

京都大学防災研究所 (正) 岡 太郎・(正) 西村 隆 (現大阪府)

1. まえがき 自然丘陵地の宅地化は雨水流出と尖鋭化して、下流域の水害危険度を増加させている。この対策として地下浸透法による出水抑制が考えられているが、ここではこれらのうち埋管浸透法について実験・理論的に検討したのでその結果を述べる。

2. 浸透実験 図1に実験装置の概要を示す。土壌槽(長さ・深さ: 1m, 奥行き: 0.5m, 勾配: 4.2%)は無底であり、その上流端の深さ50cmに直径10.5cmの有孔管が埋設されている。地表面には人工降雨形式で、埋管には管内水位が地表面に一致するようにして、水供給が行われる。主な計測項目は埋管よりの浸透量、表面流出量、土壌水分量(中性子水分計), 密度(γ線密度計), 吸引圧力(テンシオメータ), 雨量である。ここで埋管よりの浸透量は流量定値制御弁で供給量を一定に保ち、余水を転倒マス型流量計で測定し、それらの差で表した。また地表面浸透量は供給量と表面流出量との差で表した。実験土壌は図2の土壌特性を有する砂質土であり、充填後の間隙率は0.42であった。降雨条件と初期吸引圧力を変えて行った実験結果より、埋管(半円)よりの浸透量を図3に示す。なお図中の初期吸引力の値は図1に示してある2地点の平均値である。図3より、浸透量は降雨によって大きく影響されているのが認められる。浸透量の時間変化についてみると、実験初期には急に減少するが、時間の経過とともにゆるやかになり、90~120分後にはほぼ一定値を示している。

3. FEMによる解析 ここでは埋管よりの浸透流をRichards式を用いて解析し、浸透機構を明らかにすることを目指す。図4に解析領域とその要素分割を示してある。なお実験土壌槽が無底であったので、本解析では解析領域を深さ1.7mにとり、底面条件が計算結果に影響しないようにした。境界条件として地表面には降雨、埋管壁には水圧、その他の境界には不透壁の条件、及び初期条件として、全領域の土壌水分が

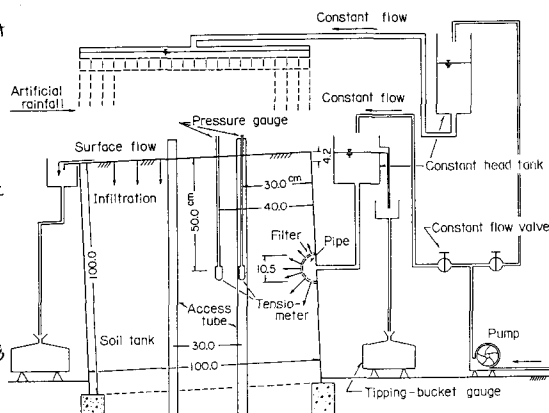


図1 実験装置

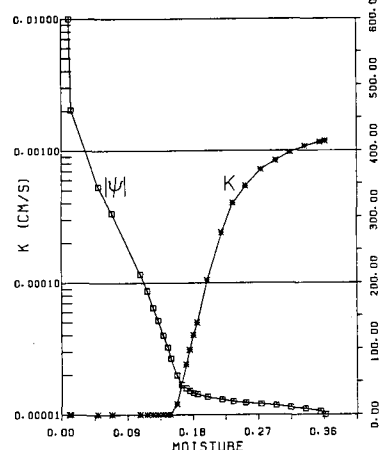


図2 透水係数(K)・吸引圧力(ψ)と土壌水分との関係

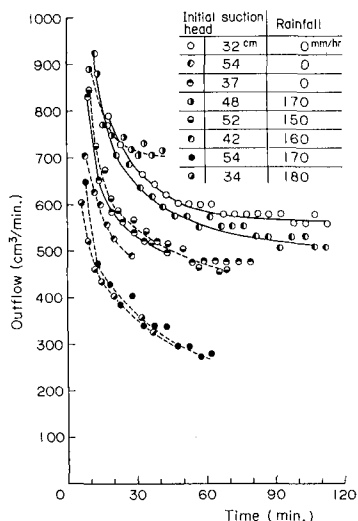


図3 埋管よりの浸透量(実験結果)

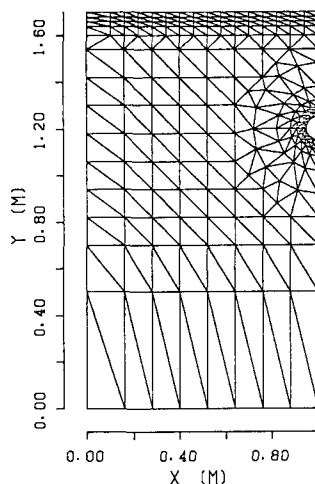


図4 解析領域と要素分割

一様であるとみなし各節点にそれに見合う圧力値を与えた。またこの解析では図2に示してある不飽和透水係数と毛管水分曲線を用いた。これらは浸漬法と土柱法によって間隙率が0.36の状態を得られたものである。このようにして得た計算結果より、図5に埋管(半円、長さ50cm)よりの浸透量を示す。また図6に降雨強度150mm/hr、初期水分量0.14の計算結果より、 $t=20$ min.の埋管近傍の流速ベクトルを示す。図5より計算結果は前述の浸透量の低減特性を定性的に良く表しているといえる。図6についてみると、埋管よりの上向き浸透は地表面よりの雨水浸透によって抑えられ、流速がかなり小さく、その方向は横向きになっているのが認められる。これらが降雨条件下での浸透量の急激な低減の要因になっているものと考えられる。図5と5と比較すると、実験値が計算値より大きい、この差は主として充填密度のちがいに由来しているものと考えている。

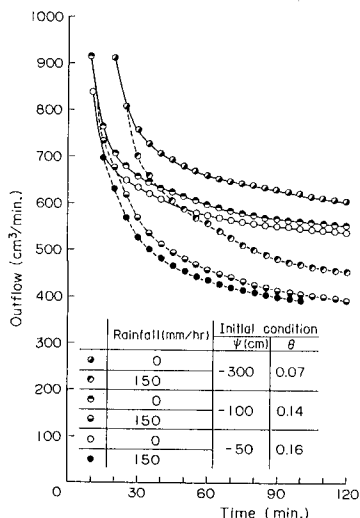


図5 埋管よりの浸透量(計算結果)

4. 北御蔵山住宅団地への適用

これまでの基礎的検討により埋管浸透法の有用性が一応認められた。ここでは岸治市北部に位置する北御蔵山住宅団地流域に埋管を設置するものと仮定して解析を行い、その有用性を具体的に検討する。

北御蔵山住宅団地流域は、流域面積:17ha、浸透域:8.8ha、不透透域:8.2ha、平均勾配:0.09であり、地表面付近の土壌の透水係数は 10^{-5} c/sのオーダーである。この地に直径20cmの有孔管を深さ1mのところに埋設するものと仮定する。はじめに、全土壌層が表層土と同じであるとみなし浸透解析を進めた。その結果は、埋管よりの浸透量が少く、設置効果はほとんど認められなかった。次に、深さ0.3m~3.4mの土壌の透水係数が 10^{-4} c/sオーダーであると仮定して、解析を行った。このようにして得た埋管よりの浸透量を図7に示す。図8には100m²の宅地に延20mの有孔管を埋設した場合の浸透量(seepage)と地表面よりの浸透量(infiltration)、及び kinematic runoff model による流出解析結果を現状と埋管設置後(future)について示してある。この計算では、3.3m/sのピーク流量を埋管設置により2.4m/sに抑制することができた。

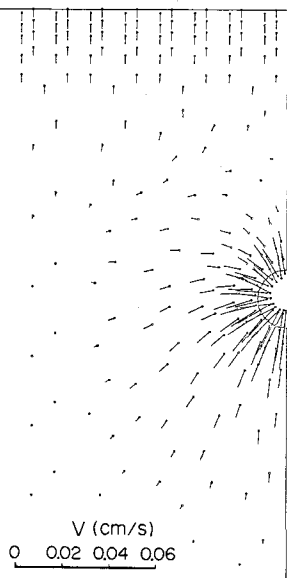


図6 流速ベクトル

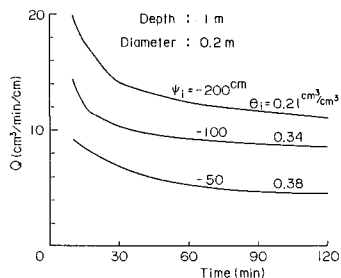


図7 埋管よりの浸透量
(北御蔵山住宅団地流域)

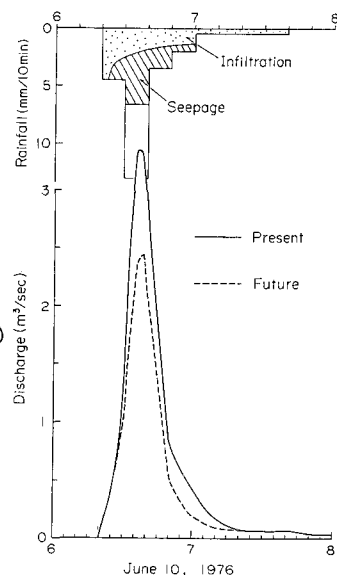


図8 北御蔵山流域への適用結果

5. まとめ

- (i) 埋管浸透法は透水係数が 10^{-4} c/s以上の良透水性地盤で有効である。
- (ii) 埋管は深部もしくは不透透域下部に設置すると効果的である。
- (iii) この種の浸透問題には Richards 式が有用である。土壌条件を明確にできれば、ここで提示した手法により埋管の設置効果を数値的に検討しうる。

1) 岡・野口:牙鉋相浸透流の拡散係数と透水係数の測定, 市24回水理講演会論文集, 1980, pp. 363~368.

2) 岡・角屋・野口:宅地域の雨水浸透と流出特性, 京都大学防災研究所年報, 市23号B-2, 1980, pp. 227~238.