

九州電力(株) 総合研究所 正員 赤司六哉  
九州産業大学 工学部 正員 石堂 裕  
九州産業大学 工学部 学生員 永吉 亨 春本健二

## 1. まえがき

礫を含む埋立材料の圧密沈下現象を解明する目的で、埋立模型実験、圧密試験などを実施し、得られた諸定数を基に多角的な立場からその検討を進めている。今回は、圧密試験結果に基づいた沈下計算手法の適否を、埋立模型実験による実測沈下例と比較しながら検討した結果について報告する。

## 2. 沈下計算手法

埋立模型実験は、荷重分布が均一であり、変形はほぼ一次的に起ると考えられることから、本試験における圧密沈下現象の追跡には、一次元圧密理論に基づいた解析を採用することにした。なお、沈下量  $S$  は次に示す2式を用いて求めた。 $S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \cdot H_0$  (1)  $S = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H_0 \cdot \log\left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0}\right)$  (2) ここに、 $e_0$ : 沈下前の間隙比、 $e$ : 沈下後の間隙比、 $H_0$ : 地盤の層厚、 $\Delta P$ : 荷重増分、 $C_c$ : 圧縮指数、 $P_0$ : 先行荷重

## 3. 埋立模型実験による沈下実測値

埋立模型実験は図-2に示すように、水面下を3層、水面上を3層(いずれも1層厚50mm)の計6層を24時間間隔に投入して沈下測定を行なった。水面上部の沈下量は極めて小さい値を示しており、ここでは水面下部1~3層の結果のみについて検討を行なった。その実測値を図-1に示す(埋立模型実験は2回実施している)。

なお、以下の検討には第1回埋立模型実験結果のみを採用した。

## 4. 圧密理論による計算値と実測値との比較

沈下計算は圧密試験の  $e \sim \log P$  曲線を利用して行なうものであるが、埋立模型実験は1層厚50mmであり、その圧密荷重は図-2に示すように極めて小さい。当圧密試験の最小圧密荷重は0.1%であり、埋立模型実験における初期段階の沈下現象を追跡するために、 $P < 0.1\%$  の  $e \sim \log P$  曲線の推定が必要となってくる。

そこで、Case-1として図-3に示すように、実測  $e \sim \log P$  曲線(水中投棄材料)の延長上にその推定曲線を描き、これをもとに沈下量  $S$  を(1)式で求めた(実測  $e \sim \log P$  曲線はWalker-Holtzの式により、 $d_{max} 38.1\text{mm}$ 、 $19.1\text{mm}$ の圧密試験結果を埋立模型実験で使用した  $d_{max} 10.6\text{mm}$ に補正し、その平均値を用いた)。その結果を示したのが図-4であり、計算値は実測値に比べてかなり小さい値を示している。これは、埋立模型実験の実測値が、初期荷重段階において最も大きい値を示しているのに対し、推定した( $P < 0.1\%$ )  $e \sim \log P$  曲線が沈下量の変化を過小に表現しているといえる。

次に、Case-2として、実測  $e \sim \log P$  曲線の圧縮指数  $C_c$  を図-3に描き、これを用いて沈下量  $S$  を(2)式で求めた。その結果が、図-5であり、これを見ると初期荷重段階においては実測値とかなり良い一致を示している。しかし、荷重段階が大きくなるにしたがって、計算値が実測値を上回る傾向があり、Case-1とは逆に圧密荷重の大きな場合の  $C_c$  の取扱いが問題となる。

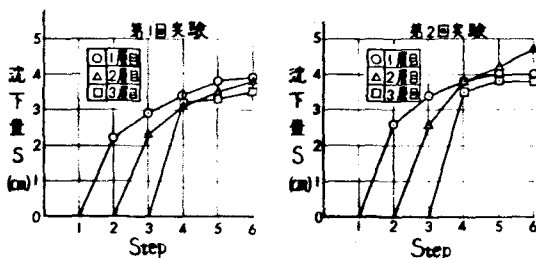


図-1 埋立模型実験による沈下実測値

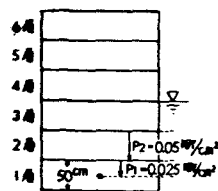


図-2 埋立模型実験概略図

ここで水中投棄材料の圧密試験における供試体自重を考慮した初期間隙比 $e_0$ について考える。通常 $e_0$ は、供試体自重を無視するから $e \sim \log P$ 曲線上にプロットされることはない。しかしながら、当圧密試験は供試体高さが $20\text{cm}$ であり、しかも供試体が著しくゆるぐめであることから、自重を考慮する必要がある。これは、埋立模型実験結果において、初期荷重段階の沈下量が最も大きな値を示していたことから認識される。

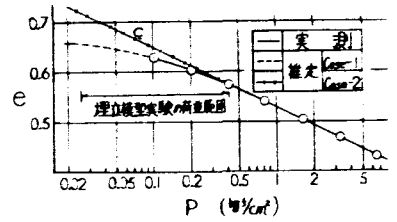


図-3  $e \sim \log P$  曲線 (Case-1, Case-2)

そこで、供試体自重を算出すれば $P = 0.009 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ であり、この値を考慮した $e \sim \log P$ 曲線を描けば図-6のようになり $P < 0.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の推定曲線下に凸の形状となる。ちなみに、埋立模型実験で得られた1層目の自重 $P$ と $e$ を同図にプロットすると、ほぼ推定曲線上に描かれこの推定曲線の有差性を確かめることができる。Case-3として、この $e \sim \log P$ 曲線を用い、沈下量 $S$ を(1)式で求めた。その結果が、図-7であり埋立模型実験の実測値とよく一致している。

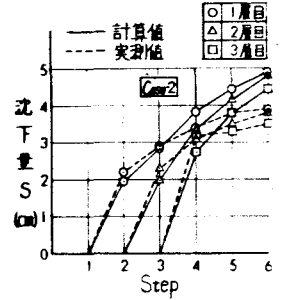
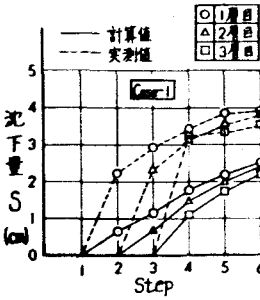


図-4 計算値と実測値 (Case-1)

図-5 計算値と実測値 (Case-2)

以上の計算手法で求めた各層における最終沈下量を実測値とともに示すと図-8のようになる。これ

によると、Case-3は、埋立材料の圧密沈下の推定、ひいては密度の測定に極めて有効な手段であるということができる。

また、埋立模型実験における載荷重 $P$ と間隙比 $e$ との関係は、圧密試験における $e \sim \log P$ 曲線と同様に扱うことが可能である。そこで、埋立模型実験の $e \sim \log P$ 曲線を描くと図-9のようになる。

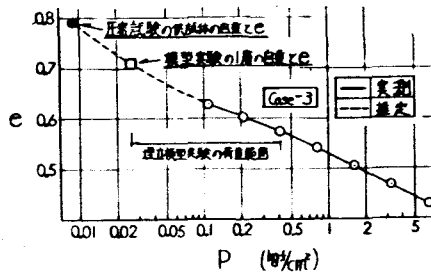


図-6  $e \sim \log P$  曲線 (Case-3)

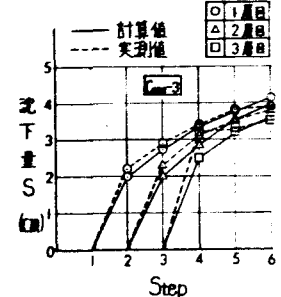


図-7 計算値と実測値 (Case-3)

なる。図-9において水面下1, 2層の $e \sim \log P$ 曲線は、図中のCase-3の $e \sim \log P$ 曲線に近似(とくに2層目)しており、前述の図-8と合わせて、Case-3の $e \sim \log P$ 曲線を密度予測の計算モデルとして用いることに高い信頼性をおくことができるといえる。

## 5. あとがき

砂を含む埋立土質材料を用いて埋立模型実験を行なった結果、その沈下現象は供試体自重を考慮した圧密試験の $e \sim \log P$ 曲線によって追跡可能であることが判った。

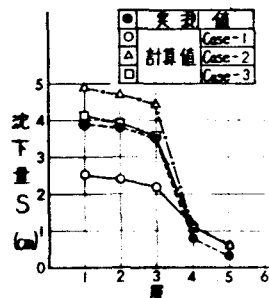


図-8 各層の最終沈下量

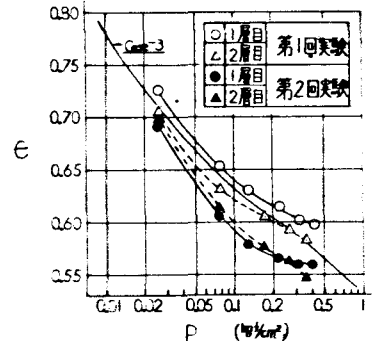


図-9 埋立模型実験の $e \sim \log P$  曲線