

浸透流解析の活用事例

(株)荒谷建設コンサルタント 正〇白石 央 , 中田 壽美
久留島 浩二郎

1. はじめに

パソコンの高性能化と小型化によって、変形解析・氾濫解析・浸透流解析などの数値解析が身近なものになりつつある。浸透流解析に関しては、二次元解析が河川堤防の浸透に関する安定評価においてすでに欠かせないツールになっている。また、三次元解析も汎用ソフトが提供されたことによって、少ないながらも実施例を増やしつつある。

今回は、ANSYS 3Dベースの汎用ソフトを用いた三次元の飽和不飽和浸透流解析事例を紹介する。

2. 浸透流解析の活用事例

浸透流解析で取り扱うことの多いケースは、トンネル湧水、堤防の漏水、地下水障害、地すべりの地下水挙動、汚染物質の移流などがある。字数の制約があるので、ここでは地下水障害の事例のみ取り上げる。

①地下水障害の発生

トンネル掘削や切土による湧水、あるいは締め切り・水替えによる地下水障害の事例は比較的多い。しかし、地下水上昇による被害はあまり例がない。写-1のように隣接地に盛土されてから降雨時の湿気がひどくなり、畳や壁にカビが発生した。床下を見ると地下水が湧出し溜まっていた。突然の地下水上昇は盛り土の影響なのか？対策はどうすればよいのか？これらの検討に浸透流解析を用いた。



写-1

②解析モデル作成

図-1は現地の地盤であるが、これをもとに現況の解析モデルを作成した。解析には表-1に示す物性値・境界条件が必要である。試験計測でデータの得られるものは試験値を採用し、試験計測の容易でないものは一般値を用いた。

表-1

	物 性 値	説 明	単 位
地 盤	透水係数	一定圧力で供試体に加えた水の流入量と流出量が等しくなった時の浸透流量を測定し単位面積、単位時間当たりで表した値。	cm/sec m/h
	飽和体積含水率	有効間隙率を設定。	—
	比貯留係数	飽和状態において、水頭変化に対しての流入・流出量を設定。	1/cm 1/m
	最小容水量	乾いた状態でも毛管現象でわずかに残る土中の水分量を設定。	—
	K _r -θ 関係	透水係数と体積含水率の関係を設定。	—
	φ-θ 関係	サクションと体積含水率の関係を設定。	—

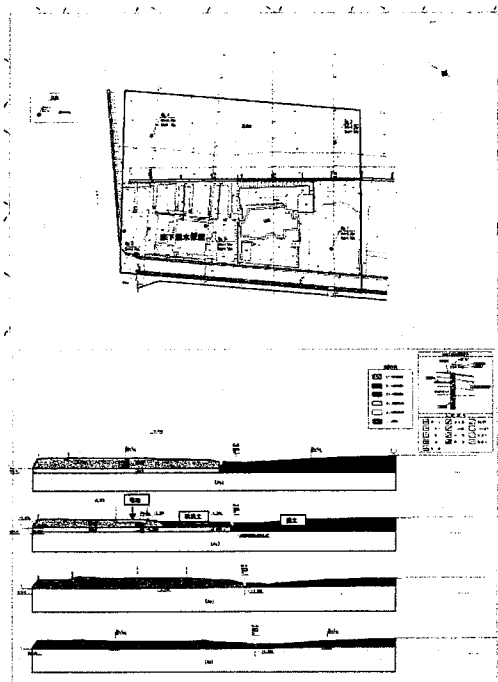


図-1

境界条件	説 明	単 位
固定水頭境界	地下水のポテンシャルを表す境界。水頭の固定値や時間変化を設定。	m cm
変動水頭境界	節点での流量を表す境界。流量の固定値や時間変化を設定。	cm³/sec m³/h
固定流量境界	節点での流量を表す境界。流量の固定値や時間変化を設定。	cm³/sec m³/h
変動流量境界	節点での流量を表す境界。流量の固定値や時間変化を設定。	cm³/sec m³/h
浸出面設定	圧力水頭が0より大きい場合に、圧力水頭が0となる境界。指定した面からの漏水を表現する場合に使用。	—
降雨条件	降雨の影響を考慮する場合に使用。	cm³/sec m³/h

③解析モデルの検証

数値解析ではモデルが妥当なものかどうかの検証が必要である。現況における一定期間の地下水位データを取得し、解析によってこれを再現できるかどうかにより妥当性を判断した。図-2は、計測期間中の降雨に対する解析値と観測値を重ねたものである。これによると、波形・最高水位ともに良く一致している。

④被害状況の再現

検証したモデルを用いて、床下湧水時の降雨条件を与えたときの地下水位変化を計算した。図-4が結果であるが、図-3に示す盛り土前の地盤条件と盛り土後の地盤条件による明瞭な違いが確認できた。地下水位は、盛り土のない状態では宅地床下面に達しないが、盛り土後には床下面を超える結果が得られた。

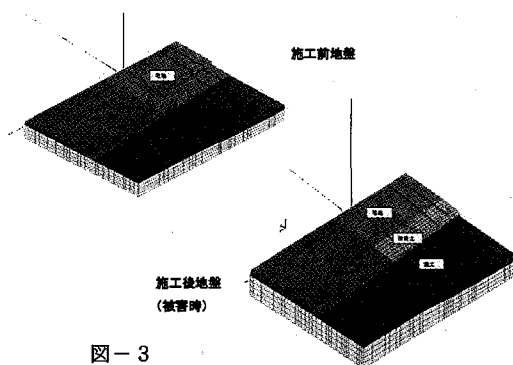


図-3

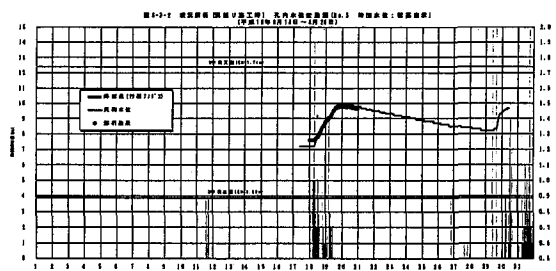


図-2

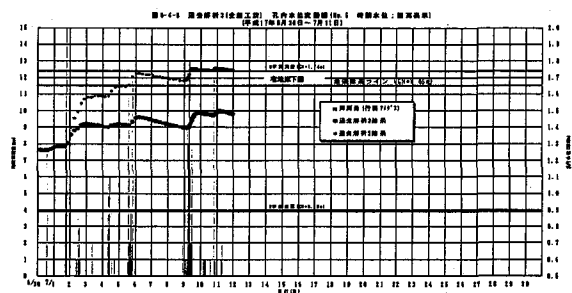


図-4

⑤対策工の検討と効果判定

地下水低下策として、宅地裏にドレーンを設置したときに地下水位を下げるのが可能かどうかを検討した。図-5のような形状において、図-6に示す地下水位（青色）が計算された。ドレーンの効果で、宅地床下面にまで地下水位が上昇しなくなっている。

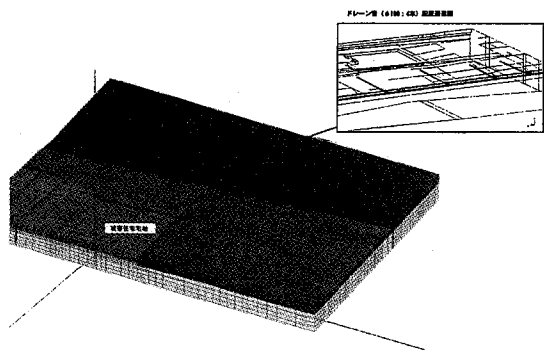


図-5

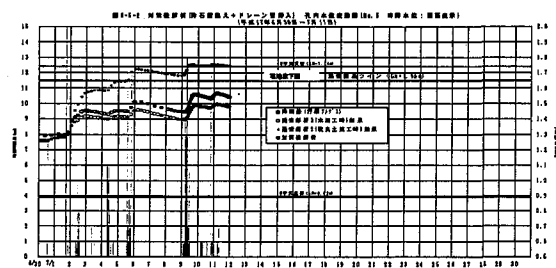


図-6

3. おわりに

三次元でのメッシュ分割は非常に労力を要していたが、パソコンの高性能化と三次元自動メッシュ作成のためのソフトが進んだことで、三次元解析も十分に身近なものになった。地盤は不均質なものであり、地盤の中を流れる地下水も一様ではない。トンネルの湧水予測にしろ、堤防漏水にせよ、もともと三次元的に分布するものであり、二次元に比べて割高ではあるが三次元解析のメリットは大きいと思われる。

参考文献 1) 不飽和地盤の挙動と評価、社団法人地盤工学会、2004

2) 有限要素法による地すべり解析、社団法人日本地すべり学会、2006