# 小型 FWD の載荷波形に関する一考察

北海学園大学	学生員	上畑	一樹
北海学園大学	正会員	上浦	正樹

東京測器研究所㈱ 正会員 大石 浩晶

### 1.はじめに

地盤の剛性を評価する方法には一般的には平板載荷試験に よる静的載荷時の荷重強さと沈下量から地盤反力係数 K 値が 求めるものがあるが,小型 FWD を用いて K 値を推定する方 法も実用化されている<sup>1)</sup>.この方法は小型 FWD によって発生 する半サイン波形に類似した動的荷重の波形とこの載荷に対 応して生み出される沈下波形に対して載荷時からピークまで の範囲で最大値の載荷荷重と沈下量を用いて K 値を推定する ものである.その際に図-1 に示すような半サイン状の載荷波 形(正常な波形)と乱れた波形が認められている.

#### 2.乱れた波形の例

一般的には砂地盤などで繰り返し載荷すると載荷波 形が乱れる傾向を示すが,図-2はコンクリート盤上の 砕石で測定された荷重波形で常時,波形の乱れが事例 である.この図から,載荷荷重の最大値が発生する前 にやや小さいピークが発生していることが分かる.

### 3.バネマスモデル

以上の原因は緩衝材(バッファ)の形状や硬さ,地 盤の剛性の影響などが考えられるが,その傾向を調べ るため,本研究ではバネマスモデル(**図**-3)により, 載荷波形の乱れについて検討することとした.このモ デルでは重錘(質量  $m_1$ )が落下した後の変位  $w_1$ , 地盤上 の設置された載荷板の変位を  $w_2$ とし,緩衝材(バッファ) にはコイルバネ(バネ定数  $k_1$ )を用いた.地盤は載荷に よって載荷板と一体となって沈下するものとしてその質 量を  $m_2$ とした.

このつりあい式では局所座標系として重錘の変位 w1 と地盤表面の沈下を載荷板の変位 w2 とみなす2箇所の 座標系を用いる.これらの運動方程式を式(1),(2)に示す.

$$m_1 \ddot{w}_1 + k_1 (w_1 - w_2) = 0 \tag{1}$$

$$m_2 \ddot{w}_2 + c_2 \dot{w}_2 + k_2 w_2 - k_1 (w_1 - w_2) = 0$$







図-3 小型 FWD のバネマスモデル

キーワード 小型 FWD, バネマスモデル,動的載荷,地盤,緩衝材(バッファ) 連絡先 〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目 北海学園大学工学部土木工学科 TEL011-841-1161

7000

# V-691

# 4. 検討結果

本研究で採用したバネマスモデルにより緩 衝材(バッファ)と地盤のバネ定数を変化させ て検討することとした .図-4,図-5 は小型 FWD の載荷板の直径 200mm, 落下高さ 0.2m, にお いて2種類のバッファ(軟材:k1=0.9 kN/mm, 硬材: k1=2.5 kN/mm)を用いて普通地盤に相当 する k2=17kN/mm, C2=4.7N・sec/mm とやや硬 い地盤に相当する,k2=40 kN/mm ,C2=7.2 N・ sec/mm<sup>2)</sup>の2種の地盤で検討した.図-4では硬 材の緩衝材(バッファ)と普通地盤の組み合わ せにより沈下量 0.38mm であり,載荷波形は正 常な波形の近い形状を示した 図-5 は軟材の緩 衝材 (バッファ) でやや硬い地盤の組み合わせ で沈下量は 0.09mm であり, 乱れた載荷波形の 形状を示している.ここで粘性減衰係数cは減 衰比 D=0.4 として,式(3)から定めた<sup>2)</sup>.

$$c = 2D\sqrt{m_2k_2} \qquad (3)$$

以上のように載荷波形は地盤の剛性が大き く,緩衝材(バッファ)のバネ係数が相対的に 小さいときに波形の乱れが生じやすいことが 確認できた.

図-6 は地盤条件として上述の普通地盤(k2= 17kN/mm)とやや硬い地盤(k2=40kN/mm)を用い, これと緩衝材(バッファ)の硬さを変化させ, 載荷が開始してからピークに達するまでの時間 (0-P 時間)を示したものである.波形の乱れはや や硬い地盤で緩衝材(バッファ)のバネ定数が 2000N/mm 付近まで発生した.それ以降は緩衝 材(バッファ)のバネ定数が大きくなるにつれ, 普通地盤とやや硬い地盤で同じような 0-P 時間 を示した.

#### 6000 Z 000 4000 3000 疱 000 恒 0 0 - 1000 0 20 40 60 時間 (ms) 図-4 正常な波形の近い形状 3000 て 2000 1000 荷 搄 0 松 -1000 0 20 40 60 時間 (ms) 図-5 乱れた波形形状 35 地盤バネ定数 17000(N/mm) 30 地盤バネ定数 40000(N/mm) 25 (ms) 20 0-P時間( 15 10 5 0 500 1500 2000 2500 3000 0 1000 3500 緩衝材のバネ定数 (N/mm)

図-6 0-P 時間とバッファのバネ定数の関

# 5.結論

小型 FWD の載荷波形における波形の乱れにおいて,バネマスモデルを用いて検討した.その結果,比較的 小さいバネ定数の緩衝材(バッファ)とやや硬い地盤の組み合わせで波形の乱れる傾向が認められた.

#### 参考文献

1) FWD および小型 FWD 運用の手引き:土木学会編 舗装工学ライブラリー 2,2002.12,pp65

2) 建山和由,中島聪,藤山哲雄:土木学会論文集,No.487, -26,1994.3,pp237-245