

空港舗装設計要領
平成 20 年 7 月
(平成 29 年 4 月一部改訂)

及び

空港舗装補修要領
平成 23 年 4 月
(平成 30 年 4 月一部改訂)

国土交通省航空局

空港土木施設設計要領
(舗装設計編)

平成 31 年 4 月

国土交通省航空局

空港舗装設計要領・補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

（以降の現行は空港舗装設計要領を示している）

第 I 編 共通編

I-1 総則	I-1
I-1.1 目的	I-1
I-1.2 適用範囲	I-1
I-1.3 舗装の設計	I-2
I-2 設計の基本	I-3
I-2.1 舗装の構成	I-3
I-2.2 設計の原則	I-4
I-2.3 設計限界値	I-6
I-2.4 設計条件	I-6
I-2.5 設計供用期間	I-7
I-2.6 舗装区域の区分	I-7
I-2.7 安全係数	I-8
I-3 設計用値	I-9
I-3.1 総則	I-9
I-3.2 アスファルト混合物	I-10
I-3.2.1 一般	I-10
I-3.2.2 強度	I-11
I-3.2.3 変形係数	I-11
I-3.2.4 ポアソン比	I-12
I-3.2.5 疲労特性	I-12
I-3.2.6 クリープ	I-13
I-3.2.7 熱特性	I-15
I-3.3 コンクリート	I-16
I-3.3.1 一般	I-16
I-3.3.2 強度	I-16
I-3.3.3 疲労強度	I-16
I-3.3.4 弾性係数	I-17
I-3.3.5 ポアソン比	I-18
I-3.3.6 熱特性	I-18
I-3.3.7 乾燥収縮	I-18
I-3.3.8 クリープ	I-18
I-3.4 鋼材	I-19
I-3.4.1 一般	I-19
I-3.4.2 強度	I-19
I-3.4.3 ヤング係数	I-19
I-3.4.4 ポアソン比	I-19
I-3.4.5 線膨張係数	I-20
I-3.5 路盤	I-20
I-3.5.1 一般	I-20
I-3.5.2 荷重支持特性	I-20
I-3.5.3 変形特性	I-21
I-3.5.4 熱特性	I-21
I-3.6 路床	I-21
I-3.6.1 一般	I-21
I-3.6.2 路床改良	I-22

第 I 章 共通

I-1 総則	1
I-1.1 目的	1
I-1.2 適用範囲	1
I-1.3 舗装の設計	3
I-2 設計の基本	4
I-2.1 舗装の構成	4
I-2.2 設計の原則	5
I-2.3 設計限界値	7
I-2.4 設計条件	7
I-2.5 設計供用期間	8
I-2.6 舗装区域の区分	8
I-2.7 安全係数	9
I-3 設計用値	10
I-3.1 総則	10
I-3.2 アスファルト混合物	11
I-3.2.1 総則	11
I-3.2.2 強度	12
I-3.2.3 変形係数	12
I-3.2.4 ポアソン比	13
I-3.2.5 疲労特性	13
I-3.2.6 クリープ	14
I-3.2.7 熱特性	16
I-3.3 コンクリート	17
I-3.3.1 総則	17
I-3.3.2 強度	17
I-3.3.3 疲労強度	17
I-3.3.4 弾性係数	18
I-3.3.5 ポアソン比	19
I-3.3.6 熱特性	19
I-3.3.7 乾燥収縮	19
I-3.3.8 クリープ	19
I-3.4 鋼材	20
I-3.4.1 総則	20
I-3.4.2 強度	20
I-3.4.3 ヤング係数	20
I-3.4.4 ポアソン比	21
I-3.4.5 線膨張係数	21
I-3.5 路盤	21
I-3.5.1 総則	21
I-3.5.2 荷重支持特性	21
I-3.5.3 変形特性	22
I-3.5.4 熱特性	22
I-3.6 路床	23
I-3.6.1 総則	23
I-3.6.2 路床改良	23

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備 考
-------------------	-------------------	-----

<p>I-3.6.3 荷重支持特性 ----- I-23</p> <p>I-3.6.4 変形特性 ----- I-25</p> <p>I-3.6.5 熱特性 ----- I-26</p> <p>I-3.7 凍結深さ ----- I-26</p> <p>I-4 荷重 ----- I-28</p> <p>I-4.1 総則 ----- I-28</p> <p>I-4.2 荷重の特性値 ----- I-28</p> <p>I-4.3 荷重係数 ----- I-28</p> <p>I-4.4 荷重の種類 ----- I-28</p> <p>I-4.4.1 交通荷重 ----- I-28</p> <p>I-4.4.1.1 一般 ----- I-28</p> <p>I-4.4.1.2 交通量および荷重の大きさ ----- I-29</p> <p>I-4.4.1.3 荷重の作用頻度 ----- I-31</p> <p>I-4.4.1.4 載荷速度 ----- I-31</p> <p>I-4.4.2 環境の影響 ----- I-31</p> <p>I-5 構造解析 ----- I-32</p> <p>I-5.1 総則 ----- I-32</p> <p>I-5.2 アスファルト舗装の解析 ----- I-33</p> <p>I-5.3 コンクリート舗装の解析 ----- I-33</p> <p>I-5.3.1 交通荷重による応力 ----- I-33</p> <p>I-5.3.2 温度応力 ----- I-35</p> <p>I-5.3.3 路盤支持力係数 ----- I-36</p> <p>I-5.3.4 荷重伝達率 ----- I-36</p> <p style="text-align: center;">（以降の現行は空港舗装設計要領を示している）</p> <p>第II編 アスファルト舗装の性能照査編</p> <p>II-1 総則 ----- II- 1</p> <p>II-2 荷重支持性能の照査 ----- II- 1</p> <p>II-2.1 一般 ----- II- 1</p> <p>II-2.2 路床の支持力に対する照査 ----- II- 1</p> <p>II-2.2.1 一般 ----- II- 1</p> <p>II-2.2.2 路床上面の鉛直圧縮ひずみの算定 ----- II- 2</p> <p>II-2.2.3 路床の支持力の照査方法 ----- II- 3</p> <p>II-2.3 路盤の支持力に対する照査 ----- II- 3</p> <p>II-2.4 凍上に対する照査 ----- II- 4</p> <p>II-2.5 疲労ひび割れに対する照査 ----- II- 5</p> <p>II-2.5.1 一般 ----- II- 5</p> <p>II-2.5.2 アスファルト混合物層のひずみの算定 ----- II- 6</p> <p>II-2.5.3 アスファルト混合物層の疲労ひび割れの照査 ----- II- 6</p> <p>II-2.6 温度ひび割れに対する照査 ----- II- 7</p> <p>II-2.6.1 一般 ----- II- 7</p> <p>II-2.6.2 アスファルト混合物の引張強度の設定 ----- II- 7</p> <p>II-2.6.3 温度応力の算定 ----- II- 7</p> <p>II-3 走行安全性能の照査 ----- II- 8</p> <p>II-3.1 一般 ----- II- 8</p> <p>II-3.2 すべりに対する照査 ----- II- 8</p> <p>II-3.3 アスファルト舗装のわだち掘れに対する照査 ----- II- 9</p>	<p>I-3.6.3 荷重支持特性 ----- 24</p> <p>I-3.6.4 変形特性 ----- 26</p> <p>I-3.6.5 熱特性 ----- 27</p> <p>I-3.7 凍結深さ ----- 27</p> <p>I-4 荷重 ----- 29</p> <p>I-4.1 総則 ----- 29</p> <p>I-4.2 荷重の特性値 ----- 29</p> <p>I-4.3 荷重係数 ----- 29</p> <p>I-4.4 荷重の種類 ----- 29</p> <p>I-4.4.1 交通荷重 ----- 29</p> <p>I-4.4.1.1 総則 ----- 29</p> <p>I-4.4.1.2 交通量及び荷重の大きさ ----- 30</p> <p>I-4.4.1.3 荷重の作用頻度 ----- 32</p> <p>I-4.4.1.4 載荷速度 ----- 32</p> <p>I-4.4.2 環境の影響 ----- 33</p> <p>I-5 構造解析 ----- 33</p> <p>I-5.1 総則 ----- 33</p> <p>I-5.2 アスファルト舗装の解析 ----- 34</p> <p>I-5.3 コンクリート舗装の解析 ----- 35</p> <p>I-5.3.1 交通荷重による応力 ----- 35</p> <p>I-5.3.2 温度応力 ----- 36</p> <p>I-5.3.3 路盤支持力係数 ----- 37</p> <p>I-5.3.4 荷重伝達率 ----- 37</p> <p>第II章 アスファルト舗装の新設</p> <p>II-1 総則 ----- 39</p> <p>II-2 荷重支持性能の照査 ----- 39</p> <p>II-2.1 総則 ----- 39</p> <p>II-2.2 路床の支持力に対する照査 ----- 39</p> <p>II-2.2.1 総則 ----- 39</p> <p>II-2.2.2 路床上面の鉛直圧縮ひずみの算定 ----- 40</p> <p>II-2.2.3 路床の支持力の照査方法 ----- 41</p> <p>II-2.3 路盤の支持力に対する照査 ----- 42</p> <p>II-2.4 凍上に対する照査 ----- 43</p> <p>II-2.5 疲労ひび割れに対する照査 ----- 44</p> <p>II-2.5.1 総則 ----- 44</p> <p>II-2.5.2 アスファルト混合物層のひずみの算定 ----- 44</p> <p>II-2.5.3 アスファルト混合物層の疲労ひび割れの照査 ----- 45</p> <p>II-2.6 温度ひび割れに対する照査 ----- 45</p> <p>II-2.6.1 総則 ----- 45</p> <p>II-2.6.2 アスファルト混合物の引張強度の設定 ----- 46</p> <p>II-2.6.3 温度応力の算定 ----- 46</p> <p>II-3 走行安全性能の照査 ----- 46</p> <p>II-3.1 総則 ----- 46</p> <p>II-3.2 すべりに対する照査 ----- 47</p> <p>II-3.3 アスファルト舗装のわだち掘れに対する照査 ----- 48</p>	
---	--	--

空港舗装設計要領・補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

II-3.3.1 一般	II- 9
II-3.3.2 わだち掘れ量的设计限界値	II-10
II-3.3.3 アスファルト混合物層の永久変形量の算定	II-11
II-3.3.4 路床・路盤の永久変形量の算定	II-11
II-3.3.5 アスファルト混合物のすり減り量の算定	II-12
II-4 表層の耐久性能の照査	II-12
II-4.1 一般	II-12
II-4.2 気象劣化に対する照査	II-13
II-4.3 アスファルト混合物の剥離に対する照査	II-13
II-4.4 アスファルト混合物の骨材飛散に対する照査	II-13
II-4.5 アスファルト混合物層の層間剥離に対する照査	II-13
II-4.6 アスファルト混合物に関する細目	II-14

（以降の現行は空港舗装補修要領を示している）

第II編 アスファルト舗装編

II-1 アスファルト舗装の補修の考え方	II- 1
II-2 アスファルト舗装の調査	II- 3
II-2.1 総則	II- 3
II-2.2 路面の調査	II- 3
II-2.2.1 路面性状調査	II- 3
II-2.2.2 すべり摩擦係数調査	II- 9
II-2.3 構造の調査	II- 9
II-2.3.1 非破壊調査	II- 9
II-2.3.2 累積疲労度調査	II-11
II-2.3.3 解体調査	II-12
II-3 アスファルト舗装の評価	II-15
II-3.1 総則	II-15
II-3.2 路面の評価	II-17
II-3.2.1 路面性状調査に基づく評価	II-17
II-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価	II-18
II-3.3 構造の評価	II-18
II-3.3.1 非破壊調査に基づく評価	II-18
II-3.3.2 累積疲労度調査に基づく評価	II-19
II-3.3.3 解体調査に基づく評価	II-20
II-4 アスファルト舗装の補修	II-22
II-4.1 総則	II-22
II-4.2 補修工法の選定	II-22
II-4.2.1 一般	II-22
II-4.2.2 補修工法	II-23
II-4.3 構造上問題のない場合の補修	II-23
II-4.4 構造上問題のある場合の補修	II-25
II-4.5 構造設計	II-27
II-4.6 材料設計	II-29
II-4.7 施工計画	II-30

（以降の現行は空港舗装設計要領を示している）

第III編 コンクリート舗装の性能照査編

III-1 総則	III- 1
----------	--------

II-4 表層の耐久性能の照査	49
II-4.1 総則	49
II-4.2 気象劣化に対する照査	49
II-4.3 アスファルト混合物の剥離に対する照査	49
II-4.4 アスファルト混合物の骨材飛散に対する照査	49
II-4.5 アスファルト混合物層の層間剥離に対する照査	50
II-4.6 アスファルト混合物に関する細目	50

第III章 アスファルト舗装の補修

III-1 総則	52
III-2 アスファルト舗装の調査	54
III-2.1 総則	54
III-2.2 路面の調査	54
III-2.2.1 路面性状調査	54
III-2.2.2 すべり摩擦係数調査	61
III-2.3 構造の調査	61
III-2.3.1 非破壊調査	61
III-2.3.2 解体調査	63
III-3 アスファルト舗装の評価	67
III-3.1 総則	67
III-3.2 路面の評価	69
III-3.2.1 路面性状調査に基づく評価	69
III-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価	70
III-3.3 構造の評価	70
III-3.3.1 非破壊調査に基づく評価	70
III-3.3.2 解体調査に基づく評価	72
III-4 アスファルト舗装の補修	74
III-4.1 総則	74
III-4.2 補修工法の選定	74
III-4.2.1 総則	74
III-4.2.2 補修工法	75
III-4.3 構造上問題のない場合の補修	76
III-4.4 構造上問題のある場合の補修	78
III-4.5 構造設計	81
III-4.6 材料設計	81
III-4.7 施工計画	82

第IV章 コンクリート舗装の新設

IV-1 総則	84
---------	----

削除.

削除.

削除.

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
-------------------	-------------------	----

<p>III-2 荷重支持性能の照査 ----- III- 1</p> <p>III-2.1 一般 ----- III- 1</p> <p>III-2.2 路床・路盤の支持力に対する照査 ----- III- 1</p> <p>III-2.2.1 一般 ----- III- 1</p> <p>III-2.2.2 路盤 ----- III- 2</p> <p>III-2.2.3 たわみの設計限界値 ----- III- 3</p> <p>III-2.2.4 たわみの算定 ----- III- 3</p> <p>III-2.3 コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査 ----- III- 4</p> <p>III-2.3.1 一般 ----- III- 4</p> <p>III-2.3.2 応力度の算定 ----- III- 5</p> <p>III-2.4 凍上に対する照査 ----- III- 7</p> <p>III-3 走行安全性能の照査 ----- III- 7</p> <p>III-3.1 一般 ----- III- 7</p> <p>III-3.2 すべりに対する照査 ----- III- 7</p> <p>III-3.3 段差に対する照査 ----- III- 7</p> <p>III-3.3.1 一般 ----- III- 7</p> <p>III-3.3.2 段差量の設計限界値 ----- III- 8</p> <p>III-3.3.3 段差量の算定 ----- III- 8</p> <p>III-4 構造細目 ----- III- 8</p> <p>III-4.1 異種舗装接続部の構造 ----- III- 8</p> <p>III-4.2 コンクリート版の補強 ----- III-10</p> <p>III-4.3 目地 ----- III-11</p> <p>III-4.3.1 一般 ----- III-11</p> <p>III-4.3.2 目地の種類と配置 ----- III-11</p> <p>III-4.3.3 縦方向目地 ----- III-13</p> <p>III-4.3.4 横方向目地 ----- III-14</p> <p>III-4.3.5 膨張目地 ----- III-16</p> <p>III-4.3.6 タイバー，ダウエルバー ----- III-18</p> <p style="text-align: center;">（以降の現行は空港舗装補修要領を示している）</p> <p>第III編 コンクリート舗装編</p> <p>III-1 コンクリート舗装の補修の考え方 ----- III- 1</p> <p>III-2 コンクリート舗装の調査 ----- III- 3</p> <p>III-2.1 総則 ----- III- 3</p> <p>III-2.2 路面の調査 ----- III- 3</p> <p>III-2.2.1 路面性状調査 ----- III- 3</p> <p>III-2.2.2 すべり摩擦係数調査 ----- III- 6</p> <p>III-2.3 構造の調査 ----- III- 7</p> <p>III-2.3.1 非破壊調査 ----- III- 7</p> <p>III-2.3.2 累積疲労度調査 ----- III- 8</p> <p>III-2.3.3 解体調査 ----- III- 9</p> <p>III-3 コンクリート舗装の評価 ----- III-12</p> <p>III-3.1 総則 ----- III-12</p> <p>III-3.2 路面の評価 ----- III-14</p> <p>III-3.2.1 路面性状調査に基づく評価 ----- III-14</p> <p>III-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価 ----- III-16</p> <p>III-3.3 構造の評価 ----- III-16</p>	<p>IV-2 荷重支持性能の照査 ----- 84</p> <p>IV-2.1 総則 ----- 84</p> <p>IV-2.2 路床・路盤の支持力に対する照査 ----- 84</p> <p>IV-2.2.1 総則 ----- 84</p> <p>IV-2.2.2 路盤 ----- 85</p> <p>IV-2.2.3 たわみの設計限界値 ----- 86</p> <p>IV-2.2.4 たわみの算定 ----- 86</p> <p>IV-2.3 コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査 ----- 87</p> <p>IV-2.3.1 総則 ----- 87</p> <p>IV-2.3.2 応力度の算定 ----- 88</p> <p>IV-2.4 凍上に対する照査 ----- 90</p> <p>IV-3 走行安全性能の照査 ----- 90</p> <p>IV-3.1 総則 ----- 90</p> <p>IV-3.2 すべりに対する照査 ----- 90</p> <p>IV-3.3 段差に対する照査 ----- 91</p> <p>IV-3.3.1 総則 ----- 91</p> <p>IV-3.3.2 段差量の設計限界値 ----- 91</p> <p>IV-3.3.3 段差量の算定 ----- 91</p> <p>IV-4 構造細目 ----- 92</p> <p>IV-4.1 異種舗装接続部の構造 ----- 92</p> <p>IV-4.2 コンクリート版の補強 ----- 93</p> <p>IV-4.3 目地 ----- 94</p> <p>IV-4.3.1 総則 ----- 94</p> <p>IV-4.3.2 目地の種類と配置 ----- 94</p> <p>IV-4.3.3 縦方向目地 ----- 95</p> <p>IV-4.3.4 横方向目地 ----- 97</p> <p>IV-4.3.5 膨張目地 ----- 99</p> <p>IV-4.3.6 タイバー，ダウエルバー ----- 102</p> <p>第V章 コンクリート舗装の補修</p> <p>V-1 総則 ----- 103</p> <p>V-2 コンクリート舗装の調査 ----- 105</p> <p>V-2.1 総則 ----- 105</p> <p>V-2.2 路面の調査 ----- 105</p> <p>V-2.2.1 路面性状調査 ----- 105</p> <p>V-2.2.2 すべり摩擦係数調査 ----- 108</p> <p>V-2.3 構造の調査 ----- 109</p> <p>V-2.3.1 非破壊調査 ----- 109</p> <p>V-2.3.2 解体調査 ----- 110</p> <p>V-3 コンクリート舗装の評価 ----- 113</p> <p>V-3.1 総則 ----- 113</p> <p>V-3.2 路面の評価 ----- 115</p> <p>V-3.2.1 路面性状調査に基づく評価 ----- 115</p> <p>V-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価 ----- 116</p> <p>V-3.3 構造の評価 ----- 117</p>	<p>削除。</p>
--	---	------------

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<ul style="list-style-type: none"> III-3.3.1 非破壊調査に基づく評価 ----- III-16 III-3.3.2 累積疲労度調査に基づく評価 ----- III-17 III-3.3.3 解体調査に基づく評価 ----- III-18 III-4 コンクリート舗装の補修 ----- III-18 III-4.1 総則 ----- III-18 III-4.2 補修工法の選定 ----- III-19 III-4.2.1 一般 ----- III-19 III-4.2.2 補修工法 ----- III-20 III-4.3 構造上問題のない場合の補修 ----- III-21 III-4.4 構造上問題のある場合の補修 ----- III-21 III-4.5 構造設計 ----- III-22 III-4.6 材料設計 ----- III-23 III-4.7 施工計画 ----- III-23 	<ul style="list-style-type: none"> V-3.3.1 非破壊調査に基づく評価 ----- 117 V-3.3.2 解体調査に基づく評価 ----- 118 V-4 コンクリート舗装の補修 ----- 119 V-4.1 総則 ----- 119 V-4.2 補修工法の選定 ----- 119 V-4.2.1 総則 ----- 119 V-4.2.2 補修工法 ----- 120 V-4.3 構造上問題のない場合の補修 ----- 122 V-4.4 構造上問題のある場合の補修 ----- 123 V-4.5 構造設計 ----- 123 V-4.6 材料設計 ----- 123 V-4.7 施工計画 ----- 123 	<p>削除.</p>
<p>付録</p> <p style="text-align: center;">（以降の現行は空港舗装設計要領を示している）</p> <ul style="list-style-type: none"> 付録-1 用語の説明 ----- 付- 1 付録-2 試験方法 ----- 付-11 付録-3 試験値の棄却判定の方法 ----- 付-14 付録-4 凍結指数の求め方 ----- 付-16 付録-5 経験的設計法のための交通条件の設定方法 ----- 付-17 付録-6 ESWL の求め方 ----- 付-22 付録-7 経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計 ----- 付-29 付録-8 経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計 ----- 付-40 付録-9 パス/カバレッジ率の算定方法 ----- 付-48 付録-10 プレストレストコンクリート舗装の構造設計 ----- 付-50 付録-11 連続鉄筋コンクリート舗装の構造設計 ----- 付-59 付録-12 PCプレキャスト舗装の構造設計 ----- 付-75 付録-13 タイバーの設計法 ----- 付-83 付録-14 ダウエルバーの設計法 ----- 付-86 	<p>付録</p> <ul style="list-style-type: none"> 付録-1 用語の説明 ----- 付-1 付録-2 試験方法 ----- 付-13 付録-3 試験値の棄却判定の方法 ----- 付-16 付録-4 凍結指数の求め方 ----- 付-18 付録-5 経験的設計法のための交通条件の設定方法 ----- 付-19 付録-6 ESWL の求め方 ----- 付-24 付録-7 経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計 ----- 付-31 付録-8 経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計 ----- 付-42 付録-9 パス/カバレッジ率の算定方法 ----- 付-50 付録-10 プレストレストコンクリート舗装の構造設計 ----- 付-53 付録-11 連続鉄筋コンクリート舗装の構造設計 ----- 付-63 付録-12 PCプレキャスト舗装の構造設計 ----- 付-81 付録-13 タイバーの設計法 ----- 付-89 付録-14 ダウエルバーの設計法 ----- 付-92 	
<p style="text-align: center;">（以降の現行は空港舗装補修要領を示している）</p> <ul style="list-style-type: none"> 付録-1 用語の解説 ----- 付録-1 付録-2 舗装の路面性状に基づく破損の解説 ----- 付録-11 付録-3 すべり摩擦係数調査 ----- 付録-13 付録-4 FWD調査 ----- 付録-14 付録-5 熱赤外線調査 ----- 付録-22 付録-6 経験的設計手法によるアスファルト舗装の 構造上問題のある場合の補修設計 ----- 付録-24 付録-7 アスファルト舗装の補修施工中における 仮設切削すり付け方法 ----- 付録-26 付録-8 補修の施工上の留意点 ----- 付録-28 付録-9 わだち掘れ量及び BBI 算出方法 ----- 付録-33 	<ul style="list-style-type: none"> 付録-15 経験的設計手法によるアスファルト舗装の 構造上問題のある場合の補修設計 ----- 付-95 付録-16 アスファルト舗装の補修施工中における 仮設切削すり付け方法 ----- 付-97 付録-17 補修の施工上の留意点 ----- 付-99 付録-18 舗装の路面性状に基づく破損の解説 ----- 付-104 付録-19 すべり摩擦係数調査 ----- 付-106 付録-20 FWD調査 ----- 付-107 付録-21 熱赤外線調査 ----- 付-115 付録-22 わだち掘れ量及び BBI 算出方法 ----- 付-117 	<p>補修要領の付録は「用語の解説」を削除し、「舗装新設」「舗装補修」「舗装評価」の順番とした。</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>第I編 共通編 I-1 総則 I-1.1 目的</p> <p>本要領は、空港舗装の設計において、設計手順の例や、求められる性能の詳細、性能照査の方法の例等を示したものであり、設計の合理化ならびに効率化を図ることを目的としている。</p> <p>(1) 本要領の目的は、空港舗装が満たすべき性能の詳細を技術的な観点より示すとともに、現在の技術水準を考慮した性能照査の方法の例を示したものであり、設計者において、空港舗装に求められる性能を十分理解し、その性能を満足することが合理的に証明できれば、必ずしも設計方法がある一定の方法に限定するものではない。</p> <p>I-1.2 適用範囲</p> <p>本要領は、「空港土木施設の設置基準解説」に掲げる施設のうち、基本施設等におけるアスファルト舗装およびコンクリート舗装（以下、「空港舗装」という。）を対象としている。</p> <p>(1) 本要領は、空港舗装の設計の一般的な手法を示すものであり、気象条件、使用条件、工事規模によってはさらに厳しい性能が求められる場合があり、逆に緩和してよい場合もある。</p> <p>(2) 基本施設等とは、滑走路、過走帯、着陸帯、誘導路、誘導路帯、エプロン、GSE通行帯等、飛行場標識施設等を指し、このうち、一般的に舗装される施設は、滑走路、過走帯、誘導路、エプロン、GSE通行帯等である。</p> <p>(3) 場周道路、保安道路、構内道路、駐車場等、付帯施設の舗装は本要領の対象外で、これらの舗装設計法として「空港土木施設構造設計要領^{補修-2)}」を参照することができる。</p> <p>(4) 本要領においてコンクリート舗装としてあげているものは、空港舗装において一般的に用いられている無筋コンクリート舗装であり、連続鉄筋コンクリート舗装、プレストレストコンクリート舗装、プレキャストコンクリート舗装は付録において扱っている。</p> <p>(5) 本要領のほか空港舗装に関する詳細には、形状、寸法等の規格について「空港土木施設の設置基準解説^{補修-1)}」を、材料、施工等について「空港土木工事共通仕様書^{補修-4)}」、「空港土木施設施工要領^{補修-5)}」を参照することができる。</p>	<p>第I章 共通 I-1 総則 I-1.1 目的</p> <p>舗装設計編は、空港舗装の新設及びに補修設計において、設計手順の例や、求められる性能の詳細、性能照査の方法の例、舗装の評価方法、補修方法等を示したものであり、設計の合理化並びに効率化を図ることを目的としている。</p> <p>(1) 舗装設計編の目的は、空港舗装が満たすべき性能の詳細を技術的な観点より示すとともに、現在の技術水準を考慮した性能照査の方法の例を示したものであり、設計者において、空港舗装に求められる性能を十分理解し、その性能を満足することが合理的に証明できれば、必ずしも設計方法がある一定の方法に限定するものではない。</p> <p>(2) 空港舗装が破損した場合には、空港の特殊性から、代替を求めるよりも供用しながら補修する方法をとるのが通常である。すなわち、一度舗装が建設されると、補修を加えながら供用寿命を延ばして行くこととなる。舗装設計編は、既設舗装の荷重や気象作用等による破損や劣化の程度の判定法と、それらに基づく舗装の補修の必要性の判断基準及び補修の設計方法等を示すとともに、より大きな航空機を設計荷重とする場合の既存舗装の評価及び舗装強度を増強するためのオーバーレイ等の設計手法等について示すものである。</p> <p>(3) 空港舗装の補修では、高速でかつ大型の航空機が離着陸するという他の交通にない特殊性から、一層の安全性に対して配慮されるべきであり、適宜、適切な補修を行うことにより舗装機能の保持を第一とした予防的な措置を講じておくことが必要である。</p> <p>(4) 舗装設計編は、過去の実績や研究成果に基づいて作成されたものであるが、これに満足することなく、常により合理的なものを目指して研究的・開発的な態度で臨み、施工後の追跡データを求める等の努力が必要である。</p> <p>(5) 舗装設計編によらない補修方法を行う場合には、試験結果や実績等のデータに基づく客観的な根拠により、十分施設の機能が果せることを確認しておくことが必要である。</p> <p>I-1.2 適用範囲</p> <p>舗装設計編は、「空港土木施設設計要領（施設設計編）⁵⁷⁾」に掲げる施設のうち、空港の施設及びGSE通行帯等におけるアスファルト舗装及びコンクリート舗装（以下、「空港舗装」という。）を対象としている。なお、維持補修に関する事柄は、舗装設計編を参考として検討するものとする。</p> <p>(1) 舗装設計編は、空港舗装の設計の一般的な手法を示すものであり、気象条件、使用条件、工事規模によってはさらに厳しい性能が求められる場合があり、逆に緩和してよい場合もある。</p> <p>(2) 空港の施設及びGSE通行帯等において、一般的に舗装される施設は、滑走路、誘導路、エプロン、過走帯、GSE通行帯等である。</p> <p>(3) 場周道路、保安道路、構内道路、駐車場等の舗装は舗装設計編の対象外で、これらの舗装設計法として「空港土木施設設計要領（構造設計編）⁵⁶⁾」を参照することができる。</p> <p>(4) 舗装設計編においてコンクリート舗装としてあげているものは、空港舗装において一般的に用いられている無筋コンクリート舗装であり、連続鉄筋コンクリート舗装、プレストレストコンクリート舗装、プレキャストコンクリート舗装は付録において扱っている。</p> <p>(5) 舗装設計編のほか空港舗装に関する詳細には、形状、寸法等の規格について「陸上空港の施設の設置基準と解説⁵⁵⁾」を、材料、施工等について「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」、「空港土木施設施工要領⁵⁹⁾」を参照することができる。</p> <p>(6) 舗装を補修するに至るまでの経過は、舗装に繰返し作用する荷重あるいは気象等の履歴によって舗装路面及び舗装体に及ぼす影響が大きくなって、所要の機能が維持できない状態</p>	<p>見出しの変更。</p> <p>要領統合による変更。</p> <p>空港舗装補修要領の記述を追加。</p> <p>書物名・用語の変更。</p> <p>空港舗装補修要領の記述を追加。</p> <p>用語の変更。 施設順序を修正。</p> <p>書物名・用語の変更。</p> <p>書物名の変更。</p> <p>空港舗装補修要領の記述を追加。</p>

になり，これを工学的に定量化することにより把握し，必要な機能回復への手当てを行うまでの流れとなる．空港舗装の補修フローは図 I-1.1 に示すようになる．

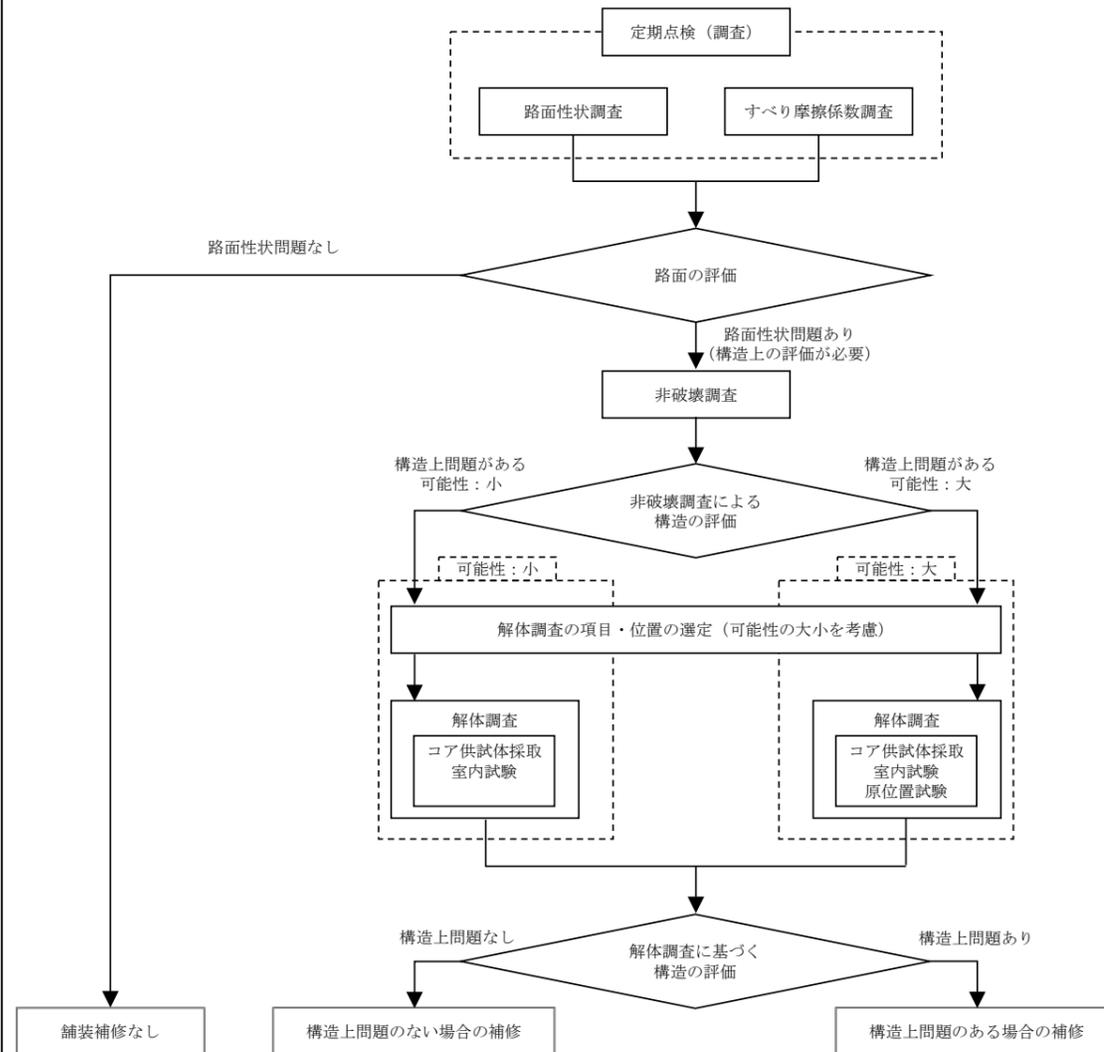


図 I-1.1 空港舗装の補修フロー

(6) 本要領の記載内容を図 I-1.1 に示す．

(7) 舗装設計編の記載内容を図 I-1.2 に示す．「第二章 アスファルト舗装の新設」、「第四章 コンクリート舗装の新設」は新設舗装の設計，「第三章 アスファルト舗装の補修」、「第五章 コンクリート舗装の補修」は，そのアフターケアとしての舗装の補修における設計・施工に利用されるようにまとめたものである．

空港舗装補修要領の図を一部修正（累積疲労度調査の削除）して追加．

空港舗装補修要領の記述を修正して追加．

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

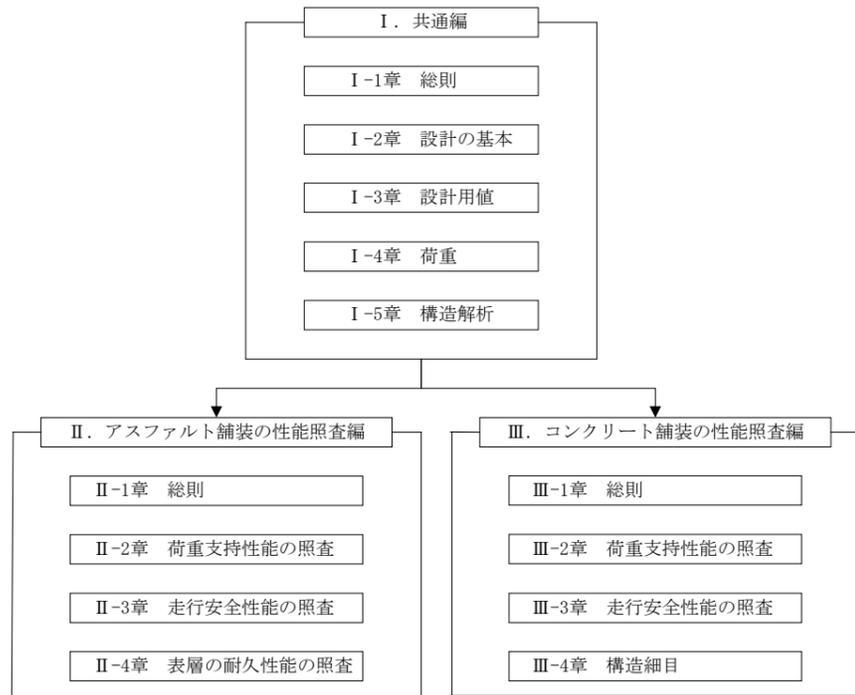


図 I-1.1 本要領の記載内容

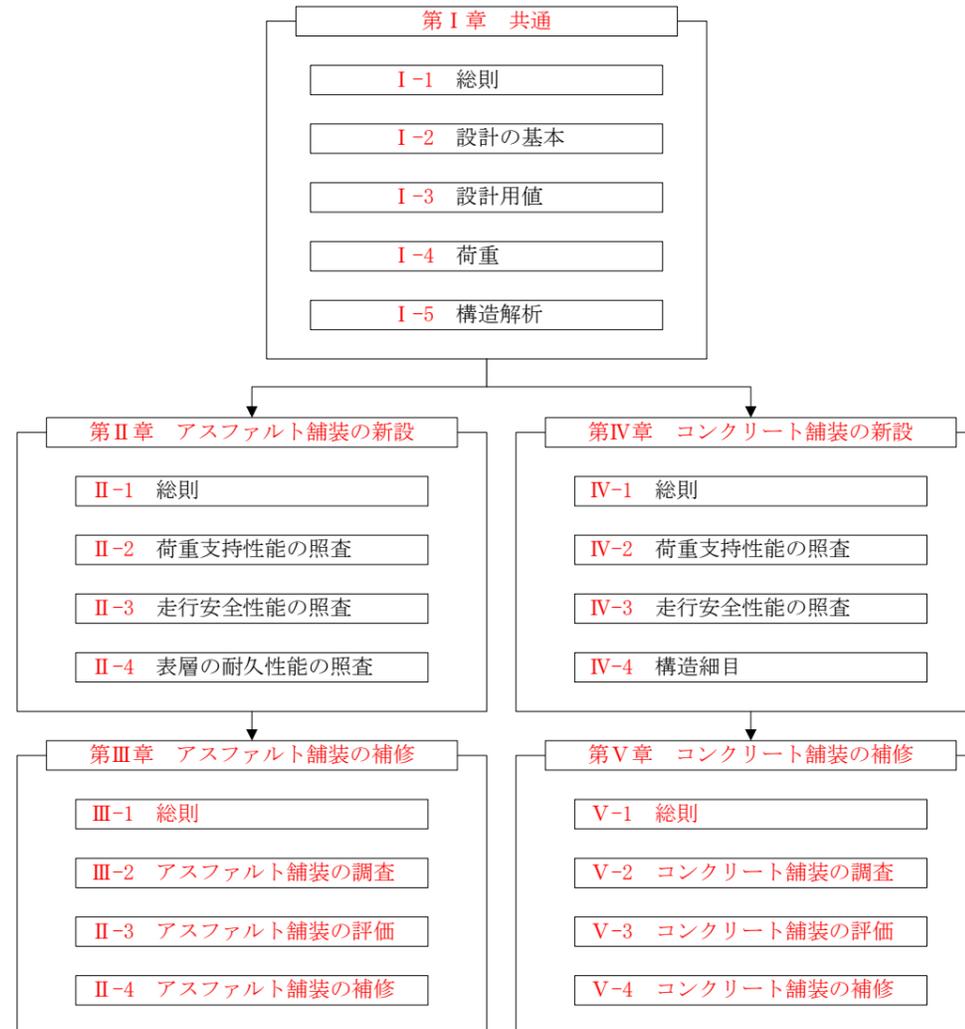


図 I-1.2 舗装設計編の記載内容

要領統合による変更.

I-1.3 舗装の設計

空港舗装の設計は、各施設に求められる性能とそれに対する設計供用期間を適切に定めた上で、設計供用期間において求められる性能を満足するように設計するものとする。

- (1) 本要領は、空港舗装の使用目的に応じて求められる性能を設定し、それに対する照査を実施する性能照査型設計法を基本としており、空港舗装の設計は、求められる性能ならびに設計供用期間を適切に定め、その期間中において、求められる性能を満足するように実施する必要がある。
- (2) 本要領において、舗装に求められる性能として、荷重支持性能、走行安全性能、表層の耐久性能を取り上げている。空港舗装の設計は、これらの性能に応じて設定される照査項目の設計限界値を満足することを適切な方法により照査するものとする。
- (3) 求められる性能に対する照査項目、設計限界値、照査方法等の例は、「II. アスファルト舗装の性能照査編」および「III. コンクリート舗装の性能照査編」に記載している理論的設計法を用いることができる。

I-1.3 舗装の設計

空港舗装の設計は、各施設に求められる性能とそれに対する設計供用期間を適切に定めた上で、設計供用期間において求められる性能を満足するように設計するものとする。

- (1) 舗装設計編は、空港舗装の使用目的に応じて求められる性能を設定し、それに対する照査を実施する性能照査型設計法を基本としており、空港舗装の設計は、求められる性能並びに設計供用期間を適切に定め、その期間中において、求められる性能を満足するように実施する必要がある。
- (2) 舗装設計編において、舗装に求められる性能として、荷重支持性能、走行安全性能、表層の耐久性能を取り上げている。空港舗装の新設設計は、これらの性能に応じて設定される照査項目の設計限界値を満足することを適切な方法により照査するものとする。空港舗装の補修設計は、これらの求められる性能を回復することを適切な方法により照査するものとする。
- (3) 求められる性能に対する照査項目、設計限界値、照査方法等の例は、「第 II 章 アスファルト舗装の新設」及び「第 IV 章 コンクリート舗装の新設」に記載している理論的設計法を用いることができる。

要領統合による変更.

見出しの変更.

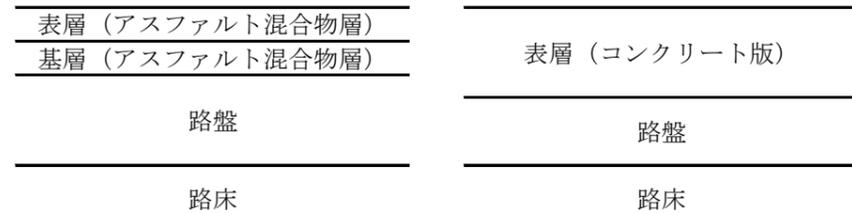
空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

I-2 設計の基本
I-2.1 舗装の構成

- (1) アスファルト舗装は、一般に図 I-2.1a) に示すように上から表層、基層、路盤の順に構成することとしている。
- (2) コンクリート舗装は、コンクリート版を表層とする舗装であって、一般に図 I-2.1b) に示すようにコンクリート版と路盤により構成することとしている。
- (3) 路床は、一般には盛土または切土で、舗装下面から下方のある厚さの範囲とする。

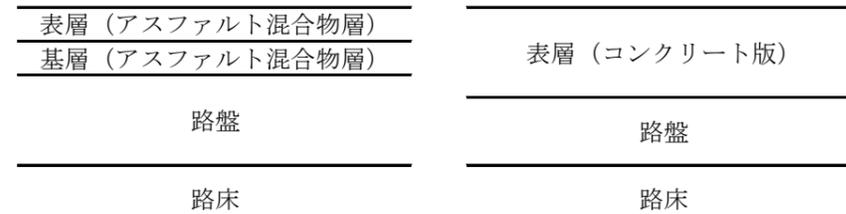


a) アスファルト舗装の場合 b) コンクリート舗装の場合

図 I-2.1 一般的な舗装構成

I-2 設計の基本
I-2.1 舗装の構成

- (1) アスファルト舗装は、一般に図 I-2.1(a) に示すように上から表層、基層、路盤の順に構成することとしている。
- (2) コンクリート舗装は、コンクリート版を表層とする舗装であって、一般に図 I-2.1(b) に示すようにコンクリート版と路盤により構成することとしている。
- (3) 路床は、一般には盛土又は切土で、舗装下面から下方のある厚さの範囲とする。



(a) アスファルト舗装の場合 (b) コンクリート舗装の場合

図 I-2.1 一般的な舗装構成

- (1) 舗装種別の選定にあたっては、設計荷重、設計交通量、地盤や路床の土質、気象、現地の材料条件、施工性、完成後の補修の難易等を総合的に判断して決定しなければならない。一般に、補修における長時間の閉鎖が困難な滑走路や誘導路では、補修容易性を重視し、アスファルト舗装が採用されることが多い。また、エプロン、大型ジェット機の交通量が多い空港の滑走路端部や誘導路、大型ジェット機が就航する空港のGSE通行帯や機材置場では、わだち掘れ対策を重視し、コンクリート舗装が採用されることが多い。
- (2) アスファルト舗装は表層、基層、路盤から、コンクリート舗装はコンクリート版と路盤から構成され、路床は含まない。したがって、舗装厚とは路盤より上の全厚のことである。
- (3) アスファルト舗装の表層およびコンクリート舗装のコンクリート版は舗装の最上部にあって直接荷重の作用を受けるとともに、風化作用、ジェットブラストや燃料油などの影響を受ける部分である。したがって、表層は、作用する荷重に対して健全であり、適切なすべり抵抗を保持するとともに舗装としての十分な機能を発揮し、温度、湿度、塩分、凍害、日射等の環境によく適合する必要がある。
- (4) コンクリート版には温度変化や含水量変化などにより応力が生じるので、これらを軽減するため適当な目地を設ける。目地は通常ダウエルバーやタイバーで補強される。
- (5) アスファルト舗装の基層は上層路盤の凹凸を修正し、表層と一体となって、荷重を均一に路盤に分布させるためのものである。
- (6) 路盤は、アスファルト舗装においては舗装面に加わる荷重を路床に広く安全に分散させるためのもので、経済的なしかも力学的に釣合いのとれた構造にするため、通常下層路盤と上層路盤に分けられる。コンクリート舗装では、コンクリート版を支持し、コンクリート版から伝えられる荷重を分散して路床に伝えるとともに、路床土のポンピングを防止する役目を持ち、路盤が厚くなる場合には、上層路盤と下層路盤に分けられる。
- (7) アスファルト舗装では、下層路盤が厚くなる場合には、経済性を高めるため、下層路盤を

- (1) 舗装種別の選定にあたっては、設計荷重、設計交通量、地盤や路床の土質、気象、現地の材料条件、施工性、完成後の補修の難易等を総合的に判断して決定しなければならない。一般に、補修における長時間の閉鎖が困難な滑走路や誘導路では、補修容易性を重視し、アスファルト舗装が採用されることが多い。また、エプロン、大型ジェット機の交通量が多い空港の滑走路端部や誘導路、大型ジェット機が就航する空港のGSE通行帯や機材置場では、わだち掘れ対策を重視し、コンクリート舗装が採用されることが多い。
- (2) アスファルト舗装は表層、基層、路盤から、コンクリート舗装はコンクリート版と路盤から構成され、路床は含まない。したがって、舗装厚とは路盤より上の全厚のことである。
- (3) アスファルト舗装の表層及びコンクリート舗装のコンクリート版は舗装の最上部にあって直接荷重の作用を受けるとともに、風化作用、ジェットブラストや燃料油などの影響を受ける部分である。したがって、表層は、作用する荷重に対して健全であり、適切なすべり抵抗を保持するとともに舗装としての十分な機能を発揮し、温度、湿度、塩分、凍害、日射等の環境によく適合する必要がある。
- (4) コンクリート版には、温度変化や含水量変化などにより応力が生じるので、これらを軽減するため適当な目地を設ける。目地は通常ダウエルバーやタイバーで補強される。
- (5) アスファルト舗装の基層は、上層路盤の凹凸を修正し、表層と一体となって、荷重を均一に路盤に分布させるためのものである。
- (6) 路盤は、アスファルト舗装においては舗装面に加わる荷重を路床に広く安全に分散させるためのもので、経済的なしかも力学的に釣合いのとれた構造にするため、通常下層路盤と上層路盤に分けられる。コンクリート舗装では、コンクリート版を支持し、コンクリート版から伝えられる荷重を分散して路床に伝えるとともに、路床土のポンピングを防止する役目を持ち、路盤が厚くなる場合には、上層路盤と下層路盤に分けられる。
- (7) アスファルト舗装では、下層路盤が厚くなる場合には、経済性を高めるため、下層路盤を

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>多層にし、下側部分にセレクト材と称する低廉な材料を使用することがある。</p> <p>(8) コンクリート舗装では、路盤の耐水性や耐久性を改善するために、路盤の一部として最上部にアスファルト中間層を設けることもある。アスファルト中間層は、構造安定性を向上させるだけでなく、路盤を平坦に仕上げることによってコンクリート版厚を均等にすること、降雨後の作業の休止時間を短くできることなど施工上の有利さがある。</p> <p>(9) 路床は、舗装により分散された荷重を支持するためのものである。コンクリート舗装では、コンクリート版の剛性が大きいことにより荷重が広範に分散され、路床に生ずる応力は極めて小さいことから、路床厚はアスファルト舗装に比べて小さくすることができる。</p> <p>(10) 路盤に路床土が侵入するのを防ぐために用いるしゃ断層や、局部的な埋め戻しや置き換え、あるいは凍上対策のために設ける凍上抑制層などは路床とみなすことができる。</p> <p>(11) 路床は舗装に含まれないが、路床は舗装の構造に大きく影響し、路床の支持力が小さい場合には路床を改良することにより舗装も含めた経済性が有利になることもあることから、舗装設計において考慮する必要がある。</p> <p>I-2.2 設計の原則</p> <p>(1) 空港舗装の設計は、その舗装が設計供用期間中にわたって求められる性能を満足するように行うものとする。</p> <p>(2) 空港舗装に求められる性能は、一般に、荷重支持性能、走行安全性能、走行快適性能、表層の耐久性能、環境負荷軽減性能としている。設計においては、舗装の使用目的に応じて、これらのうちから適切なものを選定するものとする。</p> <p>(3) 空港舗装に求められる性能を照査するときには、照査項目を適切に定め、行うものとする。</p> <p>(1) 空港舗装に求められる性能は、荷重支持性能、走行安全性能、表層の耐久性能とすることができる。</p> <p>(2) 求められる性能を照査する場合には、図 I-2.2、図 I-2.3に示すように、求められる性能毎に定められた照査項目から適切なものを選定し、行う必要がある。</p> <p>(3) 設計条件が本要領で想定したものと大きく異なる場合にはもちろんのこと、新たに開発された技術を導入することが合理的・経済的である場合には、他の事例を参照したり、試験研究を十分に行うことにより、本要領に示された設計方法と異なるものを用いることができる。また、本要領に示していない材料や工法であっても、現場の環境や施工条件および経済性などを総合的に判断して適当と考えられるものについては、積極的に採用することが望ましい。</p>	<p>多層にし、下側部分にセレクト材と称する低廉な材料を使用することがある。</p> <p>(8) コンクリート舗装では、路盤の耐水性や耐久性を改善するために、路盤の一部として最上部にアスファルト中間層を設けることもある。アスファルト中間層は、構造安定性を向上させるだけでなく、路盤を平坦に仕上げることによってコンクリート版厚を均等にすること、降雨後の作業の休止時間を短くできることなど施工上の有利さがある。</p> <p>(9) 路床は、舗装により分散された荷重を支持するためのものである。コンクリート舗装では、コンクリート版の剛性が大きいことにより荷重が広範に分散され、路床に生ずる応力は極めて小さいことから、路床厚はアスファルト舗装に比べて小さくすることができる。</p> <p>(10) 路盤に路床土が侵入するのを防ぐために用いるしゃ断層や、局部的な埋め戻しや置き換え、あるいは凍上対策のために設ける凍上抑制層などは路床とみなすことができる。</p> <p>(11) 路床は舗装に含まれないが、路床は舗装の構造に大きく影響し、路床の支持力が小さい場合には路床を改良することにより舗装も含めた経済性が有利になることもあることから、舗装設計において考慮する必要がある。</p> <p>I-2.2 設計の原則</p> <p>(1) 空港舗装の設計は、その舗装が設計供用期間中にわたって求められる性能を満足するように行うものとする。</p> <p>(2) 空港舗装に求められる性能は、一般に、荷重支持性能、走行安全性能、走行快適性能、表層の耐久性能、環境負荷軽減性能としている。設計においては、舗装の使用目的に応じて、これらのうちから適切なものを選定するものとする。</p> <p>(3) 空港舗装に求められる性能を照査するときには、照査項目を適切に定め、行うものとする。</p> <p>(1) 空港舗装に求められる性能は、荷重支持性能、走行安全性能、表層の耐久性能とすることができる。</p> <p>(2) 求められる性能を照査する場合には、図 I-2.2、図 I-2.3に示すように、求められる性能毎に定められた照査項目から適切なものを選定し、行う必要がある。</p> <p>(3) 設計条件が舗装設計編で想定したものと大きく異なる場合にはもちろんのこと、新たに開発された技術を導入することが合理的・経済的である場合には、他の事例を参照したり、試験研究を十分に行うことにより、舗装設計編に示された設計方法と異なるものを用いることができる。また、舗装設計編に示していない材料や工法であっても、現場の環境や施工条件及び経済性などを総合的に判断して適当と考えられるものについては、積極的に採用することが望ましい。</p>	

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

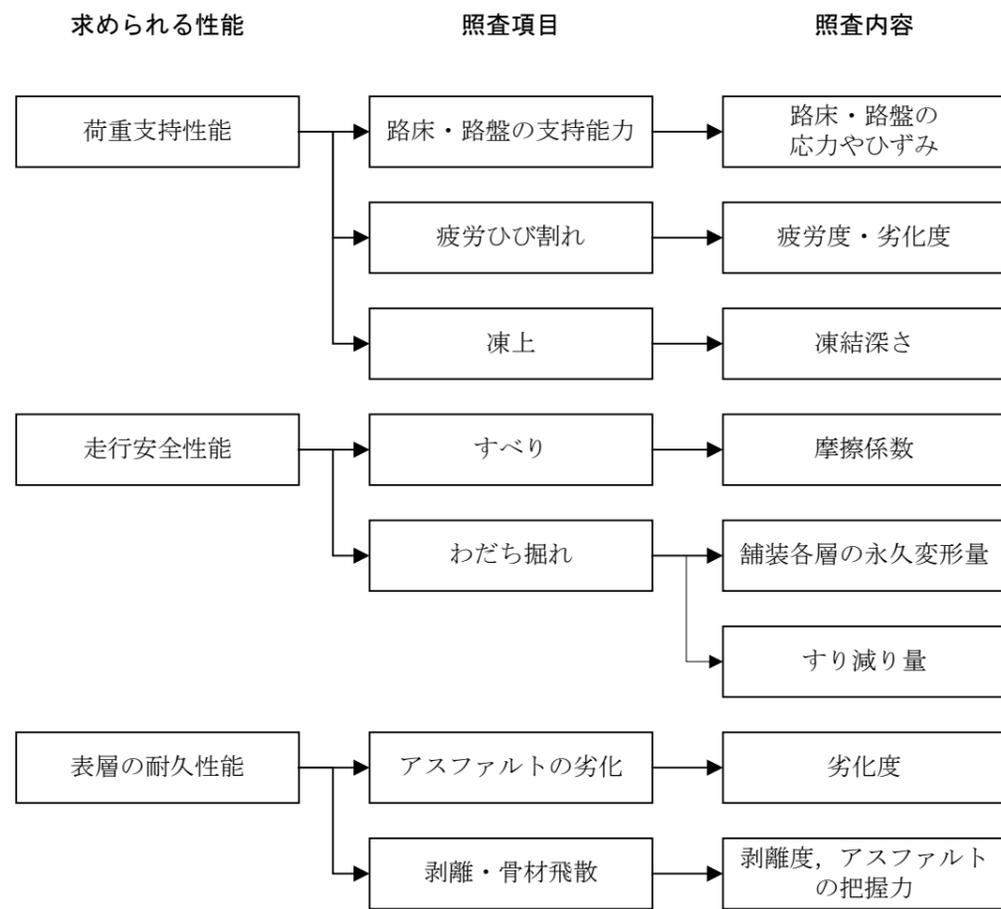


図 I-2.2 アスファルト舗装の設計法

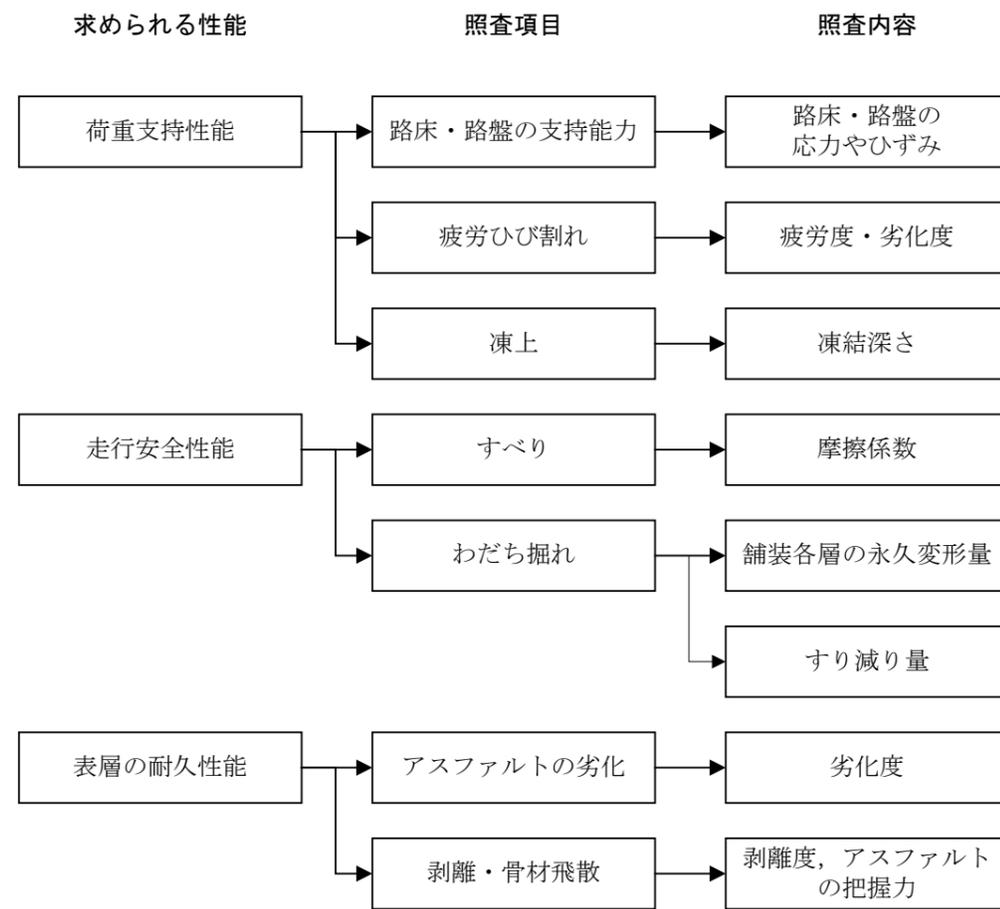


図 I-2.2 空港アスファルト舗装に求められる性能と照査項目

タイトルの変更.

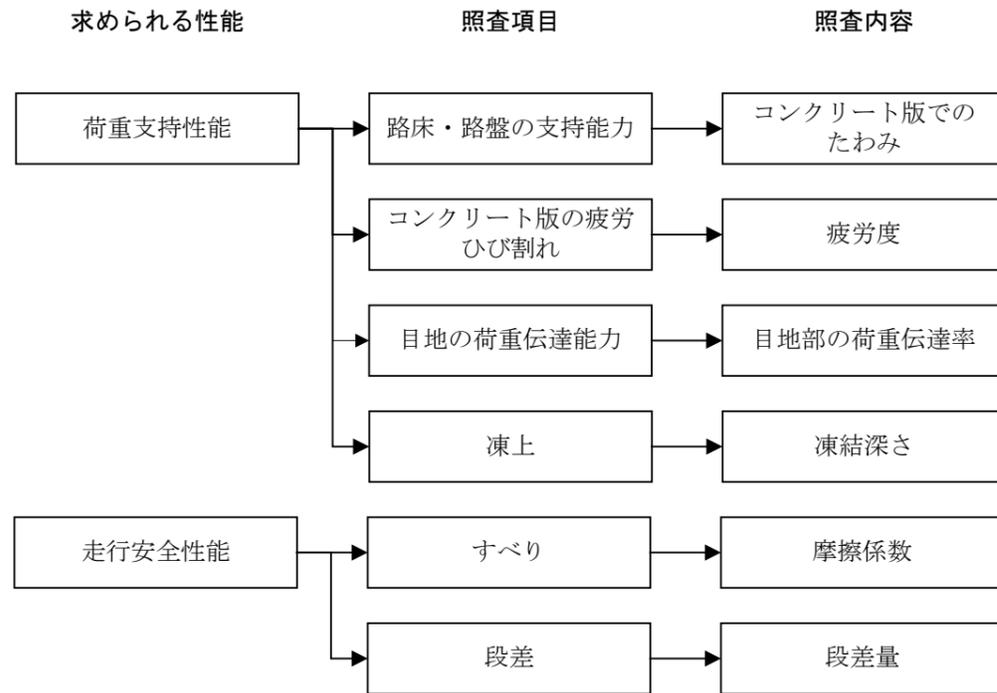


図 I-2.3 コンクリート舗装の設計法

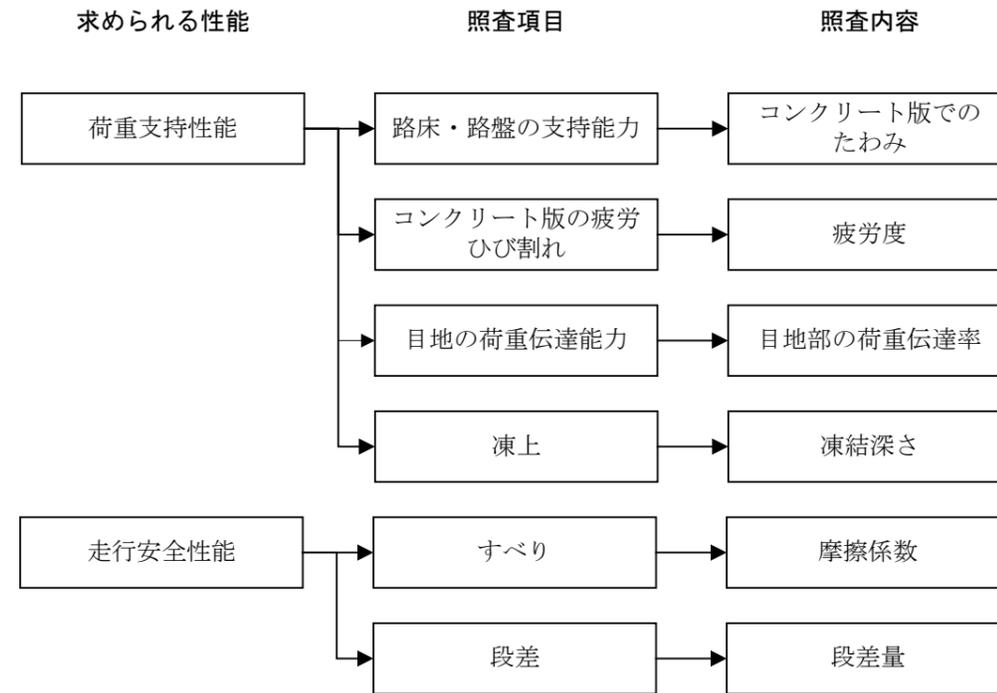


図 I-2.3 空港コンクリート舗装に求められる性能と照査項目

タイトルの変更.

I-2.3 設計限界値

求められる性能に対する各照査項目の設計限界値は、その舗装の使用目的、重要度などに応じて適切に設定するものとする。

- (1) 設計限界値は、照査する際の基準値となるものであり、その値は施設の使用目的、重要度に応じて適切に設定する必要がある。
- (2) アスファルト舗装の設計限界値は、一般に疲労度、わだち掘れ量、摩擦係数、凍上深さについて設定することとしている。
- (3) コンクリート舗装の設計限界値は、一般にたわみ量、疲労度、摩擦係数、凍上深さ、段差量について設定することとしている。

I-2.4 設計条件

空港舗装設計に先立ち、交通条件、路床条件、環境条件および材料条件等の設計条件を明らかにするものとする。

- (1) 交通条件としては、航空機や車両の種類、荷重の大きさ、交通量、走行速度や走行時の横断方向走行分布等の走行特性の設定が必要となる。
- (2) 路床条件としては、荷重支持性能に関する特性、変形特性、凍結深さ等設定が必要となる。
- (3) 環境条件としては、気温等の設定が必要となる。
- (4) 材料条件としては、舗装材料の荷重支持性能に関する特性、変形特性、疲労特性等の設定が必要となる。
- (5) 空港舗装に密接に関係する付帯構造物、たとえば排水施設などは、舗装構造の設計と並行して考えておくことが望ましく、それらに必要な諸条件も明らかにしておくことが望ましく

I-2.3 設計限界値

求められる性能に対する各照査項目の設計限界値は、その舗装の使用目的、重要度などに応じて適切に設定するものとする。

- (1) 設計限界値は、照査する際の基準値となるものであり、その値は施設の使用目的、重要度に応じて適切に設定する必要がある。
- (2) アスファルト舗装の設計限界値は、一般に疲労度、わだち掘れ量、摩擦係数、凍上深さについて設定することとしている。
- (3) コンクリート舗装の設計限界値は、一般にたわみ量、疲労度、摩擦係数、凍上深さ、段差量について設定することとしている。

I-2.4 設計条件

空港舗装設計に先立ち、交通条件、路床条件、環境条件及び材料条件等の設計条件を明らかにするものとする。

- (1) 交通条件としては、航空機や車両の種類、荷重の大きさ、交通量、走行速度や走行時の横断方向走行分布等の走行特性の設定が必要となる。
- (2) 路床条件としては、荷重支持性能に関する特性、変形特性、凍結深さ等設定が必要となる。
- (3) 環境条件としては、気温等の設定が必要となる。
- (4) 材料条件としては、舗装材料の荷重支持性能に関する特性、変形特性、疲労特性等の設定が必要となる。
- (5) 空港舗装に密接に関係する付帯構造物、たとえば排水施設などは、舗装構造の設計と並行して考えておくことが望ましく、それらに必要な諸条件も明らかにしておくことが望ましく

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>い.</p> <p>I-2.5 設計供用期間</p> <p>空港舗装の設計供用期間は、舗装の使用目的ならびにライフサイクルコストなどを考慮して適切に設定するものとする。</p> <p>(1) 空港舗装の設計供用期間は、求められる性能が満足される期間であり、舗装の使用目的、ライフサイクルコスト、環境条件および耐久性能等を考慮して設定するものとする。</p> <p>(2) 設計供用期間内にすべての性能が満足できるように設計するとコストが高くなる場合もあることから、求められる性能ごとに設計供用期間を定めて、それぞれについて設計を行うことができる。</p> <p>(3) 設計供用期間としては、わが国におけるこれまでの破損事例の調査結果^{設計-1), 補修-6)}等から、一般に荷重支持性能とコンクリート舗装の走行安全性能に対する設計供用期間は20年、アスファルト舗装の走行安全性能および表層の耐久性能に対する設計供用期間は10年としているが、空港の運用形態やライフサイクルコストを考慮して設定することもできる。</p> <p>(4) 構造設計における経済性の検討にあたっては、一般に新設時に要する工事費用を対象とする。ただし、舗装の重要度や供用後の維持補修の難易度によっては、ライフサイクルコストに配慮することが望ましい。</p> <p>(5) 空港舗装は供用開始後の大規模な補修工事が困難な場合が多いことから、新設時に高い耐久性を有する舗装を建設して、メンテナンスフリーとなるような設計方法も考えられる。</p> <p>I-2.6 舗装区域の区分</p> <p>本要領が対象とする各施設の舗装区域は次のように区分する。</p> <p>(1) 滑走路：端部中央帯、端部縁端帯、中間部中央帯、中間部縁端帯、ショルダー、過走帯</p> <p>(2) 誘導路：本体部、ショルダー</p> <p>(3) エプロン：本体部、ショルダー</p> <p>(4) GSE通行帯等</p> <p>(1) 舗装区域は、求められる性能と交通条件により分類されるものである。</p> <p>(2) 設計に際し舗装区域の種類を明確にするのは、各区域で求められる性能と交通条件が異なり、それに対応して舗装厚を変える必要があるからである。</p> <p>(3) 滑走路端部とは、長さ方向に滑走路の端から（滑走路の長さ）÷5までの部分である。この中には、ターニングパッドも含まれる。また、中央帯とは、滑走路中心線から両側10mの範囲をいう。</p> <p>(4) 誘導路には、取付誘導路、高速脱出誘導路、平行誘導路、連絡誘導路等が、また、エプロンには、ローディングエプロン、ナイトステイエプロン、メンテナンスエプロン等があるが、舗装設計においてこれらの違いは、交通条件で考慮する必要がある。</p> <p>(5) 航空機コードFの航空機が就航する誘導路において、ショルダーは一般にインナーショルダーとアウトターショルダーに区分することとしている。</p> <p>図 I-2.4 に各舗装区域の区分の例を示す。</p>	<p>い.</p> <p>I-2.5 設計供用期間</p> <p>空港舗装の設計供用期間は、舗装の使用目的並びにライフサイクルコストなどを考慮して適切に設定するものとする。</p> <p>(1) 空港舗装の設計供用期間は、求められる性能が満足される期間であり、舗装の使用目的、ライフサイクルコスト、環境条件及び耐久性能等を考慮して設定するものとする。</p> <p>(2) 設計供用期間内にすべての性能が満足できるように設計するとコストが高くなる場合もあることから、求められる性能ごとに設計供用期間を定めて、それぞれについて設計を行うことができる。</p> <p>(3) 設計供用期間としては、わが国におけるこれまでの破損事例の調査結果¹⁾等から、一般にアスファルト舗装とコンクリート舗装の荷重支持性能及びコンクリート舗装の走行安全性能に対する設計供用期間は20年、アスファルト舗装の走行安全性能及び表層の耐久性能に対する設計供用期間は10年としているが、空港の運用形態やライフサイクルコストを考慮して設定することもできる。</p> <p>(4) 構造設計における経済性の検討にあたっては、一般に新設時又は補修時に要する工事費用を対象とする。ただし、舗装の重要度や供用後の維持補修の難易度によっては、ライフサイクルコストに配慮することが望ましい。</p> <p>(5) 空港舗装は、供用開始後の大規模な補修工事が困難な場合が多いことから、新設時に高い耐久性を有する舗装を建設して、メンテナンスフリーとなるような設計方法も考えられる。</p> <p>I-2.6 舗装区域の区分</p> <p>舗装設計編が対象とする各施設の舗装区域は、次のように区分するものとする。</p> <p>(1) 滑走路：端部中央帯、端部縁端帯、中間部中央帯、中間部縁端帯、ショルダー、過走帯</p> <p>(2) 誘導路：本体部、ショルダー</p> <p>(3) エプロン：本体部、ショルダー</p> <p>(4) GSE通行帯等</p> <p>(1) 舗装区域は、求められる性能と交通条件により分類されるものである。</p> <p>(2) 設計に際し舗装区域の種類を明確にするのは、各区域で求められる性能と交通条件が異なり、それに対応して舗装厚を変える必要があるからである。</p> <p>(3) 滑走路端部とは、長さ方向に滑走路の端から（滑走路の長さ）÷5までの部分である。この中には、ターニングパッドも含まれる。また、中央帯とは、滑走路中心線から両側10mの範囲をいう。</p> <p>(4) 誘導路には、取付誘導路、高速離脱誘導路、平行誘導路、連絡誘導路等が、また、エプロンには、ローディングエプロン、ナイトステイエプロン、メンテナンスエプロン等があるが、舗装設計においてこれらの違いは、交通条件で考慮する必要がある。</p> <p>(5) コード文字Fの航空機が就航する誘導路において、ショルダーは、一般にインナーショルダーとアウトターショルダーに区分することとしている。</p> <p>図 I-2.4 に各舗装区域の区分の例を示す。</p>	<p>わかりやすい文章に変更。</p> <p>要領統合による変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>用語の変更</p> <p>用語の変更</p>

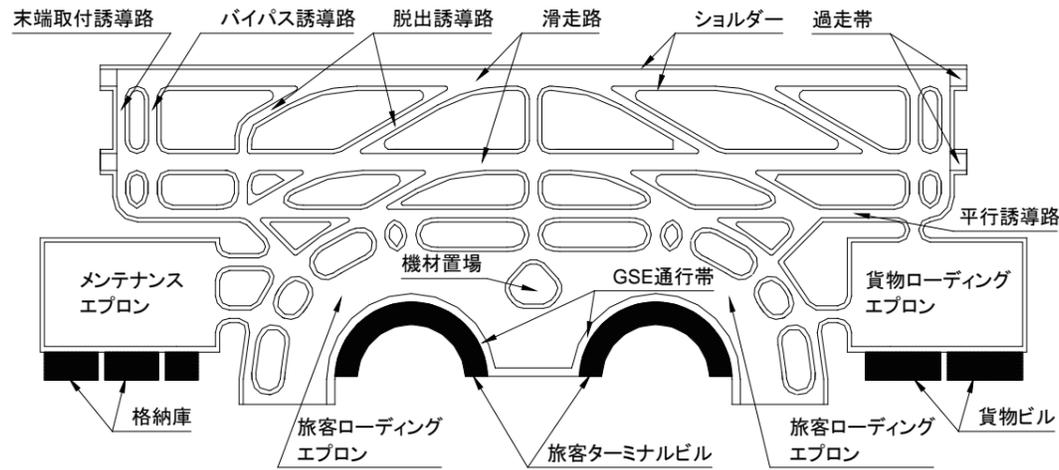


図 I-2.4 舗装区域の種類

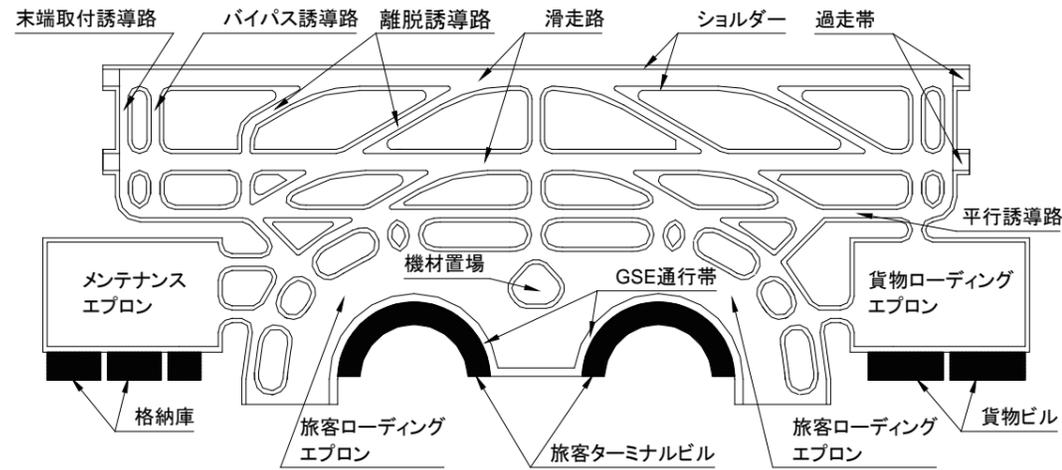


図 I-2.4 舗装区域の種類

I-2.7 安全係数

- (1) 安全係数は、一般に材料係数 γ_m 、荷重係数 γ_f 、構造解析係数 γ_a 、構成層係数 γ_b 、および重要度係数 γ_i とする。
- (2) 材料係数 γ_m は、材料の力学諸性質の特性値からの望ましくない方向への変動、供試体として舗装構成層との材料特性の差異、材料特性が求められる性能に及ぼす影響、材料特性の経時変化等を考慮して設定するものとする。
- (3) 荷重係数 γ_f は、荷重の大きさにかかわる γ_{fl} と荷重の度数にかかわる γ_{fr} とからなり、荷重の特性値から望ましくない方向への変動、荷重の算定方法の不確実性、設計供用期間中の荷重の変化、荷重特性が限界状態に及ぼす影響、環境作用の変動等を考慮して設定するものとする。
- (4) 構造解析係数 γ_a は、断面力算定時の構造解析の不確実性などを考慮して設定するものとする。
- (5) 構成層係数 γ_b は、舗装構成層の応力などの計算上の不確実性、層厚などの寸法のばらつきの影響、舗装構成層の重要度、すなわち、対象とする層がある状態に達したときに舗装全体に与える影響等を考慮して設定するものとする。
- (6) 重要度係数 γ_i は、舗装構造の重要度、限界状態に達したときの社会的影響等を考慮して設定するものとする。

- (1) 安全係数は、対象とする限界状態に応じて設定するものであり、必ずしも同一の値をとるものではない。
- (2) 安全係数は、考えられる不確実性を分割して割り付けたものであるが、これらをまとめて取り扱うことができる。
- (3) 安全係数は、表 I-2.1 に示す値を用いることができるが、過去の実績や経験などに基づいて割り増すことができる。なお、本要領では全ての安全係数を1.0としている。

I-2.7 安全係数

- (1) 安全係数は、材料係数 γ_m 、荷重係数 γ_f 、構造解析係数 γ_a 、構成層係数 γ_b 、及び重要度係数 γ_i とするものとする。
- (2) 材料係数 γ_m は、材料の力学諸性質の特性値からの望ましくない方向への変動、供試体として舗装構成層との材料特性の差異、材料特性が求められる性能に及ぼす影響、材料特性の経時変化等を考慮して設定するものとする。
- (3) 荷重係数 γ_f は、荷重の大きさにかかわる γ_{fl} と荷重の度数にかかわる γ_{fr} とからなり、荷重の特性値から望ましくない方向への変動、荷重の算定方法の不確実性、設計供用期間中の荷重の変化、荷重特性が限界状態に及ぼす影響、環境作用の変動等を考慮して設定するものとする。
- (4) 構造解析係数 γ_a は、断面力算定時の構造解析の不確実性などを考慮して設定するものとする。
- (5) 構成層係数 γ_b は、舗装構成層の応力などの計算上の不確実性、層厚などの寸法のばらつきの影響、舗装構成層の重要度、すなわち、対象とする層がある状態に達したときに舗装全体に与える影響等を考慮して設定するものとする。
- (6) 重要度係数 γ_i は、舗装構造の重要度、限界状態に達したときの社会的影響等を考慮して設定するものとする。

- (1) 安全係数は、対象とする限界状態に応じて設定するものであり、必ずしも同一の値をとるものではない。
- (2) 安全係数は、考えられる不確実性を分割して割り付けたものであるが、これらをまとめて取り扱うことができる。
- (3) 安全係数は、表 I-2.1 に示す値を用いることができるが、過去の実績や経験などに基づいて割り増すことができる。なお、舗装設計編では全ての安全係数を1.0としている。

文末の変更。

表 I-2.1 安全係数の値

材料係数		荷重係数		構造解析係数	構成層係数	重要度係数
アスファルト混合物・コンクリート	鋼材	路床・路盤	大きさ			
1.0～1.3	1.0 または 1.05	1.0～1.3	1.0～1.2	1.0	1.0	1.0～1.2

I-3 設計用値

I-3.1 総則

- (1) 舗装の設計にあたっては、使用材料および舗装構造に対応した適切な設計用値を用いるものとする。
- (2) アスファルト混合物の性質は、疲労特性、変形係数、熱特性、耐久性等の材料特性によって表すものとする。
- (3) コンクリートの性質は、曲げ強度、疲労強度、ヤング係数、その他の変形特性、熱特性等によって表すものとする。
- (4) 固化系路盤材の性質は、圧縮強度、曲げ強度、疲労特性、変形係数等によって表すものとする。
- (5) 粒状路盤・路床の性質は、設計上の必要に応じて、強度、CBR、地盤反力係数等の荷重支持特性、変形係数、レジリエントモデュラス、ポアソン比等の変形特性によって表すものとする。
- (6) 材料強度の特性値 f_k は、試験値のばらつきを想定した上で、大部分の試験値がその値を下回らないことが保証される値とするものとする。
- (7) 材料の設計強度 f_d は、材料強度の特性値 f_k を材料係数 γ_m で除した値とするものとする。
- (8) 路床および粒状路盤の支持特性および変形特性の特性値は、試験値のばらつきを想定した上で、部分の試験値がその値を下回らないことが保証される値とするものとする。
- (9) 路床および粒状路盤の支持特性および変形特性の設計用値は、特性値を材料係数で除した値とするものとする。

- (1) 本要領で示される性能以外について照査を行う場合、もしくは、本要領で扱っていない構造モデルを用いるため本要領で示す以外の設計用値が必要な場合には、本要領に準じて適切に設計用値を設定する必要がある。
- (2) 空港舗装に用いられるコンクリート、アスファルト混合物には各種のものがああり、使用目的、環境条件、設計供用期間、施工条件等を考慮して、適切な種類・品質のものを選定する必要がある。
- (3) 固化系路盤材としては、各種安定処理路盤、スラグ路盤等がある。安定処理材としては、セメント、石灰、アスファルト等が用いられる。また、コンクリート舗装では、路盤の耐久性、耐水性を向上させる目的で路盤の一部としてアスファルト混合物による中間層を設

表 I-2.1 安全係数の値

材料係数		荷重係数		構造解析係数	構成層係数	重要度係数
アスファルト混合物・コンクリート	鋼材	路床・路盤	大きさ			
1.0～1.3	1.0 又は 1.05	1.0～1.3	1.0～1.2	1.0	1.0	1.0～1.2

I-3 設計用値

I-3.1 総則

- (1) 舗装の設計にあたっては、使用材料及び舗装構造に対応した適切な設計用値を用いるものとする。
- (2) アスファルト混合物の性質は、疲労特性、変形係数、熱特性、耐久性等の材料特性によって表すものとする。
- (3) コンクリートの性質は、曲げ強度、疲労強度、ヤング係数、その他の変形特性、熱特性等によって表すものとする。
- (4) 固化系路盤材の性質は、圧縮強度、曲げ強度、疲労特性、変形係数等によって表すものとする。
- (5) 粒状路盤・路床の性質は、設計上の必要に応じて、強度、CBR、地盤反力係数等の荷重支持特性、変形係数、レジリエントモデュラス、ポアソン比等の変形特性によって表すものとする。
- (6) 材料強度の特性値 f_k は、試験値のばらつきを想定した上で、大部分の試験値がその値を下回らないことが保証される値とするものとする。
- (7) 材料の設計強度 f_d は、材料強度の特性値 f_k を材料係数 γ_m で除した値とするものとする。
- (8) 路床及び粒状路盤の支持特性及び変形特性の特性値は、試験値のばらつきを想定した上で、部分の試験値がその値を下回らないことが保証される値とするものとする。
- (9) 路床及び粒状路盤の支持特性及び変形特性の設計用値は、特性値を材料係数で除した値とするものとする。

- (1) 舗装設計編で示される性能以外について照査を行う場合、もしくは、舗装設計編で扱っていない構造モデルを用いるため舗装設計編で示す以外の設計用値が必要な場合には、舗装設計編に準じて適切に設計用値を設定する必要がある。
- (2) 空港舗装に用いられるコンクリート、アスファルト混合物には各種のものがああり、使用目的、環境条件、設計供用期間、施工条件等を考慮して、適切な種類・品質のものを選定する必要がある。
- (3) 固化系路盤材としては、各種安定処理路盤、スラグ路盤等がある。安定処理材としては、セメント、石灰、アスファルト等が用いられる。また、コンクリート舗装では、路盤の耐久性、耐水性を向上させる目的で路盤の一部としてアスファルト混合物による中間層を設

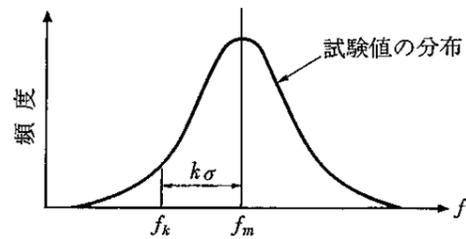
ける場合がある。

- (4) 材料強度の特性値 f_k は、次式により求めることができる。

$$f_k = f_m - k\sigma$$

ここに

- f_m : 試験値の平均値
- σ : 試験値の標準偏差
- k : 係数



係数 k は、特性値より小さい試験値が得られる確率と試験値の分布形より定まるものであり、試験値の分布形を正規分布とし、試験値の非超過確率を 5% とすると係数 k は 1.64 となる。係数 k は、材料に応じて適切に設定する必要がある。

- (5) 路床・粒状路盤の支持特性および変形特性の特性値は、材料強度の特性値と同様の方法で求めることができる。
- (6) 路床・粒状路盤の支持特性および変形特性の設計用値は、材料強度の設計強度を算定するときと同様の方法で求めることができる。

I-3.2 アスファルト混合物

I-3.2.1 一般

- (1) アスファルト混合物は、加熱混合方式アスファルトコンクリートを用いるものとし、アスファルト混合物の種類は、求められる性能に応じて適切に選定する。
- (2) アスファルト混合物の設計用値としては、強度特性、疲労特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- (1) 一般に表層には密粒度アスファルト混合物、基層には粗粒度アスファルト混合物が使用されるが、適用する施設に求められる性能に応じて、これ以外の混合物を使用することもできる。
- (2) アスファルト混合物の種類は、混合物の合成粒度、骨材の最大粒径、および使用するアスファルトにより分類するものとする。
- (3) 交通量が極めて少ない滑走路縁端帯やショルダーおよび過走帯では、荷重によるこねかえし作用がないため、表層のアスファルトコンクリートの老化速度が相対的に速くなることがある。このような場合には、使用アスファルト量をできるだけ多くする、耐老化性の大きなアスファルトを用いるなどの対策を考慮することが望ましい。
- (4) 大きな静止荷重あるいは緩速走行荷重が集中するエプロン、誘導路、滑走路端部等では、表層や基層のアスファルトコンクリートのわだち掘れが大きくなることが多い。このような場合には、骨材の最大寸法を大きくする、使用アスファルト量をできるだけ少なくする、

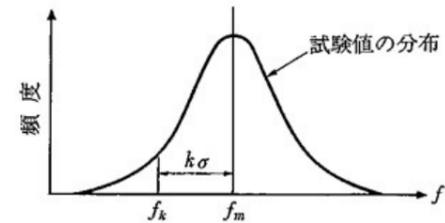
ける場合がある。

- (4) 材料強度の特性値 f_k は、次式により求めることができる。

$$f_k = f_m - k\sigma$$

ここに、

- f_m : 試験の平均値
- σ : 試験値の標準偏差
- k : 係数



係数 k は、特性値より小さい試験値が得られる確率と試験値の分布形より定まるものであり、試験値の分布形を正規分布とし、試験値の非超過確率を 5% とすると係数 k は 1.64 となる。係数 k は、材料に応じて適切に設定する必要がある。

- (5) 路床・粒状路盤の支持特性及び変形特性の特性値は、材料強度の特性値と同様の方法で求めることができる。
- (6) 路床・粒状路盤の支持特性及び変形特性の設計用値は、材料強度の設計強度を算定するときと同様の方法で求めることができる。

I-3.2 アスファルト混合物

I-3.2.1 総則

- (1) アスファルト混合物は、加熱混合方式アスファルトコンクリートを用いるものとし、アスファルト混合物の種類は、求められる性能に応じて適切に選定するものとする。
- (2) アスファルト混合物の設計用値としては、強度特性、疲労特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- (1) 一般に表層には密粒度アスファルト混合物、基層には粗粒度アスファルト混合物が使用されるが、適用する施設に求められる性能に応じて、これ以外の混合物を使用することもできる。
- (2) アスファルト混合物の種類は、混合物の合成粒度、骨材の最大粒径及び使用するアスファルトにより分類するものとする。
- (3) 交通量が極めて少ない滑走路縁端帯やショルダー及び過走帯では、荷重によるこねかえし作用がないため、表層のアスファルトコンクリートの老化速度が相対的に速くなることがある。
- (4) 大きな静止荷重あるいは緩速走行荷重が集中するエプロン、誘導路、滑走路端部等では、表層や基層のアスファルトコンクリートのわだち掘れが大きくなることが多い。このような場合には、改質アスファルトを使用するなどの配慮をすることが望ましい。

見出しの変更。

文末の変更。

このような対応事例は、ほぼ無いと思われるため削除。

このような対応事例は、ほぼ無いと思われるため削除。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

できるだけ針入度の小さなアスファルトを使用する、改質アスファルトを使用するなどの配慮をすることが望ましい。

- (5) 資源の有効利用，舗装発生材の活用などの観点から，再生加熱アスファルト混合物を積極的に利用することが望ましい。
- (6) アスファルトコンクリート発生材については，補足材と混合することにより基層ならびにアスファルト安定処理材として上・下層路盤に適用することができるが，一般に基層においては，再生材混合率は40%を上限としている。

I-3.2.2 強度

アスファルト混合物の強度は，求められる性能の照査項目に応じて適切な試験方法により求めるものとする。

- (1) 照査項目に応じてアスファルト混合物の強度特性が必要となる場合は，適切な方法にしたがって強度試験を実施する必要がある。なお，アスファルト混合物の強度特性は，混合物の温度，載荷速度等の試験条件により著しく変化するため，強度試験は照査項目に応じた適切な条件で実施する必要がある。

I-3.2.3 変形係数

アスファルト混合物の変形係数は，載荷速度および混合物の温度などを考慮し，室内試験などにより適切な値を用いるものとする。

- (1) アスファルト混合物の変形係数は，載荷速度および混合物の温度により著しく変化する。また，変形係数は，アスファルト舗装の荷重支持性能，走行安全性能の照査内容に大きく影響する。したがって，アスファルト混合物の変形係数は，使用するアスファルト混合物の種類，荷重の載荷速度および気象特性等に十分配慮して設定する必要がある。
- (2) アスファルト混合物の変形係数を室内試験により求める場合は，「舗装調査・試験法便覧設計-2, 補修-7」：アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験方法」に準じることができるが，載荷時間や供試体温度等の条件は，使用条件を考慮して設定する必要がある。なお，室内試験によってアスファルト混合物の変形係数を求める場合には，一般に試験値の調和平均を用いることとしている。これは，荷重支持性能の照査において，変形係数の特性値を用いることが一概に安全側の設計とならないためである。
- (3) アスファルト混合物の変形係数を室内試験によらずに求める場合には，アスファルトの変形係数とアスファルト混合物の材料特性などから求めることもできる。例えば，以下の方法がある設計-3, 補修-8。

$$S_{bit} = 1.157 \times 10^{-7} \cdot t_w^{-0.368} \cdot \exp(-PI) \cdot (T_{RB} - T)^5 \quad \dots \dots \dots \text{(式 I-3.1)}$$

ここで，

S_{bit} : アスファルトの変形係数 (MPa)

t_w : 載荷時間 (0.01~0.1秒)

PI : 針入度指数 (-1~1)

T_{RB} : 軟化点温度 (10~70℃)

T : 載荷時の温度 (℃)

$$S_{mix} = S_{bit} \cdot \left[1 + \left(\frac{2.5}{n} \right) \cdot \left(\frac{C_v}{1 - C_v} \right) \right]^n \quad \dots \dots \dots \text{(式 I-3.2)}$$

資源の有効利用，舗装発生材の活用などの観点から，剥離に対する抵抗性を確認した上で，再生加熱アスファルト混合物を利用することができる。

- (5) 資源の有効利用，舗装発生材の活用などの観点から，剥離に対する抵抗性を確認した上で，再生加熱アスファルト混合物を利用することができる。
- (6) アスファルトコンクリート発生材については，補足材と混合することにより表層，基層並びにアスファルト安定処理材として上・下層路盤に適用することができるが，基本施設に使用する場合はⅡ-4.6，Ⅲ-4.6に示している。

I-3.2.2 強度

アスファルト混合物の強度は，求められる性能の照査項目に応じて適切な試験方法により求めるものとする。

- (1) 照査項目に応じてアスファルト混合物の強度特性が必要となる場合は，適切な方法にしたがって強度試験を実施する必要がある。なお，アスファルト混合物の強度特性は，混合物の温度，載荷速度等の試験条件により著しく変化するため，強度試験は照査項目に応じた適切な条件で実施する必要がある。

I-3.2.3 変形係数

アスファルト混合物の変形係数は，載荷速度及び混合物の温度などを考慮し，室内試験などにより適切な値を用いるものとする。

- (1) アスファルト混合物の変形係数は，載荷速度及び混合物の温度により著しく変化する。また，変形係数は，アスファルト舗装の荷重支持性能，走行安全性能の照査内容に大きく影響する。したがって，アスファルト混合物の変形係数は，使用するアスファルト混合物の種類，荷重の載荷速度及び気象特性等に十分配慮して設定する必要がある。
- (2) アスファルト混合物の変形係数を室内試験により求める場合は，「舗装調査・試験法便覧2」：アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験方法」に準じることができるが，載荷時間や供試体温度等の条件は，使用条件を考慮して設定する必要がある。なお，室内試験によってアスファルト混合物の変形係数を求める場合には，一般に試験値の調和平均を用いることとしている。これは，荷重支持性能の照査において，変形係数の特性値を用いることが一概に安全側の設計とならないためである。
- (3) アスファルト混合物の変形係数を室内試験によらずに求める場合には，アスファルトの変形係数とアスファルト混合物の材料特性などから求めることもできる。例えば，以下の方法がある3)。

$$S_{bit} = 1.157 \times 10^{-7} \cdot t_w^{-0.368} \cdot \exp(-PI) \cdot (T_{RB} - T)^5 \quad \dots \dots \dots \text{(式 I-3.1)}$$

ここで，

S_{bit} : アスファルトの変形係数 (MPa)

t_w : 載荷時間 (0.01~0.1秒)

PI : 針入度指数 (-1~1)

T_{RB} : 軟化点温度 (10~70℃)

T : 載荷時の温度 (℃)

$$S_{mix} = S_{bit} \cdot \left[1 + \left(\frac{2.5}{n} \right) \cdot \left(\frac{C_v}{1 - C_v} \right) \right]^n \quad \dots \dots \dots \text{(式 I-3.2)}$$

剥離に対する抵抗性を確認することが必要であることを追加。
 基層 40%上限の規程について，平成 25 年度に共通仕様書が「基本施設の基層」と改訂されているため。

ここで、

S_{mix} : アスファルト混合物の変形係数(MPa)

$$n = 0.83 \cdot \log\left(\frac{4 \times 10^4}{S_{bit}}\right)$$

$$C_v = \frac{V_A}{V_A + V_B} \quad \text{空隙率3\%未満の場合}$$

$$C_v = \frac{1}{0.97 + 0.01 \times (100 - (V_A + V_B))} \cdot \frac{V_A}{V_A + V_B} \quad \text{空隙率3\%以上の場合}$$

V_A : 骨材の容積率

V_B : アスファルトの容積率

I-3.2.4 ポアソン比

アスファルト混合物のポアソン比は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。

- (1) アスファルト混合物のポアソン比は、一般に室内試験などにより求めることとするが、これが困難な場合には、既往の研究成果に基づいて設定することができる。
- (2) 既往研究によるとアスファルト混合物のポアソン比は、一般に弾性範囲内であれば0.25～0.45の値をとることがわかっており、かつ、アスファルト混合物のポアソン比が照査内容へ及ぼす影響は比較的小さいことからポアソン比は0.35とすることができる。

I-3.2.5 疲労特性

アスファルト混合物の設計疲労曲線は、アスファルト混合物の種類、使用条件等を考慮して設定するものとする。

- (1) アスファルト混合物の疲労ひび割れには、層下面から進行する底面ひび割れと表面から進行する表面ひび割れがある。
- (2) 疲労ひび割れの照査に用いる設計疲労曲線は、底面ひび割れあるいは表面ひび割れを適切に評価するものでなければならず、アスファルト混合物の種類、使用条件を考慮して設定する必要がある。
- (3) アスファルト混合物の曲げ疲労特性を室内試験により設定する場合には、「舗装調査・試験法便覧²⁾（設計-2）、補修-7）：アスファルト混合物の曲げ疲労試験方法」に準じることができる。ただし、載荷時間や供試体温度等の条件は、使用条件を考慮し設定する必要がある。
- (4) 疲労ひび割れの照査に用いる設計疲労曲線は、（式 I-3.3）を用いることができる。

$$N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^\beta \times \left(\frac{1}{E}\right)^\gamma \dots \dots \dots \text{（式 I-3.3）}$$

ここで、

N_f : 破壊に至るまでの繰返し回数

ε : アスファルト混合物に発生する引張ひずみ

E : アスファルト混合物の弾性係数 (MPa)

α, β, γ : 係数で、 $\alpha = 7.681 \times 10^{-6}$ $\beta = 6.333$ $\gamma = 3.374$ を用いることができる。

ここで、

S_{mix} : アスファルト混合物の変形係数 (MPa)

$$n = 0.83 \cdot \log\left(\frac{4 \times 10^4}{S_{bit}}\right)$$

$$C_v = \frac{V_A}{V_A + V_B} \quad \text{空隙率 3\%未満の場合}$$

$$C_v = \frac{1}{0.97 + 0.01 \times (100 - (V_A + V_B))} \cdot \frac{V_A}{V_A + V_B} \quad \text{空隙率 3\%以上の場合}$$

V_A : 骨材の容積率

V_B : アスファルトの容積率

I-3.2.4 ポアソン比

アスファルト混合物のポアソン比は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。

- (1) アスファルト混合物のポアソン比は、一般に室内試験などにより求めることとするが、これが困難な場合には、既往の研究成果に基づいて設定することができる。
- (2) 既往研究によるとアスファルト混合物のポアソン比は、一般に弾性範囲内であれば0.25～0.45の値をとることがわかっており、かつ、アスファルト混合物のポアソン比が照査内容へ及ぼす影響は比較的小さいことからポアソン比は0.35とすることができる。

I-3.2.5 疲労特性

アスファルト混合物の設計疲労曲線は、アスファルト混合物の種類、使用条件等を考慮して設定するものとする。

- (1) アスファルト混合物の疲労ひび割れには、層下面から進行する底面ひび割れと表面から進行する表面ひび割れがある。
- (2) 疲労ひび割れの照査に用いる設計疲労曲線は、底面ひび割れあるいは表面ひび割れを適切に評価するものでなければならず、アスファルト混合物の種類、使用条件を考慮して設定する必要がある。
- (3) アスファルト混合物の曲げ疲労特性を室内試験により設定する場合には、「舗装調査・試験法便覧²⁾：アスファルト混合物の曲げ疲労試験方法」に準じることができる。ただし、載荷時間や供試体温度等の条件は、使用条件を考慮し設定する必要がある。
- (4) 疲労ひび割れの照査に用いる設計疲労曲線は、（式 I-3.3）を用いることができる。ただし、室内試験から求めたアスファルト混合物の変形係数を使用する場合には、室内試験から設定した設計疲労曲線を使用する必要がある。

$$N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^\beta \times \left(\frac{1}{E}\right)^\gamma \dots \dots \dots \text{（式 I-3.3）}$$

ここで、

N_f : 破壊に至るまでの繰返し回数

ε : アスファルト混合物に発生する引張ひずみ

E : アスファルト混合物の弾性係数 (MPa)

α, β, γ : 係数で、 $\alpha = 7.681 \times 10^{-6}$ $\beta = 6.333$ $\gamma = 3.374$ を用いることができる

この設計疲労曲線は、式 I-3.1 及び式 I-3.2 により算出された変形係数を使用したキャリブレーションにより設定されているため。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

I-3.2.6 クリープ

アスファルト混合物のクリープ特性は、**載荷速度および**混合物温度などを考慮し、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。

- (1) アスファルト混合物層の永久変形を照査する際には、必要に応じてアスファルト混合物のクリープ変形量を求めることができる。ただし、クリープ変形量を求めるにあたっては、**載荷速度および**混合物温度などの条件を考慮する必要がある。
- (2) **クリープ変形量は、アスファルト混合物の変形係数と多層弾性解析結果を用いて、次式により算定することができる。**

$$\Delta H_i = \frac{(S_{mix,D})_i}{(S_{mix,\eta})_i} \cdot \delta_i \dots\dots\dots \text{(式 I-3.4)}$$

ここに、

$S_{mix,D}$: 交通荷重走行時の短時間載荷（1回走行）におけるアスファルト混合物の変形係数

$S_{mix,\eta}$: 交通履歴時間を考慮したアスファルト混合物の変形係数

δ_i : 短時間載荷における変形係数 $S_{mix,D}$ を用いた時の*i*層上下面の弾性変位差

ΔH_i : *i*層の永久圧縮変形量

- (3) 交通履歴時間を考慮したアスファルトの変形係数は、交通履歴時間が長く、（式 I-3.1）を適用できない。この場合には、**図 I-3.1**のノモグラム^{設計-4), 補修-9)} **および** **図 I-3.2**による関係図^{設計-5), 補修-10)}を用いてアスファルト**および**アスファルト混合物の変形係数を算定することができる。

I-3.2.6 クリープ

アスファルト混合物のクリープ特性は、**載荷速度及び**混合物温度などを考慮し、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。

- (1) アスファルト混合物層の永久変形を照査する際には、必要に応じてアスファルト混合物のクリープ変形量を求めることができる。ただし、クリープ変形量を求めるにあたっては、**載荷速度及び**混合物温度などの条件を考慮する必要がある。

- (2) 交通履歴時間を考慮したアスファルトの変形係数は、交通履歴時間が長く、（**式 I-3.1**）を適用できない。この場合には、**図 I-3.1**のノモグラム⁴⁾ **及び** **図 I-3.2**による関係図⁵⁾を用いてアスファルト**及び**アスファルト混合物の変形係数を算定することができる。

計算方法の実用性が乏しいため削除。

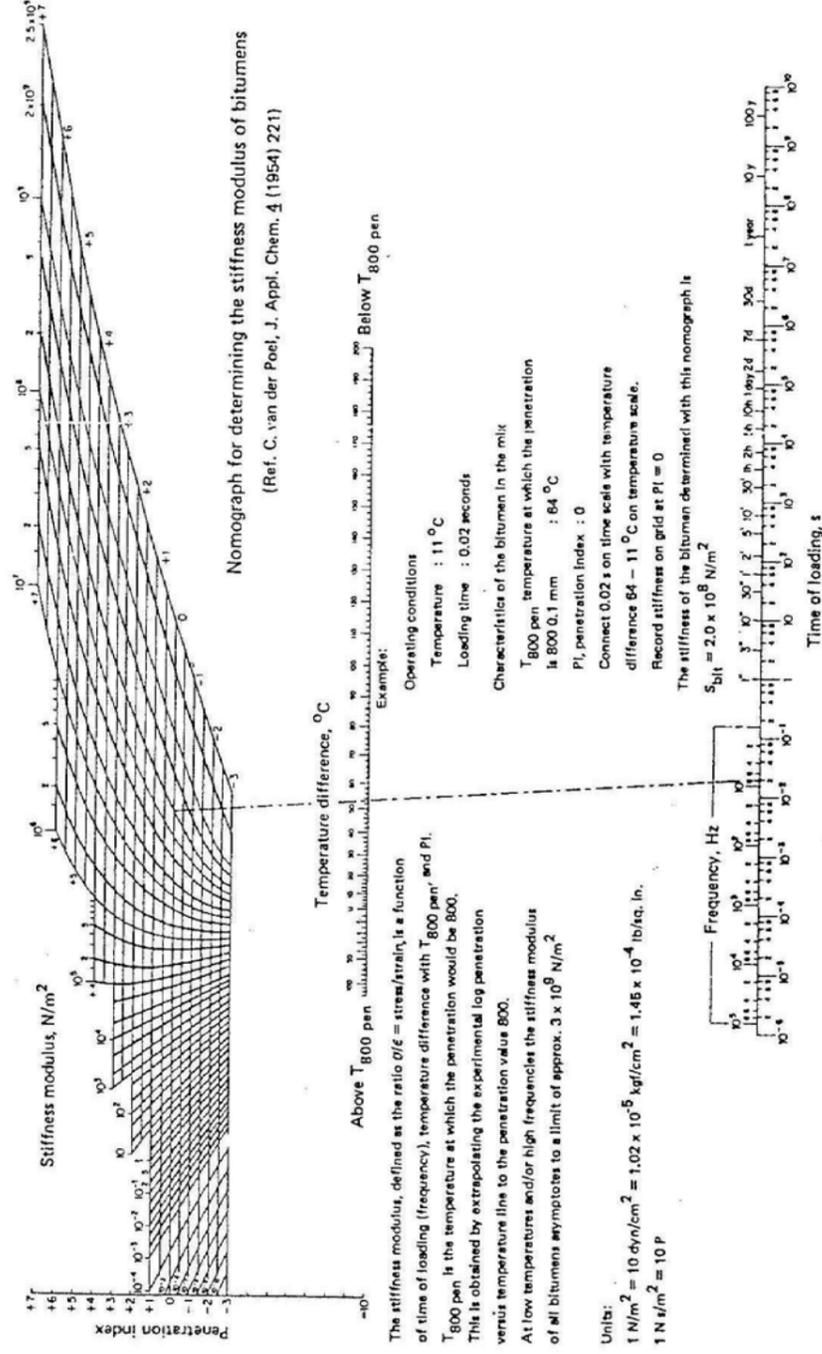


図 I-3.1 アスファルトのスティフネス (S_{bit}) 算定ノモグラム

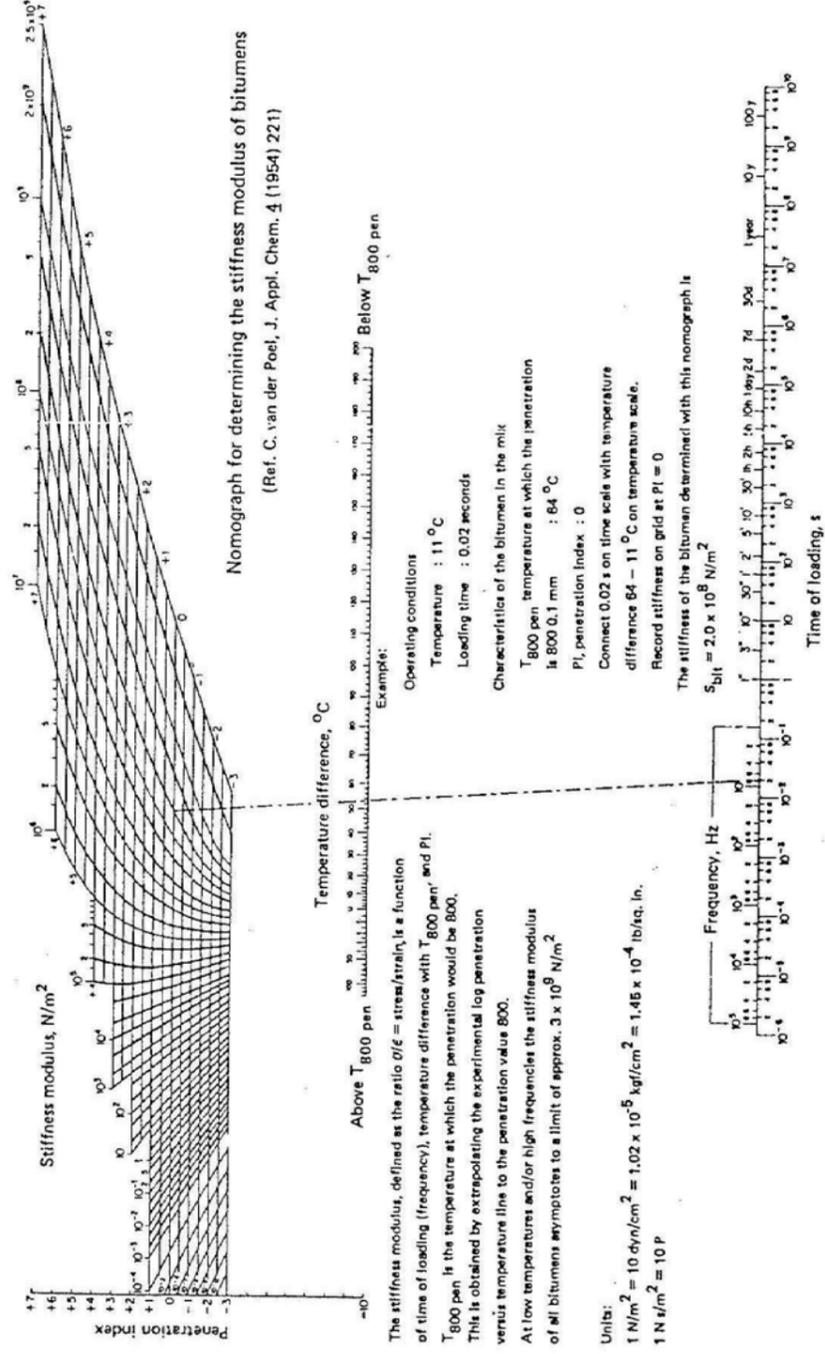


図 I-3.1 アスファルトのスティフネス (S_{bit}) 算定ノモグラム

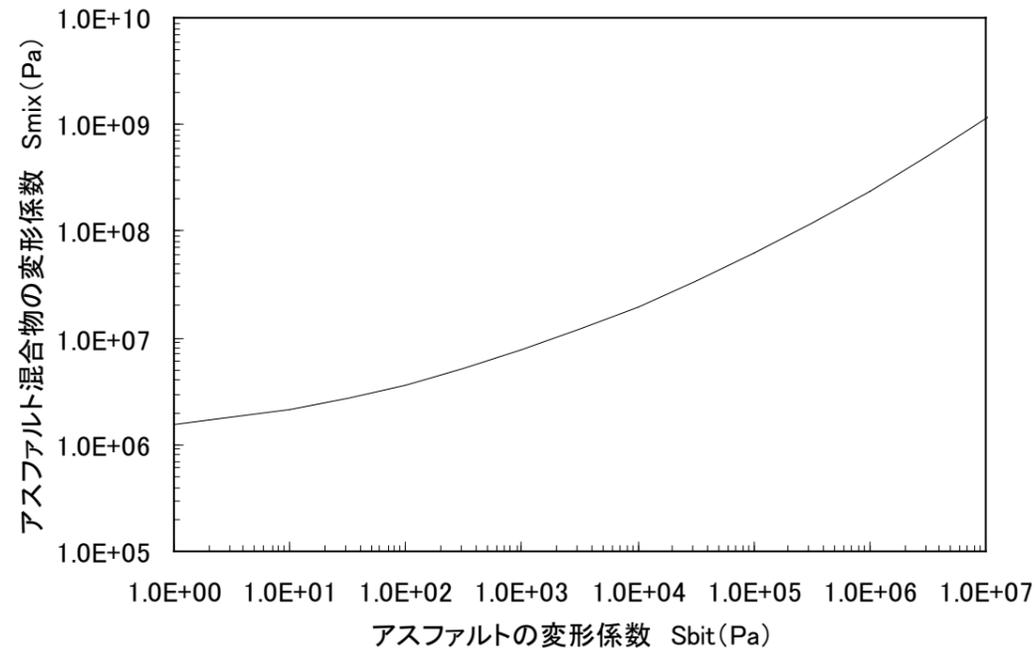


図 I-3.2 $S_{bit} \sim S_{mix}$ の関係図

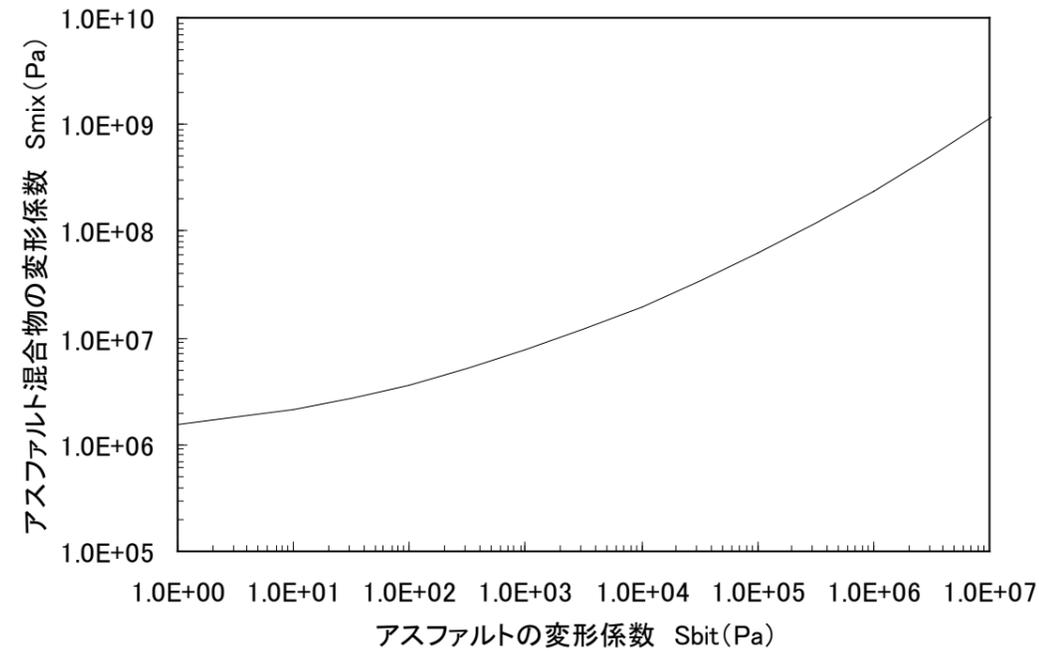


図 I-3.2 $S_{bit} \sim S_{mix}$ の関係図

I-3.2.7 熱特性

アスファルト混合物の熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) アスファルト混合物の熱特性は、アスファルト舗装体内の温度を推定する場合等に必要となる。アスファルト混合物の熱特性は、使用するアスファルトの種類と量、空隙の大小、使用する骨材の材質等によって変動するため、室内試験によって求めることとするが、試験によらない場合、表 I-3.1 に示す値を用いることができる。

表 I-3.1 アスファルト混合物の熱特性値

比熱	830~920 (J/kg・°C)
熱伝導率	1.1~1.6 (W/m・°C)
熱伝達率	15~28 (W/m ² ・°C)
線膨張係数	2~3×10 ⁻⁵ (1/°C)

- (2) アスファルト混合物層の内部温度は熱伝導問題より解析的に求めることができるが、内部温度を外気温から簡易に推定する方法として次式がある^{設計-6), 補修-11)}。

$$M_p = M_a \left(1 + \frac{2.54}{z + 10.16} \right) - \frac{25.4}{9(z + 10.16)} + \frac{10}{3} \dots\dots\dots \text{(式 I-3.5)}$$

I-3.2.7 熱特性

アスファルト混合物の熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) アスファルト混合物の熱特性は、アスファルト舗装体内の温度を推定する場合等に必要となる。アスファルト混合物の熱特性は、使用するアスファルトの種類と量、空隙の大小、使用する骨材の材質等によって変動するため、室内試験によって求めることとするが、試験によらない場合、表 I-3.1 に示す値を用いることができる。

表 I-3.1 アスファルト混合物の熱特性値

比熱	830~920 (J/kg・°C)
熱伝導率	1.1~1.6 (W/m・°C)
熱伝達率	15~28 (W/m ² ・°C)
線膨張係数	2~3×10 ⁻⁵ (1/°C)

- (2) アスファルト混合物層の内部温度は、熱伝導問題より解析的に求めることができるが、内部温度を外気温から簡易に推定する方法として次式がある⁶⁾。

$$M_p = M_a \left(1 + \frac{2.54}{z + 10.16} \right) - \frac{25.4}{9(z + 10.16)} + \frac{10}{3} \dots\dots\dots \text{(式 I-3.4)}$$

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備 考
<p>ここに、</p> <p>M_p : 月平均舗装温度(°C)</p> <p>M_a : 月平均気温(°C)</p> <p>z : 温度を推定する点の舗装表面からの深さ(cm)</p> <p>※ある層の平均温度は、その層(厚さh)の上面から$h/3$の位置での温度とする</p>	<p>ここに、</p> <p>M_p : 月平均舗装温度(°C)</p> <p>M_a : 月平均気温(°C)</p> <p>z : 温度を推定する点の舗装表面からの深さ (cm)</p> <p>※ある層の平均温度は、その層(厚さh)の上面から$h/3$の位置での温度とする</p>	

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

I-3.3 コンクリート

I-3.3.1 一般

コンクリートの設計用値としては、強度特性、疲労特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- (1) 舗装用コンクリートとしては、一般に普通ポルトランドセメントコンクリートおよび高炉セメントコンクリートを使用することとしている。このほかにコンクリート舗装用セメントとして、中庸熱ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、場合によっては超早強ポルトランドセメント、アルミナセメント、膨張セメントを使用することもできる。

I-3.3.2 強度

- (1) コンクリートの曲げ強度の特性値は、材齢28日における試験強度に基づいて設定するものとする。ただし、舗装の種別、使用目的、対象施設、施工計画等に応じた適切な材齢における試験強度に基づくこともできる。曲げ試験は、JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」およびJIS A1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」によるものとする。
- (2) JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」に適合するレディーミクストコンクリートを用いる場合には、購入者が指定する呼び強度を、一般に曲げ強度の特性値 f_{bk} としている。
- (3) コンクリートの曲げ強度以外の特性値は、材齢28日における試験強度に基づいて設定するものとする。ただし、舗装の種別、使用目的、対象施設、施工計画等に応じた適切な材齢における試験強度に基づくことができる。圧縮試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」によることができる。引張試験は、JIS A 1113「コンクリートの引張強度試験方法」によることができる。

- (1) 試験強度の材齢については、早強セメントを用いた場合には7日、中庸熱セメントを用いた場合には91日とすることがある。

I-3.3.3 疲労強度

コンクリートの設計疲労曲線は、コンクリートの種類、使用条件等を考慮して行った疲労試験に基づいて設定するものとする。

- (1) コンクリート版の曲げ疲労に関するデータは少なく、その性質は十分に解明されていないため、曲げ疲労特性については、舗装に求められる性能に応じた試験によって得られたデータに基づいて設定することとする。特に交通荷重による載荷速度の影響を受けることが指摘されていることから、試験条件を適切に設定する必要がある。
- (2) 一般に曲げ疲労破壊回数は大きなばらつきを示す。このばらつきの中には静的強度のばらつきも含まれているが、曲げ疲労現象に固有のばらつきが存在し、曲げ疲労寿命は確率事象であるとの指摘もある。そして、応力レベル（繰返し曲げ応力/曲げ強度）ごとの曲げ疲労回数分布はワイブル分布、もしくは対数正規分布に従うことが知られている。したがって、疲労寿命の特性値は、疲労試験結果により疲労寿命の確率分布を決定し、所要の破壊確率を考慮して設定する必要がある。
- (3) 設計疲労寿命は、次式により求めることができる。

$$\log N_d = \frac{a - \sigma_{rd} / f_{bd,h}}{b} \cdot \frac{1}{\gamma_{cr}} \dots \dots \dots \text{(式 I-3.6)}$$

I-3.3 コンクリート

I-3.3.1 総則

コンクリートの設計用値としては、強度特性、疲労特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- (1) 舗装用コンクリートとしては、一般に普通ポルトランドセメントコンクリート及び高炉セメントコンクリートを使用することとしている。このほかにコンクリート舗装用セメントとして、中庸熱ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、場合によっては超早強ポルトランドセメント、アルミナセメント、膨張セメントを使用することもできる。

I-3.3.2 強度

- (1) コンクリートの曲げ強度の特性値は、材齢28日における試験強度に基づいて設定するものとする。ただし、舗装の種別、使用目的、対象施設、施工計画等に応じた適切な材齢における試験強度に基づくこともできる。曲げ試験は、JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」及びJIS A1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」によるものとする。
- (2) JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」に適合するレディーミクストコンクリートを用いる場合には、購入者が指定する呼び強度を、一般に曲げ強度の特性値 f_{bk} としている。
- (3) コンクリートの曲げ強度以外の特性値は、材齢28日における試験強度に基づいて設定するものとする。ただし、舗装の種別、使用目的、対象施設、施工計画等に応じた適切な材齢における試験強度に基づくことができる。圧縮試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」によることができる。引張試験は、JIS A 1113「コンクリートの引張強度試験方法」によることができる。

- (1) 試験強度の材齢については、早強セメントを用いた場合には7日、中庸熱セメントを用いた場合には91日とすることがある。

I-3.3.3 疲労強度

コンクリートの設計疲労曲線は、コンクリートの種類、使用条件等を考慮して行った疲労試験に基づいて設定するものとする。

- (1) コンクリート版の曲げ疲労に関するデータは少なく、その性質は十分に解明されていないため、曲げ疲労特性については、舗装に求められる性能に応じた試験によって得られたデータに基づいて設定することとする。特に交通荷重による載荷速度の影響を受けることが指摘されていることから、試験条件を適切に設定する必要がある。
- (2) 一般に曲げ疲労破壊回数は大きなばらつきを示す。このばらつきの中には静的強度のばらつきも含まれているが、曲げ疲労現象に固有のばらつきが存在し、曲げ疲労寿命は確率事象であるとの指摘もある。そして、応力レベル（繰返し曲げ応力/曲げ強度）ごとの曲げ疲労回数分布はワイブル分布、もしくは対数正規分布に従うことが知られている。したがって、疲労寿命の特性値は、疲労試験結果により疲労寿命の確率分布を決定し、所要の破壊確率を考慮して設定する必要がある。
- (3) 設計疲労寿命は、次式により求めることができる。

$$\log N_d = \frac{a - \sigma_{rd} / f_{bd,h}}{b} \cdot \frac{1}{\gamma_{cr}} \dots \dots \dots \text{(式 I-3.5)}$$

見出しを変更。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

ここで、

- N_d : 疲労破壊回数
- σ_{rd} : 繰返し最大曲げ応力
- $f_{bd,h}$: 設計曲げ強度
- γ_{cr} : 疲労寿命に関する材料係数で、一般に1.0としている
- a, b : 係数で、 $a = 1.19614$, $b = 0.08672$ を用いることができる。

- (4) (式 I-3.7) において用いる設計曲げ強度は、供試体とコンクリート版の寸法の違いを考慮して適切に設定するものとし、試験によらない場合は次式によって求めることができる。

$$f_{bd,h} = 0.8 \cdot \left(0.6 + \frac{2.25}{h^{1/4}} \right) \cdot f_{bd,h_0} \dots\dots\dots \text{(式 I-3.7)}$$

ここで、

- $f_{bd,h}$: 版厚 h (mm) の設計曲げ強度
- f_{bd,h_0} : 版厚 h_0 (mm) の設計曲げ強度で、 f_{bk}/γ_c で求められる。 h_0 は一般に150mmとしている。

I-3.3.4 弾性係数

コンクリートの弾性係数は、曲げ試験における荷重-たわみ関係から算出するものとする。

- (1) コンクリートの弾性係数の測定方法は圧縮試験によるものが一般的であるが、舗装の構造設計の基準を曲げ強度とすることから、一般に曲げ試験から弾性係数を得る方法を用いている。このときの弾性係数は、一般に曲げ強度の1/2のときのたわみ量から逆算される値の平均値を用いている。また、土木学会規準JSCE-G502「コンクリートの静弾性係数試験方法」によって試験を行い、応力-ひずみ関係を求め、圧縮強度の1/3の点とひずみが 50×10^{-6} を結ぶ割線弾性係数の試験値の平均値とすることもできる。
- (2) 試験によらない場合、曲げ強度の特性値 $5N/mm^2$ のコンクリートの弾性係数は、 $34,000Mpa$ を用いることができる。
- (3) 弾性係数の値は、舗装構造の解析に直接影響を及ぼす。すなわち、弾性係数を大きく設定するとたわみは小さくなるが、舗装版内の応力は大きく計算されることになる。

I-3.3.5 ポアソン比

コンクリートのポアソン比は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。

- (1) コンクリートのポアソン比は、弾性範囲内では、0.15を用いることができる。

I-3.3.6 熱特性

コンクリートの熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) コンクリートの熱特性については、一般にコンクリート舗装の種別、配合および使用条件を考慮した試験あるいは既往のデータに基づいて設定することとするが、試験あるいは既往のデータによらない場合、表 I-3.2に示す値を用いることができる。

ここで、

- N_d : 疲労破壊回数
- σ_{rd} : 繰返し最大曲げ応力
- $f_{bd,h}$: 設計曲げ強度
- γ_{cr} : 疲労寿命に関する材料係数で、一般に 1.0 としている
- a, b : 係数で、 $a = 1.19614$ $b = 0.08672$ を用いることができる

- (4) (式 I-3.6) において用いる設計曲げ強度は、供試体とコンクリート版の寸法の違いを考慮して適切に設定するものとし、試験によらない場合は次式によって求めることができる。

$$f_{bd,h} = 0.8 \cdot \left(0.6 + \frac{2.25}{h^{1/4}} \right) \cdot f_{bd,h_0} \dots\dots\dots \text{(式 I-3.6)}$$

ここで、

- $f_{bd,h}$: 版厚 h (mm) の設計曲げ強度
- f_{bd,h_0} : 版厚 h_0 (mm) の設計曲げ強度で、 f_{bk}/γ_c で求められる。
 h_0 は一般に 150mm としている

I-3.3.4 弾性係数

コンクリートの弾性係数は、曲げ試験における荷重-たわみ関係から算出するものとする。

- (1) コンクリートの弾性係数の測定方法は圧縮試験によるものが一般的であるが、舗装の構造設計の基準を曲げ強度とすることから、一般に曲げ試験から弾性係数を得る方法を用いている。このときの弾性係数は、一般に曲げ強度の1/2のときのたわみ量から逆算される値の平均値を用いている。また、土木学会規準JSCE-G502「コンクリートの静弾性係数試験方法」によって試験を行い、応力-ひずみ関係を求め、圧縮強度の1/3の点とひずみが 50×10^{-6} を結ぶ割線弾性係数の試験値の平均値とすることもできる。
- (2) 試験によらない場合、曲げ強度の特性値 $5N/mm^2$ のコンクリートの弾性係数は、 $34,000MPa$ を用いることができる。
- (3) 弾性係数の値は、舗装構造の解析に直接影響を及ぼす。すなわち、弾性係数を大きく設定するとたわみは小さくなるが、舗装版内の応力は大きく計算されることになる。

I-3.3.5 ポアソン比

コンクリートのポアソン比は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。

- (1) コンクリートのポアソン比は、弾性範囲内では、0.15を用いることができる。

I-3.3.6 熱特性

コンクリートの熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) コンクリートの熱特性については、一般にコンクリート舗装の種別、配合及び使用条件を考慮した試験あるいは既往のデータに基づいて設定することとするが、試験あるいは既往のデータによらない場合、表 I-3.2に示す値を用いることができる。

単位を修正。

表 I-3.2 コンクリートの熱特性値

比熱	1,050~1,260 (J/kg・°C)
熱伝導率	2.6~2.8 (W/m・°C)
熱伝達率	12~14 (W/m ² ・°C)
線膨張係数	10×10 ⁻⁶ (1/°C)

I-3.3.7 乾燥収縮

コンクリートの乾燥収縮は、舗装周辺の温度、湿度、降雨、舗装断面の形状寸法、コンクリートの配合等の影響を考慮して行った試験に基づいて設定するものとする。

- コンクリートの乾燥収縮は、舗装周辺の温度、湿度、降雨、舗装断面の形状寸法、コンクリートの配合のほか、骨材の性質、セメントの性質、コンクリートの締固め、養生条件等の種々の要因によって影響を受ける。したがって、設計に用いるコンクリートの乾燥収縮ひずみはこれらの要因を考慮した実測に基づいたデータによることが望ましい。
- コンクリート舗装版では舗装表面からの乾燥収縮によるその影響が考えられる。しかし、舗装に作用する温度応力の観点から見ると、交通量の比較的多い日中はこれを打ち消す方向に作用するため有利になるものと考えられる。

I-3.3.8 クリープ

(1) コンクリートのクリープひずみは、作用する応力による弾性ひずみに比例するとし、一般に次式により求めるものとする。

$$\epsilon_{cc} = \phi \sigma_{cp} / E_c$$

ϵ_{cc} : コンクリートの圧縮ひずみ

ϕ : クリープ係数

σ_{cp} : 作用する圧縮応力度

E_c : ヤング係数

(2) コンクリートのクリープ係数は、舗装周辺の温度、舗装断面の形状寸法、コンクリートの配合、応力が作用するときのコンクリートの材齢等の影響を考慮して行った試験により求めるものとする。

- コンクリートのクリープひずみが作用応力による弾性ひずみに比例すると考えてよいのは、コンクリート応力度が圧縮強度の約40%以下の場合である。

I-3.4 鋼材

I-3.4.1 一般

鋼材の設計用値としては、強度特性、疲労特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- 無筋コンクリート舗装においては、タイバー、ダウエルバーとして鉄筋が使用される。
- タイバーおよび鉄網には、コンクリートとの付着をよくするため、一般に異形棒鋼を用いることとしている。
- チェアーなどコンクリート版の構造強度の補強を目的としないものは設計用値を設定する必要はない。

表 I-3.2 コンクリートの熱特性値

比熱	1,050~1,260 (J/kg・°C)
熱伝導率	2.6~2.8 (W/m・°C)
熱伝達率	12~14 (W/m ² ・°C)
線膨張係数	10×10 ⁻⁶ (1/°C)

I-3.3.7 乾燥収縮

コンクリートの乾燥収縮は、舗装周辺の温度、湿度、降雨、舗装断面の形状寸法、コンクリートの配合等の影響を考慮して行った試験に基づいて設定するものとする。

- コンクリートの乾燥収縮は、舗装周辺の温度、湿度、降雨、舗装断面の形状寸法、コンクリートの配合のほか、骨材の性質、セメントの性質、コンクリートの締固め、養生条件等の種々の要因によって影響を受ける。したがって、設計に用いるコンクリートの乾燥収縮ひずみは、これらの要因を考慮した実測に基づいたデータによることが望ましい。
- コンクリート舗装版では、舗装表面からの乾燥収縮によるその影響が考えられる。しかし、舗装に作用する温度応力の観点から見ると、交通量の比較的多い日中はこれを打ち消す方向に作用するため有利になるものと考えられる。

I-3.3.8 クリープ

(1) コンクリートのクリープひずみは、作用する応力による弾性ひずみに比例するとし、一般に次式により求めるものとする。

$$\epsilon_{cc} = \phi \sigma_{cp} / E_c$$

ϵ_{cc} : コンクリートの圧縮ひずみ

ϕ : クリープ係数

σ_{cp} : 作用する圧縮応力度

E_c : ヤング係数

(2) コンクリートのクリープ係数は、舗装周辺の温度、舗装断面の形状寸法、コンクリートの配合、応力が作用するときのコンクリートの材齢等の影響を考慮して行った試験により求めるものとする。

- コンクリートのクリープひずみが作用応力による弾性ひずみに比例すると考えてよいのは、コンクリート応力度が圧縮強度の約40%以下の場合である。

I-3.4 鋼材

I-3.4.1 総則

鋼材の設計用値としては、強度特性、疲労特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- 無筋コンクリート舗装においては、タイバー、ダウエルバーとして鉄筋が使用される。
- タイバー及び鉄網には、コンクリートとの付着をよくするため、一般に異形棒鋼を用いることとしている。
- チェアーなどコンクリート版の構造強度の補強を目的としないものは設計用値を設定する必要はない。

見出しを変更。

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>I-3.4.2 強度</p> <p>(1) 鋼材の引張降伏強度の特性値 f_{yk} および引張強度の特性値 f_{uk} は、それぞれの試験強度に基づいて設定するものとする。</p> <p>(2) JIS規格に適合するものは、特性値 f_{yk} および f_{uk} をJIS規格の下限値とすることができる。また、設計に用いる鋼材の断面積は、一般に公称断面積としている。</p> <p>(3) 鋼材の材料係数 γ_s は、一般に1.0としている。</p> <p>(1) 一般に鉄筋はJIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」に、鉄網は、JIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」、JIS G 3111「再生鋼材」、あるいはJIS G 3551「溶接金網」に適合するものが使用される。また、鋼材の流通状況などから、JIS G3117「鉄筋コンクリート用再生棒鋼」に適合するものを用いることもできる。</p> <p>(2) 鋼材の引張降伏強度および引張強度の特性値は、コンクリートの圧縮強度と同様に試験に基づいて設定するものとするが、既往の試験結果では、JIS規格の下限値とほぼ等しいか、若干大きな値を示しており、一般に該当するJIS規格の下限値を特性値としている。</p> <p>I-3.4.3 ヤング係数</p> <p>鋼材のヤング係数は、JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」によって引張試験を行い、応力-ひずみ曲線を求め、この結果に基づいて設定するものとする。</p> <p>(1) 鋼材のヤング係数は、200GPaを用いることができる。</p> <p>I-3.4.4 ポアソン比</p> <p>鋼材のポアソン比は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。</p> <p>(1) 鋼材のポアソン比は、0.3を用いることができる。</p> <p>I-3.4.5 線膨張係数</p> <p>鋼材の線膨張係数は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。</p> <p>(1) 鋼材の線膨張係数は、$10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$を用いることができる。</p> <p>I-3.5 路盤</p> <p>I-3.5.1 一般</p> <p>路盤の設計用値としては、荷重支持特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。</p> <p>(1) 路盤材料としては、一般に粒状材、セメント安定処理材、石灰安定処理材、アスファルト安定処理材、鉄鋼スラグを用いることとしている。</p> <p>(2) 路盤材料については、名称は同じでも使用材料の品質の規定は、コンクリート舗装とアスファルト舗装とでは相違がある場合がある。</p> <p>(3) 路盤は通常、下層路盤と上層路盤に分けられるが、一般に比較的支持力の小さい安価な材料を下層路盤に、支持力の大きい良質な材料を上層路盤に用いることとしている。</p> <p>(4) 鉄鋼スラグには、クラッシャーラン鉄鋼スラグ、粒度調整鉄鋼スラグ、水硬性粒度調整鉄鋼スラグがある。</p> <p>(5) 路盤材料には、資源の有効利用、舗装発生材活用などの観点から、地域産材料や再生路盤材料を積極的に利用することが望ましい。</p> <p>(6) 再生路盤材については新材料に関する材質規定を満足する場合には、新材料と同等のものとして使用することができる。再生路盤材の品質および使用方法については、「舗装再生便覧」^{設計-7, 補修-12}を参考とすることができる。</p>	<p>I-3.4.2 強度</p> <p>(1) 鋼材の引張降伏強度の特性値 f_{yk} 及び引張強度の特性値 f_{uk} は、それぞれの試験強度に基づいて設定するものとする。</p> <p>(2) JIS規格に適合するものは、特性値 f_{yk} 及び f_{uk} をJIS規格の下限値とすることができる。また、設計に用いる鋼材の断面積は、一般に公称断面積としている。</p> <p>(3) 鋼材の材料係数 γ_s は、一般に1.0としている。</p> <p>(1) 一般に鉄筋はJIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」に、鉄網は、JIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」、JIS G 3111「再生鋼材」、あるいはJIS G 3551「溶接金網」に適合するものが使用される。また、鋼材の流通状況などから、JIS G3117「鉄筋コンクリート用再生棒鋼」に適合するものを用いることもできる。</p> <p>(2) 鋼材の引張降伏強度及び引張強度の特性値は、コンクリートの圧縮強度と同様に試験に基づいて設定するものとするが、既往の試験結果では、JIS規格の下限値とほぼ等しいか、若干大きな値を示しており、一般に該当するJIS規格の下限値を特性値としている。</p> <p>I-3.4.3 ヤング係数</p> <p>鋼材のヤング係数は、JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」によって引張試験を行い、応力-ひずみ曲線を求め、この結果に基づいて設定するものとする。</p> <p>(1) 鋼材のヤング係数は、200GPaを用いることができる。</p> <p>I-3.4.4 ポアソン比</p> <p>鋼材のポアソン比は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。</p> <p>(1) 鋼材のポアソン比は、0.3を用いることができる。</p> <p>I-3.4.5 線膨張係数</p> <p>鋼材の線膨張係数は、室内試験などにより求めた適切な値を用いるものとする。</p> <p>(1) 鋼材の線膨張係数は、$10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$を用いることができる。</p> <p>I-3.5 路盤</p> <p>I-3.5.1 総則</p> <p>路盤の設計用値としては、荷重支持特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。</p> <p>(1) 路盤材料としては、一般に粒状材、セメント安定処理材、石灰安定処理材、アスファルト安定処理材、鉄鋼スラグを用いることとしている。</p> <p>(2) 路盤材料については、名称は同じでも使用材料の品質の規定は、コンクリート舗装とアスファルト舗装とでは相違がある場合がある。</p> <p>(3) 路盤は通常、下層路盤と上層路盤に分けられるが、一般に比較的支持力の小さい安価な材料を下層路盤に、支持力の大きい良質な材料を上層路盤に用いることとしている。</p> <p>(4) 鉄鋼スラグには、クラッシャーラン鉄鋼スラグ、粒度調整鉄鋼スラグ、水硬性粒度調整鉄鋼スラグがある。</p> <p>(5) 路盤材料には、資源の有効利用、舗装発生材活用などの観点から、地域産材料や再生路盤材料を積極的に利用することが望ましい。</p> <p>(6) 再生路盤材については、新材料に関する材質規定を満足する場合には、新材料と同等のものとして使用することができる。再生路盤材の品質及び使用方法については、「舗装再生便覧」⁷⁾を参考とすることができる。</p>	<p>見出しの変更。</p>

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

I-3.5.2 荷重支持特性

- (1) 路盤の荷重支持特性は、CBR、地盤反力係数、および設計上必要とされるその他の荷重支持特性値により表すものとする。
- (2) 荷重支持特性値は、使用する材料の強度発現を適切に評価できるような条件での試験強度に基づいて設定するものとする。

- (1) 路盤材料の荷重支持性能を求める試験方法としては、JIS A 1211「CBR試験法」、JIS A 1215「道路の平板載荷試験方法」、「舗装調査・試験法便覧²⁾、補修-7)：路盤材料の修正CBR試験方法」がある。
- (2) 路盤材として使用される安定処理材料あるいはスラグなどの水硬性材料の強度は一般に材齢とともに増加するが、その増加速度は材料によって異なる。強度の特性値は、一般に舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験強度に基づいて設定することとしている。
- (3) 路盤材料の強度は、設計供用期間中の最も悪い条件下での強度が得られる試験方法に基づくことが一般的であるため、その場合には材料係数を1.0とすることができる。それ以外の場合には適切な値を使用することが必要である。
- (4) アスファルトコンクリート再生骨材を含む再生路盤材を使用する場合、温度が高くなるとCBRの低下が考えられるため、試験条件はそのことを考慮して設定する必要がある。
- (5) セメントコンクリート再生骨材を用いた再生路盤材は保水性が高いので、地下水位が高い状況下で用いる場合、試験条件はそのことを考慮して設定する必要がある。

I-3.5.3 変形特性

- (1) 路盤の変形特性は、変形係数、レジリエントモデュラス、ポアソン比および設計上の必要に応じたその他の変形特性により表すものとする。
- (2) 路盤の変形特性の特性値は、使用する材料の変形特性を適切に評価できるような材齢、環境条件を考慮した試験強度に基づいて設定するものとする。
- (3) 路盤の永久変形の特性値は、使用する材料の永久変形を適切に評価できるような試験強度に基づいて設定するものとする。

- (1) 路盤材料のレジリエントモデュラス試験方法は、「舗装調査・試験法便覧²⁾、補修-7)：路盤材・路床土のレジリエントモデュラス試験方法」に準じることができる。ただし、アスファルト安定処理材については、「アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験方法」によることとし、載荷時間や供試体温度等の条件は使用条件を考慮して設定する必要がある。
- (2) セメント安定処理材や鉄鋼スラグ等の固化系材料の変形係数の特性値は、一般に舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験に基づいて設定することとしている。
- (3) 路盤材料の変形特性の特性値は、設計供用期間中に考えられる最も厳しい条件を想定した試験方法に基づいて設定することとし、その場合には、材料係数は1.0とすることができる。
- (4) 路盤の永久変形量は、使用する材料により変化する。そのため、わだち掘れ量を照査する際に路盤の永久変形量の特性値を用いる場合、その値は、繰返し三軸圧縮試験などの適切な試験によって求めるのが望ましい。

I-3.5.4 熱特性

路盤材の熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) 路盤材料の熱特性は、熱伝導率、比熱、熱伝達率、熱容量、融解潜熱等により表される。これらの値は室内試験によって求めることが望ましいが、試験によらない場合、表 I-3.3に

I-3.5.2 荷重支持特性

- (1) 路盤の荷重支持特性は、CBR、地盤反力係数及び設計上必要とされるその他の荷重支持特性値により表すものとする。
- (2) 荷重支持特性値は、使用する材料の強度発現を適切に評価できるような条件での試験強度に基づいて設定するものとする。

- (1) 路盤材料の荷重支持性能を求める試験方法としては、JIS A 1211「CBR試験法」、JIS A 1215「道路の平板載荷試験方法」、「舗装調査・試験法便覧²⁾：路盤材料の修正CBR試験方法」がある。
- (2) 路盤材として使用される安定処理材料あるいはスラグなどの水硬性材料の強度は、一般に材齢とともに増加するが、その増加速度は材料によって異なる。強度の特性値は、一般に舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験強度に基づいて設定することとしている。
- (3) 路盤材料の強度は、設計供用期間中の最も悪い条件下での強度が得られる試験方法に基づくことが一般的であるため、その場合には材料係数を1.0とすることができる。それ以外の場合には適切な値を使用することが必要である。
- (4) アスファルトコンクリート再生骨材を含む再生路盤材を使用する場合、温度が高くなるとCBRの低下が考えられるため、試験条件はそのことを考慮して設定する必要がある。
- (5) セメントコンクリート再生骨材を用いた再生路盤材は保水性が高いので、地下水位が高い状況下で用いる場合、試験条件はそのことを考慮して設定する必要がある。

I-3.5.3 変形特性

- (1) 路盤の変形特性は、変形係数、レジリエントモデュラス、ポアソン比及び設計上の必要に応じたその他の変形特性により表すものとする。
- (2) 路盤の変形特性の特性値は、使用する材料の変形特性を適切に評価できるような材齢、環境条件を考慮した試験強度に基づいて設定するものとする。
- (3) 路盤の永久変形の特性値は、使用する材料の永久変形を適切に評価できるような試験強度に基づいて設定するものとする。

- (1) 路盤材料のレジリエントモデュラス試験方法は、「舗装調査・試験法便覧²⁾：路盤材・路床土のレジリエントモデュラス試験方法」に準じることができる。ただし、アスファルト安定処理材については、「アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験方法」によることとし、載荷時間や供試体温度等の条件は使用条件を考慮して設定する必要がある。
- (2) セメント安定処理材や鉄鋼スラグ等の固化系材料の変形係数の特性値は、一般に舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験に基づいて設定することとしている。
- (3) 路盤材料の変形特性の特性値は、設計供用期間中に考えられる最も厳しい条件を想定した試験方法に基づいて設定することとし、その場合には、材料係数は1.0とすることができる。
- (4) 路盤の永久変形量は、使用する材料により変化する。そのため、わだち掘れ量を照査する際に路盤の永久変形量の特性値を用いる場合、その値は、繰返し三軸圧縮試験などの適切な試験によって求めるのが望ましい。

I-3.5.4 熱特性

路盤材の熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) 路盤材料の熱特性は、熱伝導率、比熱、熱伝達率、熱容量、融解潜熱等により表される。これらの値は室内試験によって求めることが望ましいが、試験によらない場合、表 I-3.3に

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

示す値を用いることができる。

表 I-3.3 粒状路盤材料の熱特性値

比熱	840 (J/kg・°C)
熱伝導率	2.5 (W/m・°C)

I-3.6 路床

I-3.6.1 一般

路床の設計用値としては、荷重支持特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- 路床は、一般的には盛土または切土で、舗装下面からある厚さの範囲をいう。遮断層、埋め戻しや置き換え、あるいは凍上対策のために設けられる凍上抑制層などは路床と見なすこととしている。
- アスファルト舗装の路床厚は、表 I-3.4 に示す値を用いることができる。同表は、従来の経験から^{設計-8)}、^{補修-13)} 定めたものであるが、コンクリート舗装では、アスファルト舗装と比較すると、荷重が広範囲に分散され、路床に生ずる応力は極めて小さいことから、荷重区分によらず、一律に100cmとすることができる。

表 I-3.4 アスファルト舗装の路床厚

設計荷重の区分	路床厚 (cm)
LA-1, LA-12	200
LA-2	150
LA-1, LA-12, LA-2 以外	100

※ 設計荷重の区分は表 I-4.3 を参照することができる

※ 全設計荷重についてショルダー・過走帯の路床厚は一般に100cmとしている

I-3.6.2 路床改良

- 路床内において支持力が著しく低くなるような不良土がある場合は、一般にその土を改良するかもしくは良質材に置き換え、適切な支持力が得られるようにしている。
- 路床の支持力が低く、路床土が地下水とともに路盤に侵入する恐れがある場合には、一般に路床の上部にしゃ断層を設けるものとしている。

- 路床の支持力は舗装厚に大きく影響し、支持力が小さい範囲でその影響が特に大きく、そのような場合には経済性を考慮して、路床改良の検討が必要であり、一般に路床のCBRが2%未満の場合には路床改良を行うこととしている。
- 路床土の改良工法としては、大規模な軟弱地盤対策工を伴う場合を除いて、一般に置換工法および安定処理工法を用いている。
- 改良部が路床の表面近くにあっても薄い場合には、石灰やポルトランドセメントなどによる安定処理工法がある。
- 安定処理した路床土の現場強度が、処理土の含水状態、添加剤の混合程度、締固めの方法および程度、養生条件の違い等によって室内配合試験の強度と異なることがあるので、室内配合試験の結果については、現場状況を十分に考慮して使用する必要がある^{設計-9)}、^{補修-14)}。
- しゃ断層は、路床土が地下水とともに路盤に侵入して路盤を軟弱化するのを防ぐため、路

示す値を用いることができる。

表 I-3.3 粒状路盤材料の熱特性値

比熱	840 (J/kg・°C)
熱伝導率	2.5 (W/m・°C)

I-3.6 路床

I-3.6.1 総則

路床の設計用値としては、荷重支持特性、変形特性、熱特性等に関するものがあり、求められる性能の照査項目に応じて適切な試験により求めるものとする。

- 路床は、一般的には盛土又は切土で、舗装下面からある厚さの範囲をいう。遮断層、埋め戻しや置き換え、あるいは凍上対策のために設けられる凍上抑制層などは路床とみなすこととしている。
- アスファルト舗装の路床厚は、表 I-3.4 に示す値を用いることができる。同表は、従来の経験から⁸⁾定めたものであるが、コンクリート舗装では、アスファルト舗装と比較すると、荷重が広範囲に分散され、路床に生ずる応力は極めて小さいことから、荷重区分によらず、一律に100cmとすることができる。

表 I-3.4 アスファルト舗装の路床厚

設計荷重の区分	路床厚 (cm)
LA-1, LA-12	200
LA-2	150
LA-1, LA-12, LA-2 以外	100

※ 設計荷重の区分は表 I-4.3 を参照することができる

※ 全設計荷重についてショルダー・過走帯の路床厚は100cmを標準とする

I-3.6.2 路床改良

- 路床内において支持力が著しく低くなるような不良土がある場合は、その土を改良するかもしくは良質材に置き換え、適切な支持力を得るものとする。
- 路床の支持力が低く、路床土が地下水とともに路盤に侵入する恐れがある場合には、路床の上部にしゃ断層を設けるものとする。

- 路床の支持力は、舗装厚に大きく影響し、支持力が小さい範囲でその影響が特に大きく、そのような場合には経済性を考慮して、路床改良の検討が必要であり、路床のCBRが2%未満の場合には路床改良を行うことを標準とする。
- 路床土の改良工法としては、大規模な軟弱地盤対策工を伴う場合を除いて、一般に置換工法及び安定処理工法を用いている。
- 改良部が路床の表面近くにあっても薄い場合には、石灰やポルトランドセメントなどによる安定処理工法がある。
- 安定処理した路床土の現場強度が、処理土の含水状態、添加剤の混合程度、締固めの方法及び程度、養生条件の違い等によって室内配合試験の強度と異なることがあるので、室内配合試験の結果については、現場状況を十分に考慮して使用する必要がある⁹⁾。
- しゃ断層は、路床土が地下水とともに路盤に侵入して路盤を軟弱化するのを防ぐため、路

見出しの変更。

文章の修正。

文末の変更。

文末の変更。

文末の変更。

文末の変更。

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
--------------	-------------------	----

盤の下に設けられ、砂や切込砂利や良質な山砂を用いている。一般に、路床の設計CBRが3%未満のとき厚さ15～30cm程度の層を設け、しゃ断層は、路床の一部と考え、舗装厚には含めないこととしている。

(6) 路床の中にはCBR2%未満の土が残存しないように路床改良を行うことが望ましいが、現実として路床下部にあるCBR2%未満の土を改良することは難しいことがある。このような場合には、路床上部の改良や舗装構造の工夫等により、この軟弱層が舗装体に悪影響を及ぼさないかを検討したうえで、路床全層の改良でない適切な対策を考慮することができる。

(7) 改良した層のCBRの上限は一般に20%としている。

I-3.6.3 荷重支持特性

(1) 路床の荷重支持特性は、CBR、地盤反力係数、および設計上必要とされるその他の荷重支持特性値により表すものとする。

(2) 荷重支持特性値は、使用する材料の強度発現を適切に評価できるような条件での試験強度に基づいて設定するものとする。

(1) 路床材料の荷重支持性能を求める試験方法としては、JIS A 1211「CBR試験法」、JIS A 1215「道路の平板載荷試験方法」がある。

(2) すでに路床が完成しており、乱した土の室内CBR試験ではCBRが極端に小さくなる場合には、JIS A 1211「CBR試験方法」の乱さない土のCBR試験、あるいはJIS A 1222「現場CBR試験方法」によるものとする。

(3) 細粒分をほとんど含まない砂のように、経験的に室内CBRが現場CBRより極端に大きくなるのがわかっている路床土の場合には、室内CBR試験値を補正するか現場CBR試験による。または、φ300mmの大型供試体を用いた室内CBR試験によることもできる。

(4) セメント安定処理材や鉄鋼スラグ等の固化系材料の変形係数の特性値は、一般に舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験に基づいて設定することとしている。

(5) 路床材料の荷重支持特性の特性値は、設計供用期間中に考えられる最も厳しい条件を想定した試験方法に基づいて設定することとし、その場合には、材料係数は1.0とすることができる。

(6) 路床材料の荷重支持特性の特性値は、試験値を適切な方法で棄却検定した上で、次のようにして求めることができる。
路床の荷重支持特性の特性値＝試験の平均値－試験値の標準偏差×1.0
棄却検定の方法は付録-3を参照することができる。

(7) 安定処理等を行った場合、路床が複数の変形特性を持つ層で構成されることになる。この場合には、各層について荷重支持性能の特性値を設定する必要がある。

(8) 上記(7)の場合で、複数の層からなる路床と等価な単一層の路床として評価する場合は、次式により行うことができる。

$$CBR_m = \left(\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{h} \right)^3 \dots \dots \dots \text{(式 I-3.8)}$$

この場合、以下に留意する必要がある。

- ある層の CBR がその下の層の CBR より小さいときは、その層が下の層まで続いているものとして合成する。
- 平均 CBR を算出する際などで、自然堆積地盤の厚さ 20cm 未満の土層については、CBR の小さい方の層に含めて計算し、CBR を求める。
- CBR が 2%未満の路床を改良した場合、その施工厚から 20cm 減じたものを有効層厚とし、

盤の下に設けられ、砂や切込砂利や良質な山砂を用いている。路床の設計CBRが3%未満のとき厚さ15～30cm程度の層を設け、しゃ断層は、路床の一部と考え、舗装厚には含めないことを標準とする。

(6) 路床の中にはCBR2%未満の土が残存しないように路床改良を行うことが望ましいが、現実として路床下部にあるCBR2%未満の土を改良することは難しいことがある。このような場合には、路床上部の改良や舗装構造の工夫等により、この軟弱層が舗装体に悪影響を及ぼさないかを検討したうえで、路床全層の改良でない適切な対策を考慮することができる。

(7) 改良した層のCBRの上限は20%を標準とする。

I-3.6.3 荷重支持特性

(1) 路床の荷重支持特性は、CBR、地盤反力係数及び設計上必要とされるその他の荷重支持特性値により表すものとする。

(2) 荷重支持特性値は、使用する材料の強度発現を適切に評価できるような条件での試験強度に基づいて設定するものとする。

(1) 路床材料の荷重支持性能を求める試験方法としては、JIS A 1211「CBR試験法」、JIS A 1215「道路の平板載荷試験方法」がある。

(2) すでに路床が完成しており、乱した土の室内CBR試験ではCBRが極端に小さくなる場合には、JIS A 1211「CBR試験方法」の乱さない土のCBR試験、あるいはJIS A 1222「現場CBR試験方法」によるものとする。

(3) 細粒分をほとんど含まない砂のように、経験的に室内CBRが現場CBRより極端に大きくなるのがわかっている路床土の場合には、室内CBR試験値を補正するか現場CBR試験による。又は、φ300mmの大型供試体を用いた室内CBR試験によることもできる。

(4) セメント安定処理材や鉄鋼スラグ等の固化系材料の変形係数の特性値は、一般に舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験に基づいて設定することとしている。

(5) 路床材料の荷重支持特性の特性値は、設計供用期間中に考えられる最も厳しい条件を想定した試験方法に基づいて設定することとし、その場合には、材料係数は1.0とすることができる。

(6) 路床材料の荷重支持特性の特性値は、試験値を適切な方法で棄却検定した上で、次のようにして求めることができる。
路床の荷重支持特性の特性値＝試験の平均値－試験値の標準偏差×1.0
棄却検定の方法は付録-3を参照することができる。

(7) 安定処理等を行った場合、路床が複数の変形特性を持つ層で構成されることになる。この場合には、各層について荷重支持性能の特性値を設定する必要がある。

(8) 上記(7)の場合で、複数の層からなる路床と等価な単一層の路床として評価する場合は、次式により行うことができる。

$$CBR_m = \frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{h} \dots \dots \dots \text{(式 I-3.7)}$$

この場合、以下に留意する必要がある。

- ある層の CBR がその下の層の CBR より小さいときは、その層が下の層まで続いているものとして合成する。
- 平均 CBR を算出する際などで、自然堆積地盤の厚さ 20cm 未満の土層については、CBR の小さい方の層に含めて計算し、CBR を求める。
- CBR が 2%未満の路床を改良した場合、その施工厚から 20cm 減じたものを有効層厚とし、

文末の変更。

文末の変更。

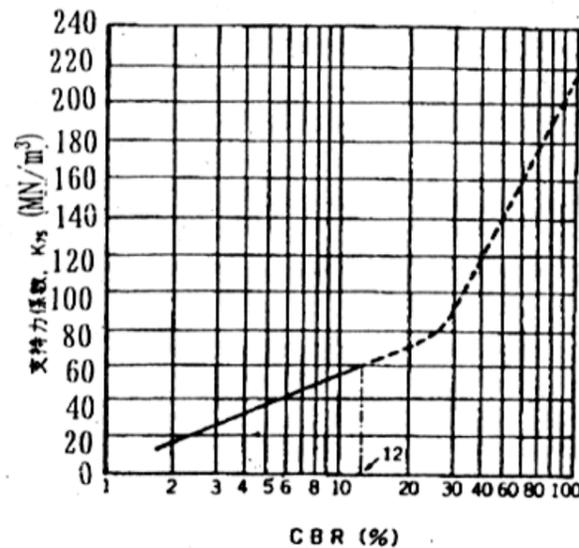
空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

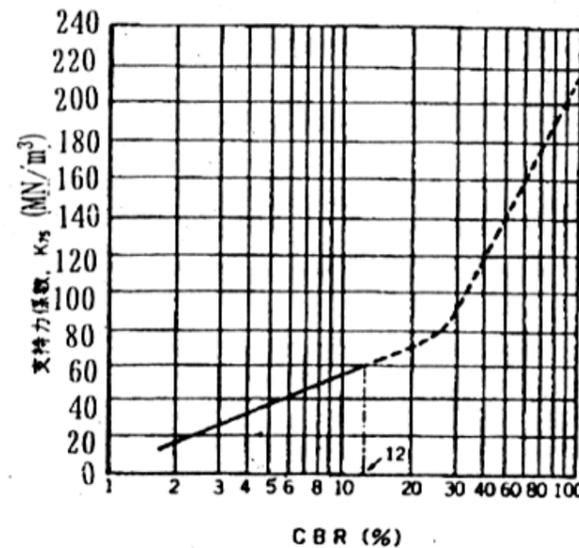
20cm 厚の部分の CBR については安定処理の場合は未処理土との平均値、置換えの場合は未処理土の値を用いる。

- (9) アスファルト舗装の場合、路床内部にCBRの小さい層がくるときは、その層の厚さと置き換えを行った場合の設計CBRによる舗装厚との対比のうえ、経済性、施工性を検討して置き換え等の実施を決める。
- (10) 山岳空港等の切土部において、岩盤または岩さいが路床となる場合の路床の支持力は、現場CBR試験では過大に評価したり、ばらつきが著しくなる恐れがあるので、平板載荷試験を行い、**図 I-3.3**に示すCBRと K_{75} の関係を用いてCBRに換算するか、繰返し平板載荷試験またはフォーリングウエイトデフレクトメーター（FWD）試験により弾性係数を測定し、CBRと弾性係数の関係を用いてCBRを求める。CBRと弾性係数の関係については、一般に E (MPa) = (1~20)・CBR (%) としている^{設計-10), 補修-15)}が、推定値の幅が広いことに留意する必要がある。また、**図 I-3.3**の使用にあたっては(13)に記載される注意事項を考慮する必要がある。
- (11) 土質等によりばらつきが著しい場合、評価が困難となるため、大規模工事では試験工事により求めるものとする。
- (12) コンクリート舗装の場合、路床面上の応力分布は、航空機荷重がコンクリート版、路盤で分散されてくるためかなり広がる。そこで設計には直径75cmの載荷板による支持力係数 K_{75} を用いるが、75cmの載荷板を用いる平板載荷試験を行うことが困難な場合には、直径30cmの載荷板による試験を行い、その結果 K_{30} を直径75cmの載荷板による値に換算する。この換算係数は一層地盤における弾性理論から求めると**2.5になり**、多くの実測でもこの値は妥当とみられることから^{設計-11), 補修-16)}、**本要領ではこの2.5を換算係数として用いることとしている**。ただし、路床面の下にくる地盤が路床土と異なる軟弱土である場合などは、一種の多層構造になり、直径30cmの載荷板では下層の影響をあまり受けずに大きな値がでるにもかかわらず、直径75cmの載荷板では下層の影響を大きく受けて極めて小さな値しかでないことがある。このような層構成の場合、 K_{30} から K_{75} への換算は、換算係数を大きくとるなど注意する必要がある。換算係数を求める方法として、弾性理論や多層弾性解析プログラムを利用し、直径30cmおよび直径75cmの載荷板におけるK値の比を算出することで設定する方法がある^{設計-11), 補修-16)}。
- (13) 路床が未完成で平板載荷試験が不可能な場合には、路床土のCBRから**図 I-3.3**を用いて路床の支持力係数を推定することがある^{設計-12), 補修-17)}。この図の関係は、特にCBRが12%以上の場合と路床が多層をなす場合には、実際には当てはまらないことも多いので、その使用には注意する必要がある、この関係の適用は小規模工事に限るべきである。



20cm 厚の部分の CBR については安定処理の場合は未処理土との平均値、置換えの場合は未処理土の値を用いる。

- (9) アスファルト舗装の場合、路床内部にCBRの小さい層がくるときは、その層の厚さと置き換えを行った場合の設計CBRによる舗装厚との対比のうえ、経済性、施工性を検討して置き換え等の実施を決める。
- (10) 山岳空港等の切土部において、岩盤**又は**岩さいが路床となる場合の路床の支持力は、現場CBR試験では過大に評価したり、ばらつきが著しくなる恐れがあるので、平板載荷試験を行い、**図 I-3.3**に示すCBRと K_{75} の関係を用いてCBRに換算するか、繰返し平板載荷試験**又は**フォーリングウエイトデフレクトメーター（FWD）試験により弾性係数を測定し、CBRと弾性係数の関係を用いてCBRを求める。CBRと弾性係数の関係については、一般に E (MPa) = (1~20)・CBR (%) としている¹⁰⁾が、推定値の幅が広いことに留意する必要がある。また、**図 I-3.3**の使用にあたっては、(13)に記載される注意事項を考慮する必要がある。
- (11) 土質等によりばらつきが著しい場合、評価が困難となるため、大規模工事では試験工事により求めるものとする。
- (12) コンクリート舗装の場合、路床面上の応力分布は、航空機荷重がコンクリート版、路盤で分散されてくるためかなり広がる。そこで設計には直径75cmの載荷板による支持力係数 K_{75} を用いるが、75cmの載荷板を用いる平板載荷試験を行うことが困難な場合には、直径30cmの載荷板による試験を行い、その結果 K_{30} を直径75cmの載荷板による値に換算する。この換算係数は一層地盤における弾性理論から求めると**路床の場合2.5、粒状路盤の場合3.0、安定処理路盤の場合5.0**になり、多くの実測でもこの値は妥当とみられることから¹¹⁾、**これらの値を換算係数として用いることを標準とする**。ただし、路床面の下にくる地盤が路床土と異なる軟弱土である場合などは、一種の多層構造になり、直径30cmの載荷板では下層の影響をあまり受けずに大きな値がでるにもかかわらず、直径75cmの載荷板では下層の影響を大きく受けて極めて小さな値しかでないことがある。このような層構成の場合、 K_{30} から K_{75} への換算は、換算係数を大きくとるなど注意する必要がある。換算係数を求める方法として、弾性理論や多層弾性解析プログラムを利用し、直径30cm**及び**直径75cmの載荷板におけるK値の比を算出することで設定する方法がある¹¹⁾。
- (13) 路床が未完成で平板載荷試験が不可能な場合には、路床土のCBRから**図 I-3.3**を用いて路床の支持力係数を推定することがある¹²⁾。この図の関係は、特にCBRが12%以上の場合と路床が多層をなす場合には、実際には当てはまらないことも多いので、その使用には注意する必要がある、この関係の適用は小規模工事に限るべきである。



旧・空港舗装構造設計要領の記述を追加。文末の変更。

図 I-3.3 CBR と支持力係数の関係

- (14) 下層路盤まで施工して、ある期間を置いて上の層を施工する場合には、放置期間中に路床などが気象作用等によって乱されるおそれがあるので、上の層を施工する前に路床の支持力を再調査する必要がある。
- (15) 山岳空港等で切土部において岩または岩さいが路床となる場合は、十分な支持力を有するためその支持力は路盤程度と考えてよいが、支持力の評価にあたっては、岩および岩さいの風化等も考えられることから、路盤最小厚一層を敷設したのちに平板載荷試験を行う必要がある。

I-3.6.4 変形特性

- (1) 路床の変形特性は、変形係数、レジリエントモデュラス、ポアソン比および設計上の必要に応じたその他の変形特性により表すものとする。
- (2) 路床の変形特性の特性値は、使用する材料の変形特性を適切に評価できるような環境条件を考慮した試験強度に基づいて設定するものとする。
- (3) 路床の永久変形の特性値は、使用する材料の永久変形を適切に評価できるような試験強度に基づいて設定するものとする。

- (1) 路床のレジリエントモデュラスは、「舗装調査・試験法便覧^{設計-2), 補修-7)}：路盤材・路床土のレジリエントモデュラス試験方法」に準じることができる。
- (2) 路床土のレジリエントモデュラス試験ができない場合には、室内CBR試験結果に基づき、簡易的に変形係数を設定することができ、一般に、 $E \text{ (MPa)} = 10 \cdot \text{CBR} \text{ (\%)}$ の関係を用いている。ただし、変形係数とCBRの関係は、 $E \text{ (MPa)} = 1 \sim 20 \cdot \text{CBR} \text{ (\%)}$ のようにばらつきがあることに留意する必要がある。
- (3) 安定処理等を行った場合、路床が複数の変形特性を持つ層で構成されることになる。この場合には、各層について変形特性を設定する必要がある。
- (4) セメント安定処理材、石灰安定処理材、鉄鋼スラグ等の固化系材料の変形係数の特性値は、舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験に基づいて設定する必要がある。
- (5) 路床材料の変形特性の特性値は、設計供用期間中に考えられる最も厳しい条件を想定した試験方法に基づいて設定することとし、その場合には、材料係数は1.0とすることができる。
- (6) 路床の永久変形量は、使用する材料により変化する。そのため、わだち掘れ量を照査する際に路床の永久変形量の特性値を用いる場合、その値は、繰返し三軸圧縮試験などの適切な試験によって求めることが望ましい。
- (7) 変形特性の特性値を試験値より求める場合は、試験値を適切な方法で棄却検定した上で、次のようにして求めることができる。
路床の変形特性の特性値＝試験の平均値－試験値の標準偏差×1.0
棄却検定の方法は付録-3を参照することができる。

I-3.6.5 熱特性

路床土の熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) 路床土の熱特性は、熱伝導率、比熱、熱伝達率、熱容量、融解潜熱等により表すものとする。これらの値は室内試験によって求めることが望ましいが、試験によらない場合、表 I-3.5に示す値を用いることができる。

表 I-3.5 路床土の熱特性値

図 I-3.3 CBR と支持力係数の関係

- (14) 下層路盤まで施工して、ある期間を置いて上の層を施工する場合には、放置期間中に路床などが気象作用等によって乱されるおそれがあるので、上の層を施工する前に路床の支持力を再調査する必要がある。
- (15) 山岳空港等で切土部において岩又は岩さいが路床となる場合は、十分な支持力を有するためその支持力は路盤程度と考えてよいが、支持力の評価にあたっては、岩及び岩さいの風化等も考えられることから、路盤最小厚一層を敷設したのちに平板載荷試験を行う必要がある。

I-3.6.4 変形特性

- (1) 路床の変形特性は、変形係数、レジリエントモデュラス、ポアソン比及び設計上の必要に応じたその他の変形特性により表すものとする。
- (2) 路床の変形特性の特性値は、使用する材料の変形特性を適切に評価できるような環境条件を考慮した試験強度に基づいて設定するものとする。
- (3) 路床の永久変形の特性値は、使用する材料の永久変形を適切に評価できるような試験強度に基づいて設定するものとする。

- (1) 路床のレジリエントモデュラスは、「舗装調査・試験法便覧²⁾：路盤材・路床土のレジリエントモデュラス試験方法」に準じることができる。
- (2) 路床土のレジリエントモデュラス試験ができない場合には、室内CBR試験結果に基づき、簡易的に変形係数を設定することができ、一般に、 $E \text{ (MPa)} = 10 \cdot \text{CBR} \text{ (\%)}$ の関係を用いている。ただし、変形係数とCBRの関係は、 $E \text{ (MPa)} = 1 \sim 20 \cdot \text{CBR} \text{ (\%)}$ のようにばらつきがあることに留意する必要がある。
- (3) 安定処理等を行った場合、路床が複数の変形特性を持つ層で構成されることになる。この場合には、各層について変形特性を設定する必要がある。
- (4) セメント安定処理材、石灰安定処理材、鉄鋼スラグ等の固化系材料の変形係数の特性値は、舗装建設後の供用開始時期、設計供用期間等を考慮して適切な材齢時での試験に基づいて設定する必要がある。
- (5) 路床材料の変形特性の特性値は、設計供用期間中に考えられる最も厳しい条件を想定した試験方法に基づいて設定することとし、その場合には、材料係数は1.0とすることができる。
- (6) 路床の永久変形量は、使用する材料により変化する。そのため、わだち掘れ量を照査する際に路床の永久変形量の特性値を用いる場合、その値は、繰返し三軸圧縮試験などの適切な試験によって求めることが望ましい。
- (7) 変形特性の特性値を試験値より求める場合は、試験値を適切な方法で棄却検定した上で、次のようにして求めることができる。
路床の変形特性の特性値＝試験の平均値－試験値の標準偏差×1.0
棄却検定の方法は付録-3を参照することができる。

I-3.6.5 熱特性

路床土の熱特性は、試験あるいは既往のデータに基づいて設定するものとする。

- (1) 路床土の熱特性は、熱伝導率、比熱、熱伝達率、熱容量、融解潜熱等により表すものとする。これらの値は室内試験によって求めることが望ましいが、試験によらない場合、表 I-3.5に示す値を用いることができる。

表 I-3.5 路床土の熱特性値

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

比熱	840 (J/kg・℃)
熱伝導率	2.5 (W/m・℃)

比熱	840 (J/kg・℃)
熱伝導率	2.5 (W/m・℃)

I-3.7 凍結深さ

舗装構造に対する凍結深さを適切に算定するものとする。

- (1) 寒冷地などの凍上が想定される場合には、凍結深さを適切に算定する必要がある。凍結深さの求め方には、気象観測データと土の物理定数を用いて計算によって推定する方法と、凍結期に調査孔を掘り地中温度の0℃線までの深さを実測する方法とがある。
- (2) 実測によって凍結深さを求める方法としては、メチレンブルー凍結深度計を利用する方法、地中に測温抵抗体温度計や熱電対を埋設する方法、テストピットを掘削して凍結期の地中の温度および凍結の様相を観測する方法などがある設計-13, 補修-18。
- (3) 気象観測データと土の物理定数を用いて計算によって推定する場合には、次式を用いることができる。

$$Z = C \cdot \sqrt{F} \dots\dots\dots (式 I-3.9)$$

ここで、

Z : 凍結深さ (cm)

C : 定数

F : 凍結指数 (℃・days)

土の諸性質を仮定してCの値を定め、(式 I-3.9)を用いて凍結指数と凍結深さとの関係を求めると図 I-3.4 のようになる。A 曲線は凍上を起こしやすい均一な細粒材料の場合、B 曲線は凍上を起こしにくい均一な粗粒材料の場合で、一般の凍結深さはA 曲線とB 曲線の中間にある。

I-3.7 凍結深さ

舗装構造に対する凍結深さを適切に算定するものとする。

- (1) 寒冷地などの凍上が想定される場合には、凍結深さを適切に算定する必要がある。凍結深さの求め方には、気象観測データと土の物理定数を用いて計算によって推定する方法と、凍結期に調査孔を掘り地中温度の0℃線までの深さを実測する方法とがある。
- (2) 実測によって凍結深さを求める方法としては、メチレンブルー凍結深度計を利用する方法、地中に測温抵抗体温度計や熱電対を埋設する方法、テストピットを掘削して凍結期の地中の温度及び凍結の様相を観測する方法などがある¹³⁾。
- (3) 気象観測データと土の物理定数を用いて計算によって推定する場合には、次式を用いることができる。

$$Z = C \cdot \sqrt{F} \dots\dots\dots (式 I-3.8)$$

ここで、

Z : 凍結深さ (cm)

C : 定数

F : 凍結指数 (℃・days)

土の諸性質を仮定してCの値を定め、(式 I-3.8)を用いて凍結指数と凍結深さとの関係を求めると図 I-3.4 のようになる。A 曲線は凍上を起こしやすい均一な細粒材料の場合、B 曲線は凍上を起こしにくい均一な粗粒材料の場合で、一般の凍結深さはA 曲線とB 曲線の中間にある。

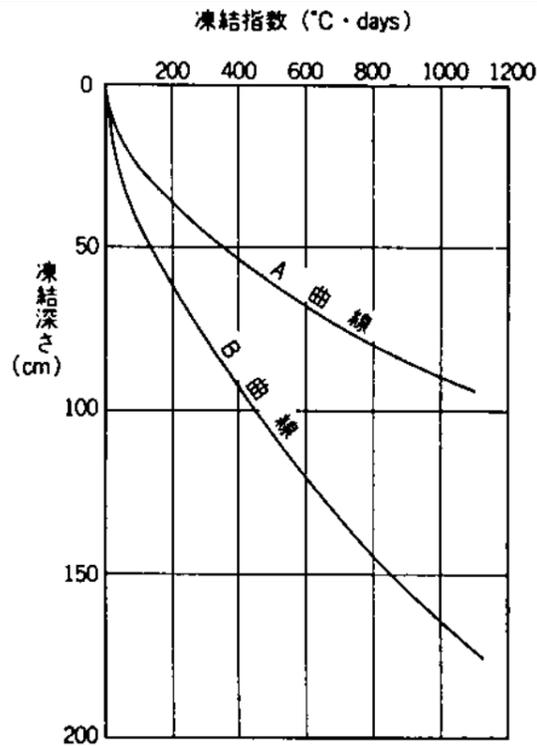


図 I-3.4 凍結指数と凍結深さとの関係

- ・ Cの値は、土の熱的定数、含水比、乾燥密度、凍結前後の地表面温度、凍結指数などによって定まり^{設計-14)}、補修-19)
- ・ 凍結指数は、一般に0°C以下の日平均気温とその継続日数の積で表わす方法を用いている。凍結指数の求め方は、**付録-4**を参照することができる。

I-4 荷重

I-4.1 総則

(1) 舗装の設計における荷重には、変動荷重と永久荷重があり、設計荷重は、舗装の種類に応じて**表 I-4.1**のように組み合わせるものとする。

表 I-4.1 設計荷重の組み合わせ

舗装の種類	考慮すべき組み合わせ
アスファルト舗装	変動荷重
コンクリート舗装	変動荷重+永久荷重

(2) 設計荷重は、荷重の特性値に荷重係数を乗じて設定するものとする。

- (1) 変動荷重は、変動が連続あるいは頻繁に起こり、平均値に比較して変動が無視できない荷重であり、航空機やGSE車両などの交通荷重および日温度変化によるもの等がある。
- (2) 永久荷重は、その変動が極めてまれか、平均値に比較して無視できるほど小さく、持続的に作用する荷重であり、季節的温度変化やクリープによる影響等がある。

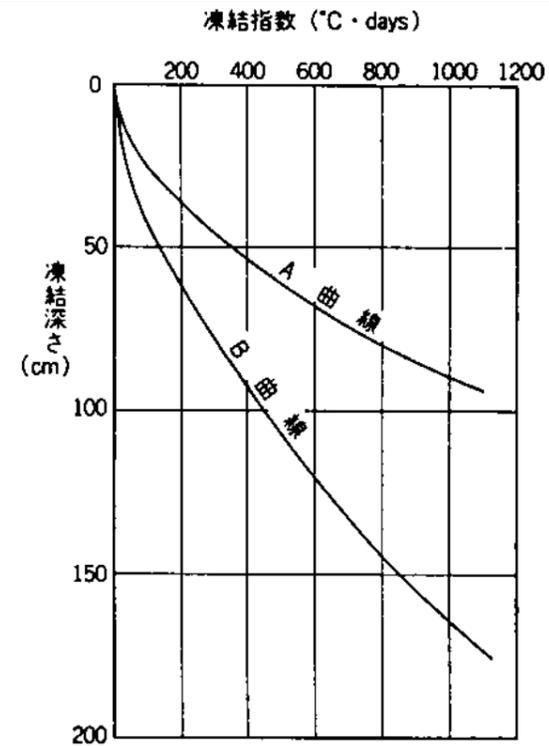


図 I-3.4 凍結指数と凍結深さとの関係

- ・ Cの値は、土の熱的定数、含水比、乾燥密度、凍結前後の地表面温度、凍結指数などによって定まり¹⁴⁾、一般に3~5としている。
- ・ 凍結指数は、一般に0°C以下の日平均気温とその継続日数の積で表わす方法を用いている。凍結指数の求め方は、**付録-4**を参照することができる。

I-4 荷重

I-4.1 総則

(1) 舗装の設計における荷重には、変動荷重と永久荷重があり、設計荷重は、舗装の種類に応じて**表 I-4.1**のように組み合わせるものとする。

表 I-4.1 設計荷重の組み合わせ

舗装の種類	考慮すべき組み合わせ
アスファルト舗装	変動荷重
コンクリート舗装	変動荷重+永久荷重

(2) 設計荷重は、荷重の特性値に荷重係数を乗じて設定するものとする。

- (1) 変動荷重は、変動が連続あるいは頻繁に起こり、平均値に比較して変動が無視できない荷重であり、航空機やGSE車両などの交通荷重及び日温度変化によるもの等がある。
- (2) 永久荷重は、その変動が極めてまれか、平均値に比較して無視できるほど小さく、持続的に作用する荷重であり、季節的温度変化やクリープによる影響等がある。

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>I-4.2 荷重の特性値</p> <p>(1) 荷重の特性値は、検討すべき照査項目それぞれに対して設定するものとする。</p> <p>(2) 変動荷重の特性値は、設計供用期間における荷重の大きさとその頻度の特性値からなるものとする。</p> <p>(1) 舗装の設計には、求められる性能の照査項目に応じて荷重を選択し、それぞれの荷重に対して適切な大きさの設計荷重を設定する。</p> <p>(2) 舗装は、交通荷重や温度変化の影響や水による凍結や強度低下による変動荷重の影響を受ける。</p> <p>I-4.3 荷重係数</p> <p>荷重係数は、求められる性能の照査項目に応じて適切な値を設定するものとする。</p> <p>(1) 荷重支持性能や走行安全性能の照査における荷重係数は、一般に変動荷重、永久荷重ともに1.0としている。</p> <p>I-4.4 荷重の種類</p> <p>I-4.4.1 交通荷重</p> <p>I-4.4.1.1 一般</p> <p>(1) 交通荷重には、航空機荷重、GSE荷重などがあり、施設における輪荷重、接地圧、載荷位置、載荷速度等を適切に設定するものとする。また、検討すべき照査項目に応じて、設計供用期間中の交通量を適切に把握し、荷重の大きさおよび作用頻度を設定するものとする。</p> <p>(2) 荷重支持性能などの照査においては、必要に応じて航空機、GSE車両等の載荷位置を適切に設定するものとする。</p> <p>(1) 疲労ひび割れ、わだち掘れ、段差等は荷重の大きさとその度数に大きく影響されるため、荷重の特性値として、大きさと度数を定めている。</p> <p>I-4.4.1.2 交通量および荷重の大きさ</p> <p>(1) 交通量と荷重の大きさの特性値は、施設および舗装区域に応じて適切に設定するものとする。</p> <p>(2) 荷重は必要に応じて垂直方向のみではなく水平方向も考慮する。</p> <p>(1) 同一航空機であっても就航路線により荷重の大きさが異なることを考慮することができる。</p> <p>(2) 交通量および荷重の大きさの特性値は、使用目的より異なるため、施設、舗装区域に応じて適切に設定する必要がある。</p> <p>(3) 施設および舗装区域における交通量と荷重の大きさの特性値は、表 I-4.2を用いることができる。ただし、荷重支持性能の照査を経験的設計法に基づいて行う場合には、付録-5を参照して設定する必要がある。</p> <p>(4) 交通量が少ない場合（設計反復作用回数が10,000回未満）には、設定する交通量により舗装厚が大きく変動することから、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」、「付録-8：経験的設計法によるコンクリートの舗装の構造設計」に基づいて照査</p>	<p>I-4.2 荷重の特性値</p> <p>(1) 荷重の特性値は、検討すべき照査項目それぞれに対して設定するものとする。</p> <p>(2) 変動荷重の特性値は、設計供用期間における荷重の大きさとその頻度の特性値からなるものとする。</p> <p>(1) 舗装の設計には、求められる性能の照査項目に応じて荷重を選択し、それぞれの荷重に対して適切な大きさの設計荷重を設定する。</p> <p>(2) 舗装は、交通荷重や温度変化の影響や水による凍結や強度低下による変動荷重の影響を受ける。</p> <p>I-4.3 荷重係数</p> <p>荷重係数は、求められる性能の照査項目に応じて適切な値を設定するものとする。</p> <p>(1) 荷重支持性能や走行安全性能の照査における荷重係数は、一般に変動荷重、永久荷重ともに1.0としている。</p> <p>I-4.4 荷重の種類</p> <p>I-4.4.1 交通荷重</p> <p>I-4.4.1.1 総則</p> <p>(1) 交通荷重には、航空機荷重、GSE荷重などがあり、施設における輪荷重、接地圧、載荷位置、載荷速度等を適切に設定するものとする。また、検討すべき照査項目に応じて、設計供用期間中の交通量を適切に把握し、荷重の大きさ及び作用頻度を設定するものとする。</p> <p>(2) 荷重支持性能などの照査においては、必要に応じて航空機、GSE車両等の載荷位置を適切に設定するものとする。</p> <p>(1) 疲労ひび割れ、わだち掘れ、段差等は荷重の大きさとその度数に大きく影響されるため、荷重の特性値として、大きさと度数を定めている。</p> <p>I-4.4.1.2 交通量及び荷重の大きさ</p> <p>(1) 交通量と荷重の大きさの特性値は、施設及び舗装区域に応じて適切に設定するものとする。</p> <p>(2) 荷重は必要に応じて垂直方向のみではなく水平方向も考慮するものとする。</p> <p>(1) 同一航空機であっても就航路線により荷重の大きさが異なることを考慮することができる。</p> <p>(2) 交通量及び荷重の大きさの特性値は、使用目的より異なるため、施設、舗装区域に応じて適切に設定する必要がある。</p> <p>(3) 施設及び舗装区域における交通量と荷重の大きさの特性値は、表 I-4.2を用いることができる。ただし、荷重支持性能の照査を経験的設計法に基づいて行う場合には、付録-5を参照して設定する必要がある。</p> <p>(4) 交通量が少ない場合（設計反復作用回数が6,000回）には、設定する交通量により舗装厚が大きく変動することから、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」、「付録-8：経験的設計法によるコンクリートの舗装の構造設計」に基づいて照査を行うこ</p>	<p>見出しの変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>「設計反復作用回数が10,000回未満」は「設計反復作用回数が6,000回」と同義であるため、わかりやすいように記述を修正。</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備 考
--------------	-------------------	-----

を行うことができる。

表 I-4.2 交通量と荷重の大きさの特性値

施設	舗装区域	荷重	交通量
滑走路	端部中央帯	離陸時および着陸時荷重	当該滑走路の離陸量+着陸量に滑走路方向別利用率を乗じた値
	端部縁端帯		横断方向の走行分布より計算される縁端帯の交通量
	中間部中央帯		当該滑走路の離陸量+着陸量
	中間部縁端帯		横断方向の走行分布より計算される縁端帯の交通量
取付誘導路 平行誘導路		離陸時および着陸時荷重	当該誘導路の離陸量+着陸量
高速脱出誘導路 脱出誘導路		着陸時荷重	当該誘導路の着陸量
ショルダー・過走帯		就航機材の中で最大離陸時荷重	年1回
ローディングエプロン		離陸時および着陸時荷重	当該エプロンの離陸量+着陸量
ナイトステイエプロン		着陸時荷重または燃料非積載時荷重	当該エプロンの使用頻度に応じて設定

とができる。

表 I-4.2 交通量と荷重の大きさの特性値

施設	舗装区域	荷重	交通量
滑走路	端部中央帯	離陸時及び着陸時荷重	当該滑走路の離陸量+着陸量に滑走路方向別利用率を乗じた値
	端部縁端帯		横断方向の走行分布より計算される縁端帯の交通量
	中間部中央帯		当該滑走路の離陸量+着陸量
	中間部縁端帯		横断方向の走行分布より計算される縁端帯の交通量
取付誘導路 平行誘導路		離陸時及び着陸時荷重	当該誘導路の離陸量+着陸量
高速離脱誘導路 離脱誘導路		着陸時荷重	当該誘導路の着陸量
ショルダー・過走帯		就航機材の中で最大離陸時荷重	年1回
ローディングエプロン		離陸時及び着陸時荷重	当該エプロンの離陸量+着陸量
ナイトステイエプロン		着陸時荷重又は燃料非積載時荷重	当該エプロンの使用頻度に応じて設定

用語の変更

- ※ 滑走路端部縁端帯の交通量は、端部中央帯の交通量を基に航空機の横断方向の走行位置分布を考慮して設定する。
- ※ 滑走路中間部中央帯は、全ての離陸機、着陸機が走行する可能性があるため、表のとおりとした。
- ※ 滑走路中間部縁端帯の交通量は、中間部中央帯の交通量を基に航空機の横断方向の走行位置分布を考慮して設定する。
- ※ エプロンスポット部の交通量は、スポット運用方法を考慮して設定することもできるが、誘導路等よりも横断方向の走行位置の集中度が高いこと、スポットの将来的な変更の自由度を確保することとした。
- ※ ショルダーの内、アウターショルダーは、航空機荷重を対象とせず、防塵処理および緊急車両や工事車両を対象とし、場周道路や保安道路の求められる性能を参考にして交通荷重の設計用値を設定する。
- (5) 舗装表面には、垂直方向だけでなく、ブレーキング等による水平方向の荷重も作用するため、検討すべき照査項目に応じて水平方向の荷重を考慮する必要がある。水平荷重の特性値は、航空機メーカーが示しているAirplane Characteristicsを参考にして設定することができる。
- (6) 本要領では、脚荷重や輪荷重の大きさ、接地圧等を考慮して、荷重を表 I-4.3 に示すように区分している。性能照査においては、各機材の荷重条件は、当該機材が属する設計荷重の区分の代表機種で代表させることもできる。

- ※ 滑走路端部縁端帯の交通量は、端部中央帯の交通量を基に航空機の横断方向の走行位置分布を考慮して設定する。
- ※ 滑走路中間部中央帯は、全ての離陸機、着陸機が走行する可能性があるため、表のとおりとした。
- ※ 滑走路中間部縁端帯の交通量は、中間部中央帯の交通量を基に航空機の横断方向の走行位置分布を考慮して設定する。
- ※ エプロンスポット部の交通量は、スポット運用方法を考慮して設定することもできるが、誘導路等よりも横断方向の走行位置の集中度が高いこと、スポットの将来的な変更の自由度を確保することとした。
- ※ ショルダーの内、アウターショルダーは、航空機荷重を対象とせず、防塵処理及び緊急車両や工事車両を対象とし、場周道路や保安道路の求められる性能を参考にして交通荷重の設計用値を設定する。
- (5) 舗装表面には、垂直方向だけでなく、ブレーキング等による水平方向の荷重も作用するため、検討すべき照査項目に応じて水平方向の荷重を考慮する必要がある。水平荷重の特性値は、航空機メーカーが示しているAirplane Characteristicsを参考にして設定することができる。
- (6) 舗装設計編では、脚荷重や輪荷重の大きさ、接地圧等を考慮して、荷重を表 I-4.3 に示すように区分している。性能照査においては、各機材の荷重条件は、当該機材が属する設計荷重の区分の代表機種で代表させることもできる。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

表 I-4.3 荷重区分

設計荷重の区分	機 種	代表機種
LA-1	B-747, B-777, B-787, MD-11, A380, A330, A340	B747-400
LA-12	A-300, B-767, B757	A300-B4
LA-2	A-320, MD-81, MD-90	A-320-200
LA-3	DC-9-41, B-737	DC-9-41
LA-4	DHC-8	DHC-8-400
LSA-1	ドルニエ 228-200	ドルニエ 228-200
LSA-2	N24A, BN2A	N24A
LT-1	LA-1用のトーイングトラクター	50t トーイングトラクター
LT-12	LA-12用のトーイングトラクター	35t トーイングトラクター
LT-2	LA-2, 3, 4用のトーイングトラクター	15t トーイングトラクター

- (7) 滑走路中間部中央帯においては、航空機荷重が揚力を受けて、滑走路端部中央帯における航空機荷重よりも小さくなるといわれており^{設計-15)}、このことを考慮して設計荷重を設定してもよい。なお、揚力の影響を設定することが困難な場合、滑走路中間部中央帯の舗装厚は、滑走路端部中央帯の舗装厚に対して、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」、「付録-8：経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計」に示される方法により減厚して設定することもできる。
- (8) 滑走路端部縁端帯、滑走路中間部縁端帯およびショルダー・過走帯は、中央帯と比較して交通量が極めて少なく、設定する交通量により舗装厚が大きく変動することから、これらの舗装厚は、滑走路端部中央帯の舗装厚に対して、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」、「付録-8：経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計」に示される方法により減厚して設定することもできる。

I-4.4.1.3 荷重の作用頻度

荷重の作用頻度は、施設の使用目的に応じて横断方向の走行分布を考慮して適切に設定するものとする。

- (1) 作用頻度の設定にあたって必要となる横断方向の走行分布は、一般に正規分布と仮定することとし、その標準偏差は表 I-4.4^{設計-16)}を参照して設定することができる。

表 I-4.4 航空機走行時の横断方向走行分布の標準偏差^{補修-21)}

航空機コード	滑走路離陸時	滑走路着陸時	平行誘導路	高速脱出誘導路
E, F	0.91m	1.74m	0.67m	0.74m
B~D	0.74m	1.10m	0.57m	0.63m

I-4.4.1.4 載荷速度

施設の使用目的に応じて荷重の載荷速度を適切に設定するものとする。

- (1) 航空機の載荷速度は、アスファルト混合物の変形特性に影響する。航空機の走行速度は、一般に滑走路では160km/hr、誘導路で32km/hrとしており、載荷速度は、車輪接地長/走行速度として求めることができる。ただし、曲線部や滑走路端部等の緩速走行位置や静止荷

表 I-4.3 荷重区分

設計荷重の区分	機 種	代表機種
LA-1	B-747, B-777, B-787, MD-11, A380, A330, A340	B747-400
LA-12	A-300, B-767, B757	A300-B4
LA-2	A-320, MD-81, MD-90	A-320-200
LA-3	DC-9-41, B-737	DC-9-41
LA-4	DHC-8	DHC-8-400
LSA-1	ドルニエ 228-200	ドルニエ 228-200
LSA-2	N24A, BN2A	N24A
LT-1	LA-1用のトーイングトラクター	50t トーイングトラクター
LT-12	LA-12用のトーイングトラクター	35t トーイングトラクター
LT-2	LA-2, 3, 4用のトーイングトラクター	15t トーイングトラクター

- (7) 滑走路中間部中央帯においては、航空機荷重が揚力を受けて、滑走路端部中央帯における航空機荷重よりも小さくなるといわれており¹⁵⁾、このことを考慮して設計荷重を設定してもよい。なお、揚力の影響を設定することが困難な場合、滑走路中間部中央帯の舗装厚は、滑走路端部中央帯の舗装厚に対して、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」、「付録-8：経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計」に示される方法により減厚して設定することもできる。
- (8) 滑走路端部縁端帯、滑走路中間部縁端帯及びショルダー・過走帯は、中央帯と比較して交通量が極めて少なく、設定する交通量により舗装厚が大きく変動することから、これらの舗装厚は、滑走路端部中央帯の舗装厚に対して、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」、「付録-8：経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計」に示される方法により減厚して設定することもできる。
- (9) 誘導路ショルダーは、滑走路ショルダーと同様の方法により減厚することもできる。

I-4.4.1.3 荷重の作用頻度

荷重の作用頻度は、施設の使用目的に応じて横断方向の走行分布を考慮して適切に設定するものとする。

- (1) 作用頻度の設定にあたって必要となる横断方向の走行分布は、一般に正規分布と仮定することとし、その標準偏差は表 I-4.4¹⁶⁾を参照して設定することができる。

表 I-4.4 航空機走行時の横断方向走行分布の標準偏差¹⁶⁾

コード文字	滑走路離陸時	滑走路着陸時	平行誘導路	高速離脱誘導路
E, F	0.91m	1.74m	0.67m	0.74m
B~D	0.74m	1.10m	0.57m	0.63m

I-4.4.1.4 載荷速度

施設の使用目的に応じて荷重の載荷速度を適切に設定するものとする。

- (1) 航空機の載荷速度は、アスファルト混合物の変形特性に影響する。航空機の走行速度は、一般に滑走路では160km/hr、誘導路で32km/hrとしており、載荷速度は、車輪接地長/走行速度として求めることができる。ただし、曲線部や滑走路端部等の緩速走行位置や静止荷

誘導路のショルダーについても明確にした。

用語の変更

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>重が作用する範囲においては、別途検討することが望ましい。</p> <p>I-4.4.2 環境の影響</p> <p>(1) 温度および降雨の影響は、その変動を考慮して、検討すべき照査項目、舗装の種類、環境条件等に応じて設定するものとする。</p> <p>(2) 上記以外に著しい影響を与える環境作用については、適切に考慮するものとする。</p> <p>(1) 温度がアスファルト舗装に影響を与える要因としては、主に以下のものがある。</p> <p>(i) 舗装体の温度変化 アスファルト舗装において温度変化が重要なのは、舗装を構成している材料の物性値、すなわち変形係数、強度特性が温度により変化することにある。また、舗装材料は温度が上昇すると体積が膨張し、温度が低下すると収縮する。</p> <p>(ii) 温度応力 ある方向が拘束された状態で温度変化すると収縮のかわりに応力が発生し、これが温度応力である。アスファルト舗装においては、応力緩和のため実際の舗装体内に発生する温度応力はコンクリート舗装より少ない。</p> <p>(2) 温度がコンクリート舗装に影響を与える要因としては、主に以下のものがある。</p> <p>(i) コンクリート版上下面の温度差 コンクリート版上下面の温度差は、コンクリート版の自重による拘束作用が働くのでコンクリート版にそり拘束応力を発生させる。このそり拘束応力は日温度変化による変動荷重として作用し、交通などによって生じる曲げ応力と合成されて曲げ疲労ひび割れの原因となる。</p> <p>(ii) コンクリート版の温度降下量 コンクリート版の温度降下量は、路盤や端部の拘束作用が働く場合、コンクリート版に軸方向拘束応力を発生させる。この軸方向拘束応力は、収縮目地を設けない連続鉄筋コンクリート舗装やプレストレストコンクリート舗装に季節的温度変化による永久荷重として作用する。</p> <p>(3) 降雨は路盤の性状に大きな影響を与える。特に目地材の細粒分が表面に噴出してコンクリート版下面に空洞が生じる。これが段差発生の一つの原因となりその大きさは年間降雨量と関係している。</p> <p>I-5 構造解析</p> <p>I-5.1 総則</p> <p>(1) 構造解析では、舗装を表層（基層）、路盤、路床からなる多層構造モデルとして考えるものとする。</p> <p>(2) 表層（基層）、路盤、路床に生じる応力、ひずみ、変位は照査項目に応じて、適切な理論モデルを用いて算定するものとする。</p> <p>(3) 構造解析では、荷重の分布状態を単純化したり、動的荷重を静的荷重に置き換えるなど、荷重についても実際のもとの等価または安全側のモデル化を行うものとする。</p> <p>(4) 変動荷重の載荷位置は、設計断面に対し最も不利になるように設定する。</p> <p>(1) 舗装はアスファルト混合物層またはコンクリート版からなる表層、粒状材や安定処理材などからなる路盤および路床から構成され、多層構造としてモデル化される。</p> <p>(2) 舗装の構造解析理論には多層弾性理論、多層粘弾性理論、有限要素法などがある。</p> <p>(3) 多層弾性理論を用いる場合、荷重は円形等分布荷重として載荷されることから、接地半径または接地圧を適切に算定する必要がある。</p> <p>(4) 舗装上の走行する位置によって、コンクリート版に生じる応力や変形は大きく異なる。したがって、構造解析において交通荷重の作用位置を正確に考慮することは設計上非常に重要である。</p>	<p>重が作用する範囲においては、別途検討することが望ましい。</p> <p>I-4.4.2 環境の影響</p> <p>(1) 温度及び降雨の影響は、その変動を考慮して、検討すべき照査項目、舗装の種類、環境条件等に応じて設定するものとする。</p> <p>(2) 上記以外に著しい影響を与える環境作用については、適切に考慮するものとする。</p> <p>(1) 温度がアスファルト舗装に影響を与える要因としては、主に以下のものがある。</p> <p>(i) 舗装体の温度変化 アスファルト舗装において温度変化が重要なのは、舗装を構成している材料の物性値、すなわち変形係数、強度特性が温度により変化することにある。また、舗装材料は温度が上昇すると体積が膨張し、温度が低下すると収縮する。</p> <p>(ii) 温度応力 ある方向が拘束された状態で温度変化すると収縮のかわりに応力が発生し、これが温度応力である。アスファルト舗装においては、応力緩和のため実際の舗装体内に発生する温度応力はコンクリート舗装より少ない。</p> <p>(2) 温度がコンクリート舗装に影響を与える要因としては、主に以下のものがある。</p> <p>(i) コンクリート版上下面の温度差 コンクリート版上下面の温度差は、コンクリート版の自重による拘束作用が働くのでコンクリート版にそり拘束応力を発生させる。このそり拘束応力は日温度変化による変動荷重として作用し、交通などによって生じる曲げ応力と合成されて曲げ疲労ひび割れの原因となる。</p> <p>(ii) コンクリート版の温度降下量 コンクリート版の温度降下量は、路盤や端部の拘束作用が働く場合、コンクリート版に軸方向拘束応力を発生させる。この軸方向拘束応力は、収縮目地を設けない連続鉄筋コンクリート舗装やプレストレストコンクリート舗装に季節的温度変化による永久荷重として作用する。</p> <p>(3) 降雨は、路盤の性状に大きな影響を与える。特に目地材の細粒分が表面に噴出してコンクリート版下面に空洞が生じる。これが段差発生の一つの原因となりその大きさは年間降雨量と関係している。</p> <p>I-5 構造解析</p> <p>I-5.1 総則</p> <p>(1) 構造解析では、舗装を表層（基層）、路盤、路床からなる多層構造モデルとして考えるものとする。</p> <p>(2) 表層（基層）、路盤、路床に生じる応力、ひずみ、変位は照査項目に応じて、適切な理論モデルを用いて算定するものとする。</p> <p>(3) 構造解析では、荷重の分布状態を単純化したり、動的荷重を静的荷重に置き換えるなど、荷重についても実際のもとの等価又は安全側のモデル化を行うものとする。</p> <p>(4) 変動荷重の載荷位置は、設計断面に対し最も不利になるように設定するものとする。</p> <p>(1) 舗装はアスファルト混合物層又はコンクリート版からなる表層、粒状材や安定処理材などからなる路盤及び路床から構成され、多層構造としてモデル化される。</p> <p>(2) 舗装の構造解析理論には多層弾性理論、多層粘弾性理論、有限要素法などがある。</p> <p>(3) 多層弾性理論を用いる場合、荷重は円形等分布荷重として載荷されることから、接地半径又は接地圧を適切に算定する必要がある。</p> <p>(4) 舗装上の走行する位置によって、コンクリート版に生じる応力や変形は大きく異なる。したがって、構造解析において交通荷重の作用位置を正確に考慮することは設計上非常に重要である。</p>	<p></p> <p>文末の変更。</p> <p>文章の修正。</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>(5) 舗装を走行することによる交通荷重の動的効果は、通常の舗装表面状態であれば小さい。したがって、構造解析の際には、荷重が静的に作用すると考えて計算を行うことができる。</p> <p>(6) 構造解析において考慮する荷重は、航空機については1脚分とすることができる。</p> <p>(7) アスファルト舗装の場合、ひずみ、応力および変位を算定する計算点は、単輪荷重の場合は、等分布荷重の中心点を選ぶが、複輪荷重の場合は最大値が複輪間の中間点に生じるとは限らないため、載荷面の端部、載荷面の中心点等を選定して最大値を選び出すことが必要である。</p> <p>(8) コンクリート舗装の場合、自由縁部、目地縁部、隅角部に荷重が作用した場合にコンクリート版や路盤の応力は最も大きくなる傾向があるが、照査にあたっては、荷重によって発生する応力のみではなく、場所ごとの温度応力の違いや荷重の載荷頻度を考慮して照査を行う位置を設定する必要がある。</p> <p>(9) 構造解析において、一般に路床は下方に無限に広がる弾性体と仮定し、ひずみや応力を算定することとしている。ただし、そのような仮定を適用することが適切でない、つまり、路体（地盤）の弾性係数が路床に比べて著しく小さく、構造上、路体（地盤）がクリティカルになると考えられる場合、路床厚は表 I-3.4を参照して設定し、路体（地盤）は下方に無限に広がる弾性体と仮定してモデル化するものとする。</p> <p>I-5.2 アスファルト舗装の解析</p> <p>交通荷重による応力、ひずみおよび変位を計算するために適切な手法を用いて算定するものとする。</p> <p>(1) ひずみ、応力および変位を計算する多層弾性理論プログラムは、わが国で開発されたものとして、ELSA^{設計-17, 補修-22}、GAMES^{設計-3, 補修-8}がある。</p> <p>I-5.3 コンクリート舗装の解析</p> <p>I-5.3.1 交通荷重による応力</p> <p>(1) 応力および変位の算定には、一般に線形解析を用いてよい。また、線形解析以外の方法を用いる場合には、その解析方法の妥当性を確かめるものとする。</p> <p>(2) コンクリート版内や路盤・路床の応力および変位を計算するために適切なモデルを用いて算定するものとする。</p> <p>(3) 目地の荷重伝達およびたわみ伝達を適切なモデルによって考慮するものとする。</p> <p>(1) コンクリート版の応力解析モデルとしては、平板モデルがよく用いられる。これは、交通荷重は平板に作用する外力、路盤の作用はコンクリート版の変形に応じた反力として考慮するものである。</p> <p>(2) 路盤の作用については、図 I-5.1に示すような路盤モデルが考えられ、それらに応じた定式化の手法が提案されている。路盤の種類は大きく分けて、粒状材料を締固めたものと、それらを結合材によって安定処理したものがある。前者は比較的剛性が低く、一次元の弾性バネによってモデル化できる。このモデルはWinklerモデルとよばれ、Westergaardがこのモデルに基づいたコンクリート舗装版の応力式を提案して以来、最もよく用いられているモデルである。後者は剛性が高いため、路盤自体の持つ荷重分散効果を見逃すことができない。このような場合には、路盤を弾性体として取り扱うことができる。この際、路盤以下を半無限弾性体と考えるとモデル化した半無限弾性地盤モデル（Boussinesqモデル）と路盤以下の各層を細かく考慮した多層弾性地盤モデル（Burmisterモデル）が考えられる。</p>	<p>(5) 舗装を走行することによる交通荷重の動的効果は、通常の舗装表面状態であれば小さい。したがって、構造解析の際には、荷重が静的に作用すると考えて計算を行うことができる。</p> <p>(6) 構造解析において考慮する荷重は、航空機については1脚分とすることができる。</p> <p>(7) アスファルト舗装の場合、ひずみ、応力及び変位を算定する計算点は、単輪荷重の場合は、等分布荷重の中心点を選ぶが、複輪荷重の場合は最大値が複輪間の中間点に生じるとは限らないため、載荷面の端部、載荷面の中心点等を選定して最大値を選び出すことが必要である。</p> <p>(8) コンクリート舗装の場合、自由縁部、目地縁部、隅角部に荷重が作用した場合にコンクリート版や路盤の応力は最も大きくなる傾向があるが、照査にあたっては、荷重によって発生する応力のみではなく、場所ごとの温度応力の違いや荷重の載荷頻度を考慮して照査を行う位置を設定する必要がある。</p> <p>(9) 構造解析において、一般に路床は下方に無限に広がる弾性体と仮定し、ひずみや応力を算定することとしている。ただし、そのような仮定を適用することが適切でない、つまり、路体（地盤）の弾性係数が路床に比べて著しく小さく、構造上、路体（地盤）がクリティカルになると考えられる場合、路床厚は表 I-3.4を参照して設定し、路体（地盤）は下方に無限に広がる弾性体と仮定してモデル化するものとする。</p> <p>I-5.2 アスファルト舗装の解析</p> <p>交通荷重による応力、ひずみ及び変位を計算するために適切な手法を用いて算定するものとする。</p> <p>(1) ひずみ、応力及び変位を計算する多層弾性理論プログラムは、わが国で開発されたものとして、ELSA¹⁷、GAMES³がある。</p> <p>I-5.3 コンクリート舗装の解析</p> <p>I-5.3.1 交通荷重による応力</p> <p>(1) 応力及び変位の算定には、一般に線形解析を用いてよい。また、線形解析以外の方法を用いる場合には、その解析方法の妥当性を確かめるものとする。</p> <p>(2) コンクリート版内や路盤・路床の応力及び変位を計算するために適切なモデルを用いて算定するものとする。</p> <p>(3) 目地の荷重伝達及びたわみ伝達を適切なモデルによって考慮するものとする。</p> <p>(1) コンクリート版の応力解析モデルとしては、平板モデルがよく用いられる。これは、交通荷重は平板に作用する外力、路盤の作用はコンクリート版の変形に応じた反力として考慮するものである。</p> <p>(2) 路盤の作用については、図 I-5.1に示すような路盤モデルが考えられ、それらに応じた定式化の手法が提案されている。路盤の種類は大きく分けて、粒状材料を締固めたものと、それらを結合材によって安定処理したものがある。前者は比較的剛性が低く、一次元の弾性バネによってモデル化できる。このモデルはWinklerモデルとよばれ、Westergaardがこのモデルに基づいたコンクリート舗装版の応力式を提案して以来、最もよく用いられているモデルである。後者は剛性が高いため、路盤自体の持つ荷重分散効果を見逃すことができない。このような場合には、路盤を弾性体として取り扱うことができる。この際、路盤以下を半無限弾性体と考えるとモデル化した半無限弾性地盤モデル（Boussinesqモデル）と路盤以下の各層を細かく考慮した多層弾性地盤モデル（Burmisterモデル）が考えられる。</p>	

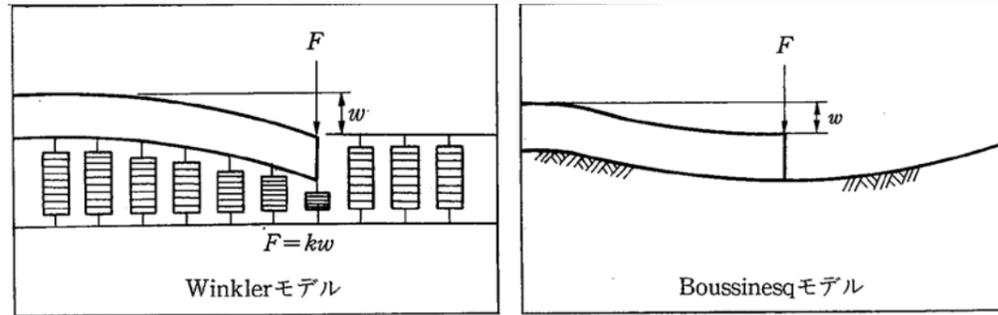


図 I-5.1 路盤モデル

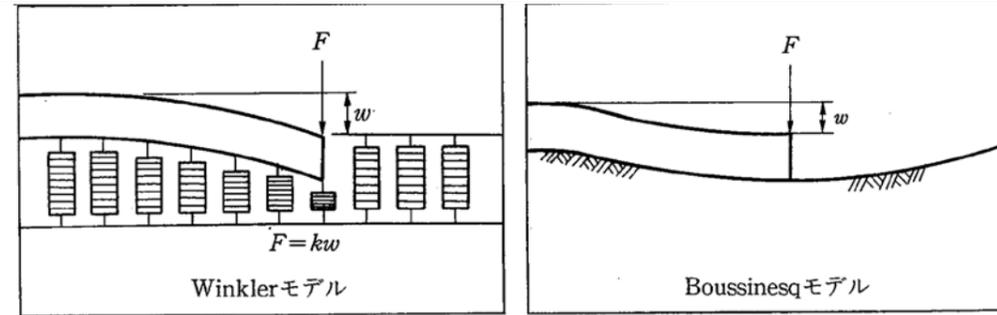


図 I-5.1 路盤モデル

(3) 目地においては、ダウエルバーなどにより荷重伝達が行われる。この場合、目地縁部における目地に平行方向の荷重応力は自由縁部に比べて減少するが、減少の割合はダウエルバーの有無、目地の構造などによって異なる。このような荷重伝達能力は荷重伝達率で表すものとする。

(3) 目地においては、ダウエルバーなどにより荷重伝達が行われる。この場合、目地縁部における目地平行方向の荷重応力は自由縁部に比べて減少するが、減少の割合はダウエルバーの有無、目地の構造などによって異なる。このような荷重伝達能力は荷重伝達率で表すものとする。

文章の修正

I-5.3.2 温度応力

コンクリート版に生じる温度応力を適切に算定するものとする。

I-5.3.2 温度応力

コンクリート版に生じる温度応力を適切に算定するものとする。

- (1) コンクリート版の温度応力は次の3つが考えられる。
 - (i) 軸方向拘束応力：コンクリート版が平面的に伸縮しようとするのを路盤や端部の拘束によって妨げられるために生じる応力
 - (ii) そり拘束応力：コンクリート版の上下面の温度差によってそり変形が生じるが、コンクリートの自重によって拘束されるために生じる応力
 - (iii) 内部応力：コンクリート版の深さ方向の温度分布が直線でないために生じる応力

- (1) コンクリート版の温度応力は次の3つが考えられる。
 - (i) 軸方向拘束応力：コンクリート版が平面的に伸縮しようとするのを路盤や端部の拘束によって妨げられるために生じる応力
 - (ii) そり拘束応力：コンクリート版の上下面の温度差によってそり変形が生じるが、コンクリートの自重によって拘束されるために生じる応力
 - (iii) 内部応力：コンクリート版の深さ方向の温度分布が直線でないために生じる応力

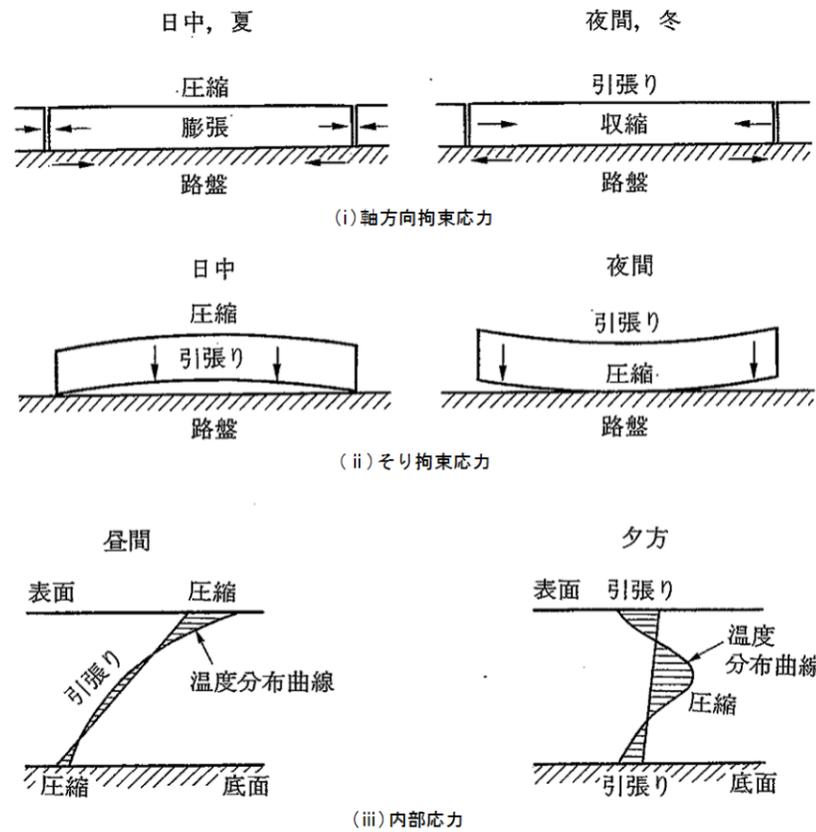


図 I-5.2 コンクリート舗装版の温度応力

- (2) 内部拘束応力は、そり拘束応力が引張応力となる時点では概ね圧縮応力となる。
- (3) 軸方向拘束応力は、比較的大きい圧縮力となることが多く、引張応力となる場合は小さいことから、設計上は一般に無視している。

I-5.3.3 路盤支持力係数

- (1) 路床・路盤の構造に対応した路盤支持力係数を適切に算定するものとする。
 - (2) 設計供用期間にわたって路床・路盤の経年的な劣化が予想される場合には、安全側の値を用いるものとする。
- (1) 平板モデルにおいて一次元ばね路盤モデルを採用した場合、計算される応力や変形は路盤の支持作用を表現する路盤支持力係数に大きく依存する。路盤支持力係数は、路床・路盤の材料や構造によって異なるので、それらに対応した係数を算定する必要がある。
 - (2) 路盤支持力係数は、平板載荷試験によって求められるので、設計で想定した路床・路盤構造に類似したものに対する既往の試験値があれば、それらを参考にして算定することができる。その場合、試験値のばらつきを考慮する必要がある。
 - (3) 実績のない、路床・路盤構造の場合、何等かの理論モデルを設定して、路盤支持力係数を算定する必要がある。平板モデルによれば、路盤からの反力はコンクリート版の変形に比例する。したがって、路盤表面に単位荷重が作用したときの変形を計算できれば、その逆数が路盤支持力係数となる。このような路盤の荷重と変形を計算するためのモデルとして

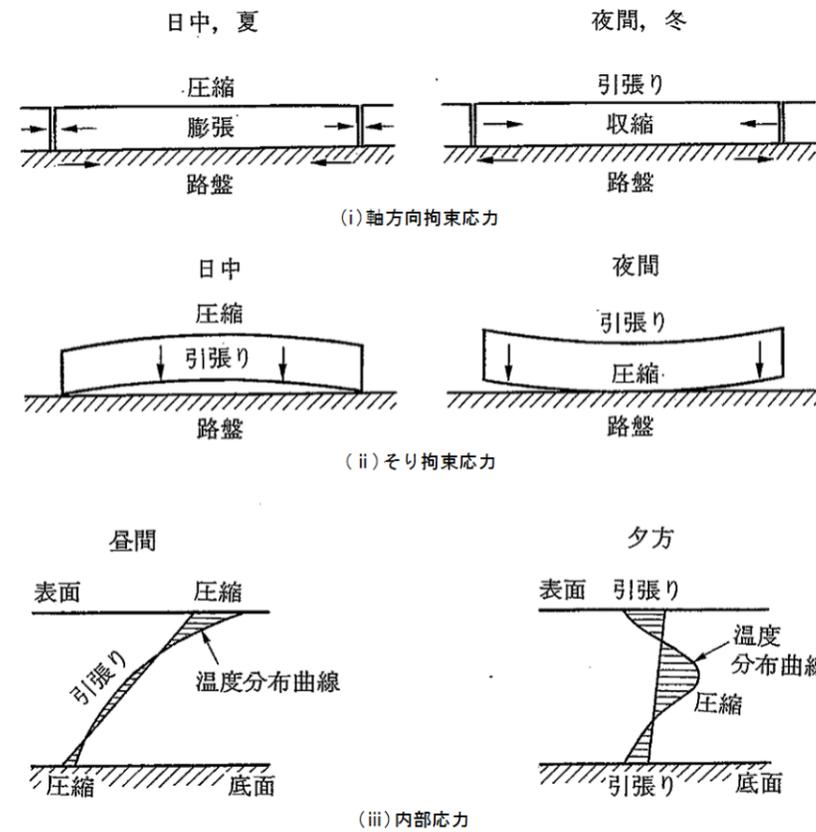


図 I-5.2 コンクリート舗装版の温度応力

- (2) 内部拘束応力は、そり拘束応力が引張応力となる時点では概ね圧縮応力となる。
- (3) 軸方向拘束応力は、比較的大きい圧縮力となることが多く、引張応力となる場合は小さいことから、設計上は一般に無視している。

I-5.3.3 路盤支持力係数

- (1) 路床・路盤の構造に対応した路盤支持力係数を適切に算定するものとする。
 - (2) 設計供用期間にわたって路床・路盤の経年的な劣化が予想される場合には、安全側の値を用いるものとする。
- (1) 平板モデルにおいて一次元ばね路盤モデルを採用した場合、計算される応力や変形は路盤の支持作用を表現する路盤支持力係数に大きく依存する。路盤支持力係数は、路床・路盤の材料や構造によって異なるので、それらに対応した係数を算定する必要がある。
 - (2) 路盤支持力係数は、平板載荷試験によって求められるので、設計で想定した路床・路盤構造に類似したものに対する既往の試験値があれば、それらを参考にして算定することができる。その場合、試験値のばらつきを考慮する必要がある。
 - (3) 実績のない、路床・路盤構造の場合、何等かの理論モデルを設定して、路盤支持力係数を算定する必要がある。平板モデルによれば、路盤からの反力はコンクリート版の変形に比例する。したがって、路盤表面に単位荷重が作用したときの変形を計算できれば、その逆数が路盤支持力係数となる。このような路盤の荷重と変形を計算するためのモデルとして

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

は、多層弾性理論がある。

- (4) 設計供用期間にわたる路床・路盤材料の劣化や、交通荷重の繰返しによる塑性変形やエロージョンなどによって、コンクリート版に対する路盤の支持性能が小さくなる恐れがある。このような場合には、設計において、路盤支持力係数を低減させ、安全側の値を使用することも考える必要がある。

I-5.3.4 荷重伝達率

- (1) 目地構造に応じた荷重伝達率を適切に算定するものとする。
 (2) 設計供用期間にわたって荷重伝達率の低下が予想される場合には、安全側のモデル化を行うものとする。

- (1) 目地部の荷重伝達効果を考慮できない構造モデルを用いる場合には、荷重伝達率の程度によって、応力あるいはたわみの低減係数という形で考慮する。

$$w_j = \alpha \cdot w_e \quad \sigma_j = \beta \cdot \sigma_e$$

w_j, σ_j : 荷重伝達を考慮したときのたわみ, 応力

w_e, σ_e : 自由縁部におけるたわみ, 応力

α, β : たわみ, 応力の低減率

これらの係数は表 I-5.1 に示す値を用いることができる。

表 I-5.1 荷重伝達率, 応力・たわみ低減率

箇所	荷重伝達率	応力低減係数	たわみ低減係数	
			2辺が補強された隅角部	1辺が補強された隅角部
自由縁部・自由隅角部	0	1.0	1.0	1.0
タイバーで補強した目地	0.80~0.95	0.70~0.80	0.70~0.80	0.85~0.95
ダウエルバーで補強した目地	0.70~0.90	0.75~0.85	0.75~0.85	0.85~0.95
ひび割れ部 (NC)	0~0.40	1.0	—	0.95~1.0

- (2) FEM解析など、目地部もモデル化した構造モデルを用いる場合、荷重伝達率が表 I-5.1 の値になるように定数を設定することができる。
 (3) ダウエルバー周辺のコンクリートの劣化などにより荷重伝達率が低下する。設計供用期間内にこのような荷重伝達の減少が想定される場合には、設計時において低減された荷重伝達率を用いるなどの配慮が必要である。

は、多層弾性理論がある。

- (4) 設計供用期間にわたる路床・路盤材料の劣化や、交通荷重の繰返しによる塑性変形やエロージョンなどによって、コンクリート版に対する路盤の支持性能が小さくなる恐れがある。このような場合には、設計において、路盤支持力係数を低減させ、安全側の値を使用することも考える必要がある。

I-5.3.4 荷重伝達率

- (1) 目地構造に応じた荷重伝達率を適切に算定するものとする。
 (2) 設計供用期間にわたって荷重伝達率の低下が予想される場合には、安全側のモデル化を行うものとする。

- (1) 目地部の荷重伝達効果を考慮できない構造モデルを用いる場合には、荷重伝達率の程度によって、応力あるいはたわみの低減係数という形で考慮する。

$$w_j = \alpha \cdot w_e \quad \sigma_j = \beta \cdot \sigma_e$$

w_j, σ_j : 荷重伝達を考慮したときのたわみ, 応力

w_e, σ_e : 自由縁部におけるたわみ, 応力

α, β : たわみ, 応力の低減率

これらの係数は表 I-5.1 に示す値を用いることができる。

表 I-5.1 荷重伝達率, 応力・たわみ低減率

箇所	荷重伝達率	応力低減係数	たわみ低減係数	
			2辺が補強された隅角部	1辺が補強された隅角部
自由縁部・自由隅角部	0	1.0	1.0	1.0
タイバーで補強した目地	0.80~0.95	0.70~0.80	0.70~0.80	0.85~0.95
ダウエルバーで補強した目地	0.70~0.90	0.75~0.85	0.75~0.85	0.85~0.95
ひび割れ部 (NC)	0~0.40	1.0	—	0.95~1.0

- (2) FEM解析など、目地部もモデル化した構造モデルを用いる場合、荷重伝達率が表 I-5.1 の値になるように定数を設定することができる。
 (3) ダウエルバー周辺のコンクリートの劣化などにより荷重伝達率が低下する。設計供用期間内にこのような荷重伝達の減少が想定される場合には、設計時において低減された荷重伝達率を用いるなどの配慮が必要である。

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>第Ⅱ編 アスファルト舗装の性能照査編</p> <p>Ⅱ-1 総則</p> <p>舗装設計では、アスファルト舗装が求められる性能を有することを、適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装に求められる性能は、使用目的や構造によって様々であり、その性能項目ごとの求められるレベルも舗装によって異なる。舗装設計においては求められる性能に対する照査項目を適切な方法で照査する必要がある。</p> <p>(2) 本要領では、アスファルト舗装に求められる性能として、荷重支持性能、走行安全性能、表層の耐久性能を取り上げ、これらの一般的な照査方法を記載している。</p> <p>(3) ここで示す以外の性能に関して照査する場合、ここで記述する以外の方法で照査する場合には、本要領の考え方に準じた適切な方法で行う必要がある。</p> <p>(4) 舗装設計においては、求められる性能を満足することを照査した複数の構造案を経済性や施工性などにより比較検討し、適切な舗装構成とするように努める必要がある。</p> <p>Ⅱ-2 荷重支持性能の照査</p> <p>Ⅱ-2.1 一般</p> <p>(1) アスファルト舗装は、設計供用期間中、所要の荷重支持性能を確保するものとする。</p> <p>(2) アスファルト舗装の荷重支持性能の照査は、路床・路盤の支持力、疲労ひび割れ、凍上のうち、舗装の使用目的や適用箇所に応じて必要とされるものに対して行うものとする。</p> <p>(1) 路床は舗装と一体となって交通荷重を支持し、その下の地盤に交通荷重を分散するとともに施工基盤の役割を持つ。路盤は、表層および基層を支持し、これら上層からの交通荷重を分散して路床に伝える役割を持つ。路床・路盤はアスファルト舗装の受ける交通荷重を支持する重要な役割を果たすものであることから十分な荷重支持性能を有する必要がある。</p> <p>Ⅱ-2.2 路床の支持力に対する照査</p> <p>Ⅱ-2.2.1 一般</p> <p>(1) 路床は、設計供用期間において所要の支持力を確保するように適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(2) 路床の支持力に対する照査は、路床の圧縮変形による疲労破壊に対する照査により行うものとする。</p> <p>(3) 路床の圧縮変形による疲労破壊に対する照査においては、設計疲労度 FD_d の疲労度の設計限界値 FD_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確かめる必要がある。</p> $\gamma_i \cdot FD_d / FD_{dl} \leq 1.0$ <p>(i) 疲労度の設計限界値 FD_{dl} は、疲労度の限界値 1.0 を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。</p> $FD_{dl} = 1.0 / \gamma_b$ <p>(ii) 設計疲労度 FD_d は、疲労破壊曲線を基にマイナー則によって累積疲労度 FD を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。</p> $FD_d = \gamma_a \cdot FD$ <p>(4) 多くの経験により路床の永久変形量が十分に小さいことがわかっている舗装構造とする場合には、路床が所要の支持力を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 交通荷重や気象作用などが繰返し作用することにより、路床には経年変形が生じる。これに伴い、路床の支持力が低下すると、ひび割れやわだち掘れなどの破損を招くことになる。</p>	<p>第Ⅱ章 アスファルト舗装の新設</p> <p>Ⅱ-1 総則</p> <p>舗装設計では、アスファルト舗装が求められる性能を有することを、適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装に求められる性能は、使用目的や構造によって様々であり、その性能項目ごとの求められるレベルも舗装によって異なる。舗装設計においては、求められる性能に対する照査項目を適切な方法で照査する必要がある。</p> <p>(2) 舗装設計編では、アスファルト舗装に求められる性能として、荷重支持性能、走行安全性能、表層の耐久性能を取り上げ、これらの一般的な照査方法を記載している。</p> <p>(3) ここで示す以外の性能に関して照査する場合、ここで記述する以外の方法で照査する場合には、舗装設計編の考え方に準じた適切な方法で行う必要がある。</p> <p>(4) 舗装設計においては、求められる性能を満足することを照査した複数の構造案を経済性や施工性などにより比較検討し、適切な舗装構成とするように努める必要がある。</p> <p>Ⅱ-2 荷重支持性能の照査</p> <p>Ⅱ-2.1 総則</p> <p>(1) アスファルト舗装は、設計供用期間中、所要の荷重支持性能を確保するものとする。</p> <p>(2) アスファルト舗装の荷重支持性能の照査は、路床・路盤の支持力、疲労ひび割れ、凍上のうち、舗装の使用目的や適用箇所に応じて必要とされるものに対して行うものとする。</p> <p>(1) 路床は舗装と一体となって交通荷重を支持し、その下の地盤に交通荷重を分散するとともに施工基盤の役割を持つ。路盤は、表層及び基層を支持し、これら上層からの交通荷重を分散して路床に伝える役割を持つ。路床・路盤はアスファルト舗装の受ける交通荷重を支持する重要な役割を果たすものであることから十分な荷重支持性能を有する必要がある。</p> <p>Ⅱ-2.2 路床の支持力に対する照査</p> <p>Ⅱ-2.2.1 総則</p> <p>(1) 路床は、設計供用期間において所要の支持力を確保するように適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(2) 路床の支持力に対する照査は、路床の圧縮変形による疲労破壊に対する照査により行うものとする。</p> <p>(3) 路床の圧縮変形による疲労破壊に対する照査においては、設計疲労度 FD_d の疲労度の設計限界値 FD_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確認するものとする。</p> $\gamma_i \cdot FD_d / FD_{dl} \leq 1.0$ <p>(i) 疲労度の設計限界値 FD_{dl} は、疲労度の限界値 1.0 を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。</p> $FD_{dl} = 1.0 / \gamma_b$ <p>(ii) 設計疲労度 FD_d は、疲労破壊曲線を基にマイナー則によって累積疲労度 FD を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。</p> $FD_d = \gamma_a \cdot FD$ <p>(4) 多くの経験により、路床の永久変形量が十分に小さいことがわかっている舗装構造とする場合には、路床が所要の支持力を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 交通荷重や気象作用などが繰返し作用することにより、路床には経年変形が生じる。これに伴い、路床の支持力が低下すると、ひび割れやわだち掘れなどの破損を招くことになる。</p>	<p>見出しの変更</p> <p>見出しの変更</p> <p>見出しの変更。</p> <p>文末の変更。</p>

したがって、設計供用期間にわたって路床が所要の支持力を維持することが重要である。

- (2) 路床の圧縮変形は、路床の支持力による影響が大きく、路床の支持力と関連のある路床上面の鉛直圧縮ひずみが路床の圧縮変形の支配的要因とされている。このため、路床の支持力に対する照査は、路床上面の鉛直圧縮ひずみを算定し、これを変数とした路床の圧縮変形に関する疲労破壊曲線をもとに照査することができる。
- (3) 舗装には様々な変動荷重が様々な位置に作用するので、照査では個々の変動荷重による疲労度を累積した累積疲労度が設計限界値以下であることを確認する必要がある。
- (4) 「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」に準じて設計された舗装構造は、わが国の空港舗装における経験上、路床の永久変形量は十分小さいことがわかっているため、路床が所要の支持力を満足するとみなすことができる。

II-2.2.2 路床上面の鉛直圧縮ひずみの算定

アスファルト舗装の路床上面の鉛直圧縮ひずみは適切な方法により算出するものとする。

- (1) 路床上面の鉛直圧縮ひずみは、多層弾性理論や有限要素法などの適切な解析モデルを用いて算定する。
- (2) ひずみ算定点は、航空機1脚（車両の場合は1輪）による最大ひずみが得られる位置とし、通常は、単輪荷重の場合は荷重中心直下、複数輪荷重の場合は複輪間の中心直下の路床上面とすることができる。ただし、舗装厚、車輪配置によりこれらの位置が必ずしも最大ひずみ点とならないこともある。

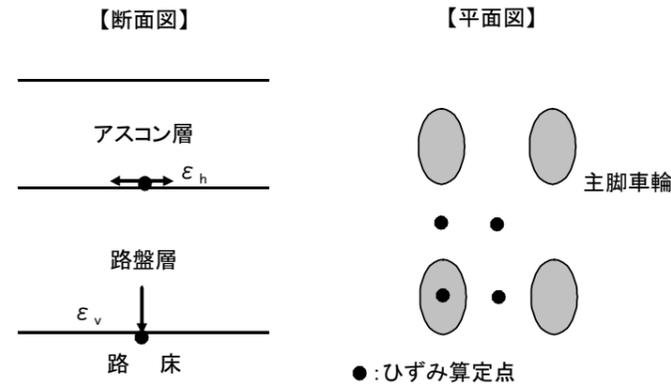


図 II-2.1 一般的なひずみ算定点

II-2.2.3 路床の支持力の照査方法

路床の支持力に対する照査は、路床の圧縮変形による累積疲労度が設計限界値以下であることを確かめることにより行うものとする。

- (1) 路床の圧縮変形は路床上面の圧縮ひずみが支配的な要因とされている。そのため、路床支持力に対する照査は、路床上面の圧縮ひずみを算定し、これを変数とした路床の圧縮変形に関する疲労破壊曲線をもとに照査することができる。

したがって、設計供用期間にわたって路床が所要の支持力を維持することが重要である。

- (2) 路床の圧縮変形は、路床の支持力による影響が大きく、路床の支持力と関連のある路床上面の鉛直圧縮ひずみが路床の圧縮変形の支配的要因とされている。このため、路床の支持力に対する照査は、路床上面の鉛直圧縮ひずみを算定し、これを変数とした路床の圧縮変形に関する疲労破壊曲線をもとに照査することができる。
- (3) 舗装には様々な変動荷重が様々な位置に作用するので、照査では個々の変動荷重による疲労度を累積した累積疲労度が設計限界値以下であることを確認する必要がある。
- (4) 「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」に準じて設計された舗装構造は、わが国の空港舗装における経験上、路床の永久変形量は十分小さいことがわかっているため、路床が所要の支持力を満足するとみなすことができる。

II-2.2.2 路床上面の鉛直圧縮ひずみの算定

アスファルト舗装の路床上面の鉛直圧縮ひずみは、適切な方法により算出するものとする。

- (1) 路床上面の鉛直圧縮ひずみは、多層弾性理論や有限要素法などの適切な解析モデルを用いて算定する。
- (2) ひずみ算定点は、航空機1脚（車両の場合は1輪）による最大ひずみが得られる位置とし、通常は、単輪荷重の場合は荷重中心直下、複数輪荷重の場合は複輪間の中心直下の路床上面とすることができる。ただし、舗装厚、車輪配置によりこれらの位置が必ずしも最大ひずみ点とならないこともある。

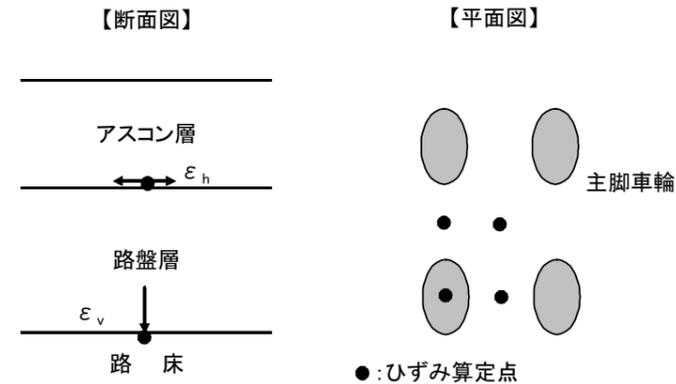


図 II-2.1 一般的なひずみ算定点

II-2.2.3 路床の支持力の照査方法

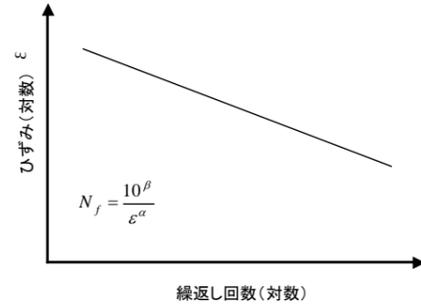
路床の支持力に対する照査は、路床の圧縮変形による累積疲労度が設計限界値以下であることを確かめることにより行うものとする。

- (1) 路床の圧縮変形は、路床上面の圧縮ひずみが支配的な要因とされている。そのため、路床支持力に対する照査は、路床上面の圧縮ひずみを算定し、これを変数とした路床の圧縮変形に関する疲労破壊曲線をもとに照査することができる。

(2) 疲労破壊曲線は、一般に次式のように表される。

$$N_f = \frac{10^\beta}{\varepsilon^\alpha} \dots\dots\dots (式II-2.1)$$

ここに、 N_f :破壊回数（許容繰返し回数）
 ε :ひずみ（または応力）
 α, β :定数で、 $\alpha=11.213$, $\beta=-29.298$
 を用いることができる



(3) 累積疲労度の算定は一般に次式により行うこととしている。

$$FD(x) = \sum_{i=1}^n FD(i, x) \dots\dots\dots (式II-2.2)$$

ここに、
 $FD(x)$:滑走路（又は誘導路）センターから距離xにおける疲労度
 $FD(i, x)$:ある航空機iによる滑走路（又は誘導路）センターから距離xにおける疲労度
 $= \frac{\text{ある航空機の交通量}}{N_f(i) \times P/C(i, x)}$
 ここに、 $N_f(i)$:ある航空機iのひずみ、破壊規準から求められる許容繰返し回数
 $P/C(i, x)$ =ある航空機iのx地点でのパス/カバレッジ率
 パス/カバレッジ率の計算方法は、付録-9を参照することができる。

II-2.3 路盤の支持力に対する照査

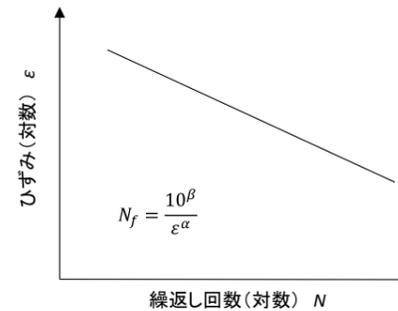
- (1) 路盤は、設計供用期間において所要の支持力を確保するものとする。
- (2) 路盤の支持力は適切な方法により評価するものとする。
- (3) 多くの経験により路盤の支持力が十分に確保されることがわかっている舗装構造とする場合には、路盤が所要の支持力を満足するとみなすことができる。

- (1) 交通荷重や気象作用などが繰り返し作用することにより、路盤には経年変化が生じる。これに伴い、路盤の支持力が低下すると、アスファルト混合物の疲労ひび割れやわだち掘れなどの破損を招くことになる。したがって、設計供用期間にわたって路盤が所要の支持力を維持することが重要である。
- (2) 現状では、アスファルト舗装の構造設計においては、設計供用期間にわたってアスファルト混合物の底面ひび割れやわだち掘れ、路床の圧縮変形が設計で定めた設計限界値以下であれば、十分な路盤支持力を有していると判断することができる。
- (3) 「空港土木工事共通仕様書」に記載される品質を有する材料を使用する場合で、路盤の最小厚さが表II-2.1を満足する場合には、路盤が所要の支持力を満足するとみなすことがで

(2) 疲労破壊曲線は、一般に次式のように表される。

$$N_f = \frac{10^\beta}{\varepsilon^\alpha} \dots\dots\dots (式II-2.1)$$

ここに、
 N_f :破壊回数（許容繰返し回数）
 ε :ひずみ（又は応力）
 α, β :定数で、 $\alpha=11.213$, $\beta=-29.298$ を用いることができる



(3) 累積疲労度の算定は次式により行うことを標準とする。

$$FD(x) = \sum_{i=1}^n FD(i, x) \dots\dots\dots (式II-2.2)$$

ここに、
 $FD(x)$:滑走路（又は誘導路）センターから距離xにおける疲労度
 $FD(i, x)$:ある航空機iによる滑走路（又は誘導路）センターから距離xにおける疲労度
 $= \frac{\text{ある航空機の交通量}}{N_f(i) \times P/C(i, x)}$
 $N_f(i)$:ある航空機iのひずみ、破壊規準から求められる許容繰返し回数
 $P/C(i, x)$:ある航空機iのx地点でのパス/カバレッジ率
 パス/カバレッジ率の計算方法は、付録-9を参照することができる。

II-2.3 路盤の支持力に対する照査

- (1) 路盤は、設計供用期間において所要の支持力を確保するものとする。
- (2) 路盤の支持力は適切な方法により評価するものとする。
- (3) 多くの経験により、路盤の支持力が十分に確保されることがわかっている舗装構造とする場合には、路盤が所要の支持力を満足するとみなすことができる。

- (1) 交通荷重や気象作用などが繰り返し作用することにより、路盤には経年変化が生じる。これに伴い、路盤の支持力が低下すると、アスファルト混合物の疲労ひび割れやわだち掘れなどの破損を招くことになる。したがって、設計供用期間にわたって路盤が所要の支持力を維持することが重要である。
- (2) 現状では、アスファルト舗装の構造設計においては、次の条件を満足する場合、路盤が所要の支持力を満足するとみなすことができる。
 - (i) 設計供用期間にわたってアスファルト混合物の底面ひび割れやわだち掘れ、路床の圧縮変形が設計で定めた設計限界値以下であること。
 - (ii) 「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」に記載される品質を有する材料を使用する場合で、路盤

文末の変更.

文章の移動

(3)により性能を満たすと誤解される可能性があるため(2)と(3)を一文に変更.

参考文献番号を追加.

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

きる。

表Ⅱ-2.1 路盤の最小厚（単位 cm）

設計荷重区分 材料	LA-1, LA-12	LA-4, LSA-1, LSA-2
	LA-2, LA-3	LT-1, LT-12, LT-2
セメント安定処理材	15	12
粒状材	15※	10
アスファルト安定処理材	6	6

※ 路床の設計 CBR が 12% 以上の場合には、下層路盤の最小厚としては、10cm とすることができる。

- (4) バインダーを持たない粒状材は、振動や繰返し荷重による粒子移動が大きく、設計荷重が大きい場合には、特に表層・基層の変形へ影響を及ぼす。このような耐久性や圧縮性を考慮すると、設計荷重の大きな場合の上層路盤には安定処理材を使用した方がより良好な結果が期待できる。
- (5) セメント安定処理材、石灰安定処理材、水硬性粒度調整鉄鋼スラグを用いた路盤の支持力効果は極めて大きいですが、繰返し荷重による耐久限度や浅い部分における温度変化などでひび割れの発生が懸念され、これによるリフレクションクラックが舗装表面に及ぼす影響は大きい。したがって、これを防止、抑制するためのアスファルト混合物の層厚が必要であり^{設計-18)}、**一般に15cm以上のアスファルト混合物層を設けることとしている。**

Ⅱ-2.4 凍上に対する照査

- (1) アスファルト舗装は、設計供用期間において凍上が起こらないようにするものとする。
- (2) 凍上に対する照査は、凍結深さを算定して行うものとする。
- (3) 凍上対策として凍上抑制層を設ける場合には、**一般に設計厚さ t_d の設計厚さの最小値 t_{di} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が1.0以上であることを確認することとしている。**
$$\gamma_i \cdot t_d / t_{di} \geq 1.0$$
- (4) ショルダー、過走帯の凍上抑制層の設計厚さの最小厚は、一般に凍結深さの50%としているが、凍上による被害が生じる恐れが高い箇所は(3)と同様とする。

- (1) 寒冷地では、冬期に路床やその下部の路体に含まれる水が凍結すると幾層ものアイスレンズが形成され、これにより舗装を持ち上げる凍上現象が起こる。また、凍上が生じた箇所では、春にアイスレンズが融解すると、その部分が空洞化するとともに周辺の土が過飽和状態となり、路床・路盤の支持力が低下し舗装表面に局所的な沈下や亀甲状ひび割れが現れる。このため、設計供用期間にわたって凍上が起こらないようにすることが重要である。
- (2) 凍上に対する照査は、路床土が凍結する恐れがあるか否かを確認するために、凍結深さを算定し行うこととした。凍結深さの推定方法は「**I-3.7 凍結深さ**」を参照することができる。
- (3) 凍結深さの算定結果により、凍上の恐れがある場合には、凍上抑制層や舗装の一部に断熱材の高い材料を設けるなど適切な凍上対策を行う必要がある。凍上抑制層を設ける場合には、必要な置換え深さは、推定した凍上深さ**または**経験値から求め、凍上抑制層の設計最小厚 t_{di} はこの必要な置換え深さから舗装厚を差し引いた値とする。凍結深さから必要な置換え厚さを求める場合には、凍上抑制層の設計厚さ t_d は設計最小厚 t_{di} より大きくする。
- (4) 凍上抑制層の材料は凍上の恐れのないもので、一般に現場付近の砂や火山灰、最大粒径80

の最小厚さが**表Ⅱ-2.1**を満足すること。

表Ⅱ-2.1 路盤の最小厚（単位 cm）

設計荷重区分 材料	LA-1, LA-12	LA-4, LSA-1, LSA-2
	LA-2, LA-3	LT-1, LT-12, LT-2
セメント安定処理材	15	12
粒状材	15※	10
アスファルト安定処理材	6	6

※ 路床の設計 CBR が 12% 以上の場合には、下層路盤の最小厚としては、10cm とすることができる。

- (3) バインダーを持たない粒状材は、振動や繰返し荷重による粒子移動が大きく、設計荷重が大きい場合には、特に表層・基層の変形へ影響を及ぼす。このような耐久性や圧縮性を考慮すると、設計荷重の大きな場合の上層路盤には安定処理材を使用した方がより良好な結果が期待できる。
- (4) セメント安定処理材、石灰安定処理材、水硬性粒度調整鉄鋼スラグを用いた路盤の支持力効果は極めて大きいですが、繰返し荷重による耐久限度や浅い部分における温度変化などでひび割れの発生が懸念され、これによるリフレクションクラックが舗装表面に及ぼす影響は大きい。したがって、これを防止、抑制するためのアスファルト混合物の層厚が必要であり¹⁸⁾、**15cm以上のアスファルト混合物層を設けることを標準とする。**

Ⅱ-2.4 凍上に対する照査

- (1) アスファルト舗装は、設計供用期間において凍上が起こらないようにするものとする。
- (2) 凍上に対する照査は、凍結深さを算定して行うものとする。
- (3) 凍上対策として凍上抑制層を設ける場合には、設計厚さ t_d の設計厚さの最小値 t_{di} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が1.0以上であることを確認する**ものとする。**
$$\gamma_i \cdot t_d / t_{di} \geq 1.0$$
- (4) ショルダー、過走帯の凍上抑制層の設計厚さの最小厚は、一般に凍結深さの50%としているが、凍上による被害が生じる恐れが高い箇所は(3)と同様とする。

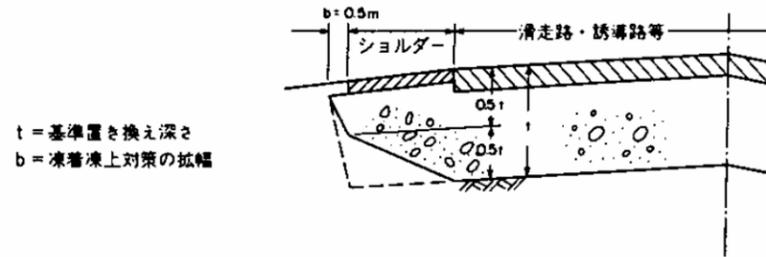
- (1) 寒冷地では、冬期に路床やその下部の路体に含まれる水が凍結すると幾層ものアイスレンズが形成され、これにより舗装を持ち上げる凍上現象が起こる。また、凍上が生じた箇所では、春にアイスレンズが融解すると、その部分が空洞化するとともに周辺の土が過飽和状態となり、路床・路盤の支持力が低下し舗装表面に局所的な沈下や亀甲状ひび割れが現れる。このため、設計供用期間にわたって凍上が起こらないようにすることが重要である。
- (2) 凍上に対する照査は、路床土が凍結する恐れがあるか否かを確認するために、凍結深さを算定し行うこととした。凍結深さの推定方法は「**I-3.7 凍結深さ**」を参照することができる。
- (3) 凍結深さの算定結果により、凍上の恐れがある場合には、凍上抑制層や舗装の一部に断熱材の高い材料を設けるなど適切な凍上対策を行う必要がある。凍上抑制層を設ける場合には、必要な置換え深さは、推定した凍上深さ**又は**経験値から求め、凍上抑制層の設計最小厚 t_{di} はこの必要な置換え深さから舗装厚を差し引いた値とする。凍結深さから必要な置換え厚さを求める場合には、凍上抑制層の設計厚さ t_d は設計最小厚 t_{di} より大きくする。
- (4) 凍上抑制層の材料は、凍上の恐れのないもので、一般に現場付近の砂や火山灰、最大粒径80mm以下の切込砂利**又は**切込砕石などを用いている¹³⁾。

文末の変更。

文末の変更。

mm以下の切込砂利または切込碎石などを用いている設計¹³⁾。

- (5) ショルダーの置き換え深さに関し、凍上による被害が生じる恐れが高い箇所とは、すでに基準置き換え深さの約50%で施工されているが凍上被害が生じている箇所、または、当該箇所の地形、地下水、土質、気象等の状況から、約50%の置き換えでは凍上被害が生じる恐れがある箇所をいう。
- (6) ショルダー舗装は、隣接する着陸帯土の凍上が大きいので、凍結・凍上によって持ち上げられ、ひび割れ被害を受けることがある。これを防ぐには、**図Ⅱ-2.2**に示すようにショルダー部の凍上抑制層および路盤を拡幅し、着陸帯土から縁切りすると効果がある。



図Ⅱ-2.2 ショルダーにおける凍上対策の例

Ⅱ-2.5 疲労ひび割れに対する照査

Ⅱ-2.5.1 一般

- (1) アスファルト舗装の疲労ひび割れに対する照査は、アスファルト混合物層の底面および表面における疲労破壊に対する照査により行うものとする。
- (2) アスファルト混合物層の疲労破壊に対する照査においては、設計疲労度 FD_d の疲労度の設計限界値 FD_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを**確かめる必要がある**。

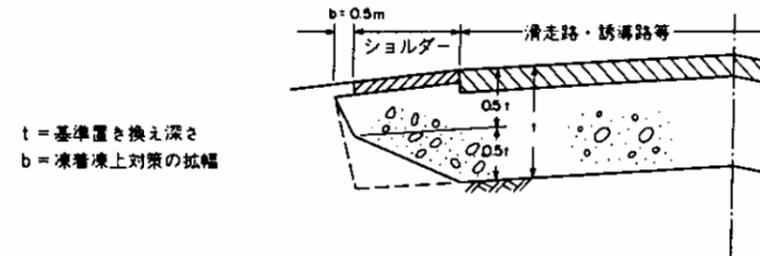
$$\gamma_i \cdot FD_d / FD_{dl} \leq 1.0$$
 - (i) 疲労度の設計限界値 FD_{dl} は、疲労度の限界値 1.0 を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。

$$FD_{dl} = 1.0 / \gamma_b$$
 - (ii) 設計疲労度 FD_d は、疲労破壊曲線を基にマイナー則によって累積疲労度 FD を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。

$$FD_d = \gamma_a \cdot FD$$
- (3) 多くの経験により疲労ひび割れに対する安全性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、ひび割れ抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) ここでいうアスファルト混合物層にはアスファルト安定処理路盤も含まれる。したがって、上層路盤にアスファルト安定処理材を用いる場合のアスファルト混合物層の底面とは、アスファルト安定処理層の底面となる。
- (2) アスファルト混合物層の疲労ひび割れには、層下面から進行する底面疲労ひび割れと表面から進行する表面疲労ひび割れがあるが、基本的な照査方法は同様である。アスファルト混合物層には交通荷重や気象作用の変動により様々な大きさの応力が繰り返し作用する。アスファルト混合物の疲労破壊に対する検討は、交通荷重による疲労破壊に対して行う必要がある。
- (3) 舗装には様々な変動荷重が様々な位置に作用するので、照査では個々の変動荷重による疲労度を累積した累積疲労度が設計限界値以下であることを確認する必要がある。

- (5) ショルダーの置き換え深さに関し、凍上による被害が生じる恐れが高い箇所とは、すでに基準置き換え深さの約50%で施工されているが凍上被害が生じている箇所、**又は**、当該箇所の地形、地下水、土質、気象等の状況から、約50%の置き換えでは凍上被害が生じる恐れがある箇所をいう。
- (6) ショルダー舗装は、隣接する着陸帯土の凍上が大きいので、凍結・凍上によって持ち上げられ、ひび割れ被害を受けることがある。これを防ぐには、**図Ⅱ-2.2**に示すようにショルダー部の凍上抑制層**及び**路盤を拡幅し、着陸帯土から縁切りすると効果がある。



図Ⅱ-2.2 ショルダーにおける凍上対策の例

Ⅱ-2.5 疲労ひび割れに対する照査

Ⅱ-2.5.1 総則

- (1) アスファルト舗装の疲労ひび割れに対する照査は、アスファルト混合物層の底面**及び**表面における疲労破壊に対する照査により行うものとする。
- (2) アスファルト混合物層の疲労破壊に対する照査においては、設計疲労度 FD_d の疲労度の設計限界値 FD_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを**確認するものとする**。

$$\gamma_i \cdot FD_d / FD_{dl} \leq 1.0$$
 - (i) 疲労度の設計限界値 FD_{dl} は、疲労度の限界値 1.0 を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。

$$FD_{dl} = 1.0 / \gamma_b$$
 - (ii) 設計疲労度 FD_d は、疲労破壊曲線を基にマイナー則によって累積疲労度 FD を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。

$$FD_d = \gamma_a \cdot FD$$
- (3) 多くの経験により、疲労ひび割れに対する安全性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、ひび割れ抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) ここでいうアスファルト混合物層にはアスファルト安定処理路盤も含まれる。したがって、上層路盤にアスファルト安定処理材を用いる場合のアスファルト混合物層の底面とは、アスファルト安定処理層の底面となる。
- (2) アスファルト混合物層の疲労ひび割れには、層下面から進行する底面疲労ひび割れと表面から進行する表面疲労ひび割れがあるが、基本的な照査方法は同様である。アスファルト混合物層には、交通荷重や気象作用の変動により様々な大きさの応力が繰り返し作用する。アスファルト混合物の疲労破壊に対する検討は、交通荷重による疲労破壊に対して行う必要がある。
- (3) 舗装には様々な変動荷重が様々な位置に作用するので、照査では個々の変動荷重による疲労度を累積した累積疲労度が設計限界値以下であることを確認する必要がある。

見出しの変更。

文末の変更。

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>(4) 「空港土木工事共通仕様書」に記載される品質の材料を用い、かつ、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」に準じて設計された舗装構造は、わが国の空港舗装における経験上、疲労ひび割れに対する安全性が確保されることがわかっているため、ひび割れ抵抗性を満足するとみなすことができる。</p> <p>II-2.5.2 アスファルト混合物層のひずみの算定</p> <p>交通荷重により発生するアスファルト混合物層のひずみは、温度条件および荷重の載荷速度条件に応じて適切な方法によって算出するものとする。</p> <p>(1) アスファルト混合物の変形係数は、混合物の温度および荷重の載荷速度により大きく変化するから、これらの条件を適切に設定する必要がある。</p> <p>II-2.5.3 アスファルト混合物層の疲労ひび割れの照査</p> <p>アスファルト混合物層の疲労ひび割れの照査は、アスファルト混合物層の累積疲労度が設計限界値以下であることを確かめることにより行う。</p> <p>(1) 疲労破壊曲線は、一般に次式を用いている。</p> $N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^\beta \times \left(\frac{1}{E}\right)^\gamma \dots\dots\dots \text{(式 II-2.2)}$ <p>ここで、 N_f : 破壊に至るまでの繰返し回数 ε : アスファルト混合物に発生する引張ひずみ E : アスファルト混合物の弾性係数 α, β, γ : 係数で、$\alpha = 7.681 \times 10^{-6}$ $\beta = 6.333$ $\gamma = 3.374$ を用いることができる</p> <p>(2) 累積疲労度の算定方法は、II-2.2.3を参照することができる。</p> <p>(3) 累積疲労度の設計限界値は一般に1.0としている。</p> <p>II-2.6 温度ひび割れに対する照査</p> <p>II-2.6.1 一般</p> <p>(1) アスファルト舗装の温度ひび割れに対する照査は、アスファルト混合物の温度応力によるひび割れに対する照査により行うものとする。</p> <p>(2) アスファルト混合物層の温度ひび割れに対する照査においては、アスファルト混合物の限界引張強度 F_{cr} の設計温度応力 σ_{fb} に対する比に材料係数 γ_m、重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確かめる必要がある。</p> $\gamma_m \cdot \gamma_i \cdot \sigma_{fb} / F_{cr} \leq 1.0$ <p>(3) II-2.5に基づき疲労ひび割れの照査を行う場合、または、多くの経験により温度ひび割れに対する安全性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、温度ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 寒冷地のアスファルト舗装において、舗設方向にほぼ直角方向に発生するひび割れを低温ひび割れと称する。アスファルト混合物は温度が低下すると収縮する性質があり、路盤との摩擦などにより収縮変形を拘束された状態であるため、温度低下に伴って収縮方向の温度応力とそれに伴うひずみが発生する。この温度応力または引張ひずみが混合物が保持している限界の応力またはひずみを超えたときに低温ひび割れが発生すると考えられる。</p> <p>(2) 低温ひび割れは特に凍結指数が1,000 (°C・日) 以上の地域や冬期間の最低気温が-20°C以下</p>	<p>(4) 「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」に記載される品質の材料を用い、かつ、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」に準じて設計された舗装構造は、わが国の空港舗装における経験上、疲労ひび割れに対する安全性が確保されることがわかっているため、ひび割れ抵抗性を満足するとみなすことができる。</p> <p>II-2.5.2 アスファルト混合物層のひずみの算定</p> <p>交通荷重により発生するアスファルト混合物層のひずみは、温度条件及び荷重の載荷速度条件に応じて適切な方法によって算出するものとする。</p> <p>(1) アスファルト混合物の変形係数は、混合物の温度及び荷重の載荷速度により大きく変化するから、これらの条件を適切に設定する必要がある。</p> <p>II-2.5.3 アスファルト混合物層の疲労ひび割れの照査</p> <p>アスファルト混合物層の疲労ひび割れの照査は、アスファルト混合物層の累積疲労度が設計限界値以下であることを確認するものとする。</p> <p>(1) 疲労破壊曲線は、一般に次式を用いている。</p> $N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^\beta \times \left(\frac{1}{E}\right)^\gamma \dots\dots\dots \text{(式 II-2.3)}$ <p>ここで、 N_f : 破壊に至るまでの繰返し回数 ε : アスファルト混合物に発生する引張ひずみ E : アスファルト混合物の弾性係数 (MPa) α, β, γ : 係数で、$\alpha = 7.681 \times 10^{-6}$ $\beta = 6.333$ $\gamma = 3.374$ を用いることができる</p> <p>(2) 累積疲労度の算定方法は、II-2.2.3を参照することができる。</p> <p>(3) 累積疲労度の設計限界値は一般に1.0としている。</p> <p>II-2.6 温度ひび割れに対する照査</p> <p>II-2.6.1 総則</p> <p>(1) アスファルト舗装の温度ひび割れに対する照査は、アスファルト混合物の温度応力によるひび割れに対する照査により行うものとする。</p> <p>(2) アスファルト混合物層の温度ひび割れに対する照査においては、アスファルト混合物の限界引張強度 F_{cr} の設計温度応力 σ_{fb} に対する比に材料係数 γ_m、重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確認するものとする。</p> $\gamma_m \cdot \gamma_i \cdot \sigma_{fb} / F_{cr} \leq 1.0$ <p>(3) II-2.5に基づき疲労ひび割れの照査を行う場合、又は、多くの経験により温度ひび割れに対する安全性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、温度ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 寒冷地のアスファルト舗装において、舗設方向にほぼ直角方向に発生するひび割れを低温ひび割れと称する。アスファルト混合物は温度が低下すると収縮する性質があり、路盤との摩擦などにより収縮変形を拘束された状態であるため、温度低下に伴って収縮方向の温度応力とそれに伴うひずみが発生する。この温度応力又は引張ひずみが混合物が保持している限界の応力又はひずみを超えたときに低温ひび割れが発生すると考えられる。</p> <p>(2) 低温ひび割れは、特に凍結指数が1,000 (°C・日) 以上の地域や冬期間の最低気温が-20°C以下と低くその時期の温度勾配の大きいところに多発していることから、これら地域に該当</p>	<p>参考文献番号を追加。</p> <p>文末の変更。</p> <p>単位の追加。</p> <p>見出しの変更。</p> <p>文末の変更。</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>下と低くその時期の温度勾配の大きいところに多発していることから、これら地域に該当する場合に、温度ひび割れに対する照査する必要がある。</p> <p>(3) 設計温度応力は、アスファルト混合物の温度と温度応力の関係から求められる破壊時温度応力を用いることができる。</p> <p>(4) II-2.5に基づきアスファルト混合物層の疲労ひび割れに対して照査を行った結果、疲労ひび割れに対する抵抗性を満足する場合は、温度ひび割れに対する抵抗性も満足していると見なすことができる。</p> <p>(5) 「空港土木工事共通仕様書」に記載される品質の材料を用い、かつ、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」に準じて設計された舗装構造は、わが国の空港舗装における経験上、温度ひび割れに対する安全性が確保されることがわかっているため、温度ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。</p> <p>II-2.6.2 アスファルト混合物の引張強度の設定</p> <p>アスファルト混合物の引張強度は、温度や温度変化に応じて適切な方法によって設定するものとする。</p> <p>(1) アスファルト混合物の引張強度は、供用箇所の温度やその変化状況を把握した上で適切な方法で設定する必要がある。</p> <p>II-2.6.3 温度応力の算定</p> <p>温度変化の作用の繰返しにより発生するアスファルト混合物層内の温度応力は、温度やその時間変化率に応じて適切な方法によって算出するものとする。</p> <p>(1) 温度応力σ_Bは一般に次式により算定している。</p> $\sigma_B = E_r(t) \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \dots \dots \dots \text{(式 II-2.3)}$ <p>ここで、 σ_B: 温度応力 $E_r(t)$: アスファルト混合物の変形係数(MPa) α: 線膨張係数(1/°C) ΔT: 低下温度差(°C)</p> <p>(2) 温度降下時に生じる温度応力は、アスファルト混合物の変形係数に依存する。この変形係数は時間と温度の関数として示されるが、低温時における変形係数は$2.0 \sim 2.9 \times 10^4$MPa程度とされている。アスファルト混合物の線膨張係数は、アスファルト混合物の配合やアスファルトの種類により異なるため、実測により求めることが望ましいが、試験によらない場合、$2.0 \sim 3.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$を用いることができる。</p> <p>II-3 走行安全性能の照査</p> <p>II-3.1 一般</p> <p>(1) 舗装は、設計供用期間中、所要の走行安全性能を確保するものとする。 (2) 走行安全性能に対する照査は、すべり、わだち掘れに対して行う必要がある。</p> <p>(1) わだち掘れは、走行荷重の繰返し作用により、主にアスファルト混合物層や路盤、路床が永久変形を生じることによって発生する。</p>	<p>する場合に、温度ひび割れに対する照査する必要がある。</p> <p>(3) 設計温度応力は、アスファルト混合物の温度と温度応力の関係から求められる破壊時温度応力を用いることができる。</p> <p>(4) II-2.5に基づきアスファルト混合物層の疲労ひび割れに対して照査を行った結果、疲労ひび割れに対する抵抗性を満足する場合は、温度ひび割れに対する抵抗性も満足しているとみなすことができる。</p> <p>(5) 「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」に記載される品質の材料を用い、かつ、「付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計」に準じて設計された舗装構造は、わが国の空港舗装における経験上、温度ひび割れに対する安全性が確保されることがわかっているため、温度ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。</p> <p>II-2.6.2 アスファルト混合物の引張強度の設定</p> <p>アスファルト混合物の引張強度は、温度や温度変化に応じて適切な方法によって設定するものとする。</p> <p>(1) アスファルト混合物の引張強度は、供用箇所の温度やその変化状況を把握した上で適切な方法で設定する必要がある。</p> <p>II-2.6.3 温度応力の算定</p> <p>温度変化の作用の繰返しにより発生するアスファルト混合物層内の温度応力は、温度やその時間変化率に応じて適切な方法によって算出するものとする。</p> <p>(1) 温度応力σ_Bは、一般に次式により算定している。</p> $\sigma_B = E_r(t) \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \dots \dots \dots \text{(式 II-2.4)}$ <p>ここで、 σ_B : 温度応力 (MPa) $E_r(t)$: アスファルト混合物の変形係数 (MPa) α : 線膨張係数 (1/°C) ΔT : 低下温度差 (°C)</p> <p>(2) 温度降下時に生じる温度応力は、アスファルト混合物の変形係数に依存する。この変形係数は時間と温度の関数として示されるが、低温時における変形係数は$2.0 \sim 2.9 \times 10^4$MPa程度とされている。アスファルト混合物の線膨張係数は、アスファルト混合物の配合やアスファルトの種類により異なるため、実測により求めることが望ましいが、試験によらない場合、$2.0 \sim 3.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$を用いることができる。</p> <p>II-3 走行安全性能の照査</p> <p>II-3.1 総則</p> <p>(1) 舗装は、設計供用期間中、所要の走行安全性能を確保するものとする。 (2) 走行安全性能に対する照査は、すべり、わだち掘れに対して行うものとする。</p> <p>(1) わだち掘れは、走行荷重の繰返し作用により、主にアスファルト混合物層や路盤、路床が永久変形を生じることによって発生する。</p>	<p>文章の修正。</p> <p>参考文献番号を追加。</p> <p>単位の追加</p> <p>見出しの変更。</p> <p>文末の変更。</p>

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

II-3.2 すべりに対する照査

- (1) アスファルト舗装は、設計供用期間中、所要のすべり抵抗性を確保するものとする。
- (2) アスファルト舗装のすべり抵抗性は適切な方法により照査するものとする。
- (3) 多くの経験によりすべり抵抗性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、すべり抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) アスファルト舗装のすべり抵抗性は舗装表面の摩擦係数と密接に関係しており、この摩擦係数は表層の使用材料、表面のテクスチャ、排水状況によって影響される。
- (2) 多くの経験によりすべりに対する安全性が十分確保されることがわかっており、すべり抵抗性を満足するとみなすことができるのは次のいずれかの場合である。
 - (i) 滑走路を除く施設においては、表層に「**空港土木工事共通仕様書**」に記載される品質の材料を用いている場合
 - (ii) 滑走路においては、(i)に加えて適切なグルーピングが設置されている場合
 - (iii) 小型機のみが就航する空港の場合
- (3) グルーピングは以下を参照にして設置してよい。
 - (i) グルーピングの形状
 - グルーピングの形状は一般に**図 II-3.1**に示すとおりとしている

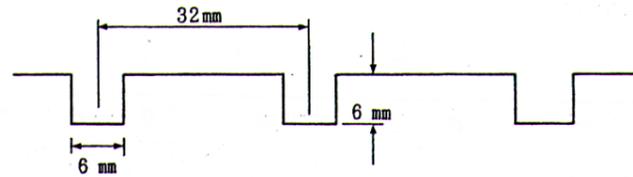


図 II-3.1 グルーピング形状

- (ii) グルーピング施設と範囲
 - ・ グルーピングの施工範囲は、一般には**図 II-3.2**に示すとおりとしている。
 - ・ 滑走路端付近にターニングパッドが設けられている場合でも、グルーピングの施工幅は一般に上記の施工幅と同じとしている。
 - ・ **寒冷地域および準寒冷地域**におけるグルーピングの施工幅は、グルーピング部より側方へ流出する雪氷の融解水等が滞留した際に気温低下が生じると、それが氷結し氷盤を形成することがあるので、滑走路全幅にわたって施工することが望ましい。
 - ・ **寒冷地域および準寒冷地域**においては、誘導路におけるグルーピング設置による融雪及び融氷効果が確認されていることから、必要に応じて**高速脱出誘導路および取付誘導路、平行誘導路ならびにターニングパッド**にもグルーピングを施工することが望ましい。また、グルーピングの施工範囲は滑走路と同様に全幅にわたって設置することが望ましい。
 - ・ グルーピングの施工が航空機運航の安全性の向上に寄与することが確認されていることから、小型機用の滑走路においても施工することが望ましい。
 - ・ 照明灯器**および**配線溝が事前に設置されている場合には、灯器**および**電線を破損しないようにするため、その部分にはグルーピングを施工しない。

II-3.2 すべりに対する照査

- (1) アスファルト舗装は、設計供用期間中、所要のすべり抵抗性を確保するものとする。
- (2) アスファルト舗装のすべり抵抗性は適切な方法により照査するものとする。
- (3) 多くの経験により、すべり抵抗性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、すべり抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) アスファルト舗装のすべり抵抗性は、舗装表面の摩擦係数と密接に関係しており、この摩擦係数は、表層の使用材料、表面のテクスチャ、排水状況によって影響される。
- (2) 多くの経験により、すべりに対する安全性が十分確保されることがわかっており、すべり抵抗性を満足するとみなすことができるのは次のいずれかの場合である。
 - (i) 滑走路を除く施設においては、表層に「**空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾**」に記載される品質の材料を用いている場合
 - (ii) 滑走路においては、(i)に加えて適切なグルーピングが設置されている場合
 - (iii) 小型機のみが就航する空港の場合
- (3) グルーピングは以下を参照にして設置してよい。
 - (i) グルーピングの形状
 - グルーピングの形状は、一般に**図 II-3.1**に示すとおりとしている。

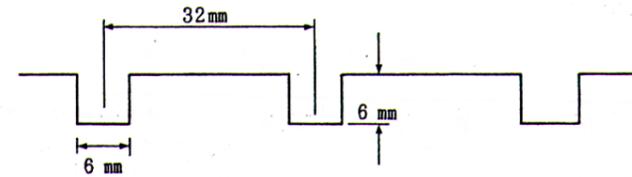


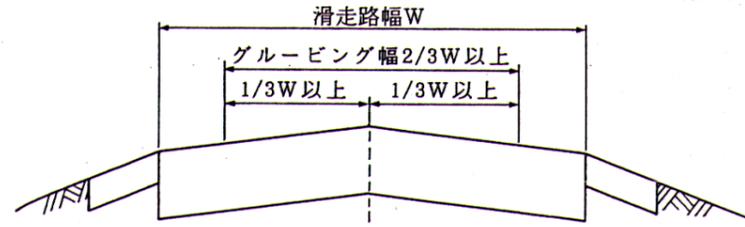
図 II-3.1 グルーピング形状

- (ii) グルーピング施設と範囲
 - ・ グルーピングの施工範囲は、一般には**図 II-3.2**に示すとおりとしている。
 - ・ 滑走路端付近にターニングパッドが設けられている場合でも、グルーピングの施工幅は一般に上記の施工幅と同じとしている。
 - ・ **積雪地域**におけるグルーピングの施工幅は、グルーピング部より側方へ流出する雪氷の融解水等が滞留した際に気温低下が生じると、それが氷結し氷盤を形成することがあるので、滑走路全幅にわたって施工することが望ましい。
 - ・ **積雪地域**においては、誘導路におけるグルーピング設置による融雪及び融氷効果が確認されていることから、必要に応じて**高速離脱誘導路及び取付誘導路、平行誘導路並びにターニングパッド**にもグルーピングを施工することが望ましい。また、グルーピングの施工範囲は滑走路と同様に全幅にわたって設置することが望ましい。
 - ・ グルーピングの施工が航空機運航の安全性の向上に寄与することが確認されていることから、小型機用の滑走路においても施工することが望ましい。
 - ・ 照明灯器**及び**配線溝が事前に設置されている場合には、灯器**及び**電線を破損しないようにするため、その部分にはグルーピングを施工しない。

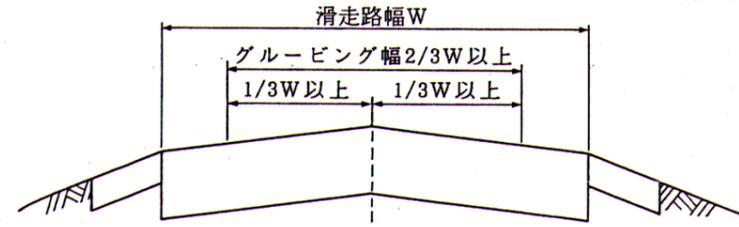
参考文献番号を追加。

用語の変更。

用語の変更。
用語の変更。



図Ⅱ-3.2 一般的なグルーピング施工範囲



図Ⅱ-3.2 一般的なグルーピング施工範囲

Ⅱ-3.3 アスファルト舗装のわだち掘れに対する照査

Ⅱ-3.3.1 一般

- (1) アスファルト舗装のわだち掘れに対する照査は、アスファルト混合物層および路床・路盤の永久変形量とアスファルト混合物のすり減り量に対する照査により行うものとする。
- (2) わだち掘れに対する照査においては、設計わだち掘れ量 D_d のわだち掘れ量の設計限界値 D_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを**確かめる必要がある**。
 $\gamma_i \cdot D_d / D_{dl} \leq 1.0$
- (3) わだち掘れ量の設計限界値 D_{dl} は、わだち掘れ量の限界値 D_l を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。
 $D_{dl} = D_l / \gamma_b$
- (4) 設計わだち掘れ量 D_d は、適切な方法により算定されたアスファルト混合物層の永久変形量 δ_a 、路盤の永久変形量 δ_b 、路床の永久変形量 δ_c とアスファルト混合物のすり減り量 d の総和に構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。
 $D_d = \gamma_a \cdot (\delta_a + \delta_b + \delta_c + d)$
- (5) 多くの経験によりわだち掘れ量が小さいことがわかっている舗装構造とする場合には、わだち掘れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) アスファルト舗装は、交通荷重が繰り返し作用することにより舗装の各層に永久変形が生じる。したがって、アスファルト舗装のわだち掘れに対する検討は、アスファルト混合物層および路床、路盤の永久変形量とアスファルト混合物のすり減り量に対して行うこととした。
- (2) Ⅱ-2に基づき荷重支持性能に対して照査を行った結果、荷重支持性能を満足する場合は、わが国の空港舗装における経験上、わだち掘れ量は小さいことがわかっているため、わだち掘れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。
- (3) 「**空港土木工事共通仕様書**」に記載される品質の材料を用い、かつ、「**付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計**」に準じて設計された舗装構造とする場合は、わが国の空港舗装における経験上、わだち掘れ量は小さいことがわかっているため、わだち掘れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

Ⅱ-3.3.2 わだち掘れ量の設計限界値

わだち掘れ量の設計限界値は、対象とする施設とその重要度、交通条件、気象条件などを検討して設定するものとする。

- (1) わだち掘れ量の設計限界値は、**表Ⅱ-3.1**を用いることができる。

Ⅱ-3.3 アスファルト舗装のわだち掘れに対する照査

- (1) アスファルト舗装のわだち掘れに対する照査は、アスファルト混合物層**及び**路床・路盤の永久変形量とアスファルト混合物のすり減り量に対する照査により行うものとする。
- (2) わだち掘れに対する照査においては、設計わだち掘れ量 D_d のわだち掘れ量の設計限界値 D_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを**確認するものとする**。
 $\gamma_i \cdot D_d / D_{dl} \leq 1.0$
- (3) わだち掘れ量の設計限界値 D_{dl} は、わだち掘れ量の限界値 D_l を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。
 $D_{dl} = D_l / \gamma_b$
- (4) 設計わだち掘れ量 D_d は、適切な方法により算定されたアスファルト混合物層の永久変形量 δ_a 、路盤の永久変形量 δ_b 、路床の永久変形量 δ_c とアスファルト混合物のすり減り量 d の総和に構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。
 $D_d = \gamma_a \cdot (\delta_a + \delta_b + \delta_c + d)$
- (5) 多くの経験により、わだち掘れ量が小さいことがわかっている舗装構造とする場合には、わだち掘れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) アスファルト舗装は、交通荷重が繰り返し作用することにより舗装の各層に永久変形が生じる。したがって、アスファルト舗装のわだち掘れに対する検討は、アスファルト混合物層、路床**及び**路盤の永久変形量とアスファルト混合物のすり減り量に対して行うこととした。
- (2) Ⅱ-2に基づき荷重支持性能に対して照査を行った結果、荷重支持性能を満足する場合は、わが国の空港舗装における経験上、わだち掘れ量は小さいことがわかっているため、わだち掘れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。
- (3) 「**空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾**」に記載される品質の材料を用い、かつ、「**付録-7：経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計**」に準じて設計された舗装構造とする場合は、わが国の空港舗装における経験上、わだち掘れ量は小さいことがわかっているため、わだち掘れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

見出しの削除。

文末の変更。

参考文献番号を追加。

計算方法の実用性が乏しいため削除。

表Ⅱ-3.1 わだち掘れ量の設計限界値の例^{設計-19)}

施設	わだち掘れ量の限界値
滑走路	30mm
誘導路	46mm
エプロン	53mm

Ⅱ-3.3.3 アスファルト混合物層の永久変形量の算定

アスファルト混合物層の永久変形量 δ_a は適切な方法により算出するものとする。

- (1) アスファルト混合物層の永久変形量は、(式Ⅱ-3.1)に示すように、アスファルト混合物層に生じる永久ひずみに層厚を乗じた値で求めることができる。

$$\delta_a = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{ai} \cdot h_{ai} \quad \dots\dots\dots \text{(式Ⅱ-3.1)}$$

ここで、

- δ_a : アスファルト混合物層の永久変形量
- ε_{ai} : アスファルト混合物*i*層の圧縮永久ひずみ
- h_{ai} : アスファルト混合物*i*層の層厚

この考え方に基づくアスファルト混合物層の永久変形量を算定する方法として、アスファルト混合物の荷重時間と温度条件を考慮したクリープ特性と多層弾性理論によるアスファルト混合物層の弾性圧縮変位量(アスファルト混合物層の上面と下面の変位)と解析から(式Ⅱ-3.2)を用いて行うものがある。

$$\delta_a = \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{mix,D}}{S_{mix,\eta}} \right)_i \cdot w_{ai} \quad \dots\dots\dots \text{(式Ⅱ-3.2)}$$

ここで、

- δ_a : アスファルト混合物層の永久変形量(mm)
- $S_{mix,D}$: 交通荷重走行時(短時間荷重)におけるアスファルト混合物の変形係数(MPa)
- $S_{mix,\eta}$: 交通履歴を考慮したアスファルト混合物の変形係数(MPa)
- w_{ai} : 短時間荷重におけるアスファルト混合物*i*層の弾性圧縮変位量(mm)

- (2) アスファルト混合物の変形係数は、**1-3 設計用値**を参照して荷重時間、温度に応じて適切に設定する必要がある。

Ⅱ-3.3.4 路床・路盤の永久変形量の算定

路床・路盤の永久変形量は適切な方法により算出するものとする。

- (1) 路盤の永久変形量は、(式Ⅱ-3.3)に示すように、路盤に生じる永久ひずみに層厚を乗じた値で求めることができる。

$$\delta_b = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{bi} \cdot h_{bi} \quad \dots\dots\dots \text{(式Ⅱ-3.3)}$$

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
--------------	-------------------	----

ここで、
 δ_b : 路盤の永久変形量
 ϵ_{bi} : 路盤*i*層の圧縮永久ひずみ
 h_{bi} : 路盤*i*層の層厚

この考え方に基づいて、路盤の永久変形量を算定する場合には、載荷回数と路盤の永久変形量の関係を実験などによって求める必要がある。

(2) 路床の永久変形量を算定する方法として、次式を参考にすることができる。

$$\delta_s = w_s \times N^{0.25} \dots\dots\dots \text{(式II-3.4)}$$

ここで、
 δ_s : 路床の永久変形量
 w_s : 短時間載荷における路床上面の圧縮変形量
 N : 標準輪重換算輪数

II-3.3.5 アスファルト混合物のすり減り量の算定
アスファルト混合物のすり減り量は、適切な方法により評価するものとする。

(1) アスファルト混合物のすり減り量は、使用材料や配合と交通量に影響される。すり減り量の算定にあたっては、ラベリング試験などによる摩耗量と実測摩耗量との関係データをもとに行うことが望ましい。

II-4 表層の耐久性能の照査
II-4.1 一般

(1) アスファルト舗装が設計供用期間中、所要の表層の耐久性能を保持することを適切な方法により照査するものとする。

(2) アスファルト舗装の表層の耐久性能の照査は、アスファルトの気象劣化やアスファルト混合物の剥離、骨材飛散および層間剥離に対して行うものとする。

(3) 多くの経験により耐久性能が確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、気象劣化や剥離、骨材飛散および層間剥離に対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

(1) アスファルト舗装は、一定期間十分な耐久性能や使用性を発揮するように交通条件、自然条件および使用材料を基に設計され、十分に管理されていても、繰返し荷重や気象条件などの履歴を受け、舗装の供用とともにその破損も同時に進行する。

(2) 「空港土木工事共通仕様書」に記載される品質の材料を用いる場合には、気象劣化、剥離、骨材飛散および層間剥離に対する抵抗性を満足しているとみなすことができる。

II-4.2 気象劣化に対する照査
アスファルト混合物中のアスファルトは、時間とともに紫外線および酸化などにより化学組成の変化や硬さの増大などを生じ、舗装用アスファルトとしての性状が劣化する。その低下度合いを照査するために適切な方法によって評価するものとする。

(1) 気象劣化を照査する方法として、加圧劣化容器（PAV, Pressure Aging Vessel）を用いた舗装用バインダの促進劣化試験、回収アスファルトの組成成分や物理性状の変化および赤外線吸収スペクトル分析などがある。

II-4 表層の耐久性能の照査
II-4.1 総則

(1) アスファルト舗装が設計供用期間中、所要の表層の耐久性能を保持することを適切な方法により照査するものとする。

(2) アスファルト舗装の表層の耐久性能の照査は、アスファルトの気象劣化やアスファルト混合物の剥離、骨材飛散及び層間剥離に対して行うものとする。

(3) 多くの経験により、耐久性能が確保されていることがわかっている舗装構造、舗装材料とする場合には、気象劣化や剥離、骨材飛散及び層間剥離に対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

(1) アスファルト舗装は、一定期間十分な耐久性能や使用性を発揮するように交通条件、自然条件及び使用材料を基に設計され、十分に管理されていても、繰返し荷重や気象条件などの履歴を受け、舗装の供用とともにその破損も同時に進行する。

(2) 「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」に記載される品質の材料を用いる場合には、気象劣化、剥離、骨材飛散及び層間剥離に対する抵抗性を満足しているとみなすことができる。

II-4.2 気象劣化に対する照査
アスファルト混合物中のアスファルトは、時間とともに紫外線及び酸化などにより化学組成の変化や硬さの増大などを生じ、舗装用アスファルトとしての性状が劣化する。その低下度合いを照査するために適切な方法によって評価するものとする。

(1) 気象劣化を照査する方法として、加圧劣化容器（PAV, Pressure Aging Vessel）を用いた舗装用バインダの促進劣化試験、回収アスファルトの組成成分や物理性状の変化及び赤外線吸収スペクトル分析などがある。

見出しの変更。

「舗装材料」を追加。

参考文献番号を追加。

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>II-4.3 アスファルト混合物の剥離に対する照査</p> <p>アスファルト混合物の剥離によって、アスファルト舗装の耐久性能が損なわれないよう、適切な方法によって評価するものとする。</p> <p>(1) 骨材は、一般にアスファルトより水に対する親和力が大きいので、アスファルト混合物に水が接すると、水はアスファルト被膜と骨材の間に徐々に浸透し、アスファルトは骨材表面から剥れてしまう。剥離が進行するとひび割れやポットホールといった破損につながる。</p> <p>(2) 剥離の度合いを照査する方法としては、粗骨材の剥離抵抗性試験や水浸ホイールトラッキング試験などがある。</p> <p>II-4.4 アスファルト混合物の骨材飛散に対する照査</p> <p>アスファルト混合物の骨材飛散によって、アスファルト舗装の耐久性能が損なわれないよう、適切な方法によって評価するものとする。</p> <p>(1) 空隙率が高く、骨材同士の接点が少ない開粒度混合物などは、水平せん断力などに対して骨材飛散がみられる場合がある。アスファルトの骨材把握の性能照査としては、カンタプロ試験や改良したホイールトラッキング試験ですえきり抵抗性を評価する方法などがある。</p> <p>II-4.5 アスファルト混合物層の層間剥離に対する照査</p> <p>(1) 舗装表面に作用する水平力に対して、アスファルト混合物層の層間剥離が生じることがないことを適切な方法によって評価するものとする。</p> <p>(2) アスファルト混合物の層間剥離に対する照査においては、層間せん断力τの層間せん断強度F_{cr}に対する比に材料係数γ_m、重要度係数γ_iを乗じた値が1.0以下であることを確かめる必要がある。</p> $\gamma_m \cdot \gamma_i \cdot \tau / F_{cr} \leq 1.0$ <p>(1) アスファルト舗装表面には、離陸開始時、着陸停止時において水平力が作用し、アスファルト混合物層の層間剥離が懸念される。層間剥離が生じるとアスファルト混合物層下面の引張ひずみが増加し、層間剥離がないときに比べて疲労耐久性が低下することになる。そこで、水平荷重による層間剥離に対する照査を行うこととした。</p> <p>(2) 舗装表面に作用する水平荷重は、航空機メーカーが示しているAirplane Characteristicsを参照して設定することができる。</p> <p>(3) アスファルト混合物層間に生じるせん断力は、I-5 構造解析を参照して算定することができる。</p> <p>(4) 層間せん断強度は、温度、载荷時間を適切に設定したせん断試験によって求めることができる。</p> <p>II-4.6 アスファルト混合物に関する細目</p> <p>空港のアスファルト舗装に使用するアスファルト混合物は、破損した場合に空港運用に及ぼす影響が非常に大きいこと等の空港の特殊性から、経済性や耐久性のみならず、施工性や安全性も含め総合的に検討し選定するものとする。</p> <p>(1) 表層のアスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径については、設計航空機荷重区分がLA-3 以上の場合（ショルダー・過走帯の舗装を除く）、耐流動性の観点から20mm以上が望ましい。</p> <p>(2) 施工上の最小厚は、表層の場合、アスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径の2.5倍以上、基層の場合、1.5 倍以上とすることを標準とする。そのため、表層に最大粒径20mmの骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が5cm、表層に最大粒径13mmの</p>	<p>II-4.3 アスファルト混合物の剥離に対する照査</p> <p>アスファルト混合物の剥離によって、アスファルト舗装の耐久性能が損なわれないよう、適切な方法によって評価するものとする。</p> <p>(1) 骨材は、一般にアスファルトより水に対する親和力が大きいので、アスファルト混合物に水が接すると、水はアスファルト被膜と骨材の間に徐々に浸透し、アスファルトは骨材表面から剥れてしまう。剥離が進行するとひび割れやポットホールといった破損につながる。</p> <p>(2) 剥離の度合いを照査する方法としては、粗骨材の剥離抵抗性試験や水浸ホイールトラッキング試験、修正ロットマン試験などがある。</p> <p>II-4.4 アスファルト混合物の骨材飛散に対する照査</p> <p>アスファルト混合物の骨材飛散によって、アスファルト舗装の耐久性能が損なわれないよう、適切な方法によって評価するものとする。</p> <p>(1) 空隙率が高く、骨材同士の接点が少ない開粒度混合物などは、水平せん断力などに対して骨材飛散がみられる場合がある。アスファルトの骨材把握の性能照査としては、カンタプロ試験や改良したホイールトラッキング試験ですえきり抵抗性を評価する方法などがある。</p> <p>II-4.5 アスファルト混合物層の層間剥離に対する照査</p> <p>舗装表面に作用する水平力に対して、アスファルト混合物層の層間剥離が生じることがないことを適切な方法によって評価するものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装表面には、離陸開始時、着陸停止時において水平力が作用し、アスファルト混合物層の層間剥離が懸念される。層間剥離が生じるとアスファルト混合物層下面の引張ひずみが増加し、層間剥離がないときに比べて疲労耐久性が低下することになる。</p> <p>II-4.6 アスファルト混合物に関する細目</p> <p>空港のアスファルト舗装に使用するアスファルト混合物は、破損した場合に空港運用に及ぼす影響が非常に大きいこと等の空港の特殊性から、経済性や耐久性のみならず、施工性や安全性も含め総合的に検討し選定するものとする。</p> <p>(1) 表層のアスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径については、設計航空機荷重区分がLA-3 以上の場合（ショルダー・過走帯の舗装を除く）、耐流動性の観点から20mm以上が望ましい。</p> <p>(2) 施工上の最小厚は、表層の場合、アスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径の2.5倍以上、基層の場合、2.0倍以上とすることを標準とする。そのため、表層に最大粒径20mmの骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が5cm、表層に最大粒径13mmの</p>	<p>「修正ロットマン試験」を追加。</p> <p>計算方法の実用性が乏しいため削除。</p> <p>計算方法の実用性が乏しいため削除。</p> <p>施工性を考慮し、研究成果に基づく改訂。</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が4cmとなる。</p> <p>(3) 表層施工厚が 8cmを超える場合には、基層を設けることができる。また、表層、基層の施工については、薄い層の施工を避け、1 層の施工厚を厚くし、施工層数および境界面を少なくすることに留意する必要がある。</p> <p>(4) 航空機の制動時ならびに曲線部の走行時には、舗装表面に水平荷重が加わることとなる。舗装表面に水平荷重が加わる区域においては、不十分な層間付着や舗装体内への水分の浸入等の複合的な要因により、層間あるいは混合物層内部で剥離が生じ、舗装の破壊に至ることがある。このため、既設舗装表面の清掃、タックコートの養生、表層・基層の厚層化および材料等について十分に検討し、適切な対応を行う必要がある。</p> <p>(5) 再生アスファルト混合物については、基層と上・下層路盤に適用することができるが、一般に基層においては、再生材混合率は40%を上限としている（十分な検討をした上でこれ以上の再生材混合率によることも可能である）。特に再生材を基層に使用する場合は、新材の基層に関するマーシャル試験に対する基準値を満足することに加え、水浸ホイールトラッキング試験（水浸条件は「舗装調査・試験法便覧^{設計2)}：水浸ホイールトラッキング試験方法」における「上面からの水の浸透を対象にした場合」）による剥離面積率が5%以下であるアスファルト混合物を使用するものとする。</p> <p>(6) 夜間の施工においては、アスファルト混合物との付着性が高く、作業車両のタイヤへの付着抑制効果がある改質系アスファルト乳剤PKM-T（日本アスファルト協会規格JEAAS-2011）を使用することを原則とする。昼間の施工においてもPKM-Tを使用することが望ましい。</p> <p>(7) 工事後にグルーピングを施工する場合には、表層のアスファルト混合物を施工してから2ヶ月以上経過した後に行う必要がある。ただし、表層に改質アスファルト混合物を用いる場合には、施工してから1ヶ月以上経過した後にグルーピングを施工することができる。</p> <p>(8) 既存施設の破損状況等から、わだち掘れ、グルーピングの変形、ポットホール、剥離等が懸念される滑走路、誘導路、エプロン及びGSE 通行帯の新設工事では、施設の長寿命化等を目的として、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の表層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p> <p>(9) 舗装内部に滞水した水により、基層アスファルト混合物の骨材とアスファルトの剥離が促進され粒状化する場合があります。ポットホール等の局所突発的な破損が多発する原因となる。既存施設の破損状況等から、このような破損が懸念される滑走路、誘導路、エプロン及びGSE通行帯の新設工事では、施設の長寿命化等を目的として、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の基層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p>	<p>骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が4cmとなる。</p> <p>(3) 表層施工厚が 8cmを超える場合には、基層を設けることができる。また、表層、基層の施工については、薄い層の施工を避け、1 層の施工厚を厚くし、施工層数及び境界面を少なくすることに留意する必要がある。</p> <p>(4) 航空機の制動時並びに曲線部の走行時には、舗装表面に水平荷重が加わることとなる。舗装表面に水平荷重が加わる区域においては、不十分な層間付着や舗装体内への水分の浸入等の複合的な要因により、層間あるいは混合物層内部で剥離が生じ、舗装の破壊に至ることがある。このため、既設舗装表面の清掃、タックコートの養生、表層・基層の厚層化及び材料等について十分に検討し、適切な対応を行う必要がある。</p> <p>(5) 再生アスファルト混合物については、基本施設では、基層と上・下層路盤に適用することができるが、基本施設の基層においては、再生材混合率の上限は40%を標準とする⁵⁸⁾（十分な検討をした上でこれ以上の再生材混合率によることも可能である）。特に再生材を基本施設の基層に使用する場合は、新材の基層に関するマーシャル試験に対する基準値を満足することに加え、水浸ホイールトラッキング試験（水浸条件は「舗装調査・試験法便覧²⁾：水浸ホイールトラッキング試験方法」における「上面からの水の浸透を対象にした場合」）による剥離面積率が5%以下であるアスファルト混合物を使用することを標準とする。</p> <p>(6) 夜間の施工においては、アスファルト混合物との付着性が高く、作業車両のタイヤへの付着抑制効果がある改質アスファルト乳剤PKM-T（日本アスファルト協会規格JEAAS-2011）を使用することを標準とする。昼間の施工においてもPKM-Tを使用することが望ましい。</p> <p>(7) 表層舗設からグルーピングの施工までに一定期間を設けると、その期間中にアスファルト混合物がオイル分の減少により硬化し、施工するグルーピングの変形抵抗性が向上する。このため、工事後にグルーピングを施工する場合には、表層のアスファルト混合物を施工してから2ヶ月以上経過した後に行うことを標準とする。ただし、表層に改質アスファルト混合物を用いる場合には、施工してから7日以上経過した後にグルーピングを施工することができる²⁶⁾。</p> <p>(8) 既存施設の破損状況等から、わだち掘れ、グルーピングの変形、ポットホール、剥離等が懸念される滑走路、誘導路、エプロン及びGSE 通行帯の新設工事では、施設の長寿命化等を目的として、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の表層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p> <p>(9) 舗装内部に滞水した水により、基層アスファルト混合物の骨材とアスファルトの剥離が促進され粒状化する場合があります。ポットホール等の局所突発的な破損が多発する原因となる。既存施設の破損状況等から、このような破損が懸念される滑走路、誘導路、エプロン及びGSE通行帯の新設工事では、施設の長寿命化等を目的として、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の基層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p>	<p>平成 25 年度に共通仕様書が「基本施設の基層」と改訂されているため。 文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文章の修正。 文末の変更。</p> <p>文章の追加。 文末の変更。</p> <p>研究成果に基づく改訂。 参考文献の追加。</p>

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

第Ⅱ編 アスファルト舗装編

Ⅱ-1 アスファルト舗装の補修の考え方

アスファルト舗装の補修においては、既設舗装の荷重支持性能、走行安全性能および表層の耐久性能について、次の手順で調査、評価、補修工法の選定を行うものとする。

(1) アスファルト舗装の性能の調査

路面の調査および構造の調査により、アスファルト舗装の荷重支持性能、走行安全性能および表層の耐久性能を調査するものとする。

(2) 走行安全性能の評価

路面の調査により、走行安全性能を評価し、補修の必要性を判断するものとする。路面の調査としては、路面性状調査およびすべり摩擦係数調査を行うものとする。

(3) 荷重支持性能および表層の耐久性能の評価

構造の調査により、荷重支持性能および表層の耐久性能を評価し、補修規模を判断するものとする。構造の調査としては、非破壊調査、累積疲労度調査および解体調査を行うものとする。

(4) 補修工法の選定

荷重支持性能、走行安全性能および表層の耐久性能に関する評価結果により、これらの性能を回復させるための適切な補修工法を選定し、補修設計を行うものとする。

(1) アスファルト舗装の破損は、その形状により表-2.1に示すように分類することができる。

表-2.1 アスファルト舗装の破損の種類

形状	破損の種類
ひび割れ	ヘアークラック 線状ひび割れ 亀甲状ひび割れ 施工目地の開き リフレクションクラック
変形	わだち掘れ 縦断方向の凹凸 コルゲーション くぼみ
摩耗	ポリッシング はがれ
崩壊	ポットホール 剥離 老化
グルーピング形状	角欠け つぶれ 変形
その他	ブリージング タイヤ跡 きず プリスタリング（表面ぶくれ） ブラスト焼け 噴泥 凍上

第Ⅲ章 アスファルト舗装の補修

Ⅲ-1 総則

アスファルト舗装の補修においては、既設舗装の荷重支持性能、走行安全性能及び表層の耐久性能について、次の手順で調査、評価、補修工法の選定を行うものとする。

(1) アスファルト舗装の性能の調査

路面の調査及び構造の調査により、アスファルト舗装の荷重支持性能、走行安全性能及び表層の耐久性能を調査するものとする。

(2) 走行安全性能の評価

路面の調査により、走行安全性能を評価し、補修の必要性を判断するものとする。路面の調査としては、路面性状調査及びすべり摩擦係数調査を行うものとする。

(3) 荷重支持性能及び表層の耐久性能の評価

構造の調査により、荷重支持性能及び表層の耐久性能を評価し、補修規模を判断するものとする。構造の調査としては、非破壊調査、解体調査を行うものとする。

(4) 補修工法の選定

荷重支持性能、走行安全性能及び表層の耐久性能に関する評価結果により、これらの性能を回復させるための適切な補修工法を選定し、補修設計を行うものとする。

(1) アスファルト舗装の破損は、その形状により表Ⅲ-1.1に示すように分類することができる。

表Ⅲ-1.1 アスファルト舗装の破損の種類

形状	破損の種類
ひび割れ	ヘアークラック、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れ 施工目地の開き、リフレクションクラック
変形	わだち掘れ、縦断方向の凹凸、コルゲーション、くぼみ
摩耗	ポリッシング、はがれ
崩壊	ポットホール、剥離、老化
グルーピング形状	角欠け、つぶれ、変形
その他	ブリージング、タイヤ跡、きず、 プリスタリング（表面ぶくれ）、ブラスト焼け、 噴泥、凍上

見出しの変更。

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

- (2) アスファルト舗装の調査は、路面の調査（路面性状調査およびすべり摩擦係数調査）と構造の調査（非破壊調査、累積疲労度調査および解体調査）に分けることができる
- (3) アスファルト舗装の調査を行う場合には、路面の調査と構造の調査を併用することが望ましい。路面の調査では走行安全性能の評価が可能であり、構造の調査では荷重支持性能および表層の耐久性能を評価することが可能である。
- (4) アスファルト舗装の標準的な補修の考え方を図-2.1に示す。

- (2) アスファルト舗装の調査は、路面の調査（路面性状調査及びすべり摩擦係数調査）と構造の調査（非破壊調査及び解体調査）に分けることができる
- (3) アスファルト舗装の調査を行う場合には、路面の調査と構造の調査を併用することが望ましい。路面の調査では走行安全性能の評価が可能であり、構造の調査では荷重支持性能及び表層の耐久性能を評価することが可能である。
- (4) アスファルト舗装の標準的な補修の考え方を図Ⅲ-1.1に示す。

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

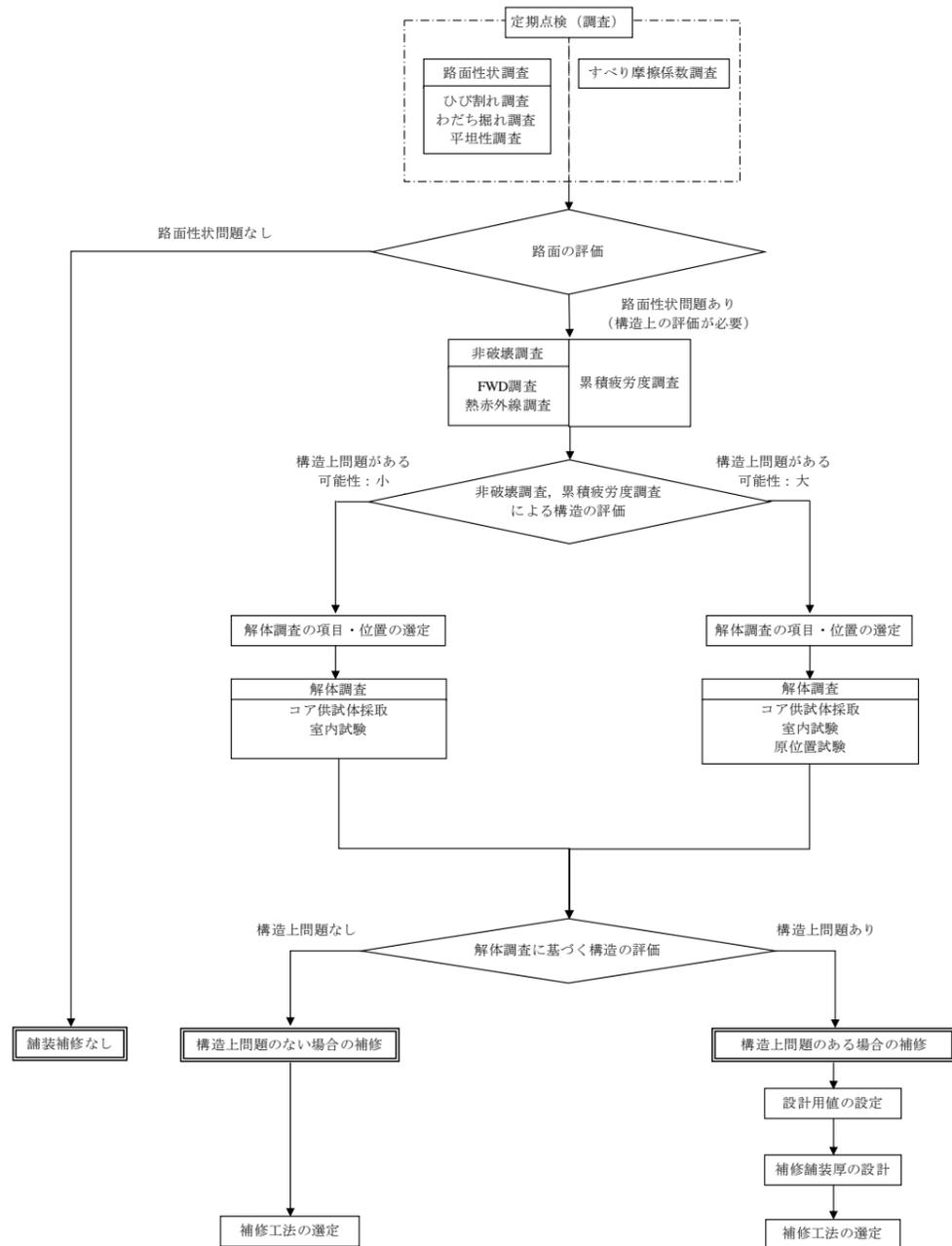
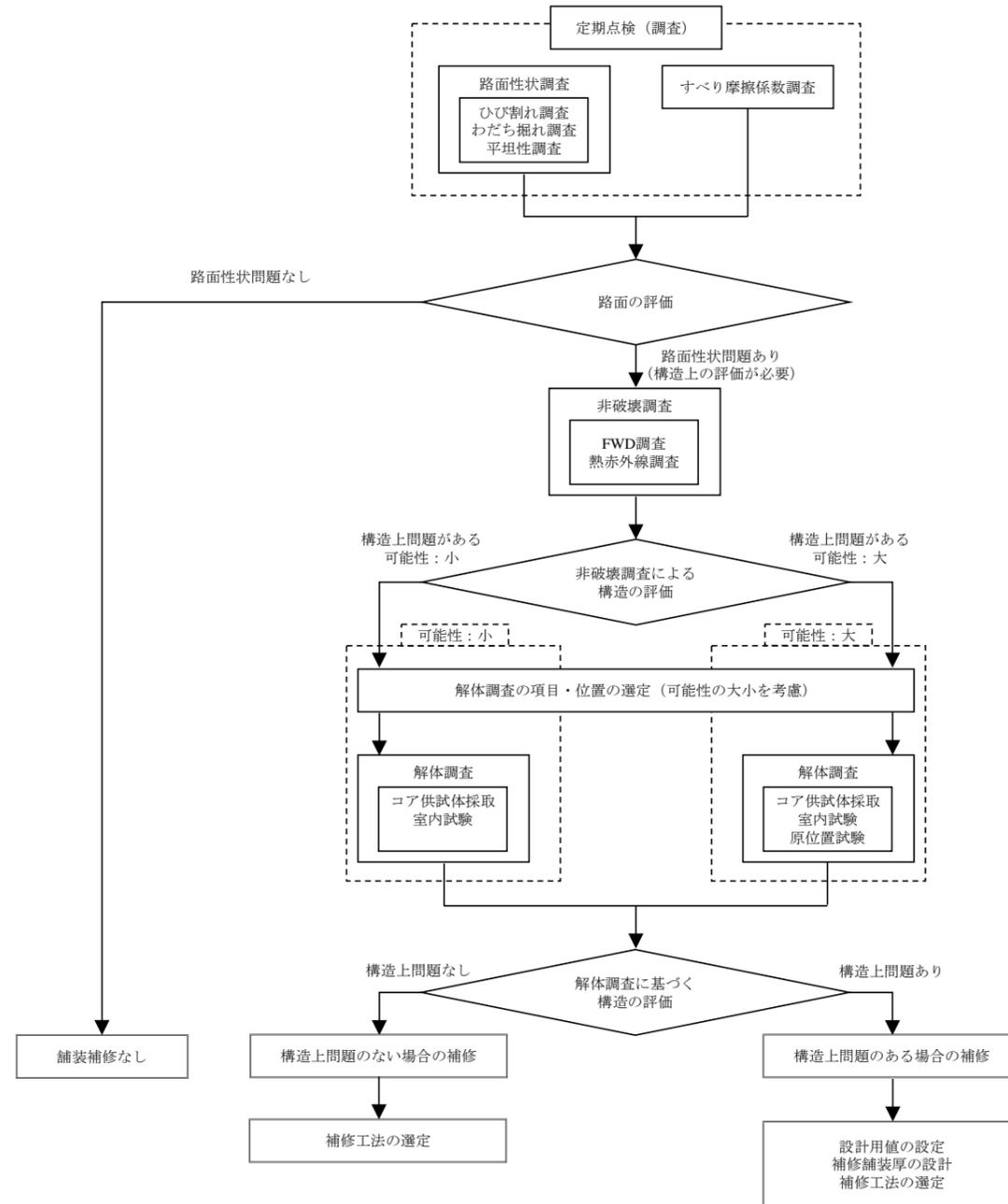


図-2.1 アスファルト舗装の補修の考え方



図Ⅲ-1.1 アスファルト舗装の補修の考え方

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

II-2 アスファルト舗装の調査

II-2.1 総則

- (1) 路面の調査は、路面性状調査およびすべり摩擦係数調査を行うものとする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査、累積疲労度調査および解体調査を行うものとする。

- (1) 路面の調査は、表-2.1に示した舗装の破損の種類すべてについて行うことが望ましいが、調査の効率化のため路面性状調査としてひび割れ調査、わだち掘れ調査および平坦性調査を行うことに加えて、すべり抵抗性の測定を行うすべり摩擦係数調査を行うことを標準とする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査では舗装のたわみおよび層間剥離の有無を調べることで、累積疲労度調査ではアスファルト舗装の荷重支持性能である路床の支持力、アスファルト混合物層の疲労ひび割れについて累積疲労度の算定を行うこと、解体調査では舗装を構成する各層の性状を調べることを標準とする。
- (3) 構造の調査における非破壊調査および累積疲労度調査は、解体調査を実施する位置や規模を選定するために実施する。
- (4) 構造の調査における解体調査は、非破壊調査および累積疲労度調査により構造上の問題が懸念される位置において、その懸念される構造上の問題の程度に応じて、アスファルト混合物の切取りコア供試体採取および室内試験、テストピットの掘削による現場試験、試料採取および室内試験を行い、舗装各層の材質、密度および強度等を評価するために行う。

II-2.2 路面の調査

II-2.2.1 路面性状調査

- (1) ひび割れ調査
ひび割れ調査は、路面のひび割れを連続的に撮影可能な測定機器を使用するものとする。撮影済の画像を解読し、データユニット毎にひび割れ率を算出するものとする。
- (2) わだち掘れ調査
わだち掘れ調査は、横断プロファイル（任意の高さを基準とした横断形状）が測定可能な測定機器を使用するものとする。
- (3) 平坦性調査
平坦性調査は、縦断プロファイル（任意の高さを基準とした縦断形状）が測定可能な測定機器を使用するものとする。航空機の走行頻度が高い位置において、データユニット全長にわたり縦断プロファイルを測定し、縦断プロファイルの測定データから BBI（Boeing Bump Index）を算出するものとする。

- (1) 路面性状調査の実施頻度は、施設の特性や現場条件等を考慮し適切に設定する。なお、平坦性調査で算出する BBI は、一般には、地盤の不同沈下に起因する凹凸により経年変化する値であることから、経年的な地盤沈下が想定される海上埋立部の施設以外では、平坦性調査を省略することができる。
- (2) 路面性状調査を行うデータユニットサイズは、表-2.2を標準とする。データユニットのとり方は、滑走路および誘導路については、センターラインを中心とする。

表-2.2 滑走路・誘導路・エプロンのデータユニットサイズ

就航機材	データユニットサイズ
大型ジェット機が就航する空港	幅 21m×長さ 30m
中小型ジェット機が就航する空港 (DHC-8 シリーズは中小型ジェット機として扱う)	幅 14m×長さ 45m

III-2 アスファルト舗装の調査

III-2.1 総則

- (1) 路面の調査は、路面性状調査及びすべり摩擦係数調査を行うものとする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査及び解体調査を行うものとする。

- (1) 路面の調査は、表III-1.1に示した舗装の破損の種類すべてについて行うことが望ましいが、調査の効率化のため路面性状調査としてひび割れ調査、わだち掘れ調査及び平坦性調査を行うことに加えて、すべり抵抗性の測定を行うすべり摩擦係数調査を行うことを標準とする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査では舗装のたわみ及び層間剥離の有無を調べることで、解体調査では舗装を構成する各層の性状を調べることを標準とする。
- (3) 構造の調査における非破壊調査は、解体調査を実施する位置や規模を選定するために実施する。
- (4) 構造の調査における解体調査は、非破壊調査により構造上の問題が懸念される位置において、その懸念される構造上の問題の程度に応じて、アスファルト混合物の切取りコア供試体採取及び室内試験、テストピットの掘削による現場試験、試料採取及び室内試験を行い、舗装各層の材質、密度及び強度等を評価するために行う。

III-2.2 路面の調査

III-2.2.1 路面性状調査

- (1) ひび割れ調査
ひび割れ調査は、路面のひび割れを連続的に撮影可能な測定機器を使用するものとする。撮影済の画像を解読し、データユニット毎にひび割れ率を算出するものとする。
- (2) わだち掘れ調査
わだち掘れ調査は、横断プロファイル（任意の高さを基準とした横断形状）が測定可能な測定機器を使用するものとする。
- (3) 平坦性調査
平坦性調査は、縦断プロファイル（任意の高さを基準とした縦断形状）が測定可能な測定機器を使用するものとする。航空機の走行頻度が高い位置において、データユニット全長にわたり縦断プロファイルを測定し、縦断プロファイルの測定データから BBI（Boeing Bump Index）を算出するものとする。

- (1) 路面性状調査の実施頻度は、施設の特性や現場条件等を考慮し適切に設定する。なお、平坦性調査で算出する BBI は、一般には、地盤の不同沈下に起因する凹凸により経年変化する値であることから、経年的な地盤沈下が想定される海上埋立部の施設以外では、平坦性調査を省略することができる。
- (2) 路面性状調査を行うデータユニットサイズは、表III-2.1を標準とする。データユニットのとり方は、滑走路及び誘導路については、センターラインを中心とする。

表III-2.1 滑走路・誘導路・エプロンのデータユニットサイズ

就航機材	データユニットサイズ
大型ジェット機が就航する空港	幅 21m×長さ 30m
中小型ジェット機が就航する空港 (DHC-8 シリーズは中小型ジェット機として扱う)	幅 14m×長さ 45m
プロペラ機及び小型機のみが就航する空港	幅 7m×長さ 90m

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

プロペラ機および小型機のみが就航する空港 幅 7m ×長さ 90m

- (3) 路面の調査結果に基づく舗装路面の評価は、データユニットサイズ毎に行うことを標準とする。
- (4) 空港舗装は広い面的な舗装で、大部分の区域はほとんど交通荷重が作用しない。しかし、舗装材料、特に表層材料は、交通荷重が作用しなくても気象作用その他により劣化、または老化してひび割れ等を生じさせるため、気象による劣化等の調査も考慮する必要がある。
- (5) ひび割れ調査
 - (i) アスファルト舗装のひび割れには、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れ、施工目地の開き、リフレクションクラックがある。
 - (ii) ひび割れ率は(式 2.1)により算出する。

$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{\text{ひび割れ面積 (m}^2\text{)}}{\text{単位データユニットの面積 (m}^2\text{)}} \times 100 \quad \dots \dots \text{(式 2.1)}$$

ここに、ひび割れ面積は、亀甲状ひび割れ面積とその他ひび割れ面積の和とし、その他ひび割れ面積は、線状ひび割れ、施工目地の開きおよびリフレクションクラックの長さに0.3mを乗じた面積とする。

- (iii) ひび割れ調査では、路面性状測定車やMMS (Mobile Mapping System) により路面を連続的に撮影するが、表-2.2に示したデータユニットサイズとの関係から、図-2.2のように帯状に撮影するとよい。撮影済の画像解読の際には、現地と撮影画像の位置がずれないように十分に照合を行う必要がある。

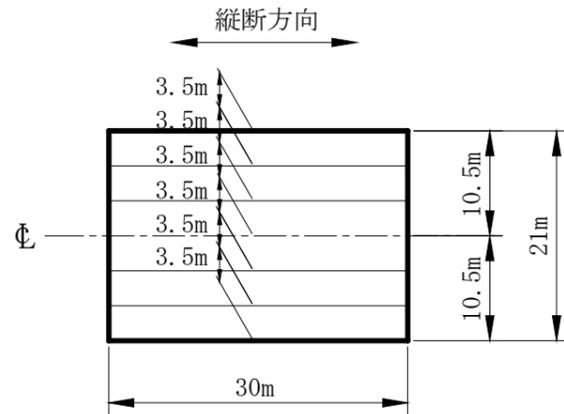


図-2.2 ひび割れ調査の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

- (iv) 路面性状測定車やMMSにより撮影解読可能なひび割れの程度は、幅1mm以上のものである。したがって、目視でひび割れ調査を行う場合は、この幅と整合をとる必要がある。
- (v) ひび割れ率の算出にあたってすでにパッチングによって補修された部分の取り扱い、原則として、ひび割れ面積に含めないこととする。
- (vi) 図-2.3のようなひび割れの実測に対しては、ひび割れ率は次のように算出される。

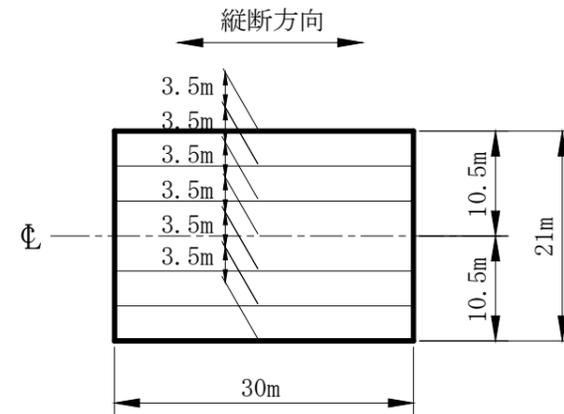
$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{6 \times 2 + (12 + 14 + 5 + 3 + 6.5 + 8 + 4 + 14.5) \times 0.3}{21 \times 30} \times 100 = 5.1\%$$

- (3) 路面の調査結果に基づく舗装路面の評価は、データユニットサイズ毎に行うことを標準とする。
- (4) 空港舗装の特徴は、広く面的な舗装であることから、大部分の区域はほとんど交通荷重が作用しない。しかし、舗装材料、特に表層材料は、交通荷重が作用しなくても気象作用その他により劣化又は老化してひび割れ等を生じさせるため、気象による劣化等の調査も考慮する必要がある。
- (5) ひび割れ調査
 - (i) アスファルト舗装のひび割れには、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れ、施工目地の開き、リフレクションクラックがある。
 - (ii) ひび割れ率は(式III-2.1)により算出する。

$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{\text{ひび割れ面積(m}^2\text{)}}{\text{単位データユニットの面積(m}^2\text{)}} \times 100 \quad \dots \dots \text{(式III-2.1)}$$

ここに、ひび割れ面積は、亀甲状ひび割れ面積とその他ひび割れ面積の和とし、その他ひび割れ面積は、線状ひび割れ、施工目地の開き及びリフレクションクラックの長さに0.3mを乗じた面積とする。

- (iii) ひび割れ調査では、路面性状測定車やMMS (Mobile Mapping System) により路面を連続的に撮影するが、表III-2.1に示したデータユニットサイズとの関係から、図III-2.1のように帯状に撮影するとよい。撮影済の画像解読の際には、現地と撮影画像の位置がずれないように十分に照合を行う必要がある。



図III-2.1 ひび割れ調査の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

- (iv) 路面性状測定車やMMSにより撮影解読可能なひび割れの程度は、幅1mm以上のものである。したがって、目視でひび割れ調査を行う場合は、この幅と整合をとる必要がある。
- (v) ひび割れ率の算出にあたって、すでにパッチングによって補修された部分の扱いは、ひび割れ面積に含めないことを標準とする。
- (vi) 図III-2.2のようなひび割れの実測に対しては、ひび割れ率は次のように算出される。

$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{6 \times 2 + (12 + 14 + 5 + 3 + 6.5 + 8 + 4 + 14.5) \times 0.3}{21 \times 30} \times 100 = 5.1\%$$

文章の修正.

文末の変更.

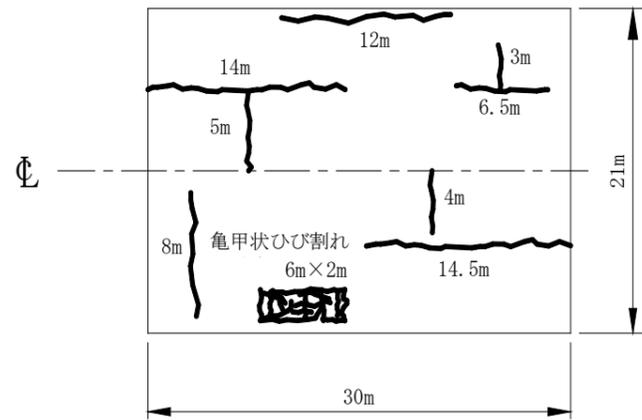


図-2.3 ひび割れの実測の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

(6) わだち掘れ調査

- (i) わだち掘れ量は図-2.4に示すように、わだち掘れ量算出対象範囲内における基準線から路面までの垂線長の最大値で定義される。
- (ii) わだち掘れ量を求めるための基準線を引く際、路面の一部がその基準線よりも高い場合には、新たに基準点を追加し、再度基準線を引き、基準線よりも高い路面がなくなるまで、これを繰り返す。詳細は付録-9に示す。
- (iii) わだち掘れ量算出対象範囲は、データユニットサイズの全幅とする。

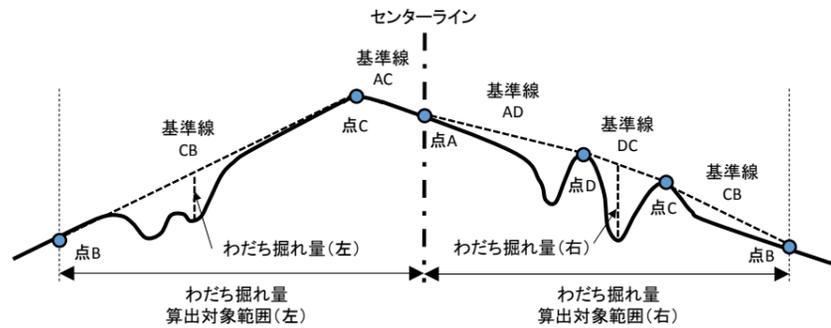


図-2.4 わだち掘れ量の定義

- (iv) わだち掘れ量は図-2.5に示すように各データユニットの中央部で測定する。

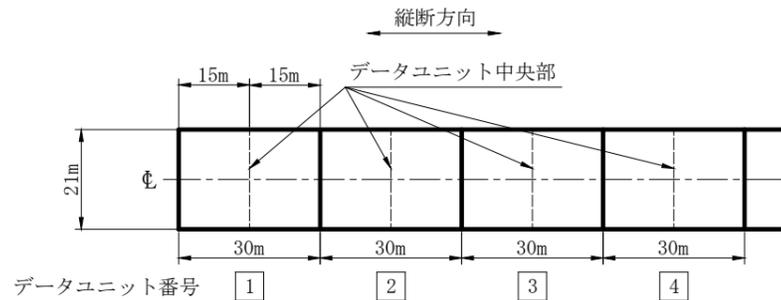
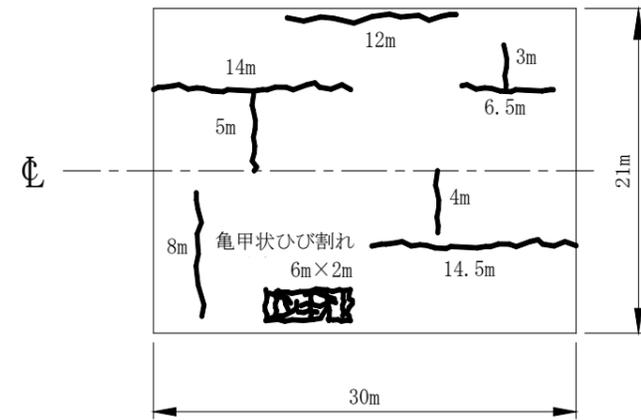


図-2.5 わだち掘れ量の測定位置（大型ジェット機が就航する空港の場合）

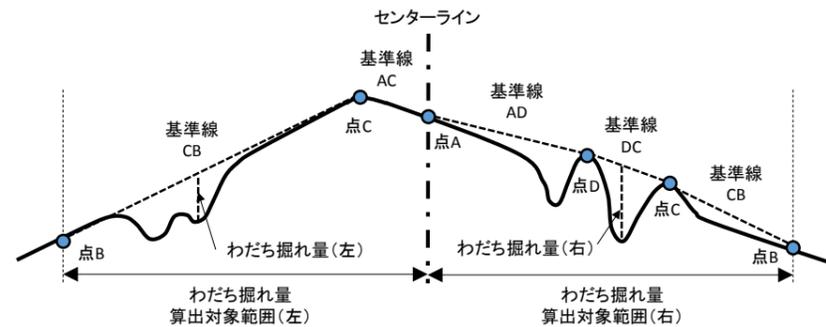
- (v) 空港における路面性状調査で、わだち掘れ量の測定に使用する機器は図-2.6に示すよう



図III-2.2 ひび割れの実測の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

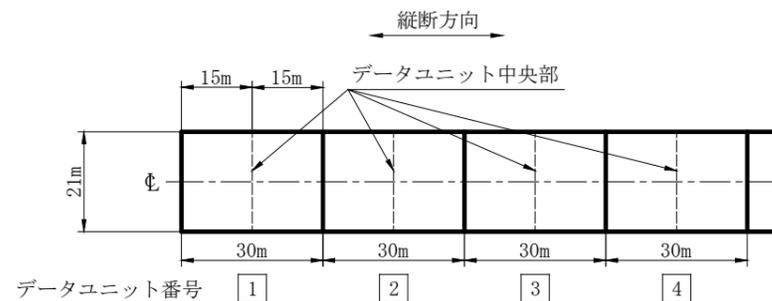
(6) わだち掘れ調査

- (i) わだち掘れ量は、図III-2.3に示すように、わだち掘れ量算出対象範囲内における基準線から路面までの垂線長の最大値で定義される。
- (ii) わだち掘れ量を求めるための基準線を引く際、路面の一部がその基準線よりも高い場合には、新たに基準点を追加し、再度基準線を引き、基準線よりも高い路面がなくなるまで、これを繰り返す。詳細は付録-22に示す。
- (iii) わだち掘れ量算出対象範囲は、データユニットサイズの全幅とする。



図III-2.3 わだち掘れ量の定義

- (iv) わだち掘れ量は、図III-2.4に示すように各データユニットの中央部で測定する。



図III-2.4 わだち掘れ量の測定位置（大型ジェット機が就航する空港の場合）

- (v) 空港における路面性状調査で、わだち掘れ量の測定に使用する機器は、図III-2.5に示す

空港舗装補修要領（現行）

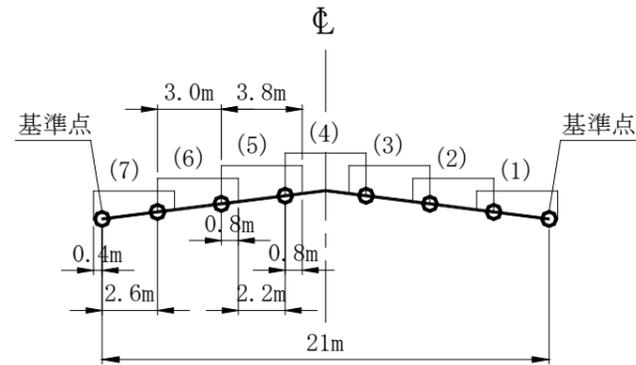
空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

に一般的には、横断プロフィールグラフ、路面性状測定車、MMS、ハンディープロファイラーが使用されている。重ね合わせによりわだち掘れを測定する機器を使用する場合には、測定精度を確保するため重ね合わせ位置で高さの確認を行う必要がある。

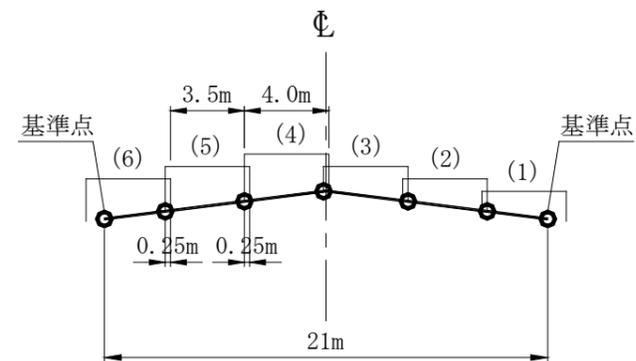
・横断プロフィールグラフ

測定事例：測定可能幅が 3.8m で、0.8m 程度を重ねて測定



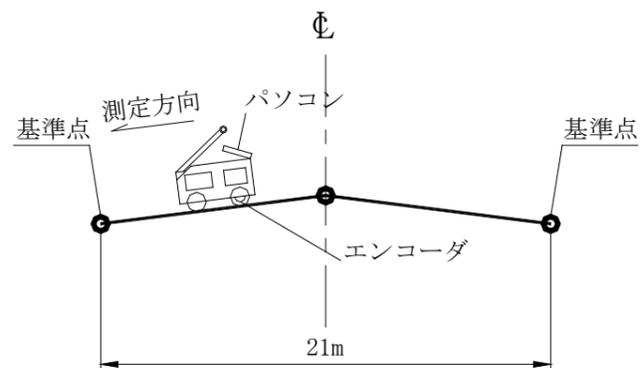
・路面性状測定車、MMS

測定事例：測定可能幅が 4.0m で、0.25m 程度を重ねて測定



・ハンディープロファイラー

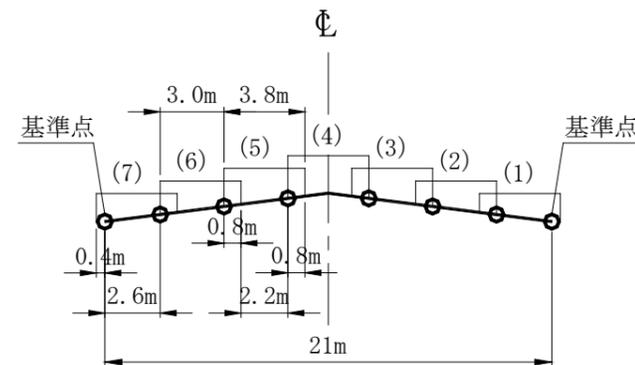
測定事例：データユニット幅を一括測定可能幅で測定



ように一般的には、横断プロフィールグラフ、路面性状測定車、MMS、ハンディープロファイラーが使用されている。重ね合わせによりわだち掘れを測定する機器を使用する場合には、測定精度を確保するため重ね合わせ位置で高さの確認を行う必要がある。

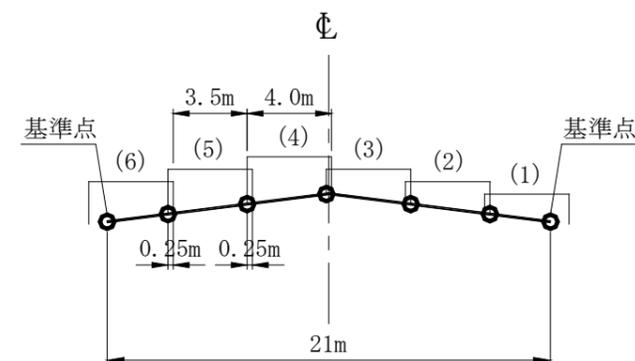
・横断プロフィールグラフ

測定事例：測定可能幅が 3.8m で、0.8m 程度を重ねて測定



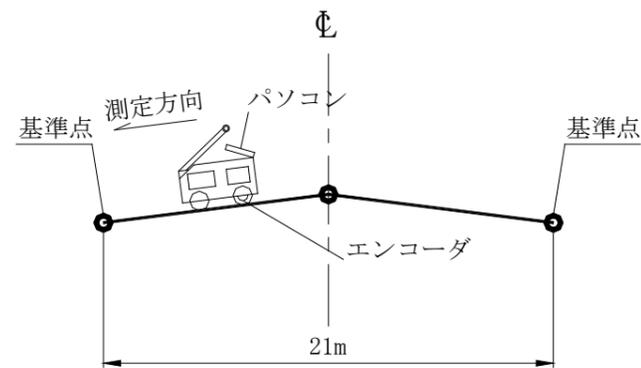
・路面性状測定車、MMS

測定事例：測定可能幅が 4.0m で、0.25m 程度を重ねて測定



・ハンディープロファイラー

測定事例：データユニット幅を一括測定可能幅で測定



空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

※各横断図で、○の位置の高さをレベルにより測定する。

図-2.6 わだち掘れ量の測定機器と測定例

(7) 平坦性調査

(i) 平坦性調査における横断方向の測定位置は表-2.3 に示す位置とする。

表-2.3 滑走路・誘導路・エプロンの平坦性調査における横断方向の測定位置

就航機材	横断方向の測定位置
大型ジェット機が就航する空港	センターから 5.5m
中型ジェット機が就航する空港	センターから 4.8m
小型ジェット機が就航する空港	センターから 2.6m
プロペラ機および小型機のみが就航する空港	センターから主要航空機の主脚間距離の約 1/2 の距離

(注) 滑走路横断方向の測定位置は、取付誘導路側とする。なお、滑走路の両側に取付誘導路がある場合は、使用頻度の多い取付誘導路側とする。

(ii) 平坦性調査では、縦断プロファイルを測定する。縦断プロファイルとは、図-2.7 に示すように、いずれかの地点（通常は滑走路端や誘導路端など）の高さを基準とした基準線からの高さを指す。縦断方向の測定の間隔は 1m 以下を標準とする。

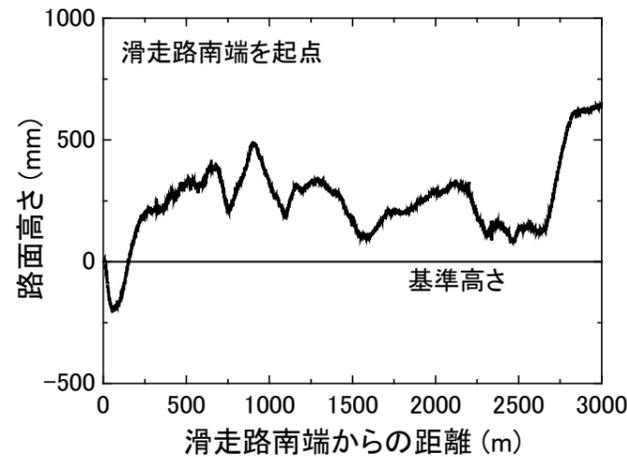


図-2.7 縦断プロファイルの測定事例

(iii) 平坦性調査においては、縦断プロファイルから BBI (Boeing Bump Index) を算出するものとする。BBI は、図-2.8 に示すように 1m ごとに測定された縦断プロファイルデータを用いて基準線長に応じた凹凸高さ及び凹凸長さを算出し、(式 2.2)により算出することができる。詳細は付録-9 に示す。

※各横断図で、○の位置の高さをレベルにより測定する。

図Ⅲ-2.5 わだち掘れ量の測定機器と測定例

(7) 平坦性調査

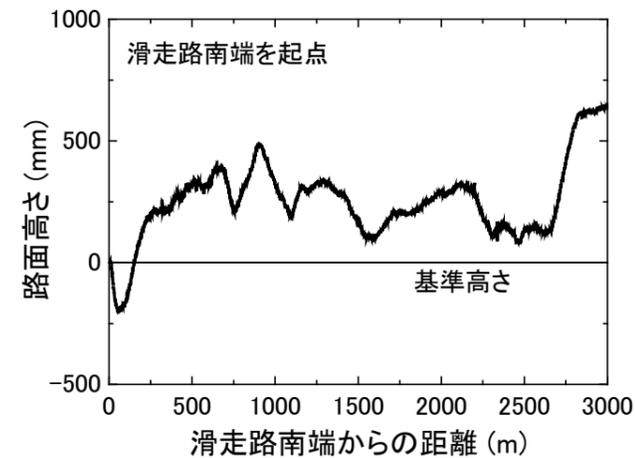
(i) 平坦性調査における横断方向の測定位置は、表Ⅲ-2.2 に示す位置とする。

表Ⅲ-2.2 滑走路・誘導路・エプロンの平坦性調査における横断方向の測定位置

就航機材	横断方向の測定位置
大型ジェット機が就航する空港	センターから 5.5m
中型ジェット機が就航する空港	センターから 4.8m
小型ジェット機が就航する空港	センターから 2.6m
プロペラ機及び小型機のみが就航する空港	センターから主要航空機の主脚間距離の約 1/2 の距離

(注) 滑走路横断方向の測定位置は、取付誘導路側とする。なお、滑走路の両側に取付誘導路がある場合は、使用頻度の多い取付誘導路側とする。

(ii) 平坦性調査では、縦断プロファイルを測定する。縦断プロファイルとは、図Ⅲ-2.6 に示すように、いずれかの地点（通常は滑走路端や誘導路端など）の高さを基準とした基準線からの高さを指す。縦断方向の測定の間隔は 1m 以下を標準とする。



図Ⅲ-2.6 縦断プロファイルの測定事例

(iii) 平坦性調査においては、縦断プロファイルから BBI (Boeing Bump Index) を算出するものとする。BBI は、図Ⅲ-2.7 に示すように 1m ごとに測定された縦断プロファイルデータを用いて基準線長に応じた凹凸高さ及び凹凸長さを算出し、(式Ⅲ-2.2)により算出することができる。詳細は付録-22 に示す。

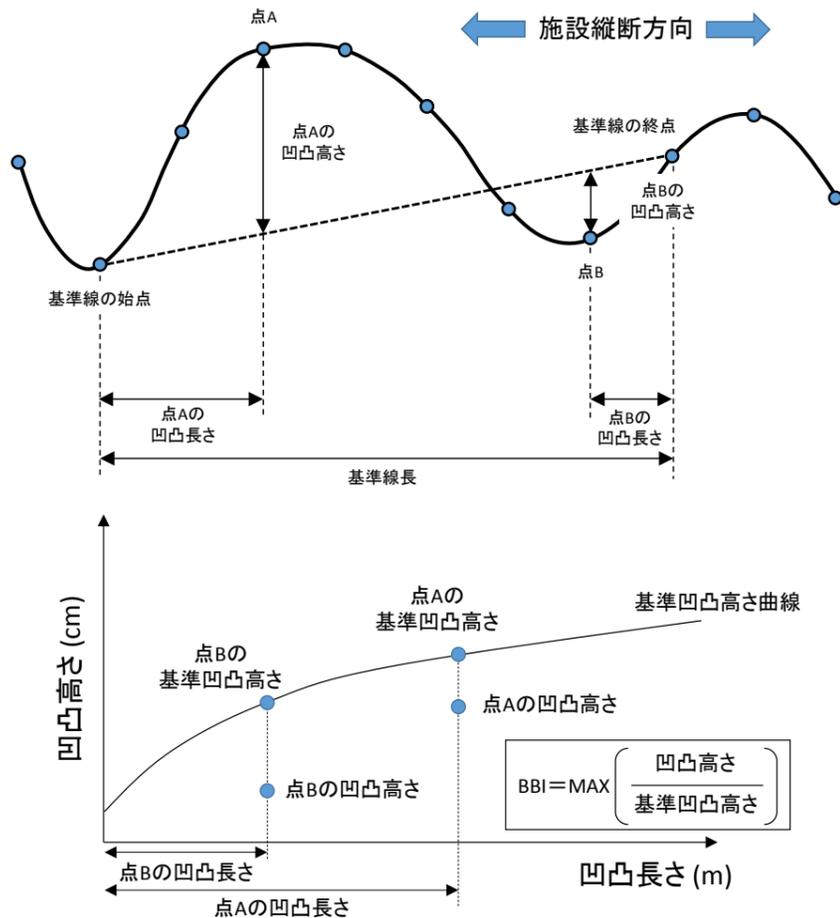


図-2.8 BBI 算出における凹凸高さ及び凹凸長さの定義

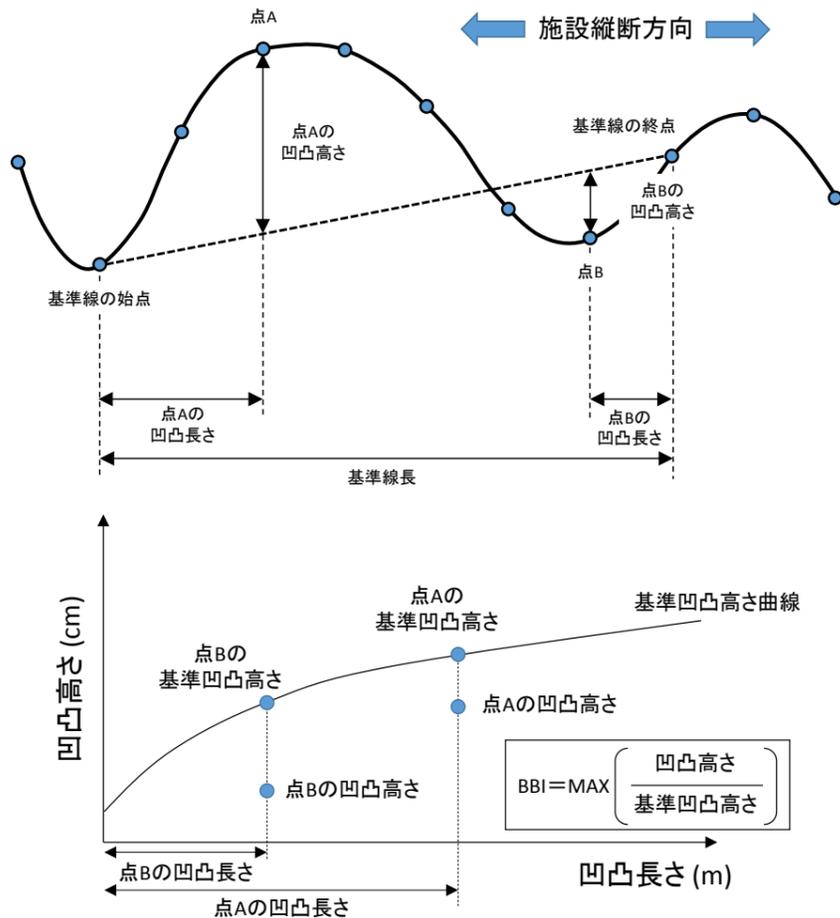
$$BBI = \max(BH / SBH) \dots \dots \dots (式 2.2)$$

ここに、

- BH: 凹凸高さ (Bump Height)
着目する路面上の点から基準線までの垂直距離 (cm)
- BL: 凹凸長さ (Bump Length)
着目する路面上の点から基準線端までの水平距離 (m)
基準線始点・終点までの距離の短い方を採用し、最大 60m とする。
- SBH: 基準凹凸高さ (Standard Bump Height)
ICAO Annex14 に示されている「Temporary acceptable surface irregularity height」の数値^{補修-48)}を近似した次式^{補修-49)}により計算される凹凸高さ (cm)
 $SBH = 1.713187 + 0.800872 \cdot BL - 0.031265 \cdot BL^2 + 0.000549 \cdot BL^3$ ($0 < BL \leq 20$)
 $SBH = 6.4 + 0.16 \cdot BL$ ($20 < BL \leq 60$)

II-2.2.2 すべり摩擦係数調査

アスファルト舗装の路面のすべり抵抗性は、すべり摩擦係数を測定するものとする。



図III-2.7 BBI 算出における凹凸高さ及び凹凸長さの定義

$$BBI = \max(BH / SBH) \dots \dots \dots (式III-2.2)$$

ここに、

- BH : 凹凸高さ (Bump Height)
着目する路面上の点から基準線までの垂直距離 (cm)
- BL : 凹凸長さ (Bump Length)
着目する路面上の点から基準線端までの水平距離 (m)
基準線始点・終点までの距離の短い方を採用し、最大 60m とする。
- SBH : ICAO Annex14 に示されている「Temporary acceptable surface irregularity height」の数値⁸³⁾を近似した次式⁸⁴⁾により計算される凹凸高さ (cm)
 $SBH = 1.713187 + 0.800872 \cdot BL - 0.031265 \cdot BL^2 + 0.000549 \cdot BL^3$ ($0 < BL \leq 20$)
 $SBH = 6.4 + 0.16 \cdot BL$ ($20 < BL \leq 60$)

III-2.2.2 すべり摩擦係数調査

アスファルト舗装の路面のすべり抵抗性は、すべり摩擦係数を測定するものとする。

文章の修正.

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>(1) すべり摩擦係数調査の実施頻度は、施設の特性や現場条件等を考慮し適切に設定する。</p> <p>(2) グルーピングの破損の種類には、角欠けやつぶれのほか、両者が同時に生じているもの、グルーピングの蛇行といったものもある。調査方法として一般的なものはないが、角欠けやつぶれについては目視により破損の種類を観察するとともに、グルーピングの溝の容量をノギスにより測定することにより行った例^{補修-24)}がある。</p> <p>(3) 滑走路面のすべり抵抗性の測定を行うすべり摩擦係数調査は、一般に連続摩擦測定装置が用いられる^{補修-25)}。グルーピングが設置されている滑走路では、航空機の着陸時におけるグルーピングとタイヤとの間の摩擦によるゴムの付着でグルーピングの溝が詰まっている場合や、航空機荷重によりグルーピングの溝がつぶれた場合などでは、すべり抵抗性の減少が生ずる恐れがある。</p> <p>(4) 連続摩擦測定装置は、SFT(サーフェス・フリクション・テスター)が一般的である。</p> <p>(5) 測定前に、連続摩擦測定装置の測定部分の摩耗の有無等について点検を行う必要がある。</p> <p>(6) 測定は路面を湿潤状態として行い、1測線3往復を標準とする。</p> <p>(7) 測定速度は、SFTの場合には95km/hとする。</p> <p>(8) 測定時の路面温度を計測する。</p> <p>(9) 最近の調査結果^{補修-26)}からは、すべり抵抗性は、滑走路中間部に比較すると接地帯付近では3～5割小さいこと、夏季は冬季に比較すると1～2割小さいことが示されている。また、滑走路面に付着したタイヤゴムを除去することによりすべり抵抗性が回復することも認められている。</p> <p>(10) すべり摩擦係数調査の詳細については付録-3に示す。</p> <p>II-2.3 構造の調査 II-2.3.1 非破壊調査 アスファルト舗装における非破壊調査の方法は、FWD（フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ）調査および熱赤外線調査によるものとする。</p> <p>(1) 非破壊調査は、調査対象地点の舗装構成、当該地域での過去の調査例等を参考に、調査数量、配置等を計画する必要がある。</p> <p>(2) 非破壊調査は、舗装を損傷することなく短時間のうちに数多くの地点で行えるため、時間的制約の厳しい供用中の空港において有効な調査の一つである。</p> <p>(3) FWD調査^{補修-27), 補修-28), 補修-29), 補修-30)}は、たわみを用いて構造を調査するものであり、熱赤外線調査^{補修-31), 補修-32)}は熱赤外線画像を用いて層間剥離を調査するものである。</p> <p>(4) FWD調査は舗装面のたわみを調査することができる。調査方法は、重錘をアスファルト舗装表面に落下させ、舗装表面のたわみを計測し、舗装構造の健全度を非破壊で調査するものである。</p> <p>(5) 使用するFWDには、空港用FWDおよび道路用FWDがある。空港用FWDは、B747-400の一輪の接地荷重および接地面積を根拠として、載荷荷重は49～245kN、載荷版直径は450mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～250cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。また、道路用FWDは、載荷荷重は49～147kN、載荷版直径は300mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～150cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。国内で稼働しているFWDの一覧については、NPO法人 舗装診断研究会のホームページにまとめられている。</p> <p>(6) 使用するFWDの載荷荷重は、表-2.4を目安に選択するものとする。載荷荷重は49kN、98kN、147kN、196kN、245kN、載荷板直径は300mmまたは450mmとするのが一般的であるが、計測されるたわみが小さくなると誤差が大きくなるため、載荷荷重は大きい方が望ましい。</p>	<p>(1) すべり摩擦係数調査の実施頻度は、施設の特性や現場条件等を考慮し適切に設定する。</p> <p>(2) グルーピングの破損の種類には、角欠けやつぶれのほか、両者が同時に生じているもの、グルーピングの蛇行といったものもある。調査方法として一般的なものはないが、角欠けやつぶれについては、目視により破損の種類を観察するとともに、グルーピングの溝の容量をノギスにより測定することにより行った例⁶⁰⁾がある。</p> <p>(3) 滑走路面のすべり抵抗性の測定を行うすべり摩擦係数調査は、一般に連続摩擦測定装置が用いられる⁶¹⁾。グルーピングが設置されている滑走路では、航空機の着陸時におけるグルーピングとタイヤとの間の摩擦によるゴムの付着でグルーピングの溝が詰まっている場合や、航空機荷重によりグルーピングの溝がつぶれた場合などでは、すべり抵抗性の減少が生ずる恐れがある。</p> <p>(4) 連続摩擦測定装置は、SFT(サーフェス・フリクション・テスター)が一般的である。</p> <p>(5) 測定前に、連続摩擦測定装置の測定部分の摩耗の有無等について点検を行う必要がある。</p> <p>(6) 測定は路面を湿潤状態として行い、1測線3往復を標準とする。</p> <p>(7) 測定速度は、SFTの場合には95km/hとする。</p> <p>(8) 測定時の路面温度を計測する。</p> <p>(9) 最近の調査結果⁶²⁾からは、すべり抵抗性は、滑走路中間部に比較すると接地帯付近では3～5割小さいこと、夏季は冬季に比較すると1～2割小さいことが示されている。また、滑走路面に付着したタイヤゴムを除去することによりすべり抵抗性が回復することも認められている。</p> <p>(10) すべり摩擦係数調査の詳細については付録-19に示す。</p> <p>III-2.3 構造の調査 III-2.3.1 非破壊調査 アスファルト舗装における非破壊調査の方法は、FWD（フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ）調査及び熱赤外線調査によるものとする。</p> <p>(1) 非破壊調査は、調査対象地点の舗装構成、当該地域での過去の調査例等を参考に、調査数量、配置等を計画する必要がある。</p> <p>(2) 非破壊調査は、舗装を損傷することなく短時間のうちに数多くの地点で行えるため、時間的制約の厳しい供用中の空港において有効な調査の一つである。</p> <p>(3) FWD調査^{63), 64), 65), 66)}は、たわみを用いて構造を調査するものであり、熱赤外線調査^{67), 68)}は、熱赤外線画像を用いて層間剥離を調査するものである。</p> <p>(4) FWD調査は、舗装面のたわみを調査することができる。調査方法は、重錘をアスファルト舗装表面に落下させ、舗装表面のたわみを計測し、舗装構造の健全度を非破壊で調査するものである。</p> <p>(5) 使用するFWDには、空港用FWD及び道路用FWDがある。空港用FWDは、B747-400の一輪の接地荷重及び接地面積を根拠として、載荷荷重は49～245kN、載荷版直径は450mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～250cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。また、道路用FWDは、載荷荷重は49～147kN、載荷版直径は300mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～150cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。国内で稼働しているFWDの一覧については、NPO法人 舗装診断研究会のホームページにまとめられている。</p> <p>(6) 使用するFWDの載荷荷重は、表III-2.3を目安に選択するものとする。載荷荷重は49kN、98kN、147kN、196kN、245kN、載荷板直径は300mm又は450mmとするのが一般的であるが、計測されるたわみが小さくなると誤差が大きくなるため、載荷荷重は大きい方が望ましい。</p>	

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

表-2.4 FWDの載荷荷重の選択の目安

施設	載荷荷重
滑走路・誘導路・エプロンの本体	98kN以上
ショルダー・過走帯等	49kN以上

- (7) FWDによるたわみ量は、路面の温度により大きく変化するため、FWD調査時には必ず舗装表面温度を計測する。
- (8) FWD調査の実施にあたっては、調査対象地点の舗装構成が均一かどうか、舗装履歴は一定かどうか、また当該区域の舗装強度の分布が過去の調査で把握されているか等により、調査数量と配置を設定する必要がある。しかし、FWD調査は比較的簡便であるので、できるだけ多く調査を実施し、舗装強度の平面的な分布を把握することが望ましい。II-2.2.1 路面性状調査で示したデータユニットサイズに合わせて1データユニット1箇所での実施を標準とする。
- (9) アスファルト舗装の新設・補修直後にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。
- (10) FWD調査の詳細については付録-4に示す。
- (11) 熱赤外線調査は、健全部と層間剥離部で舗装表面温度が異なることを利用し、舗装表面温度を熱赤外線カメラにより観察することで、層間剥離の発生位置を特定するものである。
- (12) 健全部と層間剥離部の舗装表面温度差は夜間より昼間の方が大きいため、熱赤外線調査は昼間に実施する方が層間剥離の位置を検出しやすいが、空港の運用上の観点から、一般的には夜間に実施される。
- (13) 熱赤外線調査では、層間剥離の全ての位置を正確に検知することは困難であるが、層間剥離箇所の多い箇所、少ない箇所を判別することは可能である。
- (14) 滑走路の全域のように広範囲の調査を行う際には、作業車等を用いて熱赤外線画像を連続的に撮影することが効率的である。ただし、小規模面積の調査（例えば、目視で発見された破損部周囲の層間剥離状況の確認）の場合は、巡回点検等において点検者が熱赤外線カメラのモニタにより舗装表面温度を観察することにより、リアルタイムで簡易に層間剥離を検出可能なことから、概査としては効率的な調査方法である。
- (15) 熱赤外線調査により危険箇所を特定した後には打音調査により入念な調査を行うことが望ましい。
- (16) 熱赤外線カメラにより舗装表面温度を確認する際、グルーピングや舗装表面に付着したゴムがノイズとして撮影される場合がある。前者については、グルーピングが縞模様として撮影されるものであるが、撮影角度や撮影高さを調整することで除去することが可能^{補修-3}である。また、後者については、付着したゴムと舗装表面の材料特性（放射率）が異なることにより、両者の温度が同じであっても、熱赤外線画像上では両者の温度が異なると判別されるものであるが、天空からの赤外放射を遮蔽しながら撮影することで除去することが可能^{補修-33}である。
- (17) 熱伝導特性の違いによる剥離部と健全部の温度差により層間剥離位置を検出するシステムのため、季節や天候の影響を受けやすい。季節は春から秋、天候は晴天時が望ましい気象条件といえる。
- (18) 熱赤外線調査の詳細については付録-5に示す。

表III-2.3 FWDの載荷荷重の選択の目安

施設	載荷荷重
滑走路・誘導路・エプロンの本体	98kN以上
ショルダー・過走帯等	49kN以上

- (7) FWDによるたわみ量は、路面の温度により大きく変化するため、FWD調査時には必ず舗装表面温度を計測する。
- (8) FWD調査の実施にあたっては、調査対象地点の舗装構成が均一かどうか、舗装履歴は一定かどうか、また当該区域の舗装強度の分布が過去の調査で把握されているか等により、調査数量と配置を設定する必要がある。しかし、FWD調査は比較的簡便であるので、できるだけ多く調査を実施し、舗装強度の平面的な分布を把握することが望ましい。「III-2.2.1 路面性状調査」で示したデータユニットサイズに合わせて1データユニット1箇所での実施を標準とする。
- (9) アスファルト舗装の新設・補修後には、早期にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。
- (10) FWD調査の詳細については付録-20に示す。
- (11) 熱赤外線調査は、健全部と層間剥離部で舗装表面温度が異なることを利用し、舗装表面温度を熱赤外線カメラにより観察することで、層間剥離の発生位置を特定するものである。
- (12) 熱赤外線調査における健全部と層間剥離部の舗装表面温度差は、夜間より昼間の方が大きいため、熱赤外線調査は昼間に実施する方が層間剥離の位置を検出しやすいが、空港の運用上の観点から、一般的には夜間に実施される。
- (13) 熱赤外線調査では、層間剥離の全ての位置を正確に検知することは困難であるが、層間剥離箇所の多い箇所、少ない箇所を判別することは可能である。
- (14) 滑走路の全域のように広範囲の熱赤外線調査を行う際には、作業車等を用いて熱赤外線画像を連続的に撮影することが効率的である。ただし、小規模面積の調査（例えば、目視で発見された破損部周囲の層間剥離状況の確認）の場合は、巡回点検等において点検者が熱赤外線カメラのモニタにより舗装表面温度を観察することで、リアルタイムで簡易に層間剥離を検出可能なことから、概査としては効率的な調査方法である。
- (15) 熱赤外線調査により危険箇所を特定した後には、打音調査により入念な調査を行うことが望ましい。
- (16) 熱赤外線カメラにより舗装表面温度を確認する際、グルーピングや舗装表面に付着したゴムがノイズとして撮影される場合がある。前者については、グルーピングが縞模様として撮影されるものであるが、撮影角度や撮影高さを調整することで除去することが可能⁶⁷⁾である。また、後者については、付着したゴムと舗装表面の材料特性（放射率）が異なることにより、両者の温度が同じであっても、熱赤外線画像上では両者の温度が異なると判別されるものであるが、天空からの赤外放射を遮蔽しながら撮影することで除去することが可能⁶⁹⁾である。
- (17) 熱伝導特性の違いによる剥離部と健全部の温度差により層間剥離位置を検出するシステムのため、季節や天候の影響を受けやすい。季節は春から秋、天候は晴天時が望ましい気象条件といえる。
- (18) 熱赤外線調査の詳細については付録-21に示す。

文章の修正。

文章の修正。

文章の修正。

文章の修正。

文章の修正。

参考文献番号の修正。

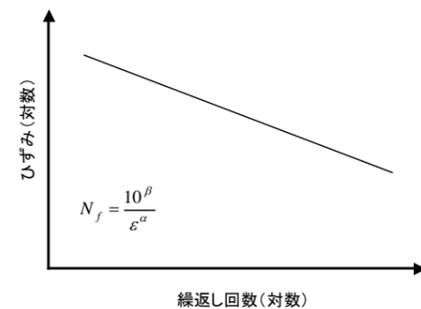
II-2.3.2 累積疲労度調査

累積疲労度調査は、路床の支持力、アスファルト混合物層の疲労ひび割れについて、累積疲労度を算出して行うものとする。

- (1) 路床の累積疲労度の調査
路床上面の圧縮ひずみより累積疲労度を算定する。
- (2) アスファルト混合物層の累積疲労度の調査
アスファルト混合物層の底面における引張ひずみより累積疲労度を算定する。

- (1) アスファルト舗装の累積疲労度調査では、路床およびアスファルト混合物層の累積疲労度を算定する。累積疲労度の算定は、設計時点の交通条件や気象条件等を実際の供用時のデータに置き換えて行うものとする。また、舗装新設時に経験的設計法を用いている場合にも理論的設計を行ったと見なして累積疲労度を算定するものとする。
- (2) 累積疲労度の算定では交通量や路床およびアスファルト混合物の変形係数を設定する必要がある。変形係数の設定においては、第I編 共通編を参照することができる。
- (3) 路床の累積疲労度の調査
 - (i) 路床の圧縮変形は路床上面の圧縮ひずみが支配的な要因とされている。そのため、路床上面の圧縮ひずみを算定し、これを変数とした路床の圧縮変形に関する疲労破壊曲線をもとに累積疲労度を算定することができる。
 - (ii) 疲労破壊曲線は、一般に(式2.3)を用いることができる。

$$N_f = \frac{10^\beta}{\epsilon^\alpha} \dots \dots \dots \text{(式 2.3)}$$



ここに、

N_f : 許容繰返し回数

ϵ : 路床上面に発生する圧縮ひずみ

α, β : 定数で、 $\alpha = 11.213$, $\beta = -29.298$ を用いることができる

- (iii) 路床の累積疲労度の算定は一般に(式2.4)により行うことができる。

$$FD(x) = \sum_{i=1}^n FD(i, x) \dots \dots \dots \text{(式 2.4)}$$

ここに、

$FD(x)$: 滑走路（または誘導路）センターから距離 x における疲労度

$FD(i, x)$: ある航空機 i による滑走路（または誘導路）センターから距離 x における疲労度

$$FD(i, x) = \frac{\text{ある航空機 } i \text{ の交通量}}{N_f(i) \times P/C(i, x)}$$

ここに、

$N_f(i)$: ある航空機 i のひずみ、疲労破壊曲線から求められる許容繰返し回数

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

$P/C(i,x)$: ある航空機 i の x 地点でのパス/カバレッジ率

パス/カバレッジ率の計算方法は、「空港舗装設計要領^{補修-3}：付録-9」を参照することができる。

(4) アスファルト混合物層の累積疲労度の調査

- (i) アスファルト混合物層の疲労ひび割れについては、アスファルト混合物層の底面における引張ひずみを算定し、これを変数としたアスファルト混合物の疲労ひび割れに関する疲労破壊曲線をもとに累積疲労度を算定することができる。
- (ii) 疲労破壊曲線は、一般に(式 2.5)を用いることができる。

$$N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^\beta \times \left(\frac{1}{E}\right)^\gamma \dots \dots \dots \text{(式 2.5)}$$

ここに、

N_f : 許容繰返し回数

ε : アスファルト混合物層の底面に発生する引張ひずみ

E : アスファルト混合物の変形係数

α, β, γ : 係数で、 $\alpha = 7.681 \times 10^{-6}$ 、 $\beta = 6.333$ 、 $\gamma = 3.374$ を用いることができる

- (iii) スファルト混合物層の累積疲労度の算定は、上記「(3)路床の累積疲労度の調査(iii)」により行うことができる。

II-2.3.3 解体調査

解体調査は、アスファルト舗装の構造上の問題およびその原因を直接的に評価するために、各種試験を行うものとする。

- (1) 解体調査は、その目的と活用方法を明確にするとともに、FWD調査結果および累積疲労度調査結果のみならず、当該空港および対象となる施設における航空機の走行頻度、破損の状況、過去の緊急補修の頻度や調査例等を参考にして、適切な調査項目、数量等を計画する必要がある。
- (2) 解体調査の実施については、表-2.5を参考とすることができる。

表-2.5 解体調査の実施の目安

		路面の調査
		問題あり
構造の調査	問題のある可能性小	A
	問題のある可能性大	A+B

A : アスファルト混合物を対象とした解体調査
B : 路盤、路床を対象とした解体調査

III-2.3.2 解体調査

解体調査は、アスファルト舗装の構造上の問題及びその原因を直接的に評価するために、各種試験を行うものとする。

- (1) 解体調査は、その目的と活用方法を明確にするとともに、FWD調査結果のみならず、当該空港及び対象となる施設における航空機の走行頻度、破損の状況、過去の緊急補修の頻度や調査例等を参考にして、適切な調査項目、数量等を計画する必要がある。
- (2) 解体調査の実施については、表III-2.4を参考とすることができる。

表III-2.4 解体調査の実施の目安

		路面の調査
		問題あり
構造の調査	問題のある可能性小	A
	問題のある可能性大	A+B

A : アスファルト混合物を対象とした解体調査
B : 路盤、路床を対象とした解体調査

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

- (3) 解体調査は、撤去・掘削、調査・試験、舗装復旧の3工程からなり、1箇所あたりの調査に時間を要する。このことから、供用中の空港では、厳しい制限時間のなかでも空港運用に支障の無いようにする必要がある。一般的には切取りコア供試体による調査に比べて、テストピットによる調査は費用が高いため、試験箇所数が限定されるという短所はあるが、設計法に即した形での舗装現況の把握、破損原因の究明等が可能となる。
- (4) アスファルト舗装における標準的な解体調査項目を表-2.6に示す。
- (5) 解体調査では制限時間内に舗装復旧まで行う必要があり、撤去・掘削と舗装復旧の作業時間が長い場合、これらの所要時間を含めた十分な調査計画の検討が必要である。

表-2.6 解体調査による試験項目と試験仕様

試験項目	試験法	試験場所	実施の目安
アスファルト混合物の断面測定	—	現場	A
アスファルトの抽出試験	※G028	室内	A
アスファルトの回収試験	※G029		A
アスファルト混合物のマーシャル安定度試験	※B001		A
アスファルト混合物の密度試験	※B008-1		A
アスファルト混合物の最大密度試験	※G027		A
アスファルト混合物の水分量測定	JHS 219		A
アスファルトの針入度試験	※A041		A
アスファルトの軟化点試験	※A042		A
アスファルトの組成分析試験	※A055		A
アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験	※B015T		C
アスファルト混合物の曲げ疲労試験	※B018T		C
路床・路盤の断面測定	—		現場
路床の CBR 試験	JIS A 1211	室内	B
	JIS A 1222	現場	
路盤の修正 CBR 試験	※E001	室内	B
路盤の締固め試験	JIS A 1210	現場及び室内	B
	JIS A 1214		
路盤の現場密度試験	JIS A 1214	現場	B
路床・路盤の繰返し平板載荷試験	JHS 103		C
路床土・路盤材の	※E016	室内	C

- (3) 解体調査は、撤去・掘削、調査・試験、舗装復旧の3工程からなり、1箇所あたりの調査に時間を要する。このことから、供用中の空港では、厳しい制限時間のなかでも空港運用に支障の無いようにする必要がある。一般的には切取りコア供試体による調査に比べて、テストピットによる調査は費用が高いため、試験箇所数が限定されるという短所はあるが、設計法に即した形での舗装現況の把握、破損原因の究明等が可能となる。
- (4) アスファルト舗装における標準的な解体調査項目を表Ⅲ-2.5に示す。
- (5) 解体調査では制限時間内に舗装復旧まで行う必要があり、撤去・掘削と舗装復旧の作業時間が長い場合、これらの所要時間を含めた十分な調査計画の検討が必要である。

表Ⅲ-2.5 解体調査による試験項目と試験仕様

試験項目	試験法	試験場所	実施の目安
アスファルト混合物の断面測定	—	現場	A
アスファルトの抽出試験	※G028	室内	A
アスファルトの回収試験	※G029		A
アスファルト混合物のマーシャル安定度試験	※B001		A
アスファルト混合物の密度試験	※B008-1		A
アスファルト混合物の最大密度試験	※G027		A
アスファルト混合物の水分量測定	炉乾燥法 (100℃,48時間)		A
アスファルトの針入度試験	※A041		A
アスファルトの軟化点試験	※A042		A
アスファルトの組成分析試験	※A055		A
アスファルト混合物の修正ロットマン試験	ASTM D4867 /D4867M		A
アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験	※B015T		C
アスファルト混合物の曲げ疲労試験	※B018T		C
路床・路盤の断面測定	—	現場	B
路床の CBR 試験	JIS A 1211	室内	B
	JIS A 1222	現場	
路盤の修正 CBR 試験	※E001	室内	B
路盤の締固め試験	JIS A 1210	現場及び室内	B
	JIS A 1214		
路盤の現場密度試験	JIS A 1214	現場	B
路床・路盤の繰返し平板載荷試験	JHS 103		C
路床土・路盤材の レジリエントモデュラス試験	※E016	室内	C

JHS219 が現存しないため。

修正ロットマン試験を追加。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

レジリエントモデュラス試験

試験法 ※印 : 舗装調査・試験法便覧^{補修-7)}による番号
 JHS : NEXCO 試験法^{補修-34), 補修-35)}
 JIS : 日本工業規格による規格
 実施の目安 A : アスファルト混合物層を対象とした解体調査
 B : 路盤, 路床を対象とした解体調査
 C : 荷重支持性能の設計供用期間(20年)が経過している場合や, 表層の耐久性能の設計供用期間(10年)が経過していないにも係わらず破損が進行している場合に推奨される試験

(6) 解体調査の現場における作業可能時間は, 作業時期や空港毎の滑走路閉鎖時間により異なるが, 参考として解体調査の現場における標準的な作業時間を表-2.7~表-2.9に示す.

表-2.7 解体調査（テストピット調査）の現場における標準作業時間の例

作業内容	所要時間	備考
入場	15分	
舗装版切断+撤去	85分	1.0m×2.0m×0.4m 試料採取時間が含まれる
路盤掘削	50分	粒状路盤厚0.5m 試料採取時間が含まれる
調査・試験	x分	表-2.8, 表-2.9を参照
舗装復旧	155分	路盤復旧工55分 アスファルト舗装工100分
養生	40分	表面温度50℃
片付け	15分	
合計	360+x分	

表-2.8 アスファルト混合物の切取りコア供試体採取に要する作業時間

供試体の寸法	所要時間	適用
φ100mm	湿式	20分/箇所 室内試験用
	乾式	40分/箇所 室内試験用(含水量試験等)
φ102mm または φ152mm	20分/箇所	レジリエントモデュラス試験用

表-2.9 路床・路盤の現場試験・試料採取に要する作業時間

試験項目	所要時間	適用
試料採取	60分/試料	室内試験用
現場密度試験	30分/箇所	砂置換法
繰返し平板載荷試験	60分/試料	繰返し3段階載荷

試験法 ※印 : 舗装調査・試験法便覧²⁾による番号
 JHS : NEXCO 試験法^{70), 71)}
 JIS : 日本工業規格による規格
 実施の目安 A : アスファルト混合物層を対象とした解体調査
 B : 路盤, 路床を対象とした解体調査
 C : 荷重支持性能の設計供用期間(20年)が経過している場合や, 表層の耐久性能の設計供用期間(10年)が経過していないにも係わらず破損が進行している場合に推奨される試験

(6) 解体調査の現場における作業可能時間は, 作業時期や空港毎の滑走路閉鎖時間により異なるが, 参考として解体調査の現場における標準的な作業時間を表Ⅲ-2.6~表Ⅲ-2.8に示す.

表Ⅲ-2.6 解体調査（テストピット調査）の現場における標準作業時間の例

作業内容	所要時間	備考
入場	15分	
舗装版切断+撤去	85分	1.0m×2.0m×0.4m 試料採取時間が含まれる
路盤掘削	50分	粒状路盤厚0.5m 試料採取時間が含まれる
調査・試験	x分	表Ⅲ-2.7, 表Ⅲ-2.8を参照
舗装復旧	155分	路盤復旧工55分 アスファルト舗装工100分
養生	40分	表面温度50℃
片付け	15分	
合計	360+x分	

表Ⅲ-2.7 アスファルト混合物の切取りコア供試体採取に要する作業時間

供試体の寸法	所要時間	適用
φ100mm	湿式	20分/箇所 室内試験用
	乾式	40分/箇所 室内試験用(含水量試験等)
φ102mm 又は φ152mm	20分/箇所	レジリエントモデュラス試験用

表Ⅲ-2.8 路床・路盤の現場試験・試料採取に要する作業時間

試験項目	所要時間	適用
試料採取	60分/試料	室内試験用
現場密度試験	30分/箇所	砂置換法
繰返し平板載荷試験	60分/試料	繰返し3段階載荷
CBR試験	30分/箇所	CBR試験

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

CBR 試験

30 分/箇所

CBR 試験

(7) アスファルト舗装の解体調査の試験項目および頻度は、表-2.10を参考とすることができる。テストピットは、舗装の状況を把握するのに適切な箇所数とする。テストピットの寸法は、原位置試験を行う場合は幅2m×長さ1m、試料の採取のみを行う場合は幅1m×長さ1mを標準とする。

表-2.10 アスファルト舗装の解体調査の試験項目および頻度

試験項目	試験対象	頻度
現場密度試験	上層路盤，下層路盤	テストピット1箇所あたり各々3個
CBR 試験	路床	テストピット1箇所あたり3個
繰返し平板載荷試験	上層路盤，下層路盤，路床※	テストピット1箇所あたり各々1回
路床材・路盤材の室内試験	上層路盤，下層路盤，路床	テストピット1箇所あたり必要量
アスファルト混合物の室内試験	アスファルト混合物	テストピット1箇所あたり必要量

※下層路盤や路床の繰返し平板載荷試験は作業時間が長い必要に応じて実施する。

- (8) アスファルト混合物の室内試験の試料採取は、φ100mmのコアーカッター等により行うことができる。
- (9) CBR試験用の試料採取は、φ200mmのコアーカッターにより行う方法がある。
- (10) 上層路盤にアスファルト安定処理材あるいはセメント安定処理材を用いている場合には、必要に応じてアスファルト混合物の室内試験や一軸圧縮試験の試験項目を追加する必要がある。
- (11) 東京国際空港における解体調査では、アスファルト混合物の変形特性を検討するためのホイールトラッキング試験，剥離抵抗性を検討するための修正ロットマン試験，水浸ホイールトラッキング試験等が実施された実績がある。

(7) アスファルト舗装の解体調査の試験項目及び頻度は、表Ⅲ-2.9を参考とすることができる。テストピットは、舗装の状況を把握するのに適切な箇所数とする。テストピットの寸法は、原位置試験を行う場合は幅2m×長さ1m、試料の採取のみを行う場合は幅1m×長さ1mを標準とする。

表Ⅲ-2.9 アスファルト舗装の解体調査の試験項目及び頻度

試験項目	試験対象	頻度
現場密度試験	上層路盤，下層路盤	テストピット1箇所あたり各々3個
CBR 試験	路床	テストピット1箇所あたり3個
繰返し平板載荷試験	上層路盤，下層路盤，路床※	テストピット1箇所あたり各々1回
路床材・路盤材の室内試験	上層路盤，下層路盤，路床	テストピット1箇所あたり必要量
アスファルト混合物の室内試験	アスファルト混合物	テストピット1箇所あたり必要量

※下層路盤や路床の繰返し平板載荷試験は作業時間が長い必要に応じて実施する。

- (8) アスファルト混合物の室内試験の試料採取は、φ100mmのコアーカッター等により行うことができる。
- (9) CBR試験用の試料採取は、φ200mmのコアーカッターにより行う方法がある。
- (10) 上層路盤にアスファルト安定処理材あるいはセメント安定処理材を用いている場合には、必要に応じてアスファルト混合物の室内試験やセメント安定処理材の一軸圧縮試験の試験項目を追加する必要がある。
- (11) 東京国際空港における解体調査では、アスファルト混合物の変形特性を検討するためのホイールトラッキング試験，剥離抵抗性を検討するための修正ロットマン試験，水浸ホイールトラッキング試験等が実施された実績がある。

文章の修正。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

II-3 アスファルト舗装の評価

II-3.1 総則

- (1) アスファルト舗装は、供用後に航空機の荷重作用および気象作用等を受けて破損が進行し、舗装の機能が低下することから、適切な時期に最適な補修を実施するための評価を行うものとする。
- (2) アスファルト舗装の破損には、主として路面性状に関する機能上のものと、路床、路盤およびアスファルト混合物層の破損に関する構造上のものがあるため、これらを適切に評価するものとする。
- (3) アスファルト舗装の路面の評価では、路面性状調査およびすべり摩擦係数調査の結果に基づき、走行安全性能を総合的に評価するものとする。また、設計供用期間および交通履歴等も踏まえ、補修の必要性を判断するものとする。
- (4) アスファルト舗装の構造の評価では、非破壊調査、累積疲労度調査、解体調査の結果に基づき、荷重支持性能および表層の耐久性能を総合的に評価するものとする。また、設計供用期間および交通履歴等も踏まえ、補修規模・補修工法を判断するものとする。

- (1) アスファルト舗装の補修を行うには、舗装の状況を把握するとともに、舗装の破損の原因を理解することが必要である。表-2.11はアスファルト舗装の破損の分類とその主な原因をとりまとめたものである。
- (2) 路面の評価は、アスファルト舗装に求められる走行安全性能の現状を的確に把握することが目的であり、補修を実施する時期を決定するために実施する。
- (3) 構造の評価は、アスファルト舗装に求められる荷重支持性能および表層の耐久性能を的確に把握することが目的であり、補修の規模や補修工法を決定するために実施する。

表-2.11 アスファルト舗装の破損の分類と原因

破損の分類		主な原因	
主として路面性状に関する破損	局部的なひび割れ	ヘアークラック	混合物の品質不良、転圧温度の不適による転圧初期のひび割れ、混合物の老化
		線状ひび割れ	施工不良、切盛境の不同沈下、施工目地の不良、過大な温度応力、混合物の老化
	変形	わだち掘れ 縦断方向の凹凸	過大な荷重、混合物の安定性不足 混合物の品質不良、路床・路盤の支持力の不均一、地盤の不同沈下
		コルゲーション	混合物の品質不良、層間接着不良
		くぼみ	路床・路盤の転圧不足、地盤の不同沈下
	摩耗	ポリッシング	混合物の骨材品質不良、混合物の品質不良
		はがれ	混合物の品質不良、転圧不足
	崩壊	ポットホール	混合物の品質不良、混合物の転圧不足
		剥離	骨材とアスファルトの親和力不足、混合物に浸透した水
		老化	混合物中のアスファルトの劣化

III-3 アスファルト舗装の評価

III-3.1 総則

- (1) アスファルト舗装は、供用後に航空機の荷重作用及び気象作用等を受けて破損が進行し、舗装の機能が低下することから、適切な時期に最適な補修を実施するための評価を行うものとする。
- (2) アスファルト舗装の破損には、主として路面性状に関する機能上のものと、路床、路盤及びアスファルト混合物層の破損に関する構造上のものがあるため、これらを適切に評価するものとする。
- (3) アスファルト舗装の路面の評価では、路面性状調査及びすべり摩擦係数調査の結果に基づき、走行安全性能を総合的に評価するものとする。また、設計供用期間及び交通履歴等も踏まえ、補修の必要性を判断するものとする。
- (4) アスファルト舗装の構造の評価では、非破壊調査及び解体調査の結果に基づき、荷重支持性能及び表層の耐久性能を総合的に評価するものとする。また、設計供用期間及び交通履歴等も踏まえ、補修規模・補修工法を判断するものとする。

- (1) アスファルト舗装の補修を行うには、舗装の状況を把握するとともに、舗装の破損の原因を理解することが必要である。表III-3.1はアスファルト舗装の破損の分類とその主な原因をとりまとめたものである。
- (2) 路面の評価は、アスファルト舗装に求められる走行安全性能の現状を的確に把握することが目的であり、補修を実施する時期を決定するために実施する。
- (3) 構造の評価は、アスファルト舗装に求められる荷重支持性能及び表層の耐久性能を的確に把握することが目的であり、補修の規模や補修工法を決定するために実施する。

表III-3.1 アスファルト舗装の破損の分類と原因

破損の分類		主な原因	
主として路面性状に関する破損	局部的なひび割れ	ヘアークラック	混合物の品質不良、転圧温度の不適による転圧初期のひび割れ、混合物の老化
		線状ひび割れ	施工不良、切盛境の不同沈下、施工目地の不良、過大な温度応力、混合物の老化
	変形	わだち掘れ 縦断方向の凹凸	過大な荷重、混合物の安定性不足 混合物の品質不良、路床・路盤の支持力の不均一、地盤の不同沈下
		コルゲーション	混合物の品質不良、層間接着不良
		くぼみ	路床・路盤の転圧不足、地盤の不同沈下
	摩耗	ポリッシング	混合物の骨材品質不良、混合物の品質不良
		はがれ	混合物の品質不良、転圧不足
	崩壊	ポットホール	混合物の品質不良、混合物の転圧不足
		剥離	骨材とアスファルトの親和力不足、混合物に浸透した水
		老化	混合物中のアスファルトの劣化

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

	その他	グルーピングの角欠け・つぶれ・変形	混合物の品質不良，過大な荷重・交通量
		ブリージング	プライムコート・タックコートの施工不良，混合物の品質不良，アスファルトの品質不良
		タイヤ跡	異常な気温，混合物の品質不良
		きず	事故等
		ブリスタリング（表面ぶくれ）	混合物の品質不良，表層下の水分等の膨張，タックコートの養生不足
		ブラスト焼け	高温のブラスト
構造に破損	全面的なひび割れ	亀甲状ひび割れ	舗装厚不足，混合物・路盤・路床の不適，過大な荷重・交通量，地下水

	その他	グルーピングの角欠け・つぶれ・変形	混合物の品質不良，過大な荷重・交通量
		ブリージング	プライムコート・タックコートの施工不良，混合物の品質不良，アスファルトの品質不良
		タイヤ跡	異常な気温，混合物の品質不良
		きず	事故等
		ブリスタリング（表面ぶくれ）	混合物の品質不良，表層下の水分等の膨張，タックコートの養生不足
		ブラスト焼け	高温のブラスト
構造に破損	全面的なひび割れ	亀甲状ひび割れ	舗装厚不足，混合物・路盤・路床の不適，過大な荷重・交通量，地下水

II-3.2 路面の評価

II-3.2.1 路面性状調査に基づく評価

アスファルト舗装の路面の評価は，路面性状調査の結果より求められるひび割れ率，わだち掘れ，およびBBIに基づき行うものとする。

- (1) アスファルト舗装の破損は表-2.11に示すように多岐にわたる。一般には，ひび割れ，わだち掘れ，平坦性の低下などが複合していることが多いが，個別項目だけの破損が大きく，他の項目はほとんど問題がない場合もある。したがって，アスファルト舗装の路面の評価に大きく影響すると考えられるひび割れ率，わだち掘れおよび平坦性の3項目について，表-2.12に示す各項目に対する評価基準を参考とし，総合的な判断により補修の必要性を評価する必要がある^{補修-37}。

表-2.12 アスファルト舗装破損の各項目に対する評価基準の例

項目	舗装区分	評価				
		A	B1	B2	B3	C
ひび割れ率 (%)	滑走路	0.1 未満	0.1 以上 2.2 未満	2.2 以上 4.4 未満	4.4 以上 6.5 未満	6.5 以上
	誘導路	0.9 未満	0.9 以上 4.8 未満	4.8 以上 8.8 未満	8.8 以上 12.7 未満	12.7 以上
	エプロン	1.9 未満	1.9 以上 6.9 未満	6.9 以上 12.0 未満	12.0 以上 17.0 未満	17.0 以上
わだち掘れ (mm)	滑走路	8 未満	8 以上 15 未満	15 以上 23 未満	23 以上 30 未満	30 以上
	誘導路	14 未満	14 以上 24 未満	24 以上 36 未満	36 以上 46 未満	46 以上

III-3.2 路面の評価

III-3.2.1 路面性状調査に基づく評価

アスファルト舗装の路面の評価は，路面性状調査の結果より求められるひび割れ率，わだち掘れ及びBBIに基づき行うものとする。

- (1) アスファルト舗装の破損は表III-3.1に示すように多岐にわたる。一般には，ひび割れ，わだち掘れ，平坦性の低下などが複合していることが多いが，個別項目だけの破損が大きく，他の項目はほとんど問題がない場合もある。したがって，アスファルト舗装の路面の評価に大きく影響すると考えられるひび割れ率，わだち掘れ及び平坦性の3項目について，表III-3.2に示す各項目に対する評価基準を参考とし，総合的な判断により補修の必要性を評価する必要がある⁷²。

表III-3.2 アスファルト舗装破損の各項目に対する評価基準の例

項目	舗装区分	評価				
		A	B1	B2	B3	C
ひび割れ率 (%)	滑走路	0.1 未満	0.1 以上 2.2 未満	2.2 以上 4.4 未満	4.4 以上 6.5 未満	6.5 以上
	誘導路	0.9 未満	0.9 以上 4.8 未満	4.8 以上 8.8 未満	8.8 以上 12.7 未満	12.7 以上
	エプロン	1.9 未満	1.9 以上 6.9 未満	6.9 以上 12.0 未満	12.0 以上 17.0 未満	17.0 以上
わだち掘れ (mm)	滑走路	8 未満	8 以上 15 未満	15 以上 23 未満	23 以上 30 未満	30 以上
	誘導路	14 未満	14 以上 24 未満	24 以上 36 未満	36 以上 46 未満	46 以上

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
--------------	-------------------	----

	エプロン	17 未満	17 以上 29 未満	29 以上 41 未満	41 以上 53 未満	53 以上		エプロン	17 未満	17 以上 29 未満	29 以上 41 未満	41 以上 53 未満	53 以上			
BBI	滑走路	1.0 を超過する箇所がある場合、当該箇所の凹凸が走行に及ぼす影響を航空会社にヒアリングし、補修の必要性を判断する。						BBI	滑走路	1.0 を超過する箇所がある場合、当該箇所の凹凸が走行に及ぼす影響を航空会社にヒアリングし、補修の必要性を判断する。						BBI の留意点を追加.
	誘導路															
	エプロン															
<p>(注) A：補修の必要はない B：近いうちの補修が望ましい (B1：優先度 低, B2：優先度 中, B3：優先度 高) C：できるだけ早急に補修の必要がある</p> <p>(2) アスファルト舗装の路面の評価にあたっては、老化による剥離、摩耗、変形による排水条件の悪化等が生ずるため、これらの項目でも顕著な破損の進行が認められれば、評価項目として判定の対象にする必要がある。</p> <p>(3) BBIによる平坦性評価は、独立した凹凸に着目したものである^{補修-49)}。そのため、評価対象施設のBBIが評価基準値以下であっても、パイロットレポート等から平坦性の低下が懸念される箇所については、縦断プロファイルデータにおける周期的な凹凸の有無について留意する必要がある。</p> <p>(4) わだち掘れ量の算出方法は、平成29年4月に付録-9に示す方法に改訂した。そのため、改訂前後のわだち掘れ量の比較を行う場合には、改訂前に測定した横断プロファイルデータを用いて付録-9に示す方法によりわだち掘れ量を再算出することが望ましいが、改訂前の算出方法によるわだち掘れ量に0.8を乗じたものを、改訂後の算出方法によるわだち掘れ量として比較しても良い^{補修-51)}。</p> <p>II-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価 アスファルト舗装の路面のすべり抵抗性は、SFTにより測定したすべり摩擦係数により評価を行うものとする。</p> <p>(1) 滑走路に求められる走行安全性能のうちすべりに対して、路面のすべり抵抗性の評価を行う必要がある。</p> <p>(2) 路面のすべり抵抗性が小さくなり、走行安全性能に問題がある場合には、路面に付着しているゴムの除去を検討し、ゴム除去ではすべり抵抗性の回復が不十分な場合には、オーバーレイ工法あるいは切削打換え工法による補修を検討する。</p> <p>II-3.3 構造の評価 II-3.3.1 非破壊調査に基づく評価 非破壊調査による評価から、解体調査位置および解体調査内容を選定するものとする。</p> <p>(1) FWDによる非破壊調査で取得したたわみデータから求められる、補正D_0たわみ（載荷版中心たわみ）と規準D_0たわみとの比によるたわみ比から、アスファルト舗装の構造の評価を行うものとする。</p> <p>(2) 熱赤外線による非破壊調査で取得した熱赤外線画像データより、層間剥離に対する評価を行うものとする。</p>																
<p>(注) A：補修の必要はない B：近いうちの補修が望ましい (B1：優先度 低, B2：優先度 中, B3：優先度 高) C：できるだけ早急に補修の必要がある</p> <p>(2) アスファルト舗装の路面の評価にあたっては、老化による剥離、摩耗、変形による排水条件の悪化等が生ずるため、これらの項目でも顕著な破損の進行が認められれば、評価項目として判定の対象にする必要がある。</p> <p>(3) BBIによる平坦性評価は、独立した凹凸に着目したものである⁸⁴⁾。そのため、評価対象施設のBBIが評価基準値以下であっても、パイロットレポート等から平坦性の低下が懸念される箇所については、縦断プロファイルデータにおける周期的な凹凸の有無について留意する必要がある。</p> <p>(4) 誘導路には、勾配変化点があることが多く、勾配変化点における凹部・凸部が航空機の走行に支障がない場合であっても、BBIが大きくなることもある。</p> <p>(5) わだち掘れ量の算出方法は、平成29年4月に付録-22に示す方法に改訂した。そのため、改訂前後のわだち掘れ量の比較を行う場合には、改訂前に測定した横断プロファイルデータを用いて付録-22に示す方法によりわだち掘れ量を再算出することが望ましいが、改訂前の算出方法によるわだち掘れ量に0.8を乗じたものを、改訂後の算出方法によるわだち掘れ量として比較しても良い⁸⁶⁾。</p> <p>III-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価 アスファルト舗装の路面のすべり抵抗性は、SFTにより測定したすべり摩擦係数により評価を行うものとする。</p> <p>(1) 滑走路に求められる走行安全性能のうちすべりに対して、路面のすべり抵抗性の評価を行う必要がある。</p> <p>(2) 路面のすべり抵抗性が小さくなり、走行安全性能に問題がある場合には、路面に付着しているゴムの除去を検討し、ゴム除去ではすべり抵抗性の回復が不十分な場合には、オーバーレイ工法あるいは切削打換え工法による補修を検討する。</p> <p>III-3.3 構造の評価 III-3.3.1 非破壊調査に基づく評価 非破壊調査による評価から、解体調査位置及び解体調査内容を選定するものとする。</p> <p>(1) FWDによる非破壊調査で取得したたわみデータから求められる、補正D_0たわみ（載荷版中心たわみ）と規準D_0たわみとの比によるたわみ比から、アスファルト舗装の構造の評価を行うものとする。</p> <p>(2) 熱赤外線による非破壊調査で取得した熱赤外線画像データより、層間剥離に対する評価を行うものとする。</p>																

(1) FWDを用いたアスファルト舗装のたわみ測定による構造評価のフローを図-2.9に示す。

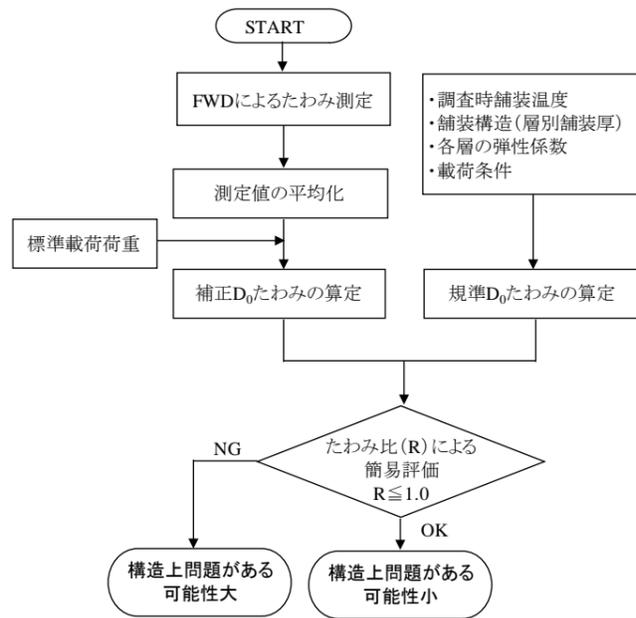
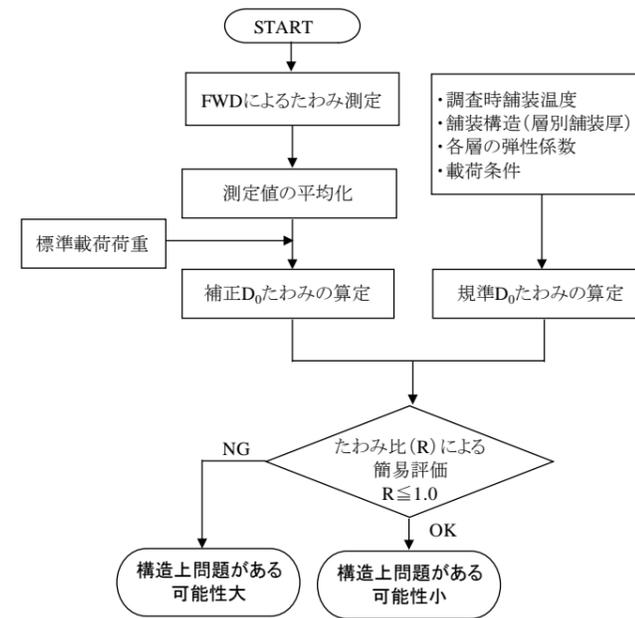


図-2.9 FWDを用いたアスファルト舗装のたわみ測定による構造評価フロー

- (2) FWDによるたわみ量は、載荷荷重により変化するので、標準載荷荷重を設定しておく必要がある。標準載荷荷重は200kNとすることができる。測定時の載荷荷重が標準載荷荷重以外の場合は補正する必要がある。補正方法は付録-4を参照することができる。
- (3) アスファルト混合物層の変形係数は、温度および載荷荷重の速度により大きく変化するため、規準たわみは、路面の温度およびFWD載荷荷重の載荷時間を考慮して、多層弾性解析プログラム等により算出する必要がある。
- (4) 規準たわみの計算に使用することができる多層弾性理論プログラムは、わが国で開発されたものとして、ELSA^{補修-22)}、GAMES^{補修-8)}がある。
- (5) FWD調査のたわみ量による評価は、補正D0たわみと規準D0たわみの比であるたわみ比により構造の評価をおこなう。たわみ比が1.0以上となった場合は、舗装の構造に疑念があると判断し、その地点を解体調査での候補地点とすることができる。
- (6) たわみ比は、「調査地点の舗装厚においてFWD載荷荷重により理論的に生じうるたわみ」と「調査地点の舗装厚における実測たわみ」の比であるため、調査地点の舗装厚が本来必要な舗装厚に対して不足している場合であっても、たわみ比が小さく評価される場合がある。
- (7) FWDによる舗装構造評価を迅速に実施するプログラムとしては、国土交通省 国土技術政策総合研究所が所有する舗装構造解析プログラムがある。
- (8) 熱赤外線調査による評価は、撮影された舗装表面の熱赤外線画像から、健全部と層間剥離部で舗装表面温度が異なることを利用し、層間剥離の発生位置を特定することにより行うことができる。層間剥離部の舗装表面温度については、夜間は健全部よりも低くなり、日中は健全部よりも高くなる^{補修-31), 補修-32)}。

(1) FWDを用いたアスファルト舗装のたわみ測定による構造評価のフローを図III-3.1に示す。



図III-3.1 FWDを用いたアスファルト舗装のたわみ測定による構造評価フロー

- (2) FWDによるたわみ量は、載荷荷重により変化するので、標準載荷荷重を設定しておく必要がある。標準載荷荷重は200kNとすることができる。測定時の載荷荷重が標準載荷荷重以外の場合は補正する必要がある。補正方法は付録-20を参照することができる。
- (3) アスファルト混合物層の変形係数は、温度及び載荷荷重の速度により大きく変化するため、規準たわみは、路面の温度及びFWD載荷荷重の載荷時間を考慮して、多層弾性解析プログラム等により算出する必要がある。
- (4) 規準たわみの計算に使用することができる多層弾性理論プログラムは、わが国で開発されたものとして、ELSA¹⁷⁾、GAMES³⁾がある。
- (5) FWD調査のたわみ量による評価は、補正D0たわみと規準D0たわみの比であるたわみ比により構造の評価を行う。たわみ比が1.0以上となった場合は、舗装の構造に疑念があると判断し、その地点を解体調査での候補地点とすることができる。
- (6) たわみ比は、「調査地点の舗装厚においてFWD載荷荷重により理論的に生じうるたわみ」と「調査地点の舗装厚における実測たわみ」の比であるため、調査地点の舗装厚が本来必要な舗装厚に対して不足している場合であっても、たわみ比が小さく評価される場合がある。
- (7) FWDによる舗装構造評価を迅速に実施するプログラムとしては、国土交通省 国土技術政策総合研究所が所有する舗装構造解析プログラムがある。
- (8) 熱赤外線調査による評価は、撮影された舗装表面の熱赤外線画像から、健全部と層間剥離部で舗装表面温度が異なることを利用し、層間剥離の発生位置を特定することにより行うことができる。層間剥離部の舗装表面温度については、夜間は健全部よりも低くなり、日中は健全部よりも高くなる^{67), 68)}。

文章の修正。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

II-3.3.2 累積疲労度調査に基づく評価

累積疲労度調査による評価から、解体調査位置および解体調査内容を選定するものとする。

- (1) 路床およびアスファルト混合物層の累積疲労度を算定することにより、解体調査位置および解体調査内容を選定するものとする。
- (2) 累積疲労度による評価基準の例を表-2.13に示す。

表-2.13 累積疲労度による評価基準の例

評価項目	評価基準
路床の支持力	累積疲労度 ≤ 1.0
アスファルト混合物層の疲労ひび割れ	累積疲労度 ≤ 1.0

II-3.3.3 解体調査に基づく評価

解体調査に基づき、アスファルト舗装の材料性状および構造の健全度について総合的な評価を行うものとする。

- (1) 解体調査による構造の評価として、健全であると考える目安値を表-2.14に示す。

表-2.14 解体調査において健全であると考える目安値の例

試験項目	測定項目	目安値
アスファルトの抽出試験	アスファルト量 (%) 及び骨材粒度	アスファルト量：配合設計値から±0.3以内（表層・基層）
アスファルトの回収試験		骨材粒度：空港土木工事共通仕様書に記載の粒度範囲内
アスファルトの針入度試験	針入度 (25°C 1/10mm)	表 2-17 参照*
アスファルトの軟化点試験	軟化点温度 (°C)	表 2-17 参照*
アスファルト混合物のマーシャル安定度試験	マーシャル安定度 (kN)	表 2-19 参照
アスファルト混合物の密度試験	空隙率 (%)	(表層) 3~5% (基層) 3~6%
アスファルト混合物の水分量測定	含水量 (%)	1%以下 ^{補修-38)}
路床の CBR 試験	CBR (%)	設計値以上
路盤の修正 CBR 試験	修正 CBR (%)	空港土木工事共通仕様書に記載の規定値以上
路盤の締固め試験	締固め度 (%)	最大乾燥密度の95%以上 (粒度調整碎石)

※ (社) 日本アスファルト協会 アスファルト, 第 33 巻, 第 164 号, p. 78, 1990.

III-3.3.2 解体調査に基づく評価

解体調査に基づき、アスファルト舗装の材料性状及び構造の健全度について総合的な評価を行うものとする。

- (1) 解体調査による構造の評価として、健全であると考える目安値を表III-3.3に示す。

表III-3.3 解体調査において健全であると考える目安値の例

試験項目	測定項目	目安値
アスファルトの抽出試験	アスファルト量 (%) 及び骨材粒度	アスファルト量：配合設計値から±0.3以内（表層・基層）
アスファルトの回収試験		骨材粒度：空港土木工事共通仕様書に記載の粒度範囲内
アスファルトの針入度試験	針入度 (25°C 1/10mm)	表 III-3.4 参照*
アスファルトの軟化点試験	軟化点温度 (°C)	表 III-3.4 参照*
アスファルト混合物のマーシャル安定度試験	マーシャル安定度 (kN)	表 III-3.6 参照
アスファルト混合物の密度試験	空隙率 (%)	(表層) 3~5% (基層) 3~6%
アスファルト混合物の水分量測定	含水量 (%)	1%以下 ⁷³⁾
路床の CBR 試験	CBR (%)	設計値以上
路盤の修正 CBR 試験	修正 CBR (%)	空港土木工事共通仕様書に記載の規定値以上
路盤の締固め試験	締固め度 (%)	最大乾燥密度の95%以上 (粒度調整碎石)

※ (社) 日本アスファルト協会 アスファルト, 第 33 巻, 第 164 号, p.78, 1990.

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

(2) 一般的なアスファルト舗装の評価を以下に示す。

(i) アスファルトが劣化すると、針入度は小さくなり、軟化点が高くなる傾向がある。一般的なひび割れとアスファルトの関係を表-2.15に示す。

表-2.15 ひび割れとアスファルトの関係

物性値	ひび割れとの関係
針入度(1/10mm)	35～50 でひび割れ発生 25 以下でひび割れ増大
軟化点(℃)	54 でひび割れ発生 60～63 でひび割れ増大

(ii) アスファルト混合物の空隙率が小さいと、わだち掘れやプリスタリングの原因となり、大きいと水分の浸入等によるアスファルトの劣化の原因となることがある。配合設計時におけるマーシャル試験に対する空隙率の基準値として、表層で2～5%、基層で3～6%としている。また、アスファルト混合物の空隙率が3%以下になるとプリスタリングが発生しやすい傾向を示す。

(iii) アスファルト混合物中の水分が多いと、骨材剥離やプリスタリングの原因となることがある。アスファルト混合物中の含水比が1%以上になると、プリスタリングが発生しやすいといわれているが、含水比は混合物の空隙率によって大きく変動するので注意が必要である^{補修-38)}。

(iv) アスファルト混合物の粒度は、2.36mmと75μm通過率が多いと、流動によるわだち掘れが生じやすい傾向を示す。配合設計時における粒度範囲の規定値は、表層で2.36mm通過率は35～50%、75μm通過率は4～8%としている。

(v) マーシャル安定度は供試体厚により変化することから、得られた値に対して、参考文献39)より供試体厚に応じて得られた補正係数を乗じて、マーシャル安定度を補正する必要がある。

表-2.16 に主な供試体のマーシャル安定度補正係数を参考に示す。

表-2.16 マーシャル安定度補正係数

供試体の厚さ(mm)	30.0	40.0	50.0	63.5	70.0	75.0
補正係数	4.76	3.17	1.98	1.00	0.79	0.74

(vi) マーシャル安定度試験による評価は表-2.17とすることができる。

表-2.17 マーシャル安定度試験による評価の目安値の例

表・基層		アスファルト安定処理上層路盤	
マーシャル安定度	評価	マーシャル安定度	評価
8.8kN 以上	A	4.9kN 以上	E
4.9kN 以上 8.8kN 未満	B		
3.45kN 以上 4.9kN 未満	C	3.45kN 以上 4.9kN 未満	F

(2) 一般的なアスファルト舗装の評価を以下に示す。

(i) アスファルトが劣化すると、針入度は小さくなり、軟化点が高くなる傾向がある。一般的なひび割れとアスファルトの関係を表Ⅲ-3.4に示す。

表Ⅲ-3.4 ひび割れとアスファルトの関係

物性値	ひび割れとの関係
針入度(1/10mm)	35～50 でひび割れ発生 25 以下でひび割れ増大
軟化点(℃)	54 でひび割れ発生 60～63 でひび割れ増大

(ii) アスファルト混合物の空隙率が小さいと、わだち掘れやプリスタリングの原因となり、大きいと水分の浸入等によるアスファルトの劣化の原因となることがある。配合設計時におけるマーシャル試験に対する空隙率の基準値として、表層で2～5%、基層で3～6%としている。また、アスファルト混合物の空隙率が3%以下になるとプリスタリングが発生しやすい傾向を示す。

(iii) アスファルト混合物中の水分が多いと、骨材剥離やプリスタリングの原因となることがある。アスファルト混合物中の含水比が1%以上になると、プリスタリングが発生しやすいといわれているが、含水比は混合物の空隙率によって大きく変動するので注意が必要である⁷³⁾。

(iv) アスファルト混合物の粒度は、2.36mmと75μm通過率が多いと、流動によるわだち掘れが生じやすい傾向を示す。配合設計時における粒度範囲の規定値は、表層で2.36mm通過率は35～50%、75μm通過率は4～8%としている。

(v) マーシャル安定度は供試体厚により変化することから、得られた値に対して、供試体厚に応じて得られた補正係数⁷⁴⁾を乗じて、マーシャル安定度を補正する必要がある。表Ⅲ-3.5に主な供試体のマーシャル安定度補正係数を参考に示す。

表Ⅲ-3.5 マーシャル安定度補正係数

供試体の厚さ(mm)	30.0	40.0	50.0	63.5	70.0	75.0
補正係数	4.76	3.17	1.98	1.00	0.79	0.74

(vi) マーシャル安定度試験による評価は表Ⅲ-3.6とすることができる。

表Ⅲ-3.6 マーシャル安定度試験による評価の目安値の例

表・基層		アスファルト安定処理上層路盤	
マーシャル安定度	評価	マーシャル安定度	評価
8.8kN 以上	A	4.9kN 以上	E
4.9kN 以上 8.8kN 未満	B		
3.45kN 以上 4.9kN 未満	C	3.45kN 以上 4.9kN 未満	F
3.45kN 未満	D	3.45kN 未満	G

文章の修正。

<h2 style="margin:0;">空港舗装補修要領（現行）</h2>	<h2 style="margin:0;">空港土木施設設計要領（舗装設計編）</h2>	<h2 style="margin:0;">備 考</h2>
---	--	--------------------------------

	3.45kN 未満	D	3.45kN 未満	G		
	<p>A：表・基層として引き続き使用しても問題ない。</p> <p>B：切削が望ましいが、存置する場合は表・基層として扱うことができる（構造設計においては、アスファルト混合物層とみなしてよい）。</p> <p>C：切削が望ましいが、存置する場合はアスファルト安定処理上層路盤として扱うことができる（構造設計においては、アスファルト混合物層とみなしてよい）。</p> <p>D：切削が望ましいが、存置する場合は粒状路盤として扱う（構造設計においては、アスファルト混合物層とはみなさない）。</p> <p>E：アスファルト安定処理上層路盤として引き続き使用しても問題ない。</p> <p>F：切削が望ましいが、存置する場合はアスファルト安定処理上層路盤として扱うことができる（構造設計においては、アスファルト混合物層とみなしてよい）。</p> <p>G：切削が望ましいが、存置する場合は粒状路盤として扱う（構造設計においては、アスファルト混合物層とはみなさない）。</p>					
	<p>(vii) アスファルトが酸化して劣化すると、アスファルトの組成成分のうち、アスファルテン分、レジン分が増加し、芳香族分・飽和分は減少する傾向を示す。</p> <p>(viii) 粗粒度アスファルト混合物の剥離抵抗性に関する詳細な評価方法としては、修正ロットマン試験により得られる標準圧裂強度と残留圧裂強度に関する閾値が提案されており、参考とするとよい^{補修-50}。</p>					
(3)	<p>路床・路盤については、CBR試験、現場密度試験および繰返し平板載荷試験の結果を設計時における値と比較すること等により健全度および支持力を評価することができる。</p>				<p>(3) 路床・路盤については、CBR試験、現場密度試験及び繰返し平板載荷試験の結果を設計時における値と比較すること等により健全度及び支持力を評価することができる。</p>	
	<p>II-4 アスファルト舗装の補修</p> <p>II-4.1 総則</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">アスファルト舗装の補修は、破損の形態や破損の程度に基づき、対象施設の運用条件、経済性および将来計画等も考慮し、総合的に判断して行うものとする。</p> <p>(1) 空港舗装の補修では、空港運用上の理由により、補修工事にあたり施工時間帯等の制約条件が課されることが多い。そのため、最適な補修工法として必ずしも低廉な補修工法が選定されない場合がある</p>				<p>III-4 アスファルト舗装の補修</p> <p>III-4.1 総則</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">アスファルト舗装の補修は、破損の形態や破損の程度に基づき、対象施設の運用条件、経済性及び将来計画等も考慮し、総合的に判断して行うものとする。</p> <p>(1) 空港舗装の補修では、空港運用上の理由により、補修工事にあたり施工時間帯等の制約条件が課されることが多い。そのため、最適な補修工法として必ずしも低廉な補修工法が選定されない場合がある。</p>	
	<p>II-4.2 補修工法の選定</p> <p>II-4.2.1 一般</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">アスファルト舗装の補修工法は、既設舗装に対する調査の結果に基づき、求められる性能を回復させるため、破損状況および構造上の問題の有無により、適切に選定するものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装の補修工法としては、オーバーレイ工法、切削打換え工法が一般的である。構造上の問題の有無にかかわらず、いずれの補修工法も選択することができるが、既設舗装の破損状況に応じて、経済性、確実性および施工性を総合的に検討し、最適な補修工法を選定する必要がある。</p> <p>(2) 空港舗装の補修では、空港施設の運用上の関連から時間的制約条件が厳しく、補修工事のために施設閉鎖や、施工期間を十分に確保することが難しい場合が多い。そのため、現場での施工可能時間に十分留意した補修工法の選定が必要である。</p> <p>(3) 縦横断勾配については、航空法施行規則第79条等に記載されている該当する勾配を逸脱し</p>				<p>III-4.2 補修工法の選定</p> <p>III-4.2.1 総則</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">アスファルト舗装の補修工法は、既設舗装に対する調査の結果に基づき、求められる性能を回復させるため、破損状況及び構造上の問題の有無により、適切に選定するものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装の補修工法としては、オーバーレイ工法、切削打換え工法が一般的である。構造上の問題の有無にかかわらず、いずれの補修工法も選択することができるが、既設舗装の破損状況に応じて、経済性、確実性及び施工性を総合的に検討し、最適な補修工法を選定する必要がある。</p> <p>(2) 空港舗装の補修では、空港施設の運用上の関連から時間的制約条件が厳しく、補修工事のために施設閉鎖や、施工期間を十分に確保することが難しい場合が多い。そのため、現場での施工可能時間に十分留意した補修工法の選定が必要である。</p> <p>(3) 縦横断勾配については、航空法施行規則第79条等に記載されている該当する勾配を逸脱し</p>	
					見出しの変更。	

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>ないよう設計し、施工する必要がある。</p> <p>(4) 構造上問題のない場合の考え方</p> <p>(i) 構造上問題のない場合とは、既設舗装の材料性状が低下して、路面に破損が生じているが、その原因が舗装構造上の問題に起因していない状態をいう。</p> <p>(ii) 舗装の路面性状の回復のみを目的とした補修では、経済性や施工性からオーバーレイ工法が一般的に採用される。しかし、表層材料の老化等が著しい場合には、切削打換え工法の選定を検討する必要がある。</p> <p>(iii) 構造上問題のない状態であっても、補修後の設計供用期間内において、将来的に路床・路盤の支持力低下により構造上の問題が生じる可能性もあるため、補修設計にあたっては、支持力低下に対する評価を行うことが望ましい。</p> <p>(iv) 構造上問題のない場合の補修設計では、材料設計について検討する必要がある。</p> <p>(5) 構造上問題のある場合の考え方。</p> <p>(i) 構造上問題のある場合とは、主にアスファルト混合物層に疲労ひび割れが多数発生している状態や、路床・路盤の支持力が低下しているなど、荷重支持性能に問題があり、これが原因となって舗装が破損している状態をいう。また、構成材料の性能低下に起因して舗装が破損している状態をいう。</p> <p>(ii) 路床・路盤の支持力低下は、舗装厚の増加により対応可能であるため、アスファルト混合物層を増厚することが一般的であるが、その場合はアスファルト混合物層が厚くなることから、周囲との取付および勾配に留意する必要がある。</p> <p>(iii) 既設舗装に層間剥離が認められる場合には、層間剥離が発生している層まで撤去することを検討する必要がある。</p> <p>(iv) 構造上問題のある場合の補修設計では、構造設計および材料設計について検討する必要がある。</p> <p>II-4.2.2 補修工法</p> <p>(1) オーバーレイ工法については、施工後の縦断および横断勾配が許容値以内になり、かつ経済的になるように、アスファルト混合物の舗装厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(2) 切削打換え工法については、アスファルト舗装の状況を十分調査し、合理的な切削厚さを設定し、かつ経済的となるようにアスファルト混合物の舗装厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(3) オーバーレイ工法及び切削打ち換え工法におけるアスファルト混合物の切削厚及び施工厚の設計では、経済性のみにより設定すると、同一施工厚の範囲が円形状・楕円形状に点在することがある。この場合、施工管理が煩雑となり品質が低下する恐れがあることから、日々の施工幅、施工延長、施工性等を考慮の上、切削厚さを調整し、同一施工厚の範囲をできるだけ連続的かつ矩形形状に設定することが望ましい。</p> <p>(1) 補修工事における施工上の最小厚は、表層の場合、アスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径の2.5倍以上、基層の場合、1.5倍以上とすることを標準とする。そのため、表層に最大粒径20mmの骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が5cm、表層に最大粒径13mmの骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が4cmとなる。ただし、施工時に最大粒径が20mm以下の骨材を用いる基層にて交通開放する場合は、施工上の最小厚を4cmとすることを標準とする。骨材の最大粒径の選択の目安はII-4.6 材料設計を参考とする。</p> <p>(2) 表層施工厚が8cmを超える場合には、基層を設けることができる。また、表層、基層の施工については、薄い層の施工を避け、1層の施工厚を厚くし、施工層数および境界面を少なくすることに留意する必要がある。</p> <p>(3) 図-2.10に示す斜線部分のような隆起は、これを切削撤去して補修必要厚を設定した方が経</p>	<p>ないよう設計し、施工する必要がある。</p> <p>(4) 構造上問題のない場合の考え方</p> <p>(i) 構造上問題のない場合とは、既設舗装の材料性状が低下して、路面に破損が生じているが、その原因が舗装構造上の問題に起因していない状態をいう。</p> <p>(ii) 舗装の路面性状の回復のみを目的とした補修では、経済性や施工性からオーバーレイ工法が一般的に採用される。しかし、表層材料の老化等が著しい場合には、切削打換え工法の選定を検討する必要がある。</p> <p>(iii) 構造上問題のない状態であっても、補修後の設計供用期間内において、将来的に路床・路盤の支持力低下により構造上の問題が生じる可能性もあるため、補修設計にあたっては、支持力低下に対する評価を行うことが望ましい。</p> <p>(iv) 構造上問題のない場合の補修設計では、材料設計について検討する必要がある。</p> <p>(5) 構造上問題のある場合の考え方。</p> <p>(i) 構造上問題のある場合とは、主にアスファルト混合物層に疲労ひび割れが多数発生している状態や、路床・路盤の支持力が低下しているなど、荷重支持性能に問題があり、これが原因となって舗装が破損している状態をいう。また、構成材料の性能低下に起因して舗装が破損している状態をいう。</p> <p>(ii) 路床・路盤の支持力低下は、舗装厚の増加により対応可能であるため、アスファルト混合物層を増厚することが一般的であるが、その場合はアスファルト混合物層が厚くなることから、周囲との取付及び勾配に留意する必要がある。</p> <p>(iii) 既設舗装に層間剥離が認められる場合には、層間剥離が発生している層まで撤去することを検討する必要がある。</p> <p>(iv) 構造上問題のある場合の補修設計では、構造設計及び材料設計について検討する必要がある。</p> <p>III-4.2.2 補修工法</p> <p>(1) オーバーレイ工法については、施工後の縦断及び横断勾配が許容値以内になり、かつ経済的になるように、アスファルト混合物の舗装厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(2) 切削打換え工法については、アスファルト舗装の状況を十分調査し、合理的な切削厚さを設定し、かつ経済的となるようにアスファルト混合物の舗装厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(3) オーバーレイ工法及び切削打ち換え工法におけるアスファルト混合物の切削厚及び施工厚の設計では、経済性のみにより設定すると、同一施工厚の範囲が円形状・楕円形状に点在することがある。この場合、施工管理が煩雑となり品質が低下する恐れがあることから、日々の施工幅、施工延長、施工性等を考慮の上、切削厚さを調整し、同一施工厚の範囲をできるだけ連続的かつ矩形形状に設定することが望ましい。</p> <p>(1) 補修工事における施工上の最小厚は、表層の場合、アスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径の2.5倍以上、基層の場合、2.0倍以上とすることを標準とする。そのため、表層に最大粒径20mmの骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が5cm、表層に最大粒径13mmの骨材を使用するアスファルト混合物の場合は施工上の最小厚が4cmとなる。ただし、施工時に最大粒径が20mm以下の骨材を用いる基層にて交通開放する場合は、施工上の最小厚を4cmとすることを標準とする。骨材の最大粒径の選択の目安はIII-4.6 材料設計を参考とする。</p> <p>(2) 表層施工厚が8cmを超える場合には、基層を設けることができる。また、表層、基層の施工については、薄い層の施工を避け、1層の施工厚を厚くし、施工層数及び境界面を少なくすることに留意する必要がある。</p> <p>(3) 図III-4.1に示す斜線部分のような隆起は、これを切削撤去して補修必要厚を設定した方が</p>	<p>施工性を考慮し、研究成果に基づく改訂。</p>

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

済的であることがあるので、切削面積、切削厚による全体的な舗装厚の減少、周辺構造物との整合性、経済性等を考慮した上で適切に処置する必要がある。

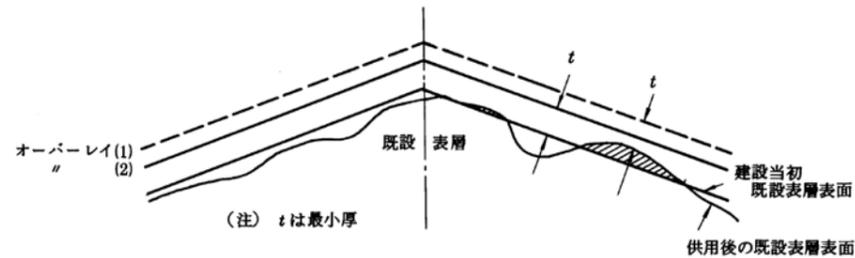
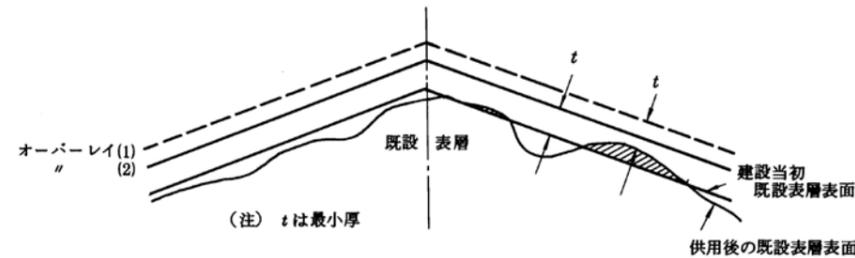


図-2.10 補修計画高の設定の考え方

経済的であることがあるので、切削面積、切削厚による全体的な舗装厚の減少、周辺構造物との整合性、経済性等を考慮した上で適切に処置する必要がある。



図Ⅲ-4.1 補修計画高の設定の考え方

- (4) 航空機の制動時ならびに曲線部の走行時には、舗装表面に水平荷重が加わることとなる。舗装表面に水平荷重が加わる区域においては、不十分な層間付着や舗装体内への水分の浸入等の複合的な要因により、補修層と既設層との間、あるいは混合物層内部で剥離が生じ、舗装の破壊に至ることがある。このため、既設舗装表面の清掃、タックコートの養生、表層・基層の厚層化および材料等について十分に検討し、適切な対応を行う必要がある。既設グルーピング上に直接補修を行う場合で補修層が薄く、新旧層の付着強度が問題となる場合には、必要に応じて、既設グルーピング面の切削や、既設面の標識塗料および付着ゴムの除去について検討する必要がある^{補修-40), 補修-41)}。

- (4) 航空機の制動時並びに曲線部の走行時には、舗装表面に水平荷重が加わることとなる。舗装表面に水平荷重が加わる区域においては、不十分な層間付着や舗装体内への水分の浸入等の複合的な要因により、補修層と既設層との間、あるいは混合物層内部で剥離が生じ、舗装の破壊に至ることがある。このため、既設舗装表面の清掃、タックコートの養生、表層・基層の厚層化及び材料等について十分に検討し、適切な対応を行う必要がある。既設グルーピング上に直接補修を行う場合で補修層が薄く、新旧層の付着強度が問題となる場合には、必要に応じて、既設グルーピング面の切削や、既設面の標識塗料及び付着ゴムの除去について検討する必要がある^{75), 76)}。

Ⅱ-4.3 構造上問題のない場合の補修

アスファルト舗装に対する路面の評価では補修の必要があるが、構造上問題のない場合には、走行安全性能および表層の耐久性能を回復するための補修が必要であり、既設舗装の路面性状および材料性状等を踏まえ、経済性および施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。

Ⅲ-4.3 構造上問題のない場合の補修

アスファルト舗装に対する路面の評価では補修の必要があるが、構造上問題のない場合には、走行安全性能及び表層の耐久性能を回復するための補修が必要であり、既設舗装の路面性状及び材料性状等を踏まえ、経済性及び施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。

- (1) 走行安全性能および表層の耐久性能に対する照査は、「空港舗装設計要領」およびⅡ-4.6 材料設計により実施する。
- (2) アスファルト舗装が縦断方向の凹凸やくぼみ等で平坦性が低下している場合は、一般的には平坦性を改良するためのオーバーレイ工法による補修が行われる。しかし、エプロン区域などで周辺の構造物等との取付けや縦横断勾配が基準値を逸脱する等の問題が生じる場合には、切削打換え工法による補修が行われる。
- (3) 表層・基層の塑性流動が主体的なわだち掘れの場合には、構造全体の問題ではないので、一般的にはわだち掘れ発生部における切削打換えあるいはオーバーレイにより平坦性の改良を図る補修が行われる。
- (4) 表層材の老化等でひび割れが入っているが、構造上問題のない場合には、切削打換え工法による補修が一般的に行われている。
- (5) 平坦性を改良するための補修設計は、一般的には図-2.11のようなフローに従って行われる。

- (1) 走行安全性能及び表層の耐久性能に対する照査は、Ⅱ-3、Ⅱ-4及びⅢ-4.6により実施する。
- (2) アスファルト舗装が縦断方向の凹凸やくぼみ等で平坦性が低下している場合は、一般的には平坦性を改良するためのオーバーレイ工法による補修が行われる。しかし、エプロン区域などで周辺の構造物等との取付けや縦横断勾配が基準値を逸脱する等の問題が生じる場合には、切削打換え工法による補修が行われる。
- (3) 表層・基層の塑性流動が主体的なわだち掘れの場合には、構造全体の問題ではないので、一般的にはわだち掘れ発生部における切削打換えあるいはオーバーレイにより平坦性の改良を図る補修が行われる。
- (4) 表層材の老化等でひび割れが入っているが、構造上問題のない場合には、切削打換え工法による補修が一般的に行われている。
- (5) 平坦性を改良するための補修設計は、一般的には図Ⅲ-4.2のようなフローに従って行われる。

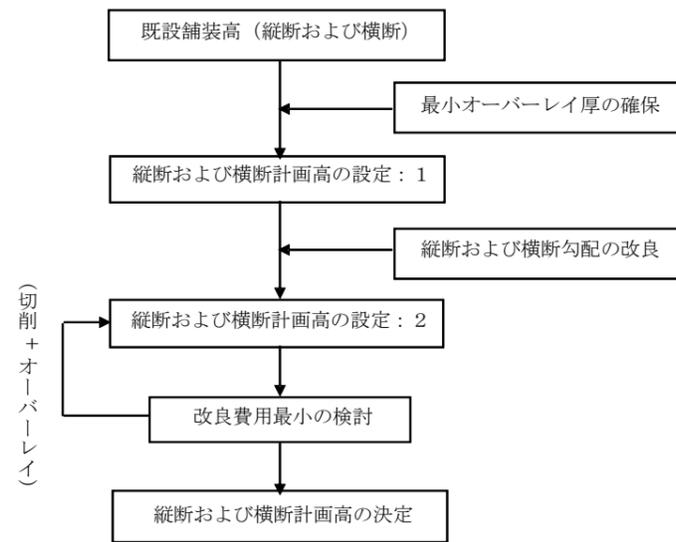
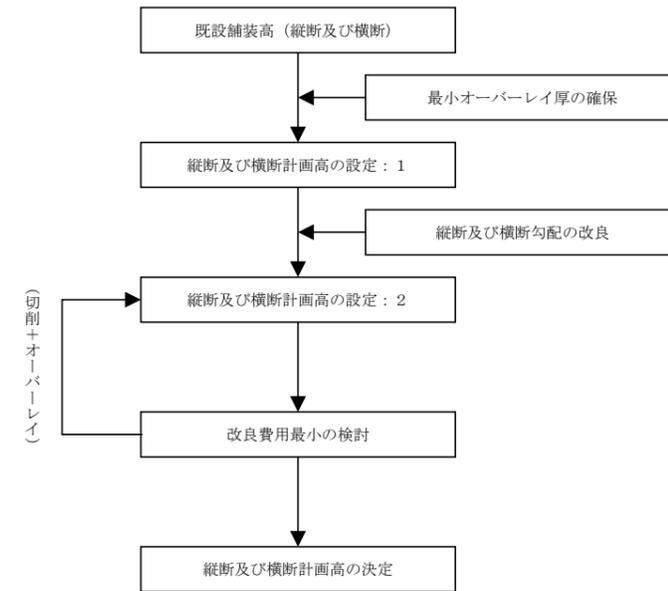


図-2.11 平坦性を改良するための補修設計フロー

(6) 構造上問題のない場合における、オーバーレイ工法および切削打換え工法の補修施工厚の考え方を図2-12に示す。



図Ⅲ-4.2 平坦性を改良するための補修設計フロー

(6) 構造上問題のない場合における、オーバーレイ工法及び切削打換え工法の補修施工厚の考え方を図Ⅲ-4.3に示す。

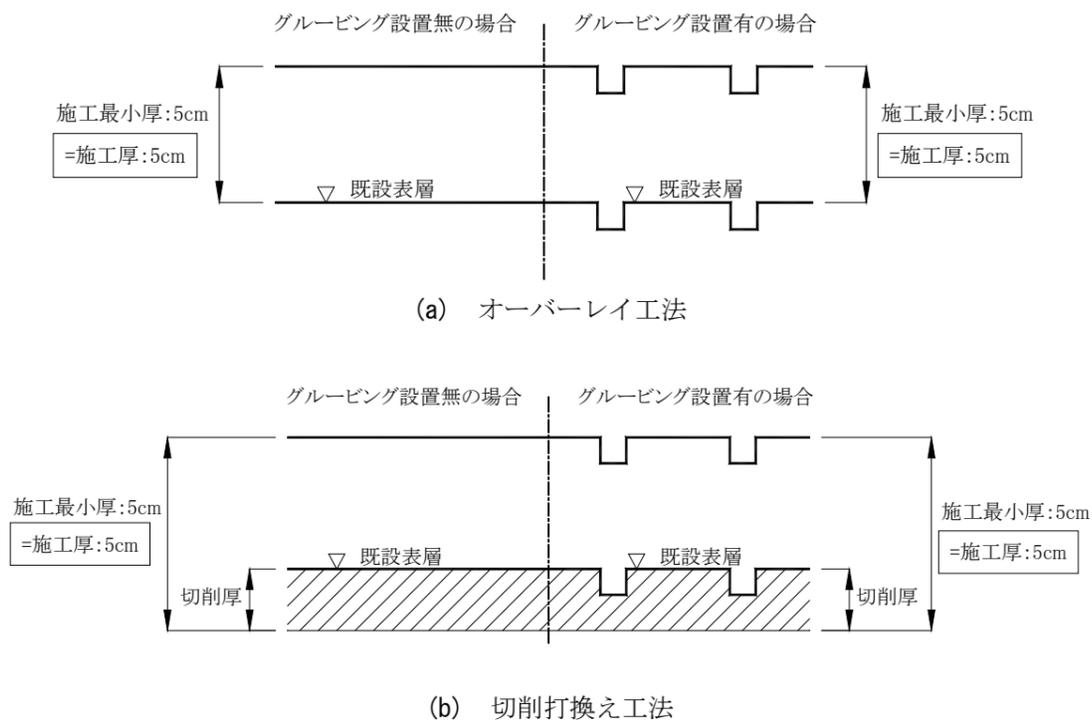
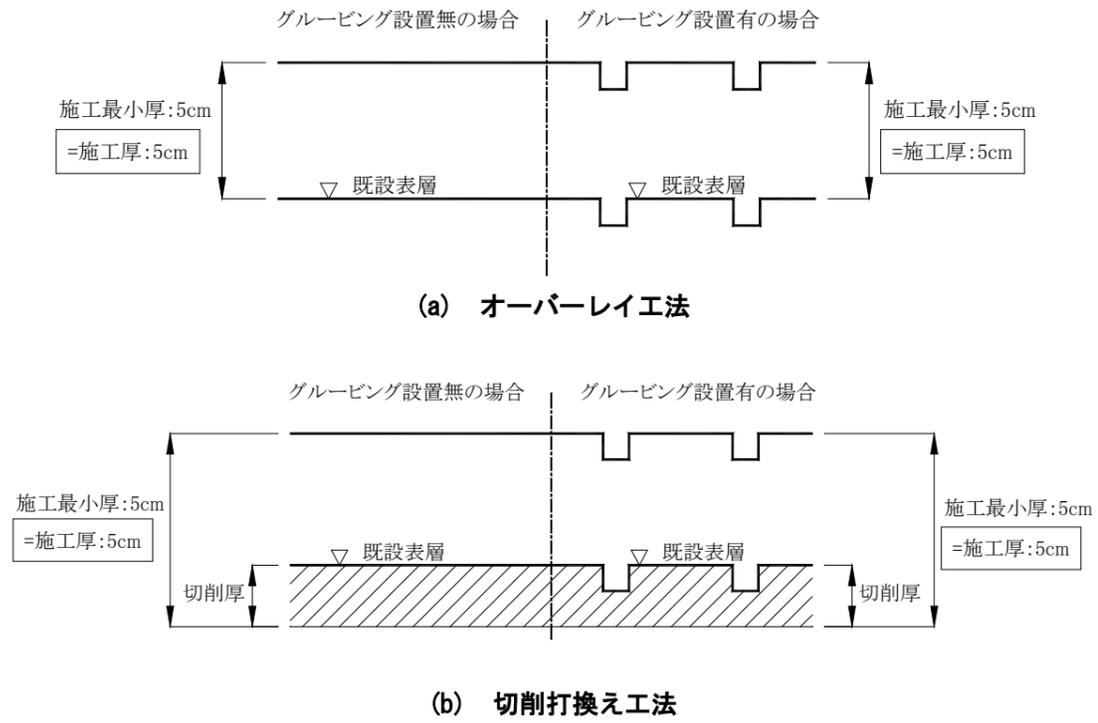


図-2.12 構造上問題のない場合の例（骨材最大粒径が20mmの場合）



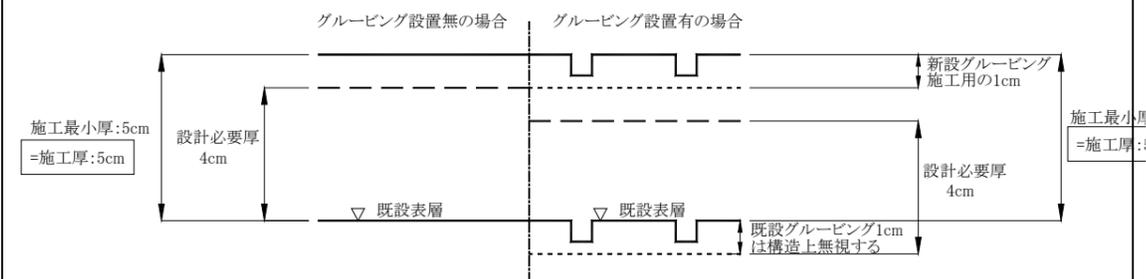
図Ⅲ-4.3 構造上問題のない場合の例（骨材最大粒径が20mmの場合）

(7) 施工目地が開口しているが、構造上問題のない場合には、この部分は切削打換えによる補修が一般的に行われている。

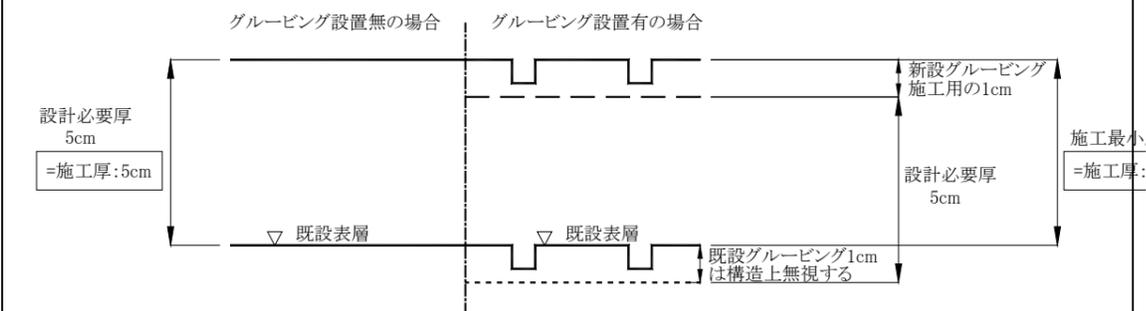
II-4.4 構造上問題のある場合の補修

構造上問題があると評価された場合、あるいは、近い将来に構造上の問題が懸念される場合においては、荷重支持性能、走行安全性能および表層の耐久性能を回復するための補修が必要であり、解体調査結果を踏まえ、経済性および施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。

- (1) 荷重支持性能に対する照査は、「空港舗装設計要領」およびII-4.5 構造設計により実施する。
- (2) 走行安全性能および表層の耐久性能に対する照査は、「空港舗装設計要領」およびII-4.6 材料設計により実施する。
- (3) プリスタリング対策を実施する場合は、表層の厚層化および通気性向上のための空隙率を高める検討が必要であり、表層の1層仕上がり厚は8cm、表層の空隙率は3%以上を原則とする。また、耐流動性や剥離抵抗性に優れた改質アスファルトの使用を標準とする。改質アスファルトについては、既に主要空港において使用実績がある。
- (4) 構造上問題のある場合におけるオーバーレイ工法および切削打換え工法の補修施工厚の考え方を図2-13～図2-14に示す。既設グルーピング(1cm)は構造上無視するものとし、既設グルーピング(1cm)の下面からの厚さとする。グルーピングを表層に新設する場合は、設計上必要厚に1cmを加える。



(a) オーバーレイ工法で設計必要厚が4cmの例



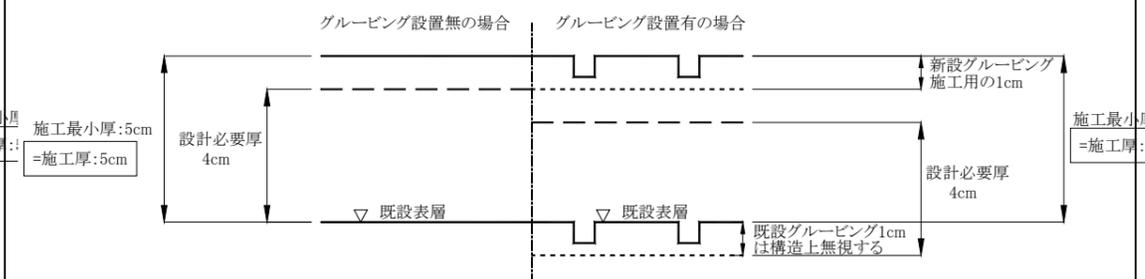
(b) オーバーレイ工法で設計必要厚が5cmの例

(7) 施工目地が開口しているが、構造上問題のない場合には、この部分は切削打換えによる補修が一般的に行われている。

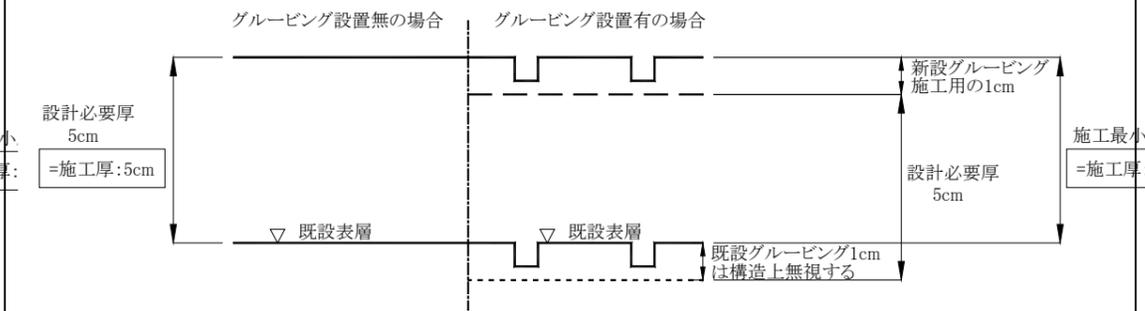
III-4.4 構造上問題のある場合の補修

構造上問題があると評価された場合、あるいは、近い将来に構造上の問題が懸念される場合においては、荷重支持性能、走行安全性能及び表層の耐久性能を回復するための補修が必要であり、解体調査結果を踏まえ、経済性及び施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。

- (1) 荷重支持性能に対する照査は、II-2及びIII-4.5により実施する。
- (2) 走行安全性能及び表層の耐久性能に対する照査は、II-3、II-4及びIII-4.6により実施する。
- (3) プリスタリング対策を実施する場合は、表層の厚層化及び通気性向上のための空隙率を高める検討が必要であり、表層の1層仕上がり厚は8cm、表層の空隙率は3%以上を標準とする。また、耐流動性や剥離抵抗性に優れた改質アスファルトの使用を標準とする。改質アスファルトについては、既に主要空港において使用実績がある。
- (4) 構造上問題のある場合におけるオーバーレイ工法及び切削打換え工法の補修施工厚の考え方を図III-4.4～図III-4.5に示す。既設グルーピング(1cm)は構造上無視するものとし、既設グルーピング(1cm)の下面からの厚さとする。グルーピングを表層に新設する場合は、設計上必要厚に1cmを加える。



(a) オーバーレイ工法で設計必要厚が4cmの例



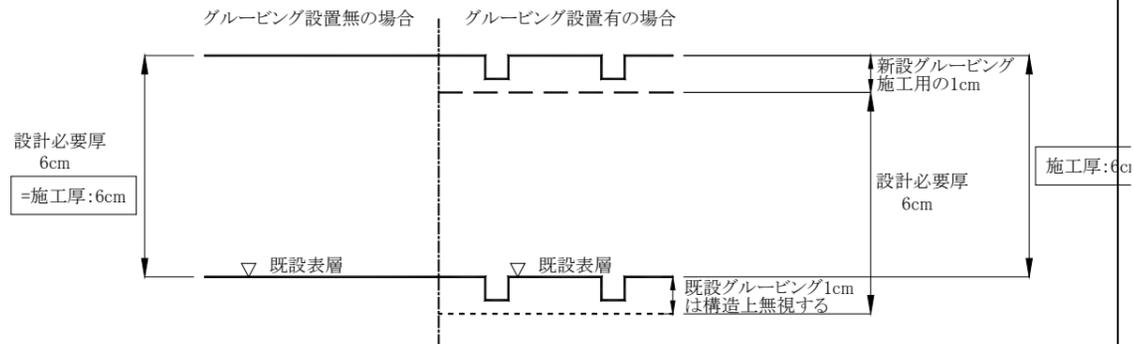
(b) オーバーレイ工法で設計必要厚が5cmの例

文末の変更。

空港舗装補修要領（現行）

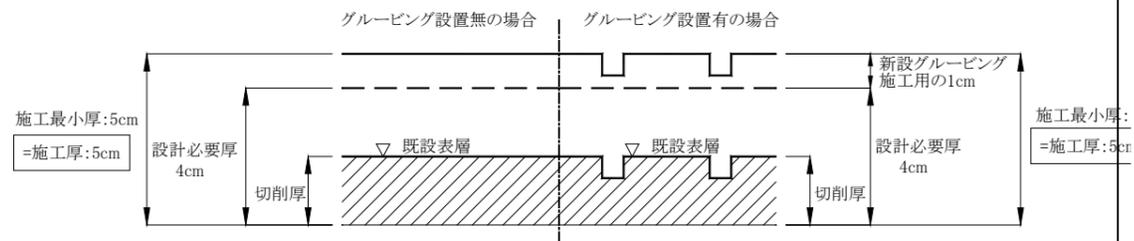
空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

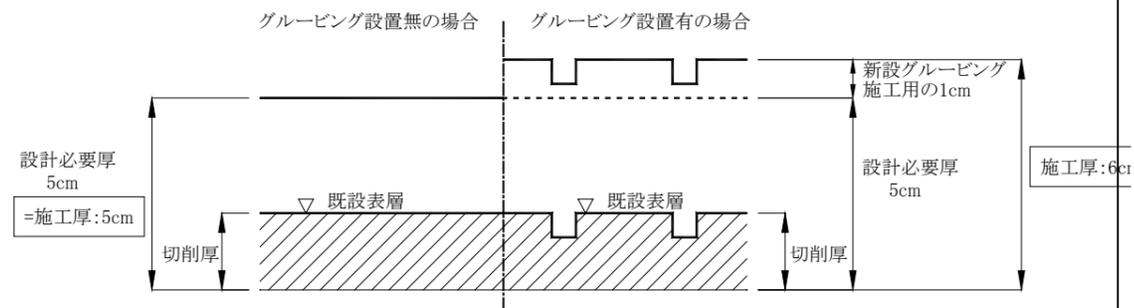


(c) オーバーレイ工法で設計必要厚が6cmの例

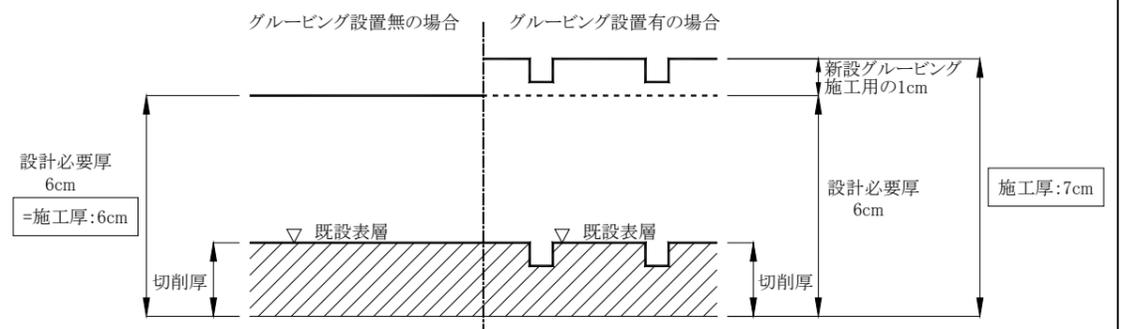
図-2.13 構造上問題のある場合：オーバーレイ工法の例（骨材最大粒径が20mmの場合）



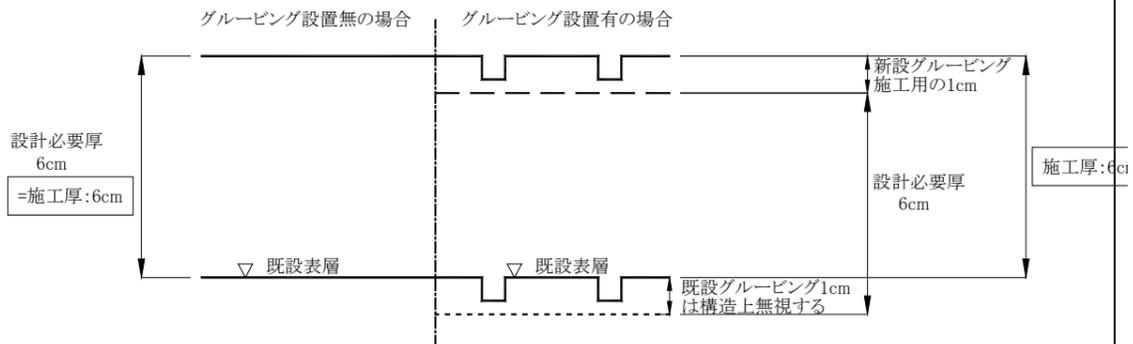
(a) 切削打換え工法で設計必要厚が4cmの例



(b) 切削打換え工法で設計必要厚が5cmの例

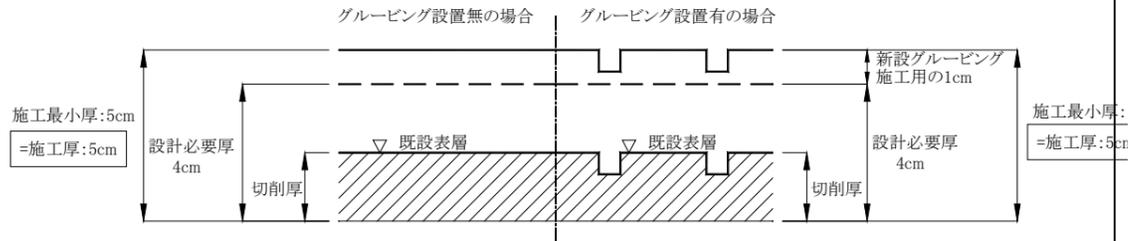


(c) 切削打換え工法で設計必要厚が6cmの例

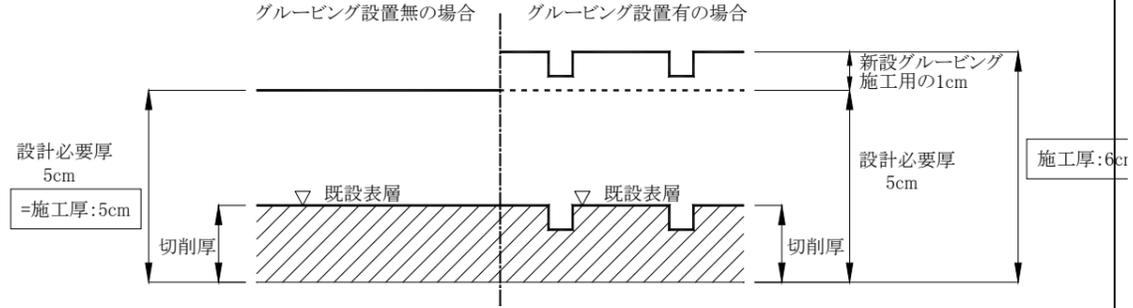


(c) オーバーレイ工法で設計必要厚が6cmの例

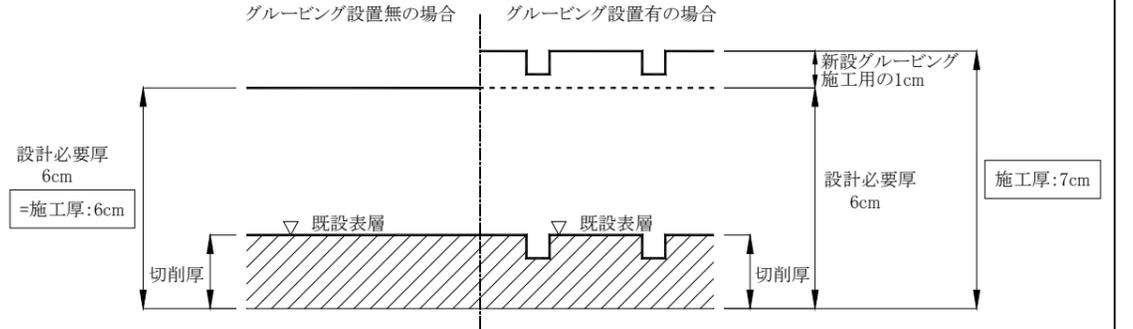
図III-4.4 構造上問題のある場合：オーバーレイ工法の例（骨材最大粒径が20mmの場合）



(a) 切削打換え工法で設計必要厚が4cmの例



(b) 切削打換え工法で設計必要厚が5cmの例



(c) 切削打換え工法で設計必要厚が6cmの例

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
--------------	-------------------	----

<p>図-2.14 構造上問題のある場合：切削打換え工法の例（骨材最大粒径が20mmの場合）</p> <p>II-4.5 構造設計</p> <p>構造設計は、既設舗装の荷重支持性能の評価結果を踏まえ、荷重支持性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) 構造上問題のある場合には、アスファルト舗装に求められる性能を回復させるための補修を行う必要がある。基本的には既設舗装の補修のための構造設計は、「空港舗装設計要領補修³⁾」により実施する。</p> <p>(2) 構造上問題のある場合のアスファルト舗装における標準的な補修設計の手順を図-2.15に示す。</p>	<p>図III-4.5 構造上問題のある場合：切削打換え工法の例（骨材最大粒径が20mmの場合）</p> <p>III-4.5 構造設計</p> <p>構造設計は、既設舗装の荷重支持性能の評価結果を踏まえ、荷重支持性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) 構造上問題のある場合には、アスファルト舗装に求められる性能を回復させるための補修を行う必要がある。基本的には既設舗装の補修のための構造設計は、経験的設計法や理論的設計法により算定される新設時の断面と既設舗装の断面を比較することにより実施する。</p>	<p>要領統合による変更。</p> <p>既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。</p>
---	--	---

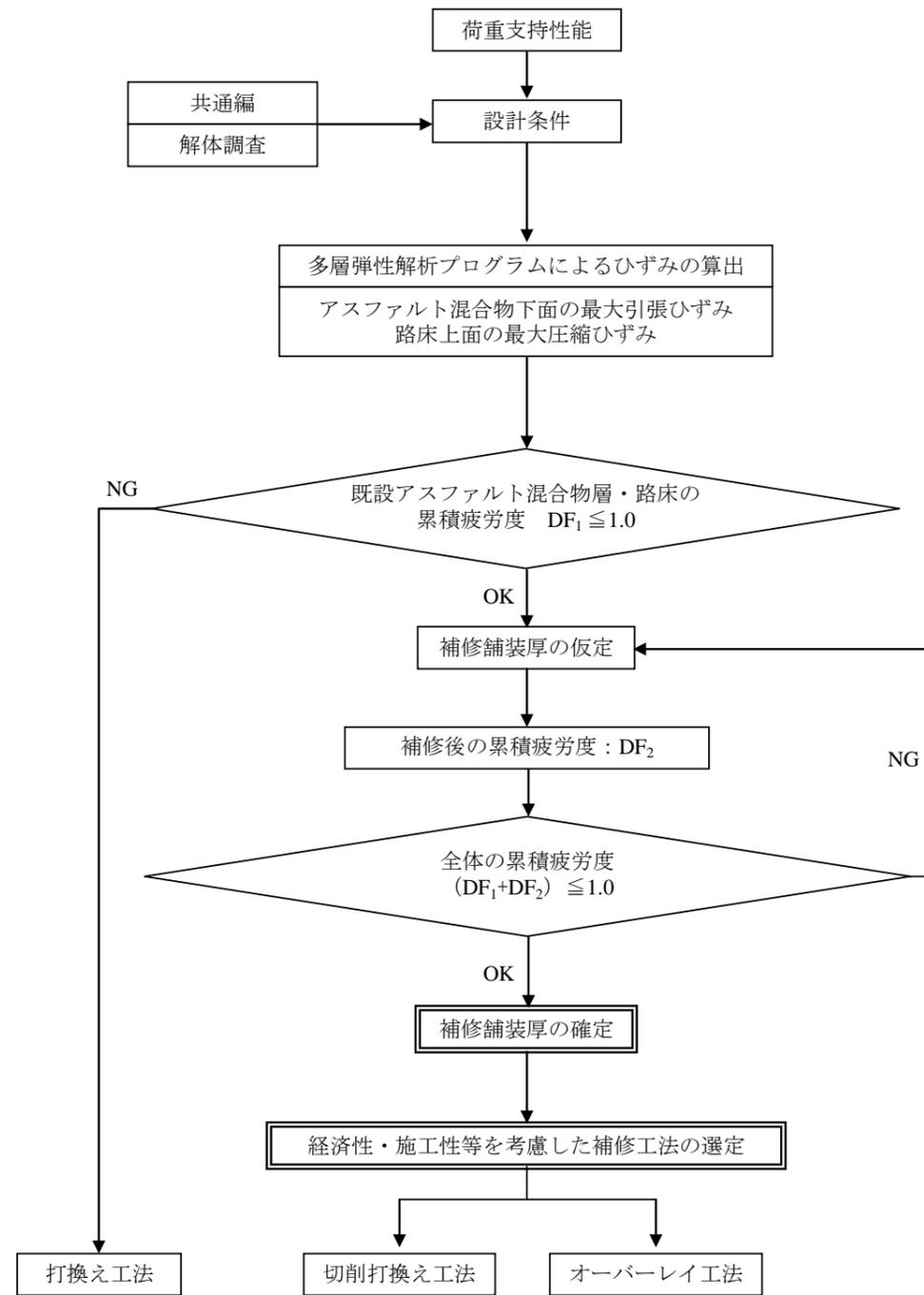


図-2.15 構造上問題のある場合のアスファルト舗装における補修設計の手順

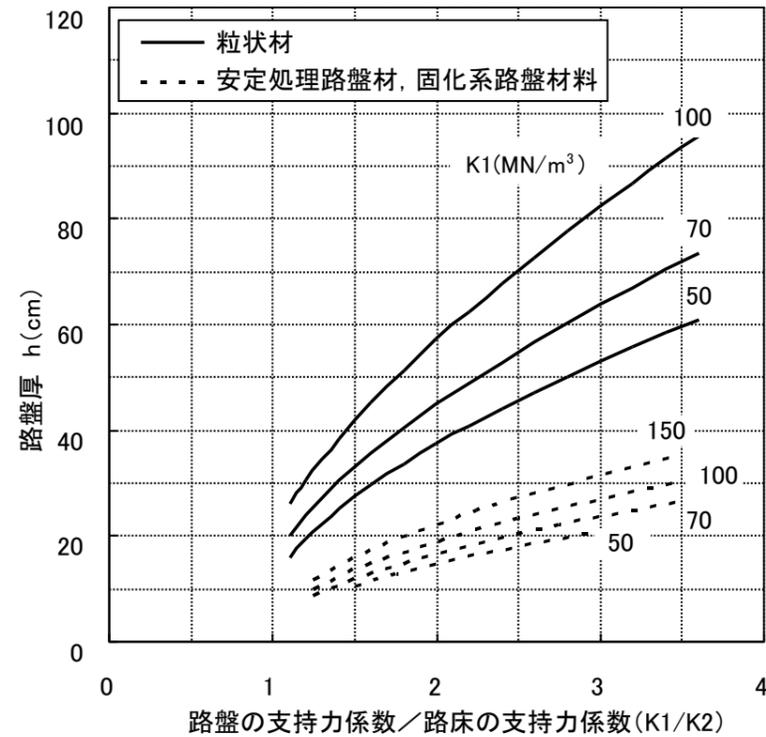
- (3) 設計条件等の設定が行えない場合は、経験的設計法により構造設計を行うことができる。経験的設計法は付録-6を参照とする。
- (4) アスファルト混合物層の疲労度算定においては、既設アスファルト混合物層の状態を考慮して、最もクリティカルな位置で行う必要がある。アスファルト混合物層の疲労度はアス

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>ファルト混合物の最下層で最大となるが、層間の付着状態が不健全であると、その直上層の下面での疲労度がクリティカルになる場合がある。このため、既設アスファルト混合物層の層間付着状態を考慮して、適切な位置で疲労度を算定する必要がある。</p> <p>II-4.6 材料設計</p> <p>材料設計は、既設舗装の荷重支持性能、走行安全性能および表層の耐久性能の評価結果を踏まえ、これらの性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装の補修に使用する材料は、「空港土木工事共通仕様書^{補修-4)}」で示される品質規定を満足するとともに、当該空港や施設の特異性および施工性を考慮して選定する。</p> <p>(2) 補修に使用するアスファルト混合物については、舗装体内への水分の浸入等による劣化要因を排除することを考慮して適切に選定する必要がある。</p> <p>(3) 補修工事完了後に所定の交通開放温度を確保することができない場合は、アスファルト混合物の中温化剤等の使用を検討する必要がある。</p> <p>(4) 表層のアスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径については、設計航空機荷重区分がLA-3以上の場合（ショルダー・過走帯の舗装を除く）、耐流動性の観点から20mm以上が望ましい。</p> <p>(5) 再生アスファルト混合物については、基層と上・下層路盤に適用することができるが、一般に基層においては、再生材混合率は40%を上限^{補修-4)}としている（十分な検討をした上でこれ以上の再生材混合率によることも可能である）。特に再生材を基層に使用する場合は、新材の基層に関するマーシャル試験に対する基準値を満足することに加え、水浸ホイールトラッキング試験（基層での交通解放が予定される場合の水浸条件は「舗装調査・試験法便覧^{補修-7)}：水浸ホイールトラッキング試験方法」における「上面からの水の浸透を対象にした場合」、基層での交通解放が予定されない場合の水浸条件は「下面からの水の浸透を対象にした場合」）による剥離面積率が5%以下であるアスファルト混合物を使用するものとする。</p> <p>(6) 最大粒径が20mm以下の骨材を用いる基層にて交通解放する場合は、施工上の最小厚を4cmとすること標準とし、当該基層のアスファルト混合物の剥離、骨材飛散及び層間剥離等の早期の発生を抑制する観点から、(5)の規定に関わらず、新材の密粒度アスファルト混合物を使用することが望ましい。</p> <p>(7) アスファルト混合物層間を付着させるために散布するタックコートについては、アスファルト混合物との付着性が高く、作業車両のタイヤへの付着抑制効果がある改質アスファルト乳剤PKM-T（日本アスファルト乳剤協会規格JEAAS-2011）を使用することを原則とする。また、タックコートの養生時間を短縮するためには、改質アスファルト乳剤PKM-Tと分解促進剤を同時散布する方法が有効である^{補修-52), 補修-53)}。</p> <p>(8) ブリスタリング対策を実施する場合は、表層の厚層化および通気性向上のための空隙率を高める検討が必要であり、表層の1層仕上がり厚は8cm、表層の空隙率は3%以上を原則とする。また、耐流動性や剥離抵抗性に優れた改質アスファルトの使用を標準とする。改質アスファルトについては、既に主要空港において使用実績がある。</p> <p>(9) 表層用アスファルト混合物の1層最大仕上がり厚は8cmであるので、補修舗装厚がグルーピング層を含めてこれを超えるようであれば、下層には基層用材料を用いることができる。</p> <p>(10) アスファルト混合物層が厚くなる場合には、層間に作用するせん断力の低減を図るため、表層・基層の厚層化について検討する必要がある。大粒径アスファルト混合物を使用したシックリフト(thick lift)工法^{補修-42)}は有効な工法のひとつであるが、日々供用しながらシックリフト工法を実施する場合には、あらかじめ、交通開放温度の確保や粗骨材の飛散防止等について十分に検討する必要がある。</p> <p>(11) 施設の長寿命化等を目的として、以下の場合は、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の</p>	<p>III-4.6 材料設計</p> <p>材料設計は、既設舗装の荷重支持性能、走行安全性能及び表層の耐久性能の評価結果を踏まえ、これらの性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) アスファルト舗装の補修に使用する材料は、「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」で示される品質規定を満足するとともに、当該空港や施設の特異性及び施工性を考慮して選定する。</p> <p>(2) 補修に使用するアスファルト混合物については、舗装体内への水分の浸入等による劣化要因を排除することを考慮して適切に選定する必要がある。</p> <p>(3) 補修工事完了後に所定の交通開放温度を確保することができない場合は、アスファルト混合物の中温化剤等の使用を検討する必要がある。</p> <p>(4) 表層のアスファルト混合物に使用する骨材の最大粒径については、設計航空機荷重区分がLA-3以上の場合（ショルダー・過走帯の舗装を除く）、耐流動性の観点から20mm以上が望ましい。</p> <p>(5) 再生アスファルト混合物については、基本施設では、基層と上・下層路盤に適用することができるが、基本施設の基層においては、再生材混合率の上限は40%を標準とする⁵⁸⁾（十分な検討をした上でこれ以上の再生材混合率によることも可能である）。特に再生材を基本施設の基層に使用する場合は、新材の基層に関するマーシャル試験に対する基準値を満足することに加え、水浸ホイールトラッキング試験（基層での交通解放が予定される場合の水浸条件は「舗装調査・試験法便覧²⁾：水浸ホイールトラッキング試験方法」における「上面からの水の浸透を対象にした場合」、基層での交通解放が予定されない場合の水浸条件は「下面からの水の浸透を対象にした場合」）による剥離面積率が5%以下であるアスファルト混合物を使用することを標準とする。</p> <p>(6) 最大粒径が20mm以下の骨材を用いる基層にて交通解放する場合は、施工上の最小厚を4cmとすること標準とし、当該基層のアスファルト混合物の剥離、骨材飛散及び層間剥離等の早期の発生を抑制する観点から、(5)の規定に関わらず、新材の密粒度アスファルト混合物を使用することが望ましい。</p> <p>(7) アスファルト混合物層間を付着させるために散布するタックコートについては、アスファルト混合物との付着性が高く、作業車両のタイヤへの付着抑制効果がある改質アスファルト乳剤PKM-T（日本アスファルト乳剤協会規格JEAAS-2011）を使用することを標準とする。また、タックコートの養生時間を短縮するためには、改質アスファルト乳剤PKM-Tと分解促進剤を同時散布する方法が有効である^{87), 88)}。</p> <p>(8) ブリスタリング対策を実施する場合は、表層の厚層化及び通気性向上のための空隙率を高める検討が必要であり、表層の1層仕上がり厚は8cm、表層の空隙率は3%以上を標準とする。また、耐流動性や剥離抵抗性に優れた改質アスファルトの使用を標準とする。改質アスファルトについては、既に主要空港において使用実績がある。</p> <p>(9) 表層用アスファルト混合物の1層最大仕上がり厚は8cmであるので、補修舗装厚がグルーピング層を含めてこれを超えるようであれば、下層には基層用材料を用いることができる。</p> <p>(10) アスファルト混合物層が厚くなる場合には、層間に作用するせん断力の低減を図るため、表層・基層の厚層化について検討する必要がある。大粒径アスファルト混合物を使用したシックリフト(thick lift)工法⁷⁷⁾は有効な工法のひとつであるが、日々供用しながらシックリフト工法を実施する場合には、あらかじめ、交通開放温度の確保や粗骨材の飛散防止等について十分に検討する必要がある。</p> <p>(11) 施設の長寿命化等を目的として、以下の場合は、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の</p>	<p>平成 25 年度に共通仕様書が「基本施設の基層」と改訂されているため。 文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p>

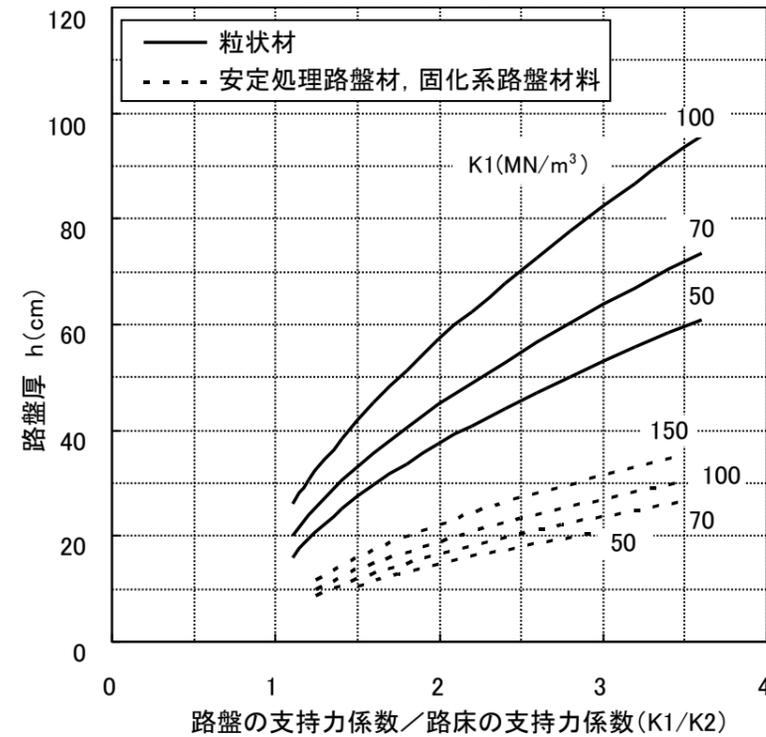
空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>表層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> わだち掘れ、グルーピングの変形、ポットホール、剥離等が多い滑走路、誘導路、エプロン及びGSE通行帯の補修工事。 ブリスタリング対策として実施する滑走路、誘導路及びエプロンの補修工事。 <p>(12) 舗装内部に滞水した水により、基層アスファルト混合物の骨材とアスファルトの剥離が促進され粒状化する場合があります。ポットホール等の局所突発的な破損が多発する原因となる。このような破損が多い滑走路、誘導路、エプロン及びGSE通行帯の補修工事では、施設の長寿命化等を目的として、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の基層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p> <p>II-4.7 施工計画 II-4.7.1 一般</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>アスファルト舗装の補修工事における施工計画は、当該空港の運用に伴う工事制約条件、資機材調達条件および施工の確実性等を十分に考慮して検討するものとする。</p> </div> <p>(1) 空港舗装の補修工事は、一般的に夜間施工で日々交通開放する条件の下で行われ、時間的制約が非常に厳しいことから、十分な施工計画の検討が必要である。</p> <p>(2) 施工計画の検討において、一般的に留意すべき事項は以下のとおりである。</p> <p>(i) 前提条件の設定 作業可能時間および交通開放温度の目標値を設定する。</p> <p>(ii) 日施工タイムスケジュールの検討 工種別作業能力、乳剤養生時間を設定した上で、入場から退場までの日施工タイムスケジュールを検討する。この際、機材投入台数をパラメータとして行う場合もある。</p> <p>(iii) 日施工量の検討 日施工タイムスケジュールより日施工量を設定する。</p> <p>(iv) 資機材調達の検討 日施工量より必要な合材量、投入機材を算定し、調達方法について検討する。</p> <p>(3) 既設舗装区域と補修区域の境界部は、アスファルト混合物の骨材最大粒径を考慮した施工最小厚を確保するよう、切削すり付けを行うことを原則とする。なお、切削すり付け工法についての詳細は付録-7に記載している。</p> <p>(4) 交通開放温度としての舗装表面温度は、ストレートアスファルト混合物で50℃、改質アスファルト混合物で70℃を上限とする。</p> <p>(5) 舗設終了時点から供用開始までの舗装表面温度の経時変化は、熱伝導解析により求めることができる。1層又は複数層に及ぶオーバーレイによる熱伝導解析を行うプログラムとして、国土技術政策総合研究所が所有する空港舗装温度解析プログラムがある^{補修-43}。</p> <p>(6) 空港舗装の補修工事では、航空灯火施設の設置状況等について留意する必要がある。また、補修工事に伴う舗装発生材を極力少なくすることも考慮する必要がある。</p> <p>(7) 補修工事後にグルーピングを施工する場合には、表層のアスファルト混合物を施工してから2ヶ月以上経過した後に行う必要がある。ただし、表層に改質アスファルト混合物を用いる場合には、施工してから1ヶ月以上経過した後グルーピングを施工することができる。</p> <p>(8) 補修の施工にあたっての留意点を付録-8に示す。</p> <p>(9) アスファルト舗装の新設・補修後早期にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。</p>	<p>表層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> わだち掘れ、グルーピングの変形、ポットホール、剥離等が多い滑走路、誘導路、エプロン及びGSE通行帯の補修工事。 ブリスタリング対策として実施する滑走路、誘導路及びエプロンの補修工事。 <p>(12) 舗装内部に滞水した水により、基層アスファルト混合物の骨材とアスファルトの剥離が促進され粒状化する場合があります。ポットホール等の局所突発的な破損が多発する原因となる。このような破損が多い滑走路、誘導路、エプロン及びGSE通行帯の補修工事では、施設の長寿命化等を目的として、ショルダー及び過走帯を除いた本体部の基層に改質アスファルトを使用することを標準とする。</p> <p>III-4.7 施工計画</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>アスファルト舗装の補修工事における施工計画は、当該空港の運用に伴う工事制約条件、資機材調達条件及び施工の確実性等を十分に考慮して検討するものとする。</p> </div> <p>(1) 空港舗装の補修工事は、一般的に夜間施工で日々交通開放する条件の下で行われ、時間的制約が非常に厳しいことから、十分な施工計画の検討が必要である。</p> <p>(2) 施工計画の検討において、一般的に留意すべき事項は以下のとおりである。</p> <p>(i) 前提条件の設定 作業可能時間及び交通開放温度の目標値を設定する。</p> <p>(ii) 日施工タイムスケジュールの検討 工種別作業能力、乳剤養生時間を設定した上で、入場から退場までの日施工タイムスケジュールを検討する。この際、機材投入台数をパラメータとして行う場合もある。</p> <p>(iii) 日施工量の検討 日施工タイムスケジュールより日施工量を設定する。</p> <p>(iv) 資機材調達の検討 日施工量より必要な合材量、投入機材を算定し、調達方法について検討する。</p> <p>(3) 既設舗装区域と補修区域の境界部は、アスファルト混合物の骨材最大粒径を考慮した施工最小厚を確保するよう、切削すり付けを行うことを標準とする。なお、切削すり付け工法についての詳細は付録-16に記載している。</p> <p>(4) 交通開放温度としての舗装表面温度は、ストレートアスファルト混合物で50℃、改質アスファルト混合物で70℃を上限とする。</p> <p>(5) 舗設終了時点から供用開始までの舗装表面温度の経時変化は、熱伝導解析により求めることができる。1層又は複数層に及ぶオーバーレイによる熱伝導解析を行うプログラムとして、国土技術政策総合研究所が所有する空港舗装温度解析プログラムがある⁷⁸。</p> <p>(6) 空港舗装の補修工事では、航空灯火施設の設置状況等について留意する必要がある。また、補修工事に伴う舗装発生材を極力少なくすることも考慮する必要がある。</p> <p>(7) 表層舗設からグルーピングの施工までに一定期間を設けると、その期間中にアスファルト混合物がオイル分の減少により硬化し、施工するグルーピングの変形抵抗性が向上する。このため、補修工事後にグルーピングを施工する場合には、表層のアスファルト混合物を施工してから2ヶ月以上経過した後に行うことを標準とする。ただし、表層に改質アスファルト混合物を用いる場合には、施工してから7日以上経過した後グルーピングを施工することができる²⁶。</p> <p>(8) 補修の施工にあたっての留意点を付録-17に示す。</p> <p>(9) アスファルト舗装の新設・補修後には、早期にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。</p>	<p>見出しの削除。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文章の追加。</p> <p>文末の変更。 研究成果に基づく改訂。 参考文献の追加。</p> <p>文章の修正。</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>第Ⅲ編 コンクリート舗装の性能照査編</p> <p>Ⅲ-1. 総則</p> <p>舗装設計では、コンクリート舗装が求められる性能を有することを、適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装に求められる性能は、使用目的や構造によって様々であり、その性能項目ごとの求められるレベルも舗装によって異なる。舗装設計においては求められる性能に対する照査項目を適切な方法で照査する必要がある。</p> <p>(2) 本要領では、無筋コンクリート舗装に求められる性能として、荷重支持性能、走行安全性能を選定し、これらの一般的な照査方法を記述している。</p> <p>(3) ここで示す以外の性能に関して照査する場合、ここで記述する以外の方法で照査する場合には、本要領の考え方に準じた適切な方法で行う必要がある。</p> <p>(4) プレストレストコンクリート舗装、連続鉄筋コンクリート舗装、プレキャストコンクリート舗装の設計方法は付録-10, 11, 12において記載している。</p> <p>Ⅲ-2. 荷重支持性能の照査</p> <p>Ⅲ-2.1 一般</p> <p>(1) コンクリート舗装は、設計供用期間中、所要の荷重支持性能を確保するものとする。</p> <p>(2) コンクリート舗装の荷重支持性能の照査は、路床・路盤の支持力、コンクリート版の疲労ひび割れ、凍上のうち、舗装の使用目的や適用箇所に応じて必要とされるものに対して行うものとする。</p> <p>(1) 路床・路盤は、コンクリート版を支持する層であり、適切な支持性能を有する必要がある。</p> <p>(2) コンクリート版のひび割れは、交通荷重、温度変化およびコンクリートの収縮作用により発生し、これらの作用の繰り返しに対して検討する必要がある。</p> <p>Ⅲ-2.2 路床・路盤の支持力に対する照査</p> <p>Ⅲ-2.2.1 一般</p> <p>(1) 路床・路盤は、設計供用期間において所要の荷重支持性能を確保するように適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(2) 路床・路盤の荷重支持性能に対する照査は、コンクリート版の変形に対する照査により行う。コンクリート版の変形に対する照査は、コンクリート版の設計たわみw_dのたわみの設計限界値w_{dl}に対する比に重要度係数γ_iを乗じた値が、1.0以下であることを確かめることにより行うものとする。</p> $\gamma_i \cdot w_d / w_{dl} \leq 1.0$ <p>(i) たわみの設計限界値w_{dl}は、たわみの限界値w_lを構成層係数γ_bで除した値とするものとする。</p> $w_{dl} = w_l / \gamma_b$ <p>(ii) 設計たわみw_dは、適切な方法により算定されたたわみwに構造解析係数γ_aを乗じた値とするものとする。</p> $w_d = \gamma_a \cdot w$ <p>(3) 多くの経験によりたわみが十分に小さいことがわかっている舗装構造とする場合には、所要の支持力を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 路床・路盤は、コンクリート版を支持する層であり、その荷重支持性能が低下するとコンクリート版に過大な応力が発生し寿命の減少を招くため、設計供用期間にわたって路床・路盤が所要の支持力を維持することが重要である。</p> <p>(2) 外的要因が繰り返し作用することによる路床・路盤の経年変形量を算定することは、現段階</p>	<p>第Ⅳ章 コンクリート舗装の新設</p> <p>Ⅳ-1. 総則</p> <p>舗装設計では、コンクリート舗装が求められる性能を有することを、適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装に求められる性能は、使用目的や構造によって様々であり、その性能項目ごとの求められるレベルも舗装によって異なる。舗装設計においては、求められる性能に対する照査項目を適切な方法で照査する必要がある。</p> <p>(2) 舗装設計編では、無筋コンクリート舗装に求められる性能として、荷重支持性能、走行安全性能を選定し、これらの一般的な照査方法を記述している。</p> <p>(3) ここで示す以外の性能に関して照査する場合、ここで記述する以外の方法で照査する場合には、舗装設計編の考え方に準じた適切な方法で行う必要がある。</p> <p>(4) プレストレストコンクリート舗装、連続鉄筋コンクリート舗装、プレキャストコンクリート舗装の設計方法は付録-10, 11, 12において記載している。</p> <p>Ⅳ-2. 荷重支持性能の照査</p> <p>Ⅳ-2.1 総則</p> <p>(1) コンクリート舗装は、設計供用期間中、所要の荷重支持性能を確保するものとする。</p> <p>(2) コンクリート舗装の荷重支持性能の照査は、路床・路盤の支持力、コンクリート版の疲労ひび割れ、凍上のうち、舗装の使用目的や適用箇所に応じて必要とされるものに対して行うものとする。</p> <p>(1) 路床・路盤は、コンクリート版を支持する層であり、適切な支持性能を有する必要がある。</p> <p>(2) コンクリート版のひび割れは、交通荷重、温度変化及びコンクリートの収縮作用により発生し、これらの作用の繰り返しに対して検討する必要がある。</p> <p>Ⅳ-2.2 路床・路盤の支持力に対する照査</p> <p>Ⅳ-2.2.1 総則</p> <p>(1) 路床・路盤は、設計供用期間において所要の荷重支持性能を確保するように適切な方法により照査するものとする。</p> <p>(2) 路床・路盤の荷重支持性能に対する照査は、コンクリート版の変形に対する照査により行うものとする。コンクリート版の変形に対する照査は、コンクリート版の設計たわみw_dのたわみの設計限界値w_{dl}に対する比に重要度係数γ_iを乗じた値が、1.0以下であることを確認するものとする。</p> $\gamma_i \cdot w_d / w_{dl} \leq 1.0$ <p>(i) たわみの設計限界値w_{dl}は、たわみの限界値w_lを構成層係数γ_bで除した値とするものとする。</p> $w_{dl} = w_l / \gamma_b$ <p>(ii) 設計たわみw_dは、適切な方法により算定されたたわみwに構造解析係数γ_aを乗じた値とするものとする。</p> $w_d = \gamma_a \cdot w$ <p>(3) 多くの経験により、たわみが十分に小さいことがわかっている舗装構造とする場合には、所要の支持力を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 路床・路盤は、コンクリート版を支持する層であり、その荷重支持性能が低下するとコンクリート版に過大な応力が発生し寿命の減少を招くため、設計供用期間にわたって路床・路盤が所要の支持力を維持することが重要である。</p> <p>(2) 外的要因が繰り返し作用することによる路床・路盤の経年変形量を算定することは、現段階では困難である。そのため、コンクリート版の設計時の弾性たわみに設計限界値を設定す</p>	<p>見出しの変更.</p> <p>見出しの変更.</p> <p>見出しの変更.</p> <p>文末の変更.</p> <p>文末の変更.</p>

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>では困難である。そのため、コンクリート版の設計時の弾性たわみに設計限界値を設定することによって、所要の支持力を設計供用期間にわたって確保できるものとした。</p> <p>(3) 「空港土木工事共通仕様書」に記載される品質の材料を用い、かつ、「付録-8：経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計」に準じた路盤構造とする場合は、わが国の空港舗装における経験上、たわみ量は小さいことがわかっているため、路床・路盤は所要の支持力を満足するとみなすことができる。</p> <p>Ⅲ-2.2.2 路盤</p> <p>路盤は、路床支持力係数に応じて必要な路盤支持力係数を確保できるように設定するものとする。</p> <p>(1) 多くの場合、コンクリート舗装設計時点では路盤が構築されていないため、路盤支持力係数を試験に基づき設定することはできない。その場合には、路盤の設計は、路床支持力に応じて、必要な路盤支持力係数が得られるよう設定する必要がある。</p> <p>(2) 路盤支持力係数は、路盤、路床を多層構造として、路盤表面に単位荷重が作用したときの路盤表面の変位量から算定することができるが、図Ⅲ-2.1に示す路盤厚設計曲線を用いて路盤厚を設定することもできる。</p> <p>(3) 材料別路盤一層最小厚は、一般に粒状材とセメント安定処理材の場合において15cm、アスファルト安定処理材の場合において6cmとしている。</p> <p>(4) 路盤支持力係数を大きくするとコンクリート版厚を薄くできるが、路盤の長期的な耐久性を十分に考慮する必要があり、一般に150MN/m³を越える路盤支持力係数は用いないこととしている。</p> <p>(5) 寒冷地においては、路盤上での支持力は季節的に大きく変動する。春の融解期には支持力は低下し、その度合いは、路盤材料の種類と品質、路盤の厚さ、路床の土質等によって異なる。道路における調査結果によると、一般に夏の安定した時期の支持力の約60～80%になるとしている^{設計-20}。</p> <p>(6) 路盤構成は、使用材料、施工法、現場条件、経済性などを総合的に比較検討して設定することが望ましい。</p> <p>(7) 上層路盤に粒状材を用いた場合は、降雨に備えてその表面をアスファルト乳剤などでシールすることがある。また、路盤表面のきめを細かくするために砂をまいてから、路盤紙を敷く場合もある。</p>	<p>ることによって、所要の支持力を設計供用期間にわたって確保できるものとした。</p> <p>(3) 「空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾」に記載される品質の材料を用い、かつ、「付録-8：経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計」に準じた路盤構造とする場合は、わが国の空港舗装における経験上、たわみ量は小さいことがわかっているため、路床・路盤は所要の支持力を満足するとみなすことができる。</p> <p>Ⅳ-2.2.2 路盤</p> <p>路盤は、路床支持力係数に応じて必要な路盤支持力係数を確保できるように設定するものとする。</p> <p>(1) 多くの場合、コンクリート舗装設計時点では路盤が構築されていないため、路盤支持力係数を試験に基づき設定することはできない。その場合には、路盤の設計は、路床支持力に応じて、必要な路盤支持力係数が得られるよう設定する必要がある。</p> <p>(2) 路盤支持力係数は、路盤、路床を多層構造として、路盤表面に単位荷重が作用したときの路盤表面の変位量から算定することができるが、図Ⅳ-2.1に示す路盤厚設計曲線を用いて路盤厚を設定することもできる。</p> <p>(3) 材料別路盤一層最小厚は、粒状材とセメント安定処理材の場合において15cm、アスファルト安定処理材の場合において6cmを標準とする。</p> <p>(4) 路盤支持力係数を大きくするとコンクリート版厚を薄くできるが、路盤の長期的な耐久性を十分に考慮する必要があり、150MN/m³を越える路盤支持力係数は用いないことを標準とする。</p> <p>(5) 寒冷地においては、路盤上での支持力は季節的に大きく変動する。春の融解期には支持力は低下し、その度合いは、路盤材料の種類と品質、路盤の厚さ、路床の土質等によって異なる。道路における調査結果によると、一般に夏の安定した時期の支持力の約60～80%になるとしている²⁰。</p> <p>(6) 路盤構成は、使用材料、施工法、現場条件、経済性などを総合的に比較検討して設定することが望ましい。</p> <p>(7) 上層路盤に粒状材を用いた場合は、降雨に備えてその表面をアスファルト乳剤などでシールすることがある。また、路盤表面のきめを細かくするために砂をまいてから、路盤紙を敷く場合もある。</p>	<p>参考文献番号を追加。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p>



図III-2.1 路盤厚設計曲線の例



図IV-2.1 路盤厚設計曲線の例

III-2.2.3 たわみの設計限界値

たわみの設計限界値は、荷重の大きさ、頻度および荷重の組み合わせ、舗装構造の特性、供用条件等を検討して設定するものとする。

- (1) コンクリート舗装に生じるたわみは、作用する荷重の位置、大きさ、頻度および荷重の組み合わせ、路床・路盤の荷重支持性能の違い、コンクリート版の厚さ等に影響されるほか、コンクリート版のひび割れの有無とその幅、深さによって大きく影響される。そのため、たわみと舗装の早期劣化の関係は定量的に明らかにされるに至っていないが、強い相関があることが知られている。これらのことを考慮し、たわみの設計限界値を適切に設定するとよい。
- (2) たわみの設計限界値は、1.25mmを用いることができる。

III-2.2.4 たわみの算定

- (1) コンクリート版のたわみ量は適切な方法によって算出するものとする。
- (2) たわみの算定にあたっては、目地部における荷重伝達を適切な方法で考慮するものとする。

- (1) 交通荷重によってコンクリート版に生じるたわみ量の算定にあたっては使用荷重形態を考慮する必要がある。
- (2) ひび割れが発生していない状態での交通荷重によるたわみ量は、弾性理論を用いることができ、路盤をバネ支承としたコンクリート版のFEM解析などによって算定することができる。これらの算定においては、目地部における荷重伝達機能を適切に評価する必要がある。また、路盤を弾性支承としたFEM解析を行う場合には、コンクリート版と路盤のすべりを考

IV-2.2.3 たわみの設計限界値

たわみの設計限界値は、荷重の大きさ、頻度及び荷重の組み合わせ、舗装構造の特性、供用条件等を検討して設定するものとする。

- (1) コンクリート舗装に生じるたわみは、作用する荷重の位置、大きさ、頻度及び荷重の組み合わせ、路床・路盤の荷重支持性能の違い、コンクリート版の厚さ等に影響されるほか、コンクリート版のひび割れの有無とその幅、深さによって大きく影響される。そのため、たわみと舗装の早期劣化の関係は定量的に明らかにされるに至っていないが、強い相関があることが知られている。これらのことを考慮し、たわみの設計限界値を適切に設定するとよい。
- (2) たわみの設計限界値は、1.25mmを用いることができる。

IV-2.2.4 たわみの算定

- (1) コンクリート版のたわみ量は適切な方法によって算出するものとする。
- (2) たわみの算定にあたっては、目地部における荷重伝達を適切な方法で考慮するものとする。

- (1) 交通荷重によってコンクリート版に生じるたわみ量の算定にあたっては使用荷重形態を考慮する必要がある。
- (2) ひび割れが発生していない状態での交通荷重によるたわみ量は、弾性理論を用いることができ、路盤をバネ支承としたコンクリート版のFEM解析などによって算定することができる。これらの算定においては、目地部における荷重伝達機能を適切に評価する必要がある。また、路盤を弾性支承としたFEM解析を行う場合には、コンクリート版と路盤のすべりを考

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

慮することが望ましい。

(3) 単輪荷重によるたわみの算定式としては、次のようなものがある。

(i) コンクリート版自由縁部

$$w_e = \frac{F}{\sqrt{6}K_{75} \cdot l^2} (1 + 0.4\nu) \quad \dots\dots\dots \text{(式III-2.1)}$$

(ii) コンクリート版中央部

$$w_i = \frac{F}{8K_{75} \cdot l^2} \{1 - a_k^2 (0.217 - 0.3671 \cdot \ln a_k)\} \quad \dots\dots\dots \text{(式III-2.2)}$$

ここで、

w_e : コンクリート版自由縁部のたわみ量(mm)

w_i : コンクリート版中央部のたわみ量(mm)

F : 輪荷重(N)

$$l : \text{剛比半径} = \sqrt[4]{\frac{E_c \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot K_{75}}} \text{ (mm)}$$

E_c : コンクリートの弾性係数(N/mm²)

h : コンクリート版厚(mm)

ν : コンクリートのポアソン比

K_{75} : 路盤支持力係数(GPa/m)

$a_k : r/l$

r : 車輪の接地半径(mm)

III-2.3 コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査

III-2.3.1 一般

(1) コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査は、コンクリート版の曲げ疲労破壊に対する照査により行うものとする。

(2) コンクリート版の曲げ疲労破壊に対する照査においては、設計曲げ疲労度 FD_d の曲げ疲労度の設計限界値 FD_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確かめる必要がある。

$$\gamma_i \cdot FD_d / FD_{dl} \leq 1.0$$

(i) 曲げ疲労度の設計限界値 FD_{dl} は、曲げ疲労度の限界値 1.0 を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。

$$FD_{dl} = 1.0 / \gamma_b$$

(ii) 設計曲げ疲労度 FD_d は、「I-3.3.3 疲労強度」に示した設計疲労曲線を基にマイナー則によって累積疲労度 FD を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。

$$FD_d = \gamma_a \cdot FD$$

(3) コンクリート版の曲げ疲労ひび割れに対する照査は、設計変動応力度 σ_{rd} の、設計曲げ疲労強度 f_{rd} を構成層係数 γ_b で除した値に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が1.0以下であることを確かめることにより行うこともできる。

$$\gamma_i \cdot \sigma_{rd} / (f_{rd} / \gamma_b) \leq 1.0$$

設計曲げ疲労強度 f_{rd} は、コンクリートの曲げ疲労強度の特性値 f_{rk} を材料係数 γ_m で除

慮することが望ましい。

(3) 単輪荷重によるたわみの算定式としては、次のようなものがある。

(i) コンクリート版自由縁部

$$w_e = \frac{F}{\sqrt{6}K_{75} \cdot l^2} (1 + 0.4\nu) \quad \dots\dots\dots \text{(式IV-2.1)}$$

(ii) コンクリート版中央部

$$w_i = \frac{F}{8K_{75} \cdot l^2} \{1 - a_k^2 (0.217 - 0.3671 \cdot \ln a_k)\} \quad \dots\dots\dots \text{(式IV-2.2)}$$

ここで、

w_e : コンクリート版自由縁部のたわみ量 (mm)

w_i : コンクリート版中央部のたわみ量 (mm)

F : 輪荷重 (N)

$$l : \text{剛比半径} = \sqrt[4]{\frac{E_c \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot K_{75}}} \text{ (mm)}$$

E_c : コンクリートの弾性係数 (N/mm²)

h : コンクリート版厚 (mm)

ν : コンクリートのポアソン比

K_{75} : 路盤支持力係数 (GPa/m)

$a_k : r/l$

r : 車輪の接地半径 (mm)

IV-2.3 コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査

IV-2.3.1 総則

(1) コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査は、コンクリート版の曲げ疲労破壊に対する照査により行うものとする。

(2) コンクリート版の曲げ疲労破壊に対する照査においては、設計曲げ疲労度 FD_d の曲げ疲労度の設計限界値 FD_{dl} に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確認するものとする。

$$\gamma_i \cdot FD_d / FD_{dl} \leq 1.0$$

(i) 曲げ疲労度の設計限界値 FD_{dl} は、曲げ疲労度の限界値 1.0 を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。

$$FD_{dl} = 1.0 / \gamma_b$$

(ii) 設計曲げ疲労度 FD_d は、「I-3.3.3 疲労強度」に示した設計疲労曲線を基にマイナー則によって累積疲労度 FD を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。

$$FD_d = \gamma_a \cdot FD$$

(3) コンクリート版の曲げ疲労ひび割れに対する照査は、設計変動応力度 σ_{rd} の、設計曲げ疲労強度 f_{rd} を構成層係数 γ_b で除した値に対する比に重要度係数 γ_i を乗じた値が1.0以下であることを確かめることにより行うこともできる。設計曲げ疲労強度 f_{rd} は、コンクリートの曲げ疲労強度の特性値 f_{rk} を材料係数 γ_m で除した値とするものとする。

$$\gamma_i \cdot \sigma_{rd} / (f_{rd} / \gamma_b) \leq 1.0$$

見出しの変更。

文末の変更。

場所の移動

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

した値とするものとする。

(4) 多くの経験により疲労ひび割れに対する安全性が確保されることがわかっている舗装構造とする場合には、疲労ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) コンクリート版には、交通荷重および温度変化により曲げが作用する。したがって、コンクリート版の疲労破壊に対する検討は曲げ疲労破壊に対して行う必要がある。
- (2) 舗装には様々な変動荷重が様々な位置に作用するので、照査では個々の変動荷重による疲労度を累積した累積疲労度が設計限界値以下であることを確認する必要がある。
- (3) マイナー則によれば累積曲げ疲労度FDは次式によって表すことができる。

$$FD = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i} \dots\dots\dots (式III-2.3)$$

ここで、

- FD: 累積曲げ疲労度
- n_i : 荷重*i*の繰返し回数
- N_i : 荷重*i*で疲労強度に達する繰返し回数

(4) 「**空港土木工事共通仕様書**」に記載される品質の材料を用い、かつ、「**付録-8: 経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計**」に準じて設計された舗装構造とする場合は、わが国の空港舗装における経験上、疲労ひび割れに対する安全性は確保されていることがわかっているため、コンクリート版の疲労ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

III-2.3.2 応力度の算定

- (1) コンクリート版に生じる応力度の算定は、次の仮定に基づくものとする。
 - (i) ひずみは断面の中立軸からの距離に比例するものとする。
 - (ii) コンクリートは弾性体とする。
 - (iii) コンクリートの弾性係数は、「**I-3.3.4 弾性係数**」によるものとする。
- (2) 応力度は、交通荷重および環境作用によりコンクリートに発生する曲げ応力度を考慮するものとする。
- (3) 交通荷重および環境作用によりコンクリートに発生する応力度は適切な方法によって算出するものとする。
- (4) 目地における応力度の算定にあたっては荷重伝達率を考慮するものとする。

(1) コンクリート舗装は、比較的薄いコンクリート版に気象作用が直接影響を及ぼすことが知られており、作用する外的要因として交通荷重以外に環境作用による応力を考慮する必要がある。

(2) 交通荷重によってコンクリート版に発生する曲げ応力度の算定式としては次のようなものがある。

(i) コンクリート版縁部

$$\sigma_e = (1 + 0.54\nu) \cdot C \cdot \frac{F}{h^2} \cdot \left\{ \log\left(\frac{l}{10}\right) - 0.75 \cdot \log\left(\frac{r}{10}\right) - 0.18 \right\} \dots\dots\dots (式III-2.4)$$

(ii) コンクリート版中央部

$$\sigma_i = 0.0547 \cdot \frac{F}{h^2} \cdot \left\{ \left(\frac{b}{l}\right)^2 - 10.186 \cdot \ln\left(\frac{b}{l}\right) + 3.714 \right\} \dots\dots\dots (式III-2.5)$$

(4) 多くの経験により、疲労ひび割れに対する安全性が確保されることがわかっている舗装構造とする場合には、疲労ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) コンクリート版には、交通荷重及び温度変化により曲げが作用する。したがって、コンクリート版の疲労破壊に対する検討は曲げ疲労破壊に対して行う必要がある。
- (2) 舗装には様々な変動荷重が様々な位置に作用するので、照査では個々の変動荷重による疲労度を累積した累積疲労度が設計限界値以下であることを確認する必要がある。
- (3) マイナー則によれば累積曲げ疲労度FDは次式によって表すことができる。

$$FD = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i} \dots\dots\dots (式IV-2.3)$$

ここで、

- FD : 累積曲げ疲労度
- n_i : 荷重*i*の繰返し回数
- N_i : 荷重*i*で疲労強度に達する繰返し回数

(4) 「**空港土木工事共通仕様書⁵⁸⁾**」に記載される品質の材料を用い、かつ、「**付録-8: 経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計**」に準じて設計された舗装構造とする場合は、わが国の空港舗装における経験上、疲労ひび割れに対する安全性は確保されていることがわかっているため、コンクリート版の疲労ひび割れに対する抵抗性を満足するとみなすことができる。

IV-2.3.2 応力度の算定

- (1) コンクリート版に生じる応力度の算定は、次の仮定に基づくものとする。
 - (i) ひずみは断面の中立軸からの距離に比例するものとする。
 - (ii) コンクリートは弾性体とするものとする。
 - (iii) コンクリートの弾性係数は、「**I-3.3.4 弾性係数**」によるものとする。
- (2) 応力度は、交通荷重及び環境作用によりコンクリートに発生する曲げ応力度を考慮するものとする。
- (3) 交通荷重及び環境作用によりコンクリートに発生する応力度は適切な方法によって算出するものとする。
- (4) 目地における応力度の算定にあたっては荷重伝達率を考慮するものとする。

(1) コンクリート舗装は、比較的薄いコンクリート版に気象作用が直接影響を及ぼすことが知られており、作用する外的要因として交通荷重以外に環境作用による応力を考慮する必要がある。

(2) 交通荷重によってコンクリート版に発生する曲げ応力度の算定式としては次のようなものがある。

(i) コンクリート版縁部

$$\sigma_e = (1 + 0.54\nu) \cdot C \cdot \frac{F}{h^2} \cdot \left\{ \log\left(\frac{l}{10}\right) - 0.75 \cdot \log\left(\frac{r}{10}\right) - 0.18 \right\} \dots\dots\dots (式IV-2.4)$$

(ii) コンクリート版中央部

$$\sigma_i = 0.0547 \cdot \frac{F}{h^2} \cdot \left\{ \left(\frac{b}{l}\right)^2 - 10.186 \cdot \ln\left(\frac{b}{l}\right) + 3.714 \right\} \dots\dots\dots (式IV-2.5)$$

参考文献番号を追加。

文末の変更。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

ここで、

- σ_e : コンクリート版縁部の輪荷重応力度(N/mm²)
- σ_i : コンクリート版中央部の輪荷重応力度(N/mm²)
- F: 輪荷重(N)
- C: 係数（自由縁部に対して2.12, 相当量のダウエルバーを用いた目地縁部に対して1.59)
- b: $r < 1.724h$ の場合, $b = \sqrt{1.6r^2 + h^2} - 0.675h$ (mm)
- $r \geq 1.724h$ の場合, $b = r$ (mm)
- l: 剛比半径 $= \sqrt[4]{\frac{E_c \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot K_{75}}}$ (mm)
- E_c : コンクリートの弾性係数(N/mm²)
- h: コンクリート版厚(mm)
- ν : コンクリートのポアソン比
- K_{75} : 路盤支持力係数(N/mm³)

- (3) 複数輪を有する航空機による応力は、路盤をバネ支承としたコンクリート版のFEM解析などによって算出することができる。この際、目地部での荷重伝達機能を適切にモデル化する等により評価する必要がある。また、路盤を弾性支承としたFEM解析を行う場合には、コンクリート版と路盤のすべりを考慮することが望ましい。
- (4) 環境作用としては、版内温度差によるそり拘束応力度と軸方向拘束応力度、内部拘束応力度がある。軸方向拘束応力度は、目地を設けることにより緩和されるので、ここでは扱わない。
- (5) 温度応力式は次式を用いることができる^{設計-21)}。

$$\sigma_t = (-0.772 \cdot h + 0.854) \cdot \frac{E_c \cdot \alpha \cdot \theta}{2 \cdot (1 - \nu)} \dots \dots \dots \text{(式III-2.6)}$$

ここで、

- σ_t : 版中央部の温度応力 (N/mm²)
- h: コンクリート版厚 (m)
- E_c, ν : コンクリートの弾性係数 (N/mm²), ポアソン比
- α : コンクリートの温度膨張係数で一般に $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ としている
- θ : コンクリート版の上下面の温度差 (°C)

III-2.4 凍上に対する照査

凍上に対する照査は、「II-2.4 凍上に対する照査」によるものとする。

III-3 走行安全性能の照査

III-3.1 一般

- (1) 舗装は、設計供用期間中、所要の走行安全性能を確保するものとする。
- (2) 走行安全性能に対する照査は、すべり抵抗性、すり減り抵抗性および段差に対して行うものとする。

- (1) 走行安全性能には、舗装表面のすべり抵抗と平坦性が大きく関わっている。このうち、平坦性は、段差が生じることによって低下し、これは目地部での繰返し载荷によって生じることからこれを照査することとしている。

ここで、

- σ_e : コンクリート版縁部の輪荷重応力度 (N/mm²)
- σ_i : コンクリート版中央部の輪荷重応力度 (N/mm²)
- F : 輪荷重 (N)
- C : 係数（自由縁部に対して 2.12, 相当量のダウエルバーを用いた目地縁部に対して 1.59)
- b : $r < 1.724h$ の場合, $b = \sqrt{1.6r^2 + h^2} - 0.675h$ (mm)
- $r \geq 1.724h$ の場合, $b = r$ (mm)
- l : 剛比半径 $= \sqrt[4]{\frac{E_c \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot K_{75}}}$ (mm)
- E_c : コンクリートの弾性係数 (N/mm²)
- h : コンクリート版厚 (mm)
- ν : コンクリートのポアソン比
- K_{75} : 路盤支持力係数 (N/mm³)

- (3) 複数輪を有する航空機による応力は、路盤をバネ支承としたコンクリート版のFEM解析などによって算出することができる。この際、目地部での荷重伝達機能を適切にモデル化する等により評価する必要がある。また、路盤を弾性支承としたFEM解析を行う場合には、コンクリート版と路盤のすべりを考慮することが望ましい。
- (4) 環境作用としては、版内温度差によるそり拘束応力度と軸方向拘束応力度、内部拘束応力度がある。軸方向拘束応力度は、目地を設けることにより緩和されるので、ここでは扱わない。
- (5) 温度応力式は次式を用いることができる²¹⁾。

$$\sigma_t = (-0.772 \cdot h + 0.854) \cdot \frac{E_c \cdot \alpha \cdot \theta}{2 \cdot (1 - \nu)} \dots \dots \dots \text{(式IV-2.6)}$$

ここで、

- σ_t : 版中央部の温度応力 (N/mm²)
- h : コンクリート版厚 (m)
- E_c, ν : コンクリートの弾性係数 (N/mm²), ポアソン比
- α : コンクリートの線膨張係数で一般に $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ としている
- θ : コンクリート版の上下面の温度差 (°C)

IV-2.4 凍上に対する照査

凍上に対する照査は、「II-2.4 凍上に対する照査」によるものとする。

IV-3 走行安全性能の照査

IV-3.1 総則

- (1) 舗装は、設計供用期間中、所要の走行安全性能を確保するものとする。
- (2) 走行安全性能に対する照査は、すべり抵抗性、すり減り抵抗性及び段差に対して行うものとする。

- (1) 走行安全性能には、舗装表面のすべり抵抗と平坦性が大きく関わっている。このうち、平坦性は、段差が生じることによって低下し、これは目地部での繰返し载荷によって生じることからこれを照査することとしている。

見出しの変更。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

III-3.2 すべりに対する照査

- (1) コンクリート舗装は、設計供用期間中、所要のすべり抵抗性を確保するものとする。
 (2) コンクリート舗装のすべり抵抗性は適切な方法により照査するものとする。
 (3) 多くの経験によりすべり抵抗性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、すべり抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) コンクリート舗装のすべり抵抗性は、舗装表面の摩擦係数と密接に関係しており、この摩擦係数は使用材料、舗装表面のテクスチャや排水状況によって大きく影響され、特に排水状況の影響が大きい。そこで、すべり抵抗性に対する照査は、排水能力によって行うこととする。
 (2) コンクリート舗装が、II-3.2(3)の条件を満足する場合には、すべり抵抗性を満足するとみなすことができる。

III-3.3 段差に対する照査

III-3.3.1 一般

- (1) 舗装が、設計供用期間中、目地部において走行安全性能に支障を来たすような段差が生じないよう適切な方法により照査するものとする。
 段差に対する照査においては、設計段差量 F_{TS_d} の段差量の設計限界値 $F_{TS_{dl}}$ に対する比に構造物係数 γ_i を乗じた値が、1.0 以下であることを **確かめる必要がある**。

$$\gamma_i \cdot F_{TS_d} / F_{TS_{dl}} \leq 1.0$$

- (i) 段差量の設計限界値 $F_{TS_{dl}}$ は、段差量の限界値 F_{TS_l} を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。

$$F_{TS_{dl}} = F_{TS_l} / \gamma_b$$

- (ii) 設計段差量 F_{TS_d} は、設計荷重 F_d を用いて段差量 $F_{TS}(F_d)$ を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。

$$F_{TS_d} = \gamma_a \cdot F_{TS}(F_d)$$

- (2) 多くの経験により段差が小さいことが確認されている目地構造とする場合には、段差に対する走行安全性能を満足するとみなすことができる。

- (1) コンクリート舗装の目地部に段差が生じると走行安全性能に支障をきたすので照査するものとする。
 (2) わが国の空港舗装における経験から走行安全性能に支障を来たすような段差が生じないことがわかっている「III-4構造細目」に示す目地構造を用いる場合には、段差に対する走行安全性能を満足するとみなすことができる。

III-3.3.2 段差量の設計限界値

走行安全性能に対する段差量の設計限界値は、舗装種別と使用目的、走行車両の走行速度等を考慮して、適切に設定するものとする。

- (1) 走行安全性能に対する段差量の設計限界値は、舗装の使用目的や種別、また、舗装上を走行する車両種別やその速度によって異なる。したがって、段差量の設計限界値はこれらを考慮した上で適切に設定する必要がある。
 (2) 段差量の設計限界値は、表III-3.1に示す値を用いることができる¹⁹⁾。

ことからこれを照査することとしている。

IV-3.2 すべりに対する照査

- (1) コンクリート舗装は、設計供用期間中、所要のすべり抵抗性を確保するものとする。
 (2) コンクリート舗装のすべり抵抗性は適切な方法により照査するものとする。
 (3) 多くの経験により、すべり抵抗性が十分に確保されていることがわかっている舗装構造とする場合には、すべり抵抗性を満足するとみなすことができる。

- (1) コンクリート舗装のすべり抵抗性は、舗装表面の摩擦係数と密接に関係しており、この摩擦係数は、使用材料、舗装表面のテクスチャや排水状況によって大きく影響され、特に排水状況の影響が大きい。そこで、すべり抵抗性に対する照査は、排水能力によって行うこととする。
 (2) コンクリート舗装が、II-3.2の条件を満足する場合には、すべり抵抗性を満足するとみなすことができる。

IV-3.3 段差に対する照査

IV-3.3.1 総則

- (1) 舗装が、設計供用期間中、目地部において走行安全性能に支障を来たすような段差が生じないよう適切な方法により照査するものとする。
 段差に対する照査においては、設計段差量 F_{TS_d} の段差量の設計限界値 $F_{TS_{dl}}$ に対する比に構造物係数 γ_i を乗じた値が、1.0 以下であることを **確認するものとする**。

$$\gamma_i \cdot F_{TS_d} / F_{TS_{dl}} \leq 1.0$$

- (i) 段差量の設計限界値 $F_{TS_{dl}}$ は、段差量の限界値 F_{TS_l} を構成層係数 γ_b で除した値とするものとする。

$$F_{TS_{dl}} = F_{TS_l} / \gamma_b$$

- (ii) 設計段差量 F_{TS_d} は、設計荷重 F_d を用いて段差量 $F_{TS}(F_d)$ を算定し、これに構造解析係数 γ_a を乗じた値とするものとする。

$$F_{TS_d} = \gamma_a \cdot F_{TS}(F_d)$$

- (2) 多くの経験により、段差が小さいことが確認されている目地構造とする場合には、段差に対する走行安全性能を満足するとみなすことができる。

- (1) コンクリート舗装の目地部に段差が生じると走行安全性能に支障をきたすので照査するものとする。
 (2) わが国の空港舗装における経験から走行安全性能に支障を来たすような段差が生じないことがわかっている「IV-4 構造細目」に示す目地構造を用いる場合には、段差に対する走行安全性能を満足するとみなすことができる。

IV-3.3.2 段差量の設計限界値

走行安全性能に対する段差量の設計限界値は、舗装種別と使用目的、走行車両の走行速度等を考慮して、適切に設定するものとする。

- (1) 走行安全性能に対する段差量の設計限界値は、舗装の使用目的や種別、また、舗装上を走行する車両種別やその速度によって異なる。したがって、段差量の設計限界値はこれらを考慮した上で適切に設定する必要がある。
 (2) 段差量の設計限界値は、表IV-3.1に示す値を用いることができる¹⁹⁾。

見出しの変更.

文末の変更.

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

表Ⅲ-3.1 段差の設計限界値の例

	滑走路	誘導路	エプロン
段差 (mm)	10	12	14

Ⅲ-3.3.3 段差量の算定

目地部の段差量は適切な方法によって算定するものとする。

- (1) 目地部の段差量はコンクリート版、路盤等の舗装構造特性、荷重条件、環境条件等の外的要因等に影響されるので、これらを適切に考慮する必要がある。

Ⅲ-4 構造細目

Ⅲ-4.1 異種舗装接続部の構造

- (1) アスファルト舗装とコンクリート舗装の接続部は、走行安全性能に支障を来たすような段差が生じないよう適切な方法により照査するものとする。
 (2) 多くの経験により走行安全性能が十分に確保されている接続構造とする場合には、走行安全性能を満足するとみなすことができる。

- (1) アスファルト舗装とコンクリート舗装の接続部は、航空機荷重の繰返し走行により段差が生じやすい。そのため、航空機が走行する箇所においては、適切な接続構造とする必要がある。
 (2) 図Ⅲ-4.1に示す構造は、わが国の空港舗装での経験上段差に対する走行安全性能が十分確保されていることがわかっているため、この構造を用いる場合には、接続部における走行安全性能を満足するとみなすことができる。
 (3) 接続部においてコンクリート版には縁部載荷状態の応力が生じることから適切な版厚を設定する必要がある。
 (4) 航空機がほとんど載らないショルダーや過走帯との接合部では、補強を行なう必要はな

表Ⅳ-3.1 段差の設計限界値の例

	滑走路	誘導路	エプロン
段差 (mm)	10	12	14

Ⅳ-3.3.3 段差量の算定

目地部の段差量は適切な方法によって算定するものとする。

- (1) 目地部の段差量はコンクリート版、路盤等の舗装構造特性、荷重条件、環境条件等の外的要因等に影響されるので、これらを適切に考慮する必要がある。

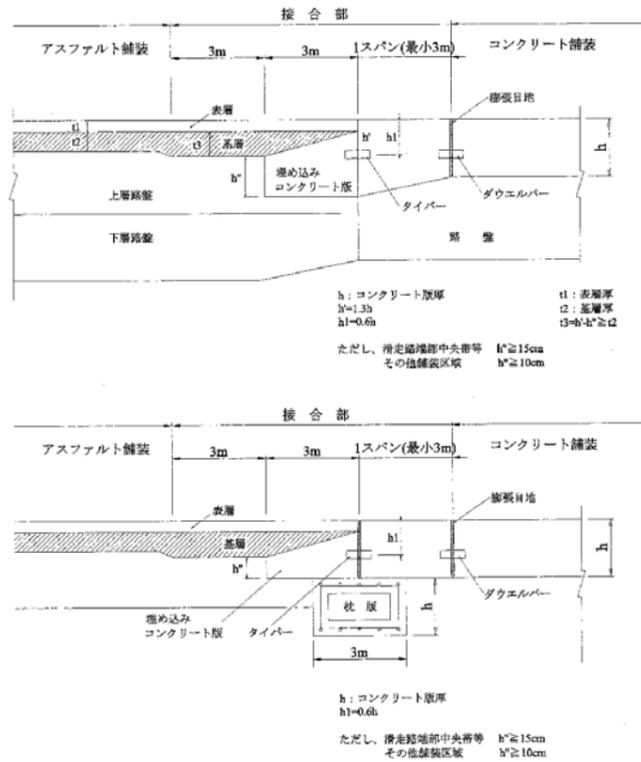
Ⅳ-4 構造細目

Ⅳ-4.1 異種舗装接続部の構造

- (1) アスファルト舗装とコンクリート舗装の接続部は、走行安全性能に支障を来たすような段差が生じないよう適切な方法により照査するものとする。
 (2) 多くの経験により、走行安全性能が十分に確保されている接続構造とする場合には、走行安全性能を満足するとみなすことができる。

- (1) アスファルト舗装とコンクリート舗装の接続部は、航空機荷重の繰返し走行により段差が生じやすい。そのため、航空機が走行する箇所においては、適切な接続構造とする必要がある。
 (2) 図Ⅳ-4.1に示す構造は、わが国の空港舗装での経験上段差に対する走行安全性能が十分確保されていることがわかっているため、この構造を用いる場合には、接続部における走行安全性能を満足するとみなすことができる。
 (3) 接続部においてコンクリート版には縁部載荷状態の応力が生じることから適切な版厚を設

い.



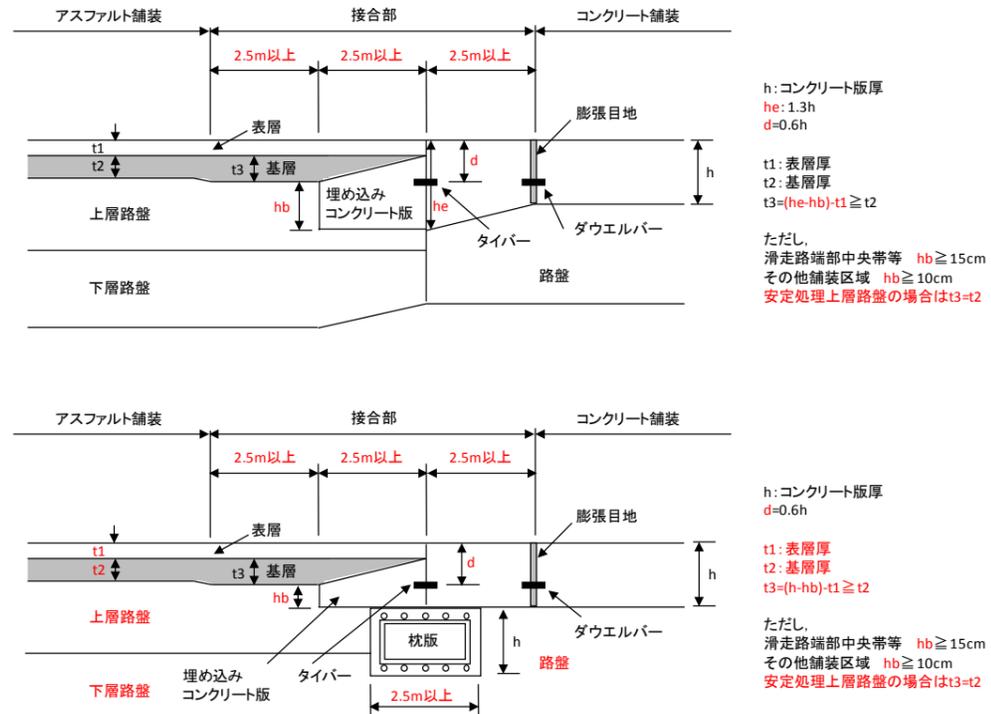
図Ⅲ-4.1 異種舗装接続部構造の例

Ⅲ-4.2 コンクリート版の補強

- (1) コンクリート版には、ひび割れが生じた場合でも荷重支持性能や走行安全性能が急激に低下することのないことを適切な方法で照査するものとする。
 - (2) 多くの経験により安全性が確保されている補強構造とする場合には、(1)に対する性能を満足するとみなすことができる。
- (1) コンクリート版に鉄網を設ける場合には、その補強構造が、わが国の空港舗装での経験上、安全性が十分確保されていることがわかっているため、所要の性能を満足するとみなすことができる。また、過走帯やショルダーについては、特に補強構造を設ける必要はない。
 - (i) 鉄網の鉄筋量は、直角2方向とも一般に版断面積の0.05%としている。
 - (ii) 隅角部が鋭角となる等、コンクリート版が矩形とならない場合には、鉄筋量を増加して補強効果を高くする必要がある。
 - (iii) 鉄筋は、同一版では直角2方向とも同一直径で直径6~8mmの丸鋼または異形丸鋼を用いる。鉄網の幅はコンクリート版の幅より10cm程度狭くし、長さは重ね合わせを20cm程度として収縮目地に収まるよう、かつ運搬が容易なように設定する。
 - (iv) 鉄網の埋め込み深さは、一般にコンクリート版表面から（コンクリート版厚÷4+2cm）下としている。
 - (v) 鉄網は6~8mmの鉄筋を直角2方向に組み立てるが、両方向の鉄筋は同一直径のものを使用し、その間隔も同一とするものとする。また、鉄筋は異形棒鋼が望ましく、組み立ても溶接によることが望ましい。

定する必要がある。

- (4) 航空機がほとんど載らないショルダーや過走帯との接合部では、補強を行う必要はない。



図Ⅳ-4.1 異種舗装接続部構造の例

Ⅳ-4.2 コンクリート版の補強

- (1) コンクリート版には、ひび割れが生じた場合でも荷重支持性能や走行安全性能が急激に低下することのないことを適切な方法で照査するものとする。
 - (2) 多くの経験により、安全性が確保されている補強構造とする場合には、(1)に対する性能を満足するとみなすことができる。
- (1) コンクリート版に鉄網を設ける場合には、その補強構造が、わが国の空港舗装での経験上、安全性が十分確保されていることがわかっているため、所要の性能を満足するとみなすことができる。また、過走帯やショルダーについては、特に補強構造を設ける必要はない。
 - (i) 鉄網の鉄筋量は、直角2方向とも一般に版断面積の0.05%としている。
 - (ii) 隅角部が鋭角となる等、コンクリート版が矩形とならない場合には、鉄筋量を増加して補強効果を高くする必要がある。
 - (iii) 鉄筋は、同一版では直角2方向とも同一直径で直径6~8mmの丸鋼又は異形丸鋼を用いる。鉄網の幅はコンクリート版の幅より10cm程度狭くし、長さは重ね合わせを20cm程度として収縮目地に収まるよう、かつ運搬が容易なように設定する。
 - (iv) 鉄網の埋め込み深さは、コンクリート版表面から（コンクリート版厚÷4+2cm）下を標準とする。なお、1枚のコンクリート版で場所により厚さが異なる端部増厚版等では、版厚の違いを考慮して鉄網の埋め込み深さを変化させる必要はない。
 - (v) 鉄網は6~8mmの鉄筋を直角2方向に組み立てるが、両方向の鉄筋は同一直径のものを使用し、その間隔も同一とするものとする。また、鉄筋は異形棒鋼が望ましく、組み立ても溶接によることが望ましい。

文章の修正.

埋め込みコンクリート版としてプレキャストコンクリート版を用いる場合、幅2.5mとしていることが多いため、例を修正.

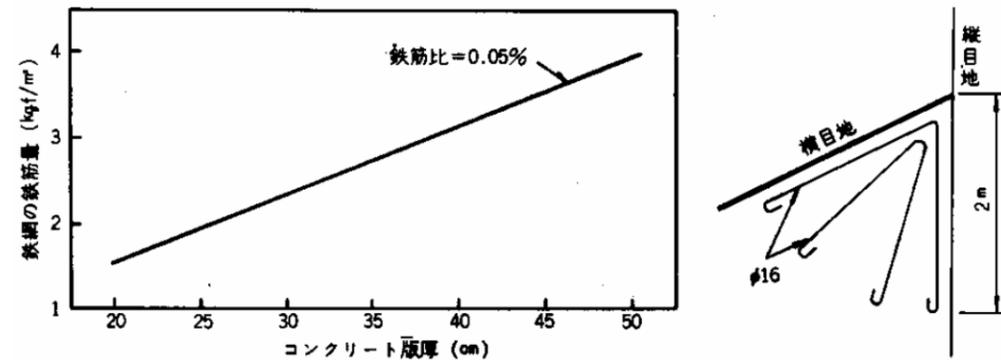
上層路盤が安定処理材の場合、t3の増厚は行っていないことが多いため、例を修正.

文末の変更.

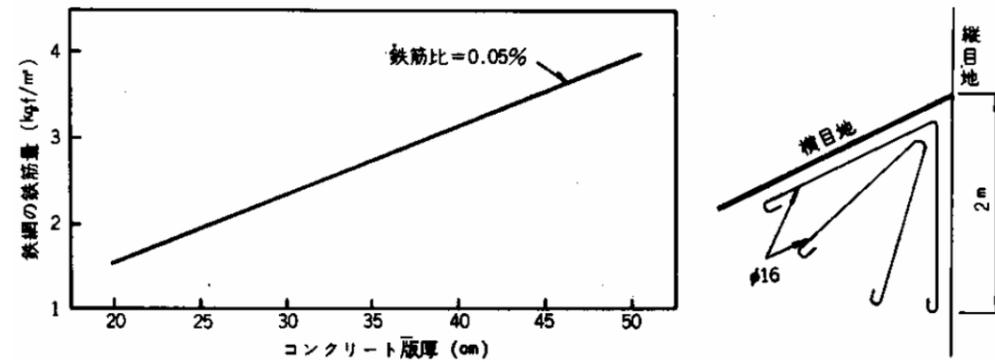
稀に端部増厚版の鉄網は版厚に合わせて斜めに設置と解釈されることがあるため追加.

- (vi) 舗装区画の平面形状によってはその周辺部のコンクリート版に鋭角部ができることもある。その場合には鉄筋量を(i)で述べた量よりも多くして、その部分を補強する。補強には図Ⅲ-4.2のようなヘアピン鉄筋を用いることがある^{設計-22)}。
- (vii) コンクリート版に照明、ハイドラントボックスなどの埋設物がある場合には、鉄網以外に鉄筋により補強を行うことがある。図Ⅲ-4.3はその一例である。

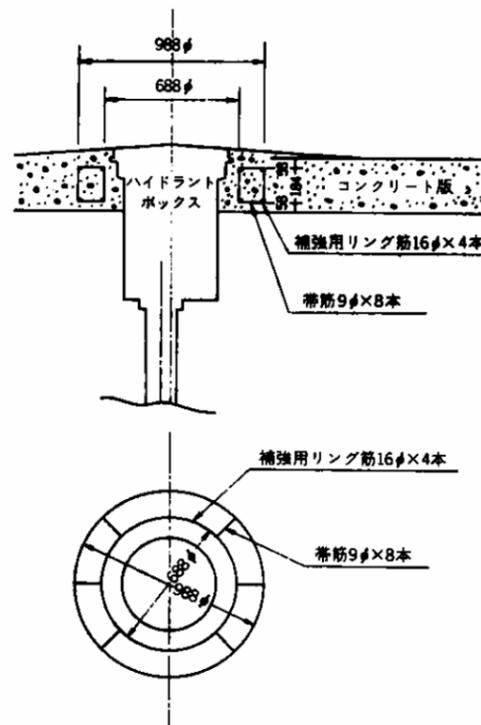
- (vi) 舗装区画の平面形状によっては、その周辺部のコンクリート版に鋭角部ができることもある。その場合には鉄筋量を(i)で述べた量よりも多くして、その部分を補強する。補強には図Ⅳ-4.2のようなヘアピン鉄筋を用いることがある²²⁾。
- (vii) コンクリート版に照明、ハイドラントボックスなどの埋設物がある場合には、鉄網以外に鉄筋により補強を行うことがある。図Ⅳ-4.3はその一例である。



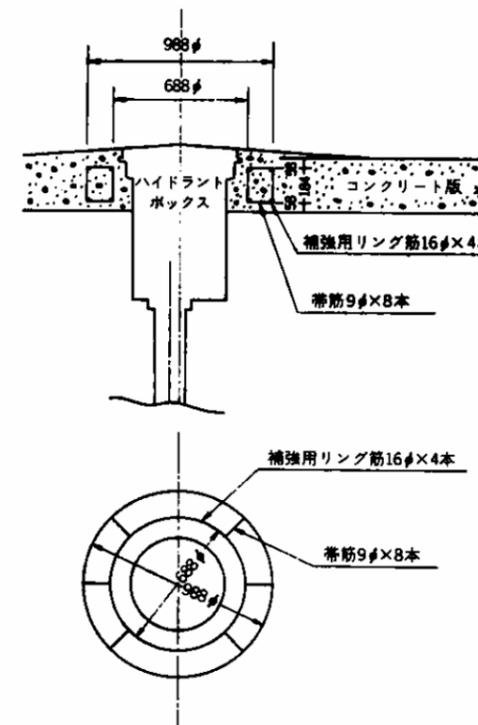
図Ⅲ-4.2 鉄網量と補強方法の例



図Ⅳ-4.2 鉄網量と補強方法の例



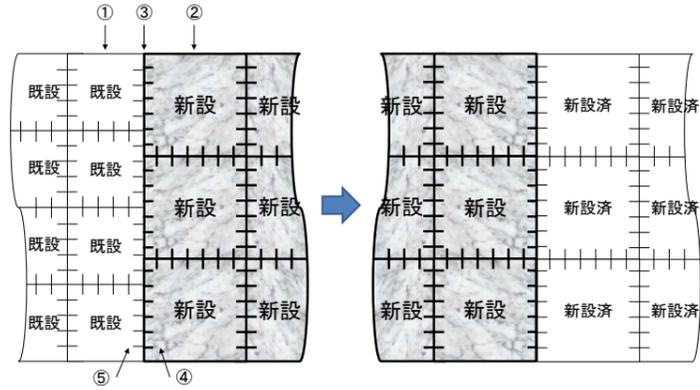
図Ⅲ-4.3 ハイドラントボックス回りの補強の例



図Ⅳ-4.3 ハイドラントボックス回りの補強の例

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>Ⅲ-4.3 目地 Ⅲ-4.3.1 一般</p> <p>(1) コンクリート版には、適切な目地を設けるとともに、目地部において所要の荷重伝達機能を有することを適切な方法で照査するものとする。 (2) 多くの経験により安全性が十分に確保されている目地構造とする場合には、所要の荷重伝達性能を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 一般的に無筋コンクリートの目地部での荷重伝達率は85%以上である。 (2) Ⅲ-4.3.2～Ⅲ-4.3.5に基づいて設計された目地構造は、所要の荷重伝達性能を満足するとみなすことができる。</p> <p>Ⅲ-4.3.2 目地の種類と配置</p> <p>(1) コンクリート版には、必要に応じて、縦・横方向に施工目地、収縮目地、膨張目地を設けるものとする。 (2) 縦方向目地と横方向目地は、一般に直角に交差させることとしている。 (3) 目地は、一体として挙動するコンクリート版の舗装区域の一端から他の一端まで、直線状に設けるものとする。</p> <p>(1) 施工目地は、コンクリート打設時や中断時といった施工の都合上設けられる目地である。収縮目地は、コンクリート版の温度変化や乾燥による変形を集中させて収縮に伴う引張応力を軽減し、収縮ひび割れの発生を防止するために設けられる。膨張目地は、温度上昇によるコンクリート版の膨張が原因で生ずるブローアップを防止するために設けられる。 (2) コンクリート版は、その四隅が鋭角とならないように、一般に縦、横方向目地は直角に交差させることとしている。 (3) 個々のコンクリート版の収縮・膨張が防げられて、局所的あるいは全体的なひび割れといった予期しない破損がコンクリート版に生じないように、一体として挙動するコンクリート版の舗装区域においては目地を通す必要がある。 (4) 無筋コンクリート舗装の施工では、新設コンクリート版（以下、新設版という）と、隣接する既設コンクリート版（以下、既設版という）の目地位置が一致しない場合、新設範囲と既設範囲の境界の目地をダウエルバーまたはタイバーで連結すると、目地が互いに影響を及ぼし、ひび割れの原因となるため、当該境界の目地をダウエルバーまたはタイバーで連結せず、端部増厚または枕版の設置等により補強を行う必要がある。なお、新設版に隣接する既設版の打ち換えが計画されており、かつ、航空機の主脚が新設範囲と既設範囲の境界の目地に接する新設版と既設版を当面走行しない場合は、端部増厚または枕版の設置等による当該境界の目地の補強を省略することができる。この場合、図Ⅲ-4.4に示すよう</p>	<p>Ⅳ-4.3 目地 Ⅳ-4.3.1 総則</p> <p>(1) コンクリート版には、適切な目地を設けるとともに、目地部において所要の荷重伝達機能を有することを適切な方法で照査するものとする。 (2) 多くの経験により、安全性が十分に確保されている目地構造とする場合には、所要の荷重伝達性能を満足するとみなすことができる。</p> <p>(1) 一般的に無筋コンクリートの目地部での荷重伝達率は85%以上である。 (2) Ⅳ-4.3.2～Ⅳ-4.3.5に基づいて設計された目地構造は、所要の荷重伝達性能を満足するとみなすことができる。</p> <p>Ⅳ-4.3.2 目地の種類と配置</p> <p>(1) コンクリート版には、必要に応じて、縦・横方向に施工目地、収縮目地、膨張目地を設けるものとする。 (2) 縦方向目地と横方向目地は、直角に交差させることを標準とする。 (3) 目地は、一体として挙動するコンクリート版の舗装区域の一端から他の一端まで、直線状に設けるものとする。</p> <p>(1) 施工目地は、コンクリート打設時や中断時といった施工の都合上設けられる目地である。収縮目地は、コンクリート版の温度変化や乾燥による変形を集中させて収縮に伴う引張応力を軽減し、収縮ひび割れの発生を防止するために設けられる。膨張目地は、温度上昇によるコンクリート版の膨張が原因で生ずるブローアップを防止するために設けられる。 (2) コンクリート版は、その四隅が鋭角とならないように、縦、横方向目地は直角に交差させることを標準とする。また、コンクリート版は全方向に動き、またその動きが全方向から拘束されるなど、極めて複雑な挙動となるため、細長い版は避けることが望ましく、コンクリート版の縦横の長さの比は1.3程度以下とすることが望ましい。 (3) 個々のコンクリート版の収縮・膨張が防げられて、局所的あるいは全体的なひび割れといった予期しない破損がコンクリート版に生じないように、一体として挙動するコンクリート版の舗装区域においては、目地を通す必要がある。 (4) 無筋コンクリート舗装の施工では、新設コンクリート版（以下、新設版という）と、隣接する既設コンクリート版（以下、既設版という）の目地位置が一致しない場合、新設範囲と既設範囲の境界の目地をダウエルバー又はタイバーで連結すると、目地が互いに影響を及ぼし、ひび割れの原因となるため、当該境界の目地をダウエルバー又はタイバーで連結せず、端部増厚又は枕版の設置等により補強を行う必要がある。なお、新設版に隣接する既設版の打ち換えが計画されており、かつ、航空機の主脚が新設範囲と既設範囲の境界の目地に接する新設版と既設版を当面走行しない場合は、端部増厚又は枕版の設置等による当該境界の目地の補強を省略することができる。この場合、図Ⅳ-4.4に示すように、新設</p>	<p>文末の変更。</p> <p>文末の変更。 従来からの経験より、コンクリート版の縦横比の目安を追加。</p>

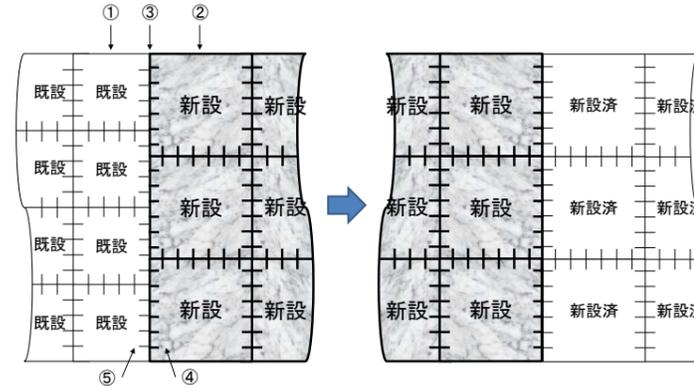
に、新設版にはあらかじめ1/2の長さのダウエルバーを設置するとよい。



- ①: 打ち換えが計画されている既設版(航空機の主脚が当面走行しない)
- ②: 新設版(航空機の主脚が当面走行しない)
- ③: 端部増厚または枕版の設置等による目地の補強を省略する目地
- ④: 新設版にあらかじめ設置する1/2の長さのダウエルバー
- ⑤: 新設版施工時に切断され残置される1/2の長さのダウエルバー

図Ⅲ-4.4 新設版と既設版の目地位置が一致しない場合の施工例

版にはあらかじめ1/2の長さのダウエルバーを設置するとよい。



- ①: 打ち換えが計画されている既設版(航空機の主脚が当面走行しない)
- ②: 新設版(航空機の主脚が当面走行しない)
- ③: 端部増厚または枕版の設置等による目地の補強を省略する目地
- ④: 新設版にあらかじめ設置する1/2の長さのダウエルバー
- ⑤: 新設版施工時に切断され残置される1/2の長さのダウエルバー

図Ⅳ-4.4 新設版と既設版の目地位置が一致しない場合の施工例

Ⅲ-4.3.3 縦方向目地

- (1) 施工目地
 - (i) 目地の間隔は、舗装全体の幅、使用される舗装機械およびコンクリート版厚によって設定するものとする。
 - (ii) 目地の構造は、一般にダウエルバー付き突き合わせ型としているが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じて、タイバー付き突き合わせ型を用いるものとする。
- (2) 収縮目地
 - (i) コンクリート版厚、縦方向施工目地間隔に応じてレーン中央に縦方向収縮目地を設けるものとする。
 - (ii) 目地の構造は、一般にダウエルバー付きのこみぞ型としているが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じて、タイバー付きのこみぞ型を用いるものとする。
 - (iii) 設計荷重が小さい場合や交通量が少ない場合には、ダウエルバーを省略することもできるが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じてタイバーを入れるものとする。
- (1) 縦方向施工目地は施工上の都合で設けられる目地で、その間隔は舗装全体の幅および使用される舗装機械によって定められる。通常、空港で使用されているコンクリートスプレッダーやコンクリートフィニッシャーなどの舗装機械の施工幅は3.0～8.5mである。
- (2) 舗装の一番外側のコンクリート版の側面は、将来の拡張に備えて端部増厚をするか、もしくは枕板を施工しておくことが望ましい。
- (3) 幅の狭い舗装の縦方向目地のすべて、および舗装の自由端から12m以内の施工目地、ならびに自由端から12m以内の縦方向収縮目地をタイバーで緊結することとしているのは、コンクリート版が外方へ広がるのを防ぎ、連続一体のものにするためである。自由端から12m以

Ⅳ-4.3.3 縦方向目地

- (1) 施工目地
 - (i) 目地の間隔は、舗装全体の幅、使用される舗装機械及びコンクリート版厚によって設定するものとする。
 - (ii) 目地の構造は、ダウエルバー付き突き合わせ型を標準とするが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じて、タイバー付き突き合わせ型を用いるものとする。
- (2) 収縮目地
 - (i) コンクリート版厚、縦方向施工目地間隔に応じてレーン中央に縦方向収縮目地を設けるものとする。
 - (ii) 目地の構造は、ダウエルバー付きのこみぞ型を標準とするが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じて、タイバー付きのこみぞ型を用いるものとする。
 - (iii) 設計荷重が小さい場合や交通量が少ない場合には、ダウエルバーを省略することもできるが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じてタイバーを入れるものとする。
- (1) 縦方向施工目地は、施工上の都合で設けられる目地で、その間隔は、舗装全体の幅及び使用される舗装機械によって定められる。通常、空港で使用されているコンクリートスプレッダーやコンクリートフィニッシャーなどの舗装機械の施工幅は3.0～8.5mである。一般に、コンクリート版厚が30cm未満で縦方向施工目地間隔が5mを越える場合及び版厚が30cm以上で縦方向施工目地間隔が8.5mを超える場合は、レーン中央に縦方向収縮目地を設けることとしている。
- (2) 舗装の一番外側のコンクリート版の側面は、将来の拡張に備えて端部増厚をするか、もしくは枕板を施工しておくことが望ましい。
- (3) 幅の狭い舗装の縦方向目地のすべて及び舗装の自由端から12m以内の施工目地並びに自由端から12m以内の縦方向収縮目地をタイバーで緊結することとしているのは、コンクリート版が外方へ広がるのを防ぎ、連続一体のものにするためである。自由端から12m以内の収

文末の変更。

文末の変更。

旧・空港舗装構造設計要領の記述を追加。

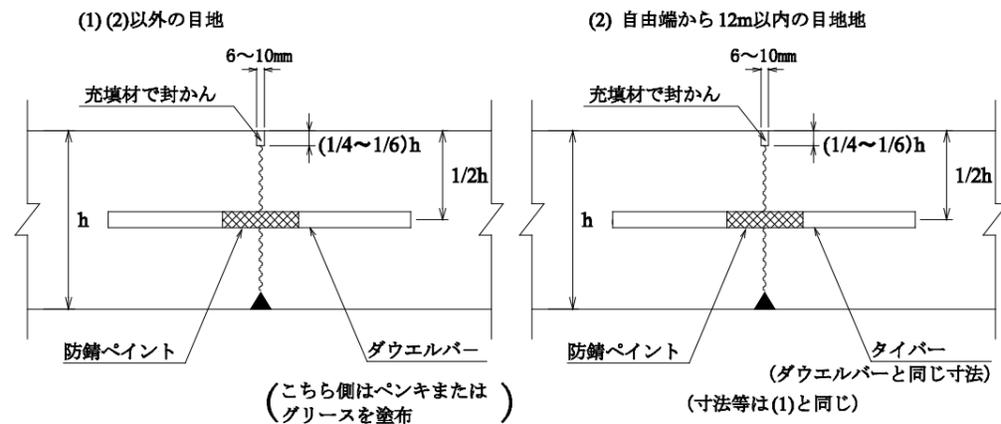
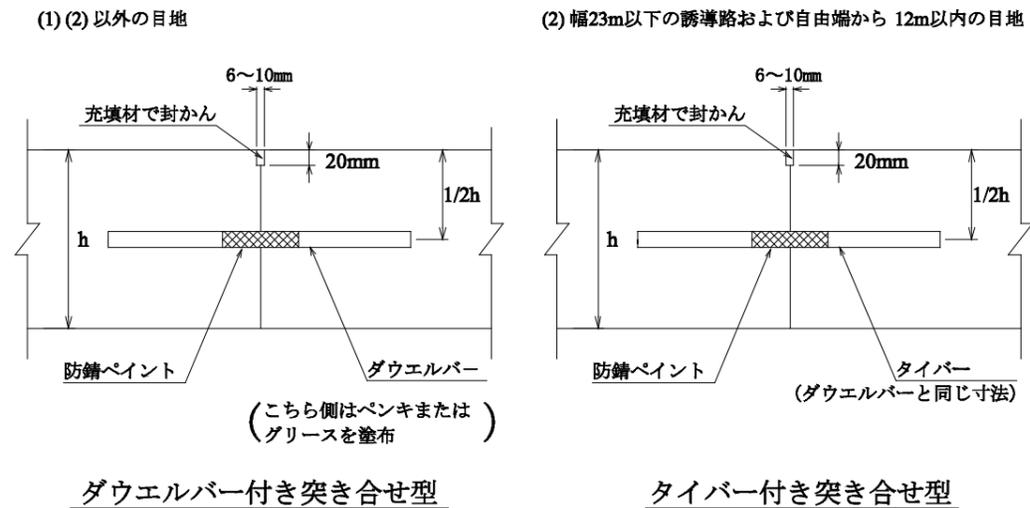
空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

内の収縮目地はタイバーに荷重伝達機能を持たせる必要があるため、ダウエルバーと同寸法の異形棒鋼をタイバーとすることができる。

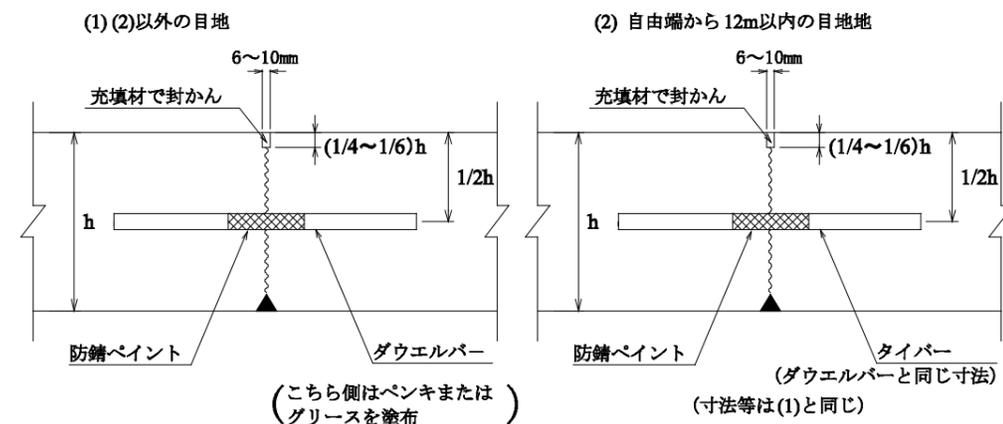
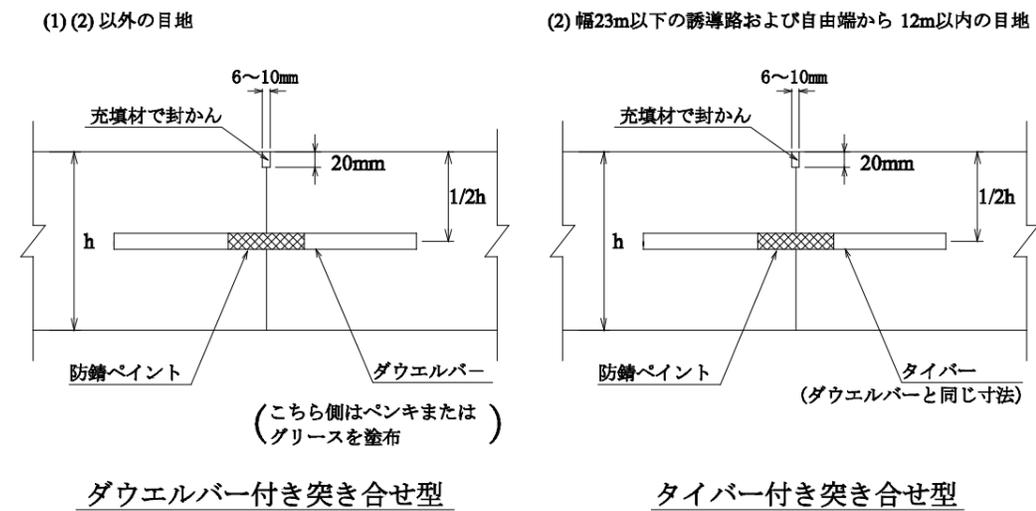
- (4) 縦方向施工目地、**ならびに**縦方向収縮目地に用いられるタイバー**および**ダウエルバーの中央部には、錆や繰返し荷重に抵抗するために、約10cm程度に防錆ペイントを塗ることがある。
- (5) 縦方向収縮目地でダウエルバーを省略する場合は、乾燥収縮や温度変化が生じて目地幅は比較的小さいことを確かめる必要がある。
- (6) 施工目地、収縮目地の構造例を **図III-4.5**に示す。



図III-4.5 目地構造（縦方向）の例

縮目地はタイバーに荷重伝達機能を持たせる必要があるため、ダウエルバーと同寸法の異形棒鋼をタイバーとすることができる。

- (4) 縦方向施工目地**並びに**縦方向収縮目地に用いられるタイバー**及び**ダウエルバーの中央部には、錆や繰返し荷重に抵抗するために、約10cm程度に防錆ペイントを塗ることがある。
- (5) 縦方向収縮目地でダウエルバーを省略する場合は、乾燥収縮や温度変化が生じて目地幅は比較的小さいことを確かめる必要がある。
- (6) 施工目地、収縮目地の構造例を **図IV-4.5**に示す。



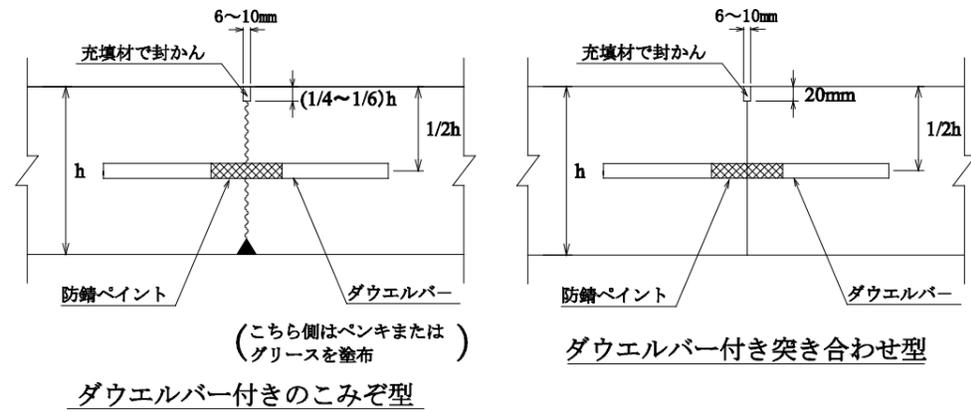
図IV-4.5 目地構造（縦方向）の例

空港舗装設計要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
--------------	-------------------	----

<p>Ⅲ-4.3.4 横方向目地</p> <p>(1) 収縮目地</p> <p>(i) 目地の間隔は、収縮クラックが生じないように適切に設定するものとする。</p> <p>(ii) 目地の構造は、一般にダウエルバー付きのこみぞ型としているが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じて、タイバー付きのこみぞ型を用いるものとする。</p> <p>(iii) 設計荷重が小さい場合や交通量が少ない場合には、ダウエルバーを省略することもできるが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じてタイバーを入れるものとする。</p> <p>(2) 施工目地</p> <p>(i) 毎日の施工終了時、またはコンクリート打ち込み作業が一定時間中断される場合は、横方向収縮目地の位置に横方向施工目地を設けるものとする。</p> <p>(ii) 目地の構造はダウエルバー付き突き合わせ型とするものとする。</p> <p>(1) 横方向収縮目地は、不規則な横方向の収縮ひび割れを調節し、コンクリートの容積変化に伴う応力を軽減するために設けられるもので、乾燥または温度差の厳しい地方においては、コンクリートの容積変化が大きいことから、その間隔は当然狭いものとなる。</p> <p>(2) 横方向収縮目地においては、のこみぞにより不規則なひび割れが入り、その骨材のかみ合いによりかなり荷重伝達がなされる。しかしこのことは、目地が非常に密着しているときのみ確実で、コンクリートが収縮し目地が開いた場合にはその機能は低下する。また、交通荷重の繰り返しにより骨材のかみ合いが切れる場合もある^{設計-23)}。これらのことを勘案し、横方向収縮目地にはダウエルバーを設置し十分な荷重伝達を図ることとしている。</p> <p>(3) 横方向施工目地は施工上の都合で設けられるもので、施工終了時またはコンクリートの打ち込み作業が30分以上中断される場合に設けられる。この30分以上は一応の目安であるので、天候等の状況によっては変える必要がある場合もある。</p> <p>(4) 横方向施工目地についての注意点は、Ⅲ-4.3.3の縦方向目地の場合と同様である。</p> <p>(5) コンクリート版の端部には、将来の延長に備えてダウエルバー付き突き合わせ型目地の準備、端部増厚、あるいは枕板を設置することが望ましい。</p> <p>(6) 横方向収縮目地に用いられるダウエルバーにも、その中央部約10cm程度に防錆ペイントを塗ることがある。</p> <p>(7) 横方向収縮目地でダウエルバーを省略する場合も、縦方向目地の場合と同様、目地が広が</p>	<p>Ⅳ-4.3.4 横方向目地</p> <p>(1) 収縮目地</p> <p>(i) 目地の間隔は、収縮クラックが生じないように適切に設定するものとする。</p> <p>(ii) 目地の構造は、ダウエルバー付きのこみぞ型を標準とするが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じて、タイバー付きのこみぞ型を用いるものとする。</p> <p>(iii) 設計荷重が小さい場合や交通量が少ない場合には、ダウエルバーを省略することもできるが、コンクリート版が外方向へ広がるのを防ぐために自由端からの距離に応じてタイバーを入れるものとする。</p> <p>(2) 施工目地</p> <p>(i) 毎日の施工終了時又はコンクリート打ち込み作業が一定時間中断される場合は、横方向収縮目地の位置に横方向施工目地を設けるものとする。</p> <p>(ii) 目地の構造はダウエルバー付き突き合わせ型とするものとする。</p> <p>(1) 横方向収縮目地は、不規則な横方向の収縮ひび割れを調節し、コンクリートの容積変化に伴う応力を軽減するために設けられるもので、乾燥又は温度差の厳しい地方においては、コンクリートの容積変化が大きいことから、その間隔は当然狭いものとなる。一般に、コンクリート版厚が30cm未満の場合は4.5～6.0m、30cm以上の場合は5.0～8.5mとしている。</p> <p>(2) 横方向収縮目地においては、のこみぞにより不規則なひび割れが入り、その骨材のかみ合いによりかなり荷重伝達がなされる。しかしこのことは、目地が非常に密着しているときのみ確実で、コンクリートが収縮し目地が開いた場合にはその機能は低下する。また、交通荷重の繰り返しにより骨材のかみ合いが切れる場合もある²³⁾。これらのことを勘案し、横方向収縮目地にはダウエルバーを設置し十分な荷重伝達を図ることとしている。</p> <p>(3) 横方向施工目地は、施工上の都合で設けられるもので、施工終了時又はコンクリートの打ち込み作業が30分以上中断される場合に設けられる。この30分以上は一応の目安であるので、天候等の状況によっては変える必要がある場合もある。</p> <p>(4) 横方向施工目地についての注意点は、Ⅳ-4.3.3の縦方向目地の場合と同様である。</p> <p>(5) コンクリート版の端部には、将来の延長に備えてダウエルバー付き突き合わせ型目地の準備、端部増厚、あるいは枕板を設置することが望ましい。</p> <p>(6) 横方向収縮目地に用いられるダウエルバーにも、その中央部約10cm程度に防錆ペイントを塗ることがある。</p> <p>(7) 横方向収縮目地でダウエルバーを省略する場合も、縦方向目地の場合と同様、目地が広が</p>	<p>文末の変更。</p> <p>旧・空港舗装構造設計要領の記述を追加。</p>
--	--	--

らないことを確かめる必要がある。

(8) 収縮目地，施工目地の構造例を 図Ⅲ-4.6 に示す。



図Ⅲ-4.6 目地構造（横方向）の例

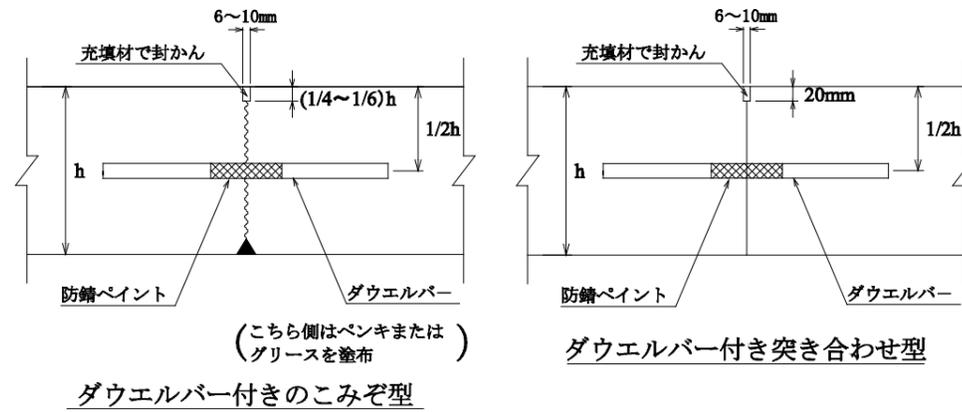
Ⅲ-4.3.5 膨張目地

- (1) 膨張目地は，施工時期，コンクリート版厚に応じて適切な間隔で設置するものとする。
- (2) 舗装が建築物または他の構造物と接する部分，および滑走路，誘導路，エプロンの交差する部分あるいはその付近には，膨張目地を設けることとする。
- (3) 目地の構造は，ダウエルバー型，端部増厚型または枕板設置型とする。舗装が構造物と接する部分では，端部増厚型とするものとする。
- (4) 端部の版厚は，縁部載荷状態になることを考慮して適切に設定する必要がある。
- (5) GSE車両を設計荷重とする舗装区域が航空機荷重を設計荷重とする舗装区域と接する部分に端部増厚型膨張目地を用いる場合は，GSE車両を設計荷重とする舗装区域の方だけを増厚するものとする。

- (1) 膨張目地は収縮に対しても有効であるので，伸縮目地と呼ばれることもある。
- (2) 膨張目地の間隔は地域性その他を考慮した経験的判断によって設定するのが望ましい。膨張目地は舗装の最大の弱点であるので，その設置箇所をできるだけ少なく，すなわち，その間隔をできるだけ大きくすることが望ましいことから，最近はその間隔を増大させる傾向にある^{設計-24)}。
- (3) 膨張目地は，コンクリートの打ち込み作業が寒中に行われるか，あるいはコンクリートが膨張性の大きいものである場合，一般に設置間隔を100～200m，目地幅を25mmとしているが，設置間隔と目地幅は，施工時期，舗装範囲，版厚等を考慮して設定することが望ましい。
- (4) 舗装の交差部分で両舗装のコンクリート版の目地を一致させる必要がある場合は，通常どちらかの舗装の横方向収縮目地の間隔を調節して行うものとする。端部増厚型膨張目地の場合は，コンクリート版の端部の厚さを所定量増し，端部から最も近い目地までの距離を3m以上とし，1枚版ですりつける。この場合は，隣接版が連結されておらず，目地が互いに影響を及ぼす恐れがほとんどないので，両者の目地位置を一致させる必要はない。
- (5) GSE通行帯等の舗装区域が接する他の区域は航空機荷重が対象で，航空機がこの目地部に載ることはまずなく，GSE通行帯等の舗装区域の設計荷重より航空機荷重の方がはるかに大きいので，GSE通行帯等の舗装区域の方だけを増厚するものとする。
- (6) 膨張目地に用いられるダウエルバーにも，その中央部約10cm程度に防錆ペイントを塗るこ

らないことを確かめる必要がある。

(8) 収縮目地，施工目地の構造例を 図Ⅳ-4.6 に示す。



図Ⅳ-4.6 目地構造（横方向）の例

Ⅳ-4.3.5 膨張目地

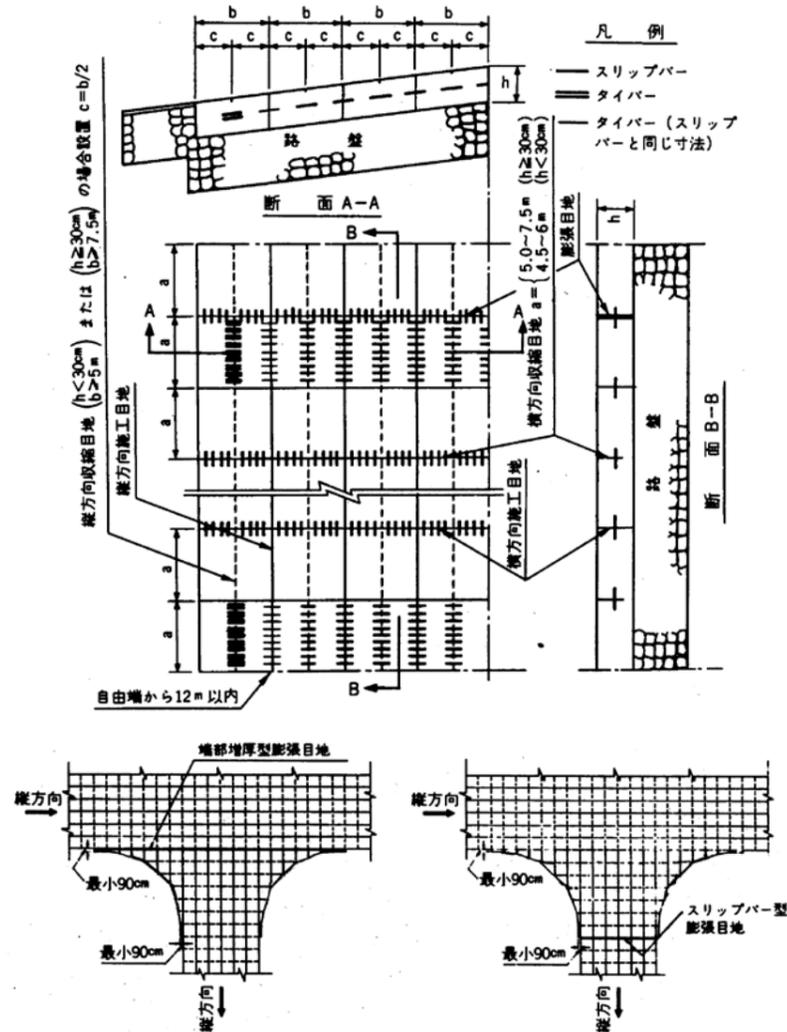
- (1) 膨張目地は，施工時期，コンクリート版厚に応じて適切な間隔で設置するものとする。
- (2) 舗装が建築物又は他の構造物と接する部分及び滑走路，誘導路，エプロンの交差する部分あるいはその付近には，膨張目地を設けることとする。
- (3) 目地の構造は，ダウエルバー型，端部増厚型又は枕板設置型とする。舗装が構造物と接する部分では，端部増厚型とするものとする。
- (4) 端部の版厚は，縁部載荷状態になることを考慮して適切に設定するものとする。
- (5) GSE車両を設計荷重とする舗装区域が航空機荷重を設計荷重とする舗装区域と接する部分に端部増厚型膨張目地を用いる場合は，GSE車両を設計荷重とする舗装区域の方だけを増厚するものとする。

- (1) 膨張目地は収縮に対しても有効であるので，伸縮目地と呼ばれることもある。
- (2) 膨張目地の間隔は，地域性その他を考慮した経験的判断によって設定するのが望ましい。膨張目地は，舗装の最大の弱点であるので，その設置箇所をできるだけ少なく，すなわち，その間隔をできるだけ大きくすることが望ましいことから，最近はその間隔を増大させる傾向にある²⁴⁾。
- (3) 膨張目地は，コンクリートの打ち込み作業が寒中に行われるか，あるいはコンクリートが膨張性の大きいものである場合，一般に設置間隔を100～200m，目地幅を25mmとしているが，設置間隔と目地幅は，施工時期，舗装範囲，版厚等を考慮して設定することが望ましい。
- (4) 舗装の交差部分で両舗装のコンクリート版の目地を一致させる必要がある場合は，通常どちらかの舗装の横方向収縮目地の間隔を調節して行うものとする。端部増厚型膨張目地の場合は，コンクリート版の端部の厚さを所定量増し，端部から最も近い目地までの距離を3m以上とし，1枚版ですりつける。この場合は，隣接版が連結されておらず，目地が互いに影響を及ぼす恐れがほとんどないので，両者の目地位置を一致させる必要はない。
- (5) GSE通行帯等の舗装区域が接する他の区域は，航空機荷重が対象で，航空機がこの目地部に載ることはまずなく，GSE通行帯等の舗装区域の設計荷重より航空機荷重の方がはるかに大きいので，GSE通行帯等の舗装区域の方だけを増厚するものとする。
- (6) 膨張目地に用いられるダウエルバーにも，その中央部約10cm程度に防錆ペイントを塗るこ

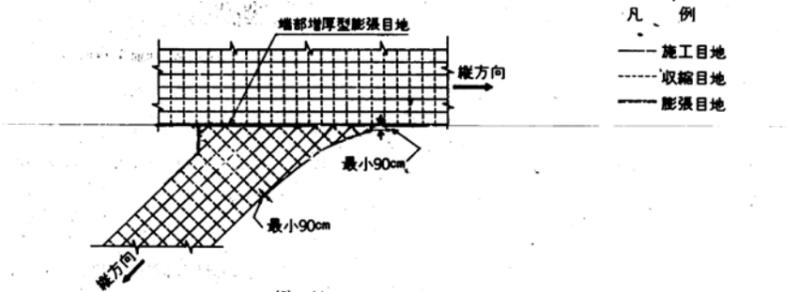
文末の変更。

とがある。

(7) 図Ⅲ-4.7は空港コンクリート舗装の一般的な目地配置を示すもので、各種目地の位置、タイバーまたはダウエルバーの必要な箇所を示している。



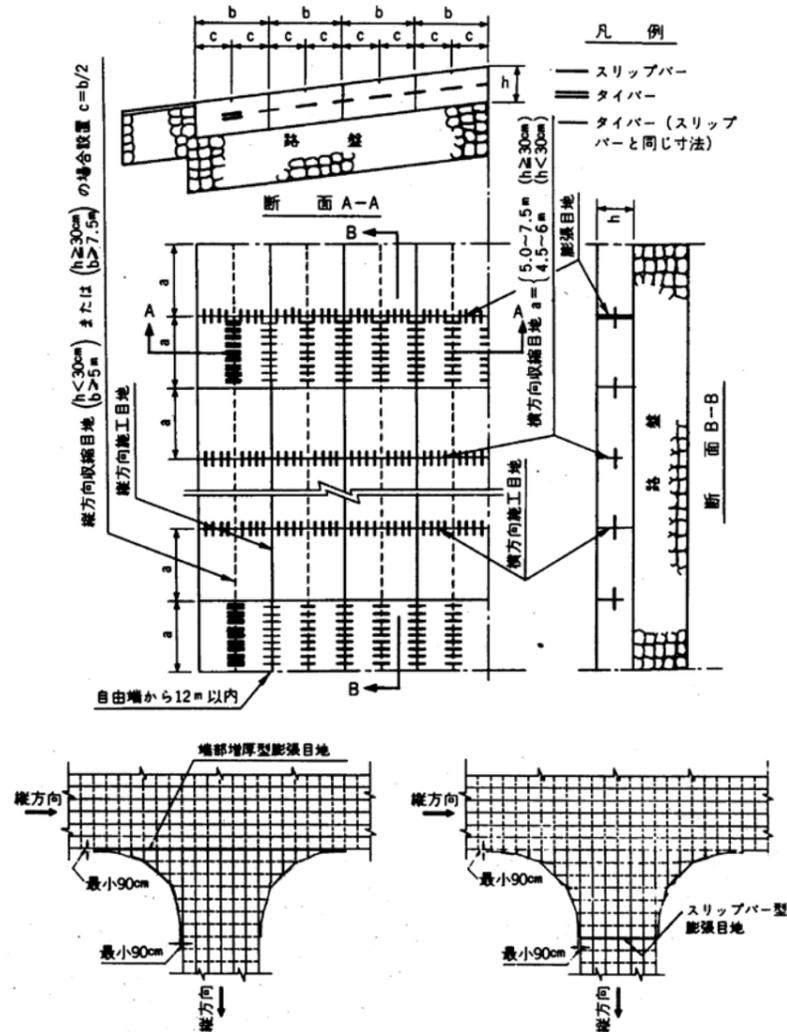
(1) 直角交差の場合



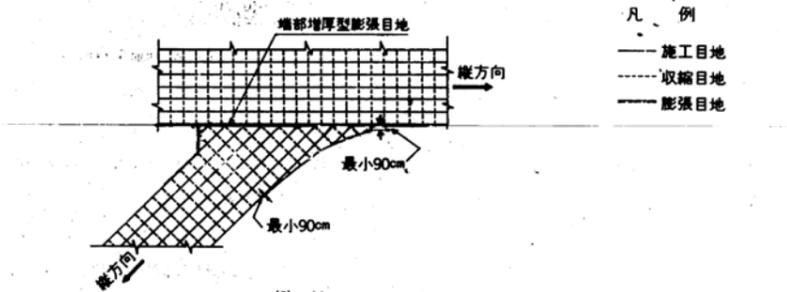
(2) 斜め交差の場合

とがある。

(7) 図Ⅳ-4.7は空港コンクリート舗装の一般的な目地配置を示すもので、各種目地の位置、タイバー又はダウエルバーの必要な箇所を示している。



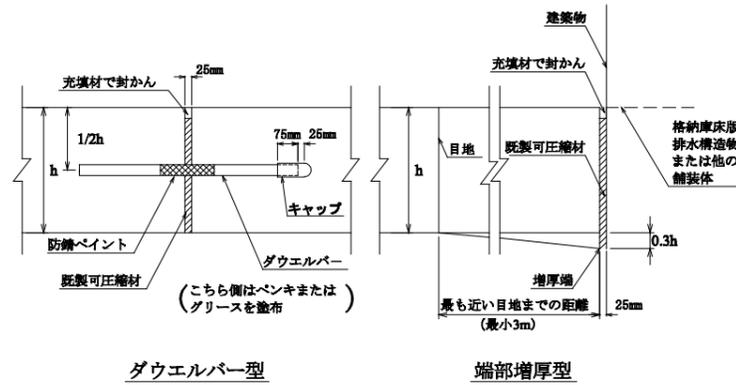
(1) 直角交差の場合



(2) 斜め交差の場合

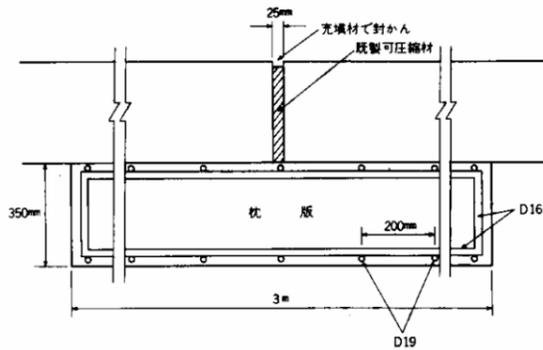
図Ⅲ-4.7 目地配置の例

(8) 一般的な目地構造を図Ⅲ-4.8に示す。これ以外の構造の枕版を使用する場合は、別途計算によって適切に設定する必要がある。



ダウエルバー型

端部増厚型



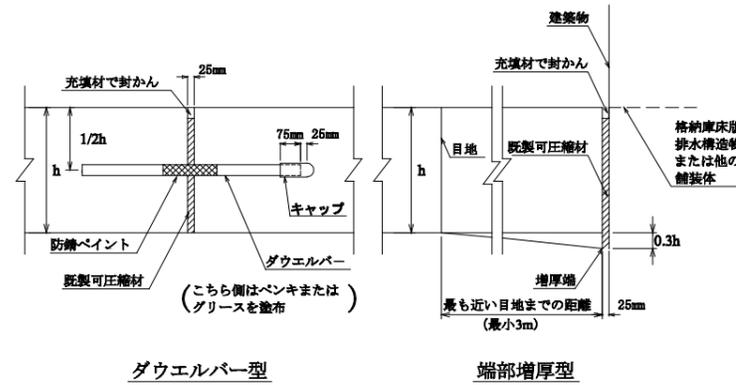
図Ⅲ-4.8 膨張目地構造の例

Ⅲ-4.3.6 タイバー，ダウエルバー

- (1) タイバーは、コンクリート版の収縮により移動することを防ぐために設けるもので、直径、間隔、長さは適切な方法により設定する必要がある。
 - (2) タイバーは通常荷重伝達装置としては考えないが、荷重伝達能力を持たせる場合には、ダウエルバーとして設計される寸法、間隔で異形鉄筋を使用する必要がある。
 - (3) ダウエルバーは、目地部における荷重伝達機能、段差防止機能を持つものであり、その直径、長さ、間隔は適切な荷重伝達率が得られるように設定する必要がある。
 - (4) 多くの経験により安全性が確保されている寸法、間隔を用いる場合には、その目地構造は所要の性能を満足するとみなすことができる。
- (1) タイバーは、突き合わさったコンクリート版面の確実な接触を図ることが主目的で、通常は荷重伝達装置としては考えない。比較的径の細い異形棒鋼を目地を横切って隣接版の厚さ中央に設置する。
 - (2) タイバー、ダウエルバーの寸法、間隔の計算には、表Ⅲ-4.1に示す許容応力度を用いるこ

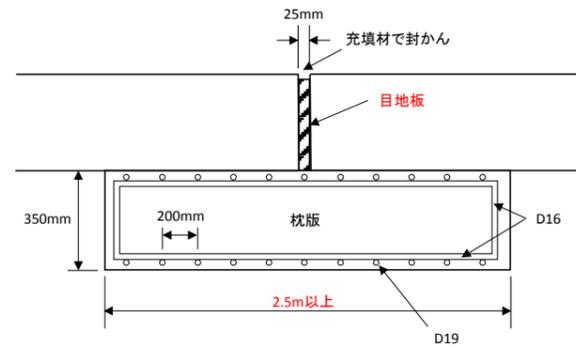
図Ⅳ-4.7 目地配置の例

(8) 一般的な目地構造を図Ⅳ-4.8に示す。これ以外の構造の枕版を使用する場合は、別途計算によって適切に設定する必要がある。



ダウエルバー型

端部増厚型



図Ⅳ-4.8 膨張目地構造の例

Ⅳ-4.3.6 タイバー，ダウエルバー

- (1) タイバーは、コンクリート版の収縮により移動することを防ぐために設けるもので、直径、間隔、長さは適切な方法により設定するものとする。
 - (2) タイバーは、通常荷重伝達装置としては考えないが、荷重伝達能力を持たせる場合には、ダウエルバーとして設計される寸法、間隔で異形鉄筋を使用するものとする。
 - (3) ダウエルバーは、目地部における荷重伝達機能、段差防止機能を持つものであり、その直径、長さ、間隔は、適切な荷重伝達率が得られるように設定するものとする。
 - (4) 多くの経験により、安全性が確保されている寸法、間隔を用いる場合には、その目地構造は所要の性能を満足するとみなすことができる。
- (1) タイバーは、突き合わさったコンクリート版面の確実な接触を図ることが主目的で、通常は荷重伝達装置としては考えない。比較的径の細い異形棒鋼を使用し、目地を横切って隣接版の厚さ中央に設置する。
 - (2) タイバー、ダウエルバーの寸法、間隔の計算には、表Ⅳ-4.1に示す許容応力度を用いるこ

枕版としてプレキャストコンクリート版を用いる場合、幅2.5mとしていることが多いため、例を修正。

文末の変更。

文章の修正。

空港舗装設計要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

とができる。この許容応力度は最小降伏点の2/3とした値である^{設計-25)}。

表Ⅲ-4.1 鉄筋の許容応力度

鉄筋の種類	SR235	SR295	SD295A	SD295B	SD345	SD390	SD490
σ_{sa} (N/mm ²)	157	197	197	197	230	260	327

- (3) 「付録-13：タイバーの設計法」および「付録-14：ダウエルバーの設計法」に準じて設計したタイバーまたはダウエルバーの寸法，間隔を有する目地構造は，わが国の空港舗装における経験上，所要の性能を満足しているとみなすことができる。

とができる。この許容応力度は最小降伏点の2/3とした値である²⁵⁾。

表Ⅳ-4.1 鉄筋の許容応力度

鉄筋の種類	SR235	SR295	SD295A	SD295B	SD345	SD390	SD490
σ_{sa} (N/mm ²)	157	197	197	197	230	260	327

- (3) 「付録-13：タイバーの設計法」及び「付録-14：ダウエルバーの設計法」に準じて設計したタイバー又はダウエルバーの寸法，間隔を有する目地構造は，わが国の空港舗装における経験上，所要の性能を満足しているとみなすことができる。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

第Ⅲ編 コンクリート舗装編

Ⅲ-1. コンクリート舗装の補修の考え方

コンクリート舗装の補修においては、既設舗装の荷重支持性能および走行安全性能について、次の手順で調査、評価、補修工法の選定を行うものとする。

- (1) コンクリート舗装の性能の調査
路面の調査および構造の調査により、コンクリート舗装の荷重支持性能および走行安全性能を調査するものとする。
- (2) 走行安全性能の評価
路面の調査により、走行安全性能を評価し、補修の必要性を判断するものとする。路面の調査としては、路面性状調査およびすべり摩擦係数調査を行うものとする。
- (3) 荷重支持性能の評価
構造の評価により、荷重支持性能を評価し、補修規模を判断するものとする。構造の調査としては、非破壊調査、累積疲労度調査および解体調査を行うものとする。
- (4) 補修工法の選定
荷重支持性能および走行安全性能に関する評価結果により、これらの性能を回復させるための適切な補修工法を選定し、補修設計を行うものとする。

- (1) コンクリート舗装の破損は、その形状により表-3.1に示すように分類することができる。

表-3.1 コンクリート舗装の破損の種類

形状	破損の種類
ひび割れ	初期ひび割れ 縦断方向ひび割れ 横断方向ひび割れ 隅角部ひび割れ 亀甲状ひび割れ
変形	隣接版との縦断方向の凹凸
段差	構造物付近の版の段差
摩耗	ポリッシング はがれ（スケーリング）
目地部の破損	目地部の破損 目地縁部の破損
座屈	ブローアップ クラッシング
その他	穴あき 版のもち上がり きず

- (2) コンクリート舗装の調査は、路面の調査（路面性状調査およびすべり摩擦係数調査）と構造の調査（非破壊調査、累積疲労度調査および解体調査）に分けることができる。
- (3) コンクリート舗装の調査を行う場合には、路面の調査と構造の調査を併用することが望ましい。路面の調査では走行安全性能の評価が可能であり、構造の調査では荷重支持性能を

第Ⅴ章 コンクリート舗装の補修

V-1 総則

コンクリート舗装の補修においては、既設舗装の荷重支持性能及び走行安全性能について、次の手順で調査、評価、補修工法の選定を行うものとする。

- (1) コンクリート舗装の性能の調査
路面の調査及び構造の調査により、コンクリート舗装の荷重支持性能及び走行安全性能を調査するものとする。
- (2) 走行安全性能の評価
路面の調査により、走行安全性能を評価し、補修の必要性を判断するものとする。路面の調査としては、路面性状調査及びすべり摩擦係数調査を行うものとする。
- (3) 荷重支持性能の評価
構造の評価により、荷重支持性能を評価し、補修規模を判断するものとする。構造の調査としては、非破壊調査及び解体調査を行うものとする。
- (4) 補修工法の選定
荷重支持性能及び走行安全性能に関する評価結果により、これらの性能を回復させるための適切な補修工法を選定し、補修設計を行うものとする。

- (1) コンクリート舗装の破損は、その形状により表V-1.1に示すように分類することができる。

表V-1.1 コンクリート舗装の破損の種類

形状	破損の種類
ひび割れ	初期ひび割れ 縦断方向ひび割れ 横断方向ひび割れ 隅角部ひび割れ 亀甲状ひび割れ
変形	隣接版との縦断方向の凹凸
段差	構造物付近の版の段差
摩耗	ポリッシング はがれ（スケーリング）
目地部の破損	目地部の破損 目地縁部の破損
座屈	ブローアップ クラッシング
その他	穴あき 版のもち上がり きず

- (2) コンクリート舗装の調査は、路面の調査（路面性状調査及びすべり摩擦係数調査）と構造の調査（非破壊調査及び解体調査）に分けることができる。
- (3) コンクリート舗装の調査を行う場合には、路面の調査と構造の調査を併用することが望ましい。路面の調査では走行安全性能の評価が可能であり、構造の調査では荷重支持性能を

見出しの変更。

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

評価することが可能である。

(4) コンクリート舗装の標準的な補修の考え方を図-3.1に示す。

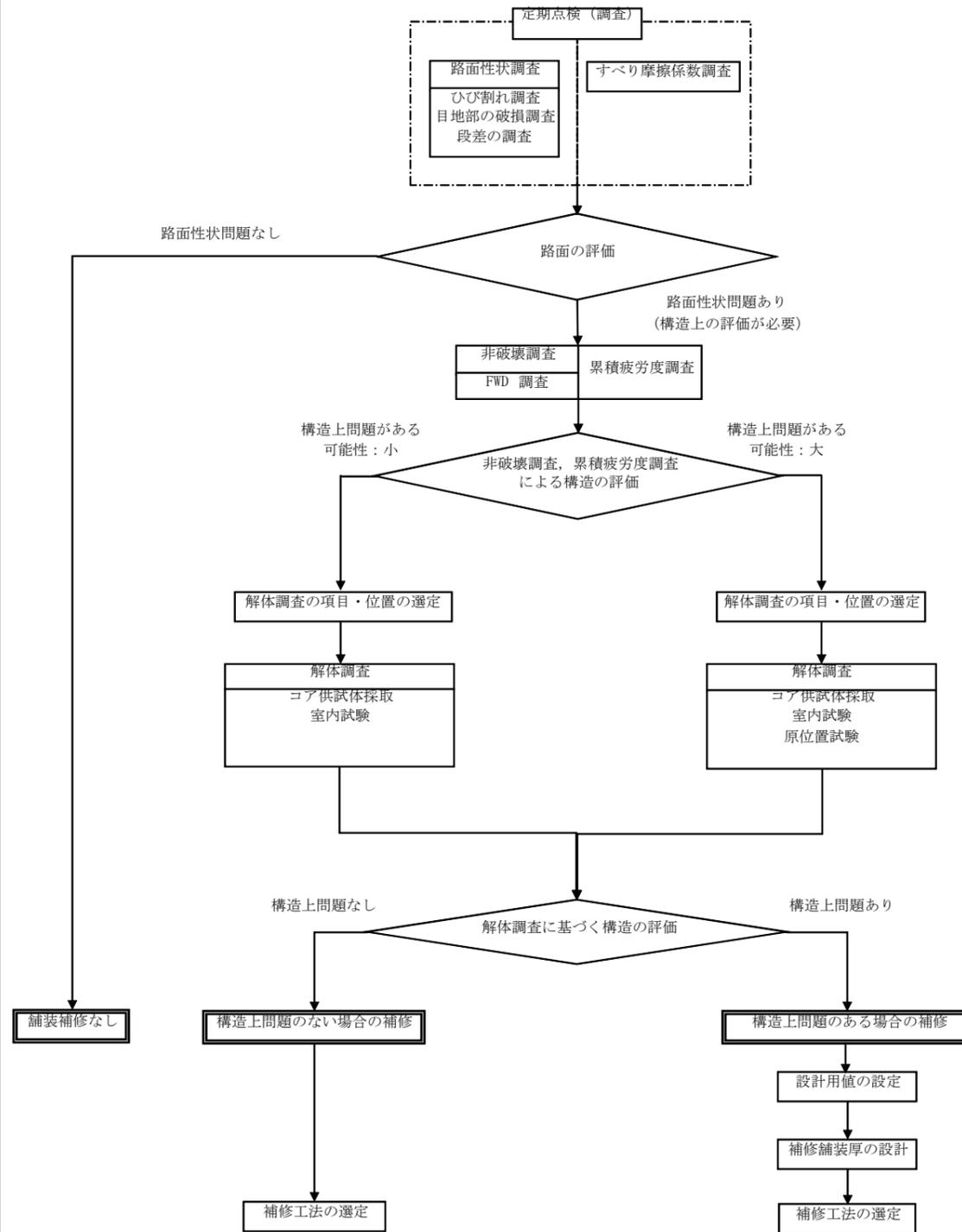
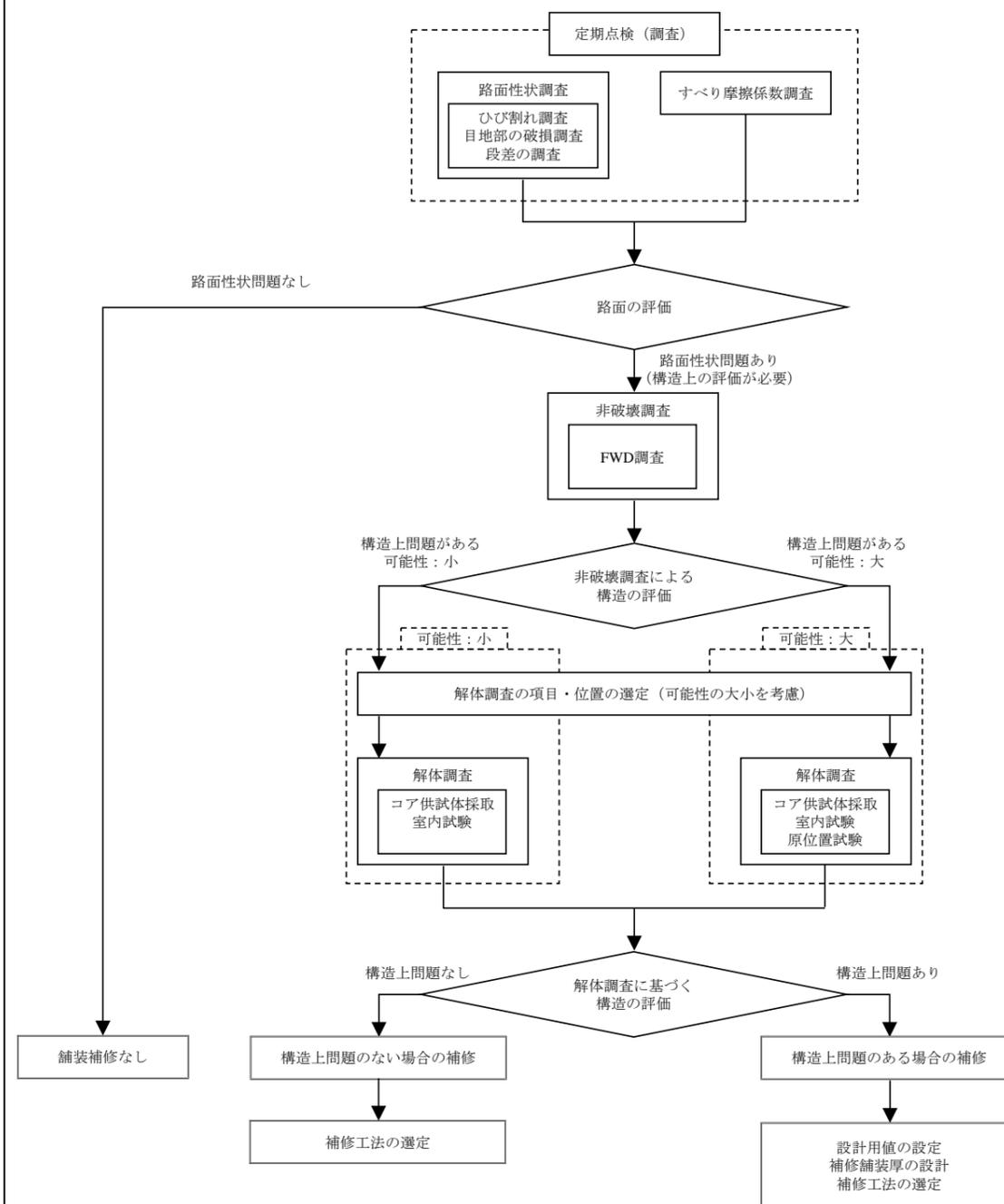


図-3.1 コンクリート舗装の補修の考え方

評価することが可能である。

(4) コンクリート舗装の標準的な補修の考え方を図V-1.1に示す。



図V-1.1 コンクリート舗装の補修の考え方

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

Ⅲ-2. コンクリート舗装の調査

Ⅲ-2.1 総則

- (1) 路面の調査は、路面性状調査およびすべり摩擦係数調査を行うものとする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査、累積疲労度調査および解体調査を行うものとする。

- (1) 路面の調査は、表-3.1に示した舗装の破損の種類すべてについて行うことが望ましいが、調査の効率化のため路面性状調査としてひび割れ調査、目地部の破損調査および段差の調査を行うことに加えて、すべり抵抗性の測定を行うすべり摩擦係数調査を行うことを標準とする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査では目地部の荷重伝達率を調べることを、累積疲労度調査ではコンクリート舗装の荷重支持性能であるコンクリート版の疲労ひび割れについて累積疲労度の算定を行うこと、解体調査では舗装を構成する各層の性状を調べることを標準とする。
- (3) 構造の調査における非破壊調査および累積疲労度調査は、解体調査を実施する位置や規模を選定するために実施する。
- (4) 構造の調査における解体調査は、非破壊調査および累積疲労度調査により構造上の問題が懸念される位置において、その懸念される構造上の問題の程度に応じて、コンクリート版の切り取りコア供試体採取および室内試験、テストピットの掘削による現場試験、試料採取および室内試験を行い、舗装各層の材質、密度および強度等を評価するために行う。

Ⅲ-2.2 路面の調査

Ⅲ-2.2.1 路面性状調査

- (1) ひび割れ調査
ひび割れ調査は、アスファルト舗装のひび割れ調査の方法（Ⅱ-2.2.1 路面性状調査）に準じて行うものとする。撮影済の画像を解読し、データユニット毎にひび割れ度を算出するものとする。
- (2) 目地部の破損調査
目地部の破損調査は、アスファルト舗装のひび割れ調査の方法（Ⅱ-2.2.1 路面性状調査）に準じて行うものとする。撮影済の画像を解読し、データユニット毎に目地部の破損長さを求めて目地部の破損率を算出するものとする。
- (3) 段差の調査
段差は、各データユニットで段差が大きいと思われる箇所を約10点選んで測定するものとする。この中の最大値を段差量とするものとする。

- (1) 路面性状調査の実施頻度は、施設の特長や現場条件等を考慮し適切に設定する。
- (2) 路面性状調査を行うデータユニットサイズは、表-3.2を標準とする。なおデータユニットのとり方は、滑走路および誘導路については、センターラインを中心とする。

表-3.2 滑走路・誘導路・エプロンのデータユニットサイズ

就航機材	データユニットサイズ
大型ジェット機が就航する空港	幅 21m×長さ 20m
中小型ジェット機が就航する空港 (DHC-8 シリーズは中小型ジェット機として扱う)	幅 14m×長さ 30m
プロペラ機および小型機のみが就航する空港	幅 7m ×長さ 60m

- (3) 路面の調査の結果に基づく舗装路面の評価は、データユニットサイズ毎に行うことを標準

V-2 コンクリート舗装の調査

V-2.1 総則

- (1) 路面の調査は、路面性状調査及びすべり摩擦係数調査を行うものとする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査及び解体調査を行うものとする。

- (1) 路面の調査は、表V-1.1に示した舗装の破損の種類すべてについて行うことが望ましいが、調査の効率化のため路面性状調査としてひび割れ調査、目地部の破損調査及び段差の調査を行うことに加えて、すべり抵抗性の測定を行うすべり摩擦係数調査を行うことを標準とする。
- (2) 構造の調査は、非破壊調査では目地部の荷重伝達率を調べることを、解体調査では舗装を構成する各層の性状を調べることを標準とする。
- (3) 構造の調査における非破壊調査は、解体調査を実施する位置や規模を選定するために実施する。
- (4) 構造の調査における解体調査は、非破壊調査により構造上の問題が懸念される位置において、その懸念される構造上の問題の程度に応じて、コンクリート版の切り取りコア供試体採取及び室内試験、テストピットの掘削による現場試験、試料採取及び室内試験を行い、舗装各層の材質、密度及び強度等を評価するために行う。

V-2.2 路面の調査

V-2.2.1 路面性状調査

- (1) ひび割れ調査
ひび割れ調査は、アスファルト舗装のひび割れ調査の方法（Ⅲ-2.2.1 路面性状調査）に準じて行うものとする。撮影済の画像を解読し、データユニット毎にひび割れ度を算出するものとする。
- (2) 目地部の破損調査
目地部の破損調査は、アスファルト舗装のひび割れ調査の方法（Ⅲ-2.2.1 路面性状調査）に準じて行うものとする。撮影済の画像を解読し、データユニット毎に目地部の破損長さを求めて目地部の破損率を算出するものとする。
- (3) 段差の調査
段差は、各データユニットで段差が大きいと思われる箇所を約10点選んで測定するものとする。この中の最大値を段差量とするものとする。

- (1) 路面性状調査の実施頻度は、施設の特長や現場条件等を考慮し適切に設定する。
- (2) 路面性状調査を行うデータユニットサイズは、表V-2.1を標準とする。なおデータユニットのとり方は、滑走路及び誘導路については、センターラインを中心とする。

表V-2.1 滑走路・誘導路・エプロンのデータユニットサイズ

就航機材	データユニットサイズ
大型ジェット機が就航する空港	幅 21m×長さ 20m
中小型ジェット機が就航する空港 (DHC-8 シリーズは中小型ジェット機として扱う)	幅 14m×長さ 30m
プロペラ機及び小型機のみが就航する空港	幅 7m ×長さ 60m

- (3) 路面の調査の結果に基づく舗装路面の評価は、データユニットサイズ毎に行うことを標準

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

とする。

(4) ひび割れ調査

- (i) コンクリート舗装のひび割れには、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れ、隅角部ひび割れがある。
- (ii) パッチングしてある部分は、リフレクションクラックを計測し考慮する。
- (iii) ひび割れ度は (式 3.1) により算出する。

$$\text{ひび割れ度 (cm / m}^2\text{)} = \frac{\text{ひび割れの長さ (cm)}}{\text{単位データユニットの面積 (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots \text{(式 3.1)}$$

ここに、ひび割れの長さは、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れおよび隅角部ひび割れの長さの和とする。なお、網状ひび割れもひび割れ長さを計測する。

- (iv) ひび割れ調査では、路面性状測定車や MMS (Mobile Mapping System) により路面路面を連続的に撮影するが、表-3.2 に示したデータユニットサイズとの関係から、図-3.2 のように帯状に撮影するとよい。撮影済の画像解読の際には、現地と撮影画像の位置がずれないように十分に照合を行う必要がある。

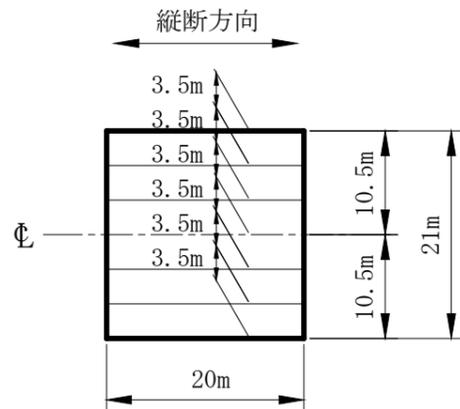


図-3.2 ひび割れ調査の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

- (v) 路面性状測定車や MMS により撮影解読可能なひび割れの程度は、幅 1mm 以上のものである。したがって、目視でひび割れ調査を行う場合は、この幅と整合をとる必要がある。
- (vi) 図-3.3 のようなひび割れの実測に対しては、ひび割れ度は次のように算出される。

$$\text{ひび割れ度 (cm / m}^2\text{)} = \frac{300 + 1,200 + 750 + 350 + 350 + 350}{21 \times 20} = 7.9 \text{ (cm / m}^2\text{)}$$

とする。

(4) ひび割れ調査

- (i) コンクリート舗装のひび割れには、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れ、隅角部ひび割れがある。
- (ii) パッチングしてある部分は、リフレクションクラックを計測し考慮する。
- (iii) ひび割れ度は (式 V-2.1) により算出する。

$$\text{ひび割れ度 (cm/m}^2\text{)} = \frac{\text{ひび割れ長さ (cm)}}{\text{単位データユニットの面積 (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots \text{(式 V-2.1)}$$

ここに、ひび割れの長さは、線状ひび割れ、亀甲状ひび割れ及び隅角部ひび割れの長さの和とする。なお、網状ひび割れもひび割れ長さを計測する。

- (iv) ひび割れ調査では、路面性状測定車や MMS (Mobile Mapping System) により、路面を連続的に撮影するが、表 V-2.1 に示したデータユニットサイズとの関係から、図 V-2.1 のように帯状に撮影するとよい。撮影済の画像解読の際には、現地と撮影画像の位置がずれないように十分に照合を行う必要がある。

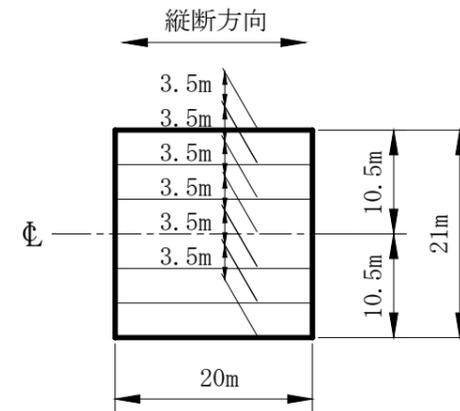


図 V-2.1 ひび割れ調査の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

- (v) 路面性状測定車や MMS により撮影解読可能なひび割れの程度は、幅 1mm 以上のものである。したがって、目視でひび割れ調査を行う場合は、この幅と整合をとる必要がある。
- (vi) 図 V-2.2 のようなひび割れの実測に対しては、ひび割れ度は次のように算出される。

$$\text{ひび割れ度 (cm/m}^2\text{)} = \frac{300 + 1,200 + 750 + 350 + 350 + 350}{21 \times 20} = 7.9 \text{ (cm/m}^2\text{)}$$

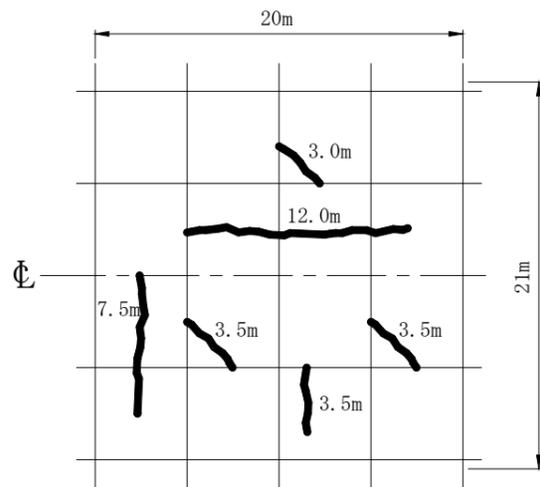


図-3.3 ひび割れ調査の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

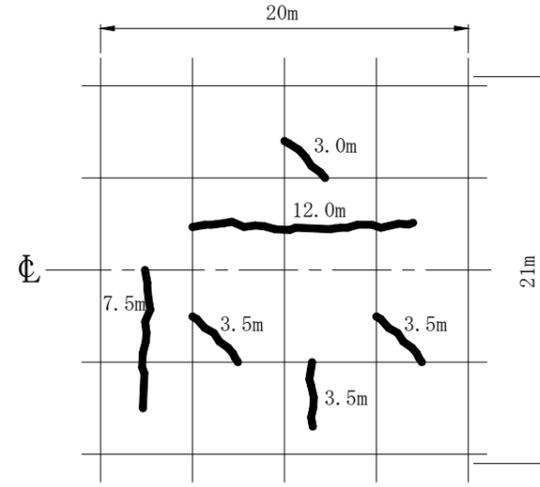
(5) 目地部の破損

- (i) 目地部の破損長さには、スポーリング（角欠け）を含むものとする。この場合の目地部の破損長さは、スポーリングの目地方向に沿った長さとする。
- (ii) 目地の長さの求め方は、調査対象データユニット内に完全に含まれる目地の長さの2倍を考え、調査対象データユニット内を分ける境界の目地部については、その長さそのものを考える。なお、パッチング箇所は、目地部としない。また、目地部の破損長さの求め方は、調査対象データユニット内の2枚の版にまたがる破損は、その目地方向に沿った長さの2倍を考え、その他の場合は、目地部方向の長さそのものを考える。
- (iii) 目地部の破損率は（式3.2）により算出する。

$$\text{目地部の破損率(\%)} = \frac{\text{目地部の破損長さ(m)}}{\text{全目地の長さ(m)}} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(式 3.2)}$$

- (iv) 図-3.4 の調査対象データユニット幅 21m×長さ 20m について、目地部の破損率を求めると次のようになる。

目地部の破損長さ： (イ) + (ロ) + (ハ) + (ニ) + (ホ) + (ヘ) = 12.2m
 全目地の長さ： {(A)+.....+(D)} + {(a)+.....+(e)} = 329.0m
 目地部の破損率： $\frac{12.2}{329.0} \times 100 = 3.7\%$



図V-2.2 ひび割れ調査の例（大型ジェット機が就航する空港の1データユニット）

(5) 目地部の破損

- (i) 目地部の破損長さには、スポーリング（角欠け）を含むものとする。この場合の目地部の破損長さは、スポーリングの目地方向に沿った長さとする。
- (ii) 目地の長さの求め方は、調査対象データユニット内に完全に含まれる目地の長さの2倍を考え、調査対象データユニット内を分ける境界の目地部については、その長さそのものを考える。なお、パッチング箇所は、目地部としない。また、目地部の破損長さの求め方は、調査対象データユニット内の2枚の版にまたがる破損は、その目地方向に沿った長さの2倍を考え、その他の場合は、目地部方向の長さそのものを考える。
- (iii) 目地部の破損率は（式V-2.2）により算出する。

$$\text{目地部の破損率(\%)} = \frac{\text{目地部の破損長さ(m)}}{\text{全目地の長さ(m)}} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{(式V-2.2)}$$

- (iv) 図V-2.3 の調査対象データユニット幅 21m×長さ 20m について、目地部の破損率を求めると次のようになる。

目地部の破損長さ： (イ) + (ロ) + (ハ) + (ニ) + (ホ) + (ヘ) = 12.2m
 全目地の長さ： {(A)+.....+(D)} + {(a)+.....+(e)} = 329.0m
 目地部の破損率： $\frac{12.2}{329.0} \times 100 = 3.7\%$

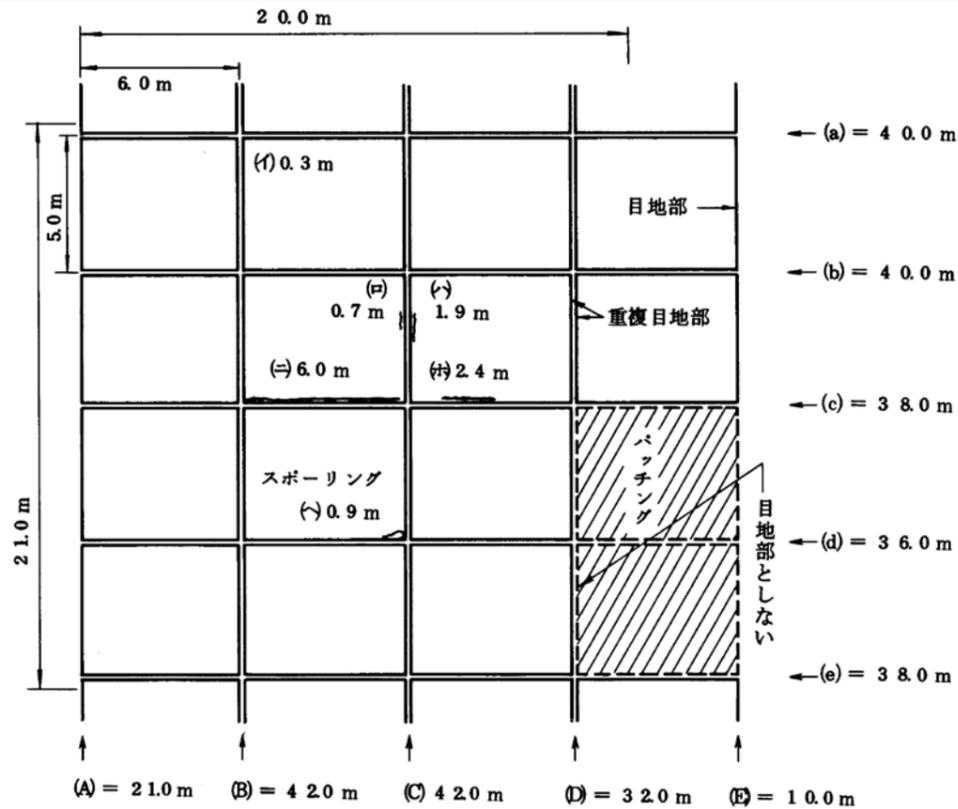
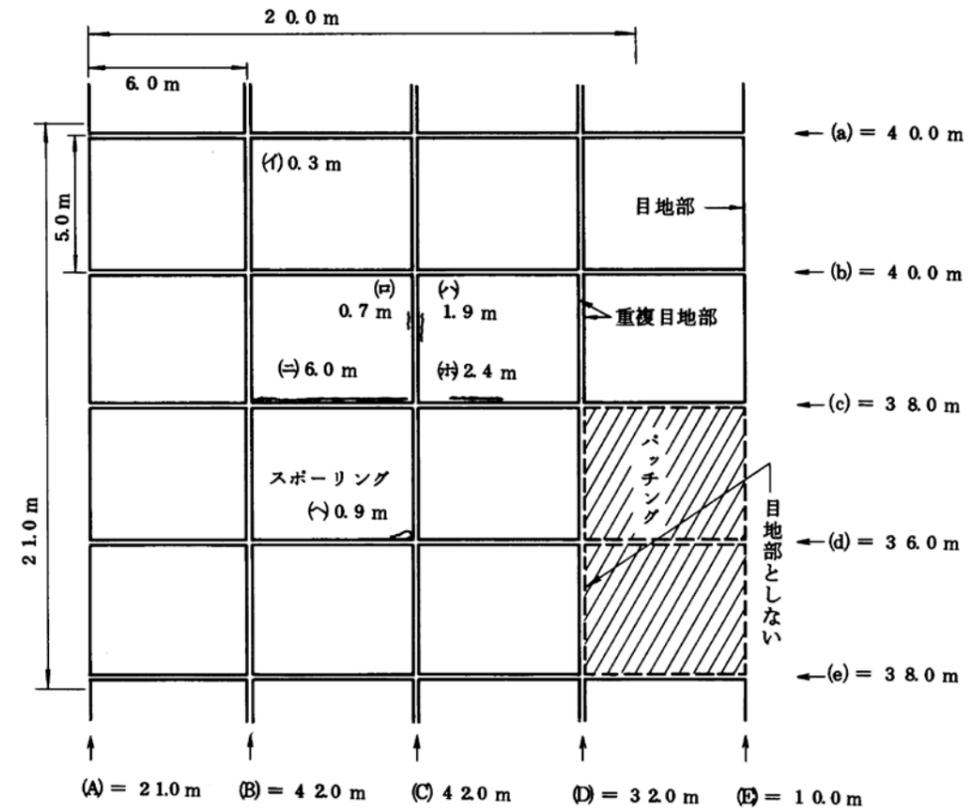


図-3.4 目地部の破損率の算出例（大型ジェット機が就航する空港の場合）



図V-2.3 目地部の破損率の算出例（大型ジェット機が就航する空港の場合）

(6) 段差

- (i) 段差とは、図-3.5に示すように、目地部およびひび割れ部での段差をいう。
- (ii) 段差の測定には、定規やMMSが用いられる。

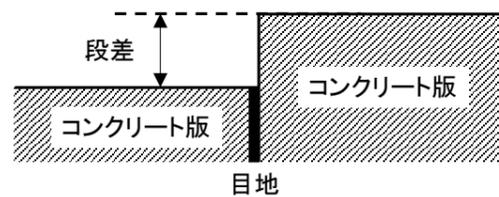
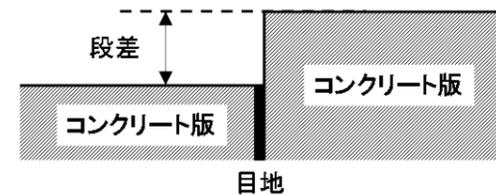


図-3.5 段差の定義

(6) 段差

- (i) 段差とは、図V-2.4に示すように、目地部及びひび割れ部での段差をいう。
- (ii) 段差の測定には、定規やMMSを用いる。



図V-2.4 段差の定義

III-2.2.2 すべり摩擦係数調査

コンクリート舗装の路面のすべり抵抗性は、すべり摩擦係数を測定するものとする。

すべり摩擦係数調査の方法は、II-2 アスファルト舗装の調査 II-2.2.2 すべり摩擦係数調査に準じて行うものとする。

III-2.3 構造の調査

V-2.2.2 すべり摩擦係数調査

コンクリート舗装の路面のすべり抵抗性は、すべり摩擦係数を測定するものとする。

- (1) すべり摩擦係数調査の方法は、III-2.2.2に準じて行うものとする。

V-2.3 構造の調査

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

III-2.3.1 非破壊調査

コンクリート舗装における非破壊調査の方法としては、FWD（フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ）調査によるものとする。

- (1) 非破壊調査は、調査対象地点の舗装構成、当該地域での過去の調査例等を参考に、調査数量、配置等を計画する必要がある。
- (2) 非破壊調査は、舗装を損傷することなく短時間のうちに数多くの地点で行えるため、時間的制約の厳しい供用中の空港において有効な調査である。
- (3) FWD調査^{補修-27), 補修-28), 補修-29), 補修-30)}は舗装面のたわみより、目地部やひび割れ部の荷重伝達率等を調査することができる。調査方法は、重錘をコンクリート舗装表面に落下させ、舗装表面のたわみを計測し、舗装構造の健全度を非破壊で調査するものである。
- (4) FWD調査は、通常1箇所に必要な測定時間は5分程度であるが、目地部やひび割れ部での調査では、FWD載荷版の位置合わせ等にも時間を要することに留意する必要がある。
- (5) 使用するFWDには、空港用FWDおよび道路用FWDがある。空港用FWDは、B747-400の一輪の接地荷重および接地面積を根拠として、載荷荷重は49～245kN、載荷版直径は450mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～250cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。また、道路用FWDは、載荷荷重は49～147kN、載荷版直径は300mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～150cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。国内で稼働しているFWDの一覧については、NPO法人 舗装診断研究会のホームページにまとめられている。
- (6) 使用するFWDの載荷荷重は、表-3.3を目安に選択するものとする。載荷荷重は49kN、98kN、147kN、196kN、245kN、載荷版直径は300mmまたは450mmとするのが一般的であるが、計測されるたわみが小さくなると誤差が大きくなるため、載荷荷重は大きい方が望ましい。

表-3.3 FWDの載荷荷重の選択の目安

施設	載荷荷重
滑走路・誘導路・エプロンの本体	98kN 以上
ショルダー・過走帯等	49kN 以上

- (7) FWD調査時には必ず舗装表面温度を計測する。
- (8) FWD調査の実施にあたっては、調査対象地点の舗装構成が均一かどうか、舗装履歴は一定かどうか、また当該区域の舗装強度の分布が過去の調査で把握されているか等により、調査数量と配置を設定する必要がある。しかし、FWD調査は比較的簡便であるので、できるだけ多く調査を実施し、舗装強度の平面的な分布を把握することが望ましい。III-2.2.1 路面性状調査で示したデータユニットサイズに合わせて1データユニット1箇所での実施を標準とする。
- (9) コンクリート舗装の新設・補修直後にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。
- (10) FWD調査の詳細については付録-4に示す。

V-2.3.1 非破壊調査

コンクリート舗装における非破壊調査の方法としては、FWD（フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ）調査によるものとする。

- (1) 非破壊調査は、調査対象地点の舗装構成、当該地域での過去の調査例等を参考に、調査数量、配置等を計画する必要がある。
- (2) 非破壊調査は、舗装を損傷することなく短時間のうちに数多くの地点で行えるため、時間的制約の厳しい供用中の空港において有効な調査である。
- (3) FWD調査^{63), 64), 65), 66)}は、舗装面のたわみより、目地部やひび割れ部の荷重伝達率等を調査することができる。調査方法は、重錘をコンクリート舗装表面に落下させ、舗装表面のたわみを計測し、舗装構造の健全度を非破壊で調査するものである。
- (4) FWD調査は、通常1箇所に必要な測定時間は5分程度であるが、目地部やひび割れ部での調査では、FWD載荷版の位置合わせ等にも時間を要することに留意する必要がある。
- (5) 使用するFWDには、空港用FWD及び道路用FWDがある。空港用FWDは、B747-400の一輪の接地荷重及び接地面積を根拠として、載荷荷重は49～245kN、載荷版直径は450mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～250cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。また、道路用FWDは、載荷荷重は49～147kN、載荷版直径は300mmであり、舗装面のたわみを複数の計測点（載荷点から0～150cmの範囲としている機種が多い）のセンサーによって検出するものである。国内で稼働しているFWDの一覧については、NPO法人 舗装診断研究会のホームページにまとめられている。
- (6) 使用するFWDの載荷荷重は、表V-2.2を目安に選択するものとする。載荷荷重は49kN、98kN、147kN、196kN、245kN、載荷版直径は300mm又は450mmとするのが一般的であるが、計測されるたわみが小さくなると誤差が大きくなるため、載荷荷重は大きい方が望ましい。

表V-2.2 FWDの載荷荷重の選択の目安

施設	載荷荷重
滑走路・誘導路・エプロンの本体	98kN 以上
ショルダー・過走帯等	49kN 以上

- (7) FWD調査時には、必ず舗装表面温度を計測する。
- (8) FWD調査の実施にあたっては、調査対象地点の舗装構成が均一かどうか、舗装履歴は一定かどうか、また当該区域の舗装強度の分布が過去の調査で把握されているか等により、調査数量と配置を設定する必要がある。しかし、FWD調査は比較的簡便であるので、できるだけ多く調査を実施し、舗装強度の平面的な分布を把握することが望ましい。V-2.2.1 路面性状調査で示したデータユニットサイズに合わせて1データユニット1箇所での実施を標準とする。
- (9) コンクリート舗装の新設・補修後には、早期にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。
- (10) FWD調査の詳細については、付録-20に示す。

文章の修正。

III-2.3.2 累積疲労度調査

累積疲労度調査は、コンクリート版の疲労ひび割れについて、累積疲労度を算出して行うものとする。

(1) コンクリート版の累積疲労度の調査

コンクリート版の底面における最大主応力より累積疲労度を算定する。

- (1) コンクリート舗装の累積疲労度調査では、コンクリート版の累積疲労度を算定する。累積疲労度の算定は、設計時点の交通条件や気象条件等を実際の供用時のデータに置き換えて行うものとする。また、舗装新設時に経験的設計を用いている場合にも理論的設計を行ったと見なして累積疲労度を算定するものとする。
- (2) 累積疲労度の算定では交通量や路盤の支持力係数およびコンクリート版の弾性係数を設定する必要がある。弾性係数の設定においては、第I編 共通編を参照することができる。
- (3) コンクリート版の累積疲労度の調査
 - (i) コンクリート版の疲労ひび割れについては、コンクリート版の底面における最大主応力を算定し、これを変数としたコンクリート版の疲労ひび割れに関する疲労破壊曲線をもとに累積疲労度を算定することができる。
 - (ii) 疲労破壊曲線は、一般に（式 3.3）を用いることができる。

$$\log N_d = \frac{a - \sigma_{rd} / f_{bd,h}}{b} \cdot \frac{1}{\gamma_{cr}} \dots \dots \dots \text{(式 3.3)}$$

ここに、

N_d : 疲労破壊回数

σ_{rd} : 繰返し最大曲げ応力

$f_{bd,h}$: 設計曲げ強度

γ_{cr} : 疲労寿命に関する材料係数で、一般に 1.0 としている

a, b : 係数で $a = 1.19614$, $b = 0.08672$ を用いることができる

$$f_{bd,h} = 0.8 \cdot \left(0.6 + \frac{2.25}{h^{1/4}} \right) \cdot f_{bd,h_0}$$

ここに、

$f_{bd,h}$: 版厚 h (mm) の設計強度

f_{bd,h_0} : 版厚 h_0 (mm) の設計強度で、 f_{bk} / γ_c で求められる。 h_0 は一般に 150mm としている

- (iii) コンクリート版の累積疲労度の算定は、一般に（式 3.4）により行うことができる。

$$FD(x) = \sum_{i=1}^n FD(i, x) \dots \dots \dots \text{(式 3.4)}$$

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

ここに、

$FD(x)$ ：滑走路（または誘導路）センターから距離 x における疲労度

$FD(i, x)$ ：ある航空機 i による滑走路（または誘導路）センターから距離 x における疲労度

$$FD(i, x) = \frac{\text{ある航空機}i\text{の交通量}}{N_f(i) \times P/C(i, x)}$$

ここに、

$N_f(i)$ ：ある航空機 i の応力と温度応力の和である合成応力、疲労破壊曲線から求められる許容繰返し回数

$P/C(i, x)$ ：ある航空機 i の x 地点でのパス/カバレッジ率

パス/カバレッジ率の計算方法は、「空港舗装設計要領^{補修-3}：付録-9」を参照することができる。

III-2.3.3 解体調査

解体調査は、コンクリート舗装の構造上の問題およびその原因を直接的に評価するために、各種試験を行うものとする。

- (1) 解体調査は、その目的と活用方法を明確にするとともに、FWD調査結果および累積疲労度調査結果のみならず、当該空港および対象となる施設における航空機の走行頻度、破損の状況、過去の緊急補修の頻度や調査例等を参考にして、適切な調査項目、数量等を計画する必要がある。
- (2) 解体調査の実施については、表-3.4を参考とすることができる。

表-3.4 解体調査の実施の目安

		路面の調査
		問題あり
構造の調査	問題のある可能性小	A
	問題のある可能性大	A+B

A：コンクリート版を対象とした解体調査

B：路盤、路床を対象とした解体調査

- (3) 解体調査は、撤去・掘削、調査・試験、舗装復旧の3工程からなり、1箇所あたりの調査に時間を要する。このことから、供用中の空港では、厳しい制限時間のなかでも空港運用に支障の無いようにする必要がある。一般的には切取りコア供試体による調査に比べて、テストピットによる調査は費用が高いため、試験箇所数が限定されるという短所はあるが、設計法に即した形での舗装現況の把握、破損原因の究明等が可能となる。
- (4) コンクリート舗装における標準的な解体調査項目を表-3.5に示す。
- (5) 解体調査では制限時間内に舗装復旧まで行う必要があり、撤去・掘削と舗装復旧の作業時

V-2.3.2 解体調査

解体調査は、コンクリート舗装の構造上の問題及びその原因を直接的に評価するために、各種試験を行うものとする。

- (1) 解体調査は、その目的と活用方法を明確にするとともに、FWD調査結果のみならず、当該空港及び対象となる施設における航空機の走行頻度、破損の状況、過去の緊急補修の頻度や調査例等を参考にして、適切な調査項目、数量等を計画する必要がある。
- (2) 解体調査の実施については、表V-2.3を参考とすることができる。

表V-2.3 解体調査の実施の目安

		路面の調査
		問題あり
構造の調査	問題のある可能性小	A
	問題のある可能性大	A+B

A：コンクリート版を対象とした解体調査

B：路盤、路床を対象とした解体調査

- (3) 解体調査は、撤去・掘削、調査・試験、舗装復旧の3工程からなり、1箇所あたりの調査に時間を要する。このことから、供用中の空港では、厳しい制限時間のなかでも空港運用に支障の無いようにする必要がある。一般的には切取りコア供試体による調査に比べて、テストピットによる調査は費用が高いため、試験箇所数が限定されるという短所はあるが、設計法に即した形での舗装現況の把握、破損原因の究明等が可能となる。
- (4) コンクリート舗装における標準的な解体調査項目を表V-2.4に示す。
- (5) 解体調査では、制限時間内に舗装復旧まで行う必要があり、撤去・掘削と舗装復旧の作業

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

間が長い場合、これらの所要時間を含めた十分な調査計画の検討が必要である。また、コンクリート舗装を対象とした解体調査の場合、現場における作業時間は、コンクリート版の切断と復旧に要する時間に係わる要素が大きい。

- (6) テストピットの位置の選定にあたっては、コンクリート舗装の目地の位置も考慮する必要がある。
- (7) テストピットから採取したコンクリート版から角柱供試体を切り取る場合には、鉄網が供試体に含まれないようにする必要がある。鉄網は、コンクリートの表面からコンクリート版厚÷4+2 cmの位置に設置されることが多い。
- (8) コンクリート版の曲げ強度は、切取り供試体による曲げ強度試験から求めるのが確実であるが、圧縮強度試験、引張強度試験で求めた圧縮強度・引張強度から曲げ強度を推定することができる。（表-3.16参照）

表-3.5 解体調査による試験項目と試験仕様

試験項目	試験法	試験場所	実施の目安
コンクリートの断面測定	—	現場	A
コンクリートの静弾性係数試験	JIS A 1149	室内	C
コンクリートの曲げ強度試験	JIS A 1106		B
コンクリートの圧縮強度試験	JIS A 1108		A
コンクリートの引張強度試験	JIS A 1113		A
コンクリートの曲げ疲労試験	※B070T		C
路床・路盤の断面測定	—	現場	B
路盤の修正 CBR 試験	※E001	室内	B
路盤の締固め試験	JIS A 1210 JIS A 1214	現場及び室内	B
路盤の現場密度試験	JIS A 1214	現場	B
路床・路盤の平板載荷試験	JIS A 1215	現場	B

試験法 ※印 : 舗装調査・試験法便覧^{補修-7)}による番号
 JHS : NEXCO 試験法^{補修-34), 補修-35)}
 JIS : 日本工業規格による規格
 実施の目安 A : コンクリート版を対象とした解体調査
 B : 路盤, 路床を対象とした解体調査
 C : 荷重支持性能の設計供用期間 (20 年) が経過している場合に推奨される試験

- (9) 解体調査の現場における作業可能時間は、作業時期や空港毎の滑走路閉鎖時間により異なるが、参考として解体調査における標準的な作業時間を表-3.6～表-3.8に示す。

時間が長い場合、これらの所要時間を含めた十分な調査計画の検討が必要である。また、コンクリート舗装を対象とした解体調査の場合、現場における作業時間は、コンクリート版の切断と復旧に要する時間に係わる要素が大きい。

- (6) テストピットの位置の選定にあたっては、コンクリート舗装の目地の位置も考慮する必要がある。
- (7) テストピットから採取したコンクリート版から角柱供試体を切り取る場合には、鉄網が供試体に含まれないようにする必要がある。鉄網は、コンクリートの表面からコンクリート版厚÷4+2 cmの位置に設置されることが多い。
- (8) コンクリート版の曲げ強度は、切取り供試体による曲げ強度試験から求めるのが確実であるが、圧縮強度試験、引張強度試験で求めた圧縮強度・引張強度から曲げ強度を推定することができる（表V-3.5参照）。

表V-2.4 解体調査による試験項目と試験仕様

試験項目	試験法	試験場所	実施の目安
コンクリートの断面測定	—	現場	A
コンクリートの静弾性係数試験	JIS A 1149	室内	C
コンクリートの曲げ強度試験	JIS A 1106		B
コンクリートの圧縮強度試験	JIS A 1108		A
コンクリートの引張強度試験	JIS A 1113		A
コンクリートの曲げ疲労試験	※B070T		C
路床・路盤の断面測定	—	現場	B
路盤の修正 CBR 試験	※E001	室内	B
路盤の締固め試験	JIS A 1210 JIS A 1214	現場及び室内	B
路盤の現場密度試験	JIS A 1214	現場	B
路床・路盤の平板載荷試験	JIS A 1215	現場	B

試験法 ※印 : 舗装調査・試験法便覧²⁾による番号
 JHS : NEXCO 試験法^{70), 71)}
 JIS : 日本工業規格による規格
 実施の目安 A : コンクリート版を対象とした解体調査
 B : 路盤, 路床を対象とした解体調査
 C : 荷重支持性能の設計供用期間 (20 年) が経過している場合に推奨される試験

- (9) 解体調査の現場における作業可能時間は、作業時期や空港毎の滑走路閉鎖時間により異なるが、参考として解体調査における標準的な作業時間を表V-2.5～表V-2.7に示す。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

表-3.6 解体調査（テストピット調査）の現場における標準作業時間の例

作業内容	所要時間	備考
入場	15分	
舗装版切断+撤去	85分	1.0m×2.0m×0.4m 試料採取時間が含まれる
路盤掘削	50分	粒状路盤厚0.5m 試料採取時間が含まれる
試験	x分	表-3.7, 表-3.8を参照
舗装復旧	155分	路盤復旧工55分 アスファルト舗装工100分
養生	40分	表面温度50℃
片付け	15分	
合計	360+x分	

(注) 舗装復旧はアスファルト混合物を使用するものと仮定した。

表-3.7 コンクリート版の供試体採取に要する作業時間

採取する供試体	供試体の寸法	所用時間	適用
切取りコア供試体	φ100mm～φ152mm	20分/本	室内試験用
曲げ強度供試体	150mm×150mm×530mm	30～85分/箇所 供試体の整形は室内で実施	曲げ強度 試験用

表-3.8 路床・路盤の現場試験・試料採取に要する作業時間

試験項目	所要時間	適用
試料採取	60分/試料	室内試験用
現場密度試験	30分/箇所	砂置換法
平板載荷試験	60分/試料	

(10) コンクリート舗装の解体調査の試験項目および頻度は、表-3.9を参考とすることができる。テストピットは、舗装の状況を把握するのに適切な箇所数とする。テストピットの寸法は、原位置試験を行う場合は幅2m×長さ1m、試料の採取のみを行う場合は幅1m×長さ1mを標準とする。

表V-2.5 解体調査（テストピット調査）の現場における標準作業時間の例

作業内容	所要時間	備考
入場	15分	
舗装版切断+撤去	85分	1.0m×2.0m×0.4m 試料採取時間が含まれる
路盤掘削	50分	粒状路盤厚0.5m 試料採取時間が含まれる
試験	x分	表V-2.6, 表V-2.7を参照
舗装復旧	155分	路盤復旧工55分 アスファルト舗装工100分
養生	40分	表面温度50℃
片付け	15分	
合計	360+x分	

(注) 舗装復旧はアスファルト混合物を使用するものと仮定した。

表V-2.6 コンクリート版の供試体採取に要する作業時間

採取する供試体	供試体の寸法	所用時間	適用
切取りコア供試体	φ100mm～φ152mm	20分/本	室内試験用
曲げ強度供試体	150mm×150mm×530mm	30～85分/箇所 供試体の整形は室内で実施	曲げ強度 試験用

表V-2.7 路床・路盤の現場試験・試料採取に要する作業時間

試験項目	所要時間	適用
試料採取	60分/試料	室内試験用
現場密度試験	30分/箇所	砂置換法
平板載荷試験	60分/試料	

(10) コンクリート舗装の解体調査の試験項目及び頻度は、表V-2.8を参考とすることができる。テストピットは、舗装の状況を把握するのに適切な箇所数とする。テストピットの寸法は、原位置試験を行う場合は幅2m×長さ1m、試料の採取のみを行う場合は幅1m×長さ1mを標準とする。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

表-3.10 コンクリート舗装の破損の分類と原因

破損の分類		主な原因	
主として路面性状に関する破損	局所的なひび割れ	版底面に達しないひび割れ 初期ひび割れ 隅角部ひび割れ 横断方向ひび割れ 縦断方向ひび割れ	路床・路盤の支持力不足，目地構造・機能の不完全，コンクリート版厚の不足，地盤の不同沈下，コンクリートの品質不良
		埋設構造物等の付近のひび割れ	構造物と路盤との不同沈下，構造物による応力集中
	段差	構造物付近の凹凸 コンクリート版の段差	路床・路盤の転圧不足，地盤の不同沈下，ポンピング現象，ダウエルバー・タイバーの機能の不完全
	変形	縦断方向の凹凸	路床・路盤の支持力不足，地盤の不同沈下
	摩耗	ポリッシング はがれ（スケーリング）	粗面仕上げ面の摩損，軟質骨材の使用，凍結 融解作用，コンクリートの施工不良，締固め不足
		目地部の破損	目地材の破損
	目地縁部の破損		目地構造・機能の不完全
その他	穴あき	コンクリート中に混入した木材等不良骨材の混入，コンクリートの品質不良	
主として構造に関する破損	全面的なひび割れ	版底面に達するひび割れ 隅角部ひび割れ 横断方向ひび割れ 縦断方向ひび割れ	路床・路盤の支持力不足，目地構造機能の不完全，コンクリート版厚の不足，地盤の不同沈下，コンクリートの品質不良
		亀甲状ひび割れ	上記のひび割れが進行したもの
	座屈	ブローアップ クラッシング	目地構造・機能の不完全
	その他	版の持ち上がり	凍上抑制層厚の不足

表V-3.1 コンクリート舗装の破損の分類と原因

破損の分類		主な原因	
主として路面性状に関する破損	局所的なひび割れ	版底面に達しないひび割れ 初期ひび割れ 隅角部ひび割れ 横断方向ひび割れ 縦断方向ひび割れ	路床・路盤の支持力不足，目地構造・機能の不完全，コンクリート版厚の不足，地盤の不同沈下，コンクリートの品質不良
		埋設構造物等の付近のひび割れ	構造物と路盤との不同沈下，構造物による応力集中
	段差	構造物付近の凹凸 コンクリート版の段差	路床・路盤の転圧不足，地盤の不同沈下，ポンピング現象，ダウエルバー・タイバーの機能の不完全
	変形	縦断方向の凹凸	路床・路盤の支持力不足，地盤の不同沈下
	摩耗	ポリッシング はがれ（スケーリング）	粗面仕上げ面の摩損，軟質骨材の使用，凍結 融解作用，コンクリートの施工不良，締固め不足
		目地部の破損	目地材の破損
	目地縁部の破損		目地構造・機能の不完全
その他	穴あき	コンクリート中に混入した木材等不良骨材の混入，コンクリートの品質不良	
主として構造に関する破損	全面的なひび割れ	版底面に達するひび割れ 隅角部ひび割れ 横断方向ひび割れ 縦断方向ひび割れ	路床・路盤の支持力不足，目地構造機能の不完全，コンクリート版厚の不足，地盤の不同沈下，コンクリートの品質不良
		亀甲状ひび割れ	上記のひび割れが進行したもの
	座屈	ブローアップ クラッシング	目地構造・機能の不完全
	その他	版の持ち上がり	凍上抑制層厚の不足

Ⅲ-3.2 路面の評価

Ⅲ-3.2.1 路面性状調査に基づく評価

コンクリート舗装の路面の評価は、路面性状調査の結果より求められるひび割れ度、目地部の破損率、段差および舗装補修指数（PRI）に基づき行うものとする。

(1) コンクリート舗装の路面の評価に用いるPRI^{補修-36}は（式3.5）により算出するものとする。

$$PRI=10-0.290CR-0.296JC-0.535SV \dots \dots \dots \text{(式 3.5)}$$

ここに、PRI：舗装補修指数(Pavement Rehabilitation Index)

CR：ひび割れ度(cm/m²)

JC：目地部の破損率(%)

SV：段差(最大値) (mm)

(2) 路面性状調査による実測値が、ひび割れ度5.3cm/m²、目地部の破損率 4.2%、段差 8mm となったときのPRIは、次のように計算される。

$$PRI=10-0.290 \times 5.3-0.296 \times 4.2-0.535 \times 8=2.94$$

(3) PRIによる評価基準の例を表-3.11に示す。

表-3.11 PRI による評価基準の例

舗装区域	評価				
	A	B1	B2	B3	C
滑走路	7.0 以上	5.9 以上 7.0 未満	4.8 以上 5.9 未満	3.7 以上 4.8 未満	3.7 未満
誘導路	6.4 以上	5.0 以上 6.4 未満	3.7 以上 5.0 未満	2.3 以上 3.7 未満	2.3 未満
エプロン	5.7 以上	3.8 以上 5.7 未満	1.9 以上 3.8 未満	0 以上 1.9 未満	0 未満

(注) A：補修の必要はない
 B：近いうちの補修が望ましい
 (B1：優先度 低, B2：優先度 中, B3：優先度 高)
 C：できるだけ早急に補修の必要がある

(4) コンクリート舗装の破損は表-3.10に示すように多岐にわたる。一般には、ひび割れ、目地部の破損、段差などが複合していることが多いが、個別項目だけの破損が大きく、他の項目はほとんど問題がない場合もある。したがって、コンクリート舗装の路面の評価に大きく影響すると考えられるひび割れ度、目地部の破損率および段差の3項目について、表-3.12に示す各項目に対する評価基準を参考とし、PRIによる評価も含めた総合的な判断により補修の必要性を評価する必要がある^{補修-37}。

V-3.2 路面の評価

V-3.2.1 路面性状調査に基づく評価

コンクリート舗装の路面の評価は、路面性状調査の結果より求められるひび割れ度、目地部の破損率、段差及び舗装補修指数（PRI）に基づき行うものとする。

(1) コンクリート舗装の路面の評価に用いるPRI¹⁹は（式V-3.1）により算出するものとする。

$$PRI = 10 - 0.290CR - 0.296JC - 0.535SV \dots \dots \dots \text{(式 V-3.1)}$$

ここに、

PRI：舗装補修指数 (Pavement Rehabilitation Index)

CR：ひび割れ度 (cm/m²)

JC：目地部の破損率 (%)

SV：段差 (最大値) (mm)

(2) 路面性状調査による実測値が、ひび割れ度5.3cm/m²、目地部の破損率4.2%、段差8mm となったときのPRIは、次のように計算される。

$$PRI = 10 - 0.290 \times 5.3 - 0.296 \times 4.2 - 0.535 \times 8.0 = 2.94$$

(3) PRIによる評価基準の例を表V-3.2に示す。

表V-3.2 PRI による評価基準の例

舗装区域	評価				
	A	B1	B2	B3	C
滑走路	7.0 以上	5.9 以上 7.0 未満	4.8 以上 5.9 未満	3.7 以上 4.8 未満	3.7 未満
誘導路	6.4 以上	5.0 以上 6.4 未満	3.7 以上 5.0 未満	2.3 以上 3.7 未満	2.3 未満
エプロン	5.7 以上	3.8 以上 5.7 未満	1.9 以上 3.8 未満	0.0 以上 1.9 未満	0.0 未満

(注) A：補修の必要はない
 B：近いうちの補修が望ましい
 (B1：優先度 低, B2：優先度 中, B3：優先度 高)
 C：できるだけ早急に補修の必要がある

(4) コンクリート舗装の破損は表V-3.3に示すように多岐にわたる。一般には、ひび割れ、目地部の破損、段差などが複合していることが多いが、個別項目だけの破損が大きく、他の項目はほとんど問題がない場合もある。したがって、コンクリート舗装の路面の評価に大きく影響すると考えられるひび割れ度、目地部の破損率及び段差の3項目について、表V-3.3に示す各項目に対する評価基準を参考とし、PRIによる評価も含めた総合的な判断により補修の必要性を評価する必要がある⁷²。

表-3.12 コンクリート舗装破損の各項目に対する評価基準の例

項目	舗装区分	評価				
		A	B1	B2	B3	C
ひび割れ度 (cm/m ²)	滑走路	0.2 未満	0.2 以上 2.0 未満	2.0 以上 3.8 未満	3.8 以上 5.6 未満	5.6 以上
	誘導路	0.6 未満	0.6 以上 2.9 未満	2.9 以上 5.3 未満	5.3 以上 7.6 未満	7.6 以上
	エプロン	1.1 未満	1.1 以上 4.4 未満	4.4 以上 7.8 未満	7.8 以上 11.1 未満	11.1 以上
目地部の 破損率 (%)	滑走路	0.1 未満	0.1 以上 0.5 未満	0.5 以上 0.9 未満	0.9 以上 1.3 未満	1.3 以上
	誘導路	0.1 未満	0.1 以上 1.1 未満	1.1 以上 2.2 未満	2.2 以上 3.2 未満	3.2 以上
	エプロン	0.1 未満	0.1 以上 2.0 未満	2.0 以上 3.8 未満	3.8 以上 5.7 未満	5.7 以上
段差 (mm)	滑走路	5 未満	5 以上 7 未満	7 以上 8 未満	8 以上 10 未満	10 以上
	誘導路	5 未満	5 以上 7 未満	7 以上 10 未満	10 以上 12 未満	12 以上
	エプロン	5 未満	5 以上 8 未満	8 以上 11 未満	11 以上 14 未満	14 以上

(注) A：補修の必要はなし
 B：近いうちの補修が望ましい
 (B1：優先度 低, B2：優先度 中, B3：優先度 高)
 C：できるだけ早急に補修の必要がある

(5) コンクリート舗装の路面の評価にあたっては、老化による剥離、摩耗、変形による排水条件の悪化等が生ずるため、これらの項目でも顕著な破損の進行が認められれば、評価項目として判定の対象にする必要がある

III-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価

コンクリート舗装の路面のすべり抵抗性は、SFT により測定したすべり摩擦係数により評価を行うものとする。

- 滑走路に求められる走行安全性能のうちすべりに対して、路面のすべり抵抗性の評価を行う必要がある。
- すべり摩擦係数による評価基準の例を表-3.13に示す。

表-3.13 すべり摩擦係数による評価基準の例

試験装置	速度 (km/h)	タイヤ圧	グルーピング	
			有	無
SFT	95	低圧	0.55 以上	0.45 以上
		高圧	0.45 以上	0.40 以上

表V-3.3 コンクリート舗装破損の各項目に対する評価基準の例

項目	舗装区分	評価				
		A	B1	B2	B3	C
ひび割れ度 (cm/m ²)	滑走路	0.2 未満	0.2 以上 2.0 未満	2.0 以上 3.8 未満	3.8 以上 5.6 未満	5.6 以上
	誘導路	0.6 未満	0.6 以上 2.9 未満	2.9 以上 5.3 未満	5.3 以上 7.6 未満	7.6 以上
	エプロン	1.1 未満	1.1 以上 4.4 未満	4.4 以上 7.8 未満	7.8 以上 11.1 未満	11.1 以上
目地部の 破損率 (%)	滑走路	0.1 未満	0.1 以上 0.5 未満	0.5 以上 0.9 未満	0.9 以上 1.3 未満	1.3 以上
	誘導路	0.1 未満	0.1 以上 1.1 未満	1.1 以上 2.2 未満	2.2 以上 3.2 未満	3.2 以上
	エプロン	0.1 未満	0.1 以上 2.0 未満	2.0 以上 3.8 未満	3.8 以上 5.7 未満	5.7 以上
段差 (mm)	滑走路	5 未満	5 以上 7 未満	7 以上 8 未満	8 以上 10 未満	10 以上
	誘導路	5 未満	5 以上 7 未満	7 以上 10 未満	10 以上 12 未満	12 以上
	エプロン	5 未満	5 以上 8 未満	8 以上 11 未満	11 以上 14 未満	14 以上

(注) A：補修の必要はなし
 B：近いうちの補修が望ましい
 (B1：優先度 低, B2：優先度 中, B3：優先度 高)
 C：できるだけ早急に補修の必要がある

(5) コンクリート舗装の路面の評価にあたっては、老化による剥離、摩耗、変形による排水条件の悪化等が生ずるため、これらの項目でも顕著な破損の進行が認められれば、評価項目として判定の対象にする必要がある。

V-3.2.2 すべり摩擦係数調査に基づく評価

コンクリート舗装の路面のすべり抵抗性は、SFT により測定したすべり摩擦係数により評価を行うものとする。

- 滑走路に求められる走行安全性能のうちすべりに対して、路面のすべり抵抗性の評価を行う必要がある。

アスファルト舗装に関しては、平成 29 年 4 月の補修要領改訂時に削除されているが、コンクリート舗装に関しては削除されていなかったため、削除。

(注) 水膜厚 1mm 時の測定値に対するもの

III-3.3 構造の評価

III-3.3.1 非破壊調査に基づく評価

非破壊調査による評価から、解体調査位置および解体調査内容を選定するものとする。
 (1) FWD による非破壊調査で取得したたわみデータから求められる、目地部およびひび割れ部における荷重伝達率により、コンクリート舗装の構造の評価を行うものとする。

(1) FWD を用いたコンクリート舗装のたわみ測定による構造評価のフローを 図-3.6 に示す。

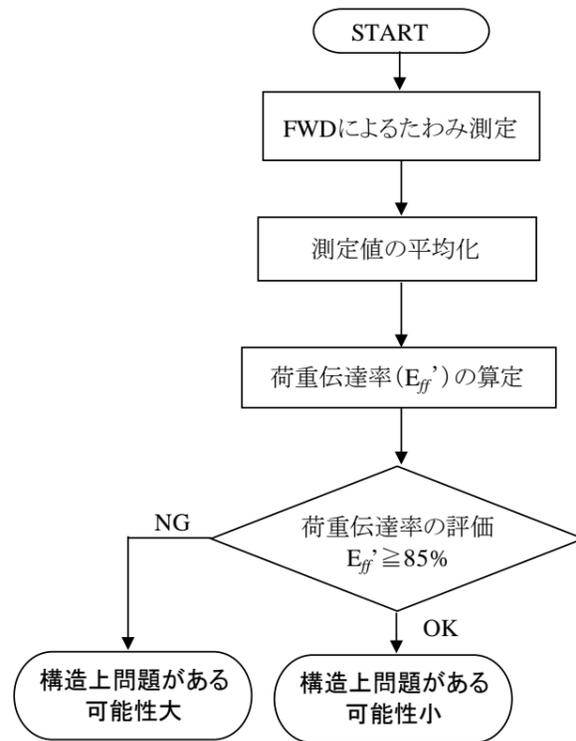


図-3.6 FWD を用いたコンクリート舗装のたわみ測定による構造評価フロー

(2) コンクリート舗装の構造を、非破壊調査に基づき評価するにあたっては、FWD の測定を 図-3.7 に示すように目地部およびひび割れ部で行い、取得した既設舗装のたわみデータを用いて、目地部およびひび割れ部の荷重伝達率 E_{ff}' を (式 3.6) によって求めることができる。

$$E_{ff}' = \frac{D_{45-ave}}{(D_{0-ave} + D_{45-ave})/2} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (式 3.6)$$

ここに、 D_{0-ave} 、 D_{45-ave} は 図-3.7 に示す載荷側、非載荷側の版の平均たわみである。

(載荷板が 30cm の場合は、載荷板の中心から 30cm の位置のたわみ量 D_{30-ave} を用いる)

V-3.3 構造の評価

V-3.3.1 非破壊調査に基づく評価

(1) 非破壊調査による評価から、解体調査位置及び解体調査内容を選定するものとする。
 (2) FWD による非破壊調査で取得したたわみデータから求められる、目地部及びひび割れ部における荷重伝達率により、コンクリート舗装の構造の評価を行うものとする。

(1) FWD を用いたコンクリート舗装のたわみ測定による構造評価のフローを 図 V-3.1 に示す。

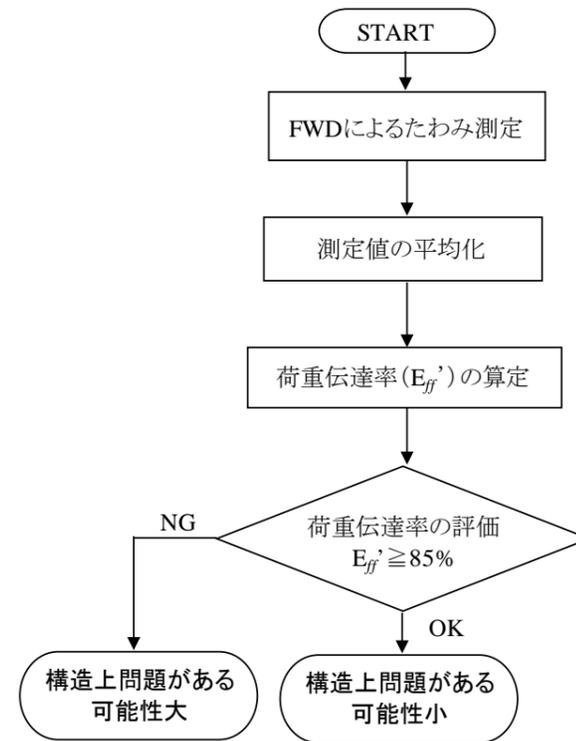


図 V-3.1 FWD を用いたコンクリート舗装のたわみ測定による構造評価フロー

(2) コンクリート舗装の構造を、非破壊調査に基づき評価するにあたっては、FWD の測定を 図 V-3.2 に示すように目地部及びひび割れ部で行い、取得した既設舗装のたわみデータを用いて、目地部及びひび割れ部の荷重伝達率 E_{ff}' を (式 V-3.2) によって求めることができる。

$$E_{ff}' = \frac{D_{45-ave}}{(D_{0-ave} + D_{45-ave})/2} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (式 V-3.2)$$

ここに、 D_{0-ave} 、 D_{45-ave} は 図 V-3.2 に示す載荷側、非載荷側の版の平均たわみである (載荷板が 30cm の場合は、載荷板の中心から 30cm の位置のたわみ量 D_{30-ave} を用いる)。

文章の移動。

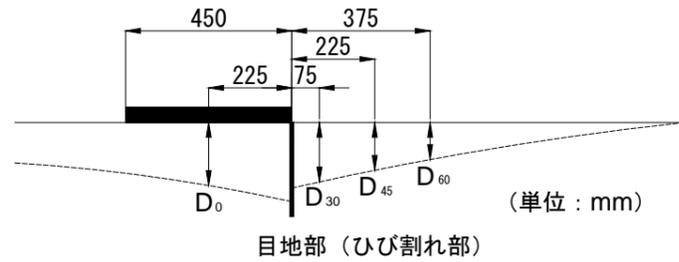


図-3.7 目地部およびひび割れ部での FWD によるたわみの測定方法
(載荷版直径が 45cm の場合)

- (3) 一般的な目地およびひび割れ部では、構造的な健全度を荷重伝達率によって評価できる。図-3.7において非載荷側のたわみ D_{45} の値が、載荷側のたわみ D_0 の値に近いほど荷重伝達機能が健全であるといえる。したがって、ダウエルバーが破損している場合や、ひび割れ幅が大きい場合は、非載荷側のたわみ D_{45} は載荷側のたわみ D_0 に比較して小さくなる。健全な目地およびひび割れ部の荷重伝達率は、85%以上が必要であると考えられる。
- (4) コンクリート版と路盤の間に空隙がある場合は、空隙がない場合に比べて、FWDの最大たわみ D_0 が大きくなる。空隙の有無や大きさについては、多数の地点でのたわみを相対比較することによって判定が可能となる。
- (5) 空隙が生ずる危険性は隅角部において最も大きいことから、航空機の脚が通過する箇所については十分な調査を行い評価することが望ましい。

III-3.3.2 累積疲労度調査に基づく評価

累積疲労度調査による評価から、解体調査位置および解体調査内容を選定するものとする。

- (1) コンクリート版の累積疲労度を算定することにより、解体調査位置および解体調査内容を選定するものとする。
- (2) 累積疲労度による評価基準の例を表-3.14に示す。

表-3.14 累積疲労度による評価基準の例

評価項目	評価基準
コンクリート版の疲労ひび割れ	累積疲労度 ≤ 1.0

III-3.3.3 解体調査に基づく評価

解体調査に基づき、コンクリート舗装の構造の健全度について総合的な評価を行うものとする。

- (1) 解体調査による構造の評価として、健全であるとする目安値を表-3.15に示す。

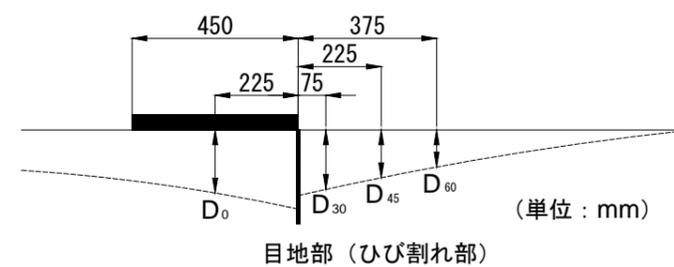


図 V-3.2 目地部及びひび割れ部での FWD によるたわみの測定方法
(載荷版直径が 45cm の場合)

- (3) 一般的な目地及びひび割れ部では、構造的な健全度を荷重伝達率によって評価できる。図 V-3.2において非載荷側のたわみ D_{45} の値が、載荷側のたわみ D_0 の値に近いほど荷重伝達機能が健全であるといえる。したがって、ダウエルバーが破損している場合や、ひび割れ幅が大きい場合は、非載荷側のたわみ D_{45} は載荷側のたわみ D_0 に比較して小さくなる。健全な目地及びひび割れ部の荷重伝達率は、85%以上が必要であると考えられる。
- (4) コンクリート版と路盤の間に空隙がある場合は、空隙がない場合に比べて、FWDの最大たわみ D_0 が大きくなる。空隙の有無や大きさについては、多数の地点でのたわみを相対比較することによって判定が可能となる。
- (5) 空隙が生ずる危険性は、隅角部において最も大きいことから、航空機の脚が通過する箇所については十分な調査を行い評価することが望ましい。

V-3.3.2 解体調査に基づく評価

解体調査に基づき、コンクリート舗装の構造の健全度について総合的な評価を行うものとする。

- (1) 解体調査による構造の評価として、健全であるとする目安値を表 V-3.4に示す。

既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。

表-3.15 解体調査において健全であるとする目安値の例

試験項目	測定項目	目安値
コンクリートの曲げ強度試験	曲げ強度	設計値以上
路盤の修正 CBR 試験	修正 CBR (%)	空港土木工事共通仕様書に記載の規定値以上
路盤の締固め試験	締固め度 (%)	最大乾燥密度の 95%以上 (粒度調整砕石)
路床・路盤の平板載荷試験	K 値	設計値以上

- (2) コンクリート版については、室内試験によって求めたコンクリートの曲げ強度を設計時における値と比較すること等により、健全度および支持力を評価することができる。
- (3) 路床・路盤については、現場密度試験および平板載荷試験の結果を設計時における値と比較すること等により、健全度および支持力を評価することができる。
- (4) 圧縮強度・引張強度から曲げ強度を求める換算式を表-3.16に示す。

表-3.16 舗装用コンクリートの曲げ強度とその他の強度との関係^{補修-7)}

曲げ強度 (MPa)	換算式	3.5	4.0	4.4	4.8	5.0	5.3
引張強度 (MPa) φ 125 (mm)	$f_t = (f_b / 2.21)^{1.40}$	1.9	2.3	2.6	3.0	3.1	3.4
圧縮強度 (MPa)	$f_c = (f_b / 0.42)^{1.5}$	24	29	34	39	41	45

注) 強度換算式は旧建設省土木研究所および(社)セメント協会の研究結果に基づくものである。また、 f_b, f_t および f_c はそれぞれ曲げ強度、引張強度、圧縮強度を示す。

III-4 コンクリート舗装の補修

III-4.1 総則

コンクリート舗装の補修は、破損の形態や破損の程度に基づき、対象施設の運用条件、経済性および将来計画等も考慮し、総合的に判断して行うものとする。

- (1) 空港舗装の補修では、空港運用上の理由により、補修工事にあたり施工時間帯等の制約条件が課されることが多い。そのため、最適な補修工法として必ずしも低廉な補修工法が選定されない場合がある。

III-4.2 補修工法の選定

III-4.2.1 一般

コンクリート舗装の補修工法は、既設舗装に対する調査の結果に基づき、求められる性能を回復させるため、破損状況および構造上の問題の有無により、適切に選定するものとする。

- (1) コンクリート舗装の補修工法としては、付着オーバーレイ工法、分離オーバーレイ工法、打換え工法が一般的である。構造上の問題の有無にかかわらず、いずれの補修工法も選択することができるが、既設舗装の補修状況に応じて、経済性、確実性および施工性を総合的に検討し、適切な補修工法を選定する必要がある。
- (2) 空港舗装の補修では、空港施設の運用上の関連から時間的制約条件が厳しく、補修工事の

表V-3.4 解体調査において健全であるとする目安値の例

試験項目	測定項目	目安値
コンクリートの曲げ強度試験	曲げ強度	設計値以上
路盤の修正 CBR 試験	修正 CBR (%)	空港土木工事共通仕様書に記載の規定値以上
路盤の締固め試験	締固め度 (%)	最大乾燥密度の 95%以上 (粒度調整砕石)
路床・路盤の平板載荷試験	K 値	設計値以上

- (2) コンクリート版については、室内試験によって求めたコンクリートの曲げ強度を設計時における値と比較すること等により、健全度及び支持力を評価することができる。
- (3) 路床・路盤については、現場密度試験及び平板載荷試験の結果を設計時における値と比較すること等により、健全度及び支持力を評価することができる。
- (4) 圧縮強度・引張強度から曲げ強度を求める換算式を表V-3.5に示す。

表V-3.5 舗装用コンクリートの曲げ強度とその他の強度との関係²⁾

曲げ強度 (MPa)	換算式	3.5	4.0	4.4	4.8	5.0	5.3
引張強度 (MPa) φ 125 (mm)	$f_t = (f_b / 2.21)^{1.40}$	1.9	2.3	2.6	3.0	3.1	3.4
圧縮強度 (MPa)	$f_c = (f_b / 0.42)^{1.5}$	24	29	34	39	41	45

注) 強度換算式は旧建設省土木研究所及び(社)セメント協会の研究結果に基づくものである。また、 f_b, f_t 及び f_c はそれぞれ曲げ強度、引張強度、圧縮強度を示す。

V-4 コンクリート舗装の補修

V-4.1 総則

コンクリート舗装の補修は、破損の形態や破損の程度に基づき、対象施設の運用条件、経済性及び将来計画等も考慮し、総合的に判断して行うものとする。

- (1) 空港舗装の補修では、空港運用上の理由により、補修工事にあたり施工時間帯等の制約条件が課されることが多い。そのため、最適な補修工法として必ずしも低廉な補修工法が選定されない場合がある。

V-4.2 補修工法の選定

V-4.2.1 総則

コンクリート舗装の補修工法は、既設舗装に対する調査の結果に基づき、求められる性能を回復させるため、破損状況及び構造上の問題の有無により、適切に選定するものとする。

- (1) コンクリート舗装の補修工法としては、付着オーバーレイ工法、分離オーバーレイ工法、打換え工法が一般的である。構造上の問題の有無にかかわらず、いずれの補修工法も選択することができるが、既設舗装の補修状況に応じて、経済性、確実性及び施工性を総合的に検討し、適切な補修工法を選定する必要がある。
- (2) 空港舗装の補修では、空港施設の運用上の関連から時間的制約条件が厳しく、補修工事のために施設閉鎖や、施工期間を十分に確保することが難しい場合が多い。そのため、現場

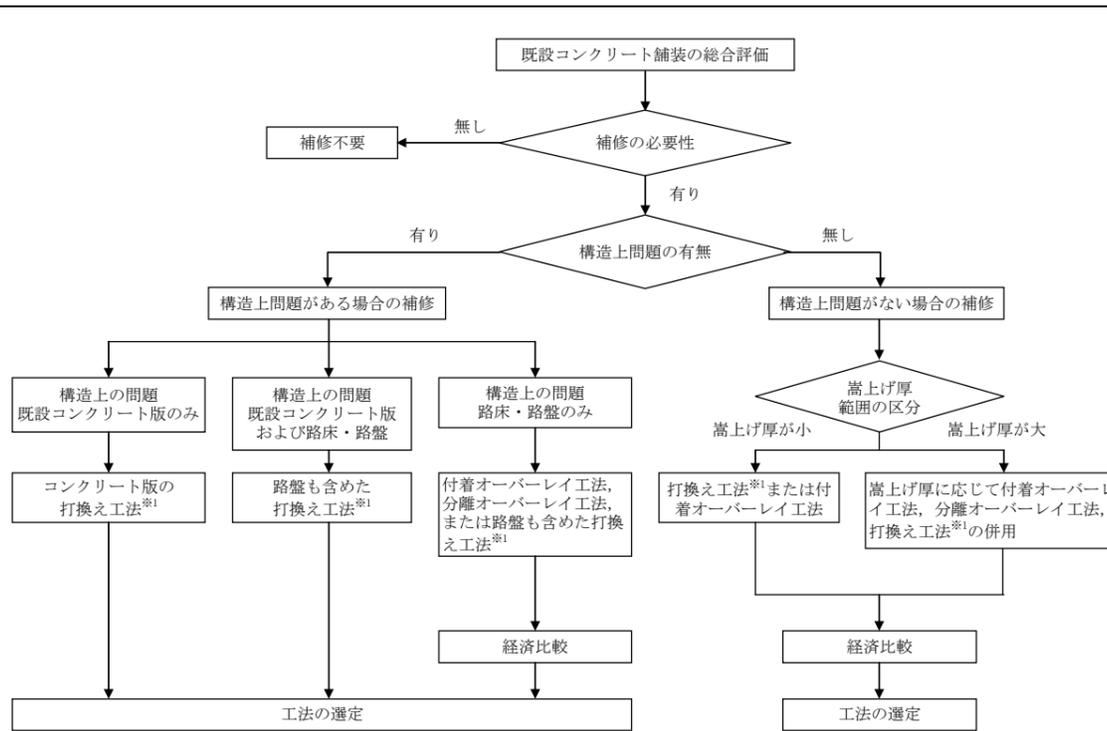
見出しの変更。

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>ために施設閉鎖や、施工期間を十分に確保することが難しい場合が多い。そのため、現場での施工可能時間に十分留意した補修工法の選定が必要である。</p> <p>(3) 縦横断勾配については、航空法施行規則第79条等に記載されている該当する勾配を逸脱しないよう設計し、施工する必要がある。</p> <p>(4) 構造上問題のない場合の考え方</p> <p>(i) 構造上問題のない場合とは、既設舗装の材料性状が低下して、路面に破損が生じているが、その原因が舗装構造上の問題に起因していない状態をいう。</p> <p>(ii) 舗装の路面性状の回復のみを目的とした補修では、経済性や施工性からコンクリートによる付着オーバーレイ工法は有効な工法と考えられる。ただし、既設舗装表面の破損が原因でオーバーレイ層と既設舗装との付着の確保が困難と考えられる場合には、分離オーバーレイ工法、打換え工法が採用される。</p> <p>(iii) 構造上問題のない状態であっても、補修後の設計供用期間内において、将来的に路床・路盤の支持力低下により構造上の問題が生じる可能性もあるため、補修設計にあたっては、支持力低下に対する評価を行うことが望ましい。</p> <p>(iv) 構造上問題のない場合の補修設計では、材料設計について検討する必要がある。</p> <p>(5) 構造上問題のある場合の考え方</p> <p>(i) 構造上問題のある場合とは、主にコンクリート版に疲労ひび割れが多数発生している状態や、路床・路盤の支持力が低下しているなど、荷重支持性能に問題があり、これが原因となって舗装が破損している状態をいう。また、構成材料の性能低下に起因して舗装が破損している状態をいう。</p> <p>(ii) 構造上問題のある場合の補修設計では、構造設計および材料設計について検討する必要がある。</p> <p>Ⅲ-4.2.2 補修工法</p> <p>(1) 付着オーバーレイ工法については、施工後の縦断および横断勾配が許容値以内になり、かつ経済的になるように、コンクリート版の厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(2) 分離オーバーレイ工法については、付着オーバーレイ工法に比較して、周辺施設との高さ調整に余裕がある場合に採用するものとする。付着オーバーレイ工法と同様に、施工後の縦断および横断勾配が許容値以内になり、かつ経済的になるように、コンクリート版の厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装における一般的な補修工法の選定フローを図-3.8に示す。</p>	<p>での施工可能時間に十分留意した補修工法の選定が必要である。</p> <p>(3) 縦横断勾配については、航空法施行規則第79条等に記載されている該当する勾配を逸脱しないよう設計し、施工する必要がある。</p> <p>(4) 構造上問題のない場合の考え方</p> <p>(i) 構造上問題のない場合とは、既設舗装の材料性状が低下して、路面に破損が生じているが、その原因が舗装構造上の問題に起因していない状態をいう。</p> <p>(ii) 舗装の路面性状の回復のみを目的とした補修では、経済性や施工性からコンクリートによる付着オーバーレイ工法は有効な工法と考えられる。ただし、既設舗装表面の破損が原因でオーバーレイ層と既設舗装との付着の確保が困難と考えられる場合には、分離オーバーレイ工法、打換え工法が採用される。</p> <p>(iii) 構造上問題のない状態であっても、補修後の設計供用期間内において、将来的に路床・路盤の支持力低下により構造上の問題が生じる可能性もあるため、補修設計にあたっては、支持力低下に対する評価を行うことが望ましい。</p> <p>(iv) 構造上問題のない場合の補修設計では、材料設計について検討する必要がある。</p> <p>(5) 構造上問題のある場合の考え方</p> <p>(i) 構造上問題のある場合とは、主にコンクリート版に疲労ひび割れが多数発生している状態や、路床・路盤の支持力が低下しているなど、荷重支持性能に問題があり、これが原因となって舗装が破損している状態をいう。また、構成材料の性能低下に起因して舗装が破損している状態をいう。</p> <p>(ii) 構造上問題のある場合の補修設計では、構造設計及び材料設計について検討する必要がある。</p> <p>V-4.2.2 補修工法</p> <p>(1) 付着オーバーレイ工法については、施工後の縦断及び横断勾配が許容値以内になり、かつ経済的になるように、コンクリート版の厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(2) 分離オーバーレイ工法については、付着オーバーレイ工法に比較して、周辺施設との高さ調整に余裕がある場合に採用するものとする。付着オーバーレイ工法と同様に、施工後の縦断及び横断勾配が許容値以内になり、かつ経済的になるように、コンクリート版の厚さ等について設計するものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装における一般的な補修工法の選定フローを図V-4.1に示す。</p>	

空港舗装補修要領（現行）

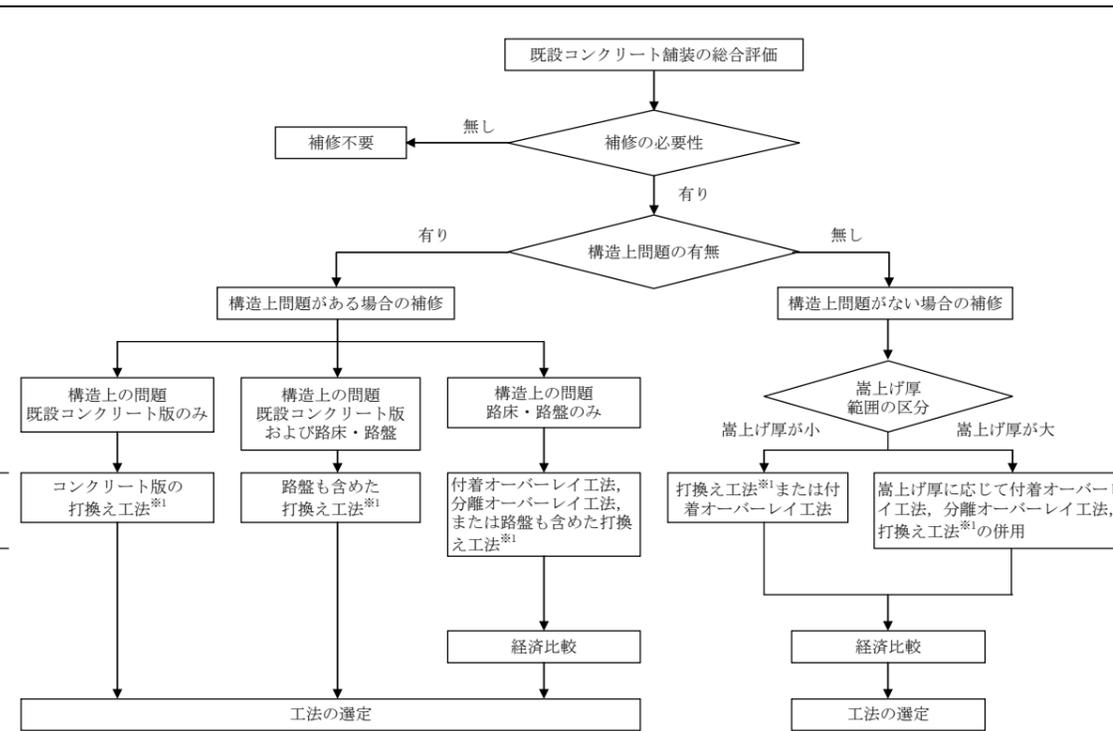
空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考



打換え工法※1：施工上の制約（工期，運用条件等）を受け，施工期間の確保が困難な場合はプレキャストコンクリート舗装の採用を検討する。

図-3.8 コンクリート舗装における補修工法の選定フロー



打換え工法※1：施工上の制約（工期，運用条件等）を受け，施工期間の確保が困難な場合はプレキャストコンクリート舗装の採用を検討する。

図V-4.1 コンクリート舗装における補修工法の選定フロー

- (2) 付着オーバーレイ工法は，既設舗装版の表面にオーバーレイ層との付着を高める処理を施した後，オーバーレイ層を敷設して一体化させる工法である。オーバーレイ厚を薄くできるため周辺施設との高さ調整においては有効な工法である。オーバーレイの最小厚は5cmを標準とする。
- (3) 付着オーバーレイ工法については，既設コンクリート舗装とオーバーレイ層との付着を確保することが重要である。試験舗装を用いた既往の研究^{補修-44)}では，引張付着強度が1.6MPa以上あれば，層間剥離が生じないことが確認されている。
- (4) 既設コンクリート舗装とオーバーレイ層との引張付着強度は，事前に試験施工を実施し，室内引張試験による最小引張付着強度が1.6MPa以上であることを確認する必要がある。ただし以下の2工法については，試験舗装を用いた既往の研究^{補修-44)}において，1.6MPa以上の最小引張付着強度が得られることが確認されている。
 - (i) ウォータージェット・ショットブラスト併用工法
ウォータージェット処理後に，レーザ変位計によるプロファイルの測定（0.5mmピッチ，延長20cm）を実施し，平均深さ6.5mm以上，斜長比1.2以上を確認した後，投射密度100kg/m²のショットブラストを行う方法を標準とする。この場合，前述の平均深さ，斜長比が得られるように，施工前に既設コンクリート舗装の性状に応じたウォータージェットの仕様を決定することが望ましい。
 - (ii) ショットブラスト・接着剤併用工法
投射密度を150kg/m²としたショットブラストを用いて既設コンクリート面を研掃した後に，平滑な面の場合は1.0L/m²，切削面の場合は1.3L/m²（既設コンクリートの粗骨材寸法

- (2) 付着オーバーレイ工法は，既設舗装版の表面にオーバーレイ層との付着を高める処理を施した後，オーバーレイ層を敷設して一体化させる工法である。オーバーレイ厚を薄くできるため周辺施設との高さ調整においては有効な工法である。オーバーレイの最小厚は5cmを標準とする。
- (3) 付着オーバーレイ工法については，既設コンクリート舗装とオーバーレイ層との付着を確保することが重要である。試験舗装を用いた既往の研究⁷⁹⁾では，引張付着強度が1.6MPa以上あれば，層間剥離が生じないことが確認されている。
- (4) 既設コンクリート舗装とオーバーレイ層との引張付着強度は，事前に試験施工を実施し，室内引張試験による最小引張付着強度が1.6MPa以上であることを確認することを標準とする。ただし，以下の2工法については，試験舗装を用いた既往の研究⁷⁹⁾において，1.6MPa以上の最小引張付着強度が得られることが確認されている。
 - (i) ウォータージェット・ショットブラスト併用工法
ウォータージェット処理後に，レーザ変位計によるプロファイルの測定（0.5mmピッチ，延長20cm）を実施し，平均深さ6.5mm以上，斜長比1.2以上を確認した後，投射密度100kg/m²のショットブラストを行う方法を標準とする。この場合，前述の平均深さ，斜長比が得られるように，施工前に既設コンクリート舗装の性状に応じたウォータージェットの仕様を決定することが望ましい。
 - (ii) ショットブラスト・接着剤併用工法
投射密度を150kg/m²としたショットブラストを用いて既設コンクリート面を研掃した後に，平滑な面の場合は1.0L/m²，切削面の場合は1.3L/m²（既設コンクリートの粗骨材寸

文末の変更。

空港舗装補修要領（現行）

空港土木施設設計要領（舗装設計編）

備考

40mm の場合) の接着剤を塗布する方法を標準とする。この場合、用いる接着剤はエポキシ系とし、表-3.17 に示す性能を満足する必要がある。

表-3.17 ショットブラスト・接着剤併用工法に用いる接着剤の性能（試験温度：20℃）

項目	試験方法	性能
圧縮強さ	JIS K 7181	50MPa 以上
圧縮弾性係数	JIS K 7181	1000MPa 以上
曲げ強さ	JIS K 7171	35MPa 以上
引張せん断強さ	JIS K 6850	10MPa 以上
コンクリート付着強さ	JIS A 6909	1.6MPa 以上または母材破壊
残留引張強さ (材料耐久性)	強度試験：室内引張試験	90%以上または母材破壊 (暴露後の強度／初期の強度)
	暴露条件：JIS K 6857 処理条件 E	

- (5) 分離オーバーレイ工法は、既設舗装とオーバーレイとの間にアスファルト混合物による分離層を設けて、両舗装間の付着を断つ工法である。オーバーレイ厚が大きく、かつ施工時間が長くかかる。したがって、分離オーバーレイ工法は、既設舗装高さより舗装計画高さを高くすることが可能な場合か、または必要がある場合で、かつ施工期間中にわたって施設使用の中止が可能であるといった場合に適用される工法といえる。
- (6) 分離オーバーレイ工法におけるオーバーレイコンクリート層の最小厚は15cmを標準とする。また、アスファルト混合物による分離層の最小厚は3cmを標準とする。

III-4.3 構造上問題のない場合の補修

コンクリート舗装に対する路面の評価では補修の必要があるが、構造上問題のない場合には、走行安全性能を回復するための補修が必要であり、既設舗装の路面性状および材料性状等を踏まえ、経済性および施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。

- (1) 走行安全性能に対する照査は、「空港舗装設計要領」およびIII-4.6 材料設計により実施する。
- (2) 構造上問題のない場合の舗装の路面の破損とは、老化や交通に起因して発生した路面の荒れ、平坦性の悪化などが顕著なものを指す。一般にひび割れは構造上の問題であるが、ヘアークラック程度のものは、その時点では構造的に問題のないものとして扱うことができる。
- (3) 構造上問題のない場合の補修工法は、コンクリート版表面のモルタル分の摩耗や、タイヤのけりによる骨材の剥離、飛散等の路面性状の悪化進行を防止し、改良するためのものである。悪化の予防措置や応急措置としての意味を持つことから、強度を回復したり、強度増加を図る工法とは分けて考える。

法 40mm の場合) の接着剤を塗布する方法を標準とする。この場合、用いる接着剤はエポキシ系とし、表V-4.1 に示す性能を満足する必要がある。

表V-4.1 ショットブラスト・接着剤併用工法に用いる接着剤の性能（試験温度：20℃）

項目	試験方法	性能
圧縮強さ	JIS K 7181	50MPa 以上
圧縮弾性係数	JIS K 7181	1000MPa 以上
曲げ強さ	JIS K 7171	35MPa 以上
引張せん断強さ	JIS K 6850	10MPa 以上
コンクリート付着強さ	JIS A 6909	1.6MPa 以上又は母材破壊
残留引張強さ (材料耐久性)	強度試験：室内引張試験 暴露条件：JIS K 6857 処理条件 E	90%以上又は母材破壊 (暴露後の強度/初期の強度)

- (5) 分離オーバーレイ工法は、既設舗装とオーバーレイとの間にアスファルト混合物による分離層を設けて、両舗装間の付着を断つ工法である。オーバーレイ厚が大きく、かつ施工時間が長くかかる。したがって、分離オーバーレイ工法は、既設舗装高さより舗装計画高さを高くすることが可能な場合か、又は必要がある場合で、かつ施工期間中にわたって施設使用の中止が可能であるといった場合に適用される工法といえる。
- (6) 分離オーバーレイ工法におけるオーバーレイコンクリート層の最小厚は15cmを標準とする。また、アスファルト混合物による分離層の最小厚は3cmを標準とする。

V-4.3 構造上問題のない場合の補修

コンクリート舗装に対する路面の評価では補修の必要があるが、構造上問題のない場合には、走行安全性能を回復するための補修が必要であり、既設舗装の路面性状及び材料性状等を踏まえ、経済性及び施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。

- (1) 走行安全性能に対する照査は、IV-3及びV-4.6により実施する。
- (2) 構造上問題のない場合の舗装の路面の破損とは、老化や交通に起因して発生した路面の荒れ、平坦性の悪化などが顕著なものを指す。一般にひび割れは構造上の問題であるが、ヘアークラック程度のものは、その時点では構造的に問題のないものとして扱うことができる。
- (3) 構造上問題のない場合の補修工法は、コンクリート版表面のモルタル分の摩耗や、タイヤのけりによる骨材の剥離、飛散等の路面性状の悪化進行を防止し、改良するためのものである。悪化の予防措置や応急措置としての意味を持つことから、強度を回復したり、強度増加を図る工法とは分けて考える。

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>Ⅲ-4.4 構造上問題のある場合の補修</p> <p>構造上問題があると評価された場合、あるいは、近い将来に構造上の問題が懸念される場合においては、荷重支持性能、走行安全性能を回復するための補修が必要であり、解体調査結果を踏まえ、経済性および施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。</p> <p>(1) 荷重支持性能に対する照査は、「空港舗装設計要領」およびⅢ-4.5 構造設計により実施する。</p> <p>(2) 走行安全性能に対する照査は、「空港舗装設計要領」およびⅢ-4.6 材料設計により実施する。</p> <p>Ⅲ-4.5 構造設計</p> <p>構造設計は、既設舗装の荷重支持性能の評価結果を踏まえ、荷重支持性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) 構造上問題のある場合には、コンクリート舗装に求められる性能を回復させるための補修を行う必要がある。基本的には既設舗装の補修のための構造設計は、「空港舗装設計要領」により実施する。</p> <p>(2) 構造上問題のある場合のコンクリート舗装における標準的な補修設計の手順を図-3.9に示す。</p>	<p>V-4.4 構造上問題のある場合の補修</p> <p>構造上問題があると評価された場合、あるいは、近い将来に構造上の問題が懸念される場合においては、荷重支持性能、走行安全性能を回復するための補修が必要であり、解体調査結果を踏まえ、経済性及び施工性も含めて総合的に判断し、補修工法を選定するものとする。</p> <p>(1) 荷重支持性能に対する照査は、Ⅳ-2及びV-4.5により実施する。</p> <p>(2) 走行安全性能に対する照査は、Ⅳ-3及びV-4.6により実施する。</p> <p>V-4.5 構造設計</p> <p>構造設計は、既設舗装の荷重支持性能の評価結果を踏まえ、荷重支持性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) 構造上問題のある場合には、コンクリート舗装に求められる性能を回復させるための補修を行う必要がある。基本的には既設舗装の補修のための構造設計は、経験的設計法や理論的設計法により算定される新設時の断面と既設舗装の断面を比較することにより実施す</p>	<p>要領統合による変更。</p> <p>既設舗装の累積疲労度を算定することは困難なため削除。</p>

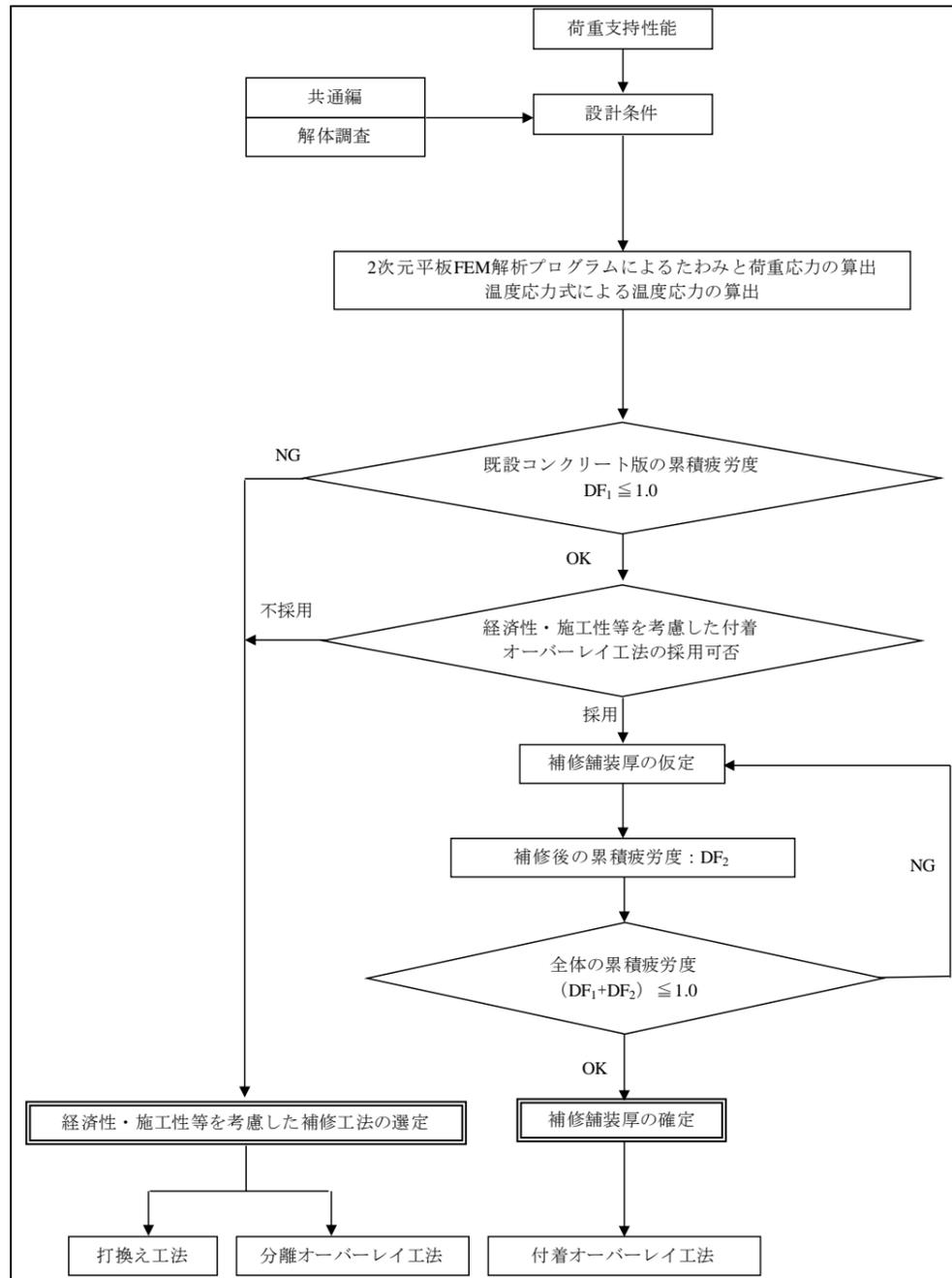


図-3.9 構造上問題のある場合のコンクリート舗装における補修設計の手順

- (3) 構造上問題のある場合の付着オーバーレイ工法の構造設計
 付着オーバーレイ工法に対する荷重支持性能の設計手順は、図-3.9 に示すフローのように、付着オーバーレイ厚を算定する。
- (i) 既設コンクリート版の累積疲労度 (DF1) を算定する。
 - (ii) 付着オーバーレイ厚を仮定し、補修後の疲労度 (DF2) を算定する。
 - (iii) この計算をくりかえし、既設コンクリート版の累積疲労度 (DF1) と補修後の疲労度

る。

- (2) 付着オーバーレイ工法における設計では、既設コンクリート版の累積疲労度を考慮する必要はなく、既設コンクリート版厚にコンクリートオーバーレイ厚を加えた新設コンクリート版として、新設コンクリート舗装の場合と同様の方法で照査を行うことができる。

空港舗装補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>(DF2) の和が、1.0 未満になるような付着オーバーレイ厚を決定する。</p> <p>(4) 分離オーバーレイ工法における設計では、既設コンクリート版の累積疲労度を考慮する必要はなく、既設コンクリート版以下を新設版に対する路盤と見なして等価路盤支持力係数を算定し、新設コンクリート舗装の場合と同様に「空港舗装設計要領」に準じて照査を行うことができる。</p> <p>(5) 打換え工法の設計では、新設コンクリート舗装の場合と同様に「空港舗装設計要領」に準じて照査を行うことができる。</p> <p>III-4.6 材料設計</p> <p>材料設計は、既設舗装の荷重支持性能および走行安全性能の評価結果を踏まえ、この性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装の補修に使用する材料は、「空港土木工事共通仕様書^{補修-4}」で示される品質規定を満足するとともに、当該空港や施設の特異性および施工性を考慮して選定する。</p> <p>(2) 付着オーバーレイ工法のオーバーレイ層に用いるコンクリートの粗骨材最大寸法は20mmとすることができる^{補修-44}。</p> <p>III-4.7 施工計画</p> <p>コンクリート舗装の補修工事における施工計画は、当該空港の運用に伴う工事制約条件、資機材調達条件および施工の確実性等を十分に考慮して検討するものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装の補修を行う場合、その施工区域が運用時間を含めてある期間閉鎖され、その閉鎖により空港の運用上も支障が生ずる可能性が高い。施工計画では、空港の運用上の支障を最小限とするように、施工範囲、施工手順等について空港管理者と調整し、綿密な施工計画の検討が必要である。</p> <p>(2) 施工計画の検討において一般的に留意すべき事項は以下のとおりである。</p> <p>(i) 前提条件の設定 作業可能時間およびコンクリート養生期間を設定する。</p> <p>(ii) 日施工タイムスケジュールの検討 工種別作業能力を設定した上で、入場から退場までの日施工タイムスケジュールを検討する。この際、機材投入台数をパラメータとして行う場合もある。</p> <p>(iii) 日施工量の検討 日施工タイムスケジュールより日施工量を設定する。</p> <p>(iv) 資機材調達の検討 日施工量より必要なコンクリート量、アスファルト混合物量、投入機材を算定し、調達方法について検討する。</p> <p>(3) 付着オーバーレイ工法において、既設舗装区域と補修区域の境界部は、付着オーバーレイ工法での施工最小厚を確保するよう切削すり付けを行うことを原則とする。付着オーバーレイ厚の最小施工厚は5cmを標準とする。</p> <p>(4) 空港舗装の補修工事では、航空灯火施設の設置状況等について留意する必要がある。また、補修工事に伴う舗装発生材を極力少なくすることも考慮する必要がある。</p> <p>(5) 補修の施工にあたっての留意点を付録-8に示す。</p> <p>(6) コンクリート舗装の新設・補修直後にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。</p>	<p>(3) 分離オーバーレイ工法における設計では、既設コンクリート版の累積疲労度を考慮する必要はなく、既設コンクリート版以下を新設版に対する路盤とみなして等価路盤支持力係数を算定し、新設コンクリート舗装の場合と同様の方法で照査を行うことができる。</p> <p>(4) 打換え工法の設計では、新設コンクリート舗装の場合と同様の方法で照査を行うことができる。</p> <p>V-4.6 材料設計</p> <p>材料設計は、既設舗装の荷重支持性能及び走行安全性能の評価結果を踏まえ、この性能を回復させるために行うものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装の補修に使用する材料は、「空港土木工事共通仕様書⁵⁸」で示される品質規定を満足するとともに、当該空港や施設の特異性及び施工性を考慮して選定する。</p> <p>(2) 付着オーバーレイ工法のオーバーレイ層に用いるコンクリートの粗骨材最大寸法は20mmとすることができる⁷⁹。</p> <p>V-4.7 施工計画</p> <p>コンクリート舗装の補修工事における施工計画は、当該空港の運用に伴う工事制約条件、資機材調達条件及び施工の確実性等を十分に考慮して検討するものとする。</p> <p>(1) コンクリート舗装の補修を行う場合、その施工区域が運用時間を含めてある期間閉鎖され、その閉鎖により空港の運用上も支障が生ずる可能性が高い。施工計画では、空港の運用上の支障を最小限とするように、施工範囲、施工手順等について空港管理者と調整し、綿密な施工計画の検討が必要である。</p> <p>(2) 施工計画の検討において一般的に留意すべき事項は以下のとおりである。</p> <p>(i) 前提条件の設定 作業可能時間及びコンクリート養生期間を設定する。</p> <p>(ii) 日施工タイムスケジュールの検討 工種別作業能力を設定した上で、入場から退場までの日施工タイムスケジュールを検討する。この際、機材投入台数をパラメータとして行う場合もある。</p> <p>(iii) 日施工量の検討 日施工タイムスケジュールより日施工量を設定する。</p> <p>(iv) 資機材調達の検討 日施工量より必要なコンクリート量、アスファルト混合物量、投入機材を算定し、調達方法について検討する。</p> <p>(3) 付着オーバーレイ工法において、既設舗装区域と補修区域の境界部は、付着オーバーレイ工法での施工最小厚を確保するよう切削すり付けを行うことを標準とする。付着オーバーレイ厚の最小施工厚は5cmを標準とする。</p> <p>(4) 空港舗装の補修工事では、航空灯火施設の設置状況等について留意する必要がある。また、補修工事に伴う舗装発生材を極力少なくすることも考慮する必要がある。</p> <p>(5) 補修の施工にあたっての留意点を付録-17に示す。</p> <p>(6) コンクリート舗装の新設・補修後には、早期にFWDによるたわみの初期値を測定することを標準とする。初期値を測定することにより、次期の補修にあたっての評価参考値とすることが可能となる。</p>	<p>要領統合による変更。</p> <p>要領統合による変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文章の修正。</p>

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>設計要領付録-1～付録-14, 補修要領付録-2～付録-9 本要領, 本編 ならびに および または 脱出誘導路 熱膨張係数</p>	<p>付録-1～付録-22 舗装設計編 並びに 及び 又は 離脱誘導路 線膨張係数 「章・節・項の番号」「図表式番号」「参考文献番号」の追加・変更 誤字の修正</p>	<p>軽微な変更のため、掲載は省略する。</p>
<p>（設計要領）付録-1 用語の説明</p> <p>FWD (Falling Weight Deflectometer) 層構造理論との対応性をよくするために載荷板は円形で、より実際の車両に近い荷重の重錘をある高さから自由落下させることによって、舗装に衝撃荷重を与え、そのときのたわみを測定できる装置をいう。</p> <p>基準舗装厚 設計荷重, 設計反復作用回数および路床の設計 CBR から決定される通常の粒状材を路盤に用いた舗装の厚さをいう。</p> <p>設計反復作用回数 コンクリート版厚などの設計に用いる反復作用回数をいう。</p> <p>等価単車輪荷重 (ESWL) 脚に付いている一組の多車輪を、舗装に対して同じ効果を有する単車輪に換算した場合の輪荷重をいう。</p> <p>等価値 使用する路盤材料の 1cm 厚が粒度調整碎石あるいは粒状材の何 cm に相当するかを示す値をいう。</p>	<p>付録-1 用語の説明</p> <p>FWD (Falling Weight Deflectometer) 非破壊調査の一種. 層構造理論との対応性をよくするために載荷板は円形で、より実際の車両に近い荷重の重錘をある高さから自由落下させることによって、舗装に衝撃荷重を与え、そのときのたわみを測定できる装置をいう。</p> <p>維持 交通に支障を及ぼすような破損に対する緊急な措置や比較的局所的な処置をいう。</p> <p>解体調査 コア供試体やテストピット掘削により、舗装の一部を解体し、各層の厚さや材質の変化、強度等を調べ、舗装構造上の評価を行うために実施する調査をいう。</p> <p>基準舗装厚 経験的設計法で用いられる定義. 設計荷重, 設計反復作用回数及び路床の設計 CBR から決定される通常の粒状材を路盤に用いた舗装の厚さをいう。</p> <p>構造の調査 舗装に求められる性能のうち、主に荷重支持性能及び表層の耐久性能の調査をいい、非破壊調査、解体調査による方法がある。</p> <p>すべり摩擦係数調査 定期点検の一種。空港舗装の縦方向のすべり抵抗を測定する調査をいい、一般的には SFT (Surface Friction Tester) により調査が行われる。</p> <p>設計反復作用回数 経験的設計法で用いられる定義. コンクリート版厚などの設計に用いる反復作用回数をいう。</p> <p>等価単車輪荷重 (ESWL) 経験的設計法で用いられる定義. 脚に付いている一組の多車輪を、舗装に対して同じ効果を有する単車輪に換算した場合の輪荷重をいう。</p> <p>等価値 経験的設計法で用いられる定義. 使用する路盤材料の 1cm 厚が粒度調整碎石あるいは粒状材の何 cm に相当するかを示す値をいう。</p> <p>熱赤外線調査 非破壊調査の一種。舗装表面から放射される赤外線の強度を赤外線センサーで計測し、その結果を温度分布に換算して画像化することにより、アスファルト舗装における層間剥離を調査する。</p> <p>非破壊調査</p>	<p>設計要領の「付録-1 用語の説明」に対して、補修要領の「付録-1 用語の解説」の記述を追加する（追加分のみ掲載）。</p>

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
	<p>舗装を解体することなく、舗装構造の評価を行う調査であり、FWD（FWDの項目参照）調査や熱赤外線調査（熱赤外線調査の項目参照）をいう。</p> <p>補修 オーバーレイや打換え等の長期的な観点からの措置をいう。</p> <p>舗装補修指数（PRI：Pavement Rehabilitation Index） 定期点検の一種である路面性状調査で算出される舗装の路面性状を表す指標で、舗装路面の供用性を判断するのに用いられる。コンクリート舗装において、ひび割れ度、目地部の破損率及び段差の3項目を用いることにより算出する。かつて、アスファルト舗装においてもひび割れ率、わだち掘れ及び平坦性の3項目から算出していたが、平坦性評価方法の改訂により廃止された。</p> <p>路面性状調査 舗装の路面性状調査における主な調査項目は、アスファルト舗装はひび割れ調査、わだち掘れ調査、平坦性調査であり、コンクリート舗装は、ひび割れ調査、目地部の破損調査、段差の調査である。またコンクリート舗装は、これらの調査結果より、舗装補修指数を算出することができる。</p> <p>路面の調査 舗装に求められる性能のうち、主に走行安全性能に関する調査をいい、路面性状調査及びすべり摩擦係数調査による方法がある。</p>	
<p>（設計要領）付録-2 試験方法 CBR試験および平板載荷試験方法については、「舗装調査・試験法便覧」^{設計-2)}を参考に実施してよいが、供試体の作成方法や結果の整理方法については以下に準じる必要がある。</p>	<p>付録-2 試験方法 CBR試験及び平板載荷試験方法については、「舗装調査・試験法便覧²⁾」を参考に実施してよいが、供試体の作成方法や結果の整理方法については以下に準じることを標準とする。</p>	<p>文末の変更。</p>
<p>（設計要領）付録-7 経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計 7.4.2 舗装構造の決定 (2)設計荷重区分がLA-12以上の上層路盤には安定処理材を使用することを原則とする。</p>	<p>付録-7 経験的設計法によるアスファルト舗装の構造設計 7.4.2 舗装構造の決定 (2)設計荷重区分がLA-12以上の上層路盤には安定処理材を使用することを標準とする。</p>	<p>文末の変更。</p>
<p>（設計要領）付録-8 経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計 8.1.1 基本理論 【補足説明】 (2)・・・ただし、原則として路盤の設計支持力係数は、路床のそれより大きくする必要がある。</p> <p>8.2.3 減厚方法 【補足説明】 (5)・・・原則として付図-8.3に示すような中央帯と縁端帯を設定して滑走路横断方向の減厚を考えることとするが、</p> <p>8.3.3 目地 施工目地間隔を5mに選び、収縮目地も5m間隔として、正方形版を原則とする。・・・鉄網量は、本編の図Ⅲ-4.2から滑走路端部中央帯、平行誘導路、ローディングエプロンで3.3kg/m²、滑走路中間部中央帯、脱出誘導路で3.0kg/m²、滑走路端部縁端帯で2.7kg/m²、滑走路中間部縁端帯で2.4kg/m²を基準にする。</p>	<p>付録-8 経験的設計法によるコンクリート舗装の構造設計 8.1.1 基本理論 【補足説明】 (2)・・・ただし、路盤の設計支持力係数は、路床のそれより大きくすることを標準とする。</p> <p>8.2.3 減厚方法 【補足説明】 (5)・・・付図-8.3に示すような中央帯と縁端帯を設定して滑走路横断方向の減厚を考えることを標準とするが、</p> <p>8.3.3 目地 施工目地間隔を5mに選び、収縮目地も5m間隔として、正方形版を標準とする。・・・鉄網量は、舗装設計編図Ⅳ-4.2から滑走路端部中央帯、平行誘導路、ローディングエプロンで3.3kg/m²、滑走路中間部中央帯、離脱誘導路で3.0kg/m²、滑走路端部縁端帯で2.7kg/m²、滑走路中間部縁端帯で2.4kg/m²となる。</p>	<p>文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p> <p>文末の変更。</p>

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>参考文献（空港舗装設計要領）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 八谷好高ほか：空港アスファルト舗装の表面性状の実態，土木学会舗装工学論文集 第11巻，2006. 2) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007. 3) 土木学会：多層弾性理論による舗装構造解析入門，舗装工学ライブラリー3，2005. 4) H.R.B: Factor Involved in Design of Asphaltic Pavement Surfaces, NCHRP 39, 1967. 5) 牛尾俊介：アスファルト舗装のわだち掘れ予測手法に関する研究，土木学会論文報告集 第323号，1982. 6) 日本道路協会：舗装設計便覧，pp.115-116，2006. 7) 日本道路協会：舗装再生便覧，2004. 8) 須田熙ほか：空港アスファルト舗装構造の設計法に関する一提案，港湾技研資料，No.54，p.74，1968. 9) 佐藤勝久ほか：空港舗装用安定処理土の基本的性質，港湾技研資料，No.598，pp.3-18，1987. 10) 高速道路調査会，アスファルト舗装追跡調査結果解析班：アスファルト舗装追跡調査解析結果報告書，p.238，1976. 11) 須田熙，佐藤勝久：多層系路盤面上におけるK値の推定方法に関する研究，土質工学会論文報告集，Vol.13，No.1，pp.107-150，1973. 12) たとえば、内田一郎：道路舗装の設計法，森北出版，p.77，1962. 13) 日本道路協会：道路土工—排水工指針，1987. 14) 久保宏ほか：凍結指数と道路の凍結深さについて，第11回日本道路会議一般論文集，pp.365-366，1973. 15) Horonjeff, R.: Planning and Design of Airports, McGraw-Hill Book Company, p.464, 1962. 16) 八谷好高，梅野修一：航空機走行位置分布の実態と舗装構造への影響，港湾技研資料，No.757，1996. 17) 姫野賢治，丸山暉彦，菅原照雄：パソコン用多層弾性構造解析システム(ELSA)の開発，第18回日本道路会議一般論文集，pp.338-339，1989. 18) 田中淳七郎他：ソイルセメントを用いたアスファルト舗装の供用成績調査，道路，pp.46-56，1968. 19) 福手勤ほか：路面性状による空港舗装の供用性評価，港湾技研資料，No.414，1982. 20) 久保宏ほか：美々試験道路の調査結果について，第12回日本道路会議論文集，pp.147-148，1975. 21) 坪川将丈ほか：日温度変化による空港コンクリート舗装の温度応力に関する研究，土木学会舗装工学論文集，第12巻，2007. 22) U.S. Army: Flexible Airfield Pavements, Air Force, TM 5-824-2, Reprint of Former EM 1110-45-302, p.231, 1958. 23) 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室：大型航空機の就航する空港における舗装の破損状況調査，第9回港湾土木工事報告会資料，p.19，1974. 24) 平沢正通ほか：東北高速道コンクリート舗装の目地の設計施工，舗装，Vol.10，No.7，pp.8-14，1975. 25) 森口拓：空港コンクリート舗装の構造設計法に関する一考察，港湾技研資料，No.82，p.18，1969. 26) 鈴木道雄，達下文一：舗装技術の質疑応答，建設図書，第4巻（上），pp.26-29，1973. 27) 竹下春見：道路工学，金原出版，p.276，1966. 28) 佐藤勝久：CBR法によるアスファルト舗装厚設計のためのたわみ係数表，港湾技研資料，No.81，p.58，1969. 	<p>参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 八谷好高ほか：空港アスファルト舗装の表面性状の実態，土木学会舗装工学論文集，第11巻，2006. 2) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007. 3) 土木学会：多層弾性理論による舗装構造解析入門，舗装工学ライブラリー3，2005. 4) H.R.B: Factor Involved in Design of Asphaltic Pavement Surfaces, NCHRP 39, 1967. 5) 牛尾俊介：アスファルト舗装のわだち掘れ予測手法に関する研究，土木学会論文報告集，第323号，1982. 6) 日本道路協会：舗装設計便覧，pp.115-116，2006. 7) 日本道路協会：舗装再生便覧，2010. 8) 須田熙ほか：空港アスファルト舗装構造の設計法に関する一提案，港湾技研資料，No.54，p.74，1968. 9) 佐藤勝久ほか：空港舗装用安定処理土の基本的性質，港湾技研資料，No.598，pp.3-18，1987. 10) 高速道路調査会・アスファルト舗装追跡調査結果解析班：アスファルト舗装追跡調査解析結果報告書，p.238，1976. 11) 須田熙，佐藤勝久：多層系路盤面上における K 値の推定方法に関する研究，土質工学会論文報告集，Vol.13，No.1，pp.107-150，1973. 12) たとえば、内田一郎：道路舗装の設計法，森北出版，p.77，1962. 13) 日本道路協会：道路土工—盛土工指針，2010. 14) 久保宏ほか：凍結指数と道路の凍結深さについて，第11回日本道路会議一般論文集，pp.365-366，1973. 15) Horonjeff, R.: Planning and Design of Airports, McGraw-Hill Book Company, p.464, 1962. 16) 八谷好高，梅野修一：航空機走行位置分布の実態と舗装構造への影響，港湾技研資料，No.757，1996. 17) 姫野賢治，丸山暉彦，菅原照雄：パソコン用多層弾性構造解析システム (ELSA) の開発，第18回日本道路会議一般論文集，pp.338-339，1989. 18) 田中淳七郎ほか：ソイルセメントを用いたアスファルト舗装の供用成績調査，道路，pp.46-56，1968. 19) 福手勤ほか：路面性状による空港舗装の供用性評価，港湾技研資料，No.414，1982. 20) 久保宏ほか：美々試験道路の調査結果について，第12回日本道路会議論文集，pp.147-148，1975. 21) 坪川将丈ほか：日温度変化による空港コンクリート舗装の温度応力に関する研究，土木学会舗装工学論文集，第12巻，2007. 22) U.S. Army: Flexible Airfield Pavements, Air Force, TM 5-824-2, Reprint of Former EM 1110-45-302, p.231, 1958. 23) 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室：大型航空機の就航する空港における舗装の破損状況調査，第9回港湾土木工事報告会資料，p.19，1974. 24) 平沢正通ほか：東北高速道コンクリート舗装の目地の設計施工，舗装，Vol.10，No.7，pp.8-14，1975. 25) 森口拓：空港コンクリート舗装の構造設計法に関する一考察，港湾技研資料，No.82，p.18，1969. 26) 河村直哉，坪川将丈：アスファルト混合物の養生等がグルーピングの塑性変形抵抗性に及ぼす影響，舗装，Vol.53，No.5，2018. 27) 竹下春見：道路工学，金原出版，p.276，1966. 28) 佐藤勝久：CBR法によるアスファルト舗装厚設計のためのたわみ係数表，港湾技研資料，No.81，p.58，1969. 	<p>変更.</p> <p>書籍名の変更.</p> <p>削除・新規追加.</p>

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>29) 須田熙: 空港瀝青舗装の舗装厚設計法に関する調査研究, 港湾技研資料, No.52, p.105, 1968.</p> <p>30) Civil Aeronautics Administration, U.S.Department of Commerce: Airport Paving, pp.1-56, 1956.</p> <p>31) Fadden . G.F.et al :Discussion for Flexible Pavement , ASCE ,Transaction ,Vol.115, pp.575-589, 1950.</p> <p>32) U.S.Army: Rigid Airfield Pavement, Air Force, TM 5-824-3, p.84, 1958.</p> <p>33) Federal Aviation Administration : Airport Pavement Design and Evaluation , AC , No.150/5320-6C , p.159, 1978. .</p> <p>34) 日本セメント協会 : AASHO道路試験, p.246, 1966.</p> <p>35) 須田熙, 佐藤勝久: 空港舗装における各種路盤の“等価値”に関する提案, 土木学会論文報告集, 第218号, pp.53-65, 1973.</p> <p>36) 佐藤勝久, 福手勤, 佐藤峰夫: 潜在水硬性材料の空港舗装路盤としての評価, 港湾技術研究所報告, Vol.16, No.4, pp.35-66, 1977.</p> <p>37) ACI Committee 325: Recommended Practice for Design of Concrete Pavements, Journal of ACI, pp.17-51, 1958.</p> <p>38) Portland Cement Association : Design of Concrete Airport Pavements, p.61, 1973.</p> <p>39) 赤塚雄三, 飯島尚: 無筋コンクリート舗装の設計方法に関する研究—空港舗装に関する調査研究（第2報）, 港湾技研資料, No.50, p.82, 1968.</p> <p>40) 福手勤: 空港コンクリート舗装厚設計への電算プログラムの応用, 港湾技研資料 No.262, 1977.</p> <p>41) Harvey.J.T.,et al: Effect of Load Placement on Rigid Pavement, Proc.of ASCE, Vol.97, No.TE4, pp.681-702, 1971.</p> <p>42) 佐藤勝久ほか: 沈下したプレストレストコンクリート舗装版のリストアップ工法の開発, 港湾技術研究報告, Vol.28, No.2, pp.49-76, 1989.</p> <p>43) 福手勤ほか: 第Ⅲ種設計法によるスラブの空港舗装への適用性に関する研究, 港湾技術研究所報告, Vol.18, No.3, pp.37-63, 1979.</p> <p>44) ACI Committee : Recommendations for Designing Prestressed Concrete Pavements, ACI Structural Journal , July –August , pp.451-471, 1988.</p> <p>45) 新東京国際空港公団: 空港基本施設（舗装・照明）解析作業, 1988.</p> <p>46) 新東京国際空港公団: 室内拘束試験報告書, 1988.</p> <p>47) 福田正: コンクリート舗装の荷重分散機構に関する研究, 土木学会論文報告集, No.242, pp.63-72, 1975.</p> <p>48) 福手勤: コンクリート舗装の解析法における最近の進歩, 道路とコンクリート, No.57, pp.25-30, 1982.</p> <p>49) 日本道路協会: セメントコンクリート舗装要綱, pp.203-207, 1984.</p> <p>50) 佐藤良一ほか: 連続鉄筋コンクリート舗装モデル供試体のせん断伝達特性, セメントコンクリート論文集, 1990.</p> <p>51) Ryoichi Sato, et al.: Development of New Design Method for Control of Cracking in Continuously Reinforced Concrete Pavement, 4th International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation, pp.431-443, 1989.</p> <p>52) 赤塚雄三: 鉄筋コンクリート舗装の設計法に関する調査研究—空港舗装に関する調査研究（第3報）港湾技研資料, No.46, p.38, 1968.</p> <p>53) 八谷好高ほか: コンクリート舗装用グラウト材の品質, 港湾技研資料, No. 818, 1995.</p> <p>54) Hachiya, Y., et al.: Jointing system for precast concrete slab pavement, 4th International Workshop on the Design theory and Their Verification of Concrete Slabs for Pavements and Railroads, 1998.</p>	<p>29) 須田熙: 空港瀝青舗装の舗装厚設計法に関する調査研究, 港湾技研資料, No.52, p.105, 1968.</p> <p>30) Civil Aeronautics Administration, U.S. Department of Commerce: Airport Paving, pp.1-56, 1956.</p> <p>31) Fadden. G.F. et al: Discussion for Flexible Pavement, ASCE, Transaction, Vol.115, pp.575-589, 1950.</p> <p>32) U.S. Army: Rigid Airfield Pavement, Air Force, TM 5-824-3, p.84, 1958.</p> <p>33) Federal Aviation Administration: Airport Pavement Design and Evaluation, AC150/5320-6C, p.159, 1978.</p> <p>34) 日本セメント協会: AASHO 道路試験, p.246, 1966.</p> <p>35) 須田熙, 佐藤勝久: 空港舗装における各種路盤の“等価値”に関する提案, 土木学会論文報告集, 第 218 号, pp.53-65, 1973.</p> <p>36) 佐藤勝久, 福手勤, 佐藤峰夫: 潜在水硬性材料の空港舗装路盤としての評価, 港湾技術研究所報告, Vol.16, No.4, pp.35-66, 1977.</p> <p>37) ACI Committee 325: Recommended Practice for Design of Concrete Pavements, Journal of ACI, pp.17-51, 1958.</p> <p>38) Portland Cement Association: Design of Concrete Airport Pavements, p.61, 1973.</p> <p>39) 赤塚雄三, 飯島尚: 無筋コンクリート舗装の設計方法に関する研究—空港舗装に関する調査研究（第 2 報）, 港湾技研資料, No.50, p.82, 1968.</p> <p>40) 福手勤: 空港コンクリート舗装厚設計への電算プログラムの応用, 港湾技研資料, No.262, 1977.</p> <p>41) Harvey J.T. et al: Effect of Load Placement on Rigid Pavement, Proc. of ASCE, Vol.97, No.TE4, pp.681-702, 1971.</p> <p>42) 佐藤勝久ほか: 沈下したプレストレストコンクリート舗装版のリストアップ工法の開発, 港湾技術研究報告, Vol.28, No.2, pp.49-76, 1989.</p> <p>43) 福手勤ほか: 第Ⅲ種設計法によるスラブの空港舗装への適用性に関する研究, 港湾技術研究所報告, Vol.18, No.3, pp.37-63, 1979.</p> <p>44) ACI Committee : Recommendations for Designing Prestressed Concrete Pavements, ACI Structural Journal, July - August, pp.451-471, 1988.</p> <p>45) 新東京国際空港公団: 空港基本施設（舗装・照明）解析作業, 1988.</p> <p>46) 新東京国際空港公団: 室内拘束試験報告書, 1988.</p> <p>47) 福田正: コンクリート舗装の荷重分散機構に関する研究, 土木学会論文報告集, No.242, pp.63-72, 1975.</p> <p>48) 福手勤: コンクリート舗装の解析法における最近の進歩, 道路とコンクリート, No.57, pp.25-30, 1982.</p> <p>49) 日本道路協会: セメントコンクリート舗装要綱, pp.203-207, 1984.</p> <p>50) 佐藤良一ほか: 連続鉄筋コンクリート舗装モデル供試体のせん断伝達特性, セメントコンクリート論文集, 1990.</p> <p>51) Ryoichi Sato et al.: Development of New Design Method for Control of Cracking in Continuously Reinforced Concrete Pavement, 4th International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation, pp.431-443, 1989.</p> <p>52) 赤塚雄三: 鉄筋コンクリート舗装の設計法に関する調査研究—空港舗装に関する調査研究（第 3 報）港湾技研資料, No.46, p.38, 1968.</p> <p>53) 八谷好高ほか: コンクリート舗装用グラウト材の品質, 港湾技研資料, No.818, 1995.</p> <p>54) Hachiya, Y. et al.: Jointing system for precast concrete slab pavement, 4th International Workshop on the Design theory and Their Verification of Concrete Slabs for Pavements and Railroads, 1998.</p>	

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>参考文献（空港舗装補修要領）</p> <p>1) 国土交通省航空局：空港土木施設の設置基準解説，2015. 2) 国土交通省航空局：空港土木施設構造設計要領，2015. 3) 国土交通省航空局：空港舗装設計要領，2015. 4) 国土交通省航空局：空港土木工事共通仕様書，2015. 5) 国土交通省航空局：空港土木施設施工要領，2009. 6) 八谷好高，早野公俊，竹内康，今西健治，坪川将丈：空港アスファルト舗装の表面性状の実態，土木学会舗装工学論文集，第11巻，2006. 7) （社）日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007. 8) （社）土木学会：多層弾性理論による舗装構造解析入門，舗装工学ライブラリー3，2005. 9) H.R.B: Factor Involved in Design of Asphaltic Pavement Surfaces, NCHRP 39, 1967. 10) 牛尾俊介：アスファルト舗装のわだち掘れ予測手法に関する研究，土木学会論文報告集，第323号，1982. 11) （社）日本道路協会：舗装設計便覧，pp.115-116，2006. 12) （社）日本道路協会：舗装再生便覧，2004. 13) 須田熙，佐藤勝久，藤本憲久：空港アスファルト舗装構造の設計法に関する一提案，港湾技研資料，No.54，p.74，1968. 14) 佐藤勝久，八谷好高，深海正彦：空港舗装用安定処理土の基本的性質，港湾技研資料，No.598，pp.3～18，1987. 15) （財）高速道路調査会 アスファルト舗装追跡調査結果解析班：アスファルト舗装追跡調査解析結果報告書，p.238，1976. 16) 須田熙，佐藤勝久：多層系路盤面上における K 値の推定方法に関する研究，土質工学会論文報告集，Vol.13，No.1，pp.107-150，1973. 17) たとえば，内田一郎：道路舗装の設計法，森北出版，1962. 18) （社）日本道路協会：道路土工－排水工指針，1987. 19) 久保宏ほか：凍結指数と道路の凍結深さについて，第11回日本道路会議一般論文集，pp.365～366，1973. 20) Horonjeff, R.: Planning and Design of Airports, McGraw-Hill Book Company, p.464, 1962. 21) 八谷好高，梅野修一：航空機走行位置分布の実態と舗装構造への影響，港湾技研資料，No.757，1996. 22) 姫野賢治，丸山暉彦，菅原照雄：パソコン用多層弾性構造解析システム（ELSA）の開発，第18回日本道路会議一般論文集，pp.338-339，1989. 23) 坪川将丈，八谷好高，董勤喜，姫野賢治，川村彰：航空機の応答を考慮した空港舗装の平坦性評価に関する研究，土木学会舗装工学論文集，第9巻，2004. 24) 佐藤勝久，福手勤，佐藤峰夫：空港アスファルト舗装におけるグルーピングの安定性に関する研究，港湾技研資料，No.308，1978. 25) （財）航空保安協会：グルーピング滑走路の安全性に関する第二次調査研究報告書，1986. 26) 梅野修一，八谷好高，藤倉豊吉，横田弘：空港滑走路のすべり抵抗性，港湾技研資料，No.846，1996. 27) 八谷好高，佐藤勝久，田中考士：コンクリート舗装構造の非破壊評価法の開発－フォーリング・ウエイト・デフレクトメーターによる－，港湾技術研究所報告，第26巻，第2号，pp.465-492，1987. 28) 八谷好高，上中正志：空港コンクリート舗装の目地・ひびわれ部の挙動－荷重伝達機能と版厚算定法への反映－，港湾技研資料，No.710，1991. 29) 八谷好高，高橋修，坪川将丈：FWDによる空港アスファルト舗装の非破壊構造評価，土木学会論文集，No.662，Vol.49，pp.169-183，2000.</p>	<p>55) 国土交通省航空局：陸上空港の施設の設置基準と解説，2019. 56) 国土交通省航空局：空港土木施設設計要領（構造設計編），2019. 57) 国土交通省航空局：空港土木施設設計要領（施設設計編），2019. 58) 国土交通省航空局：空港土木工事共通仕様書，2019. 59) 国土交通省航空局：空港土木施設施工要領，2009.</p> <p>60) 佐藤勝久，福手勤，佐藤峰夫：空港アスファルト舗装におけるグルーピングの安定性に関する研究，港湾技研資料，No.308，1978. 61) 航空保安協会：グルーピング滑走路の安全性に関する第二次調査研究報告書，1986. 62) 梅野修一，八谷好高，藤倉豊吉，横田弘：空港滑走路のすべり抵抗性，港湾技研資料，No.846，1996. 63) 八谷好高，佐藤勝久，田中考士：コンクリート舗装構造の非破壊評価法の開発－フォーリング・ウエイト・デフレクトメーターによる－，港湾技術研究所報告，第26巻，第2号，pp.465-492，1987. 64) 八谷好高，上中正志：空港コンクリート舗装の目地・ひびわれ部の挙動－荷重伝達機能と版厚算定法への反映－，港湾技研資料，No.710，1991. 65) 八谷好高，高橋修，坪川将丈：FWDによる空港アスファルト舗装の非破壊構造評価，土木学会論文集，No.662，Vol.49，pp.169-183，2000.</p>	<p>書籍名の変更. 書籍名の変更. 削除・新規追加. 変更. 設計要領と重複.</p>

空港舗装設計要領・補修要領（現行）	空港土木施設設計要領（舗装設計編）	備考
<p>30) 坪川将丈, 八谷好高, 水上純一: FWDによる空港舗装構造評価システムの開発, 土木学会舗装工学論文集 第10巻, 2005.</p> <p>31) 坪川将丈, 水上純一: 熱赤外線画像による空港舗装の層間剥離検出法に関する研究, 土木学会舗装工学論文集 第12巻, 2007.</p> <p>32) 前川亮太, 蘇凱, 水上純一, 坪川将丈: 空港アスファルト舗装剥離の非破壊探査方法の提案, 港湾空港技術研究所, Vol.48, No.4, 2009.</p> <p>33) 虫明成生, 坪川将丈, 水上純一: 熱赤外線画像による層間剥離検出の適用性向上のための基礎検討, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.</p> <p>34) (株) 高速道路総合技術研究所: 第1編土質関係試験方法, 2010.</p> <p>35) (株) 高速道路総合技術研究所: 第2編アスファルト舗装関係試験方法, 2010.</p> <p>36) 福手勤, 佐藤勝久, 八谷好高, 山崎英男: 路面性状による空港舗装の供用性評価, 港湾技研資料, No.414, 1982.</p> <p>37) 八谷好高: 空港舗装の路面性状の実態, 港湾技研資料, No.634, p.40, 1988.</p> <p>38) 久保宏, 八谷好高, 長田雅人, 平尾利文, 浜昌志: 最近の空港アスファルト舗装の損傷と改良工法について, 土木学会舗装工学論文集 第9巻, 2004.</p> <p>39) 小林雄二, 水上純一, 坪川将丈, 江崎徹: 空港アスファルト舗装の層間付着に関する実験的検討, 国土技術政策総合研究所資料, No.469, 2008.</p> <p>40) 八谷好高, 野田工: アスファルトコンクリートの層間付着におけるタックコートの効果, 港湾技研資料, No.827, 1996.</p> <p>41) 八谷好高, 梅野修一, 今井泰男, 中村健, 室園正徳: 空港アスファルト舗装の新しいタックコート材料の開発, 港湾技研資料, No.885, 1997.</p> <p>42) 瀧口高, 江口秀二, 茂崎慎治, 福岡知久: シックリフト工法の空港誘導路舗装への適用, 土木学会舗装工学論文集, 第10巻, 2005.</p> <p>43) 坪川将丈, 小林雄二, 水上純一: 空港アスファルト舗装施工時の舗装温度解析プログラムの開発, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.</p> <p>44) 八谷好高, 水上純一, 坪川将丈, 江崎徹, 野田悦郎, 中丸貢, 東滋夫: 空港コンクリート舗装の薄層付着オーバーレイに関する研究, 国土技術政策総合研究所 研究報告, 第30号, 2006.</p> <p>45) 松井邦人, 井上武美, 三瓶辰之: 舗装各層の弾性係数を表面たわみから推定する一手法, 土木学会論文集, 第420号, Vol.13, pp.107-114, 1990.</p> <p>46) 菊田征勇, MAINA James, 松井邦人, 董勤喜: 複数の時系列データを用いた舗装構造の動的逆解析, 土木学会論文集, No.760, Vol.63, pp.223-230, 2004.</p> <p>47) 小澤良明, 篠原裕貴, 松井邦人, 東滋夫: 波動理論を用いた逆解析による粘弾性多層体の構造評価, 土木学会論文集E編, Vol.64, No.4, pp.533-540, 2008.</p> <p>48) ICAO: Attachment A-5 Runway Surface Evenness, Annex 14 Volume I Aerodrome Design and Operation, 5th Edition, 2009.</p> <p>49) Federal Aviation Bureau: AC150/5380-9 Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, 2009.</p> <p>50) 河村直哉ほか: 空港舗装の既設アスファルト混合物に対するはく離抵抗性評価方法の適用検討, 土木学会論文集E1(舗装工学), Vol.72, No.3, 2016.</p> <p>51) 増田達, 坪川将丈, 河村直哉: 空港アスファルト舗装のわだち掘れ量算出手法に関する検討, 国土技術政策総合研究所資料, No.1002, 2018.</p> <p>52) 飯高裕之, 澤智之, 小滝康陽: 分解促進型タックコート工法の開発, 第31回日本道路会議一般論文集, 2015.</p> <p>53) 奥村尋己, 田上重夫, 間瀬隆司: 分解促進機構を利用した環境に優しいタックコートの開発, 第32回日本道路会議一般論文集, 2017.</p>	<p>66) 坪川将丈, 八谷好高, 水上純一: FWDによる空港舗装構造評価システムの開発, 土木学会舗装工学論文集, 第10巻, 2005.</p> <p>67) 坪川将丈, 水上純一: 熱赤外線画像による空港舗装の層間剥離検出法に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, 第12巻, 2007.</p> <p>68) 前川亮太, 蘇凱, 水上純一, 坪川将丈: 空港アスファルト舗装剥離の非破壊探査方法の提案, 港湾空港技術研究所, Vol.48, No.4, 2009.</p> <p>69) 虫明成生, 坪川将丈, 水上純一: 熱赤外線画像による層間剥離検出の適用性向上のための基礎検討, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.</p> <p>70) 高速道路総合技術研究所: 第1編土質関係試験方法, 2010.</p> <p>71) 高速道路総合技術研究所: 第2編アスファルト舗装関係試験方法, 2010.</p> <p>72) 八谷好高: 空港舗装の路面性状の実態, 港湾技研資料, No.634, p.40, 1988.</p> <p>73) 久保宏, 八谷好高, 長田雅人, 平尾利文, 浜昌志: 最近の空港アスファルト舗装の損傷と改良工法について, 土木学会舗装工学論文集, 第9巻, 2004.</p> <p>74) 小林雄二, 水上純一, 坪川将丈, 江崎徹: 空港アスファルト舗装の層間付着に関する実験的検討, 国土技術政策総合研究所資料, No.469, 2008.</p> <p>75) 八谷好高, 野田工: アスファルトコンクリートの層間付着におけるタックコートの効果, 港湾技研資料, No.827, 1996.</p> <p>76) 八谷好高, 梅野修一, 今井泰男, 中村健, 室園正徳: 空港アスファルト舗装の新しいタックコート材料の開発, 港湾技研資料, No.885, 1997.</p> <p>77) 瀧口高, 江口秀二, 茂崎慎治, 福岡知久: シックリフト工法の空港誘導路舗装への適用, 土木学会舗装工学論文集, 第10巻, 2005.</p> <p>78) 坪川将丈, 小林雄二, 水上純一: 空港アスファルト舗装施工時の舗装温度解析プログラムの開発, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.</p> <p>79) 八谷好高, 水上純一, 坪川将丈, 江崎徹, 野田悦郎, 中丸貢, 東滋夫: 空港コンクリート舗装の薄層付着オーバーレイに関する研究, 国土技術政策総合研究所, 研究報告, 第30号, 2006.</p> <p>80) 松井邦人, 井上武美, 三瓶辰之: 舗装各層の弾性係数を表面たわみから推定する一手法, 土木学会論文集, 第420号, Vol.13, pp.107-114, 1990.</p> <p>81) 菊田征勇, MAINA James, 松井邦人, 董勤喜: 複数の時系列データを用いた舗装構造の動的逆解析, 土木学会論文集, No.760, Vol.63, pp.223-230, 2004.</p> <p>82) 小澤良明, 篠原裕貴, 松井邦人, 東滋夫: 波動理論を用いた逆解析による粘弾性多層体の構造評価, 土木学会論文集E編, Vol.64, No.4, pp.533-540, 2008.</p> <p>83) ICAO: Attachment A-5 Runway Surface Evenness, Annex 14 Volume I Aerodrome Design and Operation, 5th Edition, 2009.</p> <p>84) Federal Aviation Bureau: AC150/5380-9 Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, 2009.</p> <p>85) 河村直哉ほか: 空港舗装の既設アスファルト混合物に対するはく離抵抗性評価方法の適用検討, 土木学会論文集E1(舗装工学), Vol.72, No.3, 2016.</p> <p>86) 増田達, 坪川将丈, 河村直哉: 空港アスファルト舗装のわだち掘れ量算出手法に関する検討, 国土技術政策総合研究所資料, No.1002, 2018.</p> <p>87) 飯高裕之, 澤智之, 小滝康陽: 分解促進型タックコート工法の開発, 第31回日本道路会議一般論文集, 2015.</p> <p>88) 奥村尋己, 田上重夫, 間瀬隆司: 分解促進機構を利用した環境に優しいタックコートの開発, 第32回日本道路会議一般論文集, 2017.</p>	<p>設計要領と重複。</p>