

III-49

二方向単純せん断を受ける締固め粘土の応力・変形特性

九州大学工学部 正 山内 豊聡 正 落合 英俊 正 林 重徳
学○重光 達 学 村上 義浩

1. まえがき

様々な応力履歴を受ける現地盤の三次元応力状態を再現する目的で、当研究室で試作した一般応力型圧縮試験装置は、立方供試体の各面上に三つの垂直応力および三つのせん断応力をそれぞれ独立に制御することにより、任意の応力経路を与えようとするものである。ここでは、平均主応力一定の等方および異方拘束圧条件下で、二つの方向のせん断応力をそれぞれ独立に供試体に載荷することにより、締固め粘土の単純せん断特性におよぼす拘束圧の影響および応力履歴の影響について検討した。

2. 実験概要

2-1 供試体

試料には、白色粘土(市販カオリン $G_s=2.69$, $w_L=49.6\%$, $I_p=26.4$)を用い、含水比 $w=31\%$ に調整・養生し、乾燥密度が $\rho_d=1.40\text{ g/cm}^3$ で均質になるようにフローティングモールド法で静的に締固めた後、トリマーで立方供試体(9×9×9 cm)を成形し作製した。

2-2 実験方法

供試体に加えられる応力状態を図-1に示す。実験は $\sigma_z = \sigma_y$ の状態で行い、側方応力と鉛直応力との比 $\sigma_x/\sigma_z = \sigma_y/\sigma_z = K$ とする。平均主応力 $\sigma_m = 0.6\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$ = 一定とし、 $K = 0.55 (=K_0)$, 0.70 および 1.00 となるように三つの垂直応力を決定した。初期圧縮過程においては図-2に示す応力経路で垂直応力を載荷した。せん断過程においては、図-3のひずみ経路に示すように、 $X(Y)$ 方向にせん断応力載荷後、 $Y(X)$ 方向に載荷して試験($X \rightarrow Y$ 試験(経路 1, 2, 3), $Y \rightarrow X$ 試験(経路 5, 6, 7))ならびに二方向同時に載荷して試験($X \cdot Y$ 試験)を行った。経路番号 2, 4, 6 については $K=0.55, 0.70, 1.00$ で、その他については $K=1.00$ で実験を行った。

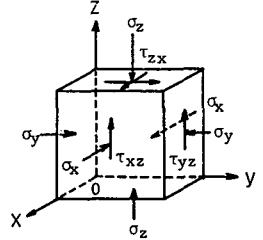


図-1 供試体の応力状態

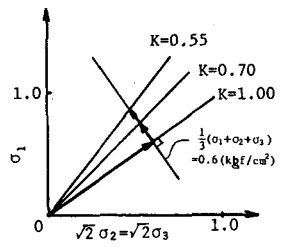


図-2 初期圧縮応力経路

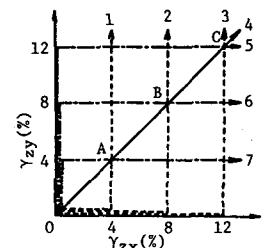


図-3 せん断ひずみ経路

3. 実験結果と考察

3-1 一方向単純せん断試験

一方向の単純せん断応力 τ_{zx} とせん断ひずみ γ_{zx} の関係に及ぼす K 値の影響を図-4に示す。 K 値の小さい方がせん断応力 τ_{zx} が大きくなり、せん断面上の垂直応力 σ_z は K 値が小さい程大きいので、応力比 τ_{zx}/σ_z をとると図-5のようになる。応力比は、等方圧縮を受けた方が、異方圧縮を受けた場合より大きくなる。図-6に、軸ひずみ ϵ_x, ϵ_y とせん断ひずみ γ_{zx} の関係に及ぼす K 値の影響を示す。いずれの K 値の場合も、せん断方向と垂直方向の軸ひずみ ϵ_x, ϵ_y は膨張傾向にあり、しかも

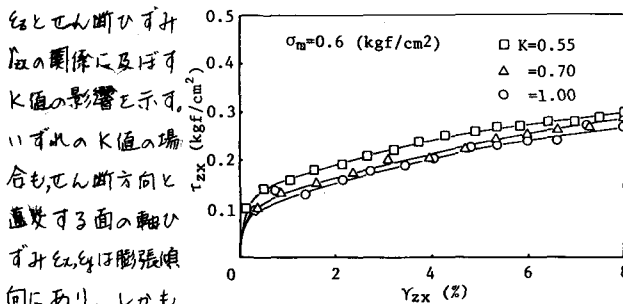


図-4 せん断応力とせん断ひずみの関係

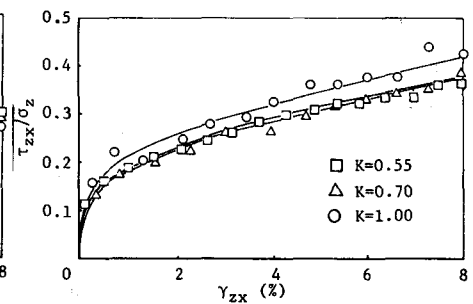


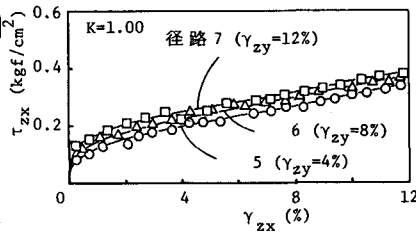
図-5 応力比とせん断ひずみの関係

σ_z/σ_y にもかわら

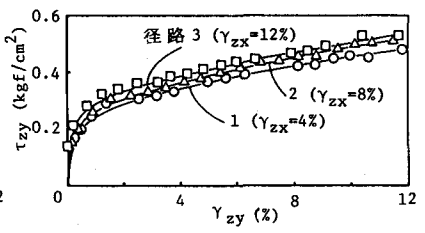
せん断方向(ε方向)の膨張量が常に大きい。そして、K値が小さい程、ε_x, ε_yの膨張量が大きい。一方、せん断面の軸ひずみεは常に圧縮傾向にあり、K値が小さい程圧縮量が大きい。K値が小さい場合には、せん断面の垂直応力σ_zが大きく、側方応力(σ_x=σ_y)が小さいのでこの様な傾向が現われると考えられる。

3.2 二方向単純せん断試験

図-3の径路の中で、径路5, 6, 7のε方向のτ_{zx}~γ_{zx}関係および径路1, 2, 3のγ方向のτ_{zy}~γ_{zy}関係をそれぞれ図-7の(a), (b)に示す。いずれの場合も、せん断ひずみ履歴が大きくなる程せん断応力が大きくなる。図-3の中



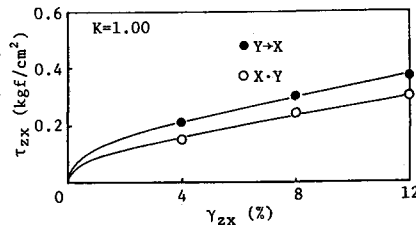
(a) ε方向



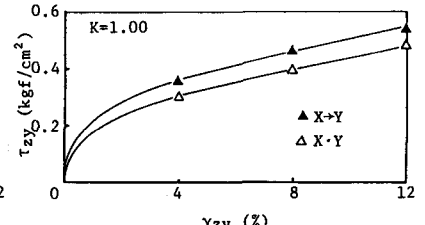
(b) γ方向

図-7 ひずみ履歴の異なる場合のせん断応力とせん断ひずみの関係

中のA, B, C点において、径路5, 6, 7と径路4のτ_{zx}~γ_{zx}関係および径路1, 2, 3と径路4のτ_{zy}~γ_{zy}関係をそれぞれ図-8の(a), (b)に示す。X→Y試験およびY→X試験の方が



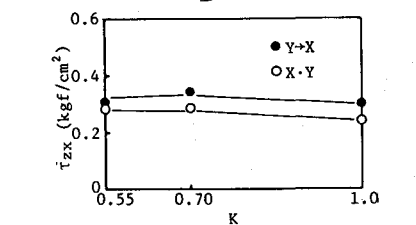
(a) ε方向



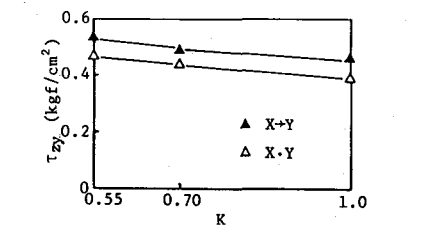
(b) γ方向

図-8 ひずみ径路の違いとせん断応力の関係

力が大きい。また、B点(ε_{zy}=8%)についてτ_{zx}およびγ_{zy}とK値の関係をそれぞれ図-9の(a), (b)に示す。いずれのK値の場合も、X→Y試験およびY→X試験の方がX→Y試験よりせん断応力が



(a) ε方向



(b) γ方向

図-9 K値およびひずみ径路の違いとせん断応力の関係

大きい。これは、本供試体がせん断ひずみの増加と共に漸増する応力ひずみ関係をもつので、X→Y試験およびY→X試験が、X→Y試験に比べてせん断ひずみ径路が長くせん断応力も大きくなるためと考えられる。なお、本試験装置は、ε方向とγ方向の垂直応力載荷方式が異なり、ε方向は剛板、γ方向は9×9=81本のロッド束で載荷している。この載荷機構の違いは両方向のせん断応力の値に影響を及ぼすと考えられる。本実験結果では、γ>εになっており(図-7を参照)、今後検討の余地がある。

4. あとがき

締固め粘土について、平均主応力一定のもとでの一方向および二方向単純せん断試験結果をまとめると以下のようになる。1)一方向の単純せん断応力-変形特性に対して異方拘束圧が影響を及ぼし、特にせん断面の垂直応力の影響が大きい。2)二方向単純せん断において、せん断ひずみ履歴の影響があり、二方向同時載荷の場合と一方向づつ別々に載荷する場合では明らかな差がある。

参考文献

- 1) 山内・巻内・藤畑(1980): 昭和54年度工不学会西部支部講演集 pp.119~120