

小型 FWD 機種間における測定値のばらつきの検討

鉄道総合技術研究所 正会員 関根悦夫
 北海学園大学 正会員 上浦正樹

1. はじめに

小型FWDは、比較的軽量で測定も簡便なため、「FWDおよび小型FWD運用の手引き」¹⁾が刊行されたこともあり、地盤の剛性評価や簡易舗装の評価への適用が広まっている。地盤の剛性等の評価を行う簡便な機器は様々有るが、日本国内で使用されている小型FWD（重錘落下により生じる衝撃荷重とたわみを測定する装置）の主な機種は、現在、4機種である。4機種とも荷重の発生機構は図1に示すような単重錘方式と単純な構造であるが、これまでの測定事例から測定値に機種間のばらつきが見られることがある。各機種とも本体や重錘の質量はほぼ同じであるものの、衝撃緩和材の形状や硬さが機種により異なる。そこで、小型FWDの機種間における測定値のばらつきを検討するため、各機種に共通の衝撃緩和材を用いた一斉試験を行った。試験では、重錘質量や落下高さを変えることができ、衝撃緩和材も取替可能な3機種を対象とした。なお、今回の一斉試験は、FWD研究会の活動の一環として行ったもので、中央大学、長岡技術科学大学、北海学園大学、鉄道総合技術研究所、ガイアートT・K、東亜道路工業、東京測器研究所、東京舗装工業、前田道路の9機関（小型FWD10台）が参加した。

2. 試験概要

試験は、3機種の小型FWD（機種A：7台、B：1台、C：2台）を用い、図2に示す皿バネを用いた人工地盤上に共通の衝撃緩和材を取付けた小型FWDを設置して行った。試験対象として皿バネによる人工地盤を用いたのは、一斉試験の条件として、載荷による累積たわみがほとんど無く、比較的線形な変形特性を有し、現実的な剛性であることが重要との観点からであり、剛性小（バネ値 4.8kN/mm）、剛性中（バネ値 7.3kN/mm）、剛性大（バネ値 8.4kN/mm）の3種を設定した。

重錘の質量は、剛性小の地盤で 5, 10kg、剛性中・大で 10, 15kg を用い、落下高さは 15, 30, 45cm とした。衝撃緩和材は天然ゴムを材質とした円錐形状（底部直径 30mm、高さ 36mm）で、4種のゴム硬度（55°, 65°, 75°, 85°）のものを人工地盤とセットとなるようそれぞれ3セット（1セット3個：小型FWDに3個の衝撃緩和材が取付く）毎作成した。従って、同じ人工地盤では、10台の小型FWDは同じ衝撃緩和材を用いることとなる。

一軸圧縮試験（載荷速度 0.3mm/m）により求めた衝撃緩和材の変位～バネ値関係の例を図3に示す。各ゴム硬度とも変位の増加とともにバネ値は増加している。これは、衝撃緩和材が円錐形状であるため、載荷とともに断面積が大きくなることに起因していると考えられる。変位が 1.0mm を超えるとバネ値は収束傾向にあり、ほぼ収束したと考えられるバネ値は、ゴム硬度 55°, 65°, 75°, 85° で、それぞれ 18, 30, 35, 80N/mm 程度であった。

3. 試験結果

図4～7に、人工地盤・剛性大の場合の各条件での荷重、たわみ、載荷時間、荷重とたわみとの関係から求めた人工地盤のバネ値について各機種の値と平均値を示す。また、図8～11に、各人工地盤、各条件での荷重、たわみ、載荷時間、バネ値の変動係数を示す。

荷重、たわみは、重錘質量、落下高さ、衝撃緩和材のゴム硬度の増加とともに

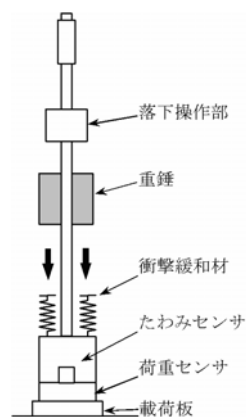


図1 小型FWDの概略

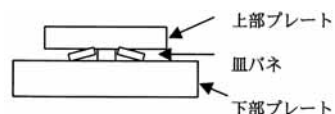


図2 人工地盤の概略

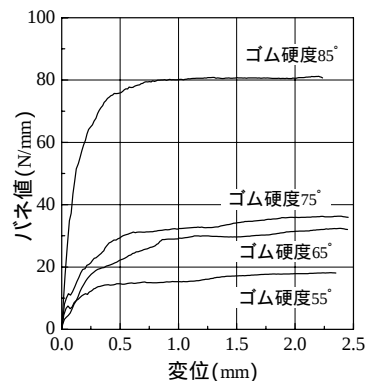


図3 衝撃緩和材のバネ値の例

キーワード : FWD, 衝撃緩和材, 一斉試験, ばらつき

連絡先 : 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

Tel 042-573-7276 Fax 042-573-7413

大きくなる傾向にある。荷重時間は、衝撃緩和材のゴム硬度の増加とともに小さくなり、人工地盤の剛性が大きい程その傾向は顕著であった。

バネ値については、人工地盤・剛性小、中では落下高さの違いによる差は明確でないが、剛性大では落下高さの増加とともにバネ値が低下する傾向を示している。

変動係数については、荷重では概ね 10%以下となっているが、人工地盤・剛性中、大の落下高さ 15cm で 10%以上のものがある。たわみも概ね 10%以下であるが、皿バネ中の落下高さ 15cm、30cm（ただし、質量 15kg の落下高さ 30cm を除く）については変動係数が 10%を超えている。荷重時間は衝撃緩和材のゴム硬度 55°, 85° で変動係数が大きいものがあるがその他は 10%程度以下である。バネ値は、落下高さ 15cm で、衝撃緩和材のゴム硬度が小さい場合に変動係数が大きくなる傾向にある。

以上のことから、適切な剛性（バネ値）の衝撃緩和材を各機種とも共通して用いることにより、測定値の機種間

のばらつきは小さくなり、さらに、ゴム製の衝撃緩和材は温度の影響により硬さが変化するため、温度依存の少ない衝撃緩和材を用いることによりさらにばらつきは少なくなると考えられる。

4. おわりに

今回の一斉試験から、衝撃緩和材の剛性を統一することにより、小型 FWD による測定値の機種間のばらつきが小さくなることが見いだされた。今後は、形状等の衝撃緩和材の諸元についての検討を進めたい。最後に、一斉試験に参加頂いた各機関の方々、試験場所を提供して頂いた日本貨物鉄道の関係者、データ整理等にご協力を頂いた鉄道総合技術研究所中村貴久氏に深謝する次第である。

【参考文献】

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

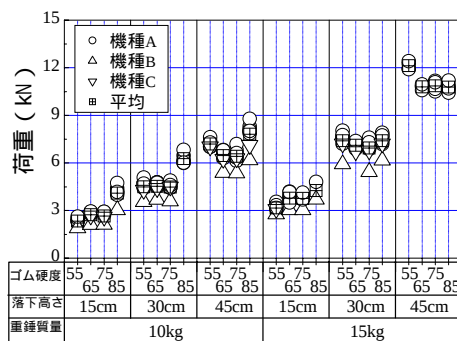


図4 各条件での荷重（剛性大）

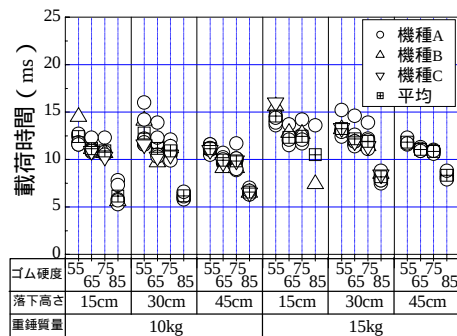


図6 各条件で荷重時間（剛性大）

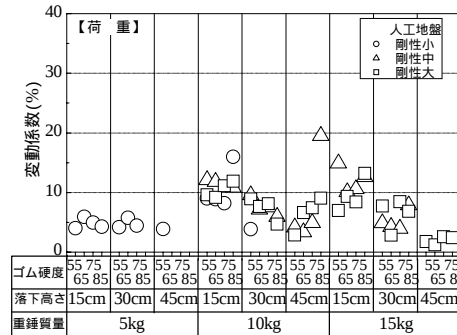


図8 各条件での荷重の変動係数

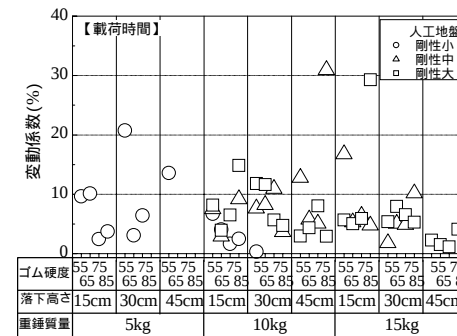


図10 各条件での荷重時間の変動係数

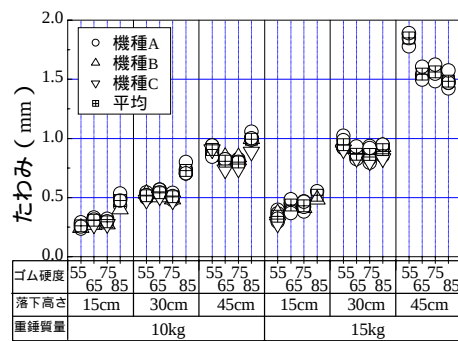


図5 各条件でのたわみ（剛性大）

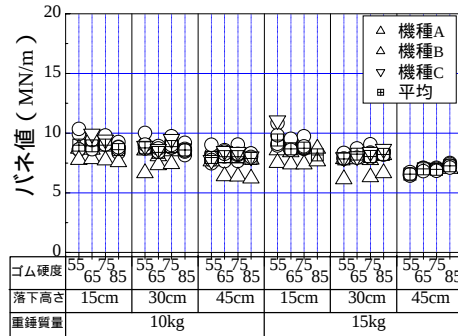


図7 各条件でのバネ値（剛性大）

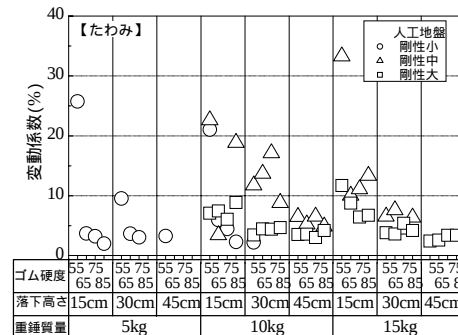


図9 各条件でのたわみの変動係数

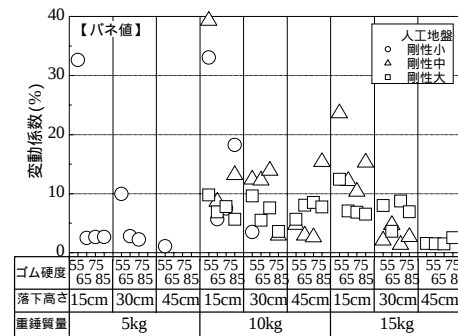


図11 各条件でのバネ値の変動係数