小型 FWD に関する衝撃解析 一載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¹⁾。しかし, FWD の測定において, FWD の衝撃緩和材の剛性や載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載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。衝撃緩和材の剛性の影響については前報²⁾で報告しており,ここでは,載荷エネ 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、載荷時 間(荷重が0から最大に至るまでの時間)も異なる。そこで、載荷エネルギー 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 ての 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、載荷板下の接触面であり、変位の着目点は、載荷 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β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、ボアソン比、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、載荷時間に依存する式(1)で表される。

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

(ここに、 G_0 :初期せん断弾性係数、 G_∞ :後期せん断弾性係数、 β :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_∞ は平板載荷 試験の値を参考にして設定した。

及1 并闭C用0元的任他						
パート	質量密度	弾性係数	ポアソン比	体積弾性係数	G_0	G_{∞}
	(g/cm^3)	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
地盤	2.03		0.3	19.5	79.6	9.0
載荷板	7.85	2.1×10 ⁵	0.3	—	_	_
躯体	5.05	2.1×10 ⁵	0.3	—	_	_
衝撃緩和材	0.96	7.17	0.49	—	_	-
重錘	可変	2.1×10 ⁵	0.3	—	_	_

表

1 解析に用いた物性値

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



図 1 小型 FWD



図2 解析モデル



3. 解析結果

重錘の質量をパラメ ータとして,落下高さと 載荷時間との関係,落下 高さと変位時間(変位が 0から最大に至るまでの 時間)との関係を図4, 5に示す。

図中の破線は,各重錘 の質量において,共通す る最大荷重を示したも のである(ただし,落下 高さは異なる)。図4, 5から,落下高さの増加 とともに載荷時間の減 少する傾向が伺えるが, 載荷時間と変位時間に 与える影響は,質量の変 化のほうが大きいこと がわかる。また,同一の



最大荷重に着目した場合,重錘の質量と落下高さが異なると,載荷 時間と変位時間は異なることがわかった。

落下高さと載荷力率(荷重の載荷時間での積分値)との関係,落 下高さと変位エネルギー(変位の変位時間での積分値)との関係を 図 6,7に示す。同図から,載荷力率と変位エネルギーは,重錘の 質量が大きいほど,落下高さの増加による変化が大きくなり,載荷 時間,変位時間と同じように同一の最大荷重に着目した場合,重錘 の質量が大きく,落下高さが低いほうが,載荷力率と変位エネルギ ーは大きいことがわかった。



図8に最大荷重と最大変位から求めた K 値と落下高さとの関係 を示す。同図から,各重錘の質量とも,落下高さの増加とともに K

値は緩やかな増加傾向を示し、同一最大荷重に着目すると、落下高さの増加とともに K 値は増加する、すなわち、 最大荷重同じであれば、重錘質量の小さい方が K 値は大きくなることがわかる。

4. おわりに

小型 FWD 測定における載荷荷重設定の際,重錘の質量を変化させることにより,変位の発生に影響を与える載荷時間,載荷力率が変化することから,重錘の質量を変化させることは測定上好ましくないことがわかった。

【参考文献】

1)鉄道総合技術研究所編:鉄道建造物等設計標準・同解説 省力化軌道用土構造物,丸善,pp.220~236,1999.12 2)久保寺貴彦,関根悦夫,桃谷尚嗣,姫野賢治:小型 FWD に関する衝撃解析-衝撃緩和材の剛性の影響-土木学 会第 56 回年次学術講演会講演概要集,第V部門,pp.114~115,2001.10

-886-