

III-14 ドレーンペーパーが三軸伸張試験におよぼす影響について

運輸省 港湾技術研究所 ○正会員 土田 孝
学生会員 佐藤正春
正会員 小林正樹

1. はじめに

近年、弾塑性理論に基づいた地盤の数値解析手法が盛んに研究されており、その場合の入力データとして通常の三軸試験の結果が使用されることが多いが、特に土の強度変形特性の異方性を考慮するため、三軸伸張試験も圧縮試験とともに行なわれている。圧密係数の小さい粘性土の三軸試験では、圧密を促進させるため通常は短冊状のドレーンペーパーを用いているが、最近このドレーンペーパーが伸張試験の強度に大きく影響することが指摘されている。そこで今回異なる2種類のドレーンペーパーを用いて一連の三軸伸張試験を実施し、圧密による時間効果およびドレーンペーパーの種類が粘土の伸張強度、変形におよぼす影響を調べた。

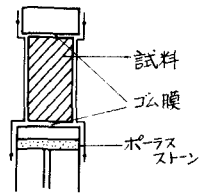


図-1

短冊型 リング型

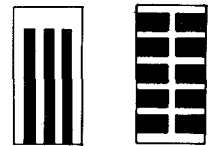


図-2

2. 実験方法

実験に用いた試料は、実験室内で練り返し後0.5% σ_v で再圧密した横浜本牧粘土である。その物理的性質は、 $G_s=2.71$, $w_L=84.6\%$, $w_p=38.8\%$, $I_p=45.8$ である。図-1は供試体の三軸室内でのセット状況である。供試体寸法は直径3.5cm, 高さ7.0cmとし、両端面はシリコングリースを塗ったゴム膜によって摩擦を除去している。図-2は今回用いたドレーンペーパーの形状であり、通常の短冊型のもと「リング型」の2種類で試験した。伸張試験は2.0% σ_v で等方圧密後の試料と、 $\sigma_1=1.05\sim1.09$ kg/cm^2 , $\sigma_3=0.4$ kg/cm^2 で K_0 圧密(供試体の体積変化と沈下の関係で調整)後の試料について実施した。

3. 実験結果

ドレーンペーパーの種類が変わると、一次圧密に要する時間が変わるなどせん断前の圧密の条件が異なってくるので、圧密の時間効果が伸張試験にどのように影響するか調べる必要がある。図-3は、リング型のドレーンペーパーを用いた試料について圧密時間を種々に変化させて伸張試験を実施した結果で、軸ひずみをパラメータとして軸差応力と示している。図をみると、圧密時間が長くなるにつれて強度も増加し、特に圧密時間が短い場合には強度が急に低下する傾向のあることがわかる。

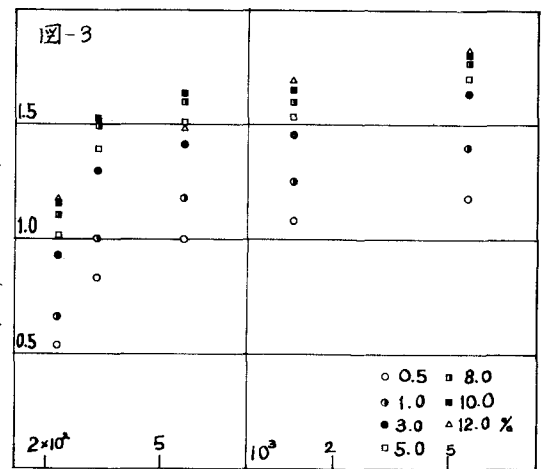


図-3

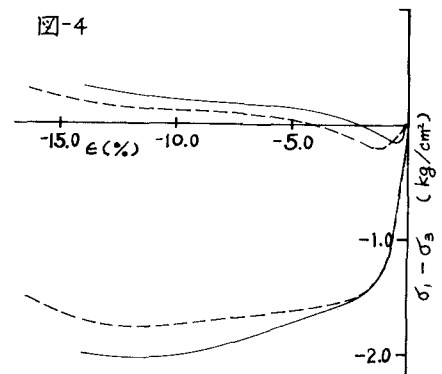


図-4

図-4は、2種のドレーンペーパーを用いた等方圧密後の伸張試験結果と比較したものである。短冊状のドレーンペーパーを用いた場合の ϵ 法で求めた t_{100} は約35~55分、リング型では100~140分であり、両者の応力~ひずみ関係を比較するためには圧密の条件をほぼ等しくする必要がある。そこで図-4には短冊状、リング状の各ドレーンペーパーを用いた試料をそれぞれ19・ t_{100} , 23・ t_{100} だけ

圧密させたものを比較した。図をみると、ひずみが2%程度までは応力～ひずみ曲線がほぼ同一であるが、しだいに差が生じてピーク時には短冊状のドレーンペーパーを用いた方が、約15%大きな強度を示している。

図-5

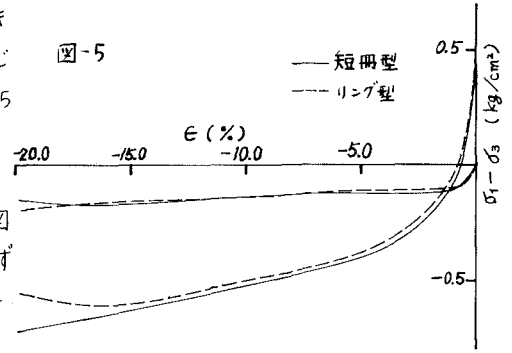
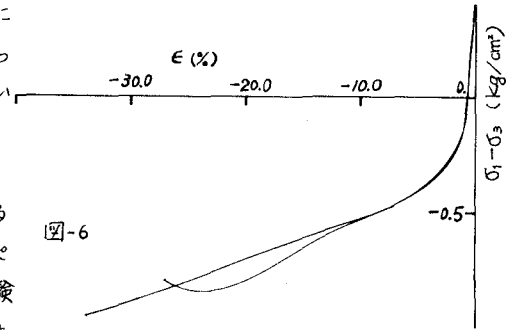


図-5は、 K_0 圧密した試料について同様に比較したものである。圧密時間は短冊状、リング状それぞれ7.9・ t_{100} , 8.8・ t_{100} 分である。図をみると K_0 圧密した場合は、ひずみが約15%程度までは応力～ひずみ曲線は同様の傾向を示している。しかし、リング状のドレーンペーパーを用いた試料が17.5%でピークに達しているのに対して、短冊状のドレーンペーパーを用いた場合は20%に達しても強度が増加している。図-6は短冊状のドレーンペーパーを用いた試料を30%まで伸張した例を示すが、変形が大きくなってからの強度増加が顕著である。リング状のドレーンペーパーを用いた場合は、すべて15～20%のひずみでピークに達している。

4. まとめ

粘性土の非排水伸張強度は圧密時間により大きく影響されるので、ここでは t_{100} を基準にして圧密の条件を合せドレーンペーパーの影響を調べた。その結果2.0%の等方圧密後伸張試験を行なった場合、最大軸差応力で15%程度の差が生じた。Costa-Filho はリオデジネイロ粘土 ($C_u = 0.003 \text{ cm}^2/\text{min}$, $I_p = 90$) について、ドレーンペーパー (短冊状) がある場合の CU 伸張強度 (等方圧密後) は、ドレーンペーパーが無い場合よりも75%大きいと指摘しているが⁽¹⁾、今回の結果はそれらのデータほどの差はみられなかった。また、 K_0 圧密した場合は、圧密中の軸方向の変形が大きくドレーンペーパーの縮みも大きいので、せん断後の影響はひずみが10%以上生じてから現れた。特に短冊状のドレーンペーパーを用いると、ひずみが20%以上のところで大きな影響が生じてくる。 K_0 圧密時の軸方向沈下量は圧密圧力によって異なるので、ドレーンペーパーの影響も当然異なったものになるが、圧密圧力が小さいほど影響の大きいことが予想される。半沢らはイランのKHORAL-ZUBAIRの粘土について、原位置の上載圧と等しい圧力で K_0 圧密した後三軸伸張試験を行ない、ドレーンペーパー (短冊状) を用いない場合の強度は用いた場合の60～80%になったと報告しているが、この原位置上載圧再現型の K_0 圧密では、圧密中の沈下量が一般にわずかなもので、短冊状のドレーンペーパーが強度に影響することは十分考えられる。

図-6



今回の実験では2種類のドレーンペーパーを用いて比較したが、ドレーンペーパーを用いない状態で試験することも望ましいわけである。しかし、両端面の摩擦を除去した状態でドレーンペーパーを用いず圧密することが難しいこと、また圧密に時間がかかりすぎ通常の圧密時間 (1～3日) では供試体内で排水面からの距離による圧密条件の不均一がはなはだしくなり伸張中に応力が集中しやすいことなどから、ドレーンペーパーを用いない伸張試験は一般の粘性土については難しいと考えられる。今回用いたリング型のドレーンペーパーにしても、変形の方に対して試料の圧密の程度が不均一であり、ドレーンペーパーの悪い部分に応力の集中するのが観測された。

新しい数値解析手法の開発にもない三軸試験の結果が多様に利用されているが、土の三軸試験特に伸張試験が十分な精度で土の要素試験とみなし得るかどうかを今後も検討する必要がある。

5. 参考文献:

- (1) L. de M. Costa-Filho (1978) Discussion Geotechnique
- (2) H. HANZAWA (1977) Field and laboratory behaviour of Khor Al-Zubair clay S&F Vol. 17 No. 4