

Ⅲ-122

大阪湾洪積粘土の圧密降伏応力（第二報）

運輸省港湾技術研究所 正会員 水上純一
 (株)ダイヤコンサルタント 正会員 永野賢司

1. まえがき

大阪湾泉州沖の海底地盤は、層厚約20mの沖積層とその下に数百mにわたって堆積する洪積層からなっている。洪積層は、砂層を所々に挟みながら海水あるいは淡水中で堆積した洪積粘土層が互層をなしている。昭和56～57年度に実施された試験結果から、洪積粘土は圧密降伏後の沈下が非常に大きくなるため、通常の段階載荷の標準圧密試験から圧密降伏応力を評価するが非常に難しいことがわかった¹⁾。

洪積粘土は、海底地盤では深いところに存在しており、特に大阪湾では過圧密比が約1.3前後と正規圧密に近いものが存在する。また、従来は施工において洪積層の沈下はほとんど考慮する必要がなかったが、近年の海上工事の大水深化と埋立荷重の増大等により精度の高い沈下予測が求められている。本研究では、沈下予測で重要なパラメータとなる圧密降伏応力に着目した一連の試験結果について報告する。

2. 試料および試験方法

試験に用いた試料は、大阪湾泉州沖で採取された不攪乱粘土試料2種類と、それを室内で調整後再圧密した試料の3種類の試料を用いた。不攪乱試料は、海底面からの深度が52mと78mで採取された海成粘土である。室内再圧密粘土は、数種類の深度から採取された試料を混ぜ合わせ、420 μ mふるいで調整後、75度Cの高温条件下で最終圧密圧力を1.5kgf/cm²として作成した。試料の物理特性を、表-1に示す。

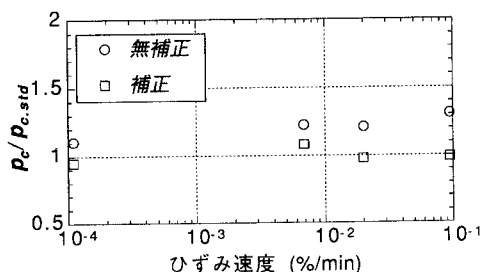
定ひずみ速度圧密試験は、ひずみ速度を0.001～0.1%/minの間で種々変化させて行った。また、再圧密試料では0.00011%/minの試験を行ったが、2ヶ月以上の試験期間を要するため、今回は一例のみの報告となる。なお、試験中は1kgf/cm²のバックプレッシャーを作用させている。段階載荷の圧密試験は、荷重増加率1で行った。荷重点が e -log p 曲線に及ぼす影響を調べるために、初期荷重を0.2kgf/cm²と0.3kgf/cm²の2種類の試験を行っている。

3. 試験結果

再圧密粘土を用いた試験結果で、定ひずみ速度圧密試験から得られる圧密降伏応力 p_c を段階載荷の圧密試験から得られる $p_{c, std}$ で正規化した圧密降伏応力比 $p_c/p_{c, std}$ をひずみ速度に対してプロットしたものが図-1である。図中の補正とは、圧密降伏応力時の間隙水圧比 u_f/σ を用いて、定ひずみの p_c を段階載荷の $p_{c, std}$ にすり合わせることを表している²⁾。無補正の場合、筆者らが実務で用いることを考慮して選定した標準的なひずみ速度0.02%/minでは、圧密降伏応力比は1.2となる。一方、間隙水圧比を用いた補正圧密降伏応力比は、各速度とも約1.0となり、再圧密試料の様な非常にyoungな粘土ではこの補正が有効であることを示している。図-2は、不攪乱洪積粘土試料に対して同様の整理を行ったものである。試料1、2ともひずみ速度に対して右あがりの傾向はあるものの、その値は大きく異なっている。また、今回試験を行ったひずみ速度の範囲では、沖積粘土の場合には過去の試験結果では圧密降伏応力比は1より大きい²⁾。しかし、今回の結果では試料1では0.01%/min以下では1より小さくなっている。

表-1 試料の物理特性

試料	W _L (%)	I _p	ρ_s (g/cm ³)
52m	99.3	62	2.665
78m	85.2	55	2.749
再圧密	78.8	49	2.700

図-1 圧密降伏応力比とひずみ速度の関係
(再圧密試料)

同一のサンプラー内で深さ方向に隣り合った試料を用いて、荷重増加率が1で、初期荷重を0.2と0.3kgf/cm²の2種類とした段階載荷の圧密試験のe-logp曲線を図-3～5に示す。また、比較のためにひずみ速度が0.02%/minの定ひずみ試験結果を図-6に示す。図-3のプロットを見るとこの試料はほぼ同一であると考えられることができるが、図-4と5の結果からわかるように各試験から得られる p_c の値は大きく異なる。これは、本研究で用いた正規圧密領域に入ったところで、急激に沈下量が大きくなるような年代効果が大きい試料では、圧密降伏応力は圧密降伏点前後の圧密荷重に左右されることを示している。図-3の結果は、荷重増加率を小さくして荷重点を増やしたのではなく、JIS方式に準拠して荷重増加率を1とした試験結果を組み合わせたものであり、従来の圧密試験から得られる p_c としては信頼性の高い結果であると考えられる。しかし、図-4、5からそれぞれ得られる p_c は、図-3の結果に対して0.8～1.1倍となり、通常の試験で得られる圧密降伏応力もほぼこの範囲となっていると考えられる。

筆者らは、これまで沖積粘土に対して実務設計を念頭において、広く普及している段階載荷の圧密試験（いわゆる標準圧密試験）結果にすりあわせるための補正法を提案してきた。しかし、今回用いた洪積粘土のように段階載荷の試験から圧密降伏応力を求めることが困難な場合には、すり合わせ自体も困難となることがわかった。今後は、実際の施工事例の研究も考慮して定ひずみ速度試験の適用について検討する必要があると考えられる。

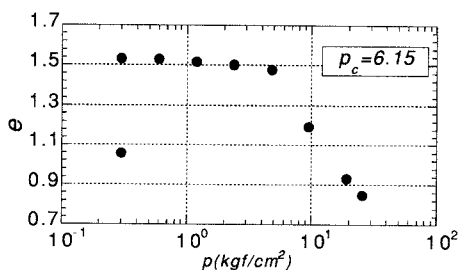


図-5 段階載荷のe-logp曲線
(初期荷重0.3kgf/cm²)

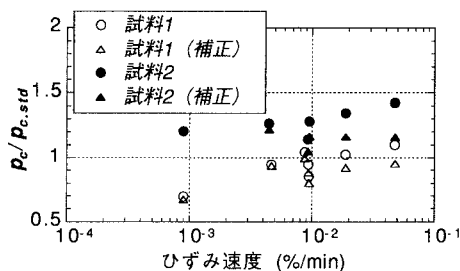


図-2 圧密降伏応力比とひずみ速度の関係
(不攪乱試料)

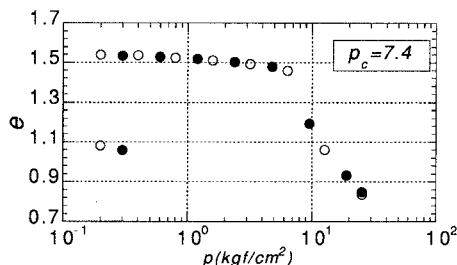


図-3 段階載荷のe-logp曲線
(組み合わせ)

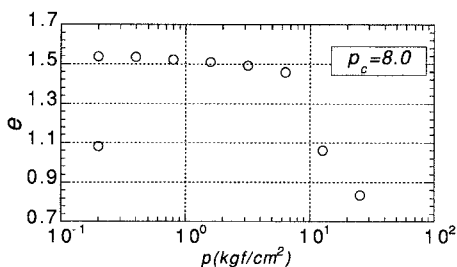


図-4 段階載荷のe-logp曲線
(初期荷重0.2kgf/cm²)

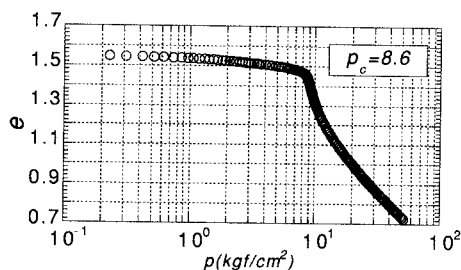


図-6 定ひずみ試験のe-logp曲線
(ひずみ速度0.02%/min)

1) 水上純一、小林正樹：大阪湾洪積粘土の圧密降伏応力、土木学会第49回年次学術講演会、pp.262-263、1994

2) 水上純一、小林正樹、小泉和広：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.30, No.3、1991