

国立市公共下水道合流改善導入事後調査
業務委託(委－1)

報告書【概要版】

平成 26 年 3 月

目 次

1. 業務の概要と調査フロー	1
1.1 業務の目的	1
1.2 業務概要	4
2. 現地踏査	6
2.1 調査概要	6
3. 国立市の合流式下水道緊急改善計画について	7
3.1 計画目標と対策認	7
4. 事後調査方針	8
4.1 汚濁負荷量の削減	8
4.2 公衆衛生上の安全確保	8
4.3 きょう雑物の対策	8
5. モニタリング	9
5.1 モニタリングの実施	9
5.2 放流実態の把握に関する整理	11
5.3 モデル構築状況	20
5.4 パラメータ設定およびキャリブレーション	22
6. 合流改善対策施設の設置効果の評価	24
6.1 流下貯留管設置効果の評価	24
6.2 雨水浸透施設設置効果の評価	25
6.3 全対策施設（流下貯留管、雨水浸透施設）効果の評価	27
6.4 水面制御施設設置効果の評価	29
7. まとめと考察	30

1. 業務の概要と調査フロー

1.1 業務の目的

汚水と雨水を同一の管渠で流下させる合流式下水道では、一定量以上の降雨時にし尿を含む未処理下水が放流されることがあるため、水質汚濁や悪臭、公衆衛生上の観点から社会問題となっている。このため、平成 15 年に下水道法施行令が改正され、平成 25 年度までに一定の改善（目標として、汚濁負荷を分流式下水道並みにする等）対策を完了することが求められている。

このことを受け、国立市では「国立市合流式下水道緊急改善計画」（以下、「緊急改善計画」と略）を策定し、流下貯留管、雨水吐室への夾雑物除去施設、雨水浸透施設などを対策施設として位置づけ、これまで順次導入を進めてきた。

緊急改善計画の計画期間終了後は、事業に対する事後評価を行い、公表するとともに国土交通省へ事後評価シートの提出が必要となる。

本業務は、対策施設の設置効果を評価し、改善目標の達成状況を把握するため、導入事後調査を行うものである。

(1) 業務名

国立市公共下水道合流改善導入事後調査業務委託（委－1）

(2) 工期

平成 25 年 7 月 11 日～平成 26 年 3 月 10 日

(3) 調査対象

雨水吐き室 2 箇所（国立南部 7 処理分区その 1、国立南部 8 処理分区）

(4) 参考図書

業務仕様書に基づき以下の資料に準拠して業務を実施する。

- ・ 下水道事業の手引き（日本水道新聞社）
- ・ 下水道計画の手引き（財団法人 全国建設研修センター）
- ・ 下水道維持管理指針（日本下水道協会）
- ・ 小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（日本下水道協会）
- ・ 水理公式集（土木学会）
- ・ 合流式下水道改善対策指針と解説 2002 年版（社）日本下水道協会
- ・ 効率的な合流式下水道緊急改善計画策定の手引き（案）国土交通省
- ・ 合流式下水道改善計画策定のためのモニタリングマニュアル(案) 下水道機構
- ・ その他、設計委託標準仕様書において指定された準拠図書

(5) 用語の説明

合流式下水道改善に関する主な用語を以下に示す。

合流式下水道

汚水及び雨水を同一の管きよで排除し処理する方式。合流式では、分流式に比べ管路施設の建設が容易な反面、雨天時に公共用水域へ未処理で排出される汚濁負荷量、病原性微生物等による公衆衛生上の安全性、きょう雑物による景観に関する課題がある。

分流式下水道

汚水と雨水を別々の管路系統で排除する方式。分流式は汚水のみを処理場に導く方式であり雨天時に汚水を公共用水域に未処理で放流することがないため、水質汚濁防止上有利である。

合流改善対策

合流式下水道においては、降雨時に、下水の一部が、下水道管きよの雨水吐やポンプ所から公共用水域に越流し、公共用水域の水質悪化の原因となっている。そこで快適な水環境を創出するため、しゃ集量の適正化や雨水貯留池の設置などにより合流式下水道の弱点を補強するものである。

未処理下水

雨天時に汚水の一部が合流式下水道の雨水吐き室等から放流される簡易処理及び高級処理されていない下水をいう。

汚濁負荷量

水質を汚濁する物質の総量。合流改善計画における当面の改善目標のうち汚濁負荷量の削減では、対象とする水質指標を BOD としている。

きょう雑物

未処理下水の放流により流れ出るゴミ等

雨水吐き室（分水人孔）

降雨時に未処理下水（汚水が雨により 3 倍以上まで希釈されたもの）を公共水域に放流する人孔。吐き口、分水人孔ともいう。

ファーストフラッシュ

降雨初期の流出水は、地表面や、管路施設に堆積した汚濁物質が降雨の開始とともに一挙に流出するため、高濃度の汚濁物質が含まれている。この雨水の流出開始直後における高濃度な下水の流下現象をファーストフラッシュといい、未処理下水においても同様に高濃度の汚濁物質が含まれている。

遮集管きよ

合流式下水道において、雨天時に雨水吐やポンプ所から汚濁濃度の高い下水が公共用水域に排水されないよう、一定量の下水を処理場に導く管きよをいう。

遮集倍率

雨天時には、遮集管きよにより、雨水を含んだ一定量の下水を処理場に導いて処理しているが、この量の晴天時の下水量に対する倍率をいう。しゃ集倍率が3倍になることを3Qという。

流出解析モデル

実際の下水道への降雨の流出状況をコンピューター上で数理解析(シミュレーション)により再現するモデルのこと。

キャリブレーション

流出解析モデルの推定結果と実測(モニタリング調査結果)による測定結果との比較によるモデルのチェック、解析パラメータの調整・適正化などのこと。

BOD (生物化学的酸素要求量)

溶存酸素の存在下で水中の分解可能な有機物質を、生物化学的に分解するのに必要な酸素量をmg/lで表したもので、水質汚濁の重要な指標の一つである。

COD (化学的酸素要求量)

主として水中の酸化されやすい有機物が過マンガン酸カリウムによって酸化されるのに要する酸素量をmg/lで表したもので、BODと共に水質汚濁の重要な指標の一つである。

SS (浮遊物質)

下水からろ過または遠心分離によって分離される物質をmg/lであらわしたもので、水質汚濁の重要な指標の1つである。

T-N (総窒素)

水中に含まれる全ての窒素化合物。

T-P (総リン)

水中に含まれる全てのリン化合物。

大腸菌群数

動物の腸内に生息する細菌の一群であり、一定期間内に乳糖を分解して酸と一定量以上のガスを発生する細菌群をいう。その存在の程度は人間のし尿による汚染の有無や程度等を示し、測定が比較的簡単であるため、糞便による汚染の指標として使われる。

pH (水素イオン指数)

液体の酸性、アルカリ性の程度を表すのに用いる「水素イオン指数」を示す記号であり、下水道の適切な維持管理をするための指標の一つである。

DO (溶存酸素量)

水中に溶解している酸素量のこと。汚染された水中では酸素の消費量が多いので、その含有量は少なく、零の場合もあるが、水が清純であるほど飽和量に近く含有される。

1.2 業務概要

(1) 検討対象エリア

検討対象エリアを下图に示す。

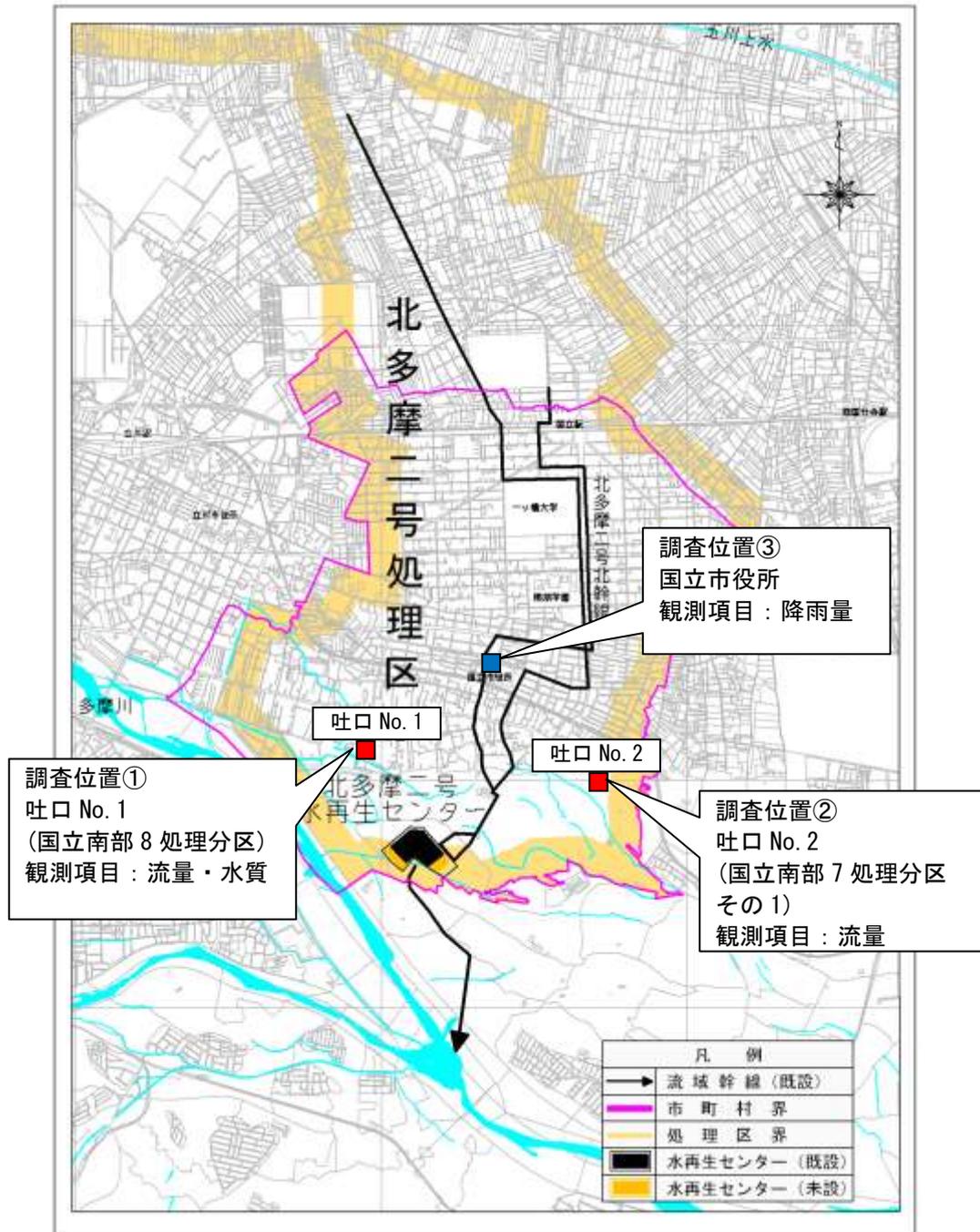


図 1-1 調査位置図

(2) 作業フロー

以下に作業フローを示す。

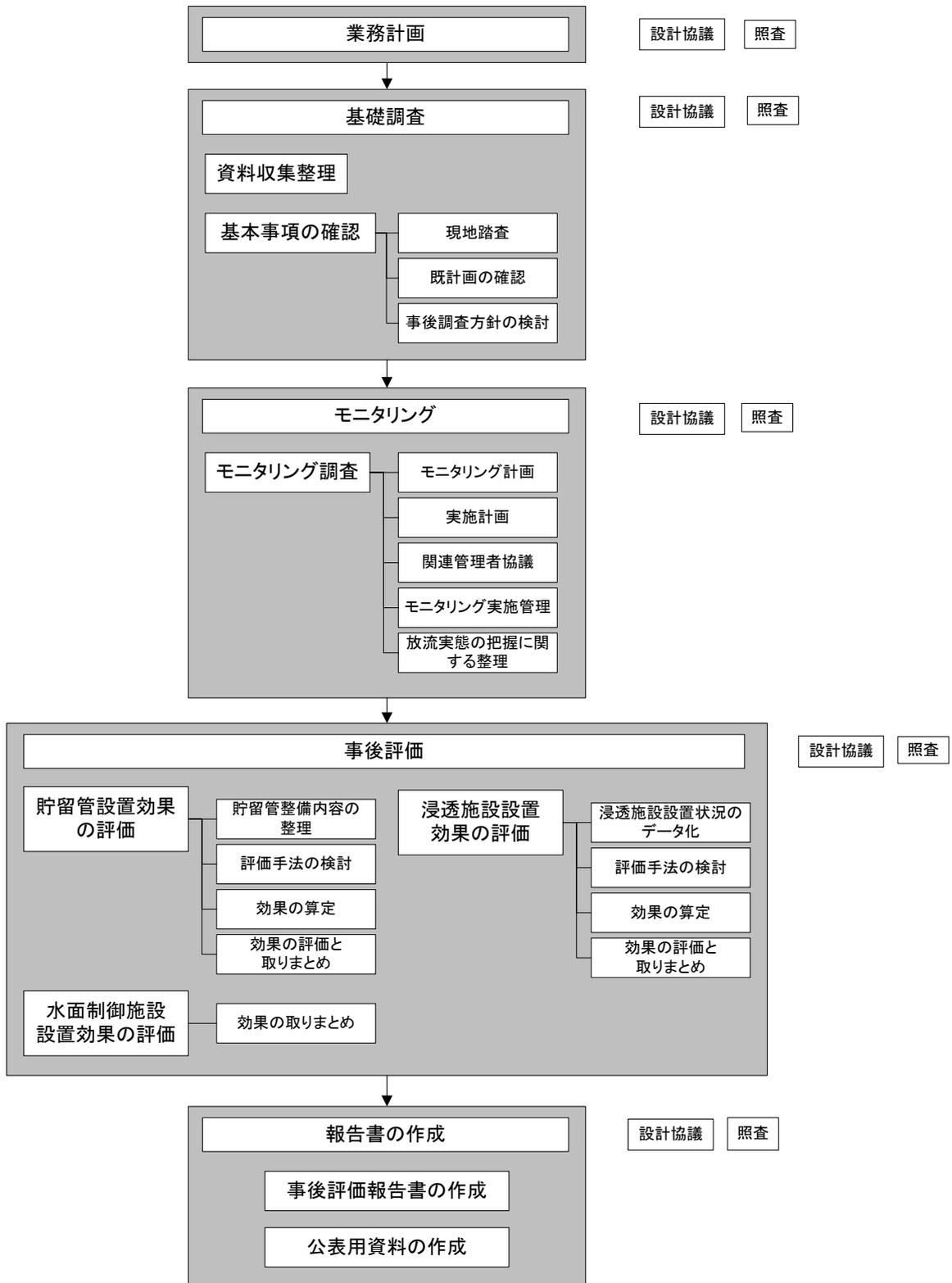


図 1-2 作業フロー

2. 現地踏査

調査対象箇所(吐口2箇所)および国立市役所屋上について、現場状況の調査を行った。

2.1 調査概要

吐口 No.1(南部8処理分区)、吐口 No.2(南部7処理分区その1)、国立市役所屋上について、交通の状況、吐口の状況・構造、作業スペースの確認を行った。

現地踏査状況	
① 吐口の位置(吐口 No. 1)	② 道路交通整理の様子(吐口 No. 1)
	
③ 吐口の位置(吐口 No. 2)	④ 合流管渠内の様子(吐口 No. 2)
	
⑤ 市役所屋上	⑥ 市役所屋上
	

3. 国立市の合流式下水道緊急改善計画について

3.1 計画目標と対策

(1) 計画目標

1) 汚濁負荷量の削減

年間 BOD 総汚濁負荷量を分流式下水道並みとする。

表 3-1 放流負荷量の整理 (単位: kg/年)

項目		対策前	対策後 (目標値)	備考
国立市	流域幹線	66,155	61,807	東京都管理
	雨水吐口	7,096	6,630	国立市管理
	合計	73,251	68,437	

2) 公衆衛生上の安全確保

降雨時（総雨量 10～30mm）における未処理下水の多摩川放流回数を未対策の状態から半減させる。

表 3-2 未処理下水の放流回数 (単位: 回)

処理分区名	国立南部 7 (その 1)	国立南部 8
対策前 (未対策の状態)	48	54
対策後(目標値) [放流回数の半減]	24	27

3) きょう雑物の削減

すべての吐き口（雨水吐き室）からのきょう雑物の流出を極力防止する。

表 3-3 きょう雑物削減施設の設置数 (単位: 箇所)

項目	雨水吐き室数	合流改善 目標設置数	対策前	対策後 (目標値)
国立市	2	2	0	2

(2) 対策施設

【整備概要】

- ・ 南部 7 処理分区に流下貯留管（バイパス）を設置し、流域下水道幹線に接続する。
- ・ 南部 7 処理分区、南部 8 処理分区の雨水吐室にきょう雑物削減施設を設置する。
- ・ 南部 7 処理分区、南部 8 処理分区の雨水吐室の堰高を嵩上げする。
- ・ 国立市合流地区全域に雨水浸透施設を設置する。

4. 事後調査方針

合流改善対策実施後の効果の評価においては、現況の雨天時の汚濁負荷流出状況についてモニタリングを行い、結果を基に流出解析モデルを用いたシミュレーションによって評価する。

流出解析モデルとは、実際の下水道への降雨の流出状況をコンピューター上で数理解析(シミュレーション)により再現するモデルであり、降雨の流出率や浸透能、管渠内の流出速度等の各種パラメータを調整することで現況の流出状況を精度よく再現することができる。

合流式下水道の緊急改善目標に対し、評価の考え方は以下のとおりとする。

4.1 汚濁負荷量の削減

緊急改善計画の汚濁負荷量の削減に関する目標は年間の汚濁負荷量を分流式下水道と同等以下とすることである。

これには下水処理場における処理後の放流水も含めた全汚濁負荷量が対象となる。国立市の汚水は流域下水道である北多摩二号水再生センターにおいて処理・放流されており、処理場の放流負荷の管理は東京都下水道局が所管する。

したがって本検討では、国立市が管理する市内の2か所の雨水吐き口について、年間の未処理下水による汚濁負荷量が現計画の計画目標以下となっているかを評価基準とし、シミュレーションにより評価する。

4.2 公衆衛生上の安全確保

緊急改善計画の公衆衛生上の安全確保に関する目標は、年間の雨水吐口における未処理放流回数を対策前の半減以下とすることである。

本検討ではシミュレーションにより、対策前後の未処理放流回数を評価し、対策後に半減以下となるかを評価基準とする。

4.3 きょう雑物の対策

きょう雑物対策の目標は各雨水吐口でスクリーン・水面制御装置などのきょう雑物流出対策がなされていることであり、国立市では2か所の雨水吐口において既に水面制御装置の設置を実施しているため目標達成している。

本検討では、設置された水面制御装置の効果を確認するため、雨天時モニタリング時に放流水に含まれるきょう雑物を捕捉し、流出量や内容などについて目視により定性的に評価する。

5. モニタリング

5.1 モニタリングの実施

(1) モニタリング計画

1) 調査対象

調査対象は、国立市の合流式下水道の流量、水質(晴天時・雨天時)である。市内に2か所ある雨水吐口において流量観測を実施する。また、うち1か所において水質分析およびきょう雑物調査を実施する。合わせて国立市役所屋上において雨量の観測を実施する。

調査対象地点を以下に示す。

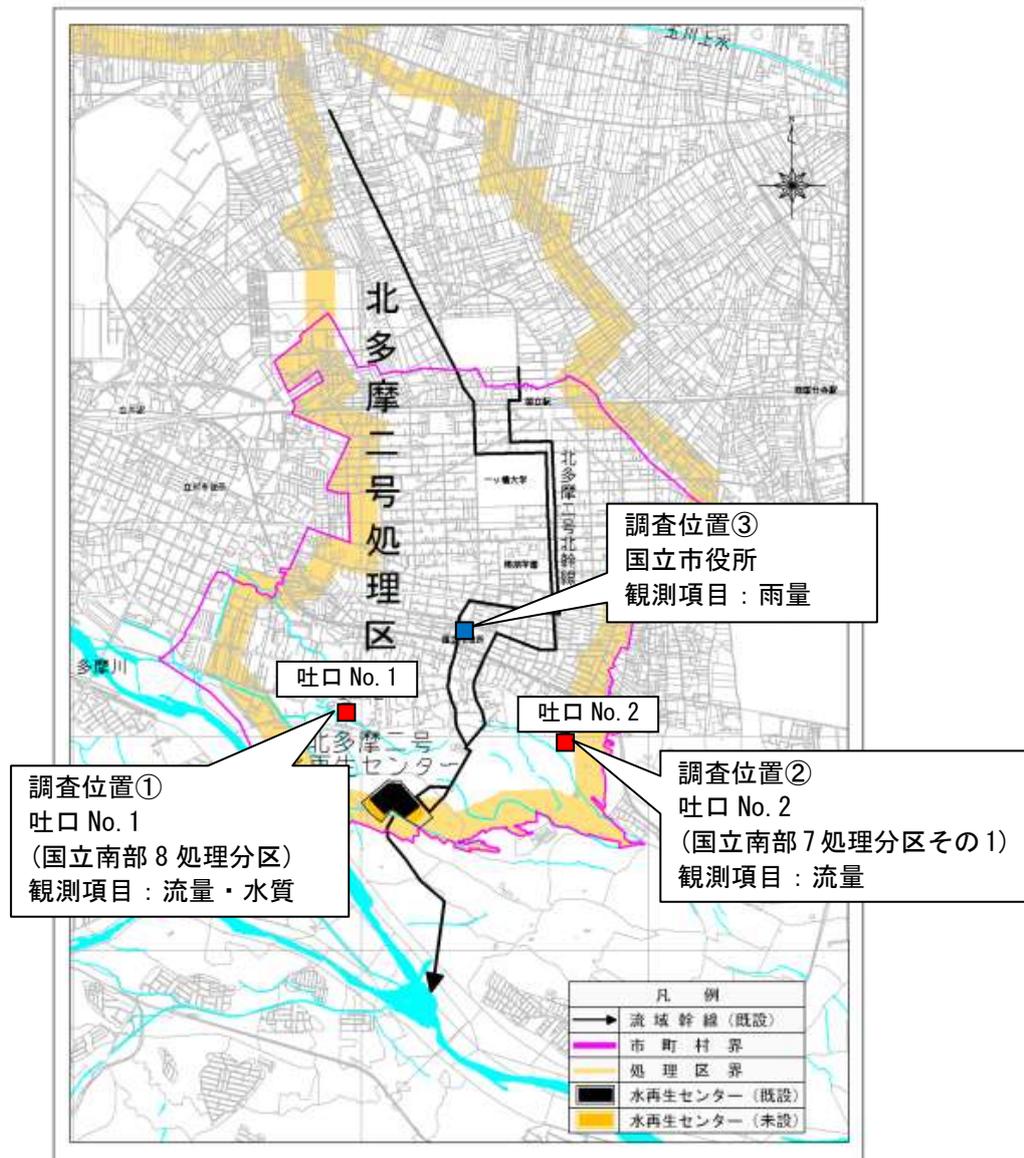


図 5-1 調査対象位置図

2) 工程

流量観測期間は平成 25 年 8 月上旬～平成 25 年 11 月上旬の約 3 ヶ月間とし、期間中の降雨時に 2 回、晴天時に 1 回採水・水質分析を行う。また、降雨時の水質分析に合わせきょう雑物調査を行うこととした。

3) 流量観測

図 5-1 に示した雨水吐口 2 か所において、流量計を設置し自動計測により流量観測を行った。

4) 水質分析

a) 採水箇所

採水箇所は図 5-1、図 5-2 に示す地点とした。

雨水吐口は交通量の多い車道の中央部に位置するため、作業の安全性を考慮し、採水を実施する人孔は遮集側の一つ下流の人孔とする。また、きょう雑物調査を実施する人孔は放流側の一つ下流の人孔とする。

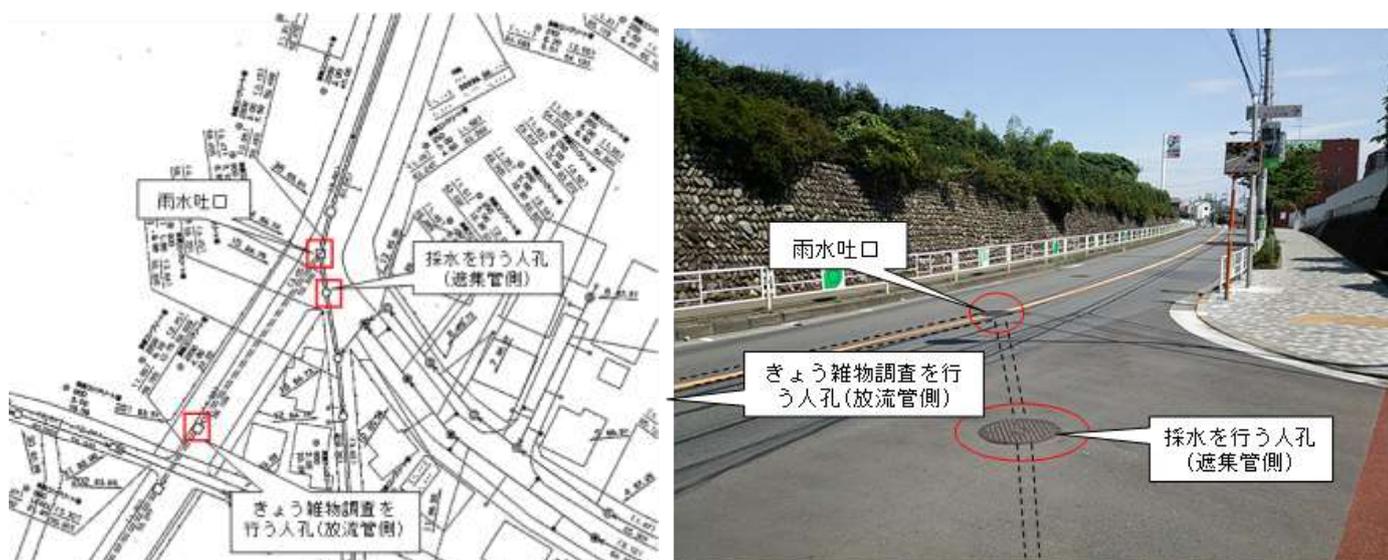


図 5-2 採水地点位置図(詳細)

b) 調査項目

調査項目は以下のとおりである。

表 5-1 水質調査項目

項目	晴天時	雨天時(1回あたり)
BOD	13	30
COD	2	5
SS	13	30
T-N	2	5
T-P	2	5
大腸菌群数	13	30

その他現地観測項目：pH、DO、電気伝導度

5) 雨量観測

雨量観測は国立市役所屋上において観測を実施した。

6) きょう雑物調査

きょう雑物調査は未処理放流開始直後および放流継続期間中に放流管側の水をバケツで掬ってネットを透過させ、捕捉される内容物を定性的に確認した。

(2) モニタリングの実施状況

流量、降雨および水質のモニタリングは以下のとおり実施した。

実施期間：平成 25 年 8 月 8 日～平成 25 年 11 月 10 日

観測項目：降雨量、水位、流速、流量

BOD、SS、COD、T-N、T-P、大腸菌群数、きょう雑物

晴天時採水実施日：平成 25 年 10 月 9 日 16:00～平成 25 年 10 月 10 日 16:00

雨天時採水実施日：平成 25 年 9 月 15 日～16 日、平成 25 年 10 月 5 日～6 日

5.2 放流実態の把握に関する整理

(1) 降雨量

観測期間中の日降水量および各降雨における時間最大降水量は以下のとおりであった。

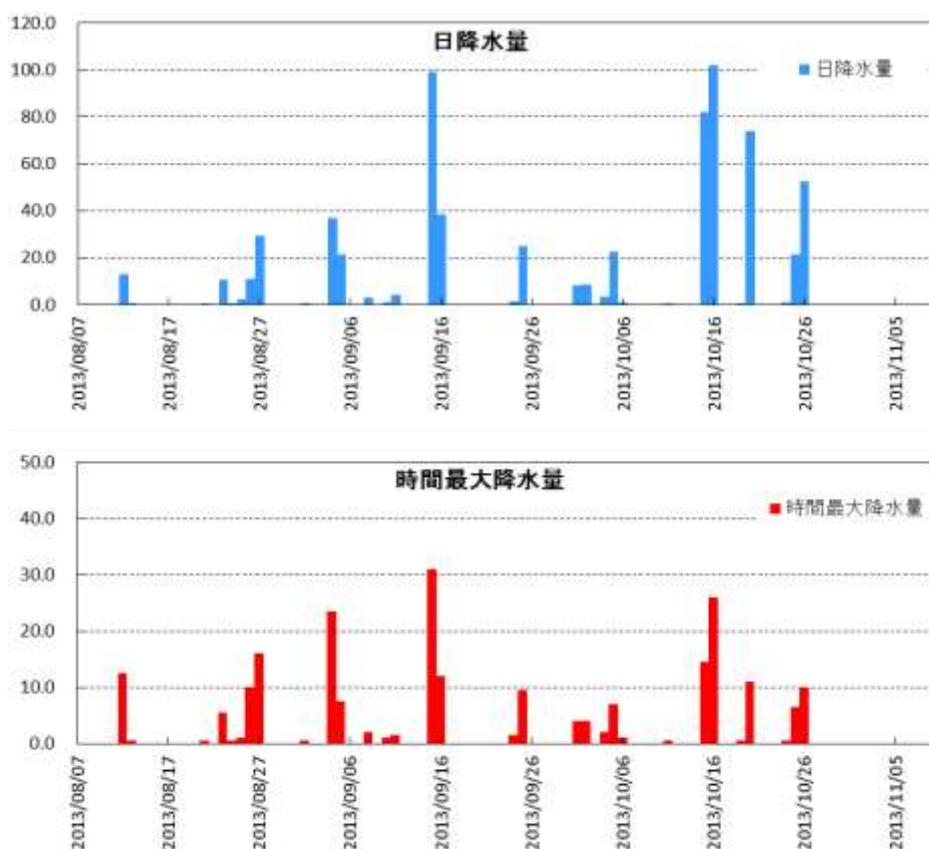


図 5-3 観測期間中の日降水量および時間最大降水量

(2) 流量および水質

流量・水質のモニタリング結果を以下に示す。

1) 晴天時

① 流量

各地点の観測期間中の晴天日平均流量および時間別の変動率を以下に示す。

表 5-2 各吐口における晴天日平均流量および変動率

	吐口 No.1		吐口 No.2	
	平均 (m ³ /s)	変動率	平均 (m ³ /s)	変動率
0:00	0.0312	1.05	0.0025	1.00
1:00	0.0281	0.94	0.0013	0.54
2:00	0.0268	0.90	0.0001	0.06
3:00	0.0249	0.84	0.0000	0.02
4:00	0.0247	0.83	0.0000	0.00
5:00	0.0255	0.86	0.0000	0.00
6:00	0.0277	0.93	0.0007	0.30
7:00	0.0325	1.09	0.0033	1.34
8:00	0.0353	1.18	0.0049	2.00
9:00	0.0333	1.12	0.0038	1.56
10:00	0.0314	1.05	0.0031	1.26
11:00	0.0293	0.98	0.0024	0.96
12:00	0.0282	0.95	0.0020	0.82
13:00	0.0280	0.94	0.0017	0.68
14:00	0.0279	0.94	0.0016	0.64
15:00	0.0277	0.93	0.0019	0.76
16:00	0.0283	0.95	0.0014	0.56
17:00	0.0288	0.97	0.0018	0.72
18:00	0.0304	1.02	0.0031	1.26
19:00	0.0319	1.07	0.0039	1.58
20:00	0.0326	1.10	0.0046	1.86
21:00	0.0333	1.12	0.0053	2.18
22:00	0.0352	1.18	0.0053	2.18
23:00	0.0318	1.07	0.0043	1.74
平均	0.0298	1.00	0.0025	1.00

② 水質

晴天日の水質モニタリングは以下のとおり実施した。

表 5-3 晴天日の水質観測項目

水質項目	検体数	採水方法
BOD	13	16時より2時間ごとに採水
COD	2	10時、22時に採水
T-N	2	10時、22時に採水
T-P	2	10時、22時に採水
SS	13	16時より2時間ごとに採水
大腸菌群数	13	16時より2時間ごとに採水

表 5-4 晴天日の水質モニタリング結果

試料 No.	採取日時	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)	大腸菌群数 (個/mL)	pH	DO (mg/L)	電気伝導度 (ms/cm)
1	10/9 16:00	42.9				62	550000	7.16	4.98	0.423
2	10/9 18:00	65.8				99	340000	7.17	4.80	0.408
3	10/9 20:00	66.0				75	270000	7.12	4.68	0.406
4	10/9 22:00	76.8	52	17.6	1.92	81	100000	7.18	4.29	0.403
5	10/10 0:00	65.0				51	450000	7.20	5.17	0.376
6	10/10 2:00	30.8				28	250000	7.23	5.20	0.360
7	10/10 4:00	20.6				17	270000	7.17	5.10	0.351
8	10/10 6:00	51.1				75	310000	7.47	5.73	0.462
9	10/10 8:00	123.8				172	43000	7.40	5.55	0.511
10	10/10 10:00	80.5	67	20.4	2.19	101	180000	7.39	5.72	0.419
11	10/10 12:00	70.8				68	110000	7.35	5.45	0.419
12	10/10 14:00	62.1				81	66000	7.33	5.59	0.423
13	10/10 16:00	46.8				61	87000	7.38	5.77	0.427
平均※		63.0	59.5	19.0	2.10	75.8	240000	7.27	5.23	0.414
下水排除基準		600未満	-	120未満	16未満	600未満	-	5を超え 9未満	-	-

※平均は10/10 14時までの単純平均値

晴天時の水質モニタリング結果(BOD、SS、大腸菌群数)を以下に示す。

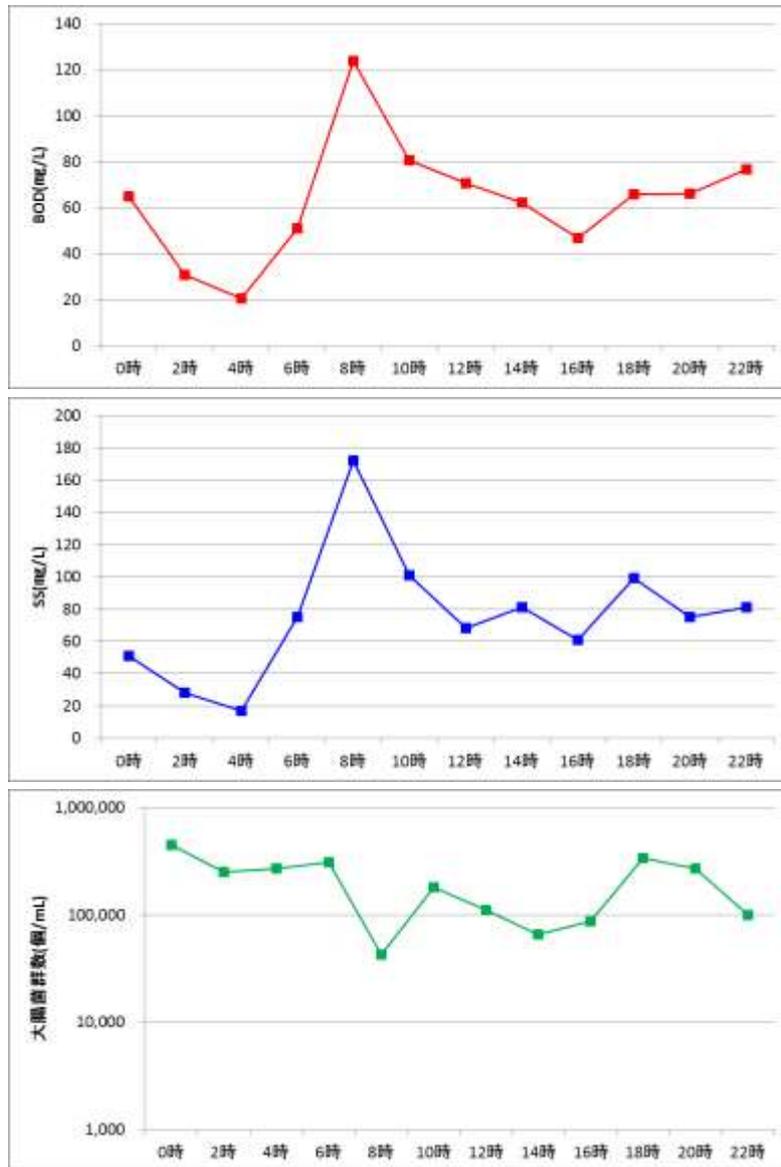


図 5-4 晴天時水質の観測結果(上から BOD、SS、大腸菌群数)

2) 雨天時

① 流量

観測期間中の主な降雨のハイドログラフを以下に示す。

表 5-4 主な降雨日の降雨データ

降雨開始日時	降雨継続時間	総降雨量 (mm)	時間最大 降雨量 (mm/hr)	備考
8/12 18:50	1:00	13.0	12.5	
9/4 9:50	2:10	26.0	23.5	
9/15 3:50	9:05	99.0	31.0	雨天時モニタリングを実施
10/4 21:45	23:15	20.0	7.0	雨天時モニタリングを実施
10/19 20:45	24:50	74.5	11.0	
10/25 8:00	29:15	74.0	10.0	

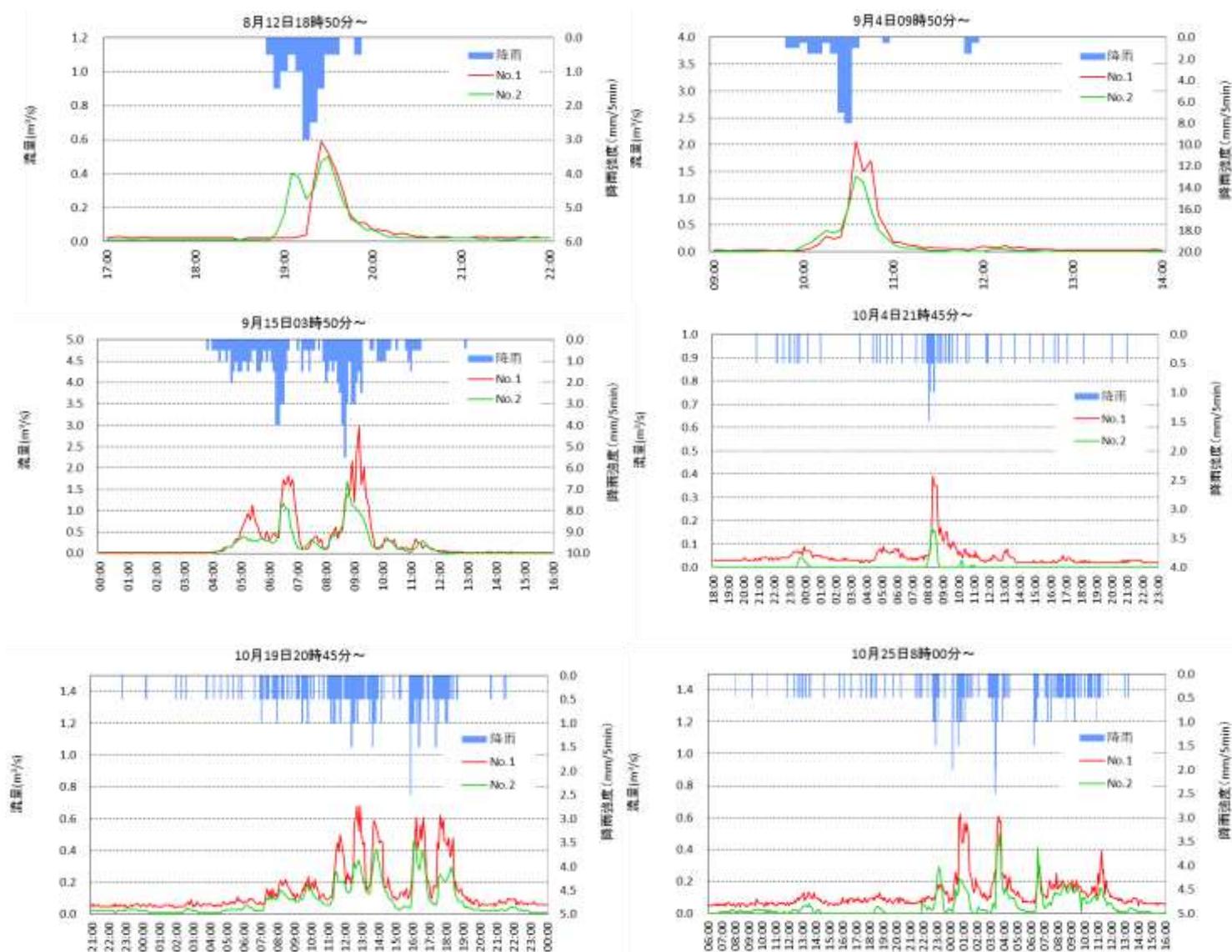


図 5-5 観測期間中の主な降雨のハイドログラフ

② 水質

雨天時の水質モニタリング結果を以下に示す。

A. 第1回 9/15 第1回 9/15

表 5-5 雨天日(9/15)の水質モニタリング結果

試料名	採取日時	経過時間 (分)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)	大腸菌 群数 (個/mL)	pH	DO (mg/L)	電気伝 導度 (ms/cm)
1	9/15 4:10	0	110.0	79	23.9	2.60	170	91000	7.52	3.95	0.049
2	9/15 4:20	10	200.0				330	120000	7.27	5.82	0.283
3	9/15 4:25	15	110.0				220	120000	7.21	6.79	0.236
4	9/15 4:30	20	110.0				240	130000	7.39	7.06	0.198
5	9/15 4:35	25	190.0				600	79000	6.77	7.66	0.157
6	9/15 4:40	30	200.0	170	21.4	4.13	490	89000	6.61	8.27	0.141
7	9/15 4:45	35	160.0				450	50000	6.97	8.21	0.104
8	9/15 4:50	40	150.0				420	59000	6.98	8.56	0.079
9	9/15 4:55	45	140.0				430	60000	6.71	8.46	0.070
10	9/15 5:00	50	100.0				360	29000	6.94	8.60	0.059
11	9/15 5:05	55	52.0				330	14000	6.95	8.68	0.053
12	9/15 5:10	60	81.0				410	4000	6.81	8.94	0.060
13	9/15 5:20	70	14.0				92	6000	7.11	8.70	0.048
14	9/15 5:30	80	6.9				93	6600	7.32	8.75	0.044
15	9/15 5:40	90	8.2				88	4000	7.41	8.93	0.049
16	9/15 5:50	100	4.9				60	4700	7.81	8.94	0.055
17	9/15 6:00	110	4.5				40	5700	7.71	8.99	0.050
18	9/15 6:10	120	6.7				46	1500	7.68	9.22	0.045
19	9/15 6:20	130	3.3	14	2.0	0.41	94	2300	7.54	9.13	0.045
20	9/15 6:30	140	4.3				140	3600	7.43	9.15	0.032
21	9/15 6:40	150	5.0				140	1600	7.51	9.16	0.032
22	9/15 6:50	160	4.5				92	3200	7.56	9.26	0.032
23	9/15 7:20	190	12.0				50	3700	7.63	9.33	0.033
24	9/15 8:20	250	5.5				50	26000	7.78	9.21	0.042
25	9/15 9:20	310	3.2				48	22000	8.01	9.12	0.046
26	9/15 10:20	370	14.0				37	55000	7.96	9.00	0.047
27	9/15 11:20	430	17.0	12	3.5	0.31	30	20000	7.78	9.12	0.058
28	9/15 12:20	490	34.0				46	76000	7.75	9.04	0.071
29	9/15 14:20	610	91.0				60	130000	7.67	8.84	0.077
30	9/15 16:20	730	75.0	46	19.8	1.53	68	39000	7.51	9.01	0.067
雨天時の水質基準			※40.0 (年間加重平均)	-	-	-	-	-	-	-	-

雨天時の水質基準に関する解析結果(参考値)は P28.表 6-5 法定降雨・降雨量 10~30mm の降雨における放流水質を参照

※下水道法における放流水の水質の基準

降雨による雨水の影響が大きい時において、合流式の公共下水道(流域関連公共下水道を除く。)の各吐口又は合流式の流域下水道及びそれに接続しているすべての合流式の流域関連公共下水道の各吐口からの放流水に含まれる生物化学的酸素要求量で表示した汚濁負荷量の総量を、当該各吐口からの放流水の総量で除した数値が、一リットルにつき五日間に四十ミリグラム以下であることとする。(抜粋:下水道法施行令第六第二項)

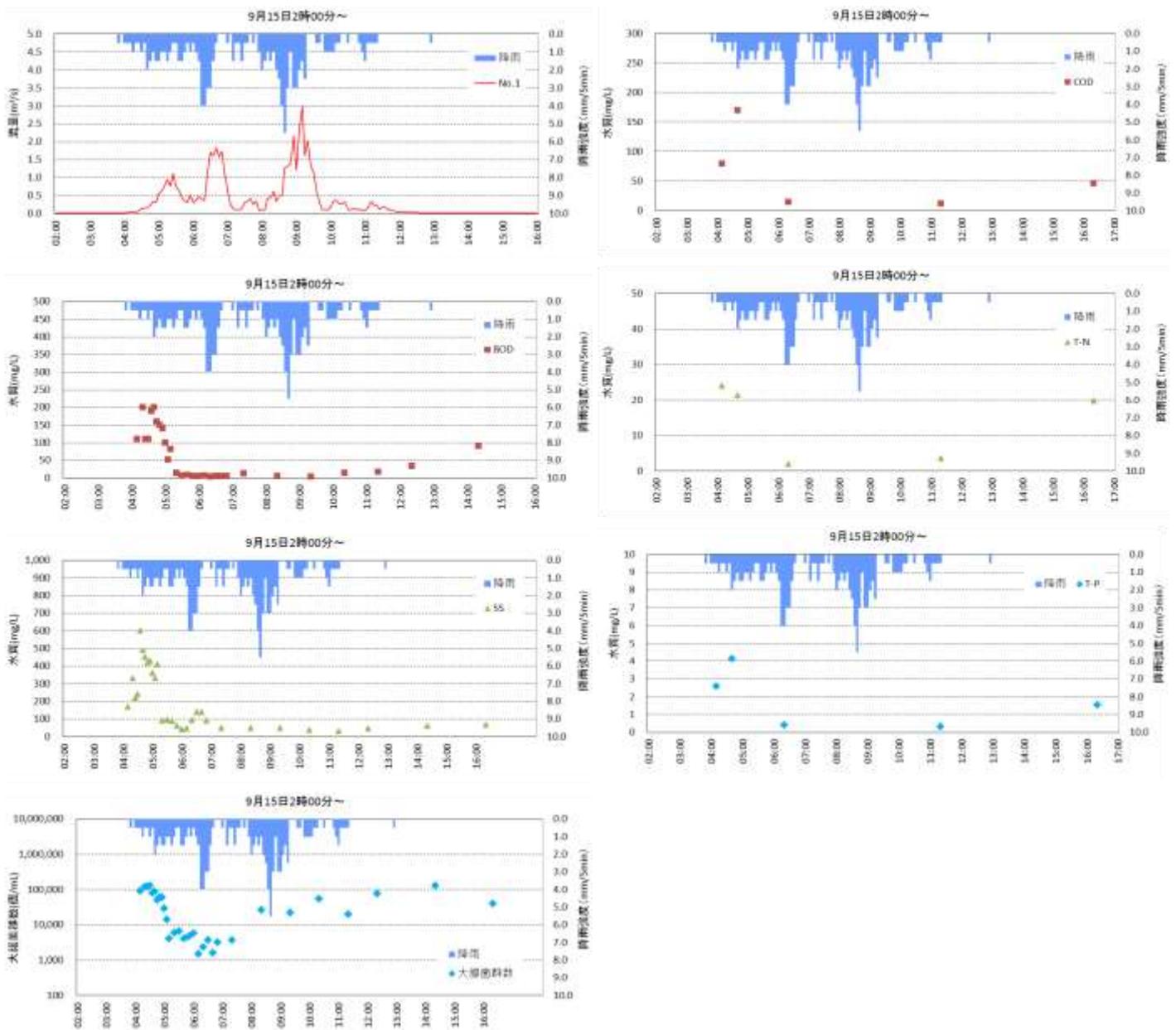


図 5-6 雨天日(9/15)の水質モニタリング結果

B. 第2回 10/5 第2回 10/5

表 5-6 雨天日(10/4)の水質モニタリング結果

試料名	採取日時	経過時間(分)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	SS (mg/L)	大腸菌群数 (個/mL)	pH	DO (mg/L)	電気伝導度 (ms/cm)
1	10/4 22:00	0	70.0	57	18.2	1.91	67	280000	7.35	5.25	0.516
2	10/4 22:30	30	74.3				66	180000	7.35	4.62	0.500
3	10/4 23:00	60	83.1				133	400000	7.36	4.96	0.487
4	10/4 23:30	90	55.8				83	160000	7.39	5.67	0.434
5	10/5 0:00	120	57.1				88	41000	7.24	5.84	0.385
6	10/5 1:00	180	27.0				31	250000	7.27	5.48	0.326
7	10/5 2:00	240	25.0				22	46000	7.30	6.01	0.263
8	10/5 3:00	300	26.2	20	10.9	0.86	27	42000	7.32	7.00	0.288
9	10/5 4:00	360	12.0				10	28000	7.23	6.69	0.325
10	10/5 5:00	420	29.8				53	11000	7.26	6.89	0.372
11	10/5 6:00	480	19.2				23	18000	7.08	6.58	0.401
12	10/5 7:00	540	45.8				66	28000	7.28	8.15	0.216
13	10/5 8:00	600	61.8	61	24.1	2.44	69	200000	7.33	7.64	0.220
14	10/5 8:10	610	51.5				87	66000	7.62	6.77	0.379
15	10/5 8:15	615	53.5				134	61000	7.74	7.23	0.421
16	10/5 8:20	620	82.1				202	67000	7.66	7.86	0.335
17	10/5 8:25	625	399.5	250	30.8	4.31	852	200000	7.65	8.55	0.255
18	10/5 8:30	630	170.6				427	490000	7.54	6.91	0.161
19	10/5 8:35	635	43.0				173	63000	6.68	9.09	0.137
20	10/5 8:40	640	120.9				246	89000	6.98	9.44	0.092
21	10/5 8:45	645	142.2				272	86000	7.32	9.69	0.085
22	10/5 8:50	650	45.8				112	39000	7.27	9.32	0.106
23	10/5 8:55	655	32.0	29	5.4	0.81	82	14000	7.35	8.97	0.105
24	10/5 9:00	660	27.7				70	20000	7.50	9.41	0.091
25	10/5 9:05	665	26.9				51	13000	7.47	9.55	0.098
26	10/5 9:10	670	32.6				57	12000	7.48	9.52	0.102
27	10/5 9:20	680	22.5				42	18000	7.49	9.35	0.109
28	10/5 9:30	690	27.5				46	12000	7.51	9.30	0.111
29	10/5 9:40	700	29.6				46	33000	7.57	9.29	0.116
30	10/5 10:00	720	24.1				33	12000	7.56	9.40	0.127
雨天時の水質基準			※40.0 (年間加重平均)	-	-	-	-	-	-	-	-
雨天時の水質基準に関する解析結果(参考値)は P28.表 6-5 法定降雨・降雨量 10～30mm の降雨における放流水質を参照											
※下水道法における放流水の水質の基準											
降雨による雨水の影響が大きい時において、合流式の公共下水道(流域関連公共下水道を除く。)の各吐口又は合流式の流域下水道及びそれに接続しているすべての合流式の流域関連公共下水道の各吐口からの放流水に含まれる生物化学的酸素要求量で表示した汚濁負荷量の総量を、当該各吐口からの放流水の総量で除した数値が、一リットルにつき五日間に四十ミリグラム以下であることとする。(抜粋:下水道法施行令第六第二項)											

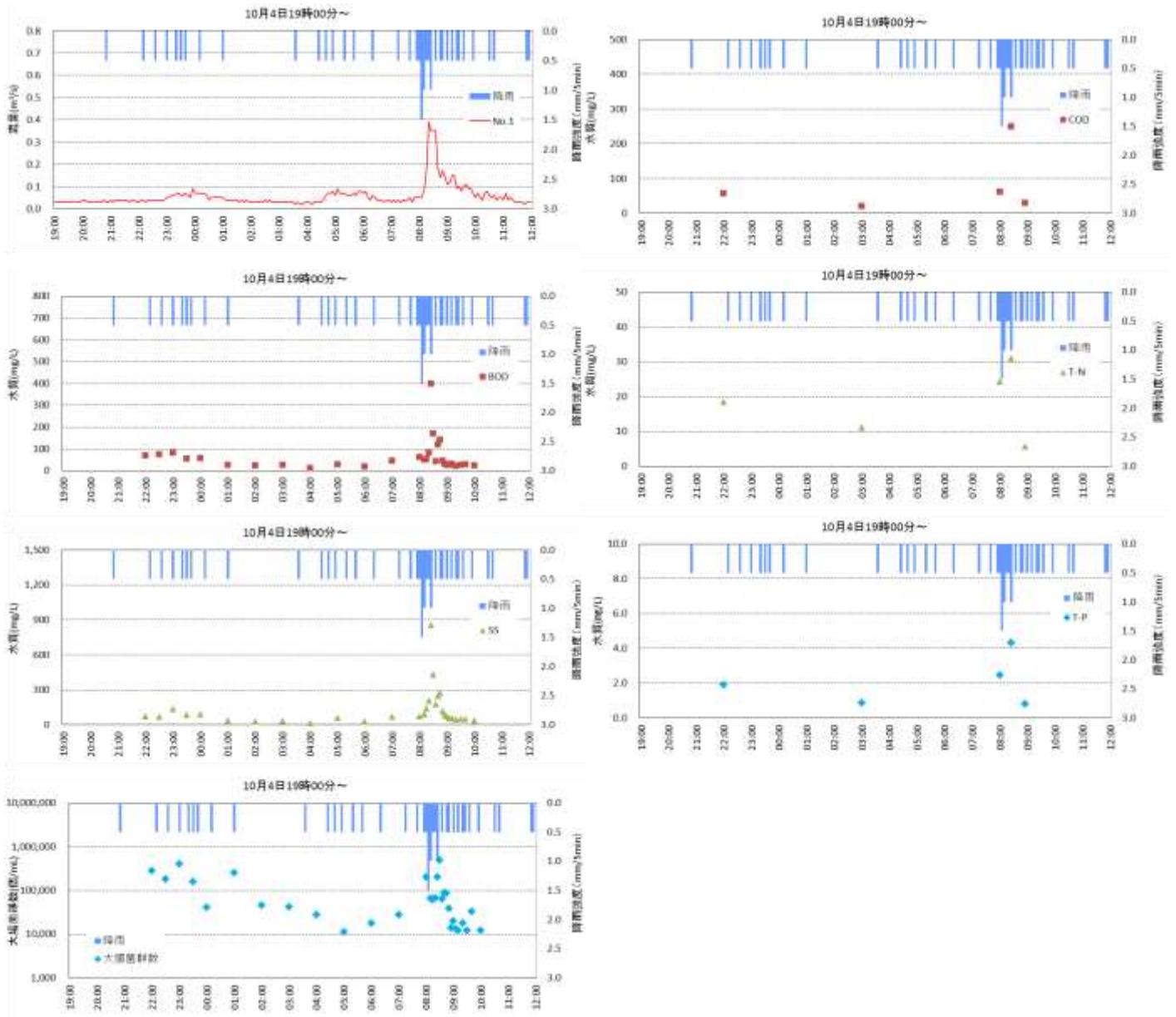


図 5-7 雨天日(10/4) の水質モニタリング結果(流量、BOD、SS、大腸菌群数)

5.3 モデル構築状況

(1) 管渠

緊急改善事業による合流改善対策効果については、流出解析モデル(Infoworks)により評価を行った。

モデル構築において対象とした管渠は、幹線管渠とそれに接続する管渠とした。管渠のモデル化状況と位置図を図 5-8 に示す。なお、管渠諸元は「国立市公共下水道事業認可計画 管渠流量計算表」を基にモデル化を行った。

【管渠モデル化概要】

- 管渠数 : 55 本
- 管渠延長 : 6137.2m
- 集水面積 : 118.83ha (南部7 処理分区その1、その3 : 46.2ha、南部8 処理分区 : 72.63ha)

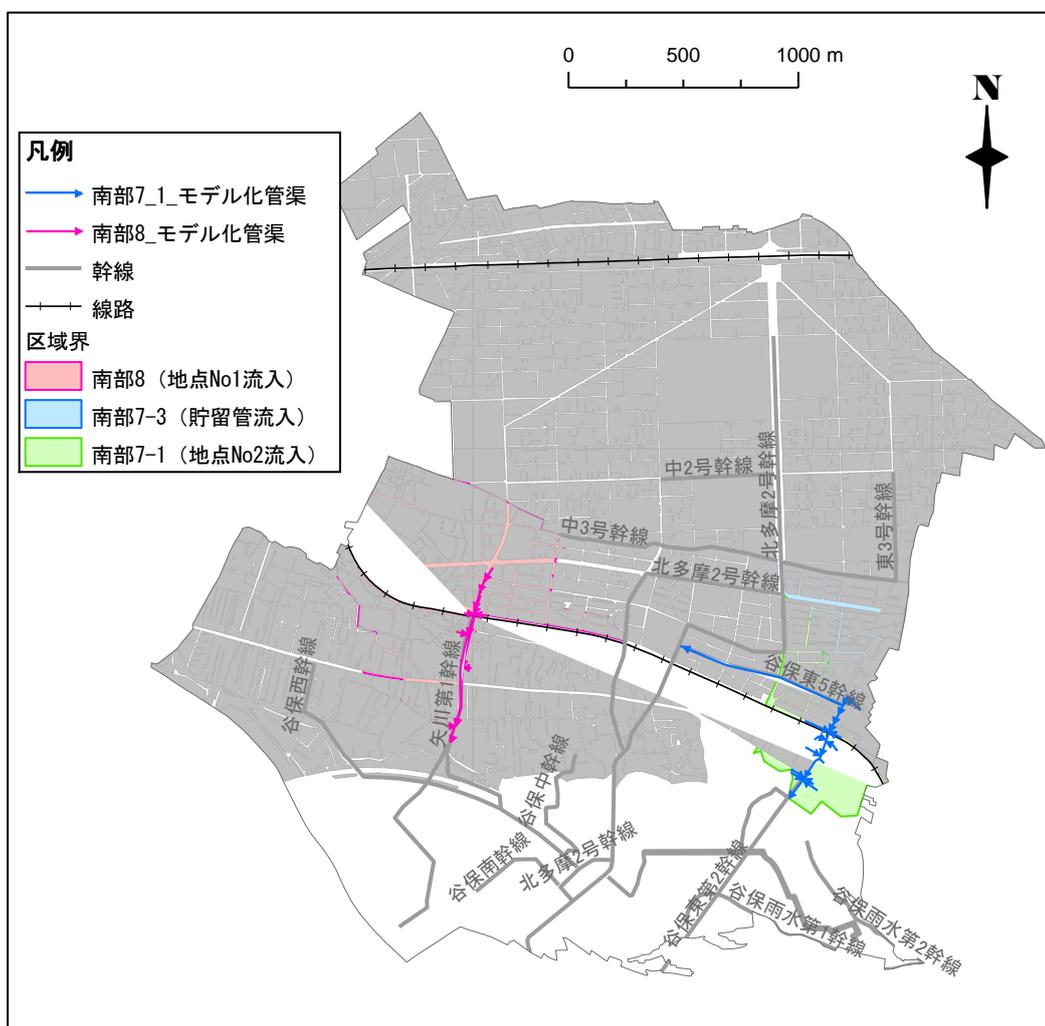


図 5-8 モデル構築管渠

(2) 流下貯留管

南部 7 処理分区（その 3）の区域を受け持つ流下貯留管のモデル化を行った。流下貯留管の施設構造や管径、延長等については、「公共下水道流下貯留管築造工事 谷保東第 5 幹線 竣工図 H23.3」を基に以下のとおりモデル化を行った。

- ・貯留管総延長：756.3m
- ・貯留管径：1800mm



図 5-9 流下貯留管と分岐するφ1800mm 管渠の上流部、下流オリフィス部

(3) 雨水吐口

雨水吐口の堰の諸元は、「平成 23 年度 渦流式水面制御装置設置業務委託報告書」及び「平成 24 年度 国立市公共下水道合流改善施設設計業務委託(委-4)」の構造図を参考に設定した。下表にモデル化した雨水吐口の諸元を示す。

表 5-5 地点 1・2 におけるモデル化分水人孔（堰）諸元

吐口 No	処理分区	堰幅 (m)	堰高 (m)	備考
NO. 1	南部 8 処理分区	3.03	0.30	「平成 23 年度 渦流式水面制御装置設置業務委託報告書」より
NO. 2	南部 7 処理分区 その 1	5.60	0.40	「平成 24 年度 国立市公共下水道合流改善施設設計業務委託(委-4)」より

現計画策定時のシミュレーションにおいては、各雨水吐口における遮集量は、モニタリングによる実態に合わせ設定した。



図 5-10 吐口 No1、No2 の分水人孔内状況

5.4 パラメータ設定およびキャリブレーション

構築した流出解析モデルは、観測結果を基にキャリブレーションを行い実際の流量や水質を再現できるように調整した。

キャリブレーションの結果を以下に示す。

(1) 流量のキャリブレーション結果

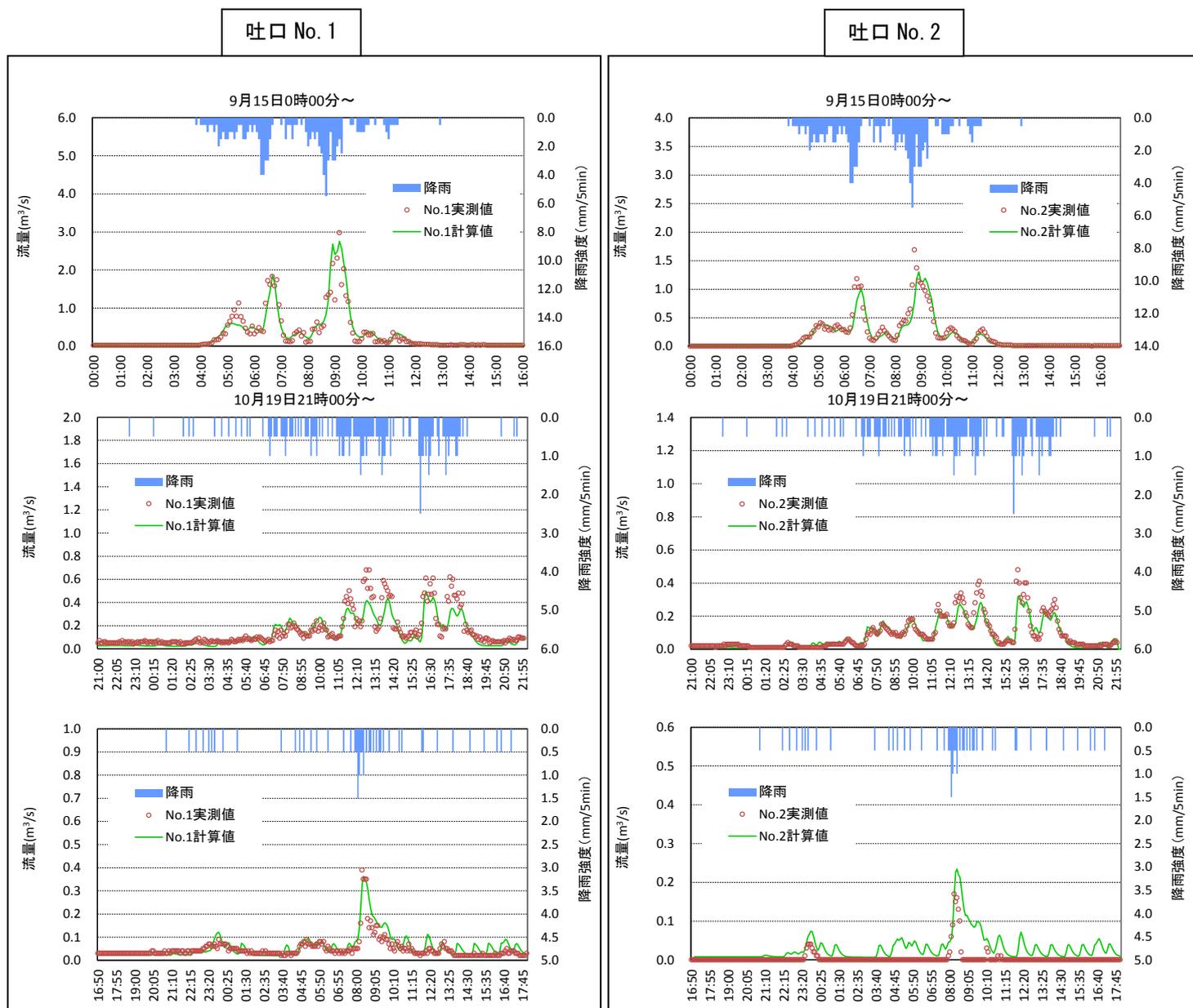


図 5-11 流量のキャリブレーション結果

(2) 水質のキャリブレーション結果

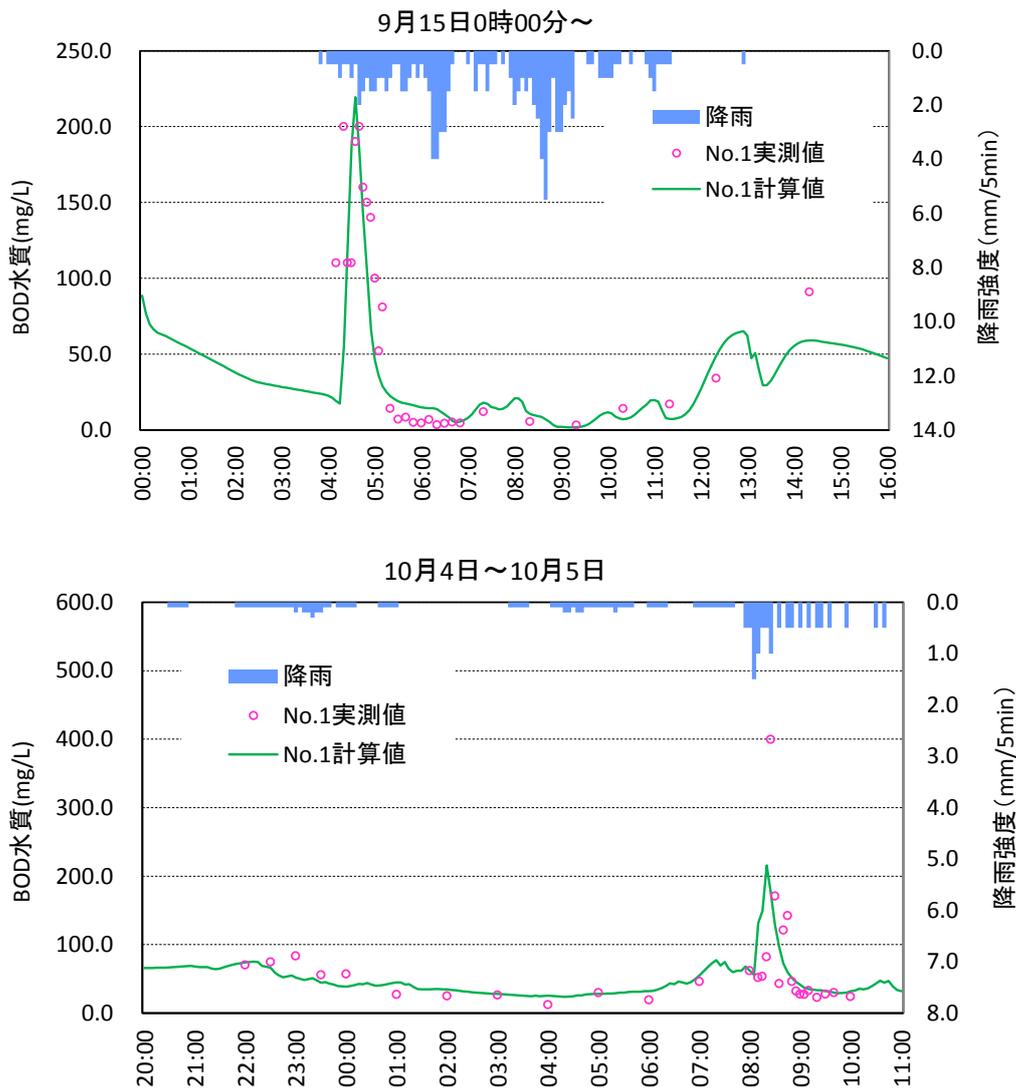


図 5-12 水質のキャリブレーション結果

6. 合流改善対策施設の設置効果の評価

合流改善対策施設である流下貯留管、雨水浸透施設、水面制御装置の設置効果を評価した。

流下貯留管および雨水浸透施設については前章で構築した流出解析モデルにより年間解析を実施し、汚濁負荷量、未処理放流回数の削減効果を評価した。

また水面制御装置については、雨天時モニタリング時のきょう雑物調査により評価した。

6.1 流下貯留管設置効果の評価

(1) 効果の算定

流下貯留管の設置効果に関する年間シミュレーション結果を示す。流下貯留管による対策は地点 No2 についての対策であることから、以下の効果の算出結果は地点 No2 のみの結果である。

表 6-1 貯留管設置による汚濁負荷・越流回数削減量

項目	吐口	対策前 (合流改善計画)	目標値 (合流改善計画)	対策前 (シミュレーション値)	貯留管を 設置した場合	削減量 (対策効果)
汚濁負荷量 (kg/年)	No.1	—	—	—	—	—
	No.2	—	—	2,480	830	1,650
	合計	7,096	6,630	—	—	—
未処理放流 回数(回)	No.1	54	27	54	—	—
	No.2	48	24	41	27	14
備考	浸透施設による効果は考慮していない					

※総降雨量 30mm 以下を対象とした場合の越流回数

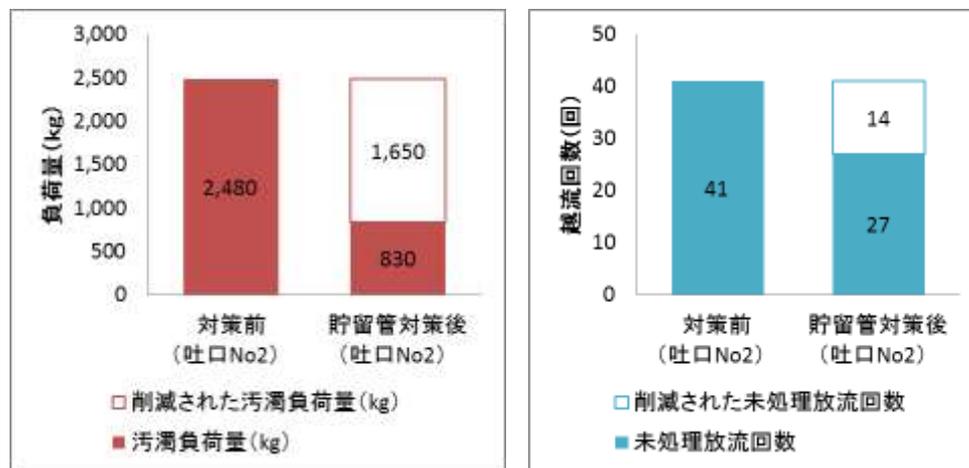


図 6-1 地点 No2 における貯留管設置による対策効果

(2) 効果の評価と取りまとめ

貯留管の整備により、吐口 No2（南部 7 処理分区その 1）において年間で約 1,650kg の汚濁負荷量削減効果があると言える。また、未処理放流回数は総降雨量 30mm 以下の降雨を対象とした場合、年間で 14 回の未処理放流回数を低減できると言える。なお、緊急改善計画の目標の 1 つである未処理放流回数の半減に対しては、流下貯留管対策のみでは不足していると言える。

6.2 雨水浸透施設設置効果の評価

(1) 雨水浸透施設の設置状況

国立市における目標年度（H25年度）時点の雨水浸透施設設置状況を表 6-2 に示す。目標年度時点の国立市全域での流出抑制効果は平均で約 4.6mm/hr (=31,450[m³/hr]÷684.34[ha]÷10)と推定される。

表 6-2 国立市目標年度（H25年度）における雨水浸透施設の設置状況

雨水浸透施設種類	設置規模 (基、m、m ²)	浸透量 (m ³ /hr)
浸透ます	20,636	10,684
浸透トレンチ	25,291	13,141
浸透井	288	611
浸透側溝	21	15
透水性舗装	23,386	460
貯留浸透槽	12	3,339
浸透施設	1	3,202
計		31,450

(2) 効果の算定

雨水浸透施設の設置効果を考慮した年間シミュレーション結果を示す。

表 6-3 浸透施設設置による汚濁負荷・越流回数削減量

項目	吐口	対策前 (合流改善計画)	目標値 (合流改善計画)	対策前 (シミュレーション値)	浸透施設を 設置した場合	削減量 (対策効果)
汚濁負荷量 (kg/年)	No.1	—	—	4,510	1,004	3,506
	No.2	—	—	2,480	1,455	1,025
	合計	7,096	6,630	6,990	2,459	4,531
未処理放流 回数(回)	No.1	54	27	54	27	27
	No.2	48	24	41	32	9
備考	貯留管による効果は考慮していない					

※総降雨量 30mm 以下を対象とした場合の越流回数

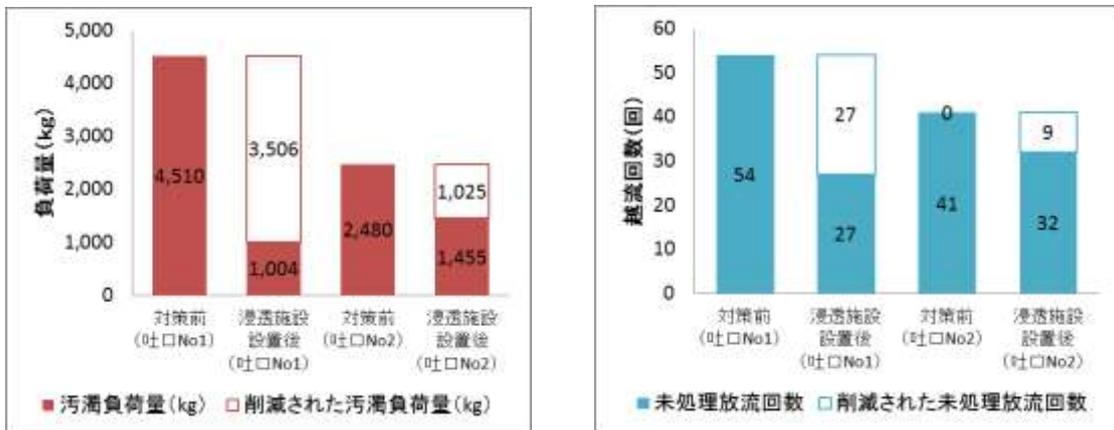


図 6-2 吐口 No1・2 における雨水浸透施設設置による対策効果

(3) 効果の評価と取りまとめ

雨水浸透施設の設置により、吐口 No1・2 合わせて年間で約 4,500kg の汚濁負荷量削減効果があると言える。また、未処理放流回数は総降雨量 30mm 以下の降雨を対象とした場合、吐口 No1 では年間で 27 回、No2 では年間で 9 回の越流回数を低減できると言える。なお、緊急改善計画の目標の 1 つである未処理放流回数の半減に対しては、吐口 No1 において、浸透対策のみで達成していることが分かる。

6.3 全対策施設（流下貯留管、雨水浸透施設）効果の評価

前項で示した流下貯留管と雨水浸透施設の設置について、合わせて対策効果の評価を行った。

(1) 効果の算定

以下に各計算ケースにおいて年間シミュレーション結果を示す。

表 6-4 流下貯留管・雨水浸透施設設置による汚濁負荷量・未処理放流回数削減量

項目	吐口	対策前 (合流改善計画)	目標値 (合流改善計画)	対策前 (シミュレーション値)	貯留管+浸透施設 を設置した場合	削減量 (対策効果)
汚濁負荷量 (kg/年)	No.1	—	—	4,510	1,004	3,506
	No.2	—	—	2,480	377	2,102
	合計	7,096	6,630	6,990	1,381	5,609
未処理放流 回数(回)	No.1	54	27	54	27	27
	No.2	48	24	41	18	23
備考						

※総降雨量 30mm 以下を対象とした場合の越流回数

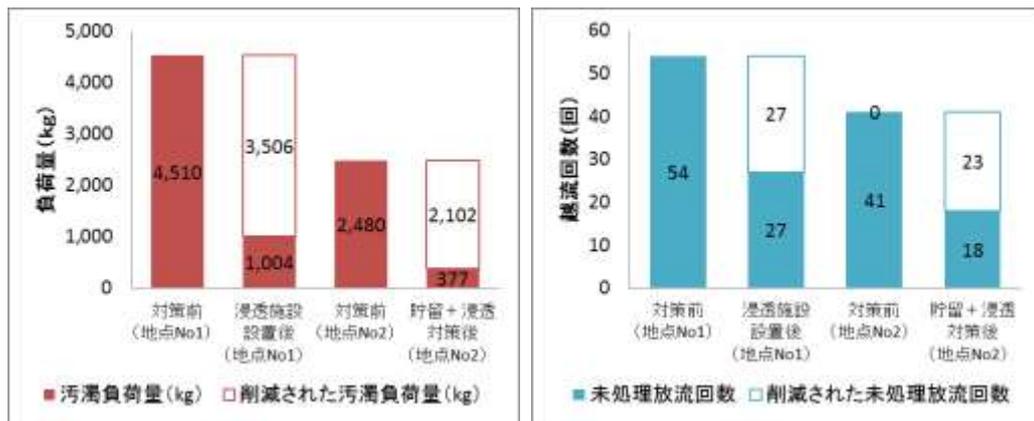


図 6-3 地点 No1・2 における貯留管と浸透施設設置による対策効果

(2) 効果の評価と取りまとめ

流下貯留管と雨水浸透施設の整備により、吐口 No1・2 合わせて年間で約 5,600kg の汚濁負荷量削減効果があると言える。また、未処理放流回数は総降雨量 30mm 以下の降雨を対象とした場合、地点 No1 では年間で 27 回、地点 No2 では年間で 23 回の未処理放流回数を低減できると言える。なお、緊急改善計画の目標の 1 つである未処理放流回数の半減に対しては、吐口 No1、No2 において、流下貯留管と雨水浸透対策により達成していることが分かる。

(3) 参考：下水道法施行令の遵守について

年間降雨のうち降雨量が10mm～30mmの22降雨を対象として、各吐口（No1・2）の放流水質を解析した。2箇所の吐口を合わせた平均放流水質はBOD25.8mg/Lであり、BOD40mg/Lを下回ることが確認できた。

※なお、下水道法施行令（雨天時放流水質 BOD・40mg/L 以下）の対応は処理区単位で行うものであり、今回の結果は2箇所の吐口の水質を測定し、解析した参考値である。

表 6-5 法定降雨・降雨量10～30mmの降雨における放流水質

開始日時	～	終了日時	総降雨量 (mm)	地点No1		No1 放流水質 (mg/L)	地点No2		No2 放流水質 (mg/L)	計		計 放流水質 (mg/L)
				流量 (m3)	汚濁負荷量 (kg)		流量 (m3)	汚濁負荷量 (kg)		流量 (m3)	汚濁負荷量 (kg)	
2002/02/03 05:30	～	2002/02/03 21:30	10	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
2002/02/05 18:40	～	2002/02/06 08:30	11	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
2002/03/27 06:40	～	2002/03/27 18:00	24	678.2	56.3	83.0	172.9	19.1	110.5	851.1	75.4	88.6
2002/03/31 17:00	～	2002/03/31 22:10	12.5	962.1	15.3	15.9	516.1	7.5	14.6	1478.1	22.9	15.5
2002/04/11 20:40	～	2002/04/12 12:00	18	1.8	0.0	16.4	0.0	0.0	-	1.8	0.0	16.4
2002/05/24 15:30	～	2002/05/24 21:50	12.5	618.4	8.5	13.8	245.8	2.8	11.5	864.2	11.4	13.2
2002/05/26 14:10	～	2002/05/26 21:10	11.5	740.7	15.3	20.7	390.5	7.4	19.1	1131.2	22.8	20.1
2002/06/29 15:30	～	2002/06/30 07:30	17.5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
2002/06/30 21:10	～	2002/07/01 08:20	10	332.8	37.6	113.1	137.8	16.6	120.7	470.6	54.3	115.3
2002/07/16 06:50	～	2002/07/16 14:00	13.5	588.7	25.8	43.9	219.0	8.9	40.8	807.7	34.8	43.0
2002/07/24 20:50	～	2002/07/25 05:30	11	291.4	29.7	102.0	102.5	11.2	109.5	393.9	41.0	104.0
2002/07/25 09:50	～	2002/07/25 15:50	28.5	2641.0	11.1	4.2	1485.8	4.3	2.9	4126.7	15.5	3.7
2002/08/02 13:00	～	2002/08/02 20:10	11	57.6	0.4	7.0	0.0	0.0	-	57.6	0.4	7.0
2002/08/18 07:50	～	2002/08/18 20:40	12.5	442.0	8.3	18.7	184.1	1.6	9.0	626.1	9.9	15.8
2002/08/23 19:30	～	2002/08/24 04:00	22.5	1115.9	29.6	26.6	481.2	13.2	27.4	1597.1	42.8	26.8
2002/09/22 14:50	～	2002/09/23 01:40	10.5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
2002/10/17 23:10	～	2002/10/18 10:20	13	24.7	0.1	2.8	0.0	0.0	-	24.7	0.1	2.8
2002/10/19 15:50	～	2002/10/20 08:00	17.5	132.1	1.2	9.4	7.8	0.0	4.9	139.9	1.3	9.2
2002/11/25 03:50	～	2002/11/26 05:30	25	59.2	0.7	11.4	0.0	0.0	-	59.2	0.7	11.4
2002/12/04 09:50	～	2002/12/04 19:20	15	73.6	0.5	7.4	0.0	0.0	-	73.6	0.5	7.4
2002/12/08 20:50	～	2002/12/09 21:40	21	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
2002/12/16 22:00	～	2002/12/17 04:40	10.5	242.5	1.4	5.6	30.8	0.1	3.7	273.3	1.5	5.4
			合計	9002.6	242.0	26.9	3974.3	93.0	23.4	12976.9	335.0	25.8

※上表における解析は、計画策定時と同様に総降雨量、降雨回数等の分布が平均的である2002年の実績降雨(府中観測所)を選定し解析した結果である。

6.4 水面制御施設設置効果の評価

国立市の2カ所の雨水吐口においては、以下に示すとおり越流堰に水面制御装置を設置し、きょう雑物の流出を防止している。



図 6-4 水面制御装置の設置状況

「平成23年度 渦流式水面制御装置設置業務委託」においては、水面制御装置によるきょう雑物の捕捉効果を現地実験により確認しており、ここでは平均で88%の捕捉率と評価されている(設置前の捕捉率は17.6%)。

表 6-6 捕捉率の算出

水面制御装置状態	1回目	2回目	3回目	平均
未設置状態除去率A %	27.9	8.4	18.1	17.6
設置状態除去率B %	90.6	88.9	90.6	90.1
補足率 %	: $(B-A)/(100-A) \times 100$			88.0

参考：平成23年度 渦流式水面制御装置設置業務委託報告書

表 6-2 きょう雑物の流下状況

吐口 No	流下状況
No1	<ul style="list-style-type: none"> ・下水は水路をカーブしながら上流側から一気に流下するため、越流時には水面の流況が不安定なことに加え、遠心力の影響で流入側の堰から越流が始まっている。 ・事後調査における映像解析結果およびきょう雑物調査結果から、水面制御装置(ガイドウォール)を設置したことにより、水面浮遊物が水面制御装置により遮集管へ効果的に遮集されていることが確認された。
No2	<ul style="list-style-type: none"> ・事後調査における映像解析結果から、水面制御装置(ガイドウォール)を設置したことにより、水面浮遊物が水面制御装置により遮集管へ効果的に遮集されていることが確認された。

参考：平成23年度 渦流式水面制御装置設置業務委託報告書

本検討において、各吐口において未処理放流発生時に放流雨水に含まれるきょう雑物を網で捕捉し、内容を確認したところ、微細な砂利等と少量の落ち葉が含まれるのみであり、大きなきょう雑物の流出はほとんどない状態であった。水面制御装置によるきょう雑物の流出防止がよく機能しているものと考えられる。



図 6-5 未処理放流水内に含まれるきょう雑物

7. まとめと考察

(1) 事後評価結果について

本検討において、国立市の合流式下水道の緊急改善計画として整備された流下貯留管、雨水浸透施設、水面制御装置はいずれも十分な効果を発揮しており、緊急改善目標を達成する効果が得られていると評価された。

(2) 国立市における今後の合流改善事業のあり方について

国立市では、合流改善への取組みとして、ホームページ等の広報活動に努めている。

また、合流改善の対策施設として大きく効果を発現する雨水浸透施設について、

- ・「国立市雨水流出抑制指導要綱」により開発行為等に係る区域において設置の指導
- ・国立市雨水浸透ます設置助成による浸透ますの設置促進

を実施しており、これらの施設の維持管理についても定期的な点検及び清掃の努力義務を定めている。

これらは合流式下水道の年間放流汚濁負荷量及び越流回数の継続的な削減に寄与することが期待され、整備効果が継続して発揮されるよう、引き続き住民への広報や指導を行っていく必要がある。