

カンイウェル工法

❖ 地盤調査・基礎工事まで豊かな明日を築きます。安心を地盤から支える。❖



株式会社 新研基礎コンサルタント

〒950-0922 新潟市江南区山ニツ 309 番地 1

TEL 025-286-7188 FAX 025-287-0096

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ます。

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ります。

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、揚水する工法であります。

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ります。

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	かな場工法	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、掘削部内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ます。湧水に対して安定性の高い地盤に適用されます。

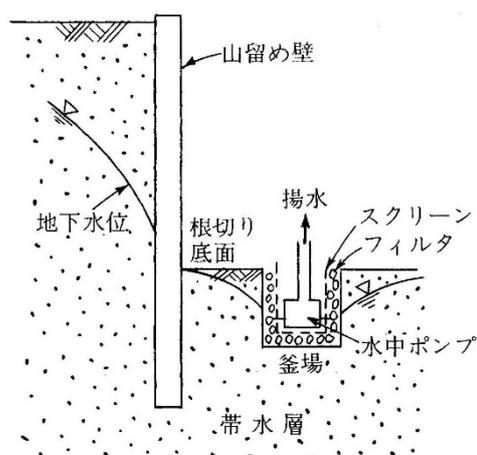


図 2.1 かま場工法

(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します。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ります。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す。反面ポンプが故障すると問題が直接生じます。施工機械が大きく、狭い敷地での施工は困難であります。

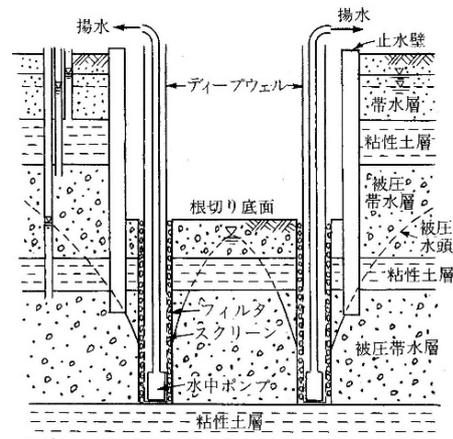


図 2.2 ディープウェル工法

(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します。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します。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す。

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りました。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ります。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ました。

(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)し地下水位の低下を図る工法です。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ります。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す。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です。

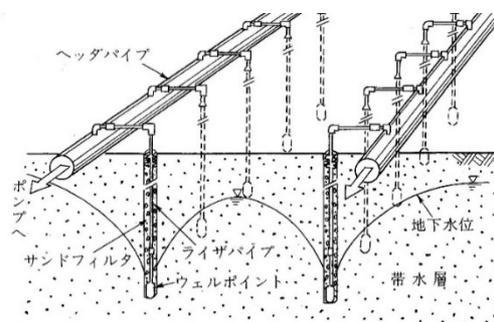


図 2.3 ウェルポイント工法

(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です。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ます。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 割程度です。また維持管理が難しいです。

(6) カンイウェル工法

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)を挿入します。これは、すべて人力作業で行なえます。

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ます。

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しますが、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必要があります。また自吸式ポンプによる排水ですので、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ります。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す。カンイウェル1本当たりの揚水量は、土質、地下水、ウェル仕様で異なりますが、ウェルポイント1本当たりの揚水量に比べて5~10倍の揚水量が確保できます。ポンプ台数が多く必要ですが、一台のポンプが故障してもディープウェル、ウェルポイント工法と比較して、影響が小さくすみます。また消費電力がかなり少なくすみます。

塩ビ管構造であり、配管が破損することがありますが、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す。

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

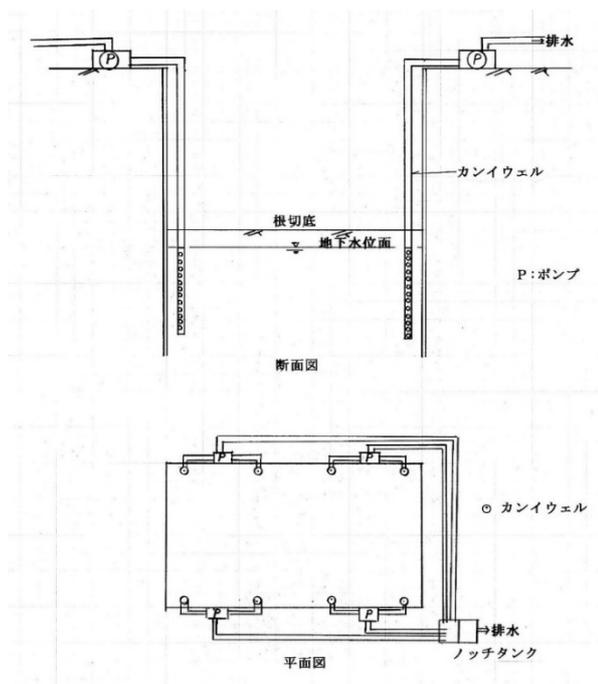


図 2.4 カンイウェル工法

3. カンイウェル1本当たりの揚水量

カンイウェル1本当たりの揚水量は、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ります。なお、過去における実績は下表のとおりです。

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	l=3m、丸穴、メッシュ巻	ポンプ	FSR-65-A 2.2kw

表 3.1 工法比較表

	かま場工法	ディープウエル工法	ウエルポイント	バキュームディープウエル	カンイウエル工法
①施工方法	<ul style="list-style-type: none"> バックホウ等 	<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であるため、それ以降の場合、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 ポンプに給油が必要 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"> ディープウエルと同様 バ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 (地下水が下がりがりきらない場合の対応)	<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ベッターパイプにコックの予備があれば可 	<ul style="list-style-type: none"> ディープウエルと同様 	<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、ダメ穴が残る 	<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"> ディープウエルと同様 	<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、ダメ穴を残さない

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、各種計算式を示します。

〈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ェル1本当たりの揚水量で除し、必要本数を求めます。

平衡式 … 被圧地下水の場合

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

平衡式 … 不圧地下水の場合

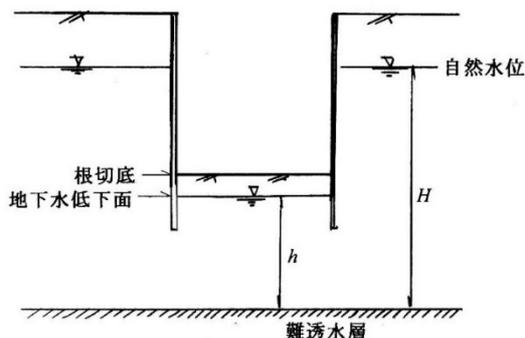
$$Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{I_n\left(\frac{R}{r_0}\right)}$$

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)

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

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

S : 貯留係数

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)

$w(u)$: 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

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

$$\frac{d_1}{H} \leq \frac{1}{2} \text{ のとき } q = \frac{k \cdot s}{\pi} \ln 2 \cot \frac{\pi d_1}{4H} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

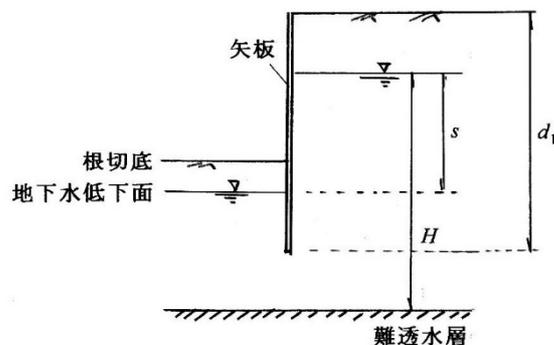
ここに、 H : 上流側の砂層厚(m)(地下水位下)

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 1m 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す。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ます。また維持管理も簡単で、消費電力も安価です。

なお、カンイウエル工法は、公の積算基準がなく、各会社の見積りによります。

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
- ・ NEXT2 I
- ・ 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
- ・ 舞平処理場 他

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



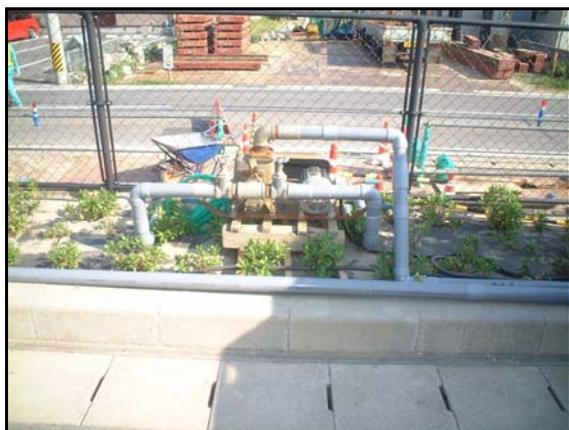
⑤ストレーナーと盲管



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



⑨排水状況

