第二渥美海丘から採取された粘性土の強度特性

日本大学大学院	学生会員	○高橋	俊博	浅見	匡俊
日本大学生産工学部	フェロー会員	三田地	利之		
清水建設技術研究所	正会員	西尾	伸也		

1. はじめに

メタンハイドレート(以下,MH)の安全かつ経済 的な産出技術の開発に関連して,海底地盤の強度減 少や変形の可能性を検討するために,MH産出地盤 の強度・変形特性を把握する必要がある.本研究は 2011年2月に第二渥美海丘で採取されたコア試料を 用いて一面せん断試験(以下,DBS試験)を行い, 2004年の基礎試錐「東海沖〜熊野灘」での採取コア から作成された再構成試料について田中ら¹⁾が行っ た三軸圧縮・伸張試験結果との比較・検討を試みた.

2. 試料および試験方法

第二渥美海丘の AT1-GT1 坑井において海底面下 12.5・31.3・62.9mの3 深度から採取された不撹乱(以下,U試料),および実験後の試料を練返し再構成したR 試料を使用して,圧密定体積一面せん断(CV) 試験および圧密定圧一面せん断(CP)試験を行った. 試料の物理的性質を表-1,試験条件を表-2に示す.U 試料における圧密応力は採取深度に対応した有効土 被り応力に設定し,3t 法により圧密を打ち切った.

試料名			AT1-GT1	土粒子の密度	ρ_s	(g/cm ³)	2.684	
水深		(m)	997	シルト分		(%)	46.2	
深度 bsf		(m)	$12.5 \sim 62.9$	粘土分		(%)	50.7	
自然含水比	W	(%)	35.3	液性限界	W_L	(%)	54.9	
最大粒径		(mm)	0.425	塑性指数	I_{P}		28.3	

表-1 試料の物理的特性

表-2 試験条件

T-th shed			11 () ()			医肉毒素化的分散
試料	供試体可	「法(mm)	せん断変位(mm)	せん断変位速度(mm/min)		上密応力(kN/m)
	直径	高さ	6	CV	CP	004-2441-4020
U	60	20	0	0.2	0.02	55.4-244.1-455.5
в	直径	高さ	6	CV	CP	100-200
, r	60	20	U	0.2	0.02	250.350.500

3. 実験結果

3.1 CP および CV 試験結果

図-1 に U 試料を用いた CP, CV 試験中の応力経路 とせん断抵抗角を示す. U 試料は過圧密状態にあり, 深度とともに OCR が変化するが, 図-1 では平均的な ϕ 'または ϕ_d を求めている. 図-2 には R 試料につい ての CP, CV 試験の応力経路とせん断抵抗角を示し た. 試験結果から ϕ_1 ' と ϕ_d の差は約 3° であり, 正 規圧密粘土の場合には ϕ_1 'と ϕ_d が近似するという従



図-1U試料のCP, CV試験の応力経路



図-2 R 試料の CV, CP 試験の応力経路

来の研究結果と一致した.

3.2 CV 試験と K₀ 三軸圧縮・伸張試験結果の比較

図-3 は正規圧密状態での CV 試験および田中ら¹⁾ による三軸圧縮・伸張(以下,それぞれ K_0 CUC・ K_0 CUE) 試験から得られた非排水せん断強さ Su と圧 密応力 p の関係を示したものである. 図には本研究 と同じ試料を用いた定体積条件の繰返し一面せん断 試験²⁾ による残留状態での Su-p の関係も併記した. 図に示すように, CV 試験の値が K_0 CUC と K_0 CUE 試験のほぼ中間となる値を示し,試料の採取地点は 異なるものの,想定と一致する結果となった.

3.3 過圧密比(OCR)の算定

過圧密粘土の非排水せん断強さ Su とせん断前の 有効応力 p との比(Su/p)_{OC} と,正規圧密粘土の強度増 加率(Su/p)_{NC} との関係は次式で表すことができる³⁾.

キーワード メタンハイドレート・一面せん断試験・強度パラメータ 連絡先 千葉県習志野市泉町 1-2-1, 日本大学生産工学部 土木工学科 TEL 047-474-2422



(Su/p)_{OC}=(Su/p)_{NC}・OCR^A (1) 式(1)はSu/pとOCRの関係が両対数上で傾き Λ の 直線で表されることを示し、指数 Λ は多くの粘性土 で0.75~0.85の値をとることが知られている.ここ では安田ら⁴⁾にならって、式(1)を用いて(Su/p)_{OC}、 (Su/p)_{NC}の測定値から、AT1-GT1 試料のOCRの算定 を試みる.なお、本研究ではOCRを変化させたDBS 試験は行っていないため、田中ら¹⁾のK₀CUC 試験 データの提供を受けて、図-4 から Λ =0.618を得た.





本実験による(Su/p)_{oc}および図-4 から得られたΛ を式(1)に代入して算出された OCR を表-3 に示す. 深度 31.3m, 62.9m の OCR は安田ら⁴⁾の結果とほぼ 一致したが, 採取深度 12.5m における OCR は彼らの OCR=9.6 に比べて小さい結果となった.

表-3	II 試料の過圧変比質用
120	U吶和の週二征に昇止

U試料 深度	圧密応力 (kN/㎡)	(Su/p) _{OC}	過圧密比 OCR
12.5m	99.4	0.629	3.6
31.3m	244.1	0.548	2.9
62.9m	493.9	0.458	2.2

算出した OCR をもとに先行圧密応力 pcを求め,過 圧密領域におけるせん断前の有効応力と非排水せん 断強さの関係を式(1)によって算出(図中の曲線) し, 測定値とともに図-5 に示した. また, Su/p と OCR の関係を図-4 の破線 (傾き 0.618) 上のプロット点と して示した. 計算に用いた $\Lambda = 0.618$ は既往の研究に よる各種粘性土の Λ に比べて小さい⁴⁾ ことから, Λ =0.8 と仮定した場合についての計算結果を図-5 中 の破線の曲線で示す. この結果から Λ が大きくなる と p_cは小さく算出され, OCR の計算値も表-3 の値よ りさらに小さくなる.



図-5 せん断前の有効応力と非排水せん断強さの関係

4. おわりに

2011年に第二渥美海丘で採取された粘性土試料に よる一面せん断試験と2004年の基礎試錐において採 取された試料による三軸圧縮・伸張試験結果の比較 を試みた.正規圧密状態では,応力系の違いによる 非排水強度の変化に関する既往の知見と一致した. 一方,式(1)を用いて算出した過圧密比は浅い深度 において従来の算定値よりも小さな値を示した. <謝辞>本研究は経済産業省「メタンハイドレート 開発促進事業」に係る JOGMEC からの委託研究の一 部として行ったものである.ここに記して,メタン ハイドレート資源開発研究コンソーシアムならびに 三軸圧縮・伸張試験のデータを提供して頂いた北海 道大学 田中洋行教授に謝意を表します.

(参考文献)

1)田中洋行,西尾伸也,平川博之:南海トラフ深海底と陸域の堆積地盤の工学的特性の違い,第5回メタンハイドレート総合シンポジウム, pp.208-211, 2013.

2) 浅見匡俊, 髙橋俊博, 三田地利之, 豊嶋祐太, 川田真央, 西尾伸也:第二渥美海丘から採取された海底堆積土試料の繰返し一面せん断特性, 第69回土木学会年講, 2014.(投稿中)

3) Mitachi, T. and Kitago, S. : Change in Undrained Shear Strength Characteristics of Saturated Remolded Clay due to Swelling, Soils and Foundations, Vol.16, No.1, pp.45-58, 1976.

4) 安田直樹,田中洋行,金子広明,服部直,西尾伸也,平川 博之:南海トラフのメタンハイドレート堆積地域における地 盤特性,第 47 回地盤工学研究発表会, pp.247-248, 2012.