

北海道大学工学部 正員 〇三 浦 清一

三田地利之

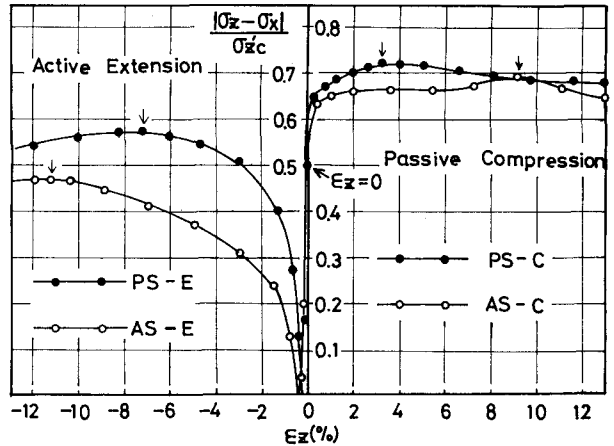
北郷 繁

[1] まえがき

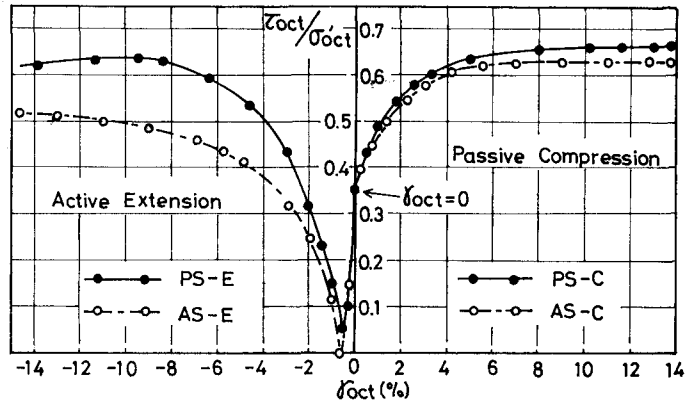
土構造物のせん断変形特性やタイレイタンスー特性は、土粒子相互の相対変位の結果として生ずるものである。この相対変位の発生は、当然変形条件の影響を受けるものであるから、せん断特性におよぼす変形条件の影響を明らかにすることは土質工学上重要な問題である。そこで本報告は、変形条件として平面ヒズミ、軸対称の両条件をとりあげ、それぞれ圧縮側・伸張側での応力-ヒズミ間ゲキ水圧挙動の詳細な比較検討を行なって、粘性土のせん断機構を追求しようとするものである。

[2] 応力-ヒズミ挙動について

実験試料、実験手法および試験名は、別報¹⁾と同一である。伸張側では主応力面の回転が生じるので、主応力表示としては x - y - z 座標系を用いる。つまり、 σ_x , σ_y , σ_z は圧縮側でそれぞれ、最小、中間、最大有効主応力であり、一方伸張側では、最大、中間、最小有効主応力となる。図-1には、主応力差 $|\sigma_z - \sigma_x|$ を K_0 圧密終了時の鉛直応力 σ_{zc} で除した値と軸ヒズミ ϵ_z の関係を示してある。圧縮側では、PSとASのピーク時の ϵ_z がそれぞれ、3%、9%であり、他の報告^{2,3)}と同様な傾向を示している。一方伸張側では、主応力の回転が $\epsilon_z = 0.3\%$

図-1. $|\sigma_z - \sigma_x| / \sigma_{zc}$ と ϵ_z の関係

(PS), 0.4%(AS)で生じている。また、ピーク時の ϵ_z は、PS 8%, AS 11%であり、圧縮側と同様にPSの応力-ヒズミ曲線はASにくらべ、立ちあがり急であるといえる。また圧縮・伸張両側でPSの $|\sigma_z - \sigma_x|$ はASのそれにくらべ大きく、さらに圧縮と伸張の比較では、全般的に圧縮側の方が大きい傾向にある。これらの結果はVoidらの報告とも一致している。次に中間主応力を考慮にいた正八面体面上での応力-ヒズミ関係を検討

図-2. T_{oct} / σ_{oct} と γ_{oct} の関係

するため、図-2にせん断応力 T_{oct} と垂直応力 σ_{oct} の比(T_{oct} / σ_{oct})とせん断ヒズミ γ_{oct} の関係を示した。圧縮側では、ASがやや下側を推移しているが、ASとPSはほぼ一致しているとみなせる。さらに伸張側のPSも γ_{oct} をシフトさせれば、圧縮側の曲線にはほぼ一致してくる。しかしAS-Eはこの曲線のかなり下側を推移するが、その理由は次のように考えられる。AS-Eでは T_{oct} は $|\sigma_z - \sigma_x|$ に比例し、 $\sigma_z = \sigma_x$ の時 $T_{oct} = 0$ となるが、PS-Eでは $T_{oct} = 0$ となるための条件つまり $\sigma_z = \sigma_y = \sigma_x$ 状態がせん断中生じ得ないことから、 $T_{oct} = 0$ とはならない。その結果伸張側では、ASとPSは同一の有効応力径路を取り得ないことになる。この点に関しては、loading Extension試

験を実施してさらに確認する必要がある。いずれにしてもPSでは、その応力-ヒズミ関係として次式のような関係式が想定される。

$$\sigma_{oct}/\sigma'_{oct} = f(\gamma_{oct}) \cdots (1) \quad \text{ここで } \gamma_{oct} = \frac{2}{3}\sqrt{(E_x - E_y)^2 + (E_y - E_z)^2 + (E_z - E_x)^2}, \quad \sigma'_{oct} = \frac{1}{3}\sqrt{(\sigma'_x - \sigma'_y)^2 + (\sigma'_y - \sigma'_z)^2 + (\sigma'_z - \sigma'_x)^2}, \quad \sigma'_{oct} = \frac{1}{3}(\sigma'_x + \sigma'_y + \sigma'_z)$$

[3] 間ゲキ水圧挙動について

セン断中の間ゲキ水圧 Δu におよぼす変形条件の影響を比較検討するために、 $\{\Delta u_s = (\Delta u - \Delta \sigma'_{oct}) / (\sigma'_{oct})_c$ と γ_{oct} の関係を図-3に示した。図から明らかなように、圧縮側ではAS、PSともにほぼ一本の曲線上にあるとみなすことができるが、伸張側ではPSの方がやや大きい傾向にある。これらの結果はVoidらの実験結果とほぼ同一傾向にあるが、伸張側の Δu_s が圧縮側のそれより全般的に大きいという点で彼らの報告と異なっている。圧縮と伸張におけるこの相違は、 K_0 圧密過程に生じた粘土粒子の配列の異方性に起因するものと考えられる。図-4は $\Delta u_s / (\sigma'_{oct})_c$ と $\Delta \sigma'_{oct} / (\sigma'_{oct})_c$ の関係を示したものであるが、圧縮側・伸張側ともに変形条件による影響はほとんどないといえる。しかし、圧縮と伸張で比較すると両者は全く異なった挙動を呈している。このことから、圧密時の応力条件が異方的である場合、セン断時のサイレイトンシー挙動は主応力の回転に大きく影響を受けると結論できよう。

[4] 中間主応力 σ'_y の挙動について

平面ヒズミ状態下で発生する中間主応力 σ'_y と他の主応力の和 $(\sigma'_z + \sigma'_x)$ との比を m とし、 m と E_z の関係を示したのが図-5である。圧縮側では既に報告した結果と同様にヒズミに無関係に一定値($m_0 \approx 0.29$)を示している。一方伸張側ではセン断初期に主応力の回転が生じたのち、 $E_z \approx 4\%$ 以後一定値($m_E \approx 0.64$)となるが、 $m_E > m_0$ であり、Campanellaらの報告結果($m_c \approx m_0$)とは異なっている。一方 $\sigma'_{oct} / \sigma'_{oct}$ 、 m および ϕ の間には別報のような関係があり、本実験のように ϕ が大きく異なりかつ $\sigma'_{oct} / \sigma'_{oct}$ が圧縮と伸張でほぼ等しい値をとる場合には、 $m_E > m_0$ なる条件が成立し得ると考えられる。いずれにしても、この点に關しては別の応力経路の平面ヒズミ試験を実施して詳細に検討するつもりである。

[5] あとがき 本研究を実施するに際しては、本学卒業生佐藤正朝(現電々公社)、橋孝則(現日本道路公団)両君の協力に負うところが大きい。また、実験に関しては工藤豊枝宮の協力を得た。さらに、本研究に対して昭和50年度文部省科学研究費の補助を受けた。記して深甚なる謝意を表する。

[参考文献]

- 1) 三田地三浦、北郷：粘性土の強度～、第31回秋期講演集、1976
- 2) Henkel & Wade：Plane Strain～、Proc. ASCE, Vol. 92, 1966
- 3) 北郷、三田地、三浦：平面ヒズミ試験機～、第28回秋期講演集、1973
- 4) Void & Campanella：Triaxial and～、Proc. ASCE, Vol. 100, 1974
- 5) 北郷、三田地、三浦、鈴木：平面ヒズミ～、土質学会論文誌特号No. 16, 1976
- 6) Campanella & Void：Influence～、Proc. 8th ICSMFE, Vol. 1, 1973

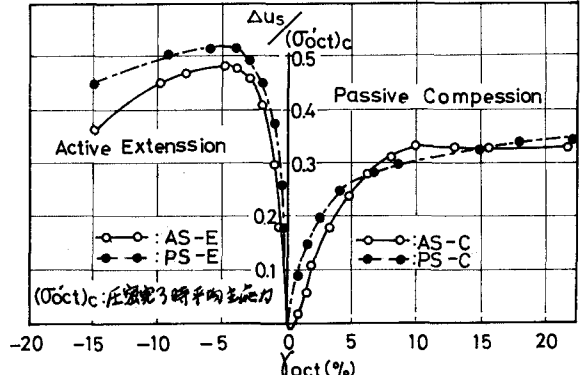


図-3. $\Delta u_s / (\sigma'_{oct})_c$ と γ_{oct} の関係

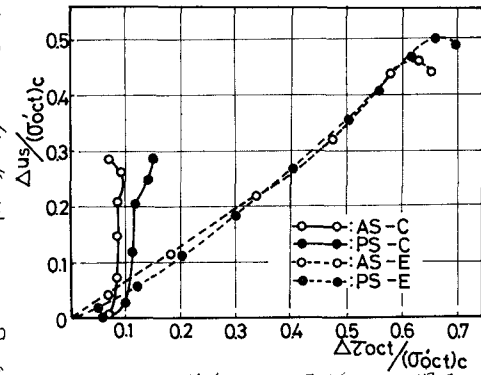


図-4. $\Delta u_s / (\sigma'_{oct})_c$ と $\Delta \sigma'_{oct} / (\sigma'_{oct})_c$ の関係

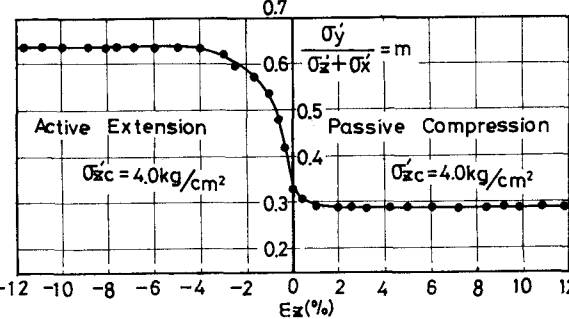


図-5. $\sigma_y / (\sigma_z + \sigma_x) = m$ と E_z の関係