

小型 FWD のバッファの変形特性

北海学園大学 学生会員 ○阿部 雅寿
北海学園大学 正会員 上浦 正樹

1. まえがき

小型 FWD は、この装置で測定される動的载荷荷重と変位量により地盤バネ係数を求めることで路盤などの剛性を推定する方法として利用されている。小型 FWD では重錘を所定の高さから自然落下させ、緩衝用バッファを介して載荷板から地盤の反力に関係して衝撃荷重が発生することから、機種間での違いは装置全体の質量、重錘質量と緩衝用バッファのバネ定数などごく限られた要因から構成されると考えられる。実際の測定では、荷重、変位、地盤バネ係数でばらつきが発生しているが、小型 FWD 研究会（現 NPO 法人舗装診断研究会）ではこのばらつきに対する検討の過程で地盤のばらつきを排除するために皿バネを用いた模擬地盤を導入し種々の試験を実施している。その結果、重錘の質量を統一すれば、地盤バネ係数値のばらつきにおける要因の主なものを緩衝用バッファに関するものに限定することができるとの結論を得ている。また、平成 18 年度には緩衝用バッファが変形する過程の検討を進めるために小型 FWD をゴム板の上で載荷し、載荷時の緩衝用バッファの変形を高速カメラにより 1/1000s 間隔で連続的に撮影し、落下する重錘が緩衝用バッファに触れてから最も変形が進んだ段階まで緩衝用バッファを連続して撮影した。その画像解析では緩衝用バッファの頂点に着目し、その推移を時系列でとりまとめた。その結果、動的载荷によって発生した緩衝用バッファの頂点の推移と載荷板に内蔵されたロードセルによる荷重波形とはほぼ一致することが確認された¹⁾。そこで、今回、重錘の落下状況を重錘に取り付けた加速度計を用いて、重錘落下状況を把握するとともに荷重波形の乱れと地盤バネ係数に着目してその関係について検討することとした。

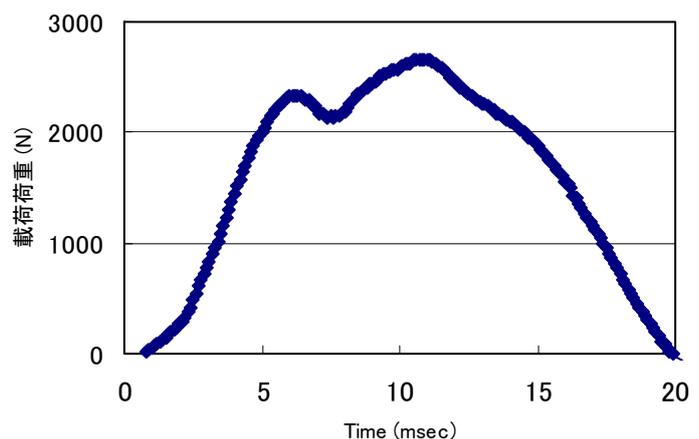


図-1 波形の乱れ（前こぶ）

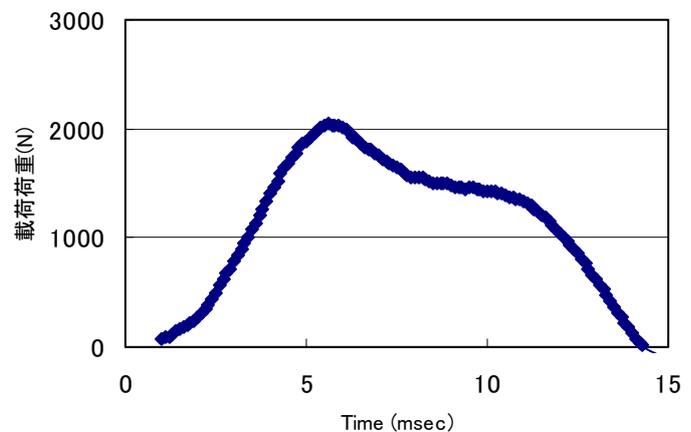


図-2 波形の乱れ（後こぶ）

2. 波形の乱れ

小型 FWD の載荷によって発生する波形は正弦波に近く単純に増加しピークに達した後は単純に減少する形状を示す。しかし皿ばねを用いた弾性挙動を示す模擬地盤上であっても重錘の質量、落下高さ、緩衝用バッファをそれぞれ変化させた場合、これらの組み合わせによっては乱れた載荷波形が発生した。ここではその代表的な 2 例としてピーク前にこぶ状の擬似ピークは発生する事例（前こぶ、図-1）とピークの到達した後にこぶ状の変化点が生ずる事例（後こぶ、図-2）を示す。

キーワード 小型 FWD, 緩衝用バッファ, 載荷波形, 加速度計

連絡先 〒064-0926 札幌市中央区南 26 西 11 北海学園大学大学院工学研究科建設工学専攻 Tel:011-841-1161

3. 試験方法

小型 FWD (FWD-Light) を用いて、質量 5kg, 10kg, 15kg の 3 種類の重錘をセットして重錘の落下高さは 15cm, 20cm, 25cm, 30cm により载荷試験を行った。緩衝用バッファはコイルバネを用いバネ係数 110N/mm, 290N/mm, 580N/mm の 3 種類とした。また、模擬地盤で使用した皿ばねの種類は 2 種類(7300N/mm, 8400N/mm)を使用した。

加速度計は 500Hz まで測定可能で鉛直方向を測定できるものを用いた。取り付け位置は図-3 の矢印に示すように重錘の上部と荷重測定装置上部で重錘の自然落下に妨げにならない位置に合計 2 箇所につけた。ここで荷重装置上部に取り付けた加速度計は小型 FWD の载荷および変位を測定するときの時間の同期をとるためにセットしたものである。なお落下試験は 3 回試験を行い、再現性を確認できたデータを採用した。

4. 試験結果

重錘の質量(m_1)と落下高さ h 、緩衝用バッファのバネ係数 (k_1)、模擬地盤の皿バネのバネ係数 (k_2) の組み合わせによって载荷波形は正常な波形と乱れた波形が見られた。しかし、変位波形の乱れは観察されなかったが、これは従来の試験からも確認されている現象であった。重錘に関する 2 種類のパラメータ (m_1, h) を基準にそれぞれ緩衝用バッファのバネ係数 (k_1)、模擬地盤の皿バネのバネ係数 (k_2) で除することとで上記の 4 個のパラメータを 2 次元で表示することとした (図-4)。この図から m_1/k_1 が極端に大きい場合と h/k_2 が極端に大きい場合では波形は正常であることが推測される。

次に载荷波形と加速度波形の関係を求めた (図-5)。この図から正常な波形は载荷荷重と加速度の 0-P 時間がほぼ同じであることが確認できた。また乱れた波形のうち後こぶはほぼ正常な波形に近い傾向が見られた。一方、乱れた波形のうち前こぶは载荷荷重がピークに到達してもまだ落下が完了していないことが予想され、動的载荷として改良の必要性が認められた。

5. まとめ

以上の分析に基づき正常な波形のデータを用いることでバネ値は変動係数で 2% 程度の改善が見られた。

参考文献

1) 阿部雅寿, 上浦正樹: 小型 FWD のバッファの変形特性, 土木学会第 62 回年次学術講演回講演概要集, 第 V 部門, 5-094, 2007.9



図-3 小型 FWD と加速度計の位置

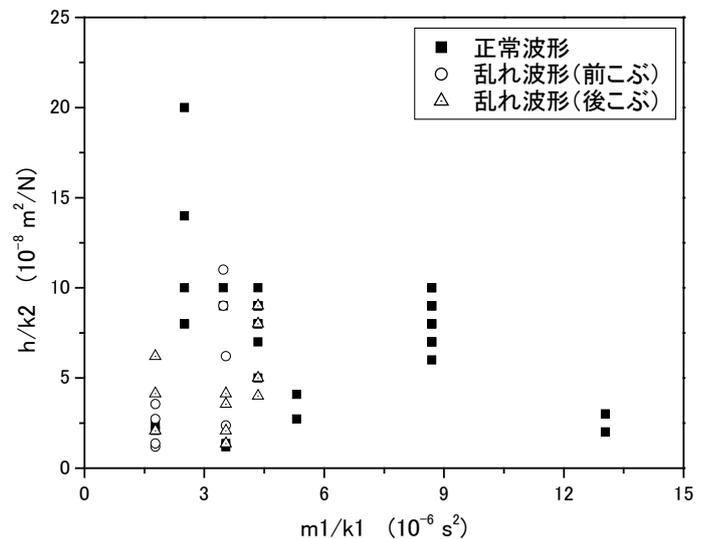


図-4 試験条件と波形のみだれの関係

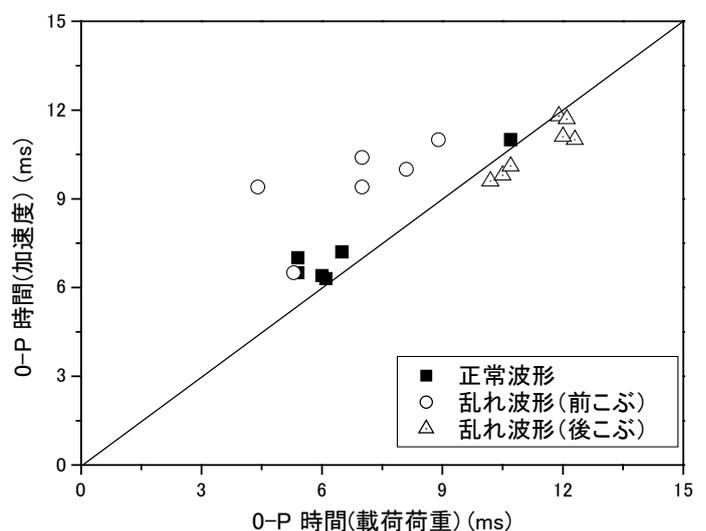


図-5 载荷荷重と加速度波形の 0-P 時間の比較