

V-21

路床面以下の堅固な層が逆解析に及ぼす影響とその逆解析に対する考察

日本舗道㈱ ○正員 三瓶辰之
 東京電機大学 理工学部 正員 松井邦人
 日本舗道㈱ 技術部 正員 井上武美

1. はじめに

非破壊試験装置FWD(Falling Weight Deflectometer)により舗装の構造的評価が為される場合、多層弾性理論を舗装構造に適用することにより逆解析等を用いて舗装各層の弾性係数の推定が行われている。そのとき、多層弾性理論では路床面以下を半無限の深さと仮定して解析される。しかし、路床面以下ある程度の深さに堅固な層が存在する可能性は十分に考えられることである。従って、本研究では路床面以下に堅固な層が存在する場合、その層の弾性係数の大きさと路床面からその層までの深さが弾性係数推定値に及ぼす影響と、そのときの逆解析の方法についての検討を行う。

2. 舗装構造モデル

以下の検討に用いる舗装構造モデルを図-1に示す。また、図-1に対して路床面以下に堅固な層が存在する場合のモデルを図-2に示す。図-2において堅固な層の弾性係数(E_4)を $10^4, 10^5, 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ とし、路床面からその層までの深さ(h_3)を2mと仮定する。表-1は図-2のモデルにおいて E_4 をそれぞれ $10^4, 10^5, 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ として解析したときの測定位置とたわみを示している。

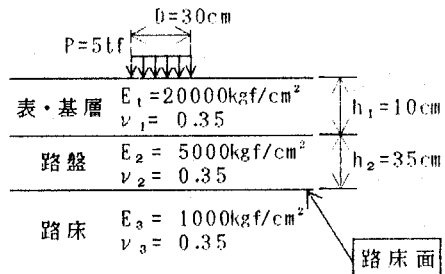


図-1 舗装構造モデル

3. 路床面から堅固な層までの深さが弾性係数推定値に及ぼす影響

堅固な層の路床面からの深さに対する各弾性係数の感度¹⁾ ($\partial E_i / \partial h_3; i=1,2,3$)の変化を示したものが図-3である。その深さが各推定値に及ぼす影響は全体的に小さく、堅固な層の弾性係数の大きさが変化しても感度はほとんど影響しないことが分かる。しかも深さが大きくなるとその影響は急激に小さくなっていく。

4. 堅固な層の弾性係数の大きさと路床面からの深さが弾性係数推定値に及ぼす影響

路床面以下に堅固な層が存在する場合、その層の弾性係数の大きさと路床面からその層までの深さが逆解析に及ぼす影響を検討するため、各層の弾性係数と路床面から堅固な層までの深さを未知パラメータとする逆解析を行うことにする。逆解析のモデルは図-2を用い $E_4=10^6 \text{ kgf/cm}^2$ とし、たわみは表-1の $E_4=10^4 \text{ kgf/cm}^2$ のときのものを用いることにする。そのときの逆解析の収束過程を表-2に示す。また、表-1の $E_4=$

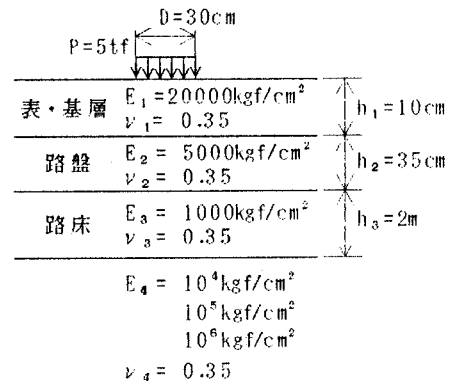
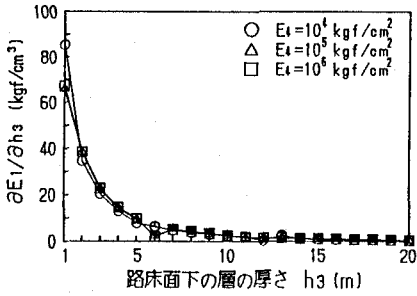


図-2 路床面以下に堅固な層が存在すると仮定したときのモデル

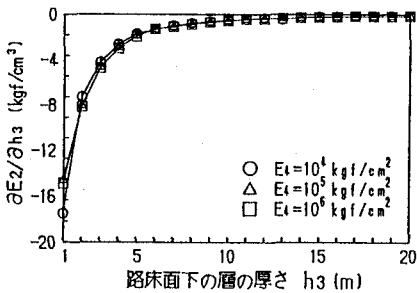
表-1 路床面以下の層の弾性係数を変化させたときの表面たわみ

		D0	D1	D2	D3	D4
測定位置		0	20	45	90	150
たわみ	$E_4=10^4$	0.0415	0.0291	0.0179	0.0093	0.0040
	$E_4=10^5$	0.0407	0.0283	0.0171	0.0086	0.0033
	$E_4=10^6$	0.0406	0.0282	0.0170	0.0085	0.0032

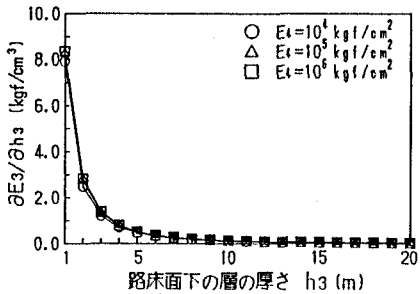
(単位: $\text{kgf/cm}^2, \text{cm}$)



a) 表・基層の場合



b) 路盤の場合



c) 路床の場合

図-3 堅固な層の路面からの深さに対する弾性係数の感度

10^5 kgf/cm^2 のたわみを用いたときの同様の結果を表-3に示す。なお、この逆解析において $E_4 = 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ と固定したままである。表-2,3より、路床面以下に堅固な層の存在が考えられる場合には、弾性係数及び路床面からその層までの深さを考慮した逆解析を行うことにより、その層の弾性係数の大きさに関係なく、路床面からの深さを变化されることによって各層弾性係数を精度良く推定することが可能であることが分かる。

5. あとがき

図-3の結果と、表-2,3のシミュレーションの結果

表-2 $E_4 = 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ のときのたわみを用いたときの逆解析結果

層数=3, 測点数=5					
測定位置 (cm)	: 0., 20., 45., 90., 150.				
たわみ (cm)	: 0.0415, 0.0291, 0.0179, 0.0093, 0.0040				
弾性係数 (kgf/cm^2) (初期値)	: 30000., 7500., 1500.				
l tr.	E1	E2	E3	h3	f
1	30000.0	7500.0	1500.0	200.0	1.865e-4
2	27000.0	6750.0	1350.0	220.0	1.079e-4
3	24300.0	6075.0	1215.0	242.0	4.514e-5
4	21870.0	5467.5	1093.5	266.2	6.964e-6
5	19970.3	4920.8	1022.7	239.6	5.663e-8
6	20123.8	4968.2	1026.7	263.5	7.880e-8

※fは評価関数

表-3 $E_4 = 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ のときのたわみを用いたときの逆解析結果

層数=3, 測点数=5					
測定位置 (cm)	: 0., 20., 45., 90., 150.				
たわみ (cm)	: 0.0407, 0.0283, 0.0171, 0.0086, 0.0033				
弾性係数 (kgf/cm^2) (初期値)	: 30000., 7500., 1500.				
l tr.	E1	E2	E3	h3	f
1	30000.0	7500.0	1500.0	200.0	1.590e-4
2	27000.0	6750.0	1350.0	220.0	8.753e-5
3	24300.0	6075.0	1215.0	198.0	4.630e-5
4	21870.0	5467.5	1093.5	217.8	7.822e-6
5	19683.0	4963.8	994.9	196.0	3.012e-8
6	19962.4	5003.2	1002.2	215.6	1.778e-7
7	19980.8	5002.6	1002.5	194.1	1.736e-7

※fは評価関数

とは一致しており、以上より堅固な層の弾性係数の大きさでの影響はほとんどなく、その層までの深さが逆解析に大きく影響を与えることが分かる。また本研究で行った逆解析は、路床面以下に堅固な層が存在すると予想されるときに、路床面からの深さを調整することで、弾性係数を推定するという一方法であることを明記しておく。

4.5層構造に対しても検討を行ったが同様の結果を得ることを確認している。

<参考文献> 1) 松井邦人他: 地下の固い層が舗装の推定弾性係数に及ぼす影響、第26回土質工学研究発表会に投稿中。