

プレキャスト式雨水地下貯留施設による大型貯留浸透工法

設 計 マニュアル（案）

（平成 15 年 3 月）

プレキャスト雨水地下貯留施設協会

発刊にあたって

都市では、河川や下水道に期待される役割が多面的に変化してきています。それは、これまでの生活環境の向上や水害に強い街づくりに加え、自然との調和、緑の再生、ヒートアイランド現象の抑制、自然の水循環機能、地下水涵養など都市の抱える問題を解決する手段としての役割も担うことを、期待されるようになってきたからです。

その施策として雨水の貯留浸透は、重要なキーワードとなります。

こうした状況の中で、当協会の「プレキャスト遊水池」は、周辺環境の保全や土地の有効利用、施工現場での省力化、作業スペースの省面積化、工期短縮、耐震性、品質の向上によるライフサイクルコストの削減、産業廃材の削減、維持管理の簡易化などの多くの特性を持つ地下雨水貯留浸透施設です。

また最近では、浸透施設としての使用例も多くなってきました。

現在の浸透施設は、浸透ますや浸透トレンチ、浸透式碎石貯留施設など点や線的及び内空の低い施設が一般的でした。また、碎石貯留施設などは、構造が空隙貯留方式なので、屋根雨水だけが集まる場合は問題ありませんが、土砂などが流入しやすい公園や校庭グラウンドなどの浸透施設では、目詰まりが起こる可能性があります。また、道路に設置された浸透施設の場合、排ガスやタイヤの切れ端に含まれる重金属など有害な物質が流れ込み、それを浸透させることで、地下水汚染につながる指摘もあります。

プレキャスト式雨水地下貯留施設は、空間貯留方式なので、内空も高く、堆積土砂の清掃や点検など維持管理が容易になる特徴があります。また、内部に仕切り壁などを設けることにより、貯留排出させる汚れた雨水と浸透させるきれいな雨水を仕分することも可能です。このように空間貯留方式は、浸透施設としても、その構造形態が非常にマッチしたのもであると言えます。

また、都市における貯留浸透施設のプレキャスト化は、必然であり、今後の土木の望ましい方向性も示していると言えるでしょう。

そこで、当協会では、このたび社団法人 雨水貯留浸透技術協会のご指導のもとに、同施設形態に合わせた設計マニュアル（案）を発刊することとしました。

本マニュアル（案）が広く実務者に活用されるとともに、雨水貯留浸透技術のより一層の普及に寄与することを切に願うものです。

おわりに、本マニュアル（案）の策定にあたり資料の提供及び編集にあたりご協力頂いた方々に深く感謝の意を表します。

平成 15 年 6 月

プレキャスト雨水地下貯留施設協会
会長 伊藤 恒允

推薦のことば

雨水貯留浸透施設は、当初、都市化や宅地開発に伴う雨水の流出増に対する総合的な治水対策として、適用されてきましたが、近年、治水ばかりでなく利水（雨水の有効利用など）、環境（普段の川の水量・水質の改善など）も含めた都市域の健全な水循環系の保全・再生のための有効な手段としても、位置づけられるようになっていきます。

一方、平成12年の東海水害などいまだに浸水被害がなくなるばかりか、ヒートアイランド化等により集中豪雨が頻発するようになり、浸水被害の危険度はますます増大する傾向にあると言えます。このような状況に鑑み、総合的な治水対策をより確実に推進するためにも、河川管理者、下水道管理者及び地方公共団体が一体となって浸水対策に取り組めるような新しい法体系として、「特定都市河川浸水被害対策法案」が国会で可決されたところです。

この新しい法律が施行されると、従来、法的な拘束力を持たなかった雨水貯留浸透施設の設置を、法的な根拠の下に義務付けることが可能となり、その普及促進に大きな力となることは間違いありません。また、普及に伴い、これらの施設がますます総合化、大型化してゆくものと考えられます。

当協会では、このような時代背景を考慮して、プレキャスト雨水地下貯留施設協会からの要請により、いままで適用範囲外であった比較的大型のプレキャスト遊水池の浸透能力評価式を作成しました。この評価式は、現在刊行されている「雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編」に記載されている評価式と同様のデータおよび解析方法を使用しております。

本設計マニュアル（案）は、新たに作成された浸透能力評価式を盛り込むとともに、プレキャスト雨水地下貯留施設協会が取り扱うプレキャスト遊水池の構造に適合した設計マニュアルとなっています。

同協会のプレキャスト遊水池は、空間貯留・浸透方式の施設として、豊富な実績を有しており、多方面から期待と注目を集めています。この設計マニュアル（案）が、治水計画ばかりでなく水循環の検討業務に携わる多くの技術者に広く活用されることを期待します。

平成15年6月

社団法人 雨水貯留浸透技術協会
常務理事 忌部 正博

目 次

1. 総説
2. 適用範囲
3. プレキャスト式雨水地下貯留浸透施設の概略
4. 設計貯留浸透量の算定
 - 1) 設計貯留量の算定
 - 2) 設計浸透量の算定
5. 施設の構造例
 - 1) ボックス型標準構造例（底面浸透の場合）
 - 2) スタンド型標準構造例（底面浸透の場合）
 - 3) スタンド型標準構造例（底面側面浸透の場合）
 - 4) 初期雨水貯留構造例

1. 総 説

都市では、河川や下水道に期待される役割が多面的に変化してきている。それは、これまでの生活環境の向上や水害に強い街づくりに加え、自然との調和、緑の再生、ヒートアイランド現象の抑制、自然の水循環機能、地下水涵養など都市の抱える問題を解決する手段としての役割も担うことを、期待されるようになってきたからである。

晴天時の汚水を処理する質的管理や雨天時の雨水をスムーズに流す量的管理にとどまらず、晴天時と雨天時の相互において効率的、有効的しかも環境に配慮して、その地域に合った水のコントロールが必要となってきた。

そのためには、「貯留する」「浸透する」方法が様々な施策を実現させるうえで、有効なキーワードとなる。

こうした状況の中で、プレキャスト製品による貯留浸透施設の築造は、あらゆる角度、方面からその特性に対して、期待と注目をされている。

プレキャスト製品による施設築造は、管理された工場で製造された製品を直接搬入し、その場で組み立てるため、資材置場や支保工の作業帯を要せず、作業スペースの省面積化が可能であり、限られた用地を大きく有効利用できる。

また、大きな用地が確保出来ない場合でも、流域ごとの特性を踏まえ、効果的な場所の狭小な土地にいくつか分散貯留浸透することにより、その地域にあった水のコントロールがより可能となる。

そのような場所には、地元住民の理解を得る上で、工事公害の減少、工期短縮などプレキャスト式築造の特性が大いに発揮される。プレキャスト遊水池は、周辺環境の保全や土地の有効利用、施工現場での省力化、作業スペースの省面積化、工期短縮、耐震性、品質の向上によるライフサイクルコストの縮減、産業廃材の削減、維持管理の簡易化などの多くの特性を持つプレキャスト式雨水地下貯留浸透施設である。

浸透施設としての使用例は、雨天時に雨水の空間貯留を行い、徐々に地下へ浸透させる方法である。施設の底版部分に碎石を敷き詰め、この部分で、雨水を浸透させる方式である。空間貯留浸透池であるため、施設内部を浸透槽と貯留槽に分割し、併用することにより、きれいな雨水だけを地下へ涵養することが可能である。これにより、地下涵養によりきれいな雨水を地下へ供給することが可能となる。

このように、空間貯留浸透施設の特性は、治水だけでなく、晴天時、雨天時相互で抱えるいろいろな都市問題の解決策を有している。

ここでは、浸透施設の大型化である空間貯留浸透施設の設計のため、従来にない大型施設の浸透量の設計指針を示すものである。

2. 適用範囲

本マニュアルは、ある地区に降った雨水をその地区内で浸透処理する施設のうち、地表近くの不飽和帯を通して、雨水を浸透させるものに適用する。

地下水帯に直接雨水を浸透させる井戸法は、地下水に与える影響が未解明で、また、拡水法に比べ維持管理が難しいため、本指針では、対象外とする。

施設の位置は、図 2-1 に示すとおり地下水位より 50cm 以上離すこととする。

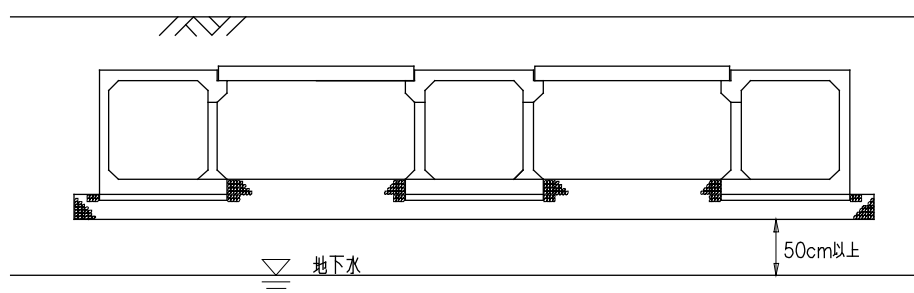


図 2-1 施設と地下水位の位置

斜面安定性から下記の地域に貯留浸透施設を設置する場合は施設設置に伴う雨水浸透を考慮した斜面の安定性について事前に十分な検討を実施し、貯留浸透施設設置の判断をするものとする。

- ・ 人工改変地
- ・ 切土斜面（特に互層地盤の場合や地層傾斜等に注意する）とその周辺
- ・ 盛土地盤の端部斜面部分（擁壁等の設置箇所も含む）とその周辺

なお、斜面の近傍部に対しては、図 2-2 を参考に設置禁止区域の目安としてよい。

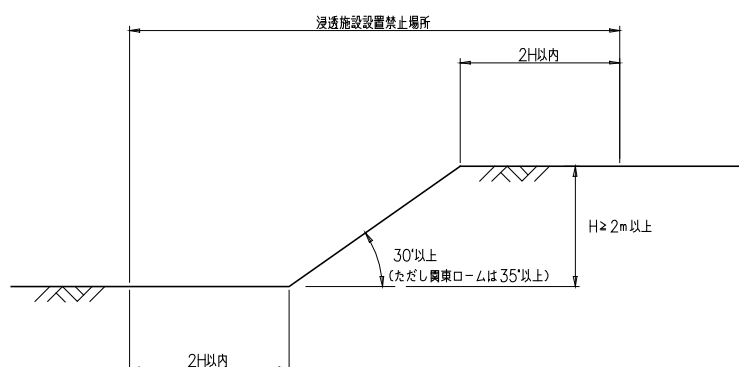


図 2-2 斜面近傍の設置禁止場所の目安

現地調査の実施に関する資料調査、土質・地下水位・水質調査、現地浸透試験・浸透能力評価等は、(社) 雨水貯留浸透技術協会編「雨水浸透施設技術指針[案] 調査・計画編」（以下技術指針とする）によるものとする。

3. プレキャスト式雨水地下貯留浸透施設の概略

プレキャスト式雨水地下貯留浸透施設は、浸透トレンチ管や浸透ますに比べ空間貯留部が大きいので貯留と浸透の併用施設となる。

1) 施設規格

本指針で対象とする施設の種類の、これまでの実績を踏まえて、プレキャスト部材の形状によってボックス型施設とスタンド型施設の2種類に区分する。

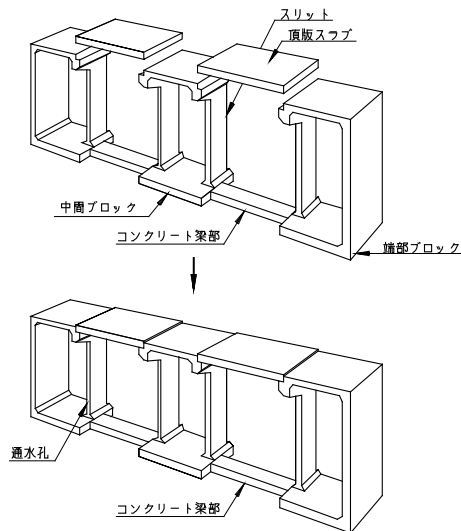


図 3-1 ボックス型施設の概略図

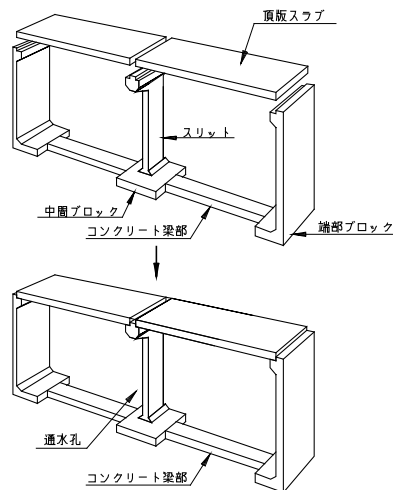


図 3-2 スタンド型施設の概略図

2) 施設の内空寸法

ボックス型	幅 2～4m	高さ 1.5m～4.0m	0.5m 毎	有効長 L=1.5m
スタンド型	幅 3～4m	高さ 1.5m～4.0m	0.5m 毎	有効長 L=2.0m

3) 施設の標準設置条件

荷重条件	$q=10 \text{ kN/m}^2$
死荷重条件	$H=0\sim1.0\text{m}$

4. 設計貯留浸透量の算定

1) 設計貯留量の算定

貯留浸透施設の設計貯留量は、その内空高さまたは、有効水深による内空量から算定する。

施設の規模が大きい場合は、通水孔の容量も大きくなるので、加算できる。

また、越流を必要とする場合は、有効水深による内空量とし、放流施設の容量を除く。その場合の余裕高さは、一般的に30cmとすることが多い。

2) 設計浸透量の算定

設計浸透量は、貯留浸透施設の単位設計量にその施設長さを乗じて、算定するものとする。また、設計浸透強度は、設計浸透量を集水面積で割ることにより算定するものとする。

設計浸透量は、当該地区に設置された全ての浸透施設及び浸透貯留施設の浸透量の合計値であり各施設の単位設計浸透量と設置数量を掛け合わせて算定することができ、次式で計算される。

$$\begin{aligned} \text{設計浸透量 (m}^3/\text{hr)} = & \text{貯留浸透施設の単位設計浸透量 (m}^3/\text{hr/m)} \times \text{施設長さ(m)} \\ & + \text{浸透ますの単位設計浸透量 (m}^3/\text{hr/個)} \times \text{個数(個)} \\ & + \text{浸透トレンチの単位設計浸透量 (m}^3/\text{hr/m)} \times \text{長さ(m)} \\ & \text{等} \end{aligned}$$

また、設計浸透強度は、計画降雨に対してどの程度まで浸透できるかを示し、浸透施設の概略効果を把握するのに有効な指標であり、設計浸透量を集水面積で割ることにより次式で計算する。

$$\text{設計浸透強度 (mm/hr)} = \text{設計浸透量 (m}^3/\text{hr)} / (\text{集水面積(ha)} \times 10)$$

3) 単位設計浸透量の算定

貯留浸透施設の単位設計浸透量は、現地浸透試験結果を参考に、貯留浸透施設の形状と規模と設計水頭をパラメーターとする簡便式を用いて基準浸透量を求め、これに各種影響係数を乗じて算定するものとする。

(1) 単位設計浸透量の算定

貯留浸透施設の単位設計浸透量は、(2)で求まる基準浸透量(Q_f)に、(3)で設定した各種影響係数(C)を乗じて求めるものとする。

$$Q = C \times Q_f$$

ここに、 Q ：貯留浸透施設の単位設計浸透量

Q_f ：貯留浸透施設の基準浸透量

C ：各種影響係数（一般的に 0.81）

(2) 基準浸透量の算定式

① 比浸透量の考え方

貯留浸透施設からの浸透量を正確に評価するには、土壌の飽和・不飽和特性を考慮した理論的な解析が必要になる。但し、貯留浸透施設の個別の設計ごとにそうした理論的な解析を直接持ち込むのは現実的ではないので、基準浸透量を相応の精度でかつ簡易に算定できる新たな算定式が必要になる。

本指針の策定に先立ち、種々の土壌物性について理論的な解析を行ってその結果を分析したところ、解析の過程で求まる比浸透量（貯留浸透施設からの浸透量を飽和透水係数で割った値）は地盤の物性にさほど関係しないことが明らかになった。このことは、比浸透量が施設の形状と湛水深だけで決まると考えても実用上問題はないことを示している。これは極めて重要な特性であり、各種の施設形状と湛水深に関する比浸透量をあらかじめ算定しておけば、小型の簡易な浸透試験結果から大型施設の浸透量が、理論的な解析とほぼ同等の精度で算定できることを意味している。

② 基準浸透量の算定式

施設別の基準浸透量 Q_f は次式で算定する。

$$\begin{aligned} Q_f &= Q_t / K_t \times K_f \times L \\ &= \kappa_o \times K_f \times L \end{aligned}$$

ここで、

Q_f ：設置施設の基準浸透量（ m^3/hr ）

Q_t ：試験施設の終期浸透量（ m^3/hr ）

K_t ：試験施設の比浸透量（ m^2 ）

K_f ：設置施設の単位長さ（長辺）当たりの比浸透量（ m ）

L ：長辺長さ（ m ）

κ_o ：土壌の飽和透水係数（ m/hr ）

基準浸透量の算定の手順を次に示す。

- 現地浸透試験を行った施設の比浸透量 (K_t) を、貯留浸透施設の形状と設計水頭をパラメーターとする簡便式または関係図より求める。
- 現地浸透試験で得られた終期浸透量 (Q_t) を a で求めた比浸透量 (K_t) で除し、土壌の飽和透水係数 ($\kappa_o = Q_t / K_t$) を求める。
- 設置施設の比浸透量 (K_f) を a と同様に貯留浸透施設の形状と設計水頭をパラメーターとする簡便式または関係図より求める。
- 設置施設の基準浸透量 (Q_f) は現地浸透試験から求めた飽和透水係数 (κ_o) に設置施設の比浸透量 (K_f) を掛けて算定する。

なお、 K_f 及び K_t は、設置施設あるいは試験施設の形状と設計水頭で決まる定数で、表 4-1、表 4-2 によって求めるか、表 4-3 及び表 4-4 の簡便式で算定する。

参考として表 4-5、表 4-6、表 4-7 に飽和透水係数を記載する。

表 4-1 ボアール法の比浸透量

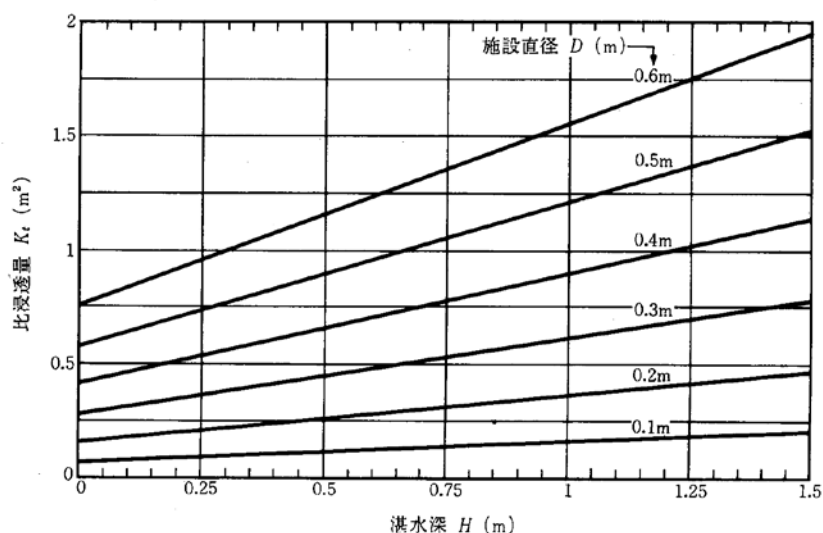


表 4-2 土研法の比浸透量

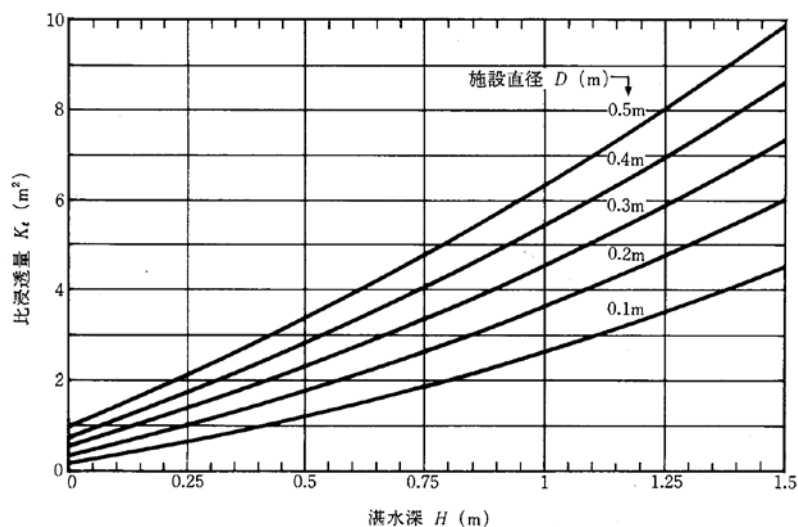


表 4-3 比流量算定式（側面・底面浸透の場合）

幅	比流量算定式		
5m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 8.8347x^{-0.4612},$	$b = 7.03$
10m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 7.8794x^{-0.4457},$	$b = 14.0$
20m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 7.0587x^{-0.4522},$	$b = 27.06$
30m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 6.4305x^{-0.4440},$	$b = 39.75$
40m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 5.974x^{-0.4403},$	$b = 52.25$
50m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 5.619x^{-0.4425},$	$b = 64.68$
注： Hは設計水頭[m]			

表 4-4 比流量算定式（底面浸透の場合）

幅	比流量算定式		
5m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 1.9363x^{-0.328},$	$b = 7.57$
10m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 2.2884x^{-0.397},$	$b = 13.84$
20m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 2.3745x^{-0.4876},$	$b = 26.36$
30m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 2.1721x^{-0.5177},$	$b = 38.79$
40m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 1.9584x^{-0.554},$	$b = 51.16$
50m	$K_{\rho} = aH + b,$	$a = 1.7597x^{-0.6094},$	$b = 63.50$
注： Hは設計水頭[m]			

注) 上記比流量算定式は、当施設のボックス型及びスタンド型の施設のみに適合される。

表 4-5 20%粒径 (D_{20}) と飽和透水係数の関係 (クレーガーの方法)

$D_{20}(\text{mm})$	$k(\text{cm/s})$	土質分類	$D_{20}(\text{mm})$	$k(\text{cm/s})$	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}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.30	2.20×10^{-2}	中粒砂
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}		0.40	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}		0.50	7.50×10^{-2}	粗粒砂
0.08	9.00×10^{-4}		0.60	1.10×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.70	1.60×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}	微粒砂	0.80	2.15×10^{-1}	
0.12	2.60×10^{-3}		0.90	2.80×10^{-1}	
0.14	3.80×10^{-3}		1.00	3.60×10^{-1}	
0.16	5.10×10^{-3}		2.00	1.80	細礫

出典: 掘削のポイント 土質工学会

表 4-6 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
$k(\text{cm/s})$	3×10^{-6}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-3}	0.015	0.085	0.35	3.0

出典: 浸透型流出抑制施設の現地浸透能力調査マニュアル試案 建設省土木研究所

表 4-7 飽和透水係数の概略値と決定法

$k(\text{cm/s})$	10^2	1.0	10^{-2}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
土砂の種類	きれいな砂利		きれいな砂 きれいな砂利 混じりの砂	細砂、シルト、 砂とシルトの混合砂		難透水性土 粘土
決定法	揚水試験法、定水位法、試験公式				変水位法	

出典: 浸透型流出抑制施設の現地浸透能力調査マニュアル試案 建設省土木研究所

(3) 影響係数

貯留浸透施設からの浸透量を規定する主要な因子には、上記の土壌物性、施設の形状、設計水頭の他に、地下水位、目詰まり、前期降雨、注入水温などがある。土壌物性、施設の形状、設計水頭は前述の簡便式に取り込まれているが、他の4因子は基準浸透量への影響係数として取り扱うのが一般的である。

① 地下水位

簡便式による計算では、式中に地下水位を考慮することはできない。理論的な解析で求めた浸透量を地下水位で補正する考え方が一般的であるが、現地浸透試験を行った場合、その浸透量は既に地下水位の影響を受けたものであることを考慮すれば、補正の必要は少ないといえる。ただし、これは試験施設が実施に近い場合であり、施設規模の小さい簡易試験（ボアホール法や土研法）によった場合、安全をみて補正係数 0.9 を乗じることを標準とする。

② 目詰まり

昭島つつじヶ丘ハイツ（東京都昭島市 住宅・都市整備公団）における貯留浸透施設の浸透能力経年調査の結果では、屋根や舗装部を集水域とする浸透枥は11年目においても浸透能力はほとんど低下してない。また、浸透トレンチは泥だめ用の枥を配置することにより、土砂流入の多い公園を集水域とした施設でも浸透能力の低下が認められていない。よって、屋根雨水を対象とする場合や懸濁物質の流入を防止する泥だめ枥やフィルター等を設置し、適切な維持管理を行うことを前提とすれば、目詰まりによる浸透量の低下は考慮する必要は少ないと言える。しかしここでは、長期間にわたる貯留浸透施設の実績が少ないことや、計画の安全を考慮して10%の浸透量の低下を見込み、影響係数を 0.9 とすることを標準とする。

但し、土地利用や土質の状況から多量の懸濁物質の流入が予測される地域では、流入する懸濁物質を推定し、参考に示す目詰まり低減係数の算定式などを用いて影響係数を考慮するものとする。

③ 注入水の水温

既往の浸透試験結果の実績に見るかぎり、水温との相関性は必ずしも明瞭ではない。また、貯留浸透施設での効果を期待する洪水期は、春から秋の間であり、この間、気温の大きな変動は考えにくい。したがって、水温による補正は行わないこととする。

④ 前期（先行）降雨

全国の多数の試験データを分析した結果からは、前期降雨と浸透量の間には明確な関係を見出すことはできない。したがって、終期浸透量を確認し、その数値を用いて基準浸透量を求めるのであれば、前期降雨に関する補正は行わないこととする。

5. 施設の構造例

- 1) ボックス型標準構造例（底面浸透の場合）
- 2) スタンド型標準構造例（底面浸透の場合）
- 3) スタンド型標準構造例（底面側面浸透の場合）
- 4) 初期雨水貯留構造例

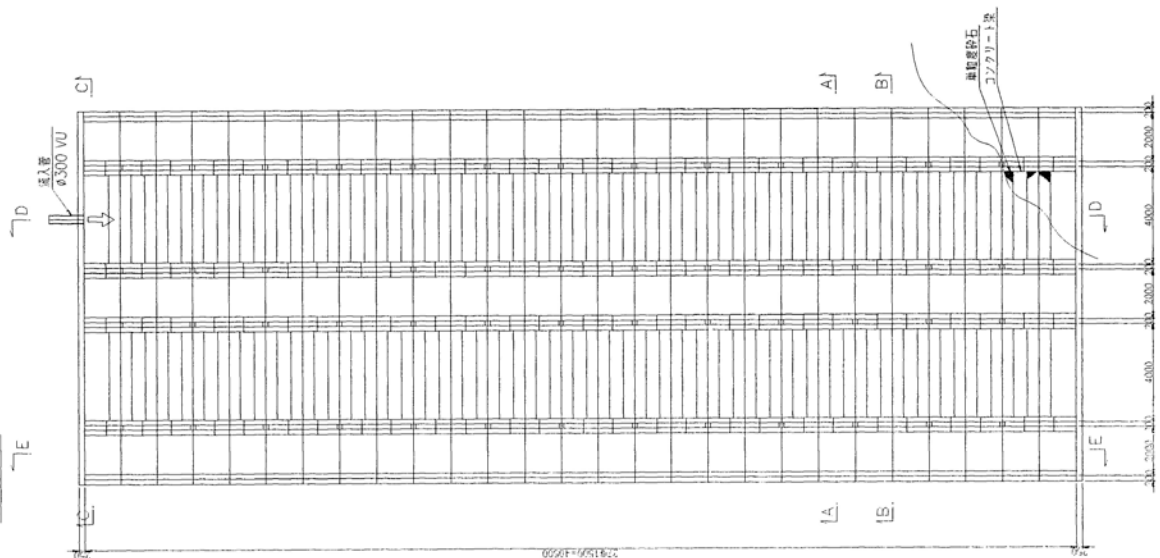
1) ボックス型標準構造例（底面浸透の場合）

浸透型遊水池（1） $S=1/100$

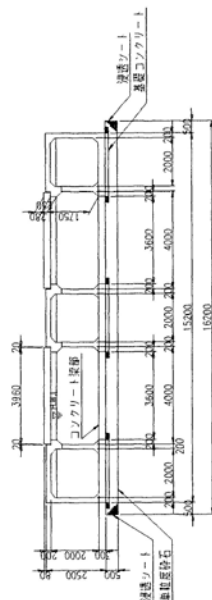
$H=2000$

注：ジョイント1ヶ所当り目地伸び5mm含む。
注：遊水池アロップは、地下水無し。

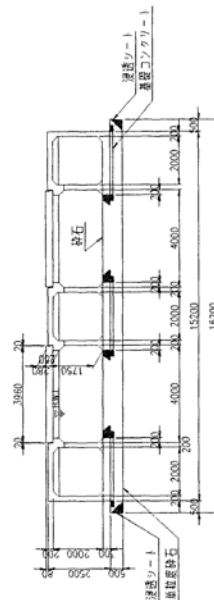
配列平面図



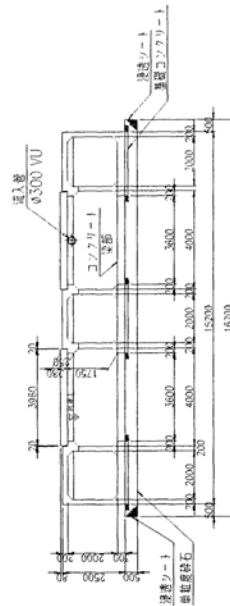
A-A 断面図



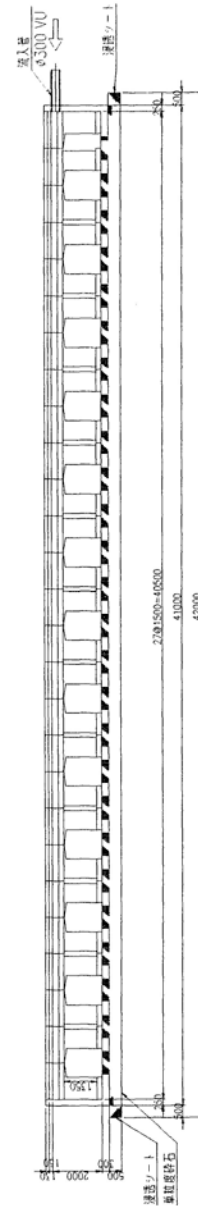
B-B 断面図



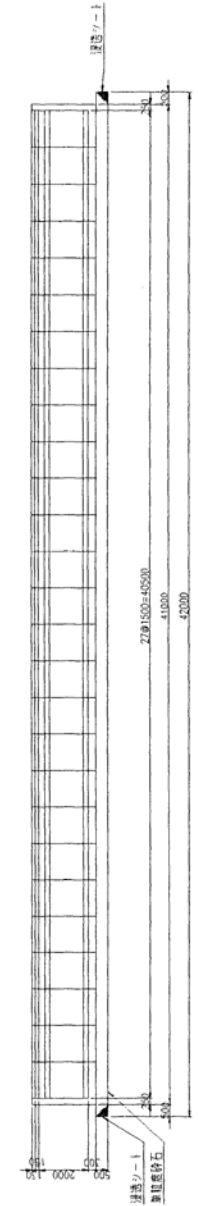
C-C 断面図



D-D 断面図



E-E 断面図



貯水量：1005m³>1000m³

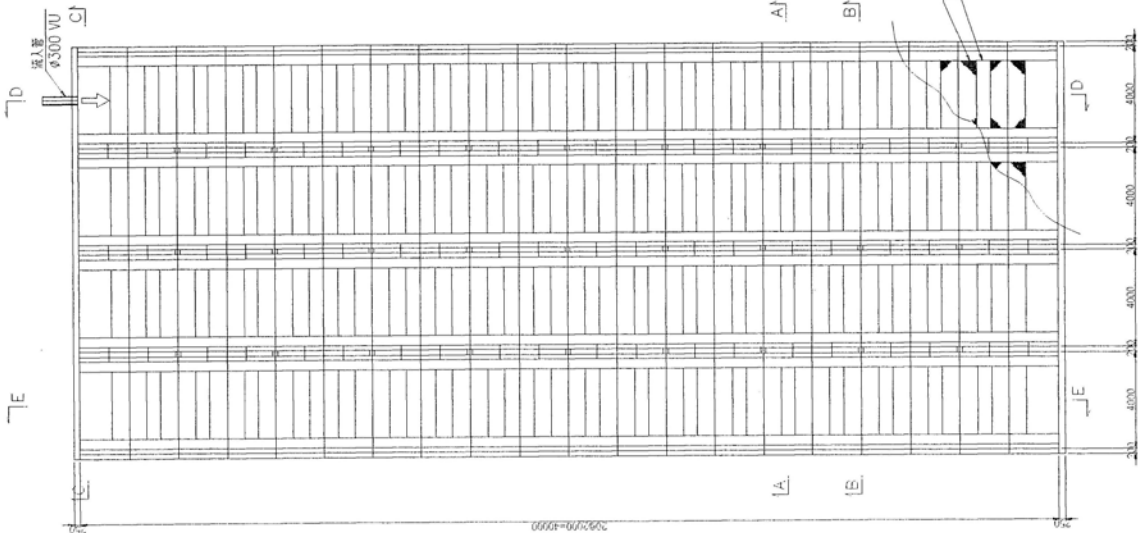
2) スタンド型標準構造例 (底面浸透の場合)

浸透型遊水池 (2) $S=1/100$

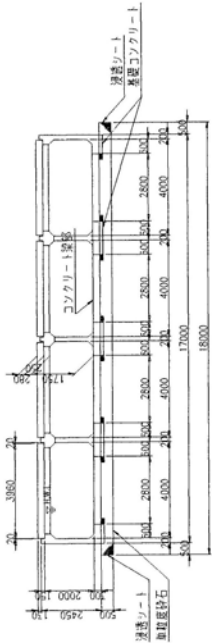
$H=2000$

注:ジョイント1ヶ所当り目地厚が5mm含む。
注:遊水池フロックは、地下水無し。

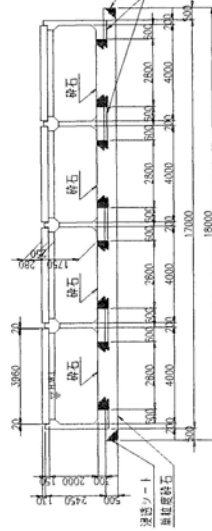
配列平面図



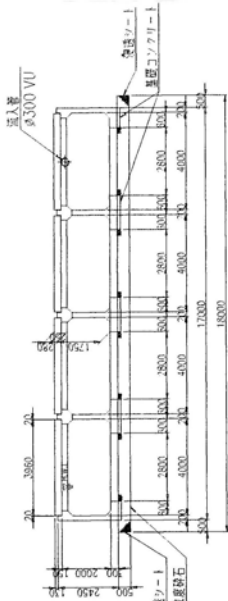
A-A 断面図



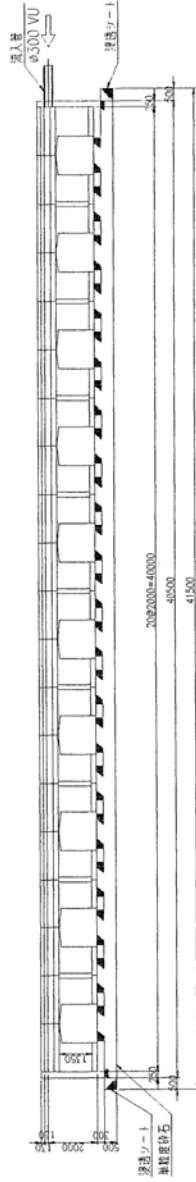
B-B 断面図



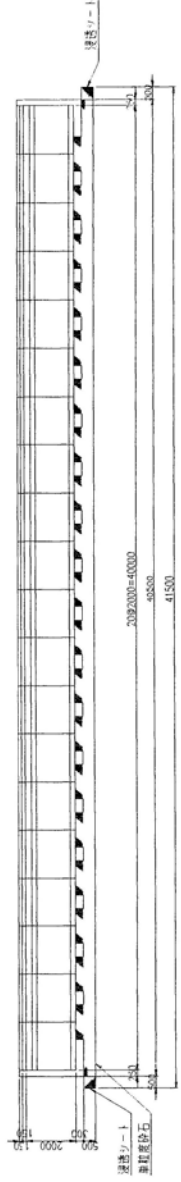
C-C 断面図



D-D 断面図



E-E 断面図



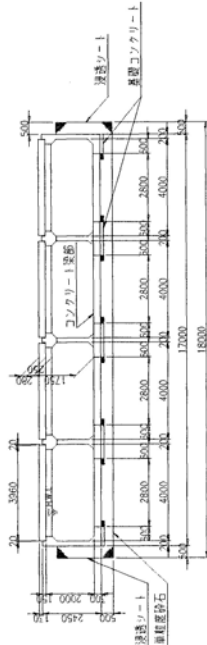
貯水量: $1098\text{m}^3 > 1000\text{m}^3$

3) スタンド型標準構造例（底面側面浸透の場合）

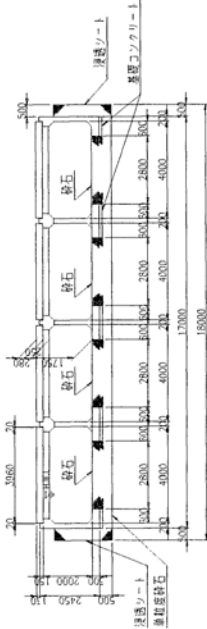
浸透型遊水池 (3) $S=1/100$
 $H=2000$

貯水量: $1098\text{m}^3 > 1000\text{m}^3$

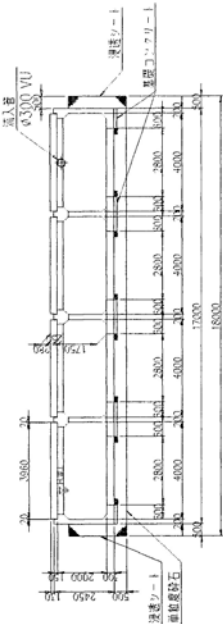
A-A 断面図



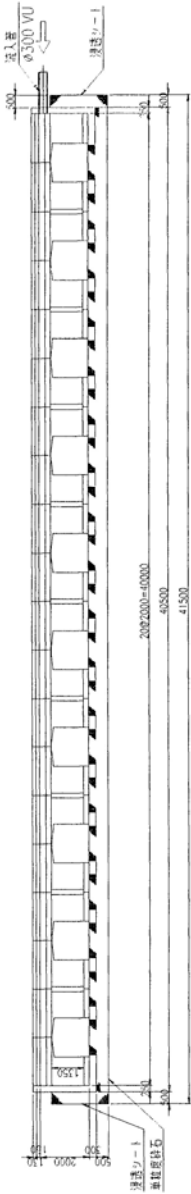
B-B 断面図



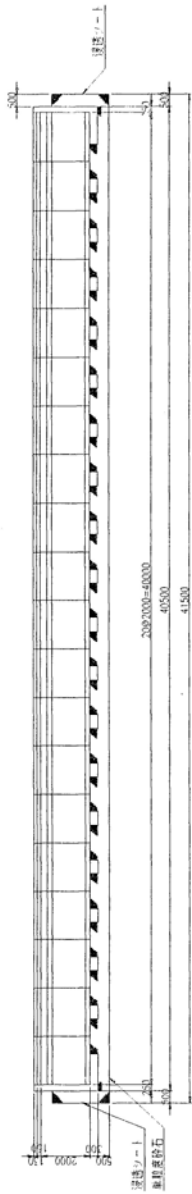
C-C 断面図



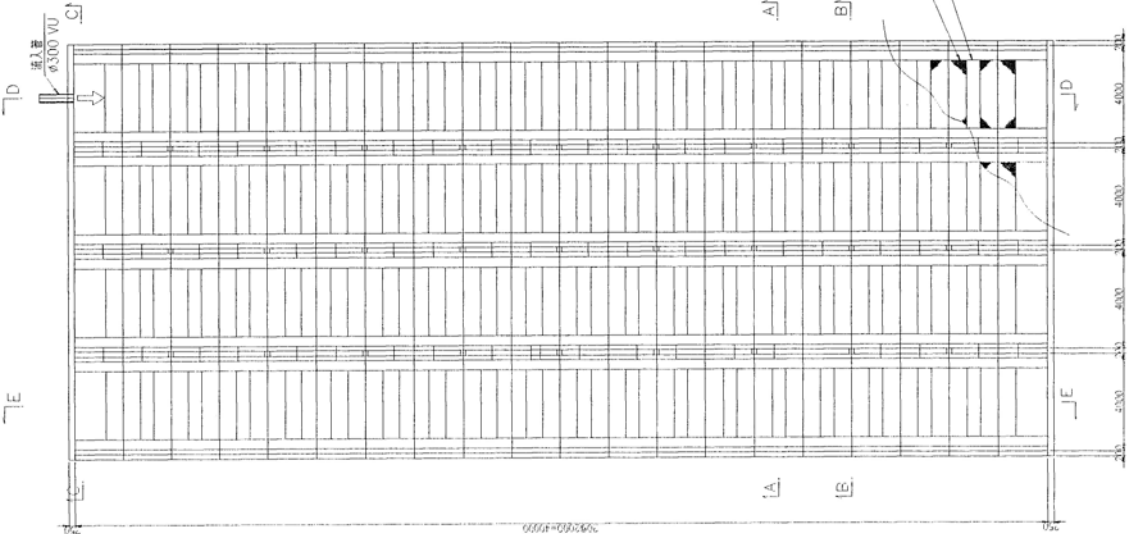
D-D 断面図



E-E 断面図



配列平面図



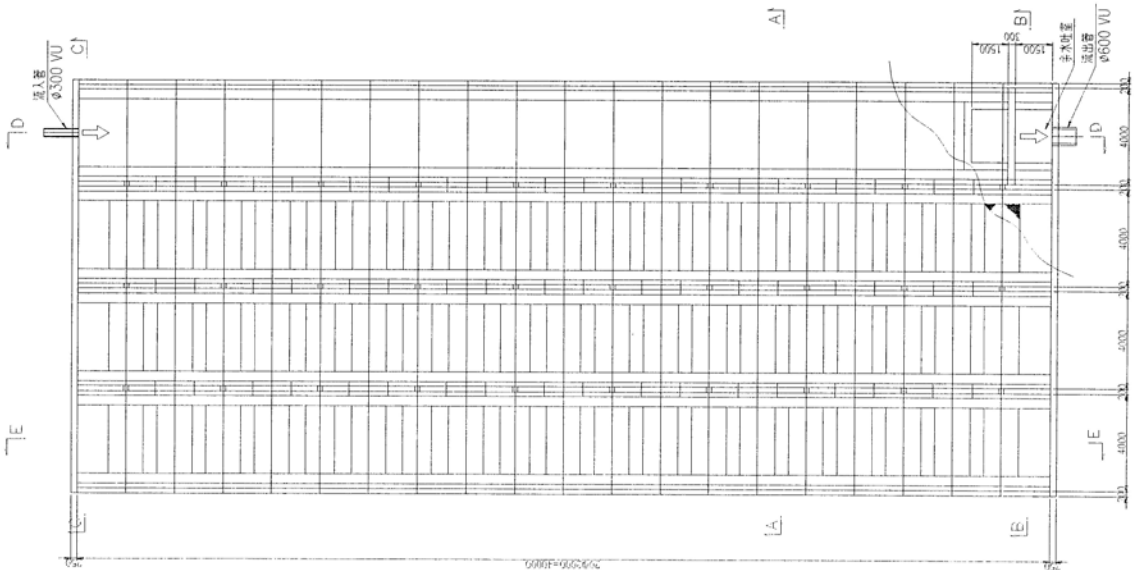
注: ポンプ・リフト等設置目地伸び5mm含む。
注: 図を起すロープ等は、地下敷設し、

4) 初期雨水貯留構造例

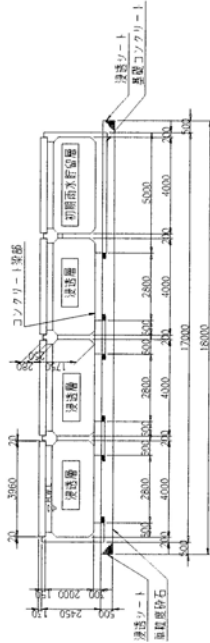
浸透型遊水池 (4) $S=1/100$
 $H=2000$

注:ジョイント1ヶ所あたり目録伸が5mm迄む。
主:遊水池ドレンは、地下排水し。

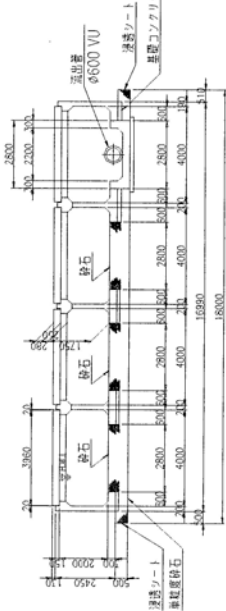
配列平面図



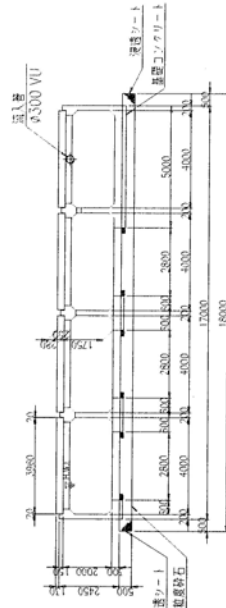
A-A 断面図



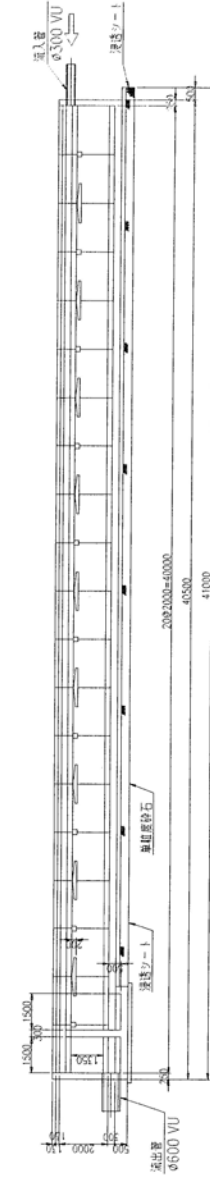
B-B 断面図



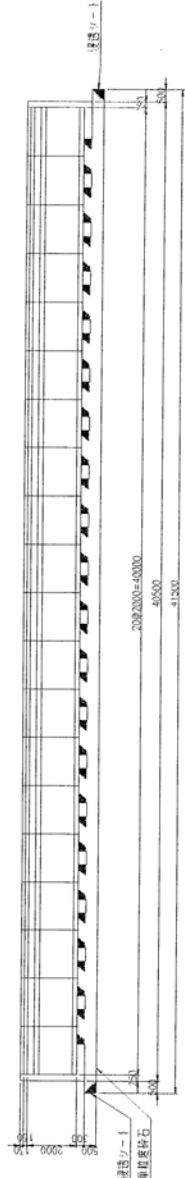
C-C 断面図



D-D 断面図



E-E 断面図



貯水量: 1098m³>1000m³