

インターロッキングブロック舗装 Technical Report － 試験方法 編 － (その15)

Vol.86

1. フォーリング・ウェイト・デフレクトメータ(FWD)によるたわみ量測定試験方法 (ASTM D4694、4695)

(1) 測定機器

測定機器のうち、外部に露出している部分の機器は、 $-5\sim+45$ ℃の温度範囲で作動するものとし、比較的高い湿度・小雨・ほこりに耐え得るものとしします。車両の内部に設置されているコンピューター等の機器は、 $10\sim35$ ℃の温度範囲で作動するものとしします。また、機器は車載あるいは索引されるとき振動・衝撃に耐えられるものとしします。

① 荷重発生装置

荷重発生装置は、まえもって設定した何箇所の高さに重錘を持ち上げることのできるものとしします。ガイドシステムは摩擦または抵抗を最少限にし、重錘が舗装表面に垂直または鉛直に落下できるように設計されたものとしします。荷重パルスは、近似的にハーバーサイン波あるいはハーフサイン波とし、荷重の発生時点からピークまでの時間であるライズタイムは $10\sim30$ ms、作用時間は $20\sim60$ msの範囲としします。最大ピーク荷重は 49 kN(5 tf)程度以上としします。

② 荷重板

載荷板は、舗装表面に荷重をほぼ一様に分布できるものとし、直径は 300 mmまたは 450 mmの円形板としします。載荷板は、中央にたわみセンサを設置するための開口部をもち、水平面と最低限 4.6° (約 8% 勾配)までの任意の角度に対応できるものとしします。

③ 荷重センサ

衝撃時の作用荷重を測定するための荷重センサは、できる限り路面に近い位置に設置し慣性力の作用を少なくするとともに、路面からの反動による衝撃に耐えられる構造のものとしします。荷重測定装置の精度は、フルスケールの $\pm 2\%$ 以下としします。また、荷重中心でのたわみ測定が可能な構造としします。

④ たわみセンサ

たわみセンサは、センサ設置位置の最大たわみを測定できるものとしします。装着するセンサの数は 7 個以上とし、最大設置距離となるセンサの位置は、荷重中心から少なくとも $1,500$ mmとしします。たわみセンサの精度は、指示値の $\pm 2\%$ 以下、または $\pm 2\mu\text{m}$

のどちらか大きい方とします。

⑤ 処理装置

測定荷重、表面たわみデータ、気温、表面温度、測定位置等のデータ、および各試験箇所に関するデータを保存するための磁気記憶装置、または印字装置を用います。この目的に使用するコンピュータは、表示画面を備えたものとします。荷重の記録装置におけるデータ読みとり分解能は、載荷板直径 300mm の場合、69N(7kgf)、直径 450mm の場合は 157N(16kgf)以下とし、たわみの記録装置における読みとり分解能は1 μ m 以下とします。

(2) 測定条件

① 載荷荷重

たわみ測定の載荷荷重は 49kN (5tf)を標準とします。たわみ測定時に載荷板下の路面に大きな永久変形が生じるような場合は、載荷荷重を低減します。

② 測定位置

載荷板を設置する位置は外側車輪通過位置(OWP)を標準とし、道路の縦断方向に測定します。

③ 測定間隔

測定間隔は、20m を標準とします。

④ 測定時の環境条件

測定は、気温が- 5～+ 45℃の温度範囲で行います。

(3) 測定手順

測定手順は、使用する測定機器により若干異なるため、一般的なたわみ測定データを収集するための共通事項について記述します。

- ① たわみ測定に先立ち、各装置が正常に作動するか確認します。もし不具合が発見された場合は適切な処置を施します。
- ② FWD 装置を測定位置に移動します。
- ③ 測定位置の路面上に載荷板、たわみセンサを設置し、所定の位置になっているか確認します。
- ④ 重錘を所定の高さに持ち上げ落下させます。このとき生じる最大荷重と各センサでの最大たわみ量を記録します。荷重の単位は kN (kgf)とし、たわみの単位は μ mまたは mm とします。
- ⑤ 測定は、一測点で 4 回繰り返すことを標準とします。2～4 回の荷重とたわみ量の結果において、載荷荷重の差、および載荷板中心から 1、500mm までの各センサごとのたわみの差が各平均値の 5%以下になっているか確認します。それらが 5 %を越える場合は再

測定とします。なお、再測定しても5%を越える場合はその旨を記載します。

- ⑥ 各測点における試験時の気温、表面温度を記録します。

(4) 結果の整理

① 結果の算出

各測点の載荷荷重およびたわみ量は、その測点で測定した2~4回の値の平均値とします。

② 報告事項

- ㊦ 測定年月日
- ㊧ 測定時刻
- ㊨ 測定路線名
- ㊩ 舗装種別
- ㊪ 測定箇所(箇所名、上下線の別等)
- ㊫ 天候、気温、表面温度
- ㊬ たわみセンサ位置、載荷板直径
- ㊭ 各測点における荷重、各センサのたわみ量
- ㊮ 測定試験機の種類

(5) 注意事項

- ① 荷重発生装置の作動確認は、使用する前に5回以上重錘を落下させ2回目からの荷重の変動を調査し、装置の事前調整を行います。荷重は、各載荷において一回目の載荷を除き3%以上の変動があってはなりません。変動がこの範囲を越えた場合は、製造会社の仕様にしたがって調整、または修理します。
- ② システム全体の較正および作動確認は、使用する前にあらかじめ決めた路面上で測定を行い、システム全体の作動確認および調整を行います。連続的に使用する場合は月1回以上、断続的に使用する場合は試験前に行います。なお、確認方法および調整方法は製造会社の仕様にしたがいます。
- ③ 構造評価等の詳細な評価や部分的な破損箇所の調査等においては、表1に示す測定数が得られるような間隔で測定します。区間の測定数は、たわみの変動係数と誤差率に依存します。統計学的な検討による表1に従えば、舗装構造が均質で、たわみの変動係数(CV)が10%の区間において16点の測定値があれば信頼度95%(真値との誤差率(d) = 5%)の値が得られます。

表 1 必要測定数

変動係数 CV%	必要測定数 n							
	d = 1 %	d = 2 %	d = 3 %	d = 4 %	d = 5 %	d = 10%	d = 15%	d = 20%
2	16	4	2	1	1	1	1	1
3	35	9	4	3	2	1	1	1
4	62	16	7	4	3	1	1	1
5	97	25	11	7	4	1	1	1
10	385	97	43	25	16	4	2	1
15	865	217	97	55	35	9	4	3
20	1537	385	171	97	62	16	7	4
30	—	865	385	217	139	35	16	9
40	—	1537	683	385	245	61	27	15
45	—	—	865	487	312	78	35	20
50	—	—	1068	601	385	385	43	24

(6) 解説

- ① 荷重発生機構は、単重錘式と複重錘式があります。単重錘式は重錘が落下重錘一個から成り、直接載荷板に落下し、衝撃荷重を発生させる機構です。複重錘式は落下重錘と介在重錘の2つの重錘から成り立っており、介在荷重に落下荷重を落下させることにより衝撃荷重を発生させます。
- ② 荷重センサは、ロードセルや載荷板中に発生する油圧を計測する装置が使用されています。
- ③ たわみセンサには、ジオフォン、サイズモメータ、リニヤゲージを用いたタイプがあります。ジオフォンは、測定した速度を積分することにより変位に換算するものです。サイズモメータは、差動トランスと質量を組み合わせた機構であり、直接変位を測定できます。また、リニヤゲージを用いたセンサは変位に対応するパルスを読み取るものであり、直接変位を測定できます。
- ④ 載荷荷重は、重錘の重量や落下高さで調整します。

【参考文献】

- 1) ASTM D 4694-87 : Standard Test Method for Deflection with a Falling Weight Deflectometer
- 2) ASTM D 4695-87 : Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements

- 3) FWD 研究会 : FWD に関する研究、1993 年11月
- 4) FWD 研究会 : FWD によるたわみ測定法に関する仕様、1995 年 10 月
- 5) 社団法人日本道路協会 : 舗装試験法便覧別冊(暫定試験方法)1996 年 10 月

以上