

埼玉大学工学部 正員 風間 秀彦
 建設技術研究所 正員 小松 泰樹
 榎 木 景 松 佐 哲夫

1. はじめに

稻城砂層は第三紀鮮新世の三浦層群に属し多摩丘陵北部に広く分布する。その土質工学的性質はいわゆる「砂」あるいは「砂質土」として、非常に特殊なものである。多摩丘陵の開発にとりまわらぬ、稻城砂が盛土などの工工に使用されることが多くなり、その性質をよく把握する必要性が増している。本報告は稻城砂の物理的性質を全体的に把握して、その範囲を求め、代表的な試料について数学的性質を求め、および特殊性を説明するために構成鉱物と微視的構造を明らかにすることを目的とした。なお、稻城砂の特殊性をひとつに、浸食に対する抵抗力が小さい点がある。これについては「稻城砂の水食特性」を参照されたい。

2. 物理的性質

稻城砂層は偽葉理の発達する三州性砂の堆積物で淘汰は良好であるが、地域・層準による物理特性の相違を求めたために、3地点の採土跡の切土斜面(A, B, C斜面と呼ぶ)を選び、サンプリングをした。各地点の斜面長は20~70mで、全体的に灰褐色~褐色で部分的には垂直に近い角度を保っているが、切土後の風化により表面はかなりむろくなっている。物理試験用の試料は表面の風化した部分を取り除き、斜面長あるいは鉛直高1mごとにサンプリングし、またそれ以外に地層が急変した箇所でもサンプリングした。3つの斜面合計128個の試料について、比重、自然含水比、粒度分布を求めた。

現地調査の結果、稻城砂層はほぼ水平に成層しているが、必ずしも均質でなく、色調の微妙に異なり、部分的に5~30cmほどの薄い粘土層が何枚か存在するがひとつの特徴である。この粘土層およびその境界付近に酸化鉄を含んだ赤褐色の部分も硬く締った状態である。比重は2.65前後でバラツキは小さいが、自然含水比は数%から50%程度で、非常にその範囲が広い。そして細粒分が多いため含水比は大きく、粘土層では50%以上に及ぶ。図-1に粒度加積曲線の範囲を示した。全体的には図9のように3種類に大別できる。AとB斜面の下部は比較的粗く、細粒分が少なく、不均質で粒度分布が細かく変化する。A斜面上部とC斜面は比較的均質で細粒分が多い。B斜面上部は細粒分が多く、粒度分布の変動幅が小さい。最大粒径は2mm以下で、レキを含むことはまれである。全体的には0.1~0.3mmの粒径のものが多

く含まれ、Gap Gradingであるのが特徴といえる。また、稲城砂は比較的粒径(0.1~0.3mm)のものが、土砂に5~30%の細粒分が混合されたものといえる。

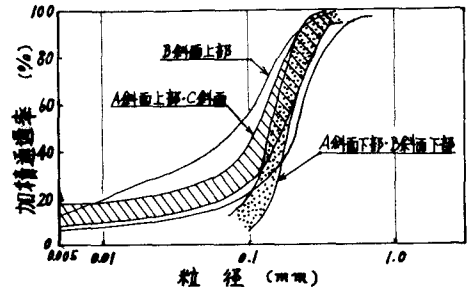


図-1 稲城砂の粒度分布

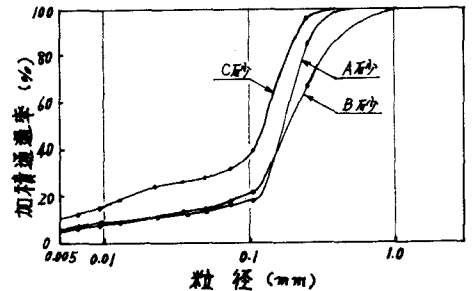


図-2 試料の粒度加積曲線

表-1 試料の物理的性質

試料	深さ	G _s	w _n %	v _a %	e _s	Sr %	砂分%	泥分%	粘分%	均等係数
A砂	約18m	2.624	18~20	1.28 ~1.32	1.00 ~1.04	46~54	83.7	10.3	6.0	11.9
B砂	約15m	2.644	17~19	1.37 ~1.42	0.87 ~0.92	54~60	81.8	13.2	5.0	14.7
C砂	約12m	2.641	19~22	1.35 ~1.40	0.90 ~0.95	55~63	68.6	21.4	10.0	28.0

特殊なものを除いた箱成砂の物理的性質を要約すると、自然含水比15~30%、比重2.60~2.70、砂分70~95%、細粒分(シルト分+粘土分)5~30%、コンシステンシーNPである。しかし、箱成砂の地層・層厚により細粒分含量や粒度分布に変化がみられる。したがって、これらの差異は密度・含水量・微細な構造などと相まって締固の透水性・力学特性に影響を与えると考えられる。

3. 力学的性質

3つの斜面から物理的性質を異にする代表的な3つの試料(A, B, C砂と呼ぶ)を選んで、不攪乱と突固め試料について実験をした。物理的性質を表-1、図-2に、主な結果を表-2に示した。呼び名1.1.Cによる突固め試験の結果を図-3に示した。地山の間接せん断比は0.87~1.04で比較的ルーズであるが、最適含水比時に $e = 0.6 \sim 0.7$ 、自然含水比時に $e = 0.65 \sim 0.75$ であるので、突固め効果が大い。B砂の d_{max} が大いのは粒度配合によると思われる。不攪乱の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-4} \text{ cm/sec}$ であることに對し、 W_{opt} では2~3割小さくなる。これは密度の違いによる面が大いだが、同一状態($e = 0.85$)での突固め試料は1割小さくなる。

一軸・三軸(CD)圧縮強度は密度の差により、突固め試料の方が大い。尤もC砂が最も大い。A, B砂の2倍にも及ぶ。中は30度前後で変化が小さいことに對し、Cは差が大い、とくに突固めることにより、Cの増加が大い。既に報告された結果も含めて、箱成砂のCと中をまとめると、 $C = 0.1 \sim 0.7 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi = 25 \sim 35^\circ$ である。

一軸・三軸(CD)圧縮強度は密度の差により、突固め試料の方が大い。尤もC砂が最も大い。A, B砂の2倍にも及ぶ。中は30度前後で変化が小さいことに對し、Cは差が大い、とくに突固めることにより、Cの増加が大い。既に報告された結果も含めて、箱成砂のCと中をまとめると、 $C = 0.1 \sim 0.7 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi = 25 \sim 35^\circ$ である。

4. 粒子構造

各試料の光学および電子顕微鏡による観察結果から図-4のような粒子構造が推定される。不攪乱各試料の砂粒には新鮮な硬い鉱物・岩石片と凝灰質の砂粒子が原形を残して、風化し粘土鉱物(アロフェン、モンモリロナイト、ハロサイト)化したものが、薄い粘土膜で被覆されている。砂粒の隙間に粘土鉱物が密に充填している部分とはほとんど充填物を欠く部分とがあり、隙間量が主として全体の密度を決定する。粘土鉱物化した砂粒は長時間の攪拌や突固めによって容易に破壊し細粒化する。B試料を数10分ないし数時間攪拌器で攪拌すると $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 径の粒子が減じて $0.004 \sim 0.01 \text{ mm}$ 径の粒子が20%前後まで増加するが、8時間以上攪拌を続けても粒度変化はなくなる。突固めの試験では粘土化砂粒が減じ、それがつぶれて生成した粘土マトリックスが砂粒間隙を埋める。粘土化砂粒が少なければ、また突固めのエネルギーが小さければ、それに依り砂粒間に空隙が残し、硬い砂粒子・空隙・粘土マトリックスの量に応じて試料の密度・強度が決定される。

参考文献 1) 芥川, 木賀, 長谷川: 箱成砂の水食特性, 第31回土木学会学術講演会 1976.

2) 日本宅地開発協会: 箱成砂の防災工法の研究報告書, 1972.

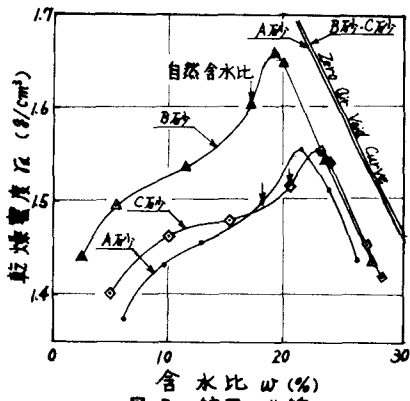


図-3 締固の曲線

表-2 箱成砂の力学的性質 (突固めの試料は図-2で突固めたもの)

	$W_{opt} \%$	$d_{max} \%$	試料状態	$q_u \%$	$C \%$	ϕ 度	$k \text{ cm}^2/\text{sec}$
A砂	21.3	1.556	不攪乱	0.36	0.10	30	1.16×10^{-3}
			突固め	0.75	0.66	32	4.11×10^{-4}
B砂	18.9	1.658	不攪乱	0.40	0.22	29	2.99×10^{-4}
			突固め	0.96	0.50	32	6.19×10^{-7}
C砂	22.7	1.554	不攪乱	0.92	0.25	28	1.31×10^{-4}
			突固め	1.32	0.35	31	4.89×10^{-7}

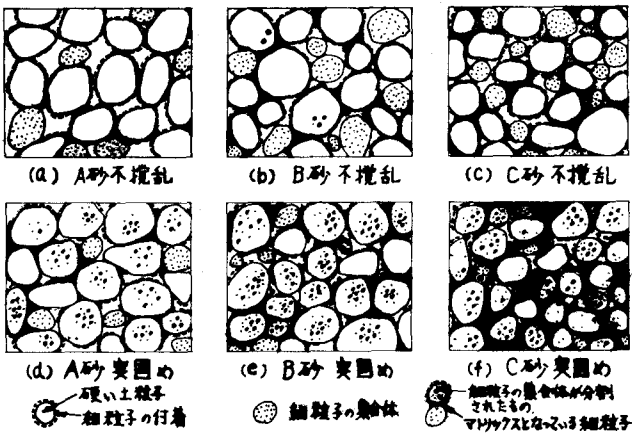


図-4 各試料の構造の模式図