

内水河川流域内における大規模宅地開発計画 に伴う雨水浸透施設の導入計画について

Plan to Introduce Storm Water Infiltration Facility Accompanying with Large Scale Housing Site Development in Landside Water River Basin

研究第一部 主任研究員 湊 章
 研究第一部 主任研究員 横田 貢
 研究第一部 部長 古川 博一

Related to housing site development in a landside river basin, it is necessary to decrease the river's peak discharge, and also to suppress the total volume of outflow to the river. This report describes a plan for introduction of a storm water infiltration facility and for its maintenance and control, for an entire housing development area, as a measure to suppress storm water outflow accompanying a large-scale "new town" development project planned for construction in a landside water river basin.

Key words: Development of landside river basin, storm water infiltration facility, on-site permeation test, maintenance and control with participation of residents

1. はじめに

ニュータウン開発においては、屋根、舗装などの不透透面積の増や排水系統の整備により、雨水の流出が早くなるとともに洪水流出量が增大する。このため、洪水に対しては、調整池等の設置や下流河川の改修により対応されてきた。

一方、内水河川流域内の開発にあたっては、開発に伴う洪水ピーク流量増の抑制と総流出量の抑制が必要である。

本研究報告は内水河川流域内に計画された大規模宅地開発に伴う流出対策としての雨水貯留浸透施設（以下雨水浸透施設という）の導入計画及びこれらの維持管理計画について報告するものである。

2. 開発地区の概要

2-1 流域の概要

- ・流域面積：166km²
- ・流域の上中流部は小高い台地、下流部は低平地で面積6.5km²の湖沼があり、流域内の複数の中小河川はすべてその湖沼に流入す

る。

- ・湖沼は、さらに大きな河川に連続しているが、洪水時には、水門で閉めきられるため、ポンプ排水を行っている。

2-2 開発地区の概要

- ・流域内の開発計画地区の総面積は約12km²であり、流域面積の約8%を占める。

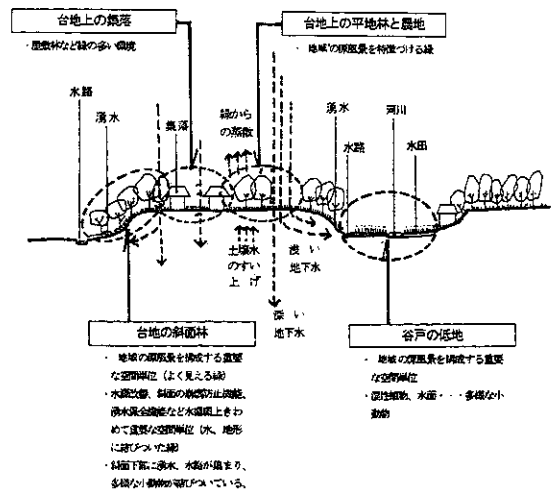


図 2-1 開発地区の特徴

Fig. 2-1 Characteristics of developed area

- ・開発地区は流域の中流部でなだらかな台地上に位置する。
- ・開発地区の現状の土地利用は、畑、林等で浸透能力、保水性が大であり、豊かな自然、生態系となっている（図2-1）。

3. 開発に伴う課題

開発地区の整備計画立案にあたっての主な課題は次のとおりである。

① 雨水流出抑制の必要性

- ・開発地区が位置する流域の河川は計画流量に対し流過能力が不足している。
- ・流入河川流末の湖沼では洪水調節量の余裕がほとんどない。

◎ピーク流量低減だけではなく総流出量増加の抑制を行い、河川改修計画との整合を計る必要がある。

② 施設の維持管理の軽減

- ・開発に伴う流出抑制をはかるため、分散型で多数の雨水浸透施設を計画する。

◎計画における多数の雨水浸透施設の機能確保とそのための維持管理の軽減が必要である。

4. 開発に伴う流出抑制方策

浸透性の高い中流部の台地を開発することは、下流の内水河川区間に大きな影響を与えることとなる。その対策としては、大きく次の方法が考えられる。

- ①排水ポンプの容量をさらに大きくする。
- ②防災調節池を増やす。
- ③雨水浸透施設を開発地区に導入する。

①の方法は、流域内の周辺開発がさらに進んだ場合に再度ポンプを増設する必要がある。②の方法での防災調節池等の貯留施設は河道のピーク流量の低減には効果があるが、流末で外水による洪水継続時間の長い当該流域では、調節後の流量も内水位上昇に寄与してしまう。③の方法は、今後周辺開発が進んだ場合も同様の対策を適用できるとともに、

流域の水循環を保全することができる。

以上の理由から開発地区においては全面的に雨水浸透施設を導入することとなった。

5. 雨水浸透施設配置計画

5-1 雨水浸透施設の整備目標

開発後も開発前の流出量以下となるようにするため、雨水浸透施設の処理面積率及び浸透強度の概略の整備目標の検討を行った。浸透処理面積率の説明は図5-1に示す。

流出量の算出方法は、図5-2に示す浸透施設からの浸透量を有効降雨から差し引く「有効降雨モデル」による。有効降雨は治水計画での30年確率計画降雨とした。

この検討結果より開発後も開発前の流出量以下とするためには、開発区域のうち浸透処理面積を60%以上とし、浸透強度15mm/hr以上とすることが必要であることがわかったため、これを整備目標とした（図5-3）。

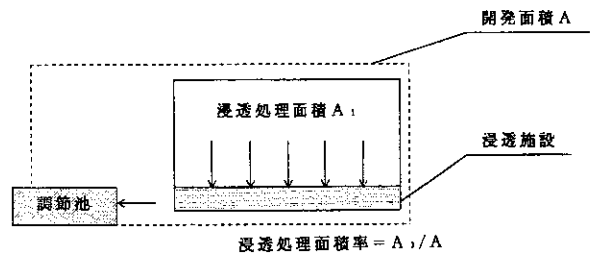


図5-1 浸透処理面積の説明図

Fig. 5-1 Explanatory diagram of infiltration process area

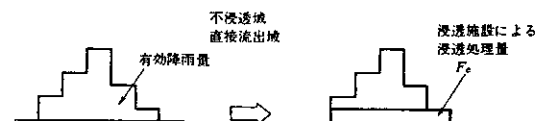


図5-2 有効降雨モデルの概念図

Fig. 5-2 Conceptual illustration of effective rainfall model

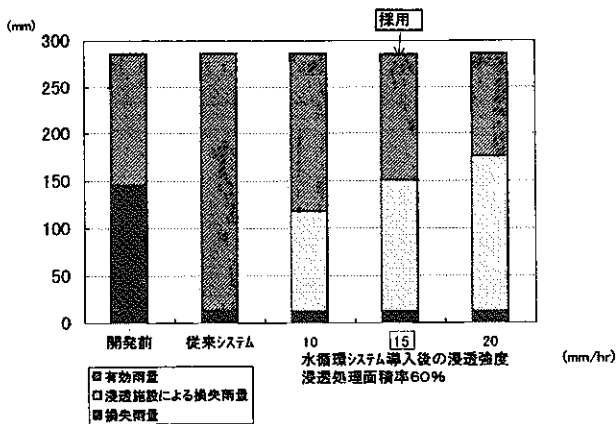


図5-3 開発前後の流出率の比較図
Fig. 5-3 Comparison diagram showing outflow rates before/after development

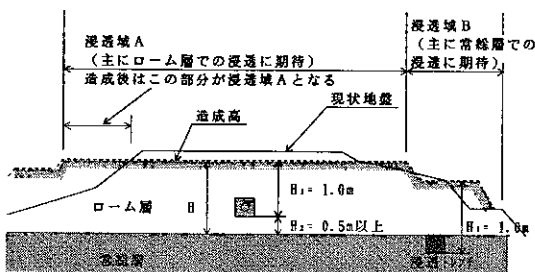
5-2 現地浸透試験と設計浸透量

開発地区の浸透能力を把握するために現地浸透実験が別途調査が行われた。以下にその結果を示す。

(1) 開発地区の地層

開発地区は標高20~30mの台地上の位置し、その地層構造は図5-4に示される上層を厚さ2~3mの新时期東ローム層（以下、浸透層Aとする）が分布する。その下は砂層及び粘土層等で構成される常総層（以下、浸透層Bとする）が分布している。

雨水浸透施設は地表から約1mの深さに埋設されるため、浸透層Aが薄い、あるいは、無い場合には、浸透層Bの浸透能力を考慮しなければならない。開発地区の2種の地層分布厚はボーリング調査等から推定した。



H ≥ 1.5 m : 浸透域Aとし主にローム層での浸透に期待する区域である。
H < 1.5 m : 浸透域Bとし主に常総層での浸透に期待する区域である。
但し、調節池部は難浸透域とする。

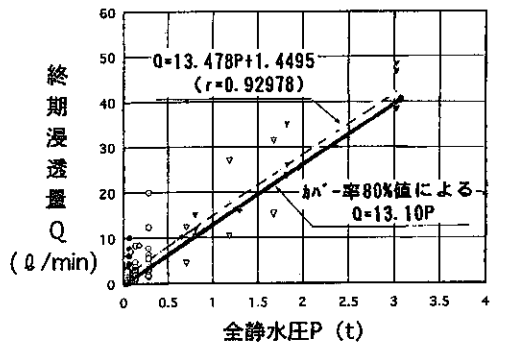
図5-4 開発地区の地層概念図
Fig. 5-4 Conceptual illustration of strata of development area

(2) 浸透試験方法

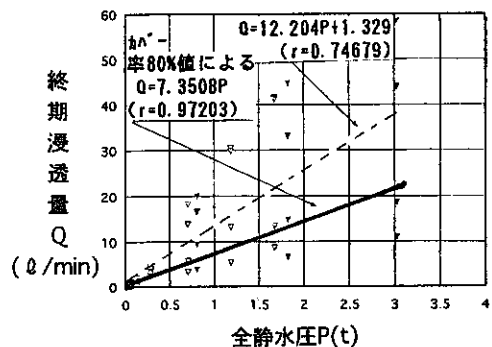
浸透試験の方法は、簡易浸透試験（土研法、ボアホール法）及び実物施設浸透試験（浸透ます+浸透トレンチ2mのタイプ）である（浸透試験の方法については、例えば、参考文献の「雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編」等を参照されたい）。

(3) 試験結果

試験の結果は、図5-5に示す全静水圧P(t)と終期浸透量Q(Q/min)の関係に整理し、全値の80%をカバーする浸透能力の関係式を設定した。



浸透域Aにおける静水圧と浸透量の関係



浸透域Bにおける静水圧と浸透量の関係

図5-5 地層別の静水圧と終期浸透量の関係

Fig. 5-5 Relationship between hydrostatic pressure and ultimate infiltration volume in each stratum

浸透能力の関係式は次のとおりである。

$$\text{浸透層 A : } Q = 13.10 \times P$$

$$\text{浸透層 B : } Q = 7.35 \times P$$

ここで全静水圧Pと終期浸透量Qの関係に

整理したのは、異なる試験方法の結果を同一指標で整理することが可能となること、試験結果を現地に適用する場合、浸透施設の形状を考慮した浸透量を容易に求めることができるためである。

(4) 設計浸透能力

現地浸透試験結果から地層別かつ雨水浸透の基本的な施設別に設計浸透能力を設定した。結果を表5-1に示す。

表5-1 浸透施設と単位設計浸透量
Table 5-1 Infiltration facility and unit design infiltration volumes

	浸透施設	単位	(ton)	(m ³ /hr)	(m ³ /hr)
浸透層A	浸透トレンチ	m	0.91	0.715	0.58
	浸透樹	個	1.39	1.093	0.89
	砕石空隙貯留	m ²	0.50	0.393	0.32
	透水性舗装	m ²	0.18	0.141	0.11
浸透層B	浸透トレンチ	m	0.91	0.401	0.33
	浸透樹	個	1.39	0.613	0.50
	砕石空隙貯留	m ²	0.50	0.221	0.18
	透水性舗装	m ²	0.18	0.079	0.06

各施設ごとの設計浸透量は浸透施設ごとに雨水浸透の静水圧（浸透時の各施設の平均水位を設定）に対する基準浸透量を求め、これに安全率0.81（目詰まり、地下水位の影響）を乗じて設計浸透量とした。

5-3 土地利用別の雨水浸透施設の配置計画

開発地区の土地利用計画に基づき、雨水浸透施設の配置計画を提案した。

雨水浸透施設の規模については、1戸建て、集合住宅、公共施設、商業地、公園等の標準的な上物整備を行った場合の計画平面図に、他の雨水浸透施設の設置事例等を参考にして雨水浸透施設（貯留施設含む）を配置し、土地利用別の標準的な施設配置規模を定めた。

配置計画の基本的な考え方を以下に示す。

- ・最も数の多い戸建て住宅については、前処理施設+浸透ます+浸透トレンチを標準的に設置する。
- ・教育施設では、建物周辺に浸透ます+浸透

トレンチを、さらに校庭は表面貯留と砕石空隙貯留施設を設置する。

- ・公園等には、浸透ます+浸透トレンチの他、遊歩道沿いにはトラフ&トレンチを設ける
- ・ファーストフラッシュの問題があるため、比較的交通量が多いと考えられる幅12m以上の幹線道路の雨水は直接下水道に流し、幅12m未満の道路を対象として浸透ます+浸透トレンチを設置する。
- ・緑道沿いの可能な箇所にはトラフ&トレンチ形式のオープン型下水道を設ける。

代表的な配置事例を図5-6(1)~(3)に示す。

5-4 開発区域の浸透能力

前述した開発地区での土地利用別の雨水浸透施設（貯留施設含む）の配置計画と施設・地層別の設計浸透能力から開発区域の（浸透可能量）を求めた。結果を表5-2に示す。

この表5-2は、開発区域全体の浸透処理面積と平均浸透強度を示しており、この結果によれば開発地区の浸透処理面積は開発面積の約70%になり、浸透能力は浸透強度で15mm/hr以上が確保可能となり、整備目標を満足する。

以上の結果より、本調査で提案した開発区域における雨水浸透施設（貯留施設含む）及びその配置計画は妥当であると判断した。

表5-2 浸透貯蓄処理面積率と平均浸透強度及び平均貯蓄量

Table 5-2 Infiltration and storage process area rates, mean infiltration strength, and mean storage volume

	地区面積 (ha)	貯留面積 (ha)	貯留率 (%)	浸透量 (m ³ /hr)	浸透率 (mm/hr)	貯留量※	
						(m ³)	(m ³ /hr)
計又は平均	1,211	863	71	136,526	16	139,920	162

※貯留量内訳：表面貯蓄84,220m³,98m³/hr、空隙貯蓄55,700m³,64m³/hr

5-5 雨水浸透施設の効果

本調査において検討した雨水浸透施設計画の効果の概略検討結果（試算）を以下に簡単

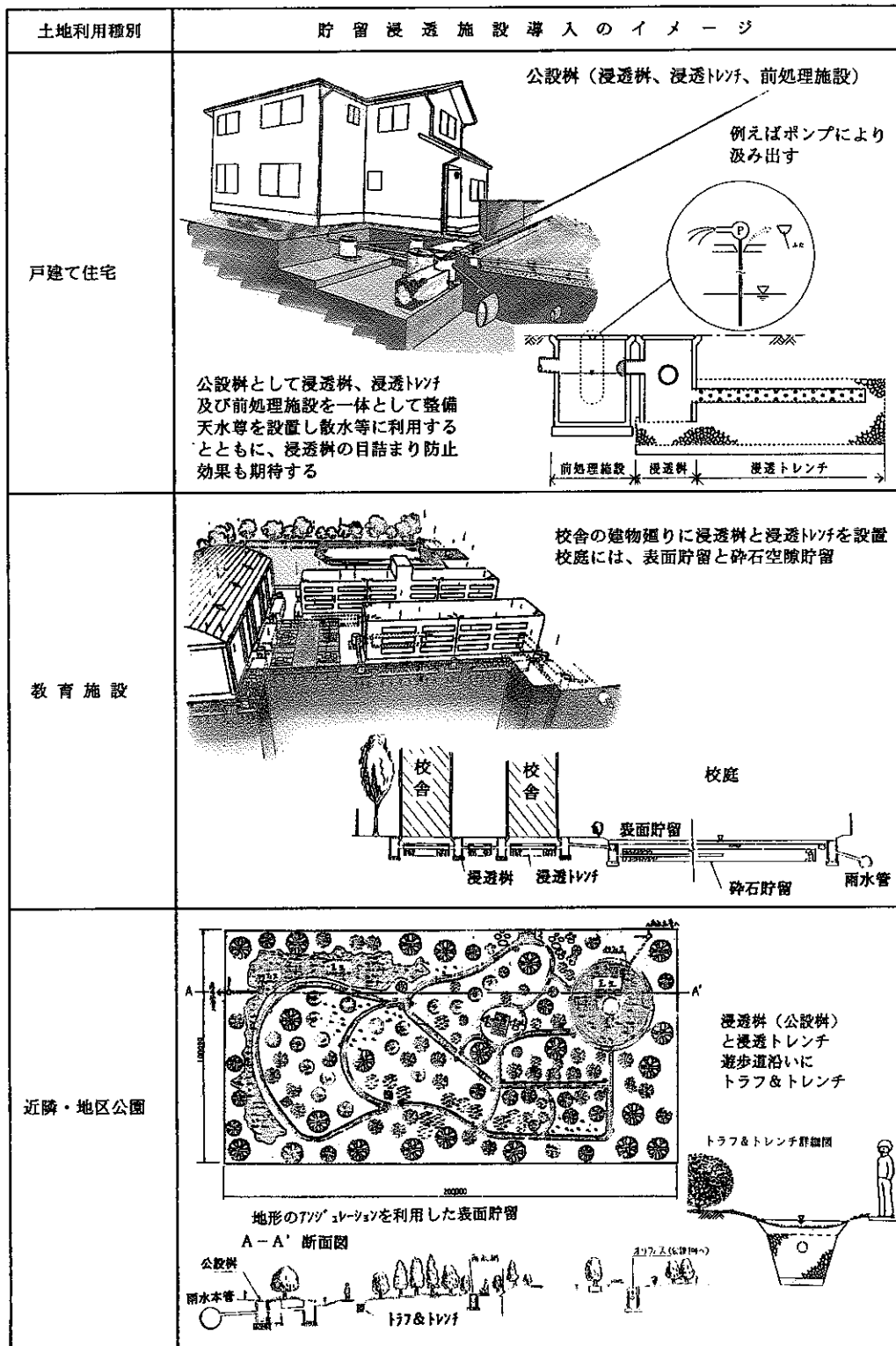


図 5 - 6 (1) 雨水浸透施設の配置計画

Fig. 5-6 (1) Storm water infiltration facility arrangements

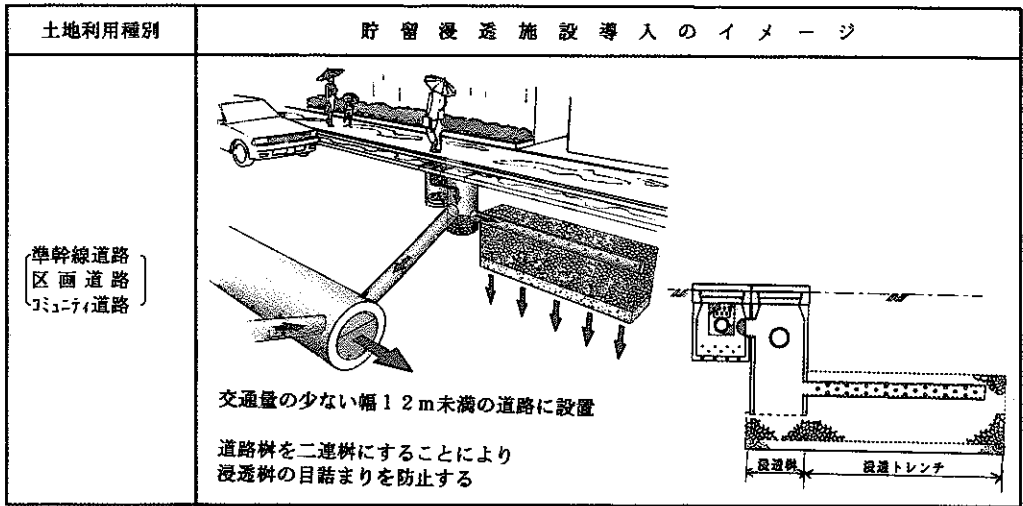


図5-6(2) 雨水浸透施設の配置計画
 Fig. 5-6 (2) Storm water infiltration facility arrangements

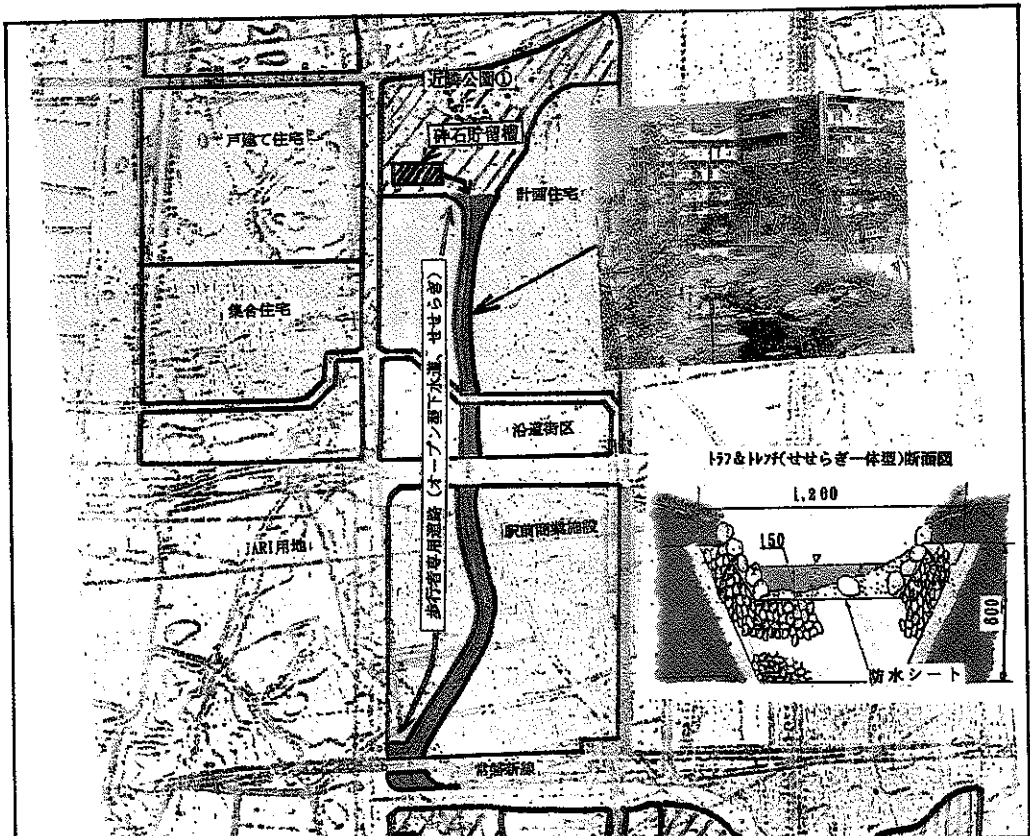


図5-6(3) 雨水浸透施設の配置計画 (オープン型下水道)
 Fig. 5-6 (3) Storm water infiltration facility arrangements (Open type sewer system)

に示す。

① 調節池容量の低減効果

- ・調節池容量を約4割縮小することができる。

② 下水道管渠の縮小効果

- ・下水道の幹線の管渠を1割程度小さくすることが可能となる。

③ 雨水浸透施設の低水保全効果

- ・雨水浸透施設がない場合、開発後の河川の流況は悪化するが、浸透施設がある場合、開発後の河川の流況は開発前と同等あるいは、開発前よりも改善される（図5-7）。

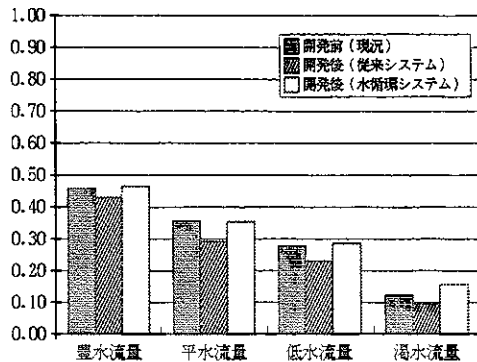


図5-7 河川流況の比較

(渇水年平成6年の低水流出予測計算結果)

Fig. 5-7 Comparison of river flow regimes
(Calculation results use estimation of low water outflow in dry year, 1994)

6. 雨水浸透施設の維持管理計画

開発計画内の雨水浸透施設の導入を前提とした河川改修計画が立案されることとなったため、雨水浸透施設の機能保持は重要な課題となった。

一方、計画住宅は3万戸以上あり、これらすべての住宅に雨水浸透施設を設置することになるため、維持管理負担の軽減や地域の水循環を住民にも意識させることも重要な課題となった。

このため、既設の雨水浸透施設の維持管理実態等を踏まえて、雨水浸透施設のライトメンテナンス化を目指すとともに官民一体とな

った維持管理計画（「共管理」）の提案を行った。

雨水浸透施設の設置事例によれば、機能保持のためには、浸透施設への土砂流入を防ぐことが重要であるため次の工夫を行った。

- ・雨水浸透施設の浸透ますの前に前処理施設を配置し、雨水とともに流入する土砂の一次処理を行うとともに、貯めた水は平常時に庭木用水等に、非常時には生活用水に利用できるようにした（前出の図5-6(1)戸建て住宅の浸透施設の図を参照）。この前理施設の設置により、住民に水循環への関心を持たせ、持続的に維持管理を行う動機付け効果を期待する。
- ・公園等の公共の場では「路地尊」を設け、同様の効果を期待し、これらは共管理の対象とする。

7. おわりに

本研究では、内水河川流域内に計画された大規模宅地開発に伴う流出対策としての雨貯留浸透施設の導入計画及び雨水浸透施設の維持管理計画について検討を行い、次の結果を得た。

- ・開発区域内での雨水浸透施設の導入は、総流出量の増加抑制に効果があるとともにピーク流出量の増加抑制のために設置される調節池容量の軽減をはかることが可能である。
- ・また、水との係わりを深める雨水利用ますを浸透施設の前処理施設として導入することにより、住民の関心を深め、浸透施設の維持管理を軽減できる。

今後、本計画を確実なものとしていくためには、大きく次の事項について検討を行う必要があると考える。

- ① 流域内の開発地区以外への雨水浸透施設の導入方策
- ② 前処理施設+浸透ます+浸透トレンチの量産及び雨水利用を考慮した構造上の工夫

- ③ 地下水位、水質、等のモニタリング調査の継続的实施と雨水浸透施設導入の伴う効果の把握と、その結果を踏まえた計画へのフィードバック

なお、本検討は、東大生産研 虫明教授を委員長、東大 大垣教授を副委員長とした学識経験者、建設省、茨城県、つくば市、住都公団による委員会形式での検討結果の一部であり、虫明委員長をはじめ関係各位の皆様のご指導、ご助言に深く感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 「ニュータウンにおける水環境形成に関する考察」リバーフロント研究所報告第7号、1996.3 金井満・横田貢
- 2) 「雨水浸透施設技術指針（案）調査・計画編」、1995.9 （社）雨水貯留浸透技術協会編
- 3) 「雨水浸透施設維持管理実施要領（案）」1995.3 住宅・都市整備公団、財団法人住宅管理協会