

地下水を熱源とした消雪施設設計のための地下水調査例

日本地下水開発㈱ 角張 信・沼沢 喜一

1. はじめに

積雪寒冷地では、冬季間における歩行者及び通行車輛の安全で円滑な交通を確保するために、各種消融雪施設が設置されている。本発表では、多数の浅井戸が既存する市街地において、地下水を熱源とした消雪施設を設計するにあたり、揚水井が既存井戸に及ぼす影響を予測し、その影響を極小にするような消雪システムを提案するために実施した地下水調査について紹介する。本調査業務のフローを図-1に示す。

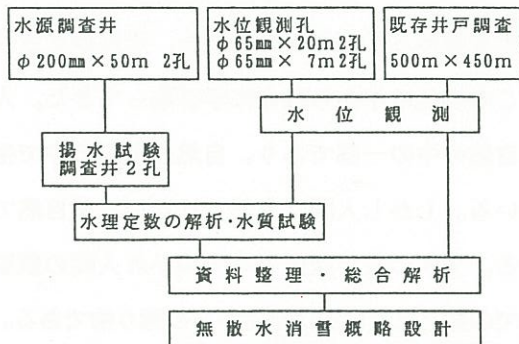


図-1 調査業務のフロー

2. 調査地の概要

(1) 地形・地質概要

調査地は、東北地方の内陸盆地の南西端に位置し、非常に寒冷な地域である。盆地周囲の山地は中生代白亜紀の花崗閃緑岩よりなり、風化の著しい所ではマサ化し緩傾斜の丘陵を形成している。調査地の地質は花崗閃緑岩を基盤とし、その上に第四紀の河岸段丘堆積物が広く分布している。段丘堆積物の層厚は3～10mと薄く、主に花崗岩質の巨礫(玉石)と砂礫から構成されている。

(2) 消雪に必要な熱源井戸数

本調査に先行する基本計画及び事前調査では、JR駅前から南に延びる県道の両側歩道 1400 m² (350m × 2.0m × 2)に、地下水を熱源とした無散水消雪施設を設置するには2本の揚水井が必要とされている。

(3) 既存浅井戸の現況

南北の消雪計画路線を中央とする東西500m・南北400mの長方形の範囲内には、図-2に示すように78本の井戸が既存している。この内52本の井戸が調査時点で使用中であった。その他は冬季間に使用しない

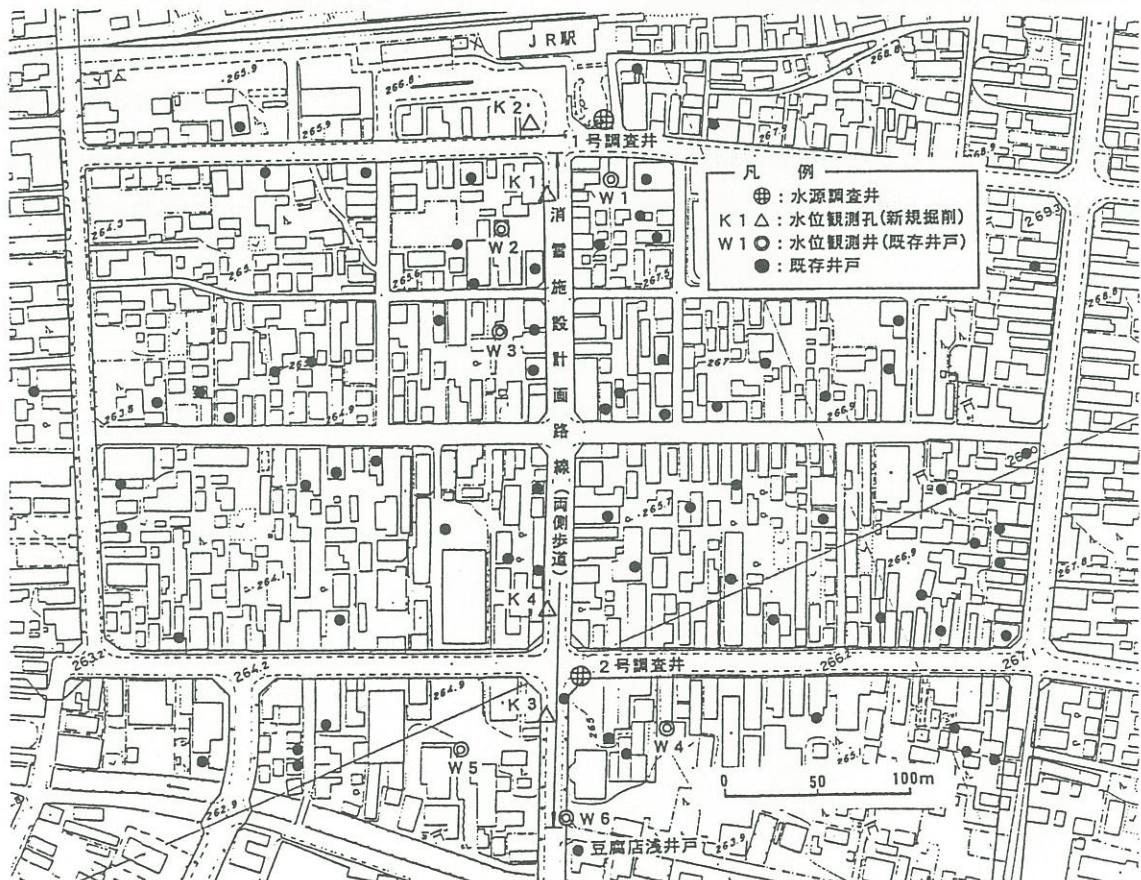


図-2 水源調査井・水位観測孔・既存井戸位置図

井戸である。測定できた井戸深度の最深のものは GL - 6.5 m であった。打ち込み井戸の多くは地中埋設で詳細は不明であったが、聞き取り調査から玉石混じり砂礫層 (G 層) から取水していると判断される。

(4) 調査井及び水位観測孔の配置

消雪用水源井の既存井戸に対する影響を観測するため、水位モニター井として観測孔を設置した。消雪用水源井が取水対象とする帯水層の水力定数を解析するため、揚水井の他に観測孔 (揚水井と同深度程度) を設置した。それぞれの位置を図-2 に示す。

3. 調査結果

(1) 水位観測

①当該調査地における地下水位の変動傾向を把握すること、②水源調査井の揚水に伴う既存井戸への影響を監視すること、③揚水試験時の水位観測データから帯水層の水力定数を求めることを目的として、揚水試験開始前から試験終了後まで水位観測を実施した。

その結果、既存井戸の揚水による影響とみられる水位変動は認められなかった。しかし、揚水試験による水位低下が、1号調査井側の水位観測孔に顕著に認められた。

(2) 水質試験

調査地内で唯一食品製造に地下水を使用している豆腐店及び水源調査井 (2 孔) の水質分析を実施した。分析項目は、飲料水の水質基準 (省令第 69 号) 及び陰陽イオンの主要成分である。何れの試料水も飲料水の水質基準に適合し、全蒸発残留物も 100mg/l 以下と少なく、主要成分組成も同じで浅井戸も深井戸も同一起源の地下水と判断される。

(3) 揚水試験・水力定数の解析

当該地の帯水層の水力定数を解析し、揚水井の同時揚水による相互干渉、消雪用水源の揚水による既存井戸への影響を予測・推定するために、水源調査井 2 孔にて揚水試験を実施した。当該調査地の帯水層は、透水性の異なる上部の玉石混じり砂礫層と下部の風化花

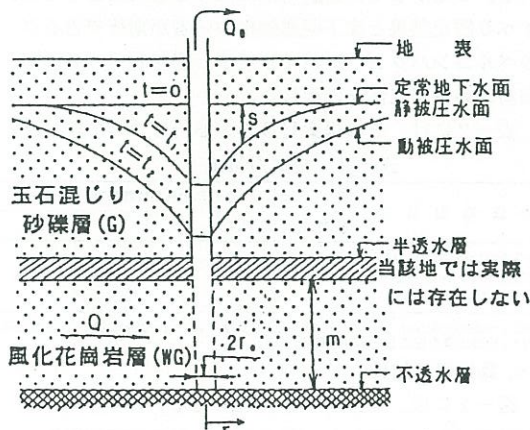


図-3 自由面水層からの漏水がある被圧面水井戸の
水理解析モデル (非平衡揚水)

崗岩層の 2 層により構成されている。水力定数の解析には当該地の地層構成を考慮して、図-3 に示すモデルを適用した。解析した水力定数を表-1 に示す。

表-1 各調査井における水力定数解析結果

| 水力定数 | 1号調査井 | 2号調査井 | |
|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| T | mi/sec | 2.52×10^{-3} | 2.62×10^{-1} |
| S | | 2.04×10^{-2} | 2.94×10^{-1} |
| k | cm/sec | 6.56×10^{-3} | 6.79×10^{-2} |
| λ | m | 51.9 | 60.3 |
| c | sec | 1.07×10^6 | 1.39×10^5 |

T:透水量係数 S:貯留係数 k:透水係数
 λ :半透水層の漏水因子 c:半透水層の漏水抵抗

4. 地下水還元方式による消雪システムの提案

1号調査井の揚水試験時に、周辺浅井戸で発生した水位低下は、図-3 に示した上部砂礫層からの漏水による影響と判断され、漏水量は 90l/min と解析された。この漏水を上部砂礫層からの揚水とみなし、揚水後注入するシステムとして解析すると、揚水井周辺の水位低下域は殆ど拡大しないと予想された (図-4)。

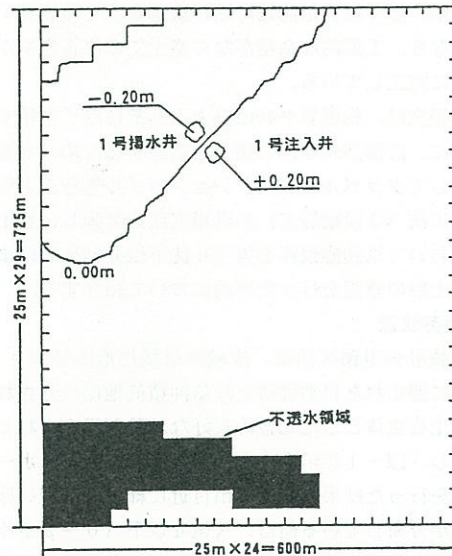


図-4 地下水シミュレーション解析図 (砂礫層対象)

当該調査地における消雪システムは、揚水した地下水を放熱後再び地下に注入する、「地下水還元方式」が適切とした。また、注入による水質汚染を防止するために、注入井のスクリーンの材質は無害な FRP またはステンレス製が望ましいとした。

5. おわりに

無散水消雪施設を計画・運用していくにあたり、数値予測の検証と、当該調査地における冬季の水位変動が、消雪用熱源井の揚水によるものか、あるいは他の要因によるものかを判断する資料とするため、水位観測を継続して水位の変動傾向を把握する必要があると提案した。