

カンイウエル工法

小暮秀作・鈴木正喜*

1. はじめに

新潟市街地およびこの周辺部は砂地盤が優勢で、地下水位面が地表面付近にあることが知られている。

地下水位が高く、砂地盤からなる地域で、地下を掘削する場合は、地下水低下工法が必要となる場合がある。

カンイウエル工法は、この砂優勢の地盤において新潟地区で昔から実施されていた井戸掘り技術を利用して井戸を作成し、この井戸に自吸式ポンプを直結し、揚水する工法である。

2. 地下水位低下工法の種類

地下水位低下工法としては表2-1の工法があげられ、その概要は下記のとおりである。

表2-1 地下水位低下工法

地下水位低下工法	重力排水工法	かま場工法……………	事後排水 工法
		ディープウエル工法……………	事前排水 工法
		ジーマンスウエル工法……………	◇
	強制排水工法	ウエルポイント工法……………	◇
		バキュームディープウエル工法……………	◇
		カンイウエル工法……………	◇

(1) かま場工法

掘削現場内の湧水処理、掘削面よりやや深い位置にかま場という排水ピットを設置し、掘削部に浸出する地下水や雨水をポンプ排水する工法。他の工法に比較して設置や管理が容易で、小規模な湧水がある場合、最も多く採用されている。湧水に対して安定性の高い地盤に適用される。

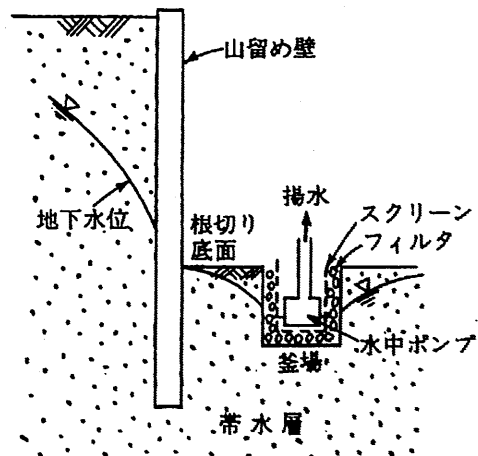


図2-1 かま場工法

*株式会社新研基礎コンサルタント

(2) ディープウェル工法

事前排水によるドライワーク。掘削部の内側ないし、外側に深井戸を設置し、ウェルに流入する地下水を水中ポンプ、水中モーターポンプにより排水する。透水性の良い地盤の地下水を大きく低下させる場合に有効である。井戸1本で多量の地下水を揚水することができ、水位低下深さもかなり深部まで揚水可能である。反面ポンプが故障すると問題が直接生じる。施工機械が大きく、狭い敷地での施工は困難である。

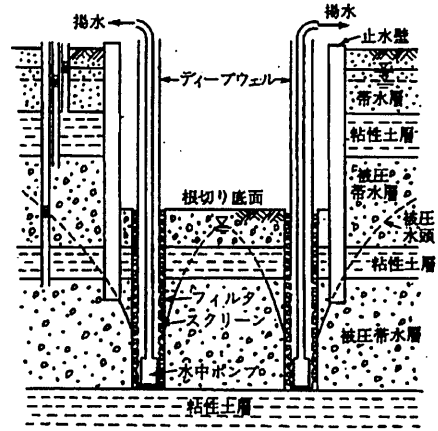


図2-2 ディープウェル工法

(3) ジーメンスウェル工法

事前排水によるドライワーク。ウェルを5～10mの間隔で設置し、各ウェルに径7～10cmのサクシオンパイプを挿入する。地表にはヘッダーパイプを敷設し、各サクシオンパイプはヘッダーパイプに連結する。ヘッダーパイプの一端に大容量のポンプを取付け各ウェルから一斉に揚水を行なう工法である。

この工法の特徴は何本かのウェルをまとめて1台のポンプで揚水するので安くて性能のよいポンプがなかった昔は、各々のウェルに1台ずつのポンプを必要とするディープウェル工法に比べて有利であった。しかしながら可能な水位低下深さが6m程度以下に限られること、またヘッダーパイプその他の継手からエアリークが生じ易くパイプラインの維持管理が容易でない欠点がある。最近では安価で取扱いも簡単な水中モーターポンプが普及してきたので、数多くのポンプを使うことは技術的にもまた経済的にも困難でなく、ジーメンスウェル工法は、ディープウェル工法に対してその有利性が失われてきた。

(4) ウェルポイント工法

事前排水によるドライワーク。ウェルポイントという長さ約0.7～1.0m、径6cm程度のストレーナーをもつ吸水管に径約4cmの揚水管（ライザーパイプ）を取り付け、これを0.7～2.0mピッチで帯水層に打設してヘッダーパイプを通して真空ポンプに連なげ、地下水を強制排水（吸引）し地下水位

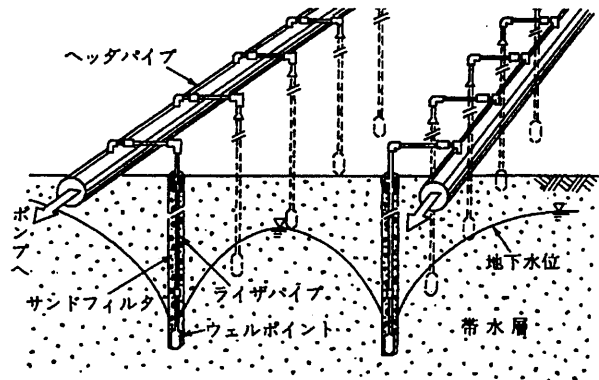


図2-3 ウェルポイント工法

の低下を図る工法。可能水位低下深さは4～5m程度で、これ以上の地下水低下が必要な時は、多段式ウェルポイントによる。透水係数が小さくても有効に発揮するが、砂礫地盤ではウェルポイントの埋設が困難である。ポンプ一台で広範囲を排水するためポンプ故障時は影響が大きい。

(5) バキュームディープウェル工法

事前排水によるドライワーク。真空ポンプによりディープウェルの井戸管内部を真空状態にし、地下水のウェルへの流入を促進する工法。透水性が小さく帯水層が深い時、ウェルポイントでは対処できない地下水を揚水する場合などに用いられる。経験によればバキュームをかけない場合と比較した増加揚水量は1本当たり2～3割程度である。維持管理が難しい。

(6) カンイウエル工法

事前排水によるドライワーク。特殊加工したビットにロットと高圧ホースを接続し、送水ポンプでビットの先端から泥水を噴射しながら掘削（ジェットボーリング）し、掘削終了後、先端の2～3mにストレーナー加工を施してあるケーシングパイプ（塩ビパイプ VP50～VP65）を挿入する。これは、すべて人力作業で行なえる。

揚水設備は通常、2本のウェルに対し一台のポンプ（自吸式ポンプ）を使用し、ポンプとケーシングパイプを塩ビパイプで結合し、排水管も塩ビパイプを使用するため、パイプの盛替及びポンプの位置変更が容易に行なえる。

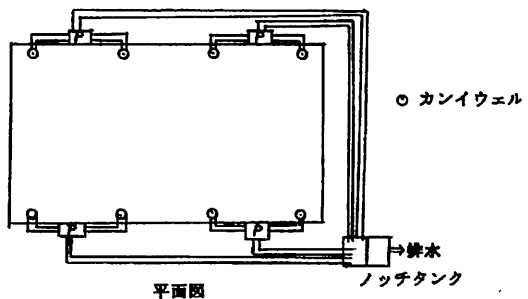
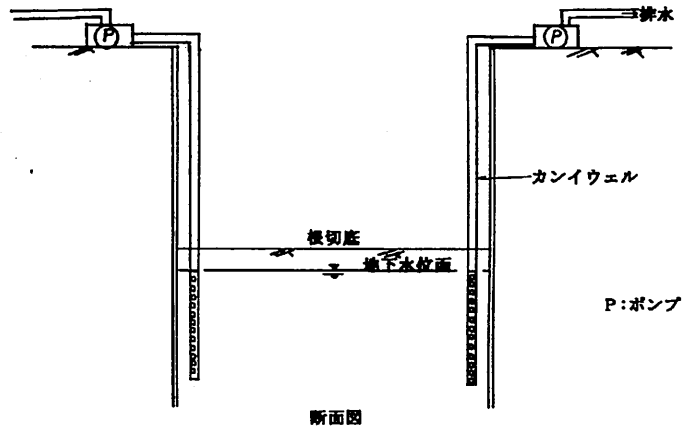


図2-4 カンイウエル工法

表2-1 工法比較表

	かま場工法	ディーブウエル工法	ウエルポイント	パキュームディーブウエル	カンイウエル工法
①施工方法	<ul style="list-style-type: none"> バックホー等 	<ul style="list-style-type: none"> パーカッション オールケーシング機 	<ul style="list-style-type: none"> 人力 	<ul style="list-style-type: none"> パーカッション オールケーシング機 	<ul style="list-style-type: none"> 人力
②作業場所の広さ	<ul style="list-style-type: none"> 建物面積以外に根切りスペースがあれば可 	<ul style="list-style-type: none"> 狭い場所は不可 	<ul style="list-style-type: none"> 建物面積以外に根切りスペースがあれば可 	<ul style="list-style-type: none"> 狭い場所は不可 	<ul style="list-style-type: none"> 狭い場所にも対応 建物面積内にウエルを設置した場合も配管で盛替可能
③根切深さ	<ul style="list-style-type: none"> ボーリング・パイピングに対応できないため、自然水位に対し、浅い場合に可 	<ul style="list-style-type: none"> ウエル深さを任意に設定できるため1回の設置で、あと取替は必要なし 	<ul style="list-style-type: none"> 1段で実質GL-5m程度までの水位降下があるため、それ以上の場合、多段設置となりウエルポイント及び揚水設備が2倍、3倍となる 	<ul style="list-style-type: none"> ウエル深さを任意に設定できるため、1回の設置で、あと取替は必要なし 	<ul style="list-style-type: none"> ウエル深さは、ある程度任意（新潟市内では20mまで）で設置できるがポンプは自吸式であるため盛替が必要であるが、ウエルポイントに比べ簡易である
④管理	<ul style="list-style-type: none"> 容易 ただしポンプの目詰まりに注意が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 1本当たりの支配面積が広いため、止まった場合の影響が大きく、ポンプの入替にもクレーンが必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ウエルポイント1台当たりの支配面積が広いため止まった場合の影響が大きくポンプの入替にもクレーンが必要となる ポイントからのエアの吸入によるコックの調整等管理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ディーブウエルと同様 パキュームポンプの管理も必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ1台当たりの支配面積が狭いため止まった場合も影響が少ない。 ポンプの入替、配管の復旧は、人力で容易にできる 管理は容易
⑤増設 (地下水が下がらな い場合の対応)	<ul style="list-style-type: none"> 容易 	<ul style="list-style-type: none"> 根切りが始まった場合、機械の搬入が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ウエルポイント設置スペース及びヘッドパイプにコックの予備があれば可 	<ul style="list-style-type: none"> ディーブウエルと同様 	<ul style="list-style-type: none"> 人力作業であるため、ウエル及びポンプの設置共に容易に行なえる
⑥撤去作業	<ul style="list-style-type: none"> 容易 	<ul style="list-style-type: none"> クレーンが必要 ウエルを引抜いた場合、地盤が緩む 躯体内に設置した場合埋殺し処理が必要、タメ穴が残る 	<ul style="list-style-type: none"> ポイント引抜きにクレーンが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ディーブウエルと同様 	<ul style="list-style-type: none"> 人力によりすべて撤去可能（ノッチタンクは別） 躯体内にウエルが入る場合、根切り完了時に吸水管を躯体外に盛替、タメ穴を残さない

ウェルポイント工法と同様に、透水係数が小さくても有効に発揮するが、砂礫地盤では上記方法での掘削が困難なため、機械ボーリングにより掘削作業を行なう。また自吸式ポンプによる排水であるため、一段で低下し得る深さは約4～5mで、掘削が深い場合はポンプのレベルダウンが必要になる。事前に最終深度までウェルを設置し、根切り途中でポンプ位置を盛り替える方法である。

カンイウエル1本当当たりの揚水量は、土質、地下水、ウェル仕様で異なるが、ウェルポイント1本当当たりの揚水量に比べて5～10倍の揚水量が確保できる。ポンプ台数が多く必要であるが、一台のポンプが故障してもデープウェル、ウェルポイント工法と比較して、影響が小さい。また消費電力がかなり少なくすむ。

塩ビ管構造であるので配管が破損することがあるが、単純な構造であり、ポンプ・配管共に容易に補修取替えが可能である。

3～4人の人力でカンイウエルの設置が可能であり、狭い敷地での作業にも適している。新潟地域の砂地盤においては、カンイウエル工法が一般的に用いられている。

3. カンイウエル1本当当たりの揚水量

カンイウエル1本当当たりの揚水量は、正確には、計算式がなく、現位置実験により求めるのが最良である。

なお、過去における実績は下表のとおりである。

表3-1 土質・透水係数と揚水量

土 質 名	透水係数 (cm/s)	揚水量 (ℓ / m)
粗砂	5.0×10^{-2} 以上	200 前後以上
細砂	1.0×10^{-2} 前後	150 前後
シルト質細砂	1.0×10^{-3} 以下	50～100 前後

上記揚水量の時の井戸構造条件

掘削径 125mm
 揚水管 VP65mm
 ストレーナー $\varnothing = 3$ m、丸穴、メッシュ巻
 ポンプ FSR-65-A 2.2kw

4. 地下水位低下工法の計算例

計算手法は、地盤工学会編：根切り工事と地下水
 日本建築学会：山留め設計施工指針
 日本ウェルポイント協会編：ウェルポイント工法便覧

に記載されているので、参照されたい。以下では、各種計算式を示す。

〈例〉掘削する範囲を大きな井戸とみなして、全揚水量(Q)を計算し、この揚水量とカ
ンイウエル1本当たりの揚水量で除し、必要本数を求める。

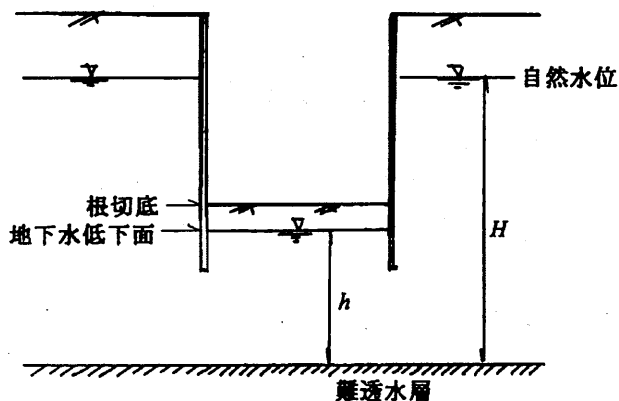
平衡式……………被圧地下水の場合

$$Q = \frac{2\pi kD(H-h)}{\ln\left(\frac{R}{r_0}\right)}$$

平衡式……………不圧地下水の場合

$$Q = \frac{\pi k(H^2-h^2)}{\ln\left(\frac{R}{r_0}\right)}$$

記号 r_0 : 仮想井戸径
 R : 影響範囲
 k : 透水係数
 D : 帯水層厚



非平衡式 (タイス式)

記号

S : 貯留係数

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

T : 透水量係数 (m²/min)

t : 揚水継続時間 ($t=14, 400$ minとすることが多い)

$$Q = \frac{T_s}{0.0796W(u)}$$

$W(u)$: u の井戸関数

s : 水頭差 (m)

井底のみからの揚水

$$Q = 4kr_0(H-h)$$

矢板の下を回る浸透流

フォルヒハイマー (Forchheimer) の式

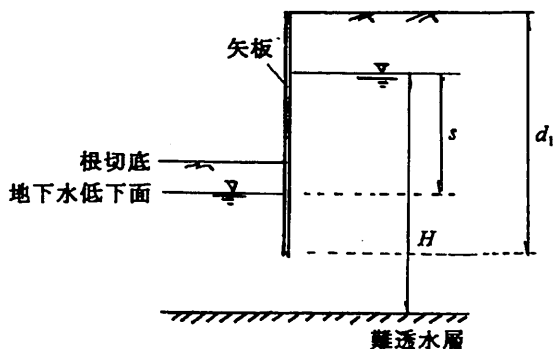
$$\frac{d_1}{H} \geq \frac{1}{2} \text{のとき}$$

$$q = \frac{\pi \cdot k \cdot s}{\left[4 \ln 2 \cot \frac{\pi(1-d_1/H)}{4}\right]} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$\frac{d_1}{H} \geq \frac{1}{2} \text{のとき}$$

$$q = \frac{k \cdot s}{\pi} \ln 2 \cot \frac{\pi d_1}{4H} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

- ここに、 H : 上流側の砂層厚(m) (地下水位下)
 d_1 : 上流側矢板打設深さ(m)
 s : 水頭差(m)
 k : 透水係数(m/s)
 q : 奥行1 m当たりの浸透流量(m^3/s)



5. まとめ

カンイウエル工法は、新潟地区の砂地盤に最も適した地下水位低下工法である。カンイ
 な設備でウエルが施工され、簡易な配管で、簡易なポンプで揚水し排水できる。また維持
 管理も簡単で、消費電力も安価である。

なお、カンイウエル工法は、積算基準がなく、各会社の見積りによる。

最近のカンイウエル工法の主な施工箇所

- ・ 新潟スタジアム
- ・ NEXT21
- ・ 万代島再開発ビル (ホテル棟)
- ・ 合同庁舎 (新光町)
- ・ 県立新発田病院
- ・ 新潟市各地下水道埋設工事 他
- ・ 舞平処理場

①掘削ビット



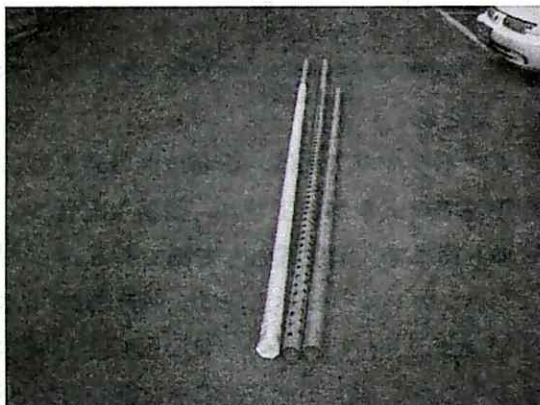
②掘削状況



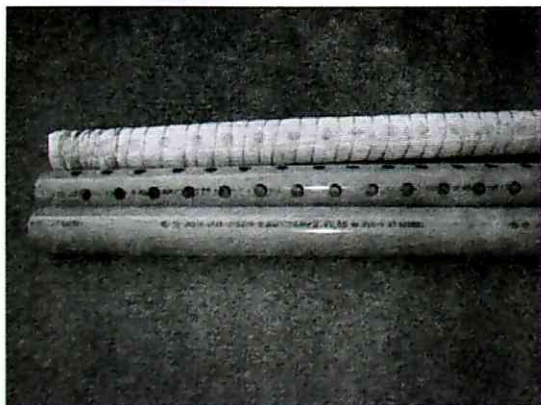
③掘削状況



④ストレーナーと盲管



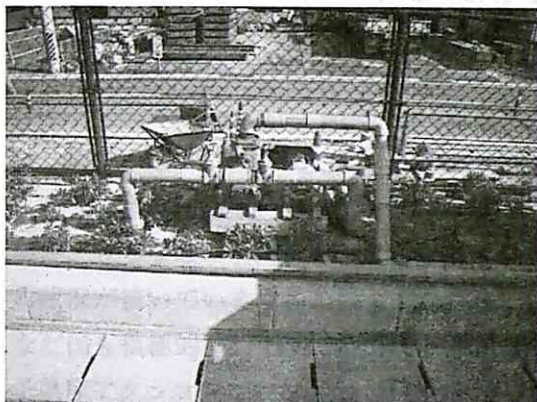
⑤ストレーナーと盲管



⑥ストレーナー等挿入状況



⑦自吸式ポンプ設置状況

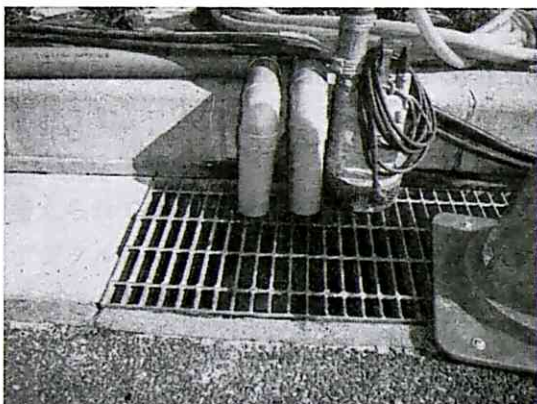


⑧自吸式ポンプ設置状況



今回、これを、この地区の中で最も狭いスペースに設置する目的で、既存の排水パイプを掘り出した古い管を、さらに掘り下げて埋め込み、その管の先端としてこのポンプを設置し、使用時にパイプを洗浄します。

⑨排水状況



また、この地区は、この地区で最も狭いスペースに設置する目的で、既存の排水パイプを掘り出した古い管を、さらに掘り下げて埋め込み、その管の先端としてこのポンプを設置し、使用時にパイプを洗浄します。

このため、自治体当局が、この地区で最も狭いスペースに設置する目的で、既存の排水パイプを掘り出した古い管を、さらに掘り下げて埋め込み、その管の先端としてこのポンプを設置し、使用時にパイプを洗浄します。

また、GISは「1991年7月の地震（宮城県沖地震）」において、GISを用いた地震被害調査を実施し、その結果をGISを用いた地震被害調査システムとして、自治体当局が、この地区で最も狭いスペースに設置する目的で、既存の排水パイプを掘り出した古い管を、さらに掘り下げて埋め込み、その管の先端としてこのポンプを設置し、使用時にパイプを洗浄します。

GISは自治体当局、自治体当局が、この地区で最も狭いスペースに設置する目的で、既存の排水パイプを掘り出した古い管を、さらに掘り下げて埋め込み、その管の先端としてこのポンプを設置し、使用時にパイプを洗浄します。

*株式会社インフォース