

京都大学 工学部 正会員 青木 一男
 京都大学 工学部 正会員 松尾 新一郎
 住友金属 会田 武彦

1. はじめに

前回の報告では、真空圧密試験¹⁾、載荷式大型圧密試験²⁾によるパーシャルドレーン工法の圧密特性について、また泥水中の混合材の分散性³⁾について示した。本報告では、パーシャルドレーン工法を用いた場合のせん断特性について検討し、さらにパーシャルドレーンの圧密促進効果の機構をモデル化し、有限要素法による非線形圧密解析法を用いて数値的に解析検討した。

2. 実験結果

パーシャルドレーンは、粘土中に混合材が分散して混入しているため、この混合物質により同じ圧密荷重下にある無処理試料と比較して、せん断強度が低下するか、増加するかそのせん断特性を検討する目的で、直接一面せん断試験を行なった。

実験に用いた試料は、大阪湾姫島から採取された粘土($q_s=2.65$ LL=92.3%, PL=39.5%, 含水比100%)を十分に練造したものである。混合材は、前回の報告で圧密促進効果の発揮されているとみなせる新聞紙であり、混入率は、体積率で2%, 4%である。せん断試験において、荷重段階は、 $0.4 \text{ kg/cm}^2 \sim 2.8 \text{ kg/cm}^2$ で変位速度は 1 mm/min の急速せん断試験を行なった。

3. 実験結果と考察

せん断試験から得られた C_u/p 値は、図-1 より次のような値となった。

無処理試料 0.289

混入率2%試料 0.491

混入率4%試料 0.494

パーシャルドレーンの C_u/p 値は、無処理試料のそれに比べて1.6倍程度であり予想していた値よりかなり大きなせん断強度を示している。また混入率が2倍になっても C_u/p は、ほとんど変わらない。これは、混合材の混入による強度増加に限界があると考えられる。つまり粘土粒子と混合物質との混合体の強度が混合物質自体の強度に影響され、混合物質自体の強度が増加しない限りこれ以上の強度の増加は、期待できない。またせん断時におけるパーシャルドレーンの破壊面は、混合材の配列の仕方によって、すべりやすくなったり、すべりにくくなったり、不連続になると考えられる。図-2、図-3は、せん断時の応力-水平変位曲線を示す。無処理試料の場合、せん断開始後早い時期にせん断ピークが現れるのに対し、パーシャルドレーンでは、せん断応力がせん断開始後急速に増加し、変位が大きくなってからも増え続け、明確なピークが現れない特徴を示している。この現象は、パー

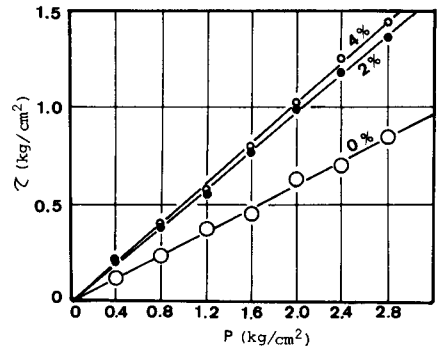


図-1 τ - P 図

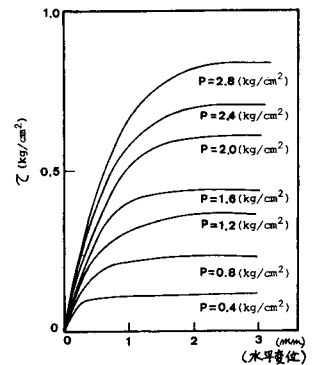


図-2 応力-水平変位曲線

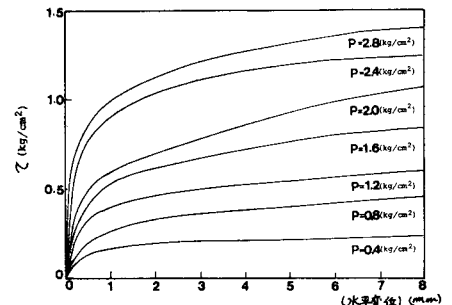


図-3 応力-水平変位曲線

シールドのせん断強度が、混合物質と粘土粒子というせん断特性の異なった2つの物質の影響を受けているため、変位が大きくなっても混合材の作用が強く結果と考える。

4. パーシャルドレーンのF.E.Mによる解析

本研究では、2次元圧密問題において、時間的および場所的に C_u 値、 α_u 値、 m_u 値、層厚の変化を考慮した非線形の応力-変形特性を導入して解析した。 C_u 値、 m_u 値の変化は、荷重段階を細かくした圧密試験から求めた値を両対数でプロットし最小二乗法より求めた結果、次式の関係が得られた。

$$\log C_u = 0.304 \log P - 3.905$$

$$\log m_u = -0.987 \log P - 0.778$$

上式のように C_u 値、 m_u 値が、有効応力の関数で与えられるということ、は有効応力が、時間と場所の関数で与えられているので、当然、 C_u 値、 m_u 値も時間と場所の関数で表わされることになる。次に層厚の変化は、Time Stepごとに沈下した量だけ座標変換して導入した。

このような非線形の応力-変位特性を用いた解析法⁴⁾により、無処理試料と、パーシャルドレーンを施した試料について解析を行なった。図-5は、無処理試料の沈下量-時間曲線であり、 C_u 値、 m_u 値両方とも変化させた曲線が、実験値に良く一致している。図-4は、パーシャルドレーンのモデル化を示す。丸印の要素は、他の要素に比べて、透水性の良好な性質が存在しているため、その要素の C_u 値が100倍、1000倍の値として与える。さらに丸印の要素間のパイプで結ばれているとみなし、節点間の間接水圧を平均化する操作を行なった。これから2つの操作でパーシャルドレーンの圧密促進効果の機構のモデル化を試みた。このモデル化により解析した沈下量-時間曲線を図-6に示す。丸印の要素の C_u 値が他の要素のその1000倍としたモデルが、実験に近い値を示している。これによりパーシャルドレーンの圧密促進効果の機構のモデル化の正当性ならびに、そのメカニズムが明らかになったと考える。

5. おわりに

今回の報告では、パーシャルドレーンを施した試料のせん断強度の面から検討した結果、その特性が明らかになり、他の物理的な圧密促進法に比べて劣ることのない結果が得られた。さらに非線形の応力-変位特性を用いた2次元圧密問題のF.E.M解析により、パーシャルドレーンの圧密促進効果の機構をモデル化し検討した結果、そのモデル化の正当性ならびに圧密促進効果のメカニズムが、少しはあるが明らかになったと考える。

<参考文献>

- 1) 松尾、青木、高田、「軟弱粘土の圧密促進法について」土木学会第31回年次学術講演会概要集Ⅲ pp.176~177 (1976)
- 2) 松尾、青木、徳田、「軟弱粘土の圧密促進法(Ⅱ)」土木学会第32回年次学術講演会概要集Ⅲ pp.492~493 (1977)
- 3) 松尾、青木、岸川、「軟弱粘土の圧密促進法(Ⅲ)」土木学会関西支部年次学術講演会概要集Ⅲ-34-1~2 (1978)
- 4) 松尾、青木、会田、「有限要素法による圧密解析法」土木学会関西支部年次学術講演会概要集Ⅲ-36-1~2 (1979)

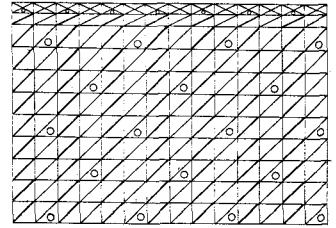


図-4 パーシャルドレーンのモデル化

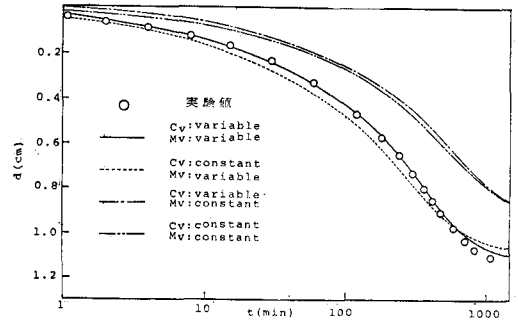


図-5 沈下量-時間曲線

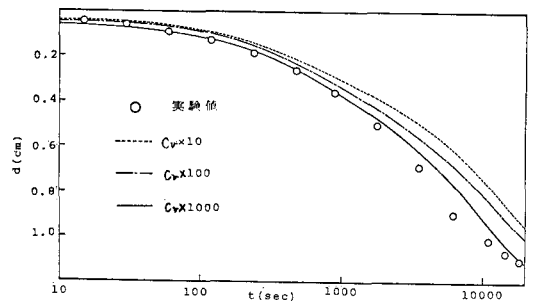


図-6 沈下量-時間曲線