

京都大学大学院 学 生 会 員 ○市之瀬知子
 京都大学大学院 フェロー会員 岡 二三生
 京都大学大学院 正 会 員 小高 猛司
 京都大学大学院 学 生 会 員 里村 知三

1.はじめに

三次元条件下での地盤の変形・破壊挙動の把握を目的として正規¹⁾及び過圧密粘土の角柱供試体を用いて三軸試験を行った。角柱供試体は境界条件の設定が容易であり、また円柱供試体と比較して断面の対称性が低く、ひずみの局所化の発生部位を事前に予測して十分な準備の下で観察することができる。そこで本報では図1に示す形状の角柱供試体について、表1に示す載荷速度で圧密非排水三軸圧縮試験を行い、せん断中の二側面の写真を画像解析し、せん断ひずみの局所化が生じて変形・破壊に至るまでを詳細に観察した結果を示す。

2.実験および画像解析の方法

粉末状の深草粘土($w_L=62\%$, $I_p=33\%$, $G_s=2.69\text{g/cm}^3$)に水を加えてスラリー状に練返した後、上載圧 98kPa で予圧密をした再構成粘土を用いて、専用トリマーにより角柱供試体を作製した。これをセル内に設置し、正規圧密として有効拘束圧 200kPa(セル圧 400kPa, 背圧 200kPa)で、また過圧密として有効拘束圧 300→50kPa(セル圧 500→250kPa, 背圧 200kPa)で等方圧密した後、拘束圧一定で軸ひずみ制御の非排水三軸圧縮試験を行った。供試体設置の際、供試体に 2mm 角の格子を描いたゴムスリートを被せ、せん断中、供試体の隣り合う二側面を定点カメラで撮影して変形の様子を記録した。写真をパソコンに取り込み、アクリルセルおよびセル内の水による屈折率を考慮し、補正した直交座標を設定した上で、各格子点の座標をデジタルソフトウェアで読み取った。その座標をもとに各格子点の変位および各要素内のせん断ひずみを計算してせん断ひずみの定量化および可視化を行った。

3.実験結果

図2に B_N-1 , B_0-1 のせん断ひずみの進展の様子と試験後の供試体写真を示す。白い矢印および数字 I, II は撮影方向を示す。ともに軸ひずみ 8% で両側面に上下角部からのびる 2 つの X 型が重なるように、せん断ひずみの局所化が現れている。20% において側面 I に現れた X 型のせん断帯が卓越している。また、 A_0-1 (図 3)についても、軸ひずみ 8% で両側面に上下 2 つの X 型のひずみの局所化が現れているが、最終的には座屈を生じている。図 4, 5 に B_N , D_N の応力~ひずみ関係を示す。 B_N (図 4)は軸差応力が低下しているが、その低下幅は小さく、安定して推移している。また D_N (図 5)は軸差応力が低下することなく上昇し続けている。図 6 に軸ひずみ 20% におけるせん断ひずみ分布図を示す。 B_N-2 , D_N-2 ともに複数の交差するせん断帯が現れていることが分かる。これらのことは載荷速度および正規・過圧密を問わずすべての供試体 B, D に共通していた。

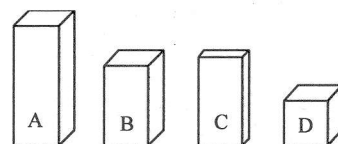


図1. 供試体形状

表1. 供試体寸法及び載荷速度

供試体No.	載荷速度 (%/min)	寸法 (cm)
A_0	1	$4 \times 4 \times 12$
	2	
	3	
B_N, B_0	1	$4 \times 4 \times 12$
	2	
	3	
C_N, C_0	1	$4 \times 4 \times 12$
	2	
	3	
D_N, D_0	1	$4 \times 4 \times 12$
	2	
	3	

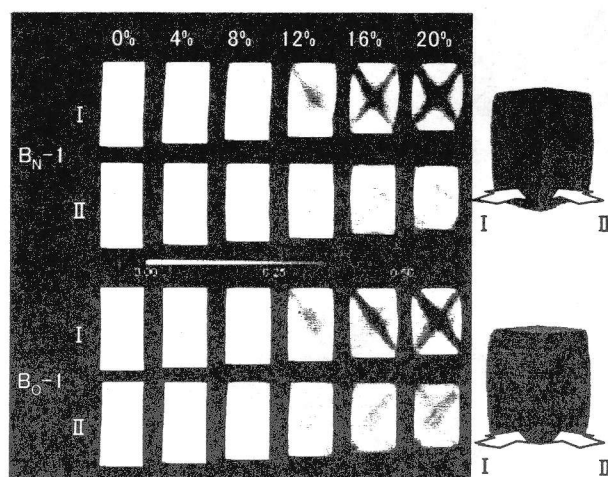


図2. せん断ひずみの進展の様子と試験後の供試体(B_N-1 , B_0-1)

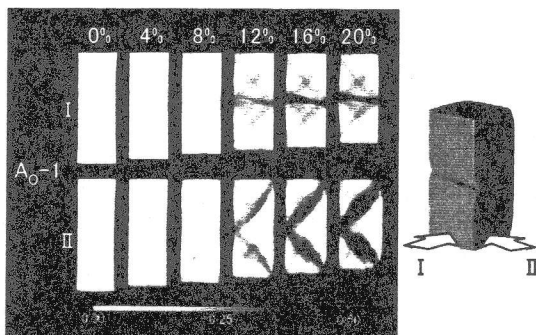


図3. せん断ひずみの進展の様子と試験後の供試体(A_0-1)

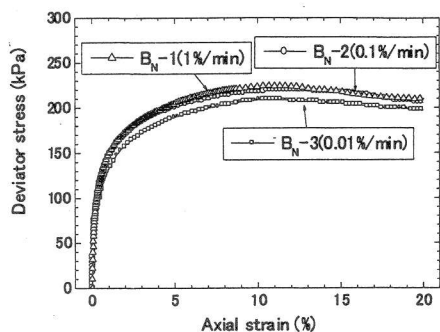


図4. 応力~ひずみ関係(B_N)

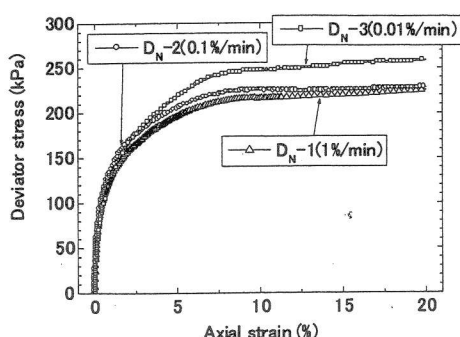


図5. 応力~ひずみ関係(D_N)

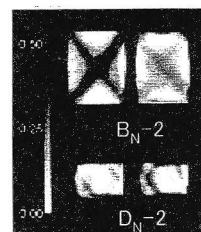


図6. 軸ひずみ20%におけるせん断ひずみ分布図(B_N , D_N -2)

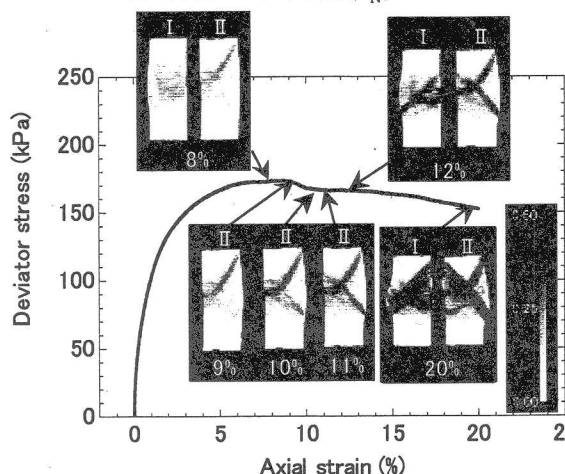


図7. 応力~ひずみ関係およびせん断ひずみ分布図(A_O -2)

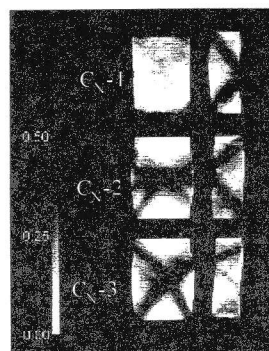


図8. 軸ひずみ20%におけるせん断ひずみ分布図(C_N)

図7に A_O -2の応力~ひずみ関係とせん断ひずみ分布図を示す。側面IIにおいて軸ひずみ9%で上部のせん断帯が右上端部から左側面部へと達しており、さらに左側面部からせん断ひずみの局所化が発達し始めている。これは軸差応力が急激に低下する軸ひずみと一致している。また、 C_N について図8に軸ひずみ20%におけるせん断ひずみ分布図を示す。 C_N -1は座屈を生

じており、 C_N -3は供試体Bに見られたようなX

型のせん断破壊を生じている。また C_N -2は折れ曲がりながらもX型のせん断帯を生じている。応力~ひずみ関係(図9)を見ると、座屈した C_N -1のみ軸差応力が急激に低下している。せん断ひずみ分布図(図10)を見ると12%で座屈モードが卓越しており、このために軸差応力が低下したと考えられる。

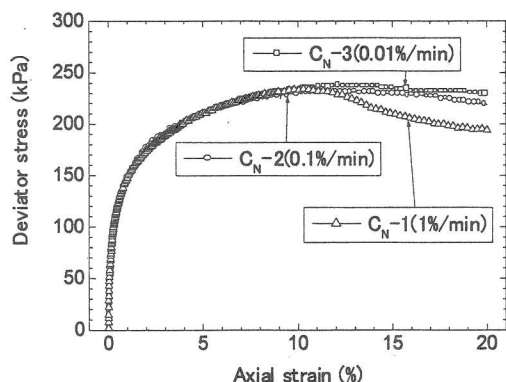


図9. 応力~ひずみ関係(C_N)

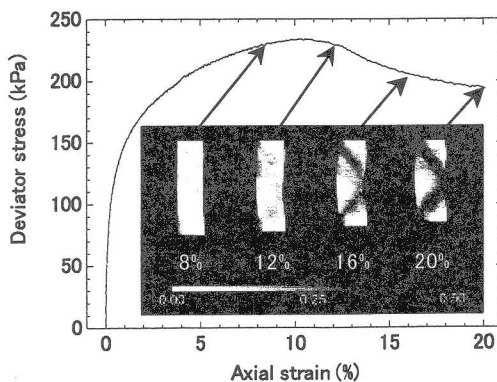


図10. 応力~ひずみ関係およびせん断ひずみ分布図(C_N -1)

4.まとめ

せん断ひずみの局所化はせん断開始後、それぞれの側面ではほぼ同程度、発生する。しかし、ある軸ひずみを境に座屈やせん断破壊などの変形モードに分歧し、破壊に至る。その変形モードは強度に大きく影響を与えており、座屈型のものや特定のせん断帯が卓越するものは軸差応力が急激に低下し、またせん断帯が複雑に交差するせん断破壊を生じたものは、軸差応力は低下するがその低下幅は小さく、安定して推移する。

参考文献：1)岡，小高，田久，里村(2001)：粘土角柱供試体を用いた三軸試験によるひずみの局所化の観察，第36回地盤工学研究発表会講演概要集。