

III-448 砂丘部における鉛直かん養量の推定

日本道路公団 正会員 本園民雄
 京都大学工学部 正会員 青木一男
 京都大学工学部 正会員 嘉門雅史

1. まえがき

地下水を水資源として継続的に利用する場合には地下水のかん養量を知ることは非常に重要である。しかし、降雨等による地下水へのかん養量を推定する手法としては、現在までは主に水収支といったマクロ的な方法が用いられ、正確に推定する手法は十分に確立されていない。よって、本研究では、以下に示すように不飽和浸透解析による鉛直かん養量の推定を行った。また、計算時間が膨大に掛かる不飽和浸透解析による鉛直かん養機構を、修正タンクモデルによって近似した。

2. 不飽和浸透解析による鉛直かん養量の推定

現場の試料を用いて行った室内実験より得られた不飽和浸透特性及び飽和透水係数、現場に設置したテンシオメーターの観測値の経時変化から推測される初期の圧力水頭分布、現場の気象台で観測された降雨量と気温からHamon式を利用して求められる蒸発散量を用い、また地下水位をGL.-2.41m, GL.-5.00mの2つのケースを想定して鉛直1次元不飽和浸透解析を行い、鉛直かん養量を推定した。なお、現場に設置したテンシオメーターから得られた観測値によってこの結果の妥当性は検証済みである¹⁾。

10月、11月、12月の3か月間のかん養量の変化の推定値及び浸透強度を図1、図2に示す。10月6日から9日までの4日間の降雨(総量 65.5mm)を第1群、10月12日から13日にかけての降雨(総量56.0mm)を第2群、11月9日の降雨(総量32.5mm)を第3群として次のように考察を行った。

第2群の降雨は第1群の降雨の3日後であり、第3群の降雨は4日間無降雨が続きしかも前26日間で21mmの降雨しか記録しなかった時のものである。この両者を比較すると地下水位 GL.-2.41mの場合、先行降雨のあった第2群の方は降雨の当日から新たなかん養が始まっているが、第3群の方は翌日からとなっている。また、降雨の降り始めからかん養量がピークに達するまでの時間的遅れについては、地下水位GL.-2.41mにおいて第1群の降雨では4日目であるが、第2群の降雨では次の日にピークに達している。これらの現象は、先行降雨によって不飽和層内の体積含水率が増加し不飽和透水係数が大きくなったため、後の降雨の影響が表れるのが時間的に早くなったからであると推測される。また、第3群の雨については3日目であった。次に地下水位GL.-5.00mでは第1群の降雨では8日目、第2群の降雨では5日目、第3群の降雨では12日目であった。地下水位GL.-2.41mの場合と比較してそれぞれの降雨においてさらに4日、3日、8日の遅れが生じている。このように地表面から地下水面までの距離が深くなると時間的遅れは大きくなっており、このことは対象砂丘部の不飽和帯の保水性

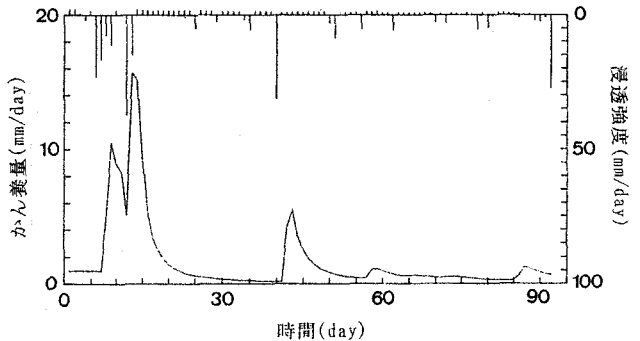


図1 かん養量の日変化(地下水位GL.-2.41m)

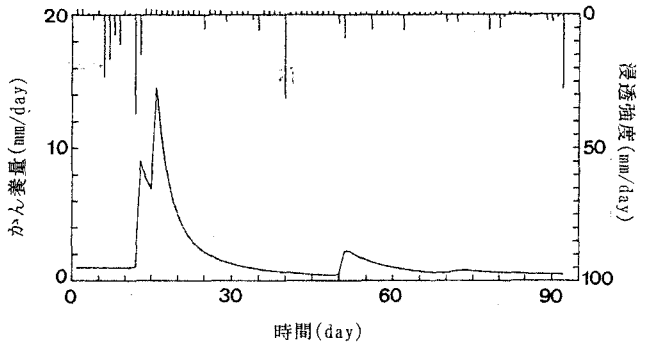


図2 かん養量の日変化(地下水位GL.-5.00m)

このように地表面から地下水面までの距離が深くなると時間的遅れは大きくなっており、このことは対象砂丘部の不飽和帯の保水性

の良さを表しているものと思われる。

3. 修正タンクモデルによる鉛直かん養機構の近似

不飽和浸透理論に基づく浸透解析では、非定常解析時に必要となる比水分容量あるいは圧力水頭の初期条件を設定するのが難しいこと、また非線形性が強いいため、非常に計算時間が多くなるといった問題点がある。そこで、青木²⁾らが提案した修正タンクモデルに基づく不飽和浸透モデルの構築、すなわち、不飽和浸透理論に基づくモデルの近似として修正タンクモデルの利用を目指し、将来の鉛直かん養量の推定に役立てることを考える。

修正タンクモデルの8個の未知パラメーターからなる構造を決定するために必要な観測値は、浸透強度及び鉛直かん養量である。今回、修正タンクモデルが鉛直かん養機構をどの程度近似しているかを検討する目的から不飽和浸透解析に基づく鉛直かん養量を観測値と見なし、モデル構造を同定した。

地下水位としては、GL.-2.41m, GL.-5.00mを想定し、不飽和浸透解析で得られたかん養量と修正タンクモデルの同定値から求まるかん養量を比較したものを図3、図4に示す。これによると、

地下水位GL.-2.41mの場合、10月前半の最大降雨時におけるかん養量、時間ともかなり一致していると思われる。他の降雨時においてもかん養量のピーク値、時間に若干のずれがみられるものの全体量としてはかなり近似できていると思われる。また、地下水位GL.-5.00mの場合、10月前半の降雨時において時間的ずれはないもののかん養量のピーク値にずれがみられる。これは2回の降雨を1度で表現しているためと思われる。

他の点においても地下水位がGL.-2.41m場合と同様若干のずれがみられるものの全体量としてはかなり近似できていると思われる。

4. あとがき

本研究においては、砂丘部における鉛直かん養を推定するために現場で採取した試料を用いた室内実験より不飽和浸透理論のパラメーターを設定し、それを用いて不飽和浸透理論に基づく数値解析を行った結果、かなりの精度でかん養量の推定が可能となった。さらに、初期条件の設定の

難しさや計算時間を膨大に要するといったような問題点のある不飽和浸透解析による鉛直かん養機構を修正タンクモデルで近似性しその妥当性を検討した。時間的ずれなどの若干の問題点は残されているがかん養量の推定としては近似できた。なお、本研究を進めるに当り懇切なる御指導を賜りました京都大学名誉教授赤井浩一先生、京都大学教授 柴田徹先生ならびに現地での計測に御協力頂いた福岡県岡垣町水道課 早川課長、梶谷係長、憐ニチボ-西輯和之氏、大阪土質試験所今西肇氏、飯田智之氏に深く感謝致します。<参考文献> 1) 青木 一男, 本園 民雄, 今西 肇, 飯田 智之, 西輯 和之: 砂丘部における地下水かん養量の推定, 第26回土質工学研究発表会, 1991. 2) 青木 一男, 嘉門 雅史, 村上 公一: 修正タンクモデルによる鉛直かん養機構のモデル化, 第23回土質工学研究発表会, pp.1841-1844, 1988.

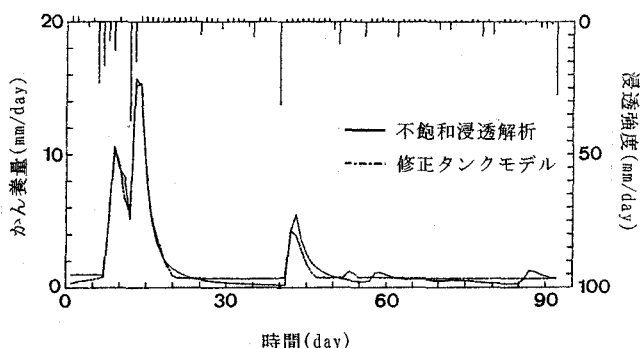


図3 不飽和浸透解析と修正タンクモデルの鉛直かん養量の比較
(地下水位GL.-2.41m)

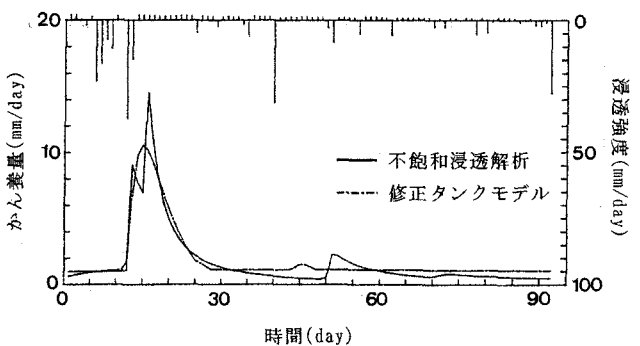


図4 不飽和浸透解析と修正タンクモデルの鉛直かん養量の比較
(地下水位GL.-5.00m)