

西日本工業大学 正員 中原 哉  
九州大学工学部 同 山内豊隆

1. まえがき 土の多次元圧密理論においてはBiotの理論がTerzaghi-Rendulic理論より優位な位置を占めることが認められつつあるけれども、実用的立場からは問題は多い。とりわけ、ダイヤレイトンレーやクリープを十分考慮しえないという欠が理論の当面の課題であらう。ところで、このような弾性圧密理論によつて説明しえない現象を土の非弾性に由来する特性という意味から“非弾性効果”(広義の二次圧密効果)と称することとする。筆者らは土の多次元圧密における弾性の問題を三軸圧密試験に基いて解決すべきであり、という立場から若干の提案を行っている。本文では、とくに、これまで行ってきた実験結果を再検討し、上に定義した非弾性効果とそれを評価する方法を新たに提案する。

## 2. 三軸圧密(排水クリープ)にみられる非弾性効果について

2.1 体積クリープ 等方圧密においては粘土の組織構造の異質性による変形および脱水の遅れや土粒子の再配列の遅延に基いて二次圧密(体積クリープ)の方が比較的低速であらう。等方応力下では二次圧密は起らないとの意見もあるが、筆者らは必ずしもそのような場合ばかりではないと考えており、先例一例を示している。図-1は等方圧密時の各土質成分の経時変化を示したもので、同様のことが言えるようである。しかし、この体積クリープは偏差応力に伴う非弾性効果に比べれば小さいと考えられるが、この点については別に詳しく触れるものとして今回は等方応力下で独立なせん断挙動を中心に議論することとする。

2.2 ダイレイトンレーとクリープ効果について: 等方応力の影響を出来るだけ少なくするために平均有効主応力一定試験を、とくに等方圧密粘土について行った。図-2はあるシリーズの試験における体積収縮(ダイヤレイトンレー)とせん断収縮の関係を示している。これを図-3のように模式化することにする。プロセスIは載荷直後の変形で体積変化を伴わない非排水状態である。次に、プロセスIIは体積変化がせん断変形が進行し、プロセスIIIは有効応力一定化で体積変化が追従する領域と仮定する。従つて、非弾性領域はIIIに相当すると考えられる。そこで、この部分の収縮増分比を二次ダイヤレイトンレー $(dV_v/d\gamma)_s$ と定義して応力比に対応させると図-4が得られる。図には過圧密粘土<sup>(4)</sup>のうち弾性領域を越える分について併記し、これより応力比に無関係に次式がなり立ちやうである。

$$(dV_v/d\gamma)_s = M - N\gamma_n \quad (1)$$

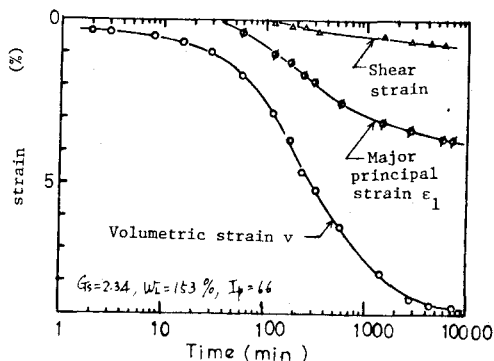


図-1 等方圧密時の収縮の経時変化

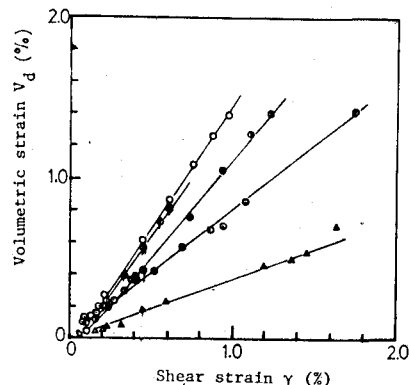


図-2 同一試験中の収縮の相互関係

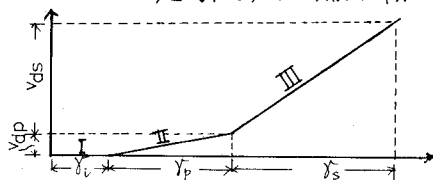


図-3 収縮成分の関係の模式図

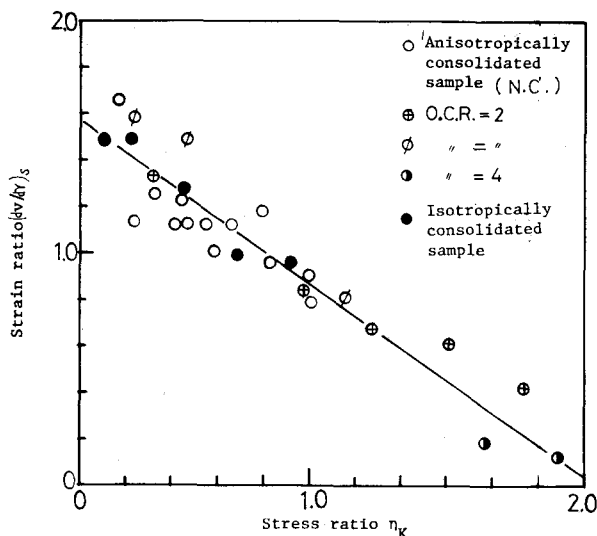


図-4 二次圧縮係数と応力比の関係

この式は Walker<sup>5)</sup> や先に筆者<sup>3)</sup> が示した一定試験結果と若干異なっている。そこで、一定試験中の  $v_{ap}$  を除去して  $v_{as}$  のみ取出し調べると、図-5 のようになる。これから全圧縮係数  $v_{as}$  が式(1)と同様の

$$v_{as} = D_{ks} \eta_k \quad (D_{ks}: \text{試験定数}) \quad \text{--- (2)}$$

存在を表現可能となる。これから、 $dv_{as} = D_{ks} d\eta_k$  を式(1)へ代入すれば次式が得られる。

$$d\gamma_s = D_{ks} d\eta_k / (M - N\eta_k) \quad \text{--- (3)}$$

これを積分すると非弾性的せん断係数として

$$\gamma_s = (D_{ks}/N) \ln \{ M / (M - N\eta_k) \} \quad (4)$$

をうる。式(4)と実験結果(正圧密粘土のみ)を照合すると図-6 のようになり良い一致がみられる。式(2)と式(4)から非弾性効果による主ひずみは次のようになる。

$$\epsilon_1^s = \frac{1}{3} D_{ks} \eta_k + (D_{ks}/N) \ln \{ M / (M - N\eta_k) \}, \quad \epsilon_3^s = \frac{1}{3} D_{ks} \eta_k - \frac{1}{2} (D_{ks}/N) \ln \{ M / (M - N\eta_k) \} \quad \text{--- (5)}$$

実際の多次元圧密において、このような非弾性効果の評価方法は適用可能かどうかを確認するために、現在二次元モデル実験を計画中である。

3. あらまし 土の非弾性効果は多次元圧密に限らず、塑性理論や粘弾性論により評価することは本筋であるとは言っても、土の構成式が不明確でない現時点では実験事実に基づいて評価を得ないと思われる。今後はこのような評価方法に粘土構成の要因を考慮する方向に検討したいと考えている。

- 引用文献 1) 安原・山内(1974): 三軸圧密試験結果の解析と利用, 第19回土質工学シンポジウム論文集, p.103~106.  
 2) Yamanouchi, T. and K. Yasuhara (1975): Secondary Compression of Peaty Soils, Proc. 5th Asian Reg. Conf. SMFE (to be submitted). 3) 山内・安原(1974): 飽和粘性土の三軸排水圧縮について, 日本土壌学会誌, Vol. 2, No. 2, pp. 58~62. 4) 安原・山内(1975): 過圧密粘土の三軸圧密における変形特性, 第10回土質工学研究発表会講演集, pp. 249~252. 5) Walker, L. K. (1969): Secondary Compression in Shear of Clays, Proc. ASCE, SM 1, Vol. 95, pp. 167-185. 6) 柴田(1963): 粘土の二次圧縮について, 京大防災研年報, Vol. 6, pp. 128-134.

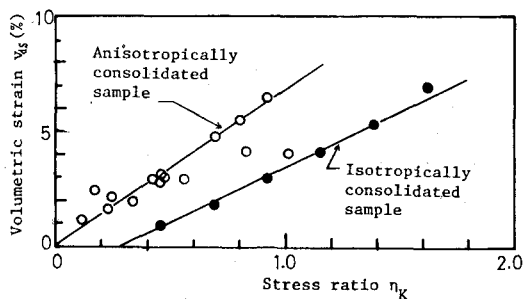


図-5 二次圧縮係数と応力比の関係

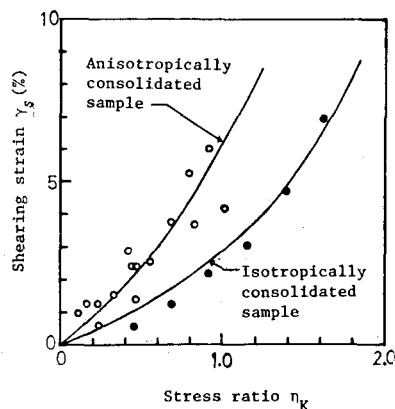


図-6 非弾性的せん断係数と応力比の関係