

雨水浸透施設 設計指針(案)

雨水浸透施設設計指針 (案)

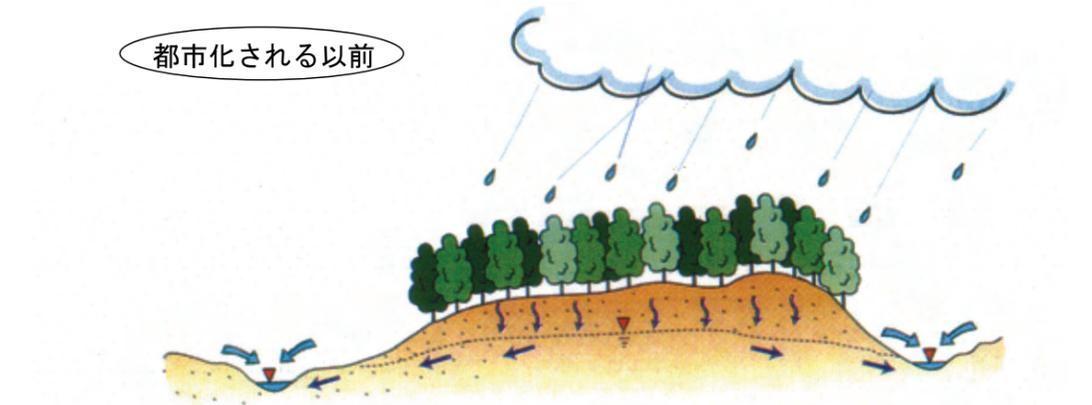
第1版	平成12年 1 月 25 日発行
第2版	平成13年 8 月 25 日発行
第3版 (改訂版)	平成16年 3 月 25 日発行
第4版	平成18年 3 月 1 日発行
第5版	平成21年 9 月 1 日発行
第6版	平成23年 5 月 1 日発行
第7版	平成26年 12 月 20 日発行

発行 北海道ポラコン株式会社(技術部)
〒064-0804 札幌市中央区南4条西6丁目8番地
(晴ばれビル7階)
電話 011-251-4566
FAX 011-251-4689
<http://www.poracon.jp>

北海道ポラコン株式会社
(社)雨水貯留浸透技術協会員

はじめに

我が国では、昭和30年代後半に始まる高度経済成長以降、都市化の発展に伴い地表面がアスファルト化（浸透域の減少）され、河川の氾濫による水害が頻発するようになりました。



また、洪水の反面、平常時の河川流量が減少し水質を悪化させ、地下水の枯渇などの問題も生じております。

近年は局地的に1時間当たり100mmおよび総降雨量が1000mmを超える集中豪雨により地下室や地下街への浸水被害のほか、土砂崩れ等により各地で被害が頻発しております。多くの自治体で浸水対策を進められておりますが従来の流下型の河川改修や下水道整備では対応が難しく限界があります。今後も気候変動により従来以上に集中豪雨が頻発することや海水温の上昇、都市のヒートアイランド現象等の影響を受けて局地的な豪雨（ゲリラ豪雨）が予想され従来の「雨水は速やかに排除・排水」から抑制への取り組みが課題となっております。

雨水の地下浸透工法は全国的に自然環境面、雨水の流出抑制、流末処理等の目的で近年急激に普及されており各自治体で独自のマ

ニュアルを作成している傾向であります。浸透施設は流出抑制効果のほか、雨水を地下浸透させることにより水循環の保全・再生効果があり、生態系の保全、水量の確保などの二次的効果、総合的な環境保全効果が期待されております。

本指針は浸透施設の設計時における施設構造の統一性と設計の簡略化のために、建設省（現国土交通省：以降建設省と称す）、（財）下水道新技術推進機構、住宅都市整備公団、（社）雨水貯留浸透技術協会の指針を参照し作成したものです。

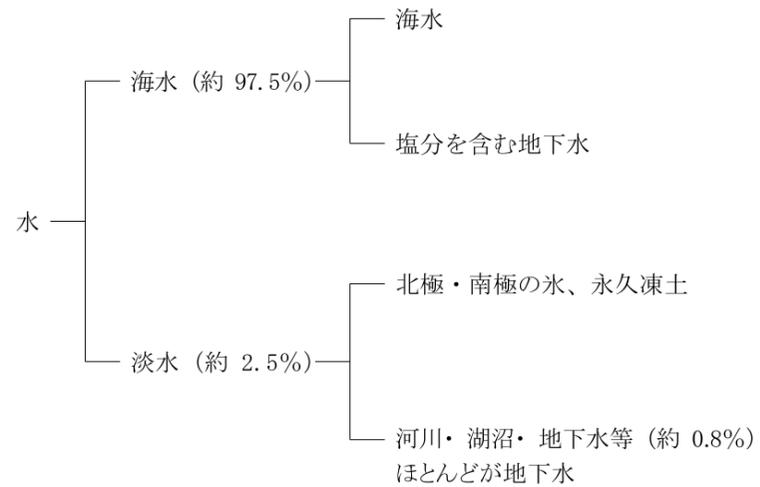
〈将来の降水量の予測〉

地域	2080～2099の平均値 1979～1998の平均値
北海道	1.24
東北	1.22
関東	1.11
北陸	1.14
中部	1.06
近畿	1.07
紀伊南部	1.13
山陰	1.11
瀬戸内	1.10
四国南部	1.11
九州	1.07

（社）雨水貯留浸透技術協会資料：水循環第70号より

目次

地球上に存在する“水”を考える



*私たちが使いやすいかたちで存在する水の量は、河川・湖沼水の僅か0.01%程度にすぎません。

第1章 総 則

- 1-1 地下浸透工法の特長と効果
- 1-2 浸透施設の設置に関する注意事項
- 1-3 浸透施設の浸透能力
- 1-4 用語の解説
 - 1-4-1 一般用語
 - 1-4-2 現地調査用語
 - 1-4-3 計画設計用語

第2章 現地浸透試験

- 2-1 各種試験方法
- 2-2 土研法による試験施設
- 2-3 土研法による試験後の解析
- 2-4 留意事項
- 2-5 機能確認試験、モニタリング試験(浸透能力追跡調査)

第3章 浸透施設の設計

- 3-1 フローチャート
- 3-2 浸透施設の構造と材料の仕様
 - 3-2-1 浸透施設の構造
 - 3-2-2 材料の仕様
- 3-3 浸透能力の算定法
 - 3-3-1 透水係数から求める浸透櫛、井戸の浸透量算定式
 - 3-3-2 透水係数から求める浸透トレンチの浸透量算定式
 - 3-3-3 静水圧法(試験結果の浸透係数を用いる)による浸透量算定式
- 3-4 貯留量の算定式
 - 3-4-1 浸透櫛・井戸の貯留量
 - 3-4-2 浸透トレンチの貯留量
- 3-5 単位設計浸透量の算定式
- 3-6 単位設計処理量の算定式
- 3-7 浸透施設の標準断面
- 3-8 単位設計処理量早見表
- 3-9 数量調書

第4章 浸透施設の施工・維持管理

- 4-1 浸透施設の施工管理
- 4-2 浸透施設の維持管理
- 4-3 目詰まりの発生と回復方法

第1章 総 則

1-1 地下浸透工法の特長と効果

雨水の地区外流出を抑制する。

- ・雨水の総流出量が減少する。
- ・ピーク流量が減少する。
- ・降雨開始から流出までの時間を遅らせる。

地下水量を増やし環境を保全する。

- ・地下水量は自然の状態に近づき土壌の乾燥化を防止する。
- ・土中生態系を保全する。
- ・河川の平常水が確保される。
- ・ヒートアイランド現象の緩和。

設計上の合理化等の可能性を有する。

- ・調整池の縮小と雨水貯留兼用グラウンド等の利用効率を向上させる。
- ・下流河川改修、下水道工事等への負担を軽減する。
- ・通常の下水管に比べ、浸透管を使用することで施工が容易かつ経費削減となる。

1-2 浸透施設の設置に関する注意事項

下記のような地形に浸透施設を設置する場合は十分に検討する。

- ・低地などで地下水の高い場所。
- ・丘陵地や傾斜地で浸透水の影響によって法面の安全性が損なわれる恐れがある場所。
- ・盛土地盤は地盤条件が異なり（団粒構造の破壊や圧密等）浸透能力の算出が極めて困難になるほか盛土材がローム質のような火山灰土の場合には浸透機能が極度に低下する。以上より浸透施設の設置にあたっては出来るだけ盛土部分を避けることが望まれる。
- ・工場跡地や埋立地等で土壌が汚染されていると予想される場合は汚染物質の分布や度合いを明確にするための土壌調査を行う。その結果浸透水によって土壌の汚染が拡散されたり地下水への汚染が予想される場合は浸透施設の設置は避ける。

雨水浸透による土の含水比の増大は内部摩擦角や凝集力を減少させ、せん断抵抗力を弱めるため浸透施設の設置計画にあたっては下記のことについて注意する。

- ・擁壁、法面等の安全性を損うことがないように設置位置などについて検討する。特に重要構造物については相当程度の離れが必要である。

- ・建築物に対する安全性の配慮をすると共に浸透機能を有効に引き出すために建築物との適切な離れが必要である。

- ・浸透施設の設置間隔

設置間隔が狭い場合、浸透流の相互干渉により浸透量が低下する。低下の度合いは地盤の浸透能力や設計水頭により異なるが約1.5m以上の設置間隔を確保することにより影響が少ないことが確認されている。よって、設置間隔は1.5m以上を原則とする。

土質からの判断（浸透性が期待できない土質）

- ・透水係数が $k = 10^{-5}$ cm/sec以下である場合。
- ・粘土分の割合が40%以上の土。

※浸透工法が不可能な場合→貯留施設の検討へ（別途貯留施設技術指針参照）

1-3 浸透施設の浸透能力

浸透能力は原地盤の状態（土質、地下水位、滞水層等）によって大きく左右される場合がある。浸透施設の計画に当たっては対象浸透層の定量的評価を得るために現地浸透試験を行うことを原則としているが、現地浸透試験が困難な場合は類似地域での試験結果や土質分類から透水係数を推定し理論式により算出する方法もある。

ここで土の透水性の測定方法を説明する。

1) 土の室内試験（透水試験、粒度試験）

土の室内試験は土を採取する際に地盤の土質構造を乱し空隙（団粒構造）が壊されるほか地下水位（滞水層）および圧密による影響が把握出来ない。

2) 現地浸透試験（定水位法、変水位法等）

実物施設による試験が望ましいが試験による注水量が多いため、水の確保が困難な場所では簡易な試験法として土研法（建設省土木研究所による円筒型施設）も提案されている。

1-4 用語の解説

1-4-1 一般用語

(1) 水循環

一般的には海水が蒸発し雲となり雨を降らせ、雨水が大地にしみ込み、地下水や河川水になって流れ、さまざまな形で人々に利用されて、再び海に戻る水の循環。特に、都市域では自然が本来持っている水の循環経路が、上水道や下水道などの給排水施設の影響を大きく受けており、自然系だけではなく人工系も含めた水の循環系（システム）として捉えられる。

(2) 流出抑制

雨水が河川や下水道に直接的に流出しないようにすること。これにより、下流河川等に対する洪水負担が軽減される。

(3) 拡水法

雨水を地表あるいは地下の浅い所から土壌の不飽和帯を通して地中に浸透させる方法。

(4) 流出抑制施設

流出抑制を目的として設置される施設で貯留施設と浸透施設に大別される。貯留施設はオフサイト貯留とオンサイト貯留に分類され、浸透施設は拡水法と井戸法に分類される。

(5) 浸透施設

雨水を拡水法により浸透させる施設で、浸透柵、浸透トレンチ、浸透側溝、透水性（平板）舗装等がこれに当たる。

(6) 浸透柵

浸透性の柵の周囲を碎石で充填し、集水した雨水を側面および底面から地中へ浸透させる施設をいう。

(7) 浸透トレンチ

浸透性の管の周囲を碎石で充填し、浸透柵と連結し浸透柵に流入した雨水を導き、碎石の側面および底面から地中へ浸透させる施設をいう。

(8) 浸透側溝

浸透性の側溝の周囲を碎石で充填し、雨水を側面および底面から地中へ浸透させる側溝類をいう。尚、浸透側溝はコンクリート製とする。

(9) 透水性舗装

雨水を直接透水性の舗装体に浸透させ、路床の浸透能力により雨水を地中へ浸透させる舗装をいう。舗装体の貯留による流出抑制機能を期待する場合もある。

(10) 透水性平板

透水性のコンクリート平板および目地を通して雨水を地中へ浸透させる機能を持つ舗装である。浸透原理は透水性舗装と同じである。

1-4-2 現地調査用語

(11) 土研法

簡便な現地浸透試験方法。径30cmの円筒の底面から浸透させる。建設省土木研究所の発案によることから土研法と通称されている。(P-6参照)

(12) 定水位法

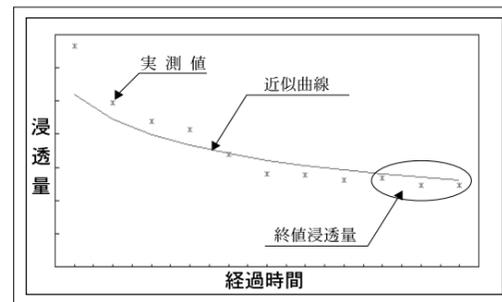
現地浸透試験での注水方法の1つで、試験施設内の湛水深(水位)を一定に保ちつつ注水する方法。

(13) 変水位法

現地浸透試験での注水方法の1つで、試験施設への注水停止後の水位の低下と所要時間を測定する方法。

(14) 終値浸透量

定水位法による現地浸透試験において注水を継続したのち浸透量がほぼ一定となった時の浸透量をいう。尚、終値浸透量の解析方法として一般的には“コスタアコフ”の浸潤式(建設省土木研究所資料第2126号)を用いているが、この方法は実測値より近似式を導き、経過時間ごとに近似値を求める。この近似値をグラフにプロットすると近似曲線となり図に示す箇所が終値浸透量となる。



(15) 透水係数 (cm/sec)

多孔質体中の水の流速の大きさを示す指標。

(16) 浸透係数 (m³/hr/m²/m)

土研法(建設省土木研究所の解析法)で得られる係数で透水係数の流速に対し浸透係数は浸透面の一定の面積、水頭、時間当たりの浸透量。

(17) 不透水層(滞水層)

地下水を透し難いか、透さないという意味で使用する地層単元。

(18) 地下水

地下水面より下にあり、地層の間隙を満たして重力の作用により流動している水。

(19) 宙水

不圧地下水の一種で、下部の地下水体とは不飽和帯で隔離されたもの。その地下水面は宙水面(宙水位)と呼ばれる。

(20) S S (浮遊物質)

水中に懸濁している物質(単位mg/l)で空気中では長時間浮遊する微粒子(細かいチリ等)。

1-4-3 計画設計用語

(21) 集水面積

計画地(周辺から雨水が流入する地域も含む)で発生する雨水量の面積。

(22) 設計水頭

単位浸透量の算定に使用する浸透施設内の水深。(原則として置換材天端とする)

(23) 単位浸透量

浸透柵1基、浸透トレンチ1m当たりなど、単位施設当たりの浸透量。現地浸透試験や透水係数から推定する。

(24) 影響係数

目詰まりや地下水位などの要因による浸透量の低下を考慮する際の安全係数。

(25) 単位設計浸透量

単位浸透量に影響係数を考慮した単位施設の浸透量。

浸透柵 (単位施設当たり) m³/hr・個

浸透トレンチ、浸透側溝 (単位延長当たり) m³/hr・m

透水性舗装、透水性平板 (単位面積当たり) m³/hr・m²

(26) 貯留量

浸透柵等の内空と置換材の空隙に貯留される量。

(27) 単位設計処理量

単位設計浸透量に貯留量を加えた単位施設の処理量。

(28) 設計浸透強度

設計処理量とその集水面積と流出係数で割ったものでmm/hrで表す。

$$F_c = C \cdot I \cdot A$$

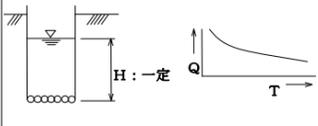
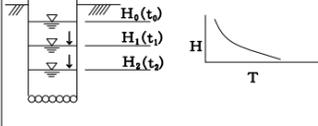
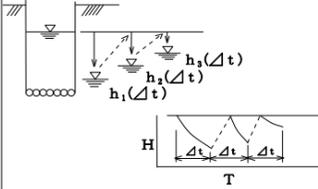
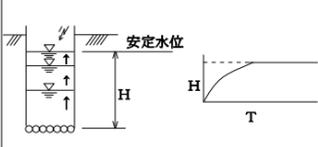
$$I = \frac{F_c}{C \cdot A} \quad (F_c : \text{設計処理量})$$

(29) 空隙率

碎石等の置換材のみかけの体積と、みかけの体積から置換材の真の体積を減じて残った体積(空隙)との割合。

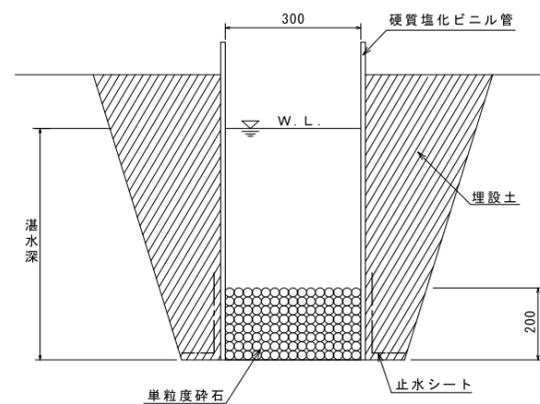
第2章 現地浸透試験

2-1 各種試験方法

	試験方法	利点	問題点
定水位法	<p>所定の水位になるまで円筒内に水を注入し、その水位が変化しないように注入量を調節し、経過時間ごとの注入量を測定し、注入量が安定するまで継続する。</p> 		<ul style="list-style-type: none"> 多量の水を必要とする。 注入量を測定する器具が必要。 常時監視の必要あり。
変水位法	<p>所定水位になるまで、円筒内に水を注入し、注水停止後の減水深を測定する。</p> 		
準定水位法	<p>①所定の水位になるまで円筒内に水を注入する。 ②注水を停止し、一定時間経過後の湛水位を測定する。 ③水位測定後、①の水位になるまで速やかに注入する。 ④以後、②～③を繰り返す。</p> 		
一定量注入法	<p>一定水量を円筒内に長時間注入し、安定した時点での水位を測定する。</p> 		

各種試験方法の中でも通常は実績が多く且つ解析等が進んでいる「定水位法」または「変水位法」を採用している。但し、「定水位法」については砂礫地盤等で行う場合、多量の水を必要とするほか、給水車の多大な費用も予測される。また、試験時には開発前の事業計画地も多く給水車の出入りが困難な場所もあることから、試験計画に際しては諸条件を考慮し試験法方法を選択する事が望ましい。

2-2 土研法による試験施設



〈特長〉

- ・浸透面の点検、手入れが容易である。
- ・あらゆる土質に設置可能である。
- ・浸透施設の各種設計水深に換算できる。
- ・実施標準構造が未定で後に標準構造を決める場合においても対応出来る。
- ・同施設の浸透量から浸透トレンチの能力がほぼ把握できる。

2-3 土研法による試験後の解析

測定結果の解析により得られる係数は浸透係数と透水係数である。

- ・浸透係数 a (浸透能力係数) $\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2/\text{m}$

現地浸透試験によってのみ得られる係数である。

m^3 : 浸透量

hr : 1時間当り

m^2 : 浸透面積 1m^2 当り

m : 水頭

- ・透水係数 k cm/sec

※過去の実績より、浸透係数を用いた浸透能力は透水係数を用いた場合より大きくなるケースが多くコストダウンが期待できる。

2-4 留意事項

簡易型施設を使う方法として土質工学(JIS)の分野で従来より採用されているボアホール法があるが、これは浸透施設の設計のための試験施設の構造としては適しない面があり、また従来の試験方法、解析方法では浸透施設の設置に関する設計資料としては適用外となる場合もあることから十分な注意を要する。

試験施設について

- ・浸透面(側面、底面)の点検や手入れが困難である。
- ・オーガー孔を利用するため掘削時に孔壁、孔底の締め固めや孔底の削屑等で不透水膜を生じ、透水係数が過小となる場合がある。
- ・砂及び砂礫地盤ではボーリングによる孔壁の破壊が考えられることから不可能である。

試験方法及び解析方法

透水係数を求める方法として地盤工学会基準(JGS1314-1995)のボーリング孔を利用した透水試験方法が従来から採用されているが、この方法は地下水面下の飽和した砂質地盤を対象としているため地下水面上の不飽和帯には適用できないとされている。

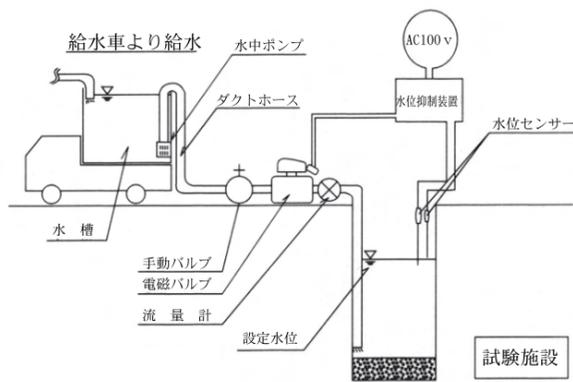
飽和帯(不浸透域)の浸透能力は主に水頭差(水圧)のみで左右されるため、非常に小さく浸透工法の計画には適合しないことになる。

2-5 機能確認試験、モニタリング試験(浸透能力追跡調査)

設置後の施設において浸透能力の確認、経年変化の把握のために行う。

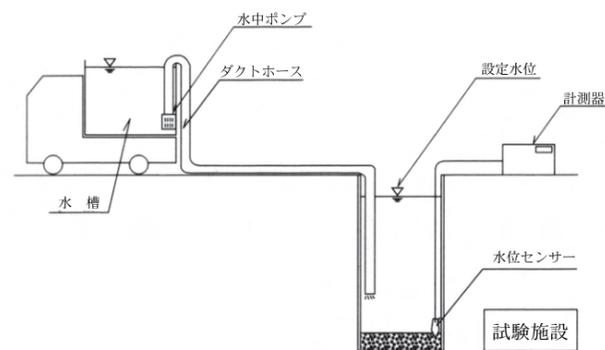
第3章 浸透施設の設計

定水位法による試験方法



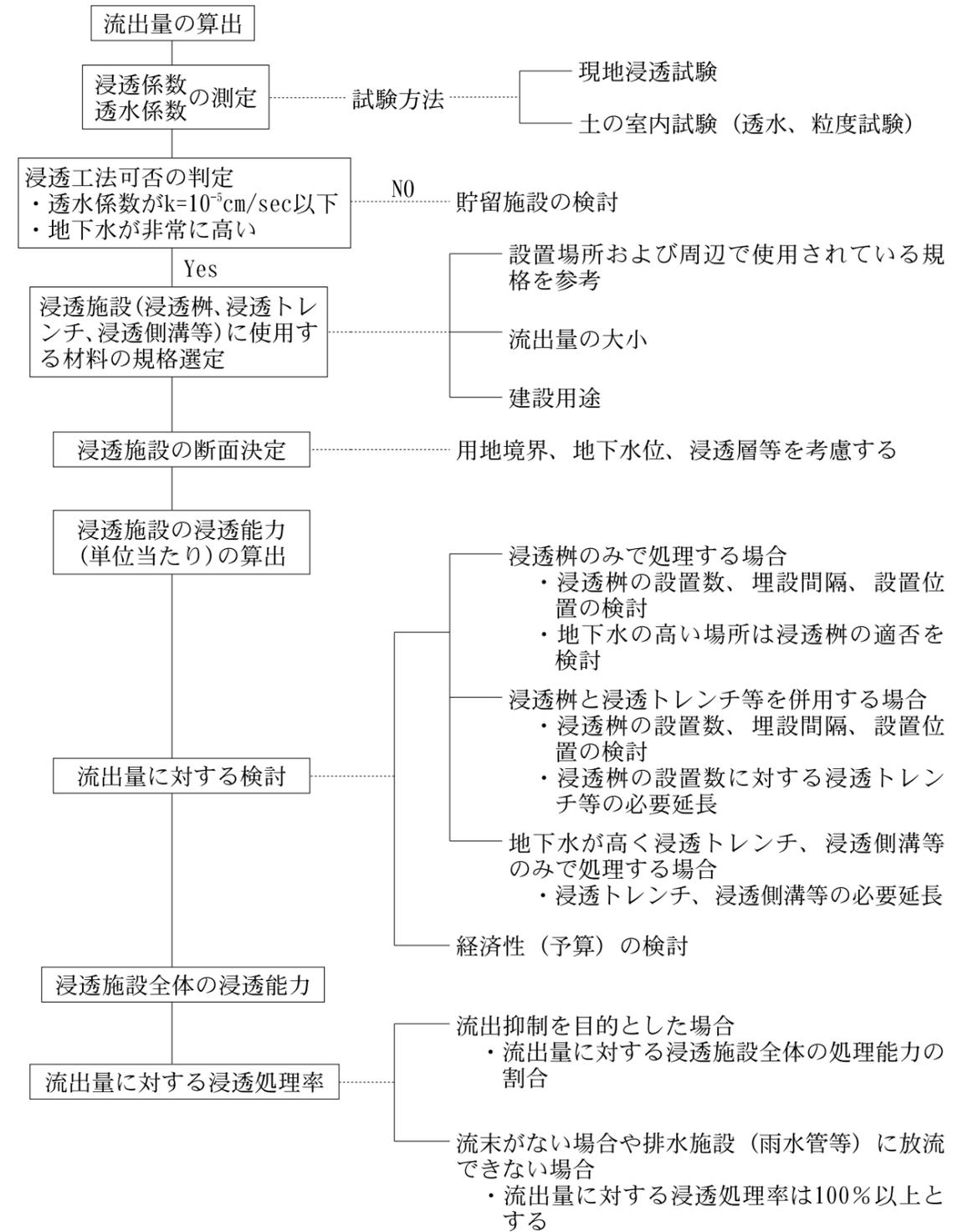
定水位法

変水位法による試験方法



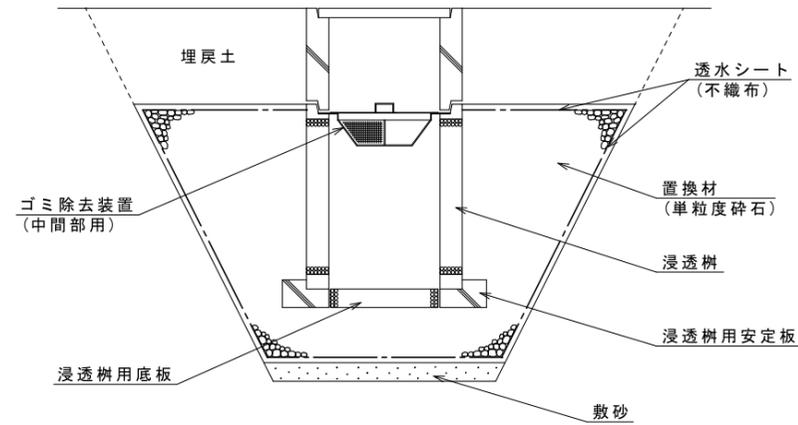
変水位法

3-1 フローチャート

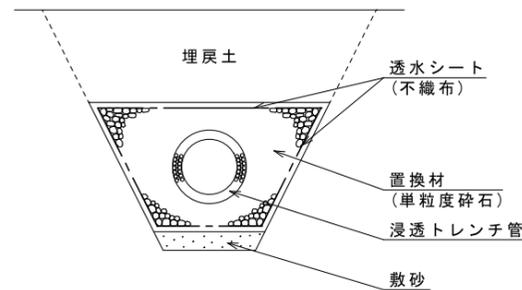


3-2 浸透施設の構造と材料の仕様

3-2-1 浸透施設の構造



浸透柵の断面と名称



浸透トレンチの断面と名称

- 1) 浸透トレンチは浸透柵との併用が望ましい（浸透柵が浸透トレンチの前処理装置として機能を有することから浸透トレンチはメンテナンスフリー型施設となる。）
- 2) 埋設深さの設定
埋設深さは下記の条件を考慮し設定することが望ましい。
 - ・計画高と浸透対象層の深さにより設定
 - ・側溝、導水管等の規格により設定
 - ・浸透施設周辺の路盤材の総厚より設定
- 3) 浸透トレンチ管の布設勾配
 - ・水平にする方法
 - ・流出側を流入側より高くする方法（浸透トレンチ内の有効水頭を確保）
 - ・勾配をつける場合は緩勾配とする。
- 4) 浸透トレンチの最大延長は管径の120倍以下を標準とする。

3-2-2 材料の仕様

●浸透柵（底面、側面透水の可能な材質）

従来はコンクリート底抜き柵を使用した例もあるが底面はゴミおよびシルト等により、ヘドロ状態となり早期に目詰まりを起し浸透能力が著しく低下する場合がある（基礎材に空隙の大きい栗石等を使用しても効果は期待できない）。

注) 品質管理

浸透柵の空隙は2mm以下のSS、シルト分等が通過するものとする（2mm物質の通過可能骨材粒径20～10mm：建設省）。空隙の小さな部材を使用すると早期に目詰まりが発生し寒冷地では凍害による劣化の原因となる。

また、設計供用年数の維持も困難となる。

●安定板

浸透柵の安定設置、沈下防止のために用いる。

●底板

全面透水性とし、浸透柵底面よりの浸透機能を妨げないものとする。

- ・メンテナンス時のバキューム作業による置換材吸込み防止。

●浸透トレンチ管

道路、広場、駐車場等に於いて重車両が载荷する場合は、輪荷重、土被りを考慮し浸透トレンチ管の耐圧強度に対して見合った管種を選定する。

●透水シート(不織布)

浸透機能の確保、土砂の置換材内流入の防止、地面の陥没防止のため置換材碎石全面を覆う。

- ・引張強度 294N/5cm以上
- ・透水係数 1.0×10^{-1} cm/sec以上

●置換材(単粒度碎石)

浸透面の保護と材料の持つ空隙による貯留量を確保することと浸透施設の機能を長期間保持するために空隙率の高い置換材を使用する。

- ・単粒度碎石3号(30～40mm)、4号(20～30mm)、5号(13～20mm)。
- ・入手困難な地域では、5～25mm、5～40mm、25～40mm等で代用可。
- ・浸透柵等から通過するSS、シルト分は置換材内の空隙部分に充填させるため、0～40mm、0～80mm等の使用は不可とする。

●敷砂

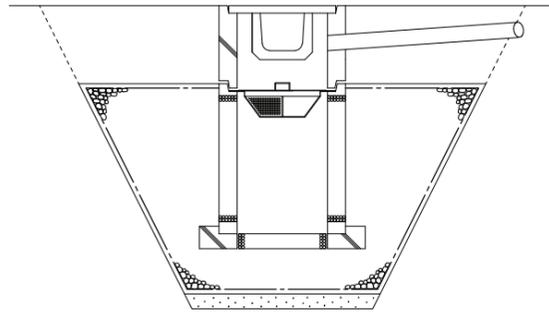
掘削底面の浸透面が施工時の踏み固めにより浸透能力が低下することを防ぐための緩衝材として用いる。

- ・掘削後直ちに敷砂工を行う。
- ・地盤が砂礫または砂の場合は省略できる。

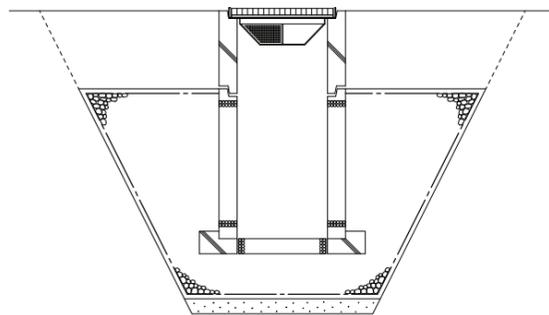
●ゴミ除去装置

- ・ゴミや土砂等の施設内部への流入を防止し、これらの排出を容易にするために設置する。
- ・着脱が容易で、構造上の強度および防錆等、耐久性に優れたものとする。

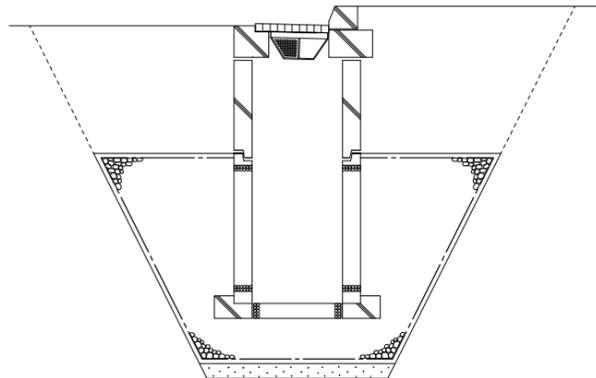
- 1) 側溝、導水管等により中間柵で雨水を受ける場合
→『中間部用』(中間柵と浸透柵の間に設置するタイプ)とする。



- 2) グレーチング等で中間柵の天端から雨水を受ける場合
→『下部用』(グレーチングと受枠の間に設置するタイプ)とする。



- 3) グレーチング等で上部柵の天端から雨水を受ける場合
→『上部用』(グレーチングと受枠の間に設置するタイプ)とする。

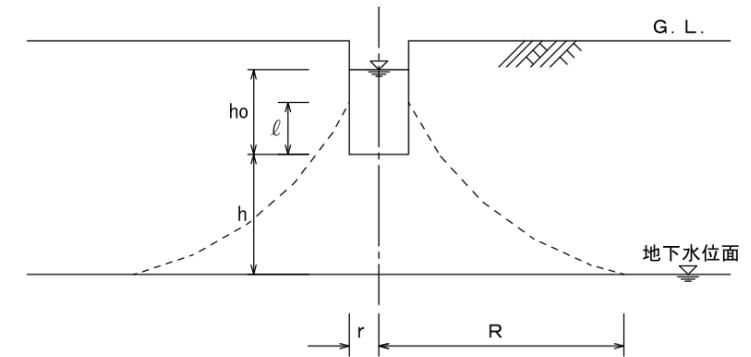


3-3 浸透能力の算定法

浸透能力の算定法には透水係数による方法と静水圧法が提案されている。

3-3-1 透水係数から求める浸透柵、井戸の浸透量算定式

下水道雨水浸透施設技術マニュアル「(財)下水道新技術推進機構」より引用。
原式は「地下水力学(カ・イ・ドブロボリスキ式)」であり式変換した。



$$q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot ho \cdot (ho + h)}{2.3 \log(R/r)}$$

ここに、

- q : 浸透柵、井戸の単位浸透量 $m^3/sec \cdot 個$
- ho : 浸透柵、井戸(置換材)の水深 m
- h : 浸透柵、井戸(置換材)底から地下水位までの深さ m
- r : 浸透柵、井戸(置換材)の半径 m

置換材断面の中間部平面積(正方形)を円形に
換算した場合の半径

$$r = \sqrt{\frac{\{(B_1 + B_2)/2\}^2}{\pi}}$$

B₁ : 置換材の下幅 m
B₂ : 置換材の上幅 m

- k : 土の透水係数 m/sec
(計算時の単位はm/secで行う)

- l : 浸透側面(置換材)の高さ m
- R : 影響半径 m

$$R = 2 \times (\ell + h)^{3/2} \times k^{1/2} \quad [k \text{ の単位は } m/day, R \geq 4.5 r]$$

R < 4.5 r の場合は R = 4.5 m で計算する。

3-3-2 透水係数から求める浸透トレンチの浸透量算定式

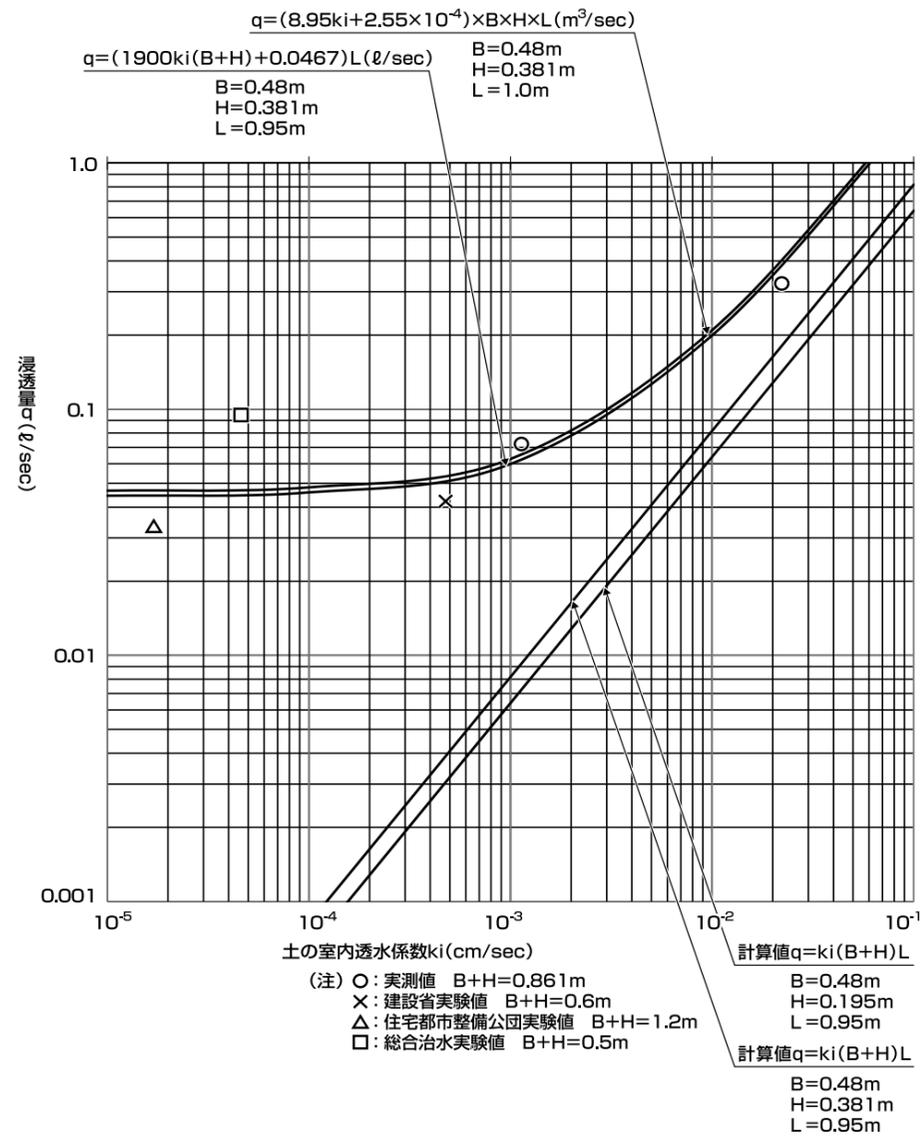
(ポーラスコンクリートによる実験式)

$$q = (8.95k + 2.55 \times 10^{-4}) \cdot B \cdot H$$

ここに、

- q : 浸透トレンチの単位浸透量 $\text{m}^3/\text{sec} \cdot \text{m}$
- k : 土の透水係数 m/sec (計算時の単位は m/sec で行う)
- B : 置換材の平均幅 m
- H : 置換材の高さ m

実験式と理論式による浸透量



3-3-3 静水圧法 (試験結果の浸透係数を用いる) による浸透量算定式

「建設省土木研究所資料第2126号」「宅地開発に伴い設置される浸透施設等設置技術指針の解説 (建設省建設経済局)」により引用

$$q = a \cdot H \cdot A$$

ここに、

- q : 浸透施設の単位浸透量 $\text{m}^3/\text{hr} \cdot \text{個}$ or m
- a : 浸透係数 $\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2/\text{m}$
- H · A (= P) : 静水圧 t
- H : 設計水深 (計画水深) m
- A : 浸透施設の面積 m^2

3-4 貯留量の算定式

3-4-1 浸透柵・井戸の貯留量

浸透柵 $q' = D^2 \times (H_2 + H_3) + \left\{ \frac{H_1}{3} \times (B_1^2 + \sqrt{B_1^2 \times B_2^2} + B_2^2) - D^2 \times H_2 \right\} \times \eta$

井戸 $q' = \pi r^2 \times (H_2 + H_3) + \left\{ \frac{H_1}{3} \times (B_1^2 + \sqrt{B_1^2 \times B_2^2} + B_2^2) - \pi r^2 \times H_2 \right\} \times \eta$

ここに、

- q' : 浸透柵、井戸の貯留量 $\text{m}^3/\text{個}$
- D : 浸透柵の内幅 m
- r : 井戸内の半径 m
- B₁ : 置換材の下幅 m
- B₂ : 置換材の上幅 m
- H₁ : 置換材の高さ m
- H₂ : 浸透柵、井戸の高さ m
- H₃ : 上塊、中間柵、の高さ m
- η : 置換材、浸透柵、井戸の平均空隙率 $\eta = 0.3$

3-4-2 浸透トレンチの貯留量

$$q' = (B \cdot H - \frac{\pi}{4} \cdot D^2) \cdot \eta + \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

ここに、

- q' : 浸透トレンチの貯留量 m^3/m
- D : 浸透管の内径 m
- B : 置換材の平均幅 m
- H : 置換材の高さ m
- η : 置換材、浸透管の平均空隙率 $\eta = 0.3$

3-5 単位設計浸透量算定式

(下水道雨水浸透施設技術マニュアル「(財)下水道新技術推進機構」より引用)

$$f_c = F \cdot y \cdot (1 - D) \cdot (1 - E) \cdot q$$

ここに、

f_c : 単位設計浸透量 $m^3/hr \cdot 個$ or m

F : 施設全体の安全係数 $F = 0.8$

D : 降雨による影響 $D = 0.1$

y : 供用期間中の目詰まりによる影響

目詰まりによる浸透能力はSS濃度、年間総降雨量、浸透施設設置密度、供用年数等により変化するが、一般的に次表を参考にする。

目詰まりによる低減係数

供用年数	5年以下	10年	30年以上
低減係数	0.90	0.80	0.50

注) ポーラスコンクリート(以下POCと称す)は近年、陸、河川、海洋など広い範囲で採用されているが使用目的による配合が要求される。強度のほか、空隙率(細~粗目)も重要であり使用目的により寒冷地では目詰まりが原因で凍害による劣化も考えられる(九州の北部まで凍結範囲)。従って浸透枳等は空隙が大きく2mm以下のSS、シルト分を通過させる構造が望ましい。

また有孔タイプについては次の点に注意する。

- ・透水(通水)面積はPOCに比較し30~50倍小さい
- ・POCに比較し流速が大きいことからSS、シルト分が有孔部に集中する。従って有孔部の総面積がPOCに比較し小さいことから過去のSS量の促進実験ではSS注入量の累積によりPOCに比較し目詰まりの発生は大きくなっている。

設計に際し、耐用年数を計画上長期間に設定する場合は使用材料により計算過程で十分に精査することが望ましい。

E : 地下水の影響による低減

浸透施設で浸透施設底面から1m未満に地下水位がある場合には、その浸透能力を次式で低減する。(浸透トレンチの場合)

$$E = 0.47 - 0.47X$$

X = 浸透底面から地下水位までの距離 $0 < X < 1m$

但し、浸透実験を実施した場合、その浸透量は既に地下水の影響を受けたものであり補正は考慮しない。

q : 単位浸透量 $m^3/hr \cdot 個$ or m

3-6 単位設計処理量の算定式

$$F_c = f_c \times T + q'$$

ここに、

F_c : 単位設計処理量 $m^3/hr \cdot 個$ or m

f_c : 単位設計浸透量 $m^3/hr \cdot 個$ or m

T : 処理時間 hr

q' : 貯留量 $m^3/個$ or m

土質と透水係数の関係を下表に示す。

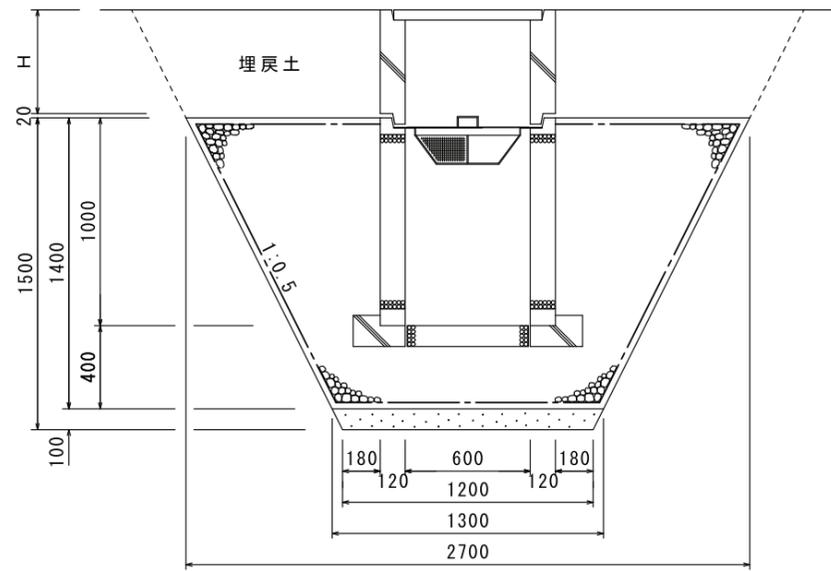
CreagerによるD₂₀と透水係数

D ₂₀ (mm)	k (cm/s)	土質分類	D ₂₀ (mm)	k (cm/s)	土質分類
0.005	3.00×10^{-6}	粗粒粘土	0.18	6.85×10^{-3}	微粒砂
0.01	1.05×10^{-5}	細粒シルト	0.20	8.90×10^{-3}	
0.02	4.00×10^{-5}	粗粒シルト	0.25	1.40×10^{-2}	中粒砂
0.03	8.50×10^{-5}		0.3	2.20×10^{-2}	
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}	0.4	4.50×10^{-2}		
0.06	4.60×10^{-4}	極微粒砂	0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.5	7.50×10^{-2}	
0.08	9.00×10^{-4}		0.6	1.10×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.7	1.60×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}	微粒砂	0.8	2.15×10^{-1}	粗粒砂
0.12	2.60×10^{-3}		0.9	2.80×10^{-1}	
0.14	3.80×10^{-3}		1.0	3.60×10^{-1}	
0.16	5.10×10^{-3}		2.0	1.80	細礫

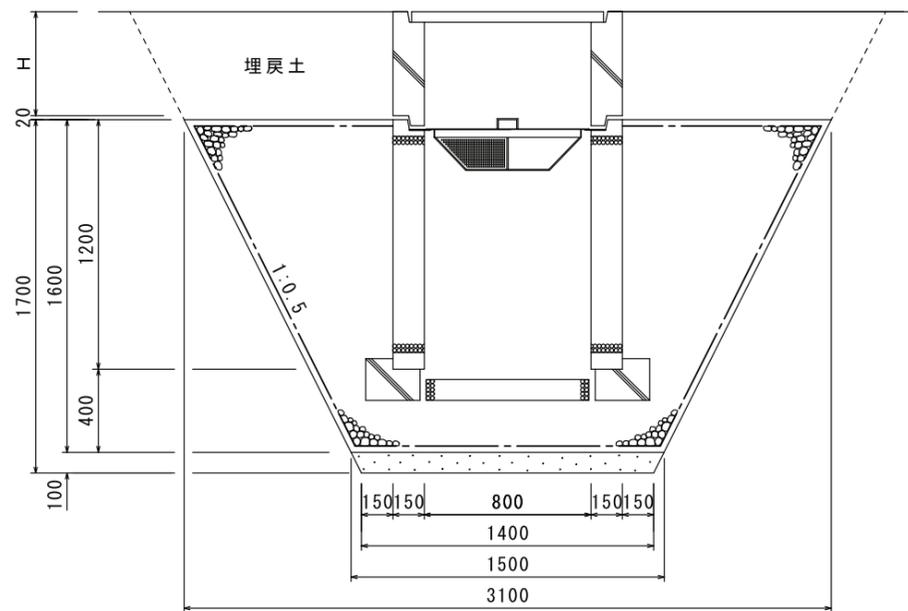
粒径と透水係数の概略値

	粘土	シルト	微細砂	細砂	中砂	粗砂	小砂利
粒径(mm)	0~0.01	0.01~0.05	0.05~0.10	0.10~0.25	0.25~0.50	0.50~1.0	1.0~5.0
k (cm/s)	3×10^{-6}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-3}	1.5×10^{-2}	8.5×10^{-2}	3.5×10^{-1}	3.0

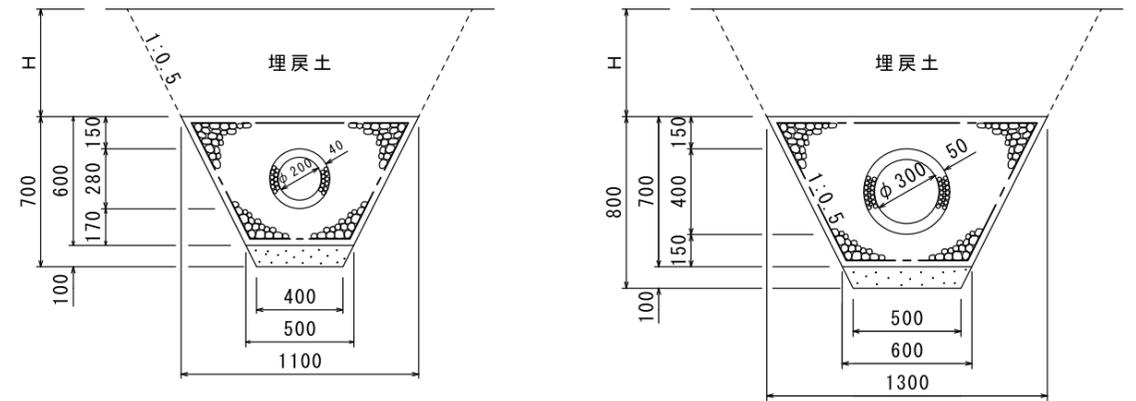
3-7 浸透施設の標準断面



浸透枡 I 型 A

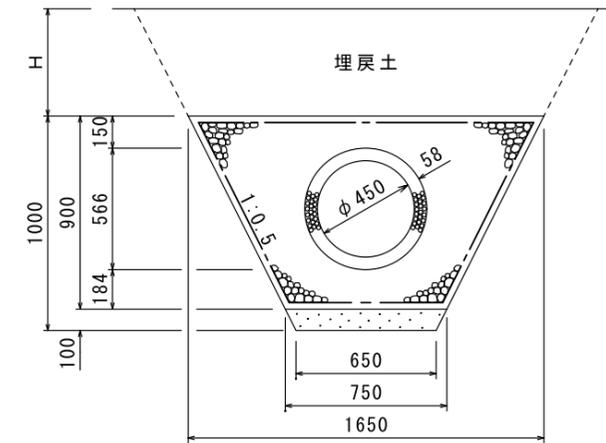


浸透枡 I 型 B

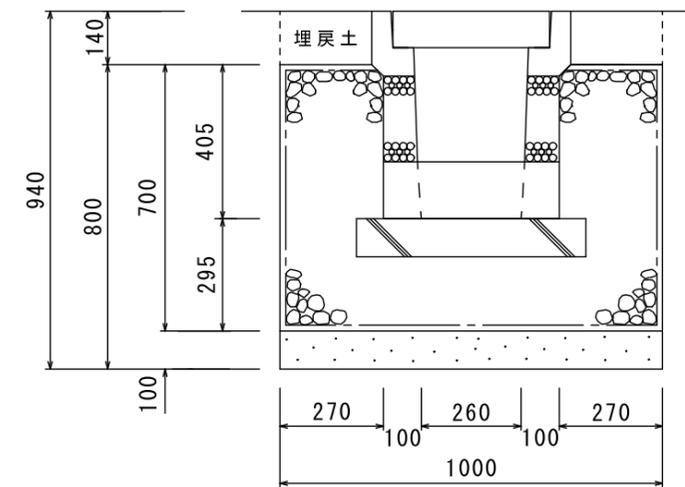


浸透トレンチ φ 200

浸透トレンチ φ 300



浸透トレンチ φ 450



浸透側溝 EU-300A

3-8 単位設計処理量早見表（地下水位は浸透施設底面-1.00mの場合）

●浸透柵 I 型 A

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・個	貯留量 m ³ /個	単位設計処理量 m ³ /hr・個
1.0×10 ⁻¹	6.656	2.001	8.657
	7.276	2.048	9.324
5.0×10 ⁻²	3.634	2.001	5.635
	3.964	2.048	6.012
1.0×10 ⁻²	0.924	2.001	2.925
	1.002	2.048	3.050
5.0×10 ⁻³	0.523	2.001	2.524
	0.565	2.048	2.613
1.0×10 ⁻³	0.151	2.001	2.152
	0.161	2.048	2.209
5.0×10 ⁻⁴	0.099	2.001	2.100
	0.098	2.048	2.146
1.0×10 ⁻⁴	0.020	2.001	2.021
	0.022	2.048	2.070

●浸透柵 I 型 B

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・個	貯留量 m ³ /個	単位設計処理量 m ³ /hr・個
1.0×10 ⁻¹	8.281	3.179	11.460
	8.964	3.242	12.206
5.0×10 ⁻²	4.523	3.179	7.702
	4.887	3.242	8.129
1.0×10 ⁻²	1.152	3.179	4.331
	1.238	3.242	4.480
5.0×10 ⁻³	0.653	3.179	3.832
	0.699	3.242	3.941
1.0×10 ⁻³	0.189	3.179	3.368
	0.200	3.242	3.442
5.0×10 ⁻⁴	0.136	3.179	3.315
	0.123	3.242	3.365
1.0×10 ⁻⁴	0.027	3.179	3.206
	0.030	3.242	3.272

●浸透トレンチ φ200

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	5.726	0.166	5.892
	6.264	0.179	6.443
5.0×10 ⁻²	2.942	0.166	3.108
	3.218	0.179	3.397
1.0×10 ⁻²	0.715	0.166	0.881
	0.783	0.179	0.962
5.0×10 ⁻³	0.437	0.166	0.603
	0.478	0.179	0.657
1.0×10 ⁻³	0.214	0.166	0.380
	0.234	0.179	0.413
5.0×10 ⁻⁴	0.186	0.166	0.352
	0.204	0.179	0.383
1.0×10 ⁻⁴	0.164	0.166	0.330
	0.180	0.179	0.359

●浸透トレンチ φ300

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	7.933	0.249	8.182
	8.590	0.265	8.855
5.0×10 ⁻²	4.076	0.249	4.325
	4.414	0.265	4.679
1.0×10 ⁻²	0.991	0.249	1.240
	1.073	0.265	1.338
5.0×10 ⁻³	0.606	0.249	0.855
	0.656	0.265	0.921
1.0×10 ⁻³	0.297	0.249	0.546
	0.321	0.265	0.586
5.0×10 ⁻⁴	0.258	0.249	0.507
	0.280	0.265	0.545
1.0×10 ⁻⁴	0.228	0.249	0.477
	0.246	0.265	0.511

●浸透トレンチ φ450

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	12.884	0.435	13.319
	13.725	0.456	14.181
5.0×10 ⁻²	6.620	0.435	7.055
	7.050	0.456	7.506
1.0×10 ⁻²	1.610	0.435	2.045
	1.715	0.456	2.171
5.0×10 ⁻³	0.983	0.435	1.418
	1.047	0.456	1.503
1.0×10 ⁻³	0.482	0.435	0.917
	0.513	0.456	0.969
5.0×10 ⁻⁴	0.419	0.435	0.854
	0.447	0.456	0.903
1.0×10 ⁻⁴	0.369	0.435	0.804
	0.393	0.456	0.849

●浸透側溝 EU-300A

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	8.351	0.289	8.640
	9.544	0.319	9.863
5.0×10 ⁻²	4.291	0.289	4.580
	4.904	0.319	5.223
1.0×10 ⁻²	1.043	0.289	1.332
	1.192	0.319	1.511
5.0×10 ⁻³	0.637	0.289	0.926
	0.728	0.319	1.047
1.0×10 ⁻³	0.312	0.289	0.601
	0.357	0.319	0.676
5.0×10 ⁻⁴	0.272	0.289	0.561
	0.311	0.319	0.630
1.0×10 ⁻⁴	0.239	0.289	0.528
	0.274	0.319	0.593

●浸透トレンチ Φ300

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	7.933	0.249	8.182
	8.590	0.265	8.855
5.0×10 ⁻²	4.076	0.249	4.325
	4.414	0.265	4.679
1.0×10 ⁻²	0.991	0.249	1.240
	1.073	0.265	1.338
5.0×10 ⁻³	0.606	0.249	0.855
	0.656	0.265	0.921
1.0×10 ⁻³	0.297	0.249	0.546
	0.321	0.265	0.586
5.0×10 ⁻⁴	0.258	0.249	0.507
	0.280	0.265	0.545
1.0×10 ⁻⁴	0.228	0.249	0.477
	0.246	0.265	0.511

●浸透トレンチ Φ450

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	12.884	0.435	13.319
	13.725	0.456	14.181
5.0×10 ⁻²	6.620	0.435	7.055
	7.050	0.456	7.506
1.0×10 ⁻²	1.610	0.435	2.045
	1.715	0.456	2.171
5.0×10 ⁻³	0.983	0.435	1.418
	1.047	0.456	1.503
1.0×10 ⁻³	0.482	0.435	0.917
	0.513	0.456	0.969
5.0×10 ⁻⁴	0.419	0.435	0.854
	0.447	0.456	0.903
1.0×10 ⁻⁴	0.369	0.435	0.804
	0.393	0.456	0.849

●浸透側溝 EU-300A

* 上段は敷砂有、下段は敷砂無

透水係数 cm/sec	単位設計浸透量 m ³ /hr・m	貯留量 m ³ /m	単位設計処理量 m ³ /hr・m
1.0×10 ⁻¹	8.351	0.289	8.640
	9.544	0.319	9.863
5.0×10 ⁻²	4.291	0.289	4.580
	4.904	0.319	5.223
1.0×10 ⁻²	1.043	0.289	1.332
	1.192	0.319	1.511
5.0×10 ⁻³	0.637	0.289	0.926
	0.728	0.319	1.047
1.0×10 ⁻³	0.312	0.289	0.601
	0.357	0.319	0.676
5.0×10 ⁻⁴	0.272	0.289	0.561
	0.311	0.319	0.630
1.0×10 ⁻⁴	0.239	0.289	0.528
	0.274	0.319	0.593

3-9 数量調書

●浸透柵（置換材碎石、敷砂は角錐台式を摘要）

（1箇所当たり）

施工基準	名称	浸透柵 (基)	透水シート (m ²)	置換材碎石 (m ³)	敷砂 (m ³)
敷砂有	I型A	1	20.80	4.98	0.16
	I型B	1	27.11	7.04	0.21
敷砂無	I型A	1	21.11	5.13	—
	I型B	1	27.47	7.25	—

●浸透トレンチ

（10m当り）

施工基準	名称	浸透トレンチ管 (本)	透水シート (m ²)	置換材碎石 (m ³)	敷砂 (m ³)
敷砂有	φ200	10	29.40	4.18	0.45
	φ300	10	34.70	5.39	0.55
	φ450	10	44.10	8.30	0.70
敷砂無	φ200	10	30.70	4.63	—
	φ300	10	35.90	5.94	—
	φ450	10	45.40	9.00	—

●浸透側溝

（10m当り）

施工基準	名称	浸透側溝 (本)	透水シート (m ²)	置換材碎石 (m ³)	敷砂 (m ³)
敷砂有	EU-300A	5	28.80	5.14	1.00
敷砂無	EU-300A	5	30.80	6.10	—

第4章 浸透施設の施工・維持管理

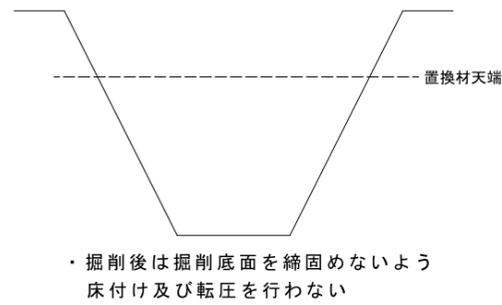
4-1 浸透施設の施工管理

浸透施設の浸透能力は設置場所の地山に依存する。従って、浸透施設の施工にあたっては、地山のもつ浸透能力が損なわれないように十分配慮する事が重要である。

具体的な施工手順と施工上の留意点は以下の通りである。

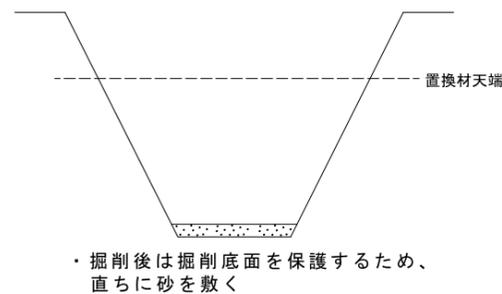
(1) 掘削工

- 掘削は機械掘削により行い必要に応じて土留め工を施す。
 - 掘削は必要な大きさとし、余堀りは行わない。
 - 機械掘削によりバケットのつめなどで掘削の仕上がり面を押しつぶした場合、シャベル、金ブラシなどで表面をはぎ落とす。はぎ落とした土砂は排除する。
 - シャベルなどで人力掘削する場合は、側面をはぐように掘り、掘削面が平滑にならないように仕上げる。
 - 掘削底面の浸透能力を保護するため、足で踏み固めないよう注意する。
- ※掘削中、当初想定した土質構造と異なる事が判明した場合、速やかに設計者などと協議し、適切な対策をとる。



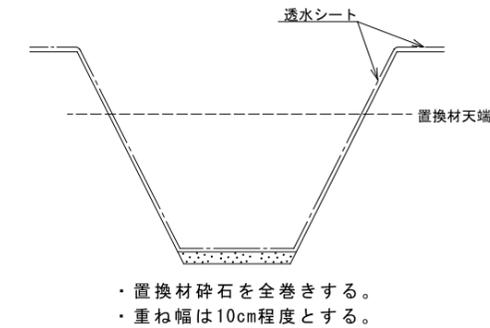
(2) 敷砂工

- 掘削完了後は掘削底面を保護するため、直ちに砂を敷く。(地盤が砂礫, 砂の場合は省略可)
- 砂の敷均しは人力で行う。
- 敷砂は足で軽く締固める程度とし、タンパなどの機械での転圧は行わない。



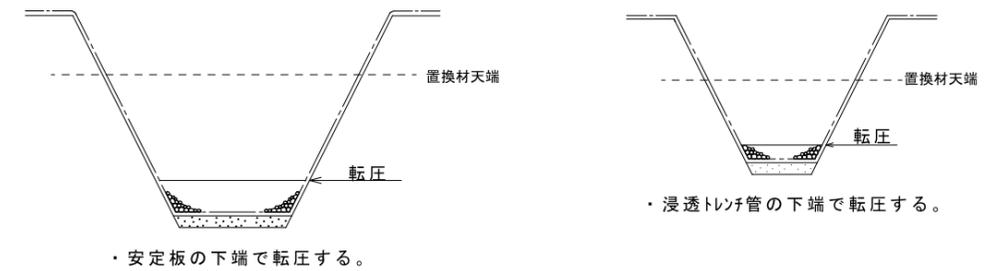
(3) 透水シート工 (底面、側面)

- 地山と浸透面の接する箇所を全巻とする。
- シートの継ぎ目から土砂が侵入しないよう10cm程度重ね合わせて使用する。



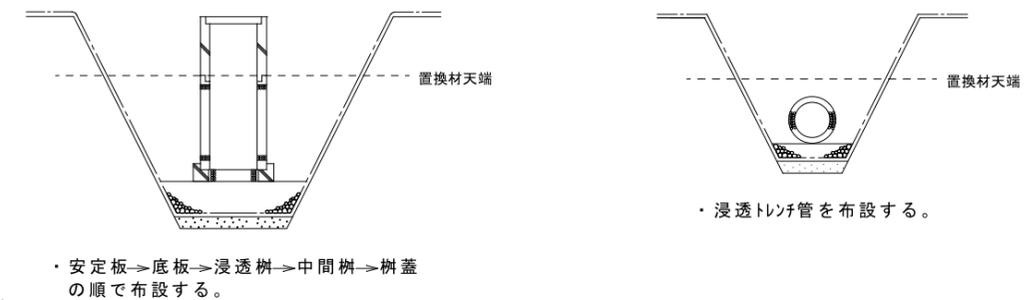
(4) 置換材工 (基礎部)

- 置換材は土砂の混入を防ぐため、シートなどの上に仮置きする事が望ましい。
- 投入時に透水シートを引き込まないよう注意する。
- 置換材の転圧は、沈下および陥没防止のため行うが、回数や方法に十分配慮する。(透水能力や貯留量に影響するため)



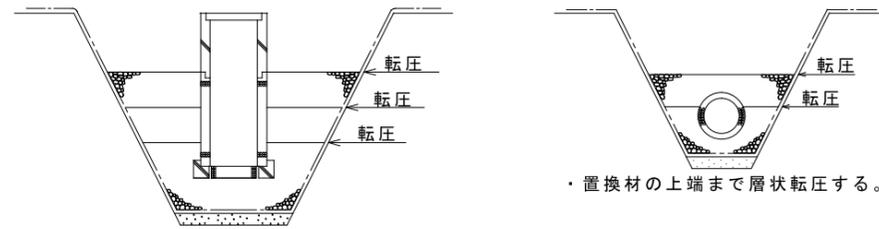
(5) 樹、トレンチ、側溝 布設工

- 樹
 - 底板はモルタルなどで密封しない。
 - 仮蓋をし、埋戻し時の土砂の流入を防ぐ。
 - 浸透樹とトレンチ管の接続箇所の隙間はモルタルを充填する。
- トレンチ
 - 管の継ぎ目は空継ぎとし、管勾配はレベルまたは勾配をつける場合は緩勾配とする。
- 側溝
 - 側溝接続の目地はモルタルなどで処理する。
 - 仮蓋をし、埋戻し時の土砂の流入を防ぐ。



(6) 置換材工 (側面、上面)

- ・ 碎石の充填時に、柵やトレンチ、側溝が動かないようにする。
- ・ 透水シートを引き込まないよう慎重に行う。

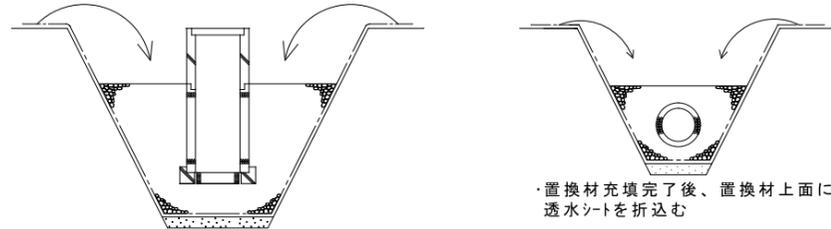


・ 置換材の上端まで層状転圧する。

・ 置換材の上端まで層状転圧する。

(7) 透水シート工 (上面)

- ・ 置換材工終了後、埋戻しを行う前に置換材の上面を透水シートで覆う。

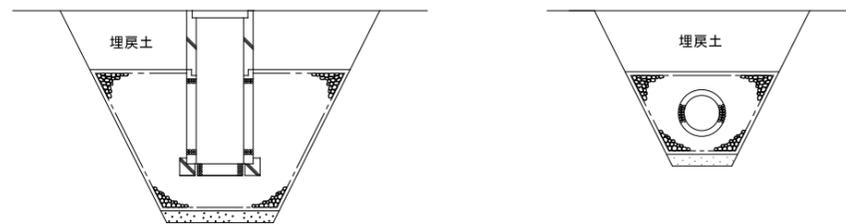


・ 置換材充填完了後、置換材上面に透水シートを折込む

・ 置換材充填完了後、置換材上面に透水シートを折込む

(8) 埋戻し工

- ・ 埋戻土の転圧はタンパなどで、十分に締め固める。
- ・ 碎石のかみ合わせなどによる初期沈下起きる恐れがあるため、埋戻し後1~2日は注意を要する。



※ 工事中の排水については原則として浸透施設を使用しない。

※ 浸透施設施工後に造園工事等で客土・植栽工事を行う場合、客土・芝等が浸透施設に流入することが多いため十分注意する。

