

# 港湾における浚渫土の未圧密を考慮した再現解析事例

中央開発株式会社 ○鈴木 美緒, 東野 圭悟, 新井 昌成, 斎藤 仁

## 1. はじめに

港湾の埋立て事業においては、設定された供用開始時期に間に合わせるために、必要な土量や圧密沈下の収束時期を精度良く把握する必要がある。しかし、浚渫土のように自然含水比が大きく、自重によって圧密が進行(自重圧密)するような土質性状では、圧密定数を適切に設定することが困難であることから、自重圧密沈下解析における沈下量や圧密期間が過大に評価される傾向にある。

今回対象箇所では、浚渫土による埋立てが完了し、浚渫土の自重圧密が進行している。本業務では、「未圧密を考慮した Cc 法による圧密沈下解析」により圧密沈下解析を行い、放置期間中の圧密沈下量を算出した。また、本手法の妥当性を確認するために、隣接工区におけるボーリング調査結果を踏まえて設定された圧密定数を用いて、動態観測結果の再現解析を行った。本報告では、隣接工区における再現解析に着目し、「未圧密を考慮した Cc 法」について説明するとともに、実測値を再現できた圧密定数の妥当性について検証する。

## 2. 解析方法

### (1) 未圧密を考慮した Cc 法

本業務で用いた「未圧密を考慮した Cc 法」による算出式を式-1に示す。浚渫土の自重圧密を考慮するため、一般に正規圧密粘土の圧密沈下量の計算に用いられる Cc 法の式<sup>1)</sup>の除数である初期有効土被り圧  $\sigma'_{v0}$  を圧密降伏

応力  $p_c$  と読みかえて沈下量を算出した。図-1に示すように、前述の通り式を読みかえることで、正規圧密分に加え未圧密分の沈下量を算出することができる。

$$S = h \frac{C_c}{1+e_0} \log_{10} \frac{\sigma'_{v0} + \Delta p}{p_c} \quad \dots \text{式-1}$$

ここで、

- S : 圧密沈下量 (m)
- h : 層厚 (m)
- C<sub>c</sub> : 圧縮指数
- e<sub>0</sub> : 初期間隙比
- $\sigma'_{v0}$  : 有効土被り圧 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\Delta p$  : 鉛直増加荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- p<sub>c</sub> : 圧密降伏応力 (kN/m<sup>2</sup>)

### (2) 解析条件

本検討に用いた地盤モデルを図-2に、圧密定数を表-1に示す。圧密定数は、隣接工区において海面までの埋立て完了後に実施されたボーリング調査結果のうち、動態観測を行った地点に近いボーリング調査結果を用いて設定した。なお、ボーリング調査はサンドマット+0.5mの覆土完了後(ドレーン打設前)に行われており、深度によって圧密の進行状況が異なることから、層厚が13.5 mと大きい浚渫土層 (Bc1) は3層に細分して圧密定数を設定した。

盛土の施工速度は、実際の施工工程に基づいて、10 cm/day とした。また、サンドマット敷設後に Ac2層下端までパーティカルドレーンを設定した。

表-1 圧密定数

地層名	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	初期間隙比 $e_0$	圧縮指数 $C_c$	圧密降伏応力 $p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )
覆土	19.0	—	—	—
サンドマット	18.0	—	—	—
浚渫土 (Bc1-1)	13.0	4.1	1.3	6.00
浚渫土 (Bc1-2)	13.5	3.6	1.3	8.25
浚渫土 (Bc1-3)	14.0	3.2	1.4	20.00
沖積粘性土 (Ac1)	14.0	2.8	1.1	55.50
沖積粘性土 (Ac2)	17.0	1.5	0.5	69.00

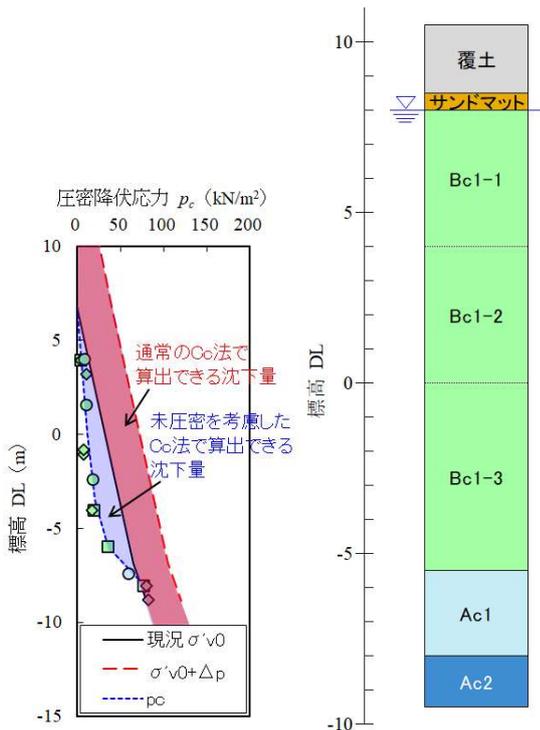


図-1 解析方法イメージ

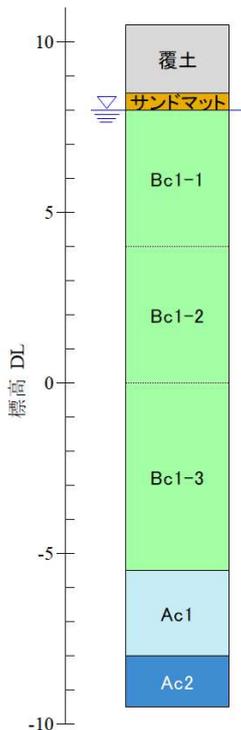


図-2 地盤モデル

### 3. 解析結果

未圧密を考慮した Cc 法で算出した沈下量を表-2に示す。全層合計の最終沈下量（計算値）は343.6 cm であり、動態観測結果に基づく双曲線法による推定最終沈下量 345.0 cm を概ね再現することができた。

また、解析結果に基づいて時間-沈下曲線を作成し、動態観測結果と比較した（図-3）。動態観測結果を再現できるような各層の圧密係数 $c_v$ を試行計算した結果、浚渫土層（Bc1）の圧密係数 $c_v$ が40 cm<sup>2</sup>/day、沖積粘性土層（Ac1, Ac2）の圧密係数 $c_v$ が77.5 cm<sup>2</sup>/day となった。

地層名	沈下量 $S_f$ (cm)
覆土	—
サンドマット	—
浚渫土 (Bc1-1)	97.9
浚渫土 (Bc1-2)	103.4
浚渫土 (Bc1-3)	116.0
沖積粘性土 (Ac1)	19.1
沖積粘性土 (Ac2)	7.3
$\Sigma S_f$ (cm) =	343.6

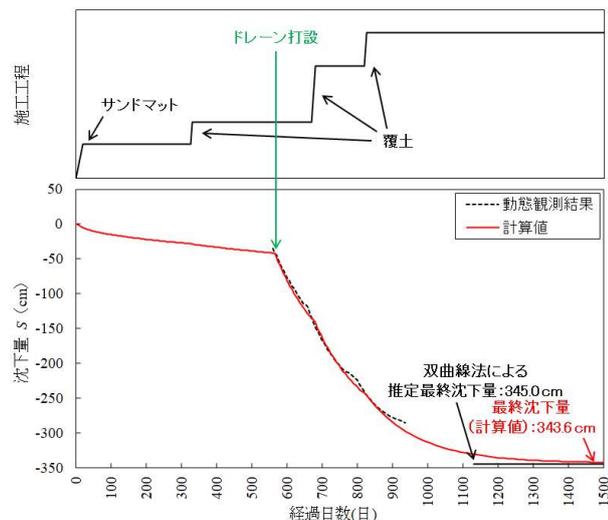
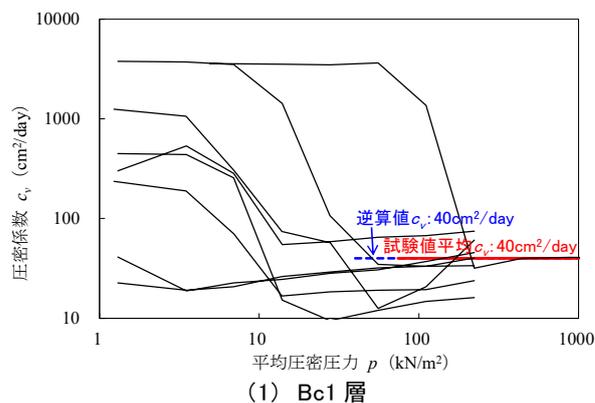


図-3 時間-沈下曲線

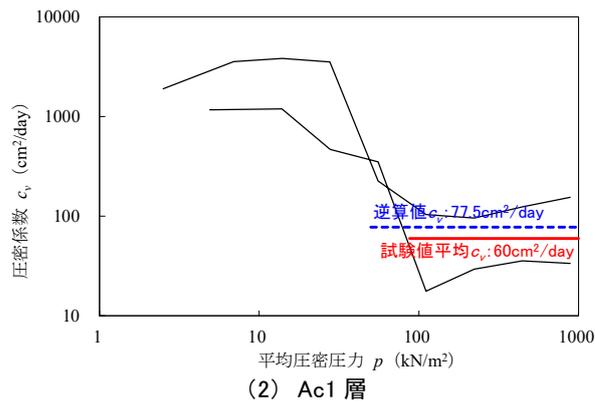
### 4. 圧密定数の妥当性の検証

前章で求めた圧密係数 $c_v$ （以下、逆算値）と圧密試験結果（以下、試験値）を比較し、圧密定数の妥当性を検証した。逆算値と試験値の比較を図-4に示す。なお、沖積粘性土層（Ac2）では圧密試験を実施していないことから、逆算値との比較は行っていない。

図-4より、浚渫土（Bc1）および沖積粘性土層（Ac1）のいずれも逆算値と正規圧密領域における試験値の平均（相乗平均）が概ね同じ値であり、逆算値は試験値のばらつきの範囲内である。よって、「未圧密を考慮した Cc 法」に用いる圧密係数 $c_v$ は、正規圧密領域における圧密試験



(1) Bc1 層



(2) Ac1 層

図-4 圧密係数の逆算値と試験値の比較

結果の平均（相乗平均）より設定できると考えられる。

### 5. おわりに

本報告では、サンドマット+0.5m の覆土完了後に実施したボーリング調査によって圧密沈下の進行状況を把握し、調査結果に基づいて設定した圧密定数を用いた「未圧密を考慮した Cc 法」によって浚渫土の自重圧密沈下量を再現することができた。また、再現解析によって得られた圧密定数は圧密試験結果を代表し得るものであった。

今後は、この再現解析によって得られた知見に基づいて新規工区における対策工法の検討を行うことで、沈下量や圧密期間の精度が向上し、載荷盛土の高止まりや盛土高不足を防ぐことができると考える。また、本業務で行った「未圧密を考慮した Cc 法」による解析方法は、有限要素法等による自重圧密沈下計算と比較して、(1) 表計算レベルで解析できる、(2) 定数設定の手間が少ない、(3) 計算過程がわかりやすいといった特徴があることから、今後の類似業務においても展開可能であると考えられる。

### 《引用・参考文献》

- 1) 港湾の施設の技術上の基準・同解説（2018）：公益社団法人日本港湾協会, p. 740.