

砂のせん断変形・強度特性における主応力作用方向の影響

鳥取大学工学部 正 清水正喜
(株) 鴻池組 正 ○松浦一成

1. はじめに

砂の異方性を調べるひとつの方法として、中空ねじりせん断試験機を用いて三軸圧縮応力状態（中間主応力＝最小主応力）で最大主応力の方向を鉛直方向から一定の角度で傾けた状態でせん断試験を行った。表1：試料の物理的性質

2. 試料および実験方法

試料：乾燥させた鳥取砂丘砂を用いた。主な物性値を表1に示す。比較のため豊浦標準砂のものと一緒に示した。

各物性値	鳥取砂丘砂	豊浦標準砂
土粒子の密度 ρ_s (gf/cm ³)	2.65	2.63
最大間隙比 e_{max}	0.84	0.93
最小間隙比 e_{min}	0.54	0.59

実験方法：空中落下法により中空供試体を作成した。所定の有効拘束圧（0.05、0.1、0.15(MPa)）で等方圧密した後、中空ねじりせん断試験(RTC)または三軸圧縮試験(CTC)を行った。中空ねじりせん断試験は排水条件で回転角制御により回転速度 0.6(度/min)でねじった。このとき、最大主応力が鉛直方向となす角度 α_σ が所定の値（20°、30°）になるように、鉛直荷重、内圧、外圧を制御した。三軸圧縮試験(CTC； $\alpha_\sigma=0$ ）は排水条件で応力制御により毎分約 3.5 (KPa)ずつ鉛直応力を増加させていった。表2に試験条件と供試体の初期条件を示す。応力とひずみの算定は安福らの方法¹⁾に従った。

表2：試験条件と供試体初期条件

No.	α_σ (度)	試験法	圧密圧力(MPa)	初期間隙比
1	0	軸方向圧縮 (CTC)	0.05	0.762
2	0		0.15	0.784
3	20		0.05	0.782
4	20	ねじりせん断 (RTC)	0.10	0.764
5	20		0.15	0.780
6	30		0.05	0.729
7	30	ねじりせん断 (RTC)	0.10	0.726
8	30		0.15	0.731

3. 結果および考察

図1と図2に1例としてNo.4 (RTC) の結果を示す。図1は主応力の時間変化であり、応力状態が三軸圧縮条件（ $\sigma_2=\sigma_3$ ）を満たしていることがわかる。図2は主応力の傾き α_σ の時間的変化で、 α_σ 一定でねじりせん断できていることがわかる。

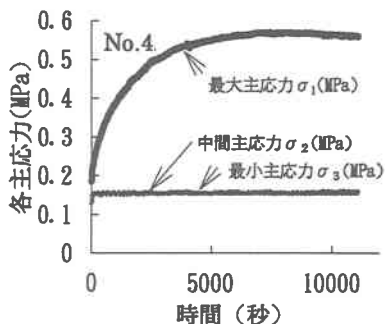


図1：主応力の時間的変化（RTC；No.4）

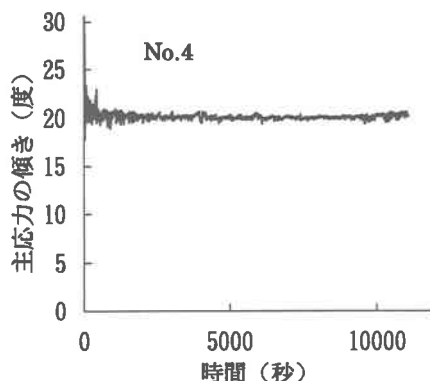


図2：主応力の傾きの時間的変化（RTC；No.4）

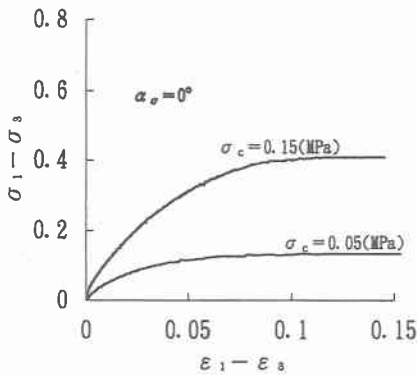


図3：主応力差と主ひずみ差の関係（CTC）

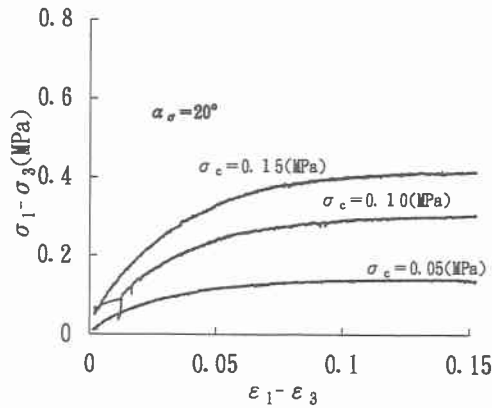


図4：主応力差と主ひずみ差の関係（RTC）

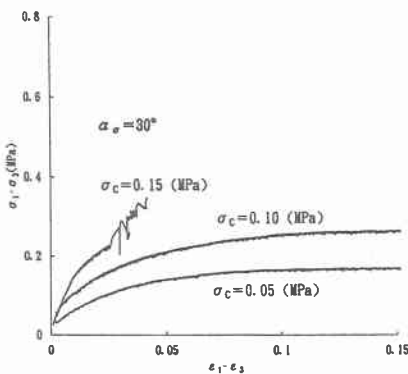


図5：主応力差と主ひずみ差の関係（RCTC）

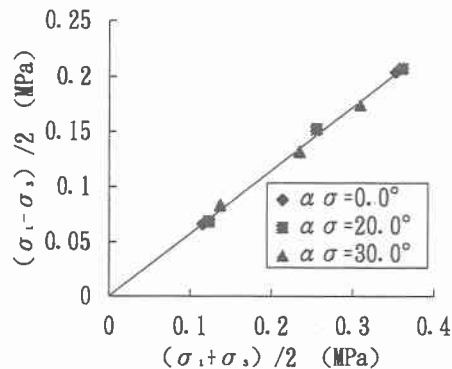


図6：破壊時の応力状態

図3～5に主応力差 ($\sigma_1 - \sigma_3$) と主ひずみ差 ($\epsilon_1 - \epsilon_3$) の関係を示す。図3は $\alpha_\sigma = 0$ の結果で、図4、5は中空ねじりせん断試験の結果である。これらの図を比較すると、応力-ひずみ挙動は α_σ によって大きな違いがみられない。破壊時の $(\sigma_1 + \sigma_3)/2$ と $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ の関係をプロットすると図6のようになった。いずれの試験も主応力差 ($\sigma_1 - \sigma_3$) にピークが見られなかったため $\epsilon_1 - \epsilon_3 = 15\%$ となったとき供試体が破壊したと仮定した。試験法および α_σ によらず、ほぼ同一直線上にプロットされている。これより用いた試料には強度異方性がみられなかったことになる。なお、内部摩擦角 ϕ_D は、34.9～35.4 となった。

4. あとがき

中空ねじりせん断試験機を用いて、三軸圧縮応力状態で主応力方向を鉛直からある一定の角度で傾けてせん断試験を行った。この方法によれば、異方性を調べるとき供試体を作成するのに都合がよい。さらに、中間主応力の大きさの影響を入れずに、純粋に主応力の作用方向の影響をみる事ができる。

参考文献

- 1) 安福 規之・村田 秀一・兵動 正幸・山本 修三・浜田 透：中空ねじりせん断試験機の試作とその適用，土質工学会中国支部論文報告書「地盤と建設」，Vol.10, No.1, pp83-100, 1992