

地下水浸透・圧密連成解析による都市地下水利用システムの有効性の評価

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

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⁾。

3.3次元浸透流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57mのコンクリート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・注水を行う。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

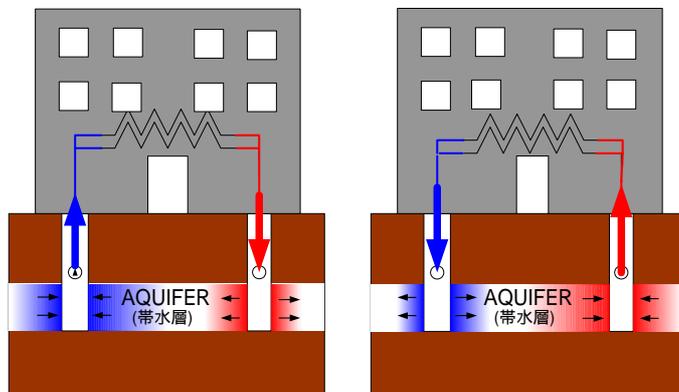


図-1 帯水層蓄熱システム

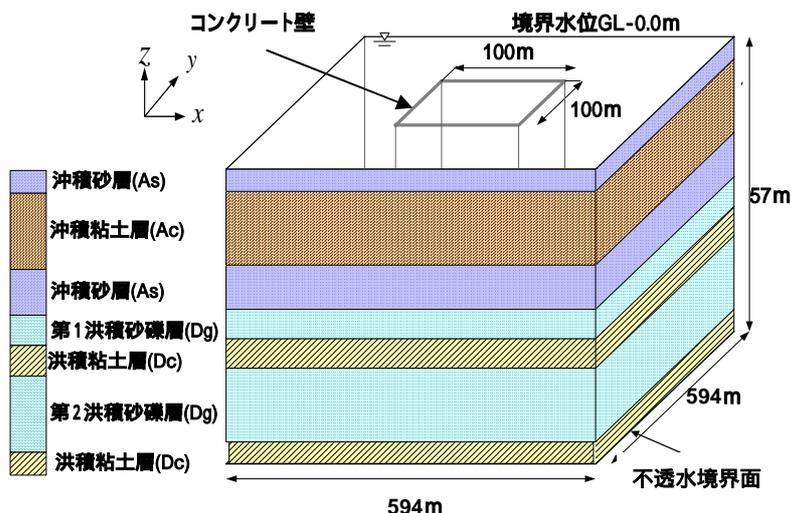


図-2 解析モデル

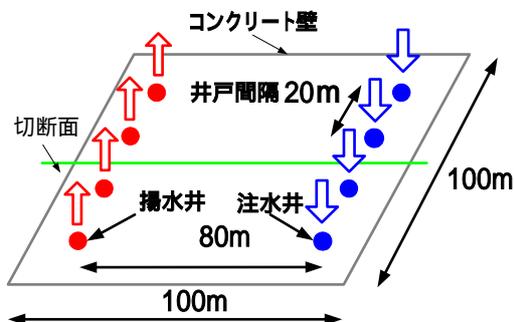


図-3 井戸配置

キーワード 地下水, 浸透流解析, 帯水層, シミュレーション, 地盤沈下

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

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。

解析パターン 1 として、図-3 で示される井戸配置で、90 日間、第 2 洪積砂礫層 (Dg2) から $618.6\text{m}^3/\text{day}$ (12 時間換算)で揚水、100%を注入した。図-3 で示される切断面の部分の地表面の沈下の様子を示したものが図-4 である。この図より、揚水を行っている範囲では沈下量が大きく、逆に注水を行っている範囲では沈下量は負の値をとる。

ここで負の値とは、隆起していることになっているが、実際に隆起するのかどうかは、ここでは判断できない。しかし、隆起部に関しては沈下が生じていないことに置き換えることは可能と考えられる。次に解析パターン 2 として、0 から 90 日まで、第 2 洪積砂礫層 (Dg2) から $618.6\text{m}^3/\text{day}$ (12 時間換算)で揚水、90%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。図-5 に示されているように 90 日後では、図中の左側で揚水を行っているため、その範囲で沈下量の値が大きくなっている。そして、180 日後では、放置期間の後なので沈下が抑制される。一方、270 日後は、90 日までと異なり、揚水と注入の井戸を入れ替えているため、図中の右側で沈下量が大きくなっていることがわかる。図-6 では、90 日後と 270 日後の沈下の様子を比較して、分布が左右で入れ替わっていることがわかる。それぞれの図の右側部分のみを注目すると、90 日後に沈下が生じているのが 270 日後には注水によって還元されていることがわかる。また左側でも同様に還元されることから、0~270 日を通してみると、最大沈下量が 10mm 以下に抑えられていることがわかり、また地下連続壁外への沈下がほとんど見られないことから、帯水層蓄熱システムの安全性が確かめられた。

4.まとめ

3 次元浸透流解析により沈下量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。大部分の沈下を生じている地層は沖積粘土層と考えられる。ここではその層厚は 15m である。またこの解析では、沈下量を 10mm 以内に抑えられ、層厚全体からすれば 0.067% となり、実際には測定誤差の範囲内と考えられる。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) 中村 慎：都市部への適用を可能とする帯水層蓄熱システムの設計法に関する研究，京都大学博士学位論文，2002．

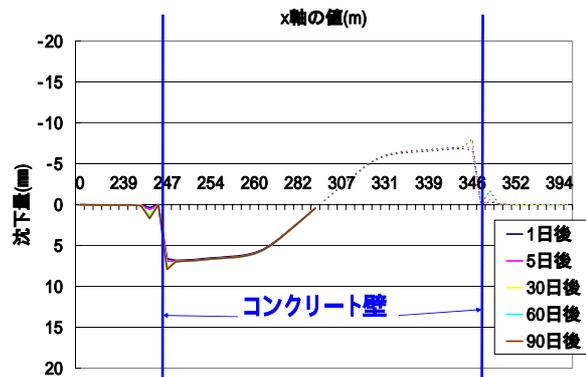


図-4 時間的変化による沈下(解析パターン 1)

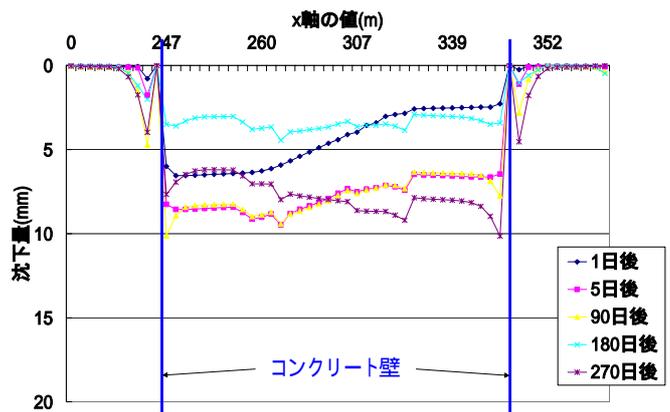


図-5 時間的変化による沈下(解析パターン 2)

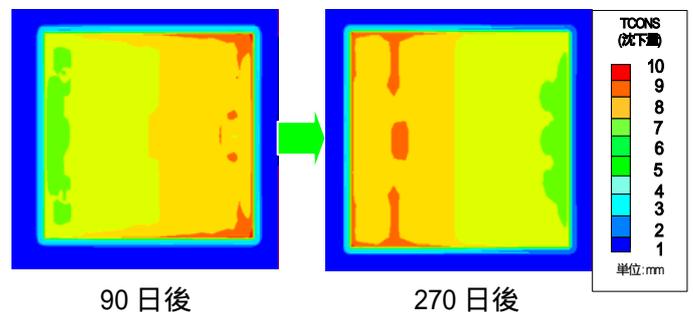


図-6 沈下の分布