

動水勾配1の通水量によるPBDの品質管理

京都大学

フェロー 嘉門雅史

財) 地域 地盤 環境 研究所 正会員 ○下野段朋恵, 諏訪靖二, 福田光治

1.はじめに

2000年9月に高知(日本)で開催された International Seminar on Geotechnics in Kochi (ISGK2000)では各国におけるPBDの必要通水量が示されたが、機関によって大幅な違いがあることがわかった。現状ではこうした各国の仕様条件がPBDの品質管理の基準になるが、工学的検討から出されたものが少なく、製品開発の合理的な指針にはなりえない。一方PBD通水量の推定式は嘉門ら^{1),2)}により提案されてきたが図-1に示すように試験時の動水勾配に改良の余地が残されていた。このため本研究では動水勾配を1に限定した通水量を定義し、従来の通水量を求める推定式に対して比較し、必要通水量の見直しを行った。

2.動水勾配を1とする通水量

式(1), (2)は必要通水量を求める嘉門らの従来の推定式^{1),2)}で通水量を評価する基準にする。動水勾配 $i=1$ の時の通水量 q_{wc} を式(3)で定義するが、動水勾配1の時の通水量と圧密度に対応する通水量の関係を求める必要がある。この基礎式としてウエルレジスタンス係数をBarron式に組み入れた吉国の式³⁾を用いる。吉国のウエルレジスタンス係数は動水勾配1の時の通水量 q_{wc} を用いて式(4)のように表現されるので、吉国式(5)を介して誘導した式(6)から通水量を求めることが出来る。ここで q_{wc} と q_w を区別するために前者を基準通水量、後者をこれまで通り必要通水量と呼ぶことにする。 Q_{req} は式(1)でウエルレジスタンス係数 L をゼロにした条件で得られる必要通水量で、本論文では従来の必要通水量と呼ぶことにする。

$$Q_{req} = \frac{0.25 \cdot 0.1 \cdot F_s \cdot H \cdot \pi \cdot c_h}{4T_h} \quad (1) \quad T_h = -\frac{F(n) \cdot \ln(0.9)}{8} \quad (2)$$

$$q_{wc} = \pi \cdot r_w^2 \cdot k_w \quad (3) \quad L = \frac{32}{\pi^2} \cdot \frac{k_c}{k_w} \left(\frac{H}{d_w} \right)^2 = \frac{32}{\pi^2} \cdot \frac{k_c \cdot H^2}{4 \cdot r_w^2 \cdot k_w} = \frac{8}{\pi} \cdot \frac{k_c \cdot H^2}{q_{wc}} \quad (4)$$

$$q_w = \frac{2\pi \cdot F_s \cdot \varepsilon_f \cdot H \cdot c_h}{F(n) + 0.8L} \quad (5) \quad q_w = \frac{2\pi \cdot F_s \cdot \varepsilon_f \cdot H \cdot c_h}{F(n) + \frac{6.4}{\pi} \cdot \frac{k_c \cdot H^2}{q_{wc}}} \quad (6)$$

3.沈下速さと通水量の比較

圧縮ひずみ0.15, 粘性土の透水係数一定, PBDの打設間隔1.5m四方にして, 層厚を50,40,30,20mに変えた圧密解析を行った。図-2がその結果である。即時載荷から300日経過後の沈下量で示したが, 沈下量は基準通水量 q_{wc} が大きくなれば増大する傾向にあることを示している。しかしある値以上になると沈下量は収束する傾向を示す。図より沈下量に影響しなくなる点における通水量は, 層厚 $H=20,30,40,50m$ に対しそれぞれ $q_{wc}=2,3,5,10cm^2/s$ 付近にあり, この点の通水量をあらためて基準通水量と呼ぶことにする。図中の×印は式(1)で推定した従来の必要通水量であり, 基準通水量に比べてやや小さいことを示している。しかしこうした比較は基準通水量に関しては動水勾配 $i=1$ で定義されているが, 式(1)では動水勾配は決められず, 単純に必要な通水量と基準通水量を比較することは出来ない。しかし, 実務的には動水勾配を1の通水量として式(1)が使用されている。従って基準通水量 q_{wc} は従来の必要通水量 Q_{req} よりやや大きい程度の値を与えると考

キーワード: 地盤改良, ジオシンセティック, 圧密, パーチカルドレーン, 設計

連絡先(大阪市西区立売堀4-3-2 電話:06-6539-2971 FAX:06-6578-6560)

えてよい。このため動水勾配 $i = 1$ の時の基準通水量 q_{wc} を管理基準にすると動水勾配が明確であるばかりでなく、ウエルレジスタンスも考慮していることになるので、管理基準の決め方として混乱が少ない手法となり、従来の手法の改善になる。

4. 盛土速さと必要通水量

必要通水量には盛土速さも影響する。図-3 は式(1), (6), Barron 式, 吉国式等の簡易式, 差分法により求められた必要通水量及び基準通水量である。なお沈下解析では粘土内の排水は全て水平放射流, PBD の中では鉛直流を仮定し, 単位時間当たりの通水量から求めた最大通水量を必要通水量としている。解析結果では単調増加盛土の場合, 最大通水量は载荷直後に生じている。なお解析では盛土厚さは 13.4m, 差分解析では段階的に 1, 7, 84 日要して盛土している。図より盛土速さが早くなると必要通水量は増大することを示している。嘉門らの式(1)による必要通水量は盛土速さ 84 日の条件(0.16m/日)に, 基準通水量は盛土速さ 7 日(1.91m/日)に対応している。1 日盛土速さの結果は即時沈下から求めたウエルレジスタンスありの通水量に近づいている。ウエルレジスタンスがない即時载荷の通水量は最大の通水量を与える。従って必要通水量は施工速度を考慮して決めなければならないことを示している。しかし計算例のような施工規模では通常数週間から数ヶ月が予想されるので, 式(1)あるいは式(6)から推定した通水量が実際の施工速度に対応した通水量を与えると考えられる。また即時沈下による沈下速さから通水量を求めることは過大評価になる。

5. 結論

従来の必要通水量を求める提案式には正確な動水勾配が対応させられていない。この改善策として動水勾配 1 とする通水量を提案した。この結果通水量は施工速度にも大きく影響され, 従来の通水量は盛土速度約 30 日程度の速さ, 基準通水量は 1 週間程度の盛土速さの通水量に対応することが分った。

参考文献) 1)M.Kamon,T. B.S. Pradhan,S. Suwa (1992) :

Laboratory Evaluation of the Discharge Capacity Prefabricated band-shaped Drains, The Society Materials Science, Japan [Current Japanese Materials Research Vol.9,Spil Improvement], Elsevier Applied Science, 2) 嘉門雅史・諏訪靖二・福田光治・陳国華(2001) : プラスチックボードドレーンの必要通水量とウエルレジスタンス, 日本材料学会, 第 4 回地盤改良シンポジウム, pp.9-14, 3)吉国洋(1979) : パーチカルドレーン工法の設計と施設管理, 技報堂, p39,48

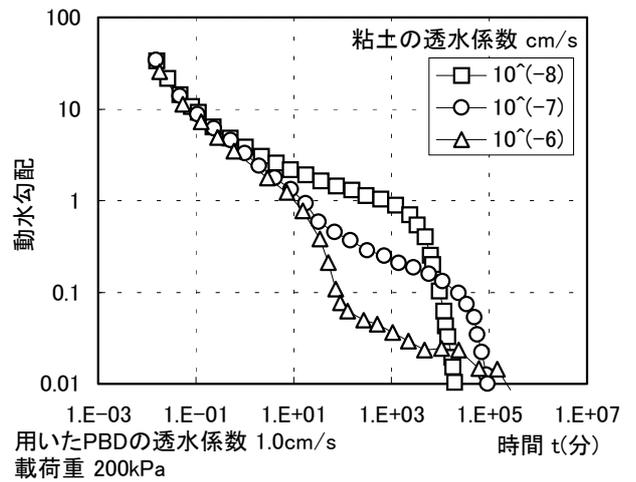


図-1 FEM 解析結果による動水勾配の時間変化

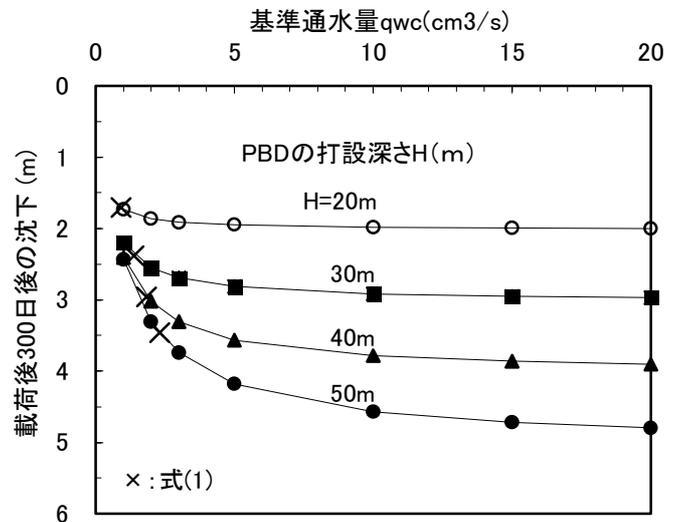


図-2 基準通水量 q_{wc} と沈下量

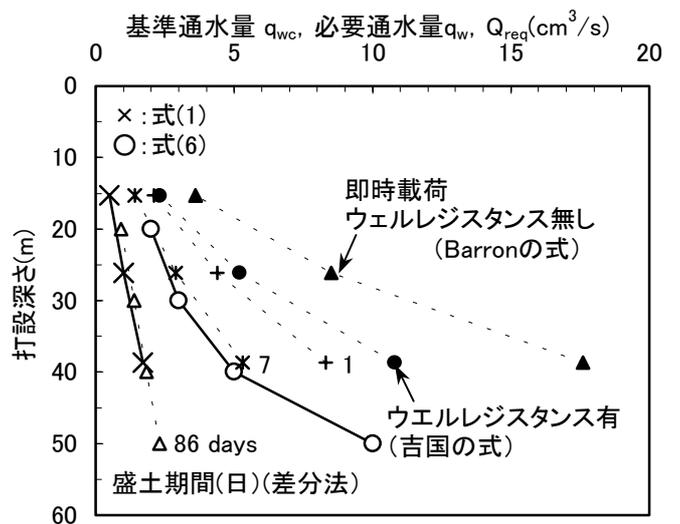


図-3 PBD 改良深さと通水量