

# 高塑性粘土の自重圧密挙動に及ぼす初期含水比の影響

武蔵工業大学 学生会員 ○ 久保井公彦 正会員 末政直晃  
日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐雅明 西村正人

## 1.はじめに

浚渫粘土の圧密沈下予測には、広範囲の応力レベルにおける圧密パラメータを必要とする。海面埋立の場合、投入された浚渫粘土の含水比は、浚渫・運搬方法によって自然含水比付近から 2000% 程度にも達し、その後の圧密挙動に影響を及ぼすと想定される。また、初期含水比が高いポンプ浚渫の場合、投入後の堆積層が分級することが考えられる。そこで本研究では、6 ケースの異なる初期含水比に調整した粘土に対して単層沈降実験・多層沈降実験<sup>1)</sup>を行い、粘土の初期含水比が沈降・自重圧密挙動に及ぼす影響を検討した。

## 2.実験方法

本実験に用いた試料は、塑性指数  $I_p=66.0$  (液性限界  $w_L=96.8\%$ 、塑性限界  $w_p=30.8\%$ ) の高塑性粘土である。投入試料の初期含水比は、表-1 に示すように液性限界の 2 ~ 20 倍に調整し、単層沈降実験では 200 ~ 800%、多層沈降実験では 600 ~ 2000% とした。投入土量は、間隙比  $e=0$  という仮想状態における土柱の高さである実質土量  $h_s$  から決定し、本実験では  $h_s=2\text{cm}$  とした。

単層沈降実験では、 $\phi 20\text{cm} \times h50\text{cm}$  のアクリル円筒容器に、海水を加えて所定の含水比となるように調整した試料を全て投入し静置した。一方、多層沈降実験では、単層沈降実験と同様の容器に、1 日 1 回の割合で合計 8 回投入した。1 回の投入量は、実質土量で  $2/8=0.25\text{cm/層}$  とした。

両実験とも、圧密終了後に堆積粘土層から試料を採取し、含水比分布を測定した。また、堆積粘土層の分級の程度を調べるため、実験後の試料を 3 等分して採取し、粒度試験 (JIS A 1204) を行った。

## 3.実験結果および考察

図-1 に単層沈降実験から得られた泥面の経時変化を示す。投入から 0.3day までを表したグラフにおいて、初期含水比が液性限界の 8 倍であるケース D は、投入直後から一定の速度で泥面が降下し、印付近からその速度が低下している。この挙動は Imai<sup>2)</sup> が示した沈降様式のうち、印以前は“干渉沈降”、それ以降は“自重圧密沈降”であると見なせる。ここに、図中の印は Imai<sup>2)</sup> と同様、両者の直線部分の交点として求め、自重圧密沈降の開始点とした。なお、ケース A ~ C は“自重圧密沈降”と見なせる。

図-2 に多層沈降実験から得られたケース C および F の泥面の経時変化を示す。この実験では、試料を投入すると、

表-1 実験条件

| case | 初期含水比<br>$w_0$ (%) | 初期含水比と液性限界<br>との比 $w_0/w_L$ | 沈降実験 |    |
|------|--------------------|-----------------------------|------|----|
|      |                    |                             | 単層   | 多層 |
| A    | 200                | 2.1                         | ○    | -  |
| B    | 400                | 4.1                         | ○    | -  |
| C    | 600                | 6.2                         | ○    | ○  |
| D    | 800                | 8.3                         | ○    | ○  |
| E    | 1000               | 10.3                        | -    | ○  |
| F    | 2000               | 20.7                        | -    | ○  |

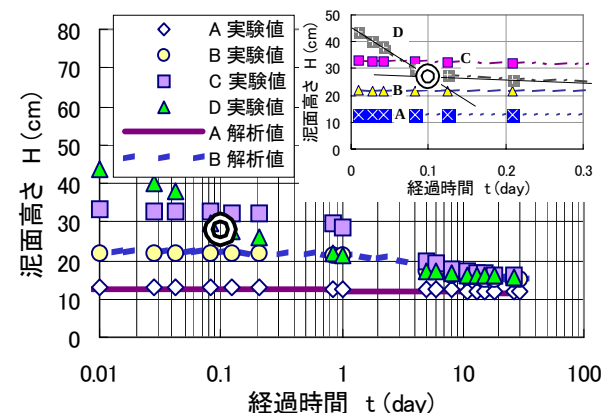


図-1 単層沈降実験で得られた泥面の経時変化

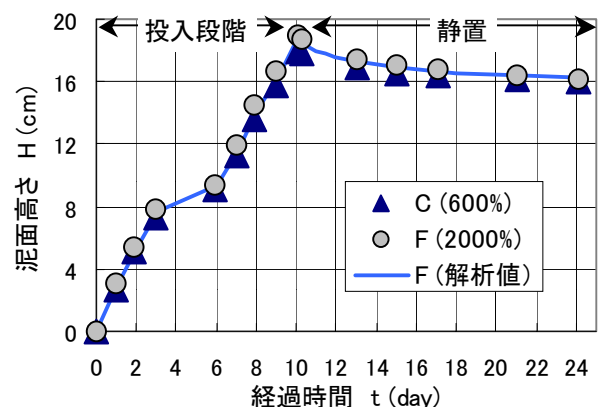


図-2 多層沈降実験で得られた泥面の経時変化

キーワード：浚渫粘土、圧密、初期含水比

連絡先：日建設計中瀬土質研究所 TEL 044-599-1151 FAX 044-599-9444

土粒子は海水中を沈降して、既存の堆積粘土層上に堆積した後、自重圧密が進行していく。図中の投入段階における泥面高さは次の投入直前の高さを示している。ただし、最終投入段階については、投入後 1 日目の高さを表している。ケース C および F の沈下曲線を比較すると、初期含水比の高いケース F が上方に位置していることがわかる。ケース D・E はこれらの間にあり、ケース C・F も含めて初期含水比が大きいほど沈下曲線は上方に位置している。

図-3 にケース C の単層および多層沈降実験から得られた粒度分布を示す。図より、単層の”下”部のみが原試料から逸脱しているが、他のケースは重なっており、ケース C (単層) が分級していることがわかる。

図-4 は、Imai<sup>2)</sup> が示した自重圧密開始時の堆積粘土層の平均含水比  $w_c$  と初期含水比  $w_0$  の関係について、塑性の違う粘土の場合と比較するため、 $w_L$  で除した関係を示している。図から、 $w_c/w_L$  は、 $w_0$  が小さい範囲では最初から自重圧密沈降であるため、 $w_0/w_L$  と等しくなっている。Imai<sup>2)</sup>・西村ら<sup>3)</sup>の用いた試料では、干渉沈降領域において、 $w_c$  は  $w_0$  より一旦小さくなり、その後増加する傾向が見られた。今回用いた試料でも同様な結果となり、初期含水比が高くなるにつれて収束している。

図-5 に単層・多層沈降実験から得られた  $\log f$ - $\log p$  関係を示す。 $\log f$ - $\log p$  関係は、実験終了後に測定した含水比と深度の関係を体積比  $f$  と有効上載圧  $p$  に変換して決定した<sup>1)</sup>。図より、 $\log f$ - $\log p$  関係は直線で表すことができ、初期含水比が大きくなるにつれて上方に位置し、その勾配は急になることがわかる。

また、 $\log c_v$ - $\log p$  関係は、図-1,2 に示すように、自重圧密時の堆積面高さの経時変化を数値解析的にフィッティングすることによって同定できる<sup>1)</sup>。このようにして求めた  $\log c_v$ - $\log p$  関係は、図-5 のとおりであり、初期含水比が大きいケースほど上方に位置している。

#### 4.まとめ

異なる初期含水比に調整した高塑性粘土に対して単層・多層沈降実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 投入時の粘土試料の含水比が液性限界の 6 倍以上の場合、単層沈降実験で堆積した粘土層は、内部に分級が確認されたが、多層沈降実験による粘土層は工学的に均質と見なせる。
- 2) 分級がないと見なせる堆積粘土層から決定した  $\log f$ - $\log p$  関係は、直線により表すことができ、初期含水比が大きいほど上方に位置し、その勾配は急になる。
- 3) フィッティングにより同定した  $\log c_v$ - $\log p$  関係は、初期含水比が大きいほど上方に位置する。

<参考文献> 1) 山内・今井・矢野 (1990): 沈降堆積土の泥面変化解析と圧密係数、第 25 回土質工学研究発表会概要集、pp.359-362 2) Imai, G. (1980): Settling behavior of clay suspension, Soils and Foundations, Vol.20, No.2, pp.61-77 3) 西村・片桐・石田 (2002): 浚渫粘土の沈降・自重圧密挙動に及ぼす初期含水比の影響、第 47 回地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.43-48

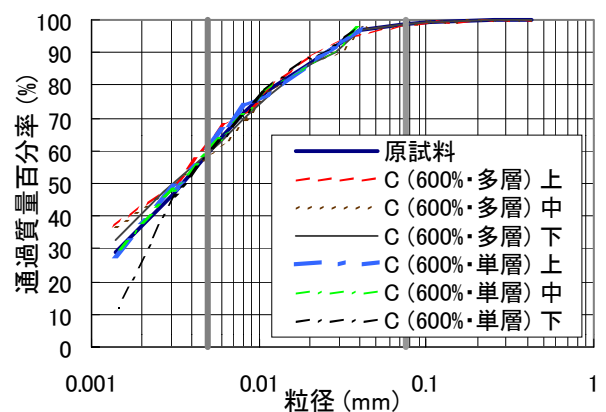


図-3 堆積粘土層から採取した試料の粒度分布

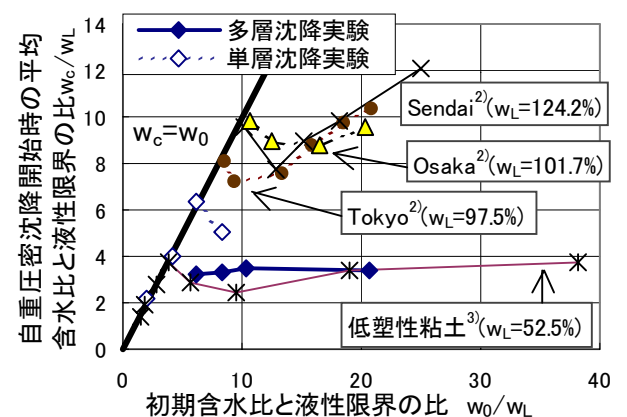


図-4 高塑性粘土および  
既往の研究結果の  $w_0/w_L \sim w_c/w_L$  関係の比較

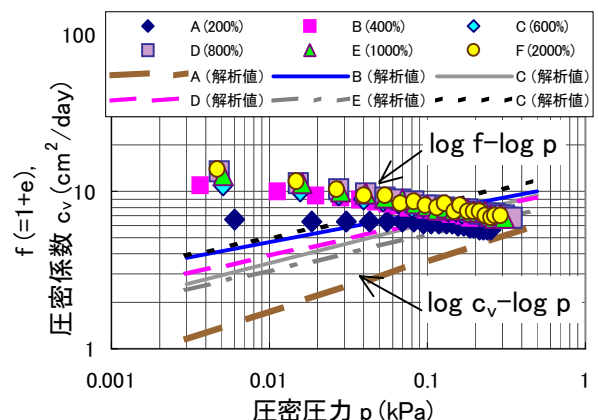


図-5 低拘束圧力下における  $\log f$ - $\log p$   
および  $\log c_v$ - $\log p$  関係