

雨水流出抑制技術指針（案）

令和5年9月

函館市企業局上下水道部業務課

1.	総則	1
1.1	目的	1
1.2	適用範囲	1
1.3	用語の説明	2
2.	計画	3
2.1	基本方針	3
2.2	計画規模	3
2.3	計画手順	4
2.4	対策手法の選定	4
3.	浸透施設の設計	5
3.1	一般的事項	5
3.2	対策の手法	5
3.3	計画手順	5
3.4	飽和透水係数	6
3.5	単位設計処理量	6
3.6	設計処理量	7
3.7	浸透施設の配置計画	7
3.8	浸透施設の構造	8
4.	貯留施設の設計	9
4.1	一般的事項	9
4.2	対策の手法	9
4.3	計画手順	9
4.4	必要貯留量	9
4.5	設計貯留量	9
4.6	許容放流量の算出	10
4.7	貯留部の構造	10
4.8	放流施設の構造	11
5.	施工・維持管理	12
5.1	浸透施設の施工管理	12
5.2	浸透施設の維持管理	12
5.3	貯留施設の施工管理	12
5.4	貯留施設の維持管理	12
6.	参考図書等	13

1. 総則

1.1 目的

近年、都市化が進み、空地や畑などが少なくなり地中への雨水の浸透する量が減ったため、下水道に流れ込む雨水の量が増えている。このため、局地的な集中豪雨などの際に、降雨量が下水道管の流下能力を超え、道路等に溜まる浸水被害が起きている。

そのため、浸水対策として民間事業者などによる大規模な土地利用によって雨水流出量が従前より増加する場合は、雨水処理に対する助言や指導を行い、下水道への雨水流入量の抑制を図ることを目的とする。

1.2 適用範囲

本指針は、函館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、設計、施工、維持管理について適用する。

対象施設は、敷地面積が概ね 1,000 m²以上の建築行為で、雨水排水設備を公共下水道へ接続する施設とする。

表 1 適用範囲

方法	具体的な対策
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

<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、短時間に大量の雨水が下水道施設に流出しないようにすること。

(2) 雨水流出抑制施設（浸透施設）

雨水を地中に浸透させる施設で、浸透枳、浸透トレンチなどをいう。

(3) 雨水流出抑制施設（貯留施設）

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

(4) 浸透枳

透水性の枳の周辺を砕石で充填し、集中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枳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) オリフィス

貯留部の側壁に設ける水の流出口をいう。

(7) 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。

(8) 余水吐

計画以上に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>

(9) 流出係数

敷地内に降った雨水量のうち下水道施設に流出する雨水量の割合をいう。

(10) 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。

(11) 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。

(12) 影響係数

詰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。

2. 計画

2.1 基本方針

建築物の新築及び増改築や土地の舗装などの工事により、下水道施設に流れ込む雨水の量が多くなる場合は、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の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。

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、本市の公共下水道事業計画における5年確率降雨に対して敷地内の流出係数が同事業計画の排水区別流出係数を上回る分、または、既設下水管の流下能力を上回る流量を必要対策量(流出抑制量)とする。

排水区別流出係数については、排水区によって異なるため、都度確認する。

(1) 流出係数

流出係数は、以下の式に土地の利用形態を勘案し加重平均により算出する。端数処理は、小数第3位を四捨五入する。

$$C_2 = \frac{\sum(a \times c)}{A}$$

C_2 : 流出係数 (整備後)

a : 利用形態別の面積 (㎡)

c : 利用形態別の流出係数

A : 敷地面積 (㎡)

表2 利用形態別の流出係数

土地の利用形態	流出係数
宅地	0.90
道路 (法面を有しないものに限る)	0.90
道路 (法面を有するものに限る)	1.00
コンクリート等の不浸透性の材料により覆われた土地 (法面を除く)	0.95
コンクリート等の不浸透性の材料により覆われた法面	1.00
ローラーその他これに類する建設機械を用いて締め固めた土地	0.50
人工的に造成された植生に覆われた法面	0.40
林地, 耕地, 原野その他ローラーその他これに類する建設機械を用いて締め固められていない土地	0.20

流出雨水量の最大値を算定する際に用いる土地利用形態ごとの流出係数を求める告示 (平成16年国土交通省告示第521号)

(2) 降雨強度の算出

雨水流出抑制で使用する降雨強度式は、函館市の公共下水道事業計画で用いられているものと同じものを使用する。

$$I = \frac{3,600}{(t+30)} \quad (\text{5年確率, } 40 \text{ mm/h})$$

なお、昭和23年度の事業着手後、昭和47年度以前に認可区域となった排水区については、すでに整備が終了しているため、下記に示す降雨強度式を採用する。

$$I = \frac{3,150}{(t+30)} \quad (\text{5年確率, } 35 \text{ mm/h})$$

流達時間： $t=5(\text{min})$ を標準とする。

(3) 雨水流出抑制量

雨水流出抑制量については、以下の公式（合理式）に基づいて計算する（参考 別紙「雨水流出抑制量の計算」）。

$$Q = \frac{1}{360} \times (C_d - C_p) \times I \times A$$

Q : 雨水流出抑制量 (m^3/sec)

C_d : 整備後の平均流出係数

C_p : 函館市公共下水道計画の排水区別流出係数

I : 降雨強度

A : 敷地面積 (ha)

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、敷地内の流出係数を算出し、その値が排水区別流出係数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を計画するものとする。

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、かつ、砂礫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ため、それらの新技術を採用しようとする場合は、その旨、公営企業管理者（以下「管理者」という。）と協議するものとする。

3. 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。

(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。

(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。

- ・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
- ・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，廃棄物の埋立地などで，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などが懸念させ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。

- ・隣接地の地盤が低く、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，土砂災害危険区域など

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。

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、地下水や斜面の安定性について問題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。

浸透施設の設計処理量の算定は、単位設計処理量を算出し、必要対策量に見合う設置数量を算出し求める。設計処理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。

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。

試験等を実施せず、判断材料がない場合は、飽和透水係数を $1.0 \times 10^{-5} \text{m/sec}$ としても良い。

(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。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 公益社団法人雨水貯留浸透技術協会」(以下「浸透施設指針」)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 K_0 の概略値

土壌	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
$K_0(\text{m/s})$	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}

3.5 単位設計処理量

浸透施設の単位設計処理量は、単位設計浸透量と単位空隙貯留量を合わせたものである。

(1) 単位設計処理量

$$Q_a (\text{m}^3/\text{h}) = Q + q$$

Q_a : 単位設計処理量 (m^3/h)

Q : 単位設計浸透量 (m^3/h)

q : 単位空隙貯留量 (m^3/h)

(2) 単位設計浸透量

単位設計浸透量 Q_s は、浸透ます1か所当たり又は浸透トレンチ1m当たりの浸透量であり、以下の式により求める。

$$Q_s = C \times Q_f = C \times K_0 \times K_f$$

Q_s : 単位設計浸透量 ($\text{m}^3/\text{個}$, m^3/s)

C : 影響係数 (0.81)

Q_f : 基準浸透量 (m^3/s)

K_0 : 飽和透水係数 (m/h)

K_f : 比浸透量 (m^2)

(3) 比浸透量

浸透施設の比浸透量 K_f は、施設の形状と設計水頭より、浸透技術指針に記載されている別紙「各種浸透施設の比浸透量 K_f 算定式」を用いて算出することができる。

(4) 単位空隙貯留量

単位空隙貯留量 q は、空隙貯留量（碎石等の充填材の空隙に貯留される量）と施設本体（柵や管等）の有効容量の和をいう。

$$q = A + B$$

q : 単位空隙貯留量

A : 空隙貯留量 = 充填材の容積 × 充填材の空隙率

B : 施設本体の有効容量 = 施設本体の容積

(5) 空隙率

空隙率は、みかけの体積とみかけの体積から真の体積を減じた体積（空隙）の割合を百分率で表したものである。充填材を使用する場合は、施設本体の有効径より大きく、空隙率の高い材料を選定する。

材料	空隙率
単粒度碎石 (3, 4 号)	40%
クラッシャーラン 粒度調整碎石	10%

3.6 設計処理量

設計処理量は、単位設計処理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。

$$Q_a = (Q_{am} \times N + Q_{at} \times L)$$

Q_a : 設計処理量

Q_{am} : 浸透ますの単位設計処理量 (m³/個)

N : 浸透ますの設置個数 (個)

Q_{at} : 浸透トレンチの単位設計処理量 (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、適正に配置するものとする。

(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、浸透施設は互いの浸透面を 1.5m 以上の離隔を確保して設置する。

(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、浸透面を建築物から 0.3m 以上の離隔を確保して設置する。

(3) 雨水と汚水の分離

雨水と汚水の排水システムを確実に分離する。

(4) 取付管と浸透施設の位置

排水施設(放流先)への流出管は、浸透施設の充填材の天端より高い位置に設置する。

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。

(1) 材質

浸透施設の材質は、コンクリート又はプラスチック（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、地盤が砂礫又は砂の場合は省略できる。

(3) 充填材

充填材は施設全体と浸透面(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、砕石を標準として用いる。

材料は、単粒度砕石 20 mm～30 mmもしくは 30 mm～40 mmを標準として用いる。

(4) 透水シート

充填材に周囲の土砂が流入することを防ぎ、目詰まりや地盤の陥没を防止するために用いる。

設計に用いる地盤の透水係数よりも高い透水係数のものを使用することを原則とする。

(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、ごみや土砂の施設内部への流入を防ぎ、それらの排出が容易な構造の目詰まり防止装置を設置する。

(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。

4. 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困難な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。

4.2 対策の手法

貯留施設は、地表面貯留（駐車場貯留や棟間貯留など）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、安全性や維持管理などを総合的に勘案して設置するものとする。

4.3 計画手順

貯留施設の計画に当たっては、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。

貯留施設の検討および技術的基準への適合の確認については、国土交通省が公開している「調整池容量計算システム」を使用して確認を行う。降雨波形については、中央集中型降雨波形を用いることとする。

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浸透施設の設計処理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。

$$Q_{c_0} = Q_0 - Q_a$$

Q_{c_0} : 必要貯留量 (m³)

Q_0 : 必要対策量 (m³)

Q_a : 設計処理量 (m³)

※浸透施設を設置しない場合は $Q_a = 0$ となる。

4.5 設計貯留量

設計貯留は、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。

(1) 設計貯留量

設計貯留量は、以下の式により算出する。地下貯留施設の場合は、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量により求める。一般的にはプラスチック製では95%程度、砕石の場合は40%程度とする。

4.6 許容放流量の算出

貯留施設を設置する場合、雨水の流出先ごと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。

$$F = \frac{1}{360} \times C_p \times I \times a$$

F : 許容放流量(m³/s)

C_p : 排水区別流出係数

I : 2.2(2)降雨強度の算出より

a : 排水区域ごとの排水面積 (h a)

4.7 貯留部の構造

地表面貯留の場合、貯留部の構造は、小堤又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、維持管理用の点検口を設けるものとする。

(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て、利用者の安全を考慮して定める。一般的な土地利用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・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	築山などを除く広場	0.2
近隣・地区公園	運動施設用地広場など	0.3

出典：増補流域貯留施設等技術指針(案)

(2) 排水標準勾配

地表面貯留の場合は、敷地兼用となる場合の底面は、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	2.0
コンクリート舗装	1.5
砂利	5.0
芝生（観賞用で立入らない所）	3.0
芝生（立入って使用する所）	1.0
張芝排水路	3～5

出典：道路事業設計要領（北海道土木協会）

(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などは、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、地形などにより盛土、コンクリート擁壁及び石積み形式等となる。

(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。

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、特に土砂などの流入により放流孔が閉塞しないように留意するものとし、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とする。

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。

(1) 土砂などの流入防止

放流施設は、土砂など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る。

(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。なお、最小径は 0.05m とする。（下水道雨水調整池技術基準（案））

$$d = F \div \left\{ C_f \sqrt{2gh} \right\}$$

d : 放流口の断面積(放流口幅 B × 高さ D) (m²)

円形の場合は、直径 $D^2 \times \pi / 4$ 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，丸みがある場合は 0.6～0.8）

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)

g : 重力加速度(9.8m/s²)

5. 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、地盤の浸透能力を損なわないように留意するとともに浸透施設の浸透機能が効果的に発揮できるよう配慮するものとする。

- ・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。
- ・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、人力で成形する。
- ・掘削後は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、人力により敷き均しを行う。
- ・掘削した部分は、その日のうちに浸透施設を設置する。

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。

浸透施設では、目詰まりなどにより浸透機能が低下すると、浸透施設内の湛水状態が続いたり、降雨時に溢水したりする場合がある。

浸透施設の浸透機能を長期的に維持するため、点検及び清掃などの維持管理を定期的に行うこと。一般的には、1年に1回程度が標準とされており、特に台風シーズンなどの多雨期の前に行うことが望ましい。

5.3 貯留施設の施工管理

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足するよう配慮するものとする。

- ・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ともに、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する。
- ・貯留施設に土砂などが流入しないよう十分注意して施工する。
- ・地下水位が高い場所は遮水シートなどを設置し適切に施工する。
- ・排水施設は、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、適切な勾配を設ける。

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。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。

- ・堤体の破損、漏水
- ・排水施設の堆砂
- ・スクリーンのゴミ
- ・貯留部内の堆砂

特に、大雨の後には、できるだけすみやかに点検を行うようにする。

6. 参考図書等

- ・排水設備工事に係る取扱指針 函館市企業局上下水道部
- ・下水道施設計画・設計指針と解説 公益社団法人 日本下水道協会
- ・雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編 公益社団法人 雨水貯留浸透技術協会
- ・雨水浸透施設技術指針（案）構造・施工・維持管理編
公益社団法人 雨水貯留浸透技術協会
- ・流域貯留施設等技術指針（案） 公益社団法人 雨水貯留浸透技術協会
- ・防災調整池等技術基準（案）解説と設計事例 公益社団法人 日本河川協会