

### 3.3.3 排水工

排水施設は、急傾斜地の崩壊の原因となる地表水及び地下水を速やかに急傾斜地から排除することが目的であり、土留又はのり面保護施設が設置してあるかどうかにかかわらず、水の浸透又は停滞により急傾斜地の崩壊のおそれがある場合に設置するものとする。

#### 【解説】

##### 1) 目的、種類及び一般的留意事項

地表水及び地下水は、急傾斜地の崩壊の要因となる場合が多く、排水施設はほとんどの対策工事に用いられる。

また、排水施設は、急傾斜地の安定を損なう地表水・地下水を速やかに集めて急傾斜地外の安全なところへ排除したり、地表水・地下水の急傾斜地への流入を防止することで急傾斜地の安定性を高めると同時に土留、のり面保護施設等の他の崩壊防止施設の安定性を増すことを目的として用いられる。

##### 2) 種類と適用

地表水の集水、急傾斜地外への排水、急傾斜地内への流入防止のために用いられるものは一般に地表水排除工と呼ばれ、のり肩排水路工、小段排水路工、縦排水路工、浸透防止工、及び谷止工がある。また主として地下水の集水、急傾斜地外への排水、急傾斜地内への流入防止のために用いられるものは一般に地下水排除工と呼ばれ、暗渠工、横ボーリング工などが急傾斜地では主として用いられ、その他には遮水壁工、集水井工、排水トンネル工などがある。

排水工の計画・設計に当たっては対象の急傾斜地付近の気象、地形及び地表面の被覆状況、地質・土質と地下水・湧水、急傾斜地及び周辺の既設排水施設の断面と状況、及び排水系統を調査し、排水系統全体のバランスがとれるよう合理的に計画・設計する。

地表水排除工に用いる水路等の断面を決定するには、当該急傾斜地の周辺の既設排水施設の実態、及び当該急傾斜地からの流出量、維持管理、施工性等を総合的に検討して決定する。計画排水量（計画流出量）の算定と排水工の断面形状の検討に当たっては、以下に示す「砂防指定地及び地すべり防止区域内における宅地造成等の大規模開発審査基準(案)」などの基準を参考にするものとする。

また、降雨確率については当該水系の下流で現に実施している河川改修計画と整合のとれたものとなるように計画する。

## ＜参考＞ 砂防指定地及び地すべり防止区域内における宅地造成等の大規模開発審査基準(案)

## IV 排水施設

## N 排水施設

## 1 計画流量

排水諸施設を計画する基準となる計画流量は次の式によって算定する。

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot i \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

Q : 雨水流出量 (m<sup>3</sup>/sec)

C : 流出係数

i : 降雨強度 (mm/hr)

A : 排水面積 (ha)

尚、降雨強度 i については当該造成地近傍の雨量観測所における百年確率時間雨量以上とし、既往最大時間雨量を下まわらない雨量とする。

ただし、雨量観測所と当該造成地との標高差が三百m以上の高所の場合には右記雨量の二十％～四十％増の雨量を採用するものとする。

又右記によつて計算された流量に十％程度の含砂量を見込むものとする。

流出係数については、三紀層山地○・七～○・八、起伏ある土地及び樹林○・五～○・七五、平坦な耕地○・四五～○・六〇、水田○・七～○・八％とし、宅地造成後の地域は○・八五～一・〇、パイロット事業地、ゴルフ場○・七五～一・〇とする。

尚、これらのものが、混在する場合は面積加重平均として計算するものとする。

## 2 算するものとする。

## 排水路（造成地内）

## (イ) 平面開水路

(1) 開水路設置の基準となるべき流域面積は、造成後の変更をも含めて考慮し流域区分を明確にし、すべての流量計算はそれにもとづいて行うこと。

(2) 表面水は原則として開水路によつて処理し、浸透水伏流水のみ暗渠上にて処理するものとする。

(3) 開水路法線、勾配は急激な折線をさけ、又流水のエネルギーを減殺するため合流地点、水路延長おおむね百m以内毎及び流末端に溜樹を設け、又その最終端にはフトン籠等をおいて洗掘を防止すること。

(4) 水路の構造は、水による侵食及び水の浸透を起さない構造としなければならない。

(5) 開水路の流速は常流々速の範囲とする。

(6) 開水路を盛土上に設ける場合、沈下に対する対策を十分考慮し、必要に応じ基礎の置換え、杭打等の基礎処理を行うこと。

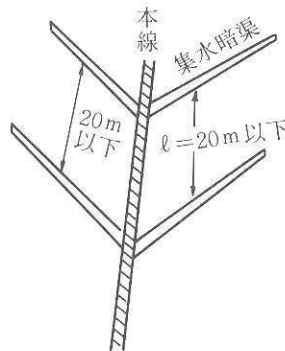
## (ロ) 暗渠工

(1) 溪流を埋め立てる場合には本川、支川をとわず在来の溪流に必ず暗渠工を設けなければならない。

(2) 暗渠工は、樹枝状に埋設し完全に地下水の排除ができるように計画する。

(3) 小段のある盛土の場合には、土質に応じ小段毎に暗渠工

- をもうけ、すみやかに表流水及び伏流水を排除するものとする。
- (4) 幹線部分の暗渠工は有孔ヒューム管にフィルターを巻いた構造とし、集水部分は有孔ヒューム管又は盲暗渠等の構造とする。



- (5) 暗渠工における幹線部分の管径は三十 cm 以上とし、支線部分の管径は十五 cm 以上とする。
- (6) 支線がない場合又は支線の間隔が長い場合には二十 m 以下の間隔で集水暗渠をもうけるものとする。
- (7) 排水は表面、法面、小段、暗渠等系統的に排水施設を計画し造成部分の一部に排水系統の行きわたらない部分が生

### 3 流末処理

じないようにしなければならない。

- (1) 上流流域が造成工事されることによる下流河川の流量の増加量の算定にはラシヨナル公式を用いるものとしその基礎となる計画雨量は下流が国土保全上重要な河川（直轄砂防実施河川、都市砂防河川）については確率年数百年以上の雨量、その他の河川については確率年数五十年以上の雨量とし、この雨量によつて計算された流量に十％程度土砂含入率を見込むものとする。ただし、いずれの場合にあつても既往最大雨量を下廻らないようにする。

- (2) 前記の方法が困難な場合には、上流流域が造成工事がなされることによる下流河川の流量増率については次式によつて推定計算するものとする。

$$qa = \alpha \cdot \beta \cdot p + (1 - p)$$

qa：造成による流量増加比

α：洪水到達時間が造成によつて短かくなつたため  
の計画雨量強度の増大比（ペイロット、ガルン  
場1.2～1.4、宅造1.4～1.6）

β：造成による流出率の増大比  $\left( \frac{\text{造成後の流出率}}{\text{造成前の流出率}} \right)$

p：流域面積に対する宅地造成面積の造成比  $\left( \frac{\text{流域面積}}{\text{流域面積}} \right)$

- (3) 前記により算出した流量増分については、造成者側においてその影響が下流河川において無視し得る程小さくなるまでの区間にわたり流路工による河床の掘削、河積の拡大等の砂防工事を実施するか、又は第V節の遊水池による処理を行わなければならない。

## (2) 地表水排除工

地表水排除工は主として排水路により地表水を速やかに集めて急傾斜地外の安全なところへ排除し、他の地域からの地表水の急傾斜地内への流入を防止することで、急傾斜地の安全性を高めようとするものである。また、土留及びのり面保護施設の安定度を高めて、急傾斜地の崩壊を防止しようとするものである。

### 【解 説】

排水路工には、法肩排水路、小段排水路、縦排水路等がある。

#### 1) 法肩排水路・小段排水路

法肩排水路、小段排水路は急傾斜地に流入する地表水及び急傾斜地内の降雨水及び湧水を集水し、縦排水路に導き速やかに急傾斜地外に排除するもので、原則として斜面上及び小段の全区間に設置するものとする。

水路勾配については、縦排水路に向かって流れやすい勾配にし、途中で屈折点などの逆勾配部分を無くし滞水しないように注意する。

断面は土砂や枝葉等の流入、堆積を見込んで十分余裕をもたせた断面とする。水路の構造はコンクリートブロック製品が多く用いられるが、施工に当たっては漏水、越水又は滞水しないよう注意する。基礎部分が軟弱であればぐり石等で敷き固め、その上にならしコンクリートを打設し不等沈下を防ぐ。のり肩排水路と小段排水路の間隔及び小段排水路相互の間隔は通常小段間隔と同じで直高 5m 程度が標準である。

侵食されやすい砂質土からなる法面及び重要な法面に設置する排水路工は経済性を検討しコンクリート、アスファルト等で被覆し、侵食等を防止しなければならない。

のり肩排水路、小段排水路には土砂の堆積や越流など維持管理上の問題を生じないように縦断勾配を設ける。

#### 2) 縦排水路

縦排水路は、集水した水を速やかに区域外に排出するためのもので、次の事項を考慮し設計するものとする。

縦排水路の配置間隔は 20m を標準とする。

縦排水路と横排水路の連結点、屈曲点、勾配急変点など流れが急変する所には、集水柵を設けるものとする。また、縦排水路の勾配が急な場合等で水の飛散が考えられる場合は、縦排水路の周辺の侵食防止、縦排水路の被覆等を行うものとするが、維持管理しやすい構造とするものとする。

#### 3) 湧水の措置

斜面・法面に湧水などがある場合には、縦水路及び地下水排除工などに排除するものとする。

また必要に応じて、土砂流出に対し蛇籠等により措置する。

<参考> 新・斜面崩壊防止工事の設計と実例 本編 p. 115～122

## 4.2 地表水排除工の設計・施工

### 4.2.1 一般的留意事項

地表水排除工は主として排水路より地表水を速やかに集めて斜面外の安全なところへ排除したり、他の地域からの地表水の斜面内への流入を防止することで斜面の安全性を高めようとするものである。また、擁壁等他の崩壊防止施設の安定度を高めて、斜面の崩壊を防止しようとするものである。

地表水排除工を計画する箇所としては斜面上部、斜面内および斜面下部である。また斜面の上部に凹地等があって滞水し地下に浸透して斜面の安定を害している場合には、地形を整形するとともに排水路を設置することが望ましい。

地表水排除工は一般に他の工法と併設されるほか、斜面状況によっては単独に設置して斜面の安定を図る場合もある。また切土工の着手に先行して、周囲から流入する地表水を遮断する目的で施工する場合もある。特に切土工中に降雨水が斜面に集中して流下したため崩壊事故が発生することが多いことから、できるだけ工事区域の周辺に地表水排除工を先行して実施することが望ましい。場合によっては仮設工事として設置することも考慮される。

工種としては地表水を横断的に集めるのり肩排水路、小段排水路、のり尻排水路等と、集めた水を迅速に排水するための縦排水路工に区分されるが、一般にはこれが一体となって機能するものである（図4-5参照）。しかし地形的に自然な集水が期待できるときは縦排水路工のみの場合もある。また斜面に小規模の食浜があってそれが発達するおそれがある場合、その縦横侵食を防止するために流路工的な縦排水路を設けることがある。

また排水路の線形や勾配の急激な変化によって溢水や跳水が生じることがないように必要に応じて落差工、減勢工、跳水防止工を設けることが望ましい。

排水路の設計にあたっては地形および崩壊防止施設完成後の排水系統等を考慮する。

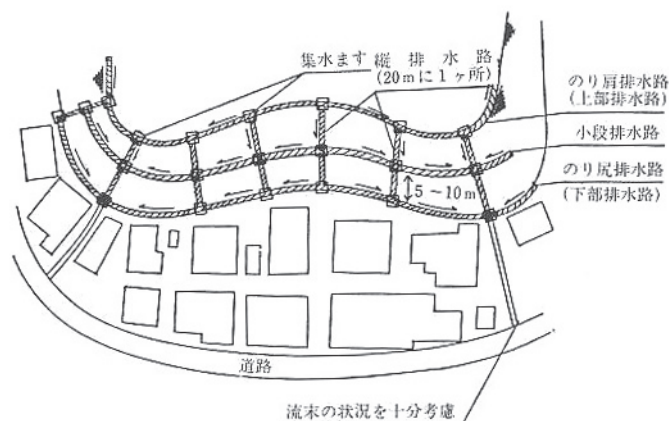


図 4-5 地表水排除工模式図

排水路の流末処理は排水された水が再び斜面や施設の基礎地盤に悪影響を及ぼさないよう、速やかに区域外へ排水するよう配慮する。流末処理として、既設水路に連結することが多いため、既設水路の断面が著しく不足する場合には、既設水路の改修を考慮する。この場合、事前に施設の管理者と十分に協議する。また既設水路の改修を避けるため、原則として斜面の排水は小集水区域に分割し、既存の施設の断面内で流せるように細分して処理することが望ましい。

縦排水路では施工後の排水路のずり落ちによる跳水が生じ、流水が地下に浸透して斜面に害を与える場合が比較的多いので、すべり止めつきのU形溝を用いたり、すべり止め杭を設けるなどの対策を考慮する。

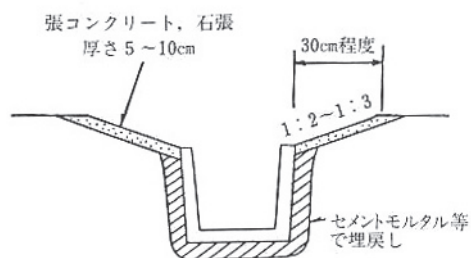


図 4-6 縦排水路の跳水対策

のり面排水施設の破壊は主として水が排水路内を流れず、その外側や底裏を流れて周囲の土を洗掘する場合が多い。表流水を受ける排水施設はそれをのみ込みやすくするため地山に十分食い込ませるとか、不透水性の材料で入念に埋戻しを行うなどの配慮をしなければならない。急流となるところでは水が跳ね出さないようにふたを設けたり、少々の跳水があっても排水路の外側が洗掘されないように排水路の両側を矢羽根状に切り込み、そこを張コンクリートや石張で補強しておくなどの措置が必要である(図4-6参照)。施工に

あたっても、水路から周辺に水があふれたり飛び散ったり漏れたりすることのないよう入念に実施する。

排水施設の施工はできる限り早い時期に行うことが望ましい。例えば、のり肩排水施設などは切土工事に先がけて行っておくほうが、切土作業のために有利である。しかし必ずしも工事に先がけて、あるいは工事の進み具合に備えて施工できない場合もある。このような場合は仮排水施設によらなければならないが、本排水施設施工後も地下排水路として活用するなど、何らかの排水の役目をもたせておくように考慮すべきである。

縦排水路は原則としてのり面整形後に施工するが、流速が大きくなり、安定した構造が必要のため、特に入念な施工が必要である。

切土区間では岩質や地層の走行などがのり面の湧水に非常に関連が深いので、十分把握しておか

なければならない。そして切土作業中の観察とあわせて、のり面排水施設の設計・施工に臨機応変の措置がとれる態勢にしておかなければならない。特に蛇紋岩、角閃岩、かんらん岩、千枚岩、粘板岩、頁岩などの風化帯は水による影響を受けやすいので気をつけなければならない。また排水施設が降雨などの表面水を適切に排水できなるとかえってのり面の安定性を損なうことになるので、十分に効果を発揮するよう施工することが必要である。

施工中または切り取り後の斜面は、植生その他の斜面保護を完成するまでは最も不安定な状態にあるので、必要に応じ降雨時ビニールシートやキャンバスなどによる被覆やビニールパイプなどによる仮排水などの手段をあわせて講ずる必要がある。

#### 4.2.2 排水路工

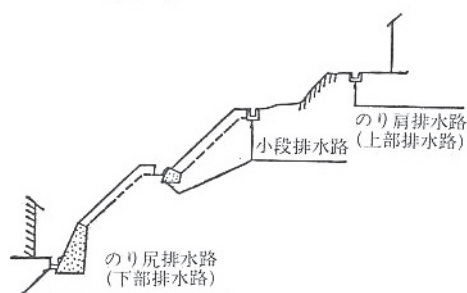


図4-7 のり肩排水路, 小段排水路等の設置位置

排水路工には、のり肩排水路、小段排水路、縦排水路等がある（図4-7参照）。のり肩排水路、小段排水路は斜面に流入する地表水および斜面内の降雨水および湧水を集水し、縦排水路に導き速やかに斜面外に排除するものである。水路勾配については、縦排水路に向かって流れやすい勾配にし、途中で屈折点などの逆勾配部分をなくし滞水しないように注意する。断面は土砂や枝葉等の流入、堆積を見込んで十分余裕をもたせた断面とする。水路の構造はコンクリートブロック

製品が多く用いられるが、施工にあたっては漏水、越水または滞水しないよう注意する。基礎部分が軟弱であればぐり石等で敷き固め、その上にならしコンクリートを打設し不等沈下を防ぐ。のり肩排水路と小段排水路の間隔および小段排水路相互の間隔は通常小段間隔と同じで直高5m程度が標準である。

小段排水路は原則として小段の全区間に設置する。

侵食されやすい砂質土からなるのり面および重要なのり面に設置する排水路工は経済性を検討しコンクリート、アスファルト等で被覆し、侵食等を防止しなければならない。

のり肩排水路、小段排水路には土砂の堆積や越流など維持管理上の問題を生じないように縦断勾配を設ける。

排水施設は事前の調査に基づいて計画されるが、地中の浸透水の動きを事前の調査のみによって正確につかむことは難しく、施工中に地下水や透水層の存在が判明することが多い。したがって、のり肩排水路、小段排水路はのり面整形後斜面の状況を観察し、有効に排水できるように施工する。なお斜面のり尻排水路は擁壁上部の埋戻部分には原則として設置しない。やむを得ず設置する場合には、擁壁と排水路が一体となるように設計・施工する。

##### (1) のり肩排水路

のり肩排水路は上部斜面に降った雨水や湧水をのり面に流入させないようにするために、のり肩に設けるものである。

のり肩排水路の種類はのり面の存在する地形、流量および土質などを十分検討して決定しなければならない。

通常、のり肩排水路は維持管理がゆきとどき難しく、土砂のたまったときも清掃し難い位置にあることが多い。しかし土砂がたまるとのり面への影響が大きいので、その断面は十分大きくしておく

必要がある。また流末は地形をよく考慮し、のり面の安定に影響のないように導くべきである。

のり肩排水路としては、流量に応じて次のような種類のものがある。

(i) 鉄筋コンクリートU形溝等



図4-8 プレキャスト製品によるのり肩排水施設

排水路に集まる水量が多く、またその延長も長くなるような場合は、図4-8のようにプレキャストの鉄筋コンクリートU形溝や、遠心力鉄筋コンクリート半円管などを使用するのが望ましい。集水面積、地表面の状態にもよるが、30cm×30cm程度のプレキャスト鉄筋コンクリート

U形溝を使用する機会が多い。のり肩排水路は通常勾配も急であるのでかなりの排水能力をもつが、もしプレキャスト製品と地山が十分なじんでいないと、地表面を流下する雨水をのみきれずに排水路の裏面に沿って水が流れたり、排水路を流れる水が速度を強め勾配の変化点や何らかの障害物に当たって水を跳ね側面を洗掘したりするから、排水路の裏込めの施工を十分に行うことは当然であるが、山側には芝を張り侵食を防止し、排水路の勾配の変化点にはふたを置くなどの考慮が必要である。勾配が急になる場合は、縦排水施設同様にソケット付き製品を用いるのが望ましい。

(ii) コンクリート張り排水溝等

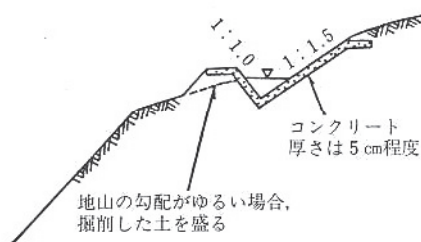


図4-9 コンクリート等による排水溝

集水量が比較的少なくても浸透した水がのり面の崩壊の原因になるおそれのある場合には、図4-9に示すようなコンクリートやセメントモルタルで排水路を保護する。

(2) 小段排水路

長大のり面では高さ5～10mごとに幅1.0～2.0mの小段が設けられる。これは長大のり面の下部では斜面上を流下する表面水の流量、流速が増加し洗掘力が大きくなるため、小段を設けることによって表面水の流速を低下させることができる。さらに小段に排水路を設けて水をのり面の外へ排水させれば、のり面下部に表面水が集中するのを防ぐこともできる。したがって小段排水路は小段上部のり面の表面水を処理できるように設計し、下部のり面に悪い影響を与えないようにしなければならない。

表面水の流速を低下させることができる。さらに小段に排水路を設けて水をのり面の外へ排水させれば、のり面下部に表面水が集中するのを防ぐこともできる。したがって小段排水路は小段上部のり面の表面水を処理できるように設計し、下部のり面に悪い影響を与えないようにしなければならない。

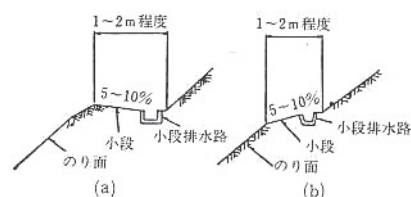


図4-10 小段の横断勾配

小段の横断勾配は一般に図4-10(a)のようにのり面勾配とは逆方向に勾配をつけるのが普通であるが、この場合は小段から水が全く浸透しないことが施工面で保証されるか、あるいは小段から多少水が浸透しても、のり面の安定に重大な影響がないと判断されることが必要である。このような条件が満たされ

ない場合は、のり表面が流水により侵食されないように、のり面保護工を施工するか、あるいはのり面保護工を施工しなくても侵食されにくいことを確認のうえ、図4-10(b)に示すように、斜面と同じ方向に勾配をつける。

小段排水路としては鉄筋コンクリートU形溝、遠心力鉄筋コンクリート半円管およびコンクリート排水溝などが用いられる。



## (i) 鉄筋コンクリートU形溝等

小段に集まる水量が多い場合は、鉄筋コンクリートU形溝あるいは遠心力鉄筋コンクリート半円管などを使用する。

一般に30cm×30cm程度のU形を使用するが多いが、土砂などの流入のないところでは、水量が少なくとも排水路を流れる流速をある程度保てる遠心力鉄筋コンクリート半円管が有利であることもある。地山と排水路の間の埋戻しは図4-11のように不透水性の土やプラスチックソイルセメントなどを用い、水が排水路の側面や裏面に回らないように配慮することもある。

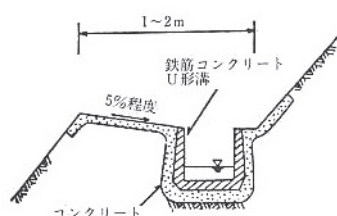


図4-11 鉄筋コンクリートU形溝

水が排水路の側面や裏面に回らないように配慮することもある。

## (ii) コンクリート張り排水溝等

小段に集まる水量が少ない場合にはコンクリート等を用いた排水路を設ける場合もある(図4-12参照)。

また、切取のり面で地層の変化する部分や地表が凹状になった部分などには、地下水が湧出または浸出することがある。このような箇所は切り取りを施工していく段階で発見されることが多いので、施工中はのり面の状況に注意して発見に努めなければならない。

また降雨時のみ水が浸出したり、季節により地下水位も変動するので注意が必要である。湧出または浸出の予想される箇所が発見されたら浸出水量、浸出箇所の分布などを考えて排水工配置や構造等を決定する(図4-13参照)。斜面のり尻排水路は擁壁上部の埋戻し部分には原則として設置しない。やむを得ず設置する場合には、擁壁と排水路が一体となるように設計・施工する。

## (3) 縦排水路

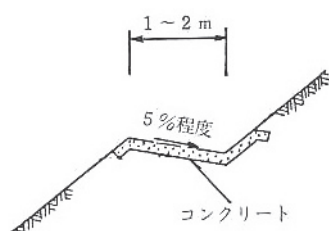


図4-12 コンクリート張り排水溝

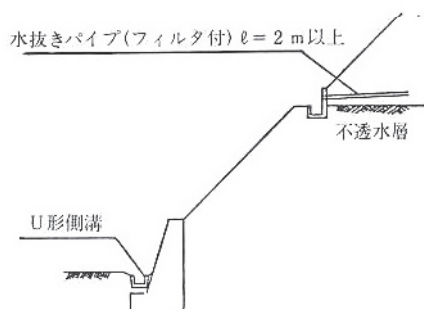


図4-13 のり面に湧水のある場合の対策例

斜面に対して縦方向に設置し、のり肩排水路、小段排水路からの流水を速やかに斜面外に排水するもので、約20m間隔で設置する。水路は地形的にできるだけ凹部に設けたり掘込水路とし、周囲からの水の流入を容易にすることが望ましい。

水路の断面は原則として斜面背後の集水面積が広い場合には流量を検討して決定するが、土砂や枝葉等の流入・堆積を考慮して十分余裕のある断面が望ましく、少なくとものり肩排水路、小段排水路の断面以上とする。特に斜面に常時流水のある沢や水路がある場合は、断面に十分余裕をもたせることが必要である。

縦排水路の材料としては鉄筋コンクリートU形溝、半円ヒューム管、鉄筋コンクリート管、コルゲート管、プラスチック管などが用いられる。U形溝、半円ヒューム管等はのり面に明暗渠として、また鉄筋コンクリート管等はのり面に埋設して暗渠として用いられるが、前者のほうが施工は容易で維持管理も便利である。U形溝はソケット付きがよく、水が裏面に回らぬよう継目のモルタルを

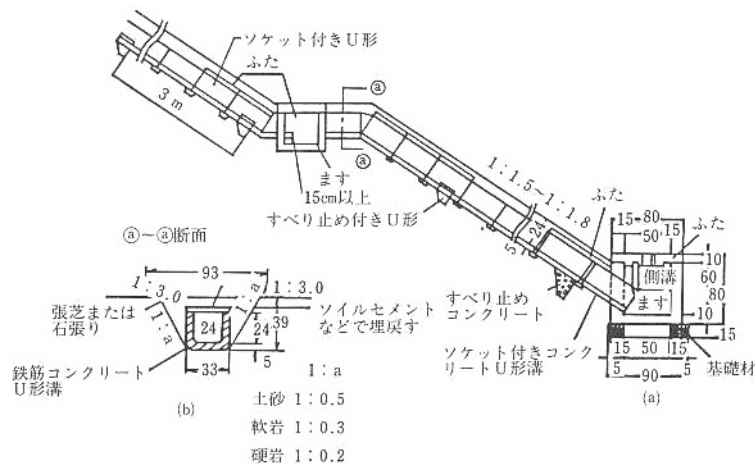


図4-14 鉄筋コンクリートU形溝による縦排水路の例（単位：cm）

完全にし、約3mごとにすべり止めを設置する（図4-14参照）。

縦排水路は設置する勾配が急なため施工後部材のずり落ちが生じやすく、また流速が大きいため部材のずれや沈下による影響が大きく、斜面侵食や崩壊につながりやすい。したがって縦排水路には原則として約3m間隔にコンクリートや杭などですべり止めを施し（図4-15参照）、排水路の周

囲はコンクリート等で埋め戻したり、隔壁工と一体として施工する等の配慮を行うことが望ましい。また水路長が長い場合には、水路長20~30mごとに帯工などを設け、水路の安定を図る。

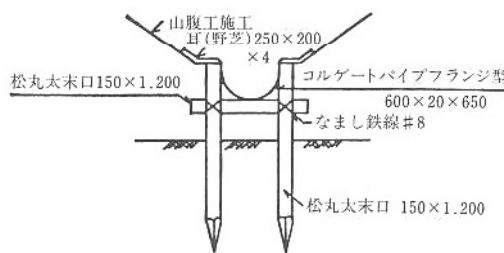


図4-15 杭によるすべり止めを施したコレゲート水路工

豪雨などにより縦排水路に土砂が多量に流れ込んだり、草木などにより排水路が閉塞されたりすることもあるので、現地の状況に応じて断面を大きくしておく必要がある。また

縦排水路を流下する水は流速が大きいため水が跳ね出し両側を洗掘するおそれがあるので、側面に勾配をつけコンクリート張りや石張りを施すのが望ましい。

水路の線形はできる限り直線とし、やむを得ず曲線にする場合は外曲側の側壁を增高する。また水路勾配も極端な屈折を避けて徐々に緩勾配に移すことが望ましい。

さらに縦排水路が他の水路と合流するところや勾配の変化するところ、流れの方向が急に変わるところにはますを設け、ますには深さ15cm以上の土砂だめを設け水勢を減じさせる構造とし、必ずふたを設ける。なお勾配が1:1より急な所やのり尻から1~2m区間、勾配の変化点などの縦排水路は水が跳ね出すおそれがあるのでふた付きにする（図4-16、17参照）。

集水ますが落差工となるような場合、落差高、流量、越流水深を考慮して標準的に次式によってますの大きさを求める。

$$L = k(h_1 + t) \dots\dots\dots(4.7)$$

$k$  : 2.5~3.0

$L$  : ますの内長 (m)

$t$  : 水路の水深 (m)

$h_1$  : 上下流水路床間の落差 (m)。  $h_1$  は潜り堰とならないように定めなければならない (図 4-18 参照)。

$h_2$  : ますの水褥池深さ (0.15~0.5m)

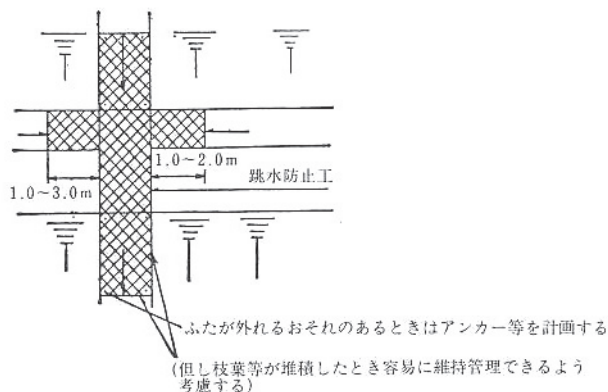


図 4-16 跳水防止工の一例 (平面図)

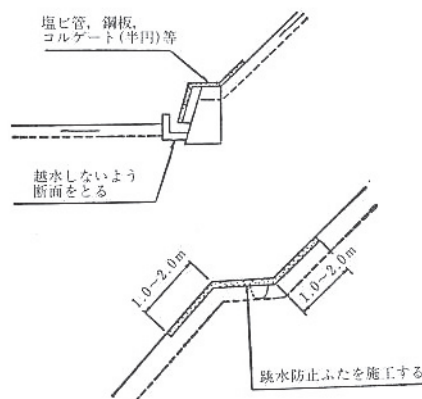


図 4-17 跳水防止工の一例 (縦断面図)

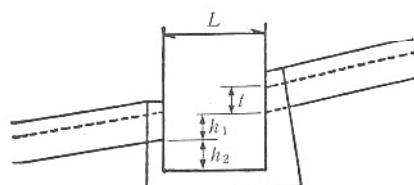


図 4-18 集水ます側面図

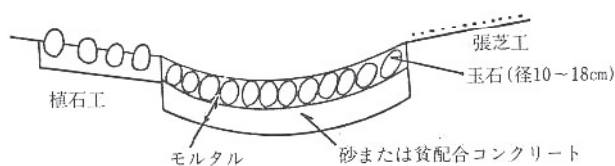


図 4-19 玉石張排水路工の一例

その他の縦排水路には石張および植石コンクリート水路などがある。縦排水路の流速は通常の場合相当大きいので、流量の多い排水路には側面の跳水による破壊防護措置を考慮して植石などを行えば、水勢を弱める効果もある。流量が少なく美観を考慮する必要のあるところには図 4-19 のように玉石張排水路を使用するのがよい。また、場合によっては上流側にコンクリート止水壁を設けて、水が水路の下側を流れることを防ぐことも必要である。

縦排水路は地形条件にあわせ不等沈下、水路のすべり、二次製品の継目の緩み等がないよう入念に無理なく排水できるよう施工する。特にのり肩排水路、小段排水路との取付部、縦排水路の屈曲部分などで流れにくくなるため、水が周辺に飛び散ったり溢れたりして斜面の崩壊原因となるので注意が必要である。なお、寒冷地においては凍上現象が起こる場合があるので、砂、礫等で排水路に接する地山を保護することが必要である。

#### 4.2.3 その他の地表水排除工

##### (1) 谷止工

斜面区域内に地形的に谷部がある場合は、流域の斜面状況や集水面積を調査して谷止工を設ける。

谷止工は雨水が斜面の谷部に集中して流れ込むことによって斜面が侵食され崩壊を助長するのを防ぐことと、谷部上部の崩壊が斜面内に及ぶのを防止する意味がある。また、間接的には谷部上部の侵食を掘削土で押さえることも可能である。

谷止工の基礎部は必ずしも着岩させる必要はないが、十分な支持力のある地盤を基礎としなければならない。谷止工の規模は集水量や予想される崩壊土量を一時的に貯留させるに必要な大きさとする。谷止工には水抜き孔を十分な数だけ設け長時間滞留させないようにしなければならないが、流末部の水路断面積も考慮して過大に流下させないようにする。

流下水路としての縦水路には一般にコルゲート半管等が用いられ、勾配変化点には落差工あるいは集水ますを設ける。

水抜き孔の位置は上流側谷河床より上に設けるものとするが、できるだけ低い位置に設けるとともに、水抜き効果を高めるため図 4-20 のように暗渠を設けるのが望ましい。

谷止工の設計は砂防ダムの設計法を準用するものとするが、堆砂形状については現場条件に応じて適宜考えるものとする。天端幅については流水の量、流送土砂の形態等の条件から適切と認められる場合には、標準よりも薄くすることができる。

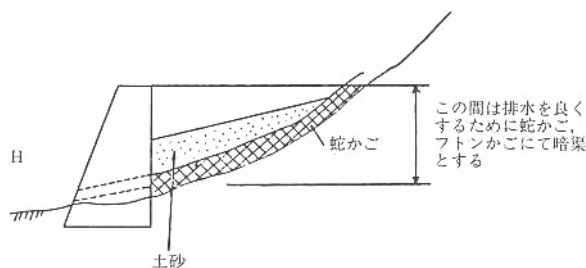


図 4-20 谷止工上流排水例

## (2) 浸透防止工

浸透防止工は斜面の地表全体を対象として実施することは困難なので、特に浸透しやすい亀裂発生部や地表水が多量にあり地下水の補給源となる沼地や水路などを対象として、工事を行うのが通例である。地表に亀裂が発生した場合は亀裂内に粘土やセメントを詰めたりビニール布で被覆し、沼や水路などで漏水がある場合はこれらの底部を不透水性の材料で被覆するのが望ましい。沼の場合は底張り、薬液注入工等を施工し、水路の場合はコンクリートやコルゲート管等による水路に改修する。

### (3) 地下水排除工

地下水排除工は地表面下に透水性のある層をつくって急傾斜地内に分布している地下水を誘導排水し、土塊中の含水比や間げき水圧を下げて急傾斜地を安定させるものである。

#### 【解説】

この方法を採用する場合は、主に地すべり性の崩壊が予想される地質構造あるいは地下水が豊富な箇所であるが、その規模も地すべり防止工事に比較して一般に小規模な場合が多い。

主として地表水の浸透が多く軟弱な箇所あるいは湧水の多い箇所では、暗渠工が地表水排除工に併設され、また地下水の豊富な箇所では横ボーリング工が用いられている。

<参考> 新・斜面崩壊防止工事の設計と実例 本編 p.122～127

#### 4.3 地下水排除工の設計・施工

##### 4.3.1 一般的留意事項

地下水排除工は地表面下に透水性のある層をつくって斜面内に分布している地下水を誘導排水し、土塊中の含水比や間隙水圧を下げて斜面を安定させる。また隣接地域から斜面内に地下水が流入する場合は、流入前にこの地下水を遮断して排除する。斜面崩壊防止工事でこの工法を採用する場合は、主に地すべり性の崩壊が予想される地質構造あるいは地下水が豊富な箇所であるが、その規模も地すべり防止工事に比較して一般に小規模な場合が多い。斜面崩壊防止工事として地下水排除工

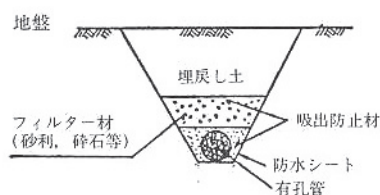


図 4-21 暗渠工標準図

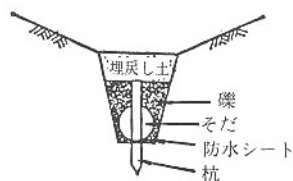


図 4-22 そだ詰暗渠

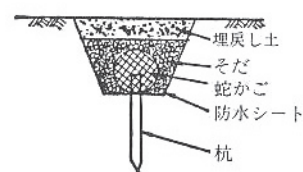


図 4-23 蛇かご暗渠

単独で対策を講ずることはまれで、他の施設と同時に施工されることが多い。地すべり防止工事では地下水排除工は主要な工種であり、排除の対象となる地下水の深浅によって浅層地下水排除工と深層地下水排除工に区分し、その目的に応じた対策工法がとられている。浅層地下水排除工としては暗渠工、横ボーリング工等がある。深層地下水排除工としては横ボーリング工、集水井工、排水トンネル工等がある。斜面崩壊防止工事では、主として地表水の浸透が多く軟弱な箇所あるいは湧水の多い箇所等で暗渠工が地表水排除工に併設されたり、地下水の豊富な箇所では横ボーリング工が用いられる。地下水排除工を計画するにあたっては、湧水や地下水について十分な調査が必要である。

暗渠工は比較的浅い（1～2.0m程度）地下水を排除することを目的として用いられる。斜面崩壊防止工事では施工が困難なことから掘削により斜面の安定を損なうおそれがあることから、斜面に直接用いられることは少なく、斜面上部や斜面下部で用いられることが多い。

暗渠の配置は地形・土質を勘案して浸透水が集まりやすい場所で、適当な勾配をもつように計画する。1本の暗渠の長さは20m程度の直線を標準として、できるだけ速やかに表流水とするよう集水ますや落差工に接続し地表排水路により排水を行う。暗渠の深さは2mを標準とし、底には漏水防止のためのビニールシート、アスファルト板等を布設し、暗渠管の周囲並びに上部には土砂の吸出しによる陥没を防止するため吸出防止材を布設する（図4-21参照）。暗渠管の周囲は目詰まりを起こさせないためおよび浅層地下水の吸水を容易にするため、フィルタ材を詰める。地表水をも吸水しようとする場合は地表までぐり石または切込砕石等で詰める。暗渠管の材料はある程度の地盤変動にも耐える構造のものとし、蛇かご、多孔質コンクリート管が一般的に用いられている。なお蛇かごを使用する場合は、目詰まりを防ぐため吸出防止材等で巻く必要がある。なお急勾配の斜面に設置する場合には、図4-22、23に示すように杭等により固定する必要がある。

横ボーリング工は暗渠工などでは処理できない比較的深いところに存在している地下水を排除するために用いる。地下水の分布または流入の著しい箇所、あるいは湧水のある箇所やパイピングによる局所崩壊の予想される箇所に設置する。

暗渠工および明暗渠工の施工は浸透水および地下水の排除を円滑に行うために、掘削と埋戻しを入念に行わなければならない。

排水ボーリング工の施工は地下水の水位、流量等の調査結果に基づいて計画的に施工しなければならない。なお常時湧水している箇所で降水時に集中して流量・流速が増大するような場合は、透水性マットや蛇かごなどを置いて周辺の土粒子や砂の流出を防ぐなど、吸出防止対策も忘れてはならない。

#### 4.3.2 暗渠工（暗渠工および明暗渠工）

地表水排除工を設置しても、なお地下水の影響が斜面の崩壊にとって懸念される場合に地下水を

排除することになる。

暗渠工は比較的浅いところの地下水を排除することを目的としている。暗渠による地下水の処理は地表面下1.0~2.0m程度までの深さが多い。斜面の場合、地形的条件で施工困難またはずれ落ちの危険があること、斜面に異質の層をつくることによって斜面条件を悪くするという理由から、斜面そのものに施工されることは少なく、斜面上部で隣接地域からの地下水を遮断する目的で設置するが多い。また斜面下部で地盤の軟弱化を防ぐ目的で設置する場合も多い。

暗渠工にはぐり石、蛇かご、そだ束、合成樹脂製品などで溝の中を詰めた暗渠工と、溝の中に穿孔管を埋設した暗渠の一種である地下水溝およびコンクリートU形溝などの開水路と前記の暗渠を組み合わせた明暗渠工がある。

① 暗渠工：暗渠は浸透水の流れや流量から位置および構造を決定するが、人力掘削の場合には

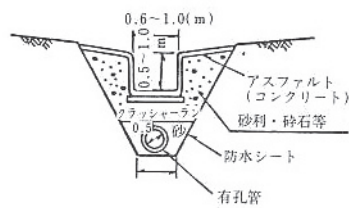


図 4-24 明暗渠工標準図

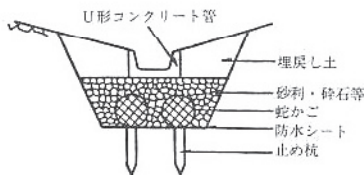


図 4-25 蛇かご明暗渠

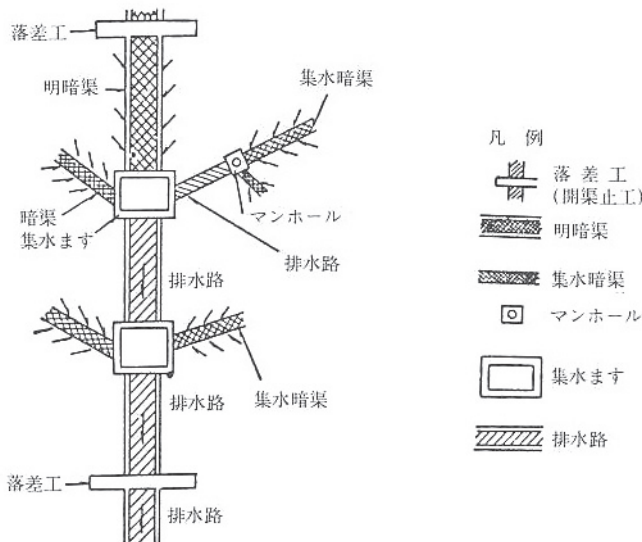


図 4-26 排水路工の組み合わせ

は底幅80cmの逆台形断面とし、下部約10cmまでは砂を置き、その上に6~12cmの粗粒の砂利または砕石を詰める。さらに上部は上にいくにしたがって細粒なものにし、目詰まりを起こさないようにして埋戻しをする(図4-21参照)。目詰まりを防止するために高分子布を布設したり、適当な目の粗さの合成樹脂繊維やグラスファイバーなどで砂利の外側を巻いたりすることもある。また集水量が特に多い場合には溝のかわりに蛇かご、ポーラスコンクリート管、合成樹脂ネット管、合成樹脂の海绵状管などが使用されることもある。

② 明暗渠工：明暗渠工は浅層地下水の排水と地表水の排水を同時に必要とする場合に設置する。浅層地下水は地表水と同じく地表の地形に左右され、地表の凹部や谷部に集まりやすい。このような場

所では、暗渠工と地表排水工を兼ねた構造の明暗渠工が用いられる。明暗渠は浸透水の流れや流量から、位置および構造を決定する。明暗渠工の構造の例を図4-24, 25に示す。

暗渠工は不透水層が地表近くに分布する湿地帯か地下水位が地表付近に達する場合に有効である。暗渠によって排水された地下水は必ず地表排水路に連結して速やかに排除しなければならない(図4-26参照)。暗渠工の長さは集水された地下水が再び浸透しないよう適当な長さとし

し、通常15～20m程度を限度にしてそのつど集水ますに連結しておく（図4-27参照）。暗渠工は粗粒材料の透水性を利用して地中の水を排除するものであるから、材料は透水性がよくしかも目詰まりを起こしにくいものを選定しなければならない。

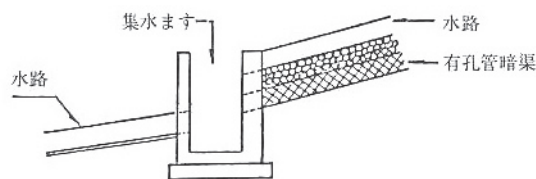


図4-27 集水ます側面図

暗渠工は斜面崩壊の危険を避けるため

できるだけ人力で掘削し、防水マットなどによる不透水層の施工と埋戻しを入念に行わなければならない。また施工中の安全管理のため工程に合わせて下部から延長を短く区切り、1区間ごとに施工が完了するよう心がけることが大切である。

掘削は下流から上流に向かって行う。一度に計画深まで掘削せず、状況判断、地質調査、仕上げ掘削を考慮して2～3回ぐらいに分けて行うことが望ましい。

軟弱な地盤や急斜面で施工を行う場合は矢板を使っての掘削が多く、この場合周辺の地山を緩めないよう埋戻しが終わってから、逐次矢板を取り外すよう心がけねばならない。

施工基面も整正して暗渠内において滞水を避ける。また暗渠を透水層の中にやむを得ず設置する場合は、あらかじめ粘土などの不透水性土で突固めてこの上に暗渠を設置する。

暗渠を設置してこれを埋戻す場合、埋戻しに用いる土は透水性のよい土を先にして順次密度の高い土に変えていき、最後に突固めていくぶん余盛りをしておく。

#### 4.3.3 横ボーリング工

暗渠工などで処理できない比較的深い所に存在している地下水を排除するために横ボーリング工を用いる。斜面崩壊防止工事では地すべり防止工事の場合より集水範囲が狭く、ボーリングの延長も短く、通常15～30m程度である。横ボーリング工を計画する箇所は、地下水の分布および流入の著しい箇所もしくは湧水のある箇所などでパイピングによる局所崩壊が予想される箇所である。ボーリング孔から集水した水は速やかに集水ます、排水路に流入させ、斜面外に排水する（図4-28参照）。

ボーリングの位置は安定した地盤の所から行き、軟弱な所に地下水を集中させないように心がける。ボーリング孔口から奥へ50cmぐらいは透水性のマットや蛇かご等を置いて、土砂の流出すなわち吸出しを防ぐことが望ましい。破碎帯や崩積土の地質のところではボーリングせん孔中、孔崩れや孔曲り等を生じやすいために、ストレーナ管の挿入が非常に困難な場合が多い。このような地質のところでは計画の段階で地質調査を十分行い、ボーリング方法を決定する。

ボーリングのせん孔角度は被圧地下水を排除する目的で行う場合を除き、一般に仰角5～10°で施工する。掘進中、孔曲りで伏角にならないよう注意する。

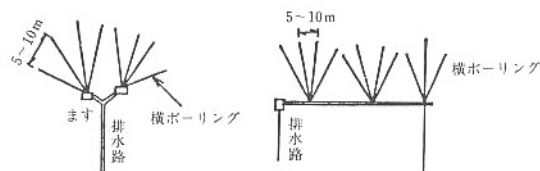


図4-28 横ボーリングの配置



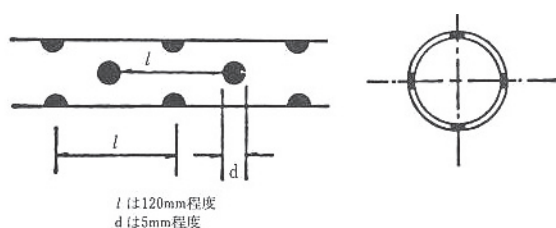


図 4-29 保孔管のストレーナの例

ボーリングの延長が長くなると礫混じりの土砂層や不均質な地層で孔曲りを生ずるおそれがあるので、滞水層への確に達せしめるには細心の注意と慎重な掘削が必要である。このためにはできるだけ孔曲り測定器を使用し、ボーリング先端位置を確認しておくといよい。

一般に孔径は66～100mmが多く、掘進終了後滞水箇所（滞水層）に円形またはスリットのストレーナをつけた硬質塩化ビニール管かガス管を保孔管兼集排水管として挿入する。ストレーナの目詰まりを防ぐためストレーナ部分にポリエチレンの網状管を二重管状につけることもある。一般には滞水層区間内のみストレーナ加工を行うが、透水性の悪い地盤から集水を行う場合は保孔管全長にわたってストレーナをつける場合もある。ストレーナの大きさ、配置を決めるにあたり目詰まりを起こさないような考慮をする必要がある。大きい孔をあければ目詰まりの心配がないかわりに管周辺の土砂の流れ出しによって崩壊に至る危険があり、孔径を小さくすれば目詰まりを起こしやすい。これを防ぐため細いスリットをあける方法等が一部で試みられている。

なお円孔のストレーナの直径は2～5mm、スリットは幅2mm、長さ10cm程度である（図4-29参照）。保孔管の継手はソケット継手または突合せ継手とし、継手の長さは内径の1.5倍程度を標準とする。

排水口には必ず保護工を施工し、前面に擁壁工を築造する場合は擁壁背面に漏水しないよう擁壁前面まで排水パイプを延長し、既設水路に排水する。また擁壁背面浸透水の排除対策も十分配慮しなければならない。ボーリング孔からの排水が飛び散って孔口が崩壊するおそれがある場合には、孔管の先端にエルボ（曲管）を使用し、必要ならば蛇かご等ののり面保護工を施工するかまたは導水パイプを布設する（図4-30、31参照）。

横ボーリング工の施工は排水路工を実施した後にを行うことを原則とする。排水路工実施前に横ボーリング工を施工する場合には仮排水路工を施工しておかなければならない。また施工中は工専用

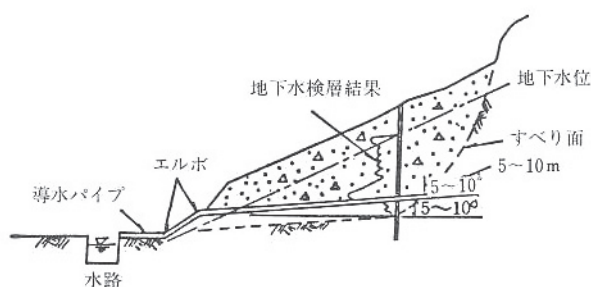


図 4-30 横ボーリング工の事例（断面図）

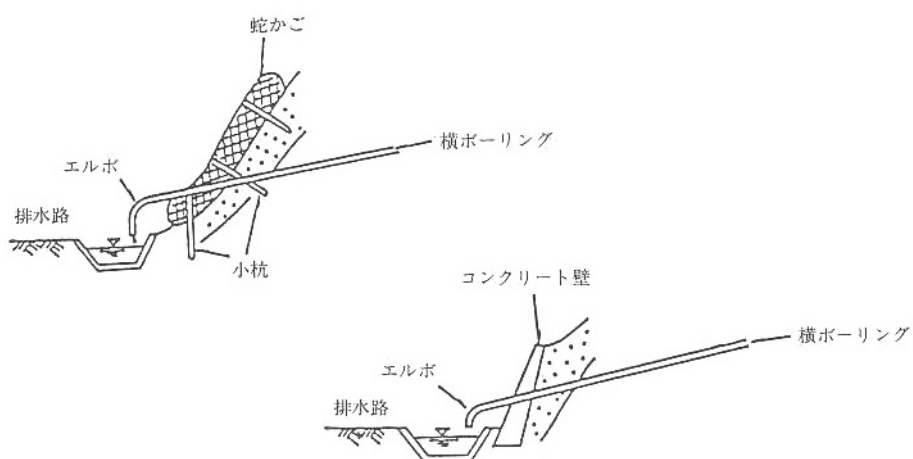


図 4-31 横ボーリング工の孔口保護

水の処理に十分配慮するものとする。ボーリング施工中は地質状況および湧水状況に十分注意し、施工後には排水量の測定を行うことが望ましい。