

(Ⅲ-22) スコリアの土質工学的特性について

鹿島建設(株) 正会員○加藤 康生
 鹿島建設(株) 水谷 仁
 鹿島建設(株) 遠藤 正文

1. まえがき

富士山麓には富士火山帯の噴出物である多孔質の火山砂質土(スコリア; Scoria)が広く分布しており、地域により種々の名称で呼ばれている。しかし、一般的にスコリアという名称は知られていても、工学的特性に関する文献などは少なく、また、スコリアを対象とした施工実績などもあまり発表されていない。今回、このスコリア等を対象とする大規模な造成工事が現実化したため、土工設計及び施工法検討のための基礎資料を得ることを目的とし、工事に先がけて一連の土質試験を実施したので、その中から基本的なスコリアの素顔を紹介する。

2. 試験試料と試験方法

今回対象とした黒色スコリアは、富士山の北麓に堆積する新規富士山テフラ系層の大室スコリアと呼ばれているもので、当地の土層構成は上部から表土(黒ボク・ローム)層が約1.0m、N値4~7程度のスコリア層が2.0~2.5m厚で、以深は溶岩層(多孔質溶岩~玄武岩)となっている。

表-1 土質試験結果一覧表

自然状態	含水比 w_n	%	25.7	土粒子の比重 G_s	2.787
	湿潤密度 ρ_t	g/cm^3	1.205	試験方法	1-6-C
状態	間隙比 e		1.906	締め固め特性	最適含水比 % 30.9
	飽和度 S_r	%	37.56		最大乾燥密度 g/cm^3 0.936
粒度特性	隙分(2000 μ 以上)	%	14	三軸圧縮試験	試験の条件 CD D=90%
	砂分(14~2000 μ)	%	26		粘着力 c kg/cm^2 0.37
	シルト・粘土分(14 μ 以下)	%	0		せん断抵抗角 ϕ 度 35.34
	最大粒径	mm	25.4	透水特性	室内 cm/sec $1.3 \sim 2.0 \times 10^{-1}$
	均等係数 U_c		3.6		現場 cm/sec 1.0×10^{-1}

土質試験の項目は表-1に示した通りで、土質試験法(土質工学会編)等に準じて行った。

3. 試験結果

3.1 物理試験結果

表-1に室内土質試験結果一覧表を示す。

スコリアの自然含水状態は、ローム等の混入のない部分では $w_n=25\%$ 前後とバラツキが少ない。また、粒度特性としては、最大粒径25.4mmでシルト・粘土分を含まず、均等係数も $u_c=3.6$ と小さいことから、いわゆる締め固めにくい性質を示している。

なお、大きな特徴としては、スコリアの粒子自体が非常にポーラスな構造となっていることから、湿潤密度が $1.2t/m^3$ 程度と小さく、大きな透水性を有していることがうかがえる。

3.2 突固め試験結果

図-1はスコリア試料の突固め試験結果を示した(1-6-c法)。この結果によると、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=0.936g/cm^3$ 、最適含水比 $w_{opt}=30.9\%$ という値が得られた。突固め曲線はピーク時の山があまり明確でなくなだらかな形をしている。また、最適含水比は自然含水比(約26%)より5%程度高めになっており、一般的な砂質土と類似の傾向を示している。なお、突固められた試料に対し、コーン貫入試験を行った結果を同図に示したが、乾燥密度のピーク以

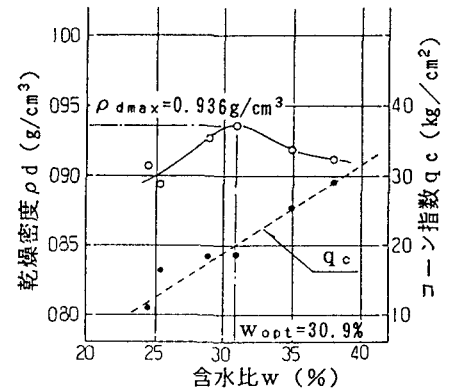


図-1 突固め試験結果

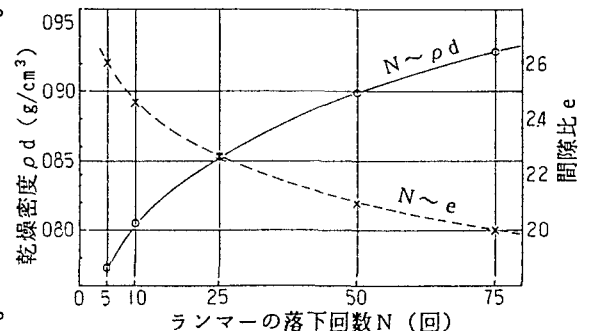


図-2 突固めエネルギー $\sim \rho_d \cdot e$ 関係

降においても直線的に増加する傾向がみられる。

図-2 は自然含水比状態のスコリア試料にランマーの落下回数(突固めエネルギー)を変えて供試体を作成した場合の乾燥密度と間隙比との関係を示したものである。同図から判るように突固めエネルギーの増加に伴って乾燥密度は増加し、間隙比は減少する傾向にある。また、図-3 に突固め前及び各突固め回数毎に行った粒度試験結果(粒径加積曲線)を、図-4 にそのときの均等係数の変化状況を示した。これらの結果より、突固めエネルギーの増加に伴い軟質なスコリアの土粒子が破碎され、細粒化していることが確認された。

3. 3 三軸圧縮試験結果

図-5 は自然含水比状態のスコリア試料を最大乾燥密度 ρ_{dmax} に対して $0.95\rho_{dmax}$ 、 $0.90\rho_{dmax}$ 、 $0.85\rho_{dmax}$ の密度になるように突固めて作製した供試体の三軸圧縮試験(CD)の結果である。この結果より、供試体の密度にはあまり関係なく粘着力 $c \approx 0.35 \text{ kg/cm}^2$ 、せん断抵抗角 $\phi \approx 35^\circ$ 程度となっており、見かけ以上に粘着力がある事がわかる。

3. 4 透水試験結果

図-6 に室内透水試験(定水位法)結果から、供試体の間隙比と透水係数との関係を示した。

同図からは間隙比が大きくなると透水性が若干ではあるが良くなる傾向がみられ、間隙比が $2.0 \sim 2.7$ ($\rho_d = 0.77 \sim 0.93 \text{ t/m}^3$) の範囲内では透水係数 k は $1.3 \sim 2.0 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 程度と大きな透水性を示している。また、地山の密度状態から透水係数を推定すると $k = 1.0 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 程度と思われる。しかし、地山の透水係数を求めるために現場透水試験も試みたが、透水性が良すぎたことから測定困難であった。

4. あとがき

今回の試験結果から主な項目をまとめると次のようになる。

1) スコリア独特のポーラスな構造から、地山の湿潤密度は小さく、反面、大きな透水性 (10^{-1} オーダー) を有している。2) 突固めエネルギーの増加に伴いスコリアの粒子は破碎されて細粒化し、密度も増加する。3) 突固められた試料の強度定数はほぼ粘着力 $c \approx 3.5 \text{ t/m}^2$ 、せん断抵抗角 $\phi \approx 35^\circ$ 程度である。

以上の結果などより、スコリアの代表的な特性は把握できたものと思われ、今後の土工設計及び実施を行う上で重要な情報になるものと思われる。なお、今回はスコリア単体の特性について述べたが実際には表土との混合が十分考えられるため、今後は混合土としての特性ならびに実施工での問題点などについて検討していくつもりである。

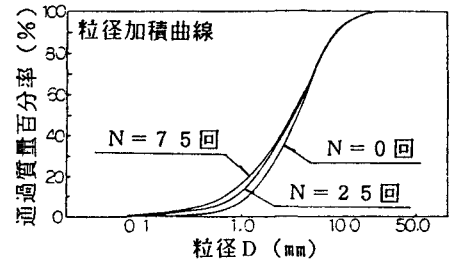


図-3 粒度試験結果

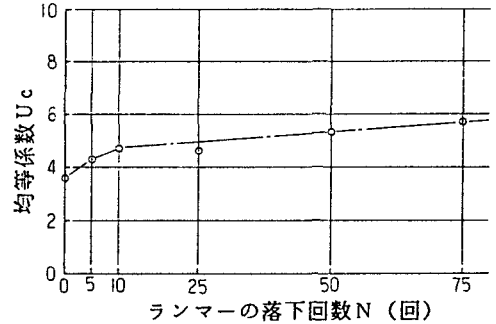


図-4 突固めエネルギー～均等係数関係

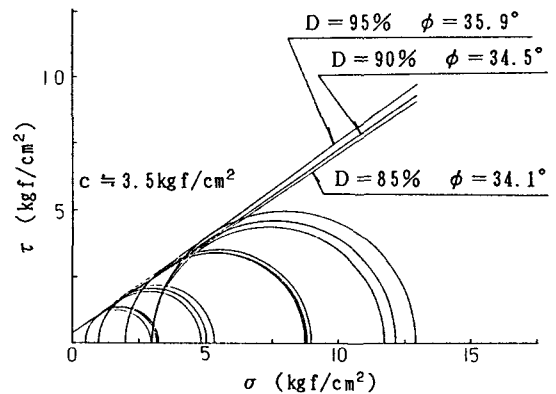


図-5 三軸圧縮試験結果

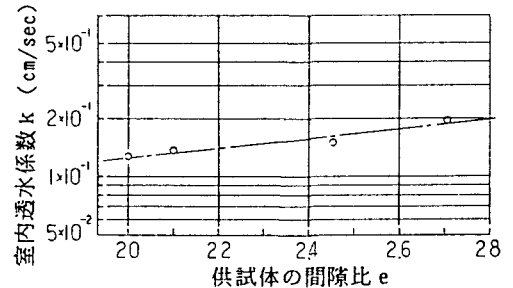


図-6 室内透水試験結果