

II-302

新型ウェルポイントにおける吸水能力分布に関する検討

佐藤工業（株）正員 歌川紀之 丹羽孝道
筑波大学 正員 西村仁嗣

1. 目的

地下水位低下による海岸保全技術の開発が実施されている。その中で、地下水位低下のためにウェルポイント工法を用いる場合、ライザーパイプとの接続部分であるスイングジョイントなど砂面上に露出した箇所が弱点となり長期に亘った運転は難しいものと考えられた。そこで、図-1に示すヘッダーパイプを地下に埋設し、ライザーパイプを省略した新型のウェルポイントを開発した。新型ウェルポイントにはヘッダーパイプに直接、吸水部分（開口部）が設けられており、接続部分の強度の問題点は解決した。また、海浜上にパイプなどの施設が露出しないため、海浜利用や景観の面でメリットがある。さらに、パイプを埋設するのみの作業となり、施工時間が短縮される。

しかし、従来のウェルポイントでは、端部まで均等な吸水が可能であったのに対し、新型ウェルポイントではヘッダーパイプで直接吸水するため、満管状態となり端部に向かって吸水能力が低下する。そのため、地下水位低下効果に場所的な差異が生じることが懸念された。そこで、埋設前に機械自体の吸水能力分布を検討した。検討では、吸水と排水は同じ分布になるものと予想されたため、排水能力分布に着目し、計算および実験を実施した。

2. 水理計算手法

計算モデルを図-2に示す。管内は満管状態とした。開口部 i 周辺の3区間で以下の圧力に関する方程式が導かれる。

(a) 区間：圧力の差は管路摩擦により生じ、

$$p'_{i-1} - p_i = k_i Q_i^2 \quad (1)$$

となる。 p'_{i-1} は開口部 $i-1$ の下流端の圧力、 p_i は、開口部 i の上流端の圧力、 Q_i は(a)区間の流量、また、 k_i は、

$$k_i = \frac{\rho g n^2 l_i}{(4/D)^{4/3} A^2} \quad (2)$$

である。 ρ は密度、 g は重力加速度、 n は粗度係数、 l_i は開口部間の管の長さ、 D は管径、 A は管の断面積を示す。

(b) 区間：開口部内部と外部の圧力差 p_i^* により、排水されるため、

$$p_i^* = N_i \Delta Q_i^2 \quad (3)$$

が得られる。ここで、 ΔQ_i は(b)区間の流量（開口部からの排水量）、また、 N_i は排水に伴う損失で、

$$N_i = \rho \frac{f_i^0}{2a_i^2} \quad (4)$$

となる。なお、 f_i^0 は開口部に配置された孔における急縮と流出に関する損失係数の和、 a_i は開口部に配置された孔の断

面積である。

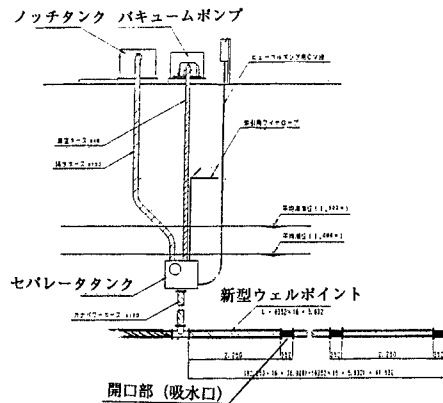


図-1 新型ウェルポイント設置断面図

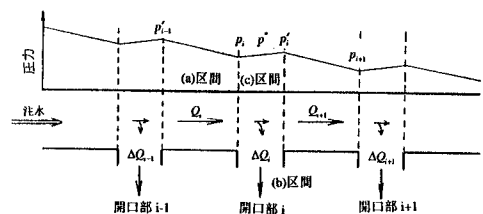


図-2 計算モデル

キーワード：地下水位低下工法、海岸保全技術 連絡先：中央区日本橋本町 4-12-20 TEL-03-3661-2298

(c)区間：管内の開口部上流側と下流側断面に運動量保存則を用いる。

$$\rho Q_{i+1} \left(\frac{Q_i}{A} - \frac{Q_{i+1}}{A} \right) = p_i' A - p_i A_i - p_i^* (A - A_i) \quad (5)$$

A_i は主流部分の実質断面積 $A_i = Q_{i+1}/Q_i A$ で、開口部位置における圧力差 p_i^* を $p_i^* = (1 - \beta_i) p_i + \beta_i p_i'$ とおくと、

$$p_i' - p_i = \lambda_i Q_i^2 \quad (6)$$

が導かれる。ここで、 λ_i は、

$$\lambda_i = \frac{\rho}{A^2} \frac{\alpha_i (1 - \alpha_i)}{1 - \alpha_i \beta_i} - f_i^h \quad (7)$$

となる。 f_i^h は開口部内部で生じる損失、 α_i は開口部上流の流量に対する排水量の比 $\alpha_i = \Delta Q_i / Q_i$ である。計算では最初に最下流開口部からの排水量を与え、(1)(3)(6)式を用い上流側の値を順次求めていく。なお、(7)式において α_i は未知量であるため、(4)(6)式で繰り返し計算を実施する。

3.排水実験

計算手法を検証するため、写真に示す排水実験を実施した。ポンプ車によりヘッダーパイプ内に注水し、3箇所の開口部からの排水量をドラム缶に受けて計測した。図-3に示すように、ヘッダーパイプは内径(D)0.15m、全長14.556mである。また各開口部(0.352m)には9mmの穴が18個配置されている。実験および計算結果を図-4に比較する。計算では、開口部No.3の排水量に実験結果2.02l/minを与えた。また、粗度係数 n は0.015、損失係数は f_i^o を0.3、 f_i^h については、0.0、5.0、10.0の3通りに変化させた。 f_i^h を5.0とすることにより、実験結果と良好な一致が得られた。

4.吸水能力分布の検討

これらの成果をもとに、図-1に示す新型ウェルポイントの吸水能力分布を検討した。パイプの延長(片側)は20.816m、開口部は8カ所、全体の吸水量は500l/minである。計算結果を図-4に示す。端部No.8の吸水量は中心部No.1の吸水量の42%となることが分かった。

5.まとめ

新型ウェルポイントの開発に伴い、吸水性能分布を検討するため水理計算および排水実験を実施した。現地実験で計画した新型ウェルポイントの吸水量分布を検討した結果、中心部に比較し20m離れた端部では42%となることが分かった。参考文献1)加藤一正；漂砂の基礎から現地適用へー透水層埋設工法の開発ー、1996年度(第32回)水工学に関する夏期研修会講義集Bコース。



写真 新型ウェルポイントの排水実験

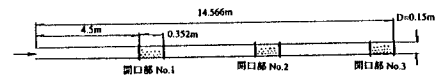


図-3 実験に用いたヘッダーパイプ

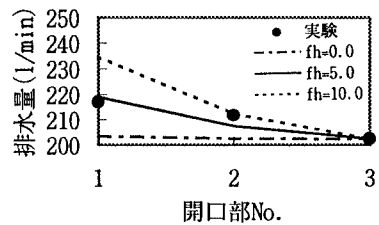


図-4 実験結果と計算結果の比較

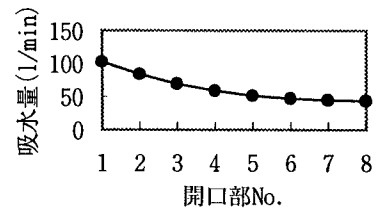
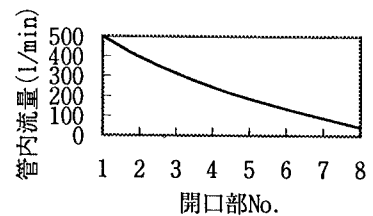


図-5 新型ウェルポイントの吸水分布