

土の圧密試験における問題点と圧縮指数の 一推定法について

森 満 雄

1, ま え が き

構造物とその基礎地盤との関係を考えて土の圧縮による構造物の沈下が考えられる。この沈下は、構造物の重量と地盤の圧縮性によってその量が異なり、特に軟弱地盤において問題となる。一般にこれらの土の圧縮性を知るために圧密試験 (JIS A 1217) があり、試験の目的は次の2つに大別される。

① 荷重による全沈下量の推定

② 沈下にともなう時間の関係

①については圧密試験の $e-\log p$ 曲線から次式により全沈下量が算出される。

$$S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \cdot H \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$S = m_v \cdot \Delta p \cdot H \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$S = \frac{C_c}{1 + e_0} \log_{10} \left(1 + \frac{\Delta p}{p_0} \right) \cdot H \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここに、

S ; 全沈下量

e_0 ; 自然間隙比

e ; 沈下後の間隙比

H ; 粘土層厚

Δp ; 応力増加

p_0 ; 先方圧密荷重

m_v ; 体積圧縮係数

C_c ; 圧縮指数

式(2), (3)は式(1)に出発点をもっている同系の式である。②については Terzaghi の圧密理論により、求めるがここでは省略する。

本報告では上記の①の全沈下量計算に用いる式(3)の圧縮指数 C_c を自然含水比より推定し全沈下量を予測しようというものである。すなわち、一般に圧密試験を行う土は飽和している場合が多く間隙は水で占められている。従って、圧密応力の増加によって間隙水が排出され、土の圧密が進行する場合、間隙の大小、すなわち初期の含水比が圧密量に関係すると考えられる。圧縮指数の推定に関しては主として液性限界との関係より求めた A. W. Skempton などの研究がある^{1), 2)}。

次に本報告では従来の圧密試験機と中型の圧密試験機による圧密特性の比較をおこなっている。従来の圧密試験機の供試体は直径 6.0cm, 厚さ 2.0cm であり、一般に載荷重による圧密容器の内側と土粒子との間に摩擦が生じ、誤差の生ずる原因と考えられている³⁾。

そこで供試体寸法 11.28cmφ×3.81cmの場合との比較検討をおこなった。

2. 圧密沈下量の推定

2.1 自然含水比と自然間隙比, 圧縮指数の関係

図一は各種の試料の自然含水比 W_N と自然間隙比 e_0 の関係を示したもので次式の関係が得られる。

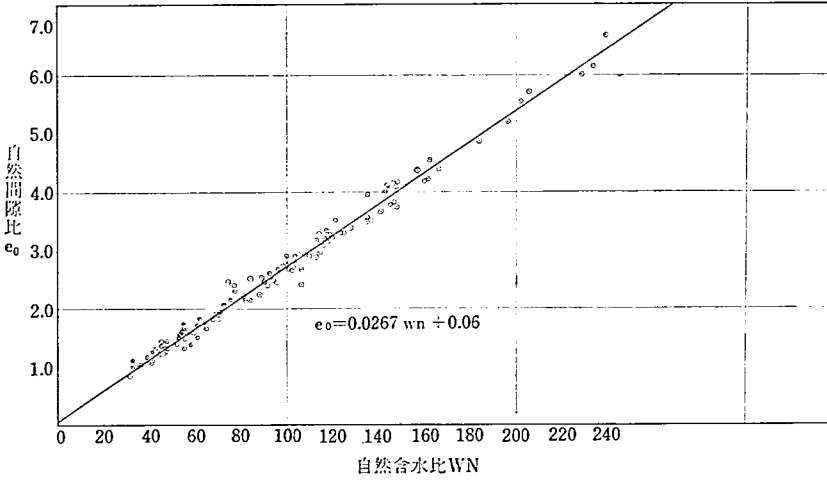


図 1

$$e_0 = 0.0267 W_N + 0.06 \quad \dots\dots\dots(4)$$

土粒子の比重は通常 2.4~2.8 で殆んどの土は 2.6~2.7 である。従って間隙比の値に影響する土粒子比重の相異は少ないと考えてよいであろう。図一は図一に示した試料の圧密試験を行い $e-\log p$ 曲線より求めた圧縮指数 C_c と自然含水比 W_N の関係を示したもので、ほぼ次式が成立するといえる。

$$C_c = 0.0134 W_N - 0.24 \quad \dots\dots\dots(5)$$

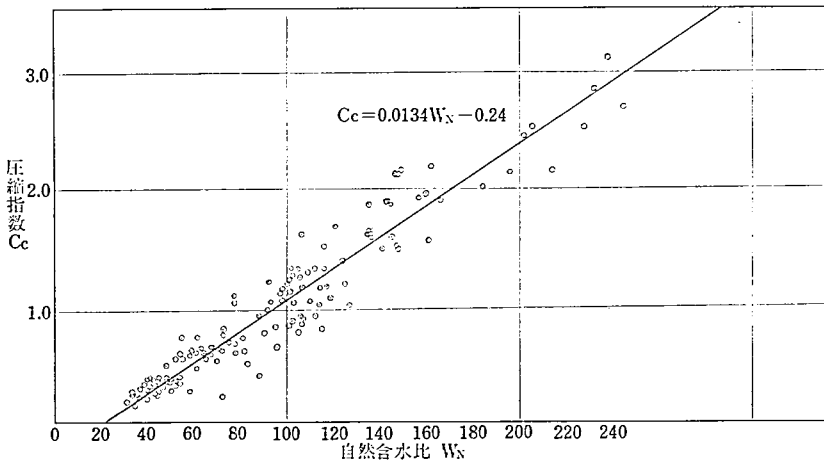


図 2

2.2 圧密終了後の沈下量と乾燥重量の関係

飽和土の圧密が進行し、最終段階の荷重による圧密が終了した時の土の状態は、初期と

比べると土の圧密が行なわれただけで排水による含水比の変化は生ずるが、土粒子そのものの重量変化は生じない。すなわち、乾燥重量の変化はない。従って、三相系で成立つ土に対して土粒子部分の占める量が大きいと沈下量は小さいことが推定される。

図一3は、初期厚さ 2.0cm の供試体が $12.8\text{kg}/\text{cm}^2$ の最終荷重を受け、圧密が終了した時に沈下した圧密量と乾燥重量の関係を示したものである。乾燥重量と沈下量の間には近

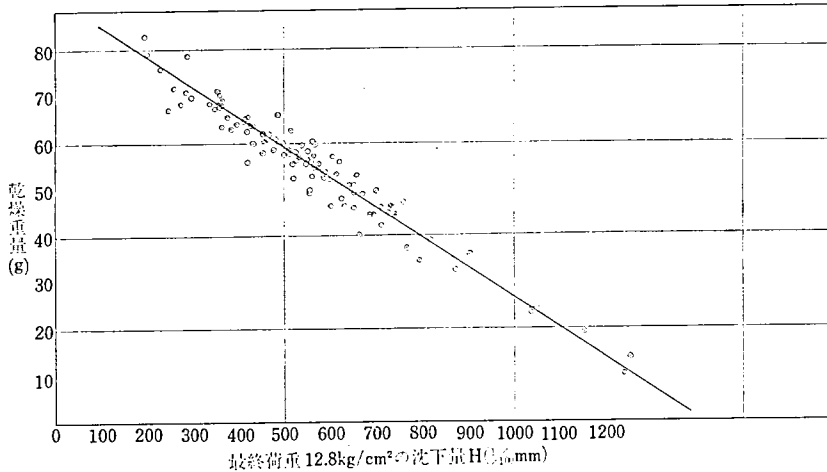


図 3

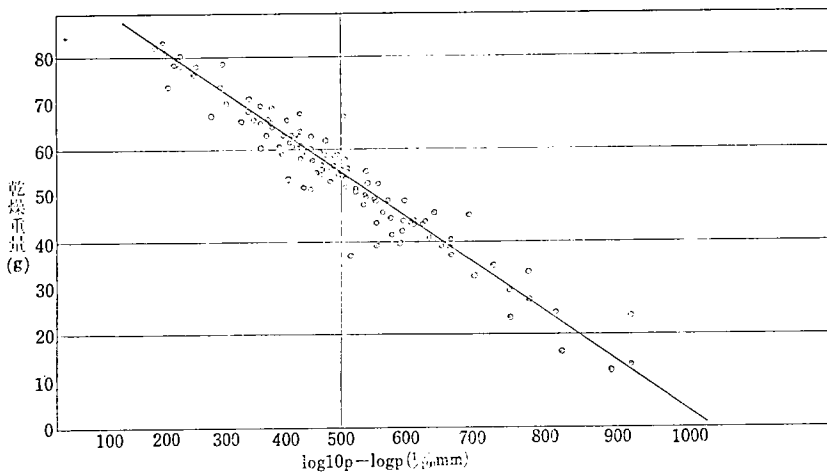


図 4

似的に直線関係が成立つ。

図一4は $e-\log p$ 曲線の直線部についての勾配 ($\log 10 p - \log p$) を沈下量で示したものの(圧縮指数の関数)と乾燥重量の関係を表わしている。図一3が初期厚さからの沈下量、図一4が $e-\log p$ 曲線の勾配についての沈下量を示し、いずれも近似的に直線関係がみられることは、飽和土の間隙を占める含水量と沈下量の間にも相関性のあることを意味している。このことは、図一2の圧縮指数と自然含水比の関係によって明らかである。

2.3 圧密試験による計算結果と本推定法にもとづく沈下量の比較

前述の推定法を圧密計算結果と比較するため地盤条件の異なる 2, 3 の場合について表一1 および図一5, 6, 7, 8 に示す。図中の実験曲線は圧密試験にもとづく $e-\log p$ 曲線

表一 圧密試験結果と本研究の推定法との沈下量の比較

番号	深 度 (m)	自然含水比 (%)	(m)	載 荷 重		
				2kg/cm ²	3kg/cm ²	5kg/cm ²
1	4.00	68,0	S	0.54	0.71	0.92
			S'	0.08	0.64	0.68
			誤 差	0.06	0.07	0.24
2	7.50	64.5	S	1.30	1.46	1.63
			S'	1.09	1.52	1.76
			誤 差	0.06	0.06	0.13
3	10.00	53.7	S	1.12	1.36	1.69
			S'	0.93	1.27	1.70
			誤 差	0.19	0.09	0.01
4	22.35	117.9	S	3.25	4.34	5.77
			S'	2.62	3.87	5.04
			誤 差	0.63	0.47	0.25

S : 試験結果による沈下量

S' : 推定法による沈下量

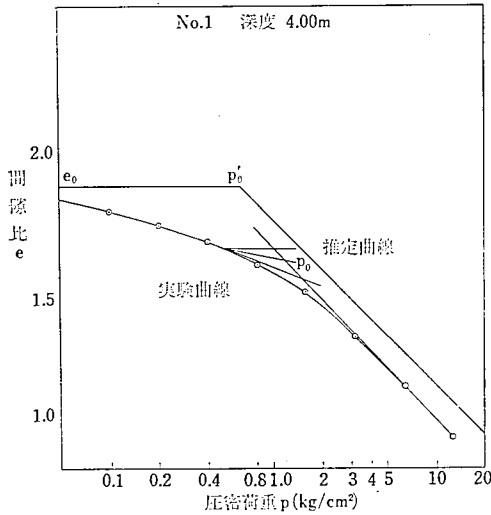


図 5

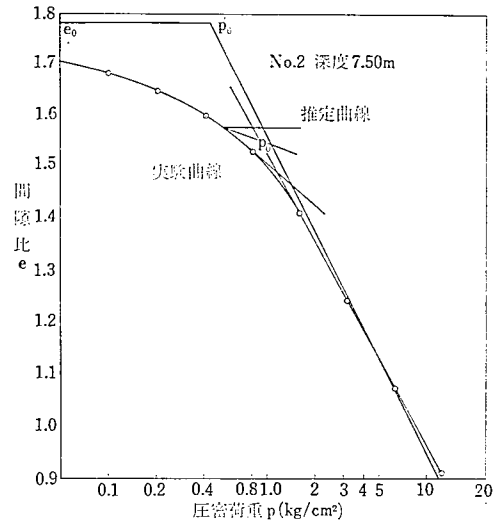


図 6

であり、この場合の先行圧密荷重は Casagrande の図解法により求めた p_0 である。推定法による推定曲線は、自然含水比 W_N より式(4) から e_0 を求め地盤条件から算出した有効土カブリ重量に相当する先行圧密荷重 p_0' まで横軸に平行に引いた直線と、式(5)より求めた圧縮指数 C_c に相当する2本の直線から構成される。

表一は、この地盤が 2, 3, 5 kg/cm² の載荷重を受けたと考えた場合の全沈下量の計算結果の比較を示している。

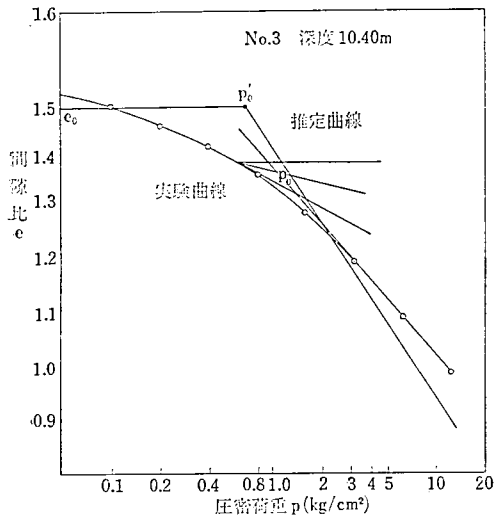


図 7

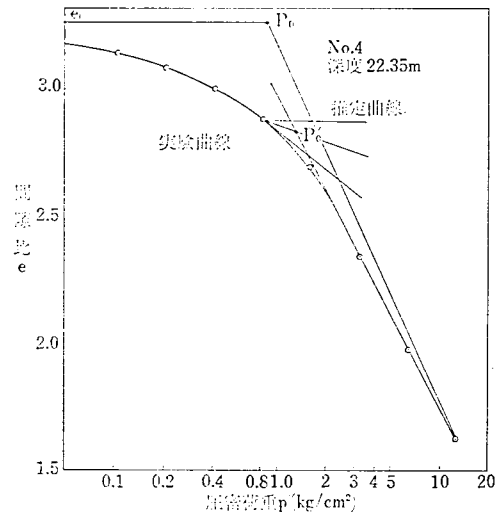


図 8

3. 供試体寸法の圧密特性に及ぼす影響

圧密試験を行う場合、供試体と圧密リング内面との摩擦抵抗の発生は避けがたい。また、圧密リングが小さく供試体寸法が小さいと土粒子の移動が圧密過程において拘束され圧密の進行をさまたげるものといえる。このことは、土粒子の大きさと供試体寸法にも関連するものと考えられる。

ここでは、同一試料の締固め密度を変化させた場合について、供試体寸法の相異による圧密特性の比較を検討した。

3.1 比較試験方法

小型圧密試験機は JIS A1217 にもとづき使用されているもので供試体寸法は $6.0\text{cm}\phi \times 2.0\text{cm}$ である。

これに対して中型圧密試験機の供試体寸法は $11.28\text{cm}\phi \times 3.81\text{cm}$ である。従って、直径および厚さ約 2 倍、載荷面積 3.5 倍、体積 6.7 倍の供試体について比較したことになる。

供試体は同一試料（ローム）を初期間隙比を変化させて締固め、各荷重段階における圧密時間を 1 荷重 24 時間としそれぞれ圧密試験を行った。

3.2 比較試験結果

図-9 に圧密試験により得られた $e-\log p$ 曲線の比較を示す。同一試料であれば圧密前の初期間隙比が異っても或る一定の間隙比以下には圧密されないはずである。この間隙比をここで最小間隙比 e_{\min} とする。

中型圧密試験では各試料の沈下傾向は e_{\min} に取れんされるが、小型圧密試験機ではその傾向がみられない。

以上から、供試体寸法の小さい場合は摩擦力、拘束力、リングの偏心等の影響がより大きいといえよう。また同一初期間隙比の試料について中型より小型の圧密量が大きいのは、1 荷重の圧密時間を両者とも 24 時間としたためである。

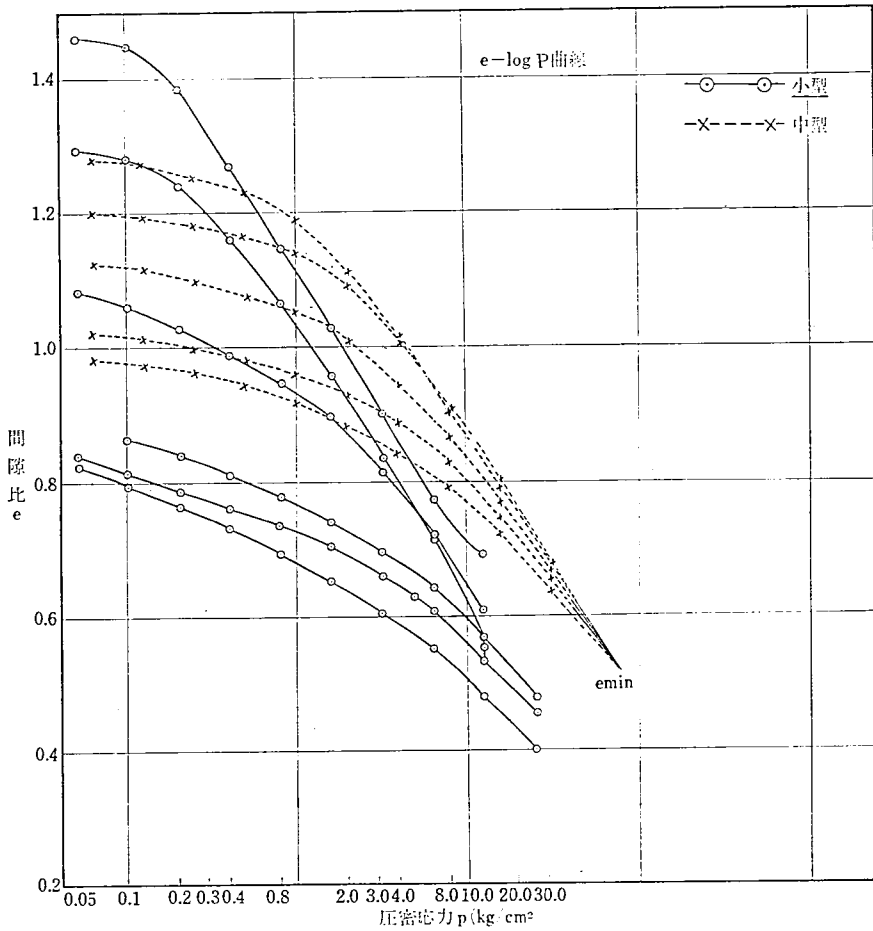


図 9

4. むすび

土の圧密試験結果から求められた沈下量を実際の圧密沈下現象に適用した場合、一致しないことが多い。これは地盤の性状が複雑で不均一なことで、更に、小さい供試体の試験結果からメートル単位の地層の沈下を推定することに無理があると考えてよい。また、圧密試験結果の計算には、2、3の仮定を前提としているが、重要なことは周囲をリング固定した一軸圧密であり、実際の圧密条件と異なることである。

本研究を通じて得られた結果と今後の問題点を例挙すると以下のようになる。

- 1) 自然含水比を中心として初期間隙比、圧密沈下量、圧縮指数等には相関性が示される。
- 2) 推定された圧縮指数による全沈下量と圧密計算によるそれとの比較は良好な結果が得られたが、今後多くの試料について検討する必要がある。
- 3) 圧密試験結果の最小間隙比よりみて供試体は大きい方が合理的である。1 荷重の圧密完了に要する時間の決定が今後の問題点として残る。
- 4) 先行圧密荷重の決定に、推定法では有効土カブリ重量を用いるが、過圧密粘土の場合

合については圧密試験による先行圧密荷重との関係を検討する必要がある。
今後は、圧密試験による計算値、推定法による計算値および実際の沈下観測値の関連性を検討する予定である。

参 考 文 献

- 1) Skempton, A. W. : Notes on the Compressibility of Clays, Quart. Jour. Geol. Soc. London, Vol C (1944) 119~135.
- 2) 大崎順彦 : Geotechnical Properties of Kanto-Loam and Its Anisotropy. 建築研究所報告 pp. 1~14, 1957. 3.
- 3) Monden, H : One-dimensional Consolidation affected by side friction, Soils and Foundations, Vol. 9. No. 1 pp. 42~74. 1969.