

建設省土木研究所 正会員・斉藤松美

山本晃一

はじめに

流出抑制対策の一手法である浸透型施設による雨水処理は、貯留型施設同様、流出抑制効果をかなり期待できるといふ結果が得られている。しかし、この浸透型施設は、浸透量に影響を及ぼす因子の評価という技術的問題が解明されないままに、施設の設置が進んでいるのが現状である。このような状況を鑑み、筆者らは、上述の課題を解明するために、土研構内において長期間に亘り現地実験を行ってきたが、浸透型施設による浸透能力を評価するまでには至っていない。そこで、施設による浸透能力評価手法を作成するための基礎資料を得る目的で、砂を対象に浸透型施設の模型を製作して水理模型実験を行った。本報告はその結果を述べたものである。

1. 実験概要

実験施設は、直方体の形状をなす浸透水槽と給水槽からなり、浸透水槽の中に砂を敷き詰め、そこに模型の浸透型施設を設置した。浸透型施設は、円筒型、円筒透水管型及びトレンチ型施設の計3種類である。円筒型及び円筒透水管型施設は、半円筒形で、塩ビ管や有孔塩ビ管の半円筒断面を合成樹脂板にそれぞれ接着し、円筒型は管底、円筒透水管は管底と側壁から浸透する構造である。トレンチ型施設は、直方体で、有孔塩ビ管の周囲(30×30mm)に小砂利を正方形に敷き詰めた砕石断面を合成樹脂板に接着して、これ以外の砕石部分から全方向に浸透する構造である。円筒型及び円筒透水管型の浸透面には、注水による浸透面の攪乱防止のために、浸透面(管底)より5mm、充てん材を敷き詰めた。

実験における測定内容は、浸透型施設の浸透量、浸透水の影響範囲(拡がり状況)、砂層内の水圧分布(地下水位の変化状況)等である。実験は、まず地下水位を設定した後に、給水槽のバルブを操作して浸透型施設における所定の湛水深を設定して、この湛水深が実験中変化しないようにバルブにより注水量を調節した(定水頭実験)。この注水量(浸透量)は、浸透水槽の地下水側溝に付けてあるバルブより排出する水をメスシリンダーにより5~10分間隔で測定した。実験は、この排水量(浸透量)が安定するまで継続して行、た(2~3時間)。

2. 相似律

模型の浸透型施設からの浸透は飽和浸透理論に従う現象であると仮定すれば、座標のスケールを変換することにより非等方性の場合から等方性の場合へ帰着させることができる。今、水理模型の円筒型(円筒透水管型)及びトレンチ型施設の浸透量に影響を与える境界値は、円筒型では H_m , D_m , L_m 、トレンチ型では H_m , l_m , L_m , L_{im} である。従って浸透型施設からの浸透量 Q_m は、次の無次元量で表わせることになる。

$$Q_m/K_m/\lambda^2/A_m = f(H_m/\lambda, D_m/\lambda, L_m/\lambda/D_m) \quad \cdots (1)$$

$$Q_m/K_m/\lambda^2/A_m = f(H_m/\lambda, l_m/\lambda, L_m/\lambda/l_m) \quad \cdots (2)$$

ここに、 $A_m = \pi D_m^2/4$ (円筒型)、 $A_m = l_m \cdot L_{im}$ (トレンチ型)なる。

本実験施設では、均一砂を対象に実験を行、たので $K_m/K_m = 1$ となり、(1)、(2)式における λ^2 は、1として実験結果が整理しえることになる。

3. 実験結果

3.1 浸透量に影響を及ぼす因子と浸透量

① 湛水深 H_m と浸透量 Q_m の関係
(浸透底面と地下水面の差)
浸透底面幅 D_m (l_m) と地下水位 L_m が一定な場合、

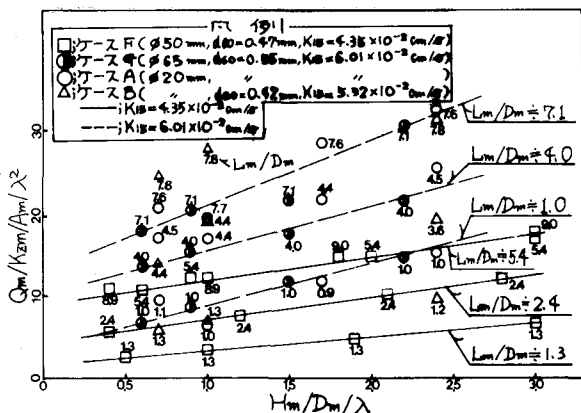


図1 湛水深 H_m と浸透量 Q_m の関係 (円筒型施設)

湛水深を変化させることにより浸透量が如何に変化するかをみたのが図1である。この図より、円筒型では $H_m/D_m = 0.4 \sim 3.0$ の範囲内で浸透量は湛水深に対して一次直線関係があり、次式で表わすことができる。

$$Q_m / K_{em} / \lambda / A_m = C_1 \cdot H_m / \lambda / D_m + C_2 \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 C_1, C_2 は L_m/D_m により変化する値。また、トレンチ型においても円筒型と同様な結果が得られた。

② 浸透底面幅 D_m (l_m) と浸透量 Q_m の関係

浸透底面幅を変化させることにより、浸透量が如何に変化するかをみたのが図2、3である。この図より、円筒型及びトレンチ型とも無次元浸透量は無次元総ヘッドに比例して増加することから次式で表わされ、

$$Q_m / K_{em} / \lambda^2 / A_m = C_D \cdot (H_m + L_m) / \lambda / D_m \dots \dots \dots (4)$$

$$Q_m / K_{em} / \lambda^2 / A_m = C_L \cdot (H_m + L_m) / \lambda / l_m \dots \dots \dots (5)$$

これを浸透量 Q_m の形で表わすと、

$$(4) \text{ 式は、 } Q_m = \pi / 4 \cdot K_{em} \cdot \lambda \cdot C_D \cdot (H_m + L_m) \cdot D_m \dots \dots \dots (6)$$

$$(5) \text{ 式は、 } Q_m = K_{em} \cdot \lambda \cdot C_L \cdot (H_m + L_m) \cdot l_m \dots \dots \dots (7)$$

ここで、 C_D, C_L は L_m/D_m により変化する値、 L_m はトレンチ長さとなる。これより、浸透型施設からの浸透量 Q_m は、円筒型では浸透底面幅(管径) D_m に比例して増加するが、トレンチ型では浸透底面幅 l_m にかかわらず単位長さ当り浸透量はほぼ同一となることが分った。

3.2 水理模型実験と現地実験の比較

○ 浸透底面幅 D_p (l_p) と浸透量 Q_p の関係

土研構内の乱れていない関東ローム層を対象に行った現地実験より、浸透底面幅と浸透量の関係をもいたのが図4である。この図より、円筒型及びトレンチ型とも単位底面積当りの浸透量 Q_p/A_p は、無次元総ヘッドに比例して増加することから、現地においても水理模型と同様な浸透現象が起っていると思われる。

○ 地下水位 L_p と浸透量 Q_p の関係

模型実験より、円筒型、トレンチ型とも地下水位と浸透量との間に比例関係が成立することが分った。現地実験でもこの関係が成立するか否かを調べると、トレンチ型では浸透量は地下水位の低下に伴い増加しているが、円筒型では地下水位の影響をあまり受けなかった。これは、浸透面付近の目づまりの発生、施設底面下の土壌そのものに水の通りにくい層があり、浸透量が地下水位の影響を受けなかったのではないかと考えられる。これを検証するために、模型の円筒型の底面部に厚さ5mmに浸透水槽内の砂よりも透水係数が1オーダー小さな砂を敷設し、地下水位と浸透量の関係を調べてみた。その結果浸透量は、地下水位の影響をあまり受けなかったことが分った。

おわりに

浸透型施設の浸透能力に影響を及ぼす因子と浸透能力の関係を水理模型実験により把握することができた。また、模型実験と現地実験の比較検討を行った結果、不十分ではあるが現地でも模型と同様な浸透現象が起っていると判断された。

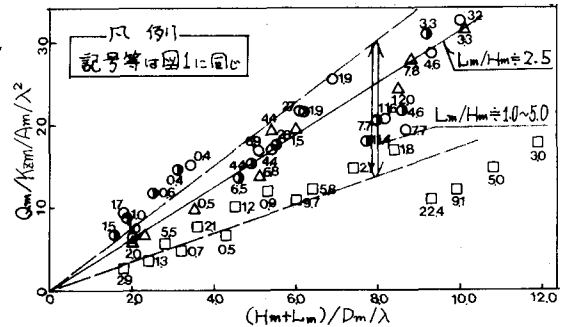


図2 浸透底面幅 D_m と浸透量 Q_m の関係(円筒型施設)

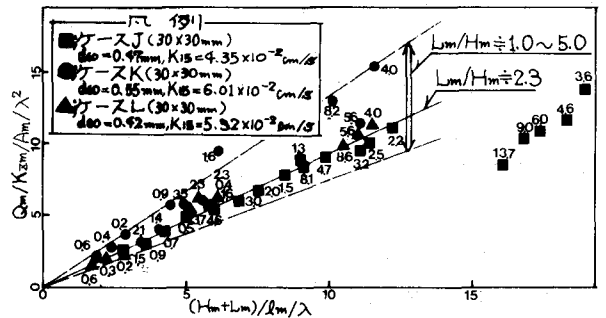


図3 浸透底面幅 l_m と浸透量 Q_m の関係(トレンチ型施設)

