

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1045

July 2018

## 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

増田達・坪川将丈・河村直哉

Study on an Evaluation Method for Longitudinal Roughness of  
Airport Asphalt Pavement by BBI (Boeing Bump Index)

Satoru MASUDA, Yukitomo TSUBOKAWA, Naoya KAWAMURA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

# 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

増田達\*・坪川将丈\*\*・河村直哉\*\*\*

## 要 旨

空港アスファルト舗装の平坦性指標として用いられてきた平坦性 $\sigma$ には、凹凸を評価する基準線長が3mと一定かつ短く、航空機の走行安全性能に支障をきたす可能性のある水平距離が長い凹凸を評価できないという課題があった。本資料にて検討対象となるBBI(Boeing Bump Index)は、凹凸を種々の基準線長で評価できるという特徴があり、2009年より、FAA(Federal Aviation Administration)は、BBIを平坦性指標として使用している。本資料では、BBIの評価方法の解説および評価パラメータの間隔 $\Delta x$ の感度分析を行い、実空港滑走路の縦断プロファイルの平坦性評価をBBIにより実施した。

キーワード：アスファルト舗装，空港，平坦性評価，BBI

---

\*空港研究部空港施設研究室研究官  
\*\*空港研究部空港施設研究室長  
\*\*\*空港研究部主任研究官

## **Study on an Evaluation Method for Longitudinal Roughness of Airport Asphalt Pavement by BBI (Boeing Bump Index)**

**Satoru MASUDA\***

**Yukitomo TSUBOKAWA\*\***

**Naoya KAWAMURA\*\*\***

### **Synopsis**

The conventional longitudinal roughness index for airport asphalt pavement which utilizes relative height up to 3 meters long has a problem that the index can evaluate only horizontally short bumps comparing with the size of the aircraft. BBI (Boeing Bump Index) which is an index for evaluating longitudinal roughness was introduced by the FAA in 2009. BBI utilizes various length reference lines, so it can evaluate horizontally long bumps. In this paper, the author explains how to evaluate longitudinal roughness by BBI, conducts analysis for parameter  $\Delta x$  of BBI, and evaluates longitudinal roughness of some runway surface profiles.

**Key Words** : asphalt pavement, airport, longitudinal roughness evaluation, BBI

---

\*Researcher of Airport Facilities Division, Airport Department  
\*\*Head of Airport Facilities Division, Airport Department  
\*\*\*Senior Researcher of Airport Department  
National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan  
Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail : ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## 目 次

1. 背景と目的 .....	1
2. 評価方法 .....	2
3. 間隔 $\Delta x$ の感度分析 .....	4
4. 適用事例 .....	5
4.1 A空港 .....	6
4.2 B空港 .....	8
4.3 C空港 .....	9
4.4 D空港 .....	10
5. 空港舗装補修要領の改訂 .....	10
6. 結論 .....	11
参考文献 .....	11



## 1. 背景と目的

空港の滑走路、誘導路およびエプロンにおけるアスファルト舗装の縦断方向の凹凸の程度（以下、平坦性）は、航空機が走行する際の操縦安定性、走行快適性に影響を与える。そのため、舗装補修を実施する際には、ひび割れ、わだち掘れとともに、平坦性を考慮することが必要となる。国土交通省航空局「空港舗装補修要領」<sup>1)</sup>においては、空港アスファルト舗装を対象とした路面性状調査の中で、平坦性調査を行うことを標準とすると定められている。

平坦性指標として、3mプロフィールメータの原理を用いる指標がある（以下、平坦性 $\sigma$ ）。平坦性 $\sigma$ は、平成29年4月の国土交通省航空局「空港舗装補修要領」の改訂前まで空港アスファルト舗装の平坦性指標として使用されていた。評価方法としては、まず、表-1に示す就航機材サイズに応じた横断方向の測定位置において、路面性状測定車により縦断プロファイル測定する。なお、測定間隔は250mm以下が標準とされる。次に、図-1のとおり、凹凸を検出するための始点と終点を結ぶ基準線の水平方向の長さを3mとし、基準線の中心点から路面の評価点までの鉛直方向の長さ（以下、3m凹凸高さ）を求める。図-1は、評価点 $x=3m$ における3m凹凸高さの算出例である。評価点を1.5m間隔で移動させ、表-1に示す評価ユニット内の3m凹凸高さの標準偏差を算出する。標準偏差の大きさが平坦性 $\sigma$ となる。しかしながら、3mという一定かつ短い基準線長を用いて検出した凹凸により平坦性を評価していることから、約20m~30mのホイールベースを有する航空機の走行に支障をきたす凹凸を検知できていない可能性があった。空港舗装の平坦性指標としては、比較的長い凹凸も評価する必要がある、平坦性 $\sigma$ の使用は見直す必要があると考えられる。

道路舗装を対象とした平坦性指標では、世界銀行が開発したIRI（International Roughness Index）が用いられている場合もある。IRIは、質点、バネおよびダッシュポッドから構成されるクォーターカーモデル（車両の1輪を模擬したモデル）が路面を走行した際の累積上下変位量を走行距離で除した値であり、路面を走行する車両の応答を考慮した指標である。ただし質点、バネ、およびダッシュポッドに適用されるパラメータは自動車の応答を考慮しているため、航空機の応答を考慮したIRIによる評価は困難であると考えられる。

航空機が路面を走行する際の、航空機応答シミュレーションソフトAPRAsを用いた平坦性に関する研究が坪川他<sup>2)</sup>により行われている。航空機の種類、航空機の走行速

度、路面の振幅や波長を変化させた航空機走行時の応答を解析し、路面を走行する航空機の鉛直加速度と路面の平坦性の関係の評価を行い、種々のパラメータが航空機の鉛直加速度に及ぼす影響を分析している。しかしながら、APRAsにより解析される航空機の鉛直加速度と実際の航空機の鉛直加速度に乖離があることが課題となっている。

一方、FAA（Federal Aviation Administration）では、縦断プロファイルデータから、路面に存在する凹凸の長さおよび高さを求めて、実測された凹凸高さを第2章にて後述する基準凹凸高さで除すことにより評価する平坦性指標BBI（Boeing Bump Index）を2009年から採用している<sup>3)</sup>。このBBIは、Boeing社が航空機の応答等を考慮して提案した基準凹凸高さを応用した指標であり、平坦性 $\sigma$ とは異なり、種々の水平方向の長さを有する凹凸を評価可能な指標である。

本資料では、平坦性指標として有用とみられるBBIの、空港アスファルト舗装への適用性を検討する。第2章でBBIの評価方法を示し、第3章では、BBIの評価点および基準線に影響する間隔 $\Delta x$ の感度分析を行う。第4章では、実空港滑走路の縦断プロファイルデータの平坦性を、BBIにより評価した事例を示す。また、平成29年4月の空港舗装補修要領の改訂にて、BBIは平坦性評価指標として採用されており、第5章では、BBIを利用する際の注意点等について述べる。最後に第6章で結論を示す。

表-1 平坦性 $\sigma$ の評価点

就航機材	横断方向の測定位置	評価ユニットサイズ
大型ジェット機	センターから5.5m	幅21m×長さ30m
中型ジェット機	センターから4.8m	幅14m×長さ45m
小型ジェット機	センターから2.6m	幅14m×長さ45m
プロペラ機または小型機のみ	センターから主要航空機の主脚間距離の約1/2の距離	幅7m×長さ90m

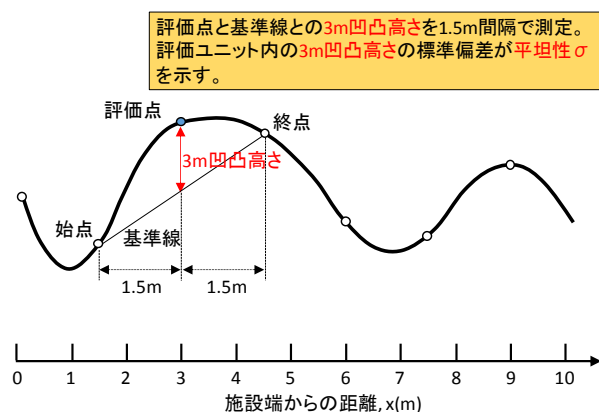


図-1 平坦性 $\sigma$ の評価方法

## 2. 評価方法

本章では、BBIの評価方法について述べる。間隔 $\Delta x$ で測定された縦断プロファイルにおいて、まず、図-2のように、いずれかの位置に基準線の始点を設け、ある長さの基準線を設ける。次に、基準線の始点から基準線の終点までの間に $\Delta x$ ごとに存在する評価点において、図-3に示すように凹凸長さ及び凹凸高さを算出する。この凹凸長さ及び凹凸高さを算出を、基準線の始点を移動させ、また、基準線長を変更して繰り返すことにより、全ての評価点において様々な凹凸長さ及び凹凸高さを算出する。なお、図-2に示すとおり、基準線の始点を移動させる場合は $\Delta x$ ごとに移動させ、基準線長を変更する場合も $\Delta x$ ごとに120mまで延長させる。FAAのAC150/5380-9によれば、基準線長120mを超過する凹凸は航空機に影響を与えないとされている。

図-3は、 $\Delta x=1.0\text{m}$ とした場合の凹凸長さ及び凹凸高さを算出例である。この算出例では、基準線の始点を $x=1\text{m}$ 、基準線長を3m及び5mとし、評価点を $x=3\text{m}$ としている。このように、基準線の始点と評価点を固定した場合であっても、基準線長を変化させることにより、複数の凹凸長さ及び凹凸高さが算出される。

図-4のとおり、評価点において算出された複数の凹凸

高さを、その凹凸長さに応じた式(1)、式(2)に示す基準凹凸高さで除し、その値の最大値がその評価点におけるBBIとなる。図-3は、基準線長を3m及び5mとした二例のみを示しており、基準線長3mの場合が凹凸長さ1m、凹凸高さ2cm、基準凹凸高さ2.48cm、基準線長5mの場合が凹凸長さ2m、凹凸高さ5cm、基準凹凸高さ3.19cmである。評価点のBBIの候補として、二つの場合を比較した時には、凹凸高さを基準凹凸高さで除した値が大きい基準線長5mの値が採用される。FAAのAC150/5380-9に記載されている基準凹凸高さ曲線を図-5に示す。基準凹凸高さは、式(1)、式(2)に示すAcceptableとExcessiveの境界値を採用している。

$$\bullet 0 < BL \leq 20 \text{ の場合 : } SBH = 1.713187 + 0.800872 \times BL - 0.031265 \times BL^2 + 0.000549 \times BL^3 \quad \dots (1)$$

$$\bullet 20 < BL \leq 60 \text{ の場合 : } SBH = 6.4 + 0.16 \times BL \quad \dots (2)$$

ここに、  
SBH：基準凹凸高さ (cm)、BL：凹凸長さ (m)

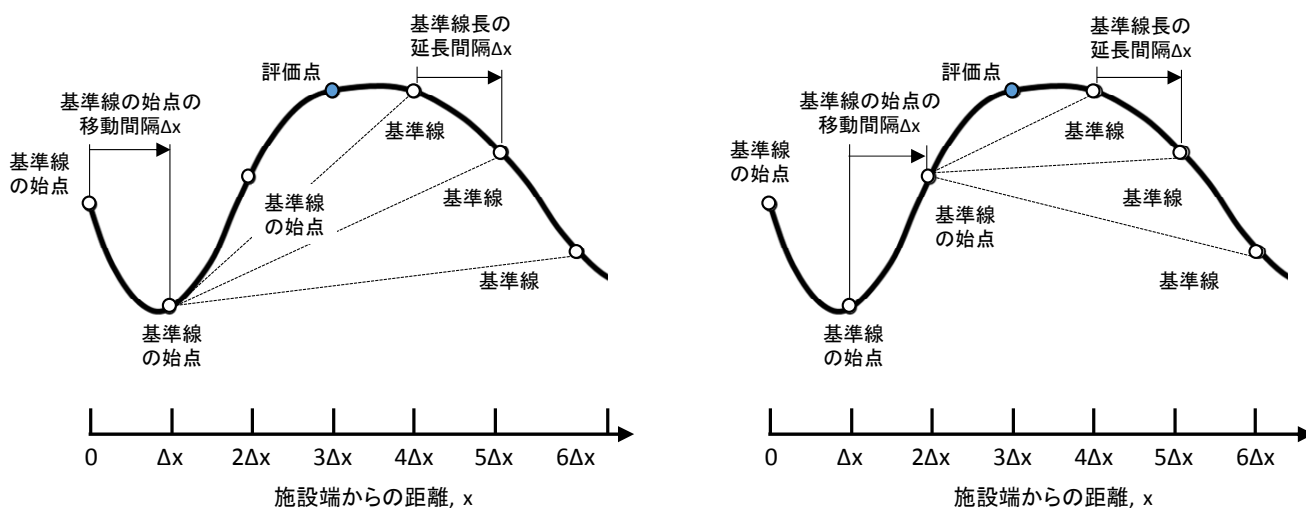


図-2 評価点、基準線の始点および基準線長の間隔 $\Delta x$

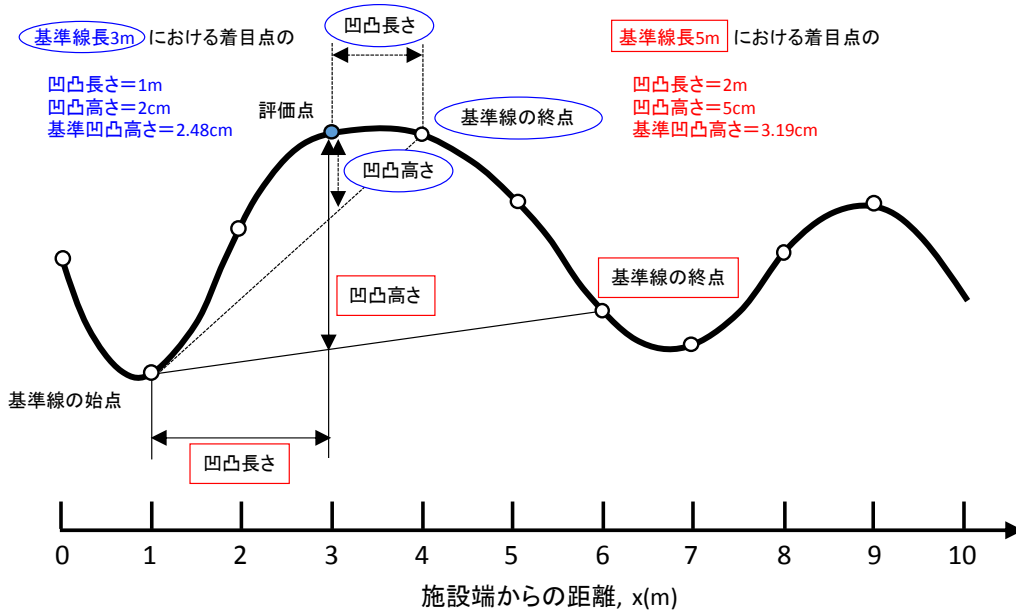


図-3 凹凸長さ と凹凸高さの算出方法 ( $\Delta x=1.0\text{m}$ の場合)

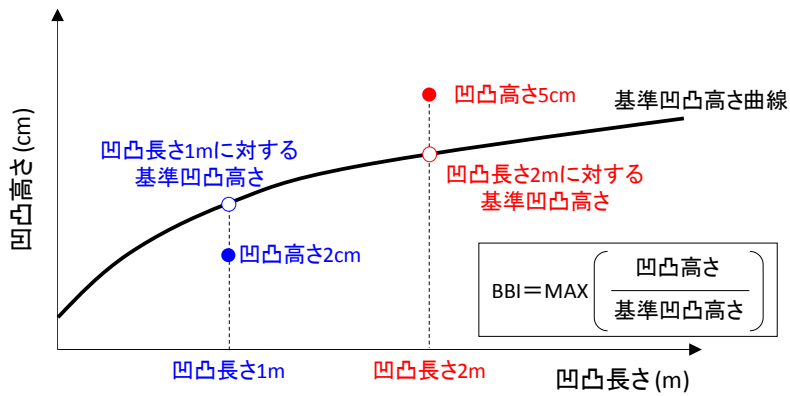


図-4 BBIの評価方法

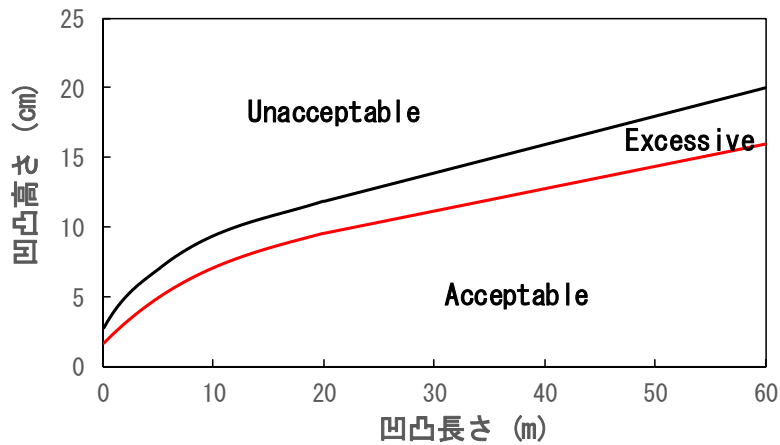


図-5 FAAによる基準凹凸高さ曲線



### 3. 間隔 $\Delta x$ の感度分析

本章では、間隔 $\Delta x$ の違いがBBIに及ぼす影響を確認することを目的とした感度分析を行う。BBIの評価点、基準線の始点および基準線長に影響する $\Delta x$ を1.0mまたは0.1mに設定し、同一縦断プロファイルに対するBBIを比較する。感度分析に使用する縦断プロファイル5事例を、表-2に整理した。以下では、 $\Delta x$ を1.0mで評価したBBIを「BBI ( $\Delta x=1.0m$ )」、また、 $\Delta x$ を0.1mで評価したBBIを「BBI ( $\Delta x=0.1m$ )」と定義した。

はじめに、BBI ( $\Delta x=1.0m$ ) とBBI ( $\Delta x=0.1m$ ) を比較した結果を図-6～図-10に示す。なお、同一箇所にてBBIを比較するためBBI ( $\Delta x=0.1m$ ) は滑走路端より1.0m間隔で抽出した。事例を問わず、同一箇所のBBI ( $\Delta x=1.0m$ ) とBBI ( $\Delta x=0.1m$ ) は概ね同程度の値をとることが分かる。

次に、BBIを大きさで区分けし、各区分の占めるデータ数の割合を各事例、各 $\Delta x$ において整理した結果を図-11に示す。一例として、BBIは0.2間隔で区分けした。なお、この図-11においては、BBI ( $\Delta x=0.1m$ ) は1.0m間隔の抽出は行わず、0.1mの評価間隔で評価された全ての結果を整理対象とした。同一事例において、 $\Delta x$ が1.0mと0.1mの場合を比較すると、各区分の占めるデータ数の割合は、概ね同様の結果を示しており、最も乖離したB空港のBBI $\leq 0.2$ の区分でも、3.9%程度の差であった。

以上より、BBI ( $\Delta x=1.0m$ ) とBBI ( $\Delta x=0.1m$ ) には、値に大きな差がないといえる。また、本分析において、計算プログラムによるBBIの評価にはBBI ( $\Delta x=1.0m$ ) で数秒、BBI ( $\Delta x=0.1m$ ) で数時間を要した。計算環境によるもののBBI ( $\Delta x=1.0m$ ) とBBI ( $\Delta x=0.1m$ ) では計算時間に大幅な差があると考えられる。そこで、評価時間を短縮するため $\Delta x$ は1.0mと設定することとした。

表-2 感度分析の対象事例

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	センターから5.5m	H18.2
A空港_H23					H23.3
B空港		陸上	2,500m		H27.11
C空港					H28.1
D空港					H28.1

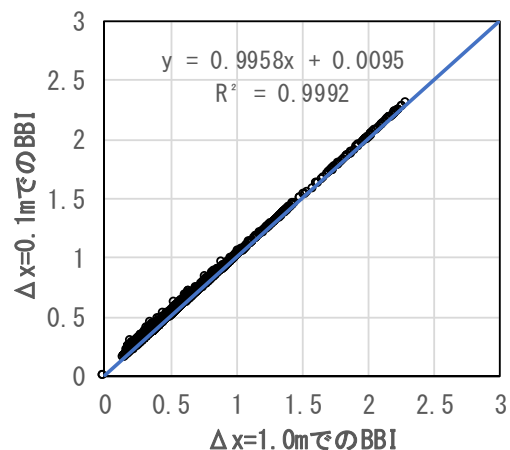


図-6 BBIの比較 (A空港\_H18)

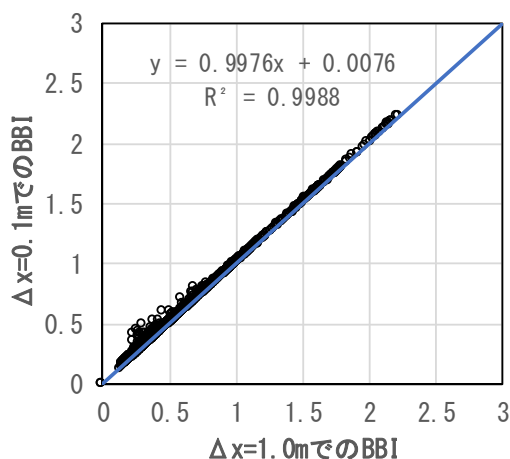


図-7 BBIの比較 (A空港\_H23)

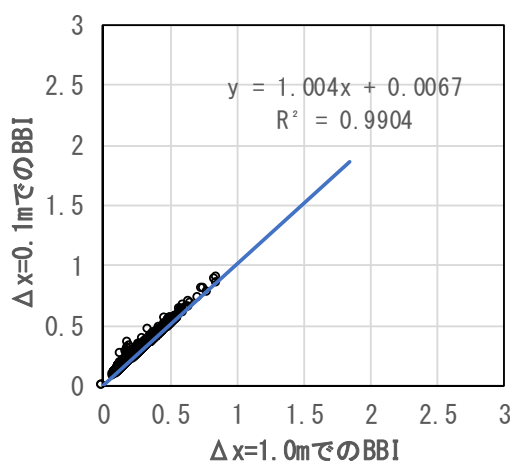


図-8 BBIの比較 (B空港)

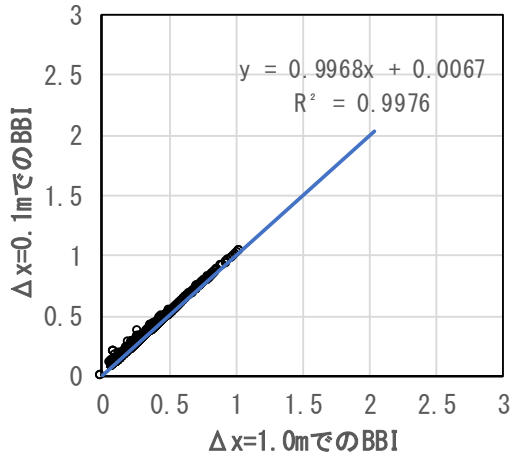


図-9 BBIの比較 (C空港)

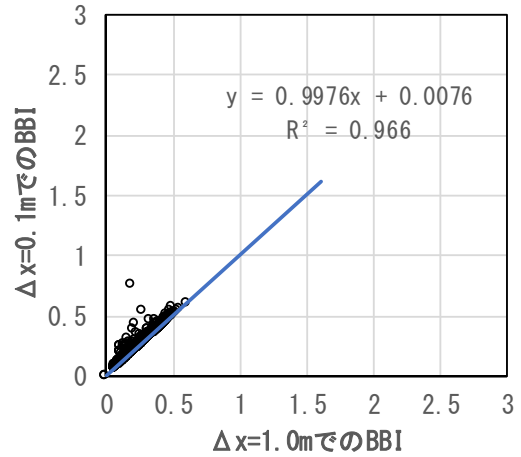


図-10 BBIの比較 (D空港)

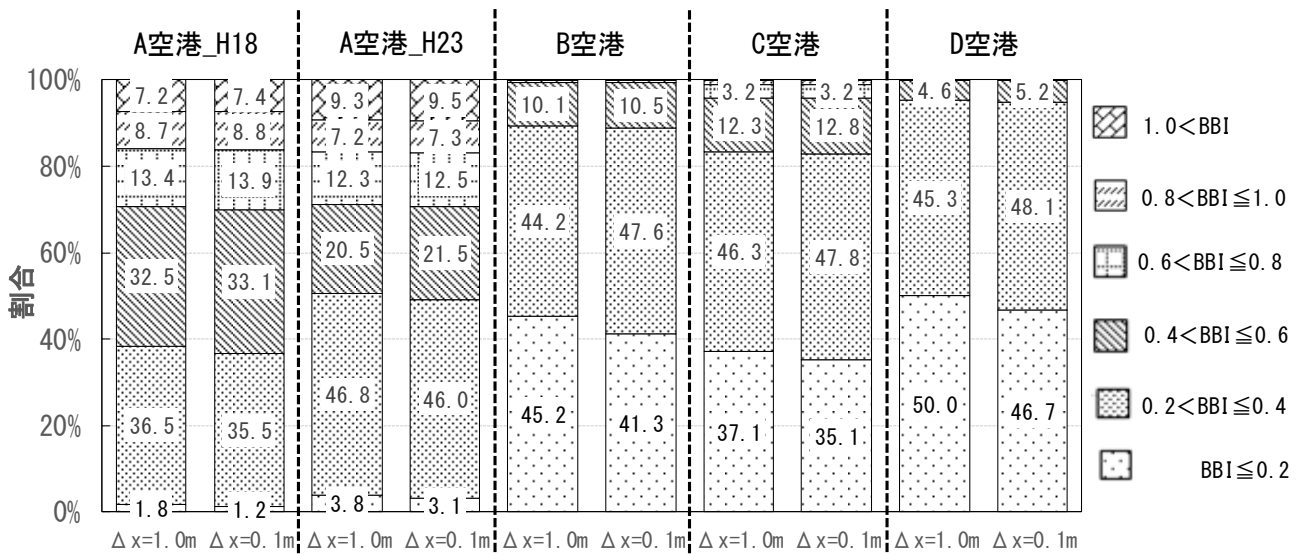


図-11 0.2間隔で区分けしたBBIの比較

#### 4. 適用事例

本章では、BBIの実空港への適用事例を示す。第3章の間隔 $\Delta x$ の感度分析にて使用した5事例の縦断プロファイルの平坦性を、BBIにより評価する。また、平坦性 $\sigma$ による評価も同時に行い、両指標による評価結果を比較する。特に、両指標の相違点である基準線長に着目して分析を実施する。A~D空港は、全て大型ジェット機が就航する空港であり、平坦性 $\sigma$ は評価ユニット長30m間で評価された3m凹凸高さの標準偏差である。

BBIと平坦性 $\sigma$ により特定する平坦性が悪化している箇所を比較を容易にするため、舗装補修の目安である管理目標値を用いた。BBIの管理目標値は1.0とした。この管理目標値を超える箇所は、凹凸高さが基準凹凸高さを

超過しており、平坦性が悪化している可能性が高いと考えられる。平坦性 $\sigma$ の管理目標値は3.64とした。この管理目標値は福手他<sup>4)</sup>の研究成果により提案されたものであり、平成29年4月改訂までの空港舗装補修要領には、この管理目標値を超えると、「できるだけ早急に補修の必要がある」とされていた。なお、両指標の管理目標値の技術的背景は異なり、両指標がこれらの管理目標値を超過した状態が同等の走行安全性能を示すとは限らないため、あくまで、これらの管理目標値はBBIと平坦性 $\sigma$ の比較を容易にするための参考として用いる。

また、BBIと平坦性 $\sigma$ では基準線長が異なることを踏まえ、平坦性評価と同時に凹凸の水平方向の長短を分析している。以降では、水平距離の長い凹凸を「長い凹凸」、水平距離の短い凹凸を「短い凹凸」と表現する。

#### 4.1 A空港

まず、A空港\_H18およびA空港\_H23について、BBIによる評価結果を示す。なお、A空港の当該滑走路において、平成20年度および平成21年度に帯状切削による舗装補修工事が実施されている。

##### (1)A空港\_H18

図-12の上図に、A空港\_H18の縦断プロファイルを示す。A空港は海上埋立空港であり、地盤の圧密等による不同沈下の影響を受けていることから、400m、1,400m、1,800m、2,100m、2,300m、2,900m付近に勾配が急変動する箇所が見られる。

図-12の下図に、BBIと平坦性σによる評価結果を示す。BBIは、400m、1,800m、2,300m、2,900m付近に管理目標値以上の箇所も見られる一方、管理目標値未満の箇所が多数見られる。平坦性σは、全長に渡り、管理目標値以上もしくは、同程度の値を示す箇所が多数あり、両指標により特定した平坦性が悪化している箇所は異なっている。

BBIと平坦性σの相関を調べるため、BBIと平坦性σを同一評価ユニットにて比較した結果を図-13に示す。なお、BBIは、1.0m間隔で評価されていることから、評価ユニット長30m間の平均値をとっている。図-13より、BBIと平坦性σには、ほとんど相関がないことが分かる。これは、BBIは、基準線長を2m~120mと幅広くとることができ、長い凹凸、短い凹凸を問わず凹凸を検知した一方で、平坦性σは基準線長が3mであり、短い凹凸のみを検知したことが原因と考えられる。

BBIにより評価された凹凸の長短について確認するため、凹凸長さを5.0m間隔で区分けし、各区分の全体に占める割合を整理した結果を図-14に示す。10m未満の凹凸長さの割合は、後述するB、C空港と比較すると約35%と比較的低く、長い凹凸の占める割合が高いことが分かった。

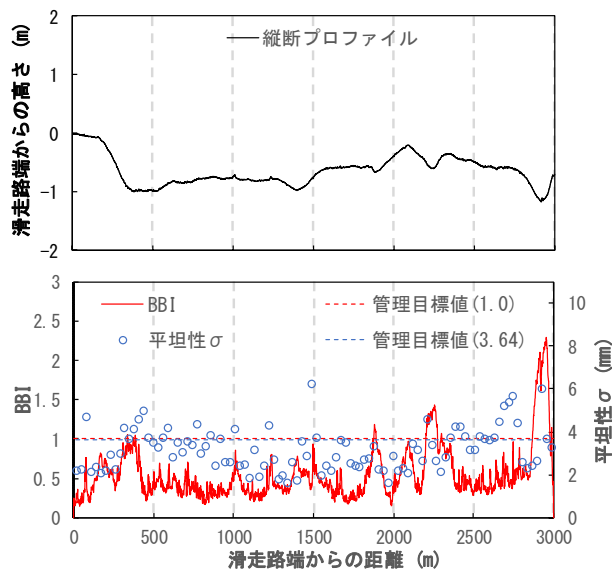


図-12 平坦性の評価結果 (A空港\_H18)

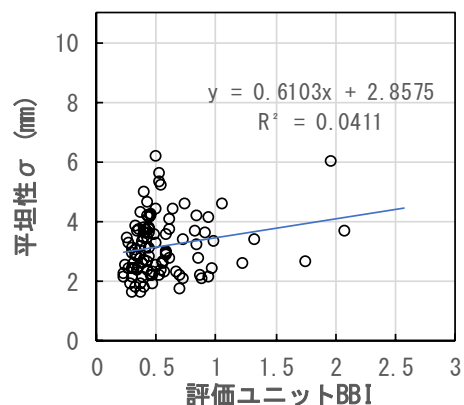


図-13 同一評価ユニットのBBIと平坦性σの比較 (A空港\_H18)

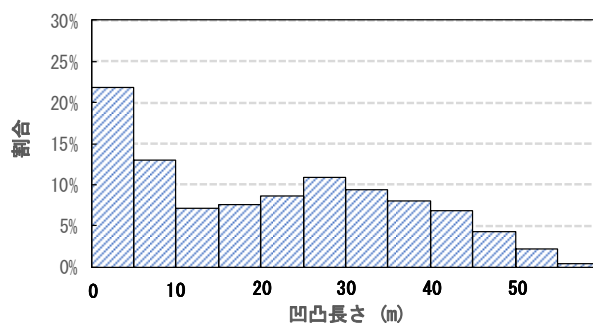


図-14 BBIの凹凸長さ (A空港\_H18)

##### (2)A空港\_H23

図-15の上図に、A空港\_H23の縦断プロファイルを示す。A空港\_H18の事例から縦断プロファイルは大きくは変化

していないが、平成20年度および平成21年度に帯状切削による舗装補修が実施された点に留意したい。

図-15の下図に、BBIと平坦性σの評価結果を示す。BBIは、200m、400m、1,000m、2,100m、2,300m、2,900m付近等に管理目標値以上もしくは、同程度の値を示す箇所が見られる。一方、平坦性σは2,600m付近に管理目標値以上の箇所が見られるものの、全長に渡り管理目標値未満の箇所が大半を占めている。A空港\_H18と同様、BBIと平坦性σでは平坦性が悪化している箇所は異なっている。

BBIと平坦性σの相関を調べるため、BBIと平坦性σを同一評価ユニットにて比較した結果を図-16に示す。なお、BBIは評価ユニット長30m間の平均値をとっている。A空港\_H18と同様、BBIと平坦性σにほとんど相関はないことが分かった。

平成20年度および平成21年度の補修の影響を確認するため、まず、補修前後で平坦性σを比較した結果を図-17に示す。補修の影響からA空港\_H23は、ほとんど滑走路全長に渡り、A空港\_H18より平坦性σは小さくなっている。これは、補修により短い凹凸は平坦性が改善したためである。

次に、補修前後でBBIを比較した結果を図-18に示す。BBIが管理目標値以上の範囲では、両者は概ね同程度の値をとる一方、管理目標値未満の範囲では、両者に乖離が見られる。この違いは、凹凸の長短に起因するものと考え、管理目標値を境界として、BBIの凹凸長さを5.0m間隔で区分けし、各区分の全体に占める割合を補修前後で比較した結果を図-19、図-20に示す。図-19は、BBIが管理目標値未満の場合、図-20は、BBIが管理目標値以上の場合である。図-19より、BBIが管理目標値未満の場合、A空港\_H18は短い凹凸が比較的高い割合である一方、A空港\_H23は長い凹凸が比較的高い割合である。この変化は、長い凹凸は補修されておらず、短い凹凸のみ補修されたことが原因と考えられる。一方、図-20より、BBIが管理目標値以上の場合、A空港\_H18とA空港\_H23ともに長い凹凸の割合が比較的高いことが分かる。これは、長い凹凸が補修の影響を受けなかったためと考えられる。

以上より、BBIは、補修の影響を反映し、長短問わず凹凸の評価を出来ていることを確認した。

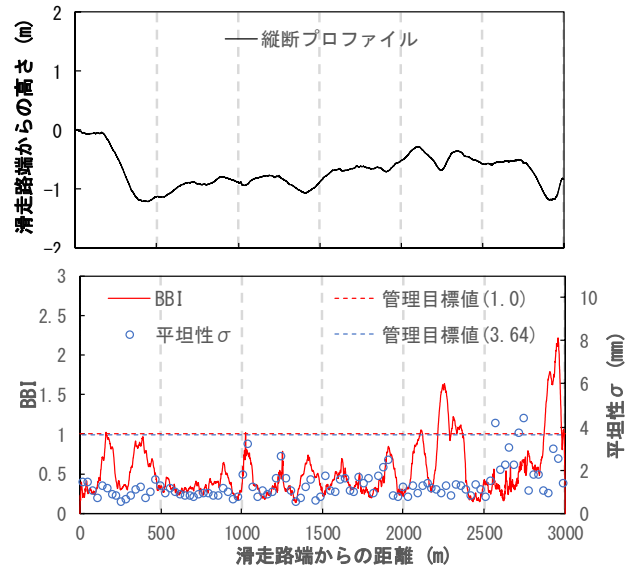


図-15 平坦性の評価結果 (A空港\_H23)

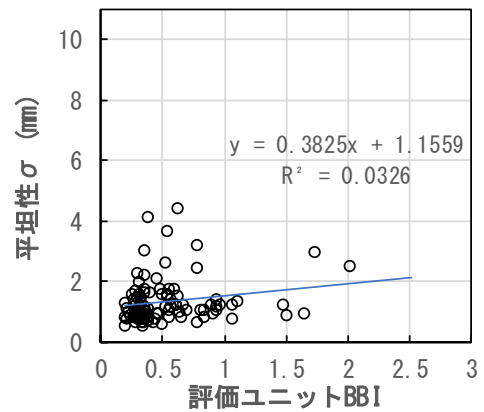


図-16 同一評価ユニットのBBIと平坦性σの比較 (A空港\_H23)

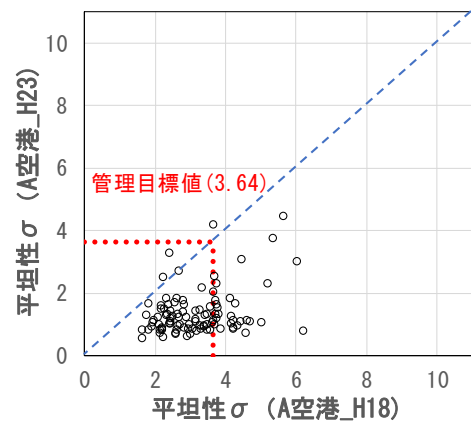


図-17 A空港\_H18とA空港\_H23の平坦性σの比較

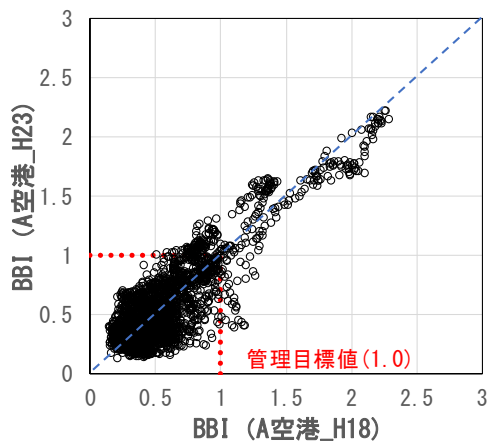


図-18 A空港\_H18とA空港\_H23のBBIの比較

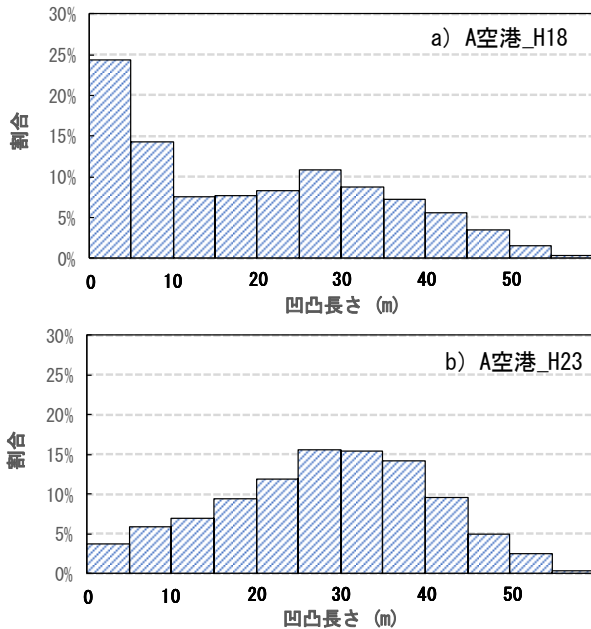


図-19 A空港\_H18とA空港\_H23のBBIの凹凸長さの比較 (BBI<1.0)

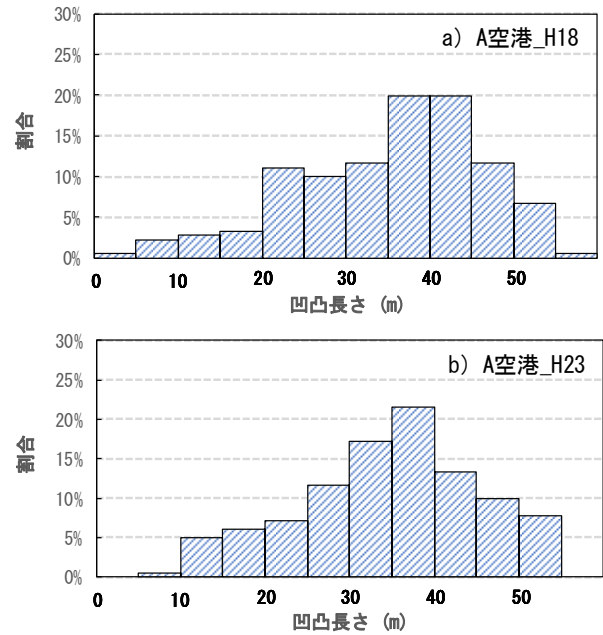


図-20 A空港\_H18とA空港\_H23のBBIの凹凸長さの比較 (1.0≦BBI)

#### 4.2 B空港

図-21の上図に、B空港の縦断プロファイルを示す。A空港と異なり、B空港は陸上空港であり、1,300m付近に勾配変化する箇所があるものの、A空港で見られたような地盤の圧密等による不同沈下の影響を受けた凹凸は見られない地形である。

図-21の下図に、BBIと平坦性 $\sigma$ による評価結果を示す。A空港と比較すると、両指標により特定した平坦性が悪化している箇所は、概ね類似した傾向を示している。

図-22に、同一評価ユニットでのBBIと平坦性 $\sigma$ の比較結果を示す。なお、BBIは評価ユニット長30m間の平均値をとっている。A空港と比較すると両指標の相関は、やや高いことが分かった。

BBIの凹凸長さを5.0m間隔で区分けし、各区分の全体に占める割合を整理した結果を図-23に示す。B空港は10m未満の凹凸長さが約45%を占めており、A空港よりも短い凹凸の占める割合が高い。BBIが短い凹凸を多く検知したことから、BBIと平坦性 $\sigma$ の相関はA空港と比較してやや高かったと考えられる。

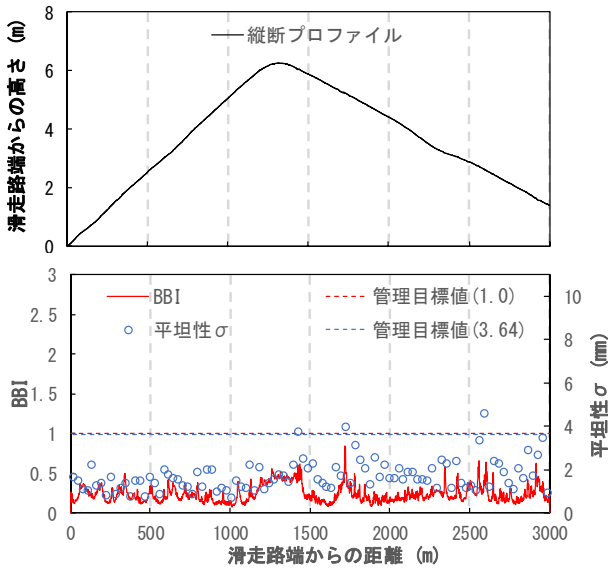


図-21 平坦性の評価結果 (B空港)

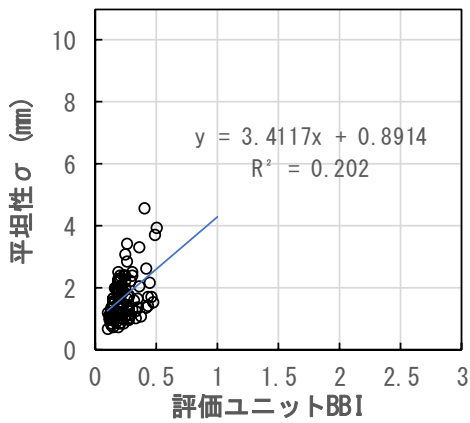


図-22 同一評価ユニットのBBIと平坦性σの比較 (B空港)

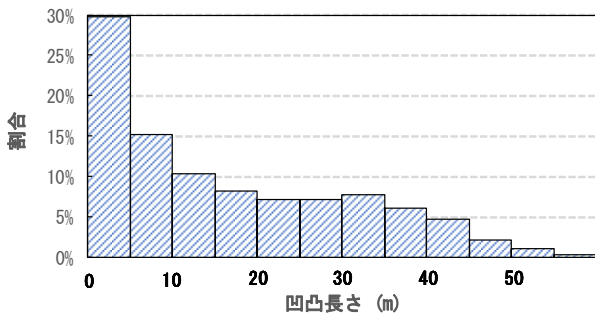


図-23 BBIの凹凸長さ (B空港)

#### 4.3 C空港

図-24の上図に、C空港の縦断プロファイルを示す。B空港と同様、C空港は陸上空港であり、A空港で見られたような地盤の圧密等による不同沈下の影響を受けた凹凸

はあまり見られず、勾配がほぼ一定となっている。

図-24の下図に、BBIと平坦性σによる評価結果を示す。B空港と同様、両指標により特定した平坦性が悪化している箇所は、概ね類似した傾向を示している。

図-25に、同一評価ユニットでのBBIと平坦性σの比較結果を示す。なお、BBIは評価ユニット長30m間の平均値をとっている。B空港と同様、両指標の相関はA空港と比較してやや高いことが分かった。

BBIの凹凸長さを5.0m間隔で分けし、各区分の全体に占める割合を整理した結果を図-26に示す。10m未満の凹凸長さが約43%を占めることから短い凹凸を検知する割合が高かったことが分かる。B空港と同様、C空港はBBIが短い凹凸を多く検知したことから、BBIと平坦性σの相関はA空港と比較してやや高かったと考えられる。

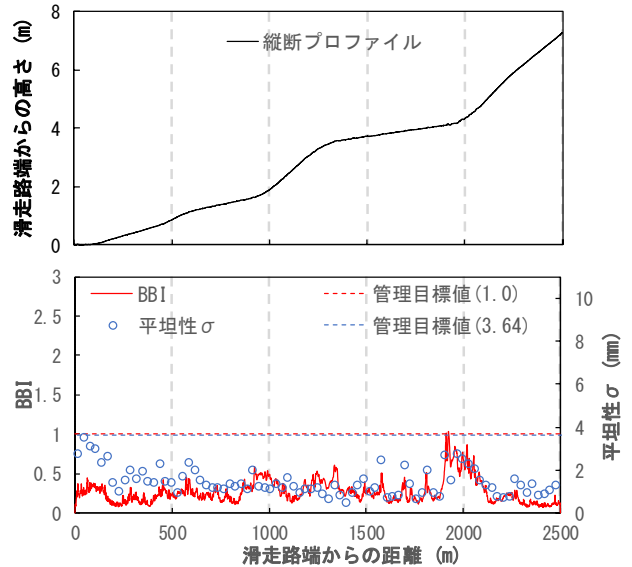


図-24 平坦性の評価結果 (C空港)

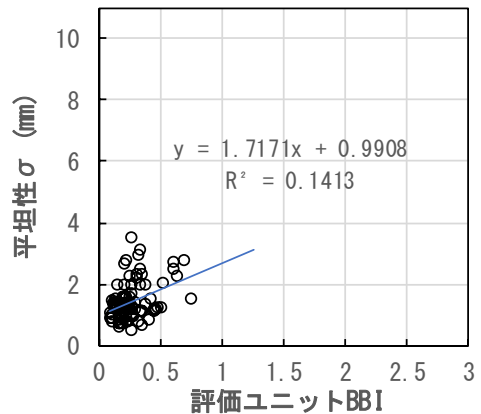


図-25 同一評価ユニットのBBIと平坦性σの比較 (C空港)

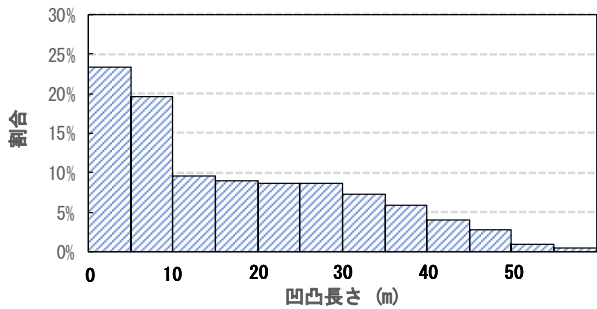


図-26 BBIの凹凸長さ (C空港)

#### 4.4 D空港

図-27の上図に、D空港の縦断プロファイルを示す。B、C空港と同様、D空港は陸上空港であり、A空港で見られたような地盤の圧密等による不同沈下の影響を受けた凹凸はあまり見られず比較的平坦な地形となっている。

図-27の下図に、BBIと平坦性 $\sigma$ による評価結果を示す。B、C空港と同様、両指標により特定した平坦性が悪化している箇所は、概ね類似した傾向を示している。

図-28に、同一評価ユニットでのBBIと平坦性 $\sigma$ の比較結果を示す。なお、BBIは評価ユニット長30m間の平均値をとっている。B、C空港と同様、両指標の相関はA空港と比較してやや高いことが分かった。

BBIの凹凸長さを5.0m間隔で分けし、各区分の全体に占める割合を整理した結果を図-29に示す。D空港は、10m未満の凹凸長さが約37%を占めている。これはA空港\_H18の10m未満の凹凸長さの占める割合と同程度の値である一方、長い凹凸の占める割合はD空港が小さい。D空港は、短い凹凸の占める割合が比較的多く、BBIと平坦性 $\sigma$ の相関はA空港と比較してやや高かったと考えられる。

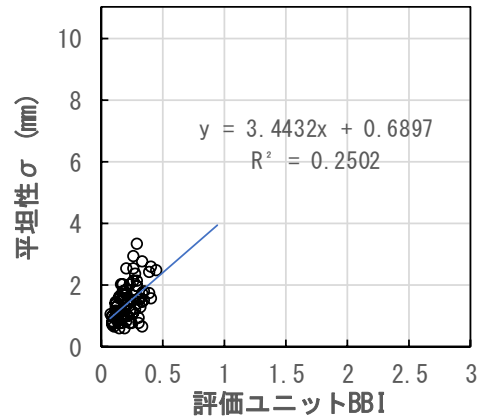


図-28 評価ユニット毎のBBIと平坦性 $\sigma$ の比較 (D空港)

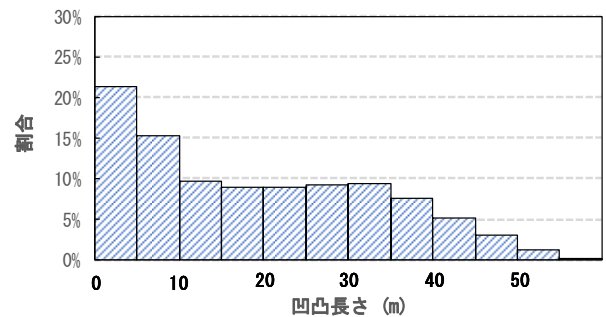


図-29 BBIの凹凸長さ (D空港)

### 5. 空港舗装補修要領の改訂

本資料の検討を基に、平成29年4月に国土交通省航空局「空港舗装補修要領」が改訂され、空港アスファルト舗装の路面性状調査における平坦性の評価指標として用いられてきた平坦性 $\sigma$ を廃止し、新たな評価指標としてBBIを導入した。

前述のA空港～D空港の評価では、一部においてBBIが1.0を超過している箇所があるものの、これらの箇所についてパイロットから「走行時に衝撃がある」等の苦情は寄せられていないことから、BBIが1.0を超過している凹凸の全てが、航空機の走行に支障を与えるわけではないことに留意が必要である。BBIが大きいことは凹凸高さが相対的に大きいことを意味するが、航空機の走行には凹凸高さだけではなく、航空機の大きさや走行速度も大きく影響するためと考えられる。また、勾配変化点がある場合は、航空機の走行に支障がない程度の勾配変化であっても、BBIでは勾配変化を「長い凹凸」として検知することによりBBIが大きくなる。

BBIは、様々な長さを有する凹凸を数値化した指標であり、空港管理者は、このBBIを基に「航空機の走行に

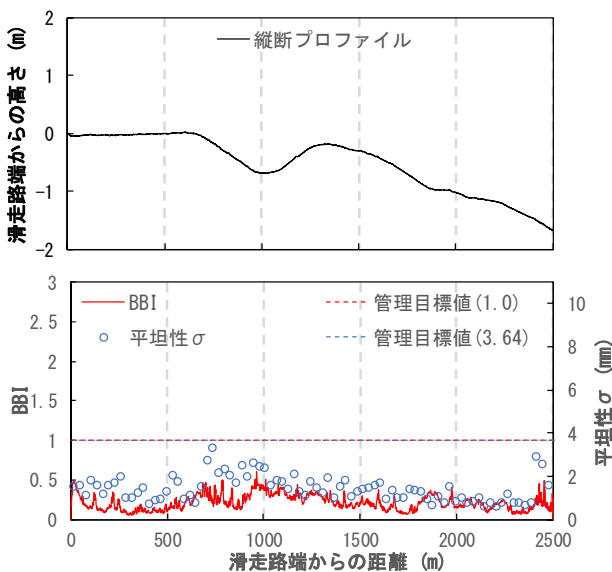


図-27 平坦性の評価結果 (D空港)

支障を及ぼすかもしれない凹凸の位置と実際の走行への影響」を把握することが肝要である。そのため、空港舗装補修要領では、BBIによる評価において「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」としている。航空会社から空港管理者へ「あの辺りで衝撃を感じる」等の報告があれば、BBIにより検出された凹凸位置と照らし、平坦性評価の参考になると考えられる。

## 6. 結論

本資料における結論は以下のとおりである。

- 1) BBIの評価間隔は $\Delta x$ が1.0mと0.1mの場合を比較した際に二つの評価に有意な差はなく、計算プログラムによるBBIの評価に要す時間に大幅な差があることから、 $\Delta x$ は1.0mとすることとした。
- 2) BBIと平坦性 $\sigma$ により、複数の縦断プロファイルから平坦性を評価した結果、BBIは、平坦性 $\sigma$ と比較して、主に海上埋立空港での地盤の圧密等による不同沈下の影響で生ずる水平距離の長い凹凸についても検知することが可能であるため、空港アスファルト舗装の平坦性指標として有用性が高いことが確認できた。

(2018年5月31日受付)

## 参考文献

- 1) 国土交通省航空局・国土交通省国土技術政策総合研究所監修，(一財)港湾空港総合技術センター発行：空港舗装補修要領及び設計例（平成30年4月一部改訂），2018.
- 2) 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.
- 3) Federal Aviation Administration: AC150/5380-9 Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, 2009.
- 4) 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.



---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1045

July 2018

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは  
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕  
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp