

転圧力の違いによる砂質土の締固め効果の相違と密度勾配の変化に関する一考察

日本道路公団 試験研究所 正会員 益村公人
 北海道大学大学院 工学研究科 フェロー会員 三浦清一
 北海道大学大学院 工学研究科 学生員 ○浦嶋一馬

1. はじめに

筆者らは、盛土施工の効率化を図るため、転圧力 300kN 級振動ローラを使用した締固め層厚の厚層化に関する研究を行っている。今回振動ローラの機械諸元の相違が、砂質土の締固め効果におよぼす影響を調べるために、諸元の異なる 8 機種の締固め機械による転圧試験（締固め層厚 60cm）を実施し、その密度プロフィールを詳細に調べた¹⁾。これまで実施してきた現場転圧の結果から、深度方向への締固めエネルギーの減衰にともない、層内の上下層には密度差を生じることが判明している。本報告は、振動ローラの機械諸元の違いによる層内の締固め効果とその密度分布の変化へおよぼす要因を検討した。

2. 試験の概要

転圧試験に使用した材料は、砂質土(SF-G)および粘土質砂(SF)の 2 種類であり、その材料物性を表-1 に示す。転圧試験は、所定の含水比に調整した材料を全長 20m、幅 3m、深さ 95cm のコンクリート土槽へ投入し、転圧力 200kN 級（以下「200VR」という）1 機種および 300kN 級（以下「300VR」という）7 機種の計 8 機種の振動ローラを用いて締固めを行った。振動ローラの諸元を表-2 に示す。ここで、転圧力とは振動ローラの振動輪荷重と最大起振力の総和であり、また全線圧とは転圧力を振動輪の幅で除した値である。締固め層内の密度測定は、2 孔式 RI 計器²⁾により転圧 2,4,8,16 回時に実施した。

3. 全線圧の違いによる締固め効果

図-1 (a), (b)は、転圧 8,16 回における全線圧と層内の平均乾燥密度の関係について整理したものである。図中における全線圧 118kN/m のプロットは 200VR によるものであり、その他は 300VR である。両図から、200VR での平均乾燥密度に比べ 300VR によるそれが高くなっていることがわかる。また 300VR 機種間を比較すると、全線圧の増加に伴う平均乾燥密度の顕著な増加は認められず、ほぼ同様な値を示していることから、今回使用した材料の条件下での締固め効果は概ね同等であることがわかる。

4. 密度勾配へおよぼす機械諸元の影響

図-2 に層内の密度分布の一例を示す。図からわかるように層内密度は、深度方向へほぼ直線的に減少していることがわかる。そこで、この密度勾配 m を定量的に表すため、密度分布を直線近似させ、深さに対する乾燥密度の変化割合（図-2 中の挿入図参照）と定義し、機械諸元の違いがこれにおよぼす影響を調べた。

表-1 材料物性

		粘土質砂	砂質土
一般	地盤材料の工学的分類	(SF)	(SF-G)
	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.779	2.688
	自然含水比 w_n (%)	6.7	4.0
粒度特性	最大粒径 D_{max} (mm)	4.75	4.75
	礫分 (%)	6	11
	砂分 (%)	58	66
	細粒分 (%)	36	23
	均等係数 U_c	226	69
コンシ シス	液性限界 w_L (%)	27.6	NP
	塑性限界 w_p (%)	15.6	NP
	塑性指数 I_p	12	-
締固め 特性	最大乾燥密度 ^{※1} ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.947	2.189
	最適含水比 ^{※1} w_{opt} (%)	11.9	7.6

※1 JIS A 1210 B法

表-2 使用した振動ローラの諸元

振動ローラ諸元	200VR 1機種	300VR 7機種
転圧力 (kN/m ²)	255	321~420
全線圧 (kN/m)	119	145~198

Keyword：厚層締固め、密度勾配、振動ローラ、全線圧、振動数
 連絡先：〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学 TEL 011-706-6203 FAX 011-706-6202
 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 JH 試験研究所 TEL 042-791-1621 FAX 042-791-3717

図-3には、全線圧と密度勾配の関係を転圧16回で整理した。図から全線圧の増加に対し、密度勾配は $m=0.5\sim0.8$ ($\text{g}/\text{cm}^3/\text{m}$)の範囲でバラツキを示しており、全線圧に対する依存性は認められない。また図-1に示した層内の締固め効果において明確な違いが生じていた200VRと300VRとの関係においても、密度勾配に対する違いは見られない。振動ローラによる土の締固め機構は、機械重量による圧縮効果が作用すると同時に、振動にともなう粒子構造の再配列により密度が増加するとされている³⁾。そこで、後者の振動効果が密度勾配に及ぼす影響を調べるため、振動数について整理を行った。図-4には、転圧16回における密度勾配を各振動ローラの振動数で示した。この図から、粘土質砂で多少のバラツキは見られるものの、振動数の増加にともない密度勾配は減少する傾向にあることが判り、振動数は密度勾配の変化におよぼす影響要因の一つであると考えられる。

5. まとめ

今回の結果から、以下の知見が得られた。①全線圧の増加にともない層内の平均乾燥密度も増加するが、300VR機種間における顕著な差は認められない。②密度勾配へおよぼす機械諸元として振動数の違いによる影響が確認された。しかしながら、この結果は今回使用した材料および試験条件に対するものであるため、厚層締固めでの課題である“より均質な締固め”を行うためには含水比の相違による影響や種々の材料に対しても検討が必要と思われる。

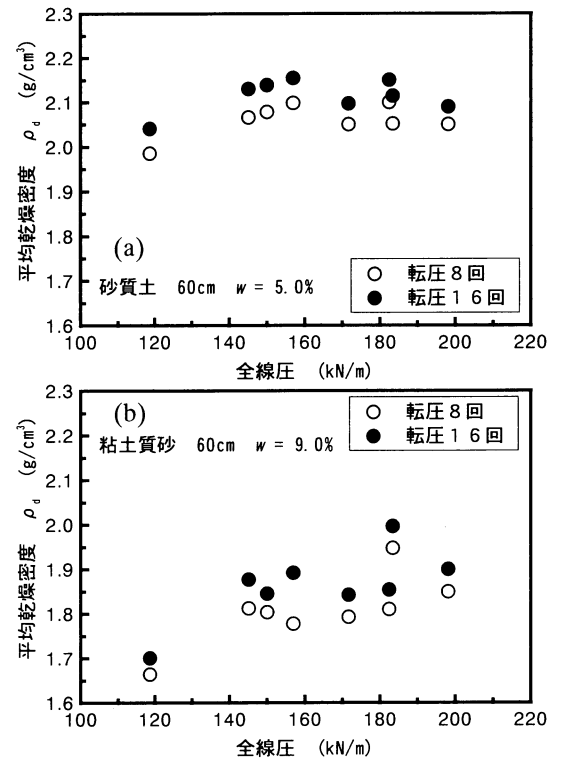


図-1 全線圧と平均乾燥密度の関係

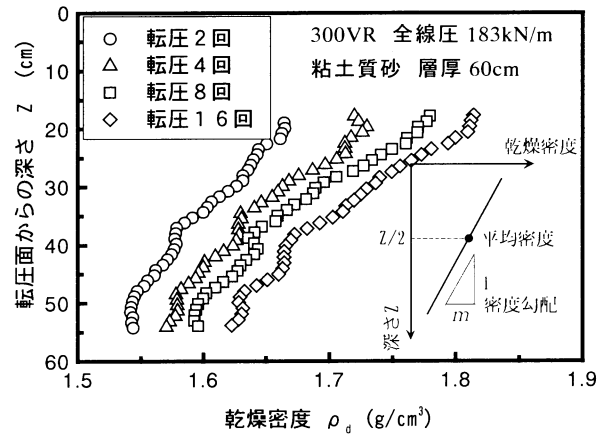


図-2 深さ方向の乾燥密度

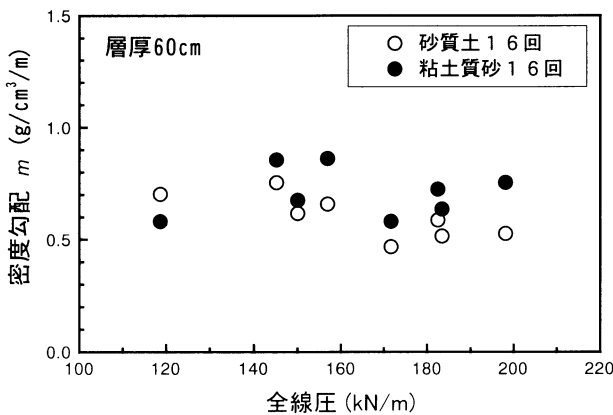


図-3 全線圧と密度勾配の関係

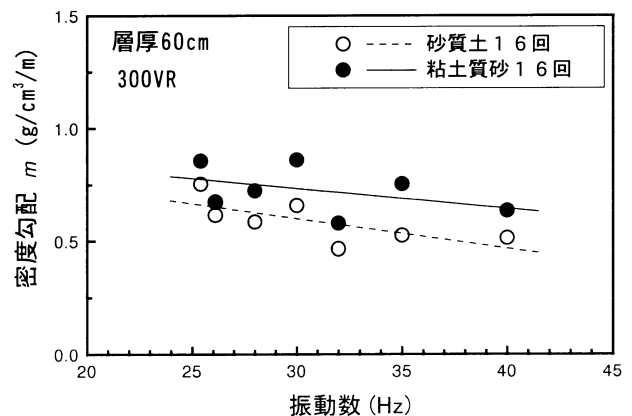


図-4 振動数と密度勾配の関係

＜参考文献＞ 1) 益村・殿垣内・川井・建山・金森:締固め施工機械による土の締固め層厚の検討、第33回地盤工学研究発表会 pp.2071-2072,1998. 2) 益村・三嶋・三浦:道路盛土の締固め層厚に関する現場転圧試験、土と基礎 pp.28-30,Vol.48,2000. 3) テラメカニクス研究会:転圧ローラ工学—締固め性能に着目して— 1999.