

III-406

丘陵地造成工事における地下水状態変化予測に関する研究

名古屋大学工学部 正会員 大東憲二
 名古屋大学工学部 正会員 植下 協
 愛知県 正会員 若杉直彦

1. まえがき

丘陵地造成工事における地下水流動状態の変化を予測するために著者らが昨年提案した解析法¹⁾は、地表面から地下水面までの降雨浸透を考慮するための鉛直一次元不飽和浸透流解析と地下水位を求めるための三次元飽和浸透流解析を組み合わせた有限要素解析法であるが、解の収束が悪いという問題が残されていた。しかしその後、不飽和領域の水頭分布の与え方を改良することによって、解の収束を良くすることができた。そして、岐阜県土岐市のある造成工事予定地域にこの解析法を適用して地下水状態の解析を行い、この解析法の有効性を検証したので報告する。

2. 組み合わせ解析モデルの概要

著者らの解析法は、Pikulら²⁾が提案した方法と類似しているが、用いた組み合わせ解析モデルが、図1に示すように三次元モデルの各最上面節点上に鉛直一次元モデルが乗った形になっている点と有限要素法による解析という点が異なっている。この組み合わせ解析の手順を図2に示す。

3. 地盤モデルと計算条件

今回の解析領域の平面分割図を図3に示す。この解析領域は、東西約1500m、南北約760mで、飽和領域は3層に分け、1層当たり120節点で合計480節点、1683個の四面体要素に分割した。また、不飽和領域は飽和領域モデルの上面にある120個の各節点上で、5つの線要素に分割した一次元要素でモデル化した。飽和領域の各要素には、原位置透水試験から求めた飽和透水係数を与えた。飽和領域の比貯留量は、計算地下水位と実測地下水位を比較することによって同定した。また、不飽和浸透特性は図4に示すように、

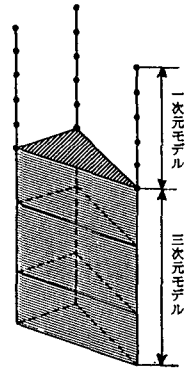


図1 組み合わせ解析モデル

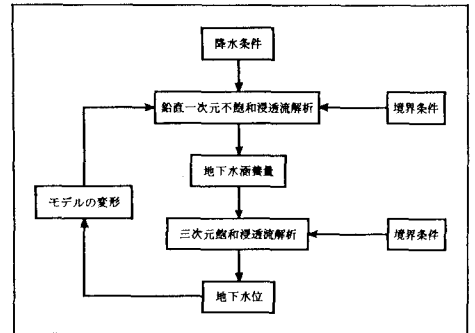


図2 組み合わせ解析の手順

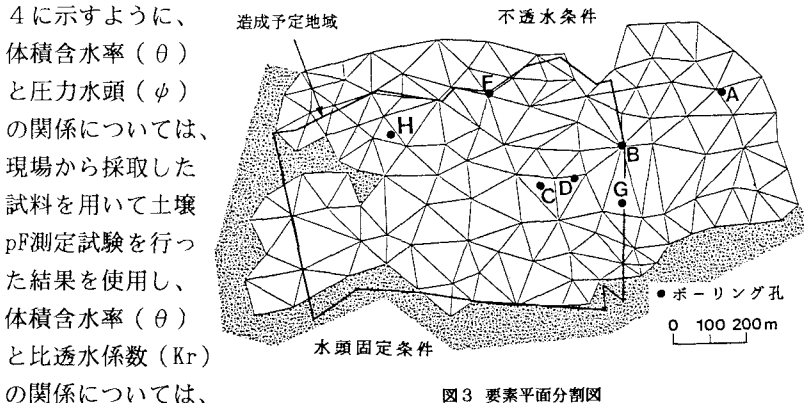


図3 要素平面分割図

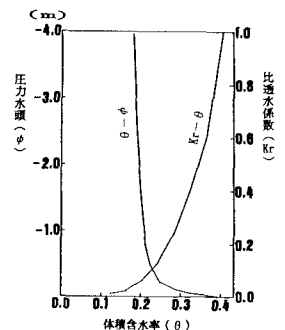


図4 不飽和浸透特性

ブタコフスキーの実験値を用いた。鉛直一次元不飽和浸透流解析と三次元飽和浸透流解析における境界条件は表1に示す。

4. 解析結果と実測値の比較

造成工事前の地盤条件に3種類の比貯留量 S_s を与えて行った解析結果とボーリング孔内水位の実測値とを比較する。図5にはD孔の地下水位の計算値と実測値を示した。これによると $S_s=0.015$ (1/m)の時が最も実際の変動状況に近くなっている。また、場所によって間隙率が異なっていると考えられるが、このような間隙率の分布を求めることは難しいので、解析領域全体の計算値と実測値になるべく大きな誤差が生じないようにするために $S_s=0.015$ (1/m)を領域全体に与えた。一般に自由地下水における貯留係数は、有効間隙率に等しいが、対象領域から採取した試料で行った室内試験によって求めた間隙率(0.32)を貯留係数として、代表的な帯水層厚(20m)で割ると、比貯留量 $S_s=0.016$ (1/m)となり、今回採用した S_s と近い値となった。

5. 造成工事による地下水状態への影響

前記の解析モデルにおいて、地表面にあたる鉛直一次元モデルの上端節点の標高を図6に示す造成計画に基づいて造成後の標高に一致させた。また造成された範囲は、施設の建設や舗装などにより降雨浸透が減少することが予想されるので、造成地内のみ降雨浸透率を現状の30%に減少させた。造成前後の計算地下水位を基にして描いた地下水位低下等量線を図7に示す。

6. まとめ

本研究を通して得られたことを以下に示す。

- 1) 今回提案した解析法は、現状の地下水状態を十分表わすことができる。
- 2) 造成後も現状の地下水位を維持するためには、地表面の降雨浸透率をあまり下げないような対策が必要である。
- 3) 地下水面にまで達するような切土を行う場合には、地下水位の低下が生じ、その影響は広範囲に及ぶ場合もあるので、周辺地域の水利利用に悪影響が及ばないような対策を講じるとともに、常時地下水位観測を行うことが望ましい。

参考文献

- 1) 若杉直彦、大東憲二：丘陵地造成工事に伴う地下水状態変化の解析法について、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集、第3部、1987、pp.420-421。
- 2) Pikul, M. F., et al.: A Numerical Model Based on Coupled One-Dimensional Richards and Boussinesq Equations, Water Resour. Res., Vol.10, No.3, 1974, pp.295-302。

表1 解析モデルに与えた境界条件

1) 鉛直一次元浸透流解析
① 地表面にあたる上端の節点・・・・・・降雨の浸透量を与える。
② 地下水面にあたる下端の節点・・・・・・全水頭を位置水頭の値に固定する。
2) 三次元飽和浸透流解析
① 地下水面にあたる三次元モデルの上端・・・・不飽和浸透流解析によって求められた涵量量を与える。
② 三次元モデルの底面となる基盤・・・・・・不透水面とする。
③ 解析領域の南部および西部・・・・・・水頭を地表面標高に固定する。
④ 解析領域の北部および東部・・・・・・不透水の条件を与える。

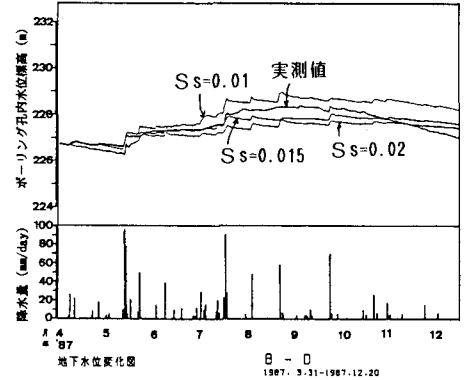


図5 比貯留量 S_s によるD孔の地下水位変動の違い

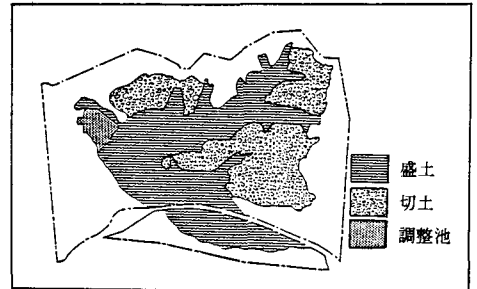


図6 造成計画図

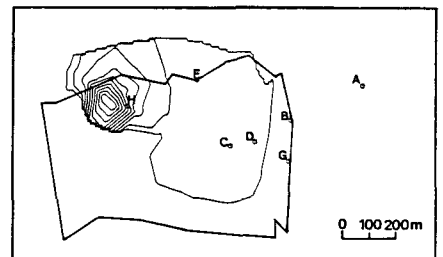


図7 地下水位低下等量線図(12月15日)
(最外郭線 1m、その他 2m 間隔)