

III-151 粘土の擬似先行圧密圧力の発生特性

山梨大学工学部 正員 村上 幸利

1. はじめに 粘土地盤上に築造される構造物の圧密沈下の予測において、圧密降伏圧力あるいは擬似先行圧密圧力の事前評価は重要な問題の一つである。このうち擬似先行圧密圧力 p_c' は、Bjerrum (1967) が指摘するように、delayed compression(長時間圧縮) すなわち二次圧密を受けた正規圧密粘土において発生する。Narain 他 (1969) は、 p_c' が圧密圧力、載荷時間、応力履歴、荷重増加率に大いに依存するものであることを実験的に示した。過去に二次圧密を受けた正規圧密粘土に対して、村上 (1979) と Mesri 他 (1979) それぞれは、その粘土が有する擬似先行圧密圧力 p_c' を

$$p_c' = (t_1/t_0)^{C_\alpha/(C_c - C_{cq})} p_0' \quad (1)$$

$$p_c' = (t_1/t_0)^{C_\alpha/C_c} p_0' \quad (2)$$

なる算定式によって評価できることを理論的に示した。ここに、 p_0' は圧密圧力、 t_1 は前荷重段階における載荷時間、 t_0 は100%圧密時間、 $C_\alpha (= -\Delta e / \Delta \log_{10} t)$ は二次圧密係数、 C_c は圧縮指数、 C_{cq} は先行圧密圧力(圧密降伏圧力)以下の有効圧力のもとにおける圧縮指数である。その後、ある厚さ(排水長さ)を有する粘土においては、一次圧密段階における二次圧密の発生が考えられることから、実際には(1)式で評価されるよりも若干大きめの p_c' が起こることを予測し、村上 (1980) は、

$$p_c' = \beta (t_1/t_0)^{C_\alpha/(C_c - C_{cq})} p_0' \quad (\beta > 1.0) \quad (1)'$$

なる修正式を提示している。この $\beta (>1)$ は、Leonards ら (1964) の実験で示された先行圧密効果の飛び出し現象(lump)に対応するものであると解釈できる。このような擬似先行圧密圧力について、理論から誘導された算定式の妥当性ならびに p_c' を実験を通して吟味・検討した。

2. 実験とその結果 間隙水圧計を圧密試験器の非排水底面に設置し、2種類の粘土を試料とした圧密試験(最大排水長=約1cm)を実施した。その粘土の物理的ならびに力学的性質を表-1に示す。ある一定の圧密圧力および一定時間のも

表-1 粘土試料の物理的・力学的性質

項目	甲府粘土	川崎粘土
土粒子比重 G_s	2.64	2.70
液性限界 w_L	61.4%	94.5%
塑性指数 I_p	15.2	49.9
圧縮指数 C_c	0.071	0.057
圧縮指数 C_{cq}	0.522	0.640
二次圧密係数 C_α	0.0090	0.036
100%圧密時間 t_0	15分	30分
$C_\alpha / (C_c - C_{cq})$	0.020	0.062

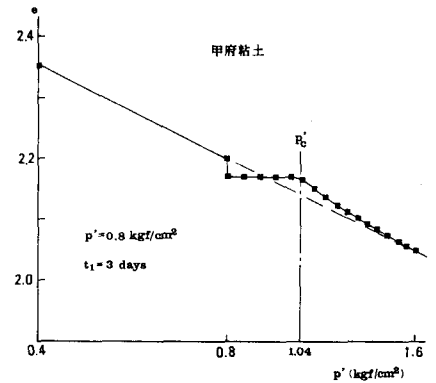


図-1 事前に二次圧密を受けた正規圧密粘土の $e \sim \log_{10} t$ 曲線

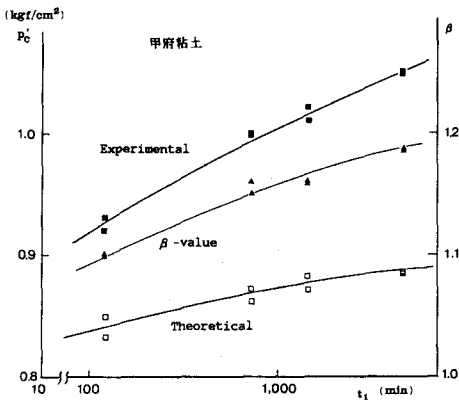


図-2 前荷重段階での載荷時間の影響

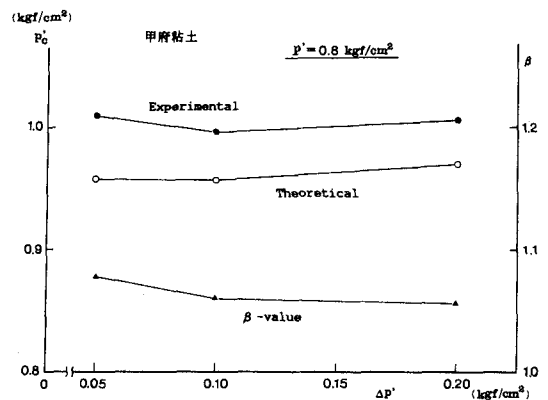


図-3 荷重増分量の影響

とで、粘土供試体を静置し、二次圧密を発生させる。この後に、微小増分量の荷重を一次圧密終了ごとに漸次、段階的に作用させて、過剰水圧の経時変化および供試体の変形量を測定した。なお、一次圧密終了時刻は間隙水圧測定値が0になる時点でもって決定した。このようにして得られる有効圧力と間隙比の関係曲線から、Casagrandeの作図法を応用して擬似先行圧密圧力 p_c' を決定し、(1)式から評価される p_c' との比較を行う。その結果を図-1から図-4に示す。図-1は、 $p' = 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ の圧密圧力のもとで二次圧密を受けた粘土について、擬似先行圧密効果の発生の状況を有効圧力と間隙比の関係で示したものである。明らかに、擬似先行圧密効果の飛び出し現象(lump)が現れている様子が見られる。図-2は、前荷重段階における載荷時間 t_1 と p_c' の測定値と理論値およびその比 β の関係を表すが、これをみると、 β の値そのものが載荷時間とともに増大しており、(1)'式で表現される以外のことが p_c' に起こっている様子がわかる。図-3は、ある量の二次圧密を受けた正規圧密粘土について、擬似先行圧密圧力を知るために段階的に作用させる荷重増分の大きさと p_c' の関係を示した図であるが、この結果では、 p_c' が荷重増分量によってはさほど影響を受けていない様子が見られる。図-4は、圧密圧力とそのもとで一定の載荷時間(720分)を経過した後の粘土が有する擬似先行圧密圧力および β との関係を示したものである。これをみると、 β はほぼ一定の値をとり、圧密圧力の大きさによってほとんど影響を受けないことがわかる。

3. まとめ 擬似先行圧密圧力の発生量については、実験での測定値が(1)式で評価されるものより一般に大きめにでであり、 β 値はほぼ1.1前後となっている。特に注目すべきことは、図-2に示されるように、 β 値が載荷時間 t_1 の増大とともに単純増加することである。ただし、 t_1 を無限とした場合でも、ある β 値に収束することが推測される。ある厚さをもつ粘土においては、100%圧密に到達する時間 t_0 よりもっと早い時刻から二次圧密の発生が起こるものと考えられる。また、層厚が大きいくほど、100%到達時刻と二次圧密発生時刻の差異が大きくなる。したがって、粘土層厚 H が大ほど、 β 値が大きくなると推定されるが、これについては、まだ実験結果を得ていない。図-5は、粘性土の塑性指数 I_p と β の関係をまとめたものである。塑性指数 I_p が大きい粘土ほど β 値が小さくなる傾向がみられるが、試験した粘土の種類が少ない現時点においては、断定的なことは言えない。

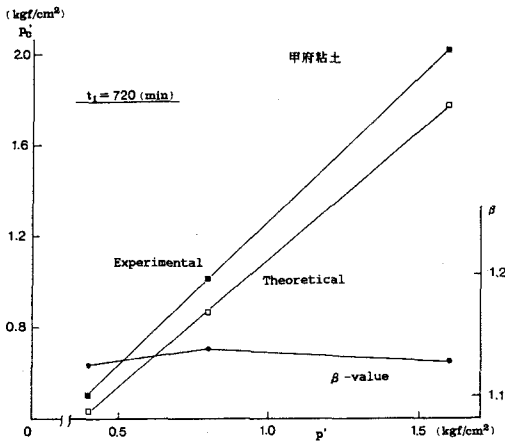
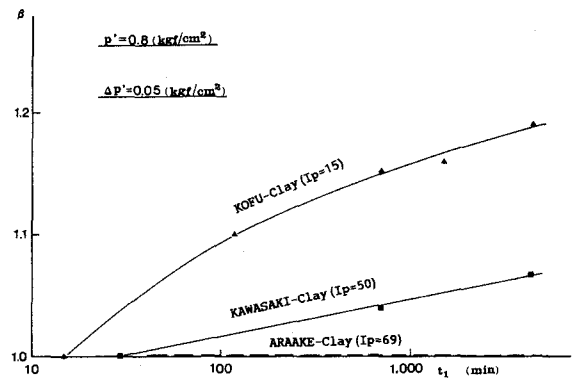


図-4 圧密圧力の影響

図-5 各粘土の β 値

参考文献 Leonards 他 (1964) Proc. ASCE, Vol.90, SM5, pp.133-155. Bjerrum (1969) Géotechnique, Vol.17, pp.83-118. Narain 他 (1969) Proc. 7th ICSMFE, Vol.1, pp.311-315. Murakami (1979) S & F, Vol.19, No.4, pp.17-29. Mesri 他 (1979) Proc. ARCSMFE, Vol.1, pp.151-154.