

振動ローラ加速度応答システムの路盤材料への適用性検討について

(国研) 土木研究所 正会員 橋本 毅

(国研) 土木研究所 正会員 山田 充

(国研) 土木研究所 正会員 山内 元貴

1. はじめに

振動ローラの振動挙動が接する地盤剛性の影響を受けることを利用し、機械に搭載した加速度計の挙動を解析して地盤剛性を推定するシステム（以下加速度応答システム）が、これまで振動ローラなどで研究・実用化されている¹⁾。この加速度応答システムを利用した締固め管理手法は、締固め品質を面的にリアルタイムで確認できるため、新しい施工品質管理技術として注目されているが、この加速度応答システムを将来の施工品質管理技術として実用化するためには、加速度応答システムと従来の品質管理基準である密度、地盤剛性などとの相関を様々な条件下で調査しておく必要がある。(国研)土木研究所では民間企業10社と「盛土施工手法及び品質管理向上技術に関する共同研究」を平成23年度～25年度にかけて実施し、様々な締固め機械に搭載した加速度応答システムと密度、地盤剛性などとの相関を、様々な含水比条件を持つ5種類の砂質土系材料にて調査した。その結果、砂質土系材料では含水比(飽和度)が加速度応答システムと密度、地盤剛性などとの相関に大きな影響を与えることがわかった²⁾³⁾。本報では、さらなる基礎データ収集を目的とし、路盤材料を用いて行った同様の実験結果について報告する。なお、本実験は土木研究所と民間企業9社との「ICT技術等を利用した路体・路床・路盤の品質管理手法に関する共同研究」の一環として行ったものである。

表-1 実験材料

名称	C-40
最適含水比 (E-b法)	4.8%
最大乾燥密度 (E-b法)	2.203g/cm ³
実験時含水比 (巻出し時)	乾燥側: 2.1%
	最適付近: 5.4%
	湿潤側: 7.1%

表-2 振動ローラ仕様

型式	BW141AD-4AM
機械質量	7.8ton
実験時起振力	6.9kN
締固め幅	1.5m

2. 実験概要

実験は土木研究所土工実験施設内の実験ピット(幅5m, 長さ44.8m, 深さ4m)を使用した。山砂を用いてピット底面より高さ2.8mまで十分に締固められた基礎地盤をピット内に製作し、その上に表-1に示す路盤材料(C-40)を巻出し厚さ300mmになるよう盛り立てて実験フィールドを製作した。その実験フィールド上に幅1.5m, 長さ25mのレーンを2つ隣り合うように設定し、それぞれ「前進レーン」「後進レーン」とした。そして表-2に示す振動ローラにて前進レーン上を前進、後進レーン上を後進することにより締固めを行った(図-1)。締固めは5回(5往復)行い、0,1,2,3,4,5回終了後の前進レーン密度をRI密度計で、地盤剛性を小型FWDで測定した。RI密度計はレーン中央10カ所、小型FWDは同じくレーン中央3カ所にて測定した。また加速度応答システムは前進レーンの1,2,3,4,5回転圧時に測定を行った。なお、加速度応答システムは国内で一般的に入手できる3つのシステムを1台の振動ローラに搭載し、同時に測定を行った。それぞれAシステム、Bシステム、Cシステムと呼ぶことにする。上記の実験を表-1に示すように含水比を乾燥側、最適含水比付近、湿潤側の3種類に調整してそれぞれ行った。乾燥側は材料購入時含水比であり、湿潤側は敷き均し直前まで散水を行い材料が保水できる限界で実験を行った。これにより実際の施工で用いられる可能性がある含水比をカバーしたことになる。

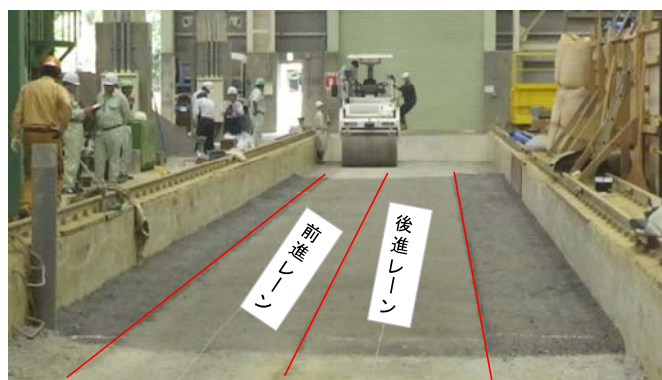


図-1 実験フィールド

キーワード 締固め、品質管理、振動ローラ、加速度、路盤材

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (国研)土木研究所 先端技術チーム TEL 029-879-6757

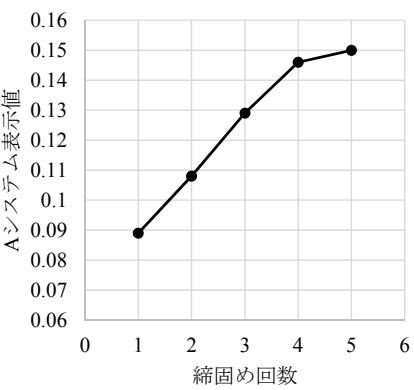


図-2 RI密度計測結果（湿潤側）

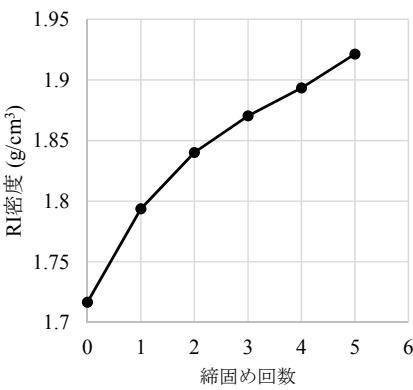


図-3 小型FWD計測結果（湿潤側）

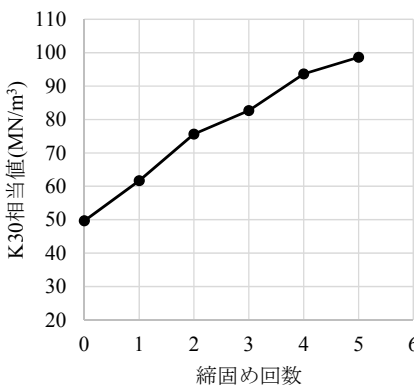


図-4 Aシステム計測結果（湿潤側）

3. 実験結果および考察

結果例として、含水比湿潤側の RI 密度（10 カ所の平均）、小型 FWD による地盤反力係数 K30 相当値（3 カ所の平均）、A システム表示値（1 レーン全体の平均）を図-2～4 に示す。図-2～4 によると、締固め回数が増加するとともに各値も増加しており、それぞれよく似ている傾向を示している。そこで、A システム表示値と RI 密度、A システム表示値と K30 相当値の関係を図-5～6 に示す。図には近似曲線も示している。図-5～6 によると、A システム表示値と RI 密度、K30 相当値はそれぞれ良好な相関を示しており、相関係数を計算するとそれぞれ 0.985、0.991 となる。同様に乾燥側、最適含水比付近、および B システム、C システムの相関係数を計算したものを表-3 に示す。表-3 によると、最適含水比付近における C システムと湿潤側における C システムの場合を除き、すべての相関係数は 0.9 以上となっており非常に強い相関があり、この相関は含水比の影響を受けていないと考えられる。

前述の通り、本実験を行った含水比は実際の施工で用いられる可能性がある含水比をカバーしていると考えられるため、本結果より路盤材（C-40）の締固め施工において、含水比によらず加速度応答システム表示値（A システム、B システム）と密度、地盤剛性との相関は非常に高いと言える。これは加速度応答システムが従来の品質管理手法の代替となり得ることを示している。今後は異なる路盤材料（M-30 や RC-40 など）、異なる締固め機械（小型振動ローラなど）でさらなるデータ収集を行いたい。

また、C システムにおける相関係数は他と比較して低い結果になっているが、これが機器の特性なのか、不具合や計測エラーによるものなのか調査中である。必要ならば再実験を行いたい。

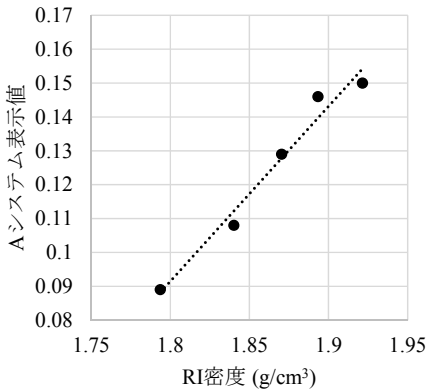


図-5 Aシステム計測結果－RI密度

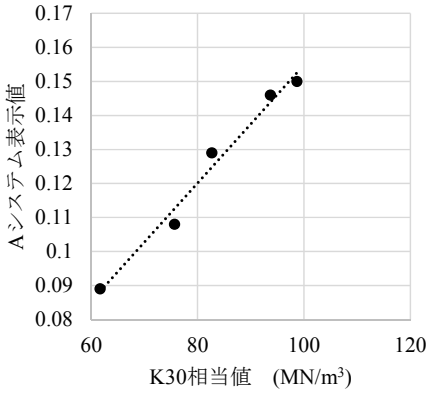


図-6 Aシステム計測結果－K30相当値

表-3 加速度システムとRI密度・K30相当値との相関係数

	乾燥側		最適含水比付近		湿潤側	
	RI密度	K30相当値	RI密度	K30相当値	RI密度	K30相当値
Aシステム	0.945	0.993	0.965	0.967	0.985	0.991
Bシステム	0.915	0.852	0.970	0.985	0.987	0.989
Cシステム	0.947	0.994	0.791	0.757	0.727	0.698

参考文献

1) 建山和由, 中島聡, 藤山哲雄: 振動式締固め機械の振動特性を利用した地盤の締固め度の評価手法について, 土木学会論文集, No.487/III-26, pp.237-245, 1994.

2) 橋本毅, 茂木正晴, 藤野健一: 振動締固め機械に搭載された加速度応答システムの適用性, 平成 26 年度建設施工と建設機械シンポジウム, pp.87-90, 2014.

3) 国立研究開発法人土木研究所: 盛土施工手法及び品質管理向上技術に関する共同研究報告書, 土木研究所共同研究報告書第 461 号, 2014.