

近接構造物における地下水蓄熱システム利用時の地盤挙動に関するシミュレーション解析

関西大学大学院 学生員 ○玉井 秀直
 関西大学工学部 フェロー 楠見 晴重
 竹中工務店 中村 慎
 環境総合テクノス 岩本 勲

1.はじめに

近年、沿岸域における大都市では、地下水上昇、ヒートアイランド現象、地球温暖化等の環境問題が大きく取り上げられている。本研究は、これらの解決策の一つである地下水の有効利用による地下水蓄熱システムの構築について検討したものである。とくにここでは、地下水の揚水に伴う地盤沈下と止水壁を設置することによって生じる流動阻害の数値シミュレーションを行い検討したものである。

2.帯水層蓄熱利用システム

地下帯水層を利用した蓄熱システムにおいて、重要なことは、地下水を循環させることによって伴う地盤沈下の発生を生じさせないことである。

また、このシステムは図-1の帯水層蓄熱システムの概念図で示されているように、帯水層中の土壌と地下水に熱を蓄えて利用する方式で、地下水の恒温性や地盤の安価で蓄熱容量の大きいことを利用し、夏期の冷房排熱や、冬期の暖房排熱、自然エネルギーなどにより生産される熱を、次の季節に利用するシステムである¹⁾。

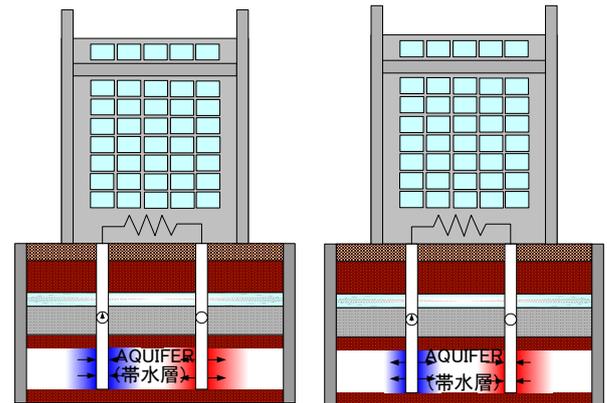


図-1 帯水層蓄熱システム

3. 3次元圧密解析によるシミュレーション

本解析では、ある沿岸大都市部の地層モデルを用いた。図-2は、解析対象領域と地層構成を示している。実際に地下水蓄熱を行う領域は、図中の100m×100m、深さ70mの止水壁で囲まれた部分である。そして、今回帯水層として用いるのは、層厚15mの第2洪積砂礫層であり、そこで揚水・注水を図-3の井戸配置で行う。今回用いている解析手法は有限要素法で、要素分割は要素数75992、節点数82080でメッシュを切っている。また初期条件は全水頭70mとし、境界条件は側面で水頭一定境界、底面は不透水境界として与えている。

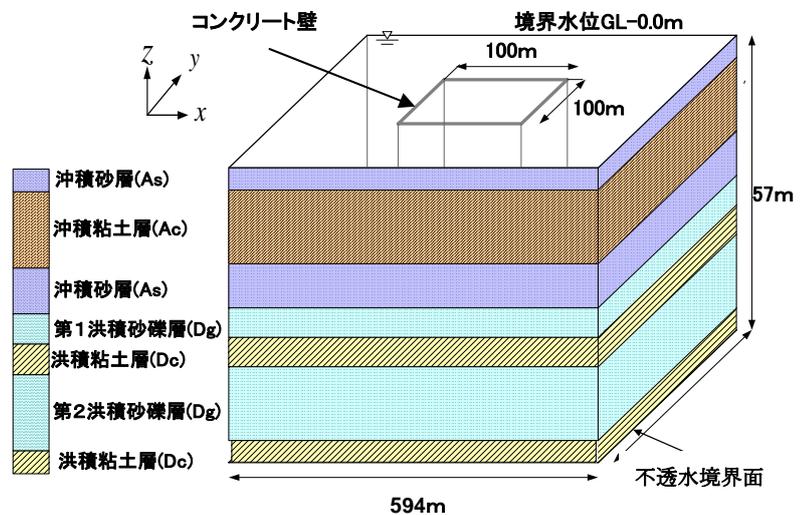


図-2 解析モデル

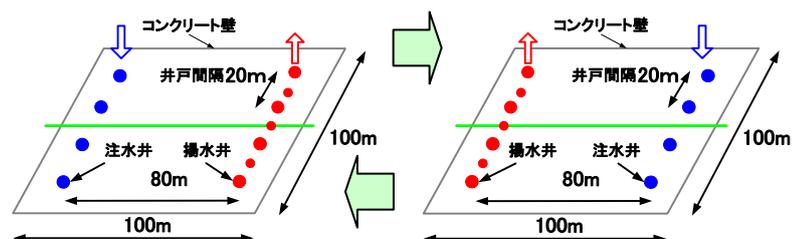


図-3 井戸配置

キーワード 帯水層,地下水,沈下,有限要素法,シミュレーション

連絡先 〒564-8680 吹田市山手町3丁目3番地35号 関西大学工学部地盤システム工学研究室 TEL06-6368-0837

解析パターン1として、0から90日まで、第2洪積砂礫層（Dg2）から618.6m³/day(12時間換算)で揚水、100%を注入。90から180日まで揚水・注水を中止。180から270日まで0～90日と揚水、注水を行う井戸を逆にして0～90日と同じ条件で揚水・注水を行う。解析結果として、図-4の地表面沈下分布に示されているように90日後では、図中の右側で揚水を行っているため、その範囲で沈下が多少生じている。また左側では注水を行っていることから隆起している値をとるが解析上の数値のため、左側では沈下が起こっていないと推定される。また止水壁の外側では沈下がほとんど見られないことから周辺への影響を及ぼさないと予測される。

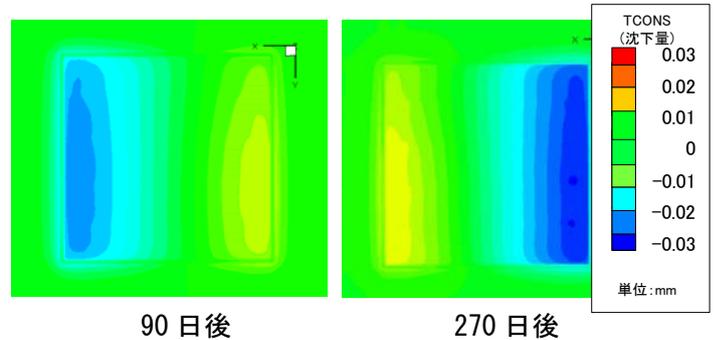


図-4 地表面沈下分布図(解析パターン1)

4. ビルを隣接させたときの影響

3.で用いた解析モデルの止水壁を3つ並べて、ビルが隣接することを想定したモデルを作成した。100m四方の止水壁を横に3つ並べ、躯体どうしの間隔に一般の道路が存在すると想定し10mとした。要素分割は要素数89930、節点数97008とし、図-3の井戸配置を3つ配置させ、周辺への沈下の影響や躯体間の様子に注目した。その他の条件は3.と同様とする。解析パターン2として、0から90日まで、第2洪積砂礫層（Dg2）から618.6m³/day(12時間換算)で揚水、95%を注入。90から180日まで揚水・注水を中止。180から270日まで0～90日と揚水、注水を行う井戸を逆にして0～90日と同じ条件で揚水・注水を行う。解析結果から、図-5に示されるように躯体内において最大地表面沈下量が1.7mmとなり、躯体間においては0.8mmとなった。また180日後には、揚水・注水を中止することから、躯体内の沈下が一様に低減されていることがわかる。躯体周辺においても、図-6に示されるように沈下がほとんど起こっていないことがわかる。

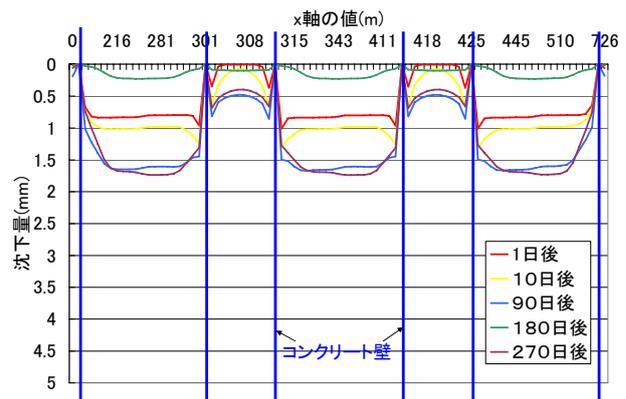


図-5 時間的変化による沈下量

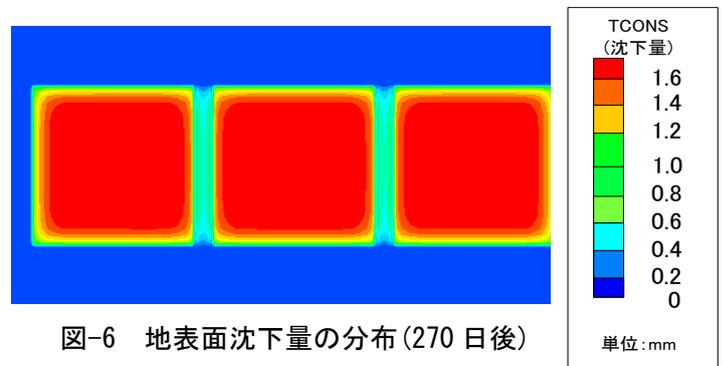


図-6 地表面沈下量の分布(270日後)

5. まとめ

3次元浸透・圧密解析により沈下のシミュレーションを行うことができた。観測値などの実際の値はないものの、沈下量の推移に精度があることがわかる。最大値表面沈下量は、どちらのパターンにおいても2mm以下でほとんど沈下が認められず、止水壁外でも影響がないと考えられる。とくに解析パターン2では躯体間での沈下の影響も見られないことから本システムの併用も可能であることが示された。また放置期間で沈下量を抑制する要素も踏まえているので、季節間を有効に利用した帯水層蓄熱システムの有効性が示された。

参考文献

- 1) 楠見晴重ほか：地下水を利用した環境共生型蓄熱システムの構築に関する浸透、圧密、熱移動のシミュレーション解析，地下水地盤環境に関するシンポジウム，2005。