

スーパーウェルポイント工法に関する遠心模型実験システムの開発

西松建設技術研究所 正会員 今村眞一郎 ○萩原敏行 宮崎啓一
中央大学理工学部 正会員 藤井齊昭 熊野浩行 蜷川悠也

1. はじめに

スーパーウェルポイント工法（以下、SWP 工法）は、バキュームディープウェル工法で使用するストレーナー部を特殊な二重管構造とすることによって、バキューム効果を改善したもので、ディープウェル工法（以下、DW 工法）などの従来工法に比べ、集水効果が数倍に上がることが数多くの現場計測¹⁾で確認されている。本工法はこれまでに現場実績があるものの、その揚水メカニズムの解明や理論的な裏付けがなされていないことから、合理的な設計手法が確立されていないのが実状である。そこで本研究では、SWP 工法に関して、真空による揚水メカニズム、地盤条件と揚水量の関係および周辺地盤に及ぼす影響について、実応力レベルで技術的な検証を行うため、遠心力場で真空を利用した地下水位低下工法を再現できる新しい実験システムを開発した。本報告では、実験システムの概要と実験概要について述べる。

2. 遠心模型実験システムの概要

1) 主な開発目的

- ・真空による揚水メカニズムの把握のために必要な基礎データの収集
- ・従来工法（DW 工法）との性能比較による揚水効果の確認
- ・周辺地盤への影響の把握（山留め壁の有無による差異を確認）

2) 遠心模型実験システム

筆者らは上述の目的を解決するため、図-1、2 に示す遠心模型実験システムを設計製作した。実験には、片面を観察用アクリル板とする2次元剛土槽（内寸法：長手 600mm × 奥行 200mm × 深さ 500mm）を使用した。

モデル化にあたっては、土槽の寸法上の制約から、実地盤深さ 15m、集水半径 25m を想定した 50g 遠心力場での二次元モデル実験とした。本システムは、土槽部、排水・給水ポンプ（吐出量 3L/min）、貯水タンク（24L）部、補助

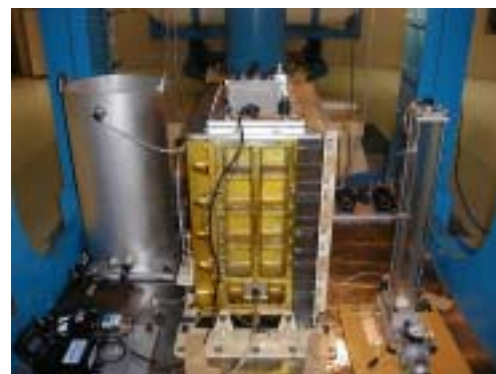


図-1 実験システム概観

タンクおよび真空ポンプで構成される。土槽部はさらに集水井戸を簡易的にモデル化した真空室とリチャージ室に分けられる。真空室の最下部の排水孔には厚さ 10mm、高さ 120mm のポーラスストーン（透水係数 $k=7.0 \times 10^{-2}$ cm/s）を設置し、リチャージ室の地盤側壁面には砂の出入りを防止するため、不織

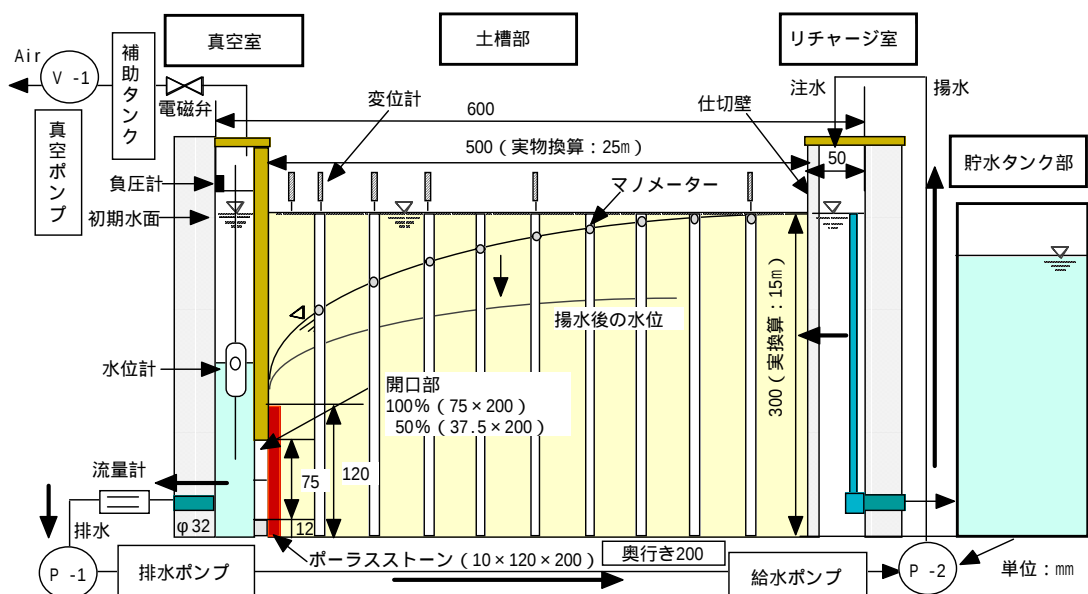


図-2 スーパーウェルポイント実験システム概要図

キーワード 遠心模型実験，地下水位低下工法，スーパーウェルポイント工法，ディープウェル工法

連絡先 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4054 西松建設愛川衝撃振動研究所 Tel 046-285-7101 Fax 046-285-7104

布を設置した。また、リチャージ室でオーバーフローした水は貯水タンクに流入させるようにした。図-2 に太線の矢印で示しているように、真空室で集水した地下水は、流量計、排水ポンプ、給水ポンプ、リチャージ室、模型地盤の順序で循環させることで、長時間連続して実験することができる。また本実験システムでは、真空ポンプを OFF にし、真空室上部の電磁弁を解放にした状態で排水ポンプの調整を行えば、DW 工法の模擬実験も可能にした。

3. 実験概要

模型地盤は、鳥取県境港市竹内工業団地より採取したシルト ($D_{50}=0.06\text{mm}$ 、 $e_{\max}=1.586$ 、 $e_{\min}=0.858$ 、 $k=2.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$) を用いて、水中落下法により深さ 300mm、相対密度 65% となるように作製した。なお、間隙流体としては、流量の相似則を満足させるため、グリセリン溶液などの粘性流体も考えられるが、予備実験の結果から遠心力場で取り扱いが容易な脱気水を用いた。実験は、表-1 に示す 4 ケースとし、真空度、いわゆる負圧の違いによる排水量の違いを調べるため、負圧を 10、35、50、85kPa の 4 種類変化させて行った。さらに、排水孔の開口部の面積を 50% とした場合についても併せて調べた。なお、地下水位低下レベルは、排水ポンプの能力の制約から -50mm (G.L. -2.5m)、-100mm (G.L. -5m) の 2 種類とした。計測は、土槽部では間隙水圧、地表面沈下、マンオメーター、排水孔外部での排水量、真空室では地下水位計測用の水位、負圧の 6 項目とした。2 工法の実験は、遠心加速度 50g 場にて土槽内の水位や初期応力状態の安定を確認後、DW 実験の再現性の確認も含め、以下に述べる手順で行った。

1) DW 実験

電磁弁の解放状態を確認後、排水ポンプを稼働し、水位低下を開始する。

所定の水位まで下げて、定常状態を維持するため、排水ポンプの排水量を流量調整する。また、背面地盤へのリチャージ供給量の安定化を図るため、揚水ポンプも流量調整しながら背面水位を維持する（図-3 参照）。

同様な手順で、さらに低い水位まで地下水位を下げる。

2) SWP 実験

排水ポンプを稼働し、水位低下を開始する。

ディープウェル試験で得られた所定水位まで水位を下げる

電磁弁を遠隔操作により閉塞し、真空ポンプを稼働する（井戸内の水位上昇を確認）。

所定の水位まで下げるため排水量を増大させ定常状態を維持し（図-4 参照）ディープウェル試験との排水量の比較を行う。

4. おわりに

実験結果の詳細については別報 2) に示すが、本研究ではディープウェル工法と真空を用いた “スーパーウェルポイント工法” の 2 つの工法を遠心力場で模擬できる実験システムを開発することができた。また、実験結果から、遠心力場において負圧の違いが地下水の排水量に及ぼす効果を明らかにし、現場で得られた過去の実施工データとほぼ同じ効果を実験的に確認することができた。今後は、排水ポンプの容量アップなどシステムに改良を加え、数値解析と併せて、さらに現象の把握を行っていく予定である。

【参考文献】 1) 荒井紀之，後藤裕明，山口 徹，高橋茂吉，南嶋義幸：スーパーウェルポイント工法の開発，土木学会，最新の施工技術・14，pp.17-24，2001. 2) 今村眞一郎，萩原敏行，宮崎啓一，藤井齊昭：遠心模型実験による負圧が地下水の揚水量に及ぼす効果に関する検討，第 58 回土木学会年次学術講演会，2003（投稿中）。

表-1 実験ケース

Code	排水孔 開口率	有効開口幅 (実換算)	負圧 (絶対値) kPa	
IHM-1	100%	75mm(3.75m)	10	35
IHM-2	100%	75mm(3.75m)	35	50
IHM-3	100%	75mm(3.75m)	50	85
IHM-4	50%	37.5mm(1.88m)	10, 35, 50, 85	



図-3 DW実験（井戸水位 -5.0m）



図-4 SWP実験（水位 -5.0m，負圧 50kPa）