

望月寒川流域貯留浸透事業における取り組み

Efforts in Motsukisamu River Basin Storage and Infiltration Project

水工事業本部 水工第2部 新造 太郎
水工事業本部 水工第1部 山内 孝昭

近年、河川流域における都市化の進展による雨水流出率の増加や局地的な集中豪雨（ゲリラ豪雨）の頻発により、全国的に多くの浸水被害が報告されている。本稿においては、都市河川における洪水被害の防止・軽減対策として、流出解析ソフトによる雨水貯留施設のシミュレーションを行い、人孔の改修検討、耐震化を行った望月寒川流域貯留浸透事業における取り組みを紹介する。

1 はじめに

近年、道路舗装などの都市化の進展に伴い雨水流出率が増加し、短時間集中豪雨による浸水被害が報告されている。望月寒川は、都市河川のため河道拡幅による河川改修にも限界がある。このため流域内では公園や学校のグラウンドでの貯留、及び雨水管路内の貯留により雨水流出時間の遅延、雨水流出量の抑制を行っている。

本稿では、望月寒川流域貯留浸透事業における雨水併接続切替による1号用水管路での貯留による流出解析、対策施設（隔壁及びオリフィス）の形状による効果の確認、人孔改修検討の事例を紹介する。

2 流出解析

2.1 設計条件

貯留施設設計、流出解析の設計条件を表2.1に示す。

表2.1 設計条件

項目		設定値等	備考
流出解析	降雨波形	中央集中型降雨波形	N=1/50年 ※1
	雨量強度式	$\frac{41.356}{t^{0.497} - 0.048}$	N=1/50年 ※1
	降雨継続時間	24時間	※1
	最小貯留量	V=500(m ³)	※1
	流出係数	f=0.90	※1
	洪水到達時間	t=10(min)	※1
貯留施設	集水面積	5.98ha	
	貯留量	3540m ³ 以上	目標値
	放流量	0.072m ³ /s 以下	望月寒川許容放流量以下
	排水時間	降雨終了後48時間以内	※2
	最大貯水位	各スパンの最低管頂高以下	内圧管としない
	堰高	各スパンの最低管頂高以下	堰からの越流無し
	最小オリフィス径	10cm	0.5cm 刻みを基本に0.1cm 刻みで微調整

※1「流域貯留施設設計 統一事項」（平成29年7月

改訂 札幌市下水道河川局事業推進部河川事業課）
※2「管きょ再構築設計の手引き」（東京都下水道サービス株式会社）

2.2 排水区のモデル化

検討では、トンネル河川内の連続したオリフィス・堰構造から流出量を評価するため、流出解析ソフト「MIKE URBAN」によるシミュレーションを行った。

通常設計で用いられる合理式では、時系列の解析、背水影響、圧力状態の管渠評価等が困難であるが、本流出解析ソフトではこれらの検討を行うことが可能であり、ネットワーク化された管路網も評価できる。

（1）構築モデル

モデル化対象の排水区は、最下流の吐口から上流端の河36までを対象とし、管渠、人孔、人孔内構造（オリフィス、堰）をモデル構築した。（図2.1、図2.2、表2.2）

※河1、河2・・・：人孔を示す。

（2）貯留方法及び人孔内構造（オリフィス、堰）

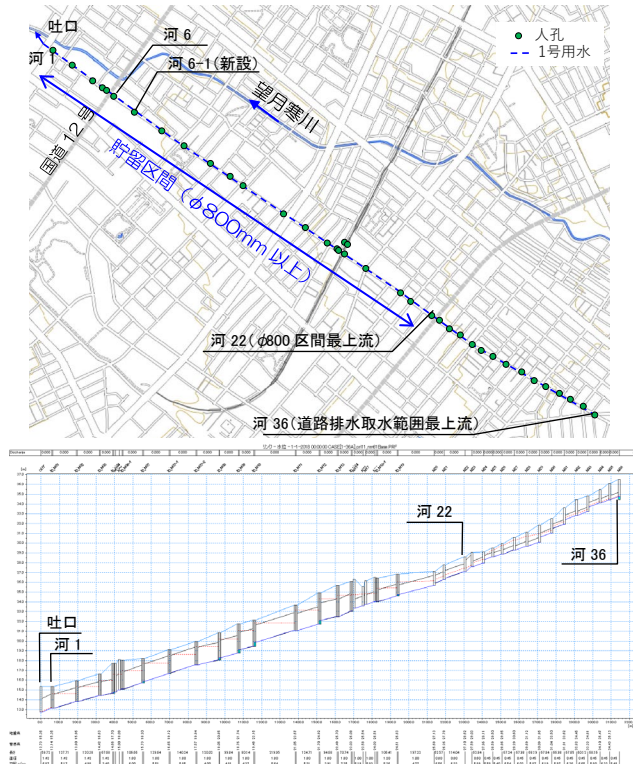
流出抑制方法は、人孔内にオリフィス構造の隔壁（堰）を設置し、人孔間のスパン単位で既設管を分割して自然流下させながら貯留する方法を採用した。設置条件は以下とした。

①堰の高さは、貯留管を内圧管としないため、最大貯留水位がスパン内の管頂高以下となるようオリフィス径とともに調整する。

②貯留区間は、維持管理に配慮し、中大口径管（φ800mm以上）である河1～河22（L=2153.331m）とする。

③吐口～河1はオリフィスの設置が困難のため、貯留区間には見込まない。

- ②粗度係数は 0.013 とし、土砂の堆積等による断面縮小、流下阻害は考慮しない。
- ③人孔形状による損失は見込まない
- ④河 6 は国道 12 号に接し、工事の際に国道の交通規制が必要なため、河 6 の上流に人孔を新設（河 6-1）し、流出抑制施設を整備する。



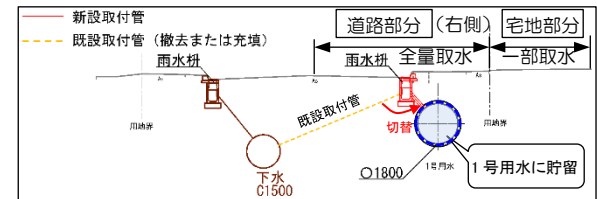
(3) 管渠及び人孔

※水色:対象貯留区間を示す。

(4)集水範囲

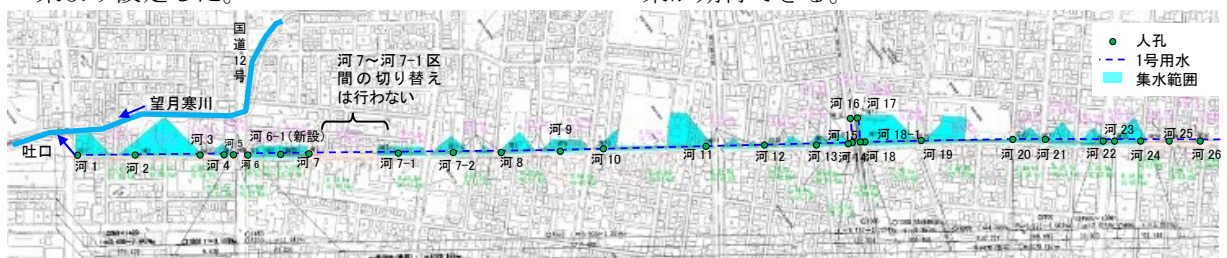
集水範囲は、1号用水と並走する道路面積（雨水柵の接続切り替えにより道路右側半分）及び1号用水右岸側宅地面積を対象に取水し、設計条件を満足する中で雨水柵接続切り替えの範囲が最小となるよう設定（図 2.4）した。

- ・接続切替範囲 河1～河7、河7-1～河19
- ・現況接続範囲 河19～河24（従来より接続済）



(1) 望月寒川の許容放流量

1号用水吐口からの放流量は0.072m³/s以下とする。また、1号用水による雨水流出抑制効果は、望月寒川のピーク流量への到達が遅れるほど効果が期待できる。



(2) 雨水流出抑制効果の検討

切替による抑制効果、貯留施設流出解析の設計条件(表 2.1)、事業コストを踏まえ、以下の検討方針とした。

【検討方針】

①河 1～河 4 の雨水接続桝の切替を優先する。
(交通量が少なく、開削幅も小さく施工性が良い)

②河 1～河 4 以外は河 19 を最上流とし、河 7 より下流側(1号用水吐口区間の流域)及び上流側を優先する。(管径より取付管閉塞作業が容易)

③必要貯留量が得られない場合は、河 24～河 29 の間で切り替え、取水範囲を増やす。

2.4 対策施設による効果確認

解析ソフト「MIKE URBAN」を用いてシミュレーションを行った結果、堰からの越流が無く、貯留量(≧3540m³/s)・放流量(≦0.072m³/s)・排水終了時間(48hr 以内)の条件を満たし、雨水桝接続切替範囲が最小の以下のケースを選定した。

選定案 オリフィス：人孔毎に径を設定

切替範囲：河 1～河 7、河 7-1～河 19

表 2.3 貯留計算結果一覧

採用ケース	切替区間	集水面積 (ha)	取水量 (m ³)	貯留量 (≧3540m ³) 最大貯留量 (m ³)	放流量(≦0.072m ³ /s) 最大放流量 (m ³ /s)	排水 終了時間 (48hr以内)	河1堰水位* (≦14.567m)								
堰越流無 (堰高管頂高)	右側：河1～7、 河7-1～19	5.98	3.939	3.555	0.024	36.37 約31hr後	14.567								
オリフィス径(上段)／管頂高からの堰高さ(下段)															
河1 (cm/m)	河2 (cm/m)	河3 (cm/m)	河4 (cm/m)	河6 (cm/m)	河7 (cm/m)	河7-1 (cm/m)	河8 (cm/m)	河9 (cm/m)	河10 (cm/m)	河11 (cm/m)	河12 (cm/m)	河13 (cm/m)	河18 (cm/m)	河19 (cm/m)	
10	12	12.2	13	13.5	13	12	12.5	13	13.5	14.5	13.7	17.9	28.5	33.5	32.3
0.00	0.00	0.00	-0.156	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

* 最下流の河1堰で越流させないため、水位は堰高の上限である上流側管頂高14.567m以下とする
※雨水桝接続切替区間は複数案検討し、最小となる右側のみの切替取水ケースを採用
※河4は上流の河5の管長高が低いことによる堰高さである。

人孔諸元			採用ケース(堰越流無／樹切替 右河1～7・7-1～19)												
人孔	上流管 形状 (mm)	管底高 (m)	管頂高 (m)	堰高 (m)	堰高－ 管頂高 (m)	オリフィ ス径 (cm)	ピーク 水位 (m)	ピーク水深 (m)	最大値 (m ³)	累計 (m ³)					
河1	2260×1420	13.147	14.567	0.000	0.000	0.100	14.567	0.000	258.3	258.3					
河2	2260×1420	13.841	15.266	0.000	0.000	0.120	15.245	-0.021	247.1	505.4					
河3	2260×1420	14.467	15.887	0.000	0.000	0.122	15.886	-0.001	162.1	667.5					
河4	1800	14.811	16.611	16.455	-0.156	0.130	16.446	-0.165	23.4	690.9					
河5	1650/1200	14.805	16.455	—	—	—	16.446	-0.009	41.7	732.6					
河6	1800	15.007	16.805	—	—	—	16.446	-0.359	70.0	802.6					
河6-1	1800	15.168	16.968	16.968	0.000	0.135	16.939	-0.029	204.3	1,006.9					
河7	1800	15.737	17.538	17.538	0.000	0.130	17.538	0.000	295.5	1,302.4					
河7-1	1800	16.847	18.442	18.442	0.000	0.120	18.429	-0.013	286.8	1,589.2					
河7-2	1800	17.462	19.253	19.253	0.000	0.125	19.244	-0.009	265.2	1,854.4					
河8	1800	18.306	20.106	20.106	0.000	0.130	20.093	-0.013	228.4	2,082.8					
河9	1800	19.156	20.956	20.956	0.000	0.135	20.956	0.000	194.0	2,276.8					
河10	1800	19.917	21.717	21.717	0.000	0.145	21.707	-0.010	380.6	2,657.4					
河11	1800	21.083	22.882	22.882	0.000	0.137	22.882	0.000	277.3	2,934.7					
河12	1800	22.144	23.939	23.939	0.000	0.179	23.923	-0.016	224.6	3,159.3					
河13	1800	22.535	24.333	24.333	0.000	0.285	24.331	-0.002	162.3	3,321.6					
河14	1000	23.099	24.360	—	—	—	24.330	-0.030	7.2	3,328.8					
河15	1000	23.385	24.385	—	—	—	24.330	-0.055	33.5	3,362.3					
河16	1000	23.645	24.645	—	—	—	24.326	-0.319	7.8	3,370.1					
河17	1000	23.754	24.754	—	—	—	24.324	-0.430	16.0	3,386.1					
河18	1000	24.067	25.067	—	—	—	24.360	-0.707	0.7	3,386.8					
河18-1	1800円/n-ト	24.055	25.104	25.104	0.000	0.335	25.101	-0.003	84.3	3,471.1					
河19	1000	24.737	25.749	25.749	0.000	0.323	25.747	-0.002	83.6	3,554.7					
河20	800	25.915	26.715	—	—	—	25.971	-0.744	0.0	3,554.7					
河21	800	26.390	27.190	—	—	—	26.482	-0.708	0.0	3,554.7					
河22	1800×1200	27.100	27.900	—	—	—	27.308	-0.592	-	-					

3 貯留施設実施設計

3.1 構造計画

(1) 検討対象人孔

検討対象となる既設の各人孔諸元を表 3.1 に示す。

表 3.1 既設人孔諸元表

名称	平面形状 (m)	内空高 (m)	名称	平面形状 (m)	内空高 (m)
河 1	2.60 0.53 × 2.70	1.990	河 8	2.10 × 2.10	2.737
河 2	2.70 × 2.00	1.970	河 9	2.10 × 2.10	2.877
河 3	2.70 × 2.00	2.070	河 10	2.10 × 2.10	2.607
河 4	2.70 × 2.00	2.350	河 11	2.10 × 2.10	2.627
河 6	4.50 × 2.00	2.600	河 12	2.10 × 2.10	3.197
河 7	2.10 × 2.10	2.477	河 13	2.10 × 2.10	3.197
河 7-1	2.10 × 2.10	2.475	河 14	2.10 × 2.10	3.077
河 7-2	2.10 × 2.10	2.317	河 18-1	2.10 × 2.10	3.127
			河 19	2.10 × 2.10	3.127

(2) 人孔の改修検討

既設人孔を貯留施設として利用するため以下

①～④の改修を行う。

①管路内に雨水を貯留するために、管を接続する人孔内に隔壁及びオリフィスを設置する。

②隔壁の設置により、人孔蓋 1 箇所では出入りが困難になる場合は、蓋を増設する。

③既設管を貯留管とするため、人孔蓋は排気可能なものとする。

④オリフィス前面(上流面)にスクリーンを設置する。

(3) 改修方法の検討

既設人孔の側壁は、鉄筋探査結果より無筋構造物であり、隔壁の設置に伴う増加荷重に対し、安定性の確保が必要であるため表 3.3 の改修方法を比較検討した。

既設人孔の改修方法を比較検討した結果、構造物の安全性、工事による埋設管への影響、施工性、経済性を考慮して「既設人孔内構築」を採用する。

(4) 既設人孔内構築の構造形式の比較

既設人孔内に構築する人孔構造形式は、用地的制約、工期短縮による道路通行への影響軽減及び経済性等を考慮し、プレキャスト構造を基本とした。

表 3.2 構造形式の比較

構造形式	プレキャスト構造	現場打ちコンクリート構造
形状寸法	・コスト削減のため既成品(内寸法 1.50×1.50)を使用する。 ・部材厚 20 cm	・既設人孔の内面を型枠として利用するため、既設人孔の内寸法と同じ形状とする。 ・部材厚 30 cm
機能性	・既設人孔の内径より外径が小さくなる場合は、間隙から漏水が生じないように間詰めが必要。	・特になし
施工性	・本体工は既製品を既設人孔に挿入する工事となるため工期を大幅に短縮できる。	・狭隘な既設人孔内での鉄筋組立、型枠設置、コンクリート打設等の作業日数に加えて、コンクリート養生日数が必要で施工期間が長い。
経済性	1,352 千円/箇所	1,415 千円/箇所

表 3.3 人孔の改修方法比較

比較案	布設替え	既設人孔内構築(採用)	既設人孔補強
概要図 (平面図)			
工法の概要	・既設人孔を撤去して新たに人孔を構築。 ・人孔内寸法は既設と同様とする。	・既設人孔は存置し、その内側に納まるよう新たに人孔(プレキャスト)を構築。 ・既設人孔強度は構造的に見込まない。	・既設人孔の内側に隔壁を設置。 ・隔壁設置により既設人孔への荷重増加がないように側壁を補強。
工法の特徴	・構造物としての安全性が高い。 ・人孔内空を確保できる。 ・工事費が高価となる。 ・<u>民地隣接、交通規制、仮設設置等から施工性の難易度は高い。</u> ・耐震性を確保できる。	・既設人孔の安定性は現状と同等であるが、内側に構築する人孔は構造物の安定性が高い。 ・人孔内空は現況よりもやや狭いが、維持管理等に支障はない。 ・施工が比較的簡単である。 ・工事費が比較的安価である。 ・耐震性を確保できる。	・改築後における人孔の安定性は現状と同等である。 ・人孔内空は現況よりもやや狭くなるが、維持管理等に支障はない。 ・施工が最も簡単である。 ・工事費が最も安価である。
概算工事費	7,260,000 円/箇所	3,320,000 円/箇所	2,556,000 円/箇所
考察	・構造物の安定性が高いが、施工性、経済性が課題となる。	・2重構造となるが、構造物の安定性確保のための必要な措置である。	・構造物としての安定性が低い。耐震性を確保できない。

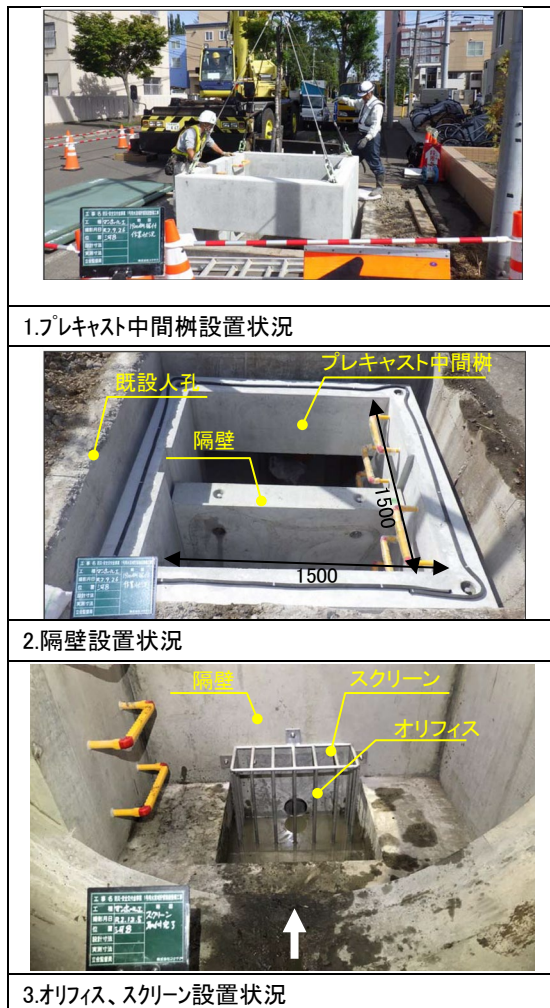


写真 3.1 施工状況

(5) 人孔内空構造

既設人孔内の内空構造を以下に整理する。

- ①縦断方向 1.5m: 上下流管渠を維持管理するための蓋(φ 600)、足掛を 2 箇所設置、蓋が干渉しないようにした。
- ②横断方向 1.5m: 経済的な既製品の柵を利用するため縦断方向と同じ 1.5m とした。
- ③内空高 : 既設人孔に管が接続されているため既設人孔の内空高程度とし、プレキャスト中間柵の組合せにより決定した。

4 おわりに

これまで治水機能として利用されていた1号用水であったが、既存ストックの使い方を工夫し、最小コストで既設人孔内にプレキャスト人孔を構築し、隔壁、オリフィスを設けることで、新たに以下①②の防災・減災機能の付加が可能となった。

- ①貯留機能による河川水位急上昇リスクの低減
- ②人孔の耐震性の確保

今後も既存インフラストックの活用を考えていくことが重要と考える。

[参考文献]

- 1) 流出解析モデル利活用マニュアル(雨水対策における流出解析モデルの運用手続き): 公益法人日本下水道新技術機構
- 2) 下水道人孔安全対策の手引き(案): 日本下水道協会