

東大生産技術研究所。正員 工博 星 塾 和
 正員 榎本 歳勝
 正員 金子 豊

東京都内荒川放水路に架設される西新井橋の基礎工を設計するに当って支持力と沈下を推定するための基礎地盤調査として標準貫入試験と茲肉サンプラーによる自然状態試料の採取を実施した。採取した試料について物理的諸量を求める試験のほか従来の方法による一軸圧密試験と圧密急速三軸試験を併せ行って両者の比較を試みた。

圧密急速三軸試験は圧密過程（試験体にすべての方向から一様液圧を加えて圧密する過程）と軸圧過程（圧密を終った試験体に一定液圧を加えたまま排水と許さない状態で上下方向の軸圧力を加え急速な圧縮剪断を行い破壊に達せしめる過程）とからなっている。圧密過程においては液圧を最高 9.6 kg/cm^2 まで数段階に変え各段階ごとに圧密が終了するまでの体積変化を測定した。体積変化は試験体から排出される水と気体の量と測って求めたが、圧密が完了するまでの時間が極めて長いものは1～2日で試験を打切ったものもある。試験中の温度変化がかなり大きい影響を及ぼすことを認め、これを防ぐ設備は極めて不完全であった。軸圧過程においては軸圧応力、軸方向歪、体積変化および間隙圧を測定した。この時の体積変化は極めて小さかった。

試料はシルトないし砂質シルトから成り、乾燥密度は $1.1 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$ 、含水比は $32 \sim 50\%$ 、飽和度は $94 \sim 100\%$ で飽和に近い状態であるが、最大 2% 程度の気体を含んでいるのは採取前から含まれていた空気あるいは遊離したガスであるが採取後に入った空気であるかは明かでない。

一軸圧密と三軸圧密の全過程と比較すると終極の圧密量は両者がかなりよく一致し、実用上差異はないと見てよいと思われる。（図1）この点は星塾の塑性理論から予想した所を裏書きしている。三軸試験は方法が複雑で長い時間と要する欠点と有する反面において強度の測定を同時に行いうる点で優れている。

星塾の理論によると三軸圧密による体積変化度 ϵ は

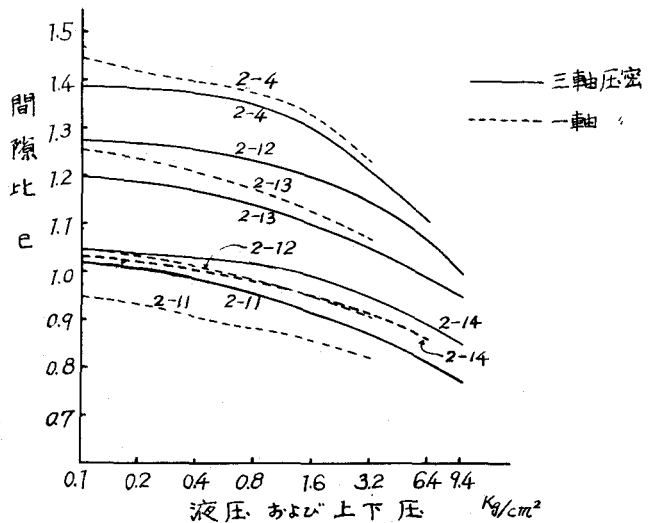


図-1 一軸圧密と三軸圧密の比較

$$n = \frac{\sigma_0}{V_0} \log e \left(\frac{\sigma_0 + \sigma}{\sigma_0} \right) \quad (1)$$

で与えられ、こゝに σ は液圧 σ_0 と V_0 は実験から求められる定数である。
したがって間隙比 e は

$$e = e_0 - \frac{q_s}{q_d} n = e_0 - \frac{q_s}{q_d} \frac{\sigma_0}{V_0} \log e \left(\frac{\sigma_0 + \sigma}{\sigma_0} \right) \quad (2)$$

こゝに、

e_0 : 試験前の間隙比

q_s : 土粒子の密度

q_d : 土の乾燥密度

となるから、 $(\sigma_0 + \sigma)$ の対数ととり間隙比 e をプロットすると直線が得られる。実験結果はこの直線関係が成立することも示している。液圧の小さい所で

この直線が曲ってゐれば事前圧縮の影響と考えてよいと思われるが、それが確認できたのはほとんどなかった。(図2)

軸圧過程において発生する間隙圧 P_v の影響と差引主有効平均圧応力 $\bar{\sigma}_m$ と平均剪応力 $\bar{\tau}_m$ とそれぞれ

$$\bar{\sigma}_m = \sigma_m - \sigma_0 = \sigma_L + \frac{\sigma_v}{3} - P_v \quad (3)$$

$$\bar{\tau}_m = \frac{\sqrt{2}}{3} \sigma_v$$

こゝに σ_L : 一定液圧

σ_v : 軸圧応力

で計算し、極限破壊時における $\bar{\sigma}_m$ に対し $\bar{\tau}_m$ をプロットして、内部圧応力 σ_0 と内部摩擦係数 $\tan \psi$ を決定した。(図3)

参考文献

(1) 星埜和：土の力学における塑性の基本理論と三軸試験への適用，土木学会論文集オ21号，(1954)。

(2) 星埜和：土の三軸試験におけ

る間隙圧の実測と計算，第4回工学会大会土木部会講演集 II-13 (1956)。

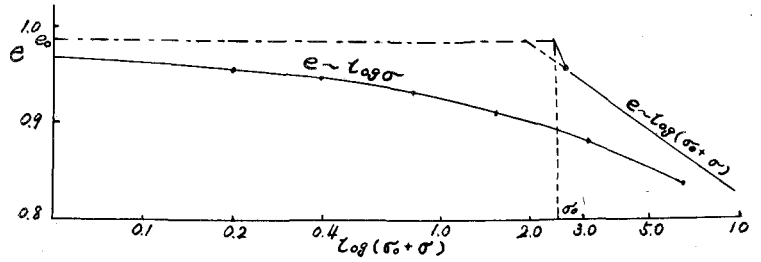


図-2 $\log(\sigma_0 + \sigma)$ と間隙比 e の直線関係 試料番号 2-15

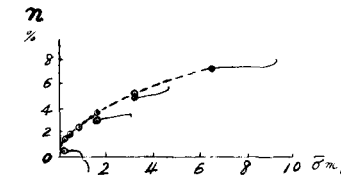
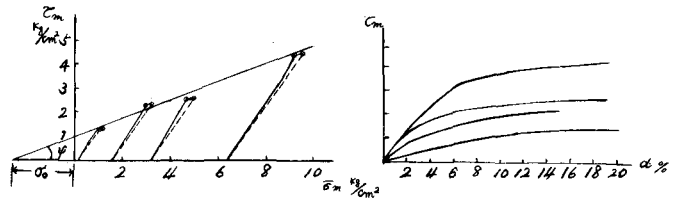


図-3 内部圧応力 σ_0 と内部摩擦係数 $\tan \psi$ の決定例 試料番号 2-15