

東急建設(株) 正会員 岡本 正広 外裏 雅一
 横浜国立大学 正会員 プラダン・テージ
 横浜国立大学 学生員 金安 賢哉

1. はじめに

近年、軟弱粘性土地盤の改良工法にサンドドレーンの代用として、プラスチックボードドレーン(以下、PDと略す)を用いた圧密促進工法が採用される機会が多くなってきた。その設計においては、『板状ドレーンの等価径は周長と等しい円の直径である』というHansboの数値解析結果を用いている。しかし、原位置で観測された結果等から、PDの等価径はHansboの等価径より小さいとの報告もあり、また本来の形状である板状のまま用いると圧密の進行具合が方向によって異なる恐れもある。そこで板状のPDをクロス状に構成した十字型ドレーンを考案した。本研究では、大型三軸セルで十字形状および板状ドレーンを挿入した供試体の K_0 圧密試験を行い、十字型ドレーンの等価径について検討した。

2. 十字型ドレーンの形状

十字型ドレーンの形状を図-1に示す。図-1に示すように、十字型ドレーンは、コア部分とフィルター部分との組み合わせで構成される板状のPD材を4枚用いている。

3. 圧密試験方法および試料

試料は参考文献1)に示すものと同様のものである。この試料を含水比1,500%で沈降堆積させ、 0.5kgf/cm^2 で予圧密した後、直径20cm、高さ15cmに成形した。その後専用の抜き型で供試体中央部をくり貫いてドレーンを設置した。実験に用いた試験装置は、図-2に示す自動 K_0 圧密試験装置である。試験は、供試体に作用する平均鉛直応力を一定に保ちつつ供試体高さ中央の側方ひずみが $\pm 0.01\%$ 以下になるように、拘束圧と上載圧を自動制御しながら K_0 圧密し、供試体の軸変位と供試体底部での間隙水圧を計測した。

4. 圧密試験結果

典型的な試験結果として、十字型ドレーンの幅が $b=4\text{cm}$ の場合の沈下～時間の関係、および圧密度～時間係数との関係をそれぞれ図-3、4に示す。また、有効上載圧 $1.6\sim 3.2\text{kgf/cm}^2$ で載荷したときの間隙水圧～経過時間の関係を図-5に示す。図-5より、十字型ドレーンのごく近傍においては供試体の中心点からの距離が同じであっても、その位置によって過剰間隙水圧の消散過程が異なる

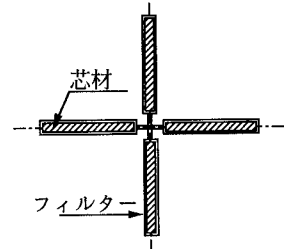


図-1 十字型ドレーンの形状の模式図

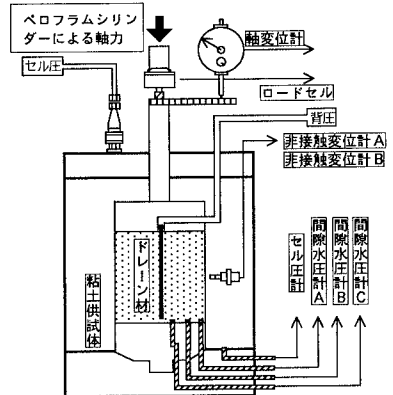


図-2 自動 K_0 圧密試験装置

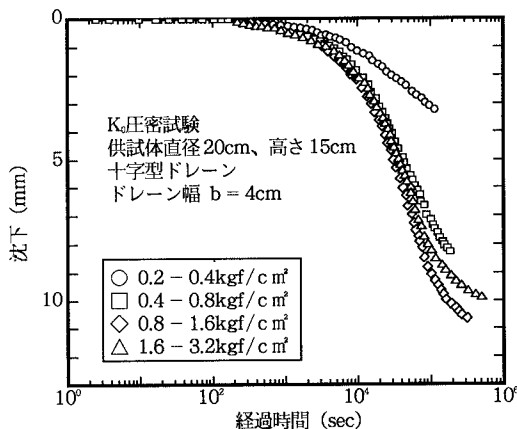


図-3 典型的な試験結果例
(沈下～時間の関係)

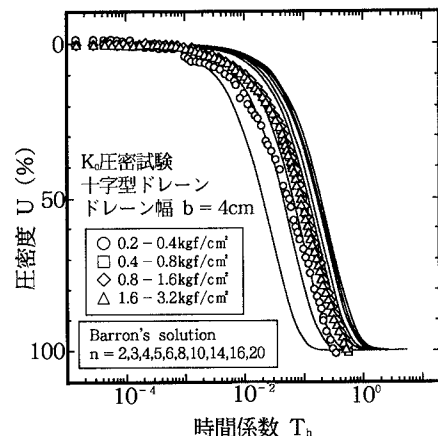


図-4 圧密度～時間係数との関係

が、その影響は、ほぼドレーンの幅に相当する距離までである。

5. 十字型ドレーンの等価径の算定法

十字型ドレーンの等価径の算定は、以下に示す3つの方法で行った。

①流線を直線とする方法²⁾ ②流線を楕円近似する方法 ③流線を双曲線近似する方法

以下、①の方法での求め方について概説する。この方法は、図-6に示すように十字型ドレーンの中心部には間隙水が流入せず鉛直方向に間隙水を排出する部分が存在するものと仮定し、この流入不能域をドレーンの幅との比 r を用いて設定して流線の長さを直線近似して求めるものである。この場合の等価径は、以下に示す⑤式で求められる。

$$\alpha = -\frac{2b}{\pi}(1-r)\theta + \frac{1}{2}b \quad \dots \textcircled{1}$$

$$s^2 = \left(\frac{1}{2}de \cdot \sin\theta\right)^2 + \left(\frac{1}{2}de \cdot \cos\theta - \alpha\right)^2 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\bar{s}^2 = \frac{\int_0^{\frac{1}{4}\pi} s^2 d\theta}{\frac{1}{4}\pi} \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\bar{s} = \sqrt{\bar{s}^2} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$dw = de - 2 \cdot \bar{s} + t \quad \dots \textcircled{5}$$

ここに、 de : 有効径 dw : 換算等価径 b : PDの幅 t : PDの厚さ α : Oと流線の終点との距離
 θ : PDが流線の始点とOを結ぶ直角となす角度 S : 流線の長さ $\bar{s}^2$: s の2乗の平均である。

6. 実験結果との比較

図-7は、 $de=20\text{cm}$ 、 $t=0.35\text{cm}$ としてドレーンの幅 b と等価径 dw との関係を示したラインと $b=2, 4, 6\text{cm}$ の3種類の十字型ドレーンの実験値からバロンの解を用いて逆解析的に求めた等価径をプロットしたものである。なお、楕円、双曲線近似による流線長の算定では、両方法とも $r=0.5$ として計算している。同図より、間隙水圧の流入不能域の範囲を $r=0.6\sim 0.8$ とした直線近似の場合の計算結果が実験結果と比較的よく一致している。

7. まとめ

十字型ドレーンの等価径の算定法は、ドレーンの中心部からその幅の $0.6\sim 0.8$ 倍まで間隙水の流入不能域を設け、流線を直線と仮定して求める方法が、妥当であると思われる。

《参考文献》1) 村田高明他: 鉛直ドレーンを用いた粘土の圧密の数値シミュレーション, 第29回土質工学研究発表会 2) 外裏雅一・プラダンテージ他: プラスチックボードドレーンの等価径の算定法, 土木学会第48回年次学術講演会

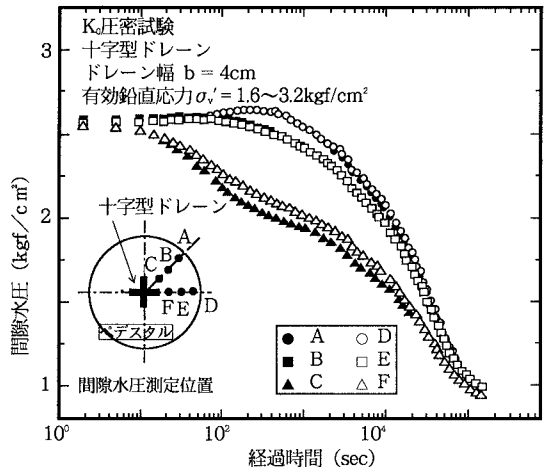


図-5 間隙水圧～時間の関係
 (有効鉛直応力 $\sigma_v' = 0.8\sim 1.6\text{kgf/cm}^2$)

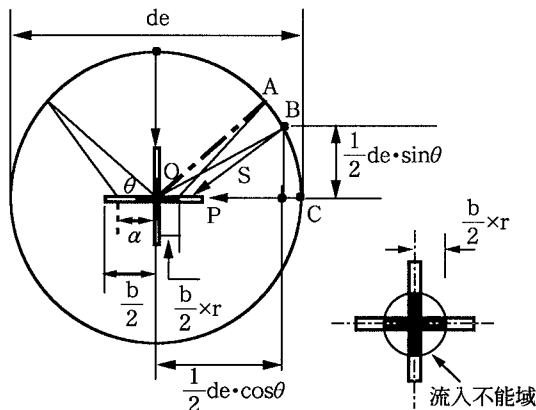


図-6 流入不能域を設定した十字型
 ドレーンの等価径の算定法

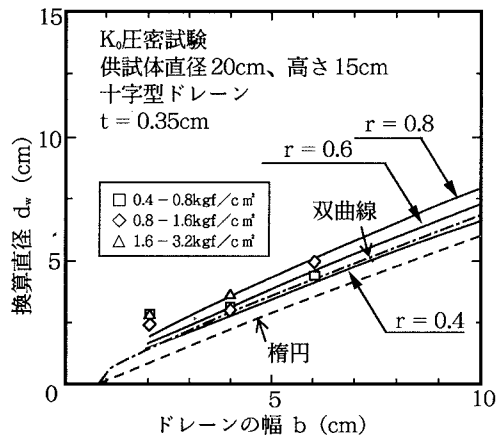


図-7 等価径の算定結果と実験結果の比較