

舗装性能評価法 別冊

—必要に応じ定める性能指標の評価法編—

平成 20 年 3 月

社団法人 日本道路協会

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：舗装設計施工指針，p.136，2006年2月
- 2) 田中，内田：歩行者系道路舗装のすべりやすさの評価，土木学会第44回年次学術講演会，pp.70～71，1989年10月
- 3) 東日本高速道路(株)，中日本高速道路(株)，西日本高速道路(株)：JHS 221-1992 英国式ポータブル・スキッドレジスタンススタタによる路面のすべり抵抗値 (BPN) の測定方法，試験方法 第2編 アスファルト舗装関係試験方法，2006年10月
- 4) 唐沢，野田，柳沼：インターロッキングブロック舗装のすべり抵抗試験におけるBPN 値温度補正式の検討，第27回日本道路会議，2007年10月
- 5) (社)インターロッキングブロック舗装技術協会：インターロッキングブロック舗装設計施工要領，2007年3月

2-3 歩道の平たん性

【I】総論

1. 定義

歩道の平たん性は，歩道路面の凹凸の程度をいう。歩道の平たん性が小さいほど路面が平たんんで人や車椅子が移動しやすいことを示す。

【解説】

歩道には，安全かつ快適な歩行性や移動性を確保するために平たんな路面が求められる。そこで，ここでは歩道の凹凸の程度を評価することができる性能指標として，歩道の平たん性をとりあげた。車道では路面凹凸の程度の指標として自動車を対象とした平たん性が用いられるが，歩道においては人や車椅子が主たる対象となるため新たに「歩道の平たん性」を定義した。

2. 測定方法

本書では，歩道の平たん性の評価に用いる測定方法として表-2.3.1に示すプロファイラを使った方法を適用する。

表-2.3.1 歩道の平たん性の評価に用いる測定方法

計測方法	対象	測定方法	備考
直接計測	舗装 (現地)	歩道の平たん性を求めるためのプロファイラによる測定方法	迅速かつ，狭い場所でも測定が可能な方法

【解説】

車道で用いられる平たん性は舗装性能評価法¹⁾で示されているように，車軸間隔を想定した3m定規での凹凸をプロファイラメータにて連続的に測定し評価するものである。これに対し，歩道の場合は，歩行者の歩行感覚に影響を及ぼすと考えられる歩幅や足の大きさ等を考慮した凹凸の測定および評価が必要であることから，「歩道の平たん性」として区別した。

歩道の平たん性の評価にあたっては，現場で路面の高さを直接計測する。一般

に歩道では、幅員が狭く延長も短い場合が多いので、大きな試験機を用いることは困難である。また、レベル測量による計測では多大な労力と時間が必要となる。近年、1人で組立て操作ができ移動しながら路面の形状を測定する試験機（プロファイラ）²⁾が市販されており、今後普及が見込まれることから、当該試験機による測定方法を標準とした。

【Ⅱ】基準値の考え方

「技術基準」や「舗装設計施工指針（平成18年版）」には歩道の平坦性の関する基準値は示されていない。また歩道の平坦性の望ましいレベルは、適用箇所や対象者によって大きく異なる可能性もある。したがって、基準値の設定にあたっては、当該歩道の利用形態の特性等を十分に把握するとともに、既往の調査研究成果などを踏まえ、道路管理者が適切な値を設定するものとする。

【解説】

歩道においては同じ凹凸であっても、歩行者や車椅子利用者によって歩行性・移動性の感じ方は異なる。これは歩行者の靴や車輪など路面に接触する材質の相違その他、歩幅や車椅子の前後車輪間隔といった根本的な相違があるためであり、本来それらに応じた測定間隔と基準値が必要である。試験的に構築した舗装において路面の凹凸を測定し、その結果を歩行者や車椅子利用者による官能評価の結果と関連付けて評価している研究事例を以下に示す。

（1）歩行者を対象とした研究事例

（独）土木研究所³⁾では、路面の凹凸の程度が異なるインターロッキングブロック舗装を8区画構築し、プロファイラを用いて10mm間隔で測定した路面高さから250mm間隔でデータを抽出して標準偏差（本評価法では、これを「歩道の平坦性」とした）を求め、その標準偏差と歩きやすさに関する歩行者のアンケート結果との関連性について検討している。結果は図-2.3.1に示すとおりであり、路面高さの標準偏差と歩行者の感じ方（歩きやすさの評点「0」が“歩きやすくも難しくもどちらでもない”を示しており、評点が高いほど歩きやすいことを意味する）には高い相関が認められている。この図より、路面高さの標準偏差が小さいほど歩行者の歩きやすさの指標である評点は増加

し、路面高さの標準偏差が3.5mm以下の場合、縦軸の評点は正の値となり歩きやすくと感じるようになることがわかる。

なお、同一データを用いて3mプロファイラデータによる平坦性 σ_{3m} を算出し同様の解析を試みたところ、歩きやすさとの間に高い相関関係はなかったとされている。

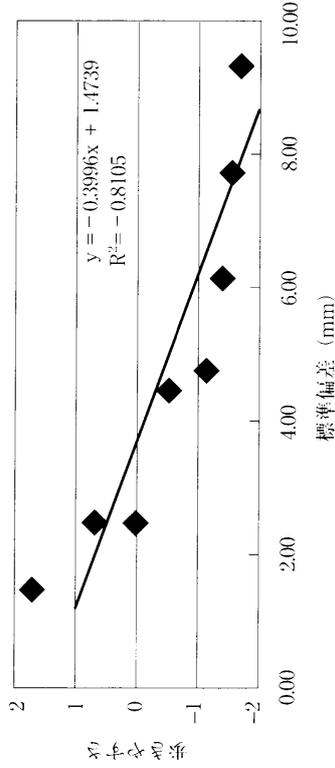


図-2.3.1 路面高さの標準偏差（平坦性）と歩きやすさの関係³⁾

（2）車椅子利用者を対象とした研究事例

車椅子に関しては、プロファイラで測定した路面高さのデータから、車椅子の車輪間隔に等しい500mm間隔で隣り合う2点における路面の高低差を求め、それを250mm毎に延長5mにわたって累計した「累計500mm高低差」により路面性状を整理し、車椅子利用者の官能評価結果と関係付けた研究⁴⁾がある。車椅子利用者を対象とした基準値の設定にあたっては、これらを参考にするとよい。

【Ⅲ】評価方法

1. 評価の手順

歩道の平坦性の評価は、図-2.3.2に示す手順で行う。

① 現地測定の準備

①測定区間において測線を選定するとともに、測定の準備をする。

2 現地測定

(2)〔Ⅳ〕測定方法に従い、測線に沿って250mm 間隔で路面高さを測定する。

3 結果の整理

(3)〔Ⅳ〕測定方法(式-2.3.1)および(式-2.3.2)により標準偏差を算出し、小数第2位を四捨五入して小数第1位に丸め、歩道の平たん性とする。

4 評価

(4)得られた歩道の平たん性と基準値を比較して評価を行う。

図-2.3.2 歩道の平たん性の評価手順

2. 報告事項

歩道の平たん性の評価にあたり、以下の項目を報告する。

- (1)歩道の平たん性
- (2)算出根拠(測定値、算出過程、除外箇所があればその位置と理由)
- (3)評価対象(路線名、地名、対象区間の始終点、対象区間の延長および面積)
- (4)測定年月日
- (5)測定箇所(測定の位置)
- (6)舗装構成(舗装の種類、各層の構成材と設計厚)
- (7)舗装の主な利用者
- (8)使用機器(試験機名、製造メーカー名)

〔Ⅳ〕測定方法

歩道の平たん性を求めるためのプロファイラによる測定方法

1. 目的

歩道の平たん性を評価するために、プロファイラを用いて路面高さを測定し、標準偏差を求める。

2. 適用範囲

この測定方法は、歩行者系道路の舗装路面に適用する。

3. 測定器具

傾斜計や変位計などを内蔵し、延長方向に250mm 間隔で路面高さを測定できるプロファイラ。

4. 試験方法

測定方法は、次のとおりである。

- (1)プロファイラの測定システムが測定可能状態が確認する。
- (2)測定区間の始点と終点の間を踏査し、始点および終点の位置や距離標を確認するとともに、マンホールや橋梁の伸縮装置等、測定に影響する舗装以外の要素がある場合は、その位置を確認する。また、必要に応じて路面にマーキングを行う。
- (3)測定開始点にプロファイラを移動する。
- (4)計測装置を始動し、プロファイラを測線に沿って走行させて250mm 間隔で路面高さを計測する。
- (5)測定終了点に達した時点で測定を終了する。

5. 結果の整理

- (1)図-2.3.3に示すように、連続して並んだ3個の路面高さ X_1 、 X_2 、 X_3 に関して、(式-2.3.1)によって、 X_1 と X_3 を結んだ直線を基準線とし、その中間位置における路面高さ X_2 と基準線との差 d を求める。
- (2)(式-2.3.2)により測定区間全体における d の標準偏差を算出する。計算結果の小数第2位を四捨五入して小数第1位に丸め、歩道の平たん性とする。

ただし、路面高さ測定の障害となるマンホール等の部分、車道からの乗り入れ部等の傾斜路面のデータは除外する。

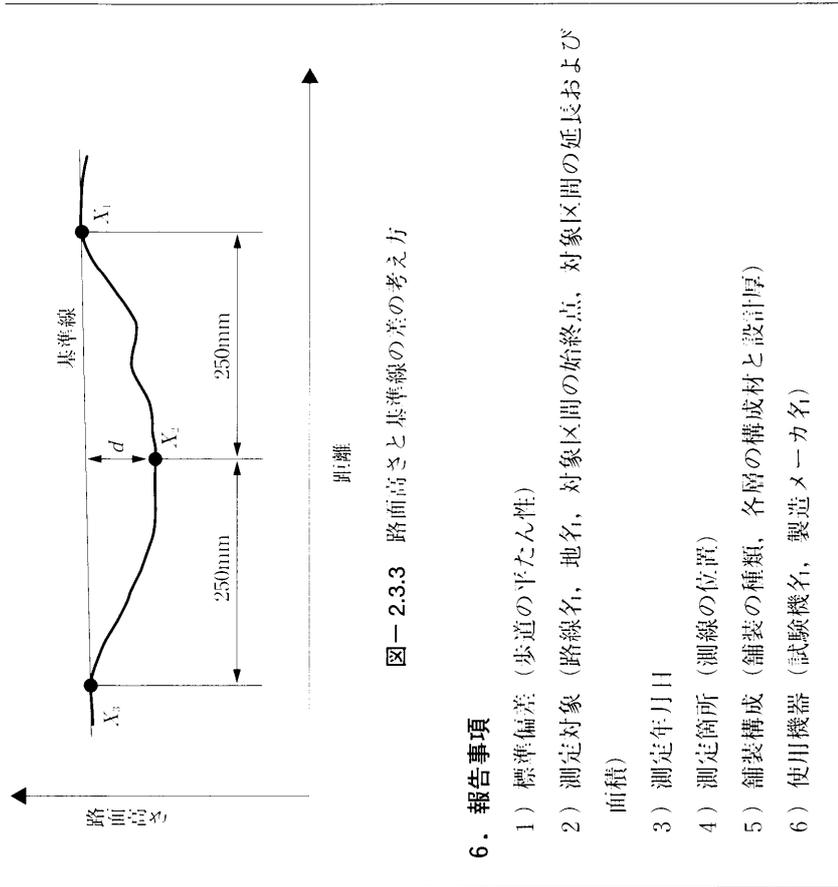
$$d = \{(X_1 + X_3)/2\} - X_2 \dots\dots\dots \text{(式-2.3.1)}$$

$$\sigma_{0.5mm} = \sqrt{|\Sigma d^2 - (\Sigma d)^2/n|/(n-1)} \dots\dots\dots \text{(式-2.3.2)}$$

ここに、 d : 路面高さと基準線の差 (mm)

$\sigma_{0.5mm}$: 標準偏差 (歩道の平たん性) (mm)

n : データ数



6. 報告事項

- 1) 標準偏差 (歩道の平たん性)
- 2) 測定対象 (路線名, 地名, 対象区間の始終点, 対象区間の延長および面積)
- 3) 測定年月日
- 4) 測定箇所 (測線の位置)
- 5) 舗装構成 (舗装の種類, 各層の構成材と設計厚)
- 6) 使用機器 (試験機名, 製造メーカー名)

【注意事項】

- (1) 定期点検
使用するプロファイラの定期点検は、システム全体の校正等を目的として製造会社の仕様等による方法で年1回以上実施する。
- (2) 日常点検
日常点検として、プロファイラの各種センサー、距離計および記録装置等の動作確認を行う。

【解説】

測定技術の向上にとれない路面の絶対高さを簡便に測定できるプロファイラが普及しつつある。また、歩道においては、3 m プロファイルメータの1.5mのよう

に長いスパンではなく、歩行者などの感覚を反映できるよう、より短い間隔で凹凸を測定し評価する必要がある。これらのことから、ここでは路面の高さを250mm間隔で測定し、路面高さの標準偏差(ばらつき)をもって歩道の平たん性とした。3 m プロファイルメータによる平たん性とはデータ収集の間隔が異なっているので注意されたい。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：舗装性能評価法－必須および主要な性能指標の評価法 編一，2006年1月
- 2) 質疑応答 簡易な縦横断面形状測定装置，舗装，pp.18～20，2007年1月
- 3) 吉田，新田，大橋：IV-9 都市内歩行者系道路舗装の総合評価に関する研究，平成14年度土木研究所成果報告書，2003年
- 4) 石田，亀山，岳本，姫野，鹿島：車椅子の走行負荷に基づいた歩道の路面凹凸評価方法，土木学会論文集E，Vol.62，No.2，pp.295～304，2006年4月

係について紹介します。

図-13.4は供試体の明度と照度換算係数の関係を示したものです。この場合も反射率との関係と同様に、照明環境をある程度固定すれば、両者の間には高い相関関係があると報告されています。

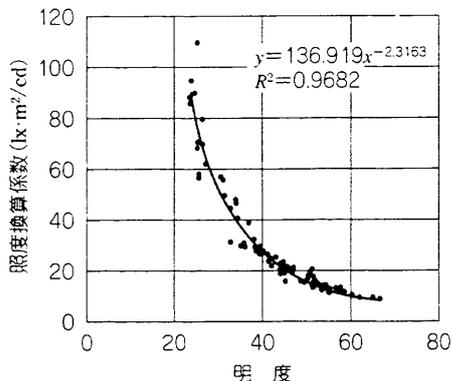


図-13.4 明度と照度換算係数の関係 (供試体)²⁾

図-13.5は実路 (トンネル内) における明度と照度換算係数の関係を供試体試験で得られた相関曲線とともに示したものです。これより、測点を灯具直下に限定すれば、供試体試験で得られた相関関係にはほぼ一致すると報告されています。ただし、測定位置を2灯具間にした場合は、相関曲線より下側にプロットされています。これは、明度から換算した照度換算係数よりも実際の照度換算係数が小さい (実際はもっと明るい) というので、反射率と同様に、この関係を用いて明度を平均照度換算係数に換算することはできないことに注意する必要があります。

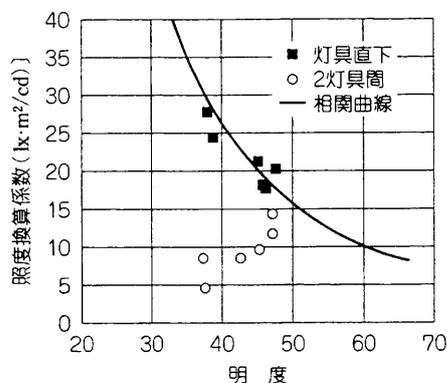


図-13.5 明度と照度換算係数の関係 (実路)²⁾

平均路面輝度や平均照度換算係数は、その測定に多大の時間と労力が必要とされます。一方、色彩色差計を用いた反射率や明度は比較的容易に測定することができます。今後は、それらの測定値から直接

的に平均路面輝度や平均照度換算係数の推定が可能となるような検討が望まれます。

(浜田 幸二)

[参考文献]

- 1) (社)日本道路協会：道路照明施設設置基準・同解説 (1981.4)
- 2) 清水ほか：明度を用いた路面の明るさの評価手法，舗装，pp. 8～13 (2004.7)
- 3) 川島ほか：トンネル内舗装の明るさ—路面の反射率による明るさの評価—，舗装，pp. 9～14 (1984.11)
- 4) (社)日本道路協会：舗装施工便覧 (2001.12)
- 5) 川島ほか：高速道路におけるトンネル内舗装の実態と室内実験による特性比較—主に摩耗特性と照明効果—，日本道路公団試験所報告，pp.51～56 (1984.11)
- 6) 田口：トンネル内舗装に用いるアスファルト混合物の一検討，アスファルト合材，pp.38～43 (2002.7)
- 7) 伊東ほか：路面明るさの簡易測定手法の開発，第9回北陸道路舗装会議論文集，pp.33～36 (2003.6)
- 8) 浅野ほか：トンネル内明色舗装の明度評価，第25回日本道路会議，論文番号09165 (2003.11)
- 9) 清水ほか：明色舗装の明度を用いた性能評価例について，第25回日本道路会議，論文番号09164 (2003.11)
- 10) 伊東ほか：舗装材料の明色性能を適用した性能規定工事について，第26回日本道路会議，論文番号12163 (2005.10)
- 11) 天野ほか：北海道におけるトンネル内明色舗装の一事例，第26回日本道路会議，12P41 (2005.10)

14. 簡易な縦横断形状測定装置

近年、簡易に縦横断形状が測定できる装置がありますが、その概要を教えてください。

最近、小型の装置で縦横断形状が測定できるものがいくつか販売されています。いずれも長さ50～80 cm程度と非常にコンパクトになっており、手軽に測定ができ、狭い歩道などでも使用できるようになっています。それぞれ測定方式が異なりますが、いずれも路面の形状を読み取り、形状のデータをもとにコンピュータ上で3 mプロフィールメータによる σ_{3m} やIRI (International Roughness Index)，わだち掘れ量などの値に計算します。

ここでは、3種類の小型縦横断形状測定装置について説明します。

(1) 小型縦横断形状測定装置 A¹⁾

この装置は、図-14.1に示すように、両端に固定輪、中間に変動輪がついており、この変動輪の変位を読み取るもので、図-14.2に示すように、基本的

な方式は3mプロファイルメータと同じです。しかし、傾斜角を測定できるようにすることで、路面形状を再現できるようにしてあります。

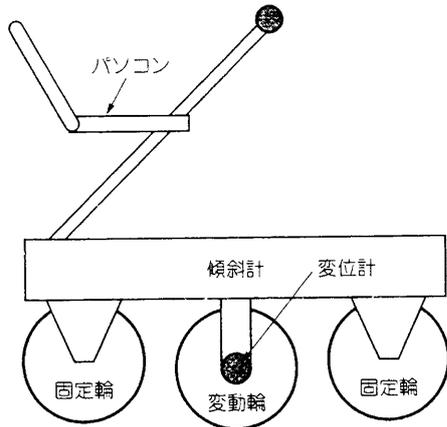


図-14.1 小型縦横断形状測定装置 A

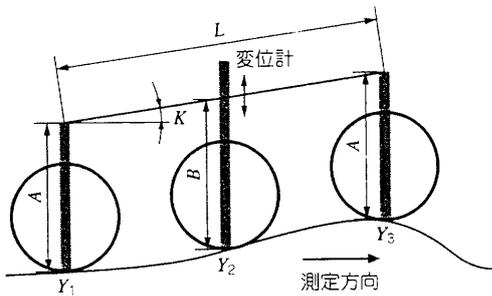


図-14.2 小型縦横断形状測定装置 A の測定原理

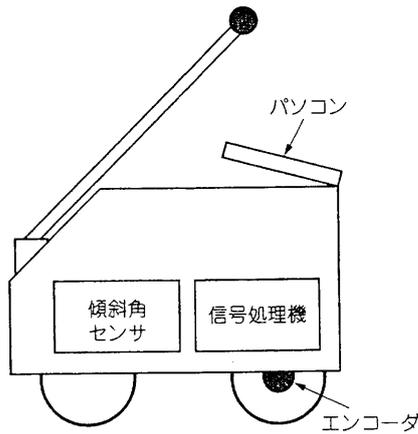


図-14.3 小型縦横断形状測定装置 B

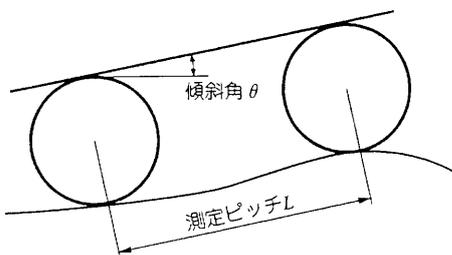


図-14.4 小型縦横断形状測定装置 B の測定原理

測定開始時における、変動輪位置の路面の高さ Y_2 、前輪タイヤ位置の後輪位置の路面の高さ Y_3 は、傾斜計による装置の傾斜角 K と路面の高さ Y_1 、固定輪の高さ A 、変動輪の高さ B から、式(1)、式(2)で表されます。

$$Y_3 = LK / 100 \quad (1)$$

$$Y_2 = (A - B) + (Y_1 + Y_3) / 2 \quad (2)$$

また測定中は、装置が $L/2$ だけ移動した（後輪が Y_2 の位置に達した）ときに前輪位置の路面の高さが式(3)で求められます。

$$Y_3 = 2(Y_2 + B - A) - Y_1 \quad (3)$$

これらの式から路面形状を計測できるようにしています。なお、これらの式だけでは精度の高いプロファイルが取れないので、実際は様々な補正を行って、1 cm 間隔で測定できるようになっています。

(2) 小型縦横断形状測定装置 B

この装置は、図-14.3に示すように傾斜角を測定する方式であり、図-14.4に示すように傾斜計で測定した傾斜角と車輪間の測定ピッチより高さを連続的に求めるものです。路面の高さ h と水平距離 k は式(4)、式(5)で求められます。

$$h = L \sin \theta \quad (4)$$

$$k = L \cos \theta \quad (5)$$

距離データは後輪の軸上にリンクしてエンコーダが設置されており、走行させることにより、距離データと傾斜角データを演算して、スタートからの高低差を表せるようになっています。

(3) 小型縦断形状測定装置 C²⁾

この装置は、図-14.5に示すように3輪からなり、それぞれのタイヤの中心を結ぶ線の角度（連結角）を測定するもので、逐次2角法と呼ばれる方式のものです。図-14.6に示すように R_1 の傾斜角を α_0 、連結角を α_1 とすると、 R_2 の傾斜角

$$\theta_1 = \alpha_0 + \alpha_1$$

となり、これが1スパンだけ移動すると、 R_2 の傾斜角

$$\theta_2 = \alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 = \theta_1 + \alpha_2$$

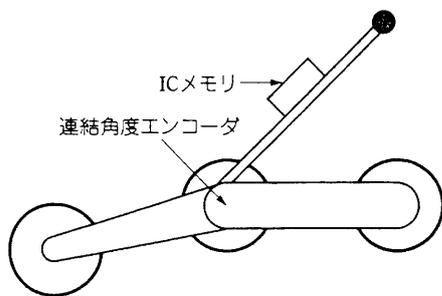


図-14.5 小型縦断形状測定装置 C

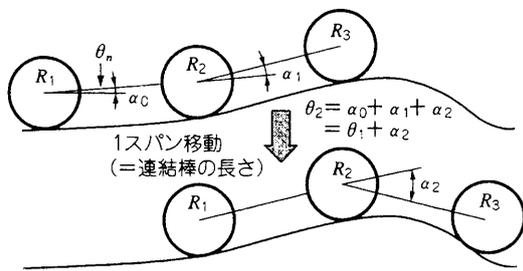


図-14.6 小型縦断形状測定装置 C の測定原理

となります。これを一般化すると式(6)のように表せます。

$$\theta_n = \sum_{i=0}^n \alpha_i = \theta_{n-1} + \alpha_n \quad (6)$$

測定は、1スパン (=250 mm) 進む毎に連結角を測定することによって行われ、初期の傾斜角と連結角のデータの蓄積により路面形状が復元できるようになっています。このタイプには、車に取り付けて測定できるものなども開発されています。なお、この装置は、250 mm 間隔での測定になるので、横断形状測定については特に触れていません。

(4) 測定例

図-14.7は水系法により10 cm 間隔で測定したプロフィールと測定装置 A, B で測定したプロフィールを比較したものです。比較しやすいように0.5 m

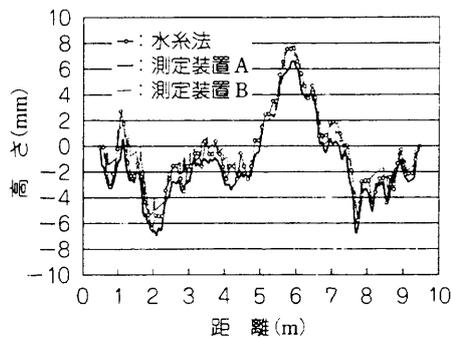


図-14.7 縦断プロフィールの比較

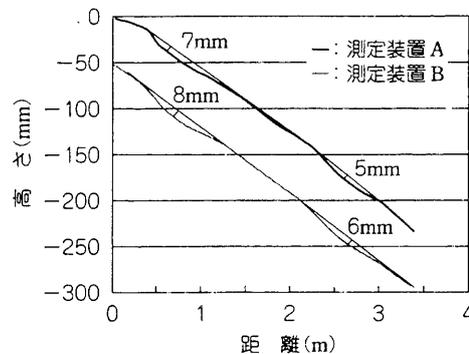


図-14.8 横断凹凸量の比較

と9.5 m の位置の高さを 0 mm としています。このように多少の違いがあるものの ±1 mm 程度の精度で再現できています。

また、図-14.8は横断凹凸量の測定例です。横断プロフィールメータによるわだち量は、0.6 m 付近で 6.5 mm、2.7 m 付近で 4.4 mm であったので、この装置での測定結果は 1.5 mm 程度の差となっています。(独立行政法人土木研究所 新田 弘之)

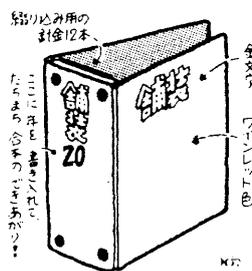
【参考文献】

- 1) 秋本ほか：ポータブル型路面プロフィール測定装置の開発、舗装, pp.3~7 (2001.8)
- 2) 道路舗装の「平たん性」らくらく測定時代、建設マネジメント技術, No.336, pp.61~64 (2006.5)

舗装 専用 合本ファイル

「舗装」1年分(12冊)を1冊にまとめて保存する専用ファイルです。欠本防止、合理的資料活用のためには是非お役立て下さい。

定価 735円 送料別



建設図書