

建設省土木研究所 正員 吉野 文雄
○正員 寺川 陽
正員 田子 秀徳

はじめに

降雨水を地下浸透によって処理しようという試みは、ここ2、3年各地で行われた実験や、試行建設を通じて、次第に市民権を得てきたようである。設計基準の確立にあたっては、まだ技術的に検討すべき項目も残されているが、そのひとつが浸透能力の評価である。現段階では、現地に実際のモデル施設を作って、その能力の試験結果に基づくのが最も現実的だと思われるが、これでは施設の構造のちがいや土壌特性のちがいが浸透量へ及ぼす影響を評価するのはまずもって不可能に近い。そこで有力な手段になってくるのが計算機を用いたシミュレーションである。勿論、土壌のような場所的に大きなばらつきを有する対象について均一材料と仮定して物理法則を適用するわけだから、その結果は幅をもって解釈されるべきものであるが、諸条件の連続的な変化や組み合わせが可能となる点には、それを補ってあまりあるものがあると思われる。

ここでは、浸透処理施設のひとつである地下埋管からの浸透について、数値シミュレーション（定常計算）を行った結果を報告したい。

§ 1. 浸透の基本式

用いた基本方程式は、(1)式に示す鉛直2次元の定常飽和-不飽和浸透の式である。

$$\operatorname{div} \{ \rho k(\psi) \cdot \operatorname{grad}(\psi + z) \} = 0 \quad \cdots \cdots (1)$$

ρ ; 水の密度

ψ ; 吸引圧

$k(\psi)$; 不飽和透水係数

地下埋管の構造としては、径150mmの多孔管のまわりを碎石で置換した形状を想定した。又、不飽和透水係数は土壌、碎石それぞれの部分について次式で与えられると仮定した。

● 土壌部分

$$k(\psi) = \begin{cases} 0.0056 & [\psi \geq 0.0] \\ 0.0056 - \left(\frac{\psi}{-40.0} \right) \times (0.0056 - 0.00056) & [-40.0 < \psi < 0.0] \\ 0.00056 \times \left(\frac{-40.0}{\psi} \right)^{3.5} & [\psi \leq -40.0] \end{cases}$$

● 碎石部分

$$k(\psi) = \begin{cases} 0.01 & [\psi \geq -38.0] \\ 0.01 \times \left(\frac{-38.0}{\psi} \right)^{1.82} & [\psi < -38.0] \end{cases}$$

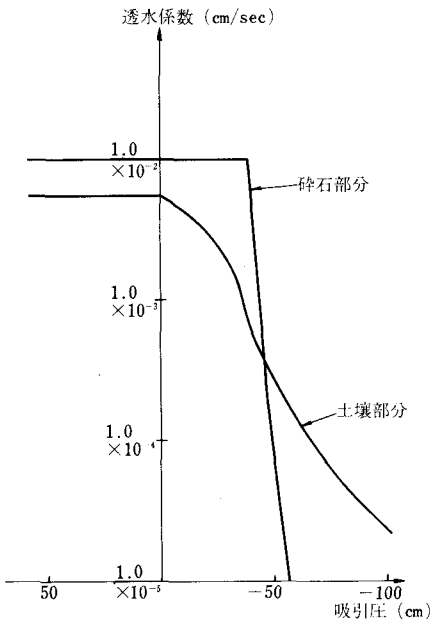


図1 不飽和透水係数

それぞれの形状をグラフの形で図示したのが図1である。

シミュレーションは、(1)式を差分化し、上・左・右面が不透水、下面が地下水面($\psi = 0$)という境界条件のもとで、緩和法によって解いた。計算に用いたメッシュ及び諸元を図2に示す。図中、うすい色をつけた部

分が砕石置換部分である。

§ 2. 計算結果及び得られた知見

計算結果の一例として、埋管にかかる水圧を変化させた場合の吸引圧の分布の変化並びに、埋管 1 m あたり 1 時間に浸透する量のちがいを図 3～5 に示す。水圧の上昇に伴い、 $\phi > 0$ の領域が広がり、それに伴って浸透量が増加しているのがわかる。又、砕石置換部の底面から浸透する量と側面から浸透する量の比は、それぞれ 1 : 0.894, 1 : 0.975, 1 : 1.064 であり、水圧の上昇によって側面からの相対的な浸透量が増加することが示されている。

おわりに

本研究の実施にあたり、石崎前水文研究室長（現木曾川下流工事事務所長）から、種々の有益なアドバイスをいただいたことを記し、ここに感謝の意を表したい。なお、計算のアルゴリズム等については、石崎・北川「地下埋管による地下水涵養」土木技術資料 22-9, 昭和 55 年 9 月を参照されたい。

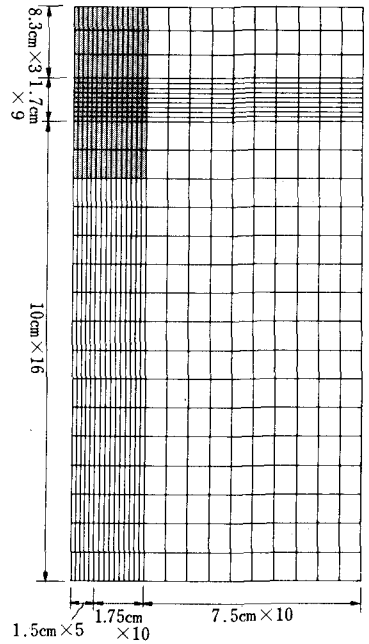


図 2 計算に用いたメッシュ

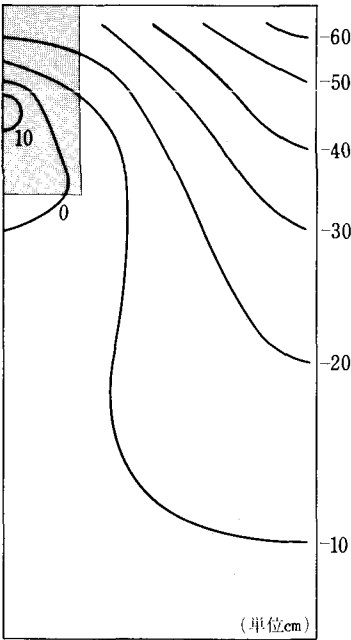


図 3 水圧 10 cm の場合
($Q = 139 \text{ l/m} \cdot \text{hr}$)

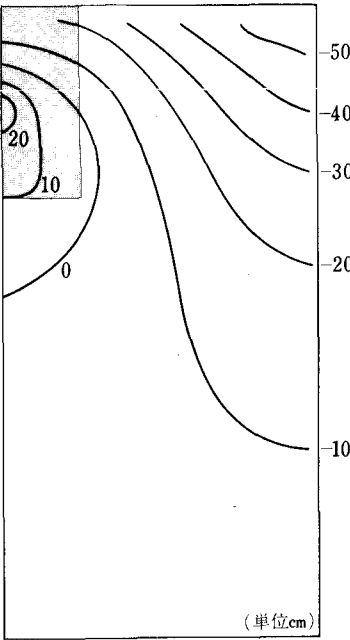


図 4 水圧 20 cm の場合
($Q = 162 \text{ l/m} \cdot \text{hr}$)

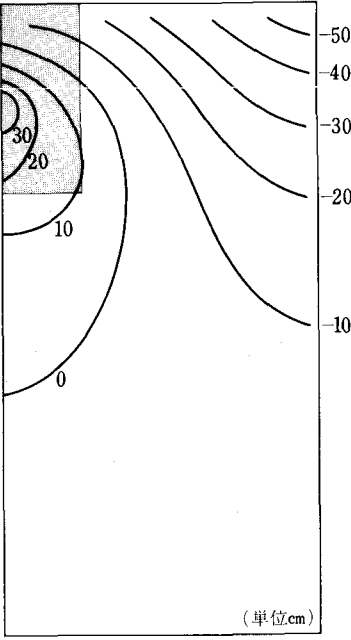


図 5 水圧 30 cm の場合
($Q = 184 \text{ l/m} \cdot \text{hr}$)