

乱れを与えた粘土の圧密、強度特性について

京都大学工学部

青井 浩一

京都市立伏見工業高校

安川 郁夫

川崎地質(株)

○黄 豊 益

1. はじめに 軟弱地盤改良工法として最も施工実績の多いサンドドレーン工法はその改良効果に関していくつかの問題点が指摘されているが、中でもドレーンの造成方法に最も問題があると考えられる。ドレーンの打設方法には大別してマンドレル式(排除型)とオーガー式(非排除型)の2つがあるが、打設方法の評価に関してはこの2種の砂柱打設方法に関する圧密、強度への影響を総合的に究明する必要がある。そのため、サンドドレーンの圧密に関する一連の実験的研究を行ったが、ここでは乱れを与えない粘土とマンドレル式に対応させて大型土槽にパイルを打設し乱れを与えた粘土に対して、圧密特性および強度増加特性について実験的に究明を行ったものについて報告する。

2. 試料および供試体の作製 本研究で用いた試料は $G_s=2.725$, $w_L=46.0\%$, $PI=27.0$ の深草粘土である。これを液性限界の1.5倍近くの高含水比で十分練り返し、直径60cm、高さ40cmの大型モールド(図-1)を用い、約半月間最大圧密圧力を約 0.3 kgf/cm^2 で十分圧密させた。このような方法で上に述べた2ケース分について作成した。1回目の供試体は、圧密後粘土を乱さないようにモールドからサンプリングして供試体を作製した。2回目の供試体作製においては、その大型モールド中にマンドレル式に対応するように内柱状のパイル(直径10cm)を打込んで粘土に乱れを与えた。この場合、パイルから離れるに従って乱れの度合が異なるのでパイル端から2.5cm, 10cm, 17.5cmの3ヶ所から3種類の供試体をサンプリングした(図-1)。またサンプリングしたあと、残った試料を使って完全に練り通した供試体を作製した。これはマンドレル式による砂柱のごく近い部分に対応するものとした。それらの供試体はそれぞれUNR供試体(乱れを与えない), DIS-A供試体(パイル端から2.5cmのA点から採取), DIS-B供試体(10cmのB点), DIS-C供試体(17.5cmのC点), REM供試体(練り通し)のような略号を用いることにした。

3. 実験方法 上記した5種類の供試体に対しそれぞれ側圧 0.5 kgf/cm^2 , 1.0 kgf/cm^2 , 1.5 kgf/cm^2 , 2.0 kgf/cm^2 の等方圧密非排水三軸試験を行った。バックプレッシャーとしては 1.0 kgf/cm^2 の圧力を用い、せん断過程においてはひずみ制御でせん断速度を $0.07\%/min$ とし、間隙水压を下端で測定した。一方、それぞれの供試体について標準圧密試験方法によって圧密試験も行った。

4. 実験結果および考察

図-2は圧密定数と平均圧密圧力との関係を示したものである。この図によると、 C_v は小さい圧密圧力の段階で

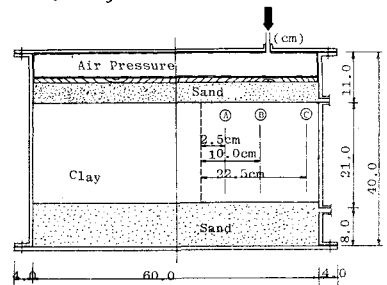


図-1 大型モールド側面図

AKAI KOICHI YASUKAWA IKUO KOH HOUEKI

ば乱さない場合よりもかく乱した方が小さい。この C_u の低下の程度についてはかく乱の度合いが進むにつれてしだいに大きくなっていく。しかし、いずれの場合でも、先行荷重以上に圧密するとほぼ一定の値に収束することがわかる。 e_v の変化については C_u と同じ傾向にある。また、 m_v に対して圧密圧力が小さい場合では、かく乱程度の大きいほど m_v は大きいが先行荷重以上になると逆に m_v は小さい。しかし、 C_v や e_v と比較すれば m_v は乱れの影響をほとんど受けないと考えられる。

図-3は圧密後の含水比と圧密圧力およびせん断強度 C_u^* ($=\frac{\sqrt{s}}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$)との関係を同時に示したものである。この図において同一圧密圧力で圧密したとき乱れの程度の大きいほどはるかに小さい最終含水比 w_f にいたる。図において、圧密圧力 1 kgf/cm^2 の場合で例示したように、それぞれの供試体の w_f に対応する C_u^* を比較すると、乱した粘土ほど C_u^* は大きいことがわかり、この傾向はすべての圧密圧力の場合にみられる。

圧密による C_u の増加割合 C_p^* 値は、サンドドレーン工法による地盤改良において重要な指数となるものである。図-4は今回一連の等方圧密非排水三軸圧縮試験を行って得られた C_p^* の結果である。また、各供試体についての C_p^* の値はそれぞれ図の右上に表示した。この図によるとかく乱した粘土ほど強度の増加率は大きくなっている。この点についてはオーガー式(非排除型)よりマンドレル式(排除型)の方が強度面でみれば効果があるということにつながると考えられる。

4. 結論 以上のことから、次のように結論づけることができる。

(1) 粘土をかく乱すると C_u 、 e_v が低下し、この低下の程度はかく乱の度合いが進むにつれてしだいに大きくなっていく。しかし、いずれも先行荷重以上に圧密するとほぼ一定の値に収束する。一方、 m_v の方は乱れにあまり影響されたいようである。

(2) かく乱した試料を再圧密すると強度の増加率 C_p^* はかく乱の程度が大きいほど大きくなる。このことに関しては図-4からも排除型は最終的に強度面でみれば非排除型よりも効果があるように思われる。

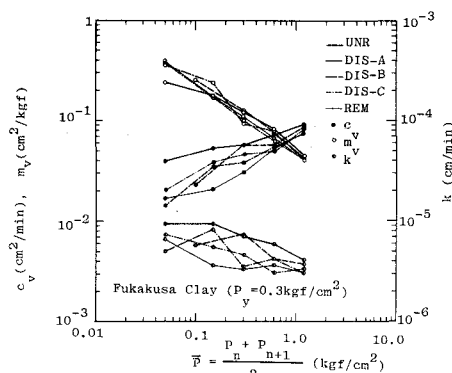


図-2 標準圧密試験の結果

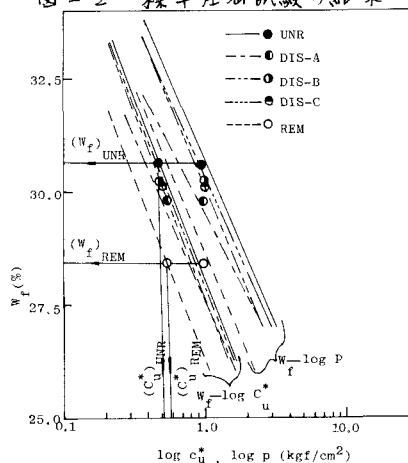


図-3 $w_f \sim \log C_u^*$, $w_f \sim \log P$

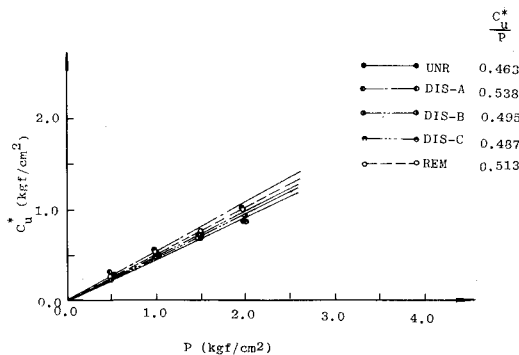


図-4 C_p^* と P の関係