

盛土施工における締固め特性について (その2)  
- 振動ローラ締固めにおける加速度応答の適用性について -

盛土 締固め 転圧

前田建設工業 (株) 正会員 ○松尾 健二  
(独) 土木研究所 正会員 橋本 毅  
(株) 大林組 国際会員 古屋 弘  
酒井重工業 (株) 内山 恵一

1. はじめに

近年、自然災害による被害の増加から盛土構造物における耐震性・耐豪雨性の向上が求められている。盛土の品質管理は密度管理が主流であるが性能の評価として強度や変形性といった項目が注目されている。そこで、振動ローラに加速度計を設置し、その動的挙動から地盤を評価する加速度応答法に着目し、その適用性の検証を行ってきた。

本報告では、土木研究所で研究を進めている「盛土施工の効率化と品質管理向上技術に関する研究(H21~25年度)」及び民間10社との共同研究「盛土施工手法および品質管理向上技術に関する研究」<sup>1)2)3)</sup>の成果の一部から各土質材料における密度試験と加速度応答法の試験結果について報告する。

2. 実験概要と取得データ

本実験は土木研究所土工実験棟の幅5m長さ44.8mの実験ピット(図-1)で行った。また、表-1に計測項目を示す。土質条件として細粒分含有率の違いにより土質(1)~(5)の5種類に分け、それぞれの最適含水比からの差分( $W_{opt}-W$ )を含水比状態として示す。以上の条件下で転圧回数毎に密度試験、小型FWD試験、重錘落下試験、加速度応答法のデータを収集した。

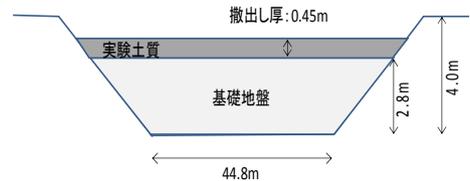


図-1 実験ピット縦断面図

基礎地盤を表-1に示す土質(3)の材料を最適含水比で締固め度95%以上となるようにタイヤローラにて締固めを行った。基礎地盤の上に土質(1)~(5)の材料と各含水比状態の材料を0.45mで撒出しを行い、振動ローラで転圧を行った。締固め機は11t級土工用シングルドラムの振動ローラSV512、8t級舗装用タンデムドラムの振動ローラBW141を使用した。試験計測は2、4、6、8、12、14、16回転圧後に実施した。加速度応答法の手法として $\alpha$ システム<sup>4)</sup>とCCV<sup>5)</sup>を使用し、同時に計測した。 $\alpha$ システムとCCVは振動ローラに加速度計を搭載し得られたデータ(振幅スペクトル)を $\alpha$ システムは乱れ率として、CCVはCCV値として算出する。

表-1 計測項目一覧

重機	SV512								BW141							
	土質(1)	土質(2)	土質(3)	土質(4)	土質(5)	土質(1)	土質(2)	土質(3)	土質(4)	土質(5)	土質(1)	土質(2)	土質(3)	土質(4)	土質(5)	
土質番号	4.3	14.8	15.3	33.4	57.1	4.3	14.8	15.3	33.4	57.1	4.3	14.8	15.3	33.4	57.1	
細粒分含有率 $F_c$ (%)	4.3	14.8	15.3	33.4	57.1	4.3	14.8	15.3	33.4	57.1	4.3	14.8	15.3	33.4	57.1	
最適含水比 $W_{opt}$ (%)	18.2	17.8	16.0	18.8	24.9	18.2	17.8	16.0	18.8	24.9	18.2	17.8	16.0	18.8	24.9	
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ ( $g/m^3$ )	1.571	1.625	1.674	1.666	1.531	1.571	1.625	1.674	1.666	1.531	1.571	1.625	1.674	1.666	1.531	
含水比状態 $W_{opt}-W$ (%)	-	-1.6	-0.8	-5.9	-1.3	-0.1	-0.4	3.3	-1.9	-1.5	-0.5	-	-	-0.2	-0.6	-
密度試験 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-
小型FWD試験 $K_{30FWD}$ (MN/m <sup>3</sup> )	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	-	-	○	○	-
重錘落下試験 $K_{30}$ (MN/m <sup>3</sup> )	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-
加速度応答法 乱れ率、CCV値	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-

3. 密度試験と加速度応答結果との比較

密度試験は「コアカッターによる土の密度試験法(JGS1613-2003)」により試験を実施し、表層から0~10cm、10~20cm、20~30cmの密度を測定した(図-2)。この3点の平均を密度試験の結果として加速度応答法の結果と比較した。図-3に密度試験と加速度応答法の2、4、6、8、12、14、16回転圧時に対応する試験結果の相関関係を示す。BW141とSV512の転圧重機の違いによりグラフを分け、それぞれ土質条件と含水比条件の異なる試験結果を比較した。また、この時の密度試験と加速度応答法との相関係数を表-2に示す。



図-2 コアサンプリング状況

加速度応答値は $\alpha$ システム、CCVともにBW141よりSV512での施工時の

The research of compaction property in construction of an embankment Part2.-Test Results of the Acceleration Response of Vibratory Roller-; Kenji MATSUO (Maeda Co.), Tsuyoshi Hashimoto(Public Works Research Institute), Hiroshi FURUYA(Obayashi Co.), Keiichi UCHIYAMA(Sakai Heavy Industries, Ltd.)

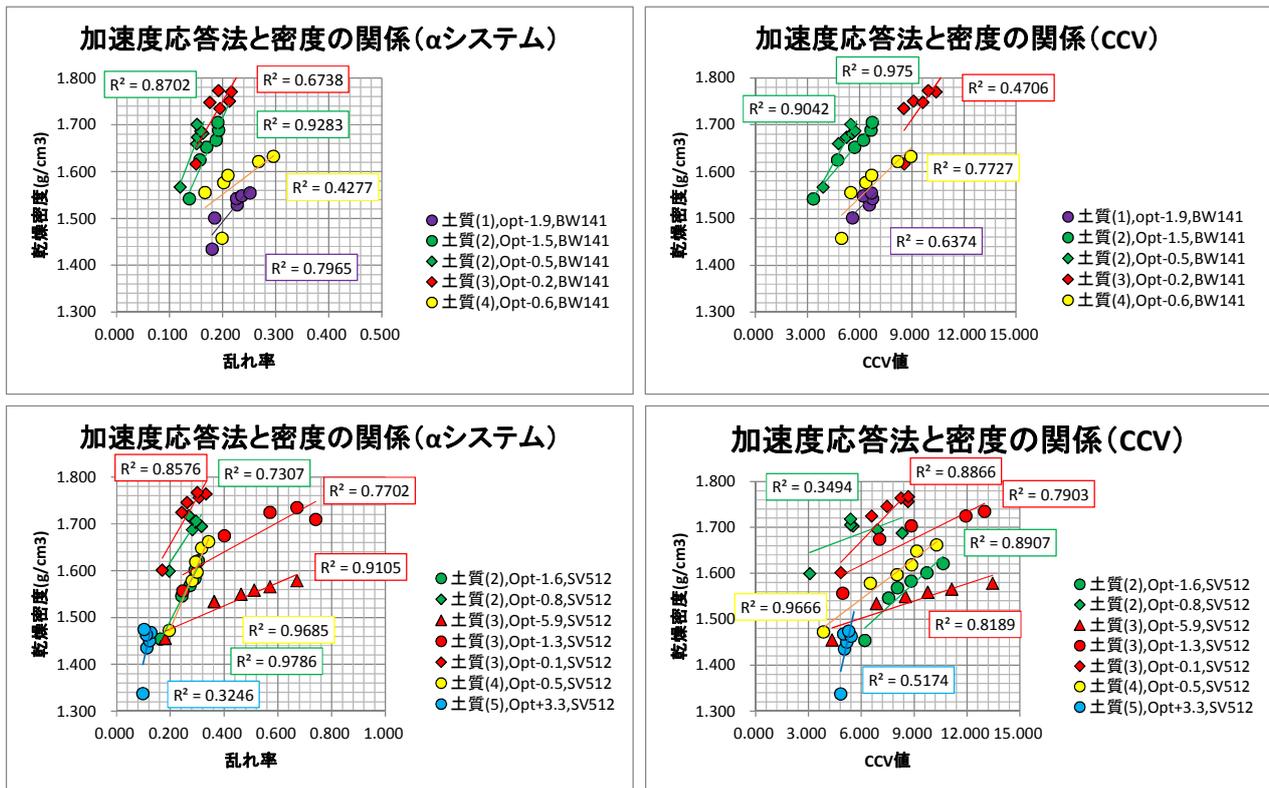


図-3 乾燥密度と加速度応答結果の比較

方が大きい値になっており、重機の転圧エネルギーの違いが影響している。また、3 含水比の試験を実施した SV512 の土質(3)は、突き固め試験からも最適含水比より乾燥側に移行すると乾燥密度は低下するが、同様に試験結果は乾燥側に移行するにつれて乾燥密度は低下するが加速度応答値は高い値を示している。このような傾向は土質(2)の SV512 でも確認できる。このように、同じ土質でも含水比が変化したときの乾燥密度と加速度応答値の変化傾向に違いがある。今後、加速度応答の適用性を考える上で、この違いの原因を検討していく必要があるものと考えます。

以上のように土質や含水比による相関の違いはあるものの相関係数はほぼ  $0.7 < r \leq 1$  の範囲にあり「強い相関」が確認できた。赤字で示す 4 項目においても  $0.4 < r \leq 0.7$  の範囲にあり他の結果よりは相関が落ちるが全体としては「相関がある」という結果となった。これより実験対象の土質において加速度応答法と密度試験との相関が確認できた。

#### 4. まとめ

本報告では、「盛土施工の効率化と品質管理向上技術に関する研究(H21～25 年度)」及び民間 10 社との共同研究「盛土施工手法および品質管理向上技術に関する研究」における密度試験と加速度応答法による試験結果についてその相関関係をまとめた。密度試験と加速度応答法に関しては各土質と含水比状態において相関性が確認できた。今後は、小型 FWD 試験、重錘落下試験等と加速度応答法との相関性の分析を行っていく。

#### 参考文献

- 1) 茂木 正晴ほか：盛土の効果・効率的な施工に関する研究 ―盛土施工における締固め特性について（実験概要）―，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，2012
- 2) 西山 章彦ほか：盛土施工における締固め特性について(その 1)―大型締固め機械の締固め特性について―，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，2012
- 3) 砂町 康夫ほか：盛土施工における締固め特性について(その 2)―加速度応答法の適用範囲の検討―，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，2012
- 4) 古屋 弘，藤山 哲雄：振動ローラ加速度応答法による地盤剛性評価装置「 $\alpha$ システム」の開発と実用化，建設施工企画 No.728，pp.42～46，2010.10
- 5) 小葉 はるなほか：情報化施工における転圧管理システム CIS の適用事例について，建設施工と建設機械シンポジウム，2009

表-2 密度試験と加速度応答値との相関

土質	含水比 $W_{opt}-W$	機械	乱れ率	CCV値
			相関係数	相関係数
土質(1)	-1.9	BW141	0.893	0.798
土質(2)	-1.5		0.963	0.987
	-0.5		0.933	0.951
土質(3)	-0.2		0.821	0.686
土質(4)	-0.6	0.654	0.879	
土質(2)	-1.6	SV512	0.989	0.944
	-0.8		0.855	0.591
土質(3)	-5.9		0.954	0.905
	-1.3		0.877	0.889
	-0.1		0.926	0.942
土質(4)	-0.5	0.984	0.983	
土質(5)	3.3	0.570	0.719	