

プラスチックボードドレーンの透水性能とウェルレジスタンス

財) 地域 地盤 環境 研究所 正会員 陳国華 諏訪靖二 福田光治
京都大学 正会員 嘉門雅史

1. まえがき

プラスチックボードドレーン（以後PBDと称する）の透水性能はPBDの圧密促進効果に大きな影響を与える。その効果はPBD周辺の条件によって異なる。これらの関係はウェルレジスタンスとして解析的に示されている。本論文は弾塑性構成式を用いたFEM解析(Dacsar)によりこれらの条件を調べると共にPBDの透水性能の評価方法を検討した結果を示した。

表 1 検討項目

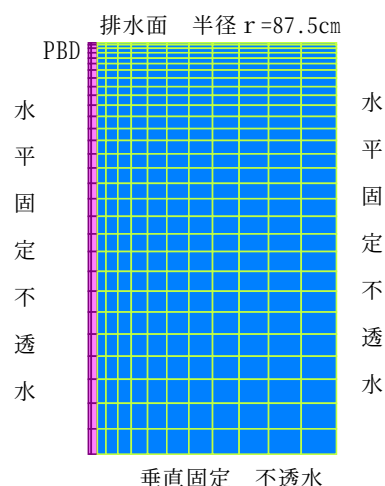
載荷荷重kPa	50	100	200	400
粘土透水係数 k_c cm/s	5.0e-8		5.0e-6	
PBD透水係数 k_p cm/s	0.001	0.01	0.1	1
PBDの打設深度 cm	1500		2000	

2. 解析条件

関口・大田モデルを構成式に用いて、軸対称モデルにより計算した。検討項目として表-1に示すように荷重4段階、粘土の透水係数2ケース、PBDの透水係数5ケースを取り上げ、各々を組み合わせで解析した。使用する粘土のパラメーターは大阪湾沖積粘土の土質特性を想定し、表2に示す値を用いた。図-1は解析に用いたメッシュで、上端側排水、下端側非排水条件とした。又PBDの等価換算径を5cmとした。

表 2 土質材料の力学常数

λ	κ	M	e_0
0.499	0.05	1.2	2.56



3. 解析手法の精度評価

即時荷重で50,100,200,400kPaの4通りの荷重を与える解析を行った。解析手法の精度を確認するためひずみ圧密度および応力圧密度と時間係数との関係で整理し、Barron式との比較を行った。地盤の透水係数は 5.0×10^{-6} cm/sとした結果を図-2に示す。地盤の透水係数は 5.0×10^{-8} cm/sとした場合²⁾と同じように、FEM解析結果とBarron式の適合

度は全体的に一致し、Barron式の結果は応力圧密度とひずみ圧密度の間にくることがわかる。しかし、両者の適合関係は載荷応力によっても異なってくることを示している。またFEM解析では何れの荷重でも応力圧密度-時間係数曲線がひずみ圧密度の関係に比べ、間隙水圧の消散が遅れている現象も現されている。さらに解析結果では即時載荷重が大きいほど圧密-時間係数関係の進行が速くなるという荷重依存性を示している。

4. 解析結果と排水能

ある時刻におけるPBD有効径内 d_e からの排水量を q_{cal} とすると、 q_{cal} は d_e 内の各要素の体積変化に等しい。また q_{cal} はPBDを介した排水量 q_p とPBD断面部を除いた地表面の排水 q_c に区分される。なお q_p と q_c の割合は理論的には鉛直方向の動水勾配と透水係数によって計算される。ここに、動水勾配は上端面とPBDおよび粘性土の上端から一個目要素の中心における過剰間隙水圧差により算定した。図-3はPBDの透水係数を1.0cm/s、粘土の透水係数を 5×10^{-6} cm/sとした解析結果である。同図には安全率2とした嘉門ら¹⁾によるPBDの排水能 q_{re} も併記してある。排水量の経時変化は両対数紙上で圧密経過と共に嘉門らによるPBDの排水能 q_{re} に近づく。

Key words: PBD, 透水性能, ウェルレジスタンス

〒550-0012 大阪市西区立売堀4丁目3番2号 TEL:06-6539-2971 FAX:06-6578-6254

5. PBDの透水性および打設深度の影響

載荷重 $p=200\text{kN/m}^2$, 粘土の透水係数 $k_c=5\times 10^{-6}\text{cm/s}$ とし, PBDの透水係数を $0.001, 0.01, 0.1, 1, 10\text{cm/s}$ の5通りに変えたFEM解析を行った。その結果を圧密度と時間係数で整理し, 図-4に示す。PBDの透水係数 $k_p=1, 10\text{cm/s}$ の解析結果はBarronの式と一致するが, PBDの透水係数 $k_p=0.001, 0.01, 0.1\text{cm/s}$ のケースでは大きな差が見られる。これはPBDの透水性が低いため, ウェルレジスタンスによる圧密遅れが生じることを意味する。

載荷重 $p=200\text{kN/m}^2$, 粘土の透水係数 $k_c=5\times 10^{-6}\text{cm/s}$ とし, 打設深度 $H=1500\text{cm}, 2000\text{cm}$ に対して, PBDの透水係数それぞれを $0.001, 0.01, 0.1, 1, 10\text{cm/s}$ とした解析も行った。図-5にはPBDの透水係数 $k_p=0.001$ と 1.0cm/s としたPBDの打設深度をパラメータとして, 地盤の圧密度と時間係数の関係を示す。打設深度が長いほど時間係数が大きくなる。つまり, 圧密時間が長くなる。PBDの透水係数 $k_p=0.001\text{cm/s}$ の場合, 打設深度の影響は著しく大きい。同じくPBDの打設深度をパラメータとして, Barron式による時間係数で正規化した時間係数とPBD透水係数の関係を図-6に示す。PBDの透水係数 $k_p=1\text{cm/s}$ 位と大きくなると, $T_v/T_v(\text{Barron})$ は1に近くなり, 圧密時間の遅れがみられない。PBDの透水係数が小さくなると共に $T_v/T_v(\text{Barron})$ が大きくなる。また打設深度が深いほど時間係数とPBD透水係数の関係曲線は上位に位置する。

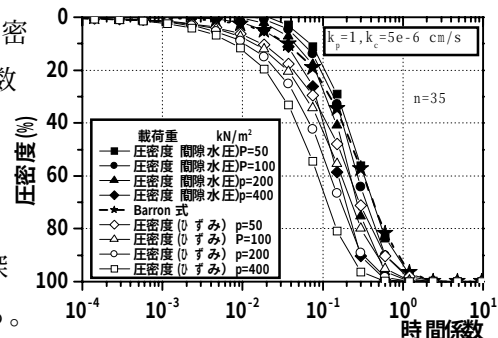


図-2 解析結果と理論解の比較

6. まとめ

本研究ではFEM解析によって得られた圧密度と時間係数の関係をBarronの近似解と比較することによって解析手法の適用性を確認できた。解析によるPBDの上端部における排水量は嘉門らの理論値と良く一致している。これらの基礎的な検討を踏まえて, 本論文ではPBDの透水性能とウェルレジスタンスの関係を検討した。その結果, PBDの透水係数が 0.01 以下であれば圧密遅れが著しくなり, ウェルレジスタンスを考慮して設計をしなければならないと考えられる。

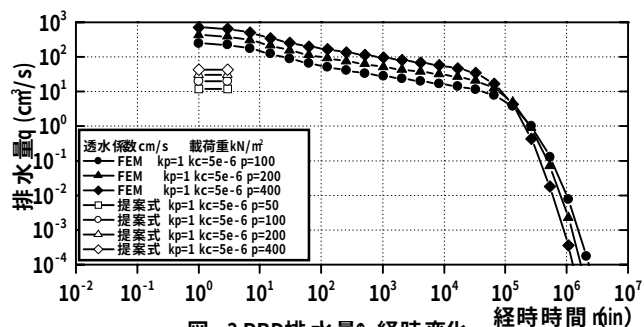


図-3 PBD排水量の経時変化

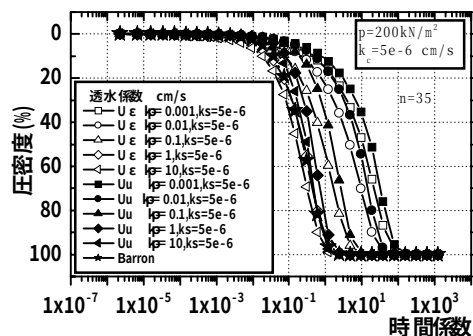


図-4 PBD透水性の圧密度への影響

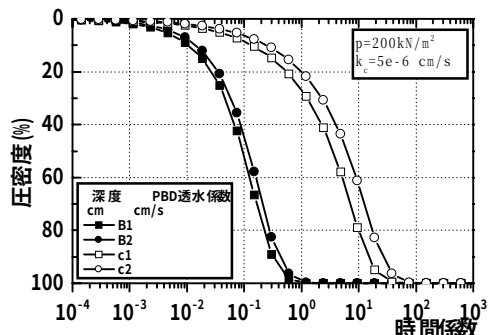


図-5 圧密度と時間係数の関係

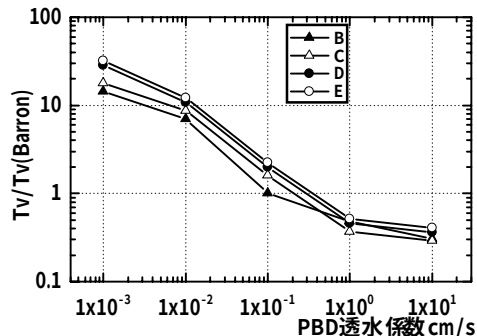


図-6 圧密時間係数とPBD透水係数の関係

参考文献

- 1) 嘉門 福田他ウェルレジスタンスと PBDの排水能第54回年次学術講演概要集 III -B25,p510,1999.9
- 2) 嘉門他:プラスチックボードレーン通水量試験に必要な動水勾配の検討 (第35回地盤工学研究発表会投稿中)