

滑走路端安全区域（RESA）対策に関する指針

平成 29 年 3 月

国土交通省航空局

はじめに

「滑走路端安全区域（RESA：runway end safety areas）」は、航空機がオーバーランまたはアンダーシュートを起こした場合に、人命の安全を図り、航空機の損傷を軽減させるため、着陸帯の両端に設けられる施設である。

我が国の空港の多くは、旧基準の長さ及び幅で RESA を整備してきたが、平成 22 年の ICAO USOAP（国際民間航空機関 安全監視監査プログラム）の勧告により、全ての空港において、ICAO の基準に準拠することが求められた。このため、平成 25 年に ICAO の基準に合わせて国内基準を改定し、対策を実施するための条件が整った空港から、順次、用地確保に向けた整備を進めているところである。

一方、海域や山岳等、制約のある地形に設置された空港においては、用地確保が容易でない場合も想定されるため、用地確保に代わる代替策も含め、各々の空港に適した対策を適切に選定するための基本的な考え方をとりまとめる必要性が生じた。

このため、平成 28 年 12 月に「滑走路端安全区域（RESA）対策の選定に関する技術検討会」を設置し、空港の設置管理者が RESA 対策を検討するにあたり、考慮すべき事項や検討の手順、留意事項等について、「滑走路端安全区域（RESA）対策に関する指針」としてとりまとめたものである。

空港は、規模や役割、就航状況、地形、地域社会の状況やニーズ、気象条件等について、空港ごとに異なることから、空港の設置管理者が RESA 対策を検討するにあたっては、本指針の基本的な考え方を踏まえるとともに、航空会社等の空港利用者の意向に配慮し、安全確保を第一とした上で、柔軟に運用を行うことが必要である。

なお、本指針は現時点の知見に基づくものであり、他国の取組状況や技術開発等の進展により、新たに安全性が担保されるとみなされる対策については、本指針の改定を行う必要がある。その際には、航空機の性能向上等、他分野における技術改善や、小型航空機の安全対策に係る検討状況等を収集・分析し、それらの関係部署とも連携して取り組むことが重要である。

本指針が、空港の設置管理者に有効に活用され、適切かつ速やかに RESA 対策が措置されることにより、空港のさらなる安全性向上に寄与することを期待する。

平成 29 年 3 月

滑走路端安全区域（RESA）対策の選定に関する技術検討会

委員名簿

座長 鈴木 真二 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授

委員 岩波 光保 東京工業大学環境・社会理工学院 教授

委員 関 憲博 定期航空協会事務局 部長

委員 谷川 勇二 国土技術政策総合研究所 空港研究部長

委員 根本 裕一 公益社団法人日本航空機操縦士協会 専務理事

委員 羽原 敬二 関西大学政策創造学部 教授

委員 本田 清貴 定期航空協会 専門委員

委員 安田 晃久 定期航空協会 専門委員

関係機関 航空局航空ネットワーク部航空ネットワーク企画課

関係機関 航空局航空ネットワーク部空港施設課

関係機関 航空局安全部安全企画課

関係機関 航空局安全部空港安全・保安対策課

関係機関 航空局交通管制部交通管制企画課

関係機関 東京航空局空港部

関係機関 大阪航空局空港部

(五十音順 敬称略)

滑走路端安全区域（RESA）対策に関する指針

目次

第1章 総則	
1. 1 目的	1
1. 2 本指針の位置づけ・適用範囲	2
1. 3 本指針の使い方	4
1. 4 用語の定義	5
1. 5 対策選定の基本方針	6
1. 6 対策選定の基本手順	7
第2章 RESA 対策の概要	
2. 1 用地拡張	9
2. 2 滑走路の移設	10
2. 3 アレスティングシステムの導入	12
2. 4 滑走路長の変更	15
第3章 用地拡張及び滑走路の移設に係る検討（STEP-1）	
3. 1 対策案の抽出・整理	18
3. 2 考慮すべき事項の抽出・整理	20
3. 3 考慮すべき事項に係る評価	23
3. 4 総合評価	25
第4章 アレスティングシステムの導入に係る検討（STEP-2）	
4. 1 考慮すべき事項の抽出・整理	29
4. 2 総合評価	33
第5章 滑走路長の変更による対策に係る検討（STEP-3）	
5. 1 考慮すべき事項の抽出・整理	35
5. 2 総合評価	38
第6章 その他	
6. 1 当面の安全措置	40
6. 2 将来的な対応	42

資料編

参考資料 1. オーバーラン・アンダーシュート事故分析

参考資料 2. モデルケースによる対策案の選定例

第1章 総則

1. 1 目的

本指針は、滑走路端安全区域（以下、「RESA」(runway end safety areas) という。）の長さ及び幅が基準を満たしていない滑走路を有する空港（以下、「基準を満たしていない空港」という。）のうち、地形特性等から用地確保が容易でないことが想定される空港について、基準を満たすための対策を適切に選定するための考え方を示すことを目的としている。

【解説】

(1) 背景

RESA は、航空機が離着陸する際に滑走路終端を越えて逸脱する「オーバーラン」、または航空機が着陸する際に滑走路進入端よりも手前に接地する「アンダーシュート」を起こした場合に、人命の安全を図り、航空機の損傷を軽減させるため、着陸帯の両端に設けられる区域である。

RESA は、空港機能の確保に必要な土木施設であり、航空法施行規則第 79 条の解説書である「空港土木施設の設置基準解説」（以下、「基準解説」という。）において、施設が具備すべき位置、形状および強度等を示している。

わが国の空港の多くは、旧基準の長さ及び幅で RESA が整備されてきたが、平成 22 年の ICAO USOAP（国際民間航空機関 安全監視監査プログラム）の勧告により、全ての空港において、ICAO の第 14 付属書に準拠することが求められた。このため、平成 25 年に ICAO の基準に合わせて基準を改定し、全ての空港に同基準を遡及適用することとした。

既存の滑走路において、RESA の長さ及び幅が基準を満たしていない場合は、「滑走路端安全区域 (RESA) に関するガイドライン」に基づき、現状の評価（事故発生時の被害程度の把握および事故につながる要因の有無）を実施し、対策を実施するための条件が整った空港から、順次、用地確保に向けた整備を進めているところである。

(2) 本指針の目的

RESA の長さ及び幅が、基準を満たしていない空港のうち、地形特性等から、RESA 用地を確保することが容易でない空港が想定されるため、本指針は、基準を満たすための適切な対策を選定する際の考え方や検討手順を示すことにより、空港の設置管理者が適切な RESA 対策を実行できるようにすることを目的としている。

1. 2 本指針の位置づけ・適用範囲

本指針は、民間航空機の運航が行われる会社管理空港、国管理空港、地方管理空港、その他の空港及び共用空港において、RESA の基準を満たしていない空港のうち、用地確保が容易でないことが想定される空港に適用することができる。

なお、本指針は、基準解説で確保が義務づけられている RESA の範囲を用地または性能として確保する対策について示したものであり、当該範囲以上の RESA 用地を確保することが可能な空港は、可能な限り、より広範な用地の確保に努める必要がある。

【解説】

(1) 本指針の位置付け

本指針は、空港の設置管理者が、地形特性等から用地確保が容易でないことが想定される空港において、RESA の基準を満たすための対策（以下、「RESA 対策」という。）を適切に選定するための検討手法について、技術的な観点から、基本的な考え方や検討手順、留意事項をとりまとめたものである。実線枠囲み内に基本的な考え方を記述するとともに、枠囲み外にその内容についての解説を加えている。本指針の位置付けを図 1. 1 に示す。

(2) 本指針の適用範囲

本指針は、民間航空機の運航が行われる会社管理空港、国管理空港、地方管理空港、その他の空港*及び共用空港において、RESA の基準を満たしていない空港のうち、用地確保が容易でないことが想定される空港に適用することができる。

具体的には、RESA の延長線上の空港用地外で基準に相当する範囲が、水域（海域・河口域等）や急落地形等の用地的制約により、用地拡張に係る事業が大規模になる場合や、自然環境や社会環境により、関係者との調整が長期間に及ぶ場合等のうち、用地確保が容易でないことが想定される場合を想定している。

なお、共用空港については、実施にあたり、防衛省と協議する必要がある。

※空港法第 2 条に規定する空港のうち、拠点空港、地方管理空港及び公共用ヘリポートを除く空港

(3) RESA 対策の基本的な考え方

RESA 対策の検討にあたっては、当該空港における運航状況や役割、将来展開等を含めた空港全体のあり方を踏まえた上で、滑走路長の変更による対策を含め RESA 用地の確保が容易と判断される空港については、その対策を講ずることとする。RESA 用地の確保が容易でないことが想定される空港については、空港の有する能力を低下させずに、オーバーラン及びアンダーシュートの両方に対応する対策を講ずることを基本とし、本指針に基づき検討するものとする。

なお、本指針は、基準解説で確保が義務づけられている RESA の範囲を用地または性能として確保する対策について示したものであり、当該範囲以上の RESA 用地を確保することが可能な空港は、可能な限り、より広範な用地の確保に努める必要がある。RESA 用地として推奨される範囲は、基準解説に示している。

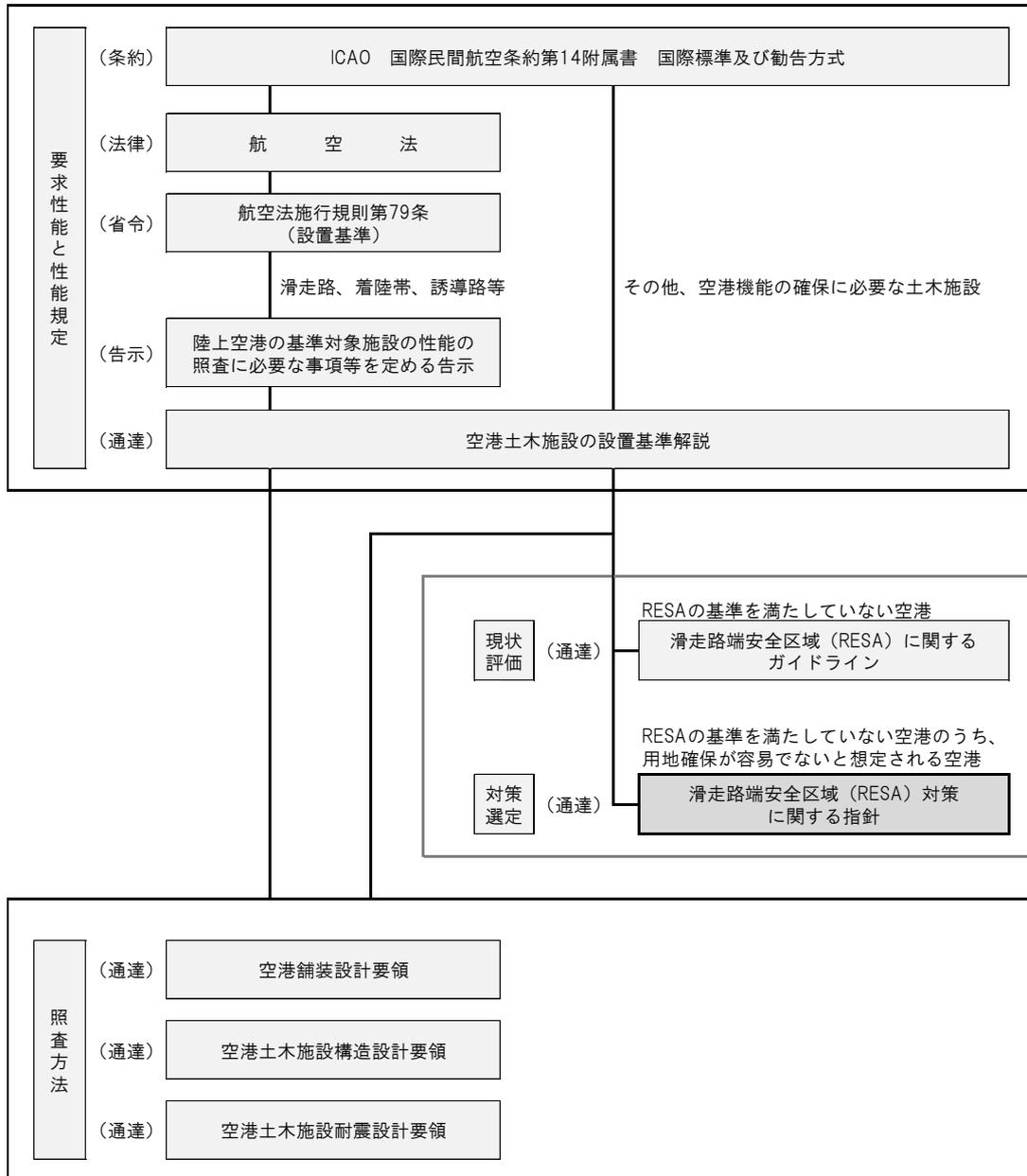


図 1. 1 本指針の位置づけ

1. 3 本指針の使い方

本指針を用いた実際の検討にあたっては、各空港の置かれた地域特性等を踏まえ、柔軟に運用を行うものとする。

【解説】

空港の規模や役割、就航状況、空港用地外における障害物や地形、地域社会の状況、地元・利用者のニーズ、気象条件等は、空港によって多種多様であるため、RESA 対策にあたり考慮すべき事項もまた多様である。

したがって、具体の検討の進め方や手法等の詳細な運用については、画一的に運用するのではなく、本指針の基本的な考え方を踏まえた上で、空港の状況に応じて柔軟に運用を行うことが必要である。

検討にあたっては、必要に応じて、関係者との協議、調整及び合意形成を図るための場を設ける等により、円滑かつ適切な対策の実現に資するものとすることが望ましい。

1. 4 用語の定義

本指針において用いられている用語の定義は、以下のとおりである。

- **滑走路端安全区域 (RESA)**

航空機がオーバーランまたはアンダーシュートを起こした場合に航空機の損傷を軽減させるため、着陸帯の両端に設けられる施設をいう。長さ及び幅に係る規定は基準解説による。

- **RESA の最小範囲**

確保が義務づけられた RESA の最小範囲をいう。長さ及び幅に係る規定は基準解説による。

- **ローカライザー (LOC) ・ LOC 用地**

ローカライザーとは、電波により最終進入中の航空機に滑走路の中心を示す装置であり、LOC 用地とはローカライザーを設置する際の敷地造成基準範囲をいう。

- **グライドスロープ (GS)**

電波により最終進入中の航空機に適切な進入角を示す装置をいう。

- **オーバーラン**

航空機が離着陸する際に、滑走路終端を超えて逸脱することをいう。

- **アンダーシュート**

航空機が着陸する際に、滑走路進入端よりも手前に接地することをいう。

- **アレスティングシステム**

滑走路を逸脱する航空機を減速させるため、滑走路終端を超えた部分に設置される施設をいう。

- **制限表面**

航空法 第 2 条 第 8～10 項における、進入表面、水平表面及び転移表面、同法第 56 条 第 2～4 項における延長進入表面、円錐表面及び外側水平表面を総じていう。

- **移設進入端方式 (Displaced Threshold)**

航空機の着陸にあたり、滑走路進入端を滑走路中央寄りに移設することをいう。

1. 5 対策選定の基本方針

RESA 対策の検討にあたっては、当該空港における運航状況や役割、将来展開等を含めた空港全体のあり方を踏まえた上で、RESA 用地の確保が容易でないことが想定される空港については、空港の有する能力を低下させずに、オーバーラン及びアンダーシュートの両方に対応する対策を講ずることを基本とし、「用地拡張」及び「滑走路の移設」を優先的に検討するものとする。

「用地拡張」及び「滑走路の移設」のいずれの対策も実現困難であると判断された場合、「アレスティングシステムの導入」について検討するものとする。

また、「用地拡張」、「滑走路の移設」、「アレスティングシステムの導入」のいずれの対策も実現困難であると判断された場合、「滑走路長の変更」について検討するものとする。

【解説】

(1) RESA 対策の概要

RESA 対策としては、下記の対策が考えられる。詳細は第2章に示す。

ア 用地拡張

対象とする RESA を空港用地の外側へ拡張することにより、RESA 用地を確保する対策である。

イ 滑走路の移設

対象とする RESA の反対側へ滑走路を移設することにより、RESA 用地を確保する対策である。

ウ アレスティングシステムの導入

滑走路を逸脱する航空機を減速させるシステムを設置する対策である。

なお、アレスティングシステムは、RESA の基準を満たす代替措置として認められるものであるが、オーバーランには対応するものの、アンダーシュートには対応しない。アンダーシュートに対する検討については、第4章4. 1 (1)を参照。

エ 滑走路長の変更

滑走路を短縮または短縮運用することにより、RESA 用地を確保するものである。

(2) 優先的に検討すべき対策

RESA 対策は、航空機の離着陸時において発生する可能性のあるオーバーランやアンダーシュートに対して、航空機の損傷軽減等の安全性を向上させるための対策であり、当該空港における運航状況や役割、将来展開等を含めた空港全体のあり方を踏まえた上で、滑走路長の変更による対策を含め RESA 用地の確保が容易と判断される空港については、その対策を講ずることとする。RESA 用地の確保が容易でないことが想定される空港については、滑走路長の短縮等により空港の有する能力を低下させずに、オーバーラン及びアンダーシュートの両方に対応する対策を講ずることが基本である。

このため、検討にあたっては、RESA 用地を物理的に確保する対策である (1) アまたはイについて優先的に検討し、どちらかの対策を進めることを基本とする。

(3) (2) が困難であると判断された場合の対策

(2) で示す優先的に検討すべき対策の実現が困難であると判断された場合は、(1) ウについて検討するものとする。

アレスティングシステムは、RESA の代替措置として認められる対策であるが、RESA 用地がオーバーランとアンダーシュートの両方に対応するものであるのに対し、アレスティングシステムは、オーバーランには対応するが、アンダーシュートには対応していない。また、約 20 年毎に更新が必要とされ、維持管理や更新に多大なランニングコストがかかるおそれがある等の課題がある。このため、(2) で示す対策の実現が困難と判断された場合や整備に長期間を要する場合等に限り、導入することが望ましい。

(1) ア、イ、ウのいずれの対策も実現困難であると判断された場合は、エについて検討するものとするが、滑走路長の変更は、就航できる機材や運航重量に制約を及ぼす可能性があり、空港の運用やあり方に大きく関わる対策であることから、RESA 対策としてのみ議論するのではなく、空港の利用や将来展開等を含めた空港全体の議論の中で検討することが望ましい。

1. 6 対策選定の基本手順

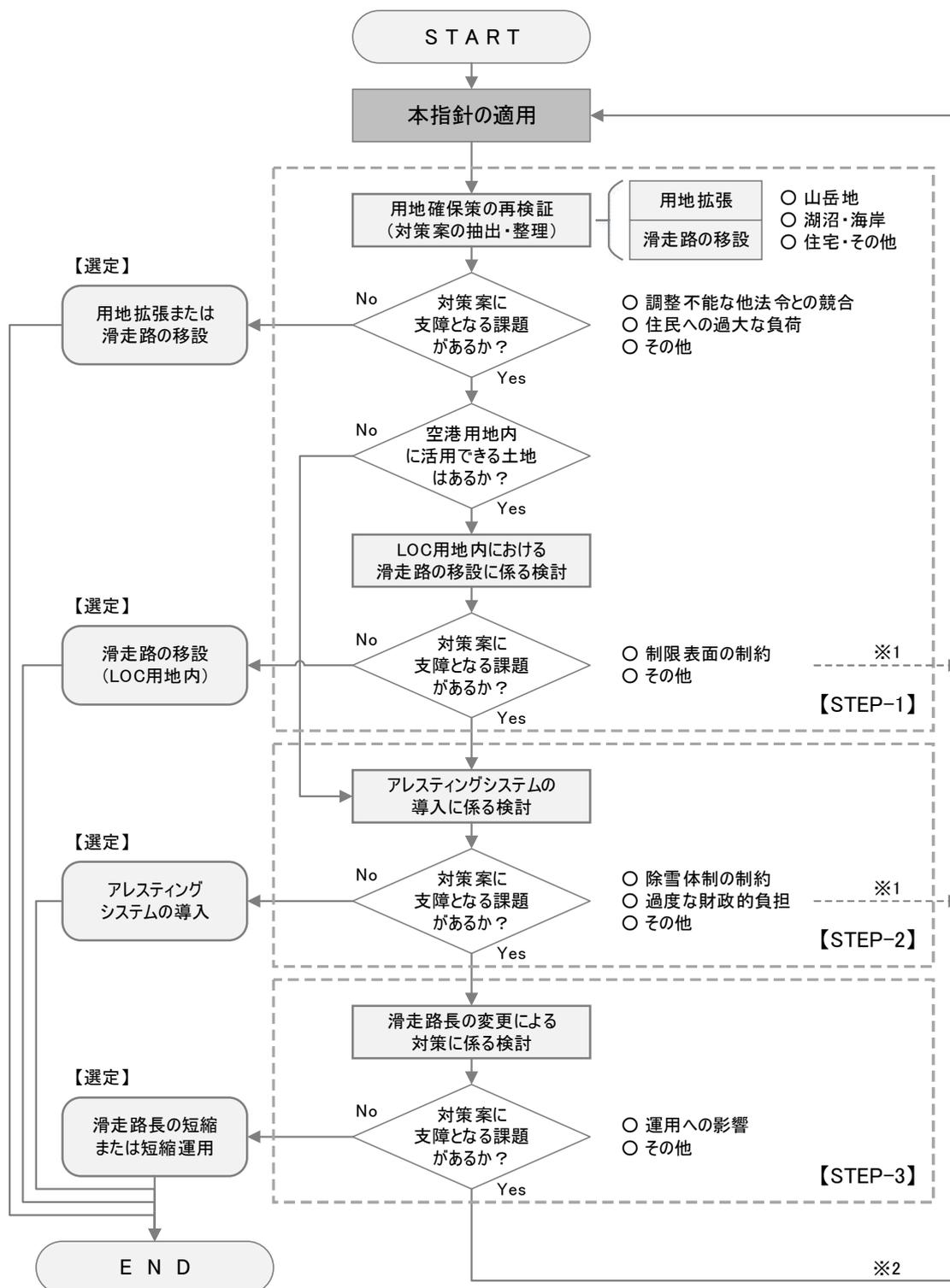
RESA 対策は、優先的に検討すべき対策から、段階的に検討する。

【解説】

RESA 対策は、1. 5 (2) 及び (3) に示した基本的な考え方に従い、段階的に検討する。検討手順は、図 1. 2 のとおりである。なお、空港の置かれた状況等に応じ、柔軟に検討を行うものとする。

また、空港機能の向上のための施設整備等が現在進行中で計画されている場合においては、図 1. 2 のみによらず、整備に係る全体計画の中で RESA 対策を検討することが望ましい。

RESA対策の検討にあたっては、当該空港における運航状況や役割、将来展開等を含めた空港全体のあり方を踏まえた上で、滑走路長の変更による対策を含めRESA用地の確保が容易と判断される空港については、その対策を講ずることとする。
RESA用地の確保が容易でないことが想定される空港については、空港の有する能力を低下させずに、オーバーラン及びアンダーシュートの両方に対応する対策を講ずることを基本とし、下記フローに基づき検討するものとする。



※1 各段階の検討を進める中で、前の検討段階に戻る必要があると判断される場合は、適宜、【STEP-1】から再検討する。

※2 運航制限等による当面の安全措置を講ずるとともに、関係者との合意形成等について継続的な調整を図ることとし、周辺環境の変化等により支障となる課題が解決できた場合には【STEP-1】から再検討する。

図 1. 2 対策選定の全体フロー

第2章 RESA 対策の概要

2. 1 用地拡張

「用地拡張」は、対象とする RESA を空港用地の外側へ拡張することにより、RESA 用地を確保する対策である。

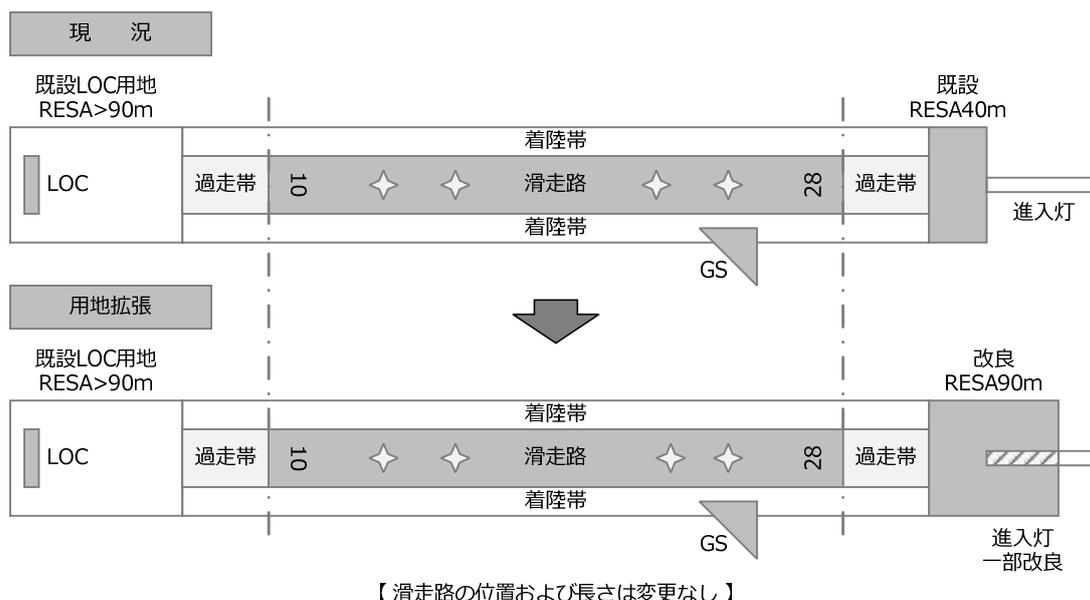
【解説】

(1) 特徴

「用地拡張」は、滑走路の位置及び長さを変更せずに、RESA の長さ及び幅を確保するものであることから、空港の有する能力を低下させずに、オーバーラン及びアンダーシュートの両方に対し、安全性が確保される。

(2) 概要図

「用地拡張」により RESA の最小範囲を確保する場合の概要図を図 2. 1 に示す。



※ 概要図に示す改良 RESA の形状はイメージであり、RESA の最小範囲は基準解説を参照すること。

図 2. 1 用地拡張による対策

2. 2 滑走路の移設

「滑走路の移設」は、対象とする RESA の反対側へ滑走路を移設することにより、RESA 用地を確保する対策である。

【解説】

(1) 特徴

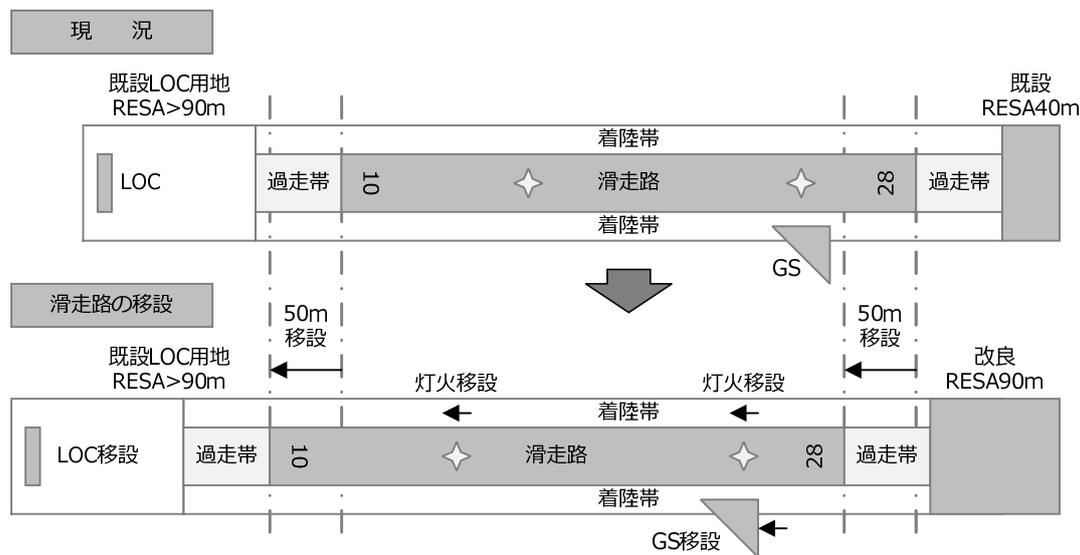
「滑走路の移設」は、滑走路の長さを変更せずに、RESA の長さ及び幅を確保するものであることから、空港の有する能力を低下させずに、オーバーラン及びアンダーシュートの両方に対し、安全性が確保される。

ただし、滑走路の移設に伴い、着陸帯及び制限表面の変更等に係る告示手続きが必要となるとともに、航空灯火や無線施設（LOC、GS 及び関連する制限区域用地等）及び標識等の移設が生じる。告示手続きについては、航空法第 43 条第 2 項による。また、空港の範囲や進入表面の変更が生じるため、航空法第 39 条第 2 項に基づく公聴会を開く必要がある。

(2) 概要図

「滑走路の移設」により RESA の最小範囲を確保する場合の概要図を図 2. 2 に示す。

なお、図 2. 2 では滑走路の移設量を最小となる 50m としているが、航空灯火の配置間隔（30m 間隔）を勘案し、移設量を 60m とすることにより移設対象の航空灯火の数量を軽減できる場合がある。



【滑走路長は変更なし】

図 2. 2 滑走路の移設による対策

(3) LOC 用地の活用

対象とする RESA の反対側が LOC 用地として確保されている場合、LOC 用地を短縮することにより、空港用地内において滑走路を移設し、RESA 用地を確保することが可能な場合がある。(図 2. 3 参照)

その場合の条件としては、LOC 空中線が新たに設定される進入表面に抵触しないことや、LOC 空中線の見通しが確保できることが必要となる。

ただし、LOC 用地の短縮は、反対側の RESA 用地を短縮するものであり、当該 RESA の機能が低下することから、新たな用地確保が困難な場合に限り導入できるものとし、滑走路使用比率や進入方式等を考慮し、慎重に検討することが望ましい。

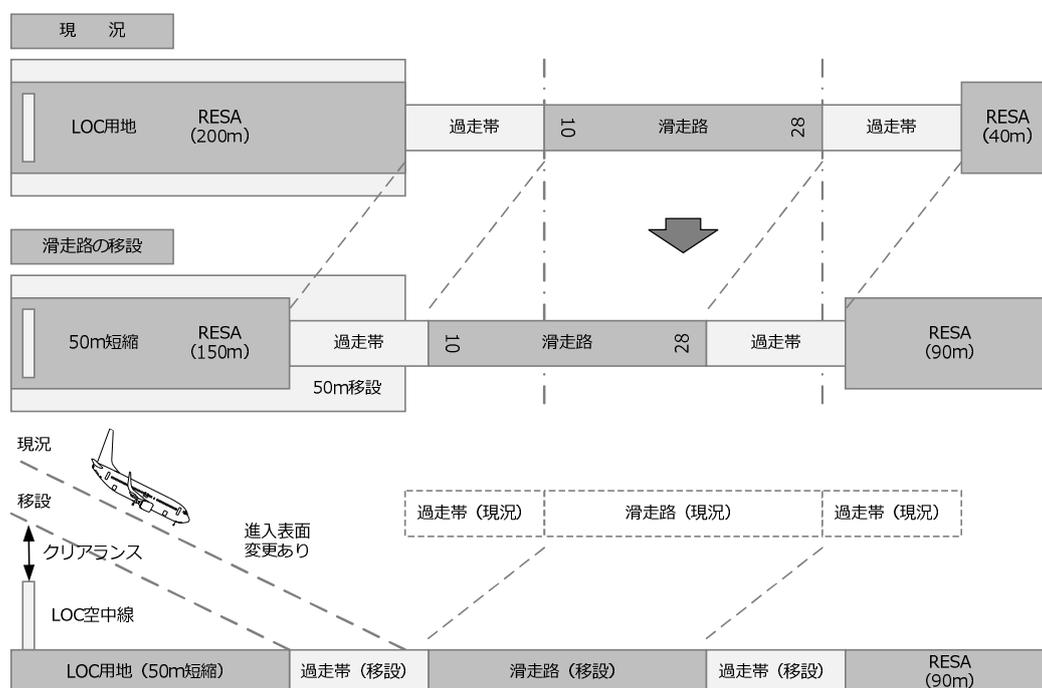


図 2. 3 滑走路の移設 (LOC 用地の短縮) による対策

2. 3 アレスティングシステムの導入

「アレスティングシステムの導入」は、オーバーランする航空機を減速させるシステムを設置する対策である。

【解説】

(1) 特徴

「アレスティングシステムの導入」は、滑走路の長さを変更しないことから、空港の有する能力を低下させずに、安全性を確保するものであるが、航空機のオーバーランには対応するが、アンダーシュートには対応していない。アンダーシュートに対応するためには、滑走路進入端以遠に一定範囲の物理的な用地を必要とするためである。

(2) 概要図

現状の RESA 用地内（着陸帯から 40m の範囲）にアレスティングシステムを設置する場合の概要図を図 2. 4 に示す。

なお、アレスティングシステムに係る要求性能等については、基準解説及び「空港土木施設構造設計要領」に示している。

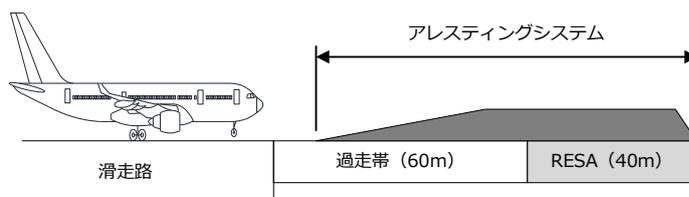


図 2. 4 アレスティングシステムの導入による対策の例

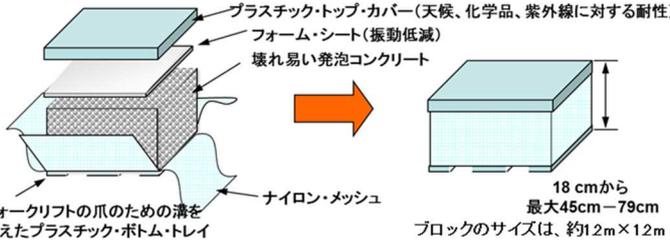
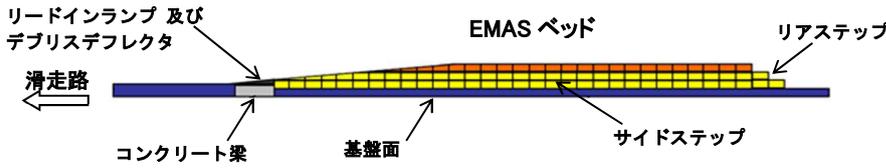
〔 参考 〕 アレスティングシステムの概要

- 滑走路端安全区域 (RESA) の代替措置として使用できるアレスティングシステムの例としては、以下の 2 種類の EMAS※1 (Engineered Materials Arresting Systems) がある。
- 米国連邦航空局 (FAA) によるアレスティングシステムの基準及び設計指針は、AC 第 150/5220-22B 「航空機のオーバーランに対応する為の航空機拘束システム (Engineered Materials Arresting Systems - EMAS) ※2 に示されている。

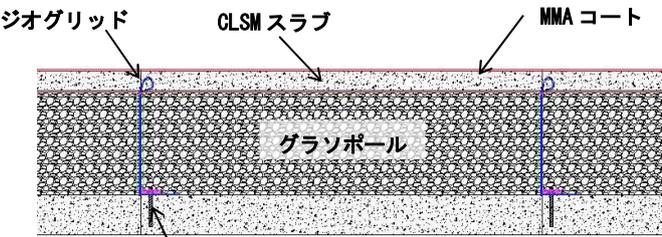
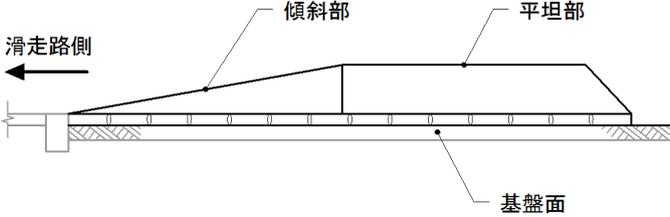
※1 オーバーラン時の航空機重量がかかった場合に、想定どおり破砕されるような指定された強度を持つ高エネルギー吸収材料を用いたアレスティングシステム

※2 www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5220_22b.pdf

(1) EMAS MAX

開発者	ZODIAC AEROSPACE 社
概要	<p>発泡コンクリートからなる立方体のブロックで構成され、ジェット・ブラスト及び天候に対する耐性をもつカバーで覆った後、基盤面 (舗装) の上に設置する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 全景 (ボストン・ローガン空港 22R) 発泡コンクリートブロック </p>
構造	<p style="text-align: center;">EMAS MAX™ ブロックの形態</p> <div style="text-align: center;">  <p>プラスチック・トップ・カバー (天候、化学品、紫外線に対する耐性) フォーム・シート (振動低減) 壊れ易い発泡コンクリート ナイロン・メッシュ フォークリフトの爪のための溝を備えたプラスチック・ボトム・トレイ</p> <p>18 cm から 最大 45cm - 79cm ブロックのサイズは、約 1.2m x 1.2m</p> </div> <p style="text-align: center;">縦断面図</p> <div style="text-align: center;">  <p>リードインランプ 及び デブリスデフレクタ 滑走路 コンクリート梁 基盤面 EMAS ベッド サイドステップ リアステップ</p> </div>

(2) greenEMAS

開発者	RUNWAY SAFE 社
概要	<p>基盤面（舗装）の上に発泡ガラス材（グラスボール）を敷均し、繊維で強化した調整低強度材（CLSM）で被覆する。また、ジェット・ブラストによる巻き上げ対策として、ジオグリッドで固定する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <p>発泡ガラス材</p> <p>敷均し状況</p> </div>
構造	<div style="text-align: center;">  <p>ジオグリッドはアンカーで固定</p> <p>greenEMAS 断面図</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>greenEMAS 側面図</p> </div>

2. 4 滑走路長の変更

「滑走路長の変更」は、滑走路長を短縮または短縮運用することにより、RESA 用地を確保するものである。

「滑走路長の変更」には、告示の滑走路長を短縮する「滑走路の短縮」と、運用で滑走路長を短縮する「滑走路の短縮運用（公示距離の変更）」がある。

【解説】

(1) 特徴

「滑走路長の変更」による対策は、利用できる滑走路長を短縮するため、就航機材や運航重量に制約を及ぼす場合があることから、空港の有する能力を低下させるものである。一方、RESA の長さ及び幅を確保することから、オーバーラン、アンダーシュートの両方に対応するものである。

「滑走路長の変更」には、告示の滑走路長を短縮する「滑走路の短縮」と、運用で滑走路長を短縮する「滑走路の短縮運用（公示距離の変更）」がある。

1) 滑走路長の短縮

告示上における実際の滑走路長を短縮する対策である。

滑走路の短縮に伴い、航空灯火、無線施設（GS 等）、標識等の移設が生じる。着陸帯及び制限表面の変更等に係る告示手続きが必要となる。告示手続きについては、航空法第 43 条第 2 項による。また、空港の範囲や進入表面の変更が生じるため、航空法第 39 条第 2 項に基づく公聴会を開く必要がある。

2) 滑走路長の短縮運用（公示距離の変更）

運用上で滑走路長を短縮するものであり、滑走路の公示距離を短縮する対策である。

滑走路の短縮運用に伴い、航空灯火、無線施設（GS 等）、標識等の移設が生じる。なお、滑走路の短縮運用は公示距離の変更であるため、着陸帯及び制限表面の変更が発生しない。

公示距離を変更する場合の記載例を表 2. 1 に示す。

(2) 概要図

滑走路長の短縮により、RESA の最小範囲を確保する場合の概要図を図 2. 5 及び図 2. 6 に示す。

なお、図 2. 5 及び図 2. 6 では滑走路の移設量を最小となる 50m としているが、航空灯火の配置間隔（30m 間隔）を勘案し、移設量を 60m とすることにより移設対象の航空灯火の数量を軽減できる場合がある。

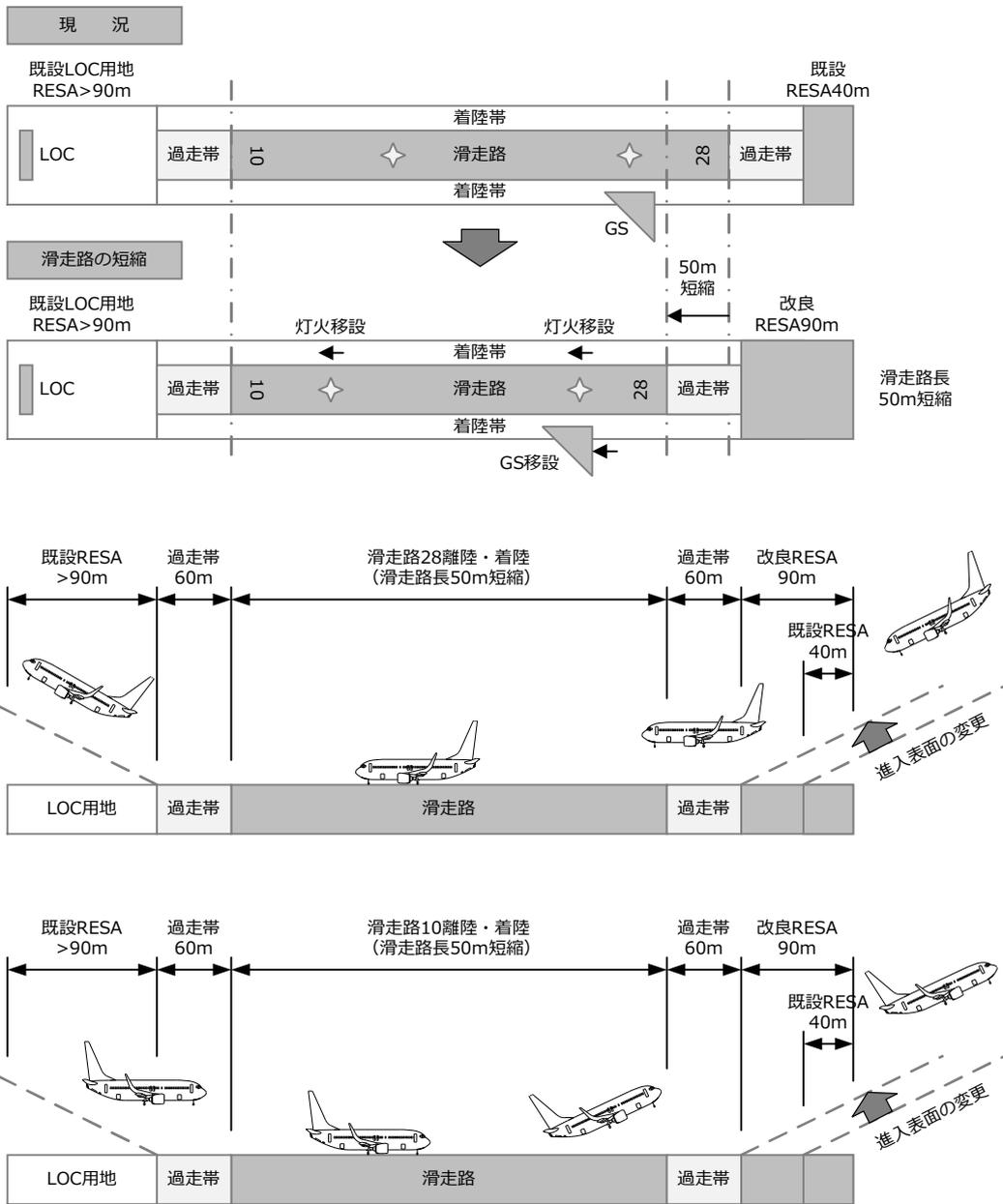


図2.5 滑走路長の変更による対策（滑走路の短縮）

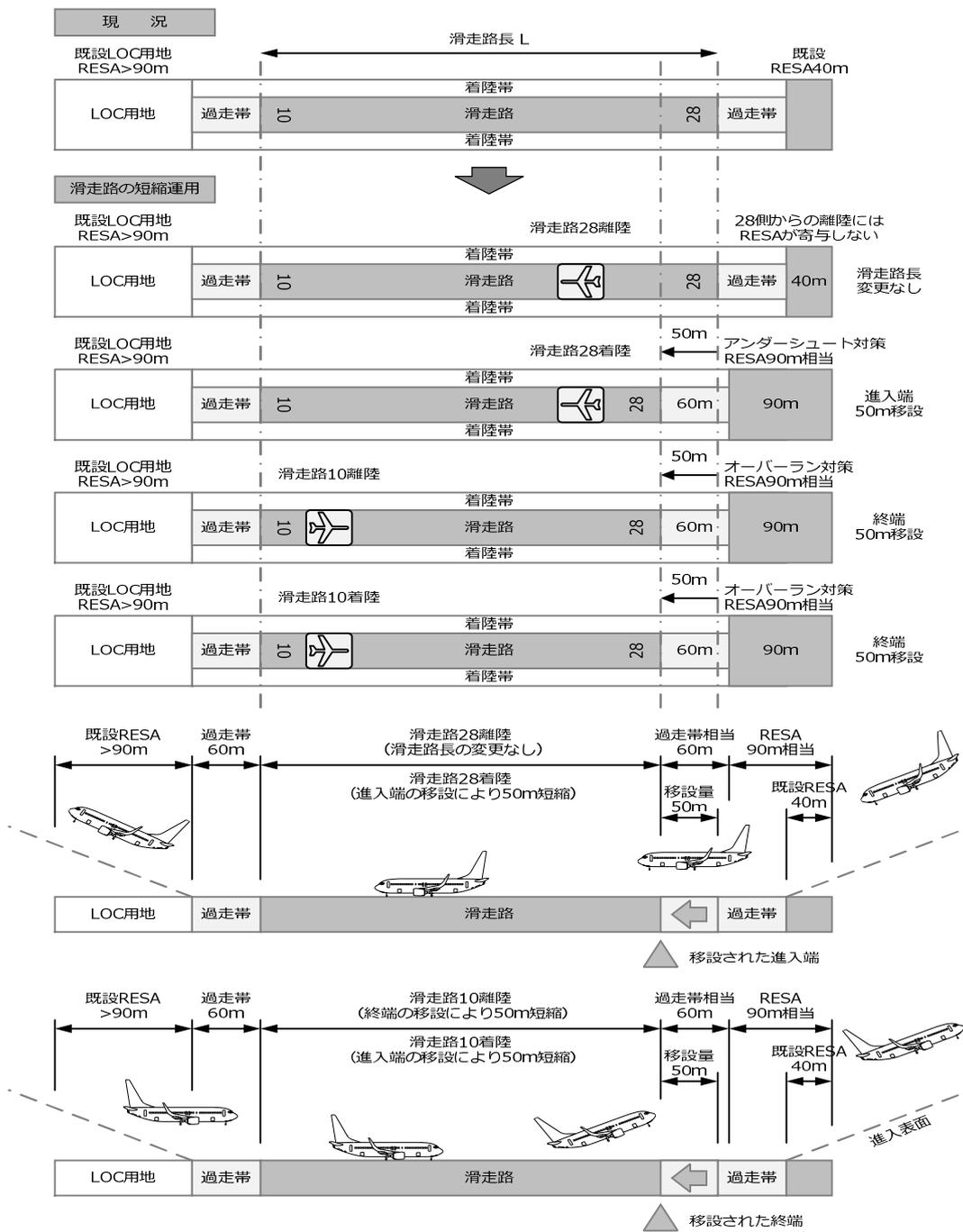


図 2. 6 滑走路長の変更による対策（滑走路の短縮運用）

表 2. 1 公示距離の変更例（滑走路の短縮運用）

RWY Designator	TORA	TODA	ASDA	LDA
10	L-50	L-50	L-50	L-50
28	L	L	L	L-50

※ 図 2. 6 の運用（滑走路長 L(m)から 50m を短縮運用）する場合の公示距離の変更例。
 10 側からの離着陸は 50m の短縮運用、28 側からの離着陸は着陸時のみ 50m の短縮運用。

- ・ TORA : 有効離陸滑走距離 (take-off run available)
- ・ TODA : 有効離陸距離 (take-off distance available)
- ・ ASDA : 有効加速停止距離 (accelerate-stop distance available)
- ・ LDA : 有効着陸距離 (landing distance available)

第3章 用地拡張及び滑走路の移設に係る検討（STEP-1）

3.1 対策案の抽出・整理

「用地拡張」及び「滑走路の移設」について検討するにあたり、地形条件等に応じた工法による「対策案」を抽出・整理する。

【解説】

「用地拡張」及び「滑走路の移設」の検討にあたっては、地形条件等を踏まえて、複数の対策案（工法）を抽出・整理することが望ましい。

例えば、山岳空港の場合は、用地造成が一般的であるが、擁壁や補強土壁、人工地盤等を用いることも考えられる。海上空港の場合は、埋め立てや栈橋等が考えられる。（図3.1及び表3.1を参照）

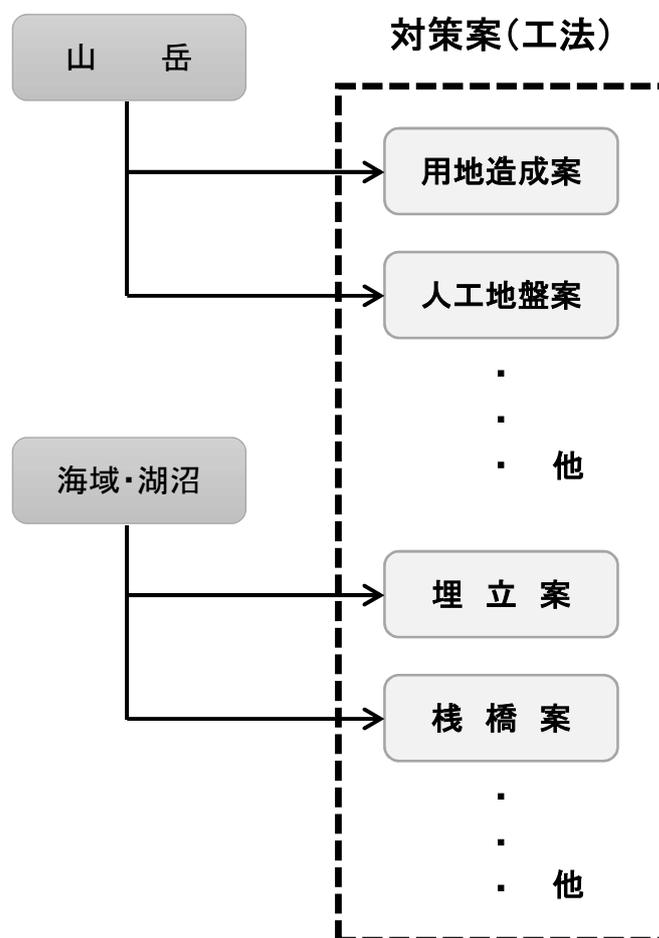


図3.1 地形条件と対策案の関係

表 3. 1 対策案の例

	用地造成	人工地盤
工法概要	土砂等を用いて、切土や盛土で整地することにより、新たな用地を得る手段である。擁壁等による土留めを用いる場合もある。	鋼材や鉄筋コンクリート等により人工の地盤を構築し、新たな用地を得る手段である。
図		
	埋立案	栈橋案
工法概要	海や湖沼等において、護岸で周囲を囲み、土砂等で埋め立てることにより、新たな用地を得る手段である。	現地盤に杭を打ち込むことにより基礎構造とし、その上部に人工の地盤を構築し、新たな用地を造成する手段である。
図		

3. 2 考慮すべき事項の抽出・整理

対策案の検討にあたっては、運用への影響、自然環境及び社会環境への影響、安全性の観点から、整備を行う上で支障または制約となる事象を「考慮すべき事項」として抽出・整理する。

【解説】

(1) 考慮すべき事項について

対策案の検討にあたっては、対策を講ずることによる航空機の運用や空港機能への影響、拡張予定地が有する自然環境及び社会環境への影響、工事中の空港施設や周辺環境への影響等について検討し、整備を行う上で支障または制約となる事象を抽出・整理する。

1) 運用への影響（「滑走路の移設」の場合）

滑走路の移設においては、移設する側（対象とする RESA の反対側）の進入表面について、障害物件とのクリアランスが減少することに留意する必要がある。また、飛行方式についても変更が生じることから、最低気象条件や飛行経路等について運航効率の低下に係る確認が必要である。

さらに、滑走路の移設に伴い、航空灯火及び無線施設の移設が発生することから、工事期間中の消灯及び停波による空港運用への影響を最小限とする工夫が必要である。

- (例)・ 制限表面の変更による障害物件とのクリアランス確保
 - ・ 飛行方式の変更による運航効率（最低気象条件等）の低下
 - ・ 灯火施設、無線施設等の移設工事中の運航制限
 - ・ 無線施設の移設により必要となる制限区域用地の確保 等

2) 自然環境、社会環境への影響（「用地拡張」および「滑走路の移設」の場合）

用地拡張および用地拡張を伴う滑走路の移設においては、整備に制約がある可能性があるため、下記の例を参考に影響等を確認する必要がある。

- (例)・ 国立公園特別保護地域、史跡、埋蔵文化財、寺社仏閣、墓地等
 - ・ 天然記念物、貴重種（重要種）等の生息域
 - ・ 土地利用計画、用途地域指定等の法定または公的計画、他の事業計画等
 - ・ 道路、鉄道、航路等（建築限界、船舶マスト等の高さ制限を含む）
 - ・ 関係法令（河川法、海岸法、道路法、港湾法、航空法、公有水面埋立法等）
 - ・ 農業、林業及び漁業等への各種補償
 - ・ 周辺施設への建築限界、騒音等の影響 等

3) 安全性への影響（「LOC 用地短縮による滑走路の移設」の場合）

既設 RESA（LOC 用地）の短縮するにあたっては、当該 RESA の機能が低下することとなり、滑走路使用比率や進入方式等によっては、空港全体に係る安全性に影響がある場合があることに留意する必要がある。

（例）・ 既設 RESA（LOC 用地）を短縮するにあたっての安全性への影響 等

（2）考慮すべき事項の重要度について

「考慮すべき事項」が運用、自然環境及び社会環境、安全性に与える影響の大きさを考慮し、「考慮すべき事項」の重要度を検討することが望ましい。

例えば、恒久的かつ重大な運航制限が生じる事項や、生態系や文化財等に著しい影響を与える場合等は、重要度を高く設定する必要がある。一方、工事期間内に限定した運航制限や環境影響等については、重要度を低く設定することが適切である。

考慮すべき事項の重要度に係る具体的な例を表 3. 2 に示す。

表3. 2 考慮すべき事項（用地拡張、滑走路の移設の例）

(ア 用地拡張 イ 滑走路の移設)

	分類		重要度	考慮すべき事項	対策	措置
1	運用への影響	航空機への影響	高	制限表面の変更による障害物件等への影響及び飛行方式への影響	イ	既存物件、建築限界及び船舶の高さ等と進入表面とのクリアランスを確保する。また、飛行方式の検証及び再設定等。
2		空港機能への影響	低	灯火施設、無線施設等の移設に伴う運用への影響	イ	灯火施設や無線施設の移設に伴う消灯・停波期間やフライトチェック期間等の影響を確認する。
3	自然環境への影響		中 ※1	貴重種等の生態系への影響	ア ※2	関係法令、基準等の要件を満たすとともに、自然環境に対する適切な措置を講じ、影響を回避・低減する。また、関係機関との合意形成を図る。
4			中	景観・親水空間等への影響	ア ※2	開発行為に対する適切な措置を講じ、影響を回避・低減する。また、関係機関との合意形成を図る。
5	社会環境への影響		中	他のインフラ施設（港湾、道路、鉄道等）への影響	ア イ	関係法令、基準等の要件を満たすとともに、社会環境に対する適切な措置を講じ、影響を回避・低減する。また、関係機関との合意形成を図る。
6			中	用地買収や既存施設の移転に伴う、農業や漁業等への影響	ア イ	関係者との合意形成を図る。
7			中	周辺施設への建築限界や騒音等の影響	ア イ	関係者との合意形成を図る。
8	安全性		高	空港用地における安全性	イ ※3	LOC 用地を短縮する場合は、滑走路使用比率や進入方式等を踏まえ、空港全体の安全性への影響について確認し、関係者と協議・調整を行う。

※1：特に貴重な環境が存在する場合等においては、重要度を「高」とすることが考えられる。

※2：イ（滑走路の移設）において用地拡張を伴う場合の「考慮すべき事項」については、ア（用地拡張）に準じる。

※3：LOC 用地を短縮する場合においては、当該 RESA の短縮による安全性への影響を考慮することが望ましい。

3. 3 「考慮すべき事項」に係る評価

3. 2で整理した「考慮すべき事項」について、影響を回避・低減するための措置を検討し、実現性について評価する。

評価にあたっては、「考慮すべき事項」が運用、自然環境及び社会環境、安全性に与える影響の大きさ等を考慮し、適切に評価する。

【解説】

「考慮すべき事項」について、影響を回避・低減するための措置を検討し、実現性を評価する。

評価にあたっては、影響を回避・低減するための措置の実現性と、「考慮すべき事項」が運用、自然環境及び社会環境、安全性に与える影響の大きさの両方を考慮した上で、対策の影響度合いを評価することが望ましい。

例えば、「考慮すべき事項」に対する措置の実現性として、課題解決の可能性について一次評価を行った後に、「考慮すべき事項」が運用、自然環境及び社会環境、安全性に与える影響の大きさ（3. 2（2）に示す「重要度」）を加味し二次評価することにより、課題解決が一部不十分であった場合の運用、自然環境及び社会環境、安全性に与える影響の度合いを詳細に評価することができる。

1) 一次評価：措置の実現性

「考慮すべき事項」に対する影響を回避・低減するための措置等について、その実現性を以下の記号（○、△、×）により一次評価する。

[「考慮すべき事項」の評価の例]

- 特段の問題がなく、実現性に問題なし
- △ 一部解決できない課題がある等、早期の実現性に影響する可能性がある。
(例) 対策の実施が長期化する。
関係者との調整が容易ではない。
- × 課題を十分に解決できない

2) 二次評価：措置の実現性について「重要度」を考慮した評価

一次評価の結果と、「考慮すべき事項」が運用、自然環境及び社会環境、安全性に与える影響の大きさ等（3. 2 (2) に示す「重要度」とを組み合わせ、影響の度合いを表3. 3に示す記号（A、B、C、D）により二次評価する。

これにより、一次評価で“△”と評価された項目が、その「重要度」に応じて、AからCまでの三段階でその影響度合いを詳細に評価できる。（表3. 3及び図3. 2参照）

なお、評価について、記号による評価がしにくい場合は、評価結果を文章により表現することも考えられる。

表3. 3 考慮すべき事項の重要度を踏まえた実現性の評価（例）

考慮すべき事項		重要度を加味した評価結果	
重要度	一次評価	二次評価	意味
表3. 2	上記1)	上記2)	
高	○	A	特段問題ない
	△	C	実施にあたり、重大な問題がある
	×	D	実施できない
中	○	A	特段問題ない
	△	B	実施にあたり、多少問題がある
	×	D	実施できない
低	○	A	特段問題ない
	△	A	特段問題ない
	×	D	実施できない

一次評価	○	△	×
重要度：高	A	C	D
重要度：中	A	B	D
重要度：低	A	A	D

一次評価の結果に「重要度」を組み合わせ、二次評価を行う。

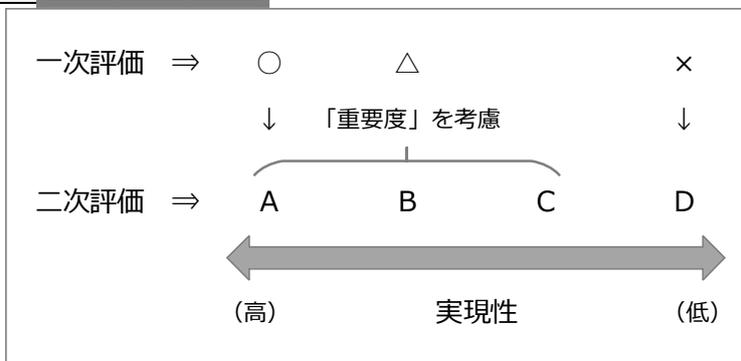


図3. 2 一次評価と二次評価の関係

3. 4 総合評価

対策の選定にあたっては、運用への影響、自然環境及び社会環境への影響、安全性に対する評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、優位な対策案を選定する。

【解説】

総合評価においては、3. 2～3. 3で検討した「考慮すべき事項」に係る評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、優位な対策案を選定する。

なお、周辺環境の変化やその後の調整等により、選定した優位案の実現が困難となる場合に備え、優先順位を検討しておくことが望ましい。

(1) 経済性

RESA 対策に係る初期投資及び維持管理費等を加味したライフサイクルコストを算定し、経済性を評価する上での基礎資料とする。

事業費としては、土木施設の整備費用、灯火及び無線施設の整備費用、維持管理費用等が考えられる。評価期間は、下記を参考に適切に設定することが望ましい。

[評価期間の例]

- 空港土木施設構造設計要領及び設計例（平成 20 年 7 月）航空局

表-1.2.1 ISO2394 における設計供用期間の概念分類の例

クラス	想定設計供用期間(年)	例
1	1～5	仮設構造物
2	25	交換構要素, 例えば橋台梁やベアリング
3	50	建物と他の公共構造物, 下記以外の構造物
4	100 又はそれ以上	記念的建物, 特別の又は重要な構造物, 大規模橋梁

- 空港整備事業の費用対効果分析マニュアル Ver.4（平成 18 年 3 月）航空局

(7) 評価期間

評価期間は、対象となる空港整備事業の建設期間に耐用年数を加えたものとする。耐用年数は、施設構成によって大きな開きがあるが、既存施設で見るとその耐用年数は、少なくとも30年～50年以上となる。

(2) 関係者の意見

RESA 対策にあたっては、関係者の意向を踏まえながら、適切に取り組む必要がある。

RESA 対策事業における関係者としては、以下の機関等が想定される。

[関係者の例]

河川、道路、港湾等の公共施設管理者または関係行政機関

関係地方公共団体

航空会社

地元関係者 等

(3) 総合評価

3. 3で検討した考慮すべき事項に係る実現性の評価に、3. 4(1)における経済性の評価や3. 4(2)における関係者の意見を踏まえ、対策案を総合評価する。

総合評価にあたっては、分かりやすい比較評価表などを用いた整理や、客観的な表現、違いの明確化等により、容易に結果が理解できるように表現を工夫し、複数の対策案の総合評価の資料としてとりまとめることが望ましい。

総合評価の記入様式例を表3. 4に示す。

表 3. 4 総合評価（記入様式例）

区分	用地拡張		滑走路の移設	備考
	用地造成 (埋立)	人工地盤 (栈橋)		
運用への影響	A	A	A	考慮すべき事項 3. 3 2) 表 3. 3 ※1
自然環境への影響	C	C	—	
社会環境への影響	B・C	A・B	A・B	
安全性	—	—	— ※2	
経済性	**億円	**億円	**億円	3. 4 (1)
公共施設管理者または 関係行政機関の意向等				3. 4 (2)
関係地方公共団体の 意向等				
空港利用者の意向等				
その他				
総合評価				—
優先順位（参考）				—

※1： 対策案によっては複数の B または C を付すことにより総合評価を行う場合がある。
A 及び D については個数が評価の対象とならないため 1 つ付すだけでよい。
なお、記号による評価がしにくい場合は、評価結果を文章により表現することも考えられる。

※2： LOC 用地を短縮する場合においては、反対側 RESA の短縮による安全性への影響を考慮することが望ましい。

(4) いずれの案も実現困難である場合

「用地拡張」及び「滑走路の移設」が実現困難である場合は、STEP-2（第4章）のアレスティングシステムの導入に係る検討へ移行するものとする。

[実現困難の例]

- ・ 運用への影響が甚大であり、実現が困難
- ・ 自然環境への影響が甚大であり、実現が困難
- ・ 社会環境への影響が甚大であり、実現が困難
- ・ 対策を講じる上での措置が長期間に及ぶ場合に、対策を講じるまでの間の安全対策として、アレスティングシステムを導入
- ・ 対策を講じる上で関係者との合意形成が長期間に及ぶ場合に、対策を講じるまでの間の安全対策として、アレスティングシステムを導入

第4章 アレスティングシステムの導入に係る検討（STEP-2）

4. 1 考慮すべき事項の抽出・整理

「アレスティングシステムの導入」の検討にあたっては、アンダーシュート対策の併用に係る是非も含め、運用への影響、社会環境への影響、安全性の観点から、導入を行う上で支障または制約となる事象を「考慮すべき事項」として抽出・整理する。

【解説】

（1）考慮すべき事項について

「アレスティングシステムの導入」にあたっては、アンダーシュート対策の併用に係る是非も含め、運用への影響、社会環境への影響、安全性の観点から、導入を行う上で支障または制約となる事象を抽出・整理し、事業としての妥当性・適切性を判断する必要がある。

1) アンダーシュート対策としての移設進入端方式導入について

アレスティングシステムは、オーバーラン対策であり、図4. 1に示すとおりアンダーシュートには対応していないことから、アンダーシュート対策を行うためには、滑走路進入端を滑走路中央寄りに移設する移設進入端方式を併せて導入し、アンダーシュートに備えた用地を確保する必要がある。しかし、一般的に、アンダーシュート事故に比べ、着陸時のオーバーラン事故の発生確率が高く、移設進入端方式の導入は、全体リスクを高めるおそれがあることから、アンダーシュート対策としての移設進入端方式は導入しないことを基本とする。

ただし、地形特性や RESA 用地に相当する範囲に存在する構造物等により、アンダーシュートが発生した場合の被害程度が甚大であることが予想される空港※においては、滑走路の利用状況や反対側の RESA の状況等により、移設進入端方式の導入が有効な場合があることから、関係者の意向を踏まえ、導入の有効性を検討することが望ましい。

なお、移設進入端方式の導入により、積雪時の運航制限等、安全性を高めるための更なる運航制限を必要とする可能性や、今後の就航誘致に影響する可能性があることに留意する必要がある。

また、滑走路長の変更に伴い、航空灯火及び無線施設の移設が発生することから、工事期間中の消灯及び停波による空港運用への影響を最小限とする工夫が必要である。

※ 「滑走路端安全区域（RESA）に関するガイドライン」（平成 25 年 航空局）における「事故発生時の被害程度の把握」を参照

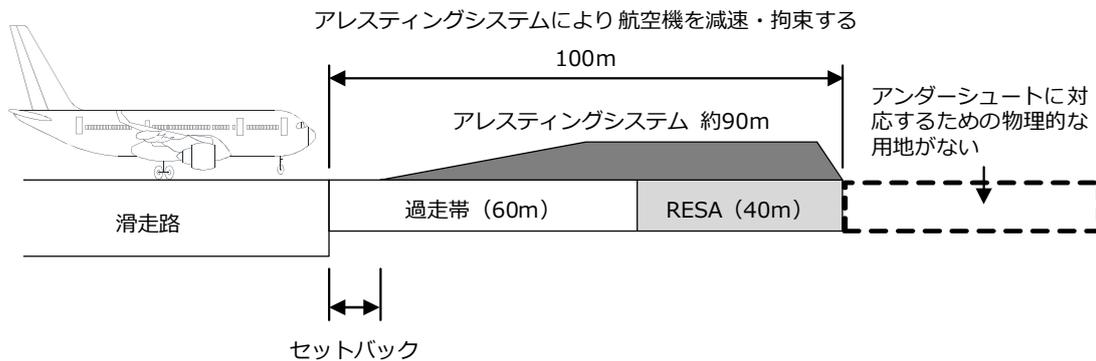


図4. 1 アレスティングシステムの概要

2) 運用への影響 (通常時)

アレスティングシステムは、一般的な車両の載荷重を考慮した設計にはなっていないことから、除雪する際は、システムへの接触を回避することが望ましい。通常、除雪車両が転回するために過走帯を利用しているが、アレスティングシステムを過走帯から RESA にかけて設置することに伴い、保有している除雪車両が進入できなくなると想定されるため、必要に応じて滑走路の除雪作業の実施方法・手順等を見直し、航空機の運航に影響を及ぼさないことを確認する必要がある。

また、過走帯にターニングパッドを設置し、航空機の転回を行っている空港については、アレスティングシステムの導入に伴い、ターニングパッドを移設する必要があり、結果的に有効滑走路長が短縮されることに留意する必要がある。

さらに、アレスティングシステムの設置に伴い、航空灯火の改修及び航空保安施設用地の造成が発生することから、工事期間中の消灯及び停波による空港運用への影響を最小限とする工夫が必要である。

(例)・ アレスティングシステム設置に伴う滑走路の除雪作業への影響

- ・ 有効滑走路長の短縮による運航制限 (移設進入端方式を導入する場合、ターニングパッドを移設する場合)
- ・ 灯火施設の改修および航空保安施設用地の造成工事中の運航制限
- ・ システムの設置による無線施設の電波への影響 等

3) 運用への影響 (非常時)

航空機がオーバーランしてアレスティングシステムに拘束された場合、航空機の撤去に時間を要し、空港の速やかな運航再開に支障をきたす可能性があることから、アレスティングシステムに航空機が拘束され停止した際の対応を検討し、体制を構築する必要がある。

また、アレスティングシステムは、海外の製品であるため、事故が発生した場合、製品の搬送に時間がかかり、復旧に時間を要することが想定される。その間は、RESA の機能が減少することに留意する必要がある。

さらに、システムの製造会社が海外であるため、緊急時に現地職員がメーカーから支援を受ける必要がある場合等において、迅速かつ適切にサポートを受けられる体制を構築する必要がある。

(例) ・ 事故発生時及び事故後の処理・対応への影響 等

4) 社会環境及び安全性への影響 (有効滑走路長が短縮される場合)

1) により移設進入端方式を導入する場合や、2) によりターニングパッドを移設する場合は、結果的に有効滑走路長が短縮されることになるため、運航制限を伴う可能性があることに留意する必要がある。滑走路長の変更に伴う具体的な影響については、第5章を参照。

(例) ・ 有効滑走路長の短縮による重量制限、機材変更及び運航規制 (移設進入端方式を導入する場合、ターニングパッドを移設する場合)

(2) 考慮すべき事項の重要度について

「考慮すべき事項」の重要度の考え方については、3. 2 (2)を参照するものとする。

考慮すべき事項の重要度に係る具体的な例を表4. 1に示す。

表4. 1 考慮すべき事項と措置（アレスティングシステムの導入の例）

	分類		重要度	考慮すべき事項	措置
1	運用 への 影響	航空機への影響	高	滑走路長の変更による重量制限、機材変更及び運航規制への影響※	就航機材による影響について、航空会社及び関係地方公共団体等にヒアリング等し、運航に及ぼす影響を協議・調整する。
2		空港機能への影響	中	除雪作業への影響	除雪方法の見直し等による航空機の運航に影響を及ぼさない措置を講じる。
3			低	灯火施設の改修、航空保安施設用地の造成に伴う運用への影響	灯火施設の改修や航空保安施設用地の造成に伴う消灯・停波期間やフライトチェック期間等の影響を確認する。
4			低	システム設置による電波への影響	システムの設置により、無線施設の電波に影響がないことを確認する。
5			低	事故発生時及び事故後の処理・対応等への影響	システムに航空機が拘束された場合の対応を準備するとともに、所定の期間内におけるシステム復旧の体制を構築する。
6	社会環境への影響		高	滑走路長の変更による重量制限や就航機材、運航規制への影響※	就航機材による影響について、航空会社及び関係地方公共団体等にヒアリング等し、運航に及ぼす影響を協議・調整する。
7	安全性		高	滑走路長の変更による離着陸時の安全性への影響※	就航機材による影響について、航空会社及び関係地方公共団体等にヒアリング等し、運航に及ぼす影響を協議・調整する。

※： 移設進入端を導入する場合やターニングパッド移設により有効滑走路長が短縮される場合。

4. 2 総合評価

「アレスティングシステムの導入」にあたり、運用への影響、社会環境への影響、安全性に対する評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、導入の可否を検討する。

【解説】

総合評価においては、4. 1で検討した「考慮すべき事項」に係る運用への影響、社会環境への影響、安全性に対する評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、アレスティングシステムの導入の可否を検討する。

(1) 経済性

アレスティングシステムの設置及び管理に係るライフサイクルコストを算出する必要がある。アレスティングシステムの耐用年数は約20年*とされていることから、20年程度で更新することを見込み、表4. 2を例にライフサイクルコストを試算することが望ましい。

システムの設置にあたっては基礎工事が必要であり、既設の過走帯及び滑走路端安全区域に係る灯火施設について改良工事が必要となる。

* 海外の導入事例において、20年を経過した実績はない。

表4. 2 アレスティングシステムの導入に係る整備費内訳（例）

分類	項目	
設置費用	土木工事	
	灯火工事	
	システム材料	
	システム設置	
維持管理費用		
更新費用		
合計		

なお、長さ90m×幅60mのシステムを設置する場合の50年間のライフサイクルコストは、メーカーからのヒアリングに基づき、現時点で30～45億円程度と試算されるが、設計条件や今後の技術開発状況等により、価格は変わりうるものであることに留意する必要がある。

(2) 関係者の意見

RESA対策として、アレスティングシステムを導入するにあたっては、関係者の意向を踏まえながら、適切に取り組む必要がある。

[関係者の例]

関係地方公共団体、航空会社等

(3) 総合評価

総合評価の事例を表 4. 3 に示す

表 4. 3 総合評価（記入様式例）

区 分	システムの導入	備 考
運 用 へ の 影 響	B	表 3. 3 の手順に則り、4. 1 の「考慮すべき事項」に係る二次評価を記載する。 ※1
社 会 環 境 へ の 影 響	—	
安 全 性	C B	
経 済 性	**億円	4. 2. (1)
関係地方公共団体の意向等		4. 2 (2)
空港利用者の意向等		
そ の 他		
総 合 評 価		—

※1 : 対策案によっては複数の B または C を付すことにより総合評価を行う場合がある。A 及び D については個数が評価の対象とならないため 1 つ付すだけでよい。なお、記号による評価がしにくい場合は、評価結果を文章により表現することも考えられる。

(4) アレスティングシステムの導入が実現困難である場合

アレスティングシステムの導入についても、実現困難となった場合、STEP-3（第 5 章）の滑走路長の変更による対策に係る検討へと移行する。

[実現困難の例]

- ・ 除雪体制の見直し等による運航への影響が回避できない
- ・ 維持管理・更新に要する費用を財政的に負担できない 等

第5章 滑走路長の変更による対策に係る検討（STEP-3）

5. 1 考慮すべき事項の抽出・整理

「滑走路長の変更」による対策を検討するにあたっては、運用への影響、社会環境への影響、安全性、経済性等を総合的に勘案し、事業としての妥当性・適切性を判断するものとする。

なお、滑走路長の変更は、利用できる滑走路長を短縮することにより、空港の有する能力が低下し、運航制約等、空港の運用や空港のあり方に大きく関わる対策であることから、RESA 対策とは別に空港全体の議論の中で検討することが望ましい。

【解説】

（1）考慮すべき事項について

「滑走路長の変更」による対策を検討するにあたっては、対策を講ずることによる航空機の運用や空港機能への影響、社会環境への影響、安全性、経済性等を検討し、対策を行う上で支障または制約となる事象を抽出・整理し、事業としての妥当性・適切性を判断する必要がある。

1) 運用への影響

滑走路の短縮（または短縮運用）にあたっては、就航できる機材や運航重量に制約を及ぼす可能性がある。このため、必要滑走路長、雪氷路面、ILS（GS）の有無等により、現在及び将来の就航機材による影響について、航空会社及び関係地方公共団体等にヒアリング等し、滑走路長の変更が航空機の運航に及ぼす影響を慎重に検討する必要がある。

また、滑走路長の変更に伴い、航空灯火及び無線施設の移設が発生することから、工事期間中の消灯及び停波による空港運用への影響を最小限とする工夫が必要である。

（例）・ 重量制限、機材変更及び運航規制

- ・ 飛行方式の変更による運航効率（最低気象条件等）の低下
- ・ 灯火施設、無線施設等の移設工事中の運航制限 等

2) 社会環境への影響

滑走路長の変更が、今後の就航誘致に影響する可能性があることから、関係者の意向を確認する必要がある。

（例）・ 就航誘致活動への影響 等

3) 安全性

運用への影響にも関連するが、滑走路の短縮（または短縮運用）においては、特に 2,000m

以下の着陸滑走路の短縮や、積雪がある場合等は、安全性を高めるために更なる運航制限が伴う可能性があることから、影響の程度について、航空会社及び関係地方公共団体等にヒアリング等し、滑走路長の変更が航空機の運航に及ぼす影響を慎重に検討する必要がある。

また、滑走路の短縮運用については、運用が煩雑になり、運航時のヒューマンエラー等を引き起こす可能性が高まることが懸念されることから、関係者間で十分確認し、必要な措置を講ずる必要がある。

(例)・積雪時の運航制限

- ・ 運航時のヒューマンエラーの誘発 等

(2) 考慮すべき事項の重要度について

「考慮すべき事項」の重要度の考え方については、3. 2 (2)を参照するものとする。
考慮すべき事項の重要度に係る具体的な例を表5. 1に示す。

表 5. 1 考慮すべき事項と措置（滑走路長の変更の例）

	分類		重要度	考慮すべき事項	措置
1	運用 への 影響	航空機へ の影響	高	重量制限や機材変更、運航 規制への影響	就航機材による影響につい て、航空会社及び関係地方 公共団体等にヒアリング等 し、運航に及ぼす影響を協 議・調整する。
2			高	飛行方式への影響	飛行方式の検証及び再設定 等
3		空港機能 への影響	低	灯火施設、無線施設等の移 設に伴う運用への影響	灯火施設や無線施設の移設 に伴う消灯・停波期間やフ ライトチェック期間等の影 響を確認する。
4	社会環境 への影響		高	滑走路長の変更による重量 制限や就航機材、運航規制 への影響	就航機材による影響につい て、航空会社及び関係地方 公共団体等にヒアリング等 し、運航に及ぼす影響を協 議・調整する。
5	安全性		高	滑走路長の変更による離着 陸時の安全性への影響	就航機材による影響につい て、航空会社及び関係地方 公共団体等にヒアリング等 し、運航に及ぼす影響を協 議・調整する。

5. 2 総合評価

滑走路長の変更による対策にあたり、運用への影響、社会環境への影響、安全性に対する評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、滑走路長の短縮（短縮運用）に係る可否を検討する。

【解説】

総合評価においては、5. 1で検討した「考慮すべき事項」に係る運用への影響、社会環境への影響、安全性に対する評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、「滑走路長の変更による対策」の可否を検討する。

（1）経済性

滑走路長の変更による RESA 対策に係る初期投資及び維持管理費等を加味したライフサイクルコストを算定し、経済性を評価する上での基礎資料とする。

事業費としては、土木施設の整備費用、灯火及び無線施設の移設費用、維持管理費用等が考えられる。

（2）関係者の意見

滑走路長の変更による RESA 対策にあたっては、関係者の意向を踏まえながら、適切に取り組む必要がある。

[関係者の例]

関係地方公共団体、航空会社等

(3) 総合評価

総合評価の事例を表5.2に示す。

表5.2 総合評価（記入様式例）

区分	滑走路長の変更による対策		備考
	滑走路の短縮	滑走路の短縮運用	
運用への影響	C	B	表3.3の手順に則り、5.1の「考慮すべき事項」に係る二次評価を記載する。 ※1
社会環境への影響	C	B	
安全性	A	A	
経済性	**億円	**億円	5.2(1)
関係地方公共団体の意向等			5.2(2)
空港利用者の意向等			
その他			
総合評価			—

※1： 対策案によっては複数のBまたはCを付すことにより総合評価を行う場合がある。A及びDについては個数が評価の対象とならないため1つ付すだけでよい。なお、記号による評価がしにくい場合は、評価結果を文章により表現することも考えられる。

第6章 その他

6. 1 当面の安全措置

総合評価においていずれの対策案も実現困難となった場合には、RESA の基準を満たすまでの当面の措置として、運航制限等による安全措置を講じることが望ましい。ただし、最終的には、全ての空港において RESA の基準を満たす必要がある。

【解説】

(1) 当面の安全措置について

いずれの対策案も実現困難となった場合や対策までに長期間を要する場合等には、RESA の基準を満たすまでの当面のリスク対応として、安全措置を講じることが望ましい。

RESA は、航空機がオーバーランまたはアンダーシュートを起こした場合に、航空機の損傷軽減等の安全性を向上させる対策であることから、RESA が確保出来ない場合の当面の安全措置としては、航空機がオーバーランまたはアンダーシュートする事故の発生確率を低減する対策、または、航空機がオーバーランまたはアンダーシュートする事故が発生したとしてもその被害を低減させる対策が考えられる。

安全措置の概念について、図 6. 1 に示すとともに、空港の設置管理者が RESA 対策の当面の措置として講じうる具体的な対策例を以下に記載する。

ただし、最終的には、全ての空港において RESA の基準を満たす必要があるため、本指針の第 3 章～第 5 章に示す RESA 対策の措置を導入する必要がある。

1) 事故リスクの低減に寄与する安全対策の例

事故リスクを低減する措置としては、最も厳しい運航条件においても十分な安全性を確保するための運航制限や、路面管理水準引き上げ等による滑走路のすべり抵抗性の改善等の措置が考えられる。また、事故は航空運送事業者に比べ個人機（GA）が引き起こすことも多い※ことから、利用者に対する注意喚起や周知を徹底することも、事故発生を抑止につながると考えられる。

※ 参考資料 1 参照

- (例) ・ 運航制限による安全性の確保
- 航空機の重量制限、気象条件の引き上げ 等
 - ・ 積雪時の路面状態に係る測定方法や通報頻度の体制強化
 - ・ 路面管理水準の引き上げ
 - すべり抵抗性に係る管理値の引き上げ
 - 舗装打換え、グルーピングの設置（新設）
 - ・ 滑走路標識の視認性に係る管理水準の引き上げ
 - ・ 利用者に対する注意喚起や周知 等

2) 事故発生後の被害低減に寄与する安全対策の例

事故発生後に被害を低減させる措置としては、事故に備えた消火救難体制の強化等が考えられる。

(例) ・事故に備えた消火救難体制の強化 等 (訓練等のソフト対策を含む)

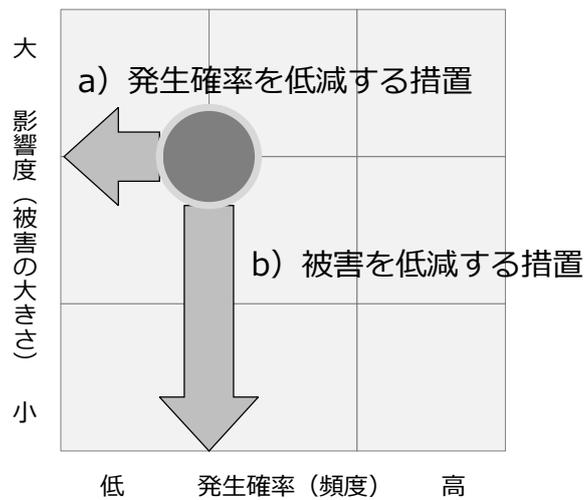


図 6. 1 当面の安全措置の概念

なお、上記で示す内容は、空港の設置管理者が、施設管理面で対応できる当面の安全措置であり、未然に事故を防ぐ事故リスクの低減対策については、施設管理面のみならず、航空機の機材開発や航行援助施設の改善、パイロットの訓練等、様々な分野における安全対策が複合的に寄与するものであることに留意する必要がある。

6. 2 将来的な対応

本指針の第3章～第5章に示す RESA 対策以外に、今後の技術開発等により、新たに安全性が担保されると見なされる対策については、適宜本指針をアップデートし、対策に加えるものとする。

【解説】

RESA の基準を満たす対策として認められるものは、現在、本指針の第3章～第5章に示す RESA 対策に限定されるが、他国の取組状況や新たな技術開発等の進展を踏まえ、新たに安全性が担保されると見なされる対策については、適宜、本指針をアップデートし、対策に加えるものとする。

なお、検討にあたっては、航空機の性能向上等、他分野における技術改善や、小型航空機の安全対策に係る検討状況等を収集・分析し、それらの関係部署とも連携して取り組むことが重要である。

参考資料 1. オーバーラン・アンダーシュート事故分析

1. オーバーラン事故

国内におけるオーバーラン事故は、過去 42 年間 31,526,958 回の運航回数のうち 22 件発生しており、うち 19 件(86%)が RESA 90m 内で停止している。オーバーラン事故の発生確率は、 6.1×10^{-7} である。

付表 1 国内におけるオーバーラン事例

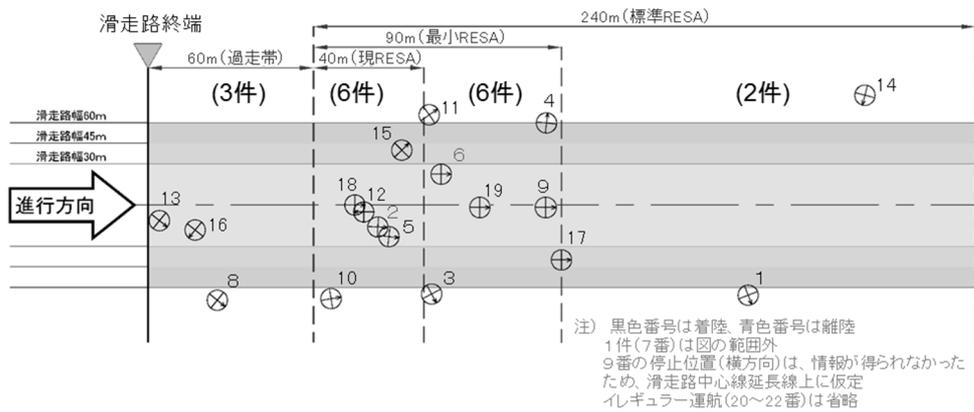
番号	発生年月日	発生場所	区分	停止距離	機材	運航種類
1	1974/10/21	那覇空港	着陸	219m	DC8-63F	貨物輸送 (外航)
2	1976/4/2	多良間空港	(離陸)	87m	BN2A アイランダー	旅客輸送
3	1977/9/8	大島空港	着陸	105m	YS11	旅客輸送
4	1982/8/26	石垣空港	着陸	145m	B737-200	旅客輸送
5	1985/8/31	栗国空港	着陸	91m	PA34-200	GA
6	1988/1/10	美保飛行場	(離陸)	110m	YS11	旅客輸送
7	1996/6/13	福岡空港	(離陸)	620m	DC10-30	旅客輸送 (外航)
8	2000/2/16	札幌飛行場	着陸	28m	YS11	旅客輸送
9	2000/3/9	青森空港	着陸	145m	DC-9	旅客輸送
10	2003/1/27	新東京国際空港	着陸	70m	B767-300	旅客輸送
11	2003/2/20	青森空港	着陸	104m	A300-600	旅客輸送
12	2006/2/8	彦岐空港	着陸	74m	セスナ R182	GA
13	2007/6/10	竜ヶ崎飛行場	着陸	7m	パイパー PA28-161	GA (個人)
14	2008/9/26	調布飛行場	着陸	260m	セスナ T210K	GA (個人)
15	2012/12/8	庄内空港	着陸	92m	B737-800	旅客輸送
16	2013/6/30	竜ヶ崎飛行場	着陸	18m	パイパー PA28-161	GA (個人)
17	2013/7/21	但馬飛行場	着陸	150m	ガルフストリーム AG5B	GA (個人)
18	2013/8/5	新潟空港	着陸	75m	B737-900	旅客輸送 (外航)
19	2015/6/10	岡南飛行場	着陸	120m	セスナ 525A	GA (個人)
20	2001/9/13	沖永良部空港	着陸	<60m	YS11	旅客輸送
21	2007/5/10	神戸空港	着陸	<60m	B767-300	旅客輸送
22	2010/3/21	百里飛行場	着陸	<60m	A321	旅客輸送 (外航)

※ 航空事故、重大インシデント、イレギュラー運航を含む。

※ 20～22 番はイレギュラー運航 (着陸に際して過走帯に進入したもの。停止距離は不明。)

※ 停止距離は滑走路終端からの距離。

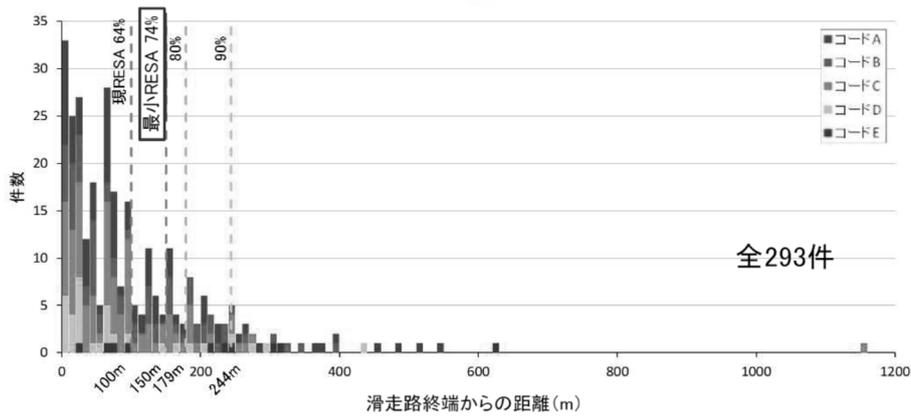
※ GA : 航空機使用事業、自家用、社用等



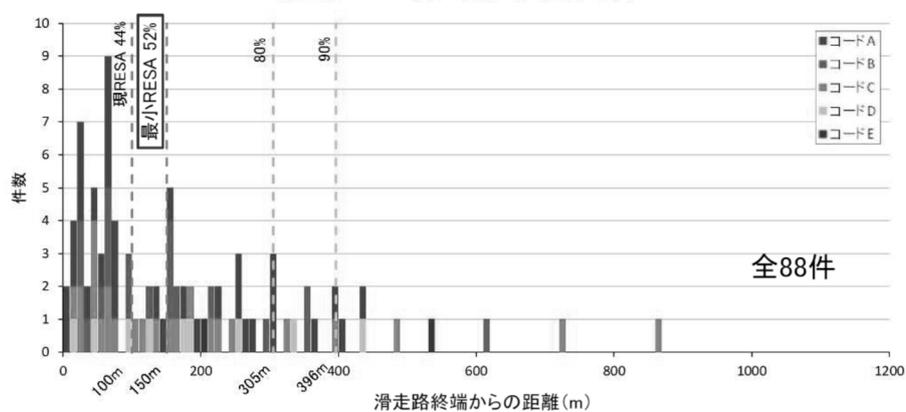
付図1 国内におけるオーバーラン事故の停止位置

海外におけるオーバーラン事故において、RESA 90m 内で停止した割合は、着陸時が 74%、離陸時が 52%となっている。

着陸オーバーランの停止位置分布図



離陸オーバーランの停止位置分布図



※ ACRP REPORT 50 のデータ (1978~2009年) について停止位置が不明なものを除外した。

付図2 海外におけるオーバーラン事故の停止位置の分布

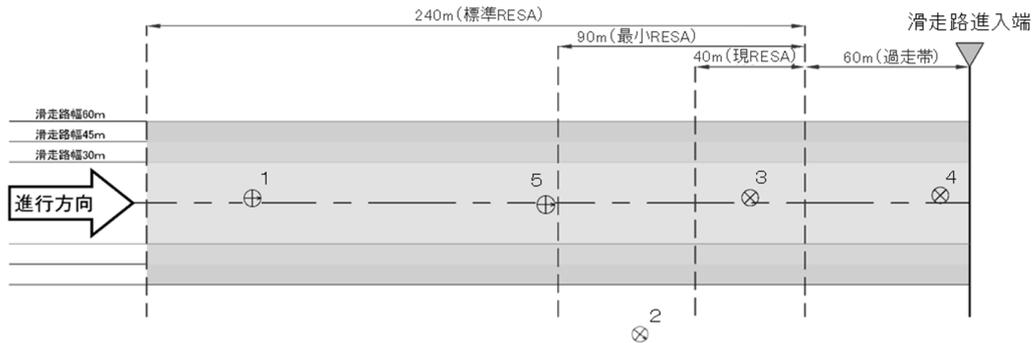
2. アンダーシュート事故

国内におけるアンダーシュート事故は、過去 42 年間 31,526,958 回の運航回数の中で 5 件発生し、うち 3 件（約 60%）が RESA90m 内で接地している。アンダーシュート事故の発生確率は、 1.4×10^{-7} である。

付表 2 国内におけるアンダーシュート事例

番号	発生年月日	発生場所	停止距離		機材	運航種類
			縦方向	横方向		
1	1996/4/26	釧路空港	263m	2m	ソカタ TBM700	GA
2	2003/9/16	対馬空港	124m	48m	ソカタ TB21	GA
3	2004/12/25	調布飛行場	80m	5m	パイパーPA-46-350P	GA (個人)
4	2005/5/30	紋別空港	11m	5m	パイパーPA-46-350P	GA (個人)
5	2015/4/14	広島空港	155m	0m	A320-200	旅客輸送 (外航)

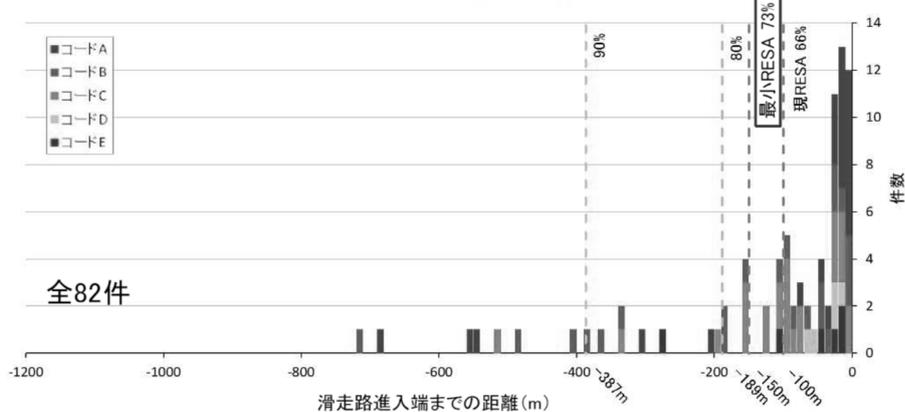
- ※ 何れも航空事故。
- ※ 滑走路進入端の手前 300m 以内に接地した事例を抽出。
- ※ 接地位置の縦方向は滑走路進入端までの概略距離を示し、横方向は滑走路中心線からの概略距離を示す。
- ※ 2 番（対馬空港）の接地位置は横方向が最小 RESA 幅（当該空港滑走路幅 45m×2）を超えている。
- ※ GA：航空機使用事業、自家用、社用等



付図 3 国内におけるアンダーシュート事故の接地位置

海外におけるアンダーシュート事故において、RESA90m 内で接地した割合は、着陸時が約 73%となっている。

アンダーシュートの着陸接地位置分布図



- ※ ACRP REPORT 50 のデータ（1978～2009 年）について接地位置が不明なものを除外した。

付図 4 海外におけるオーバーラン事故の停止位置の分布

3. 航空運送事業とGAの事故発生確率

過去42年間で発生した国内におけるオーバーラン・アンダーシュート事故について、航空運送事業者とGA（個人）を区分した内訳は以下のとおりである。

付表3 国内におけるオーバーラン・アンダーシュート事故件数の内訳

	オーバーラン	アンダーシュート
航空運送事業者	15件	1件
GA（個人）	7件	4件
合計	22件	5件

発生件数としては、航空運送事業者が計16件、GA（個人）が計11件となるが、これを運航回数に応じた発生確率としてみた場合には、下表に示すとおりGAは航空運送事業者の5倍程度となる。

付表4 国内におけるオーバーラン・アンダーシュートの発生確率

航空運送事業者	GA（個人）	全体
5.1×10^{-7}	2.5×10^{-6}	7.5×10^{-7}

付表5 国内におけるオーバーラン・アンダーシュートの発生件数

期間 (暦年)	運航回数		発生件数				発生確率				100万回の運航に 対する発生件数									
	運送事業	GA	オーバーラン		アンダーシュート		オーバーラン		アンダーシュート		オーバーラン		アンダーシュート							
			運送事業	GA	運送事業	GA	合計	運送事業	GA	運送事業	GA	運送事業	GA	運送事業	GA					
1974 ~ 1979	2,964,822	407,713	3																	
1980 ~ 1984	2,724,680	374,689	1																	
1985 ~ 1989	2,985,051	410,494	1	1	2															
1990 ~ 1994	3,476,121	478,025																		
1995 ~ 1999	4,145,954	570,138	1		1															
2000 ~ 2004	4,452,408	612,280	5		5															
2005 ~ 2009	4,741,799	652,077	1	3	4															
2010 ~ 2014	4,949,727	680,670	3	2	5															
2015	1,086,395	149,398		1	1															
合計 (42年間)	31,526,958	4,335,483	15	7	22	1	4	5												

- ・ 重大インシデントおよびイレギュラー運航を含む。
- ・ アンダーシュートは滑走路進入端の手前 300m 以内に接地した事例が対象。
- ・ 運航回数は、離陸から着陸までの運航（フライト）の回数を示す。（空港管理状況調査によるヘリポートを除く全空港の着陸回数の合計）
- ・ 航空運送事業者と GA の運航回数は、空港別計画資料による平成 25 年度（実績）の「定期」と「その他」の比率により区分した。

参考資料 2. モデルケースによる RESA 対策選定の例

1. 前提条件

RESA 対策選定に資するモデルケース（仮想空港）を以下のとおり想定する。

- 2,000m の滑走路 1 本を有する積雪寒冷地空港である。
- 主な就航機材は B767-300、B737-800 であり、国内線のみ就航している。
- 夜間着陸に供し、精密進入方式（ILS : CAT-I）を有している。
- 空港西側は、全国でも有数の清流に面しており、天然記念物や絶滅危惧種等が多数生息する豊かな自然環境が広がっている。
- 空港東側には幹線道路が位置しており、沿道には民家や店舗が点在している。
- 空港周辺には水田が広がっており、灌漑用水が今も使われている。



付図 1 モデル空港の現況

2. 対策案の抽出・整理

STEP-1 として、「用地拡張」及び「滑走路の移設」に係る対策案を抽出・整理する。

- 用地拡張による対策案として以下の 2 ケースを想定する。
 - ・ 埋立案 : 護岸により水面を埋め立てることで RESA 用地を確保する。
 - ・ 栈橋案 : 栈橋形式により水面を埋め立てることなく RESA 用地を確保する。
- 滑走路の移設による対策案を想定する。
 - ・ 滑走路移設案 : 滑走路を移設することで RESA 用地を確保する。

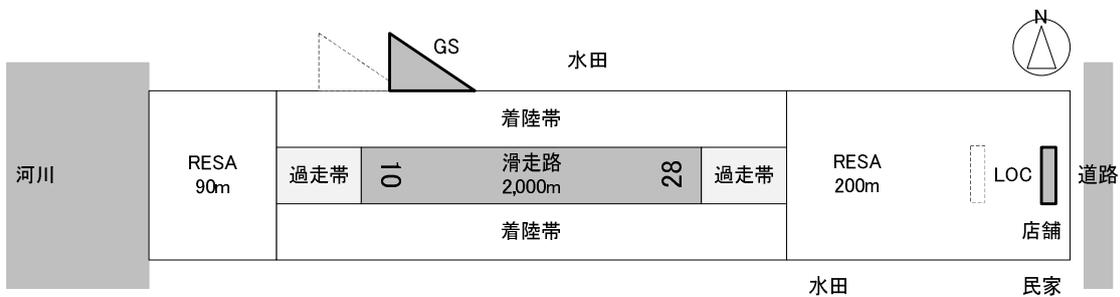
第1案 用地拡張①（埋立案）



第2案 用地拡張②（栈橋案）



第3案 滑走路の移設①（LOC 用地移設案）



付図2 対策案の概要

3. 考慮すべき事項の抽出・整理および評価

各々の対策案を講じるにあたり、実現性を低下させる支障物件や制約条件を「考慮すべき事項」として抽出・整理し、「考慮すべき事項」への影響を回避・低減するための措置を検討の上、実現性について評価する。

付表1 第1案 用地拡張①（埋立案）

No.	分類		重要度	考慮すべき事項	措置	一次評価	二次評価
1	運用 への 影響	航空機 への影響	—	特記事項なし	—	—	—
2		空港機能 への影響	低	漁期、鳥類の営巣時期および積雪期による施工期間への影響	濁水対策、施工期間および施工時間帯に係る関係者合意	○	A
3	自然 環境 ・ 社会 環境 への 影響 (※)	自然環境 への影響	高	天然記念物や絶滅危惧種等の生態系への影響	現況調査、将来予測、継続監視等の環境保全対策に係る関係者合意	△	C
4		社会環境 への影響	社会環境 への影響	治水安全性への影響 (水位上昇等)	水理解析による継続的な河道掘削に係る関係者との整合	△	C
5				中	漁業への影響 (地元水産業)	漁業補償および環境保全対策に係る関係者合意	△
6	安全性	—	—	特記事項なし	—	—	—

※ 自然環境・社会環境への影響については、対策案を実施するにあたって関係者との合意形成を図ることが極めて困難であり、且つ、長期化する場合として評価した。

付表2 第2案 用地拡張②（棧橋案）

No.	分類		重要度	考慮すべき事項	措置	一次評価	二次評価
1	運用 への 影響	航空機 への影響	—	特記事項なし	—	—	—
2		空港機能 への影響	低	漁期、鳥類の営巣時期および積雪期による施工期間への影響	濁水対策、施工期間および施工時間帯に係る関係者合意	○	A
3	自然環境 ・ 社会環境 への 影響 (※)	自然環境 への影響	高	天然記念物や絶滅危惧種等の生態系への影響	現況調査、将来予測、継続監視等の環境保全対策に係る関係者合意	△	C
4		社会環境 への影響	社会環境 への影響	治水安全性への影響 (河積阻害率)	水理解析による継続的な河道掘削に係る関係者との整合	○	A
5				中	漁業への影響 (地元水産業)	漁業補償および環境保全対策に係る関係者合意	△
6	安全性	—	—	特記事項なし	—	—	—

※ 自然環境・社会環境への影響については、対策案を実施するにあたって関係者との合意形成を図ることが極めて困難であり、且つ、長期化する場合として評価した。

付表3 第3案 滑走路の移設

No.	分類		重要度	考慮すべき事項	措置	一次評価	二次評価
1	運用 への 影響	航空機 への影響	高	制限表面と障害物件(道路)とのクリアランス確保	進入表面が建築限界に抵触しないことを確認	○	A
2			高	飛行方式への影響	飛行方式の検証及び再設定等	○	A
3		空港機能 への影響	低	灯火施設、無線施設および標識施設の移設	就航率の低下等の影響を回避する施工計画について関係者合意	○	A
4	自然環境	自然環境 への影響	—	特記事項なし	—	—	—
5	社会環境 への 影響 (※)	社会環境 への影響	中	空港に隣接する民家等への航空機騒音に係る影響	公聴会を開催するとともに関係者合意	○	A
6			中	民地等への用地に係る影響	用地買収、用水路等の移転に係る関係者合意	△	B
7	安全性	運航面	—	特記事項なし	—	—	—

※ 自然環境・社会環境への影響については、対策案を実施するにあたって関係者との合意形成を図ることが容易な場合として評価した。

4. 総合評価

運用への影響、自然環境及び社会環境への影響、安全性に対する評価に加え、経済性、関係者の意見等を総合的に勘案し、優位な対策案を選定する。

付表4 総合評価

区分	用地拡張		滑走路の移設
	用地造成 (埋立)	人工地盤 (栈橋)	
運用への影響	A	A	A
自然環境への影響	C	C	—
社会環境への影響	C B	A B	A B
安全性	—	—	—
経済性	30億円	80億円	30億円
公共施設管理者または関係行政機関の意向等	治水上のリスクが高く、埋立は許容できない。	特記事項なし	特記事項なし
関係地方公共団体の意向等	自然再生事業を推進しており埋立は許容できない。	自然再生事業を推進しており栈橋は許容できない。	用水路等の移転に係る関係者合意については1～2年の調整機関を要する。
空港利用者の意向等	特記事項なし	特記事項なし	灯火施設、無線施設の移設工事は繁忙期を避けた時期とすることを要望する。
その他	特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし
総合評価			[採用]
優先順位(参考)	②	③	①

※ 経済性では評価期間を50年として河道掘削に係る維持管理費を計上している。