

硬質土の過圧密比と K_0 値について

西日本工業大学 正員 ○岸原一哉

福岡県行橋土木事務所 与田 稔

北九州市 市康彦・吉田春彦・北条康則・木原弘毅

1. 緒言

構造物の大型化、重量化に伴って硬質土や堆積状態の変形や強度に関する情報が必要とされる機会が増えた。繰返し作用やセメンテーションを受けた地盤材料はある意味で過圧密土の一種と考えることが出来る。本文では、侵食や風化などの地質学的履歴を受け取ることなく、 $t_{1/2}$ 長時圧密による過圧密状態に至った材料が通常の過圧密土(応力解放による)と同等の取扱いか可能かどうかについて論じたものである。

2. 長時圧密を受けた地盤材料の過圧密比

図-1は堆積が終り、一定の土被り圧のもとで長時圧密を受けたある深さの土要素が、その後載荷重により引き続き沈下を生じる様子を模式的に示したものである。

堆積終了時刻 t_0 の R 点における含水比 W_0 が液性限界 W_L にほぼ近いという仮定を設けると R 点における間隙比は、ほぼ次式で表わせよう。

$$e_0 = W_0 G_s / 100 \div W_L G_s / 100 \quad (1)$$

従って、長時圧密による RQ 間の間隙比変化量は

$$\Delta e = e_0 - e_1 = G_s (W_L - W_1) / 100 \quad (2)$$

一方、この材料の二次圧密係数を $C_\alpha (= de/d\log t)$ とすれば、式は

$$\Delta e_s = C_\alpha \log (t_1/t_0) \quad \text{----} (3)$$

と等価となるはずである。よって、式(2)、式(3)から

$$\frac{t_1}{t_0} = \exp \left[\frac{G_s (W_L - W_1)}{43.4 C_\alpha} \right] \quad \text{----} (4)$$

が得られる。

ところで、ある土被り圧のもとで長時圧密を受けた土は一般に、図-1に示すように土被り圧よりも大きな圧密降伏応力 p'_y を有する。よって、このときの過圧密比 n は

$$n = \frac{p'_y}{p'_0} = \alpha \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^{R/(1-\lambda_r)} \quad \text{---} (5)$$

ここで、

$R: C_\alpha / C_c$

$\lambda_r: C_r / C_c$ (C_r :再圧縮指数)

α : セメンテーション効果を示す定数

式(4)を式(5)へ代入すると、堆積年代 t_0 に依存なく

$$n = \alpha \cdot \exp \left[\frac{G_s (W_L - W_1)}{43.4 C_c (1 - \lambda_r)} \right] \quad (6)$$

により与えられることになる。

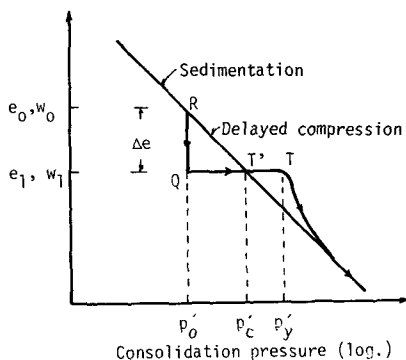


図-1 長時圧密を受けた土の e - $\log p$ 曲線

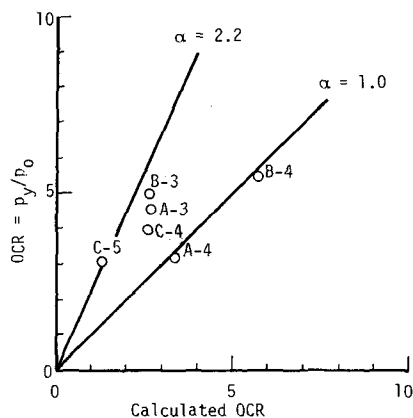


図-2 計算による過圧密比と実測値との比較

さて、式(6)で与えられる過圧密比と圧密試験から類推される p_y/p'_0 とはどのような関係になるであろうか。図-2は表-1に示されるような物性を有する霞石ない泥岩についてこのことを確かめたものである。式(6)に含まれる方法が今のところないが、図-2の場合、 $\lambda = 1.0 \sim 2.2$ に収まっている。

3. 長時間圧密をうけた地盤材料の強度

膨張による過圧密工の非排水せん断強度と正規圧密工の強度を与える次式²⁾

$$\frac{(C_u/p)_{OC}}{(C_u/p)_{NC}} = n^{\lambda_0} \quad \text{----- (9)}$$

が長時間圧密をうけた土についても共通するならば

$$(C_u)_{OC} = m p'_0 \cdot n^{\lambda_0} \quad \text{----- (8)}$$

となることは容易にわかる。式(9)、(8)において、

λ_0 : 実験定数、 m : 正規圧密工の強度増加比である。また、 OC は過圧密、 NC は正規圧密を意味している。式(8)に式(5)を代入すると過圧密土の強度が求められることになる。

4. 長時間圧密をうけた地盤材料の K_0 値

除荷に伴う過圧密土の K_0 値については比較的多くの研究があり、正規圧密土の値と対応させて Mayne³⁾ は

$$K_0^{(OC)} = (1 - \sin \phi') (\overline{OCR})^{\sin \phi'} \quad \text{----- (9)}$$

なる形式をとめている。本来、いし、この式は $K_0^{(OC)}/K_0^{(NC)} = (\overline{OCR})^{\alpha_0}$ (α_0 : 実験定数) を発展させたもので長時間圧密をうけた土の K_0 値の推測には用いることはできない。Mayne は式(9)とは別に載荷時にあける過圧密土の K_0 値を評価する方法として次式を提案している。むしろこれを用いる方が合理的であろう。

$$K_0^{(OC)} = (1 - \sin \phi') \left[\frac{\overline{OCR}}{(\overline{OCR})_{max}} + \frac{3}{4} \left(1 - \frac{\overline{OCR}}{(\overline{OCR})_{max}} \right) \right] \quad \text{----- (10)}$$

長時間圧密をうけた土は、応力解放の履歴をたうので $\overline{OCR}_{max} = 1.0$ と考えられる。それゆえ式は

$$K_0^{(OC)} = \frac{1}{4} (1 - \sin \phi') (\overline{OCR} + 3) \quad \text{----- (11)}$$

と随分簡単になる。上式の $\overline{OCR}$ に式(6)が用いられるなら、目的とする擬似過圧密土の K_0 値が予測されている。

5. 系言

極めて大胆な仮定を設けて硬質土や軟岩の力学的性質を予測する試みを行った。土や岩石は複雑な履歴を過去に受けているので、このような試みがそのまま実際の設計や予測に適用できるとは思えない。しかし、何かと未知数の多い軟岩の力学挙動を明らかにする上で何かの手掛りとなるのではないかと期待している。そのためには、まずここで示した式(6)、(8)、(11)の適用性を室内試験のレベルで確かめてみる必要がある。なお、本文における実験データは応用地質調査事務所 岩崎恒明に提供し載せた。付記に謝意を表す。

引用文献

- 1) Murakami, Y. (1980): A method for estimating the consolidation of a normally consolidated clay of some age, Soils and Foundations, Vol. 20, No. 4, pp. 83-93.
- 2) Mayne, P.W. (1980): Cam-Clay prediction of undrained strength, Proc. ASCE, Vol. 106, No. GT 11, pp. 1219-1242.
- 3) Mayne, P.W. and F.H. Kulhawy (1982): K_0 -OCR relationship in soil, Proc. ASCE, Vol. 108, No. GT 6, pp. 851-872.

表-1 試料の物性

試料番号	A-3	B-3	A-4	B-4	C-4	C-5
深度(m)	15.15	15.30	19.80	19.80	19.80	23.30
粘土分(%)	29.5	30.0	39.0	17.5	43.0	21.0
液性限界(%)	56.0	47.0	63.4	37.6	72.3	36.2
塑性指数	35.3	26.1	37.2	13.9	40.4	17.7
土質分類	粘土質ロ-1	粘土	シルty粘土	ロ-1	粘土	砂質粘土ロ-2
土粒子の重量比 G_s	2.70	2.70	2.68	2.70	2.70	2.71
自然含水比(%)	44.3	38.5	39.1	28.6	61.7	36.0
単位重量(kg/m^3)	1.75	1.80	1.79	1.91	1.62	1.83