

京都大学 工学部 正会員 松尾 新一郎

京都大学 工学部 正会員 ○青木 一男

前田建設 正会員 徳田 憲治

## 1. はじめに

前回の報告では、簡単な圧密試験を行ないパーシャルドレーン工法の有効性について示した。本報告では、さらに詳しく調べるため真空圧密装置を作製して、圧密試験を行ないパーシャルドレーンの真の圧密促進効果について検討し、また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(F.E.M)を用いて数値的に解析し検討した。

## 2. 実験概要

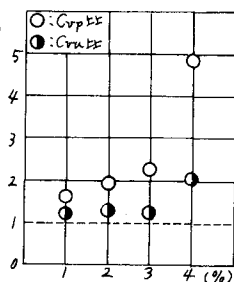
実験に用いた試料は、大阪湾姫島から採取された粘土( $G_s=2.648$ ,  $L_L=92.3\%$ ,  $PL=39.5\%$ , 含水比100%)を十分練返したものである。混合材は、前回の報告で圧密促進効果の発揮されているとみなせる繊維類、紙類の中から、新聞紙、木綿布、綿の3種類を選び出した。混入率は、体積率で1%, 2%, 3%, 4%である。本研究では、混入処理した試料を2種類作製した。まずひとつは、混合材を粘土試料中にはほぼ均一に分散させたもの(分散試料)、つまりパーシャルドレーンである。他方は、圧密リングの底に前者と同量の混合材をかためて処理したものである。これら両者を比較することにより、混合材自体の圧縮性や粘土量の減少による、みかけの圧密促進効果を取り除いた、真のパーシャルドレーンの効果が明らかになると思われる。

## 3. 実験結果と考察

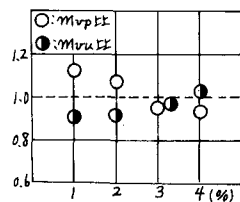
分散試料と底にかためて処理した試料との圧密係数、体積圧縮係数をそれぞれ無処理試料の値と比をとった  $C_{vp}$  比,  $C_{vu}$  比,  $M_{vp}$  比,  $M_{vu}$  比について検討した。その結果は、図一1～図一6に示す。新聞紙、木綿布では、混入率が増加するにしたがって、 $C_{vp}$  比の方が  $C_{vu}$  比より増加して、その差が明らかに大きくなっている。つまり真のパーシャルドレーンの効果が、発揮されているとみなせる。綿では、混入率が増加しても、 $C_{vp}$  比,  $C_{vu}$  比の差があまり出でこず、真のパーシャルドレーンの効果が、発揮されていないように考えられる。

次に底にかためて処理した試料が、みかけの圧密促進効果を発揮する理由を考えてみる。混合材を粘土中に混入処理すると、混合材の実質体積ではなく、みかけの体積分だけ粘土量が減少するため、 $C_{vu}$  比が1倍より大きくなったと考えられる。そこで粘土量が、減少すると当然沈下量も減少することになる。しかし  $M_{vu}$  比は、1倍前後で無処理試料とほぼ同じ値を示しているので、沈下量の減少は、あまり見られない。この結果からみると、粘土量の減少による影響と考えることは、矛盾しているように思われる。ところがこれは、混合材自体の圧縮性による沈下量の増分が、粘土量の減少分の沈下量の減少量を補っていると考えることにより矛盾なく説明できる。

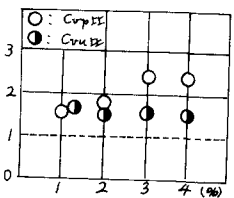
結局、新聞紙、木綿布は、粘土量の減少によるみか



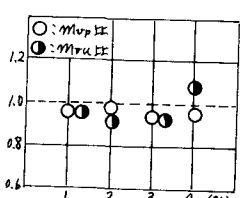
図一1 新聞紙混入試料



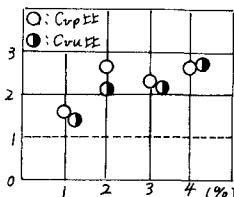
図一2 新聞紙混入試料



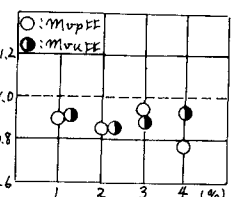
図一3 木綿布混入試料



図一4 木綿布混入試料



図一5 綿混入試料



図一6 綿混入試料

けの圧密促進効果よりも、真のパーシャルドレーンの圧密促進効果が卓越して、 $C_{vp}$  比に表われていると考えられる。綿は、新聞紙、木綿布に比べて吸水率が、数倍大きいため、空ゲキが大きく泥水と混ぜるとみかけの体積が大きくなり、粘土量の減少量が大きく、みかけの圧密促進効果が、真のパーシャルドレーンの効果を卓越することにより、 $C_{vp}$  比、 $C_{vu}$  比が、同じような値を示していると考えられる。

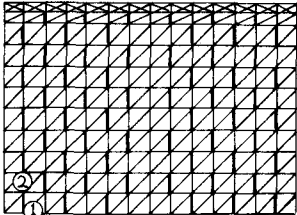


図-7 p1型モデル

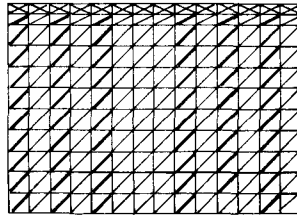


図-8 p2型モデル

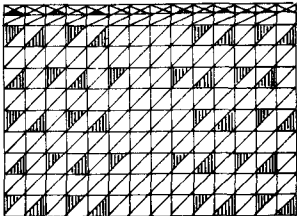


図-9 p3, p4型モデル

#### 4. パーシャルドレーンのF.E.Mによる解析

本研究においては、2次元圧密理論を用いて、 $m_v$  値、 $k$  値および、層厚の変化を考慮して、F.E.Mで解析した。

そこで透水性の良好のと思われる物質を、粘土中にはほぼ均一に不連続的に分散させ、圧密による排水距離を短縮して部分的に排水促進効果を高め粘土層全体の圧密を促進させようとする効果が、パーシャルドレーンの圧密促進効果である。この機構をF.E.Mの中で、どのように組み込んだらよいかが問題である。本研究においては、次の2種類の方法を考えることにした。

まず図-7のような要素において、透水の良好な物質が、節点①と節点②の間にあるとする。ここで、節点①、節点②の過剰間ゲキ水圧を  $u(1)$ 、 $u(2)$  とする。節点①と節点②の間の透水性が、良くなっているはずであるため、節点①と節点②の間の間ゲキ水が、ある程度自由に移動できると考えられる。その結果、間ゲキ水圧の高い節点から低い節点へ間ゲキ水が移動し、節点①と節点②の過剰間ゲキ水圧が、次式のように平均化して等しくなると考えられる。

$$u(1) = u(2) = (u(1) + u(2)) / 2$$

つまり節点①と節点②の間が、パイプで結ばれていると見なせる。このパイプを図-7,8のように粘土中に不連続的に分散させることにより、パーシャルドレーンの圧密促進効果をモデル化する方法である。一方、図-9のような斜線の部分に透水性の良好な混合材が入っているとみなし、その部分の要素の透水性が良くなり、 $c_v$  値が他の要素の10倍(p3型)、100倍(p4型)になったとみなし、パーシャルドレーンの機構をモデル化しようとするものである。この斜線の要素も図のように、不連続的に分散させた。

このようなモデル化により解析すると図-10,11のようなひずみ量-時間係数曲線が得られた。この図より明らかに、パーシャルドレーンの圧密促進効果が発揮されていることがわかる。また実験値として、木綿布4%混入処理した試料のひずみ量-時間係数曲線を図-11の中に示した。この実験値は、p4型の曲線と類似した曲線形をしているので、 $c_v$  値をより大きくするとよく似た曲線になると思われる。しかし本研究では、実験値と一致させるのが目的ではないので行なわなかった。

#### 5. おわりに

圧密試験より真のパーシャルドレーンの効果について明らかになった。また、F.E.Mによる解析の上からではあるが、圧密促進効果が発揮されている。今後は混合材の分散について検討して行きたい。

(参考文献)

- 1) 松尾ら：「軟弱粘土の圧密促進法について」 土木学会第31回年次学術講演会講演概要集Ⅲ

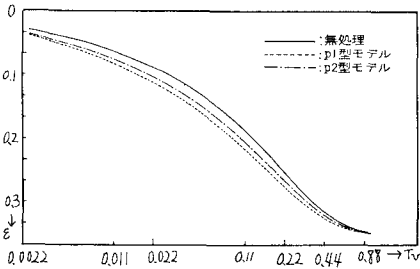


図-10 ひずみ量-時間係数曲線

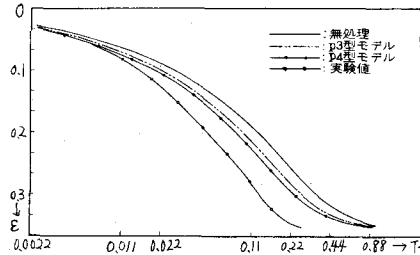


図-11 ひずみ量-時間係数曲線