

第6章 道路舗装に関する設計基準

6.1 道路舗装について

6.1.1 道路舗装の機能

道路舗装の果たす機能としては、

路面に緻密な層を設けることにより、雨天時の路面の泥濘化や乾燥時の砂塵を防止し、快適性を保持すること。

路面の平坦性を良好にするとともに適度のすべり抵抗性を持たせることにより、車両通行時や歩行時の快適性や安全性を向上させること。

周辺の環境に適合した舗装材料を使用することにより、良好な道路景観や沿道環境を創出すること。

等があげられる。

さらに、道路舗装が有するこれらの機能を交通の用に供しながら相当期間にわたり維持していくためには、交通荷重および降雨や日照など自然条件の作用に対する耐久性を確保することが必要である。そのためには、舗装の基礎となる路床がこれらの荷重を十分支持できるよう、適切な構造の舗装を構築し、表層からの交通荷重を分散するとともに、温度変化や降雨などの自然環境の作用に耐えることができるように舗設する必要がある。

舗装の機能の分類について、図 6.1.1 に示す。

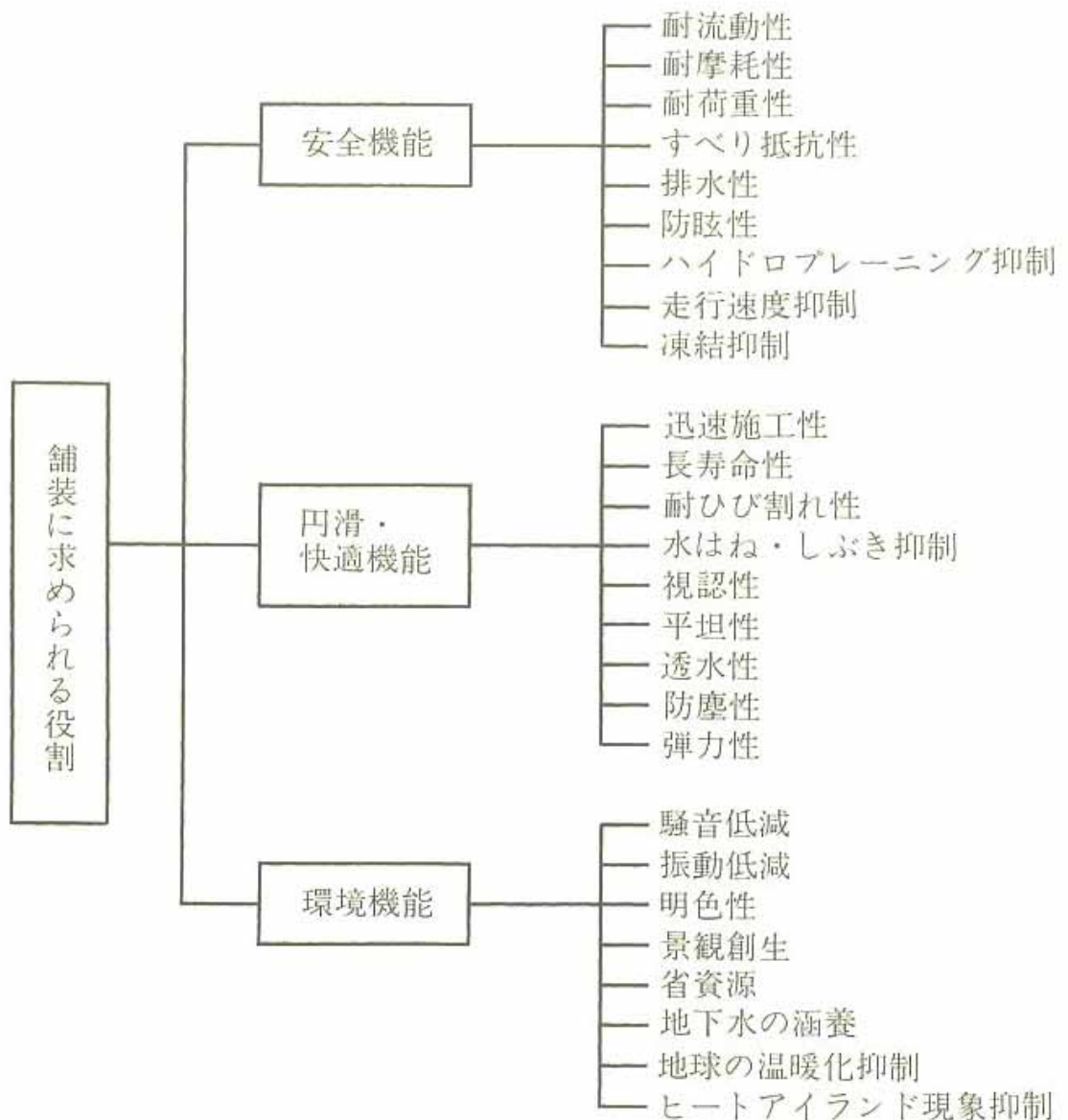


図 6.1.1 舗装機能の分類

出典：語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

6.1.2 道路舗装の種類

道路舗装を大別すると、アスファルト系の表層を持つ舗装(アスファルト舗装)とコンクリート版を表層に持つ舗装(セメントコンクリート舗装)とに分けられる。

このほか、両者の中間に位置するものとしてコンポジット舗装がある。これは、コンクリート版による基層あるいは路盤の上にアスファルト系の表層を舗設したもので、外見ではアスファルト系に、構造設計的にはコンクリート系の舗装として扱われる。

舗装のうち、アスファルト系の舗装の道路舗装に占める割合は、自動車の増大、石油産業の進展に伴って高くなり、日本においては昭和 30 年代以降 90%を超える比率となっている。また、自動車交通時代に合わせるように、道路舗装も新たな局面を迎え、従来の防塵、平坦

性、支持力確保等の要求品質だけでなく、高速道路の出現による安全性、快適性(乗心地)が追求され、道路の線形改良とともに舗装路面の高級化が要求されるようになった。

6.1.3 道路舗装の構成

アスファルト舗装とセメントコンクリート舗装の標準断面図を図 6.1.2 に示す。

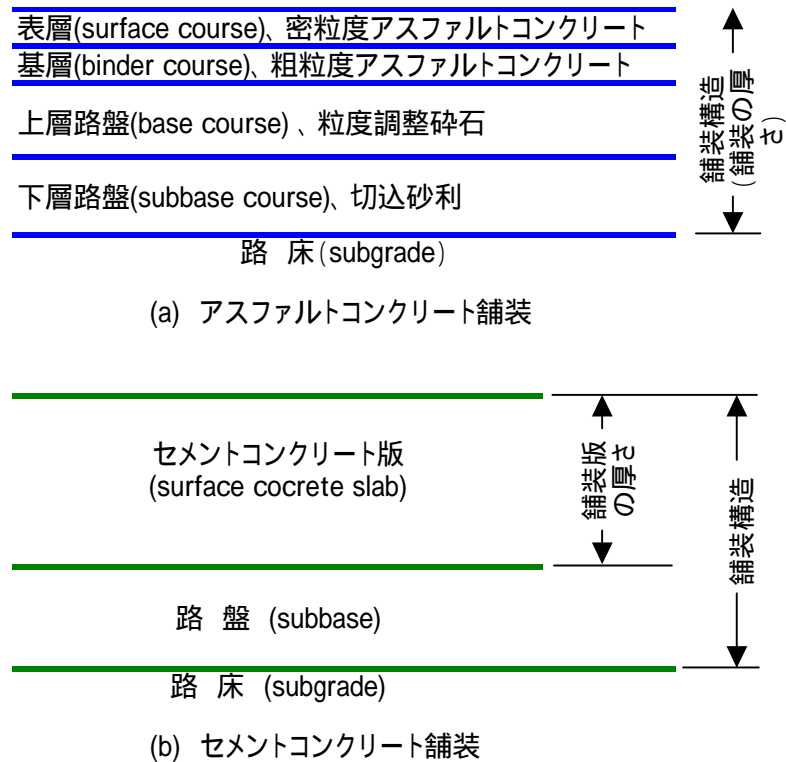


図 6.1.2 基本的な舗装構造

6.2 道路舗装設計について

6.2.1 道路舗装設計の考え方

道路舗装設計における最重要要素は、
交通荷重
交通量
路床の支持力
であり、舗装の設計は通常次のように行われる。

(1)アスファルト舗装

交通量と路床の支持力に応じ舗装厚を決める。
表層と基層および路盤の厚さの配分を決める。
設計期間は一般に 10 年。

(2)セメントコンクリート舗装

- 必要な路盤の支持力を得るために、路床の支持力に応じて路盤材料と厚さを決める。
- 交通量に応じてコンクリート版厚を決める。
- 目地間隔を決める。
- 目地部および縁部を鉄筋で補強する。
- 設計期間は一般に 20 年。

6.2.2 道路舗装設計基準(舗装要綱)の変遷

日本における舗装技術基準を統一してまとめた最初のものとしては、1950 年(昭和 25 年)に刊行された「アスファルト要綱」であった。

その内容は、アメリカのアスファルト協会(Asphalt Institute)が編集した 1947 年版ハンドブックを台本として、わが国における経験と固有の条件を加味して作成されたものである。

その後、官民の舗装技術者達の手によって激増する自動車交通量と道路利用者のニーズの変化に対応するため、新たな技術開発、諸外国の有用な経験や設計法が適宜取り入れられ、要綱類は順次改訂されてきた。

表 6.2.1 舗装要綱類の発刊、改訂履歴

年代	セメントコンクリート舗装要綱	アスファルト舗装要綱	簡易舗装要綱	道路街路線要綱	技術指類
1950(昭和25)		初版:昭和25年版			
1955(昭和30)	初版:昭和25年版				
1960(昭和35)	昭和39年版	昭和36年版	初版:昭和39年版		道路技術基準(昭和36年)(建設省道路局)
1965(昭和40)		昭和42年版		初版:昭和41年版	
1970(昭和45)	昭和47年版		昭和46年版		
1975(昭和50)		昭和50年版 昭和53年版	昭和50年版 昭和54年版	昭和53年版	アスファルト混合所便覧(昭和50年)
1980(昭和55)	昭和59年版				舗装材料再生利用技術指類(案)(昭和59年) 路上再生路盤工法技術指類(案)(昭和59年) 路上表層再生工法技術指類(案)(昭和62年)
1985(昭和60)		昭和63年版			舗装試験法便覧(昭和63年)
1990(平成2)		平成4年版			軽石コンクリート舗装技術指類(案)(平成2年) プラント再生舗装技術指類(平成4年)
1995(平成7)					舗装試験法便覧別冊(平成8年) 排水舗装技術指類(案)(平成8年) アスファルト混合所便覧(平成8年)

出典:語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

6.2.3 道路舗装設計方法の変遷

(1)路床の定義の変遷

路床の定義について、セメントコンクリート舗装については舗装要綱の初版(1955 年)から、アスファルト舗装については、舗装要綱の初版(1950 年)から、それぞれ今日に至るまでの変遷について表 6.2.2 に示す。

表 6.2.2 路床の定義の変遷

	1950(昭 25)	1960(昭 35)	1970(昭 45)	1980(昭 55)	1990(平 2)	2000(平 12)
セメントコンクリート舗装要綱		昭 30 年初版('55)	昭 39 年版('64)	昭 47 年版('72)	昭 59 年版('84)	
		特別な記述なし	(最も不良な土の層の CBR とする)	路床は舗装の下、約 1 m の土の部分と言う。		
人工的に処理しない自然状態の土の部分	その場所にある天然の土で、ある支持力を持ったもの	人工的に処理しない自然状態の土の部分	設計 CBR = 地点の CBR の平均 - 標準偏差			
置換、安定処理の評価法					路床構築の推奨	
昭 25 年初版('50)	昭 36 年版('61)	昭 42 年版('67)	昭 50 年	昭 53 年版('78)	昭 63 年	平成 4 年版('92)

出典：語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

(2)交通荷重の取扱い

交通荷重および交通量区分と、それぞれの時代における自動車保有台数を対比したものを図 6.2.3 に示す。

表 6.2.3 自動車保有台数の推移と交通量区分



出典：語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

(3)セメントコンクリート舗装の設計方法の変遷

セメントコンクリート舗装の設計方法の変遷を表 6.2.4 に示す。

表 6.2.4 セメントコンクリート舗装の設計方法の変遷

発行年	昭和 30 年	昭和 39 年	昭和 47 年	昭和 59 年
交通量の評価(区分)	荷重:交通調査に基づいて現在および将来の交通量および交通車両の重量の増加をも考え、設計荷重群を決める。	単価区間自動車交通量(台/日、全車線) 2,000 未満 2,000 ~ 7,500 7,500 以上	大型車交通量(台/日、方向) 250 未満 250 ~ 1,000 1,000 ~ 3,000 3,000 以上	大型車交通量(台/日、方向) 100 未満 100 ~ 250 250 ~ 1,000 1,000 ~ 3,000 3,000 以上
路床の定義	路床に関する飛び別な記述はない。	路床は舗装の厚さを決定する基礎となる土の部分で、ほぼ均一な厚さを 1m の層をいう。	路床は舗装の下約 1m の土の部分のいう。	同左
舗装の設計式	シーツの隅角公式	ビケットの隅角公式 シーツの隅角公式 縁部応力に着目した土研式	縁部応力に着目した土研式	同左
路盤の強度とコンクリート強度	荷重、路盤の支持力係数、舗装の耐用年数、コンクリートの強度を決める。	支持力係数 K_{30} が 15kgf/cm^3 程度で、設計曲げ強度 45kgf/cm^2 程度の場合、単位区間自動車交通量(台/日/2 車線) に対し、以下の版厚とする。	設計に用いる路盤の支持力係数 K_{30} は 20kgf/cm^3 を標準とする。路盤の厚さは 15cm 以上とする。コンクリートの設計曲げ強度: 45kgf/cm^2	路盤面の支持力を B、C、D 交通では $K = 20\text{kgf/cm}^3$ 、L、A 交通では $K = 15\text{kgf/cm}^3$ とする。コンクリートの設計曲げ強度: 45kgf/cm^2 、 40kgf/cm^2 (下表では () 内に厚さを示す)
コンクリート版厚	曲げ強度と安全率から設計式より算出	20cm 23cm 25cm	A 交通 25cm B 交通 25cm C 交通 25cm D 交通 30cm	L 交通 15(20)cm A 交通 20(25)cm B 交通 25cm C 交通 28cm D 交通 30cm
目地間隔	縦目地:3 ~ 4.5m 膨張目地:15 ~ 30m 収縮目地:4.0 ~ 6.0m	縦目地:車線幅に等しくとる。 膨張目地:60 ~ 120m(施工時期、温暖な場合) 30 ~ 60m(寒冷な場合) 横収縮目地:6 ~ 10mで、できるだけ大きな値、鉄網を使用しない場合は 5m 以下	縦目地:車線幅に等しく、5m 以上にしない。 膨張目地:80 ~ 240m(4 ~ 11 月施工) 40 ~ 80m(12 ~ 3 月施工) 横収縮目地:7.5m、8m、10m を標準	縦目地:同左 膨張目地:版厚 15.20cm のとき 60 ~ 120m(冬)、120 ~ 240m(夏)、版厚 25m 以上のとき 120 ~ 240m(冬)、240 ~ 480m(夏) 横収縮目地:版厚 25cm 未満で 8m、版厚 254cm 以上で 10m
目地構造	縦目地:タイバー有、無し 横目地:スリップバー有、無し	タイバー、スリップバー有	同左	同左
ダウエルバー(スリップバー)の大きさ	(19,22,25mm) × (40 ~ 60cm) チェア無	膨張目地:(22,25mm) × 60cm 収縮目地:(16,19mm) × 60cm	膨張目地: 28mm × 70cm 収縮目地: 25mm × 70cm	同左
ダイバーの大きさ	(13mm × (1 ~ 1.2m)) 丸鋼	13mm × 1m、 16mm × 1m	22mm × 1m	同左
鉄網	地盤のよくない箇所で使用することが望ましい 目的:ひび割れの開き防止 ひび割れ部の段違い防止	鉄網の使用を原則とする。 鉄網の鉄筋は 6 ~ 8mm の丸鋼または異形棒鋼で 3kg/m^2 を標準	鉄網の使用を原則とする。 鉄網量は 3kg/m^2 を標準とし、通常 6mm の丸鋼または異形棒鋼を使用	鉄網の使用を原則とする。 鉄網量は 3kg/m^2 を標準とし、通常 6mm の異形棒鋼を使用
縁部補強		縁部約 40cm の部分とは、鉄網の間隔を 1/2 とする	縦縁部に 13mm の異形棒鋼 3 本を鉄網に結束する。	同左

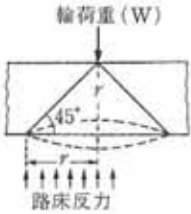
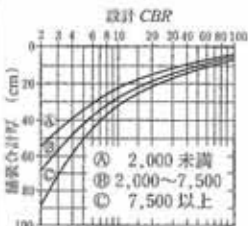
出典:語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

(4) アスファルト舗装の設計方法の変遷

アスファルト舗装の設計方法の変遷を表 6.2.5 に示す。

表 6.2.5 アスファルト舗装の設計方法の変遷

アスファルト舗装要綱

発行年	昭和 25 年版	昭和 36 年版	昭和 42 年版	昭和 50 年版	昭和 53 年版	昭和 63 年版	平成 4 年版	
交通量の評価 (区分)	輪荷重 (kgf) 街路, 一等道路 4,500 二, 三等道路 1,800	単位区間自動車交通量 (台/日, 全車線)	大型車交通量 (台/日, 方向) A 250 未満 B 250~1,000 C 1,000~3,000 D 3,000 以上	同左	大型車交通量 (台/日, 方向) L 100 未満 A 100~250 B 250~1,000 C 1,000~3,000 D 3,000 以上	同左	同左	
路床の評価	現場で起こり得る一番悪い条件のときの支持力を想定する。	設計 CBR は現場 CBR を測定して, それに基づいて決定する。	室内 CBR で評価 地点の CBR = 3 乗式 設計 CBR - σ	同左	同左	同左	同左	
舗装の設計式	 <p>輪荷重 (W)</p> <p>路床反力</p>	<p>CBR 法</p> 	<p>CBR-T_A法</p> $T_A = \frac{12.5 P^{0.44}}{CBR^{0.3}}$ $H = \frac{58.5 P^{0.4}}{CBR^{0.4}}$	同左	<p>同左</p> <p>ただし, 5t 換算輪数 N との関係に改めた。</p> $T_A = \frac{3.84 N^{0.14}}{CBR^{0.3}}$ $H = \frac{28.0 N^{0.1}}{CBR^{0.4}}$	同左	<p>T_A法, H の規定をはずした。</p> <p>理論設計法: 多層弾性理論を紹介している。</p>	
舗装厚の設計	<p>・荷重が 45° の円錐として分散されるとした式</p> $t = \sqrt{(W/\pi S)} - e$ <p>ここに,</p> <p>t: 舗装の厚さ (cm)</p> <p>W: 輪荷重 (kgf)</p> <p>e: タイヤ接触面の等値半径 (cm)</p> <p>πr^2: 荷重分布面の面積 (cm²)</p> <p>S: 路床反力強度 (kg/cm²)</p> <p>・支持力値から舗装厚を求めるグラフ</p> <p>・CBR から舗装厚を求めるグラフ</p>	<p>構造設計法には CBR 法を採用する。</p> <p>合計厚の設計: 路床土の設計 CBR から図を用いて決定する。</p> <p>路盤材料の修正 CBR から各部の厚さを設計曲線により決定する。</p>	<p>設計 CBR と交通量の区分により目標とする T_A を下回らないよう, また目標とする合計厚より 1/5 以上減少したものにないように舗装各層の厚さを決定する。</p> <p>設計 CBR の区分: 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 8, 10 以上</p>	同左	同左	<p>設計 CBR の区分: 2, 3, 4, 6, 8, 12, 20 以上</p>	同左	<p>舗装の構造設計には T_A法による場合と, T_A法によらない場合がある。</p>
表・基層の厚さ		表層は 5 cm を標準とする	表層 + 基層の最小厚さ A 交通 5 cm B 交通 10 (5) cm C 交通 15 (10) cm D 交通 20 (15) cm ()内は上層路に盤漚青安定処理を用いる場合	同左	表層 + 基層の最小厚さ L 交通 5 cm A 交通 5 cm B 交通 10 (5) cm C 交通 15 (10) cm D 交通 20 (15) cm ()内は上層路に盤漚青安定処理を用いる場合	同左	同左	

出典: 語り継ぐ舗装技術 (鹿島出版会)

(5)その他

平成 13 年 4 月の「道路構造令」の改正により、「環境負荷の少ない舗装の導入及び舗装の構造基準の性能規定化」が明文化された。これに関する具体的な内容は以下のとおり。

道路交通騒音の低減、集中豪雨時における都市型水害の発生抑制等に資する「透水性」舗装を都市部の道路に導入する。

舗装材料の進展を踏まえ、舗装材の種類による仕様規定を改め、材質を問わず所用の性能を満たせばよいこととする性能規定とする。

6.3 その他の道路舗装

6.3.1 橋面舗装

橋面舗装は車両を快適に走行させる目的と同時に、橋梁の床版をより寿命長く保護することを目的とする。また、橋梁の死荷重を軽減させるために薄く施工することが多く、一般舗装よりも過酷な品質を要求される。

橋面舗装としては、コンクリート床版、鋼床版ともに加熱アスファルト混合物、グースアスファルトによる舗装が一般に用いられることが多い。舗装厚は床版面上 6～8cm が一般的であるが、床版面と舗装を接着させるための接着層、防水効果を高めるための防水層を設けることもある。

橋面舗装は一般に床版の不陸を考慮して 2 層施工するのが一般的である。表層には密粒度アスファルトコンクリート、密粒度ギャップアスファルトコンクリートを用い、レベリング層(平均厚さ 3～5cm)には、粗粒度アスファルトコンクリートや密粒度アスファルトコンクリートなどを用いる。

加熱アスファルト混合物による橋面舗装の例を図 6.3.1 に示す。



図 6.3.1 加熱アスファルト混合物による橋面舗装の例

6.3.2 排水性舗装

排水性舗装は透水性のアスファルト混合物を車道表層に適用した機能性舗装のひとつで、降雨時の水はね防止、すべり抵抗性の維持、視認性の向上による走行安全性の確保、さらに交通騒音の低減を併せ持つ舗装である。歩道舗装などに用いられる透水性舗装と表層部

の機能は似ているが、排水性舗装では舗装体としての耐久性を得るため、表層の下に不透水層を設けて、雨水を路側に排水する構造としている。

図 6.3.2 に排水性舗装の舗装構成を示す。

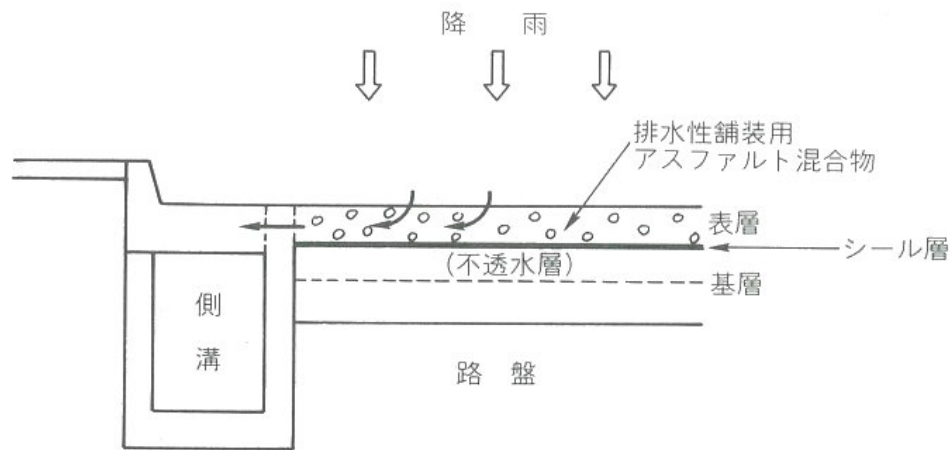


図 6.3.2 排水性舗装の舗装構成(横断面図)

6.3.3 歩道舗装

歩道の舗装は、昭和 42 年版のアスファルト舗装要綱に初めて記載された。

舗装材料として 30cm 角のコンクリート平板などが多く使用されていたが、アスファルト舗装が増加してきたことに対応し、歩道部でのアスファルト舗装の構造が示された。

歩道や自転車道は車道部に比較して載荷重が著しく軽いため、車道のような構造設計は行わない。路床の支持力をほぼ CBR3%程度と想定し、表層材料の施工性や均一性を保持するための路盤厚や材料を定めている。構造は、一般に路床上に砂を 4~10cm 程度敷きならした後、切込み砕石または切込み砂利を 6~10cm 程度置き、その上加熱アスファルト混合物で厚さ 3~4cm の表層としている。

歩道の舗装は施行幅が狭いため一般に人力施工になるので、十分な平坦性がとれるように表層厚を 3~4cm とした。ブロック舗装についても同様である。

昭和 50 年版には自転車道が追加された。路盤は敷き砂を砕石に置き換え、砕石 10cm の 1 層施工と変更した。

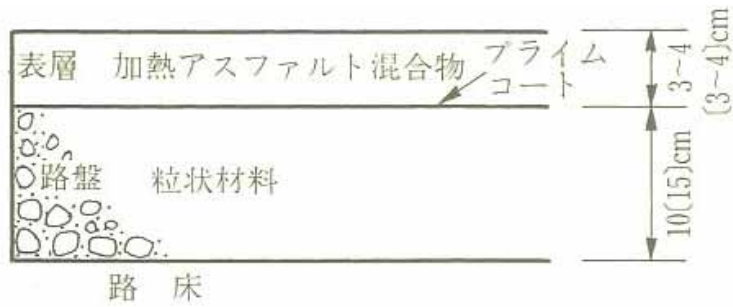
昭和 53 年版では、歩道と自転車道が分離された。歩道の対象を一般の道路だけでなく、橋梁の歩道部や歩道橋にも広げ、コンクリート舗装、コンクリート平板舗装、鋪石舗装や樹脂系材料を用いる例が示された。ここで透水性舗装が初めて登場している。

この頃より、歩道の持つべき機能としての美観、すべり抵抗性が加えられた。

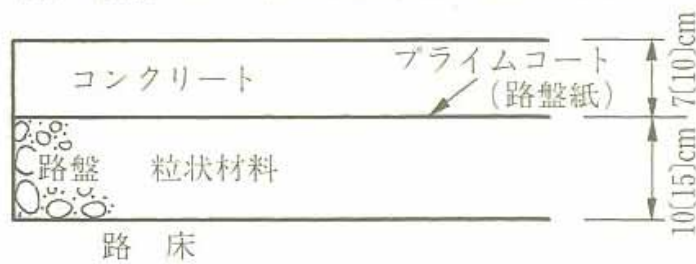
昭和 63 年版では、その対象を歩道、自転車歩行車専用道路、歩行者専用道路、公園内の道路および広場などに広げ、歩行者系道路舗装として体系的に整理されている。その適用に応じて一般部と橋梁部に分け、それぞれの構造設計、舗装構成などが示された。表層材料は舗装構造および使用材料の違いにより分類し、目的に合わせて選定できるようにしている。

平成 4 年版で、「安全で快適な歩行性」が強調され、適度な弾力性、すべり抵抗性および路面の排水性の重要性が示され、舗装材料のすべり抵抗性に関して BPN(British Portable skid resistance Number:英国のポータブルスキッドレジスタンステスターによって測定した路面のすべり抵抗値)で 40 以上(湿潤状態)が望ましいという目標値が初めて提示された。

図 6.3.3 に歩道舗装の構成を、図 6.3.4 に透水性舗装の構成をそれぞれ示す。



(a) 加熱アスファルト混合物による舗装構成



(b) コンクリートによる舗装構成



(c) 透水性舗装用加熱アスファルト混合物による舗装構成

図 6.3.3 歩道舗装の構成

(())内は管理用車両の乗入れを許容する場合の値)

出典: 語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

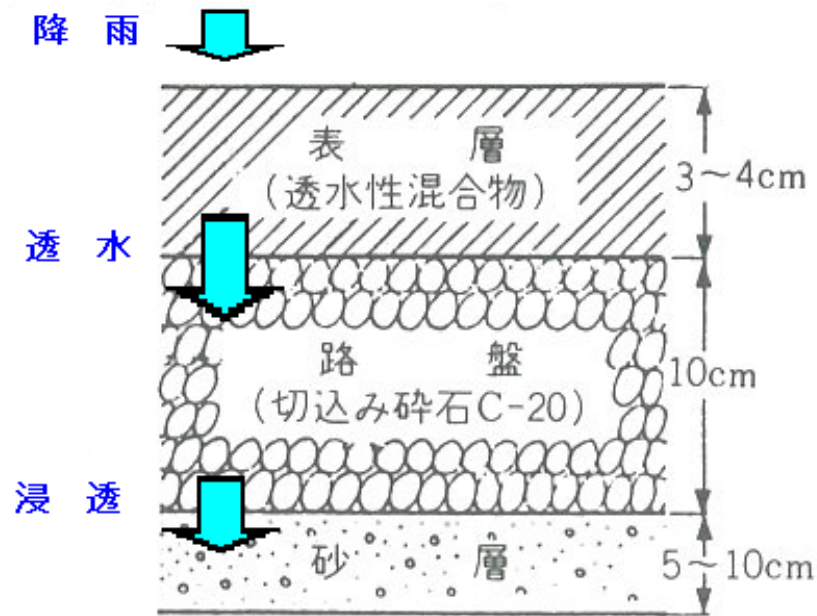


図 6.3.4 透水性舗装の構成

6.3.4 簡易舗装

(1) 概要

表 6.3.1 に簡易舗装の道路延長の推移を示す。これを見ると、簡易舗装は市町村道の占める割合が圧倒的に多く、幹線道路の道路舗装が最優先であった昭和 40 年代を除いて、そのシェア拡大し続け、現在は 9 割を占めている。

また、日本における道路舗装延長の 68%が簡易舗装であることから、これらが舗装率向上に寄与するところが極めて大きなものとなっている。

簡易舗装要綱は 1964(昭和 39)年に初版が刊行され、その後 1971(昭和 46)年、1975(昭和 50)年、1979(昭和 54)年に改訂されている。

簡易舗装の適用に当たっては、設計上では次の条件を満たすことが必要とされる。

自動車交通が少なく、かつ重車両が少ないこと。

路面は両側の最高水位より 30cm 高く、排水条件が良好であること。

特に、人家連担区間にあつては側溝が整備されていること。

表 6.3.1 簡易舗装の道路種別延長の推移

	一般国道	都道府県道	市町村道	計
年	km	km	km	km
1960(昭 35)	379 (4)	3,741 (38)	5,782 (58)	9,902 (100)
1965(昭 40)	426 (2)	3,244 (14)	18,986 (84)	22,656 (100)
1970(昭 45)	2,374 (3)	16,894 (24)	52,402 (73)	71,670 (100)
1975(昭 50)	4,784 (2)	42,567 (21)	152,367 (76)	199,718 (100)
1980(昭 55)	4,905 (1)	55,103 (17)	270,489 (82)	330,497 (100)
1985(昭 60)	6,222 (1)	58,457 (13)	374,231 (85)	438,910 (100)
1990(平 2)	5,154 (1)	57,806 (11)	462,559 (88)	525,519 (100)
1995(平 7)	6,315 (1)	52,854 (9)	512,190 (90)	571,359 (100)
1998(平 10)	km	km	km	km
簡易舗装(A)	5,769 (1)	51,044 (9)	535,171 (90)	591,984 (100)
全舗装(B)	52,982 (6)	120,704 (14)	693,765 (80)	867,451 (100)
(A)/(B)	11%	42%	77%	68%

注) 道路統計年報による。()内は構成比%

出典: 語り継ぐ舗装技術(鹿島出版会)

(2) 舗装構造

簡易舗装は表層と路盤から構成され、在来砂利層は一般に下層路盤に含まれる。表層は厚さ 3～4cm で、積雪地域でタイヤチェーンによる摩耗が懸念されるときは表層を厚くする場合がある。

昭和 39 年版では表層厚は 3～4cm を原則としたが、昭和 46 年版の改訂で路盤を瀝青安定処理するときは表層厚を 2.5cm とすることができるとし、さらに交通量の少ない路線では、将来、表層を設けることを前提に上層路盤が瀝青処理の場合は表面処理を施して交通開放できるとした。

また、簡易舗装は大型車交通量が少ない路線に適用するため、設計にあたっては交通量区分は設けず、路床の設計 CBR に基づいて舗装厚を決定した。交通量は 1,000 台/日・両方向を想定している。

6.3.5 その他の舗装

(1) 連続鉄筋コンクリート舗装(Continuously Reinforced Concrete Pavement)

連続鉄筋コンクリート舗装は、連続した縦方向鉄筋を用いて、コンクリート版の横目地(施工目地は除く)をすべて省略し、目地による振動や騒音の軽減あるいは平坦性の改善による走行性の向上等の目的で用いられる舗装である。このひび割れを縦方向鉄筋により分布させ、個々のひび割れ幅を狭く保とうとするものである。

版厚は一般に 20~25cm で鉄筋の設置位置はコンクリート版表面から版厚の 1/3 程度とする。

(2) プレストレストコンクリート舗装(Prestressed Concrete Pavement)

プレストレストコンクリート舗装は、コンクリート版にあらかじめプレストレスを導入することによって、版厚(通常 15cm 程度)を増さずに構造的に強い版とするものである。この舗装はたわみ性があるため、軟弱な路床の区間やトンネルからの湧水により、路盤の支持力低下が懸念されるような区間、また、海外では空港舗装に用いられている場合もある。

(3) 鋼繊維補強コンクリート舗装

鋼繊維補強コンクリート舗装は、長さ 30mm、断面積 0.5mm²程度の鋼繊維を容量比で 1~2%程度コンクリートに均一に混入して、曲げ強度やひび割れ抵抗性を高めたコンクリート舗装である。

(4) 転圧コンクリート舗装(Roller Compacted Concrete Pavement)

転圧コンクリート舗装は、通常の舗装用コンクリートから単位水量を減らしたゼロスランプの硬練りコンクリートを用いた舗装である。

この転圧コンクリートの特徴は、セメントおよび水野の使用量が少なくて済むため、硬化乾燥収縮が小さく、目地間隔の拡大あるいは省略が可能である。混合物の取扱いが容易で、アスファルト混合物用の施工機械(アスファルトフィニッシャー、タイヤローラー等)が準用できる。骨材の噛み合わせが良いため、初期耐荷力があって、早期交通開放が可能である。