

礫質土を用いた試験盛土の現場密度とその試験法評価

日本道路公団 静岡建設局 正会員 ○阿部 秀徳
 日本道路公団 静岡建設局 正会員 横田 聖哉
 清水建設(株) 土木事業本部 正会員 川崎 廣貴
 清水建設(株) 土木事業本部 正会員 久保 正顕

1. はじめに

第二東名高速道路の大規模高盛土では、振動ローラの高規格化（320kN級）による施工厚さの厚層化（60cm）を採用しており、同規格で築造された高盛土の信頼性を高めることが重要である。

既往の研究では、厚層化により締めめられた土においても、一層仕上がり 30cm の場合と同様に密度差が生じることが確認されていることから¹⁾、実際の盛土は密度差の有する層厚 60cm の多層構造で築造されていることになる。厚層締めめした高盛土の信頼性を検証する上では、締めめ地盤の密度特性と強度・沈下特性の関係を把握することが重要であることから、第二東名大規模土工の先行工事である伊佐布 IC 工事で各種の密度試験を実施し、締めめ地盤の指標となる密度特性を把握した。

本文は、透過型 RI、2 孔式 RI、およびシート法（以下、水置換）という各種の現場密度試験を実施したので、その結果と試験法の評価について報告するものである。

2. 試験概要

図-1 に試験盛土形状および密度計測位置を示す。

試験盛土形状は、転圧面が 14m×32m で、撒出し厚は 60cm である。転圧機械は 320kN 級の振動ローラを適用し、転圧機械の諸元は表-1 に示す通りである。密度の計測方法は、上層 30cm の密度を把握するための透過型 RI²⁾、深度方向の密度変化を把握するための 2 孔式 RI³⁾、および 60cm 層厚全体の平均密度を把握するための水置換⁴⁾ の 3 種類を実施した。密度計測位置は図-1 に示すように、透過型 RI で 6 点、2 孔式 RI と水置換で各々 3 点とした。振動ローラによる転圧は 8 回行い、密度の測定は透過型 RI と 2 孔式 RI については転圧回数 0、2、4、6、8 回の計 5 回、水置換は 8 回転圧後に 1 回行った。

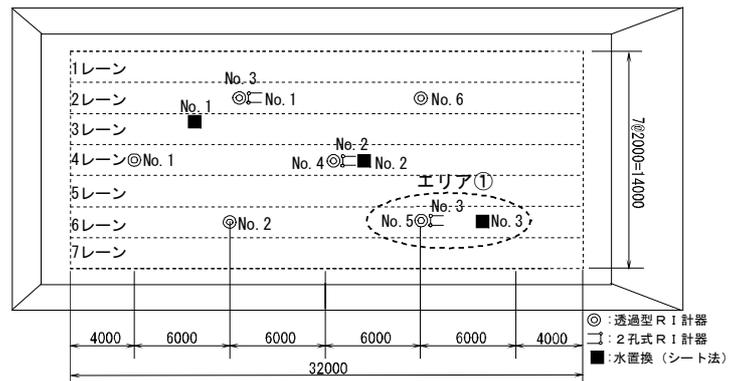


図-1 試験盛土形状および密度計測位置

表-1 320kN 級振動ローラの諸元

規格	総重量 (kN)	振動輪荷重 (kN)	最大起振力 (kN)	総転圧力 (kN)
320kN 級振動ローラ	172.6	100.0	294.2	394.2

3. 試験盛土材料の粒度

試験盛土に用いた材料は、細粒～中粒砂岩の軟岩であり、図-2 には、それと伊佐布 IC における全盛土材料の粒度加積曲線を示す。同図から、試験盛土に用いた礫質土は伊佐布 IC 盛土を代表した粒度になっていることがわかる。

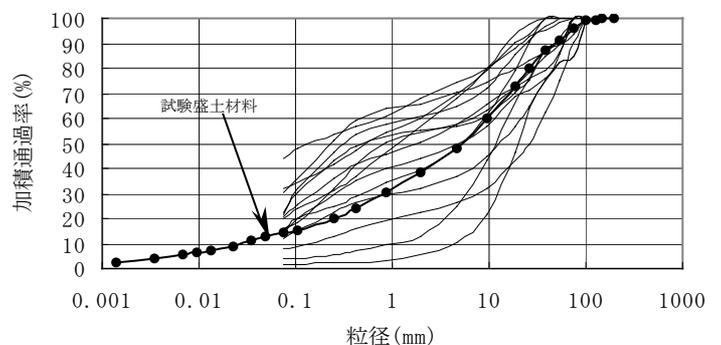


図-2 試験盛土材料と伊佐布 IC 全粒度の比較

また、粒度試験から得られた試験盛土材料の粒度特性は、最大粒径 $D_{max}=200\text{mm}$ 、50%粒径 $D_{50}=4.8\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=317$ である。

キーワード：礫質土、締めめ、現場密度、RI、水置換

連絡先：〒424-0114 静岡県清水市庵原町 219-11 日本道路公団 静岡建設局 清水工事事務所 TEL 0543-71-0550

4. 試験結果

表-2 に 8 回転圧時における乾燥密度、**図-3** には、エリア①の各手法による深度方向別乾燥密度を示す。なお、**表-2** における 2 孔式 RI の乾燥密度に関しては、最上点の値を示している。**表-2** から、各手法における乾燥密度の平均は、透過型 RI > 水置換 > 2 孔式 RI（最上点）となる傾向が見られる。また、**図-3** から、転圧回数が増加するに従って、密度も増加する傾向にあり、深度方向に密度勾配が生じている。エリア①において、8 回転圧時の透過型 RI で得られた乾燥密度が $\rho_d = 1.929 \text{ g/cm}^3$ 、水置換で得られた乾燥密度が $\rho_d = 1.921 \text{ g/cm}^3$ とほぼ同様となっている。それに対し、2 孔式 RI の平均乾燥密度は $\rho_d = 1.729 \text{ g/cm}^3$ であり、室内試験用に採取した不攪乱試料の平均乾燥密度 $\rho_d = 1.858 \text{ g/cm}^3$ (**表-2 注 2** 参照) より小さく、透過型 RI や水置換と比較して約 90% の乾燥密度となっている。

5. 考察

図-4 には、8 回転圧時点における 2 孔式 RI 最上点の乾燥密度を透過型 RI のものに合致させ、それ以前の転圧回数時のデータを同一量分シフトさせて表示したものを示す。この 2 孔式 RI の換算値平均は 1.896 g/cm^3 であり、不攪乱試料の平均乾燥密度の値に近いものとなっている。2 孔式 RI の測定では、材料の撒出し後に掘削し、2 孔式計器を埋設してから再度埋め戻しているため、大礫が取り除かれるものとなりやすい。また、この作業で埋め戻される際には、ブルドーザの撒出し時よりも材料が緩んだ状態となっており、透過型 RI と一致しなくなるため、今回行ったように締固め層上部で乾燥密度を合致させるようにした方がより妥当性の高いものに評価できているものと考えられる。なお、同様な手法で 2 孔式 RI 結果を整理した試験盛土全平均値は、 $\bar{\rho}_d = 1.823 \text{ g/cm}^3$ であり、これを大型三軸圧縮試験などの室内試験に対する基準乾燥密度 ($D_r = 100\%$) とした。

さらに、透過型 RI で得られた乾燥密度は、上層 30cm の平均値であり、良く締め固められる上部の結果であることを考慮に入れると、水置換の結果と一致するのは矛盾していると考えられる。水置換は真の湿潤密度に比べて 5.5% 程度（乾燥密度レベルで 5%）大きくなると言われており⁵⁾、この程度を差し引いた値で密度を評価する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 高速道路調査会：大型機械による盛土厚層化施工に関する検討報告書，1998.
- 2) 日本道路公団：JHS 106-1992 RI 計器による土の密度試験方法，日本道路公団試験方法，pp. 1-217~1-225, 1992.
- 3) 豊田光雄，中村 昭，延山政之：自動走査式フレーム型 RI 密度計を利用したロック材料の現場締固め特性の評価，ダム工学，pp. 36~49, 1996.
- 4) 日本道路公団：JHS 107-1992 シート法による土の密度試験方法，日本道路公団試験方法，pp. 1-226~1-231, 1992.
- 5) 地盤工学会：地盤調査法，pp. 411, 1996.

表-2 8 回転圧時の乾燥密度

	透過型 RI		No	水置換		No	2 孔式 RI (最上点)	
	ρ_d (g/cm ³)	w (%)		ρ_d (g/cm ³)	w (%)		ρ_d (g/cm ³)	w (%)
1	1.966	12.4	—	—	—	—	—	—
2	1.913	9.1	—	—	—	—	—	—
3	1.860	9.4	1	1.883	8.5	1	1.865	8.9
4	1.879	6.3	2	1.845	7.8	2	1.878	9.5
5	1.929	7.1	3	1.921	8.0	3	1.762	9.1
6	1.924	7.3	—	—	—	—	—	—
平均	1.912	8.6	平均	1.883	8.1	平均	1.835	9.2

注 1) ■は、エリア①のデータ。

注 2) 室内試験用に採取した不攪乱試料 (H=600mm、4 本) の平均乾燥密度は、 $\rho_d = 1.858 \text{ g/cm}^3$ 、平均自然含水比 $w = 11.5\%$ である。

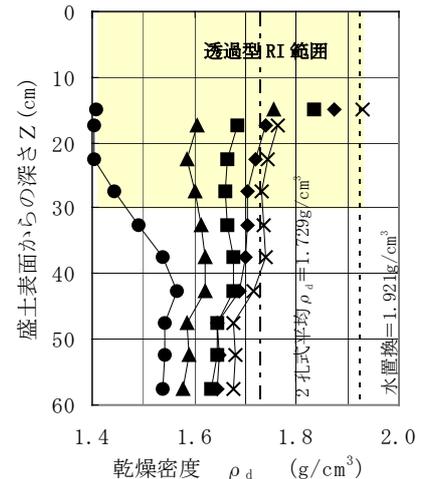


図-3 透過型 RI、2 孔式 RI、水置換による乾燥密度 (エリア①)

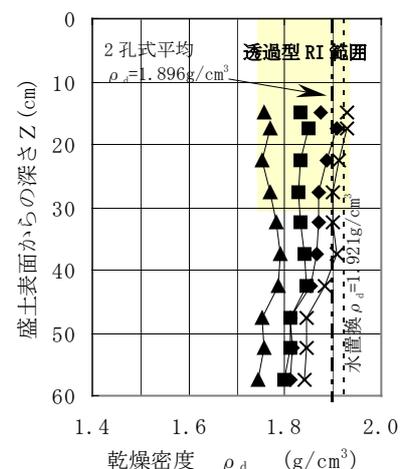


図-4 2 孔式 RI 補正後の乾燥密度 (エリア①)