

コンクリート舗装の構造評価における FWD 載荷荷重の影響

鹿島道路 技術研究所 金井利浩
同 上 東 滋夫
東京電機大学 理工学部 松井邦人

1. はじめに

道路ストックの増大にともない、舗装の状態を迅速かつ適確に評価する必要性が高まっている。FWDはそのような要請に応え非破壊で構造評価が可能な試験機として活発に利用されるようになってきている。しかし、我が国におけるFWDの適用対象は主としてアスファルト舗装であり、コンクリート舗装に関しては、載荷荷重の大きさや版内における載荷位置の違いが測定結果にどのような影響を及ぼすかといった基本的な課題についても明確な知見が得られていない状況にある。本文では、このような現状を踏まえ、断面の既知なコンクリート舗装において載荷荷重の大きさを変化させてFWD試験を実施し、載荷荷重と舗装応答の関係について検討した結果について報告する。

2. FWD 測定要領

本解析で用いたデータは、鹿島道路(株)栗橋試験ピットにおいて以下の要領で測定したものである。

- (1) 舗装断面：図-1に示すコンクリート舗装（幅5.4m×長さ8mの単版）
- (2) 測定期間：1999年4月21日～22日
- (3) 測定頻度：2時間毎に24時間継続して測定
- (4) 測定条件：版中央において、設定荷重を24.5kN、49kN、78.5kN、98kNの4レベルとして、荷重とたわみの時系列データを収集
- (5) 温度測定：図-1に示す深さに埋設した熱電対により、1時間毎に記録

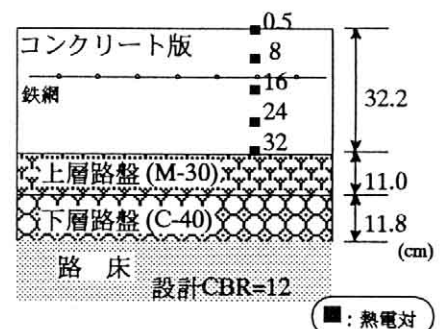


図-1 コンクリート舗装の構成

3. 検討項目および方法

- (1) ピークたわみ：時系列データから荷重とたわみのピーク値を抽出し、それを各設定荷重で荷重補正してピークたわみの経時変化を調べた。
- (2) たわみの伝達時間：載荷板中心のたわみ量D0と載荷板から最も遠く離れたセンサー位置におけるたわみ量D200がピークとなる時間を抽出し、両者の時間差をたわみの伝達時間と定義して、コンクリート版の上面温度（表面下5mm）と下面温度（同320mm）の差で表される温度差との関係を調べた。
- (3) 動的逆解析：舗装構造を、コンクリート版、上層と下層路盤を合わせた路盤および路床の3層モデルとして、動的逆解析¹⁾を実施し、各層の弾性係数、減衰係数と版の温度差との関係等について検討した。

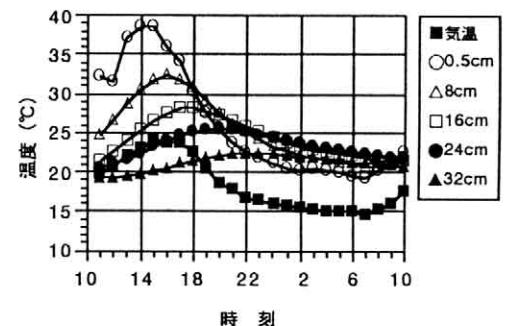


図-2 FWD試験時の気温とコンクリート版の内部温度

4. 測定および検討結果

(1) 温度測定結果

FWD測定時における気温ならびにコンクリート版の内部温度は、図-2に示すとおりである。

(2) ピークたわみについて

上述の要領で求めた、載荷板中心におけるピークたわみD0の経時変化を図-3に示す。著者らは、過去に同一試験ピットの版中央部において載荷荷重98kN載荷でFWD測定を実施し、ピークたわみD0が、温度差によるコンクリート版のそり挙動に起因して版の温度差が大きな日中には大きくなり、反対に温度差が小さくなる夜間においては小さくなることを報告している²⁾。図-3をみると、載荷荷重が49kN以上であれば、その傾向が明確に認められるが、24.5kNでは顕著な傾向は見られなくなることがわかる。このことは、FWDたわみによりコンクリート版のそり挙動にも配慮した構造評価を行うためには荷重の大きさは24.5kNでは不十分であり、49kN以上の荷重を与える必要があることを示唆しているものと考ええる。

(3) たわみの伝達時間について

たわみの伝達時間と温度差の関係を図-4に示す。図中には、荷重毎に直線回帰した結果も併記している。図より、49kNよりも大きな荷重については、温度差の上昇とともに伝達時間が短くなる傾向が明確に現れており、各荷重に

key words : コンクリート舗装, 構造評価, 載荷荷重, 時系列データ, 動的逆解析

連絡先 : 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1, TEL : 0424-83-0541, FAX : 0424-87-8796

おける回帰直線もほぼ等しくなっている。一方、24.5kNの回帰直線は破線で示すとおりであり、回帰直線の勾配も他の載荷荷重の場合とはかなり異なっている。また、寄与率も0.12と低い。このようなことから、24.5kNのように舗装構造に対して与える荷重の大きさが十分でない場合には、応答たわみの精度が著しく低下することがわかる。

(4) 動的逆解析結果

代表例として、載荷荷重98kNにおける逆解析結果を温度差で整理したものを図-5および図-6に示す。(E: 弾性係数, C: 減衰係数, 添字: 層番号であり, 1はコンクリート版, 2は路盤, 3は路床) これらの図より、98kNのように十分大きな荷重を載荷した場合には、逆解析で得られる各層の弾性係数は温度差に左右されることなくほぼ一定の値で推移する(図-5)のに対し、各層の減衰係数は温度差の上昇とともに減少する(図-6)という傾向を示している。

そこで、載荷荷重の大きさにより、このような傾向がどのように変化するかを調べるため、載荷荷重毎に、弾性係数については平均値と変動係数を、減衰係数については温度差との回帰分析を行って寄与率を求めてみた。結果は表-1に示すとおりである。まず、弾性係数の平均値についてみると、荷重が増加するにつれて、コンクリート版(E1)と路盤(E2)については減少、路床(E3)は逆に増加するという傾向が見られる。しかし、24.5kN載荷における平均値は他の荷重の場合とはかなり異なっている。次に、弾性係数の変動係数に注目すると、24.5kN載荷では他の荷重に比べて著しく大きな値となっており、また、減衰係数に関する温度差の寄与率をみても、49kN以上では各層とも概ね0.9程度となっているのに対し、24.5kNでは0.4~0.8と低くなっている。このような結果となったのは、図-3に示したように24.5kN載荷では、コンクリート版のそり挙動を反映した応答たわみを得るのには不十分であるためと考えられ、逆解析において妥当な解を得るという観点からも載荷荷重は49kN以上とすることが望ましいと言える。

表-1 動的逆解析結果の統計量

載荷荷重 (kN)	弾性係数の平均値 (MPa)			弾性係数の変動係数 (%)			減衰係数に関する温度差 の寄与率 (r ²)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	C1	C2	C3
24.5	47956.3	511.1	27.0	26.9	27.4	82.8	0.66	0.84	0.38
49	36093.6	376.6	36.5	16.3	10.3	39.4	0.97	0.96	0.84
78.5	35643.4	370.0	41.2	18.6	14.7	32.6	0.90	0.92	0.87
98	34381.7	359.3	41.8	12.0	8.2	21.3	0.96	0.93	0.93

5. 結論

ピークたわみ、たわみの伝達時間ならびに動的逆解析結果から、版厚30cm程度のコンクリート舗装においてFWD試験を実施し構造評価を行う場合には、載荷荷重を49kN以上とすることが望ましいことが確認できた。

6. おわりに

今回は、載荷荷重の大きさがコンクリート舗装の応答に及ぼす影響について報告したが、載荷位置を変えたFWD測定も既に実施済みであり、これらについても、結果の整理ができ次第報告していきたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 金井利浩, 東滋夫, 岡部俊幸, 松井邦人, 渡辺規明: 時系列データを用いた動的FEMによる逆解析に関する研究, 土木学会地盤工学委員会, 舗装工学講演会講演論文集, 第1巻, pp.39-48, 1996年12月
- 2) Shigeo Higashi, Kunihiro Matsui and Tatsuo Nishizawa: Effect of Temperature Gradient in Concrete Slab on Backcalculated Moduli, 6th International Purdue Conference on Concrete Pavement Design and Materials for High Performance, pp.115-126, 1997 November

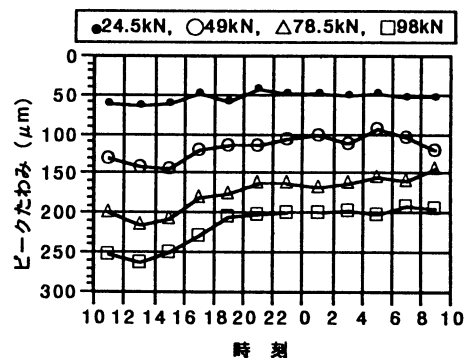


図-3 ピークたわみD0の経時変化

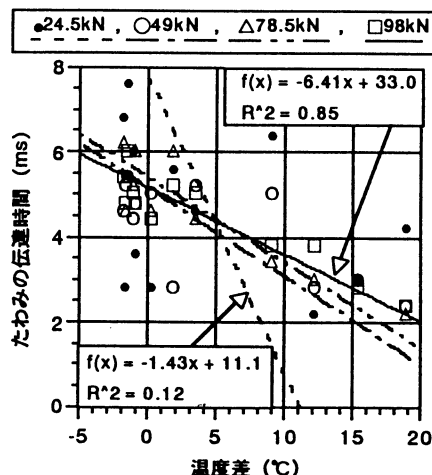


図-4 たわみの伝達時間と温度差の関係

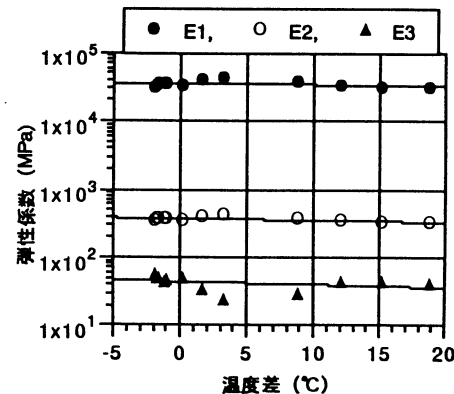


図-5 弾性係数と温度差の関係 (98kN)

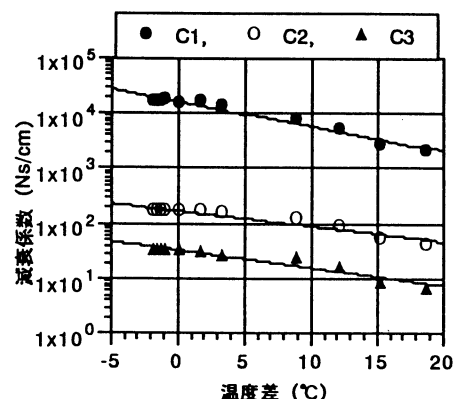


図-6 減衰係数と温度差の関係 (98kN)