

垂直および水平方向の圧密試験結果について

福岡大学工学部 助教授 ○吉田 信夫

助手 松田 有弘

1. まえがき

これまで垂直方向圧密係数 C_v 、水平方向圧密係数 C_h については、その測定法、得られた値の大小関係について種々の検討がなされてきている。たとえば P.W. Rowe⁽¹⁾、W.H. Ward⁽²⁾、木下⁽³⁾、藤田⁽⁴⁾等は通常の標準圧密試験から求められる C_v と試料の整砕法を前記の標準圧密試験の場合とは異なつた層に平行に整砕し、層に平行に圧密荷重を加えて求めた C_h との比較をおこなつて $C_v \div C_h$ 、もしくは、 $C_h \div (2 \sim 3) C_v$ の結果をだしている。ただしこの方法での C_v と C_h との比較は C_h の透水が層に平行におこなわれても圧密圧力も層に平行に加えられるので自然地盤の主応力の状況を再現できない点に問題がある、そのほか Terzaghi は標準圧密試験の中心に雲母粉末をつめて圧密試験をする方法を提案し、Escario⁽⁵⁾ は三軸試験の試料を砂と雲母の混合物でとりかこみ等方圧密することにより C_h を決定している。川上⁽⁶⁾ もフィルターペーパーを用いて $C_h \div C_v$ の結論をだしている、細千⁽⁷⁾ らは C_h を直接測定する試験代を試作し、浪切⁽⁸⁾ も特殊な圧密試験代を考案している。一方、門田⁽⁹⁾ は現場の沈下曲線から C_h を推定している。ところで著者⁽¹⁰⁾ も八代港-7.5M 岸壁の地盤改良のためのサンド・ドレーンの設計施工の際に C_h の大きさについて若干検討したことがある。サンド・ドレーンの施工の圧密係数の値としてはサンド・ドレーンの圧入時に軟弱地盤は水平方向にかなり強制圧縮されるので、簡便的には前記の層に平行に試料をセットし層に平行に標準圧密試験を

おこなつて求められる C_h で代用できるものと考へていた。

本報文は若干の不攪乱試料について前記の方法で C_v 、 C_h を求め、P.W. Rowe と W.H. Ward の報文と比較すると共に $e - \log p$ 曲線、一次圧密比、透水係数、体積圧縮係数についてあらためて考察するものである。

2. 試料

試験に用いた試料は福岡県柳川市沖端川筋

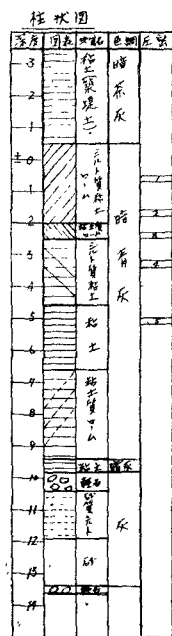


図-1 柱状図

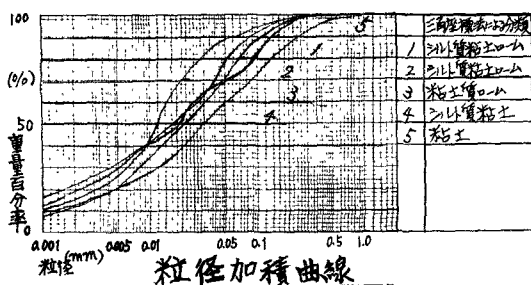


図-2 粒径加積曲線

物理的性質

試料番号	1	2	3	4	5
比重 G_s	2.661	2.660	2.669	2.650	2.655
含水比 w %	82.74	103.30	93.50	101.90	101.50
単位重量 γ_s g/cm^3	1.52	1.38	1.45	1.46	1.42
門限比 e_L	2.60	3.45	2.80	3.08	3.29
塑性比 PI	1.82	3.18	2.31	2.29	2.70
液性限界 L_L %	54.10	62.70	44.10	56.20	53.20
塑性限界 PL %	30.0	31.80	30.20	33.90	33.10

表-1 試料の物理的指数

の河川堤防下の土である。図-1はその試料の採取深度を示す柱状図である。色は暗灰色でその粒子加積曲線を図-2に物理的指数を表-1に示す。これによれば試料は粘性土に属し含水比、単位重量、向隙比からみて軟弱土であり、含水比が液性限界よりも大きいので不安定な土でもある。

3. 圧密試験結果

層に垂直な標準圧密試験をV-test、層に平行な標準圧密試験をH-testと略記する。

3-1. $e-\log P$ 曲線

$e-\log P$ 曲線と圧密荷重との関係を図3-1、図3-2に示す。V-testの $e-\log P$ 曲線がH-testのそれよりも向隙比が大なる位置にあわられている。この傾向は藤田, W.A. Wardの報文と同じである。その原因は試料の堆積過程、粒子の骨組構造、地中応力から解放された際の膨張の異方性等の原因にもとずくものと推定される。圧縮指数 C_c はV-testの値が、H-testの値よりも大である。

ところでH-testの $e-\log P$ 曲線についてはその曲率半径の最小の点を視察で求めることは困難であり、先行荷重の値の決定が不正確になるようである。

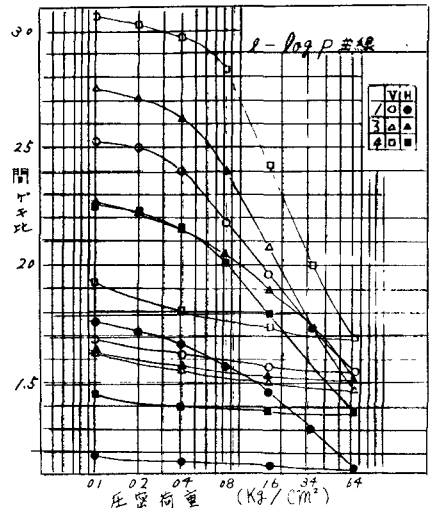


図3-1. $e-\log P$ 曲線

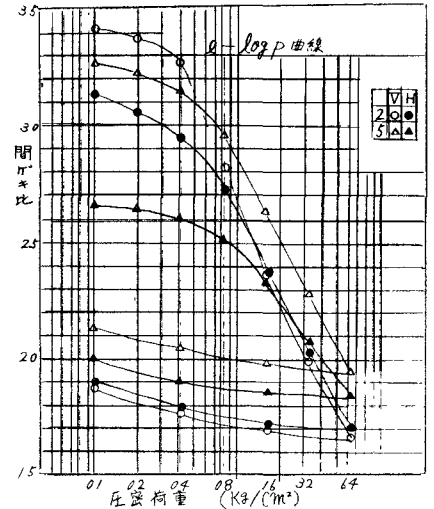


図3-2 $e-\log P$ 曲線

なお通常考えられている様な地中応力の水平方向応力が静止土圧係数×垂直応力の関係にあり粘性土の場合静止土圧係数 $K=0.5$ 、圧密が終了しているものとすればH-testの先行荷重はV-testのそれの約 $1/2$ 程度の値であるべきである、ところがH-testから求められた先行荷重はV-testから得られたそれよりも大きな傾向にあり逆の結果を示している。

3-2. 圧密係数

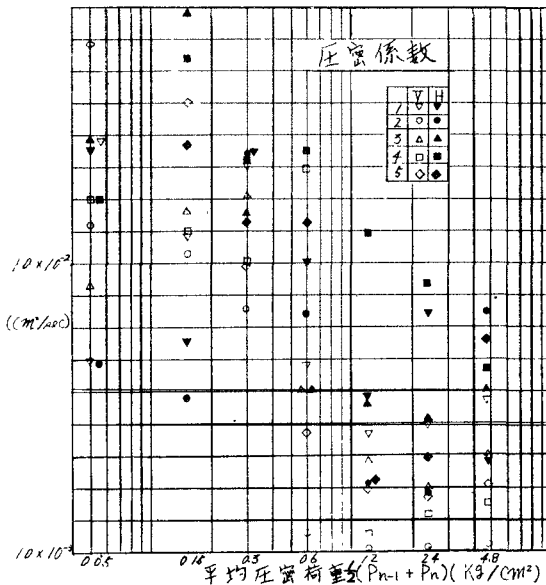


図-4 圧密荷重と圧密係数

圧密荷重と圧密係数(普通目盛)との関係を示したのが図-4である。一般的傾向として $C_h \sim C_v$ である圧密荷重が先行荷重よりも小さな範囲では値の変動の巾は狭まっている。W.H. Wardの報文は圧密荷重が図-4の値より大きくなれば、 C_v と C_h は同一の値に収束することを明らかにしており、細干らも同様なことを指摘している。

3-3. 体積圧縮係数

圧密荷重と体積圧縮係数との関係を示したのが図-5である、先行荷重より小さな圧密荷重の範囲では、 V -test, H -testの体積圧縮係数間に関連はみられない。しかし圧密荷重が先行荷重より大になれば H -testの体積圧縮係数は V -testのそれよりも小さくなっている。

この原因は粒子の骨組構造の異方性にもとづくものと想定される。この関係は、 V -test, H -testの $e \sim \log P$ 曲線の圧縮指数の大小関係からも考えられることである。

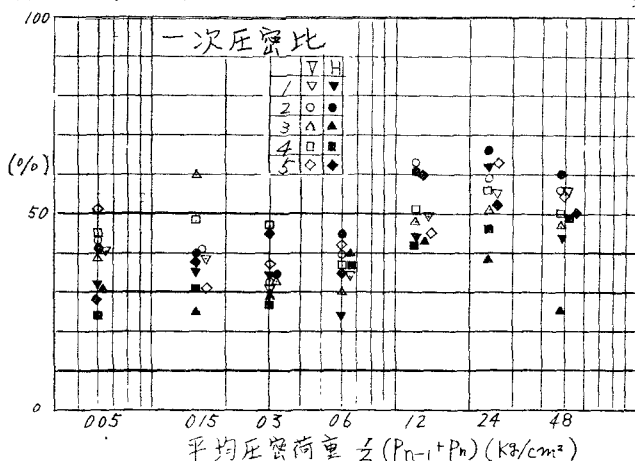


図-7 圧密荷重と一次圧密比

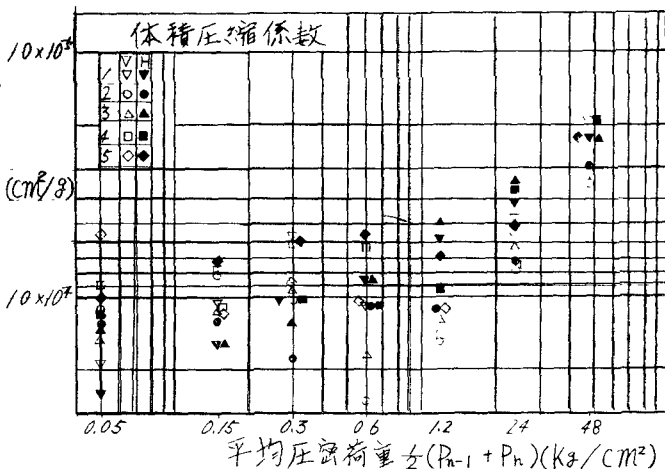


図-5 圧密荷重と体積圧縮係数

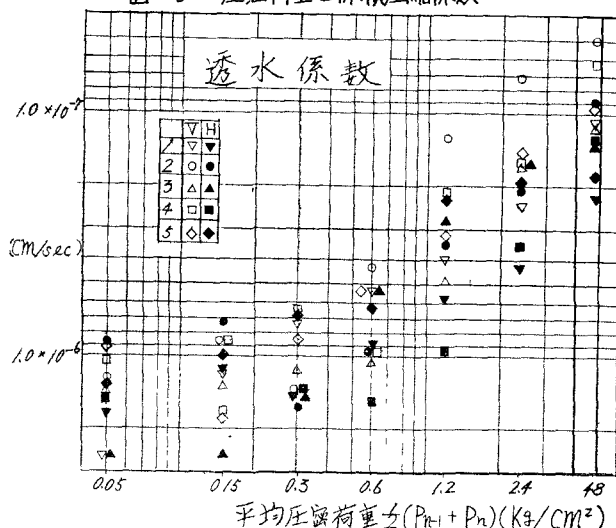


図-6 圧密荷重と透水係数

3-3. 透水係数

圧密荷重と透水係数との関係を示したのが図-6である。これは体積圧縮係数と同じように先行荷重より小さな圧密荷重の範囲では値にかなりの変動があるが、先行荷重より大きくなると V -testの透水係数が H -testのそれよりも小さくなる。この関係も前述と同じように粒子の骨組構造の異方性にもとづくものとおもわれる。

3-4. 一次圧密比

軟弱土質のため一次圧密比はかなり小さい，特にH-testの圧密荷重が小さい範囲では35～40%の低い値である。先行荷重をこえると40～65%程度の値となる。

4. 結論

V-testとH-testの $e-\log P$ 曲線ではかなりの相異がある，これは粒子の骨組構造，堆積過程，地中応力からの解放の際の膨脹時の異方性等にもとづくものと推定される。

H-testの $e-\log P$ 曲線の曲率半径最小の点の視察は判然としないのでCasagrandeの方法で求まる先行荷重の大きさは地中で作用した水平応力の大きさと異なるようである。

H-testの主応力の状態と地中での主応力の状態とは異なるので C_v と C_h の関係を議論することは妥当でないが，今回の条件のもとではH-testの C_h はV-testの C_v より一般に大である。

圧密荷重が先行荷重より大なる範囲において体積圧縮係数はH-testの方が小さい。

圧密荷重が先行荷重より大なる範囲において透水係数はV-testの方が小さい。

一次圧密比には特に異った傾向はみられない。

なを，試料の整理には当土質試験室の井久保 均氏の協力を得た。

参考文献

- (1) T.W. Rowe: Measurement of the Coefficient of Consolidation of London Clay.
Geotechnique Vol 9 1959, 107~110.
- (2) W.H. Ward: Further Studies of the Properties of London Clay.
Geotechnique Vol 9, 1959, 33~58.
- (3) 木下ら: 琵琶湖有機質土の工学的性質，土と基礎 Vol 40.
- (4) 藤田ら: 八郎湯干拓堤防における試験堤防について，土と基礎 Vol 42.
- (5) Escario & Vricl: Determining the Coefficient of Consolidation and the Horizontal Permeability by Radial Drainage, Proc 5th Int Conf, SMFE (1961).
- (6) Kawakami: The Measurement of Horizontal Coefficient of Consolidation by Triaxial Testing Apparatus. Soil and Foundation 4-2 (1964).
- (7) 渡辺: 軟弱土の特殊圧密試験，鉄道技術研究所速報 NO62-(1962).
- (8) Aboski & Monden: An Experimental Method to Determine the Horizontal Coefficient of Consolidation in Fine Grained Soil, Proc 1st Asian Regional Conf. SMFE.
- (9) Aboski & Monden: Determination of the Horizontal Coefficient of Consolidation of an Alluvial clay. Proc 4th Austrian-Newzealand Conf SMFE.
- (10) 吉田・中野: 八代港-7.5M岸壁の間隙水圧の測定について，土木学会西部支部研究発表会昭和40年。