

海食崖から採取した試料の非排水・排水変形－強度特性

室蘭工業大学大学院 学生員 ○栗林 正樹
 室蘭工業大学工学部 正会員 川村 志麻
 北海道大学大学院 フェロー 三浦 清一

1. はじめに

全海岸域の80%を占めると言われている海岸斜面の侵食及びそれに起因する斜面崩落・崩壊が世界的にも数多く報告されている。本研究では、波の侵食に起因する斜面崩壊の可能性を検討¹⁾するために、海食崖から採取した不攪乱試料に対して三軸圧縮(CU, CD, UU)試験を実施し、海食崖の非排水・排水変形－強度特性を明らかにしている。

2. 本研究で用いた試料

用いた試料は北海道東部の海食崖より採取したものである。試料採取地点を図-1に示す。図-2は斜面の状況及び粒度分布と物理指標を示している。図より、A層とC層では、細粒分をかなり多く含有していることがわかる。特に、A層には火山灰質有機質土が含まれていた。一方、B層とD層では、比較的粗粒な土粒子も含まれており、礫混じりの砂質土であった。なお、以下の考察では、波の侵食作用の影響を受けていると考えられるD層を対象としている。この試料を標津土と称する。

3. 試験装置および試験方法

不攪乱試料は、ブロックサンプリング法によって採取されている。採取後、断熱容器に入れ、凍結状態(約-25℃)で実験室に運搬している。その後、凍結試料を直径70mm、高さ150mmに整形し、三軸供試体を作製している。

本試験では凍結されたブロック試料から2種類の不攪乱供試体を準備している(後述する図-4挿入図参照)。

(1)BV 供試体：供試体の軸方向が原地盤の鉛直軸と一致したもの。

(2)BH 供試体：BV 供試体を90°回転させたもの。

供試体整形後、凍結供試体をセル内に設置し、有効拘束圧 $\sigma'_c = 19.6\text{kPa}$ のもとで2時間以上放置し融解させている。その後、二重負圧法と196kPaのバックプレッシャーを供給することにより供試体を飽和させている。この方法により、全ての供試体の間隙水圧係数B値は0.96以上を得ている。CU, CD試験では有効拘束圧 $\sigma'_c = 49, 98, 196\text{kPa}$ のもとで等方圧密している。なお、ひずみ速度

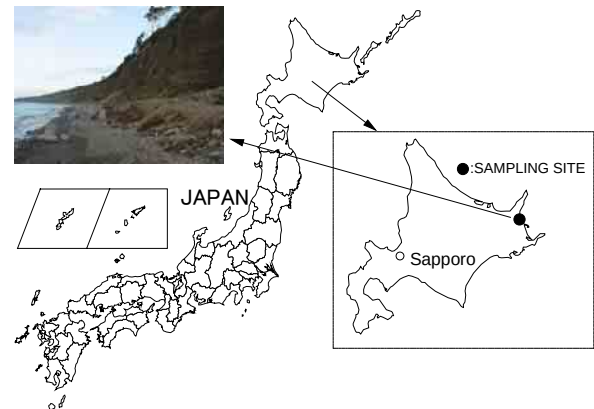
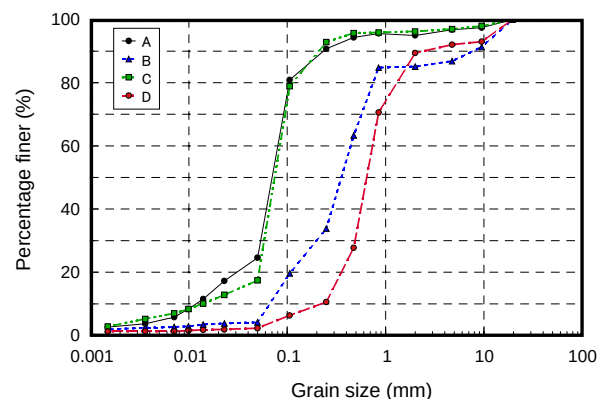
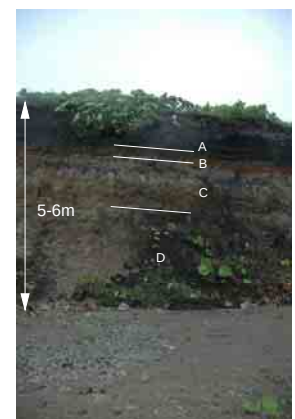


図-1 不攪乱試料を採取した地点



Sample Notation		A	B	C	D
Specific Gravity : G_s		2.26	2.62	2.67	2.77
Dry Density : ρ_d (g/cm^3)	Max	0.803	1.502	1.234	1.610
	Min	0.601	1.146	0.871	1.233
Gradation	D_{50} (mm)	0.07	0.07	0.34	0.67
	U_c	2.89	4.06	8.00	3.68
	$F_c(\%)$	51	11.5	45	4.5

図-2 採取した海食崖の斜面の状況(下)と粒度分布(上)および物理指標(中)



キーワード：波，侵食，斜面安定

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1, 室蘭工業大学建設システム工学科, TEL 0143-46-5282, FAX 0143-46-5283

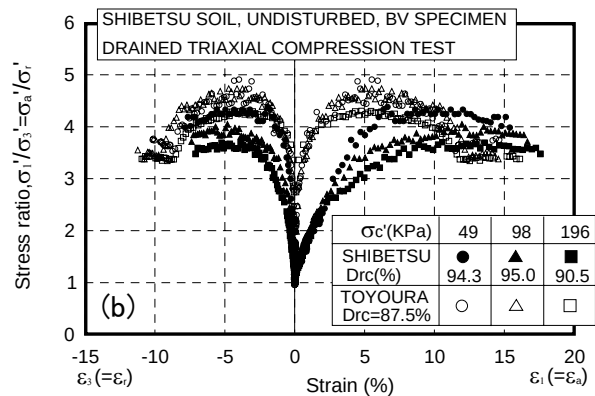
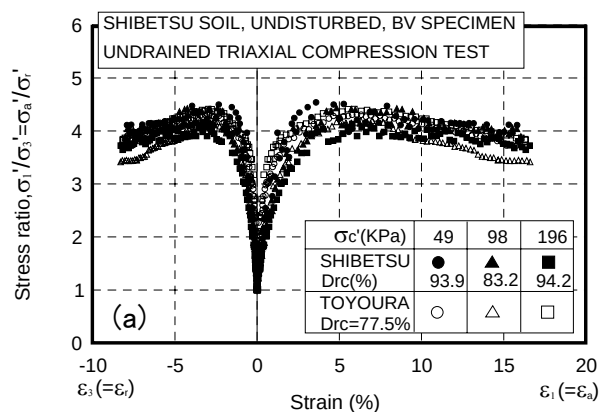


図-3 BV 供試体の応力比—主ひずみ関係：(a) 非排水条件，(b) 排水条件

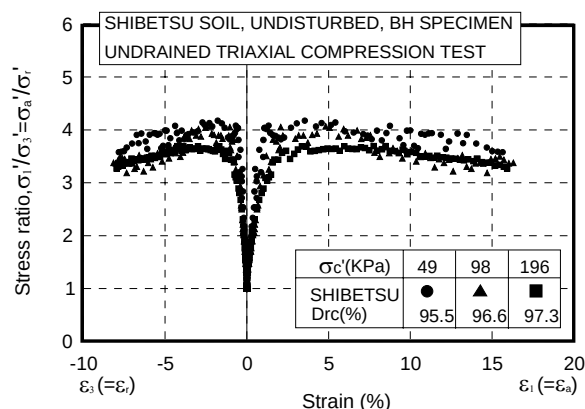
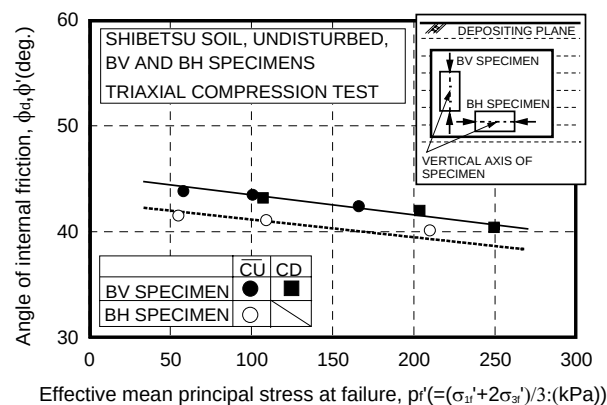


図-4 BH 供試体の応力比—主ひずみ関係（非排水条件）

図-5 ϕ , ϕ' と破壊時の平均有効主応力 p_f' の関係

0.25%/min の下で試験が実施されている。

4. 試験結果と考察

図-3 は、BV 供試体の非排水、排水三軸試験から得られた最大、最小主応力比($=\sigma_1'/\sigma_3'$)と最大、最小主ひずみ(ϵ_1 , ϵ_3)の関係を示したものである。なお、豊浦砂の結果も併記している。非排水試験結果から、標津土の強度—変形特性は密な砂が示す硬化—軟化型の挙動と類似していることがわかる。一方、排水試験においても、非排水試験に比べて初期の立ち上がりは緩くなっているものの、基本的に密な砂のそれに似た挙動が得られている。また、両排水条件ともに有効拘束圧の増加にともなって、同じひずみレベルの主応力比が小さくなっており、拘束圧依存性を示している。図-4 は BH 供試体の非排水条件における応力比—主ひずみ関係を示している。BV 供試体との比較（図-3(a) 参照）では、BV 供試体は主応力比に明瞭なピークが認められるものの、BH 供試体では明確なそれは認められず、破壊時の主ひずみにおいても BH 供試体の方が BV 供試体より大きい。これらのことから、BV 供試体は BH 供試体より変形抵抗が大きく、高いせん断強度を有していることがわかる。なお、非排水非圧密 (UU) 試験においても、BV と BH 供試体の破壊時の軸差応力 q ($=\sigma_1' - \sigma_3'$) はそれぞれ 187.8, 174.7kN/m²であり、BV 供試体の方が大きな値となった。このように、本試料においても原地盤で確認されるような構造異方性²⁾に起因する変形—強度特性の変化が確認されている。図-5 は排水、非排水試験のせん断抵抗角 ϕ , ϕ' と破壊時の平均有効主応力 p_f' との関係を示している。図より、両供試体ともに破壊時の平均有効主応力 p_f' の増加に伴い、 ϕ が減少傾向にあることがわかる。また、BH 供試体の ϕ' は BV 供試体のものより小さいことが明らかである。例えば、その差は約 3°であった。

これらのことから、本試料においては拘束圧依存性と構造異方性の適切な評価は原地盤（斜面）の安定性を評価する上では極めて重要な要因となることが明らかにされた。

参考文献：1) 川村・栗林・井野：波の侵食に起因する斜面崩壊機構に関する模型実験，第 62 回土木学会年次学術講演会講演概要集，第 III 部門，pp.47-48 (2007). 2) Miura, S. and Toki, S. : Anisotropy in mechanical properties and its simulation of sands sampled from natural deposits, *Soil and Foundations*, Vol.24, No.3, pp.69-84, 1984.