

東京都雨水貯留・浸透施設技術指針

平成 21（2009）年 2 月

東京都総合治水対策協議会

はじめに

現「東京都雨水貯留・浸透移設技術指針（案）」（以下「技術指針（案）」という。）は、貯留・浸透施設の計画的な位置付け、構造、効果等に関する技術的な手引書として、当時の知見に基づき、平成3年に東京都区部中小河川流域総合治水対策協議会^注が作成しました。

東京都（以下、「都」とする。）と区市町村は、流域における雨水の流出抑制を図るため、この技術指針（案）を用いて貯留・浸透施設の普及・促進を積極的に推進してきたところです。

この間、国土交通省をはじめ多くの関係機関で、貯留・浸透施設の浸透量や空隙貯留量の算出方法、構造などについて、調査、研究がなされ、新たな知見が得られるとともに、技術指針（案）では対応が難しい貯留・浸透施設の開発・設置が行われ、このような施設への対応に関する要望も出ているところです。

さらに、都は、平成19年8月、河川や下水道の整備、流域対策、家づくり・まちづくり対策及び避難方策など、豪雨への対策を中心に、その方向性をとりまとめた「東京都豪雨対策基本方針」を策定し、貯留・浸透施設の設置について、さらに推進して行くこととしました。

今回、協議会は、貯留・浸透施設のより一層の普及・拡大を図るために、浸水被害対策ばかりでなく、湯水対策、震災対策や環境対策を含め、現段階での技術的な知見を集約し、さらに使いやすい技術指針（案）を目指して改訂を行いました。

なお、今後とも施工実績、これらの追跡調査及び関係機関の成果を逐次反映していく予定ですので、本「東京都雨水貯留・浸透施設技術指針」の利用者は、この点に十分留意して使用していただければ幸いです。

注．平成5年1月に、都内全域において総合的な治水対策を推進するため、都の関係局及び53区市町村（島しょを除く）で構成する「東京都総合治水対策協議会」（以下、「協議会」とする。）へ拡大改組している。

目次

1 .	目的と適用範囲	-----	1
1 - 1	貯留・浸透施設の種類	-----	2
1 - 2	用語の定義	-----	3
2 .	総合治水対策とは	-----	5
3 .	貯留・浸透施設の設計	-----	7
3 - 1	雨水流出抑制の概念	-----	7
3 - 2	貯留・浸透施設の設計手順	-----	8
3 - 3	貯留・浸透施設の選択	-----	9
3 - 4	貯留施設の貯留量	-----	10
3 - 5	浸透施設の浸透量	-----	10
3 - 6	排水施設の設計	-----	17
4 .	設計手順の具体例	-----	24
5 .	維持管理	-----	34
5 - 1	清掃	-----	34
5 - 2	機能回復	-----	35

1. 目的と適用範囲

本指針は、都内における総合的な治水対策の一環である流域対策を推進するために雨水の流出抑制を目的として設置する貯留施設・浸透施設について、計画及び実施に関する技術的一般事項を示すものである。

本指針の適用範囲は、都内全域（島しょ部を除く）で設置される貯留・浸透施設とする。

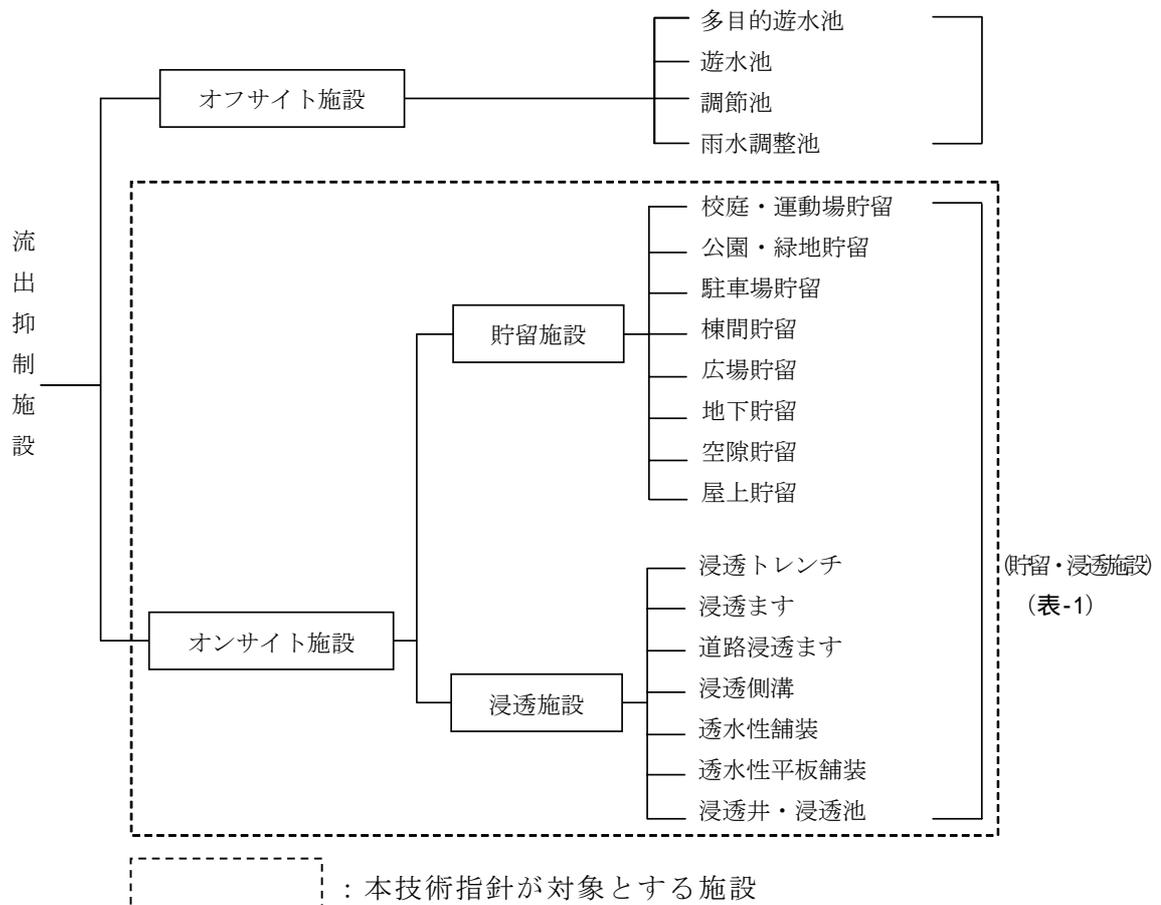
（解説）

雨水の貯留・浸透施設は、雨水の流出抑制を目的とする施設である。（図-1）

都と区市町村は、流域における雨水の流出抑制を図るため、貯留・浸透施設の普及・促進を積極的に推進してきた。

その間に、多くの関係機関において、浸透量や空隙貯留量の算出方法、構造等、貯留・浸透施設（表-1）の調査、研究のほか、都市整備、住宅、河川、道路等事業を越えた連携が進み、本指針は、それらの流域対策とされる、貯留・浸透施設等の設置に関わる計画及び実施、維持管理についての技術的な一般事項を示すものである。

ただし、特定都市河川浸水被害対策法等の法令に定める流域で設置する場合は、本指針によらず、当該の法令に基づく基準を優先する。

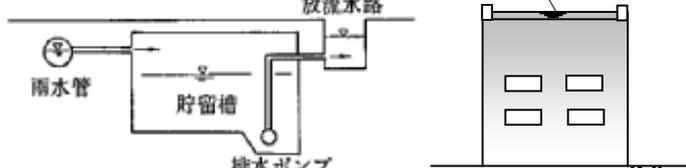
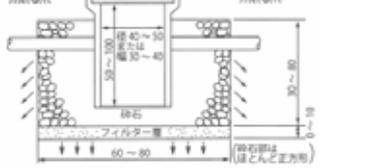
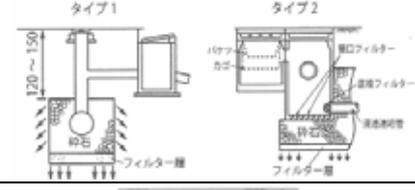
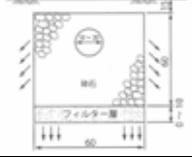
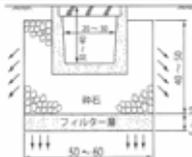
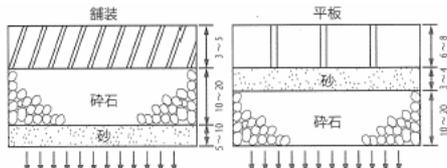
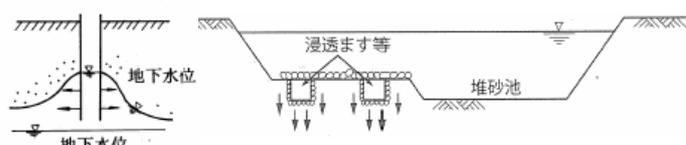


注. 透水性舗装、平板舗装は浸透施設であるが、本指針では貯留量についての評価を行う。

図-1 貯留・浸透施設の種類

1 - 1 貯留・浸透施設の種類

表-1 貯留・浸透施設の種類

貯留・浸透施設	施設名	概要図
貯留施設	校庭貯留、 公園貯留	
	棟間貯留 (平常時、駐車場として 利用してれば駐車 場貯留となる)	
	地下貯留、 屋上貯留	
浸透施設	浸透ます	
(浸透施設の砕 石部では空隙貯 留を行う。)		
	道路浸透ます	
	浸透トレンチ	
	浸透側溝	
透水性舗装	(施設は浸透施設で あるが、本指針では貯 留量として評価を行 う。)	
	浸透井、浸透池	

1 - 2 用語の定義

本指針で用いる用語を次のように定義する。

(1) オンサイト施設とオフサイト施設

1) オフサイト施設（おふさいとしせつ）

河川、下水道、水路等によって雨水を集水し、調節池等に貯留し、雨水の流出を抑制する施設をいう。

2) オンサイト施設（おんさいとしせつ）

雨水の移動を最小限におさえ、雨が降ったその場所で貯留もしくは浸透させて、雨水の流出を抑制する施設をいう。

(2) 貯留・浸透施設

1) 貯留施設（ちよりゅうしせつ）

公園、校庭、集合住宅の棟間等の空気を、本来の土地利用機能を損なうことがないよう、比較的浅い水深の雨水を一時的に貯留することにより、雨水の流出抑制を図る施設をいう。建築物の地下を利用し、設置する貯留槽も含む。

近年は、小規模なタンク等を設置する各戸貯留施設も普及している。

2) 校庭・運動場貯留（こうてい・うんどうじょうちよりゅう）資料編 P46 参照

校庭・運動場の全部または一部を利用して設ける貯留施設をいう。

3) 公園・緑地貯留（こうえん・りよくちちよりゅう）資料編 P46 参照

公園の広場、緑地、池等の空気に設ける、又は利用した貯留施設をいう。

4) 駐車場貯留（ちゅうしゃじょうちよりゅう）資料編 P47 参照

屋外駐車場における貯留施設をいう。

5) 棟間貯留（むねかんちよりゅう）資料編 P47 参照

集合住宅の棟間の芝地等に設ける、又は利用した貯留施設をいう。

6) 地下貯留（ちかちよりゅう）資料編 P48 参照

地下に貯留槽を設けて上部空間の有効利用を図る施設をいう。

7) 空隙貯留（くうげきちよりゅう）

公園、校庭等の空気を掘削し、砕石等で置換することにより、地下に空隙を設けて貯留する施設をいう。

8) 屋上貯留（おくじょうちよりゅう）資料編 P49 参照

学校、集合住宅等の屋上に設ける貯留施設をいう。

9) 浸透施設（しんとうしせつ）

地表あるいは、地下の浅い所から雨水を地中へ分散、浸透させる施設をいう。このような浸透施設には構造の違いにより、浸透ます、浸透トレンチ、道路浸透ます、透水性舗装、浸透井などがある。

10) 浸透トレンチ（しんとうとれんち）資料編 P54 参照

ます類と連結した透水性の管（有孔管、多孔管等をいう）を敷設し、雨水を導きトレンチ内の充填砕石の側面及び底面から地中へ浸透させる施設をいう。

11) 浸透ます (しんとうます) 資料編 P53 参照

ますの周辺等を碎石で充填し、集水した雨水を地中へ浸透させるますをいう。

12) 道路浸透ます (どうろしんとうます) 資料編 P57 参照

道路排水用の集水ますに連結して設けた浸透トレンチ (ヨコ型) をいう。ただし、改良型にはプレキャスト・コンクリート製の構造物をトレンチに代えて使うものもある。

13) 浸透側溝 (しんとうそっこう) 資料編 P63 参照

側溝の周辺を採石で充填し、この中に透水性の側溝を設置し、集水した雨水を地中に帯状に分散させる側溝類をいう。

14) 透水性舗装 (とうすいせいほそう) 資料編 P55 参照

舗装体を通じて雨水を直接路床へ浸透させ、地中に還元する機能をもつ舗装をいう。(施設は浸透施設であるが、本指針では貯留量として評価を行う。)

15) 透水性平板舗装 (とうすいせいへいばんほそう) 資料編 P56 参照

浸透原理は 5) 透水性舗装と同じである。透水性のコンクリート平板及び目地を通して雨水を地中に浸透させる機能をもつ舗装をいう。透水性のインターロッキングブロック舗装も含む。(施設は浸透施設であるが、本指針では貯留量として評価を行う。)

16) 浸透井 (しんとうせい) 資料編 P61 参照

井戸を通して雨水を地中に導き、浸透させる施設をいう。

17) 浸透池 (しんとういけ) 資料編 P61 参照

貯留施設の底面の地下浅層の砂礫層まで掘削するか、もしくは底面に浸透井を設け、貯留による洪水調節機能と浸透による流出抑制機能の両機能を併せもった施設をいう。

(3) 計画規模

1) 流域対策量 (りゅういきたいさくりょう)

雨水の流出抑制のため、対象とする敷地又は開発面積において確保すべき貯留量 (浸透量)。対策目標とする計画降雨規模に対する、現在あるいは計画上の洪水施設能力 (河川、下水道の排水能力等) との対比から必要とする抑制量を決定する。

2) 単位対策量 (たんいいたいさくりょう)

対象とする敷地又は開発面積の単位面積当たり確保すべき貯留量 (単位: m^3/ha) もしくは浸透量 (単位: mm/hr または $m^3/か所 \cdot hr$)。

2. 総合治水対策とは

総合治水とは、河川整備、下水道整備、流域対策に加えて、浸水被害に関する情報や災害発生時の体制の整備などハード対策・ソフト対策を含めた施策全般である。

(解説)

近年、流域の都市化の進展に伴って、洪水到達時間が速まり、雨水が短時間に川や下水へ集中している。一方では地下への浸透量が減少し、地下水位の低下、湧水の枯渇、河川流量の減少等水循環系に関する様々な問題が発生している。洪水流出量の増大に対しては、河道や調節池等の治水施設の整備と合わせて流域の保水・遊水機能を維持するために総合的な治水対策が実施され、その一環として貯留・浸透施設の整備が進められてきている。

この貯留・浸透施設は、保水機能を維持するのみならず、また、浸透施設の浸透水が水循環環境を改善し、河川の平常時流量の安定や湧水の復活等を促すなど環境対策の役割も期待されている。(図-2)

都と区市町村は、これまで昭和61年7月の「東京都における総合的な治水対策について本報告」^注(以下「61答申」という。)に基づいて目標を定め、治水対策に取り組んできた。

この61答申は、都において進めるべき治水対策として、河川整備や下水道整備(管きよ)に加え、流域対策を実施していくことが大きな特長となっている。

さらに都は、平成17年9月の杉並区・中野区を中心とした約6千棟に及ぶ豪雨による浸水被害を受け、61答申の考え方を基本としつつ、局所的な集中豪雨に対応するため、「家づくり・まちづくり対策」や「避難方策の強化」を加えた「東京都豪雨対策基本方針」を策定した。(図-3)

本指針では、「東京都豪雨対策基本方針」における流域対策のうち、貯留・浸透施設による雨水流出抑制を取り扱う。(図-4)

注. 61答申：昭和58年の都市計画局長(当時)の「今後の治水施設の整備のあり方」及び「流域における対策のあり方」についての諮問を受けて、学識経験者などを委員とする総合治水対策調査委員会が答申したものである。



図-2 都市化により生じる水循環の課題と浸透施設の設置効果
(河川審議会水循環小委員会資料)

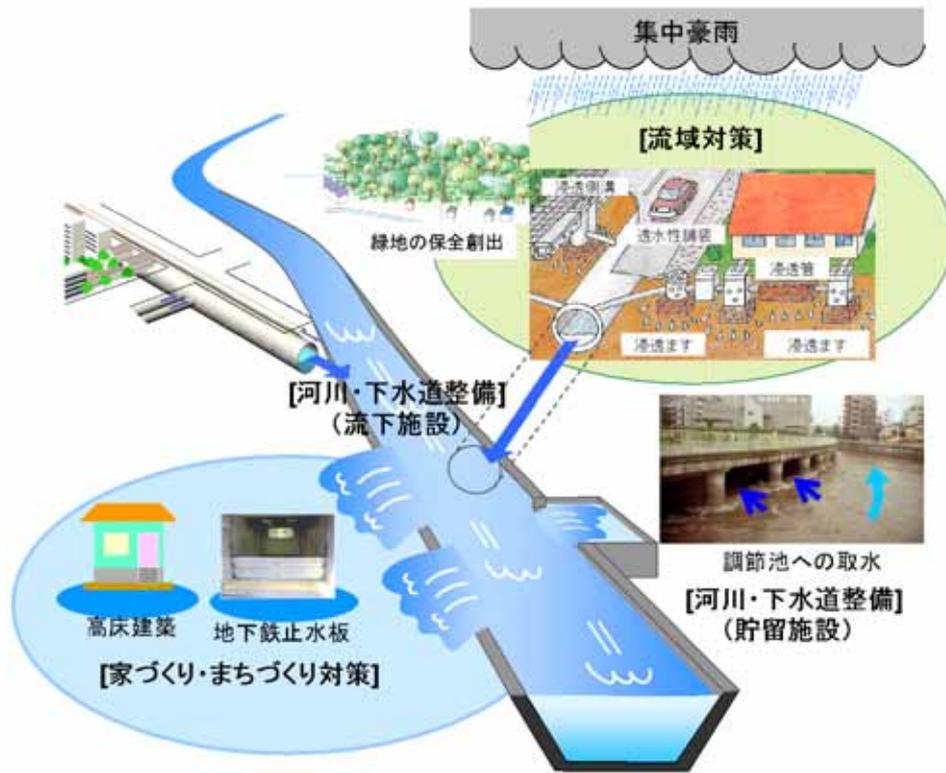


図-3 豪雨対策のイメージ（東京都豪雨対策基本方針より作成）

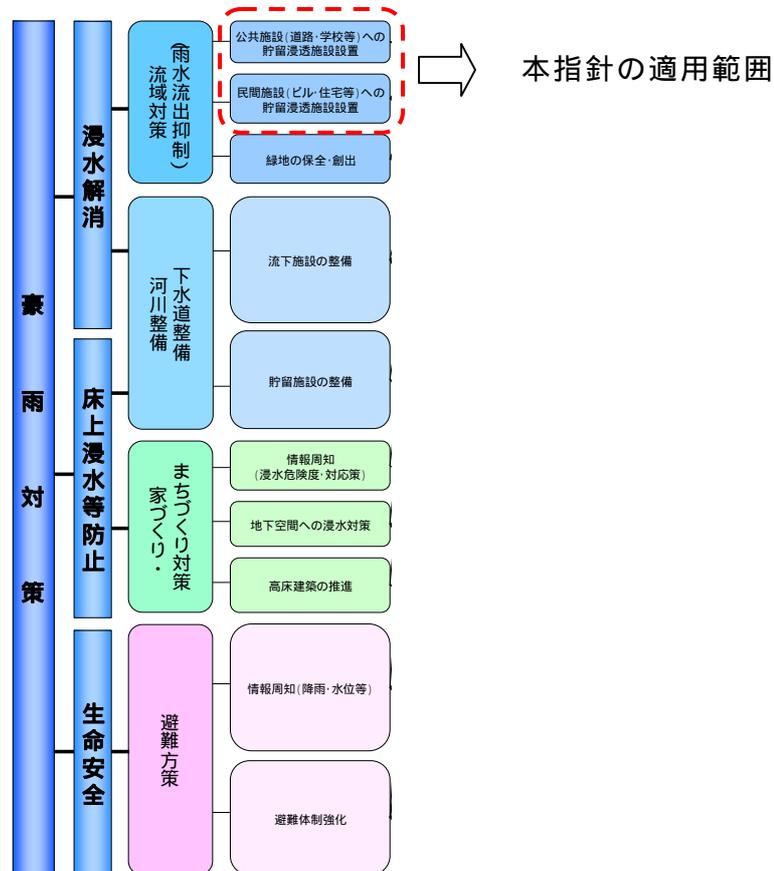


図-4 豪雨対策の体系（東京都豪雨対策基本方針より作成）

3 . 貯留・浸透施設の設計

3 - 1 雨水流出抑制の概念

雨水流出抑制は、流域から河川や下水道への流出を抑制するものであり、貯留・浸透施設の機能に応じた流出抑制効果の評価を行う。

(解説)

雨水流出抑制は、有効雨量の減少を図るもので、貯留施設は主としてピークカット、浸透施設はベースカットの機能をはたす。(図-5)

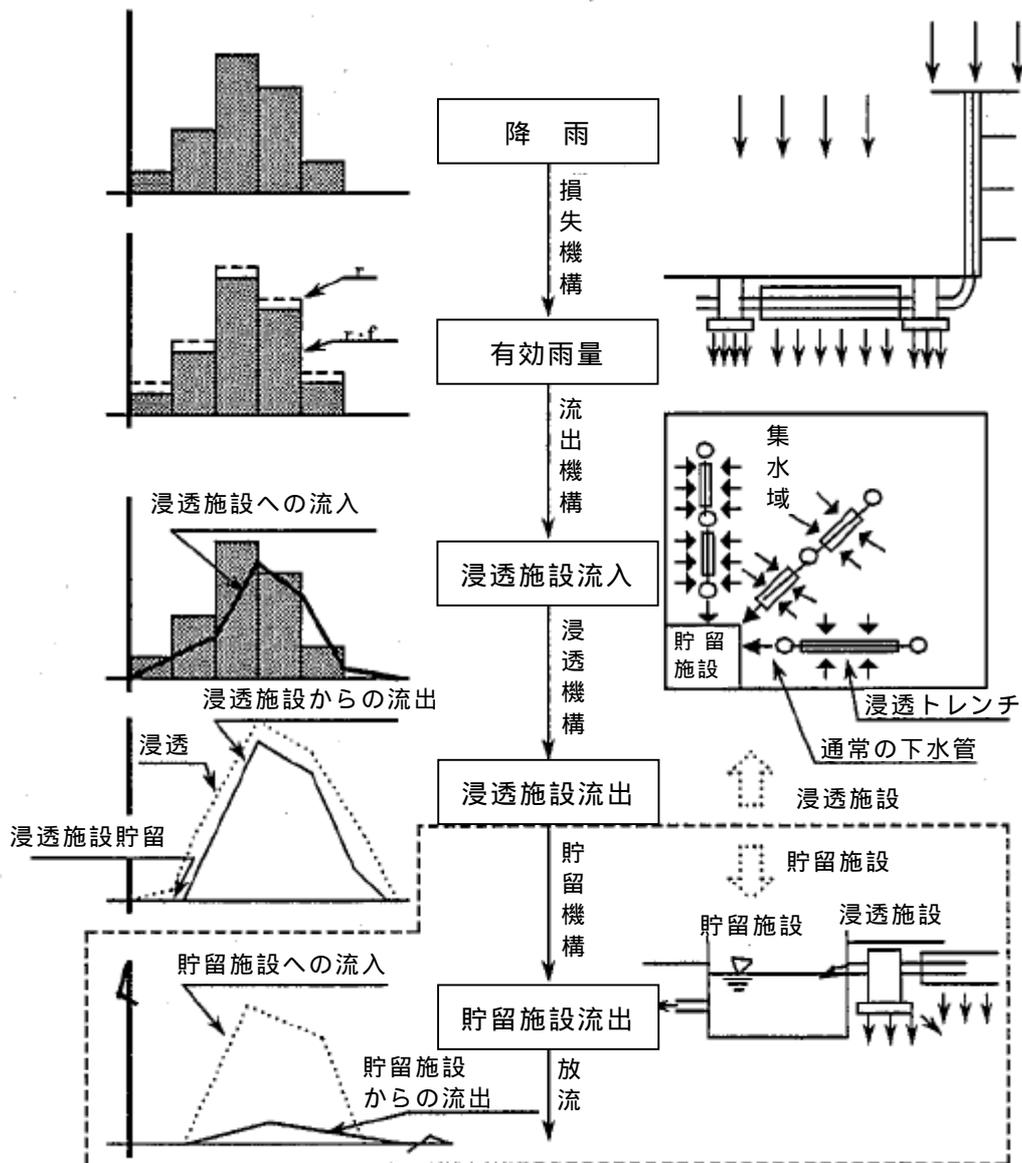


図-5 雨水貯留・浸透施設の水文モデル(概念図)

3 - 2 貯留・浸透施設の設計手順

貯留・浸透施設の実施フローに従い施設の設計を行なう。(図-6) なお、設置箇所が特定都市河川浸水被害対策法等の法令に定める流域となった場合は、法令に基づく基準を優先する。

計画立案

- ・公共建築施設（国、都、区市町村、機構等） ※原則全て
 - ・大規模民間施設
 - ・公共道路（国、都、区市町村） ※新設・改築含む
 - ・小規模民間施設（建築確認を要するもの） ※新築・改築含む
- 上記の判断が難しい場合は、各区市町村の雨水流出抑制担当に確認

基本事項の確認

1. 上記施設が所在する河川流域の確認

主な河川流域

- ①総合治水特定河川流域（新河岸川、中川・綾瀬川、残堀川、境川各流域）
- ②豪雨対策計画流域（神田川、渋谷川・古川、石神井川、目黒川、呑川、野川、白子川各流域）
- ③特定都市河川浸水被害対策法流域（鶴見川）※雨水浸透阻害行為に該当する場合は法令に基づく基準

その他の流域

※施設が所在する河川流域の確認は都建設局の浸水予想区域で確認できる

http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/menu02.htm

2. 流域対策量の把握

①総合治水対策、豪雨対策流域対策量等

②各区市町村の雨水流出抑制に関する条例、要綱を参照

※各区市町村の状況は東京都総合治水協議会のHPからも確認できる

<http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/youkou/index.html>

上記、①、②を満足する流域対策量とする。

③その他 東京都総合治水対策協議会での確認事項（特に定めが無い流域等は敷地又は開発面積が1,000m²以上の場合、500m³/haとする）

3. 浸透型か貯留型あるいはそれらの併用とするか

・貯留、浸透施設の選択はP9参照、浸透マップはP15参照

・地盤、地質、地形、地下水の状況データ、建築面積、建築物の用途、構造、緑地の状況

・設置費用、維持管理費用等の経済比較

・放流先の下水道、河川の状況

を中心に施設の配置等を検討する

4. 下水道、河川への放流受け入れ能力の確認

下水道管理者や河川管理者と別途協議が必要な場合は、適宜行う

施設の設計

1. 貯留・浸透施設の設計

・P10～P23参照 設計例はP24～P33参照

貯留施設・・・貯留池、貯留槽の設計（設計例：P24 浸透との併用P25、P29～P32）

浸透ます・・・1ヶ所当たりの浸透量を参考とする。（設計例：P26）

浸透トレンチ・・・1m当たりの浸透量を参考とする。（設計例：P26 貯留との併用P25、P29～P32）

透水性舗装、土地利用別浸透能・・・1m²当たりの浸透量を参考とする。（設計例：P28、33）

2. 貯留・浸透施設的能力≧流域対策量 ※NGとなった場合は再度貯留・浸透施設の設計

・P16参照 貯留量に換算

1. 貯留施設のみで対応・・・貯留量m³

2. 貯留及び浸透施設の併用で対応・・・浸透量mm/hrを貯留量m³とする。

3. 浸透施設のみで対応・・・浸透量mm/hrを貯留量m³とする。

3. 排水施設の設計

本技術指針のP17～P23参照。

4. 排水量≦排水先下水道、河川の排水能力 ※NGとなった場合は再度排水施設の設計

必要に応じ、雨水流出抑制担当、下水道管理者、河川管理者の確認を受ける

5. 施設設計内容の確認

施設の施工等

1. 施工、完了報告

区市町村の雨水流出抑制担当へ報告、届出、現地確認を実施（必要に応じ）。

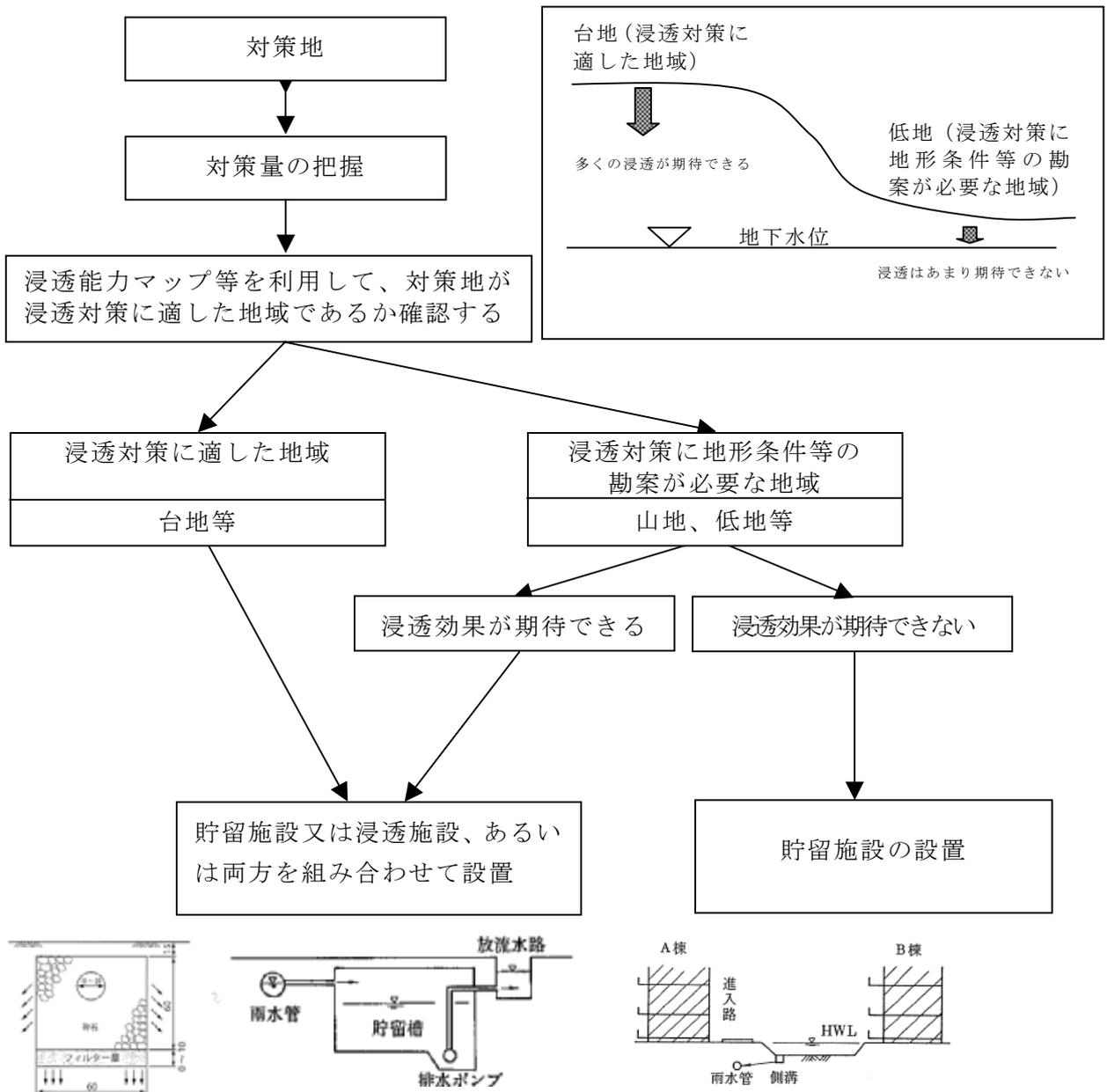
図-6 貯留・浸透施設の実施フロー

3 - 3 貯留・浸透施設の選択

貯留・浸透施設の選択は、東京都浸透能力マップ（P15）等を利用し、設置場所の地形並びに土地利用をもとに決定する。

（解説）

浸透施設を設置する場合は地域の浸透特性を考慮して設置する。貯留施設は、浸透効果に係らず設置できるが、浸透施設は、地形条件等を勘案し、浸透効果を確認した上で設置する。貯留・浸透施設選択のフローを図-7に示した。



浸透施設の例（浸透トレンチ） 貯留施設の例（地下貯留） 貯留施設の例（棟間貯留）

図-7 貯留・浸透施設選択のフロー

3 - 4 貯留施設の貯留量

貯留施設の貯留量は、貯留施設の容量を用いて算出する。

(解説)

貯留施設の貯留量は、計画貯留水位以下の容量を用いて算出する。

3 - 5 浸透施設の浸透量

浸透施設の浸透量は、比浸透量と飽和透水係数を用いて算出する。

(解説)

(1) 浸透量の算出方法

浸透施設の浸透量は、(社) 雨水貯留浸透技術協会にて採用されている考え方を参考して算出する。浸透施設の種類によって基準浸透量に、浸透トレンチ、浸透側溝は設置延長、浸透ますは設置個数、浸透池は池面積を乗じて求める。

浸透施設浸透量 (m³/hr)

= 基準浸透量 (Q f) × 施設設置延長 (あるいは設置個数、池面積)

= C × 比浸透量 (K) × 飽和透水係数 (f) × 施設設置延長 (あるいは設置個数、池面積)

ここで、C : 影響係数 (地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする)

Q f : 浸透施設 (1m、1個あるいは1m²あたり) の基準浸透量 (m³/hr)

K : 浸透施設の比浸透量 (m²)

f : 土壌の飽和透水係数 (m/hr)

具体的には、次のようにして雨水浸透施設浸透量を計算する。

基準浸透量の算定の手順

1. 浸透マップ等を利用して飽和透水係数 (f) を求める。
2. 設置施設の比浸透量 (K) を、雨水浸透施設の形状と設計水頭をパラメーターとする基本式より求める。
3. 1. で求められた飽和透水係数 (f) に 2. で求めた設置施設の比浸透量 (K) を乗じ、さらに影響係数を考慮して設置施設の基準浸透量 (Q f) を算定する。

基準浸透量 (Q f) = C × 比浸透量 (K) × 飽和透水係数 (f)

浸透量の算出方法

得られた基準浸透量に施設設置延長 (あるいは設置個数、池面積) を乗じて全浸透量を算出する。

雨水浸透施設浸透量 (m³ / hr)

= 基準浸透量 (Q f) × 施設設置延長 (あるいは設置個数、池面積)

注. 透水性舗装(透水性平板)は、目詰まり等により機能低下するため、従来より貯留量(歩道 20mm、駐車場 50mm)で扱われており、本指針でも貯留量で評価する。又、浸透井については、比浸透量が得られていないので、前東京都雨水貯留・浸透施設技術指針(案)(平成3年)(以下「旧技術指針」とする。)をもとに設計を行う。

浸透施設の比浸透量 (K) について

浸透施設の比浸透量 (K) は、施設の形状と設計水頭より、「雨水浸透施設技術指針(案)調査・計画編」(社団法人 雨水貯留浸透技術協会)に記載される表-2~参考の基本式を用いて算出することができる。

表-2(1) 比浸透量 (K) の算定

施設		透水性舗装浸透池	浸透側溝及び浸透トレンチ	円筒ます			
浸透面		底面	側面及び底面	側面及び底面		底面	
模式図							
算定式の適用範囲の目安	設計水頭	$H \leq 1.5\text{m}$	$H \leq 1.5\text{m}$	$H \leq 1.5\text{m}$		$H \leq 1.5\text{m}$	
	施設規模	底面積が約400m ² 以上	$W \leq 1.5\text{m}$	$0.2\text{m} \leq D \leq 1\text{m}$	$1\text{m} < D \leq 10\text{m}$	$0.3\text{m} \leq D \leq 1\text{m}$	$1\text{m} < D \leq 10\text{m}$
基本式		$K = aH + b$ H: 設計水頭 (m)	$K = aH + b$ H: 設計水頭 (m) W: 施設幅 (m)	$K = aH^2 + bH + c$ H: 設計水頭 (m) D: 施設直径 (m)		$K = aH + b$ H: 設計水頭 (m) D: 施設直径 (m)	
係数	a	0.014	3.093	$0.475D + 0.945$	$6.244D + 2.853$	$1.497D - 0.100$	$2.556D - 2.052$
	b	1.287	$1.34W + 0.677$	$6.07D + 1.01$	$0.93D^2 + 1.606D - 0.773$	$1.13D^2 + 0.638D - 0.011$	$0.924D^2 + 0.993D - 0.087$
	c	—	—	$2.570D - 0.188$	—	—	—
備考		比浸透量は単位面積当たりの値	比浸透量は単位長さ当たりの値	—	—	—	—

注. 透水性舗装は、目詰まり等による機能低下が著しいため、貯留量(歩道 20mm、駐車場 50mm)で評価する

表-2(2) 比浸透量 (K) の算定

施設		正方形ます						矩形のます
浸透面		側面及び底面			底面			側面及び底面
模式図								
算定式の適用範囲の目安	設計水頭	$H \leq 1.5\text{m}$						約 1.5m
	施設規模	$W \leq 1\text{m}$	$1\text{m} < W \leq 10\text{m}$	$10\text{m} < W \leq 80\text{m}$	$W \leq 1\text{m}$	$1\text{m} < W \leq 10\text{m}$	$10\text{m} < W \leq 80\text{m}$	$L \leq 200\text{m}$ 、 $W \leq 4\text{m}$
基本式		$K = aH^2 + bH + c$ H: 設計水頭 (m) W: 施設幅 (m)			$K = aH + b$ H: 設計水頭 (m) W: 施設幅 (m)			$K = aH + b$ H: 設計水頭 (m) L: 施設延長 (m) W: 施設幅 (m)
係数	a	$0.120W + 0.985$	$-0.453W^2 + 8.289W + 0.753$	$0.747W + 21.355$	$1.676W - 0.137$	$-0.204W^2 + 3.166W - 1.936$	$1.265W - 15.670$	$3.297L + (1.971W + 4.663)$
	b	$7.837W + 0.82$	$1.458W^2 + 1.27W + 0.362$	$1.263W^2 + 4.295W - 7.649$	$1.496W^2 + 0.671W - 0.015$	$1.345W^2 + 0.736W + 0.251$	$1.259W^2 + 2.336W - 8.13$	$(1.401W + 0.684)L + (1.214W - 0.834)$
	c	$2.858W - 0.283$	—	—	—	—	—	—
備考		—	—	—	—	—	—	—

表-2(3) 比浸透量 (K) の算定

施設		大型貯留槽 (既製品に適用可能)					
浸透面		側面及び底面					
模式図							
算定式の適用範囲の目安	設計水頭	1m ≤ H ≤ 5m					
	施設規模	W=5m	W=10m	W=20m	W=30m	W=40m	W=50m
基本式		$K = (aH + b)L$ H: 設計水頭 (m)、L: 長辺長さ (m)、W: 施設幅 (m)					
係数	a	$8.83X^{-0.461}$	$7.88X^{-0.446}$	$7.06X^{-0.452}$	$6.43X^{-0.444}$	$5.97X^{-0.440}$	$5.62X^{-0.442}$
	b	7.03	14.00	27.06	39.75	52.25	64.68
	c	—	—	—	—	—	—
備考		Xは幅 (W) に対する長辺長さ (L) の倍率を示す。X=L/W Xの適用範囲は1~5倍の間とする。 プレキャスト式雨水地下貯留施設の構造に適した評価式である。					

表-2(4) 比浸透量 (K) の算定

施設		大型貯留槽 (既製品に適用可能)					
浸透面		底面					
模式図							
算定式の適用範囲の目安	設計水頭	1m ≤ H ≤ 5m					
	施設規模	W=5m	W=10m	W=20m	W=30m	W=40m	W=50m
基本式		$K = (aH + b)L$ H: 設計水頭 (m)、L: 長辺長さ (m)、W: 施設幅 (m)					
係数	a	$1.94X^{-0.328}$	$2.29X^{-0.397}$	$2.37X^{-0.488}$	$2.17X^{-0.518}$	$1.96X^{-0.554}$	$1.76X^{-0.609}$
	b	7.57	13.84	26.36	38.79	51.16	63.50
	c	—	—	—	—	—	—
備考		Xは幅 (W) に対する長辺長さ (L) の倍率を示す。X=L/W Xの適用範囲は1~5倍の間とする。 プレキャスト式雨水地下貯留施設の構造に適した評価式である。					

注) 施設幅 (W) が上記施設幅の間にくる場合、例えば W=7.5m のようなケースでは、W=5m と W=10m の計算を行い、施設幅 (W) に対し、比例配分して比浸透量 (K) を求める。

(参考 前出算定式の施設に該当しないタイプの浸透施設の比浸透量の計算方法)

浸透ます

施設幅・径が同一であれば、標準施設の比浸透量を利用して、当該施設の比浸透量を算定することが出来る。

側面浸透施設のみ：(側面及び底面の比浸透量) - (底面のみの比浸透量)

付加水圧がかかる：標準的な施設に対する静水圧の比により算定

浸透トレンチ

施設幅・径が同一であれば、当該施設の比浸透量は、標準的な施設との静水圧の比を補正係数として、次式で算定できる。

比浸透量 = 標準施設の比浸透量 × 補正係数

ここに、補正係数 = 当該施設の静水圧 / 標準施設の静水圧

4 ケース (A：片面浸透なし、B：底面浸透のみ、C：側面浸透のみ、D：付加水圧がかかる) の静水圧と補正係数を表 - a に、計算例を算定手順とともに表 - b に示す。ただし、静水圧そのものの値を計算する必要はなく、施設の単位長さ当りに作用する静水圧を単位体積重量で除した値 (単位は m^2) で表記し、静水圧指標と称す。

浸透施設のタイプ

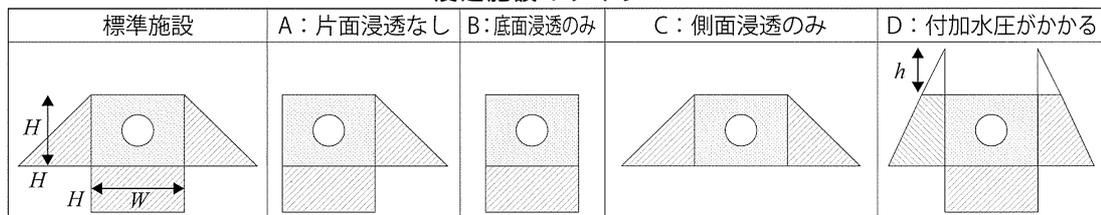


表 - a 静水圧及び補正係数

区分	静水圧 / ρg (単位長さ当り) (静水圧指標、 m^2)		補正係数
	標準施設	該当施設	
A：片面浸透なし	H (H+W)	$H^2/2+WH$	$(H/2+W) / (H+W)$
B：底面浸透のみ		WH	$W / (H+W)$
C：側面浸透のみ		H^2	$H / (H+W)$
D：付加水圧がかかる		$H (H+2h) + W (H+h)$	$(H (H+2h) + W (H+h)) / (H (H+W))$

算定手順

- ① 標準施設 (浸透トレンチ) の比浸透量： $K = aH + b = 3.093H + (1.34W + 0.677)$
ここに、H：設計水頭 (m)、W：底面幅 (m)
- ② 補正係数：表 - a 参照
- ③ 当該施設の比浸透量：標準施設の比浸透量 × 補正係数 = ① × ②

表 - b 比浸透量の計算例

区分	施設の形状など			標準施設		当該施設		
	設計水頭高さ H	付加水圧の水圧 h	底面幅 W	比浸透量 K (m^2) ①	静水圧指標 (m^2)	静水圧指標 (m^2)	補正係数 ②	比浸透量 K (m^2) ③
A：片面浸透なし	0.6m	—	0.5m	3.20	0.66	0.48	0.73	2.338
B：底面浸透のみ		—				0.3	0.45	1.441
C：側面浸透のみ		—				0.36	0.55	1.762
D：付加水圧がかかる		0.1m				0.83	1.26	4.036

(2) 飽和透水係数

浸透施設の設置に適した地域であるか、要調査地域（浸透対策に地形条件等の勘案が必要な地域）であるかを「東京都浸透能力マップ」（図-8）で判断する。なお、浸透施設設置適地は、台地の浸透能力の高い地域、要調査地域は勾配の急な山地、浸透性の低い低地等としている。また、砂防指定地、急傾斜地崩壊危険区域、地すべり防止区域等の法令指定地では浸透施設を設置することは出来ない（法令指定地は都のホームページ、<http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasen/map/dosha.html> で確認できる）。浸透施設設置適地の飽和透水係数は、表-3の数値を利用する。

表-3 東京都浸透能力マップの飽和透水係数

分類	地形	飽和透水係数 (m/hr)	備考
浸透対策に適した地域	台地	立川ローム層	0.14
		武蔵野ローム層	
		多摩ローム層	
		下末吉ローム層	
浸透対策に地形条件等の勘案が必要な地域	山地、沖積低地、人工改変地	浸透効果を調査し、飽和透水係数を設定。（急傾斜地崩壊危険区域等の法令指定地では設置出来ないので指定状況を確認）	

台地の飽和透水係数については、指針を運用していく中で資料の蓄積を図り、必要な精度が確保された段階で飽和透水係数を更新していく。

(3) 浸透施設の空隙貯留量

浸透施設は、浸透機能の他にます本体や充填材の空隙を利用した貯留機能を評価することが可能である。浸透施設の空隙貯留量は、次のようにして算出する。

$$\text{浸透施設の空隙貯留量 (m}^3\text{)} = \text{透水管やます本体の体積} + \text{充填材の体積} \times \text{空隙率}$$

充填材の空隙率は、使用する砕石の大きさによるが、一般的には30～40%程度である（「雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編」（社団法人 雨水貯留浸透技術協会）による）ので平均的に35%を用いることが出来る。なお、充填材の空隙率を証明できる資料があれば証明される空隙率を用いることも出来る。

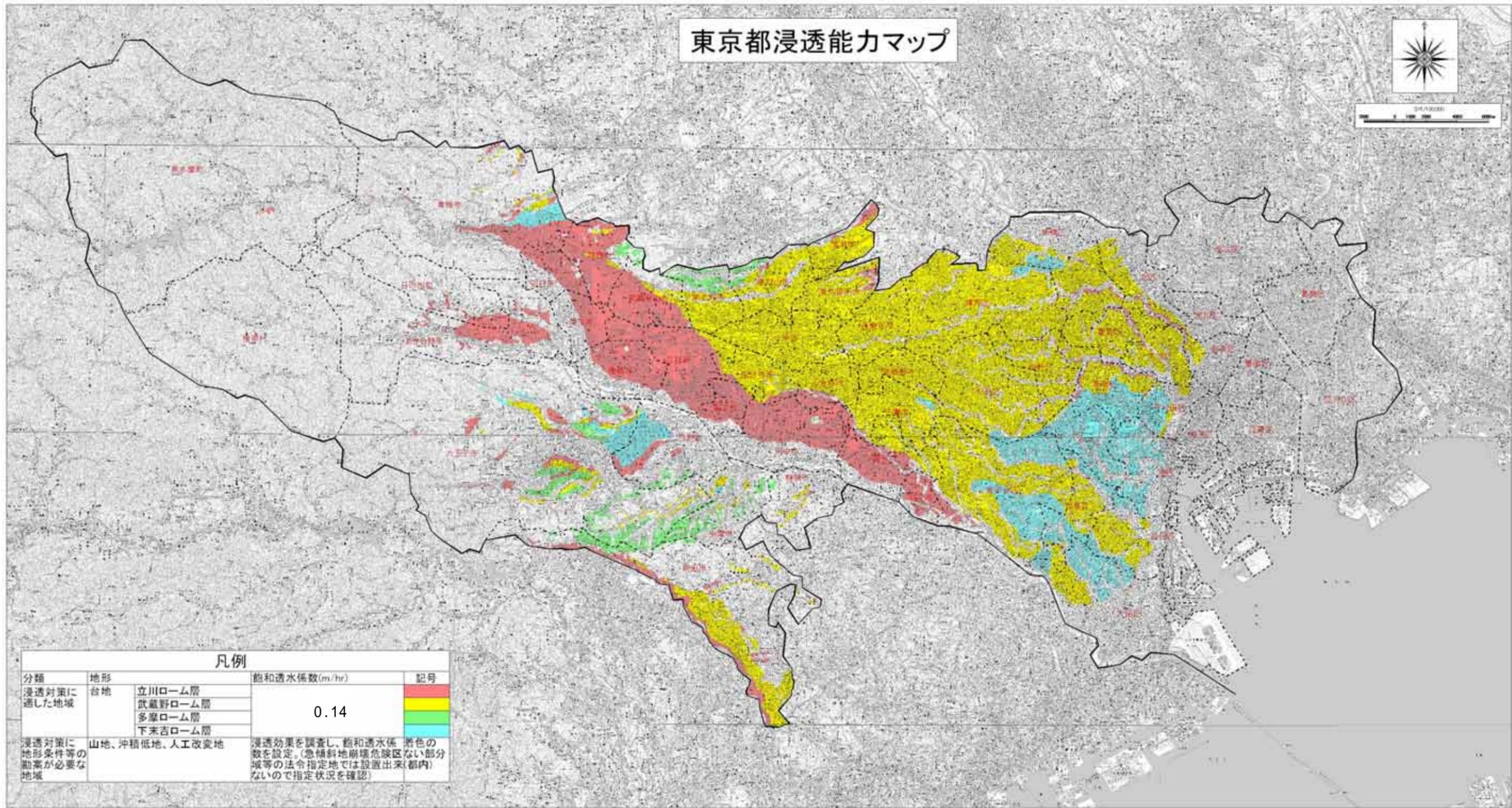


図-8 東京都浸透能力マップ

(4) 浸透施設の貯留量換算

流域対策は、貯留・浸透施設で対応するので、両施設の能力を等価に評価することが必要になる。そこで、標準等危険度線の考え方を応用して、浸透施設の浸透量を貯留量に換算する。換算式は次式で表現される。

$$S = I \cdot t \quad (I \leq \text{計画降雨強度})$$

ただし、 S : 貯留換算量 (m^3)、 I : 浸透施設の浸透量 (m^3/hr)、 t : 降雨継続時間 (=1hr) である。

同式を用いれば浸透量 (m^3/hr) と貯留量 (m^3) は同じ数値を用いることが出来る。

(1) ハイエトグラフのピークカット

(2) 浸透量の貯留換算式

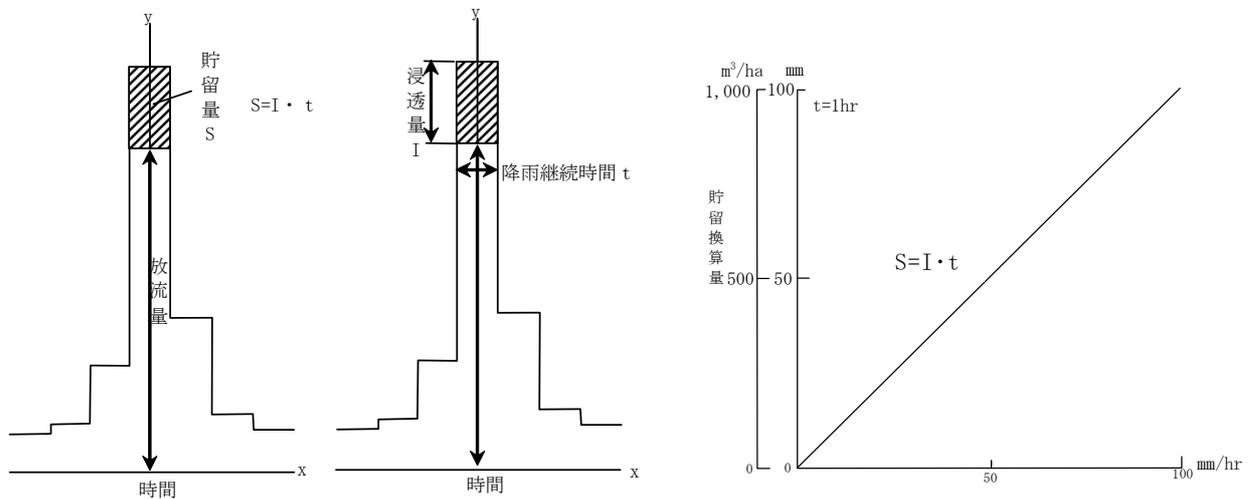


図-9 浸透施設の貯留換算

標準等危険度線の考え方を応用すると、浸透施設は貯留施設と等価に評価することが出来る。すなわち、図-9 左図に示すようにハイエトグラフ上においてピークカットの面積は貯留量に相当し、それは浸透施設の浸透量と降雨継続時間の積に等しい。従って、右図に示すように横軸に浸透施設の浸透量を、縦軸に貯留換算量をとれば、両者は正比例の関係になり、 $10\text{m}^3/\text{ha}=1\text{mm}$ が成り立つ。なお、洪水到達時間（降雨継続時間）を1時間としたのは、河道の整備状況と計算の容易さを考慮したためである。

3 - 6 排水施設の設計

貯留施設の排水施設は、オリフィスあるいはポンプが用いられるので、放流量をもとにオリフィス断面、ポンプ諸元を決定する必要がある。

(解説)

(1) 放流量の算定

貯留施設として、自然放流方式が採用される場合には、オリフィスの放流量を算定する必要がある。そこで、標準等危険度線を利用して、流域で与えられた対策量より放流量を算定した。なお、放流量は放流先の河川・下水道の流下能力を越えないようにする。

(参考)

対策量が 600m³/ha の流域の放流量=0.026m³/s/ha (基本計画: 0.11m³/s/ha)

対策量が 500m³/ha の流域の放流量=0.033m³/s/ha (基本計画: 0.14m³/s/ha)

(例) 対策量が 500m³/ha の公園 (敷地面積 2ha) の場合。

流域対策量=500m³/ha×2ha=1,000m³

放流量=0.033m³/s/ha×2ha=0.066m³/s

注. 放流先の管理者と協議して放流先の受け入れ能力を確認後、算定された放流量と放流先の受け入れ能力のうち、小さい方の値を使用する。

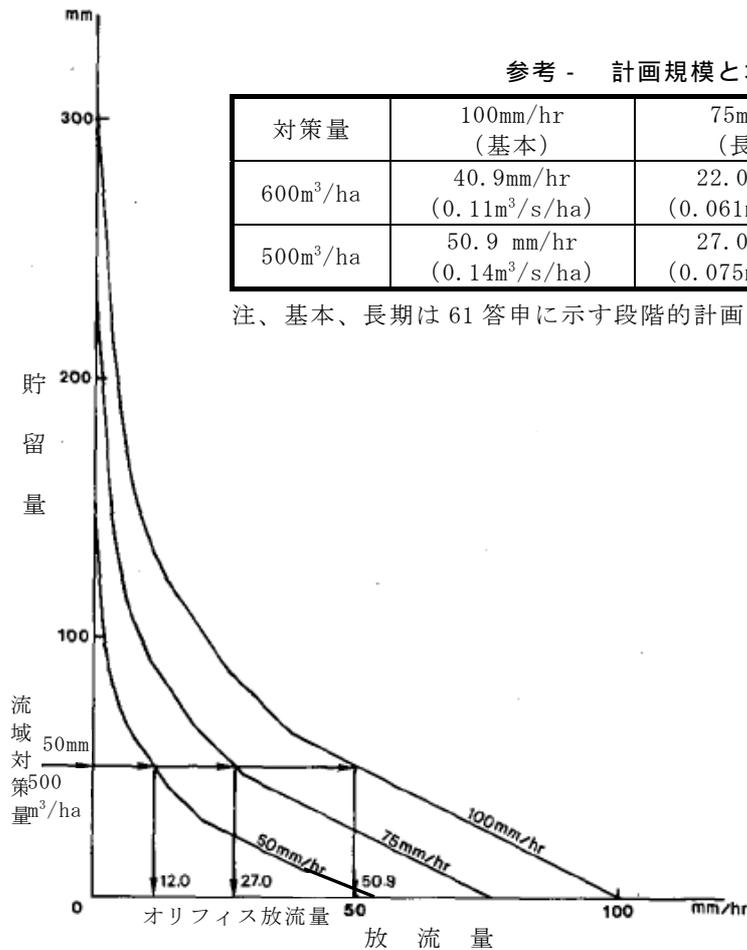


図-10 オリフィス放流量の算定

オリフィス放流量は、標準等危険度線により図-10のようにして求めることができる。
 (参考)

(1) 100 mm / hr 計画

(2) 75 mm / hr 計画

(3) 50 mm / hr 計画

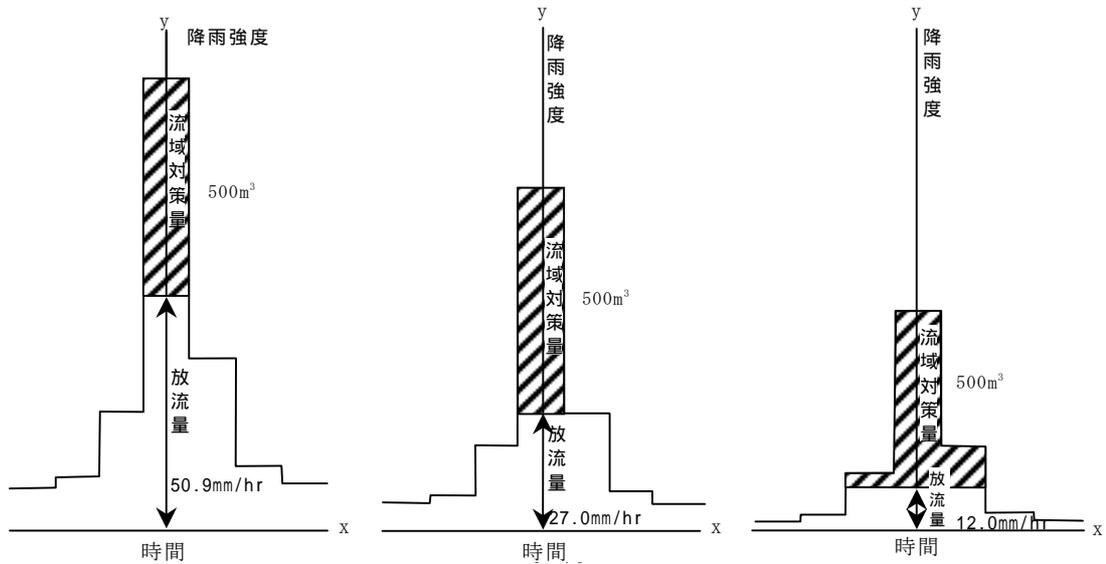


図-11 流域対策量と放流量の関係

注. 流域対策量と放流量の関係については資料編第2章標準等危険度線の考え方参照。

オリフィス放流量は、標準等危険度線により流域対策量を与えることで求められる。同様なことをハイレートグラフで示したのが図-11である。

(2) オリフィスの設計

オリフィスの設計は、流量公式により行う。

放流口が矩形の場合、

$$Q = c \cdot B \cdot D \cdot \{2g (H - D/2)\}^{1/2}$$

放流口が円形の場合、

$$Q = c \cdot A \cdot \{2g (H - d/2)\}^{1/2}$$

ただし、 Q ：放流量、 c ：流量係数（=0.6）、 B ：放流口の幅、 D ：放流口の高さ、 g ：重力の加速度（ 9.8m/s^2 ）、 A ：放流口の断面積、 H ：水深、 d ：放流口の直径である。

(図-12)

実際には、次ページ以降に示す図-13～図-16（水深 H ～放流量 Q の関係図）より簡単に求めることができる。

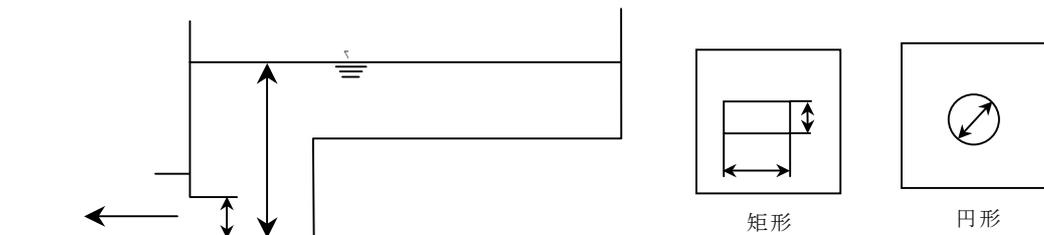


図-12 オリフィスの寸法

(オリフィス設計上の注意)

オリフィスの設計にあたり、流域の放流量より算定するが、既定計画あるいは直近の目標と将来の計画とで放流量が異なるので、将来的にも対応できる構造が望ましい。すなわち、当面は口径をしばり、将来計画が達成した際に口径を拡大できる構造とする。

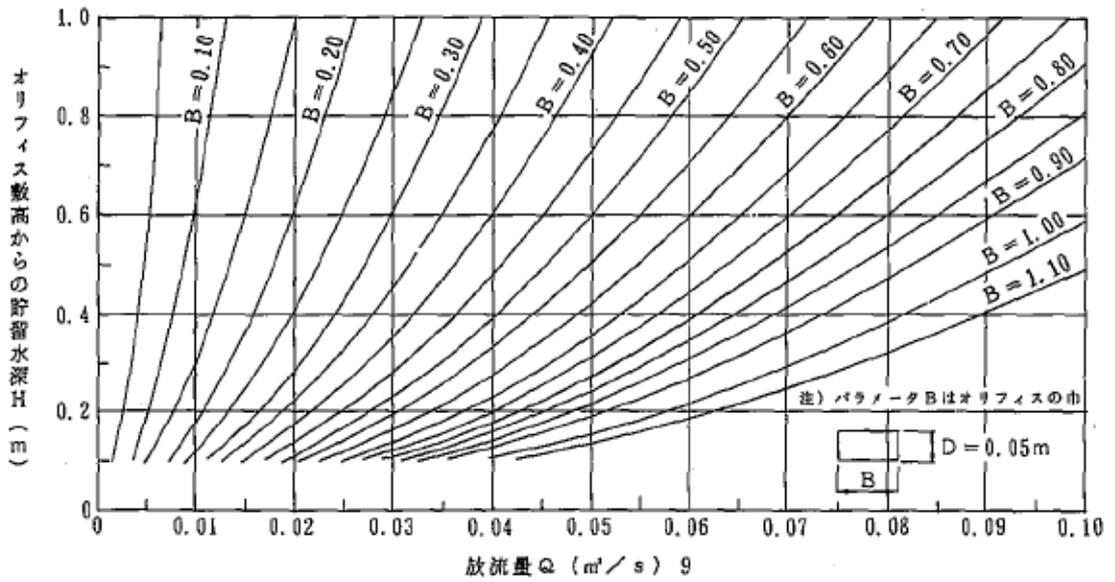


図-13 オリフィス水深 H ~ 放流量 Q 関係図 ($D=0.05\text{ m}$)

注. 水深と流量がジャストポイントにない場合は内挿により求める。

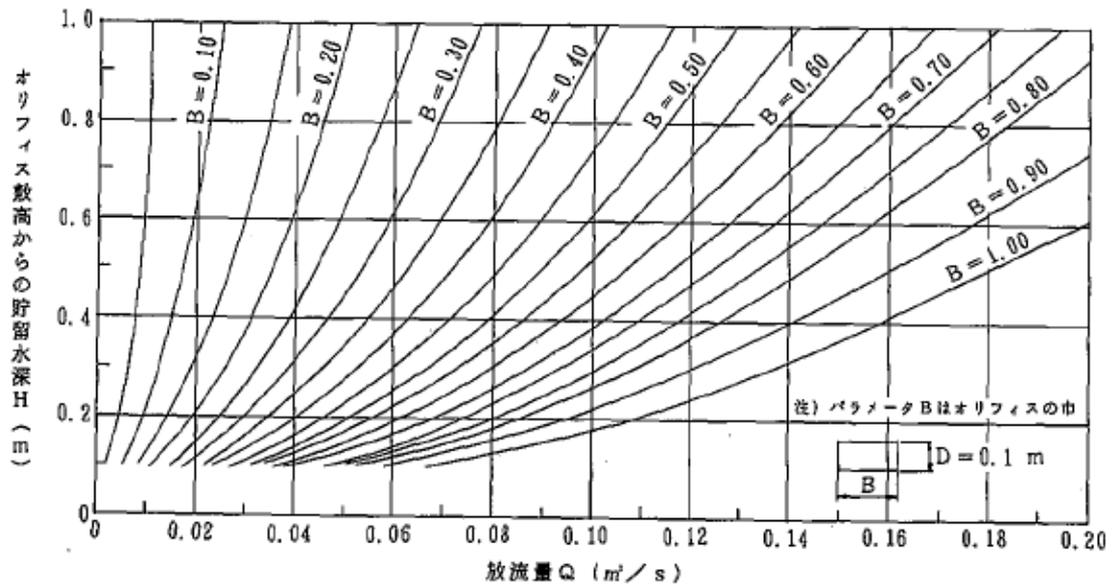


図-14 オリフィス水深 H ~ 放流量 Q 関係図 ($D=0.1\text{ m}$)

注. 水深と流量がジャストポイントにない場合は内挿により求める。

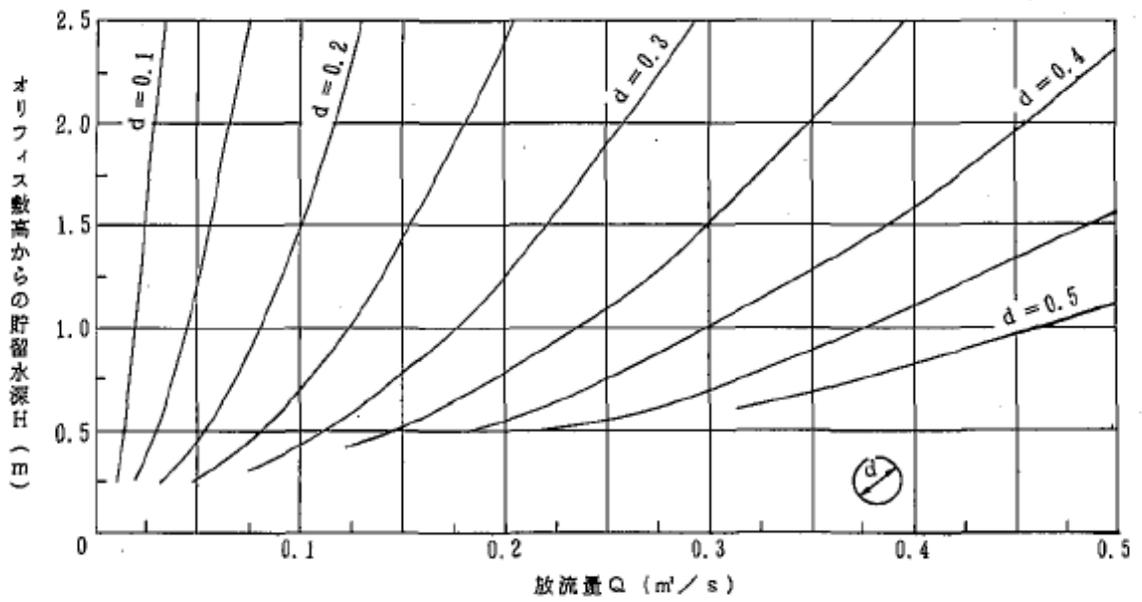


図-15 オリフィス水深 H ~ 放流量 Q 関係図 (円形)

注. 水深と流量がジャストポイントにない場合は内挿により求める。

(例) 放流量 ($Q=0.169\text{m}^3/\text{s}$) と貯留水深 ($H=0.63\text{m}$) からオリフィス口径を求める。横軸 $Q=0.169\text{m}^3/\text{s}$ と縦軸 $H=0.63\text{m}$ より、オリフィス口径 $d=0.35\text{m}$ が求まる。

例えば、 $H=0.7\text{m}$ となり内挿が必要な時は目視により求めても良いが、次式で水深に対する放流量を確認の上採用すれば精度の向上を図ることができる。

$$Q = c \cdot A \cdot \{2g(H - d/2)\}^{1/2}$$

ただし、 Q : 放流量、 c : 流量係数 ($=0.6$)、 g : 重力の加速度 ($9.8\text{m}/\text{s}^2$)、 A : 放流口の断面積、 H : 水深、 d : 放流口の直径である。

このケースでは、 $d=0.33\text{m}$ とすると、 $Q=0.166\text{m}^3/\text{s}$ ($\approx 0.169\text{m}^3/\text{s}$) となるので $d=0.33\text{m}$ となる。

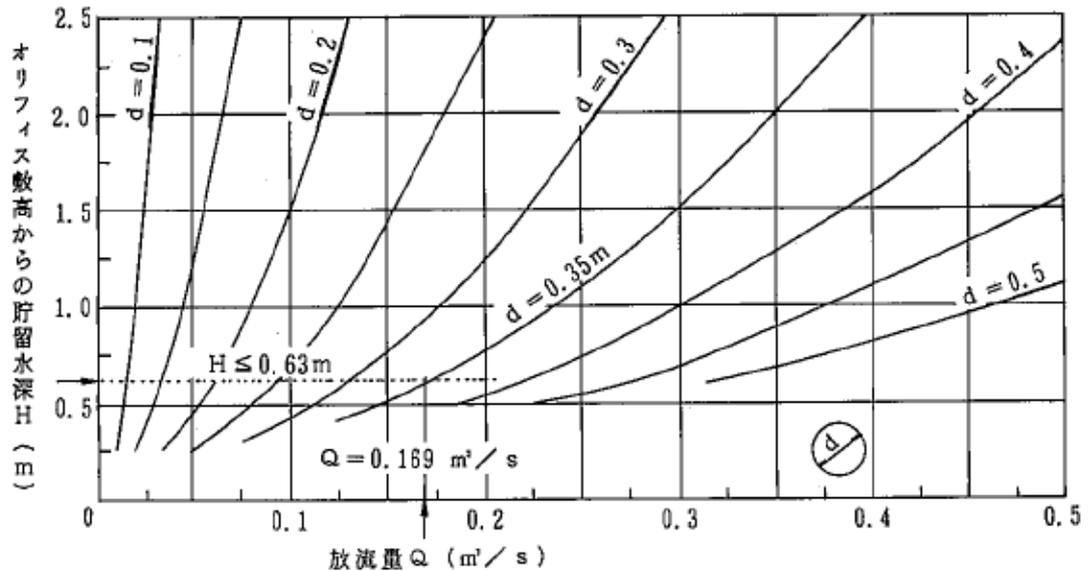


図-16 オリフィス水深 H ~ 放流量 Q 関係図(円形)

(3) ポンプの設計

(1) で得られた放流量を利用してポンプの設計を行う。なお、ポンプ排水施設の維持管理については、本指針の 5. 維持管理を参照する。

(例) 地下貯留槽の設計

条件：面積 1ha、流域対策量 $500\text{m}^3/\text{ha}$ 、ポンプ排水で対応する。

放流量 $Q=0.033\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$

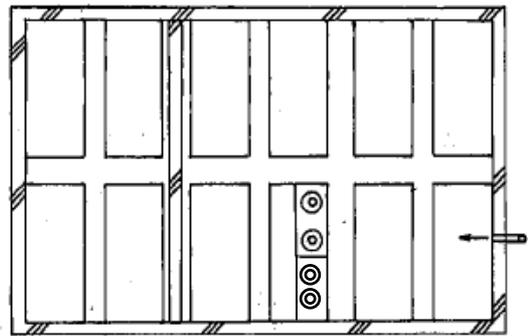
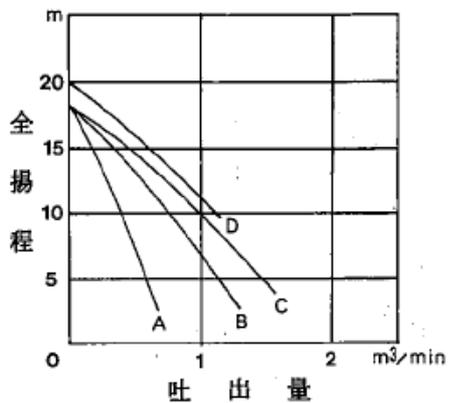
貯留量： $500\text{m}^3/\text{ha}\times 1\text{ha}=500\text{m}^3\rightarrow$ 地中梁を利用して図-18のように貯留槽を設ける。

放流量 $Q=0.033\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})\times 1\text{ha}=0.033\text{m}^3/\text{s}$ ($1.98\text{m}^3/\text{min}$) より、

水中ポンプの性能曲線(図-17)に照らし、Bポンプ(全揚程 10m、吐出量 $0.6\text{m}^3/\text{min}$)を4台($0.6\text{m}^3/\text{min}\times 4\div 60=0.040\text{m}^3/\text{s}$)とし、水位センサーによる自動運転とする。

(ただし、全揚程は実揚程と全損失揚程の和であり、排水系の損失計算より求める。)

余水吐: 500m^3 を上回る水位に達することを考慮して、隣接して余水吐と貯留槽を設ける。



口径 (mm)	形式	出力 (KW)	電圧 (3相)V	全揚程 m	吐出量 m^3/min
80	A	1.5	200	8	0.5
100	B	2.2	200	10	0.6
	C	3.7	200	11/10	1.0
	D	3.7	200	16/15	0.6

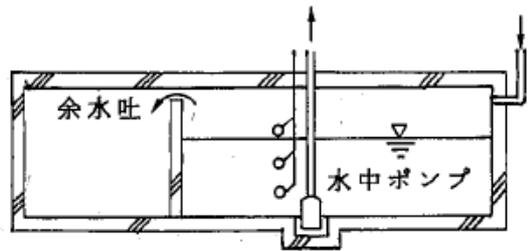


図-17 ポンプの性能曲線と仕様

図-18 貯留槽と水中ポンプ

なお、ポンプ排水は降雨強度に関係なく定量放流を行う。流入量が少なく断続運転となる場合にはポンプ台数を減らして運転するか、ある程度貯留してからポンプ運転を行う。降雨終了後のポンプ排水時間は、12時間をめどに設定する。

4. 設計手順の具体例

ここでは、貯留・浸透施設の規模を決定するための具体的な設計手順を以下に示す。なお、ここで算定される放流量は、放流協議を踏まえて受け入れ量以下に計画する。

設計例1 地下貯留槽の設計

ポンプの設計の項目を参照のこと。

設計例2 貯留施設の設計

条件：面積 1ha、流域対策量 $500\text{m}^3/\text{ha}$ 、貯留堤で対応する。(図-19)

放流量 $Q=0.033\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$

(注. 放流量は、3-6 排水施設の設計より対策量が $500\text{m}^3/\text{ha}$ の場合の放流量を例として使用)

貯留高： $500\text{m}^3/\text{ha}\times 1\text{ha}/1\text{ha}=500\text{m}^3/10,000\text{m}^2=0.05\text{m}=50\text{mm}$ (対策量 500m^3 を 1ha で貯留したときの水深) → 10cm^* (堆砂を考慮して 10cm とする、対策量クリアー)

*貯留施設内の土砂の堆積を考慮して余裕高をみている。

オリフィス：

放流量 $Q=0.033\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})\times 1\text{ha}=0.033\text{m}^3/\text{s}$ より、

水深 $H=0.57\text{m}$ (オリフィス敷高～設計水位までの水深)、オリフィスの高さ $D=0.05\text{m}$ とすると、 H - Q 関係図に照らし、 $B=0.35\text{m}$ が求まる。

(ただし、オリフィス敷高 H は下水管の土被り厚等を考慮し、 50cm 前後の値で設定するものとする。以下同様。)

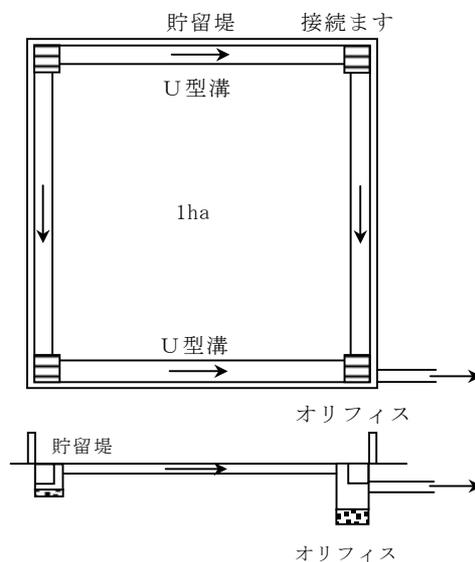
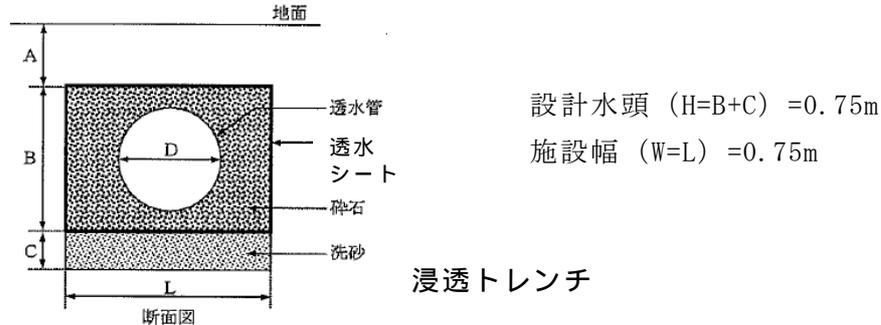


図-19 貯留施設の設計

設計例3 浸透施設の設計

条件：面積 1ha、流域対策量 600m³/ha、浸透トレンチをメインとし、残対策量を貯留堤で対応する。(図-20)

飽和透水係数を 0.14m/hr、浸透トレンチの断面を W=0.75m、H=0.75m、透水管の径を 0.2m とする。



まず、トレンチの比浸透量 (K) を求める。

$$K = aH + b$$

ここで、 $a = 3.093$ 、 $b = 1.34W + 0.677$ (表-2 比浸透量 (K) の算定より)

H：設計水頭 (m)

W：施設幅 (m)

より、 $K = 3.093 \times 0.75 + 1.682 = 4.002 \text{ m}^2$ となる。次に単位浸透量を求める。

単位浸透量 = C × 比浸透量 (K) × 飽和透水係数 (f)

ここで、C：影響係数 (地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする)

K：浸透施設の比浸透量 (m²)

f：土壌の飽和透水係数 (m/hr)

より、単位浸透量 = $0.81 \times 4.002 \times 0.14 = 0.454 \text{ m}^3 / (\text{m} \cdot \text{hr})$ となる。

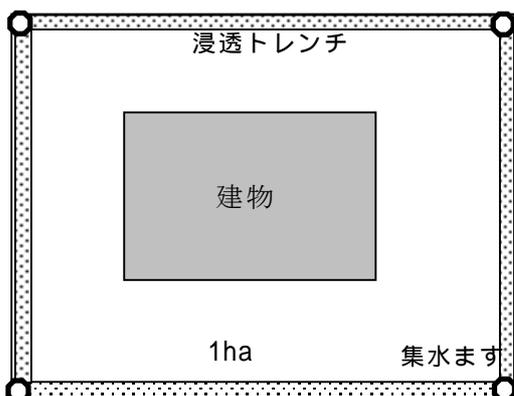
トレンチの空隙貯留量は、砕石の空隙率を 35% とすれば次のように求まる。

$$\text{空隙貯留量} = 3.14 \times (0.2/2)^2 + (0.75 \times 0.75 - 3.14 \times (0.2/2)^2) \times 0.35 = 0.217 \text{ m}^3/\text{m}$$

トレンチの浸透機能と貯留機能を考慮すると必要な延長は次式で求めることができる。

$$\text{トレンチ長さ} = 600 \text{ m}^3/\text{ha} \times 1 \text{ ha} \div (0.454 + 0.217) = 895 \text{ m}$$

ただし、面積を考慮して 400m とする。なお、残る対策量は 10cm の貯留堤を周囲に設け、対応する。この場合、浸透を考慮して貯留施設では自然放流しない (オーバーフローのみ、計画論として超過洪水に対応する余水吐からの越水を考慮しておく)。



トレンチの対策量

$$(0.454 + 0.217) \times 400 = 268.4 \text{ m}^3$$

貯留の対策量

$$\text{空き地を } 0.5 \text{ ha として } 5,000 \times 0.1 = 500 \text{ m}^3$$

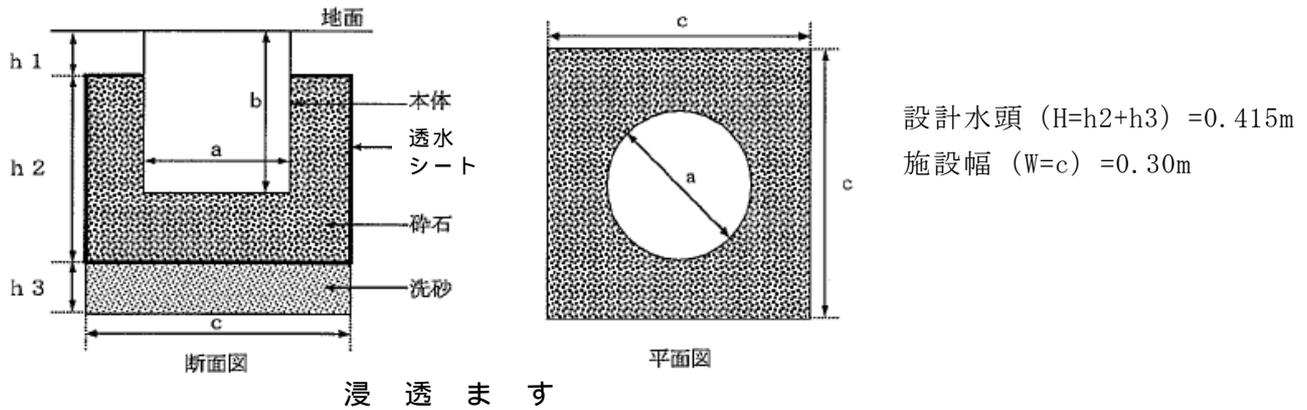
計 $768.4 \text{ m}^3 >$ 必要な対策量 600 m^3 (対策量クリアー)

○：集水ます

図-20 浸透施設の設計

設計例4 浸透施設の設計（一般住宅の例）

条件：面積 120m²、流域対策量 300m³/ha、浸透ます、浸透トレンチで対応する。（図-21）
飽和透水係数を 0.14m/hr、浸透ますの径 a=0.15m、高さ b=0.40m、浸透トレンチの断面を W=0.25m、H=0.30m、透水管の径を 0.075mm とする。



まず、浸透ますの比浸透量 (K) を求める。

$$K = a H^2 + b H + c$$

ここで、 $a = 0.120W + 0.985$ 、 $b = 7.837W + 0.82$ 、 $c = 2.858W - 0.283$

H：設計水頭 (m)

W：施設幅 (m)

より、 $K = 1.021 \times 0.415^2 + 3.171 \times 0.415 + 0.574 = 2.066 \text{ m}^2$ となる。次に単位浸透量を求める。

単位浸透量 = C × 比浸透量 (K) × 飽和透水係数 (f)

ここで、C：影響係数（地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする）

K：浸透施設の比浸透量 (m²)

f：土壌の飽和透水係数 (m/hr)

より、単位浸透量 = $0.81 \times 2.066 \times 0.14 = 0.234 \text{ m}^3 / (\text{個} \cdot \text{hr})$ となる。

浸透ますの空隙貯留量は、碎石の空隙率を 35% とすれば次のように求まる。

$$\begin{aligned} \text{空隙貯留量} &= 3.14 \times (0.15/2)^2 \times 0.3 + (0.3 \times 0.3 \times 0.39 - 3.14 \times (0.15/2)^2 \times 0.3) \\ &\quad \times 0.35 = 0.016 \text{ m}^3 / \text{個} \end{aligned}$$

次に、浸透トレンチの比浸透量 (K) を求める。

$$K = a H + b$$

ここで、 $a = 3.093$ 、 $b = 1.34W + 0.677$

H：設計水頭 (m)

W：施設幅 (m)

より、 $K = 3.093 \times 0.30 + 1.012 = 1.940 \text{ m}^2$ となる。次に単位浸透量を求める。

単位浸透量 = C × 比浸透量 (K) × 飽和透水係数 (f)

ここで、C：影響係数（地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする）

K：浸透施設の比浸透量 (m²)

f：土壌の飽和透水係数 (m/hr)

より、単位浸透量 $=0.81 \times 1.940 \times 0.14 = 0.220\text{m}^3 / (\text{m} \cdot \text{hr})$ となる。

トレンチの空隙貯留量は、碎石の空隙率を35%とすれば次のように求まる。

空隙貯留量 $=3.14 \times (0.075/2)^2 + (0.28 \times 0.25 - 3.14 \times (0.075/2)^2) \times 0.35 = 0.027\text{m}^3/\text{m}$

必要対策量は、 $300\text{m}^3/\text{ha} \times 0.012\text{ha} = 3.6\text{m}^3$ なので、浸透ます3個 $((0.234 + 0.016) \times 3 = 0.750\text{m}^3)$ と浸透トレンチを利用する。必要となる浸透トレンチの長さは、

トレンチ長さ $:(3.6 - 0.750) \div (0.220 + 0.027) = 12\text{m}$ となる。

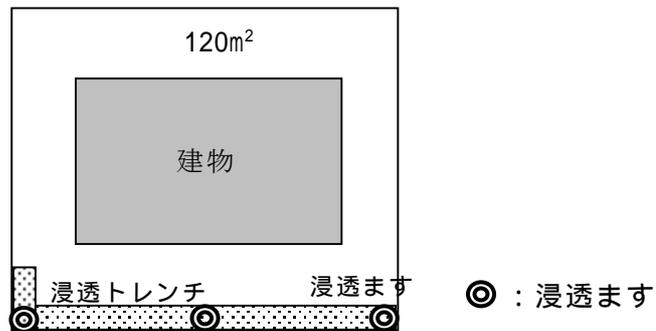


図-21 浸透施設の設計（一般住宅の例）

ますの対策量

$$(0.234 + 0.016) \times 3 = 0.750\text{m}^3$$

トレンチの対策量

$$(0.220 + 0.027) \times 12 = 2.964\text{m}^3$$

計 $3.714\text{m}^3 >$ 必要な対策量 3.6m^3 （対策量クリアー）

設計例5 道路を対象とする設計

条件：面積 300m² (歩道 100m²、車道 200m²)、流域対策量 (歩道 200m³/ha、車道 290m³/ha)、
透水性舗装、道路浸透ます (浸透トレンチ) で対応する。(図-22)

対策量：歩道面積 100m²=0.01ha より、200m³/ha×0.01ha=2m³

車道面積 200m²=0.02ha より、290m³/ha×0.02ha=5.8m³ 合計 7.8m³

歩道部：透水性舗装で対応する。すなわち、浸透量=20mm (=0.02m) ×100m²=2.0m³

車道部：道路浸透ますで対応する。

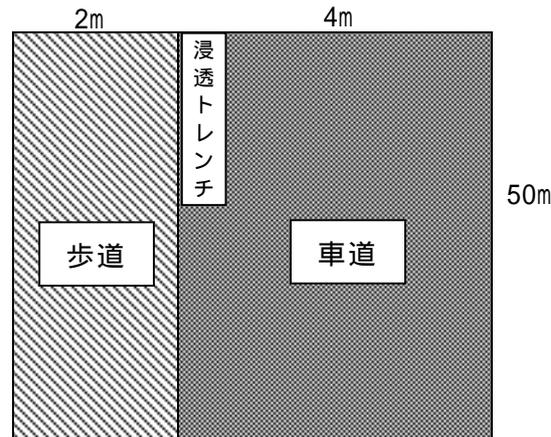


図-22 道路を対象とする設計

飽和透水係数を 0.14m/hr、道路浸透ます (浸透トレンチ) の断面を W=1.0m、H=1.0m、透水管の径を 0.4m とする。

トレンチの比浸透量 (K) を求める。

$$K = aH + b$$

ここで、 $a=3.093$ 、 $b=1.34W+0.677$

H：設計水頭 (m)

W：施設幅 (m)

より、 $K=3.093 \times 1.0 + 2.017 = 5.110\text{m}^2$ となる。次に単位浸透量を求める。

単位浸透量 = C × 比浸透量 (K) × 飽和透水係数 (f)

ここで、C：影響係数 (地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする)

K：浸透施設の比浸透量 (m²)

f：土壌の飽和透水係数 (m/hr)

より、単位浸透量 = $0.81 \times 5.110 \times 0.14 = 0.579\text{m}^3 / (\text{m} \cdot \text{hr})$ となる。

トレンチの空隙貯留量は、碎石の空隙率を 35% とすれば次のように求まる。

空隙貯留量 = $3.14 \times (0.40/2)^2 + (1.0 \times 1.0 - 3.14 \times (0.40/2)^2) \times 0.35 = 0.432\text{m}^3/\text{m}$

車道の必要対策量は 5.8m³ なので、浸透トレンチの長さは 6m となる。

浸透トレンチの長さ： $5.8 \div (0.579 + 0.432) = 6\text{m}$

歩道の対策量 2.0m³、車道の対策量 $(0.579 + 0.432) \times 6 = 6.1\text{m}^3$

計 8.1m³ > 必要な対策量 7.8m³ (対策量クリアー)

設計例6 貯留・浸透施設併用の設計（それぞれ独立して処理する場合）

条件：面積 1ha（建ぺい率 50%）、流域対策量 $500\text{m}^3/\text{ha}$ 、貯留・浸透施設で対応する。（図-23） 放流量 $Q=0.033\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$

降雨は、家屋の屋根分を浸透、空地分を貯留する。

貯留高： $500\text{m}^3/\text{ha}\times 0.5\text{ha}/0.5\text{ha}=50\text{mm}\rightarrow 10\text{cm}$ （堆砂を考慮して 10cm とする）

オリフィス：

放流量 $Q=0.033\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})\times 0.5\text{ha}=0.017\text{m}^3/\text{s}$ より、

H-Q 関係図に照らし、 $H=0.60\text{m}$ 、 $D=0.05\text{m}$ とすると、 $B=0.20\text{m}$ が求まる。

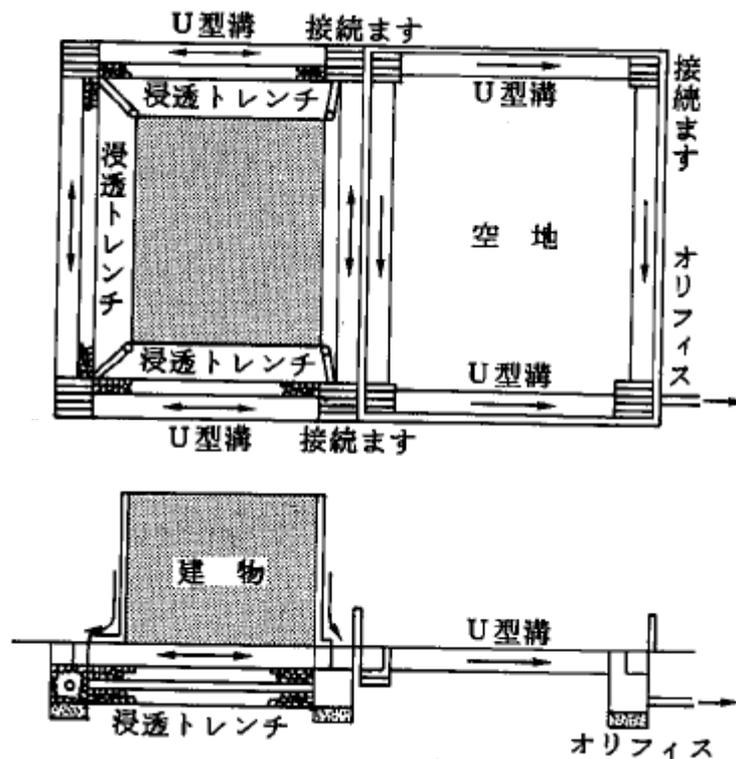


図-23 貯留・浸透施設併用の設計

飽和透水係数を $0.14\text{m}/\text{hr}$ 、浸透トレンチの断面を $W=0.75\text{m}$ 、 $H=0.75\text{m}$ 、透水管の径を 0.2m とする。

トレンチの比浸透量 (K) を求める。

$$K = aH + b$$

ここで、 $a=3.093$ 、 $b=1.34W+0.677$

H：設計水頭 (m)

W：施設幅 (m)

より、 $K=3.093\times 0.75+1.682=4.002\text{m}^2$ となる。次に単位浸透量を求める。

単位浸透量 = $C\times$ 比浸透量 (K) \times 飽和透水係数 (f)

ここで、C：影響係数（地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする）

K：浸透施設の比浸透量 (m^2)

f：土壌の飽和透水係数 (m/hr)

より、単位浸透量 = $0.81\times 4.002\times 0.14=0.454\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{hr})$ となる。

トレンチの空隙貯留量は、碎石の空隙率を 35% とすれば次のように求まる。

$$\text{空隙貯留量} = 3.14 \times (0.20/2)^2 + (0.75 \times 0.75 - 3.14 \times (0.20/2)^2) \times 0.35 = 0.217 \text{m}^3/\text{m}$$

$$\text{トレンチ長さ} : 500 \text{m}^3/\text{ha} \times 0.5 \text{ha} \div (0.454 + 0.217) = 373 \text{m}$$

ただし、面積を考慮して 300m とする。なお、残る対策量は貯留高の余裕を利用する。

(注意) トレンチ長さの算定にあたって、断りなく貯留換算を行っているが、貯留量 $1 \text{m}^3 =$ 浸透量 $1 \text{m}^3/\text{hr}$ であるためである。また、トレンチは家屋の周囲に位置するので、おのずとその延長には制限がある。ここではその不足分を貯留堤で補う。

トレンチの対策量

$$(0.454 + 0.217) \times 300 = 201.3 \text{m}^3$$

貯留の対策量

$$5,000 \times 0.1 = 500 \text{m}^3$$

計 $701.3 \text{m}^3 >$ 必要な対策量 500m^3 (対策量クリアー)

設計例7 貯留・浸透施設併用の設計（同一敷地内に設置する場合）

条件：面積 1ha、流域対策量 600m³/ha、貯留・浸透施設で対応する。（図-24）

放流量 $Q=0.026\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$

トレンチ長さ：敷地の周囲（延長 400m）に浸透トレンチを敷設する。

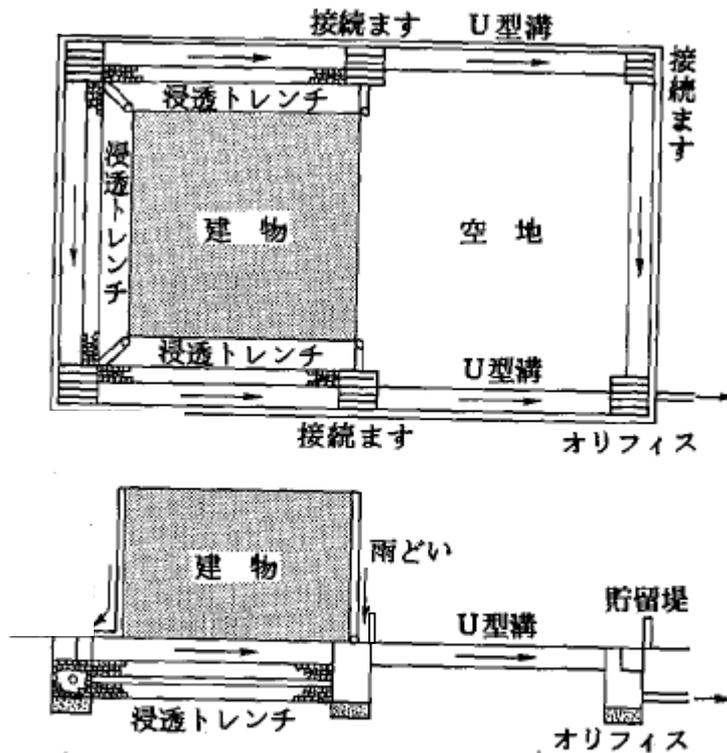


図-24 貯留・浸透施設併用の設計

飽和透水係数を 0.14m/hr、浸透トレンチの断面を $W=0.75\text{m}$ 、 $H=0.75\text{m}$ 、透水管の径を 0.2m とする。

トレンチの比浸透量 (K) を求める。

$$K = aH + b$$

ここで、 $a=3.093$ 、 $b=1.34W+0.677$

H：設計水頭 (m)

W：施設幅 (m)

より、 $K=3.093 \times 0.75 + 1.682 = 4.002\text{m}^2$ となる。次に単位浸透量を求める。

単位浸透量 = $C \times$ 比浸透量 (K) \times 飽和透水係数 (f)

ここで、C：影響係数（地下水位の影響 0.9、目詰まりの影響 0.9 を考慮して 0.81 とする）

K：浸透施設の比浸透量 (m²)

f：土壌の飽和透水係数 (m/hr)

より、単位浸透量 = $0.81 \times 4.002 \times 0.14 = 0.454\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{hr})$ となる。

トレンチの空隙貯留量は、碎石の空隙率を 35% とすれば次のように求まる。

$$\text{空隙貯留量} = 3.14 \times (0.20/2)^2 + (0.75 \times 0.75 - 3.14 \times (0.20/2)^2) \times 0.35 = 0.217 \text{m}^3/\text{m}$$

従って、

$$\text{貯留・浸透量} : (0.454 + 0.217) \times 400 \text{m} = 268 \text{m}^3$$

貯留量：流域対策量 = $600 \text{m}^3/\text{ha} \times 1 \text{ha} = 600 \text{m}^3$ 、浸透量（浸透施設の貯留量を含む） 268m^3
より、 $600 \text{m}^3 - 268 \text{m}^3 = 332 \text{m}^3$

貯留高： $332 \text{m}^3 \div (\text{空き地 } 0.5 \text{ha}) = 67 \text{mm} \rightarrow 10 \text{cm}$ （堆砂を考慮して 10cm とする）

オリフィス：放流量 $Q = 0.026 \text{m}^3/\text{s}$ を H-Q 関係図に照らして、 $H = 0.60 \text{m}$ 、 $D = 0.05 \text{m}$ とすると、 $B = 0.26 \text{m}$ が求まる。

（注意）放流量は流域対策量に対応するものであるから、貯留・浸透施設が同一敷地内に併用される場合では修正する必要はない。設計例 6 の敷地を分割し、独立して処理する場合（面積比で放流量を決めた）とは異なる。

トレンチの対策量

$$(0.454 + 0.217) \times 400 = 268.4 \text{m}^3$$

貯留の対策量

$$5,000 \times 0.1 = 500 \text{m}^3$$

計 $768.4 \text{m}^3 >$ 必要な対策量 600m^3 （対策量クリアー）

設計例 8 浸透域を含む設計

条件：面積 1ha（草地 0.5ha、裸地 0.5ha）、流域対策量 600m³/ha、浸透域で対応する。

(図-25)

対策量：600m³/ha×1ha=600m³

草地：浸透能 20mm/hr より、浸透量 20mm/hr×0.5ha=100m³/hr=100m³

裸地：浸透能 2mm/hr より、浸透量 2mm/hr×0.5ha=10m³/hr=10m³

従って、残る 600m³ - (100m³+10m³) = 490m³ を設計例 2 を参考に処理すればよい。

(注意) 浸透域は植生により、浸透能に大きな差があるので、裸地のまま放置せず、出来るだけ浸透能の高い植栽や芝生等に代えることが望ましい。

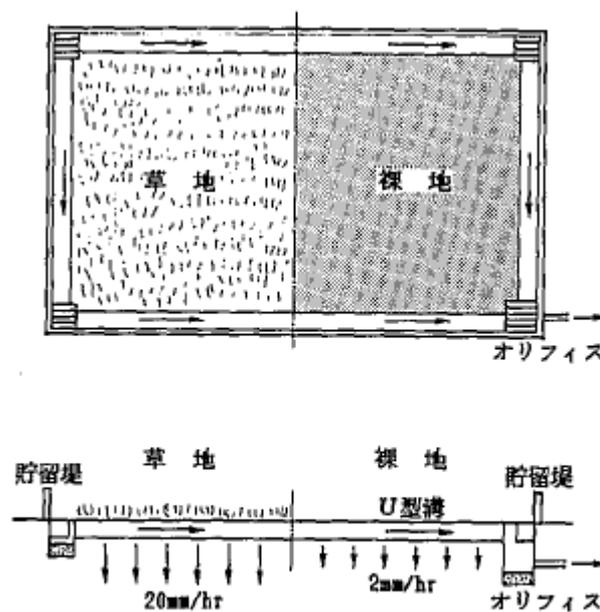


図-25 浸透域を含む設計

土地利用別浸透能評価

土地利用	浸透能 (mm/hr)	評価
畑地	130～	良好
林地	60～	
芝地	50～	
植栽	14～100 (50)	
草地	18～23 (20)	
裸地	1～8 (2)	不良
グラウンド	2～10 (2)	
造成地	2～50 (2)	
透水性舗装	20 (歩道)、50 (駐車場)	—

注. 透水性舗装は、本指針では貯留換算して評価している。

5 . 維持管理

5 - 1 清掃

貯留・浸透施設の管理者は、流出抑制機能を保持するために清掃等の維持管理を行う。

(解説)

貯留・浸透施設の機能を保持するための維持管理としては、排水溝および放流孔の清掃と土砂除去等がある。浸透施設では、水洗洗浄方式により目詰まりを除去し、機能の維持、回復を図ることが望ましい。なお、公園等との兼用施設となる場合は、機能維持だけでなく、利用者の安全に配慮して管理を行う必要がある。

維持管理のための点検には定期点検と非常時点検がある。定期点検は梅雨時期や台風シーズンを考慮して年1回以上行い、別途、利用者等から施設の破損等の通報があった場合には非常時点検を行い施設の補修を行う。点検、補修を効率的に行うためには維持管理のマニュアルを作成し、それに従って行動することが有効である(P38参照)。なお、施設によっては簡易な清掃(日常点検)を行う管理者と破損等がみられた場合に補修・機能回復(大規模補修等)を行う管理者が異なる場合もみられるが、両者は互いに連絡を取り合い施設の機能維持に努める必要がある。

(1) 貯留施設の清掃

点検結果に基づき、土砂、ゴミ、落葉等の清掃、放流施設等の詰まりの解消の他、周辺施設の清掃を行うことが必要である。出水後は法面、放流孔に付着したゴミ類を取り除く。

(2) 浸透施設の清掃

点検結果に基づき、浸透施設の機能維持を目的として清掃を行う。清掃内容は、土砂、ゴミ、落葉等の清掃、目詰まり防止装置等の詰まりの解消があり、同時に周辺施設の清掃を行うことが重要である。高圧洗浄機を使用する場合には、目詰まり原因となる微細な土などを浸透面に押し込んだりして浸透機能が低下しないよう注意が必要である。又、洗浄水等が浸透施設内に流入しないように注意する。

5 - 2 機能回復

貯留・浸透施設は、施設の破損や沈下等によりその機能が発揮できなくなった時は、速やかに補修等により機能回復を図る。

(解説)

貯留施設は、オリフィスが破損、閉塞すると機能しなくなる。また浸透施設は、浸透面が破損して目詰まりを起こすと浸透能力が低下する。そこで、施設の破損等が見られた場合には補修等を行いその機能回復に努める必要がある。

(1) 貯留施設の機能回復

排水溝、放流孔付近の清掃、土砂除去により機能回復を図る。又、施設の破損や地表面の陥没、沈下が発生した場合には補修を行う。補修で対応できないものは、交換や新規に設置しなおす。特に放流施設の破損は、雨水流出抑制機能に影響を与えるため、早急な対応が必要である。また、貯留部の周囲堤に亀裂が見られる場合には、決壊のおそれも考えられるので早急に補修を行うなどの対応が必要である。

(2) 浸透施設の機能回復

浸透施設は、目詰まり等により浸透機能が低下し、水が溜まったり、地区外へ溢水することが考えられる。浸透施設は、外見だけでは機能の低下を判断しにくいいため、施設の構造形式や土地利用、浸透施設への流入水の性状を十分把握して清掃、洗浄等により機能維持、回復を図ることが必要である。施設の破損や地表面の陥没、沈下が発生した場合には補修を行い、補修で対応できないものは交換や新規に設置しなおすなどの対応が必要となってくる。

参考 - 地下貯留施設の維持管理に当たっての留意事項

貯留施設のうち、地下にあるものはオープン型と違い、簡単に状況を確認することが困難である上、維持管理作業も開放型の貯留施設に比べ手間を要する。

よって、以下の事項に留意しながら、維持管理を行う。

残留水の排水と処理に係わる管理

- ・地下貯留施設へ流入した貯留水は、洪水中または減水期間中に速やかに放流先へ排水する。洪水後に地下貯留施設に残留水が残る場合には、計画貯留量が確保されないばかりか水質が悪化することがあるため、降雨終了後速やかにポンプ等を用いて排水する。

洗浄、清掃

- ・地下貯留施設の貯留水の排水に伴い、床・壁面及び柱、梁等には浮遊物が付着する。
- ・これらの壁面などへの付着物は、長時間放置した場合には固形化、固着化する恐れがある。
- ・また、乾燥しない部分では、腐敗の温床ともなり悪臭の源となる恐れがある。これら为了避免するため、排水後に汚れを洗い落とす。なお、床面に土砂が堆積し、(図-26参照)洗浄、清掃では除去できない場合がある。洗浄等に対応できない場合の土砂の搬出方法を定めておき、計画的に土砂の除去を行い、貯留容量の確保に努める必要がある。



図-26 地下貯留槽に貯まった土砂

換気

- ・洪水排水後の地下貯留施設内の沈殿汚濁物質排出、清掃作業等に従事する作業員の良好な作業環境の維持を図るため、換気設備が必要であり、常に良好な状態に維持しておく。

脱臭

- ・残留汚濁水による臭気などが発生する恐れがあるので、施設内の作業環境及び周辺住民の環境を守るため脱臭設備が必要で、その設備を常に良好な状態に維持しておく。

搬入、搬出管理

- ・点検管理員の昇降、維持管理用の機器や車両の搬入、搬出に必要な設備を設ける必要があり、常に良好な状態に維持しておく。

計測管理（コンクリートのひび割れ、変形、漏水の状況等）

- ・地下貯留施設近傍の工事などによって、地下貯留施設各施設の故障や事故を未然に防ぐため、またその対策を講じるために随時及び定期的に各種の計測を実施していく。

(維持管理のマニュアル)

適切な維持管理を実施していくため、管理マニュアル、台帳、チェックリストを作成する必要がある。

・管理マニュアルの例

1	総則
	(1) 目的 マニュアル策定の目的を記載する。貯留・浸透施設は、維持管理を適切に行わないと所期の目的を達成することができないので、施設設置後の維持管理の必要性を明記する。
	(2) 適用範囲 区内、市内等の適用範囲を記載する。
	(3) 用語の定義 使用頻度が多く、分かり難い用語を説明する。
2	台帳の作成 維持管理を効率的に行うために台帳の作成が有効であることを記載する。また、台帳に網羅しておくことが望ましい項目の必要性、留意事項を記載する。
	(1) 設置年月日、施設名称、住所、敷地又は開発面積、流域対策量、施工者（設置者） 施設の基礎的な情報として網羅しておくことが望ましい項目と必要性を記載する。
	(2) 維持管理責任者名 適切な維持管理を行うためには管理者が必要である。施設によって日常管理担当と大規模補修担当が異なる場合があり、管理者を選任する場合の留意事項を記載する。
	(3) 管理区分 公的管理、民間管理等の把握や、管理協定の締結の必要性、締結内容の留意事項を記載する。
	(4) 貯留・浸透施設規模 貯留・浸透施設の諸元として網羅しておく項目と必要性を記載する。また、ポンプ等操作を伴う場合は、タイミングや排水時間等の留意事項を記載する。
	(5) 維持管理計画 台帳へも維持管理を簡単に記載することが必要である。詳細は、「3 点検等」を参考に維持管理を行う必要があることを記載する。
	(6) 中水利用等 中水利用等の治水機能と併用する構造の場合には、供用後にその機能が不明瞭となる恐れがあるので留意事項を記載する。すなわち、計画の貯留容量を確保するためには排水が確実に実施されることが必要であり、降雨前の排水をルール付けていく必要があることを記載する。
	(7) 施設概要 台帳に記載すべき概要図の精度等を記載する。
3	点検等
	(1) 点検頻度 貯留・浸透施設の機能を維持するために必要な定期点検の頻度（年1回以上）、施設に異常が発見された場合の早期補修の必要性、大雨洪水警報発令時の必要に応じての巡視等適切な点検が施設の永続性を保証することを記載する。
	(2) 清掃、補修 土砂、ごみ、落ち葉の除去、周辺の清掃、目詰まり防止装置の清掃、蓋のズレをなおす、施設の破損、沈下状況の確認、補修等流出抑制施設の機能維持のために必要な清掃、補修内容を具体的に記載する。清掃、補修は、チェックリストに従って行うことも記載する。
4	その他
	(1) 台帳の保存 今後の維持管理を効率的に行うため、台帳の保存が必要であることを記載する。
	(2) 図面の保存 施設の清掃、補修に利用できるように、施設設置時の設計図等（平面図、構造図等）を保存しておく必要があることを記載する。
	(3) 過去の清掃、補修結果の保存 今後の維持管理を効率的に行うため、台帳、図面とともに過去の清掃、補修状況の保存（チェックリストの保存）が必要であることを記載する。

・維持管理のチェックリストの例

点検日	平成 年 月 日	点検者	
種類	定期点検	点検内容	チェック欄
	非常時点検	点検内容	
貯留池（タンクを含む）	外見	堤防、排水溝の破損、沈下、漏水 土砂、ごみ、落ち葉等の除去 周辺の清掃 その他（ ）	
	内部	土砂、ごみ、落ち葉等の除去、清掃 目詰まり防止装置の清掃 その他（ ）	
雨水ます	外見	蓋のズレ、破損、沈下 土砂、ごみ、落ち葉等の除去 周辺の清掃 その他（ ）	
	内部	土砂、ごみ、落ち葉等の除去、清掃 目詰まり防止装置の清掃 その他（ ）	
雨水浸透ます	外見	蓋のズレ、破損、沈下 土砂、ごみ、落ち葉等の除去 周辺の清掃 その他（ ）	
	内部	土砂、ごみ、落ち葉等の除去、清掃 目詰まり防止装置の清掃 その他（ ）	
雨水管	外見	上部の陥没 その他（ ）	
	内部	土砂、ごみ、落ち葉等の除去、清掃 目詰まり防止装置の清掃 柵から見た状況（ ）	
雨水トレンチ	外見	上部の陥没、碎石の露出 その他（ ）	
	内部	土砂、ごみ、落ち葉等の除去、清掃 目詰まり防止装置の清掃 柵から見た状況（ ）	
透水性舗装	外見	舗装の目詰まり 沈下 その他（ ）	
その他			
点検結果	異常なし、補修が必要、その他（ ）		

注. あくまで一例であり、状況に応じたチェックリストの作成が必要である。