

GETFLOWS を用いた地下水流動シミュレーションに関する一考察

首都大学東京	都市環境学部	学生員	○高見 彬
東京都	建設局	正会員	石原 成幸
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	河村 明
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	天口 英雄
株式会社	地圏環境テクノロジー	正会員	才田 進
株式会社	地圏環境テクノロジー	非会員	多田 和広
株式会社	地圏環境テクノロジー	非会員	田原 康博

1. はじめに

野川や空堀川のような武蔵野台地の中小河川では、水涸れと呼ばれる河川から表流水がなくなる現象が見受けられる。これに対する防止策としては、河床の礫層を粘性土層へ置き換える¹⁾²⁾ことで表流水の地下への浸透抑制などが試みられている。

本研究では簡易な5層構成による地上・地下を一体化したモデルを作成し、当該モデルを地圏環境テクノロジーの開発した統合型地圏水循環シミュレータ GETFLOWS³⁾に適用して解析を行った。その解析結果のうち地下水位、流跡線、湧出高、表流水深の可視化を通じて、武蔵野礫層の一部を粘性土層に置換えた場合の地下水の流れ、また表流水の状態について検討を試みたものである。

2. モデル構成並びに入力データ

(1) モデルの概要

①モデル構造

図-1 に今回の解析に用いたモデルの地層構造を示す。地表の濃い緑色の領域を河川とし、赤色の領域は流出点とする。層構成は上から順に大気、地表、表土層、地層1、地層2とした。境界条件はモデルの底面及び側面で水の出入りがない閉領域とし、領域内に存在する水は地表面にある流出点(1点)のみで流出するものとした。モデルは一辺を1km、格子数 8,000=20×20×20 とし、底面から地表の最高点までは667.4m、最低点までが426.2mとなっている。

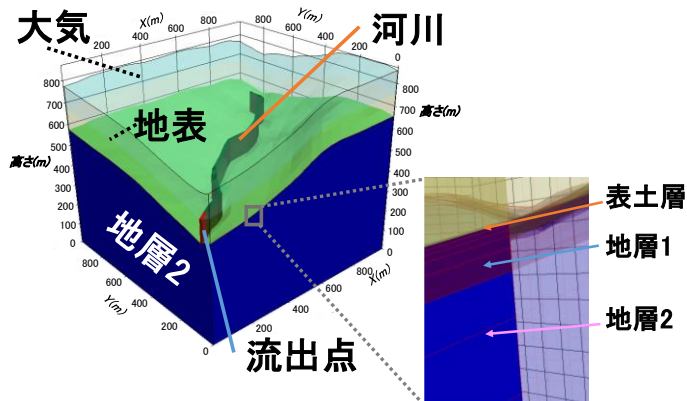


図-1 解析に用いた地層構造

②地層構成と諸元

表-1 には、今回採用した地層諸元並びに解析に用いた二つのモデルの地層構成を示す³⁾。Case-1 は図-1 の地層1 及び地層2 を武蔵野礫層に設定した。また、Case-2 では地層1 に粘性土層・地層2 を武蔵野礫層と設定したケースである。

表-1 地層の概要

地層	透水係数 (cm/sec)	有効間隙率 (-)	分布
表土層	1.00E-02	0.4	武蔵野台地上の表面を覆っている。
粘性土層	1.00E-04	0.3	武蔵野台地の河川沿い等に存在する。空堀川には存在しない。
武蔵野礫層	1.50E-01	0.3	武蔵野台地の大部分の比較的深い位置に存在する。空堀川の河床となっている。

	Case-1	Case-2
表土層	○	○
地層1	武蔵野礫層	粘性土層
地層2	武蔵野礫層	武蔵野礫層

※ 表土層 : 0.2m
 地層1 : 6.3m
 地層2 : 地層1以深～底面

(2) 初期条件及び入力に用いたデータ

①初期条件

今回の解析における初期条件は、地表に水がなく乾燥し、各地層に地下水が完全に飽和した状態で存在するものとした。

②入力データについて

キーワード 武蔵野礫層, 水涸れ, GETFLOWS, 表流水, 地下水

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 E-mail : takami-akira@ed.tmu.ac.jp

本研究では、入力値を一定とした定常状態で解析を行った。入力値は地表全体に一様に2.0mm/dayの降水があるとし、揚水などの他の入力データは存在しないと仮定した。

3. 解析結果

図-2 は地層中の地下水位について、モデル底面からの高さを表している。両者の比較から、Case-2で武蔵野礫層の一部を粘性土層に置換した場合には、粘性土層により流出点に向けた地下水流動の一部が制約されるため、全体的に地下水位が高く維持されていることが明らかとなる。

図-3 には流跡線を示す。流跡線とは、ある特定の地点を出発点とし、地下または地表を流れた水の軌跡を可視化したものである。本研究では地表面にある各格子の中心点(400点=20×20)を出発点とし、地下水は赤線、表流水は青線で表し、流出点までの水の流路を実線で表した。両者の比較から、粘性土に置換したことにより、Case-2の表流水の流跡線が長くなっていることが分かる。

図-4 に地下水の湧出高を示す。湧出高とは、地層中から地表へ湧出した水の単位時間・単位面積当たりの水量を水深に換算したものである。今回の解析では、単位時間当たりの降水量と流出量が等しくなる定常状態における湧出高を示した。両者の比較から、粘性土層に置換したことにより、表土から地表へ水が湧きでる湧出高とその領域が増加していることが読み取れる。

図-5 に表流水深を示す。表流水とは地表を流下する水のことであり、表流水深はその水深のことである。両者の比較から、粘性土層に置換したことにより、表流水が存在する領域の増加とその水深が増していることが明らかである。

4. 考察

図-2・図-3 より、難透水層である粘性土層に置換したことによって、降水が粘性土上を長時間にわたり流下するため、表流水の流跡が長くなったと考えられる。同様に図-4・図-5 からは、降雨が地表面付近に多く留まることから表流水の水深が増し、またその領域も増加したと考えられる。

5. まとめ

今回の検討を通して、武蔵野礫層の一部を粘性土層に置き換えた場合には、地下浸透する水量が減少することに伴い、表流水の水深と領域が増加することが明らかになった。また武蔵野礫層に帯水する地下水の地表への側方流出に関しても、勾配を有する粘性土層により抑制されるため、地下水位の水位維持に資する可能性があることが確認できたと考える。このため、武蔵野礫層の一部を粘性土層に置き換えることは河川表流水の確保に有効な手段の一つになり得ると考える。

今後はより実態に即した条件・モデル設定での解析を行い、実現象に対応した水涸れ防止策の検討等を進めて参りたい。

参考文献

- 川合将文, 川島眞一, 国分邦紀:「河川の水量確保等に関する検討」の成果と課題, 平成26年 都土木技術支援・人材育成センター年報, pp.115-132, 2014.
- 東京都建設局: 河川整備計画について <http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/jigyo/river/jigyo/kasenseibikeikaku/index.html>
- 東京都 土木技術支援・人材支援センター: 武蔵野台地を対象とした水循環解析, 平成27年度 空堀川流域水循環特性調査解析委託一報告書一, 2016.

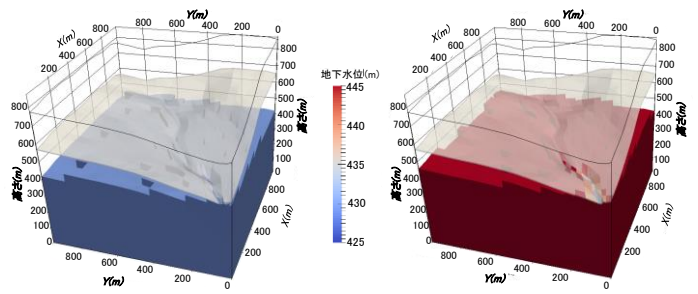


図-2 a) Case-1の地下水位

図-2 b) Case-2の地下水位

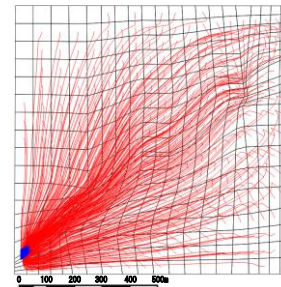


図-3 a) Case-1の流跡線

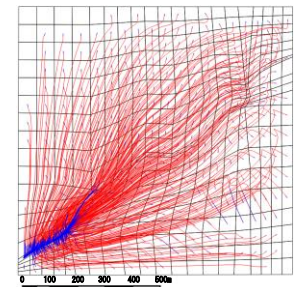


図-3 b) Case-2の流跡線

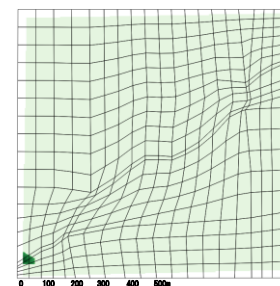


図-4 a) Case-1の湧出高

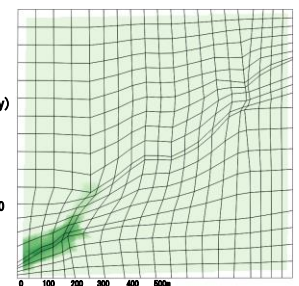


図-4 b) Case-2の湧出高

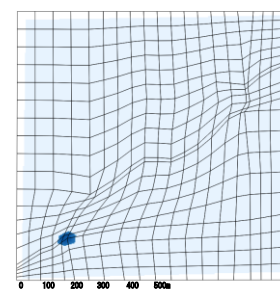


図-5 a) Case-1の表流水深

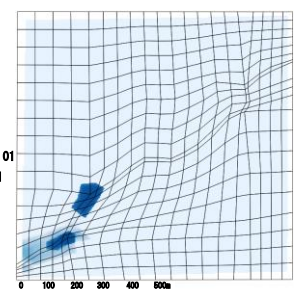


図-5 b) Case-2の表流水深