

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
" 正員 利根川 誠

1. はじめに

最近、住宅都市整備公団昭島つつじ丘ハイツでの先駆的な試みをきっかけとして、水文環境の保全を目指した雨水の地下浸透処理が各地で試行されている。ここでは、その一つとして筑波研究学都市谷田部地区で行った実験結果をもとにして地下水涵養効果に関する若干の考察を試みた結果を報告する。

2. 涵養による地下マウンド形成の理論解¹⁾

Maldis S HANTUSH は、一様な鉛直涵養がある場合の地下マウンドの形成について

- ① 滞水層は均一、等方性でありその下部の不透水層は水平であって半無限に続いている。
 - ② 滞水層定数は時間的・空間的に変化しない。
 - ③ 鉛直涵養量は一様であり、流れの鉛直成分を考えねばならない程大きくない。

なる、3つの仮定のもとに、次のような解を得ている。

$$\begin{aligned}\Delta h(x, y, t) = h - h_i &= \frac{wt}{4\epsilon} \left\{ F\left(\frac{\ell+x}{\sqrt{4rt}}, \frac{a+y}{\sqrt{4rt}}\right) + F\left(\frac{\ell+x}{\sqrt{4rt}}, \frac{a-y}{\sqrt{4rt}}\right) \right. \\ &\quad \left. + F\left(\frac{\ell-x}{\sqrt{4rt}}, \frac{a+y}{\sqrt{4rt}}\right) + F\left(\frac{\ell+x}{\sqrt{4rt}}, \frac{a-y}{\sqrt{4rt}}\right) \right\}\end{aligned}$$

$$\text{ただし } F(\alpha, \beta) = \int_0^1 \operatorname{erf}\left(\frac{\alpha}{\sqrt{e}}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{\beta}{\sqrt{e}}\right) de \quad \operatorname{erf}(a) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^a e^{-u^2} du$$

h ; 滞留開始後水位 h_i ; 初期水位 K ; 透水係数 ε ; 有効間隙率 w ; 滞留速度
 ℓ ; 滞留水域の長さ a ; 滞留水域の幅

この理論は、涵養池からの人工涵養の場合の解析を目的として導かれたものであるが、本報告の目的は、この理論を地下埋管からの浸透による地下水位上昇に適用し、現地実験の結果の解析に利用することにある。

3. 谷田部地区における現地実験及び解析結果

実験は、茨城県が三井共同建設コンサルタントに委託して実施したものである。浸透実験の詳細については、別途報告が出されているので、それを参照していただくこととして、ここでは地下埋管からの浸透が地下水に及ぼす量的インパクトに焦点をしぼって記述することにする。

The diagram shows a horizontal beam structure with nodes labeled from No.6 to No.7. The segments between nodes are labeled with their respective lengths: (No.6) to (No.5) is 5m, (No.5) to (No.4) is 5m, (No.4) to (No.3) is 3m, (No.3) to (No.2) is 4m, (No.2) to (No.1) is 10m, and (No.1) to (No.7) is 2m. Node (No.1) is connected to a vertical column with a height of 3m. The entire structure is labeled "単位(M)" at the bottom right.

図-1 トレンチ及び観測井位置図

2.6 m であった。図-3は、図-2に示す構造の地下埋管からの浸透実験時における地下水水位上昇量を示すものである。実験は、水頭を常に碎石上端に保った状態で行われた。浸透量の変化は図-4のようであった。図-5は地下埋管から浸透に伴う周辺土壤水分の変化を、テンシオメーターによって計測した結果を整理したものである。これによれば、6時間の継続的な浸透によっても、横方向の湿润は、深さ50cmの所において埋管中心から1m離れた点まで及んでいるだけであり、浸透開始後数時間たって定常になった状態では全量鉛直下方へ浸透していることが推察される。

地下水位は、自記記録計が取りつけられているNo.2を除いては、30分間隔で手ばかりによって実測した。

アクセイエフの浸潤理論²⁾を用いて試算した結果によれば地下埋管からの浸透水は短時間（約5分間）のうちに地下水水面に到達していると考えられるが、地下水位の上昇量伝達も当初考えていた以上に早く、埋管から20m離れた観測井でも60分後には地下水位の上昇が認められた。

2で紹介したHUNTUSHの解析を利用して数値的に求めたNo.2観測井における地下水位上昇量を実測値と対比して示したのが図-6である。但し、計算条件としては、現地土壤の特性や浸透量実測値をもとにし、 $K = 5.0 \text{ m/d}$, $\epsilon = 0.3$, $w = 24 \text{ M/d}$, $\ell = 2 \text{ m}$, $a = 0.5 \text{ m}$ とした。又地下埋管からの浸透水はただちに地下水水面に到達するものと考えている。比較的よく再現できていると言えよう。

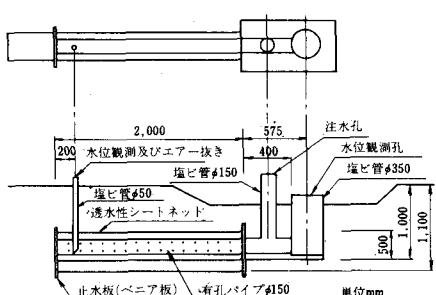


図-2 トンネル概略図

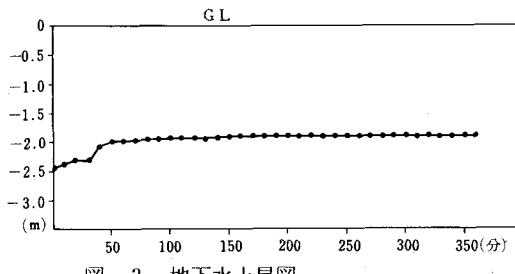


図-3 地下水上昇図

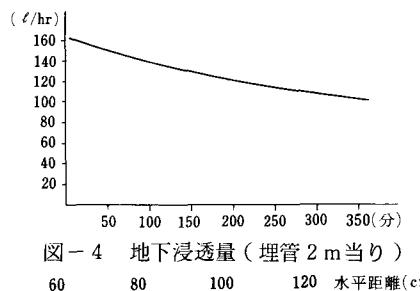


図-4 地下浸透量(埋管2m当たり)
60 80 100 120 水平距離(cm)

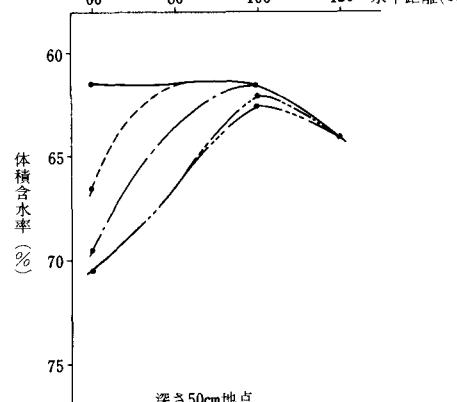


図-5 土壤水分変化図

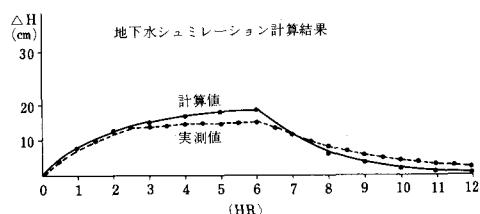


図-6 地下水上昇量シミュレーション結果

4. まとめ

以上のことから谷田部地区においては、地下埋管からの浸透が浅層地下水の涵養に直接効果を示すことが明らかになるとともに、同様な土壤特性を有する地区においては、地下埋管からの浸透による地下水位の上昇量を HUNTUSHの理論解を用予測されることが示唆される。

参考文献

- 1) Huntush 「Growth and Decay of Groundwater Mound in Response to Uniform Percolation」 Water Resources Research Vol. 1 (1967)
- 2) 「土壤の物理」八幡敏雄 東大出版会 (p.96)