

異方圧密試験の体積ひずみと軸ひずみによる二次圧密係数

東海大学大学院 学生会員 ○上杉 聡
 (株)建設企画コンサルタント 正会員 白子 博明
 東海大学土木工学科 正会員 杉山 太宏
 東海大学土木工学科 正会員 赤石 勝

1. はじめに

室内一次元圧密試験における二次圧密と自然含水比の間には、固有の関係が存在すると言われている。軟弱地盤の長期沈下が二次圧密によるものとすれば、自然含水比は長期沈下量を推定する上で有効な手段になるが、盛土施工による沈下測定が行われても自然含水比との関係について報告されたものは少ない。また、平面ひずみ条件と考えられる道路盛土と一元条件と考えられる宅地造成盛土の長期沈下が、いずれも自然含水比と一定の関係にあるかは明らかでない。本研究では、宅地造成盛土と道路盛土による長期沈下量を比較するため¹⁾、有効主応力比 $K(=d\sigma'_3/d\sigma'_1)$ を変化させた三軸異方圧密試験を行い、体積ひずみと軸ひずみで定義した二次圧密係数の比較検討を行った。

2. 長期沈下と自然含水比²⁾

一般に二次圧密係数 c_α 、間隙比を用いて式(1)で表されることが多いが、土質工学会用語辞典では、式(2)のように時間目盛り1サイクル当たりの圧縮ひずみで定義している。一次元条件におけるこの圧縮ひずみは、体積ひずみに対応していると思われる。

$$c_\alpha = de/d \log_{10}(\text{time}) \quad (1) \quad \alpha = dv/d \log_{10}(\text{time}) \quad (2)$$

道路盛土による沈下量は、土の体積変化とせん断変形の和として考慮する必要があり、間隙比によって二次圧密を表す式(1)では不十分である。本研究では、ひずみで定義された式(2)の α を使用してこれを二次圧密係数とする。図-1は、高速道路盛土と宅地造成盛土施工現場で測定された長期沈下量から軟弱地盤の二次圧密係数(前者を α_v 、後者を α_{vol} とする)を計算し、地盤を代表する自然含水比 ω_n との関係調べたものである²⁾。宅地造成盛土による二次圧密係数 α_{vol} は、実線で記入した $\alpha_{vol}=\omega_n/100$ 線³⁾よりも下側に位置するデータが多いのに対して、道路盛土の α_v は実線よりも上側に大きく離れたデータが多く、自然含水比から計算される α_v の推定値は過小な値を与えることになる。また、実線で示した α_{vol} は一次元圧密試験結果の体積ひずみ(=軸ひずみ)によって定義されたものであり、図-1のように道路盛土の α_v が大きく現れたのはせん断変形が大きな要因と考えられる。

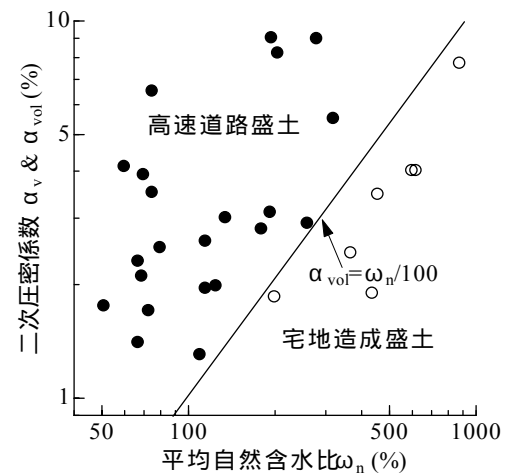


図-1 道路盛土と宅地盛土の二次圧密係数と平均自然含水比

表-1 再構成試料の物理的性質

試料	ρ_s (t/m ³)	ω_L (%)	ω_p (%)	Grading(%)		
				sand	silt	clay
A	2.356	73.3	50.7	40	38	22
B	2.638	107.6	69.8	11	55	34
C	2.223	198.9	86.7	11	72	18

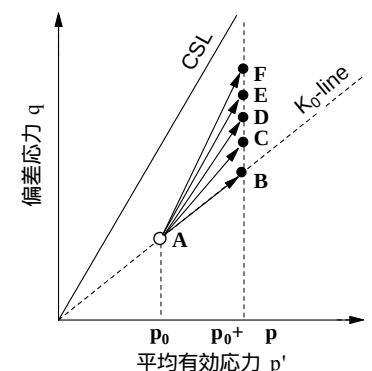


図-2 圧密圧力の載荷経路

3. 試料および実験方法

実験には三種類の再構成した粘土を使用しその物理的性質を表-1に示した。40kN/m²の予圧圧力で2週間一次元圧密した粘土塊から直径5cm、高さ10cmの供試体を成形した。別途行ったCU試験から試料の K_0 値($K_0=1-\sin \varphi'$)を求め、所定の圧密圧力 p_0 (図-2のA点)で24時間 K_0 圧密した。図-2のAB経路からAF経路となるように主応力増分 $d\sigma'_1$ と $d\sigma'_3$ を制御して、有効主応力比 K を変

キーワード：異方三軸圧密試験，軟弱地盤，二次圧密係数

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211

化させた異方圧密試験を行った。応力増分は、試料が破壊しないように有効応力の増加を確認しながら 10 段階で载荷している。また、平均有効応力増分 Δp を一定にしたので、測定されるひずみ量の差はせん断応力増分 Δq の影響と考えられる。

4. 実験結果と考察

異方圧密中の排水量と軸変位を測定し、体積ひずみと軸ひずみによる二次圧密係数をそれぞれ α_{vol} と α_v と定義した。各試料の体積ひずみと軸ひずみの経時変化を示したのが図 - 3 (a),(b),(c) である。今回使用した 3 試料の K_0 値はいずれも 0.40 と計算された。この値が正しいものすれば体積ひずみと軸ひずみは等しくなるはずであるが、図 - 3 のようにいずれも完全には一致しなかった（厳密には K_0 圧密と言えない）。体積ひずみ量は、有効主応力比 K が減少してもほぼ一定あるいは減少するのに対して、軸ひずみ量は顕著な増加を示している。また、両ひずみとも圧密経過時間約 1000 分以降では対数軸に比例した二次圧密が観察される。1000 分以上の直線部分から求めた二次圧密係数 α_{vol} と α_v を図 - 3 中に記入した。

図 - 4 は、二次圧密係数 α_{vol} 、 α_v と有効主応力比 K の関係を示している。 K_0 圧密よりも有効主応力比 K が小さくなると、軸ひずみによる α_v は全ての試料で大きく増加している。体積ひずみの α_{vol} は減少するものもあれば増加するものもあるがその変動量は小さい。また、せん断変形を含む軸ひずみで定義した二次圧密係数 α_v は、体積ひずみによる α_{vol} よりも大きくなるのが明らかである。道路盛土荷重による軟弱地盤内のせん断応力は K_0 線より上側に位置するので、図 - 1 の道路盛土の結果は、せん断変形が大きく影響していると思われる。なお、 K がさらに減少して限界状態線 CSL に近づくと、 α_v はさらに増加し排水クリープ破壊に繋がると考えられる。このような条件で現在実験中なので、結果は発表会で示す予定である。

5. まとめ

道路盛土と宅地造成盛土に生じる長期沈下について検討するため、有効主応力比 K を変化させた三軸異方圧密試験を行った。有効主応力比の減少は、宅造盛土を想定した体積ひずみによる二次圧密係数 α_{vol} の大きさには影響しないが、道路盛土を想定したせん断変形を含んだ軸ひずみによる二次圧密係数 α_v を増加させる結果が得られた。これは、実盛土の計測結果と対応している。

参考文献

- 1) 土質工学会編：土質工学ハンドブック，pp.147-148，1965。
- 2) 白子，外崎，杉山，赤石勝：道路盛土による軟弱地盤の長期沈下と二次圧密，土と基礎，Vol.50, No.11，pp.27-29，2002。
- 3) Mesri, G: Coefficient of Secondary Compression, Proc. ASCE, SM1, pp.123-137, 1973

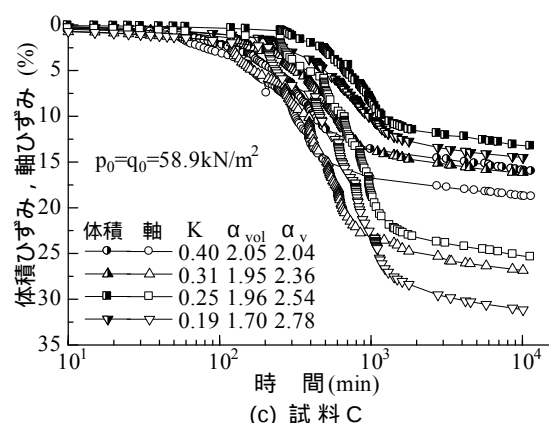
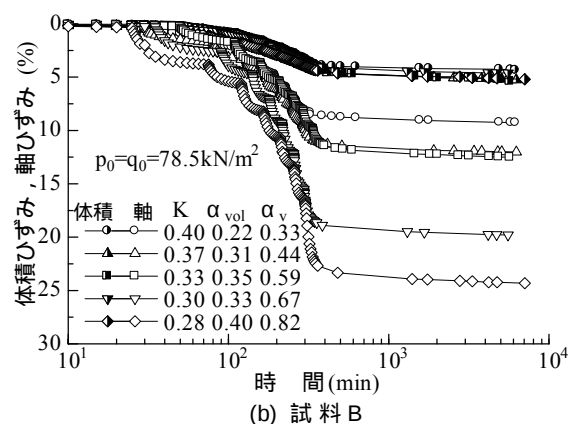
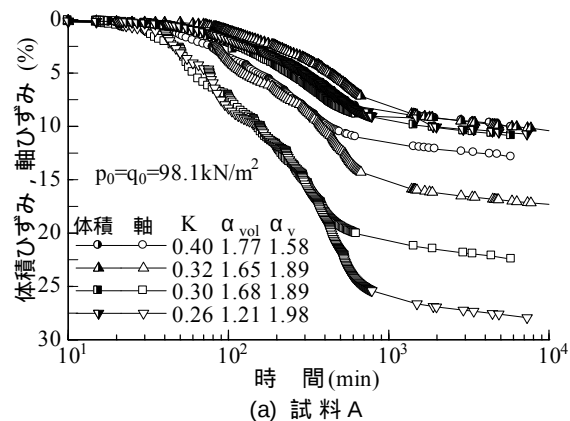


図 - 3 体積ひずみと軸ひずみ経時変化

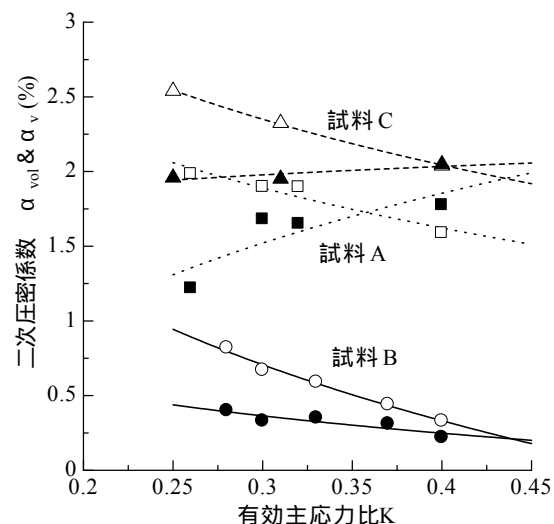


図 - 4 二次圧密係数と有効主応力比の関係