

市街地における現場揚水試験結果の解析に関する研究

岐阜工業高等専門学校専攻科 建設工学専攻 学生員 ○下條 佑樹
 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 鈴木 孝男

1. はじめに

現在、市街地での揚水試験結果は従来の方法（Jacob 法、Theis 法）などにより帯水層定数を算出している。しかし、この試験は市街地のビル間の空地や道路の中央分離帯、および歩道上で行われたことから、試験結果にはビルの地階等が遮水壁として影響を及ぼしているものと考えられる。そのため、上記の解析方法では帯水層定数の推定が難しいと思われる。また、佐藤らの研究¹⁾により、ビルが不透水壁となる場合、帯水層厚が変化する場合、揚水井が部分貫入井である場合は、従来の方法の適用が不十分であるという、市街地における現場揚水試験の問題点が挙げられている。そこで本研究では、ビルの地下や都市河川を考慮した解析を提案し、より精度の高い帯水層定数の算定方法を検討するものである。

2. 従来の方法の問題点

揚水試験が理想的な条件で実施され Jacob 法で解析した場合、図 1 のようにすべての観測井の結果は、一本の曲線や直線上に集まってくる。しかし市街地における揚水試験は、ビルの地階が不透水壁の役目をして揚水時の地下水流動に影響する。よって、図 3 のように各観測井のグラフにばらつきが生じてしまい正確な帯水層定数の算定ができず、どの値が正確なのか、もしくはすべてが不正確なのかを検討することが困難となる。

3. 対象データの概要

名古屋市営地下鉄桜通線は、中村区役所から天白区野並まで、総延長 14.9km の路線である。この線の建設に先立ち、9 つの地点で地下水調査が行われた。本研究では、その際に行われた揚水試験のデータを対象とする。また、対象とした試験は高層ビルの立ち並ぶ市街地中心部での試験であり、敷地の確保などの問題もあったが、道路の中央分離帯の効果的な使用などによって滞りなく実施された。

4. 解析方法

本研究では、現場の地盤状態に近いモデルを構築して式(1)を数値計算で求める。(差分法: Visual MODFLOW²⁾) また、帯水層定数を求める際に、従来の方法では現場揚水試験結果から算定していたが、本研究の解析手法では、帯水層定数を入力することによってある時間に対する水位低下量を求める。

$$S \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ T(x, y) \frac{\partial h}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ T(x, y) \frac{\partial h}{\partial y} \right\} + q = 0 \quad \cdots (1)$$

ここで、 S : 貯留係数(無次元)、 h : 帯水層底面から地下水位までの水頭(cm)、 t : 揚水時間(s)、 T : 透水量係数(cm²/s)、 q : 単位面積中に生じる単位時間当たりの揚水量(cm/s)

そして、従来の方法によって得られた水位低下量と本研究の解析手法によって得られた水位低下量を比較し、現場揚水試験のデータからより正確な帯水層定数の推定方法について検討を行う。

5. 解析結果と考察

実際の現場揚水試験データを用いて、本研究の解析手法により、いくつかの地点で正確な帯水層定数を算定してみた。ここでは、D9 地点の南区新郊通～天白区野並で行われた揚水試験データを用いて、本研究で

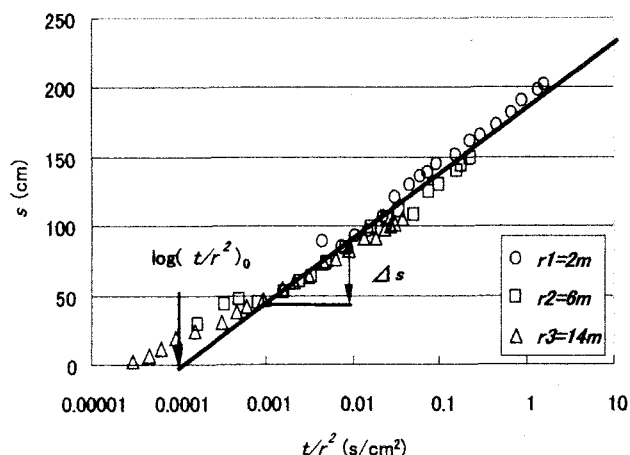


図1 Jacob 法による解析

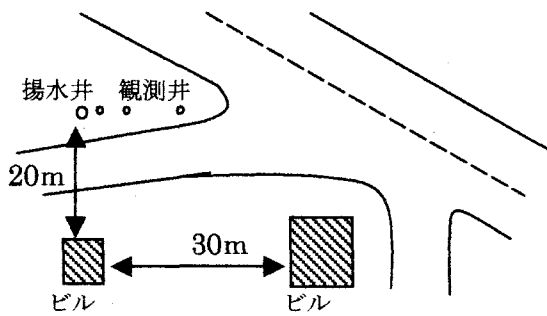


図2 D9 地点概略図

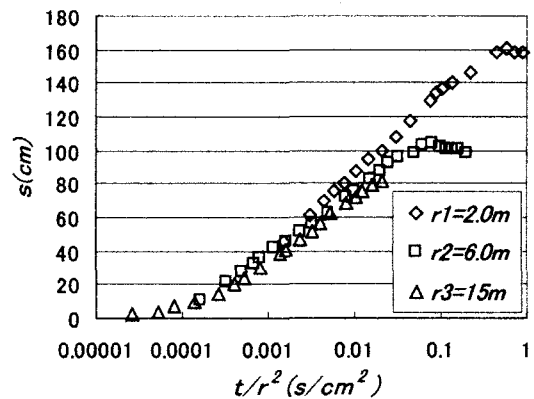
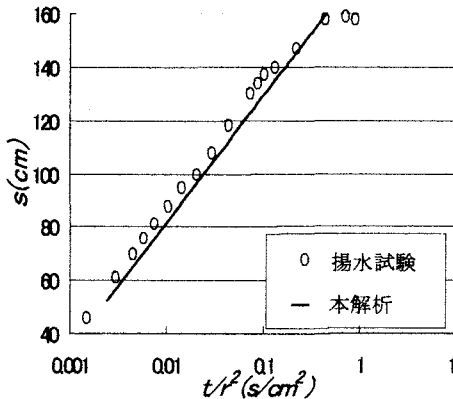
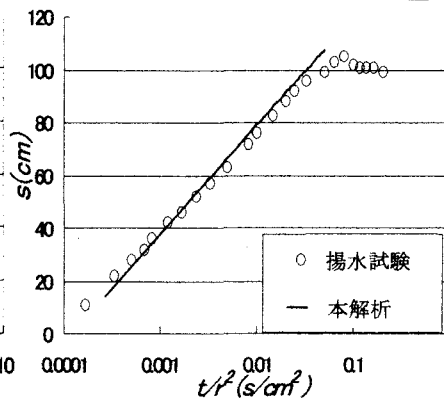
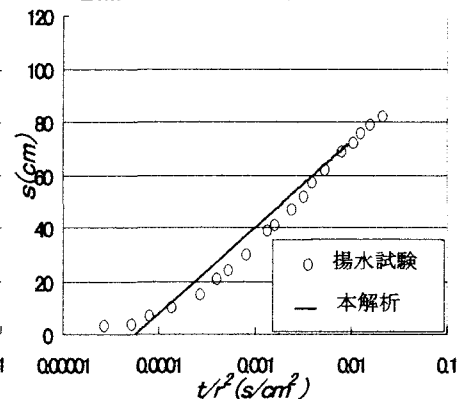


図3 D9 地点の揚水試験結果

図4 観測井 r_1 における揚水試験結果と本研究の解析手法の比較図5 観測井 r_2 における揚水試験結果と本研究の解析手法の比較図6 観測井 r_3 における揚水試験結果と本研究の解析手法の比較

考案した解析を行った結果を紹介する。また、図2はD9地点周辺の状況を示している。

図3は第一帯水層の揚水試験結果である。この図を見ると、3つの観測井の結果が一本の曲線や直線上に集まっていない。この理由として考えられることは、揚水試験を行った近くに、地下を有しているビルが2棟存在している。そのため、ビルの地下の影響が地下水位低下量に影響しているのではないかと考えた。

したがって本研究では、現場の地盤状態に近づけるために遮水壁を設け、従来の解析方法によって求められた帯水層定数を変化させながら水位低下量を算出した。そして、現場揚水試験結果のグラフの形に近づけ、ほぼ同じ形になったときの帯水層定数を真値とした。実際に解析した結果を図4～図6に示す。これらは観測井ごとにまとめたものである。

表1は、従来の方法で求めた帯水層定数と本研究の解析手法で求めた帯水層定数を比較したものである。予測した通り、ビルの地下が存在している場所の揚水試験結果に従来の方法を用いると、正確な値を得ることは困難だといえる。また、従来の方法と本研究の解析手法で求めた帯水層定数の違いを定量的に表現すると、従来の方法の透水係数は約2割過大評価しており、貯留係数は約9割過小評価しているといえる。他地点の解析結果については、発表時に紹介する予定である。

表1 従来の方法と本解析手法の比較

	従来の方法	本解析手法
透水係数 (cm/s)	1.72×10^{-2}	3.20×10^{-3}
貯留係数	8.50×10^{-3}	1.00×10^{-2}

6. おわりに

今回の解析結果から、ビルの地下や都市河川が存在している市街地の現場揚水試験結果を、従来の方法で解析すると、正確な帯水層定数の算定が困難であることを確認することができた。今後はさらに多くの地点の現場揚水試験結果を解析し、様々な地盤状態に対応できるような帯水層定数の指標を、定量的に表現していく予定である。

参考文献

- 1) 佐藤 健・大東 憲二・植下 協：市街地における現場揚水試験の考察，地下水学会誌第32巻，p201～p208，1995.2
- 2) (株)Raax：Visual MODFLOW 日本語版 ユーザーズマニュアル，2001.4.
- 3) (株)川崎地質：高速度鉄道6号線建設に伴う土質調査工事（その6）報告書，1981.7