

# 小型 FWD に関する衝撃解析 衝撃緩和材の剛性の影響

中央大学大学院 学生会員 久保寺貴彦 フェロー 姫野賢治  
鉄道総合技術研究所 正会員 関根悦夫 正会員 桃谷尚嗣

## 1. 背景と目的

FWD は、路面に載荷板を設置し、重錘を自由落下させて載荷板に衝撃荷重を発生させ、このときの舗装の変形量を測定する装置である。FWD には、車に乗って測定可能な車載タイプと小型化・簡略化し持ち運びを可能とした小型タイプがある。小型 FWD (図 1) は、地盤の剛性を測定することに用いられることを基本とし、平板載荷試験や車載タイプの FWD による測定が困難な狭隘な個所や短く測定回数の少ない個所において、徐々に用いられ始めている。

しかし、小型 FWD は、重錘の質量と重錘の落下高さが一定であっても、衝撃緩和材の剛性が異なれば、測定結果にも差違が生じ、測定値に影響を及ぼすといわれている。

そこで、本研究の目的は、小型 FWD 試験時において、主として衝撃緩和材のヤング率の変化による載荷板下荷重の変化を FEM (有限要素法) 解析により説明する事である。

## 2. 解析概要

小型 FWD 試験時の解析は、軸対象モデルを用いての LS-DYNA による衝撃解析を行った。解析モデルを図 2 に示す。

拘束条件は、回転軸は鉛直方向以外拘束、底面は完全拘束、側面は半径方向拘束とした。重錘の初期条件については、解析時間の短縮のため、衝撃緩和材から高さ 5mm の位置で、高さ 100mm からの自由落下に相当する初速度を与えて落下させた。解析結果については、荷重は載荷板下の接触面に着目し、変位は載荷板下中心点に着目した。

解析モデルの信頼性を検討するため、表 1 の物性値を用いて解析を行い、荷重と変位の時刻歴波形を実測波形と比較した。荷重の発生時刻を同一とし、解析と実測とを比較した結果を図 3 に示す。

図 3 より、解析の変位は、実測より少し早期に発生しているものの、荷重と変位ともに実測波形と解析波形が近似していることから、解析モデルの信頼性は高いと言える。

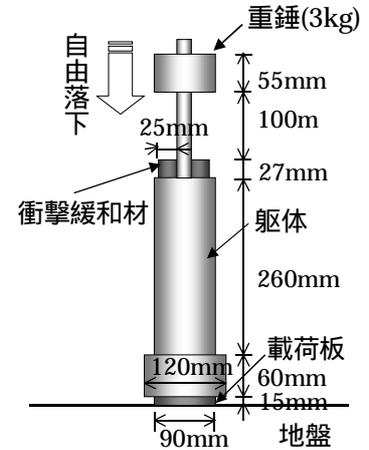


図 1 小型 FWD

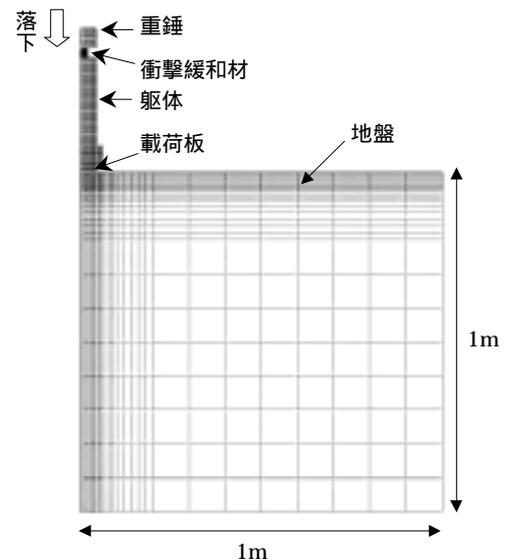


図 2 解析モデル

表 1 物性値

パート	質量密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	ヤング率 E(MPa)	ポアソン比 $\nu$
重錘	8.59	$2.1 \times 10^5$	0.3
衝撃緩和材	0.96	7.17	0.49
躯体	5.05	$2.1 \times 10^5$	0.3
載荷板	7.85	$2.1 \times 10^5$	0.3
地盤	2.03	40	0.4

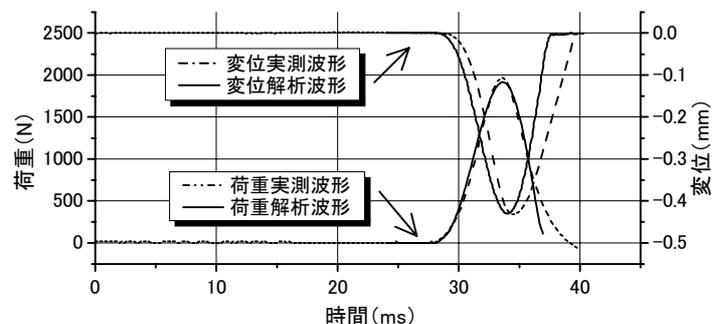


図 3 実測波形との比較

【キーワード】 小型 FWD, 衝撃緩和材, FEM (有限要素法), 衝撃解析

【連絡先】 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1796

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7276

### 3. 衝撃緩和材の支持面積の影響

衝撃緩和材の支持面積の変化が、荷重と変位の最大応答値に与える影響を検討するため、衝撃緩和材のばね値を一定として、衝撃緩和材の支持面積とヤング率を変化させたケースの比較を行った。結果を図4に示す。同図より、ばね値一定であれば、支持面積とヤング率を変化させても荷重と変位の最大応答値に大きな影響を与えないことがわかった。

### 4. 衝撃緩和材のヤング率の影響

衝撃緩和材のばね値の変化が荷重波形に与える影響を検討するため、地盤のヤング率(5, 10, 25, 50, 100MPa)、衝撃緩和材のヤング率(0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15MPa)を変化させて解析した。なお、他の物性値は表1と同じとした。

衝撃緩和材のヤング率をパラメータとした荷重波形の結果を図5に示す。同図でのシンボルは、波形を区別するために、便宜上つけ加えた。

図5より、衝撃緩和材のヤング率が小さいほど、荷重の応答波形の振幅は小さく、波長は長くなることがわかった。また、地盤のヤング率が大きいほど、荷重のピーク値は大きかった。

図6, 7に荷重波形のまとめとして、衝撃緩和材のヤング率と載荷時間(荷重の発生からピークまでの時間)、衝撃緩和材のヤング率と載荷力率(荷重の載荷時間での積分)との関係を示す。

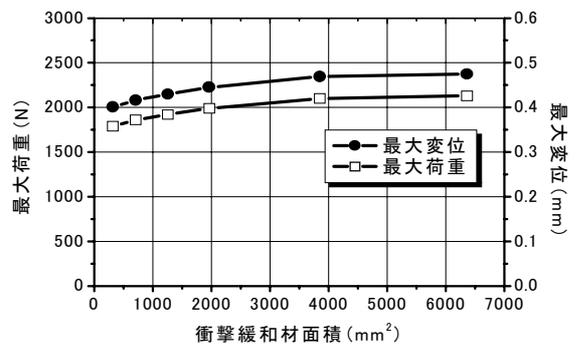


図4 支持面積による最大応答値の比較

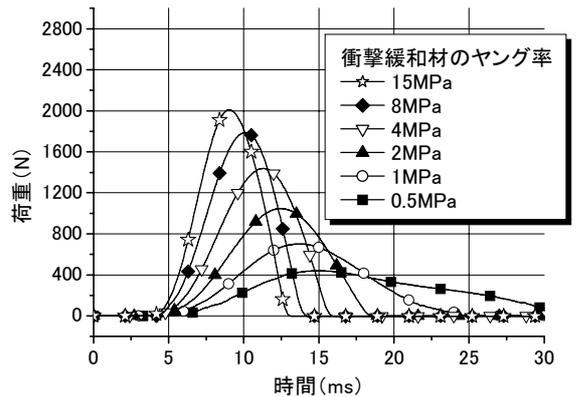


図5 荷重応答時刻歴(地盤 E=25MPa)

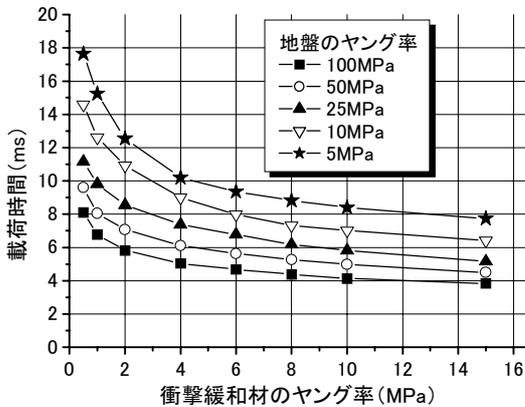


図6 衝撃緩和材のヤング率と載荷時間

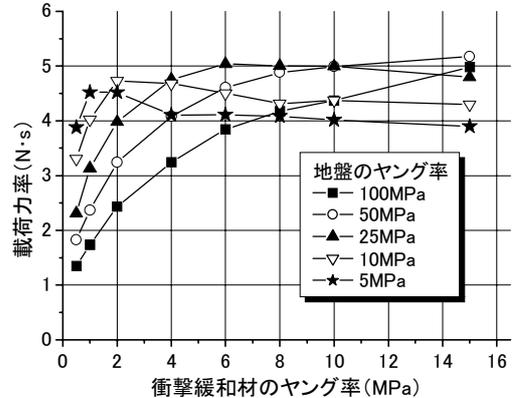


図7 衝撃緩和材のヤング率と載荷力率

図6から、衝撃緩和材のヤング率が大きくなると、載荷時間は短くなり、一定時間に収束する傾向にあることがわかる。図7は、衝撃緩和材のヤング率の増加とともに載荷力率は大きくなり、一定力率に収束する傾向にあり、地盤のヤング率が小さいほど、載荷力率は早期に収束する傾向にあることを示している。

### 5. まとめ

衝撃緩和材のヤング率が小さいほど、荷重波形の振幅は小さく、波長は長くなった。なお、地盤のヤング率が小さいほど、衝撃緩和材のヤング率の影響は小さかった。

衝撃緩和材のヤング率が小さいほど、載荷時間は長くなり、載荷力率は小さくなる。また、衝撃緩和材のヤング率が大きくなると載荷時間、載荷力率とも一定値に収束することが明らかになった。

#### 【参考文献】

福島幸司, 中野聡, 関根悦夫, 村本勝己, 鴨智彦, 桃谷尚嗣: 衝撃解析を用いた小型 FWD 用ゴムバッファの影響に関する検討 土木学会第55回年次学術講演会講演概要集 / 第 部門, pp28~29 2000年9月