### 土木学会第62回年次学術講演会(平成19年9月)

# 大阪湾粘土Ma12の分割型圧密試験結果とアイソタックに基づく考察

正会員	渡部	要一
正会員	○宇高	薫
正会員	小林	正樹
正会員	田端何	ケ千穂
正会員	水谷	崇亮
	正会員 正会員 正会員 正会員 正会員 正会員	正会員 渡部   正会員 〇宇高   正会員 小林   正会員 田端竹   正会員 水谷

1. はじめに

大阪湾粘土(特に洪積粘土)は高位な構造を有し、とりわけMa12は高い圧縮性を示す(圧縮指数C<sub>c</sub>で2.5~4.5). また、試料によっては生物の活動痕とされる微小孔が確認されており<sup>1)</sup>、Ma12もその例外ではない.そのような孔 があった場合には、過圧密領域に載荷する際、圧力を載荷することによる過剰間隙水圧が瞬時に消散してしまい、 圧密特性を適正に評価できない.本研究では、微小孔のない良質な大阪湾洪積粘土Ma12を用いて分割型圧密試験を 実施し、当該粘土の圧密特性について調べるとともに、アイソタックに基づく考察を試みた.

#### 2. 試験方法

分割型圧密試験<sup>2)</sup>では、複数の圧密供試体を分割要素として直列に連結することにより、供試体周面に作用する 摩擦の影響を軽減した状態で層厚100mm程度の圧密試験が可能である.載荷条件は、CRS試験(圧縮ひずみ速度: 3.3×10<sup>-6</sup>s<sup>-1</sup>)を実施してp<sub>c</sub>を求め、土被り圧からそのp<sub>c</sub>の2倍となる圧力まで瞬間載荷した(排水条件は片面排水). 層厚は、20mm(10mm×2分割要素)、100mm(20mm×5分割要素)の2ケースを実施した.また、アイソタックに 基く考察を行うため、長期圧密試験ならびにCRS試験(圧縮ひずみ速度:3.3×10<sup>-8</sup>s<sup>-1</sup>)を実施した.長期圧密試験 は、原位置の有効土被り圧にて1週間クリープさせた後、所定の載荷圧力を載荷した(排水条件は両面排水).

### 3. 試験結果

図-1は、分割型圧密試験の結果(沈下ひずみおよび間隙水圧比の経時変化)である. 層厚20mm、100mmとも、20~25%程度の沈下ひずみが発生している. 一方、水圧消散挙動では、いずれの層厚ケースでも消散途中で停滞現象が認められる. 図-2は、層厚100mmのケースの要素ごとの水圧消散状況であるが、いずれの要素でも同程度の消散度合いにて停滞現象が確認できる. CRS試験時の $p_c$ (圧縮ひずみ速度:  $3.3 \times 10^{-6} s^{-1}$ )のとき $\Delta u/\Delta p = 0.74$ であり、屈曲点( $\Delta u/\Delta p = 0.63$ 付近)は分割要素が圧密降伏している影響が現れたものと推察される. 図-3は間隙水圧比の等時曲線である. 間隙水圧消散挙動での屈曲点は360分前後であったが、等時曲線より、500分程度経過後に放物線で近似できることがわかる. 従って, 圧密降伏後の水圧挙動は、Terzaghiの圧密理論が適用できるものと考えられる.

## 4. アイソタックに基づく考察

筆者らは,正規圧密粘土に対して,アイソタックの概念に基いた簡易な差分計算を実施している<sup>3</sup>.この手法で は土骨格と間隙流体を連成して解く代わりに間隙水圧挙動を別途評価しているが,圧密降伏前後で圧密係数*c*vを過 圧密領域の値から正規圧密領域での値に変化させることでシミュレートできるものと考えられる.

図-4 は、長期圧密試験結果(試験圧力載荷段階)である。図には、種々のひずみ速度に対応する点をプロット している。図-5 は、CRS 試験結果を基に、弾性成分を差し引くことにより得られた基準圧縮曲線である(弾性成 分の $\varepsilon$  – log p 関係上の勾配  $C_{ce} = 7.5 \times 10^{-3}$ )。この基準圧縮曲線を用いることにより、長期圧密試験結果からひずみ 速度および  $p_c$ のデータセットを得ることができる。図-6 は、 $p_c$ とひずみ速度との関係であり、既報<sup>3</sup>のように関 数フィッティングできる( $C_1 = 1.378$ ,  $C_2 = 0.0615$ ,  $p_{cL} = 155$  kPa)。その結果、相関性が高く、 $p_c$ のひずみ速度への依 存性の高いことがうかがえる。

図-7 は、間隙水圧挙動に対する Terzaghi の理論解によりフィッティングした結果である. 圧密降伏後に特性が変化すると考えて、CRS 試験で得られる  $p_c$  で  $c_v$ を変えた場合と、変えない場合について示している. 消散途中で  $c_v$ を変える場合には、有効応力が  $p_c$ と同値となった後に停滞するように表現している ( $c_v$  = 704→102 cm<sup>2</sup>/day).

キーワード:分割型圧密,長期圧密,アイソタック,粘土 連絡先:〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5,応用地質㈱東京本社,TEL.048-652-0651.



図-8 は、沈下ひずみの計算結果である.いずれの計算結果も、載荷初期で試験結果と若干の乖離が認められるが、その後の二次圧密に相当する沈下過程を良好に表現できていることがわかる.特に、途中で $c_v$ を変更する場合の方が、過圧密領域での沈下挙動を精度良く表現している.なお、今回対象とした Mal2 では一定勾配で沈下しているように見えるが、徐々にひずみ速度が小さくなり、二次圧密係数  $C_a$ の減少が表現されていることを付記する.

5. まとめ

本研究より得られた知見を以下にまとめる.

- ・ 分割型圧密試験を実施した結果, Mal2 の高い圧縮性が, 過剰間隙水圧の停滞現象として確認された.特に, 5 つの均質な試料を供試体としたケースでは, いずれの要素でも *p*c程度の有効応力にて停滞現象が確認された.
- Mal2はひずみ速度の依存性が高いため、アイソタックの概念を取り入れたモデルで簡便な計算を実施した結果、 試験結果を良好に表現できることを示した.今回の簡易計算法では間隙水圧挙動を圧密理論解で評価しており、 有効応力が圧密降伏応力となる前後でcvを変えることにより過圧密領域での計算精度を高めることができた.

参考文献 1) Tanaka, H. (2005): Consolidation behavior of natural soils around pc value – Inter-connected oedometer test –, *Soils and Foundations*, 45(3), 97–105; 2) 田中ら(2004): 大阪湾洪積粘土の圧密特性に及ぼす層厚の影響, 第 39 回地盤工学研究発表会, 908–909; 3) 渡部ら(2007): 大阪湾粘土のひずみ速度依存性と二次圧密挙動に関するシミュレーション, 第 42 回地盤工学研究発表会(投稿中).