

V-13 多層弾性論に基づいたFWD測定結果の
現地舗装挙動への適用性について

神戸大学 正 西 勝
京都大学 正 吉田 信之
神戸大学大学院 学 山縣 正明

1. まえがき

近年、FWDによるたわみ測定結果を多層弾性論を用いて逆解析し、推定した弾性係数の値を用いて舗装構造を評価しようとする研究が進められている。FWDでは、単一荷重を落下させることで生ずるたわみから弾性係数を推定するが、実際の舗装体に加わる荷重は複輪荷重であるので、現地舗装挙動を説明する場合にFWD解析結果を適用できるかどうかは疑問である。そこで本研究では、新たに構築した3次元有限要素法によって現地舗装挙動を再現できるものと仮定し、逆解析結果の適用性を検証することにした。

2. 解析概要

3次元有限要素法：本3次元有限要素法は、以前から当研究室で使用している反復有限要素法を拡張して構築したが、図-1に示すように、解析領域は202×210×450cmの直方体領域(側面ローラ支承、底面固定支承)を仮定し、節点数3375、要素数2744の直方体要素に分割した。その載荷面については、円形載荷を考慮して、同図に示すような多角形とした。節点荷重としては、秋山の回帰式¹⁾に基づいて、接地半径10.63cm、接地圧7.04kgf/cm²の円形等分布荷重(2.5tf荷重)による複輪載荷を想定し、その中心間隔は32cmとした。また、反復回数はすべて8回とした。

解析断面及び解析方法：解析の対象とした舗装断面は、表層材にアスファルトコンクリート、路盤材に粒調砕石を、また路床材には粘性土を使用した3層構造とし、単一荷重のもとでは両解析値(多層弾性解と軸対称反復有限要素法解)が良好な一致を得たD交通断面を設定した。路床設計CBRは6%とした。多層弾性論については姫野によって開発されたELSA²⁾を使用した。多層弾性論では5tf載荷重のもとで得られた弾性係数を採用し、複輪荷重に対して重ね合わせ則を適用することにした。舗装温度の設定にあたっては、D交通断面において単一荷重のもとで良好な一致を得た夏(48℃)、冬(4℃)の2種の温度を設定した。表-1に設定した断面寸法と推定した弾性係数値を示す。

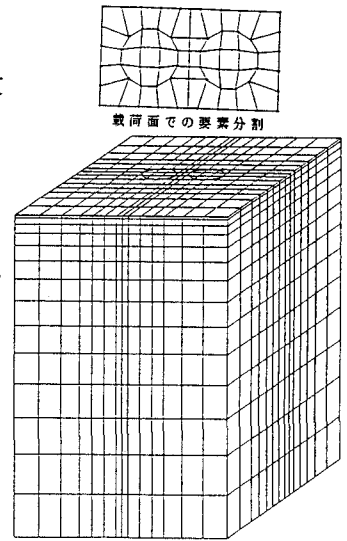


図-1 3次元有限要素法における解析領域と要素分割

材料特性：有限要素解析に入力した舗装構成材料の復元定数は、実験結果³⁾に基づいて、表-2のように設定した。

表-1 設定舗装断面と弾性係数推定値

D交通	寸法 (cm)	弾性係数(kgf/cm ²)	
		夏	冬
表層	20	2400	112000
路盤	49	740	4000
路床	∞	490	325

表-2 舗装構成材料特性の設定

舗装構成材料	復元変形係数 M_r (kgf/cm ²)	復元ボアソン比 ν_r
粘性土(路床)	$6/(-0.017+0.259q)+288$	$-0.2221\log 6-0.076\eta^2+0.228\eta+0.28$
粒調砕石(路盤)	$1250p^{0.68}$	$0.345\eta-0.090\eta^2$
アスコン(表層)	冬:112000、夏:2400	0.4

p:平均主応力、q:偏差応力、 η :応力比(q/p)

3. 解析結果

多層弾性論及び3次元有限要素法における解析結果を、たわみ量、表層下面のひずみ ϵ_r 、路床上面の鉛直応力 σ_v それぞれの横方向分布の形で、それぞれ図-2、図-3、図-4に示す。たわみと σ_v の値については多層弾性論の値が有限要素法のそれより小さくなっており、 ϵ_r の値はその逆の傾向を示しているが、いずれの場合も無視できない誤差が生じているのが確認できる。

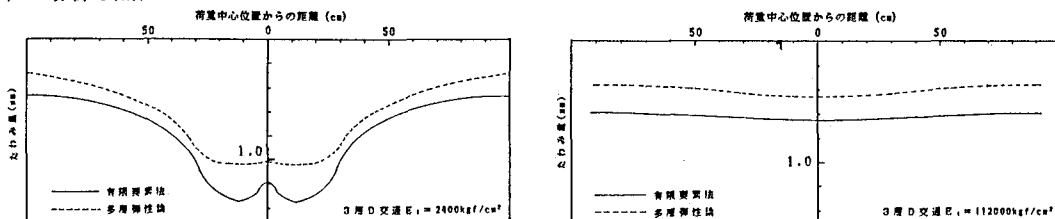


図-2 両解析法によるたわみ量の比較

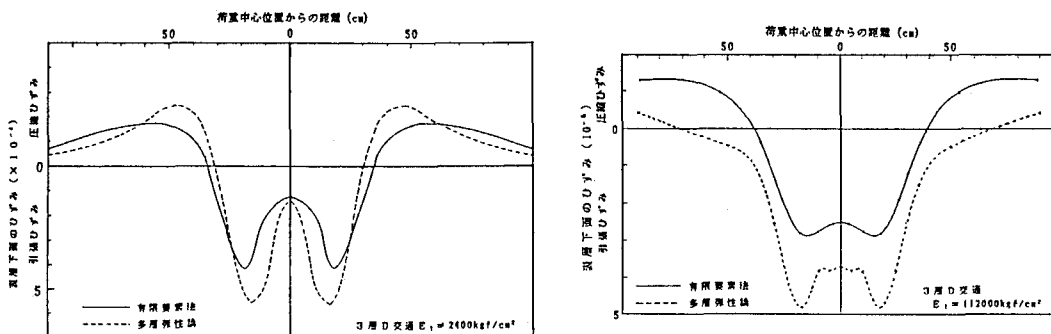


図-3 両解析法による ϵ_r 値の比較

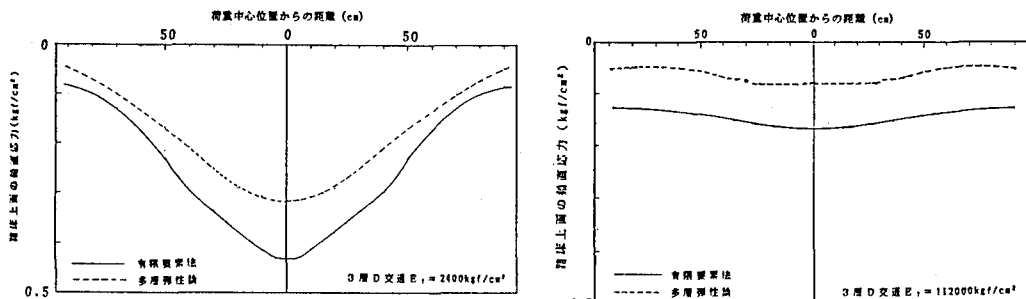


図-4 両解析法による σ_v 値の比較

4. あとがき

以上の結果より、多層弾性論と3次元有限要素法の両解析値には無視できない差異のあることが認められる。このことは、単一荷重のもとで多層弾性論が適用できる舗装条件においても、複輪荷重のもとでの舗装挙動の解明には疑問が残ることを示唆するものと思われる。

参考文献

- 1) 秋山 政敬：輪荷重と接地圧、接地半径の関係、土木学会論文報告集、No. 243、1976、pp. 105~115
- 2) 姫野 賢治：パソコンによる舗装の多層弾性構造解析、アスファルト、Vol. 32、No. 161、pp. 65-72、1989
- 3) 西 勝 他：円形走行試験におけるアスファルト舗装の挙動とその解析、土木学会論文集、第426号/V-14、pp. 101-110、1991