

V-42

FWDによるアスファルト舗装の支持力の評価に関する研究

東京工業大学 正会員 ○姫野賢治
 長岡技術科学大学 正会員 丸山暉彦
 (株)東亜道路工業 林 正則

1. 緒言

アスファルト舗装の評価は、主に路面性状に関連する舗装の供用性と、舗装自体の持つ構造的な支持力という2つの異なった側面から行う必要がある。後者の舗装の構造的な支持力の評価は、近年は荷重を加えたときの路面のたわみの量やその曲率、あるいは振動を加えたときの弾性波の伝播速度などに着目したいわゆる非破壊探査法によって行われるのが一般的である。

本研究は、たわみ測定装置の1つであるFWDのうち、スウェーデンKUAB社製の複重錘型FWD（モデル50）を長岡技術科学大学に導入し、一部の改良を行って主に長岡市内における国道、県道の実状にあったたわみ測定システムを開発したので、ここで得られたいくつかの測定結果を示してその特性について検討を行うことを目的とする。測定結果は、現時点で舗装構造が明らかな国道8号線（堺町、1987年11月25日測定）および国道404号線（深沢町、1987年11月12日測定）のものに限った（Table 1）。

2. 多層弾性理論との対応

以下では、多層弾性理論を用いて路面のたわみ量を計算して実測たわみ量と比較した。計算は、米国Chevron社がBurmisterの半無限多層地盤内の応力、ひずみおよびたわみの理論解をもとに作成したアルゴリズムをパーソナルコンピュータ上でPascal言語によりコーディングしたものによった。解析に必要な条件のうち、アスファルト混合物層の温度および載荷時間はそれぞれ実測データから、また、アスファルト混合物層の弾性係数はvan der PoelのノモグラフおよびHeukelomらの式より算定した。なお、このノモグラフを用いるために必要なバインダーの針入度指数、軟化点および混合物の骨材充填率は、新潟県内の道路における一般的なアスファルト混合物の抽出試験のデータを参考にしてTable 2のように想定した。路盤以下の弾性係数は、文献を参考にして定めたが、路床に関してはCBR値を4、6、8および12の4とおりの値を仮定して計算した。また、各層のPoisson比も、文献を参考にした（Table 1）。

これらの値を用いたたわみの計算結果を、各区間での20の実測結果とともにFigs. 1, 2に示す。国道8号線の場合は、実測のたわみ曲線は、その値、形状ともに路床のCBR値がほぼ12前後の場合の計算結果とよく一致しており、各センサー位置でのたわみの変動は区間内での路床の支持力の変動によるものと推定し得る。一方、国道404号線の場合は、路床のCBRが8前後の場合の理論値に近く、国道8号線の場合と同様に路床の支持力に基づくと思われる変動が認められるが、載荷点の近くのみたわみ量が多い場合もある。これは、路盤より上部の強度が局部的に小さく、載荷点の近くで大きなたわみが発生したものと推定される。また、たわみの発生量もほぼ

Table 1 Material Properties of the Pavements Used for Theoretical Analysis

	National Highway 8 (Sakai)			National Highway 404 (Fukasawa)		
	Thickness (cm)	Young's Modulus (MPa)	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Young's Modulus (MPa)	Poisson's Ratio
Asphalt Mixture	15	14900	0.45	12	9600	0.45
Asphalt Treated Base	10	8000	0.45	...		
Base Course	10	1000	0.40	10	450	0.40
Subbase Course	15	350	0.40	15	250	0.40
Subgrade	...	unknown	0.35	...	unknown	0.35

Table 2 General Properties of Extracted Binders and Mixes Commonly Used in Niigata Prefecture

	National Highway 8 (Sakai)	National Highway 404 (Fukasawa)
Binder:		
Penetration Index	-1.0	-0.6
Softening Point [°C]	55.0	58.0
Mixture:		
Volume Concentration [%]	82.0	86.0
Temperature [°C]	7.8	20.0
Loading Time [ms]	68.0	70.0

舗装構造を反映したものとなっていると言えよう。このように、FWDによるたわみの測定結果と多層構造理論を併用することにより、路床のCBR値、アスファルト混合物層の弾性係数など舗装各層の物性の定性的、定量的な評価も可能になることが期待される。

3. 載荷重量とたわみの関係

FWD装置の載荷重量はアスファルト舗装要綱の規定を参考に49kNを用いることを標準としたが、支持力が極端に小さい舗装や、路盤上、路床上を直接測定する場合には、たわみ量が本装置のたわみセンサーであるLVDTで測定し得る限界値5mmを上回る危険性がある。このような場合は、載荷重量を24.5kNまたは12.3kNに低下することにより測定が可能になり得るが、結果を換算するに際し載荷重量とたわみ量との間の線形性が問題になる。

Fig. 3は、長岡技科大学構内の道路の1地点において、12.5kN、24.5kN、49kNの各荷重について、それぞれ20回ずつのたわみ測定を行い載荷重量との関係を示したものである。各線は、それぞれの平均値を通るようにひいてある。測定時間中の大気温度の変化は1.0℃以下であり、温度の影響は無視し得る。これより、載荷重量と最大たわみの大きさの間には、いずれのセンサー位置においても、ある程度の線形性は認められるものの荷重の増加に対してたわみ量の増加が次第に減少する傾向があり、荷重補正を行う際には注意を要する。

4. 路面での表面波の伝播

本装置のように動的な載荷を行った場合のたわみを扱う場合は、厳密には問題を動的なものとして解釈する必要がある。混合物の密度を 2.36t/m^3 とし、Table 1のデータを用いると、R波（Rayleigh wave）の伝播速度は特性方程式を解くことによりおよそ 1.4km/s であることがわかる。本装置のセンサー間隔を伝播するに要する時間は高々1ms程度であって、A/D変換器のもつ最小サンプリング時間間隔が200sであることを考えると、1機のFWDによる測定たわみの時間変化のみから表面波の伝播の問題を論ずることは困難であろう。

5. 結言

筆者らは、舗装の構造的健全度の経時的な変化を調べるべく、長岡市内のいわば地方道においてたわみの測定計画を立てているが、この他にも、舗装の構造解析、舗装管理運用システムのためのデータ収集、路床の支持力の判定、施工の良否判定、新設舗装のステージコンストラクションなど、さまざまな用途に利用することができるものと期待される。また、ダイナフレクトなどにより過去に得られた知見を参考にすれば、たとえばたわみ曲線の曲率なども有用な評価指標となり得るであろう。

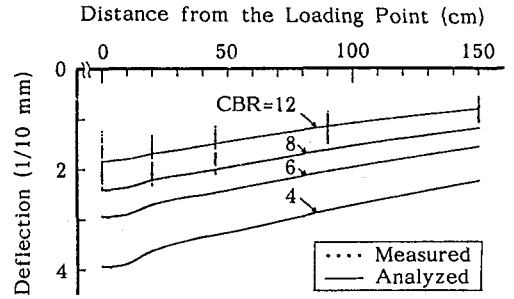


Fig.1 Comparison of Measured and Calculated Surface Deflections (National Highway 8)

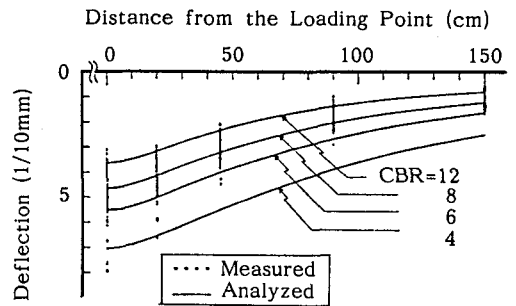


Fig.2 Comparison of Measured and Calculated Surface Deflections (National Highway 404)

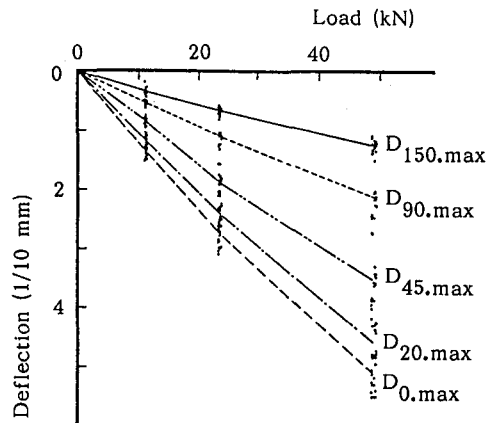


Fig.3 Relationship between Loading Weight and Measured Surface Deflections