

## 小型 FWD に関する衝撃解析 — 载荷エネルギーの検討 —

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. はじめに

地盤の剛性を簡便かつ迅速に評価するために、FWD を用いた地盤の剛性評価方法の検討を行い、実用化を図ってきた<sup>1)</sup>。しかし、FWD の測定において、FWD の衝撃緩和材の剛性や载荷エネルギーが測定値に影響を与えることが指摘されている。そこで、小型 FWD を対象として、衝撃緩和材の剛性や载荷エネルギーが測定値に与える影響を解析的に検討することとした。衝撃緩和材の剛性については前報<sup>2)</sup>で報告しており、ここでは、载荷エネルギーの影響について報告する。

### 2. 解析概要

FEM 解析の対象とした小型 FWD を図 1 に示す。一般的に、小型 FWD は重錘の質量および重錘の落下高さを変化させることが可能であるが、重錘の落下による最大荷重が同じであっても、重錘の質量や落下高さが異なると、载荷時間（荷重が 0 から最大に至るまでの時間）も異なる。そこで、载荷エネルギーの影響については、重錘の質量を 4 種（3, 5, 10, 15kg）、落下高さを最大 7 種（25, 50, 100, 150, 250, 500, 600mm）変化させ、各重錘の質量とも同じ荷重での検討ができるものとした。解析は、軸対象による粘弾性モデルを用いた LS-DYNA による衝撃解析である。解析モデルを図 2 に示す。モデルの拘束条件は、回転軸：鉛直方向以外は拘束、底面：完全拘束、側面：半径方向拘束とした。荷重の着目点は、载荷板下の接触面であり、変位の着目点は、载荷板下中心である。粘弾性解析では、荷重～変位曲線が実測値に一致するように減衰定数  $\beta$  と臨界減衰係数を設定した。実測と解析の荷重～変位曲線の例を図 3 に示す。弾性解析では、最大荷重と最大変位が実測値に一致するような弾性係数、ポアソン比、減衰定数等を設定するが、荷重～変位曲線が一致するまでには至らない。粘弾性解析を行うことで、荷重を作用させた時の地盤の挙動を、実測値に近いものとしてシミュレートが可能となった。ここでの粘弾性解析のせん断応力の緩和現象は、载荷時間に依存する式(1)で表される。

$$G(t) = G_{\infty} + (G_0 - G_{\infty})e^{-\beta t} \quad \dots\dots(1)$$

（ここに、 $G_0$ ：初期せん断弾性係数、 $G_{\infty}$ ：後期せん断弾性係数、 $\beta$ ：減衰定数）

表 1 に解析に用いた物性値を示す。なお、 $G_0$ は三軸圧縮試験、 $G_{\infty}$ は平板载荷試験の値を参考にして設定した。

表 1 解析に用いた物性値

パート	質量密度 (g/cm <sup>3</sup> )	弾性係数 (MPa)	ポアソン比	体積弾性係数 (MPa)	$G_0$ (MPa)	$G_{\infty}$ (MPa)
地盤	2.03	—	0.3	19.5	79.6	9.0
载荷板	7.85	$2.1 \times 10^5$	0.3	—	—	—
躯体	5.05	$2.1 \times 10^5$	0.3	—	—	—
衝撃緩和材	0.96	7.17	0.49	—	—	—
重錘	可変	$2.1 \times 10^5$	0.3	—	—	—

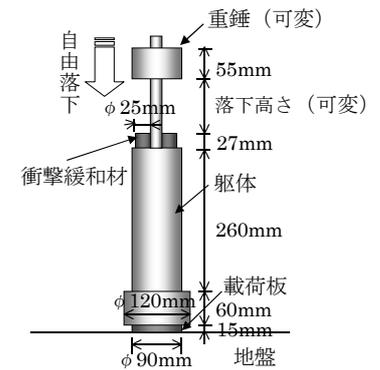


図 1 小型 FWD

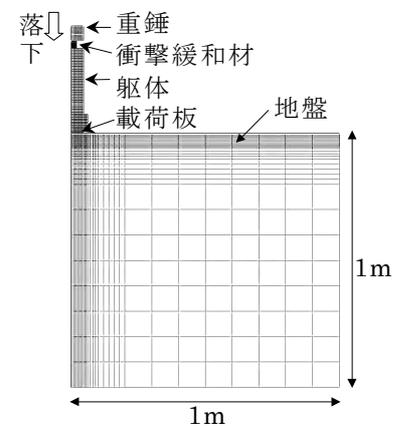


図 2 解析モデル

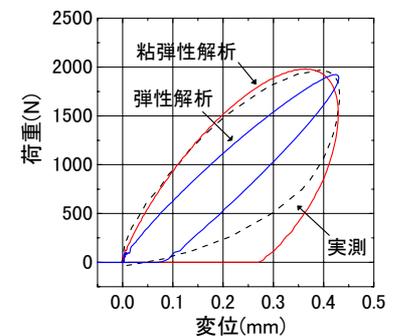


図 3 荷重～変位曲線

キーワード：小型 FWD, FEM, 粘弾性モデル, 衝撃解析

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

