

III-223 定ひずみ速度圧密試験による圧密降伏応力の検討

横浜国立大学 正会員 ○プラダン テージ

今井 五郎, 田中 敦典

1. まえがき： 試験時間の短縮および連続的データの確保を目的とした定ひずみ速度圧密試験（以下CRS試験）は約28年前Crawford¹⁾によって始められ、諸外国では基準化され、土質工学会においても基準化の検討を進めている²⁾。CRS試験の基準化され難い要因の一つに圧密諸定数が载荷速度の影響を大きく受けることである。CRSの一斉試験の結果³⁾ (a)圧縮指数(C_c)、体積圧縮係数(m_v)はひずみ速度の影響を受けない、(b)ひずみ速度が小さいと圧密係数(C_v)はばらつき易い、(c)圧密降伏応力(P_c)はひずみ速度の影響を大きく受けることが確認されている。標準圧密試験（以下STD試験）をベースに考えるとCRS試験でのひずみ速度は非常に小さくせざるを得なくなり、試験時間が長期に渡る。そこで本研究では、種々のひずみ速度でCRS試験（载荷途中で定応力で放置する過程を含む）を行い、STD試験をベースにした圧密降伏応力 P_c の補正について検討を行った。

2. 試験試料、装置および方法： 東京湾海底より採取した粘土試料を室内で再調整したものを試験に用いた。沈降堆積法により作製した試料を 0.5 kgf/cm^2 で予圧密し、供試体を作製した試料の物理特性は $G_s=2.68$; $LL=125\%$; $PL=63.3\%$; $PI=61.7\%$ で、高塑性の試料である。

定ひずみ速度载荷過程から定応力载荷過程にスムーズに転換できるよう図-1に示すような試験装置を用いた。定ひずみ時はバルブ V_3 を閉じ、油圧シリンダ⑫で载荷する。所定の応力に達した時点でバルブ V_2 を閉じ、油圧計④で計測される圧力と同等の圧力になるようバルブ V_1 を開き、油圧シリンダ⑨上部の油圧を圧力弁⑤-3で調整する。バルブ V_2, V_3 を開き、バルブ V_1 を閉じて定応力载荷を行う。この方法により転換時の圧力の変動は圧力に対して最大 $\pm 1.5\%$ であった。試験種類の模式図を図-2に示す。TEST A ではCRS試験後全応力 σ が 12.8 kgf/cm^2 に達した時点で24時間定応力放置する。TEST BではCRS試験途中で3回24時間の定応力放置をする。供試体はSTD試験と同寸法のものを用いた。ひずみ速度（供試体の初期高さに対する）はそれぞれの試験において $0.01, 0.05, 0.1, 0.5\%/min$ とした。飽和度を上げるために 2.0 kgf/cm^2 の背圧を供試体に与えた。

3. 試験結果および考察： CRS試験結果の整理には土質工学会の方法³⁾に従った。CRS試験（TEST A）の $e-\log P$ 曲線を図-3に示す。同図にSTD試験の結果を●印で示した。ひずみ速度が大きいほど曲線が上方にきていることが分かる。 P_c は明らかにひずみ速度が大きいほど大きくなっているが C_c への影響が小さい。定応力放置開始点(S)および最終点(F)も同図に示した。定応力による間隙比の減少量はひずみ速度が大きいほど大きくなっている。S からF への間隙比の減少は(a)CRS試験において発生した過剰水圧の消散による有効応力の増加および(b)二次圧密に起因している。

STD試験をベースに考えたCRS試験より得られる P_c の補正方法に次

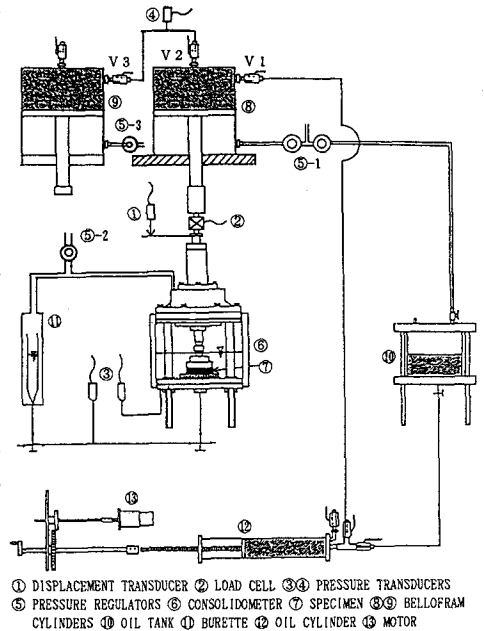


図-1 载荷装置の模式図

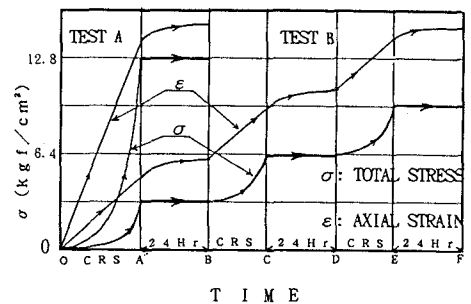


図-2 試験の種類

の3つを考える。以下述べる方法において過圧密領域部分はひずみ速度の影響を受けないと仮定している。

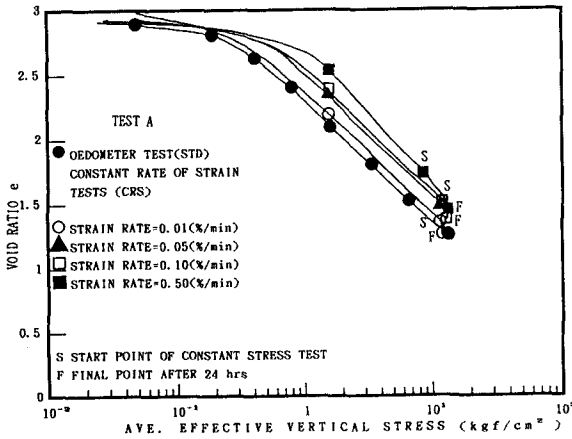


図-3 TEST A の試験データ

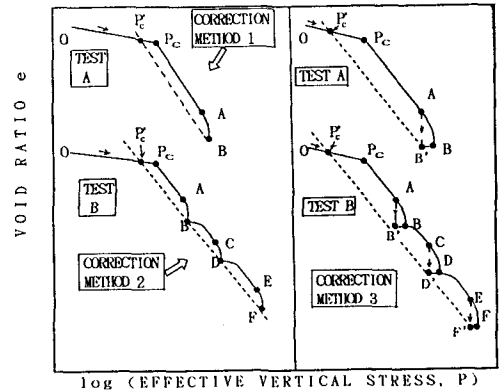


図-4 補正方法

補正法1⁴⁾：最終荷重放置試験(TEST A)において最終点Bから元の曲線の正規圧密部分と平行に線を引き、元の曲線との交点を修正 P_c' とする(図-4)。

補正法2⁵⁾：多段階放置試験(TEST B)において各放置過程の最終点F, D, Bを通る平均直線を引き、元の曲線との交点を修正 P_c' とする(図-4)。

補正法3：24時間放置により生じた間隙比の減少量を放置開始点の直下にプロットする(TEST Aにおいて点B'；TEST Bにおいて点F', D', B')。TEST Aの場合、点B'より補正法1と同様に P_c' を求める(図-4参照)。TEST Bの場合、点F', D', B'より補正法2と同様に P_c' を求める。全応力一定で生じる間隙比減少量(Δe)と有効応力一定で生じる Δe は同等であると仮定しているのがこの方法の根拠である。全応力一定で放置する試験であるため、図-4においてA, B間(全応力一定)の Δe を放置開始点Aの直下にプロットした点B'を基準点と考える。

CRS試験のデータより上記3方法で補正した P_c (P_c , CRS), 無補正の P_c とSTD試験より得られた P_c (P_c , STD)の比 R ($R = P_c$, CRS / P_c , STD)をTEST AおよびTEST Bに対してそれぞれ図-5(a), (b)に示した。何れの試験においても無補正の場合の R は極めて高く、補正法3が有効であることが見られる。試験時間短縮の面から考えるとTEST Aの方が有利であるがひずみ速度が大きいと(0.1%/min以上), R はひずみ速度の影響を若干受ける。TEST Bの場合、補正法3による R はひずみ速度の影響を受けず、ほとんど1に近いことが分かる。

4. まとめ：定ひずみ速度圧密試験より得られた圧密降伏応力 P_c の補正方法を提案した。これによりひずみ速度の影響をほとんど受けず、標準圧密試験より得られた P_c に近い値を得ることができた。

今後、不攪乱粘土試料およびPIの異なる調整試料を用いてこの方法の再検討をしたい。

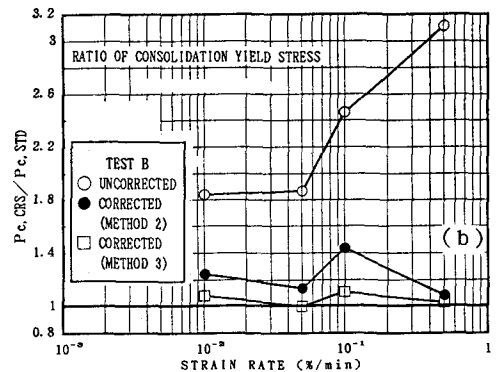
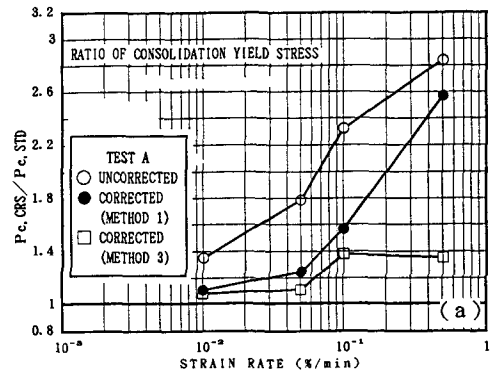


図-5 圧密降伏応力の比

参考文献:1)Crawford(1964):Interpretation of the consolidation test, Proc. ASCE, Vol. 90, SM5. 2)定ひずみ速度圧密試験標準化委員会報告, 土と基礎, 1992, 40-2. 3)特殊圧密試験に関するシボジウム, 土質工学会, 1988. 4)三笠ら(1989):定ひずみ速度圧密試験結果の補正について, 第44回土木学会. 5)三笠ら(1990):定ひずみ速度圧密試験結果の補正について(その2), 第45回土木学会.