

V-8

舗装構造解析へのフォーリング・ウエイト・デフレクトメータの利用（第4報）

北海道工業大学 正員 ○ 笠原 篤

北海道開発局土木試験所 正員 五十嵐 光徳

1. まえがき

アスファルト舗装の支持力を評価する非破壊試験法として、今やフォーリング・ウエイト・デフレクトメータ（FWD）が世界的に主流となってきた感が強い。その主な理由としては、①車両走行荷重条件に対応したたわみを求めることができること、②たわみ測定装置としての信頼性が高いこと、③層構造の理論解法との対応が良いこと、などをあげることができよう。筆者らは過去4年にわたり、種々のアスファルト舗装についてたわみ測定を行い、たわみ測定データーと層構造の弾性理論解法とを組み合わせ、各舗装構成層の“見かけの弾性係数”の推定を行ってきた。これまでの知見によれば、路床の弾性係数は300～1,300 Kgf/cm²程度、また粒状路盤の弾性係数は1,000～3,500 Kgf/cm²程度であった。一方、路盤の弾性係数は、路床の弾性係数および路盤の厚さの関数として示されている[1]。これらのことは、土・粒子系材料の“見かけの弾性係数”は、その自体の力学的強度のみならず、層厚、載荷時の変形量、上部拘束の有無などに大きく影響されていることを、意味しているものと受け取られる。

ここでは、舗装構造の構築過程においてFWDでたわみ測定を行い、層を積み重ねることにより、路床および路盤の弾性係数がどのように変化するかを把握しようとするものである。

2. 舗装構造とたわみ測定

国道12号線の改良工事において築構されたアスファルト舗装の構造は、図-1に示す通りであり、図中ある番号はたわみ測定を行った表面を表している。舗装築構過程中的各表面で、走行車線の外側車輪通過位置と推定される箇所において、2m間隔で20点のたわみ測定を行った。得られたたわみ測定データーの平均値(D)、標準偏差(σ)から、たわみの代表値($D=0+1.28\sigma$)を求め、それをたわみ測定区間のたわみとした。荷重は20回測定の実測値である。なおたわみ測定時にはアスファルト層中の温度も測定している。それらの結果を表-1に示した。

3. 路床・路盤の弾性係数の推定

たわみ測定対象区間のアスファルト舗装体をアスファルト層・路盤・路床とからなる3層構造と単純化し、たわみ測定データーと層構造の弾性理論解法であるB I S A Rとを組み合わせ、路盤の弾性係数(E_2)および路床の弾性係数(E_3)を推定する方法を用いた[2]。アスファルト層の弾性係数(E_1)は、室内における間接引張り試験結果(図-2)に基づいて、アスファルト層の温度から既知量としている。なお、路盤上でのたわみ測定においては、路盤・路床の2層構造として解析を行っている。

図-3は E_2 および E_3 を変化させ、B I S A Rを用いて2層構造理論で算出した理論たわみの曲線群(δ_{750} , δ_0 - δ_{300})を示したものである。図中に路盤上での実測たわみ(①での測定)の座標点をブ

表層用アスファルトコンクリート	5cm	⑥ ⑦
	6cm	⑤
基層用アスファルトコンクリート	6cm	④
	6cm	③
	6cm	②
アスファルト安定処理	6cm	①
路 盤	65cm	
路 床		

図-1 舗装構造

表-1 たわみ測定データー

	たわみ (mm)			温度 ℃	荷重 Kgf
	D_0	D_{300}	D_{750}		
路盤上①	0.753	0.301	0.131	-	4122
アス安1層目上②	0.820	0.450	0.180	19.8	4984
アス安2層目上③	0.619	0.393	0.176	23.4	5006
アス安3層目上④	0.403	0.283	0.142	25.3	4862
基層用アスコン上⑤	0.330	0.231	0.131	21.9	4862
基層用アスコン上⑥	0.278	0.194	0.118	14.7	4888
基層用アスコン上⑦	0.279	0.182	0.113	37.3	4947

(注) たわみのサフックスは載荷面中心からの距離 (mm)

ロットし、内挿法により E_2 および E_3 を推定することができる。

図-4は3層構造におけるたわみ測定結果から、 E_2 および E_3 を推定するための図例である。アスファルト層の温度が37.3℃であったことから、図-2の曲線③より $E_1=55,000\text{kgf/cm}^2$ と求まる。 E_1 を既知量とし、 E_2 および E_3 を変化させ、BISARを用いて3層構造理論で算出した理論たわみの曲線群（ δ_{750} , $\delta_{300}-\delta_{750}$ ）を描き、図中に表層上での実測たわみ（⑦での測定）の座標点をプロットし、内挿法により E_2 および E_3 を推定する例を示したのが図-4である。

4. 舗装構成層の弾性係数

舗装構築中のたわみ測定結果に、上に示した手法を適用し、路盤の弾性係数（ E_2 ）および路床の弾性係数（ E_3 ）を推定した結果を表-2に示した。

表-2 路盤・路床の弾性係数の推定値

アスコン厚	-	-	-	-	8	12	12
アス安厚	-	6	12	18	18	18	18
弾性係数		35,000	28,000	24,000	36,000	55,000	13,000
路盤（65cm）	1,300	1,400	1,400	1,600	1,700	2,000	3,300
路床	1,200	1,000	1,000	1,300	1,100	1,300	1,400

表から、路床の弾性係数は1,000～1,400 kgf/cm^2 の範囲にあることが分かり、最初の測定時には路床の上にすでに路盤が築構されていたこともあり、上部拘束による路床の弾性係数の変化はあまり見られないと言えよう。路盤の弾性係数は上部拘束が無い場合には1,300 kgf/cm^2 であるのに対し、上部拘束が大きくなるにつれて路盤の弾性係数が大きくなる傾向を示し、基層2層目まで築構された時点では2,000～3,300 kgf/cm^2 なる値が得られた。

なお、推定された各層の弾性係数を用いて、各々のFWDの載荷条件下で算出した理論たわみと実測たわみとの差の最大は載荷面中心で0.095mmであり、最小は載荷面中心から750mm離れた所で0.001mmであった。

参考文献

- 1) Shell Pavement Design Manual -Asphalt Pavements and Overlay for Road Traffic, Shell International Petroleum, 1978
- 2) A.Kasahara, H.Kubo and T.Sugawara: Estimation of In Situ Elastic Moduli of Pavement Structural Layer with Falling-Weight-Deflectometer Deflection Basin, 6th International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements, Michigan, July 1987

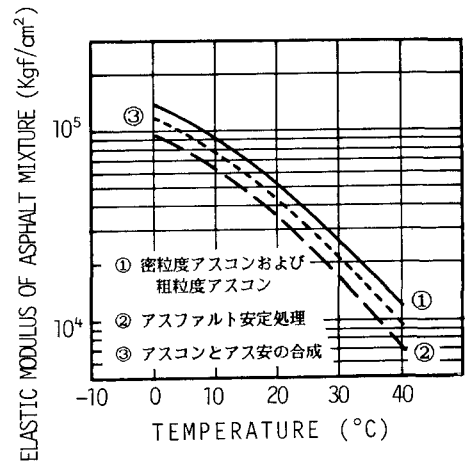


図-2 アスファルト混合物の弾性係数

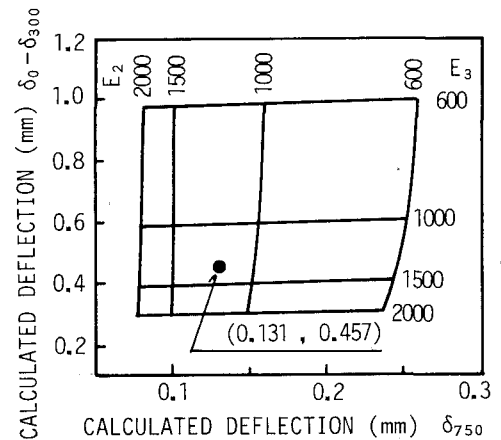


図-3 2層構造における理論たわみ曲線群

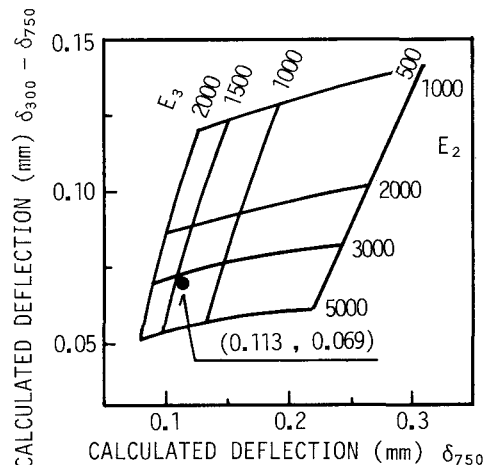


図-4 3層構造における理論たわみ曲線群