

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へ載荷したわみを測定する装置である。この装置で測定される載荷荷重とたわみ量により地盤バネ係数を求めることができる。このように装置の構造は簡易であるので、機種間での地盤バネ係数値のばらつきは装置全体の質量と緩衝用バッファの形状やバネ定数、地盤のばらつきなどごく限られた要因によるものと考えられる。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た。これを用いることで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。そこで、同研究会ではこの模擬地盤を使用し国内で実用化されている小型 FWD のなかで3種類を対象に載荷荷重と重錘の落下高さを種々に組み合わせて載荷たわみ試験を行った。この結果から地盤バネ係数の変動係数は、適切なバッファを共通して採用することにより、10%程度以下になることが報告されている¹⁾。さらに小型 FWD 委員会では、この変動係数のばらつきをさらに小さくするため緩衝用バッファに対して、形状や硬度などの検討を重ねている。平成18年度において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 間隔に連続的に撮影した。本研究はこの測定結果に基づき画像処理により数値解析し同時に小型 FWD で出力される載荷波形と変形波形の比較検討を行ったものである。

2. 試験方法と画像処理

小型 FWD にゴム硬度 65° の緩衝用バッファ（図-1）を取り付けた。高速カメラは一コマ 1/1000s の撮影可能な機種を使用し、緩衝用バッファの中心の位置を平行に撮影できるようにセットした。試験条件として重錘の質量を 5kg と 10kg の2ケースとし、それぞれのケースで落下高さを 25cm と 50cm の2段階でゴム板に落下させた。重錘の落下と同時に高速カメラにより1コマ 1/1000s で連続的に緩衝用バッファの変形を撮影した。また、そのときの小型 FWD の載荷荷重と変位の時系列データを記録した。次に、高速カメラにより得られたデジタル画像の2値化処理を行い、各画素の明るさに変換した。引き続きエッジ処理などによりバッファの縁部を明確にした。

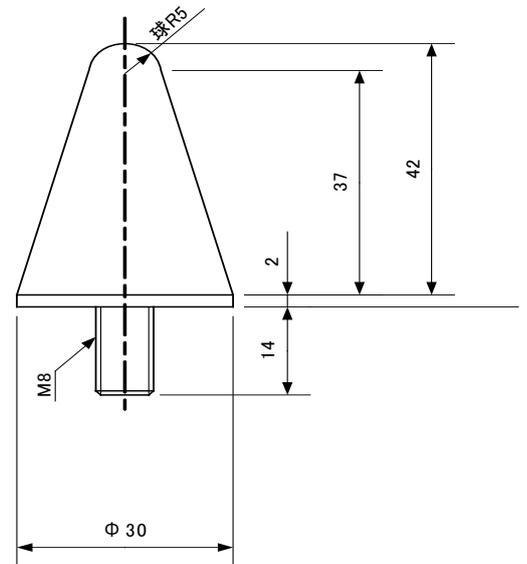


図-1 緩衝用バッファの形状

3. 載荷試験結果

小型 FWD の重錘の質量と落下高さをそれぞれ組み合わせて測定した結果を表-1 に示す。測定された最大荷重と最大たわみから求まるバネ係数は 16.2~18.8kN/mm の範囲にある。これは模擬地盤として使用したゴム板は完全な弾性体でないことから重錘質量と落下高さが大きくなるとバネ係数が小さくなる傾向を示している。

表-1 測定結果

重錘質量 (kg)	落下高さ (cm)	最大荷重 (kN)	最大たわみ (mm)
5	25	3.286	0.175
5	50	4.918	0.275
10	25	4.491	0.273
10	50	7.09	0.437

キーワード 小型 FWD, 緩衝用バッファ, 載荷波形, 画像処理, 2 値化

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

4. 画像処理結果

本試験のなかで重錘質量 10kg で重錘の落下高さ 50cm の条件で載荷試験を行った場合には載荷板が緩衝用バッファに接する直前から載荷によって緩衝用バッファが最も変形した状態までに 7ms を要している。この場合に 7 枚のデジタル画像が得られる。この画像に対して 2 値化処理をしてバッファの形状を確定した。図-2 はこの 7 枚の画像データのうちの時間軸上で等間隔の 4 枚を同一画面で示している。この図から頂点から底部までの高さが時間によって変化していることが分かる。

5. 小型 FWD 出力データとの比較

載荷時間に対応して載荷による頂点から底部までの高さの変化を緩衝用バッファの変形として求めた。ここで小型 FWD により測定される荷重とたわみ測定に対する高速カメラの撮影とではトリガ処理を行っていないため、共通の時間軸を用いることができなかった。そこで載荷板が緩衝用バッファに接した時間と荷重の発生開始時間を同時刻として比較した(図-3)。たわみの発生は荷重よりも 0.001s ほど遅れるが、同様にたわみについても開始時間を同じと仮定して比較した(図-4)。この図から小型 FWD の載荷波形とたわみ波形はほぼ sine 波形に近い正常な形状をしており、これに対して緩衝用バッファの変形では同様の傾向を示している。また細部にみると載荷直後の変形は大きく載荷ピークに近くの変形は相対的に遅れる傾向にあることが分かる。

6. あとがき

小型 FWD の時刻歴データを用いたほぼ正常な載荷波形およびたわみ波形に対して載荷開始から最大の変形に至る緩衝用バッファの変形は荷重およびたわみ波形と同様な傾向を示すことが明らかになった。

なお、本研究は小型 FWD 研究会(現 NPO 法人舗装診断研究会)において高速撮影カメラを(財)鉄道総合技術研究所から借用し(株)東京測器研究所桐生工場で撮影された画像データに基づいて検討したものである。ここに関係各位へ謝辞を表す。

参考文献

1) 関根悦夫, 上浦正樹: 小型 FWD 機種間における測定値のばらつきの検討, 土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集, 第 V 部門, pp159-160, 2005.

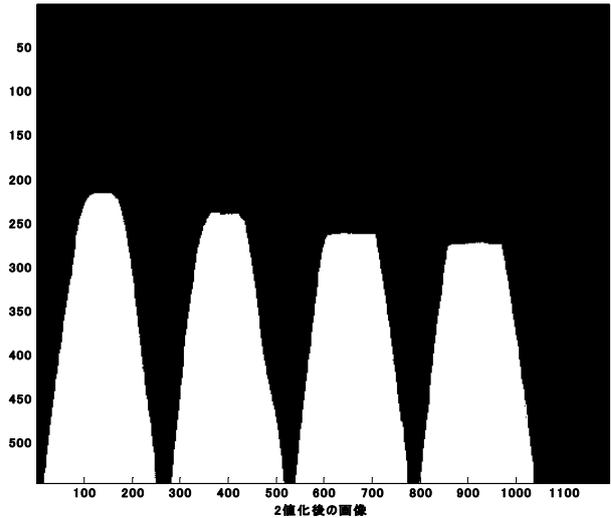


図-2 緩衝用バッファの画像処理 (2 値化)

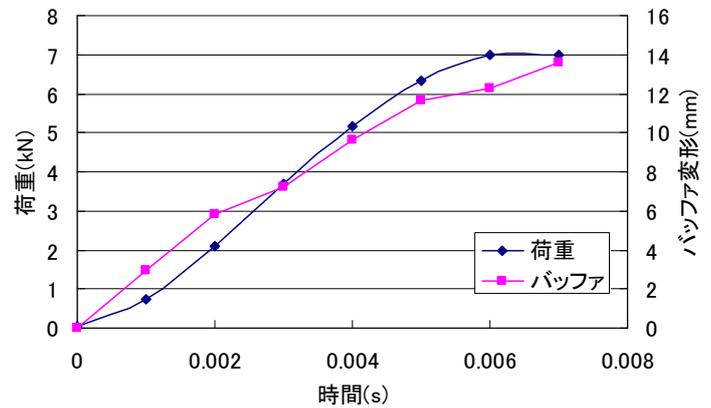


図-3 小型 FWD の荷重と緩衝用バッファの変形

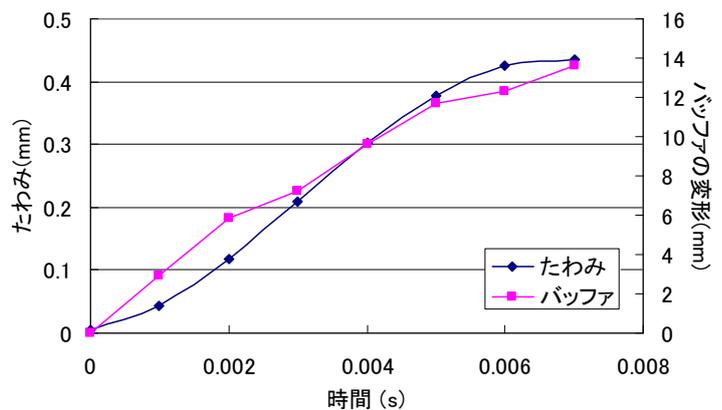


図-4 小型 FWD のたわみと緩衝用バッファの変形