

千葉市 下水道雨水浸透施設の 整備計画策定に関する 基本調査

1. はじめに

千葉市では、市街化の進展に伴い、雨水の浸透面積が減少し、雨水の流出量が増大するとともに、短時間で雨水が流出するようになってきた。そのため、六方排水区下流地区では、浸水被害が頻繁に発生するようになってきている。そこで、雨水の流出量を抑制する目的で、浸透機能を有する公共ます及び排水設備の設置を図る「下水道雨水浸透施設整備計画」を策定することとした。

本調査は、平成7、8年度の2ヶ年にわたり、「下水道雨水浸透施設技術指針（案）」をもとに実施し、上記計画の策定を進めたものである。

平成7年度には、図-1の検討フローに示すように「浸透ます等」の浸透能力の把握までを行っている。平成8年度については、雨水流出抑制効果の把握、雨水流出抑制効果を向上させるための方策の提案、地下水涵養効果の把握を行ったのち、当該地区に最適な浸透施設の配置計画を提案した。

2. 研究成果

2.1 雨水流出抑制効果の把握

現在、市の下水道雨水計画は、5年確率降雨（1時間50mm/h）で雨水整備を実施しているが、将来計画では確率年を10年に引き上げる予定である。

そこで、浸透施設による整備効果を雨水流出抑制

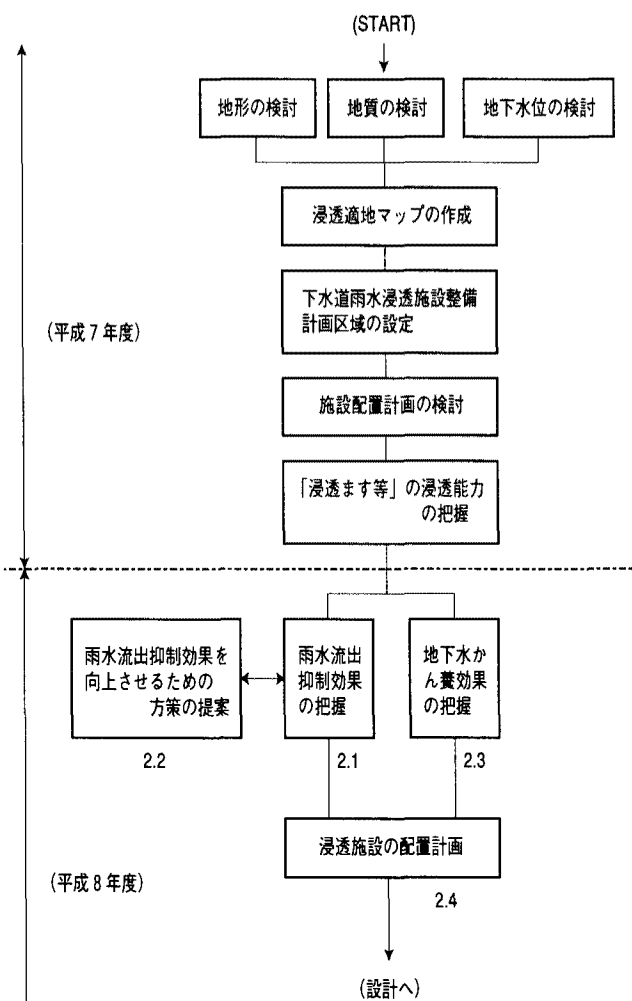


図-1 検討フロー

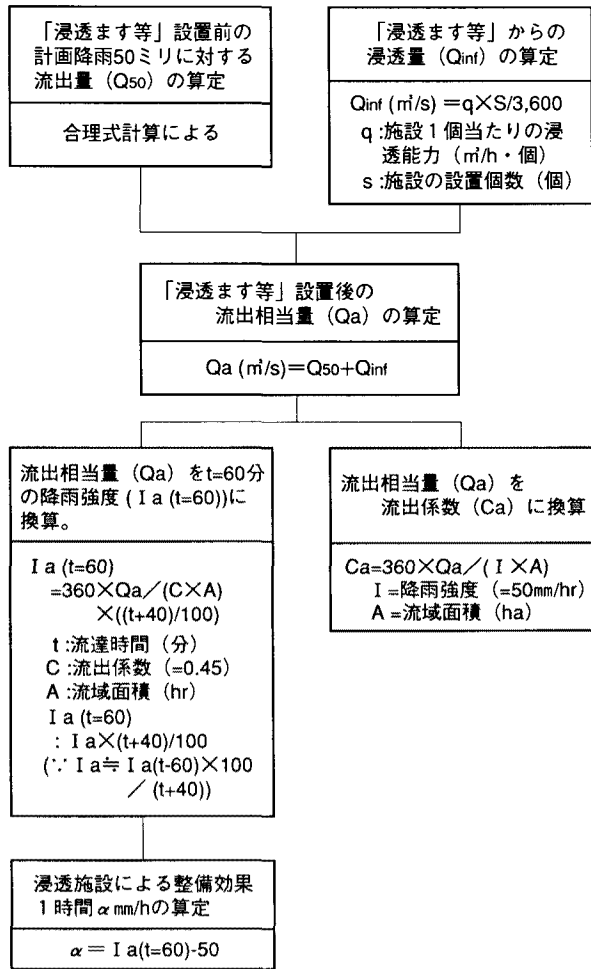


図-2 「浸透ます等」設置による雨水流出抑制効果の算定手順

効果として評価するために、1時間50mm/hの整備水準に対して浸透施設の設置による効果を1時間 α mm/hとして降雨強度に換算した。この1時間 α mm/hについては図-2の算定手順に従って算定した。

こうして浸透対策実施後の、雨水流出抑制効果を加算した雨水整備水準を、降雨強度 I_a ($t=60$)、流出係数 C_a として算出した。千葉市では、従前の下水道雨水排水計画において流出量算定には合理式を採用しており、浸透対策後の流出量も合理式にて計算した。

「浸透ます等」の設置による雨水流出抑制効果を表-1に示す。

本計算を進めるに当たり、施設配置計画、「浸透ます等」の浸透能力等種々の設定を行っているが、これらの設定条件については、昨年度の本報(1995年下水道新技術研究所年報2/2巻)を参照されたい。

浸水対策については、対象とする浸透施設によって表-1に示すように5つのケースを設定した。特に宅内ますについても評価すべき事項と考え、算定の一条件に加えた。対象とする排水区は、「六方排水区」全域と、「浸透ます等」を優先的に設置すべき地域とされている六方排水区の一部である「東寺山排水区」とした。

具体的な計算は、排水区内の最流末地点の流出量を算定することとなるが、これは「浸透ます等」が

表-1 「浸透ます等」の設置による雨水流出抑制効果

ケース	浸透型を配置する施設 (○は、浸透型とする施設)				降雨強度 I_a (mm/hr)					
					六方排水区			東寺山排水区		
	公共ます	街渠ます	街渠用 トレンチ	宅内ます	流末	平均	最小	流末	平均	最小
1 (対策なし)					50.00			50.00		
2	○				50.33	50.20	50.00	50.19	50.24	50.11
3	○	○			51.42	50.87	50.00	51.16	51.45	50.85
4	○	○	○		54.92	53.00	50.00	54.29	55.31	53.19
5	○	○	○	○	56.22	53.80	50.00	55.03	56.28	53.64

* 「流末」とは、幹線の最下流スパンにおける降雨強度である。

* 「平均」とは、幹線のスパン毎に求めた各対応可能降雨強度と、スパン毎の各延長から、加重平均によって求めた対応可能な平均の降雨強度である。

* 「最小」とは、幹線のスパン毎に求めた各対応可能降雨強度のうち、最小値であったスパンの対応可能降雨強度である。

無い場合の流出量に、「浸透ます等」の浸透分を流出量として加算した値を、流出相当量（実際には、浸透分は流出しない点に注意）として求めた。

従って、この計算を各スパンに対し、上流域から順次下流へ計算していくと、上流側に設置する「浸透ます等」の浸透分は、その下流側の各スパンの計算にすべて浸透分として計上されることになる。このような計算を六方排水区及び東寺山排水区内の全スパン（管）について行った。この結果を表-1に示す。この表において「流末」とは、当該排水区の最下流部を示す。また、「平均」とは当該排水区のスパン毎の流出量に相当する降雨強度の平均値を示したものである。

この表に示すように、4種類の施設とも浸透型とした場合（ケース5）、流末で55~56mm/hr、平均で53~56mm/hrまでの降雨に対応できることがわかった。

また、六方排水区と東寺山排水区における下水道雨水浸透施設の分布状況と、それに対する雨水流出抑制効果の試験結果をもとに、別途考察したところ、浸透施設を設置する場所が上流であるほど、雨水流出抑制効果が下流域に広く発揮されることが分かった。

これは、上流から下流に向けての各合理式による流出量の算定において、一つ上のスパンにおいて浸透により流出量が低減すると、次のスパンもその分流出量が低減するからである。すなわち、ある浸透を有する区画のスパンの下流にあるスパンは全て、

その浸透の効果を受けることになる。

一方、下流側に浸透施設を設置しても、上流側の流出量には下流側の浸透量が何ら寄与しないことから、上流側に浸透施設を設置するほうが効果的であるといえる。

2.2 雨水流出抑制効果を向上させるための方策の提案

上記試算結果に対し、より雨水流出抑制効果を高める方策を検討した。その方策として、

- ①浸透施設の設置範囲を広げる方法
 - ②浸透施設個々の能力を高める方法
- が考えられる。

①については、平成7年度基本調査の成果である浸透適地マップ（浸透のしやすさを定量的に区分した平面図）における浸透能に関するランキングを拡大する方法が考えられる。2.1においては、最も浸透能力が大きい「ランキング5」の地域のみを設置範囲対象として、試算を行っていたが、ここではランキング4またはランキング3まで設置範囲を拡大した場合の流出抑制効果を評価した。また、②については浸透施設の設置範囲を「ランキング5」のみとして、構造上の工夫により施設個々の浸透能力を高めた場合の流出抑制効果を評価した。以上の条件をもとに各々の設計浸透能力を算出した結果を表-2に示す。

各ランキングにおける設計浸透能力は、平成7年度に実施した現地浸透実験結果（1995年度下水道新技術研究所年報2/2巻123頁参照）をもとに比例計算

表-2 「浸透ます等」の設計浸透能力

	公共ます	街渠ます	街渠ます接続トレンチ	宅内ます
ランキング4における能力	0.17 m ³ /hr・個	0.43 m ³ /hr・個	0.07 m ³ /hr・m	0.17 m ³ /hr・個
ランキング3における能力	0.14 m ³ /hr・個	0.35 m ³ /hr・個	0.06 m ³ /hr・m	0.14 m ³ /hr・個
施設構造変更後の浸透能力	0.40 m ³ /hr・個	0.60 m ³ /hr・個	0.14 m ³ /hr・m	0.40 m ³ /hr・個

表-3 区域拡大と浸透能力向上による流出抑制効果の向上度合い（流末で評価）

ケース	条件/設置施設				降雨強度の向上分 (mm/hr)					
					六方排水区			東寺山排水区		
					設置範囲を広げた場合		施設個々の能力を向上させた場合	設置範囲を広げた場合		施設個々の能力を向上させた場合
	公共ます	街渠ます	街渠ます接続トレンチ	宅内ます	ランキング4まで	ランキング3まで			ランキング4まで	
1	○				0.01	0.04	0.65	0.00	0.02	0.46
2	○	○			0.06	0.18	1.97	0.00	0.16	1.64
3	○	○	○		0.20	0.66	8.08	0.01	0.61	7.11
4	○	○	○	○	0.26	0.83	10.70	0.02	0.72	8.97

で算定した。

施設の設計浸透能力を左右する要素は複数あるが、人為的に操作できるのは、「設計水深」、「浸透底面積」等である。本検討では前節までの設計水深0.45mを実現可能な数字で最大限と考えられる0.8 m等に引き上げて設計浸透能力を高めた。

このような仮定のもとで雨水流出抑制効果を試算した結果、表-3に示すような結果が得られ、本ケースの場合においては下水道雨水浸透施設整備計画区域の拡大を図るより、施設個々の浸透能力を高める方が有効であることがわかった。

2.3 地下水涵養効果の把握

1986年の年間降水量(1291.5mm)を対象に、「浸透ます等」の設置による地下水涵養効果を検討した。

六方排水区を自然浸透地域(ローム層分布地区、段丘砂礫層分布地区等)と自然難浸透地域(沖積層分布地区、人工的な盛土地区、粘土層が表面に分布する地区等)に分け、さらにそれぞれの非浸透域(建物、道路等)と浸透域(それ以外)に区分した。自然浸透地域では非浸透域を除いて蒸発散量の他は全て地下浸透し地下水として涵養されるものと仮定し、自然難浸透地域では非浸透域を除いて蒸発散量を除いたのち、50%が表面流出し、50%は地下水涵養されるものとした。また、非浸透域では自然浸透地域・自然難浸透地域ともに蒸発散量を除いて全て表面流出するものとし、現況における水収支を平年降水量条件下で求めた。

次に、この水収支を条件とし、平年降水量条件のもとで現況の地下水位を再現するような定常地下水モデルを作成した。

これに対し、「浸透ます等」を組み込んだ場合の地下水涵養効果は、「浸透ます等」が自然浸透域における非浸透域(道路等)に設置されるものとし、「浸透ます等」からの地下水涵養量を算出し、地下水シミュレーションにより浸透量による地下水位上昇量を計算した。計算に用いたプログラムは、USGS(米国地質調査所)が開発したModflowで今回は2次元で用いている。計算の結果、「浸透ます等」の設置によりケース1(ケース分けについては表-3参照)で0.1~0.7m、ケース2では0.2~2.0m、ケース3で0.2~2.6m、ケース4で0.2~2.8m地下水位が上昇する

結果が得られた。

本調査においては、可能蒸発散量、各場所毎の浸透種類別による表面流出量や浸透量の仮定、シミュレーション計算における式や物性値など、種々の仮定のもとに計算が行なわれているが、概略数十cm程度の地下水位の回復が認められ、「浸透ます等」の設置効果が推察された。

2.4 浸透施設の設置計画

前述のように「浸透ます等」の効果が確認されたため、浸透施設は表-4に示す配置計画で可と判断し、これを標準配置計画として推奨した。

表-4 浸透施設の配置計画

浸透施設	配置計画	備考
公共ます	1個/各戸	一般敷地内に設置
街渠ます	道路延長に対し20m間隔(両側)	幅員5.5m未満の道路を対象
浸透トレンチ	街渠ます間を接続(20m/街渠ます)	〃
宅内ます	4個/各戸	建物の4隅に設置

3. まとめ

雨水流出抑制効果及び地下水涵養効果の把握により、本地域における下水道雨水貯留浸透事業の多面的な事業効果が概ね推察できた。

特に雨水流出抑制効果については、公共ます、街渠ます、街渠用浸透トレンチ、宅内ますを合わせて浸透型としていくことにより、現況50mm/hrの浸水対応能力が、流域の平均で53~56mm/hrまで向上することがわかった。このように、現場浸透能力の根拠として担保性があり、かつ有効な値となる α (2.1参照)を浸透施設による雨水流出抑制効果として、下水道雨水計画の中に位置づけていくことが必要であると思われる。

今後は、各ケースでの結果をもとに「浸透ます等」の設置範囲を定め、事業実施に向けた詳細な構造や配置等の検討に入ることとなる。

なお、本調査はH6.12月に建設省より通達された「下水道雨水浸透施設技術指針(案)」に則して実施したものであり、本指針の運用性や有効性についても合わせて確認することができた。

●この調査に関する問い合わせは

研究第二部長	前田 正博
研究第二部主任研究員	中田 穂積
研究第二部研究員	石川 泰裕
研究第二部研究員	木内 悟