

III-474

定ひずみ速度圧密試験による圧密降伏応力について

(株)ダイヤコンサルタント 正会員 ○本屋敷雅茂
運輸省港湾技術研究所 正会員 水上 純一

1. まえがき

近年、埋立人工島が大水深、大規模化し洪積粘土層の圧密沈下も問題となる例が増加してきている。洪積粘土は、圧密降伏後に大きな圧縮性を示し、段階载荷の標準圧密試験では圧密降伏応力 p_c を求めることが困難である。定ひずみ速度圧密試験は、応力～ひずみ関係が連続的に得られるため洪積粘土に対して特に有効な試験方法である。しかし、ひずみ速度効果によって圧密降伏応力が変化するため従来の設計で用いるためには、何らかの手法で標準圧密試験の p_c とすり合わせる必要がある。

本報告では、3種類の不攪乱沖積粘土に対して定ひずみ速度圧密試験を行い、筆者らが提案している圧密降伏応力の補正法についてその適用性を調べている。また、洪積粘土に対する試験結果と圧密降伏応力の求め方の問題点についても指摘している。

2. 提案した補正法

筆者らは、これまでに圧密降伏応力の補正法として、応力緩和法と間隙水圧比法の2種類の方法を提案している¹²⁾。応力緩和法とは、所定の圧力になったところで载荷装置を止め、24時間放置し応力緩和させる。そして、その時の圧力の低下率を圧密降伏応力に乗じて補正圧密降伏応力を求めるものである。間隙水圧比法とは、図-1に示す圧密降伏応力比($p_c/p_{c, std}$)とそのときの間隙水圧比(u_b/σ)の直線関係を利用して修正率を求め補正する方法である。これまでの適用結果においては、2種類の方法とも同等の値が得られている。特に、間隙水圧比法は通常の試験手順だけで行うことができるため、実用的な方法であることが確認されている。

提案した補正法が種々のひずみ速度に対して有効であるかどうかを検討するために、大阪湾高温再圧密試料を用いて定ひずみ速度圧密試験を実施した。試験方法は、「土の定ひずみ速度圧密試験法」(案)³⁾に従った。

ひずみ速度は、0.005～0.5 %/minの範囲で7種類とした。また、バックプレッシャーとして1 kgf/cm²を負荷させた。

図-2は、圧密降伏応力比とひずみ速度の関係を示したものである。図より、無補正の場合ひずみ速度の増大につれて圧密降伏応力も大きくなっていることがわかる。また補正法を適用した場合には、0.005～0.1%/minの範囲であれば2種類の方法とも圧密降伏応力比はほぼ1となり、標準圧密試験から得られる p_c とほぼ同じ値が得られ、提案した補正法が有効であることが確認された。

3. 沖積粘土に対する適用性

筆者らは、これまでに数種類の不攪乱試料に対して補正法の適用性を調べてきた。今回、さらに八郎潟、久里浜、岩国の3種類の沖積粘土試料を用いて試験を実施し、その適用性を調べた。ひずみ速度は0.02%/minを用いた。

図-3に、今回試験を行った全試料についての圧密降

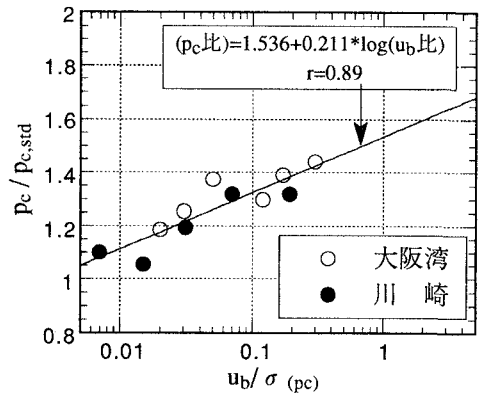


図-1 圧密降伏応力比と間隙水圧比の関係¹⁾

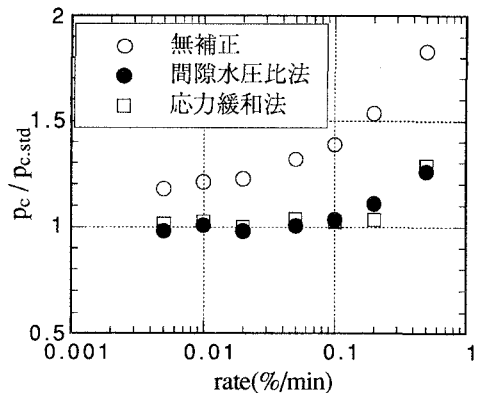


図-2 補正法の適用例

伏応力の比較を示す。八郎潟、岩国試料では無補正のとき圧密降伏応力比は約1.2となるのに対して、補正した場合にはほぼ1となり補正法が有効であった。しかし、久里浜試料については、図から分かるように無補正のときの p_c 値が標準圧密の p_c とほぼ同じであったため、補正によって過小評価する結果となった。このような試料については、今後さらにデータを集めて検討する必要がある。

4. 洪積粘土の圧密降伏応力

図-4は大阪湾洪積粘土の e - $\log p$ 曲線の一例である。図のように洪積粘土では、圧密降伏後から間隙比の変化が大きい。そのため段階载荷の標準圧密試験から圧密降伏応力を求める場合、各プロットを補間する際に e - $\log p$ 曲線を描く技術者の能力、経験が圧密降伏応力に大きな影響を与える。

そこで筆者らは、二重指数関数を用いた e - $\log p$ 曲線の近似方法を提案している⁴⁾。この方法は、一次式と2個の指数関数を用いて e - $\log p$ 曲線を近似するものである。この近似は6個の定数を必要とする複雑なものであるが、図-4にも合わせて示しているように人為的な誤差がなく沖積粘土から洪積粘土まで幅広く適用できることを報告している⁴⁾。

図-5は、大阪湾洪積粘土試料について定ひずみ速度圧密試験と標準圧密試験から得た p_c を比較したものである。ここでの標準圧密の p_c は二重指数関数を用いて求めている。圧密降伏応力比は補正しても1.2程度であった。しかし、 p_c が7 kgf/cm²以下のプロットは補正後の圧密降伏応力比が1となっている。詳しく調べてみると、これらの試料は埋立荷重の影響で年代効果が小さくなっていることがわかった。

洪積粘土に段階载荷の標準圧密試験を行った場合、 p_c 付近のいわゆる e - $\log p$ 曲線が最大曲率を示す応力レベルに、荷重点がある場合に極めて大きな二次圧密沈下を示し、 p_c を過小評価する例が多い。このような要因を考慮して洪積粘土の圧密降伏応力について今後さらに検討していきたい。

(参考文献)

- 1) 水上、小林、小泉；沖積粘土地盤に対する定率ひずみ圧密試験の適用性、港湾技術研究所報告、Vol.No.3,1991.9
- 2) 水上、小林；定ひずみ速度圧密試験による圧密降伏応力、土質工学研究発表会、1992.6
- 3) 土質学会基準(JSFT 412-1992)「土の定ひずみ速度圧密試験方法」について、土と基礎、Vol.40, No.8, 1992.8
- 4) 小林、水上；二重指数関数を用いた e - $\log p$ 曲線の近似法、土質工学研究発表会、1992.6

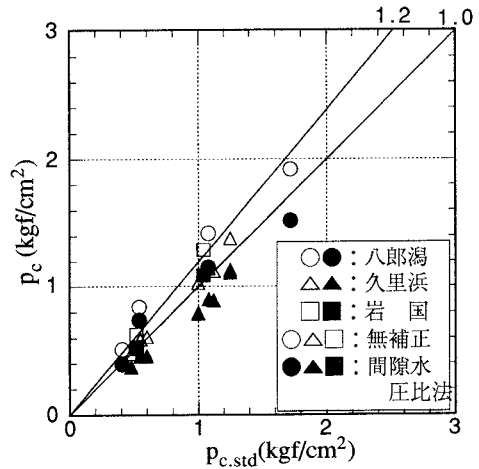


図-3 不攪乱試料の圧密降伏応力の比較
(沖積粘土試料)

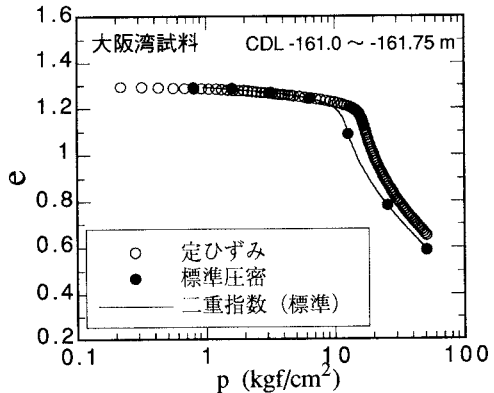


図-4 洪積粘土の e - $\log p$ 曲線
(大阪湾洪積粘土試料)

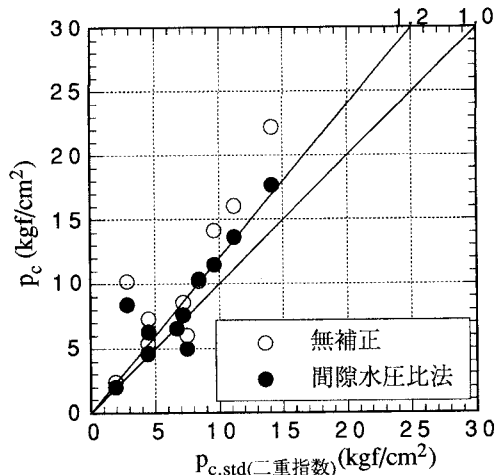


図-5 洪積粘土の圧密降伏応力の比較
(大阪湾洪積粘土試料)