

空港アスファルト舗装の

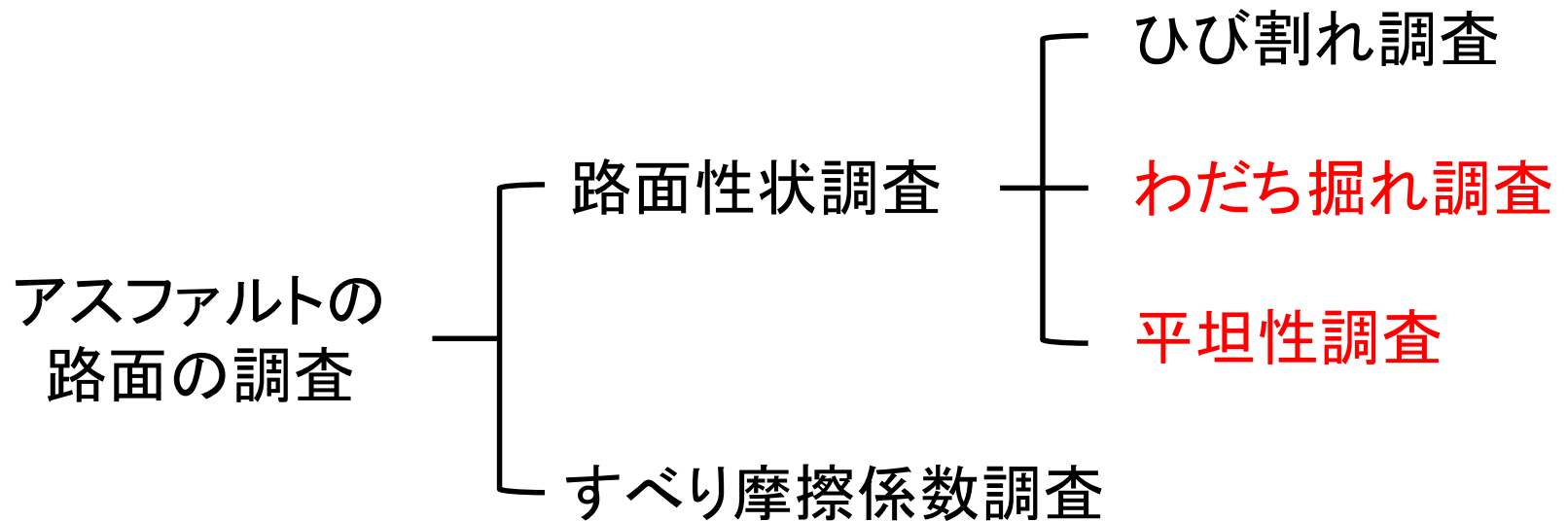
わだち掘れ及び平坦性の調査方法について

国土交通省 国土技術政策総合研究所
空港研究部 空港施設研究室

研究官 増田達

「空港舗装補修要領」(航空局)における**わだち掘れ調査**及び**平坦性調査**について、**従来の評価手法に課題があった**ため、平成29年4月に改訂が行われた。

空港舗装補修要領 第Ⅱ編 アスファルト舗装編 Ⅱ-2.1 総則



概要

わだち掘れ及び平坦性の評価手法が、平成29年4月に改訂された根拠となる研究内容を示す。

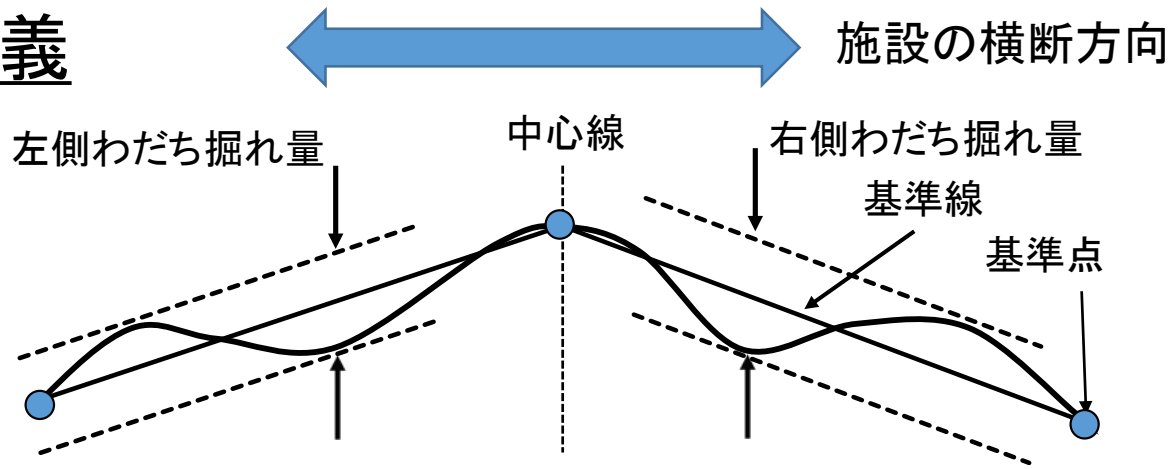
構成

1. わだち掘れ調査について
2. 平坦性調査について

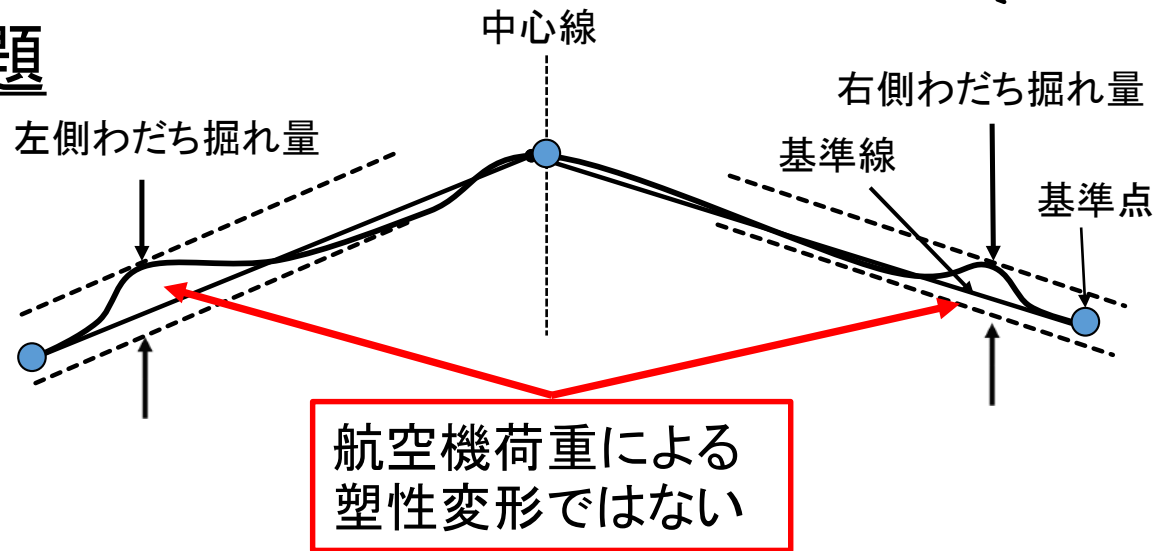
1. わだち掘れ調査について

既往の評価手法(従来法)について

従来法の定義



従来法の課題



従来法は、航空機荷重による塑性変形ではない凹凸をわだち掘れとして評価してしまう。

目的 | わだち掘れ調査について

目的1. 新たなわだち掘れ評価手法の選定

逐次法と水深法の二種類の新たな手法から選定。

目的2. 選定した手法の管理目標値の閾値の設定

表 従来法の管理目標値の閾値

施設	評価ランク				
	A	B1	B2	B3	C
滑走路	10未満	19未満	29未満	38未満	38以上
誘導路	17未満	30未満	44未満	57未満	57以上
エプロン	22未満	38未満	54未満	70未満	70以上

※単位はmm

A: 補修の必要なし

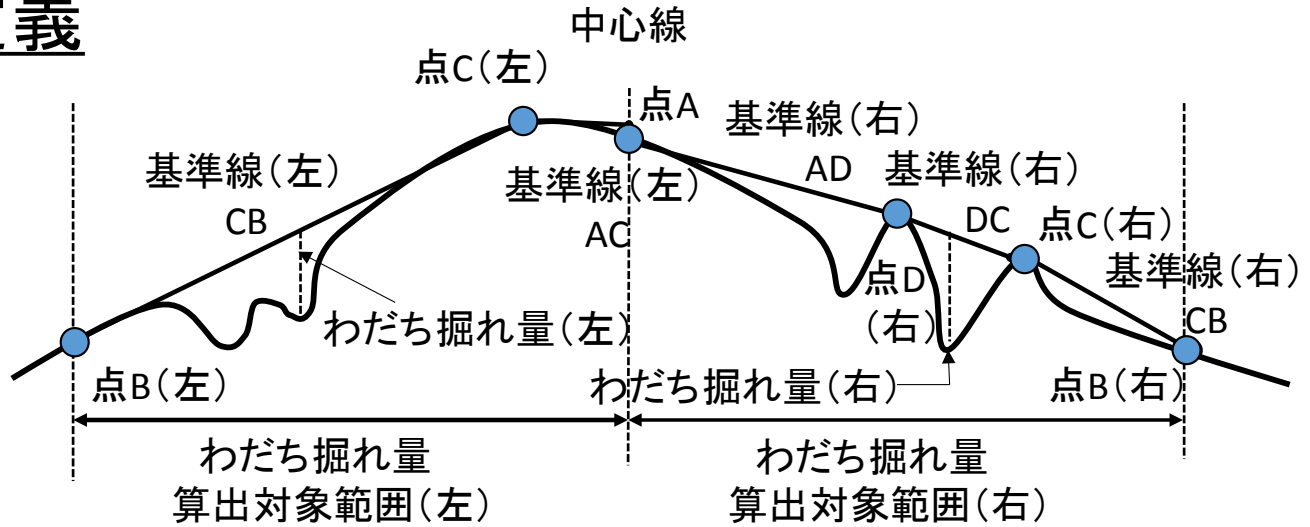
B: 近いうちの補修が望ましい(B1: 優先度 低、B2: 優先度 中、B3: 優先度 高)

C: できるだけ早急に補修の必要がある

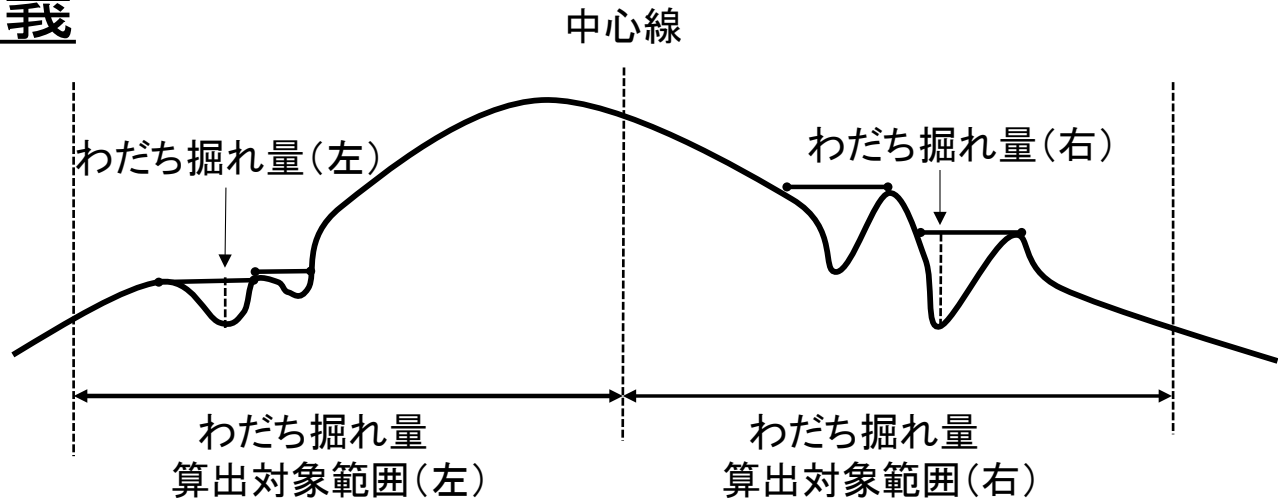
目的1. 新たなわだち掘れ評価手法の選定

新たな評価手法の定義

逐次法の定義



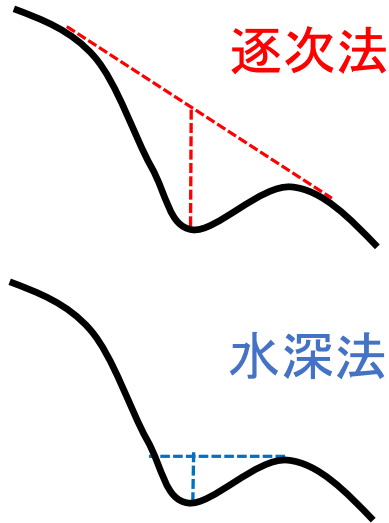
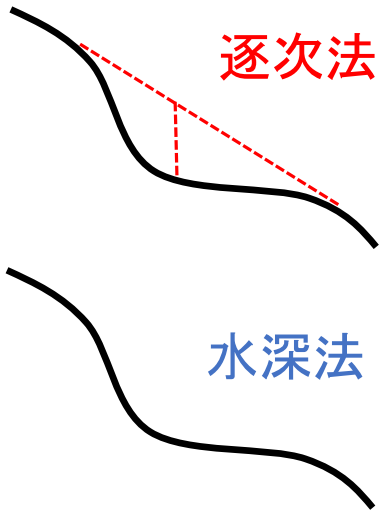
水深法の定義



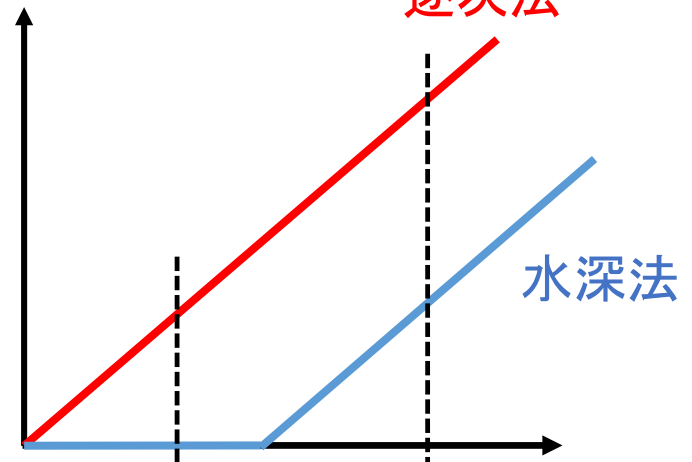
逐次法、水深法の評価について

航空機荷重による
塑性変形 小

航空機荷重による
塑性変形 大



わだち掘れ量



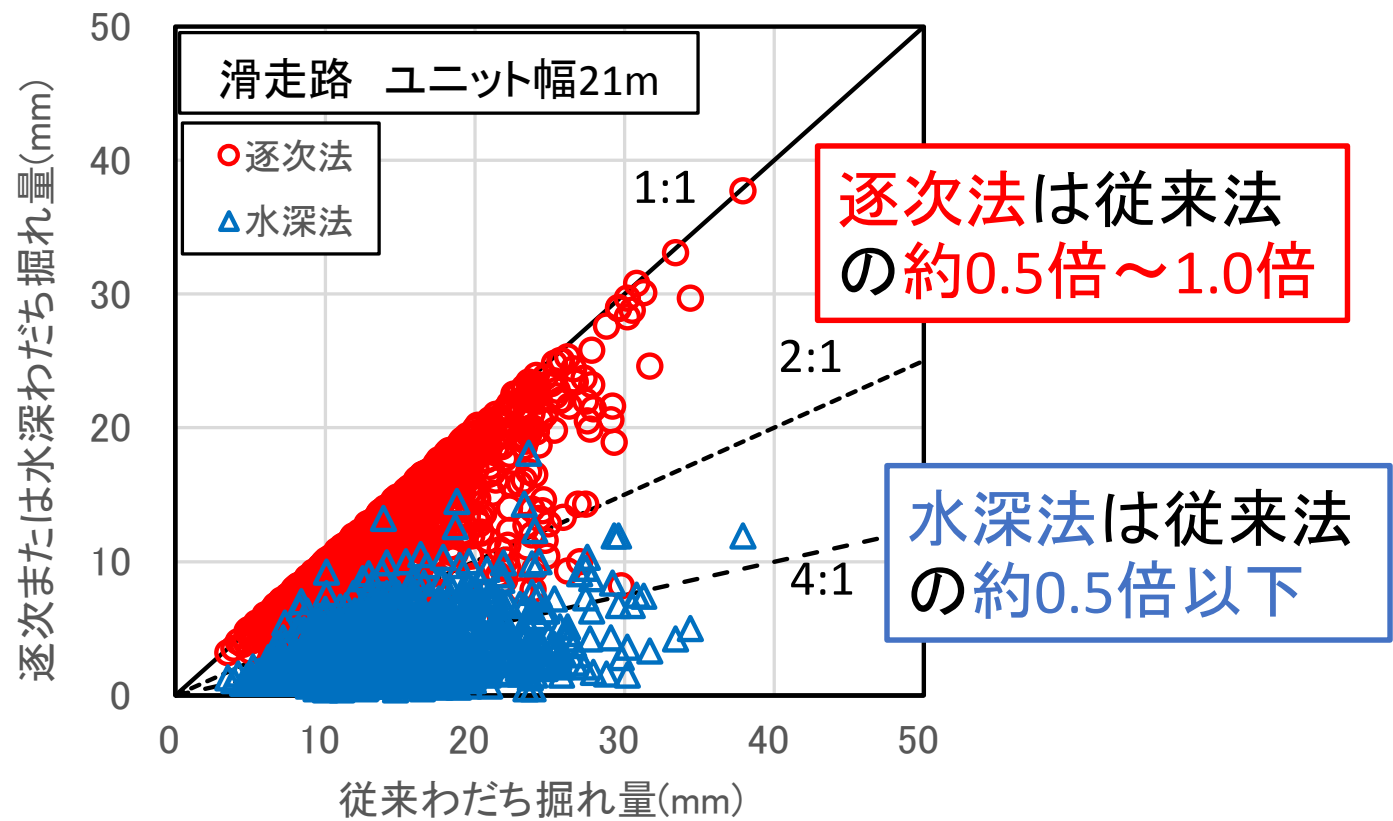
航空機荷重による
塑性変形

※わだち掘れを評価
出来ず

逐次法と比較して、**水深法**はわだち掘れを小さく評価し、路面勾配によってはわだち掘れ量を評価できない場合がある。

各手法による評価結果の比較

※H27dの東京航空局及び大阪航空局が管理する空港のわだち掘れ評価結果



手法の妥当性と従来法と大きく評価が乖離しないことを考慮し、**逐次法を選定した。**

目的2. 逐次法の管理目標値の閾値の設定

閾値の設定

逐次法と従来法の相関をとり、逐次法と従来法の評価ランク(A、B1、B2、B3、C)が最も一致する逐次法の閾値を設定する。

逐次法の閾値は従来法の閾値の8割程度となった。

⇒発表時間の制約上、詳細は論文集に記載。

表 逐次法の管理目標値の閾値

施設	評価ランク				
	A	B1	B2	B3	C
滑走路	8未満	15未満	23未満	30未満	30以上
誘導路	14未満	24未満	36未満	46未満	46以上
エプロン	17未満	29未満	41未満	53未満	53以上

※単位はmm

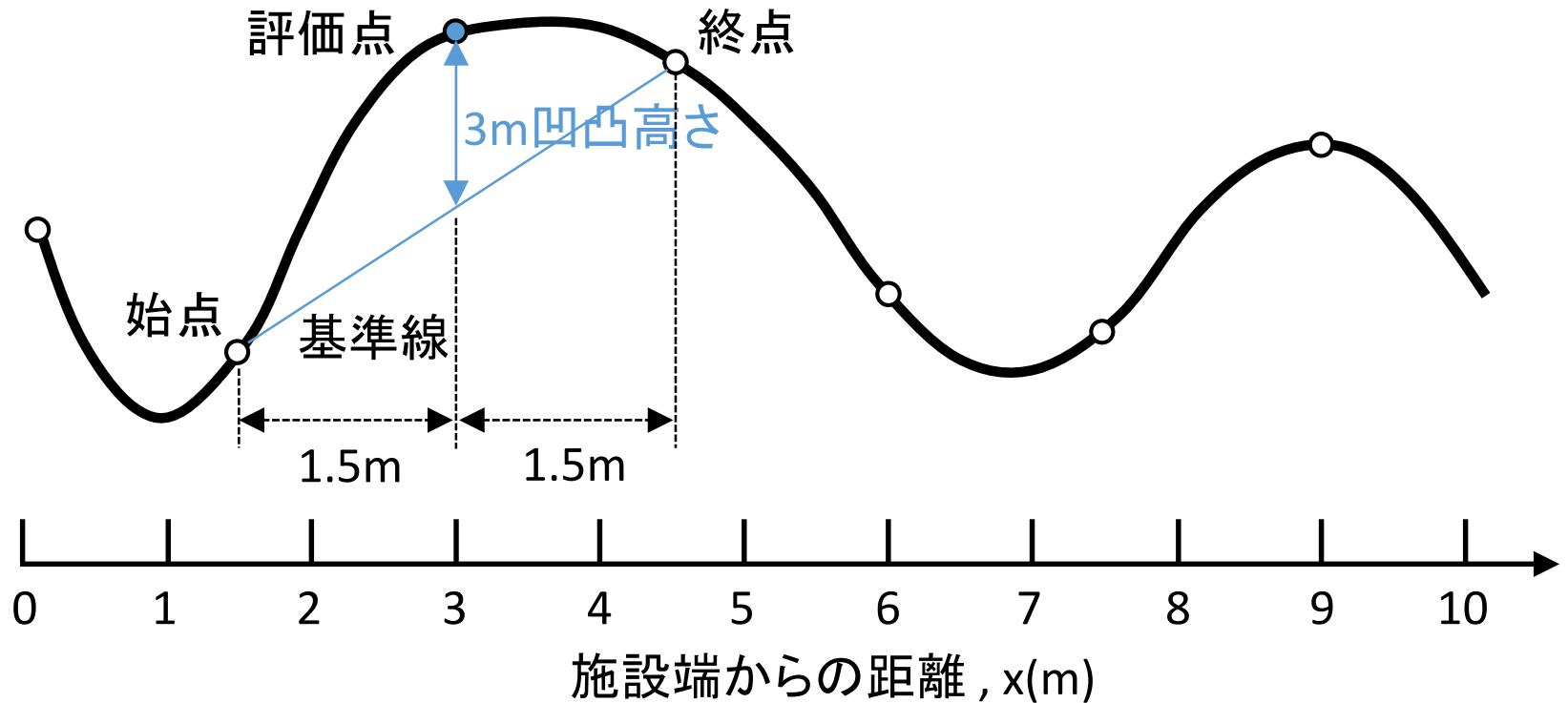
A: 補修の必要なし

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

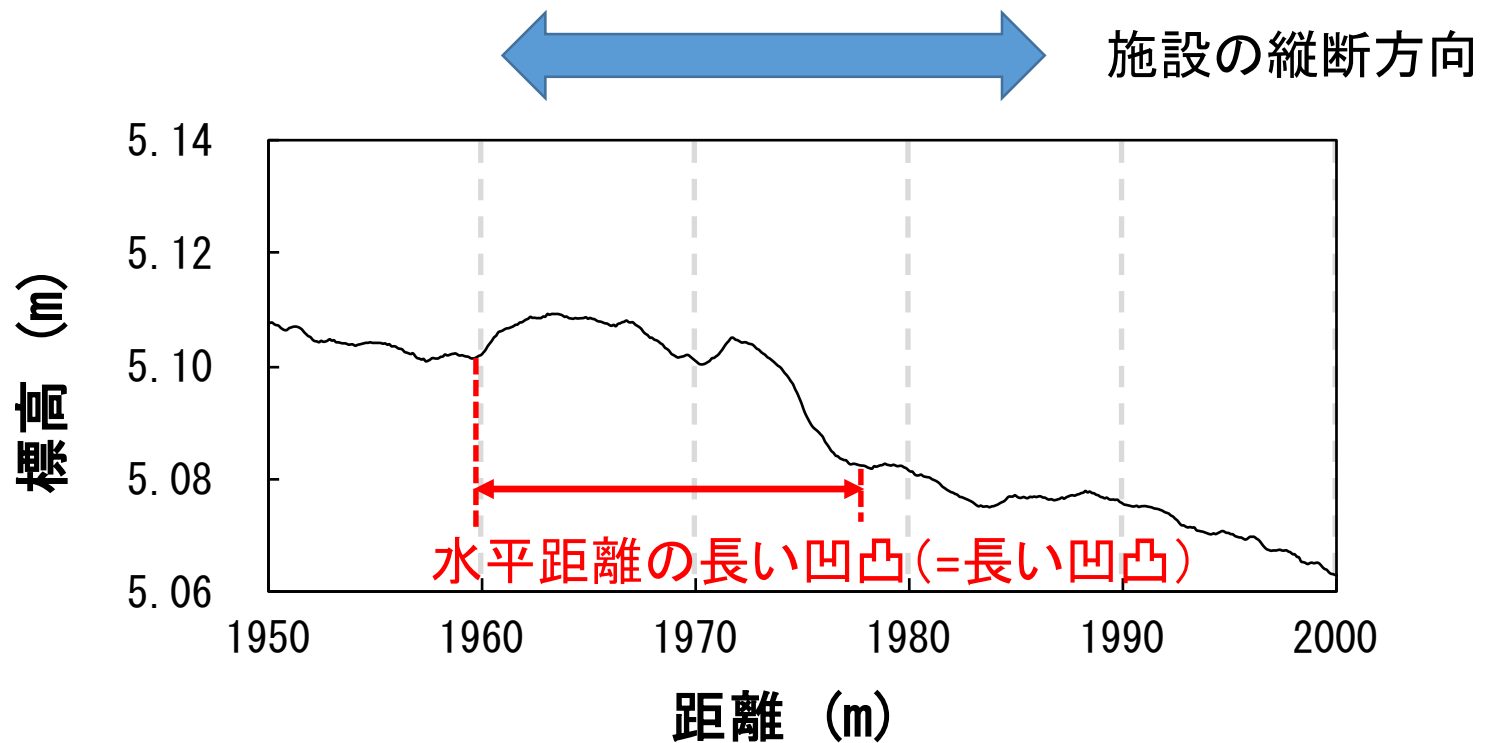
2. 平坦性調査について

既往の評価手法(平坦性 σ)



- 水平方向に長さ3.0mの基準線を用いる。
- 評価点と基準線との鉛直方向の距離(3m凹凸高さ)を1.5m間隔で測定する。
- 評価ユニット長30m内の3m凹凸高さの標準偏差が平坦性 σ を示す。

平坦性 σ の課題

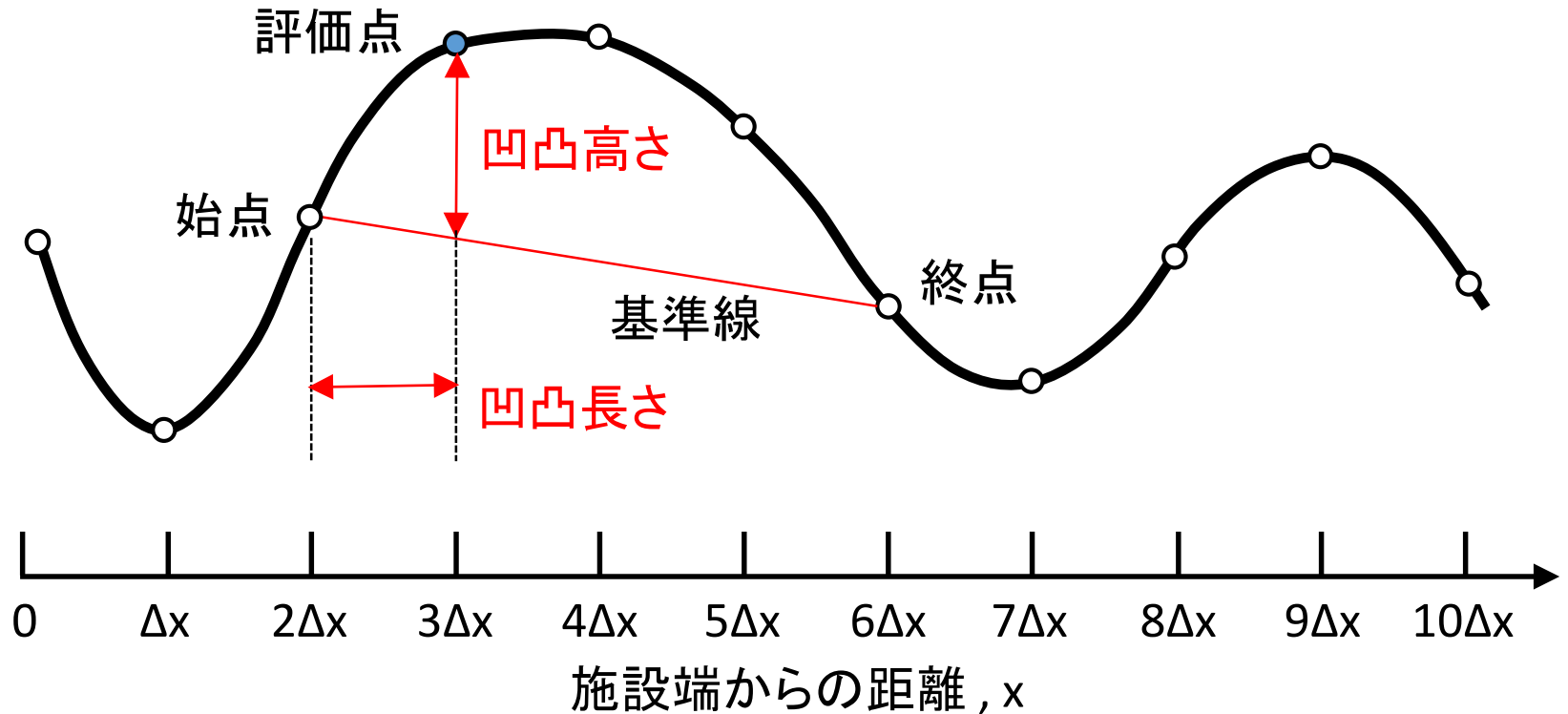


平坦性 σ は、基準線が短く、航空機の走行に影響を及ぼす水平距離の長い凹凸(長い凹凸)を評価できない。

新たな平坦性評価手法BBI

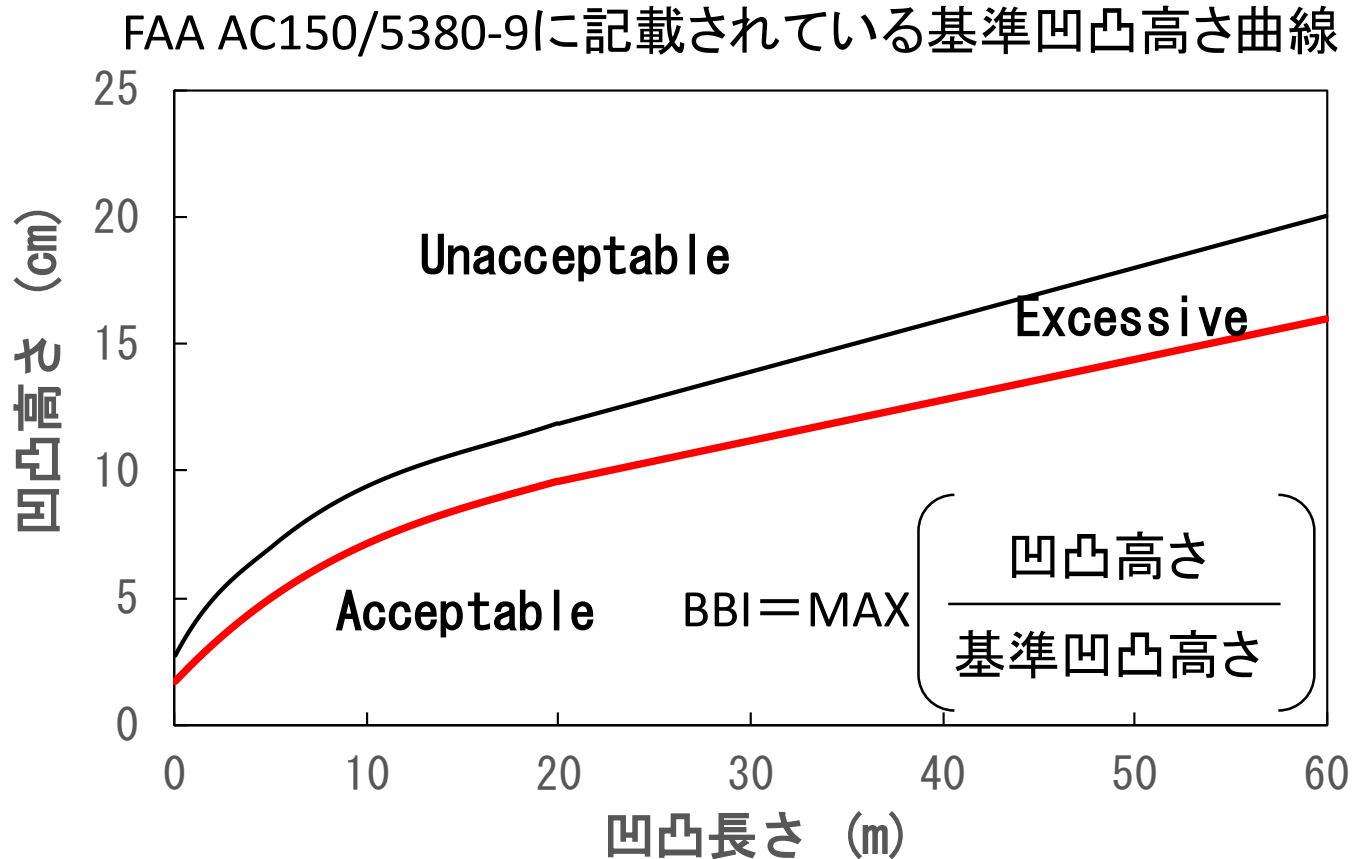
FAA(米国連邦航空局)で使用されている長い凹凸を評価可能であるBBI(Boeing Bump Index)を新たな平坦性評価手法として導入する。

BBIの評価手法 | 手順1



- **最大120m**まで、間隔 Δx で種々の長さの**基準線**を用いる。
- 複数の基準線から**凹凸長さ**と**凹凸高さ**の組み合わせを算出する。

BBIの評価手法 | 手順2



- FAAのAdvisory Circularに記載されるExcessive-Acceptable境界を基準凹凸高さとして適用する。
- 基準凹凸高さにより、凹凸高さを除した値の最大値がBBIとなる。

目的1. BBIの評価間隔 Δx の感度分析

Δx の設定を1.0mと0.1mとし、評価結果の違いを確認する。

目的2. BBIと平坦性 σ による評価の比較

長い凹凸又は短い凹凸が多くを占める2つのデータについてBBIと平坦性 σ による評価結果の違いを確認する。

目的1. BBIの評価間隔 Δx の感度分析

Δx の感度分析

実空港滑走路プロファイルについて、 $\Delta x=1.0\text{m}$ と $\Delta x=0.1\text{m}$ のBBIの値を比較する。

結論は、 $\Delta x=1.0\text{m}$ と $\Delta x=0.1\text{m}$ のBBIの値に大きな差異はなく、省力化を図るため、 $\Delta x=1.0\text{m}$ と設定。

⇒発表時間の制約上、詳細は論文集に記載。

目的2. BBIと平坦性 σ の評価の比較

分析条件

分析方法

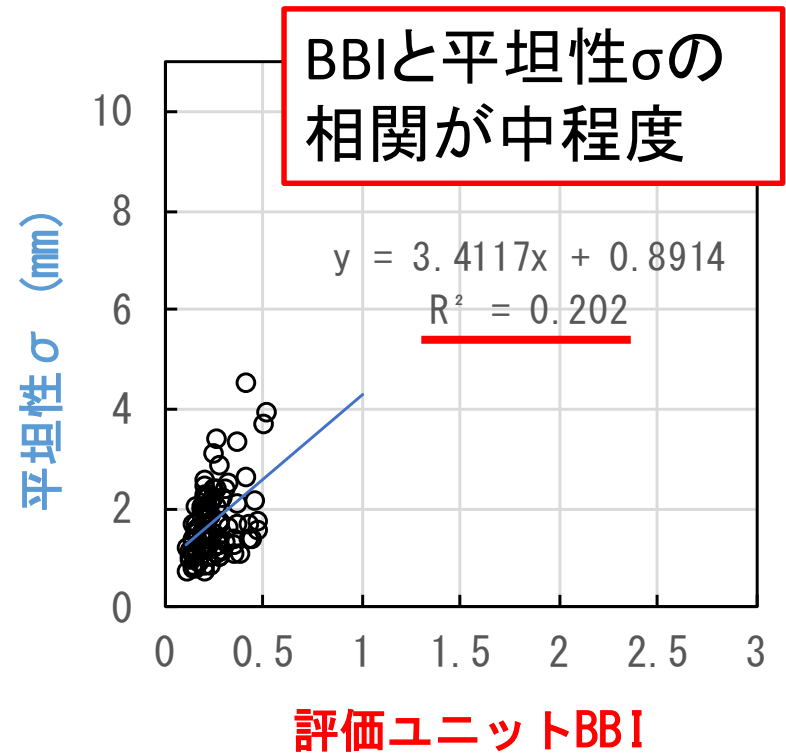
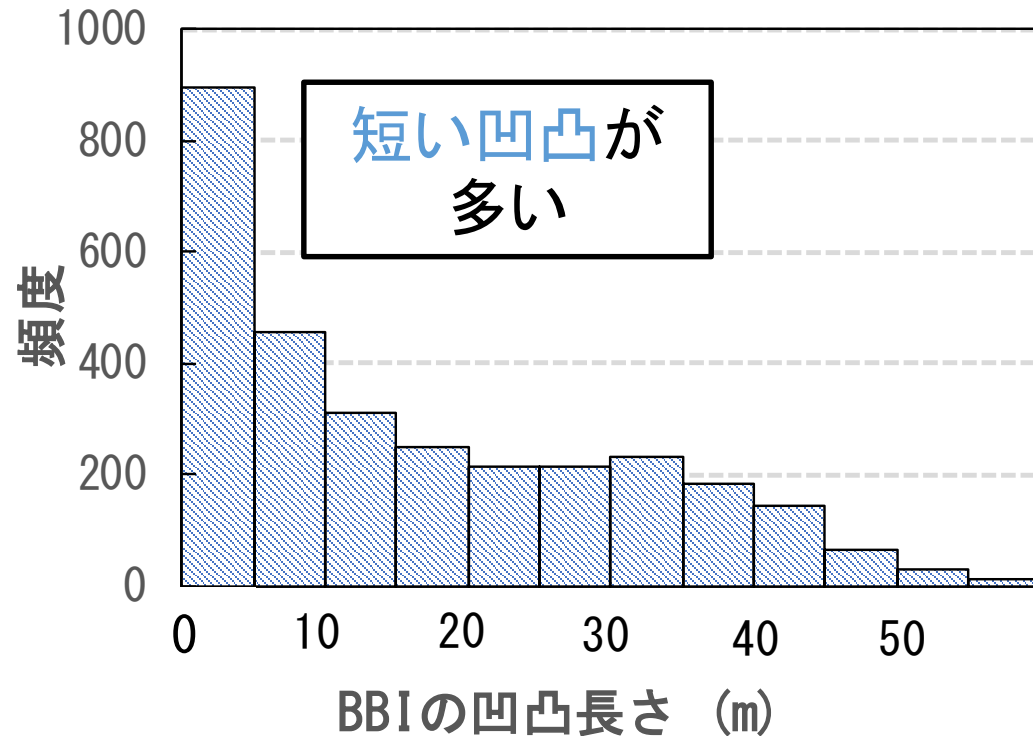
実空港滑走路プロファイルについて、BBIと平坦性 σ の相関分析を実施する。

分析対象

本発表で扱う2事例

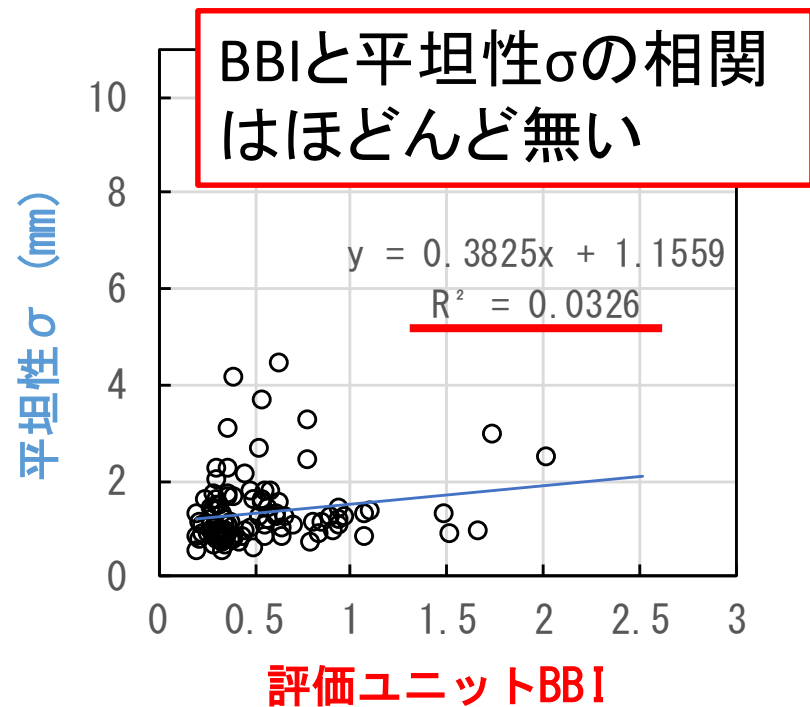
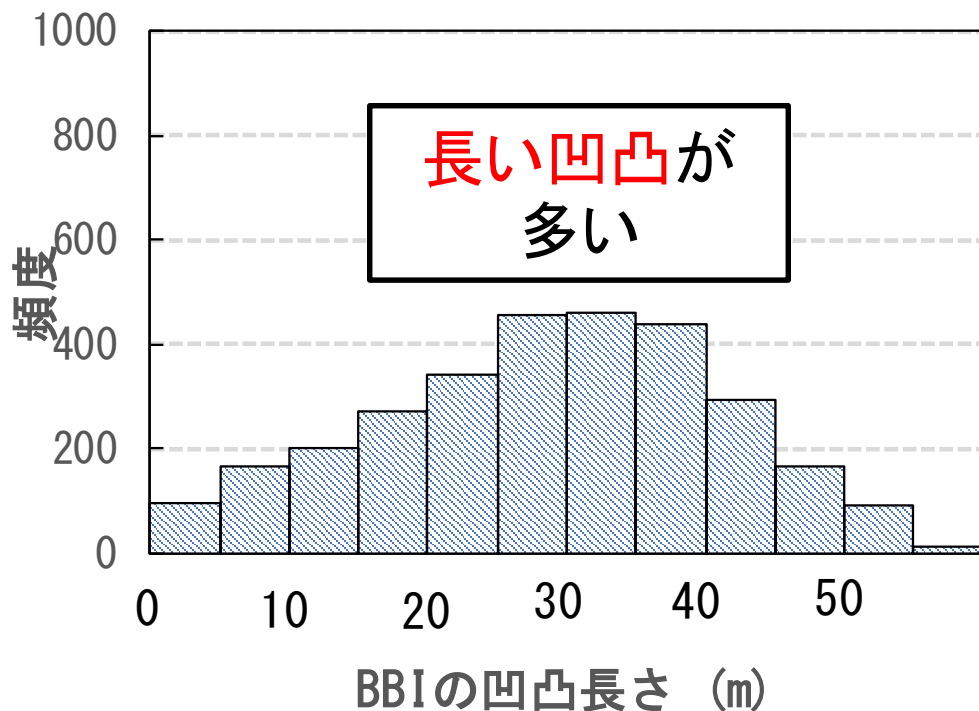
事例名	施設名	種類	測定延長	測定位置	測定年月
A空港_H18	滑走路	海上埋立	3,000m	施設中心から5.5m	H18.2
A空港_H23					H23.3
B空港		陸上	3,000m		H27.11
C空港			2,500m		H28.1
D空港			2,500m		H28.1

BBIと平坦性 σ の比較 | B空港(陸上空港)



両手法で評価可能である短い凹凸が多いため、BBIと平坦性 σ の評価の傾向は中程度の相関がある。

BBIと平坦性 σ の比較 | A空港_H23(海上埋立空港)



- 長い凹凸が多い場合、BBIと平坦性 σ にほとんど相関がない。
- 長い凹凸はBBIでないとして評価できないことを確認。

結論

わだち掘れ調査

1. 逐次法を、新たな評価手法として選定することとした。
2. 逐次法の管理目標値の閾値を、下記のとおり設定した。

表 逐次法の管理目標値の閾値

施設	評価ランク				
	A	B1	B2	B3	C
滑走路	8未満	15未満	23未満	30未満	30以上
誘導路	14未満	24未満	36未満	46未満	46以上
エプロン	17未満	29未満	41未満	53未満	53以上

※単位はmm

A: 補修の必要なし

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

平坦性調査

1. BBIの $\Delta x=1.0\text{m}$ と 0.1m に有意な差はなく、省力化を図るため、 $\Delta x=1.0\text{m}$ とすることとした。
2. BBIは、長い凹凸についても評価することが可能であり、航空機の平坦性指標として有用性が高いことを確認した。

【BBIに対する評価基準(空港舗装補修要領)】

「**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。」

- 「**1.0を超過する箇所**」で、必ずしも運航に支障があるとは限らない(機材・走行速度の違い)。**1.0はあくまで目安**。
- 「**どの凹凸が航空機の走行安全性に影響するか**」を管理者が把握できることが肝要。基準線の始点／終点も参考となる。

参考)

増田達, 坪川将丈, 河村直哉

BBI(Boeing Bump Index)を用いた空港アスファルト舗装の平坦性評価に関する検討

国総研資料, 2018

<http://www.y.sk.nilim.go.jp/kakubu/kukou/sisetu/publications.html>

「空港施設研究室」で検索 → 「研究成果」

補足 | BBIに関する注意点

パイロットからクレーム

- 離陸走行中, かなり振動を感じた. RWY18から1000-1500mあたり

空港管理者

- 縦断プロファイルを見ても, どのことかよくわからない(図①)
- BBIを見てみよう. 一か所だけ, 1250mあたりにBBIが高い位置がある(図②)
- この部分を拡大して, このBBIが算出された際の基準線の始点・終点も見てみよう. ああ, この5mくらいの長さのコブみたいなのでBBIが大きいのだな(図③)
先月実施した切削オーバーレイ工事区画の施工開始付近だから, そのせいかな.

