

(Ⅲ-70) 静的に締め固めた混合土の低圧力下の定圧せん断強さ

長岡技術科学大学

○学生会員 新田 昭彦

日建設計中瀬土質研究所

正会員

片桐 雅明

大石 幹太

大野 雅幸

1. はじめに

河川堤防は、通常不飽和状態にある堤体部分も洪水時には水位の上昇に伴い飽和状態となり、その安定性が低下し決壊に至ることもある。これには飽和度の上昇に伴う堤体のせん断強度の低下と、水浸面の上昇に伴うせん断力の増加が影響していると考えられる。しかも、堤体の土質および締め固め度によってそれらの影響度は異なると思われる。

そこで、まず粘土-砂混合土を対象に、不飽和から飽和への状態変化に伴う強度・変形特性の変化を調べることを目的に圧密定圧一面せん断試験を行ったので報告する。

2. 試験条件

試験に用いた試料は、カオリン粘土と珪砂7号を1:4の重量比で混合し、2 mm ふるいで裏ごししたものである。混合土の土粒子密度は $\rho_s=2.662 \text{ g/cm}^3$ であった。混合土は、工学的に砂質土に分類される。

表-1 に試験条件を示す。供試体はせん断箱内において静的に 224.4 kPa で締め固めて作製した。それらの供試体に対して、飽和条件を変えて各圧密圧力の下で圧密定圧一面せん断試験を行った。飽和条件は表-1 に示すとおりである。不飽和土は供試体作製時の状態のものである。飽和は2種類の方法で行い、一方は締め固め圧力を解放した後に圧密圧力を作用させた状態で水浸させ（以下、圧密飽和土と表記する）、他方は締め固め圧力を解放した後に圧密圧力を作用させない状態で水浸させた（以下、飽和圧密土と表記する）。

不飽和土のせん断前の飽和度は $S_r=42.6\sim49.5\%$ の範囲で、せん断後の飽和度の変化量は最大で 4 % ($\sigma=11.2 \text{ kPa}$ で $S_r=42.6\rightarrow38.6\%$) であった。

3. 結果および考察

表-2 は各試験のせん断前の間隙比である。両飽和供試体は飽和に伴い供試体が圧縮したため、せん断前の間隙比は不飽和土のそれよりも小さくなった。

図-1 と図-2 は、圧密飽和土におけるせん断応力

表-1 試験条件

	圧密飽和土	飽和圧密土	不飽和土
締め固め圧力	224.4 kPa		
湿潤密度 ρ_t	1.658 g/cm ³		
締め固め時含水比 w_0	13.7 %	13.6 %	14.0 %
飽和条件	飽和	飽和	不飽和
飽和方法	圧密後水浸	圧密前水浸	水浸なし
圧密圧力 σ (kPa)	11.2, 22.4, 44.9, 149.6, 224.4, 336.6, 453.3		

表-2 せん断前の間隙比

σ (kPa)	11.2	22.4	44.9	149.6
圧密飽和土	0.86	0.85	0.82	0.76
飽和圧密土	0.83	0.80	0.83	0.75
不飽和土	0.87	0.86	0.87	0.84
σ (kPa)	224.4	336.6	453.3	
圧密飽和土	0.76	0.72	0.71	
飽和圧密土	0.73	0.71	0.70	
不飽和土	0.84	0.79	0.76	

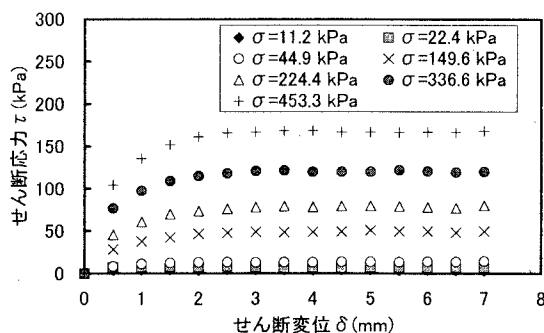


図-1 せん断応力-せん断変位関係(圧密飽和土)

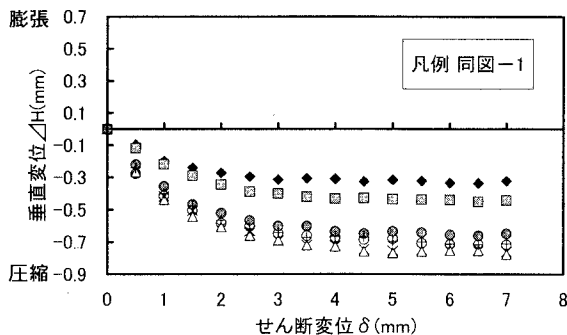


図-2 垂直変位-せん断変位関係(圧密飽和土)

キーワード：締め固めた混合土、圧密定圧一面せん断試験、飽和土、不飽和土

連絡先：川崎市幸区南加瀬4-11-1 TEL 044-599-1151 FAX 044-599-9444

とせん断変位の関係および垂直変位とせん断変位の関係である。図-3と図-4は、不飽和土について同様に示したものである。圧密飽和土ではすべての圧密圧力下で負のダイレタンスーを示した。図示していないが、飽和圧密土においても圧密飽和土と同様の傾向を示した。それに対し不飽和土では、低圧密圧力下において飽和土とせん断前の間隙比がほぼ同じであるにもかかわらず正のダイレタンスーが起きた。また、不飽和土、飽和土ともに圧密圧力の増加に伴いダイレタンスー特性は負の方向に大きくなり、 $\sigma = 453.3$ kPaでの圧縮量は飽和状態に依らず約0.5~0.7 mm程度に収束した。

図-5は各試験の定圧せん断強さと圧密圧力の関係である。ここで定圧せん断強さとは、各試験の最大せん断応力のことである。圧密飽和土と飽和圧密土の試験結果がほぼ一致したことから、圧密してから飽和させても、飽和させてから圧密しても、定圧せん断強さに変化は無いものと考えられる。

図-5に示した関係から強度定数を求めたものが表-3である(圧密飽和土と飽和圧密土を合わせて飽和土としている)。飽和によるサクシンの低下に伴い見かけの粘着力は消失し、せん断抵抗角も飽和することにより小さくなった。成田ら¹⁾は不飽和シルト質砂に対して圧密定体積一面せん断試験を行い、過圧密領域から正規圧密領域に移ることによりせん断抵抗角が大きくなるという結果を示した。しかしながら本試験結果では、過圧密領域と正規圧密領域のせん断抵抗角に明瞭な差は見られず、その差は 1° 程度であった。これは、試料の違いによるものが大きいと考えられる。

4. 結論

静的に224.4 kPaで締め固めた不飽和土および水浸飽和土に対して11.2~453.3 kPaの圧密圧力の下で圧密定圧一面せん断試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 飽和に伴い、見かけの粘着力は消失し、せん断抵抗角は小さくなった。
- 2) 低圧密圧力下におけるダイレタンスー特性は飽和によって変化した。

今後、混合比率ならびに締固め条件、さらには土質特性の異なる土に対して同様の試験を行い、飽和条件による強度・変形特性の変化の違いを明確にしていく予定である。

参考文献：1)成田国朝・山口雅弘：締め固めた土の先行圧縮特性と斜面安定評価について，ダム工学，Vol.9，No.1，pp.13~20，1999。

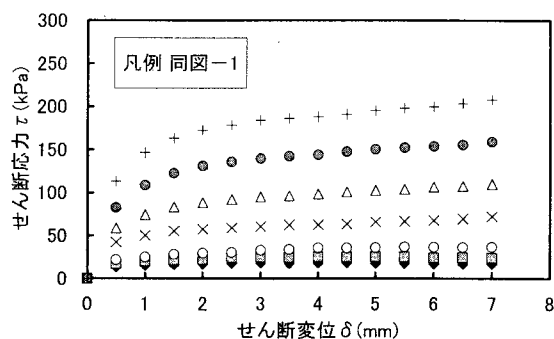


図-3 せん断応力-せん断変位関係(不飽和土)

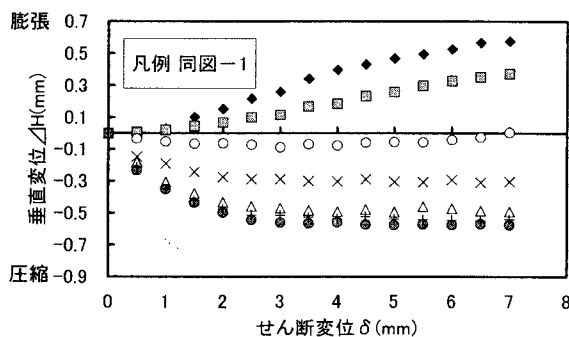


図-4 垂直変位-せん断変位関係(不飽和土)

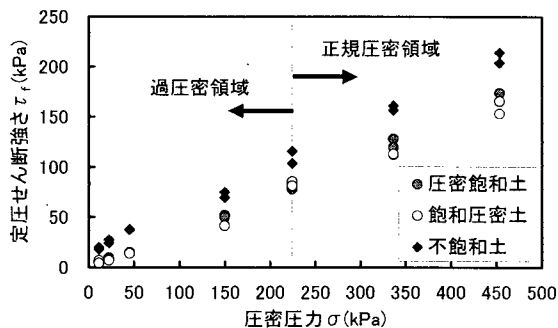


図-5 定圧せん断強さ-圧密圧力関係

表-3 過圧密領域・正規圧密領域別の強度定数

	領域	粘着力 c_d (kPa)	せん断抵抗角 $\phi_d(^{\circ})$
飽和土	過圧密	0.0	19.2
	正規圧密	0.0	19.8
不飽和土	過圧密	16.2	22.2
	正規圧密	12.8	23.4