

空港施設の維持管理の高度化に向けて



平成28年12月8日

空港研究部長 谷川 勇二

本日の発表内容

1. 空港土木施設の維持管理に係る最近の動向
2. 空港土木施設(舗装)の点検の現状
3. 空港土木施設の維持管理・更新における課題
4. 空港研究部における取組み

1. 空港土木施設の維持管理に係る最近の動向(1/2)

S54年度～
(1979)

空港土木施設管理規程(案)

- ・国管理空港における標準的な点検頻度、方法等

(国＝国土交通大臣)

H15年度～
(2003)

空港土木施設管理規程

H24(2012)年度～H25(2013)年度

空港内の施設の維持管理等に係る検討委員会

H26年度
(2014)

空港内の施設の維持管理指針

※空港土木施設管理規程は廃止

- ・**全ての空港**における空港土木施設の標準的な管理事項等

H27年度～
(2015)

空港施設メンテナンスブロック会議

- ・国と地方公共団体等により、維持管理に係る情報共有、課題解決に向けた連携・支援の推進

1. 空港土木施設の維持管理に係る最近の動向(2/2)

維持管理指針

<維持管理・更新の基本的な考え方>

①より高いレベルの維持管理・更新

航空機の運航への影響の低減、空港利用者の安全の確保等の観点から、点検の対象施設、頻度、方法の改善を図る。

②長期的視点に立った維持管理・更新計画の策定

戦略的な維持管理等のため、長期的な視点に立った維持管理・更新計画を策定。

<維持管理・更新計画の内容>

- ①点検計画
- ②経常維持計画
- ③緊急対応計画
- ④除雪計画
- ⑤修繕計画
- ⑥更新計画(計画期間:30年)

適切な維持管理の推進のため、

点検→評価→補修(修繕・更新)
の技術力向上

が、より一層求められている。

2.空港土木施設の点検の現状(1/4)

点検の種類

| | |
|------|--|
| 巡回点検 | 空港土木施設が正常に機能を果たしているか、主として目視や打音により定期的(短期スパン)に巡回して調べる。 (巡回点検Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに区分) |
| 定期点検 | 空港土木施設の保全を図るために、定期的(長期スパン)に調査測定を行う。 |
| 緊急点検 | 地震、台風等の自然現象およびその他の理由による空港土木施設の被害状況、機能保有状況を巡回点検の方法に準じて点検。 |
| 詳細点検 | 巡回点検および緊急点検により異常箇所を発見した場合、その部分の詳細な調査を行う。 |

2.空港土木施設の点検の現状(2/4)

巡回点検の区分と方法・頻度(空港基本施設)

| 点検種別 | 方法・内容 | 標準点検頻度※1 |
|-------|----------------------------------|----------------------------|
| 巡回点検Ⅰ | 基本施設(滑走路、誘導路、エプロン)全域を主に徒歩による目視観察 | 3回/年 (供用年数が長い施設は1回追加) |
| 巡回点検Ⅱ | 特定区域※2を車両による目視観察(必要に応じ徒歩) | 3~8回/年 (劣化の程度を評価し回数を設定) |
| 巡回点検Ⅲ | 経過観察を必要とする要注意箇所等の点検 | 巡回点検Ⅰ及びⅡの結果により 適宜設定 |

※1:点検項目及び点検頻度は、各空港毎に「維持管理・更新計画」において設定。

※2:特定区域とは、基本施設の舗装全域のうち、航空機の離着陸・移動等に関して特に重要な区域および舗装の劣化の進行状況等により特に注意が必要な区域。



巡回点検Ⅰ実施状況(徒歩)



打音調査(必要に応じて実施)



ひび割れ注入(点検時)

2.空港土木施設の点検の現状(3/4)

空港舗装巡回点検システムの概要

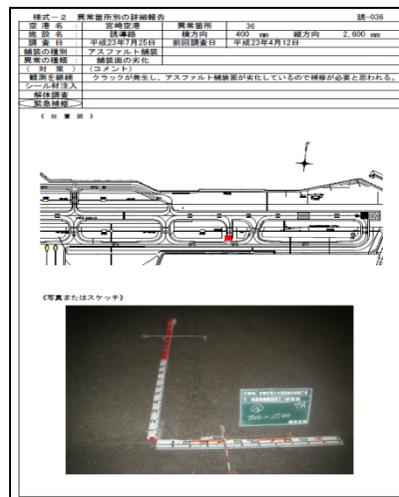
空港舗装の点検業務の効率化を図ることを目的とした点検支援システム
 ～平成20年度より国管理空港にて順次導入、現在26空港全てにおいて導入済み～

- 機器
 - モバイルPC+DGPS+デジカメ
- 点検実施方法
 - 異常箇所位置の把握
 - 異常の形態・規模の入力
 - 異常形態に対する補修要否判定
 - 点検記録簿の作成



| 巡回番号 | 巡回区 | 巡回区名 | 巡回区長 (m) | 巡回区幅 (m) | 巡回区面積 (㎡) | 巡回区内容 |
|------|-----|------|----------|----------|-----------|----------|
| 2 | 巡回区 | 1 | グラブ | 100 | × 120 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 2 | 先付グラブ | 70 | × 100 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 3 | 先付グラブ | 70 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 4 | 先付グラブ | 30 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 5 | グラブ | 30 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 6 | グラブ | 30 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 7 | グラブ | 70 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 8 | グラブ | 70 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 9 | グラブ | 70 | × 300 | 2013年10月 |
| 2 | 巡回区 | 10 | グラブ | 670 | | 2013年10月 |

点検記録簿(一例)



点検情報等の蓄積・参照
 (空港施設CALSシステム)



2.空港土木施設の点検の現状(4/4)

定期点検の項目と頻度

| 施設区分 | 点検項目 | 標準点検頻度 | 備考 |
|--------------------|---------------------------------------|--------|--------|
| 滑走路 | 湿潤時の摩擦係数の測定 | 1回／1年 | SFT調査 |
| 滑走路 誘導路 エプロン | 縦断勾配 横断勾配 | 1回／3年 | 測量調査 |
| | (アスファルト舗装の場合) ひび割れ わだち掘れ 平坦性 | 1回／3年 | 路面性状調査 |
| | (コンクリート舗装の場合) ひび割れ 目地部破損 段差 | | |



路面性状測定車



ハンディプロファイラー(わだち掘れ)



SFT(サーフェイス・フリクション・テスター)

3. 空港土木施設の維持管理・更新における課題

1. 維持管理の特殊性

- ① 高精度の維持管理が必要
- ② 維持管理対象面積が広大
- ③ 維持管理の実施時間、条件の制約

- ⇒ 適切な予防保全
- ⇒ 効率的かつ確実な点検・診断
- ⇒ 施工時間短縮が可能な材料・工法等

2. 戦略的な維持管理・更新

- ① 定期的な点検・診断に基づく、的確なタイミングでの修繕
- ② 長期的な視点に立った計画的なアスファルト舗装の更新

- ⇒ 空港舗装の劣化予測手法

3. 点検・診断の省力化、高精度化

- ① 点検は目視・打音など人力が中心
- ② 定期的点検による早期発見と適切な対応

- ⇒ 点検・診断の省力化
- ⇒ 従来手法では発見できない異常を高精度に把握

(H26年3月「検討委員会とりまとめ」より)

4.空港研究部における取組み

<維持管理の効率化に向けて>

4-1 空港舗装の点検・補修技術の高度化

<適正な更新計画に向けて>

4-2 空港舗装の路面性状の評価手法の改良

4-3 空港舗装の劣化予測手法の検討

4-1 空港舗装の点検・補修技術の高度化(1/3)

目 的

- ①点検作業の時間短縮及び精度向上のための新たな非破壊計測技術の導入
- ②補修作業の迅速化に資する補修材料の適用性検証
- ③舗装の長寿命化に資する予防的維持工法の適用性検証

内 容

点検技術の検討

◇疑似層間剥離舗装を用いて実証試験を実施し、損傷箇所の計測精度等を調査(平成27年度)

- ・AE計測システム
- ・手押し式箱型打音測定車
- ・加速度計内蔵ハンマー
- ・中性子水分計



疑似層間剥離舗装

補修技術の検討

◇室内試験により、各補修材の初期安定性・耐久性等の物性を調査(平成27年度)

- ・常温混合物
(カットバック系、樹脂系、乳剤系)
- ・表面処理工法
(フォグシール、薄層表面処理、カーペットコート)

[常温混合物]

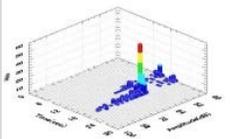


[表面処理工法]



4-1 空港舗装の点検・補修技術の高度化(2/3)

点検技術の検討例

| 技術名称 | 技術原理 | イメージ | 測定精度・正答率(%)※ | | | | 評価案 |
|----------------------------------|--------------------|--|--------------|-----------|------------|------------|-----|
| | | | 深さ 5cm | 深さ 8cm | 深さ 10cm | 深さ 15cm | |
| AE計測システム (アコースティック エミッション) | 弾性波 (面的広 範囲) |  | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | × |
| 手押し式箱型 打音測定車 | 打音 (線上) |  | 83 85 | 86 77 | 73 72 | 64 61 | ○ |
| 加速度計 内蔵ハンマー | 打音 (局部) |  | 87 28 | 10 20 | 16 5 | 0 2 | △ |
| 中性子 水分計 | 中性子 (局部) |  | 25 2 | 0 0 | 0 - | 0 - | △ |

(※) 上段: グルーピング無、下段: グルーピング有

4-1 空港舗装の点検・補修技術の高度化(3/3)

補修技術の検討例

【常温混合物】

室内試験において、航空機相当の荷重に対する初期安定性、耐久性を評価

常温ホイールトラッキング試験状況



一軸圧縮試験状況



【表面処理工法】

室内試験において、紫外線等の外的要因による劣化の抑制効果を評価

促進耐候性試験の前（左）と後（右）
※写真はフォグシール（5年相当）



[参考] 表面処理工法の施工事例（車両通路）



施工路面（拡大）



4-2 空港舗装の路面性状の評価手法の改良(1/5)

舗装の路面評価

- ・ひび割れ率、わだち掘れ、平坦性等、及びPRIにより評価
- ・PRI (Pavement Rehabilitation Index 舗装補修指数)

アスファルト舗装

$$PRI = 10 - 0.450 CR - 0.0511 RD - 0.655 SV$$

CR : ひび割れ率 (%)

RD : わだち掘れ (mm)

SV : 平坦性 (mm)

コンクリート舗装

$$PRI = 10 - 0.290 CR - 0.296 JC - 0.535 SV$$

CR : ひび割れ度 (cm / m²)

JC : 目地部の破損率 (%)

SV : 段差 (mm)

4-2 空港舗装の路面性状の評価手法の改良(2/5)

PRIによる評価基準(例)

表-2.12 PRIによる評価基準の例

| 舗装区域 | 評価 | | | | |
|------|--------|------------------|------------------|------------------|--------|
| | A | B1 | B2 | B3 | C |
| 滑走路 | 8.0 以上 | 6.6 以上 8.0 未満 | 5.2 以上 6.6 未満 | 3.8 以上 5.2 未満 | 3.8 未満 |
| 誘導路 | 6.9 以上 | 5.6 以上 6.9 未満 | 4.3 以上 5.6 未満 | 3.0 以上 4.3 未満 | 3.0 未満 |
| エプロン | 5.9 以上 | 3.9 以上 5.9 未満 | 2.0 以上 3.9 未満 | 0 以上 2.0 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

(空港舗装補修要領より)

4-2 空港舗装の路面性状の評価手法の改良(3/5)

各項目による評価基準(例)

表-2.13 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 | 10 未満 | 10 以上 19 未満 | 19 以上 29 未満 | 29 以上 38 未満 | 38 以上 |
| | 誘導路 | 17 未満 | 17 以上 30 未満 | 30 以上 44 未満 | 44 以上 57 未満 | 57 以上 |
| | エプロン | 22 未満 | 22 以上 38 未満 | 38 以上 54 未満 | 54 以上 70 未満 | 70 以上 |
| 平坦性 (mm) | 滑走路 | 0.26 未満 | 0.26 以上 1.39 未満 | 1.39 以上 2.51 未満 | 2.51 以上 3.64 未満 | 3.64 以上 |
| | 誘導路 | 0.91 未満 | 0.91 以上 2.80 未満 | 2.80 以上 4.68 未満 | 4.68 以上 6.57 未満 | 6.57 以上 |
| | エプロン | 1.50 未満 | 1.50 以上 3.88 未満 | 3.88 以上 6.25 未満 | 6.25 以上 8.63 未満 | 8.63 以上 |

(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

(空港舗装補修要領より)

4-2 空港舗装の路面性状の評価手法の改良(4/5)

わだち掘れ算出方法の見直し

- わだち掘れは路面性状ユニット(幅21m×長さ30m等)の中央で測定.
現行の算出方法は、滑走路中心とユニット端部で基準線を引き算出(左図).
- この方法では「航空機荷重によるわだち掘れ」ではなく、右図のように「そもそもの地形」を計測している場合がある.

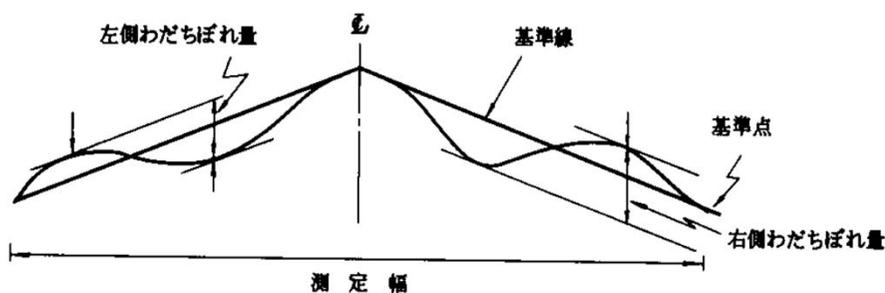
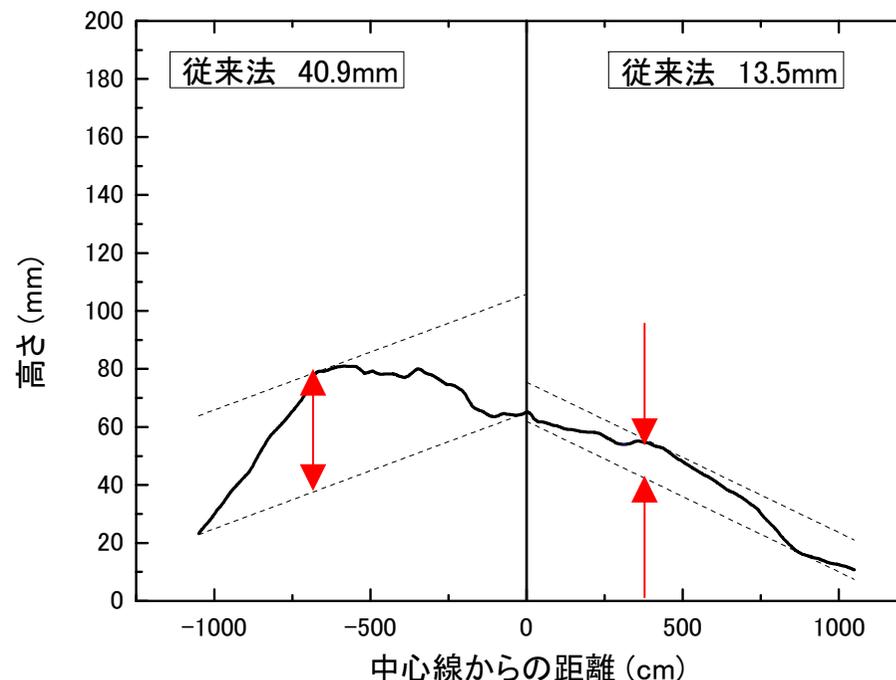


図-2.4 わだち掘れ量の定義
(空港舗装補修要領より)

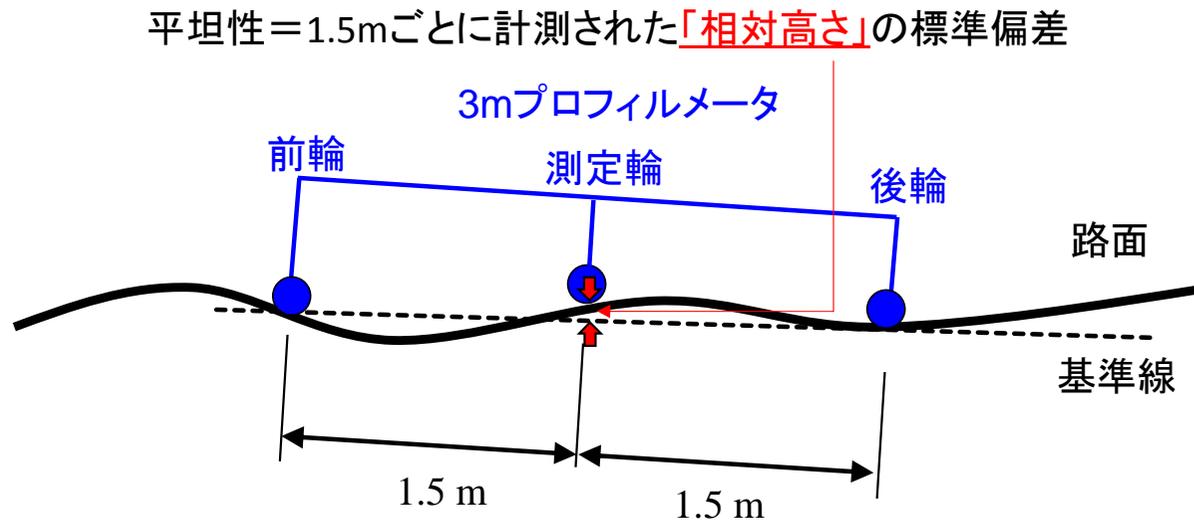


⇒ 航空機荷重の走行位置に着目した算出方法を検討中

4-2 空港舗装の路面性状の評価手法の改良 (5/5)

平坦性評価方法の見直し

- 平坦性は路面性状測定車 (=3mプロフィールメータの原理) により算定。
- この原理による平坦性 (σ) では, 航空機の走行に影響を及ぼす長い波長の凹凸が評価できない。

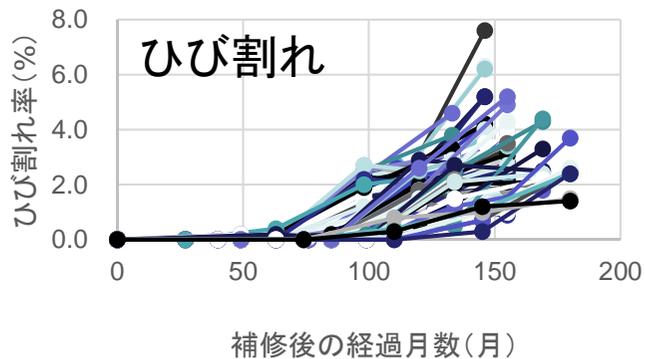
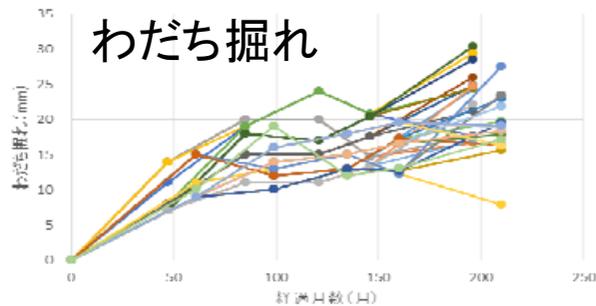


⇒「路面の凹凸波長」と「路面の凹凸量」に応じた評価方法を検討中

4-3 空港舗装の劣化予測手法の検討(1/2)

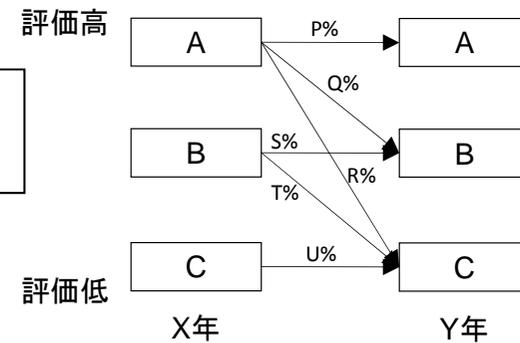
舗装の劣化予測手法の検討

- わだち掘れやひび割れの劣化予測手法として、「回帰モデル」、「マルコフ連鎖モデル」の適用性について検証中

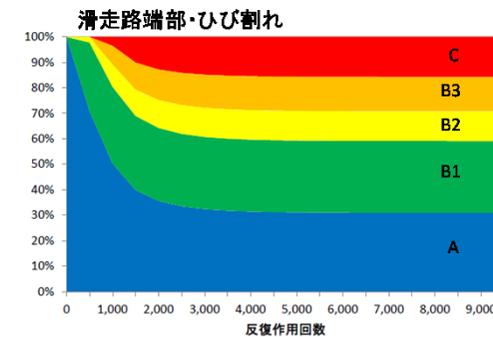


回帰モデルによる分析例

調査結果から
遷移確率を算出



遷移確率から
劣化予測



マルコフ連鎖モデルによる分析例

4-3 空港舗装の劣化予測手法の検討(2/2)

マルコフ連鎖モデルによる劣化予測結果(例)

