

舗装路面の平坦性測定方法

(舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕S028より)

1 目的

道路の縦断方向に発生する凹凸の度合を評価することを目的に、舗装路面の平坦性を測定する。

2 適用範囲

主にアスファルト舗装、コンクリート舗装に適用し、車道舗装の平坦性の測定のため現場で実施する。測定器具の違いにより、以下の3種類の測定方法が用いられる。

(1) 3mプロフィールメータによる方法

主に舗装の出来形管理や舗装の路面性状調査で、平坦性についての詳細調査に3mプロフィールメータが用いられる。

(2) 3m直線定規による方法

3mプロフィールメータほど精密な調査を必要としない場合や、比較的小規模な調査を行う場合、また3mプロフィールメータによる調査に先立って予備調査を行う場合などに3m直線定規が用いられる。

(3) 路面性状測定車による方法

大量の測定を行う場合や数km以上の延長にわたって舗装の維持修繕計画等に必要データを収集するため、路面性状測定車が用いられる。

3 測定器具

(1) 3mプロフィールメータによる方法

1) 3mプロフィールメータ

3mプロフィールメータは、図-1に示すものとする。なお、測定輪の代わりに、非接触型の変位計を用いるものもある。

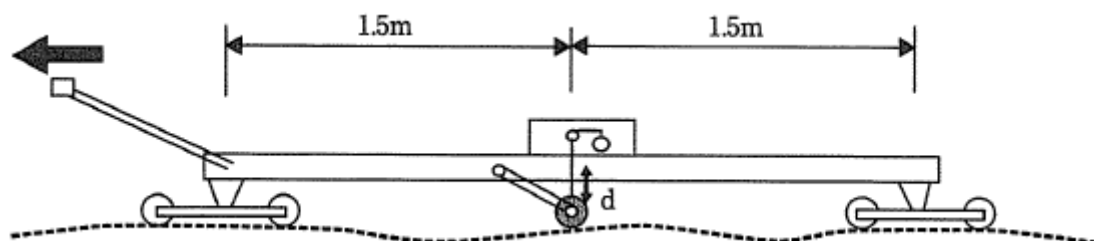


図-1 3mプロフィールメータ

(2) 3m直線定規による方法

1) 3m直線定規

足付きの3m直線定規の例を図-2に示すものとする。

2) くさび

定規と路面との隙間に差し込んで使用する。くさびには目盛が刻まれており、差し込んだ深さと、定規と路面との距離が対応する構造のものとする。

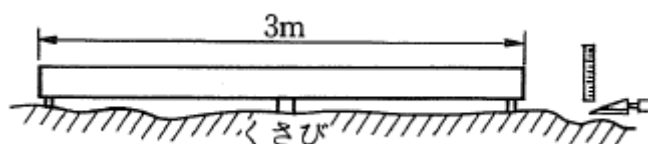


図-2 3m直線定規(足付き)

(3) 路面性状測定車による方法

平坦性測定器を搭載した路面性状測定車は、図-3に示すように、中型のマイクロバス等の側面の前輪および後輪を結んだ線上付近に1.5m間隔で配置した3個の非接触型変位計で路面との距離を測定することができる構造の車両で、車両に取り付けられた走行距離計により車両が1.5m走行するごとに3個の変位計の測定値を同時に取り込むことができるものとする。

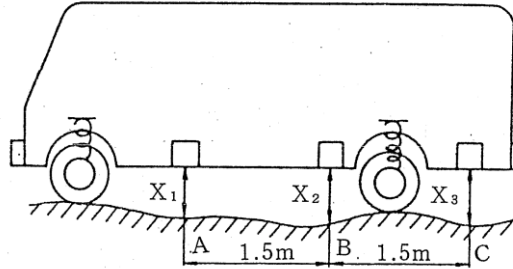


図-3 路面性状測定車の平坦性測定装置

4 測定方法

(1) 3mプロフィールメータによる方法

- 1) 測定区間の起点と終点の間を踏査し、起点および終点の位置を確認するとともに、橋梁取付部、マンホールなど、平坦性測定の影響となる構造物の位置を確認する。また、路面の清掃を行い石やゴミを除去する。
- 2) 1車線につき1本の測定線を、区間の起点から終点まで連続して測定車線の中心線に沿って平行に設ける。測定位置は、舗装道の車道（2以上の車線を有する道路にあっては、各車線）において、車線の中心から1m離れた地点を結ぶ、中心線に平行する2本の線のいずれかの一方（道路構造令第31条の2の規定に基づき凸部が設置された路面上の区間に係るものを除く）上に延長1.5m間隔で設定された任意の地点とする。
- 3) 測定開始点と測定終了点の終点の間を、通常の歩行速度で3mプロフィールメータを牽引し、路面の凹凸を記録する。

(2) 3m直線定規による方法

- 1) 測定区間の起点と終点の間を踏査し、起点および終点の位置を確認するとともに、橋梁取付部、マンホールなど、平坦性測定の影響となる構造物の位置を確認する。また、路面の清掃を行い石やゴミを除去する。
- 2) 1車線につき1本の測定線を、区間の起点から終点まで連続して測定車線の中心線に沿って平行に設ける。測定位置は、3mプロフィールメータによる方法と同様とする。
- 3) 測定開始の起点と測定終了点の終点の間を、図-4に示すように直線定規を移動させながら1.5m間隔で路面と定規の間の隙間を測定する。

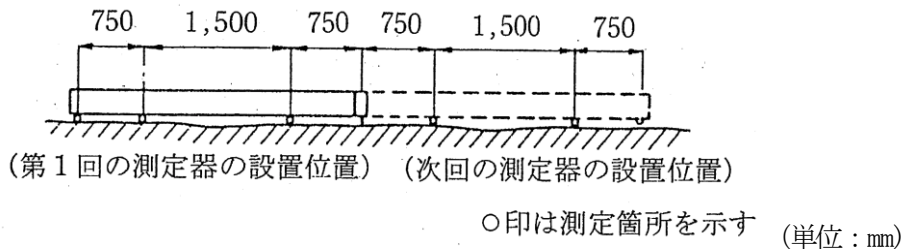


図-4 直読式の測定方法

(3) 路面性状測定車による方法

- 1) 測定区間の起点と終点の間を踏査し、起点および終点の位置や距離標を確認するとともに、橋梁取付部、マンホールなど、平たん性測定の障害となる構造物の位置を確認する。また、必要に応じて路面にマーキングを行う。
- 2) 測定開始の起点に測定車を移動する。
- 3) 測定装置を始動し、測定車の走行を開始する。走行位置は、3mプロフィールメータによる方法と同様とする。
- 4) 測定終了の終点に達した時点で測定を終了する。

5 結果の整理

(1) 結果の算出

1) 3mプロフィールメータによる方法

- i) 測定線を表層の厚さおよび材質が同一である区間、または、評価の基準長さ（100～300m）に分割する。
- ii) 記録紙に記録された波形から、舗装路面と想定平坦路面（路面を平たんとなるよう補正した場合に想定される舗装路面をいう）との高低差を1.5m間隔で読み取る。
- iii) 区間ごとに、式（1）によって標準偏差を計算し、小数点第3位を四捨五入し小数点第2位にまとめる。ただし、平たん性測定の障害となるマンホール等の部分のデータは除外する。

$$\sigma = \sqrt{\{\Sigma d^2 - (\Sigma d)^2/n\} / (n-1)} \dots (1)$$

ここに、 σ ：平たん性(mm)

d ：測定値(mm)

n ：データ数

2) 3m直線定規による方法

- i) 測定線を表層の厚さおよび材質が同一である区間、または、評価の基準長さ（100～300m）に分割する。
- ii) 区間ごとに、式（1）によって標準偏差を計算し、小数点第3位を四捨五入し小数点第2位にまとめる。ただし、平たん性測定の障害となるマンホール等の部分のデータは除外する。

3) 路面性状測定車による方法

- i) 3個ある変位計の出力を前から X_1 、 X_2 、 X_3 とし、式（2）によって、 X_1 、 X_3 の平均値とその中間位置 X_2 の差を計算し変位量 d とする。ただし、平たん性測定の障害となるマンホール等の部分のデータは除外する。

$$d = \frac{X_1 + X_3}{2} - X_2 \dots (2)$$

- ii) 表層の厚さおよび材質が同一である区間や道路管理における評価の基準長さごとに、 d の標準偏差を式（1）によって計算し、その区間の平たん性とする。単位はmmとし、小数点以下2桁まで報告する。

(2) 報告事項

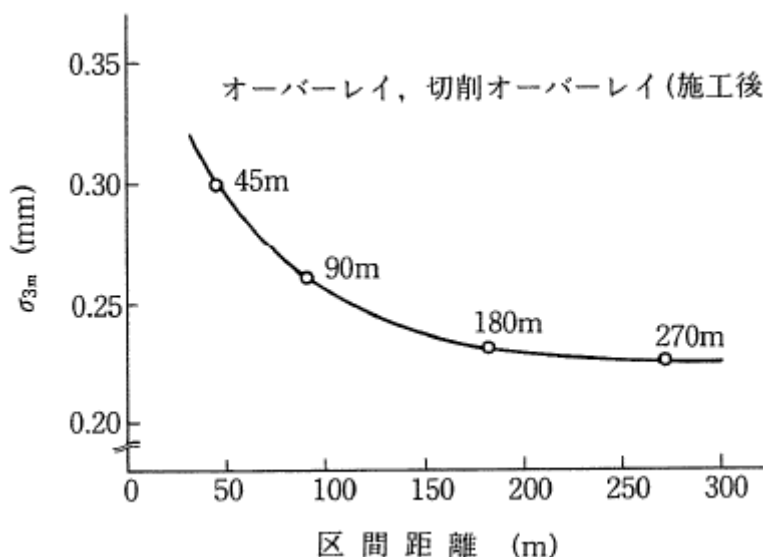
- 1) 平たん性 σ (mm)
- 2) 算出根拠（波形の記録、標準偏差算出過程、除外箇所があればその位置と理由）
- 3) 測定位置（路線名、車線の区別、起終点）
- 4) 測定年月日
- 5) 舗装構成（舗装の種類、各舗装構成材との設計厚（cm））^{注1)}

注1) 表層の厚さおよび材質が同一である区間ごとに求めた場合に報告する。

注意事項

(1) 3つの方法に共通する事項

- 1) 平坦性の測定は、測定の対象とする区間の長さによってその精度が変化する。日本道路公団（現高速道路株式会社）の調査によると、同一の区間における測定延長を変えて測定したところ、測定区間を短くした場合は平坦性が大きく、測定区間を長くした場合は平坦性が小さくなり、区間長を長くするにつれ一定の値に漸近していくことがわかった（図－5）。この図より判断して、精度の良い平坦性の測定値を得るためには、区間長を100m以上とすることが必要である。



図－5 区間距離と標準偏差の関係

- 2) 勾配が急激に変化する地点においては、平坦性の値が急激に変化する場合がある。

(2) 3mプロフィールメータによる方法

- 1) 路面の清掃を行わずに測定すると、記録紙上に表された凹凸が不明確なまま整理されてしまうことがある。
- 2) 測定にあたっては、測定位置の確認を十分に行う。

(3) 3m直線定規による方法

- 1) 3m直線定規は、常に移動させて測定するものであるから、軽量でたわみやねじれの生じない頑丈なものがよい。
- 2) 直線定規の基準線となるべき面のひずみやねじれの簡易的な検定は、定規の両端縁部に水糸または鋼線を設置し、それにより判断するとよい。
- 3) 直線定規での測定は、常に移動させながらの測定となることから、測定位置はあらかじめマーキングする等により、目印を付けておくとよい。
- 4) 舗装路面と基準線の距離を読み取るくさびの長さおよび幅があまり大きいと、読取り値に影響を与えるため、適切な大きさのものを使用する。

(4) 路面性状測定車による方法

1) 検定

路面性状測定車の検定は、年1回以上の頻度で実施する。

なお、検定については、一般財団法人土木研究センターにおいて毎年実施されている「路面性状自動測定装置の性能確認試験」によることができる。

2) 定期点検

路面性状測定車の定期点検は、3mプロフィールメータの測定結果との比較を行う等、装置の製造会社の仕様等による方法で、システム全体の点検を年1回以上実施する。

3) 日常点検

路面性状測定車の日常点検は、変位計と記録装置の動作確認を行う。

4) 測定

測定区間の長さや測定した点数を比較し、整合していない場合には、再計測や距離計の検査を行う。距離計の誤差は、実距離に対して±0.3%以内である。

解 説

(1) 平坦性の定義

舗装の構造に関する技術基準によれば、平坦性は「舗装道の車道（2以上の車線を有する道路にあっては、各車線）において、車道の中心線から1m離れた地点を結ぶ、中心線に平行する2本の線のいずれか一方の線（道路構造令第31条の2の規定に基づき凸部が設置された路面上の区間に係るものを除く）上に延長1.5mにつき1カ所以上の割合で選定された任意の地点について、舗装路面と想定平坦舗装路面（路面を平坦となるよう補正した場合に想定される舗装路面をいう）との高低差を測定することにより得られる、当該高低差のその平均値に対する標準偏差で、舗装の表層の厚さおよび材質が同一である区間ごとに定められるものをいう。」と定義されている。

また、平坦性の測定方法について、「車道及び側帯の舗装路面の平坦性は、3mプロファイルメータによる平坦性測定方法又はこれと同等の平坦性を算定できる測定方法によって確認できるものとする。」とある。

本試験法では、舗装の技術基準に示された3mプロファイルメータによる測定方法、それと同等の平坦性を算定できる路面性状測定車による測定方法を示した。また、舗装の技術基準に示された測定方法以外に、従来から施工中の平坦性管理などに用いられる3m定規による方法についてもあわせて示した。

(2) 3mプロファイルメータによる方法

1) わが国で製造、使用されている3mプロファイルメータを調査した結果によれば、基準輪が4輪式、8輪式および16輪式の3種があり、このうち、現在広く普及しているものは8輪式および16輪式である。8輪式と16輪式の違いによる σ の結果は表-1に示すとおりであり、形式の違いによる有意差は認められない。

表-1 8輪式と16輪式の σ

距離	195m		525m	
	8輪	16輪	8輪	16輪
σ (mm)	2.060	2.048	2.055	2.069

2) 高速道路の新設工事において使用されていた、8mプロファイルメータによるPrIと σ との関係を示せば図-6のとおりであり、報告ごと(調査箇所ごと)にPrIと σ との関係は異なり、PrIを σ に換算することは適当でないと考えられる。

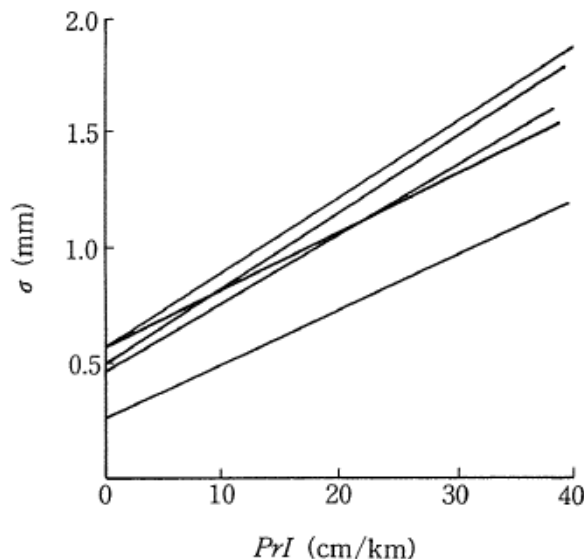


図-6 PrI と σ の関係式

(3) 3m直線定規による方法

- 1) 3m直線定規のうち足付き定規では、くさびにより測定する方法の代わりに変位計を設け、自記録計を設置することにより、測定を迅速に行う方法も試行されている。
- 2) 足付き3m直線定規の測定結果と、3mプロフィールメータの測定結果とは、高度な相関があることが認められている。
- 3) 3m直線定規のうち足なし定規(図-7)は、操作は簡単であるが、正確さに欠ける傾向があるため、現在では、施工中の平坦性管理にのみ用いられている。

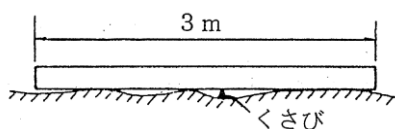


図-7 3m直線定規(足なし)

(4) 路面性状測定車による方法

- 1) ここでは、非接触型の変位計を取り付けた方式の平坦性測定装置を示したが、第5輪を取り付けて路面の凹凸を記録する方式など各種の装置がある。
- 2) 路面性状測定車は、ここで述べた平坦性のほか、わだち掘れ量やひび割れなど、1回の走行で複数の要素を測定できるものが一般的である。
- 3) 路面性状測定車のキャリブレーションは、現道上に200m程度の調査区間を設け、その区間を3mプロフィールメータおよび路面性状測定車で走行して、路面の平坦性を比較する。装置の目標精度は、3mプロフィールメータの測定値に対して、±30%程度が目安である。測定は、1カ所について1回とし、数箇所の結果を比較して装置の精度を総合的に判断するとよい。

(5) 小型測定装置による方法

近年、小型測定装置を用いた平坦性測定装置があり、路面の縦断プロファイルを計測し、シミュレーション等により平坦性を求めるものがある。このような小型測定装置による方法は、予め3mプロフィールメータと同等の結果が得られることを確認し現場において適用するとよい。

表-2 舗装路面の平坦性測定データシート of 例

S028	舗装路面の平坦性測定	試験 報告 用紙
------	------------	-------------

調査・工事名 _____	測定年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日
測定開始点 _____	測定器の種類 <input type="radio"/> 3m プロフィールメータ
測定終了点 _____	3m 直線定規
測定距離 _____ 150 m	測定者 _____
シート番号 _____ 1 枚中の _____ 1 枚目	

No.	d	d ²	No.	d	d ²	No.	d	d ²	No.	d	d ²	No.	d	d ²
1	2.9	8.41	21	0.0	0.0	41	0.0	0.0	61	-0.9	0.81	81	0.2	0.4
2	-0.9	0.81	22	0.0	0.0	42	0.8	0.64	62	0.5	0.25	82	1.5	2.25
3	-3.5	12.25	23	0.8	0.64	43	0.0	0.0	63	0.3	0.9	83	0.0	0.0
4	5.0	25	24	-0.2	0.4	44	0.0	0.0	64	0.9	0.81	84	0.0	0.0
5	2.9	8.41	25	1.1	1.21	45	0.9	0.81	65	-0.1	0.1	85	0.0	0.0
6	-3.8	14.41	26	0.9	0.81	46	0.9	0.81	66	0.2	0.4	86	0.9	0.81
7	-0.8	0.64	27	0.2	0.4	47	0.1	0.1	67	0.0	0.0	87	0.9	0.81
8	-0.2	0.4	28	0.2	0.4	48	0.9	0.81	68	0.2	0.4	88	0.0	0.0
9	0.7	0.49	29	0.9	0.81	49	0.0	0.0	69	-1.0	1.0	89	0.2	0.4
10	1.0	1.0	30	0.5	0.25	50	-0.1	0.1	70	-0.8	0.64	90	0.9	0.81
計	① 3.3	② 71.82	計	① 4.4	② 4.92	計	① 3.5	② 3.27	計	① -0.7	② 5.31	計	① 4.6	② 5.48
11	0.6	0.36	31	-0.5	0.81	51	0.6	0.36	71	0.3	0.9	91	-1.9	3.61
12	0.5	0.25	32	1.0	1.0	52	0.4	0.16	72	0.0	0.0	92	0.0	0.0
13	1.0	1.0	33	0.1	0.1	53	1.2	1.44	73	0.6	0.6	93	0.3	0.9
14	0.9	0.81	34	0.0	0.0	54	1.0	1.0	74	-0.5	0.25	94	0.2	0.4
15	0.2	0.4	35	0.0	0.0	55	0.0	0.0	75	0.0	0.0	95	0.8	0.64
16	0.9	0.81	36	1.0	1.0	56	0.5	0.25	76	-0.8	0.64	96	0.0	0.0
17	1.9	3.61	37	0.0	0.0	57	0.5	0.25	77	0.5	0.25	97	0.9	0.81
18	1.1	1.21	38	-0.8	0.64	58	1.0	1.0	78	0.8	0.64	98	0.5	0.25
19	0.5	0.25	39	1.0	1.0	59	0.0	0.0	79	0.4	0.16	99	1.9	3.61
20	0.0	0.0	40	0.1	0.1	60	0.0	0.0	80	0.5	0.25	100	0.0	0.0
計	① 7.6	② 8.7	計	① 1.9	② 4.65	計	① 5.2	② 4.46	計	① 1.8	② 3.69	計	① 2.7	② 10.22
③	Σ① (mm)		34.3			⑥	各シートのΣ③ (mm)		34.3					
④	Σ② (mm ²)		122.52			⑦	各シートのΣ④ (mm ²)		122.52					
⑤	データ数		100			⑧	各シートのΣ⑤		100					
⑨	標準偏差 $\sqrt{(\text{⑦}-\text{⑥}^2/\text{⑧})/(\text{⑧}-1)}$ (mm)					1.06								

備考 注) *印の欄は、最後のデータシートのみ記入する。