

コンクリート舗装の動的逆解析による各層弾性係数の推定

石川工業高等専門学校専攻科 学生会員○石田健悟

中日本高速道路株式会社名古屋支社 正会員 阿部徳男

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 高井健志

石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男

1. 序論

本研究の目的はコンクリート舗装版の各層の破損状況から健全度を調査することにある。健全度調査するにあたり、コンクリート舗装各層の弾性係数を指標とし、FWD データを動的逆解析することによりそれらの弾性係数を求めた。その後、コア採取による実際の弾性係数とも比較し整合性を確かめた。

2. FWD

FWD とは舗装に動的な衝撃荷重を作用させたときの応答たわみを計測し、そのたわみの値から舗装の構造を評価しようとする装置のことである^{1,2)}。本研究に使用する FWD データは東海北陸道のコンクリート舗装で計測されたものである。コンクリート舗装の断面構成は、表層のコンクリートが 25cm、セメント安定処理路盤が 15cm、その下が路床となっている。

3. 解析

3.1 解析方法

弾性係数を求める逆解析方法は静的解析と動的解析の二つがある。以下で簡単に説明する。

3.2 静的逆解析

舗装に静的に荷重が作用した場合の順解析に基づいた逆解析法である。図 1 に示すように、逆解析には FWD によって得られたピークのたわみのみを使用する。短時間で解析することが可能である。

3.3 動的逆解析

舗装に動的な荷重が作用した場合の順解析に基づいた逆解析法である。たわみの波形を逆解析するために解析に時間を要する。しかしながら、FWD は重錘を落下させて舗装を振動させるため、得られるデータは動的な波形である。波形データを利用するためには、動的逆解析が適していると考えられる。

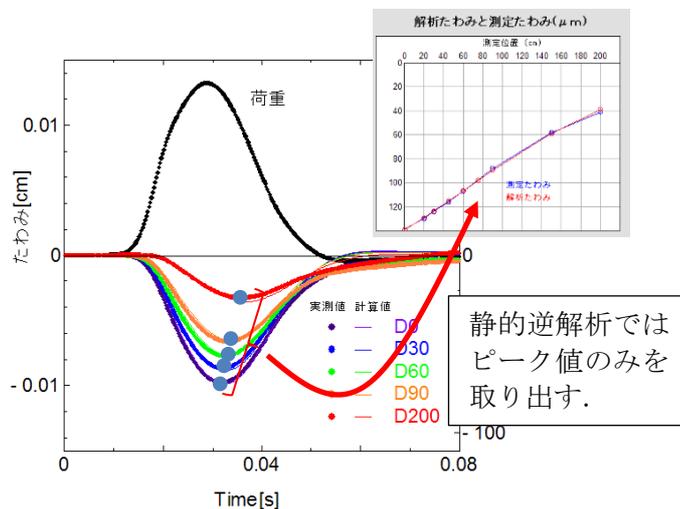


図 1 FWD によって得られる動的たわみ波形

そのため、今回は主に動的解析を行うこととした。

4. 動的逆解析

4.1 手順

逆解析においては、コンクリート舗装の各層の弾性係数を未知変数として、図-2 に示すように、計算たわみ波形が FWD による計測のたわみ波形と同じになるまで弾性係数を調整しながら計算を繰り返す。計測たわみ波形と計算たわみ波形がほぼ一致したときの弾性係数の組み合わせをその舗装の弾性係数とする。プログラムは東京電機大学理工学部建設環境工学科 松井邦人教授が開発した Wave-BALM を使用した³⁾。

4.2 解析結果

動的逆解析においては、実際のコンクリート舗装と同じ構造を仮定した。なお、コンクリート版と路盤は接着条件とした。初期値は乱数を用いて各 20 セット生成し、それぞれに逆解析から弾性係数を求めてそれらの平均値および標準偏差を求めた。初期弾性係数(MPa)の範囲は、コンクリート 25000~35000、路盤 1000~5000、路床 100~500 の範囲とした。

キーワード コンクリート舗装, FWD, 動的逆解析, Wave-BALM

連絡先 〒929-0392 河北郡津幡町北中条 石川工業高等専門学校 TEL:076-288-8167

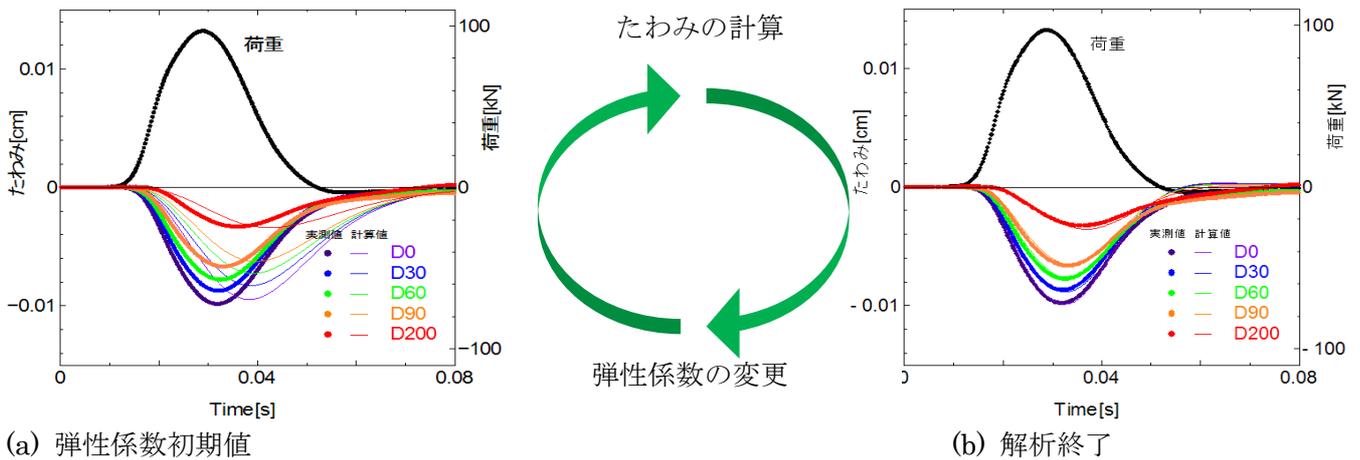


図-2 たわみ波形の変化

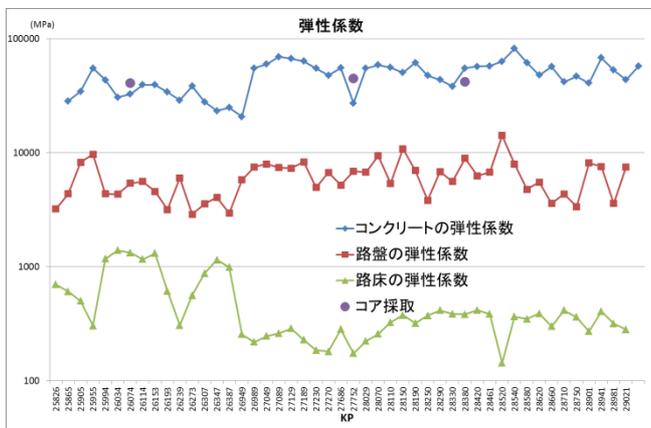


図 3 東海北陸道下り KP25.826~KP29.021

動的逆解析によりコンクリート版，路盤，路床の弾性係数を求めた結果を図-3 に示す．上から順に，コンクリート，路盤，路床を表している．この図より，各層の弾性係数が一定の範囲内に収まるが，KP26.949 を境目に変化していることがうかがえる．

さらに，この調査区間の 3 点において採取されたコアによる室内試験から求められた弾性係数とも比較した．その結果を図 3 に重ねてプロットした．動的逆解析により求められた弾性係数が，採取されたコアの弾性係数とは，測定点ごとに見ると若干異なっているが，おおむね同じ範囲に入っていることが分かる．

5. 解析法による比較

動的逆解析と静的逆解析により求められる弾性係数を比較した結果が表 1 である．この表より，コンクリート版では動弾性係数よりも静弾性係数の方が値が大きくなることが分かる．また，路盤の弾性係数を見ると，動的解析に比べ静的解析の弾性係数は

表 1 各解析による弾性係数の比較 (MPa). ※0内は実測値との比率

KP	舗装	静弾性係数	動弾性係数	コア抜き取り
26034	コンクリート	55260.0(1.4)	32781.8(0.8)	40900.0
	路盤	588.5	4328.8	
	路床	104.5	1392.1	
27686	コンクリート	36840.0(0.8)	27253.8(0.6)	44900.0
	路盤	7381.0	5204.5	
	路床	158.6	282.0	
28330	コンクリート	68380.0(1.6)	55311.4(1.3)	42000.0
	路盤	13240.0	5580.7	
	路床	191.1	384.4	

大きくばらついている．

6. 結論

動的逆解析によるコンクリート版の弾性係数は静的逆解析のそれよりも小さく，路盤路床の弾性係数のばらつきも小さい．動的弾性係数で評価すると，コンクリート版の平均弾性係数(MPa)は 40000~50000，路盤は 6000~7000，路床は 400~500 にあった．今後，この結果を用いて，コンクリート舗装の疲労解析を実行していく予定である．

7. 参考文献

- 1) 土木学会舗装工学委員会舗装教育小委員会，舗装工学の基礎，丸善，2012.
- 2) 土木学会舗装工学委員会，FWD および小型 FWD 運用の手引き，2002.
- 3) 小澤良明，他，波動理論を用いた逆解析による粘弾性体の構造評価，土木学会論文集 E, Vol.64, No.4, 2008.