
札幌市雨水流出抑制技術指針

平成 23 年 4 月

札幌市下水道河川局事業推進部

－ 目 次 －

第1章	総 則	1
1.1	目的	1
1.2	適用範囲	1
1.3	用語の説明	2
第2章	計 画	3
2.1	基本方針	3
2.2	計画規模	3
2.3	計画手順	5
2.4	対策手法の選定	6
第3章	浸透施設の設計	7
3.1	一般的事項	7
3.2	対策の手法	8
3.3	計画手順	9
3.4	飽和透水係数	10
3.5	単位設計浸透量	12
3.6	設計浸透量	13
3.7	浸透施設の配置計画	14
3.8	浸透施設の構造	15
第4章	貯留施設の設計	17
4.1	一般的事項	17
4.2	対策の手法	17
4.3	計画手順	19
4.4	必要貯留量	20
4.5	設計貯留量	20
4.6	許容放流量の算出	21
4.7	貯留部の構造	22
4.8	放流施設の構造	24
第5章	施工・維持管理	25
5.1	浸透施設の施工	25
5.2	浸透施設の維持管理	25
5.3	貯留施設の施工	26
5.4	貯留施設の維持管理	26

第6章	算定事例	28
6.1	事例1（浸透施設のみ対策の場合）	28
6.2	事例2（貯留施設のみ対策の場合）	30
6.3	事例3（排水方向が複数に分かれる場合）	32

第1章 総 則

1.1 目的

本指針は、札幌市雨水流出抑制に関する指導要綱に基づき、札幌市内に設置される雨水流出抑制施設について、計画、設計、施工、維持管理等に係る技術的事項の基本的な考え方を示すことにより、その整備を推進し、まちを浸水から守り、市民の安全で安心な生活に資することを目的とする。

【解説】

近年、都市化が進んだことにより雨水が地中に浸透する面積が減少していることや局地的な集中豪雨（いわゆるゲリラ豪雨）が頻発することにより、全国的に多くの浸水被害が報告されている。

本市においては、管路施設などの整備による雨水対策を進めているが、今後も高まる浸水のおそれに対応するため、札幌市雨水流出抑制に関する指導要綱を策定し、3,000 m²以上の土地で土地の半分以上が屋根や舗装等に覆われ、公共下水道に雨水を排除する施設を設置する場合、本市と雨水流出抑制について協議することとしている。

本指針は、同要綱第3条に規定する技術指針として、雨水流出抑制施設いわゆる雨水浸透施設や雨水貯留施設に関する流出抑制量及び技術的事項について、基本的な考え方を示すものである。

1.2 適用範囲

本指針は、札幌市内における雨水流出抑制を目的として設置する雨水流出抑制施設の調査、計画、設計、施工、維持管理について適用する。

【解説】

雨水流出抑制は、浸透施設及び貯留施設によって行うものとし、本指針では下表に示すものに関する技術的基準を定めている。

表 1 本指針の適用範囲

方 法	具体的な対策
浸透に配慮した土地利用	緑地の確保 砂利などの透水面の確保
雨水の浸透	浸透ます 浸透トレンチ 透水性舗装
雨水の一時貯留	地表面貯留 地下貯留

1.3 用語の説明

本指針で用いる用語は、それぞれ以下のように定義する。

<一般用語>

(1) 雨水流出抑制

雨水を地中に浸透させ、又は一時的に貯留することによって、公共下水道に流出する雨水量を減少させて、下水道に短時間に大量の雨水が流出しないようにすること。

(2) 雨水浸透施設（浸透施設）

雨水を地中に浸透させる施設で、浸透ます、浸透トレンチなどをいう。

(3) 雨水貯留施設（貯留施設）

雨水を一時的に貯留する施設をいい、駐車場、集合住宅の棟間等の空地及び地下に設置する。

(4) 浸透ます

透水性のますの周辺を砕石で充填し、集水した雨水を側面及び底面から地中へ浸透させる施設をいう。

(5) 浸透トレンチ

掘削した溝に砕石を充填し、さらにこの中に浸透ますと連結された透水管を設置することにより雨水を導き、砕石の側面及び底面から地中へ浸透させる施設をいう。

(6) 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。

(7) オリフィス

貯留部の側壁に設ける水の流出口をいう。

(8) ベルマウス

入口を滑らかにするための釣鐘状の管路流入口の形状をいう。

(9) 余水吐

計画以上の流入があった場合に雨水を安全に排水させるための施設をいう。

<計画用語>

(10) 流出係数

敷地内に降った雨水量のうち下水道や河川に流出する雨水量の割合をいう。

(11) 許容放流量

放流先の施設能力により制限される放流量の上限をいう。

(12) 飽和透水係数

地盤の水の断面平均流速の大きさを示す指標で、飽和時の透水係数をいう。

(13) 影響係数

詰まりや地下水位による浸透量の低下を考慮する際の安全係数をいう。

第2章 計画

2.1 基本方針

建築物の建築や土地の舗装などの工事により下水道に流れ込む雨水の量が多くなる場合、周辺市街地に浸水の被害をもたらすおそれがある。

このような行為を行う場合、土地利用の計画段階から雨水が地中に浸透しやすい敷地利用を図るものとし、その上でその敷地の土地利用や地形などを考慮し、雨水流出抑制施設の設置を行うものとする。

【解説】

広い敷地でその多くが舗装や屋根に覆われた施設は、下水道管に短時間に大量の雨水を流出し、周辺市街地に浸水の被害をもたらすおそれがある。このような場合には、まずは土地利用の観点から、できるだけ緑地などの浸透しやすい土地利用を図ることが大切である。この上で、浸透施設や貯留施設の設置を行い、雨水の流出を抑制し周辺市街地への浸水の影響を最小限に抑えることとする。

2.2 計画規模

本指針における雨水流出抑制施設の計画規模は、本市の10年確率降雨35mm/hrに対して、敷地内の流出係数が0.6を上回る分を必要対策量（流出抑制量）とする。

【解説】

本市の下水道は、道路や建築物、緑地などの土地の利用状況を考慮して下水道の能力を決定しているため、舗装面などで覆われた広い土地から雨水が流出されると下水道の能力を越え、周辺地域に対して浸水を引き起こすおそれがある。このため、下水道の能力等を考慮し、流出係数0.6を基準として対策を求めることとしている。

なお、対象とする土地は、建築物等の施設を設置する土地で公共下水道に雨水を排除しようとする土地とし、本指針では「敷地」ということとする。

(1) 流出係数

流出係数は、以下の式により算出する。端数処理は、小数点第3位を四捨五入する。

$$C_a = (a \times c) \text{ の総和} \div A$$

C_a : 流出係数

a : 工種別の面積 (h a)

c : 工種別の基礎流出係数

A : 総敷地面積 (h a)

表 2 工種別の基礎流出係数

工 種	屋根・舗装	透水性舗装	間 地
基礎流出係数	0.90	0.40	0.20

(2) 必要対策量

必要対策量 (m³) は、以下の式により算出する。端数処理は、小数点第2位を四捨五入する。必要対策量は、貯留施設の容量又は1時間あたりの浸透量に相当する。(参考:P.27 早見表参照)

なお、増改築の場合は、増改築に関連する土地を対策の対象として必要対策量を算出することができる。

$$\begin{aligned} Q_0 &= 1 / 360 \times (C_a - 0.6) \times 35 \text{ (mm/hr)} \times A \times 3600 \text{ (s)} \\ &= 350 \times (C_a - 0.6) \times A \end{aligned}$$

Q_0 : 必要対策量 (m³)

C_a : 流出係数

A : 総敷地面積 (h a)

2.3 計画手順

建築物や駐車場などの計画を行う場合、事前に下水道の整備状況と下水道計画における雨水の排出先を確認するものとする。

その上で、流出係数を算出し、その流出係数が 0.6 を超える場合には、必要対策量を算出し、現地の状況や土地利用に適した対策手法による対策を計画するものとする。

【解説】

建築物の建築や土地の舗装などに伴い、敷地面積 3,000 m²以上の土地から公共下水道に雨水を排除する場合、事前に工事箇所周辺の下水道の整備状況や雨水の排除先を確認するものとする。

その後、敷地内の流出係数を算出し、その値が 0.6 を上回る場合は、雨水流出抑制施設の設置について以下のフローにならない検討を行うものとする。

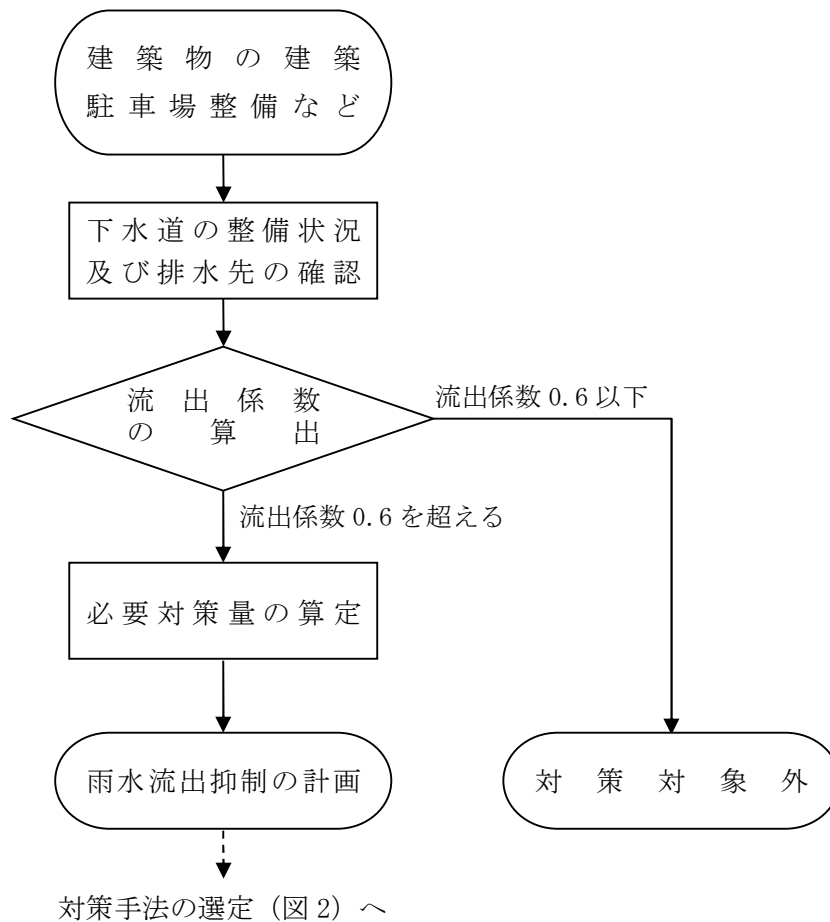


図 1 雨水流出抑制の計画手順

2.4 対策手法の選定

雨水流出抑制の対策は、地下水位が低く、砂れき地盤など浸透の効果が期待できる地区では、優先的に浸透施設の設置による対策を行うものとする。

浸透の効果が期待できない地域や設置に適さない地域の場合、また浸透施設のみでは必要対策量を満たすことができない場合には、貯留施設の設置による対策を行うものとする。

雨水流出抑制の対策は、これらの技術以外にも効果が期待できる手法が考えられる。これらの新技術を採用しようとする場合は、本市と協議するものとする。

【解説】

地下水位が低く地盤がれき質土など浸透の効果が期待できる地区では、地下水のかん養など環境面の効果が期待できる浸透施設を優先して設置し、浸透施設のみで十分に対策が行えない場合や法面の付近や盛土地区で土砂の流出が懸念される場合などは、貯留施設の設置について検討するものとする。

都心部等において雨水流出抑制施設の設置を行うための敷地が確保できない場合には、対策手法等について本市と協議すること。

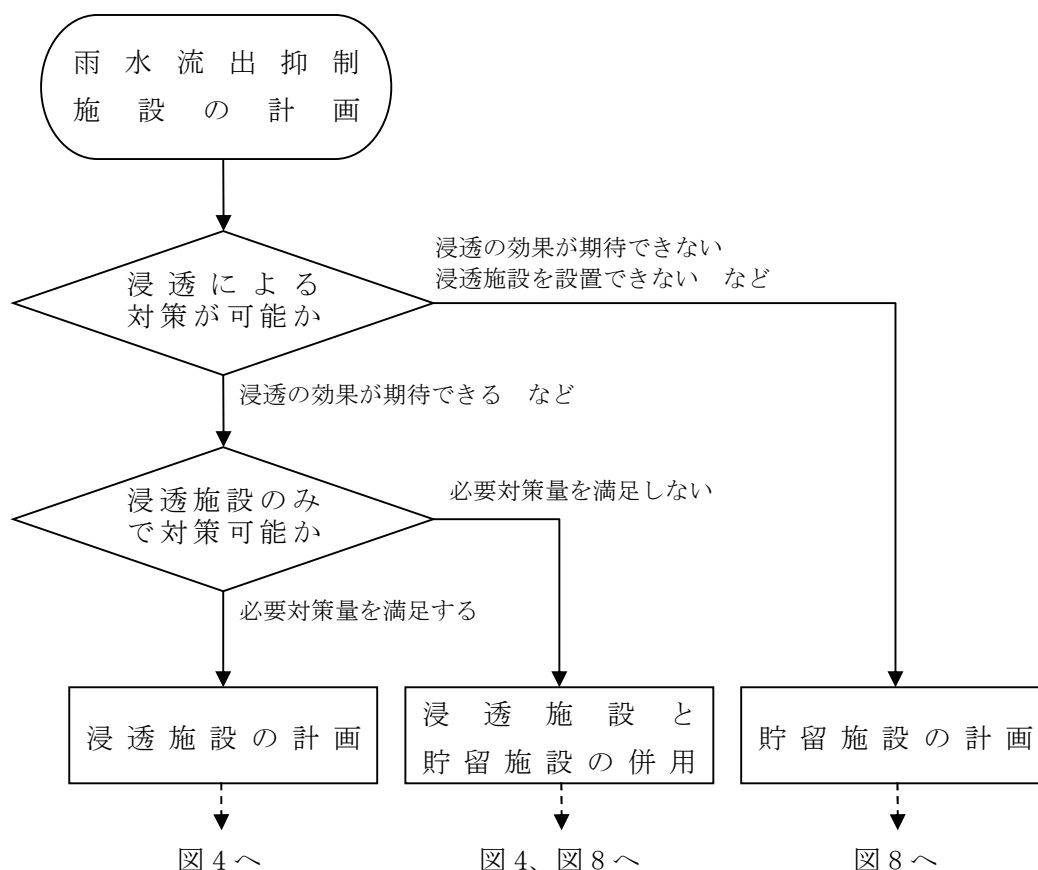


図 2 対策手法の選定手順

第3章 浸透施設の設計

3.1 一般的事項

浸透施設は、地盤の浸透能力が高く、地下水位が低い地区に設置するものとする。
また、雨水浸透によって地盤の安定性に支障をきたすような場所には、原則、設置しないものとし、良好な維持管理が可能な構造と設置場所を考慮して計画するものとする。

【解説】

(1) 浸透能力

浸透に適する地区か否かは、基本的には現地浸透試験や現地の土質試験により判断することが必要である。これらの資料がない場合には、参考に浸透能力図（図5、P.11）の値を採用するものとする。

概ね飽和透水係数が、 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ($1.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$) 以上の場合、浸透の効果が高い地区と判断することができる。

(2) 設置禁止区域

浸透施設の設置により地盤の崩壊や地下水の流入など懸念される場合があるので、以下に該当する区域においては、浸透施設は設置してはならないこととする。

- ・ 急傾斜地崩壊危険区域（急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第7条）
- ・ がけ崩れ又は土砂の流出の防止上支障がある区域（都市計画法施行規則第26条、宅地造成等規制法施行令第13条）
- ・ 斜面の付近（図3に示す区域）
- ・ 地下水位が高い区域（図5に示す不可の区域）
- ・ 擁壁上部、下部の区域
- ・ 隣接地その他の居住及び自然環境を害するおそれのある区域
- ・ 工場跡地、廃棄物の埋立地等で、土壤汚染が予想される区域

(3) 設置に当たり注意を要する区域

過去に盛土された地区などでは、土砂が流出しやすく沈下等が懸念される場合があることから、以下の区域では、浸透施設の設置に当たって十分にその安全性を確認すること。

- ・ 隣地の地盤が低く、浸透した雨水による影響が及ぶおそれのある区域
 - ・ 斜面や低地に盛土で造成した区域
 - ・ 宅地防災上、注意を要する区域
- …土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域、札幌市地域防災計画に位置付けられた土砂災害危険区域

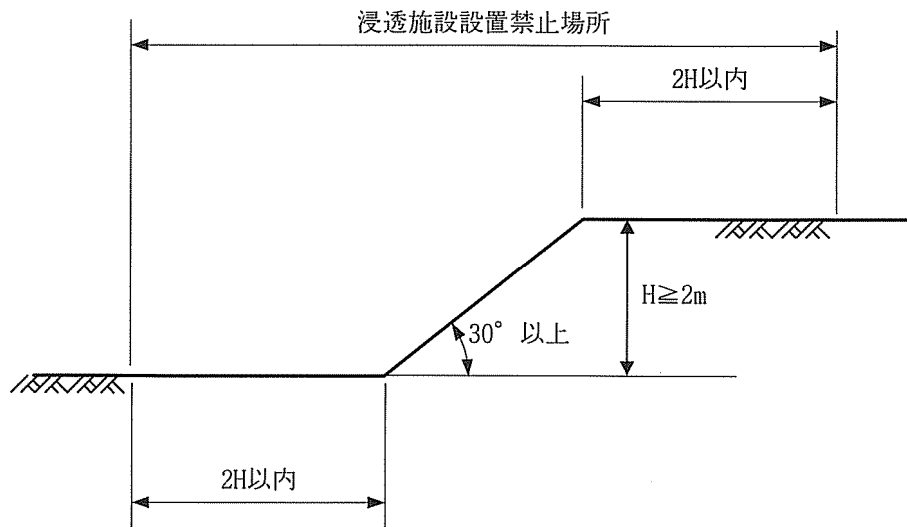


図 3 斜面付近の浸透施設の禁止範囲

3.2 対策の手法

浸透施設は、浸透ますと浸透トレンチによる対策を基本とする。

これらの施設は、土地利用や浸透施設の配置計画に基づき、適切に組み合わせて設置するものとする。

【解説】

本指針では、浸透施設として浸透ます、浸透トレンチを対象とする。

これらの浸透施設の材質は、コンクリート又は合成樹脂（塩化ビニル、ポリプロピレン等）を標準とし、浸透能力を長期的に安定して維持させるため、目詰まり防止や清掃などの維持管理に配慮した構造とするものとする。

このほか、透水性舗装による対策を行う場合は、流出係数に通常の舗装より低い 0.4 が適用される。本市は積雪寒冷地であるため、採用に当たっては凍上等の影響を十分に考慮して施工すること。

3.3 計画手順

浸透施設の計画に当たっては、浸透の効果が期待できる地盤かどうか、地下水や斜面の安全性について問題がないかなど確認した上で、浸透施設を採用するものとする。

浸透量の算定は、浸透施設の単位設計浸透量を算出し、必要対策量に見合う設置数量を算出し、設計浸透量を求める。設計浸透量が必要対策量に満たない場合には、貯留施設による対策も行うものとする。

【解説】

浸透施設の計画手順は、下図のとおりとする。

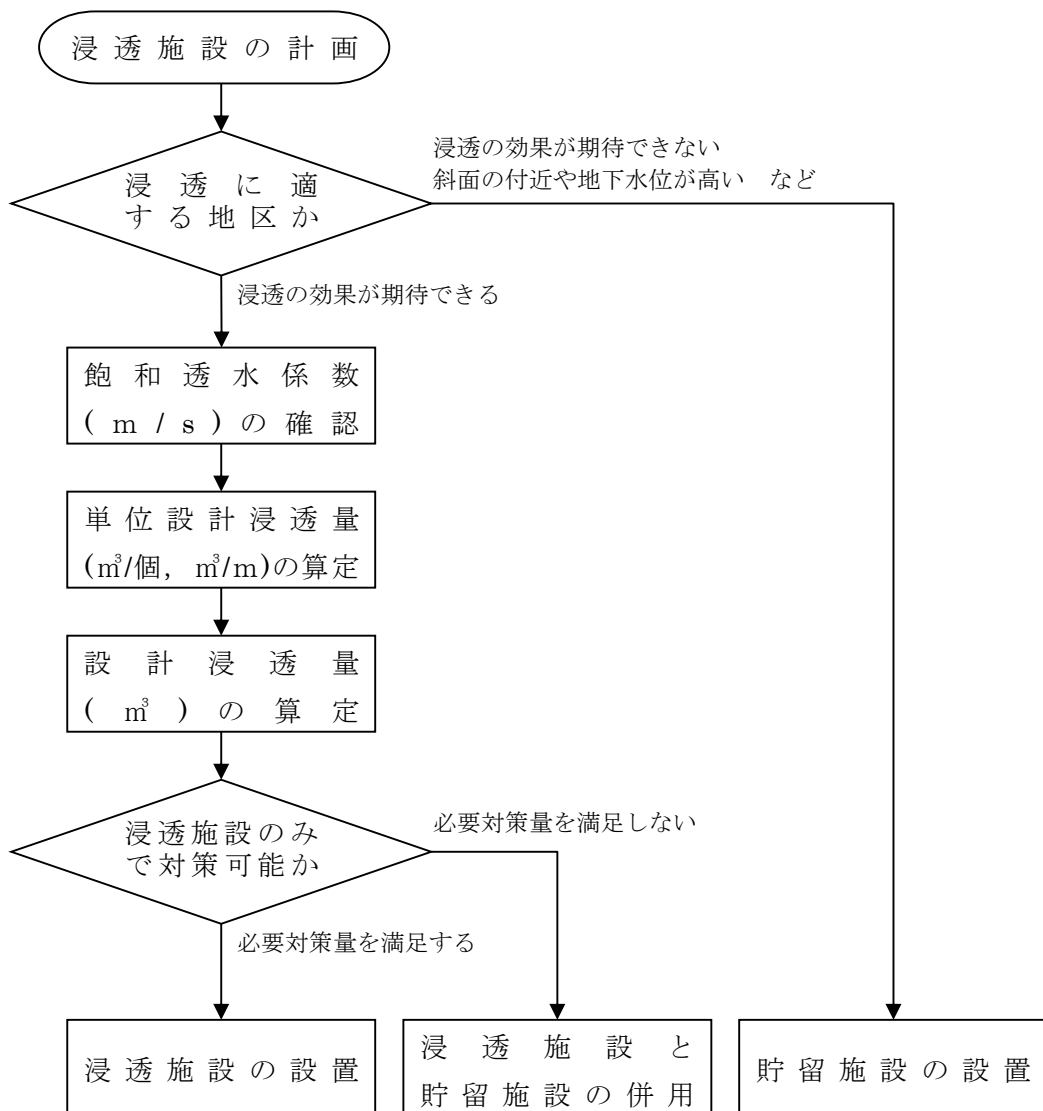


図 4 浸透施設の計画手順

3.4 飽和透水係数

飽和透水係数は、現地により大きく異なることから、基本的に現地浸透試験や現地の土質試験により算出することが必要である。これらの資料がない場合には、参考に浸透能力図（図5）の値を採用するものとする。

【解説】

(1) 現地浸透試験の実施

現地浸透試験はボアホール法（定水位法）もしくは実物試験（定水位法）で実施するものとする。現地試験方法は「増補改訂 雨水浸透施設技術指針（案）調査・設計編 社団法人雨水浸透技術協会」を参考とすること。

(2) 土の粒度試験結果による推計

粒度試験による粒径から下表により飽和透水係数を求める。

表 3 粒径による飽和透水係数の概略値

	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_0 (m/s)	3.0×10^{-8}	4.5×10^{-6}	3.5×10^{-5}	1.5×10^{-4}	8.5×10^{-4}	3.5×10^{-3}	3.0×10^{-2}

K_0 ：飽和透水係数

(3) 浸透能力図の利用

現地浸透試験や土の粒度試験のデータがない場合には、雨水流出抑制を実施する地区の飽和透水係数を浸透能力図（図5）により確認しその値を用いる。

表 4 浸透能力図による飽和透水係数

	浸透能力		
	大	中	小
飽和透水係数(m/s)	1.0×10^{-4}	2.0×10^{-5}	5.0×10^{-6}

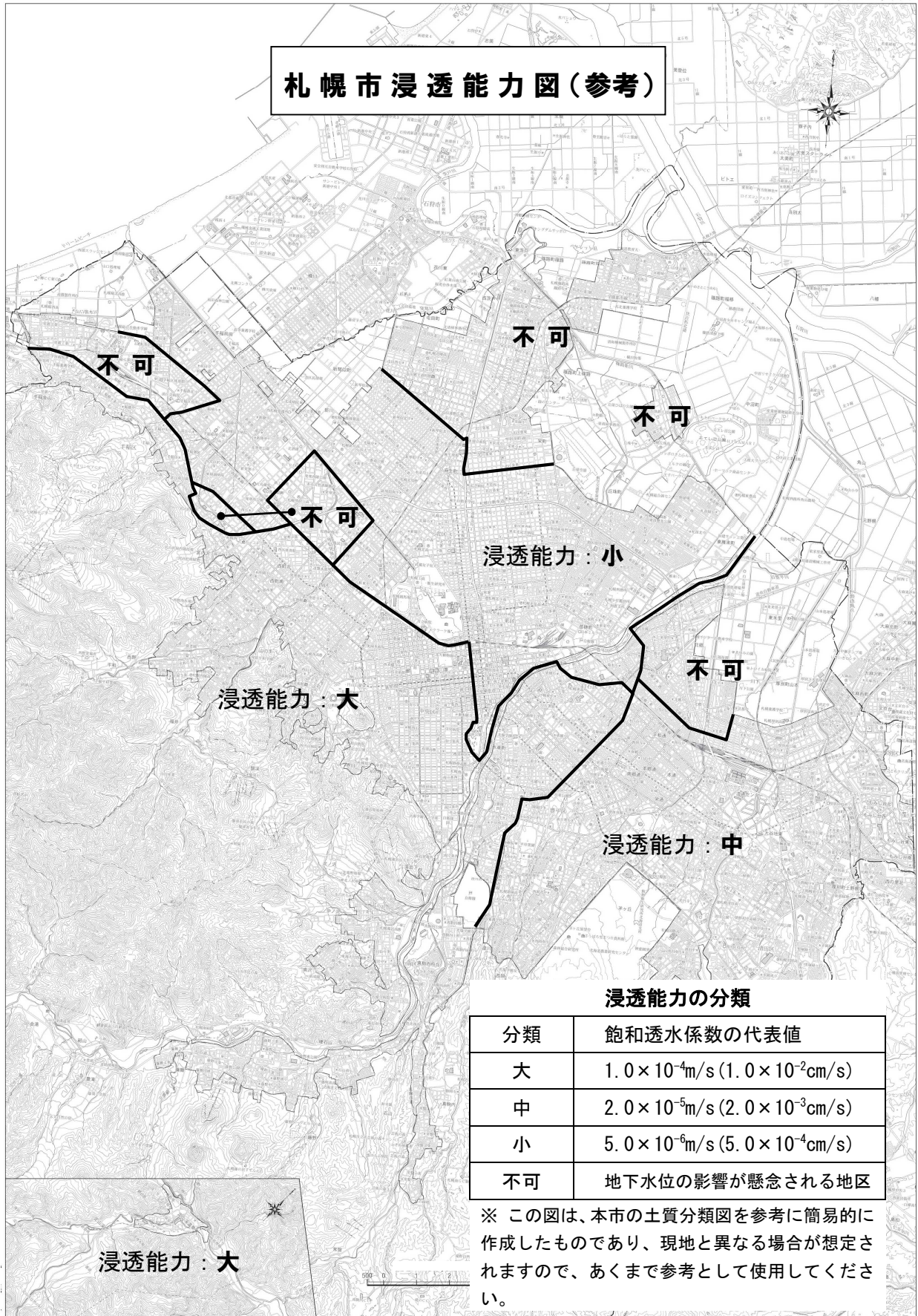


図 5 浸透能力図

3.5 単位設計浸透量

浸透施設の単位設計量は、飽和透水係数と浸透施設の形状からコゼニー式またはその変形式を用いて時間当たりの浸透量を求め、これに目詰まりと地下水の影響による影響係数と浸透継続時間（3,600秒）を乗じて算出する。

【解説】

単位設計浸透量は、浸透ます1箇所当たりまたは浸透トレンチ1m当たりの浸透量であり、以下の式により算出する。

なお、これにより難しい場合は、「下水道雨水浸透技術マニュアル(2001.6)」や「増補改定雨水浸透施設技術指針（案）」などの資料に基づいて算出しても良い。

(1) 浸透ます

$$q_m = K \{ B \times L + 2H(B + L) + \pi H^2 \} \times C \times 3,600 \text{ 秒}$$

$$= 1,440 \times K \{ B \times L + 2H(B + L) + \pi H^2 \}$$

q_m : 単位設計浸透量 (m³/個)

K : 飽和透水係数 (m/s)

B : 浸透域の幅 (m)

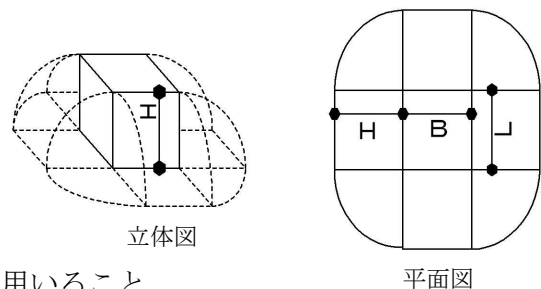
L : 浸透域の長さ (m)

H : 浸透域の高さ (m)

C : 目詰まりの影響係数 0.4

注) B、L、Hは浸透部分（砕石）の長さを用いること

飽和透水係数は単位に注意すること



(2) 浸透トレンチ

$$q_t = K (B + 2H) \times C \times 3,600 \text{ 秒}$$

$$= 3,240 \times K (B + 2H)$$

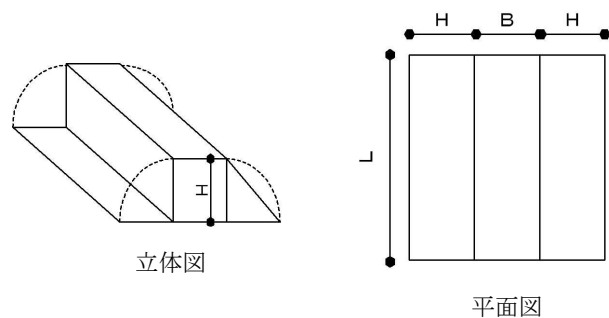
q_t : 単位設計浸透量 (m³/m)

K : 飽和透水係数 (m/s)

B : 浸透域の幅 (m)

H : 浸透域の高さ (m)

C : 目詰まりの影響係数 0.9



3.6 設計浸透量

設計浸透量は、単位設計浸透量に浸透施設の設置数量を乗じたすべての浸透施設の浸透量の合計とする。

【解説】

設計浸透量は、設置されるすべての浸透施設の浸透量の合計であり、各施設の単位設計浸透量に施設の設置数量を乗じて算出することができる。

$$Q_s = (q_s \times N + q_t \times L)$$

Q_s : 設計浸透量 (m³)

q_s : 浸透ますの単位設計浸透量 (m³/個)

N : 浸透ますの設置個数 (個)

q_t : 浸透トレンチの単位設計浸透量 (m³/m)

L : 浸透トレンチの設置延長 (m)

3.7 浸透施設の配置計画

浸透施設は、浸透施設同士の影響や建築物への影響などを考慮して、配置計画を行うものとする。

【解説】

浸透施設は各施設が単独で設置されることは少なく、様々な種類の施設を組み合わせで設置され、そのほとんどが雨水の集水及び排水施設として兼用されるため、集排水機能を損なわないように配慮する。

また、浸透トレンチ等の流下施設の両端には浸透ますを配置し、流下施設内の水位の安定や流下施設内へのゴミや土砂の流入防止に努める。

(1) 浸透施設の設置間隔

- ・ 浸透流の相互干渉による影響を考慮し、浸透施設はお互いの浸透面を 1.5m 以上離して設置するものとする。

(2) 建築物からの離隔

- ・ 建築物の近くに浸透施設を設置する場合は、浸透施設は浸透面を建築物から 0.3m 以上離して設置するものとする。

(3) 雨水と汚水の分離

- ・ 合流地区では、雨水と汚水の排水系統を確実に分離し、汚水が浸透施設に流入することがないようにするものとする。
- ・ 汚水管と合流するますに接続する直近の雨水管は、原則、浸透しない構造のものとする。

3.8 浸透施設の構造

浸透施設の構造は、地中への浸透機能が長期間にわたり効果的に発揮できるように、目詰まり防止や清掃などの維持管理に配慮した構造とするものとする。

【解説】

浸透ます及び浸透トレンチの構造について、基本的に以下のとおりとする。

(1) 材質

- ・ 浸透施設の材質は、コンクリートまたはプラスチック（ポリ塩化ビニル、ポリプロピレンなど）を標準とする。

(2) 敷砂

- ・ 浸透底面が施工時の踏み固めによる浸透能力低減を防止するため、クッション材として用いる。
- ・ 敷砂は、地盤が砂れき又は砂の場合は省略しても良い。

(3) 充填材

- ・ 充填材は施設本体と浸透面（掘削面）との間に充填し、浸透面の保護と貯留量及び設計水頭の確保を図るため、碎石を標準として用いる。
- ・ 材料は、単粒度碎石 20～30mm の使用を標準とする。

(4) 透水シート

- ・ 透水シートは土砂の充填材への流入を防ぐとともに地面の陥没を防ぐために用いる。
- ・ 透水シートの材料は、透水係数が 0.5cm/sec 以上のものを標準とする。

(5) 目詰まり防止装置

- ・ 浸透能力を長期的に安定して維持させるため、ゴミ・土砂等の施設内部への流入防止が可能でかつ排出が容易な目詰まり防止装置を設ける。

(6) 凍上の防止

- ・ 浸透施設周辺の土質状況などにより、凍上が懸念される場合には、浸透域の埋設深さを確保するなど留意すること。

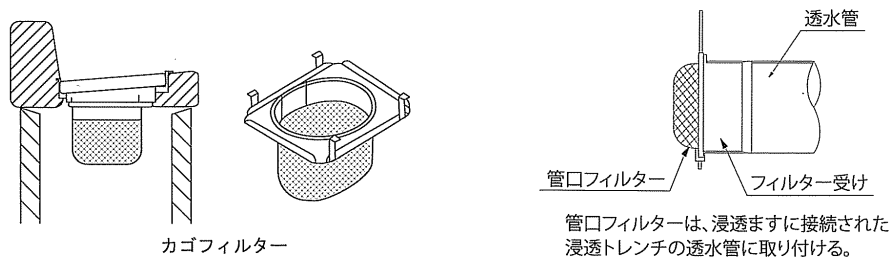


図 6 目詰まり防止装置の例

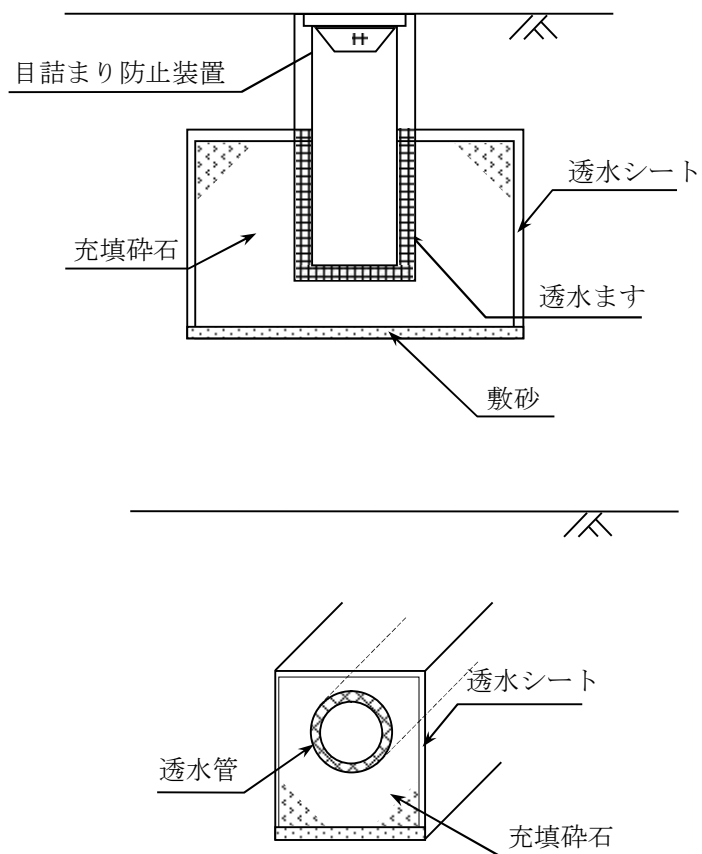


図 7 浸透ます・浸透トレンチのイメージ図

第4章 貯留施設の設計

4.1 一般的事項

貯留施設は、浸透施設の設置による対策が難しい場合などに設置するものとする。
また、良好な維持管理が可能な構造と設置場所を考慮して、計画するものとする。

【解説】

浸透施設を採用しない場合などには、貯留施設の設置により対策を図るものとする。
貯留の方法は大きく分けて、地表面に貯留する方法と地下に貯留する方法に分けられる。

4.2 対策の手法

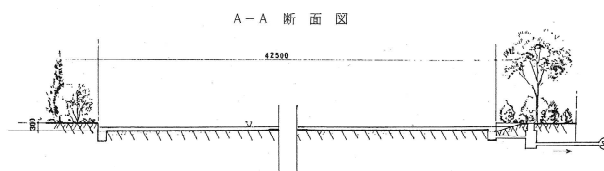
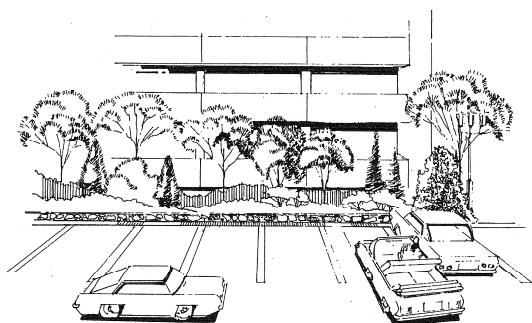
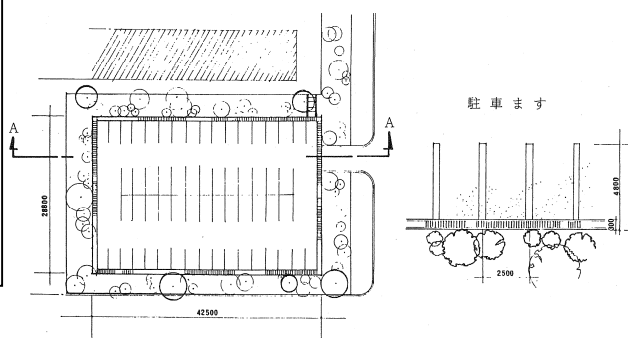
貯留施設は、地表面貯留と地下貯留による対策を基本とする。
これらの施設は、設置箇所の地形、地質、土地利用、安全性や維持管理等を総合的に勘案して設置するものとする。

【解説】

本指針では、貯留施設として地表面貯留と地下貯留を対象とする。
地表面貯留による対策を行う場合は、その土地の利用者や車両などに対する影響を考慮した上で計画する必要がある。地表面貯留は、駐車場貯留や棟間貯留などが挙げられる。

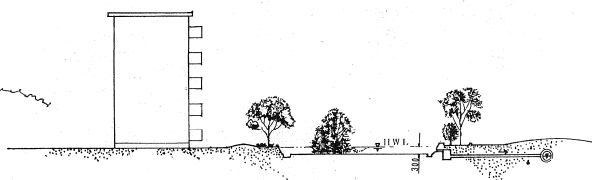
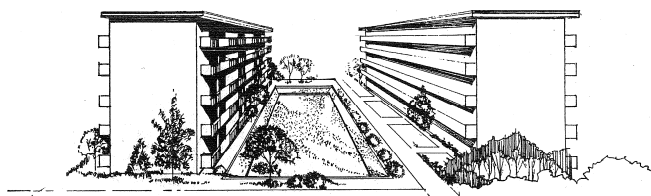
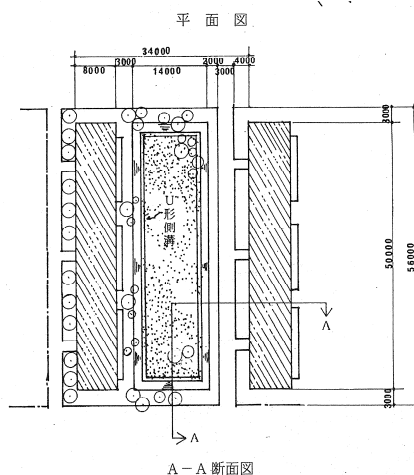
< 駐車場貯留のイメージ >

駐車場を貯留施設として利用する場合は、自動車のブレーキ系統が濡れない等、雨水を貯留することにより自動車の走行に支障が生じないように、また利用者の降雨時における利用を配慮した構造とする必要がある。



< 棟間貯留のイメージ >

集合住宅の棟間を貯留施設として利用する場合は、緊急車導入、建築物の保護、幼児に対する安全対策、維持管理等を総合的に配慮した構造とする必要がある。



※ 地下貯留施設のイメージは、図 10 (P. 23) を参考にして下さい。

4.3 計画手順

貯留施設の設計に当たっては、設置箇所の土地利用や地形などを総合的に勘案し、貯留の方式を選択し、必要対策量や許容放流量に応じて貯留施設や放流施設の検討をするものとする。

【解説】

貯留施設の計画手順は、下図のとおりとする。

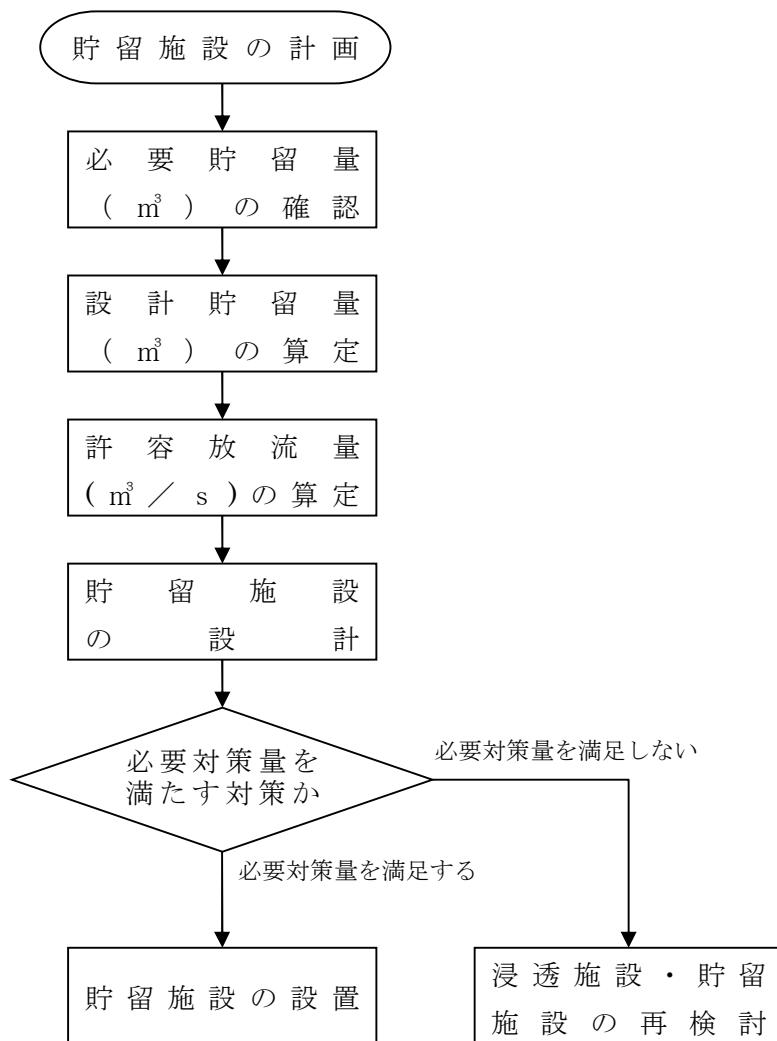


図 8 設計施設の計画手順

4.4 必要貯留量

必要貯留量は、浸透施設を設置する場合には必要対策量から設計浸透量を控除したものとし、浸透施設を設置しない場合には必要対策量とする。

【解説】

必要貯留量は以下の式により算出する。端数処理は、小数点第2位を四捨五入する。

$$Q_{c0} = Q_0 - Q_s$$

Q_{c0} : 必要貯留量 (m³)

Q_0 : 必要対策量 (m³)

Q_s : 設計浸透量 (m³)

※ 浸透施設を設置しない場合は、 $Q_s = 0$ となる。

4.5 設計貯留量

設計貯留量は、貯留施設の貯留部分の体積とし、地下貯留施設の場合はこれに空隙率を乗じて算出するものとする。

また、設計貯留量は、土地利用を考慮し貯留水深や地表面の勾配を定め、必要貯留量を満たすように貯留量を設定するものとする。

【解説】

(1) 設計貯留量

設計貯留量は、以下の式により算出するものとする。

地下貯留施設の場合、流入土砂の影響や将来的な流入量の変化に対する対応などを考慮し、必要対策量に1~2割程度の余裕を見込むことが望ましい。

$$Q_c = A_c \times H_c \times v$$

Q_c : 設計貯留量 (m³)

A_c : 貯留面積 (m²)

H_c : 貯留水深の平均 (m)

v : 空隙率 (%)

(2) 空隙率

地下貯留施設の空隙率は、各製品に応じた部材容積より求めるものとする。一般的には、プラスチック製では90%から95%程度、碎石の場合は40%程度である。

4.6 許容放流量の算出

貯留施設を設置する場合、雨水の流出先毎に排水面積に応じた許容放流量を算出し、その量に対して放流孔（オリフィス）を設けるものとする。

【解説】

許容放流量は、以下の式により算出する。端数処理は、小数点第4位を四捨五入とする。

$$F = 1 / 360 \times 0.6 \times 35 \text{ (mm/hr)} \times a \\ = 0.058 \times a$$

F：許容放流量（ m^3/s ）

a：排水区域毎の排水面積（ha）

※ 流出先が1方向の場合は、排水区域毎の排水面積（a）は、総敷地面積になる。

4.7 貯留部の構造

地表面貯留の場合、貯留部の構造は、小堤または浅い掘込み式とし、降雨終了後の排水を速やかにするため、その土地利用に配慮し適切な底面処理を施すものとする。

地下貯留の場合、想定される外力、使用条件に対して十分な強度と耐久性を有するものとし、原則、維持管理のための点検口を設けるものとする。

【解説】

(1) 貯留限界水深

地表面貯留の場合、貯留限界水深は、土地利用の目的に応じ利用者の安全を考慮して定めるものとする。一般的な土地利用別の貯留限界水深は下表のとおりである。

表 5 貯留限界水深

土地利用	貯留場所	貯留限界水深(m)
集合住宅	棟間緑地	0.3
駐車場	駐車ます	0.1
小学校	屋外運動場	0.3
中学校	屋外運動場	0.3
高等学校	屋外運動場	0.3
街区公園	築山等を除く広場	0.2
近隣・地区公園	運動施設用地広場等	0.3

※ 高等学校、近隣・地区公園の場合は、安全対策を考慮し、貯留水深を 0.5m とする場合もある。

(2) 排水標準勾配

地表面貯留の場合、敷地兼用となる場合の貯留部の底面は、その土地利用の機能に配慮し、降雨後の排水が適切に行われる勾配とすることが望ましい。一般的な地表面の種類に応じた排水標準勾配は下表のとおりである。

表 6 排水標準勾配

種類	標準勾配(%)
アスファルト舗装面	2
アスファルト・コンクリート舗装面	1.5
ソイルセメント面	2~3
砂利敷面	3~5
芝生（観賞用で立入らないところ）	3
芝生（立入って使用するところ）	1
張芝排水路	3~5

(3) 周囲小堤

地表面貯留施設の貯留部を形成する周囲小堤等は、平常時の利用に支障のない構造とする。貯留施設の限界水深は利用形態により変化するが、概ね0.3m程度の浅いものである。このため、貯留部の構造は、土地利用機能、景観、地形等により、盛土、コンクリート擁壁及び石積み形式等となる。

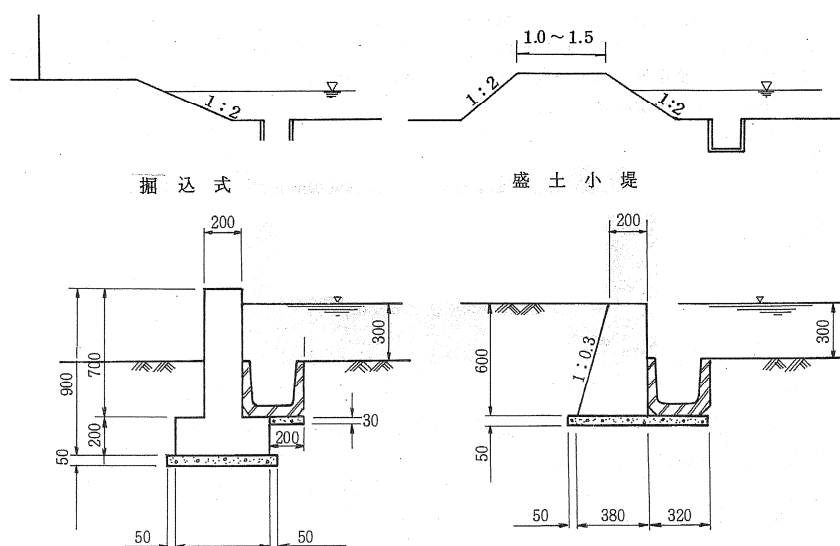


図 9 周囲小堤のイメージ図

(4) 地下貯留施設

地表で雨水を貯留することで支障が生じる場合など、土地の有効利用の観点から地下貯留施設の導入について検討し、土地利用、地形・地質・地下水位、支障物件、将来の地下空間利用計画への影響に配慮した構造とする必要がある。

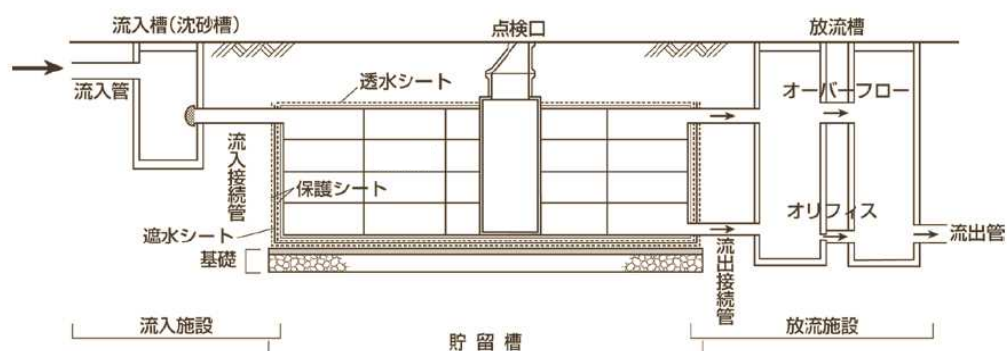


図 10 地下貯留施設のイメージ図

4.8 放流施設の構造

放流施設は、貯留した雨水を安全に排水できる構造として、特に土砂等の流入より放流孔が閉塞しないよう留意するものとし、出水時に人為的操作を必要とするゲートバルブ等の装置を設けないこと。

また、貯留施設の飽和時にも安全に敷地外へ排水できるように、原則、余水吐やオーバーフロー管等の施設を設けるものとする。

【解説】

(1) 土砂等の流入防止

放流施設は、土砂等の流入により放流能力の低下や放流孔の閉塞が生じないように土砂溜めやスクリーンなどを備えたものとする。

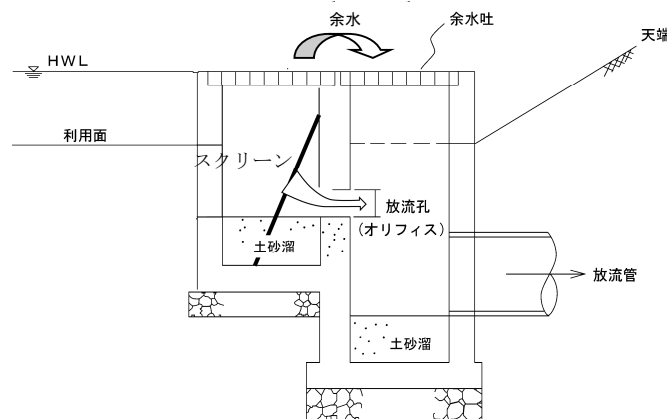


図 11 放流施設のイメージ図

(2) 放流孔 (オリフィス)

放流孔 (オリフィス) の口径は、以下の式により算定するものとする。なお、最小径は、0.05m とする。

$$d = F \div \{ C_f \sqrt{ (2 g h) } \}$$

d : 放流口の断面積 (放流口幅 B × 高さ D) (㎡)
円形の場合は、(直径 D² × 3.14 ÷ 4) とする。

F : 許容放流量 (m³/s)

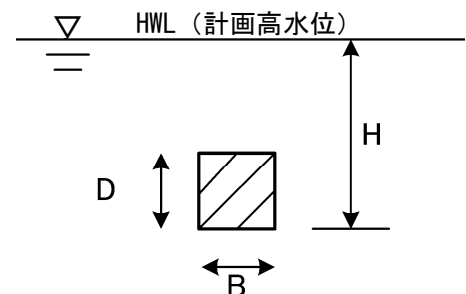
C_f : 流量係数 (角端の場合は 0.6、丸み等がある場合などには 0.60~0.80)

H : 計画高水位から放流孔敷高までの水深 (m)

h : 放流孔中心の水深 (m)

$$h = H - D / 2$$

g : 重力加速度 (9.8 m/s²)



第5章 施工・維持管理

5.1 浸透施設の施工

浸透施設の施工に当たっては、浸透機能を十分に発揮させるため、浸透面の保護などに配慮するものとする。

【解説】

浸透施設の能力を十分に発揮するため、施工時においては、特に以下の点に留意する。

- ・ 浸透面の締め固めに留意し、浸透施設の機能阻害を防止する。
- ・ 施工時に、施設が目詰まりの原因となる土砂を混入させないようにする。

また、掘削に当たっての留意事項は次のとおりである。

- ・ シャベル等で人力掘削する場合、地山側面を剥ぐように掘り、掘削面が平滑にならないように仕上げる。
- ・ 機械掘削の場合も掘削の側面、底面はシャベル、金ブラシ等を用い、人力で整形する。
- ・ 掘削底面の浸透能力を保護するため、極力踏み固めないように注意し、掘削完了後、ただちに砂・碎石を敷き均す。
- ・ 基礎砂・碎石は、人力により敷均しを行う。
- ・ 掘削した部分は、その日のうちに浸透施設を設置する。また、原則として降雨時には施工しない。掘削したままで雨が降ると、地山がぬかるみになり、浸透能力が著しく低下する。

5.2 浸透施設の維持管理

浸透施設の機能を長期にわたって維持するために、施設の設置者は、施設の維持管理に努めるとともに、浸透能力の定期的な確認に努めるものとする。

【解説】

浸透施設は、目詰まり防止のためのフィルターを設けることとし、ゴミ、枯れ葉、土砂等の堆積によって目詰まりを起こさないよう、維持管理に努めなければならない。特に、梅雨時期、台風シーズン、枯れ葉、芝刈りの季節には土砂や枯葉等の目詰まりに注意するものとする。

5.3 貯留施設の施工

貯留施設の施工に当たっては、貯留部、放流施設及び本来の土地利用に係る施設について、それぞれの機能と水準を満たすよう配慮するものとする。

【解説】

貯留施設の機能を損なわないよう、施工の際には以下のことについて配慮すること。

- ・ 小堤並びに天端の施工に当たっては、構造物の高さに十分注意すると共に、コンクリート構造物と土堤との接合部等について、部分的に弱い箇所が生じないように配慮する。
- ・ 施設の沈下が発生しないよう配慮した施工を行う。
- ・ 貯留施設に土砂等が流入しないよう十分注意して施工する。
- ・ 施設設置箇所において、地下水位が高い場合は遮水シート等を設置し、適切な施工を行う。
- ・ 流出抑制ますは、流出抑制機能を発揮する重要な施設であり、高さとおリフィスの形状寸法については高い精度の施工が必要である。
- ・ 貯留部の底面には、排水がスムーズに行われるよう、適切な勾配をつける

5.4 貯留施設の維持管理

貯留施設の機能を確保するために、施設の設置者は施設の維持管理に努める。

【解説】

施設の巡視に当たっては、特に以下の点に留意して点検を行い適切な維持管理を行うものとする。特に、大雨時の後には、できるだけすみやかに点検を行うようにすること。

また、貯留雨水の腐敗防止等の放流時の環境に対する影響軽減に努めること。

- ・ 堤体の破損、漏水
- ・ 放流施設の堆砂
- ・ スクリーンのごみ
- ・ 貯留部内の堆砂

表 7 流出係数及び必要対策量の早見表

流出係数	必要対策量 (m^3/ha)
0.61	3.5
0.62	7.0
0.63	10.5
0.64	14.0
0.65	17.5
0.66	21.0
0.67	24.5
0.68	28.0
0.69	31.5
0.70	35.0
0.71	38.5
0.72	42.0
0.73	45.5
0.74	49.0
0.75	52.5
0.76	56.0
0.77	59.5
0.78	63.0
0.79	66.5
0.80	70.0
0.81	73.5
0.82	77.0
0.83	80.5
0.84	84.0
0.85	87.5
0.86	91.0
0.87	94.5
0.88	98.0
0.89	101.5
0.90	105.0

※ 必要対策量は、貯留施設の容量又は1時間当たりの浸透量に相当する。

※ 敷地の単位面積当たりの許容放流量： $F = 0.058 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ha}$

第6章 算定事例

6.1 事例1 (浸透施設のための対策の場合)

(1) 流出係数の算出 (P.4 参照)

敷地内の土地利用状況を整理して、流出係数を算出する。

流出係数が0.74であり、0.6を上回るので雨水流出抑制の対策が必要となる。

土地利用	①面積(m ²)	②基礎流出係数	①×②
屋根	1,500	0.90	1,350
舗装	800	0.90	720
間地	700	0.20	140
合計	3,000	0.74	2,210

※ 流出係数=2,210÷3,000=0.737≒0.74

(2) 必要対策量 (P.4 参照)

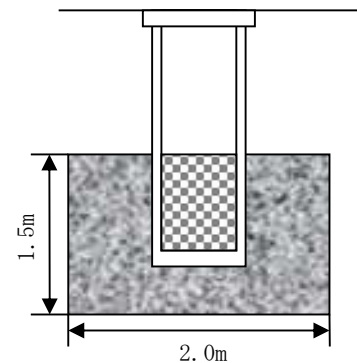
必要対策量の算定式に、 $C_a=0.74$ 、 $A=3,000 \text{ m}^2$ (0.3ha)を代入して、必要対策量 Q_0 を算出する。

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= 1/360 \times (C_a - 0.6) \times 35 (\text{mm/hr}) \times A \times 3,600 \\
 &= 350 \times (C_a - 0.6) \times A \\
 &= 350 \times (0.74 - 0.60) \times 0.3 (\text{ha}) \\
 &= 14.7 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

(3) 浸透の検討 (飽和透水係数の確認) (P9、10 参照)

現地浸透試験により、飽和透水係数を $2.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ とする。

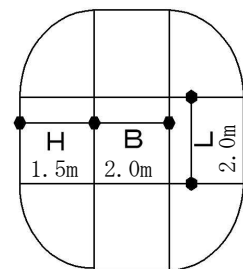
浸透能力が高い地盤であり、地下水や法面の崩壊についても問題ないことから、浸透施設による対策を検討する。



(4) 単位設計浸透量の算出 (P.12 参照)

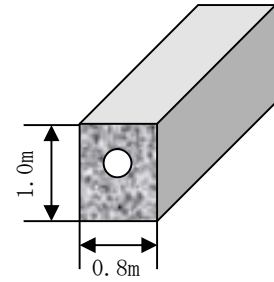
①浸透ます

$$\begin{aligned}
 q_m &= K \{B \times L + 2H(B+L) + \pi H^2\} \times C \times 3,600 \\
 &= 2.0 \times 10^{-5} \times (2 \times 2 + 2 \times 1.5 \times (2.0 + 2.0) + \pi \\
 &\quad \times 1.5^2) \times 0.4 \times 3,600 \\
 &= 2.0 \times 10^{-5} \times (4 + 12 + 7.07) \times 0.4 \times 3,600 \\
 &= 0.66 (\text{m}^3/\text{個})
 \end{aligned}$$



②浸透トレンチ

$$\begin{aligned}
 q_t &= K (B \times 2H) \times C \times 3,600 \\
 &= 2.0 \times 10^{-5} \times (0.8 + 2 \times 1.0) \times 0.9 \times 3,600 \\
 &= 0.18 (\text{m}^3/\text{m})
 \end{aligned}$$



(5) 設計浸透量の算出 (P. 13 参照)

浸透ます、浸透トレンチをそれぞれ単独で設置する場合、

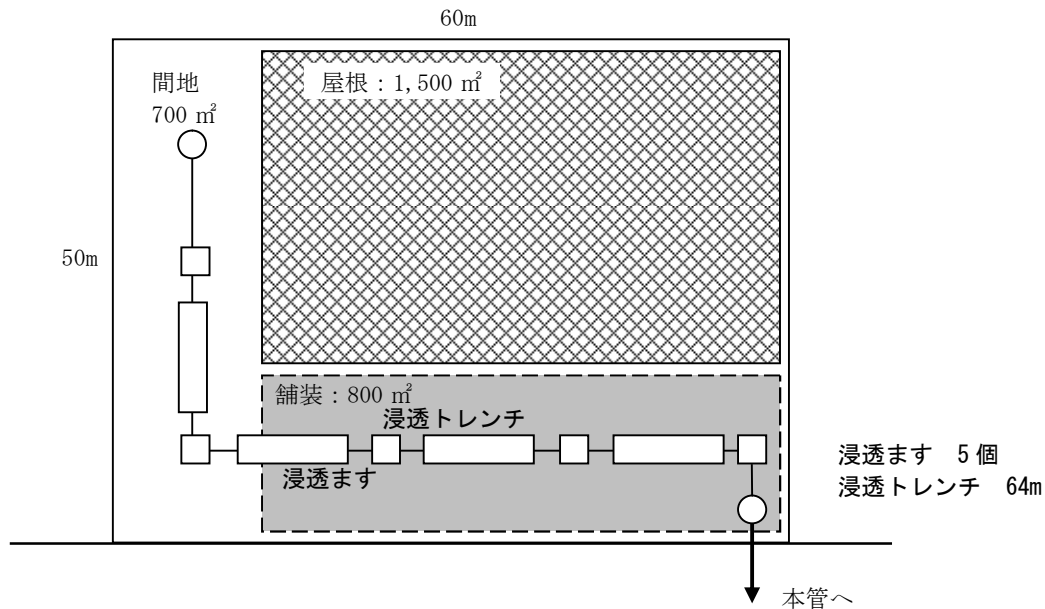
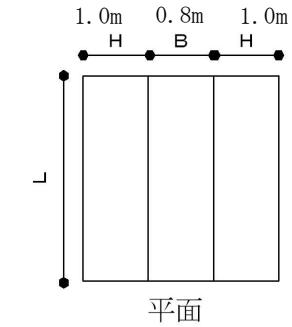
- ・ 浸透ますの個数 = $14.7 \div 0.66 = 23$ 箇所
- ・ 浸透トレンチの延長 = $14.7 \div 0.18 = 82\text{m}$

雨水排水の系統を考慮して、浸透枳を 5 箇所設置することとし、対策量の不足分を浸透トレンチによる対策を行うこととする。

- ・ 浸透トレンチの延長 = $(14.7 - 0.66 \times 5) \div 0.18 = 63.3\text{m}$

より、浸透トレンチは 64m (16m × 4 箇所) とする。

- ・ 設計浸透量 = $0.66 \text{ m}^3 \times 5 \text{ 箇所} + 0.18 \text{ m}^3 \times 64\text{m} = 14.8 \text{ m}^3$ ($> 14.7 \text{ m}^3$)



6.2 事例2（貯留施設のための対策の場合）

(1) 流出係数の算出（P.4 参照）

敷地内の土地利用状況を整理して、流出係数を算出する。

流出係数が 0.83 であり、0.6 を上回るので雨水流出抑制の対策が必要となる。

土地利用	①面積(m ²)	②基礎流出係数	①×②
屋根	500	0.90	450
舗装	4,000	0.90	3,600
間地	500	0.20	100
合計	5,000	0.83	4,150

※ 流出係数=4,150÷5,000=0.830

(2) 必要対策量（P.4 参照）

必要対策量の算定式に、 $C_a=0.83$ 、 $A=5,000 \text{ m}^2$ (0.5ha) を代入して、必要対策量 Q_0 を算出する。

$$\begin{aligned} Q_0 &= 1/360 \times (C_a - 0.6) \times 35 (\text{mm/hr}) \times A \times 3,600 \\ &= 350 \times (C_a - 0.6) \times A \\ &= 350 \times (0.83 - 0.60) \times 0.5 (\text{ha}) \\ &= 40.3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(3) 浸透の検討（P.9 参照）

今回の計画箇所は、地下水位が高く浸透施設の設置ができない地区であることから、貯留施設による対策を検討する。

(4) 必要貯留量（P.20 参照）

浸透施設の設置は行わないので、必要貯留量は必要対策量 40.3 m^3 となる。

(5) 設計貯留量（P.20～22 参照）

土地利用を考慮して、駐車場の地表面貯留で検討する。

駐車場の貯留限界水深が 0.1m であるため、平均水深を 0.05m として必要貯留量を満たす貯留面積を以下のように算出する。

$$40.3 \text{ m}^3 \div 0.05 \text{ m} = 806 \text{ m}^2$$

土地利用から、貯留施設を $40 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ ($=1,000 \text{ m}^2$) とすると、設計貯留量は以下のとおり算出される。

$$\begin{aligned}
 Q_c &= A_c \times H_c \times v (=1) \\
 &= (40 \times 25) \times 0.05 \\
 &= 50.0 \text{ m}^3 \quad (>40.3 \text{ m}^3)
 \end{aligned}$$

(6) 許容放流量 (P. 21 参照)

許容放流量は、全放流量を一方向に流すため $a=0.5\text{ha}$ として算出する。

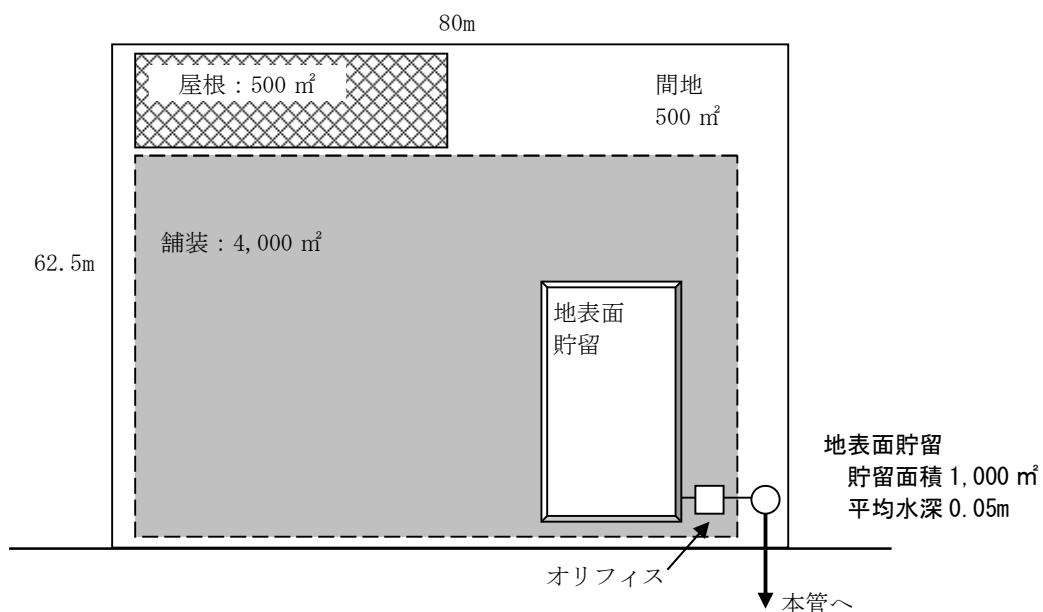
$$\begin{aligned}
 F &= 1/360 \times 0.6 \times 35 (\text{mm/hr}) \times a \\
 &= 0.058 \times 0.5 (\text{ha}) \\
 &= 0.029 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

(7) 放流孔 (オリフィス) (P. 24 参照)

流量係数はベルマウスなしの 0.6、オリフィス中心の水深は 0.8m として、オリフィスの断面積を求める。

$$\begin{aligned}
 d &= F \div \{C_f \sqrt{2gh}\} \\
 &= 0.029 \div \{0.6 \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.8}\} \\
 &= 0.029 \div (0.6 \times 3.96) \\
 &= 0.012 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

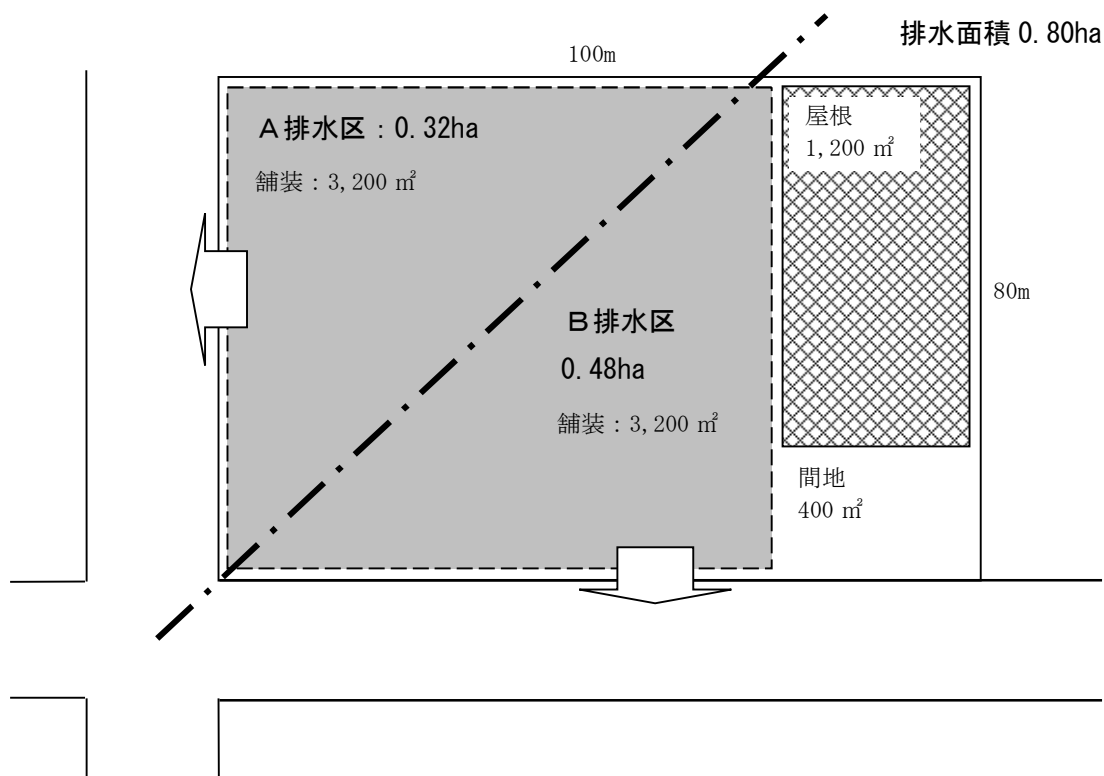
オリフィスは矩形 (正方形) とすると、1 辺の長さは 11cm ($=\sqrt{0.012}$) となる。



6.3 事例3（排水方向が複数に分かれる場合）

(1) 排水方向の確認と流出係数の算出（P.5 参照）

下水道計画で、敷地内の排水区が二つに分かれている場合、各々のエリア別に流出係数を算定し、対策方法を検討する。



土地利用	①基礎流出 係数	A排水区		B排水区	
		②面積(m ²)	①×②	③面積(m ²)	①×③
屋根	0.90			1,200	1,080
舗装	0.90	3,200	2,880	3,200	2,880
間地	0.20			400	80
合計		3,200	2,880	4,800	4,040
流出係数		0.90		0.84	

※ 敷地内全体の流出係数 = $(2,880 + 4,040) \div (3,200 + 4,800) = 0.87$

どちら排水区も流出係数 0.60 を越えていることから、雨水流出抑制の対策を行う必要がある。

(2) 必要対策量 (P. 4 参照)

必要対策量を $Q_0 = 1/360 \times (C_a - 0.6) \times 35(\text{mm/hr}) \times A \times 3,600$ より算出する。

	A排水区	B排水区
面積(ha)	0.32	0.48
流出係数	0.90	0.84
必要対策量(m ³)	33.6	40.3

(3) 浸透の検討 (P. 9 参照)

今回の計画箇所は、施設の背面が法面であり、また盛土による造成地区であることから、貯留施設による対策を検討する。

(4) 必要貯留量 (P. 20 参照)

浸透施設の設置は行わないので、必要貯留量は排水区Aが 33.6 m³、排水区Bが 40.3 m³となる。

(5) 設計貯留量 (P. 20~22 参照)

今回計画している施設は、降雨時にも地表面での土地利用を想定していることから、地下貯留施設による対策を検討する。

地下貯留施設の部材をプラスチック製とし、空隙率を 95%、水深 1.0m とする。

また、余裕量を 2 割程度見込むこととし、貯留施設の堆積は、排水区Aでは 7m×6m×1m(=42 m³)、排水区Bでは 10m×5m×1m(=50 m³) とすると、各排水区の設計貯留量は以下のとおり算出される。

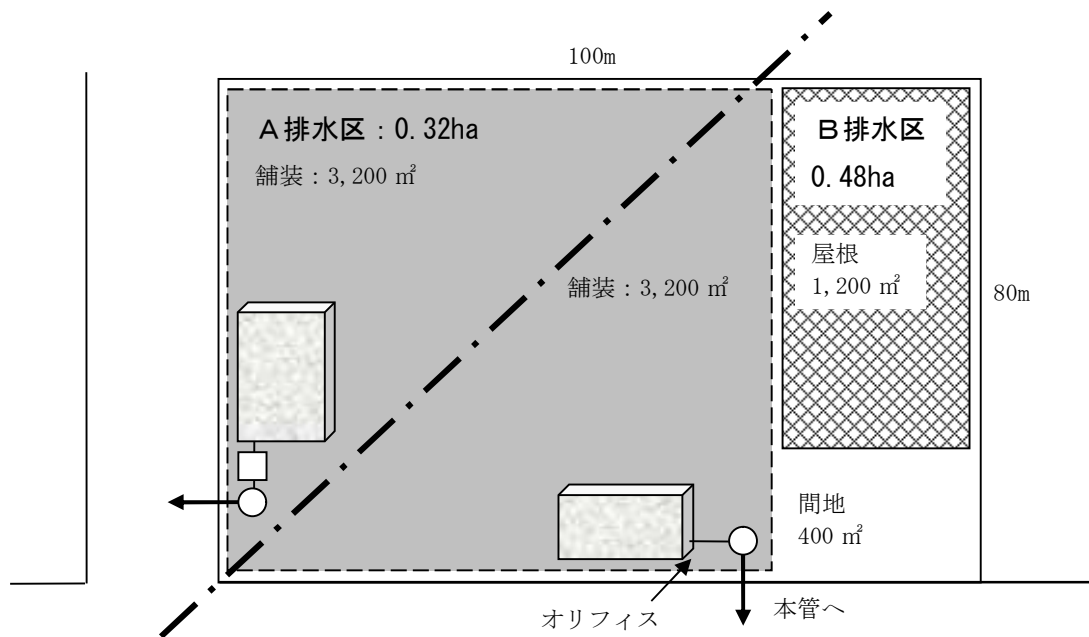
A排水区 $Q_c = A_c \times H_c \times v = (7 \times 6 \times 1) \times 0.95 = 40 \text{ m}^3$ (必要貯留量の 19% 余裕)

B排水区 $Q_c = A_c \times H_c \times v = (10 \times 5 \times 1) \times 0.95 = 48 \text{ m}^3$ (必要貯留量の 19% 余裕)

(6) 許容放流量と放流孔 (オリフィス) (P. 24 参照)

許容放流量を $F = 1/360 \times 0.6 \times 35(\text{mm/hr}) \times a$ (排水面積) より、オリフィスの断面積を $d = F \div \{C_f \sqrt{(2gh)}\}$ より以下のとおり算出する。このとき、流量係数はベルマウスなしの 0.6、オリフィス中心の水深は 2.0m とする。

	A排水区	B排水区
排水面積(ha)	0.32	0.48
許容放流量(m ³ /s)	0.019	0.028
オリフィスの断面積(m ²)	0.0051	0.0075
オリフィスの径(cm)	7×7	8×8



地下貯留
A排水区 40 m³
B排水区 48 m³

【参考文献】

- 下水道施設計画・設計指針と解説 2009年版 (社) 日本下水道協会
 下水道雨水浸透技術マニュアル 2001年6月 (財) 下水道新技術推進機構
 増補改訂 雨水浸透施設技術指針 (案) 調査・計画編 (社) 雨水貯留浸透技術協会
 増補改訂 雨水浸透施設技術指針 (案) 構造・施工・維持管理編 (社) 雨水貯留浸透技術協会
 増補改訂 流域貯留施設等技術指針 (案) (社) 雨水貯留浸透技術協会
 プラスチック製地下貯留浸透施設技術指針 (案) 平成20年度版 (社) 雨水貯留浸透技術
 プラ0年度版】 社団法人 雨水貯留浸透技術協会

札幌市雨水流出抑制技術指針

作 成 平成 23 年 4 月
最終改正 平成 29 年 4 月（機構改革による部署名変更）
編 集 札幌市下水道河川局事業推進部下水道計画課