

簡略型岩盤取水システムの取水性能に関する解析的検討

清水建設(株)技術研究所 正会員 ○西 琢郎
同 上 フェロー会員 百田博宣

1. はじめに

河川水資源に恵まれない渇水頻発地等を対象に、未利用な岩盤地下水を合理的に開発する施設として、岩盤地下水取水システム(以後、岩盤取水システム)が提案されているが¹⁾²⁾、これは比較的規模の大きい取水施設である。そこで、本論では岩盤取水システムの構造を簡略化した「簡略型岩盤取水システム」を示し、解析的検討によりその取水特性や取水性能の基礎的検討結果を示す。

2. 簡略型岩盤取水システムの概要

岩盤取水システムは、立坑や斜坑で開発対象深度の岩盤に到達し、集水トンネルに櫛状に設置された集水孔をもつ施設であり、主に集水孔に湧出する岩盤地下水を取水・利用するものである。これに対し、図-1の簡略型岩盤取水システムは、集水トンネルを省略し、立坑から超長尺の集水孔を複数設置するもので、比較的建設費の低い構造形式となっている。この簡略型岩盤取水システムは比較的小規模な岩盤地下水開発、および開発水量は大きい極めて高透水性岩盤であるため小規模な施設で可能な地下水開発への適用を想定している。

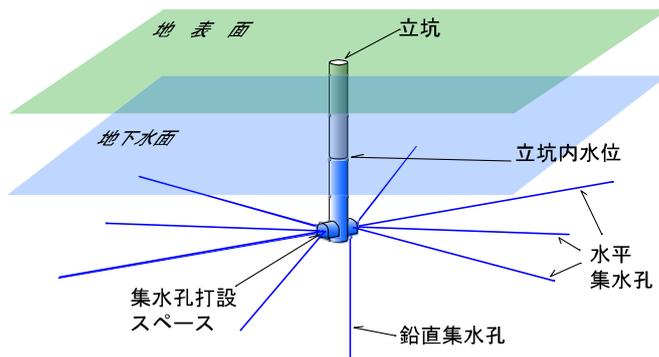


図-1 簡略型岩盤取水システム概念図

3. 取水性能に関する解析的検討

1) 解析条件

解析は立坑を中心として放射状に延びる水平集水孔と、立坑中心から下方へ延びる鉛直集水孔(1本、長さ100m)を対象とし、図-2に示す1/4領域にて3次元定常地下水解析を実施した。解析ケースの一覧を表-1に示しており、各ケースは水平集水孔本数(2~16本)、長さ(100~300m)、地下水面からの集水孔の深度(60, 120m)をパラメータとしている。解析結果としては①総湧水量、②集水孔各位置での湧水量分布を求める。なお、各解析ケースでの共通条件として、岩盤透水性は均質、地下水面は水平かつ固定とし、降雨による涵養は考慮しないものとした。

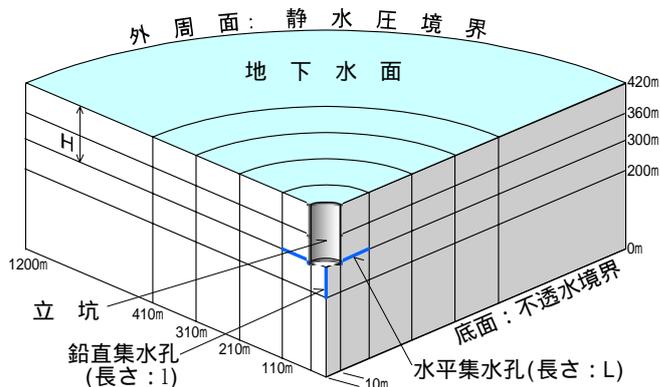


図-2 3次元有限要素モデル(H=120m, L=100mの例)

表-1 解析ケース一覧

ケース名	水平集水孔数 (角度ピッチ)	H (m)	L (m)	l (m)
N2.H60.L100	2孔(180°)	60	100	なし
N4.H60.L100	4孔(90°)	60	100	なし
N8.H60.L100	8孔(45°)	60	100	なし
N8.H60.L100.V	8孔(45°)	60	100	100
N16.H60.L100	16孔(22.5°)	60	100	なし
N8.H60.L200	8孔(45°)	60	200	なし
N8.H60.L300	8孔(45°)	60	300	なし
N8.H60.L300.V	8孔(45°)	60	300	100
N8.H120.L100	8孔(45°)	120	100	なし
N8.H120.L100.V	8孔(45°)	120	100	100
N8.H120.L200	8孔(45°)	120	200	なし
N8.H120.L300	8孔(45°)	120	300	なし
N8.H120.L300.V	8孔(45°)	120	300	100

2) 解析結果と考察

図-3に、鉛直集水孔なしの場合で、岩盤の透水係数(K)を $3.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 、集水孔の深度(H)を60mとした条件での水平集水孔の本数(N)と総湧水量の関係を示す。総湧水量は集水孔の本数に応じて対数的に増加し、16本程度の結果から類推される上限値に向かって収束傾向を示している。

キーワード: 水資源開発, 岩盤地下水, 取水性能, 地下水解析

連絡先: 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所 社会基盤技術センター TEL: 03-3820-8369

また、図-3にはN=8の条件で、集水孔深度(H)や孔長(L)を変化させた結果も示しており、HやLを大きくすることにより湧水量が増大することがわかる。そこで、図-4にHと湧水量、図-5にLと湧水量の関係を示す(両図ともにN=8, $K=3.0 \times 10^{-5}$ cm/s)。両図より、Hの増大による総湧水量の増加率は小さくなっていくが、Lの増大による総湧水量の増加率は逆に大きくなっていくことがわかる。また、N=8の条件で、Hを60mから120mに増大させたときの総湧水量の増加率とLとの関係を示したものが図-6である。Hを60m増すことによる湧水量増加は50~70%程度であり、増加率は集水孔が短い場合のほうが大きい。表-2には水平集水孔8本に鉛直集水孔(長さ100m)を追加した場合の水平孔・鉛直孔1本あたりの湧水量と、総湧水量に占める鉛直孔湧水量の割合を示す。同じ孔長100mで見た場合、鉛直孔湧水は水平孔の80%程度であるが、Hを大きくすると鉛直孔の湧水割合は若干増加している。次に、図-7に水平孔と鉛直孔各1本あたりの湧水量の分布状況を示す。湧水分布は一様ではなく先端部での集中が認められるが、これは先端部での3次元効果に加え、集水孔を放射状に配置することによって集水孔先端部相互の離間距離が大きくなるのが原因であり、図-5の湧水量増加傾向を説明していると考えられる。

参考文献

- 1)たとえば、日経産業新聞、1997.8.7.
- 2)竹中・西・百田・竹林:岩盤地下水資源の取水システムに関する基礎的検討、地下空間シンポジウム論文・報告集、第4巻、1999.1.

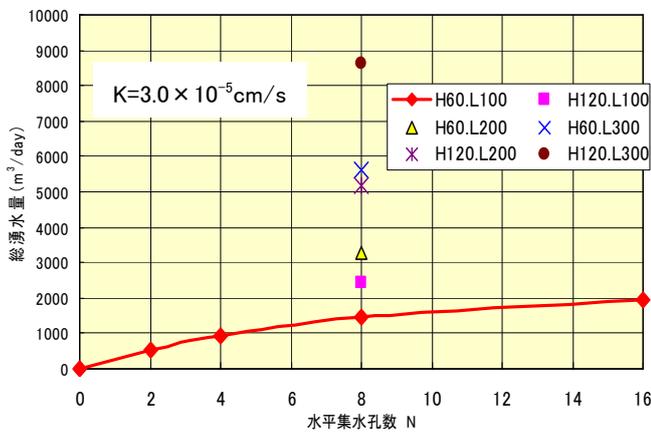


図-3 水平孔孔数と湧水量の関係

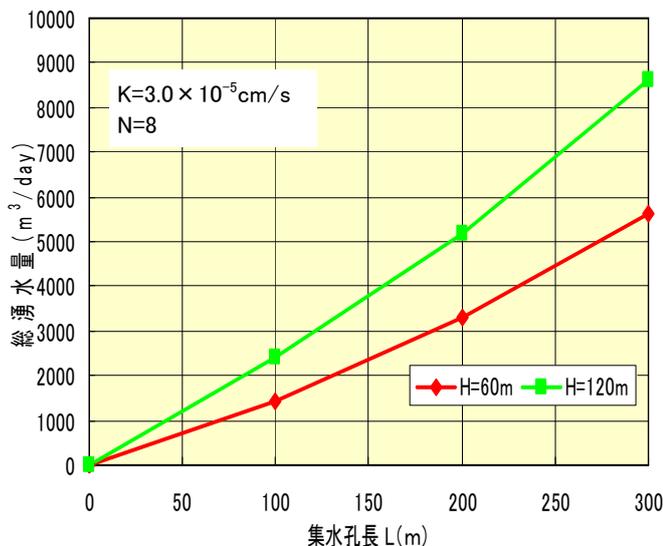


図-5 集水孔孔長と湧水量の関係

表-3 鉛直集水孔の効果 ($K=3.0 \times 10^{-5}$ cm/s)

ケース名	総湧水量 (m³/day)	水平孔湧水量 (m³/day/孔)	鉛直孔湧水量 (m³/day/孔)	鉛直孔湧水量/総湧水量 (%)
N8.H60.L100.V	1523	173	137	9.0
N8.H120.L100.V	2545	287	248	9.7
N8.H60.L300.V	5650	694	101	1.8
N8.H120.L300.V	8678	1065	161	1.9

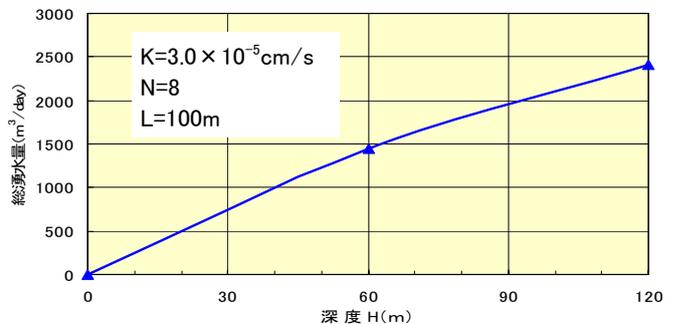


図-4 地下水面からの集水孔の深度と湧水量の関係

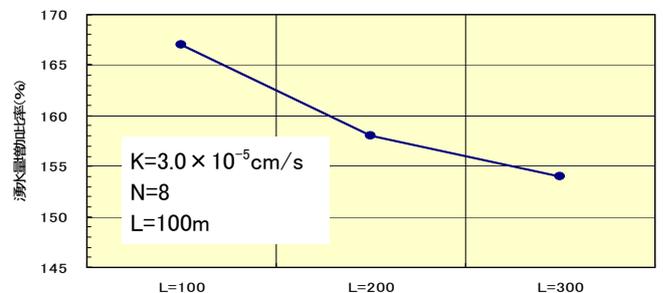


図-6 H=60m から 120m に増大した場合の湧水量増加率と孔長の関係

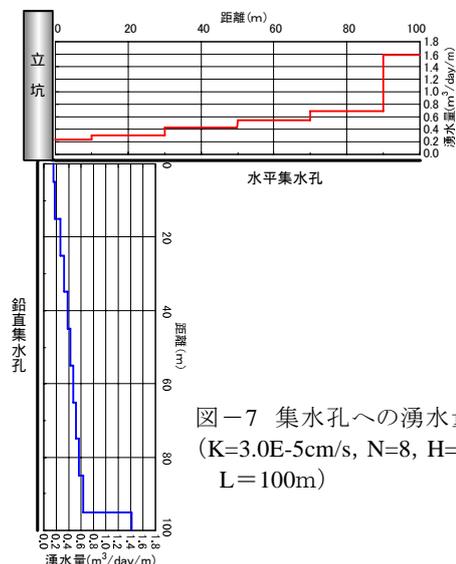


図-7 集水孔への湧水量の分布 ($K=3.0E-5$ cm/s, N=8, H=60m, L=100m)