

スコリアを含む盛土材料の物理強度特性と施工事例

西松建設(株) 土木設計部 正会員 ○真田 昌慶, 土屋 光弘
西松建設(株) 技術研究所 正会員 佐藤 靖彦
西松建設(株) 関東土木支社 久野 高敬
中日本高速道路(株) 東京支社 正会員 丸山 大輔

1. はじめに

富士山の東部山麓には、新期（完新世）から古期（更新世）に及ぶ火山砕屑物であるスコリアが広く分布している。スコリアの地盤工学的特性については、幾つか研究事例^{例えば}があるものの、その事例はまだ少ないのが現状である。本稿では、建設中の新東名高速道路の新設工事（切土・盛土）において実施した、スコリアを含む盛土材料の室内材料試験結果および実際の盛土締固めの施工実績例を報告する。

2. 室内材料試験

試料は静岡県駿東郡小山町の切土区間より採取した材料であり、未固結のスコリア，ロームからなる新富士火山砕屑物（以降，YFL），YFL の下位のスコリアを伴ったローム質粘土を主体とした古富士火山砕屑物（以降，OFL4）および，OFL4 の下位の主に細粒分を含むスコリアからなる古富士火山砕屑物（以降，OFL3）である。実施した室内試験は、物理試験，突固めによる土の締固め試験，締固めた土のコーン指数試験，CBR 試験（OFL4 を除く），土の三軸圧縮試験（CU 試験，OFL3 を除く）である。

試験結果の一覧を表-1 に示す。自然含水比は、 $w_n=45.1\sim60.8\%$ であり、礫分の多い土としてはかなり高い値であった。これは、スコリアが多孔質で保水性があること、YFL および OFL4 については、細粒分含有率が 20%以上と若干高めであったためと考えられる。土粒子の密度は、 $\rho_s=2.58\sim2.85\text{g/m}^3$ であり、新富士火山砕屑物である YFL がやや小さい値であった。各試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。YFL および OFL4 では、礫分が 46.7～48.3%，砂分が 26.5～29.3%，細粒分が 22.4～26.8%である。細粒分がやや多めではあるものの、均等係数 $U_c=289.1\sim461.8$ であり、粒度分布は良好であった。また、YFL については、突固め試験後の試料で粒度試験を実施した結果、粒子破碎による粒度分布の変化はわずかであった（細粒分の変化量で 1.6%）。OFL3 では、礫分が 86.5%，砂分が 11.5%，細粒分が 2%であり、礫分、砂分が優勢であり、 $U_c=6.4$ ，曲率係数 $U_c'=1.61$ と粒度分布はやや広めであった。最適含水比 w_{opt} と自然含水比 w_n を

表-1 室内材料試験結果一覧

試 料		YFL	OFL4	OFL3
地盤材料の工学的分類		GFS	GFS	G-S
自然含水比 w_n (%)		51.0	60.8	45.1
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)		2.58	2.85	2.76
粒度特性	礫分 (%)	48.3	46.7	86.5
	砂分 (%)	29.3	26.5	11.5
	細粒分 (%)	22.4	26.8	2.0
	最大粒径 (mm)	37.5	19	75
	均等係数 U_c	289.1	461.8	6.4
	曲率係数 U_c'	1.66	1.74	1.61
締固め特性 (B-c法)	最適含水比 w_{opt} (%)	46.2	58.7	47.3
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.08	1.00	1.11
	コーン指数 q_c (MN/m ²), (55回)	0.56	1.36	貫入不能
修正CBR (%), (B法)		2.4	—	13.9
三軸試験結果	c' (kN/m ²)	4.7	0.7	0*
	ϕ' (°)	36.0	31.1	39.0*

※ 事前の地質調査で実施されたCD試験結果

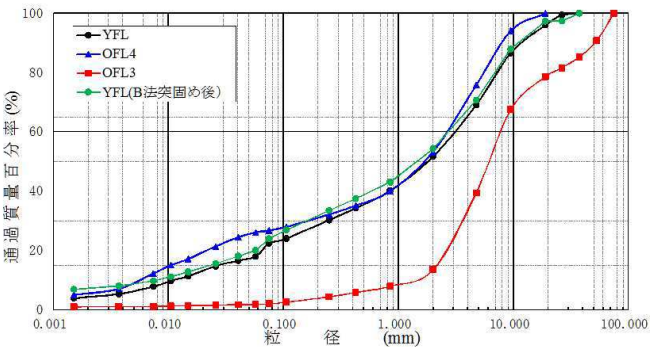


図-1 粒径加積曲線

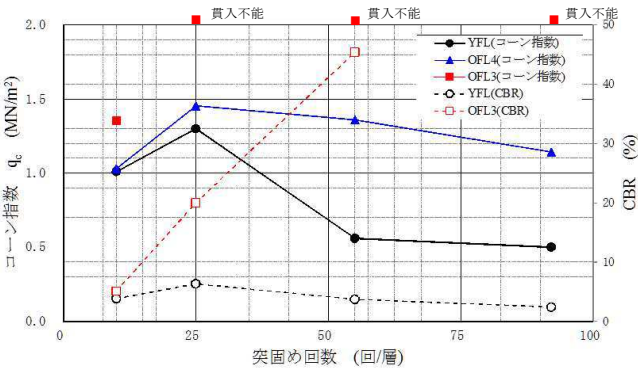


図-2 q_c , CBR と突固め回数

キーワード スコリア，盛土，締固め，オーバーコンパクション

連絡先 〒105-6310 東京都港区虎ノ門 1-23-1 虎ノ門ヒルズ森タワー10 階 西松建設（株） 土木設計部 TEL03-3502-7638

比較すると、YFL および OFL4 では w_n が w_{opt} よりも湿潤側、OFL3 では w_n が w_{opt} よりも乾燥側であった。最大乾燥密度は $1.00 \sim 1.11 \text{ g/cm}^3$ であり、一般的な土よりも小さい値であった。締固めた土のコーン指数および CBR と転圧回数の関係を図-2 に示す。OFL3 については、突固め回数 25 回以上で貫入不能 ($q_c > 1.5 \text{ MN/m}^2$) であり CBR も突固め回数の増加とともに上昇した。YFL および OFL4 については、突固め回数の増加に伴いコーン指数が低下しており、オーバーコンパクションの傾向が認められた。YFL および OFL4 で実施した $\overline{\text{CU}}$ 試験結果より、 $c' = 0.7 \sim 4.7 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi' = 31.1 \sim 36.0^\circ$ であり、一般的な盛土材料程度以上の強度定数であった。

3. モデル施工

実施工に先立つモデル施工²⁾(下部路体)で得られた、転圧回数と空気間隙率・コーン指数の関係(YFL, OFL4)および転圧回数と締固め度の関係(OFL3)を図-3 に示す。文献2)による管理基準は、YFL および OFL4 で $V_a \leq 13\%$ 、OFL3 で $D_c \geq 92\%$ である。なお、OFL4 については振動ローラ(181kN 級)ではトラフィカビリティが確保できなかったため、品質管理基準を満足することを前提に、湿地ブルドーザ(18t 級)による転圧・締固めとした。YFL および OFL4 では、転圧回数が2~4回を超えるとコーン指数が低下し、オーバーコンパクションの傾向が見られた。空気間隙率についても転圧回数4回を超えると若干低下する傾向が見られたことから、実施工での転圧回数はそれぞれ4回とした。OFL3 については、良好な締固め特性を示し、乾燥密度が最大となった16回転圧時の乾燥密度($\rho_d = 1.135 \text{ g/cm}^3$)を基準密度とした特別管理規定値($D_s \geq 92\%$)により管理することとし、転圧回数は6回とした。

4. 施工実績

室内材料試験結果およびモデル施工の結果から、OFL3 については、良好な締固め性状が確認されたが、YFL および OFL4 では、オーバーコンパクション傾向の締固め性状が確認された。このため実施工においては、堅樋により施工時の排水を促すとともに、長期的な盛土の品質確保を目的として、小段位置に水平排水層を設置することとした。

材料試験より得られた締固め特性と、実施工での日常管理データ(乾燥密度, 施工時含水比)の比較を図-4 に示す。いずれの材料においても、日常管理の実測値は管理基準値を満足している。

5. おわりに

スコリアを含む盛土材料は、細粒分の多い材料ではオーバーコンパクションの傾向を示すものの、適切な施工により盛土材料(下部路体)として適用可能な材料であることが分かった。今後、本工事内のトンネル掘削より発生する材料も盛土材として使用する計画であり、データの蓄積に努めたいと考えている。

参考文献

- 1) 西岡ら:富士山周辺における「スコリア」の地盤工学的特性,地盤工学ジャーナル,Vol.9, No.3, 397-415, 1987.
- 2) 中日本高速道路株式会社:土工施工管理要領,平成28年8月

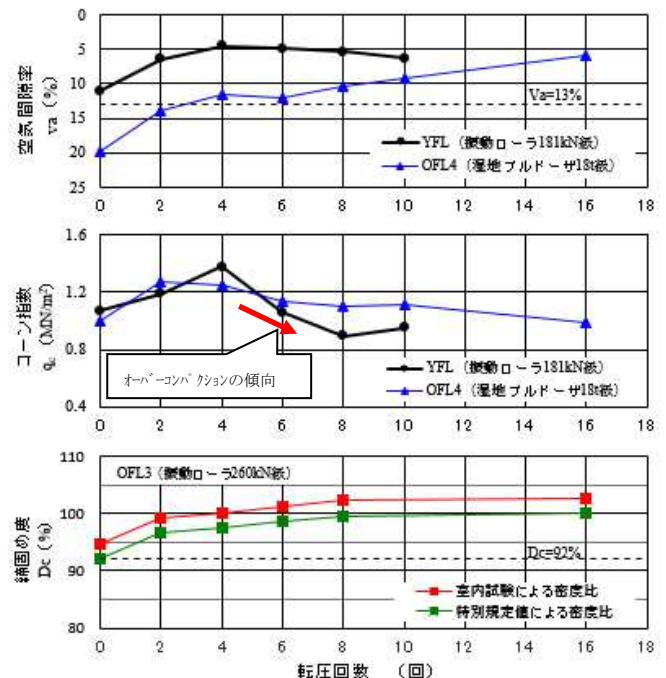


図-3 モデル施工での V_a , q_c , D_c と転圧回数の関係

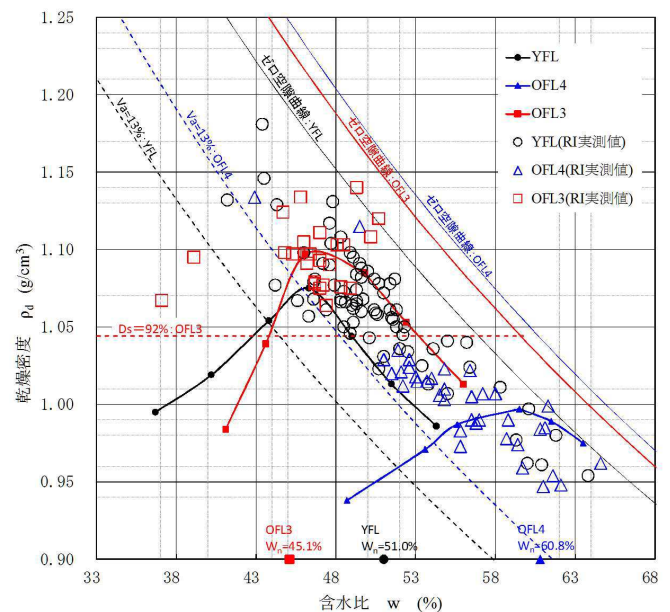


図-4 締固め曲線および日常管理値 (ρ_d , w)