

東海大学工学部 正会員○杉山 太宏・赤石 勝
東海大学大学院 学生員 松沢 賢二
(株)建設企画コンサルト 正会員 白子 博明

1. まえがき

軟弱地盤の圧密沈下解析には、一般に標準圧密試験結果が利用される。一次元圧密の有効応力経路は p' - q 平面上で K_0 線上をたどるが、道路盛土による圧密のように地盤内でせん断応力が変化する場合には、地盤内の各地点で有効応力経路は変化する。道路(平面ひずみ)や宅造盛土(一次元)による軟弱地盤の長期沈下観測事例では、室内圧密試験の二次圧密に類似した時間の対数に比例して生じる沈下を示すことが多いので、設計時には軟弱地盤の二次圧密的長期沈下を予測し、その軽減防止対策あるいは長期沈下の対応策を検討しておくことが極めて重要と考えられる。本研究は、軸差応力ならびに有効応力経路を変化させた三軸異方圧密試験を行って有効応力経路が体積ひずみ、せん断ひずみならびに二次圧密速度に及ぼす影響について検討した。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、茨城県鹿島市および神奈川県平塚市で採取した沖積粘土で、試料の物理特性を表-1に示した。液性限界以上の含水比で十分練り返した試料を CBR モールドに詰め、 0.3kgf/cm^2 の上載圧で二週間予圧密した粘土塊から、直径 5cm、高さ 10cm の円柱供試体を切り出し以下の実験を行った。

実験 A：平均有効応力 $p'=1\text{kgf/cm}^2$ で 24 時間等方圧密後、軸差応力増分 $\Delta q=0.1\text{kgf/cm}^2$ を 1,2,4,8 分間隔で破壊に至るまで段階的に増加させる異方圧密試験を行った。

実験 B：実験 A と同じ軸差応力増分で載荷間隔を 2 分と 8 分とし、所定の軸差応力 ($q=1.3, 1.5, 1.7, 1.9, 2.0, 2.4, 2.9, 3.0$) まで載荷後、その応力状態で 48 時間異方圧密した。

実験 A, B における有効応力経路の模式図を図-1に実線と黒丸で示した。この実験には鹿島粘土を使用した。

実験 C：平均有効応力 $p'=1\text{kgf/cm}^2$ で K_0 圧密後、一定の有効応力比増分 $d\eta (=dq/dp')$ で $\eta/p'=1$ あるいは 1.2kgf/cm^2 になるまで 10 あるいは 12 段階で載荷する異方圧密試験を実施した。実験 A, B と異なり、段階載荷の目安を残留間隙水圧の大きさで規定したため、載荷時間間隔は有効応力経路により若干異なる。実験 C の有効応力経路を図-1中に点線と白丸で示した。この試験では、圧密終了時の平均有効応力を等しくして軸差応力の違いがひずみ量に及ぼす影響を調べた。各試験において、排水は周面に巻いた濾紙からのみとし、間隙水圧は供試体底部中央で測定した。

表-1 試料の物理特性

Sample	Gs	WL (%)	wp (%)	Grading (%)		
				clay	silt	sand
Kashima	2.691	76.1	30.1	37	36	27
Hiratsuka	2.356	73.3	50.7	40	38	22

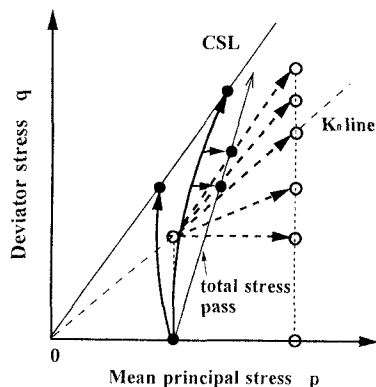


図-1 各試験の有効応力経路模式図

3. 実験結果と考察

図-2と図-3は、実験Aの有効応力経路ならびに体積ひずみとせん断ひずみの関係を示している。載荷時間間隔の短い異方圧密試験ほど有効応力の減少が著しく、小さな偏差応力で破壊線(CSL)に到達している。また、載荷時間間隔の増加に伴い圧密時間が増加するため、当然ながらより大きな体積ひずみが発生している。各試験でせん断ひずみが急増する有効応力比 $\eta (=q/p')$ は、図-3中に示すように概略 1.2 でこの時の両ひずみは載荷時間間隔の長いもののほど大きい。これは、圧密による強度増加に起因するものと思われる。

キーワード：粘性土、二次圧密、せん断応力、三軸圧縮試験、有効応力比

連絡先：〒 259-1201 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

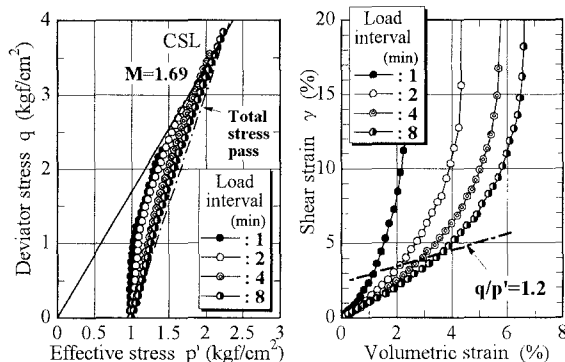


図-2 有効応力経路(実験A) 図-3 体積ひずみとせん断ひずみ

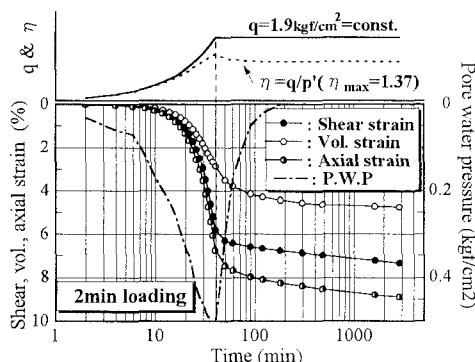


図-4 ひずみと水圧の経時変化(実験B:2min)

この試料では、有効応力比を 1.2 以下で異方圧密すれば、クリープ破壊しない有効応力比と二次圧密の関係が調べられる可能性を示唆するものと考えられる。

図-4 と図-5 は、最大有効応力比 η_{max} それぞれ 1.37 と 1.32 以下で軸応力の増加を停止し、全応力を一定に保った実験 B のひずみと間隙水圧の経時変化である。軸応力が一定になって 200 分以内に間隙水圧はほぼゼロになり、有効応力比も一定になっている。その圧密時間以降二次圧密と考えられる時間の対数に比例するひずみが観察される。また、体積ひずみの二次圧密速度よりせん断ひずみの二次圧密速度の方が大きいことが両図からわかる。そこで、実験 B の最大有効応力比と二次圧密速度の関係を示したのが図-6 である。せん断ひずみの二次圧密速度は、載荷時間間隔が短く有効応力比の大きなものほど大きくなるのに対し、体積ひずみによる二次圧密速度は小さく、有効応力比によらずほぼ一定である。

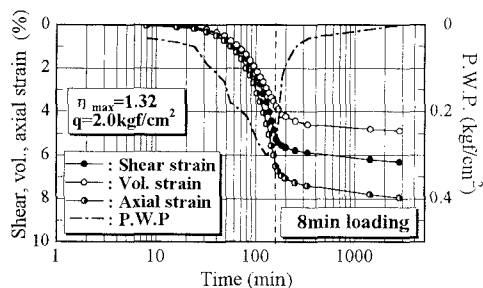


図-5 ひずみと水圧の経時変化(実験B:8min)

有効応力増分一定で軸差応力を変化させた実験 C に対し、図-6 と同様の整理を行ったのが図-7 である。ただし、有効応力比は 48 時間後の値を採用した。実験 B と異なり、体積ひずみの二次圧密速度がせん断ひずみのそれより大きくなっているが、有効応力比に対する増加割合はせん断ひずみの方がより大きい。応力経路(軸差応力)の違いは、ひずみ量のみならず^{1), 2)} 二次圧密速度にも影響することを示す結果である。なお、図-6 と図-7 の相違は、有効応力増分ならびに載荷時間間隔の違いと考えられる。紙面の都合上、実験 C の圧密量時間関係は、当日会場にて報告する。

4. あとがき

道路盛土のように、地盤内でせん断応力の異なる粘土地盤の二次圧密速度は、通常体積ひずみよりもせん断ひずみで定義することで、その影響が明確に表せるものと思われる。

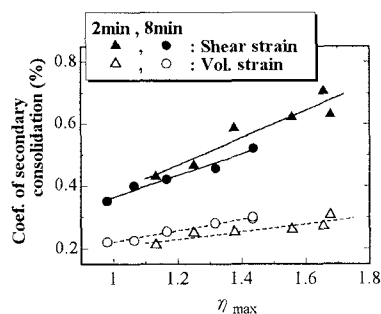


図-6 最大有効応力比と二次圧密速度

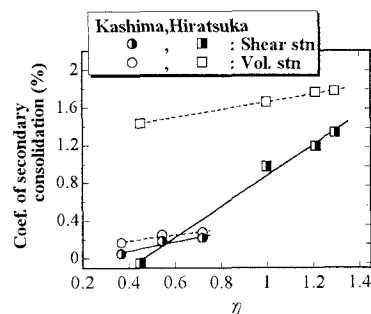


図-7 有効応力比と二次圧密速度

参考文献

- 1) 赤井, 足立: 有効応力よりみた飽和粘土の一次元圧密と強度特性に関する研究, 土木学会論文集, 第 113 号, pp.11-27, 1965.
- 2) 稲田, 赤石: ダイレクタンシーを考慮した一次元圧密解析, 土質工学会論文報告集, No.120, No.2, pp.119-127, 1980.