

鉄筋コンクリート集水井 設計・施工マニュアル

(概要版)

組立集水井筒及び円形落差工は、「土木用コンクリート製品設計便覧」に記載されたコンクリート製品であるが、鉄筋コンクリート集水井設計・施工マニュアルは、それらを活用した工法の設計施工について紹介したものである。

当協会ホームページで紹介する内容は、その概要であるが、マニュアルの全文は、社団法人 北陸建設弘済会から出版されているので、それを使用してほしい。

平成22年7月

鉄筋コンクリート集水井検討委員会 編

まえがき

我が国は、ユーラシア大陸東方沖のプレート境界に日本海をはさんで国土を有し、その大半を急峻な山地や丘陵が占め、地形や海洋が作り出す特有な気象とも相俟って美しい自然に恵まれている。また、豊かな自然と自然がもたらす明瞭な四季は、日本文化の原点とも言える。

反面、台風、豪雨、豪雪、地震等による自然災害が毎年のように繰り返され、その都度国民の生命と財産が失われており、我が国土は宿命の大地といっても決して過言ではない。自然災害の大半は地盤に係わるものであり、大量の雨水や融雪水あるいは流水が地盤に働きかけ、地すべり、土石流、斜面崩壊等々の地盤災害を引き起こす。

さて、我が国における地すべり災害の歴史は古く、資料「日本における最古の地すべり」によれば、養老2年(718年)長野県小谷村の清水山に建立された小谷総社が地すべりのために崩壊したという記録がある。

しかし、我が国の地すべり研究が本格化したのは、戦後各地で発生した大規模地すべり、例えば、昭和22年5月19日に発生した新潟県糸魚川市の棚口(能生谷)地すべりなどを契機とした各方面での研究からである。

地すべり発生要因は、素因と誘因に区分されるが、前者は地形・地質などの自然条件であり、後者は降水、地下水、地震等の気象条件並びに切土、盛土、貯留水などの人為的条件である。

集水井による地下水排除工法は、誘因となる気象条件や人為的条件による間隙水圧の上昇を抑えることですべり面土壌の強度を保ち、もって地すべりを抑止する有効な工法である。

「鉄筋コンクリート集水井」は、集水井による地下水排除工法にコンクリート二次製品化した井筒を使用し、システム化した工法であり、特に新第三紀層に多い被圧地下水による砂質地盤のボーリング現象や軟らかい粘性土層におけるヒービング現象を起こしやすい地質に適している。

本「鉄筋コンクリート集水井 設計・施工マニュアル」は、「鉄筋コンクリート集水井」の現場への適合、設計の考え方、製品規格、施工概要を整理したものである。

地すべり現象は多種多様であり、全ての地すべり現象に即応する工法をきめ細かく提案することは不可能ではあるが、随時研究を進め、地すべりから国民の生命と財産を守り、暮らしの安全性を高めていきたいと考えている。

本マニュアルが、地すべり対策の一助になれば幸いである。

平成22年7月

鉄筋コンクリート集水井検討委員会
委員長 岩田 英二

目 次

第1編 鉄筋コンクリート集水井	1
1章 総 則	1
1.1 目 的	1
1.2 適用の範囲	5
1.3 用語の意味	5
2章 設 計	9
2.1 集水井本体の設計	9
2.1.1 設計荷重	9
2.1.2 許容応力度及び許容耐力	10
2.1.3 かぶり	12
2.1.4 土質条件	13
2.1.5 円環状態での検討	13
2.1.6 縦方向の検討	14
2.1.7 横方向の検討	15
2.2 沈下防止コンクリートの設計	15
2.3 蓋の設計	17
3章 規 格	19
3.1 種 類	19
4章 施 工	30
4.1 施工手順	30
4.2 工事ヤード	52
4.3 安全管理	54
4.3.1 交通安全	54
4.3.2 安全管理	54
4.4 環境対策	57
5章 施工歩掛	58
(参考資料)	64
1章 集・排水ボーリング工	64
1.1 集水ボーリング工	64
1.2 排水ボーリング工	65
2章 水路工	66
2.1 排水路	66
2.2 落差工	66
2.3 その他(ライナープレート鋼製天蓋掛替用ブロック)	69

第1編 鉄筋コンクリート集水井

1章 総則

1.1 目的

鉄筋コンクリート集水井 設計・施工マニュアル(以下「本マニュアル」という)は、鉄筋コンクリート集水井の工法について、その設計・施工並びに井筒ブロックの製造に資することを目的とする。

深層地下水排除工には集水井を施工することになるが、その主要材料は、鉄筋コンクリート製と鋼製ライナープレート製に大別され、その用途は地すべり地における地形的条件や地層状況・水理地質などの要因によって選定される。

集水井主要材料の適用性は下表のように取りまとめられる。

項目	鉄筋コンクリート製	鋼製
施工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大型車の運搬が主体 ・ 井筒本体の組立にはクレーンの仮設必要 ・ (最大重量)コンクリート材天蓋:2.38t ・ 自重沈下工法主体のため余堀りは小さい ・ 自重沈下施工が不能になった場合セグメントブロックによる逆巻工法に切り換え、安全に施工可能 ・ 壁体は剛性に富み不慮の土圧にも抵抗可能 ・ 後年の井筒内作業に対し安全に施工可 ・ 本体組立は地上作業 ・ 自重沈下工法と下継工法の組合せで掘削 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小型(2t)での運搬可能 ・ 補強材の組立にはクレーンの仮設必要 ・ (最大重量)鋼材天蓋:0.15t ・ 掘削径余堀りが15cm程度必要 ・ 補強材はある程度の深さになって取り付けるので、土圧により変形の危険あり ・ 後年の井筒内作業に対し危険を感じる ・ 本体・補強材組立は地中作業 ・ 50cm掘削毎に組立て補強材取付部分は余堀り必要
材料・材質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄筋コンクリート製 ・ 耐用年数は50～100年以上であり、施工箇所環境による影響はあまり無い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼製(ライナープレート) ・ 耐用年数は溶融亜鉛めっきの耐久性であり、一般的に、25～113年とされているが施工箇所環境、気象条件によって大きく異なる
天蓋	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄筋コンクリート製で重量は重い、積雪地での耐久性に富む ・ 半円板形状であり、枯葉等が井筒内に堆積することは無い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼製で重量は軽い、積雪地での耐久性は低い ・ エキスパンドメタルの面積が大きく、枯葉等が井筒内に入り込み、機能低下に繋がる
地層	<ul style="list-style-type: none"> ・ 粘性土・・・沈下困難の場合載荷必要 ・ 砂礫・砂質土・・・ボイリング・井壁の崩落がある場合でも施工可能 ・ ヒービング発生時・・・問題なし ・ 酸性土・・・加工により使用可能 ・ 鉄筋コンクリート製は全層にほぼ適する ・ 地熱地帯でも使用可能 ・ 強アルカリ性、強酸性、温泉性でも使用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 粘性土・・・問題なし ・ 砂礫・砂質土・・・ボイリング・井壁の崩落により施工不可能の場合あり ・ ヒービング発生時・・・問題あり、施工不可能の場合あり ・ 酸性土・・・使用不可能 ・ 鋼製はボイリング・ヒービング現象を生ずる地層・酸性土には不適

その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 維持管理が容易で耐久性あり ・ 施工期間長い ・ 地下水取水井筒や用水井に使用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 維持管理はやや困難で耐久性に欠点あり ・ 施工期間短い
-----	---	--

以下 省 略

1. 2 適用の範囲

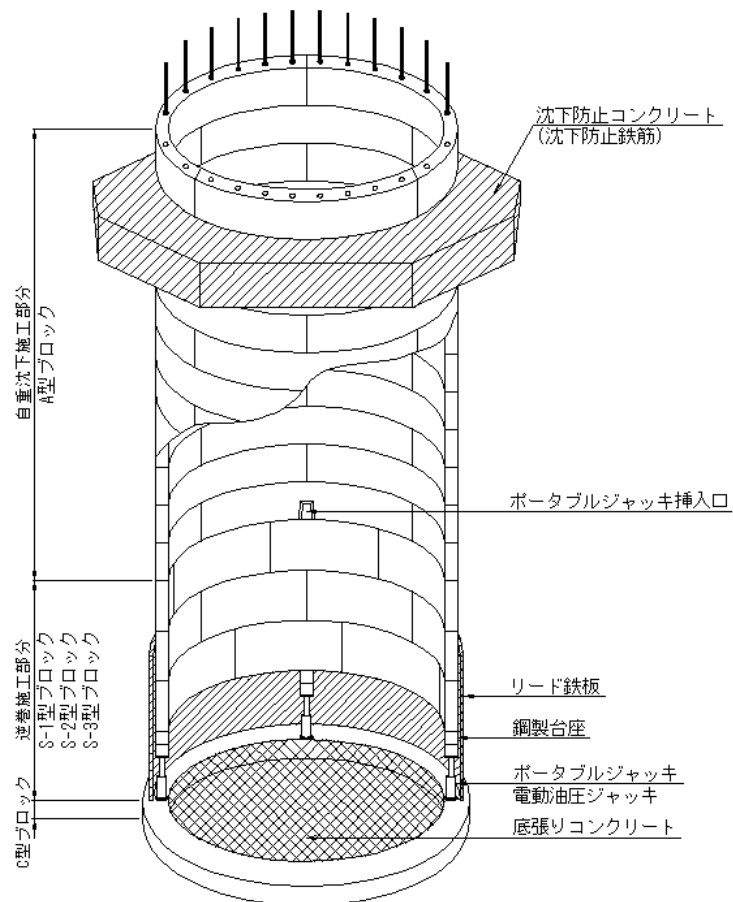
鉄筋コンクリート集水井工は、地すべり地の深層地下水排除工に適用し、深さと内径の関係は下記を標準とする。

深 さ	内 径
10m 未満	3.0m
10m 以上 30m 未満	3.5m
30m以上	4.0m

解説 省 略

1. 3 用語の意味

本マニュアルで用いる主な用語の意味は次のとおりである。



鉄筋コンクリート組立集水井模式図 (自重沈下施工・逆巻施工併用の例)

- (1) 自重沈下施工（上継施工） 井筒ブロックの組立を地上で行い(上継足し)、井筒内孔底の掘削分だけ井筒ブロックの自重で沈下させる施工方法。
- (2) 逆巻施工（下継施工） 井筒内において、刃口上部に井筒ブロックをはめ込み、順次組立てる(下継足し)施工法。自重沈下施工による沈下作業が停止した場合に行う施工方法。
- (3) 自沈ブロック 自重沈下施工で施工する場合の井筒ブロック。
- (4) 逆巻ブロック 逆巻施工で施工する場合の井筒ブロック。
- (5) リード鉄板 孔壁崩壊を防止するための保護（シールド）鉄板
- (6) 鋼製刃口 主として逆巻施工の場合に用いるリード鉄板一体型の刃口
- (7) ポータブルジャッキ、電動油圧ジャッキ 逆巻施工時に使用するジャッキで、前者はストローク150mm、後者はストローク200～250mmである。
- (8) 鋼製台座 ジャッキストロークの不足を補うための鋼製のコマ材。
- (9) 縦方向接合鉄筋 自重沈下施工における鉛直方向に接合するための挿入鉄筋。
- (10) 横ジョイント、縦ジョイント 井筒円環方向の製品接合継手を横ジョイントといい、逆巻施工における鉛直方向の製品接合継手を縦ジョイントという。
- (11) 沈下防止コンクリート・沈下防止鉄筋 施工中集水井の沈下防止用として設置するもので、沈下防止コンクリートは集水井頭部に設置し、沈下防止鉄筋は施工途中に必要なに応じて設置する。

解説 省 略

2章 設 計

2. 1 集水井本体の設計

2. 1. 1 設計荷重

集水井本体の設計荷重には、下記の荷重を考慮する。

- (1) 静止土圧
- (2) 偏土圧
- (3) 上載荷重

省 略

(1) 静止土圧(P)

静止土圧係数は0.5を用いる。静止土圧強度の分布は、深さ15mまでは三角形分布し、それ以深は深さ15mにおける静止土圧強度と同じとし、増加しないものとする。

以下 省 略

(2) 偏土圧(P')

---省 略---「偏土圧100kN/m²」とし、過去の集水井筒の実績から深さ15mまでは三角形分布として、それ以深は一定に作用するものとする。

(3) 上載荷重(q)

作業荷重及び完成後の積雪荷重を考慮し、10kN/m²を見込む。

以下 省 略

2. 1. 2 許容応力度及び許容耐力

---省 略---

2. 1. 3 かぶり

井筒ブロックの鉄筋純かぶりは25mm以上とする。

解説 省 略

2. 1. 3 土質条件

---省 略---

2. 1. 5 円環状態での検討

円環状態の検討は、1方向より偏土圧を受ける場合について行う。

解説 省 略

2. 1. 6 縦方向の検討

縦方向(鉄筋又はボルト)の検討は、偏土圧により生じるせん断力に対して行う。

解説 省 略

2. 1. 7 横方向の検討

横方向（ボルト）の検討は、偏土圧により生じる曲げモーメントに対して行う。

解説 省略

2. 2 沈下防止コンクリートの設計

---省略---

2. 3 蓋の設計

蓋の設計に際しては、積雪地での設置を想定して積雪荷重 17.5 kN/m^2 を考慮し、桁部・蓋版部に分け構造照査を行うものとする。

(1) 上載荷重

上載荷重は、施工完了後に井筒の蓋に作用する荷重として、積雪深 5.0m に相当する積雪荷重 17.5kN/m^2 を考慮する。

以下 省略

(2) 桁の検討

---省略---

(3) 蓋版の検討

---省略---

3章 規格

---省略---

4章 施工

4.1 施工手順

施工手順は、下記フローを標準とする。

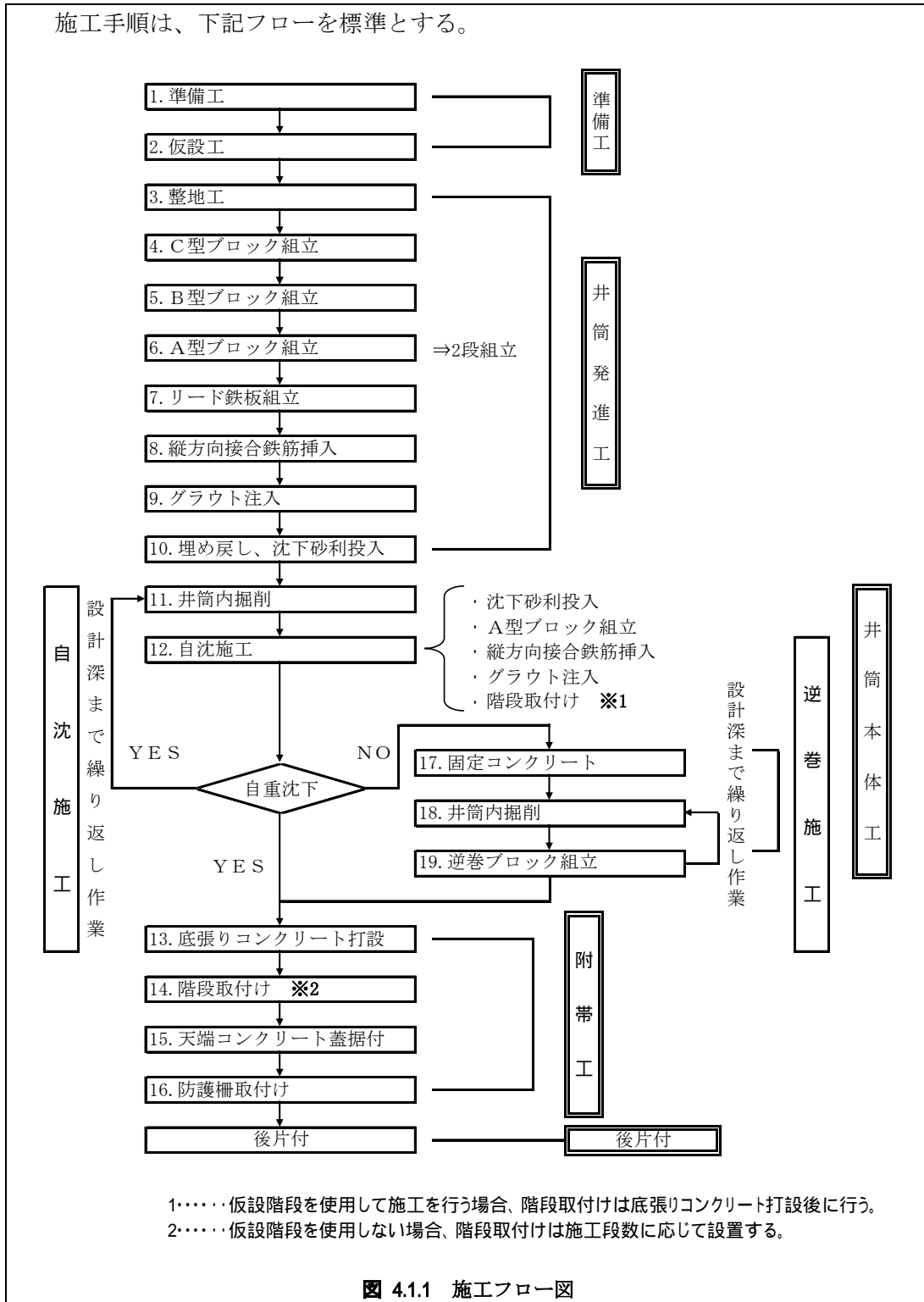




図 4.1.1 施工フロー図

上図は、自沈施工及び逆巻施工における各部材の組立手順やその留意点を示し、安全な作業で合理的に施工することを目的に、その標準的な例を示したものである。

なお、フロー図の4～7の表現は、内径3.0m及び内径3.5mの集水井を施工する場合の表現であり、内径4.0mの場合は、表現が逆巻ブロック、鋼製刃口等が変わってくる。

下表は、主要な作業内容について説明したものであり、作業手順の番号は施工フロー図中の番号に整合している。

作業手順	要 点
3. 整地工	省 略
4. C型ブロック組立	<p>◆ 水平にした据付け面上に、三分割されたC型ブロック鋼製保護鉄板を据付ける。</p>  <p>◆ C型ブロックの据付け C型ブロック保護鉄板上に、C型ブロックをはめ込み、C型ブロック保護鉄板接合穴とC型ブロック下部接合穴を合わせ、専用ボルトにて仮締めする。</p>  <p>以下 省 略</p>
5. B型ブロック組立	<p>◆ 三分割されたB型ブロックを、C型ブロック上部に据付ける。</p>  <p>以下 省 略</p>

<p>6. A型ブロック組立</p>	<p>◆ ブロックの組立</p> <p>三分割されたA型ブロックを、B型ブロック天端に千鳥に据付ける。組立時は、位置決め刻印を確認しながら組立てる</p>  <p>以下 省 略</p>
<p>7. リード鉄板組立</p>	<p>◆ リード鉄板組立</p> <p>三分割されたリード鉄板をC型ブロック天端にシノ等で位置を合わせながら、C型ブロックとリード鉄板をボルトにて仮締めする。</p>  <p>以下 省 略</p>
<p>8. 縦方向接合鉄筋挿入</p>	<p>省 略</p>
<p>9. グラウト注入</p>	<p>省 略</p>
<p>10. 沈下砂利投入</p>	<p>省 略</p>
<p>11. 12. 井筒内掘削および本体組立</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 井筒の掘削は、内部中央から始め、次第に周囲に対称的に進める。 ◆ 井筒本体の水平・鉛直に対する施工管理を行い、1回の掘削量を1.0m以内におさえ、不等沈下による傾きが生じないように注意する。 ◆ 井筒内掘削が20.0m以上になり、クラムシエルの掘削可能深さを超えた場合は電動バックホウ及び、人力作業となる。 ◆ ボルトの締め付が井筒内であることから、作業足場若しくは作業ゴンドラを設置し作業を行う。 <p>一部省略</p>

13. 底張りコンクリートの打設	
14. 階段取付	省 略
15. 天端コンクリート蓋据付	<p>◆ ブロック 4ヶ所のインサート (M20) に専用吊具をねじ込み、ワイヤロープ (φ12 mm以上) を使用し、トラッククレーンで据付ける。</p> <p>◆ コンクリート蓋本体据付完了後、手摺り・鋼製蓋等の附帯工部材を取付ける。</p> 
16. 防護柵取付	
17. 固定コンクリート	省 略
18. 井筒内掘削	11 項に準ずる。
19. 逆巻ブロック組立	<p>[B型ブロックとC型ブロックとの切離し]</p> <p>◆ B型ブロックのジャッキ挿入ヶ所 (3ヶ所) にポータブルジャッキをセットし、C型ブロックとB型ブロックをつないでいるボルトを取りはずす。</p> <p>◆ 井筒上部を反力に取り、C型ブロックの刃先部を掘り起しながら、3ヶ所のポータブルジャッキでC型ブロックを切り離す。</p>



以下 省 略

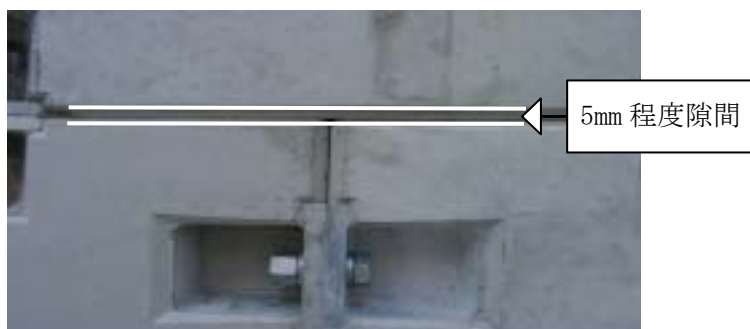
[ブロックの組立]

- ◆ 専用の吊金具(組立金具と兼用)でトラッククレーンにて振止ガイド(ワイヤー等)を使用して、井筒底部まで吊降ろし、ガイドからはずした後、組立位置までトラッククレーンで移動する。



以下 省 略

- ◆ 所定の位置に、トラッククレーンを使用しながら縦方向接合部をボルトにて締付ける。この時、ブロックの天端高さを調整できるように 5mm 程度の隙間を空けて仮締めする。



以下 省 略

	<p>[集水井本体の中間部固定工]</p> <p>◆ 集水井の設計深が深くなると、逆巻ブロックの縦方向接合ボルトの引張応力、固定コンクリートの鉄筋のせん断応力を補うため、中間部にアンカー鉄筋を打込む。</p>
20. 貯水工	<p>◆ 透水性の地盤に集水井を設置する場合、排水ボーリングの高さまで各ブロックの縦、横方向の接合面に止水性シーリング材を塗布し貯水槽を設ける。</p>

4. 2 工事ヤード

省 略

4. 3 安全管理

省 略

4. 4 環境対策

省 略

5章 施工歩掛

省 略

[参考資料]

地すべり対策には、集水井を用いた深層地下水排除工が有効であるが、機能を十分に発揮するには、集水ボーリング工・排水ボーリング工の適正な配置、さらに流末処理としての水路工(落差工を含む)などの整備も重要である。

1章 集・排水ボーリング工

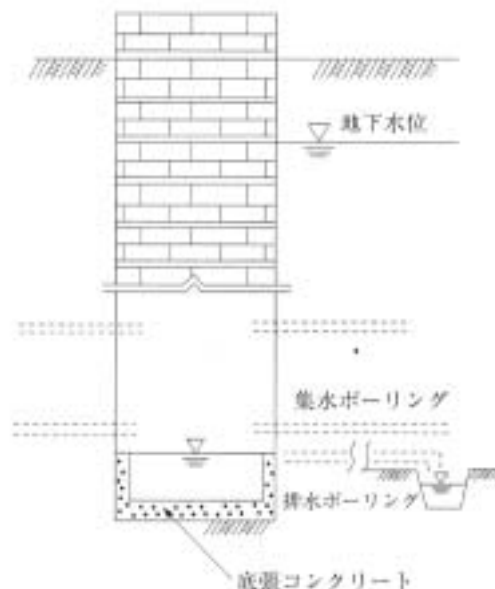
1. 1 集水ボーリング工

集水ボーリングは、集水井から放射状に掘進し、対象とする地下水貯留層に応じて多段に設置ものとする。

設計計画にあたっては、下記に留意するものとする。

- (1) ボーリングの先端間隔は5～10m程度とする。
- (2) ボーリングの長さは、70m未満で設定するものとし、先端はすべり面より先へ5～10m程度貫入させるものとする。
- (3) 掘進は、3～10°程度の仰角を標準とする。ただし、水頭圧の大きい被圧地下水に対しては俯角で掘り、自噴排水させることも可能。
- (4) ボーリングの掘削孔径は66mm以上とする。
- (5) 掘削孔には、ストレーナのついた保孔管を挿入する。

集水井自体に集水能力を持たせる場合は集水井壁面に水抜き孔をあけるが、集水ボーリングを放射状に配置して集水する方法が一般的である。



集水井と集・排水ボーリングの模式図

以下 省 略

1. 2 排水ボーリング工

集水井からの排水は、排水ボーリングによる自然排水により行うことを原則とする。
排水ボーリングの長さは100m以内を標準とし、ボーリング内の挿入管には、内径75～100mm程度の鋼管を用いるものとする。

配水管は1本を標準とするが、地すべりの活動状況によっては安全を見込んで複数の排水管を設ける場合もある。

排水口はなるべく地すべり地外の排水路が望ましいが、やむを得ず地すべり地内に排水路を設置する場合は、地表面の変形に追従できるようなフレキシブルな材質の排水路が望ましい。排水口が崩壊するおそれのあるところでは、崩壊防止のため蛇籠、又はコンクリート壁、ブロック等による保護工を施工する。



排水口保護ブロック（例）

2章 水路工

2. 1 排水路

集水井からの排水ボーリングによる自然排水は、既設の排水路がある場合を除き、排水路を新設して流末処理を行うものとする。

排水路の断面は、必要に応じて設計排水量を求め、余裕を持った断面とする。

また、水路の材質は、水路設置点の状況を考慮して選定するものとする。

解説 省略

2. 2 落差工

急勾配の排水路においては、必要に応じて落差工を設ける。設置にあたっては下記に留意するものとする。

- ① 設置箇所には、地盤の変動がない堅固な箇所を選定することが望ましい。
- ② 水路線形が変化する箇所には、減勢機能を有する落差工とする。
- ③ やむを得ず地盤変動が予想される箇所に落差工を設置する場合は、過大な土圧が生じないように配慮するとともに、変状に対する修正が可能なように組立構造を採用するものとする。

地すべり地は傾斜地に分布することが多く、排水路の勾配も急勾配となる。また地形の変化も激しく水路勾配も一定にはならない。

したがって、要所々々に減勢機能を有する落差工などを設けて水路勾配を緩和し、水勢を弱める必要がある。

落差工の設置箇所は、地盤の変動がない堅固な箇所が望ましい。

以上のような条件を考慮して開発されたのが、組み立て式の「円形落差工」である。

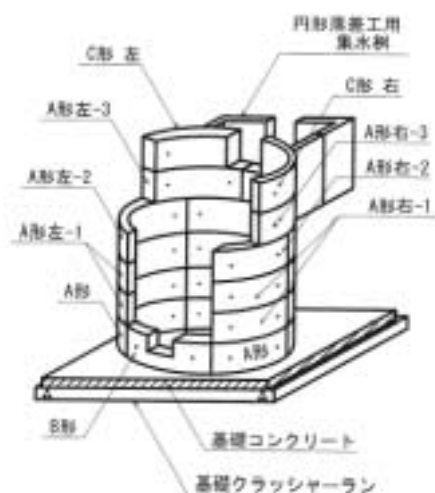
次にその概要を紹介する。



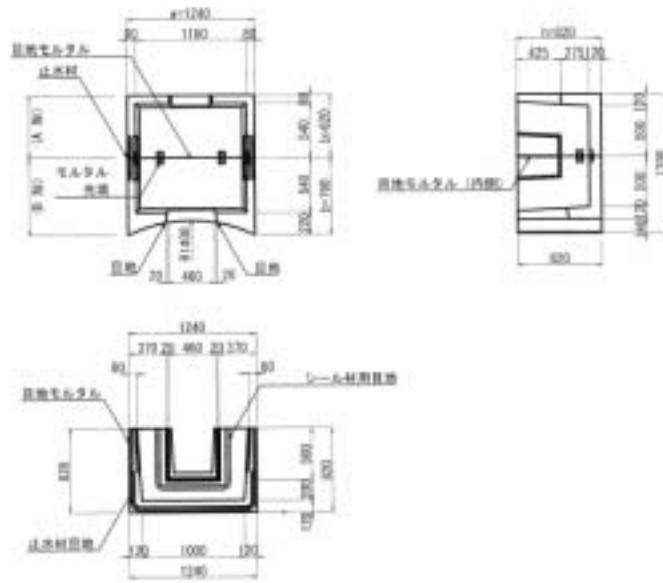
プレキャスト円形落差工（正面）



プレキャスト円形落差工（側面）

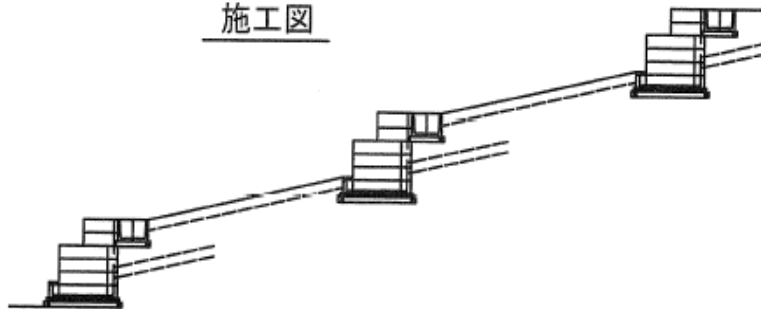


プレキャスト円形落差工（斜視図）



プレキャスト円形落差工用集水柵形状図

施工図



円形落差工配置 (例)

2. 3 その他

省 略

鉄筋コンクリート集水井検討委員会

委員長	岩田 英二	(社)北陸建設弘済会
委員	中村 二三雄	日本工営(株)
〃	五十嵐 正之	北陸土木コンクリート製品技術協会
〃	長井 修	(株)興和
〃	細野 義則	(株)アドヴァンス
〃	市村 浩二	(社)北陸建設弘済会

鉄筋コンクリート集水井設計施工マニュアル

(定価：2,000円 消費税込)

平成22年7月 発刊

編集 鉄筋コンクリート集水井検討委員会
発行 社団法人 北陸建設弘済会
新潟市江南区亀田工業団地二丁目3番4号
TEL 025-381-1301
FAX 025-383-1470