

標準圧密試験機を利用した即時沈下量の計測

東海大学 学生会員 高田 一樹
東海大学 正会員 杉山 太宏

1. まえがき

軟弱な粘土地盤上に施工される盛土によって生じる全沈下量 S は、盛土の載荷直後にせん断変形として発生する即時沈下量 S_i と、圧密理論に従う圧密沈下量 S_c の和として表される。後者の圧密沈下量には二次圧密量の評価という課題があり、この解明や予測手法に関する多くの研究が行われてきた。一方、前者の即時沈下量を推定する方法としては、Skempton-Bjerrum¹⁾、三笠²⁾、稲田・赤石ら³⁾による弾性論に基づいた方法と、実測データに基づいた方法が提案されている⁴⁾。しかしながら、実測される沈下量はあくまでも全沈下量であって、即時沈下量と圧密沈下量を個別に測定することはできない。本報告は、標準圧密試験機を利用して、載荷直後にせん断変形が生じるように粘土の直径を小さくした圧密試験と、加圧板の直径を小さくした圧密試験を物性の異なる3つの再構成試料に対して実施し、発生する即時沈下量について調べた。

2. 実験方法

2.1 試料： 試料には、表-1に物性値を示す再構成した2種類の粘性土を使用した。試料Mはシルト、試料Iは有機質粘土、試料Kは粘土である。これらを液性限界以上の含水比で練り返し、直径22cmの容器で49.1 kN/m²の圧密圧力のもと2週間一次元圧密し、粘土塊を作成した。

表-1 試料の物理的性質

試料	s	L (%)	p (%)	sand (%)	silt (%)	clay (%)
M	2.673	52	32	10	55	35
I	2.303	67	36		Li=50 %	

2.2 一次元圧密試験機を利用した即時沈下量の測定方法

a) 試料の直径を5cmとした段階載荷圧密試験(実験A)

標準圧密試験機に通常のサイズである直径6cm、高さ2cmと、直径を5cmとすることで側方への変形をフリーとした段階載荷の圧密試験を行い、圧密圧力による載荷直後の沈下量ならびに経時変化への影響を比較した。



写真-1 圧密リングと加圧板
(左から直径2cm, 3cm, 4cm, 6cm)

b) 上部加圧板のサイズを変えた圧密試験(実験B)

試料は直径6cm、高さ2cmで、直径が4cm, 3cm, 2cmの上部加圧板(ポーラスストーン有り)を作成し(写真-1)、圧密圧力を揃えて圧密試験を行った。試験は、通常の6cm加圧板で予圧密圧力 $p_0=78.5$ kN/m²のもと1日圧密した後、加圧板を取り替えるために荷重を全て除荷して1日吸水膨張させた。加圧板を取り替えた後、初期圧力として $p_1=29.4$ kN/m²を載荷して24時間の経時変化を測定した。次に、予圧密圧力 p_0 以上となる3種類の圧密圧力 p_2 を設定し(78.5, 98.1, 157 kN/m²)載荷して、加圧板ならびに圧密圧力の大きさと沈下挙動を比較した。その後、最終圧密圧力274.7 kN/m²まで19.6 kN/m²あるいは39.2 kN/m²を1日間隔で載荷した。沈下量の測定は変位計とデータロガーを使用し、荷重載荷後30秒間は1秒ごとに計測した。

3. 実験結果と考察

3.1 実験A: 直径6cmと5cmの供試体に段階載荷して得られた圧密量-時間曲線を図-1(a)~(d)に示す。直径6cmでは粘土塊を作成した予圧密圧力49.1 kN/m²を越えた頃から沈下量が増加し、その形状は逆S字型となる。これに対して直径を5cmとした場合には、側方の拘束がないために予圧密圧力の前から沈下が増大し、 $p=113.1$ kN/m²において沈下量は最大となる。特に、試料Mでは載荷直後のひずみの増加(即時沈下)が著しく、その形状は下に凸に変わっている。試料Iでは試料Mほど極端な挙動の変化は見られない。本報告では、沈下量を \sqrt{t} 時間軸にプロットして載荷初期の直線部分を延長し $t=0$ との交点の沈下量 d_0 を読み取って、載荷前の沈下量 d_i との差を即時沈下量 S_i と定義した。図-2はこうして求めた S_i と圧密圧力の関係を示している。側方拘束のない極めて特異な条件ながら、試料によってその量は大きく異なり、相対的に全沈下量が大きい試料Iの S_i は圧密圧力によらずほぼ一定であるが、予圧密圧力(圧密降伏応力)付近における試料Mの即時沈下量は極めて大きい。即時沈下量が変形係数Eのみで評価できない可能性が示唆される。

キーワード：標準圧密試験，即時沈下，二次圧密

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211 E-mail: sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

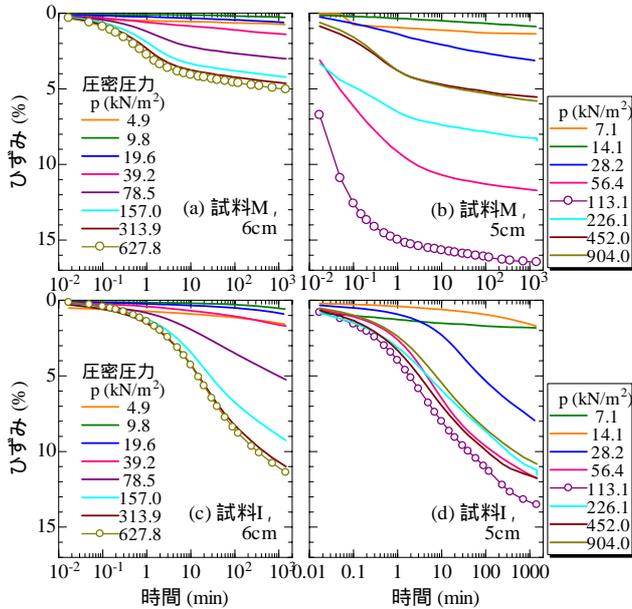


図-1 圧密 - 時間曲線の比較 (実験 A)

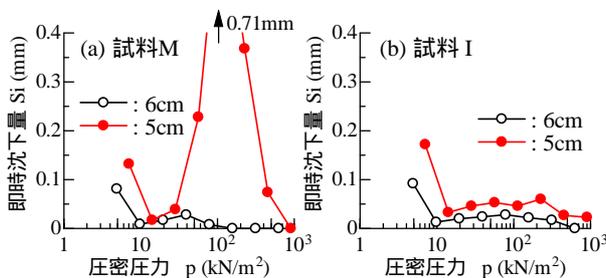


図-2 圧密圧力と即時沈下量 S_i (実験 A)

3.2 実験 B: 加圧板の大きさを変えて行った実験 B から,

p_2 が 78.5 kN/m^2 と 157.0 kN/m^2 の圧密 - 時間曲線 (試料 M) を図-3 に示した. 図から, 加圧板サイズの減少による変形の三次元化に伴い, 荷重直後にいわゆる即時沈下が発生する様子が観察される. この量は圧密圧力増分が大きい右図の方が総じて大きい, 軸ひずみには荷重によって瞬時に発生するせん断変形と定義される即時沈下に加え, 時間依存性の変形も追加されるようで, 圧密後半の二次圧密も増加していることがわかる. さらに, この p_2 荷重後に段階的に荷重した沈下曲線の例 (図-4) では, 荷重直後の急激な即時沈下の発生が無い代わりに, 圧密後半の二次圧密が大きく増加しており, その量は加圧板サイズが小さいほど著しい. 図-5 は, p_1 以降の全沈下量から求めた軸ひずみと圧密圧力の関係で, 局所荷重は軸ひずみを増加させることを明確に表している. なお, 試験後の粘土試料には, 写真-2 のように加圧板周囲 5mm ほどのところにクラックが観察された.

4. おわりに

一次元圧密試験機を利用した簡易な圧密試験から, 即時沈下量即時沈下量 s_i について検討した. 実験 A は側方変位がフリーとなる現場ではあり得ない条件, 実験 B は荷重板が変形のない剛体であるなど, 多くの問題のある実験の結果ではあるが, 幾つかの興味深い知見が得られた.

参考文献

- 1) A. W. Skempton and L. Bjerrum : A Contribution to the Settlement Analysis of Foundation on Clay, Geotechnique, Vol. 7, 1957.
- 2) Mikasa M : On the Settlement of Clay Layer by Partial Load, Proc. 1st Japan National Congress, Appl. Mech., 1951.
- 3) 持永龍一郎, 世良 至 : 名神高速道路大垣地区の盛土の沈下について, 第 3 回土質工学研究発表会講演集, 1968 .
- 4) 稲田倍穂, 赤石 勝, 張 恵文 : 盛土に伴う軟弱地盤のせん断変形, 土と基礎, Vol.25, No.3, pp.53-56, 1977 .

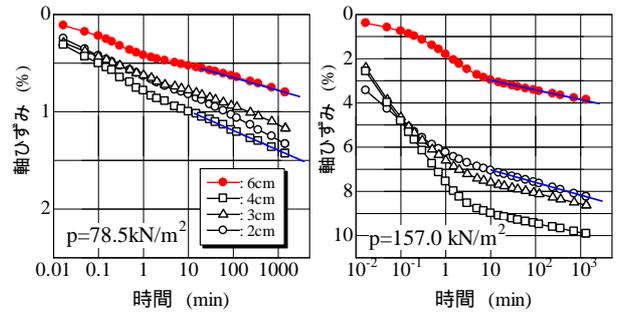


図-3 加圧板, 圧密圧力による比較 (実験 B)

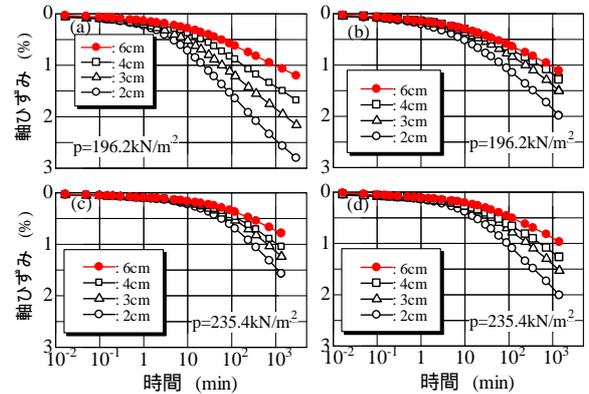


図-4 p_2 荷重後の圧密段階における沈下挙動 (実験 B); (a), (c)は $p_2 = 78.5 \text{ kN/m}^2$, (b), (d)は $p_2 = 157.0 \text{ kN/m}^2$

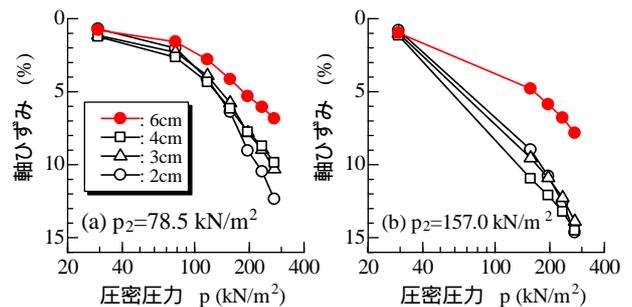


図-5 圧密圧力と軸ひずみ (実験 B)



写真-2 試験後の圧密リングと供試体 (左から直径 2cm, 3cm, 4cm)