

盛土施工における締固め特性について（その3） ～大型振動締固め機械と加速度応答法の適用性～

前田建設工業(株)	正会員	○松尾 健二
(独)土木研究所	正会員	茂木 正晴
(独)土木研究所	正会員	橋本 毅
大林組(株)	正会員	古屋 弘
酒井重工業(株)	正会員	内山 恵一
(株)鹿島道路		山口 達也

1. はじめに

盛土の品質管理は密度管理が主流であるが、その性能の評価として強度や変形性が注目されている。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が着目されている。

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」¹⁾²⁾³⁾の成果の一部から各土質材料における試験結果と加速度応答法の計測結果について報告する。

2. 実験概要

締固め機はSV512(SAKAI : SV512D), BW141(BOMAG : BW141AD-4AM)を使用した。加速度応答法の手法として α システム⁴⁾とCCV⁵⁾を使用し、同時に計測した。 α 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 α システムは乱れ率として、CCVはCCV値として算出する。

密度試験、小型FWD試験、重錘落下試験等の試験計測を0, 2, 4, 6, 8, 12, 14, 16回転圧後に実施した。表-1に締固め機・土質・含水比状態別の計測項目を示す。

表-1 計測項目一覧

重機	SV512								BW141							
土質番号	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)		
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		
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		
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		
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 $K_{30FWD}(MN/m^3)$	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	-	-	○	○	-
重錘落下試験 $K_{30重錘}(MN/m^3)$	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-
加速度応答法 乱れ率、CCV値	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-

3. 試験結果

図-1に α システムとCCVの加速度応答法の計測結果と密度試験・小型FWD試験・重錘落下試験の試験結果との相関関係を決定係数 R^2 にて示す。また、表-2に相関係数 R の結果をまとめた。相関係数 R を0.7～1.0「強い相関あり」、0.4～0.7「相関あり」、0.2～0.4「弱い相関あり」、0～0.2「ほとんど相関なし」と判断すると、密度と加速度応答法ではほぼ「強い相関あり」を示し、SV512の土質(5), BW141の土質(2), (3)で「相関あり」を示した。一方、加速度応答法と小型FWD試験との相関においてはSV512では最適含水比付近より高い含水比状態とBW141の土質(1)以外で負の相関を示した。また、加速度応答法と重錘落下試験ではSV512では土質(5)で負の相関を示し、BW141では土質(2), (3)において負の相関を示した。

α システムとCCVの計測結果の傾向がほぼ一致しており、システムによる違いはなかった。どちらのシステムにおいても、細粒分含有率や含水比が高くなると相関が悪くなる傾向が読み取れる。

キーワード 盛土, 締固め, 加速度応答法, 品質管理

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町 2-8-8 TEL : 03-5217-9563

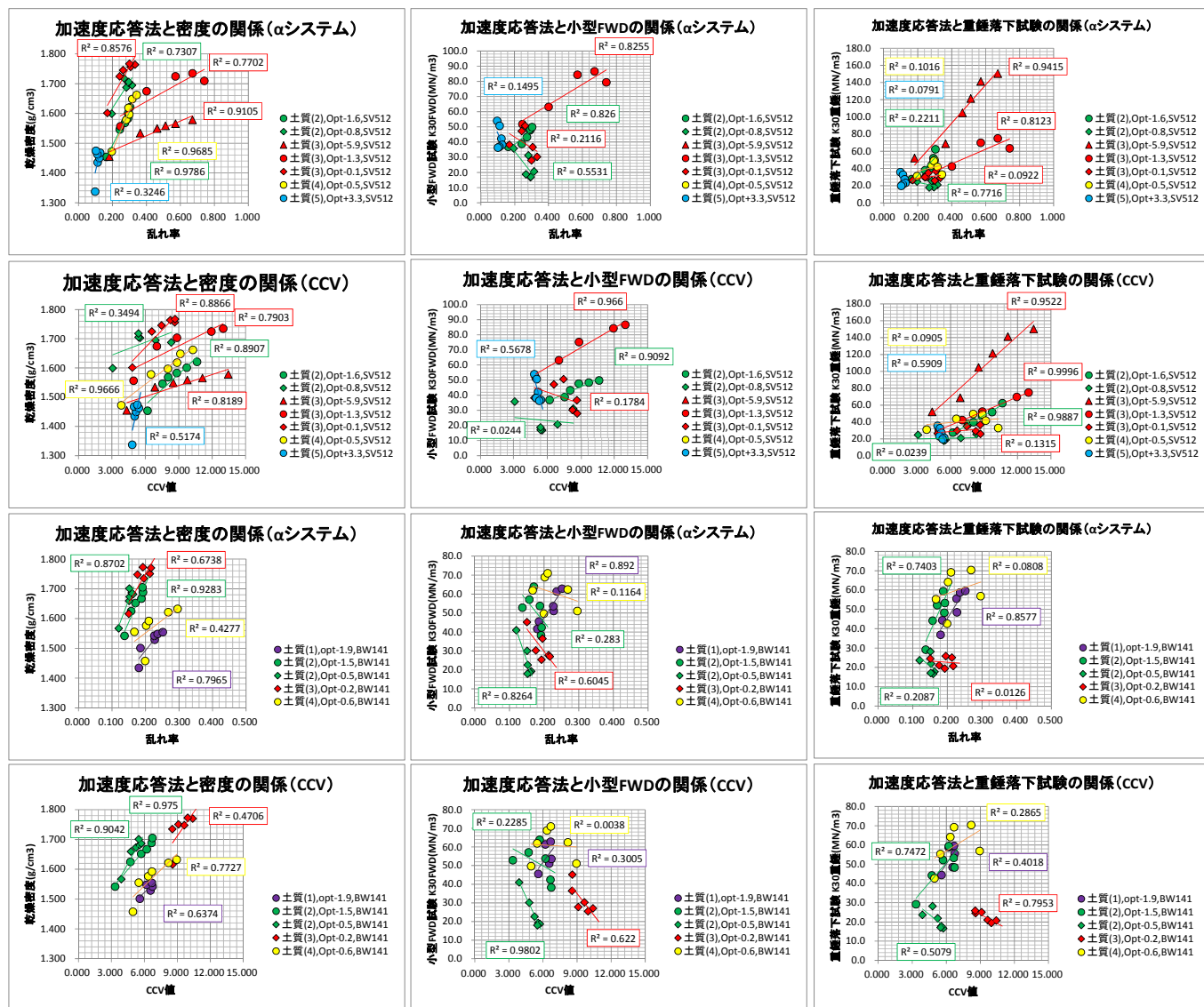


図-1 計測結果の相関関係

表-2 相関関係結果一覧

土質	Fc	含水比 W _{opt} -W	機械	密度		小型FWD		重錘	
				乱れ率	CCV値	乱れ率	CCV値	乱れ率	CCV値
				相関係数	相関係数	相関係数	相関係数	相関係数	相関係数
土質(2)	14.8	-1.6	SV512	0.989	0.944	0.909	0.954	0.470	0.994
		-0.8		0.855	0.591	0.744	0.156	0.879	0.155
		-5.9		0.954	0.905	-	-	0.970	0.976
土質(3)	15.3	-1.3		0.877	0.889	0.909	0.983	0.901	1.000
		-0.1		0.926	0.942	0.460	0.422	0.304	0.363
		-0.5		0.984	0.983	-	-	0.319	0.301
土質(4)	33.4	-0.5	BW141	0.570	0.719	0.387	0.156	0.281	0.769
		3.3		0.893	0.798	0.944	0.548	0.928	0.834
		-1.9		0.963	0.987	0.532	0.478	0.860	0.864
土質(2)	14.8	-1.5		0.933	0.951	0.909	0.990	0.457	0.713
		-0.5		0.821	0.688	0.777	0.789	0.035	0.892
		-0.2		0.654	0.879	0.909	0.062	0.284	0.634
土質(3)	15.3	-0.2		正の相関		負の相関			
		-0.6							
		-0.6							

4. まとめ

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高い相関性が確認できた。また、小型 FWD 試験・重錘落下試験と加速度応答法との相関については土質・含水比状態によって違いが確認され、負の相関となる結果が生じた。以上の結果は密度試験と小型 FWD 試験・重錘落下試験の相関が悪いことも示している。

小型 FWD 試験・重錘落下試験と加速度応答法は転圧回数が增加するほどかい離が大きくなっているため負の相関となった。これは振動ローラの転圧によって表層部の状態が乱れていることが考えられる。小型 FWD 試験・重錘落下試験は人力で持ち上げられる程度の重りの落下による挙動であるため表層部の評価となっている。一方、加速度応答法での重りは振動輪自体であり、エネルギーが大きいために深層部の評価ができる。これより、密度試験との相関が良い結果となった。

今後は、加速度応答法の適用範囲の検討のためにデータ分析と追加試験の検討を行っていく。

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「α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) 小栗 はるなほか：情報化施工における転圧管理における転圧管理システム C I S システム C I S の適用事例について，平成 21 年度 建設施工と建設機械シンポジウム，2009