

# 帯状ドレーン材の透水性能に関する研究

京都大学防災研究所 正会員 嘉門雅史  
 京都大学大学院 学生員 ○永井秀忠

## 1. はじめに

帯状ドレーン材を用いたドレーンの設計法は、従来のサンドドレーン理論を経験的に換算し流用しているのが現状であり、そのためこれらの材料特有の性質であるドレーン材の目詰まりや周辺地盤の沈下にもなる変形による経時的な透水性能の低下にもなる圧密遅れについては考慮されていない。そこで本研究では、帯状ドレーン材が打設された現場の沈下状況と理論算出値をもとにドレーン材の経時的な透水係数の減少について計算し考察を加えた。

## 2. 現場データおよび計算方法

本研究に用いた現場沈下データは沖縄県中城湾新港地区の埋立地において、ドレーンのピッチを変えて打設された地盤改良試験施工結果である。この現場の地層構造は基盤層の上に在来の海底沖積粘土層（層厚約20m）が存在しその上に海底浚渫土による浚渫埋土層（層厚約6m）が存在する。この二つの層の土質定数は単位体積重量が在来粘土層で $1.7\text{tf/m}^3$ 、浚渫埋土層で $1.8\text{tf/m}^3$ 、圧密係数は室内試験の結果在来粘土層で $200\text{cm}^2/\text{day}$ 、浚渫埋土層で $100\text{cm}^2/\text{day}$ であった。また実測沈下データは観測点毎に在来粘土層、浚渫埋土層、全層と3種の実測沈下データがあり、本研究では在来粘土層と浚渫埋土層のデータを用いた。計算方法は、まず最終沈下量予測法のうち双曲線法を用いて実測沈下データから圧密度～時間係数曲線（実測曲線）を描き、さらにBarronの圧密方程式の近似解に現場の諸定数を代入することによって求められる圧密度～時間係数曲線（理論曲線）とを比較する。そして、同時刻における両者の圧密度の差（理論値からの圧密遅れ）をドレーン材に発生した透水抵抗によるものとしてウエルレジスタンス係数を算出し、吉国の式を逆算することによって粘土地盤とドレーン材の透水係数比 $kc/kw$ を求める。ここではこの $kc/kw$ 値が時間とともに指数関係で増大する、すなわちドレーン材の透水係数 $kw$ が時間の経過とともに指数的に減少すると仮定する。この関数をさまざまに変化させて実測曲線を最もよく近似できる関数によって、 $kc/kw$ 値の経時変化を評価するものとした。

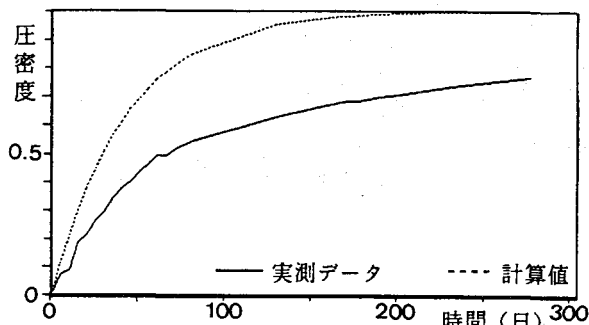
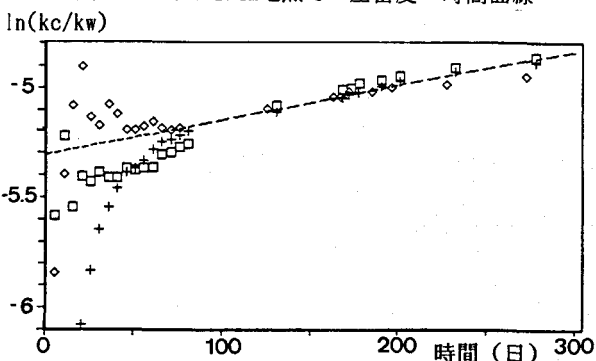


図1 ピッチ1.4m地点での圧密度～時間曲線



□ ピッチ1.4m地点観測データ(1) + 観測データ(2)  
 ◇ ピッチ2.0m地点観測データ ----- 近似直線

図2 逆算した $kc/kw$ の分布

図2に示すように実測沈下データによる圧密度と理論圧密度の差が大きい。この差をウエルレジスタンスによるものとして各観測点の実測沈下データから吉国の式の逆算 $kc/kw$ 値の分布を表すと図2のようになり、圧密中期以後は各データとも直線状に並んでいることがわかる。そこでこの分布状況を直線で近似すると図中に示す直線が得られる。つまり

## 3. 計算結果

ドレーン打設ピッチ1.4m（在来粘土層）の観測点データをみると、図1に示すように実測沈下データによる圧密度と理論圧密度の差が大きい。この差をウエルレジスタンスによるものとして各観測点の実測沈下データから吉国の式の逆算 $kc/kw$ 値の分布を表すと図2のようになり、圧密中期以後は各データとも直線状に並んでいることがわかる。そこでこの分布状況を直線で近似すると図中に示す直線が得られる。つまり

Masashi KAMON, Hidetada NAGAI

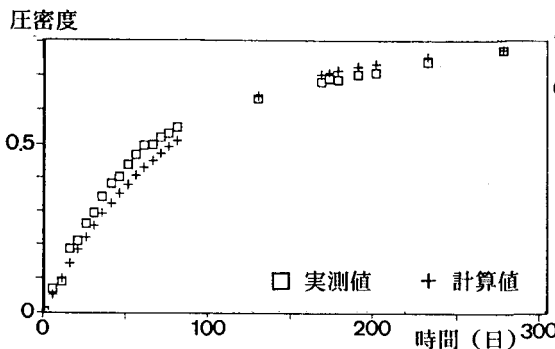


図3  $kc/kw$ を指数関数としたときの  
圧密度～時間関係 (ピッチ1.4m) (在来粘土層)

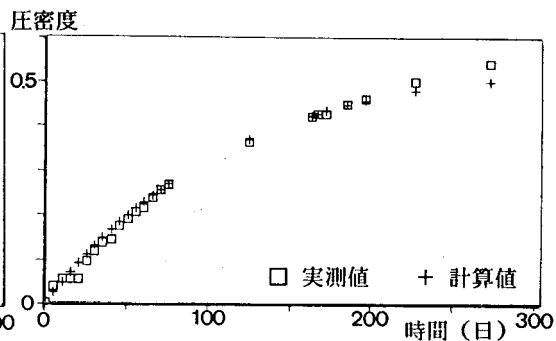


図5  $kc/kw$ を指数関数としたときの  
圧密度～時間関係 (ピッチ2.0m) (在来粘土層)

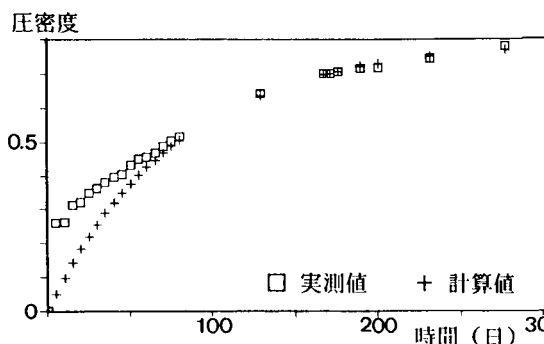


図4  $kc/kw$ を指数関数としたときの  
圧密度～時間関係 (ピッチ1.4m) (在来粘土層)

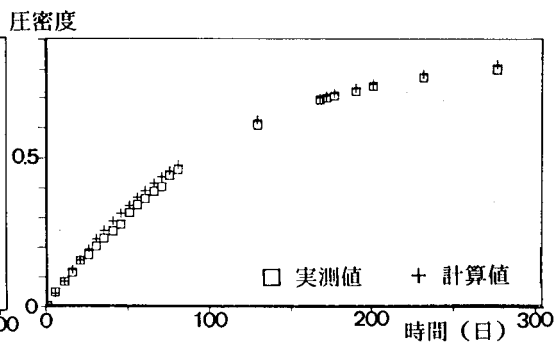


図6  $kc/kw$ を指数関数としたときの  
圧密度～時間関係 (ピッチ1.4m) (浚渫埋土層)

り、実測データから逆算した $kc/kw$ 値は次のような指数関数で近似的に表せる。

$$kc/kw = 10^{0.00158t - 5.31}$$

この $kc/kw$ 値の関数を用いて再び吉国の式から得られる計算沈下曲線を描き、実測曲線への一致を試みた結果を図3～図5に示す。図3、図4はドレーン打設ピッチ1.4m、図5は打設ピッチ2.0mの観測地点のものである。いずれも圧密初期の部分では実測値が大きく離れているが、これはドレーン打設の際の地盤の乱れの影響等と考えられる。中期以降は比較的良好な一致を示している。すなわち、 $kc/kw$ 値がこの関数で変化するとすれば、実測値の圧密遅れを説明することができたわけである。

一方、打設ピッチ1.4mの浚渫埋土層の沈下データに対しても同じ計算を行った結果、 $kc/kw$ 値に次の関数を用いれば、図6のように一致させることができた。

$$kc/kw = 10^{0.00158t - 5.96}$$

以上のことからこの現場では実際に起こる経時的な $kc/kw$ 値の変化を、一般的に次式の指数関係で示しうる。

$$kc/kw = 10^{at - b}$$

この式で、定数 $b$ は圧密初期の $kc/kw$ 値であり、定数 $a$ はいわば目詰まり係数とでも呼ぶことのできる帯状ドレーン材特有の目詰まり特性を表す定数である。ここで粘土地盤の透水係数を一定とすればドレーン材の透水性能の低下を直接的に評価することができるわけである。

#### 4. まとめ

この方法によって経時的な帯状ドレーン材の透水性能の低下と、その影響による現場の圧密遅れの状況を十分説明することができた。今後はこれをもとに、他の現場の例も参考にしてさらに一般的な関数によって帯状ドレーン材の透水性能の低下を評価できるようになると思われる。