

FWDによる舗装の非破壊調査と寿命予測について(第1報)

福岡大学 正員 吉田信夫
九州地方建設局 正員 岩田秀人
福岡大学 正員 大嶺 聖
東亜道路工業(株) 〇正員 出利葉敦

1. はじめに

昭和29年の道路法改正以来、道路整備は着実に進展し道路舗装の延長は簡易舗装を含め78万kmという膨大なストックを持つに至っている。しかし、近年のモーターゼーションの発達、交通量の増大や重交通の増加に伴い過酷な条件下にあり、道路舗装の適切な維持修繕の重要性が増大している。

従来、舗装の供用性は、主として外面的な路面性状より得られるMC I、PSI等により評価されている。しかし、外面的な破損形態は舗装を構成する各層の挙動並びに路床支持力に起因するものであり、破損原因をより明かにするためには、供用中の舗装各層の強度及び路床支持力を把握することが重要である。

最近、舗装の弾性係数を把握する一方法としてFWD (Falling Weight Deflectometer) が注目されている。FWDは5tf 相当の衝撃荷重を路面に設置した載荷板上に加え、その時発生するたわみを載荷板中心から任意の位置に設置したセンサ (5~10個) により測定する装置である。測定は非破壊で進行方向に連続的に行い、短時間に多量のたわみデータを得ることができる。得られたたわみデータは多層弾性理論による逆解析から、舗装各層及び路床の弾性係数を推定することが可能である。この結果をもとに舗装破損の原因がどの層にあるのかを的確に判断し、適切な補修工法の検討を容易に行うことできる。

本報告はこのFWDを実際に利用して舗装補修前の供用性評価を行い、どのような補修方法が望ましいかを提案し、且つ、舗装補修後に再度調査を行い、補修効果並びに寿命予測を試みたものの第1報である。

2. FWDの概略

本装置は専用のトラックに搭載して移動し、測定時にはFWD本体をトラックの後部に牽引し測定を行うものである。FWDの測定システムを図-1に示す。本装置は直径30cmの載荷版を路面に置き、その上におもりを落下させ舗装に5tf 相当の荷重を加える。このとき路面に生じるたわみを各位置に設置した数個のセンサで測定するものである(図は5個のセンサの場合を示す)。

たわみセンサは、載荷板中心から順に150~200cm離れた位置まで半径方向に設置しており、たわみ量をDで表し、荷重中心からの距離を添字として付けている。例えば、D150は載荷板中心から150cm離れた地点におけるたわみ量を表している。測定時の操作は運転席からワンマンコントロールで行われる。

3. FWD調査及びその評価

舗装補修予定箇所約300mの区間において測定間隔5mで調査を実施した。図-2にFWDたわみ量の測定結果を示す。本図は横軸に測定距離、縦軸にたわみの大きさを示しており、図中の折れ線は、上の方から順

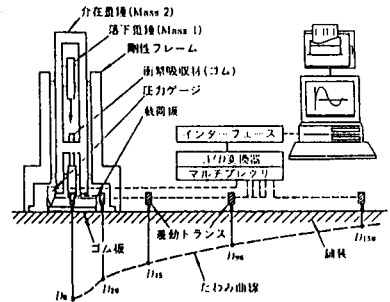


図-1. FWD測定システム

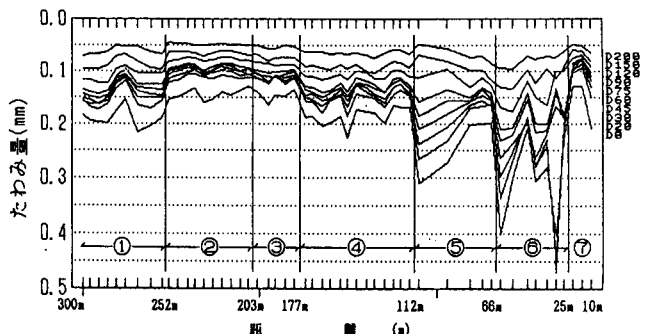


図-2. たわみ量の測定結果

にD200からD0まで、10個のセンサにより表している。また、舗装構成の違い、たわみの大きさの傾向により区間わけを行い、各区間には①から⑦の番号を付けて示した。本箇所の舗装構成を図-3に示す。

調査箇所のコンクリート版以下の舗装は、昭和30年代初期に建設されたものである。当管内の過去の舗装補修は、MCIによる評価から全層打換えで行われてきていた。

FWD調査から得られた舗装各層及び路床の弾性係数を表-1に示す。この表から各舗装構成層の弾性係数の相違が分かる。過去の調査研究より各材料の健康な弾性係数を表-2に示す。表-2より表-1を比較すると、舗装を構成しているどの層の弾性係数が低下しているか判断できる。この調査結果から、アスコン層の弾性係数は全区間において低下している。コンクリート版の弾性係数は区間①が他区間より低下している。

この区間は車両通行時に振動も発生しており供用性は良くないようである。鉋漕路盤の区間では下層の弾性係数が著しく低下しており、舗装表面には不規則なクラックが見られる。以上のことから区間①、区間⑤、⑥は全層打換えが望ましく、区間②～④及び⑦はアスコン層以外は十分な弾性係数を維持しており、アスコン層の切削後、コンクリート版下面にサブシーリングを実施し、版を安定させてオーバーレイを行えば十分対応できるようである。

4. アスファルト舗装の寿命予測

アスファルト舗装は構造的破損または機能性の低下に伴う破損の何れかにより、供用限界に達すると考えられる。重車両の通過により繰り返し載荷される応力は、アスファルト舗装下面に水平方向の引張りひずみ(ϵ_t)を生じ、アスファルト層に疲労ひび割れを発生させ、また、路床上面に生じる垂直圧縮ひずみ(ϵ_c)はわだち部分に永久変形を生じさせるといわれている。米国のアスファルト協会(The Asphalt Institute)では、これらのひずみ ϵ と舗装が破壊されるまでに許容される5t輪荷重の通過回数Nの関係を次式¹⁾で表している。

$$N_{5t} = 18.4 \times C \times (6.167 \times 10^{-5} \times \epsilon_t^{-3.291} \times (E/10.2)^{-0.854}) \cdot (1) \quad \text{※E:アスコン、アス安定の弾性係数}$$

$$N_{5c} = 1.37 \times 10^{-9} \times \epsilon_c^{-4.48} \cdot (2) \quad \text{※C:定数 アスコンC=1.0 アス安定C=0.5と仮定}$$

本報告はアスファルト舗装の寿命予測式の紹介までであるが、舗装補修後に再度FWD調査を行い、得られた弾性係数とひずみをもとに上式より補修効果を評価したいと考えている。

5. おわりに

FWD調査結果から舗装各層の弾性係数を求め供用性の評価を試みた。弾性係数による評価は舗装各層の状態を知る上で大変有用であり、今後の維持修繕の設計に十分活用できるものと考え。また、舗装補修効果をその寿命予測として評価できれば、設計にあたり一応の目安になるものと考え。

最後に、FWD調査にあたりご指導をいただいた建設省九州地方建設局福岡国道工事事務所の関係各位に深謝の意を表します。

参考文献 1) 雑賀義夫、丸山輝彦、姫野賢治 「舗装のたわみ測定から得られる性状値に関する考察」

土木学会第44回年次学術講演会(平成元年10月)

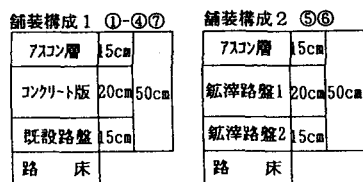


図-3. 舗装構成

表-1. 各舗装構成の弾性係数

舗装構成	μ	区間① (E)	区間② (E)	区間③ (E)	区間④ (E)	区間⑤ (E)	区間⑥ (E)	区間⑦ (E)
アスコン層20℃	0.35	49000	52000	59000	44000	37000	37000	37000
コンクリート版	0.15	170000	330000	350000	290000	—	—	450000
鉋漕路盤1	0.38	—	—	—	—	65000	65000	—
鉋漕路盤2	0.38	—	—	—	—	2000	850	—
既設路盤	0.40	1900	4000	4000	3100	—	—	20000
路 床	0.45	1040	1450	1260	1000	1000	850	1400

備考※各層の弾性係数の単位はkgf/cm²である。

※アスコン層の弾性係数はアスコン温度20℃に補正したものである。

表-2. 良好な材料の弾性係数

良好なアスコンの弾性係数	60000～100000kgf/cm ²
良好な瀝青路盤の弾性係数	30000～50000kgf/cm ²
良好なコンクリート版の弾性係数	200000～400000kgf/cm ²
良好な鉋漕路盤の弾性係数	6000kgf/cm ² 以上
良好な粒調砕石の弾性係数	3000～6000kgf/cm ²
良好な切込砕石の弾性係数	1000～2000kgf/cm ²