

(5) 調査結果

1) 横須賀市上下水道局 浦賀

ダクタイル鋳鉄管路（セメントモルタルライニング）と鋼管路（セメントモルタルライニング）における水質変化と、常時流速の遅い鋳鉄管路（無ライニング）の管路更新前後における水質変化、特に管路を更新したことによる残留塩素濃度への影響を調査した。

1-1) 管路更新前調査結果

① 調査対象管路

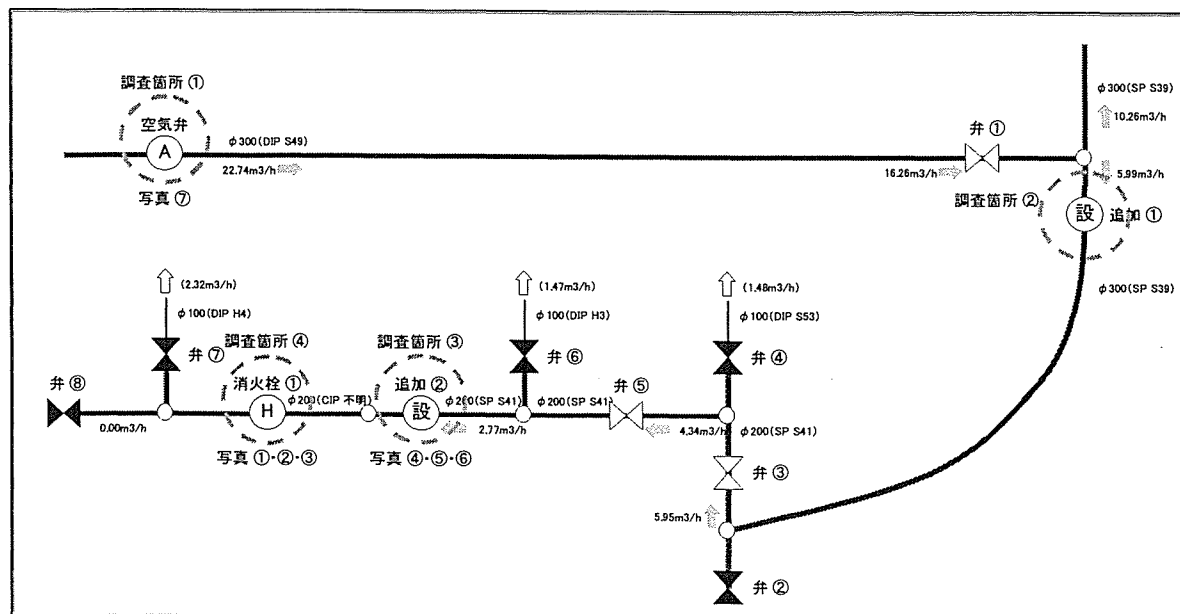


図 2.3.51 調査対象管路模式図（浦賀）【再掲】

表 2.3.37 調査対象管路（更新前）【再掲】

調査箇所	管種	内面仕様	口径 (mm)	布設年 (年)	管路延長 (m)
調査箇所 ①-②	DIP	ライニング	300	S49	490
調査箇所 ②-③	SP	ライニング	300-200	S39-41	307
調査箇所 ③-④	CIP	無ライニング	200	不明	277

② 調査工程

調査期間中に、①平常時、②滞留時および③流速設定時（5cm/sec・10cm/sec）における水質変化を確認するために、以下のスケジュールで弁操作や排水作業を行った。

①平常時	11/17（金）	計測機器設置（4箇所）
	↓	
②滞留時	11/21（火）	弁操作 開 → 閉（弁⑦11:15、弁⑥11:27、弁④11:40）
	↓	
③流速設定	11/27（月）	排水作業 流速 5cm/sec（開始 11:39 → 終了 16:51）
	↓	
	11/28（火）	排水作業 流速 10cm/sec（開始 11:13 → 終了 14:13）
	↓	
	11/29（水）	計測機器撤去（4箇所）

③ 残留塩素濃度計測結果

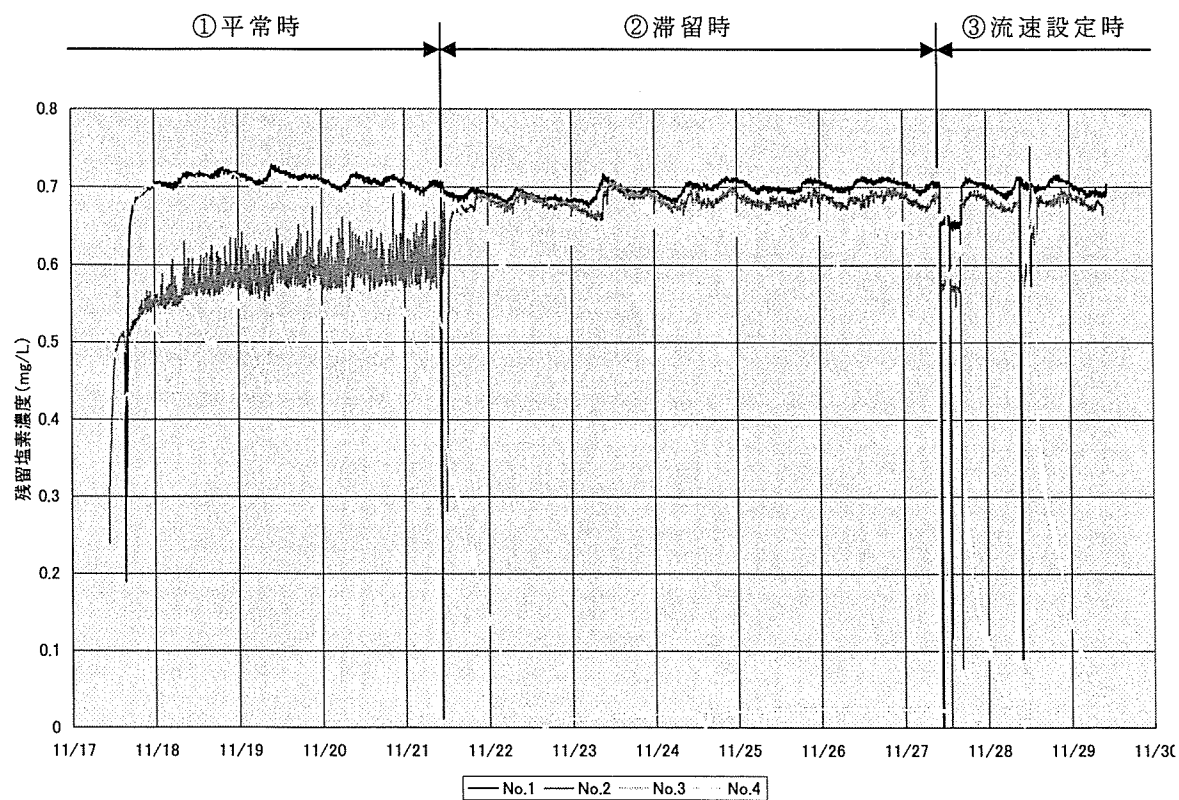


図 2.3.52 残留塩素濃度計測結果 (更新前)

④ 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 5cm/sec)

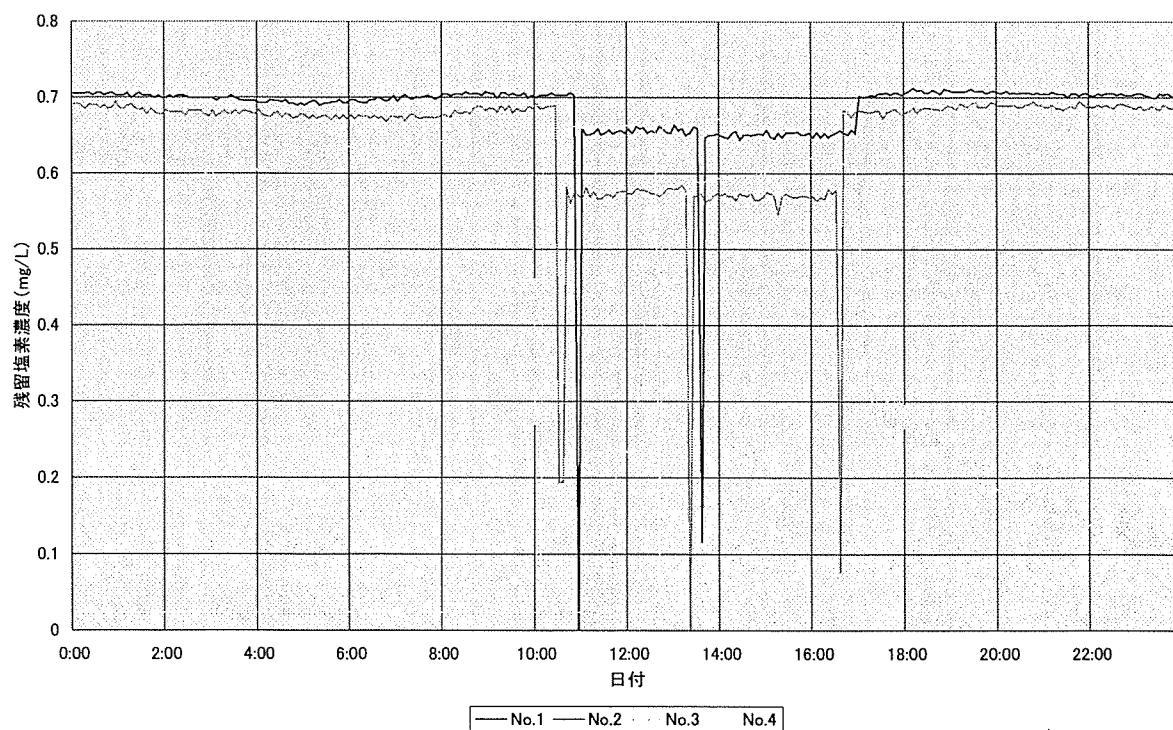


図 2.3.53 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 5cm/sec)

⑤ 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 10cm/sec)

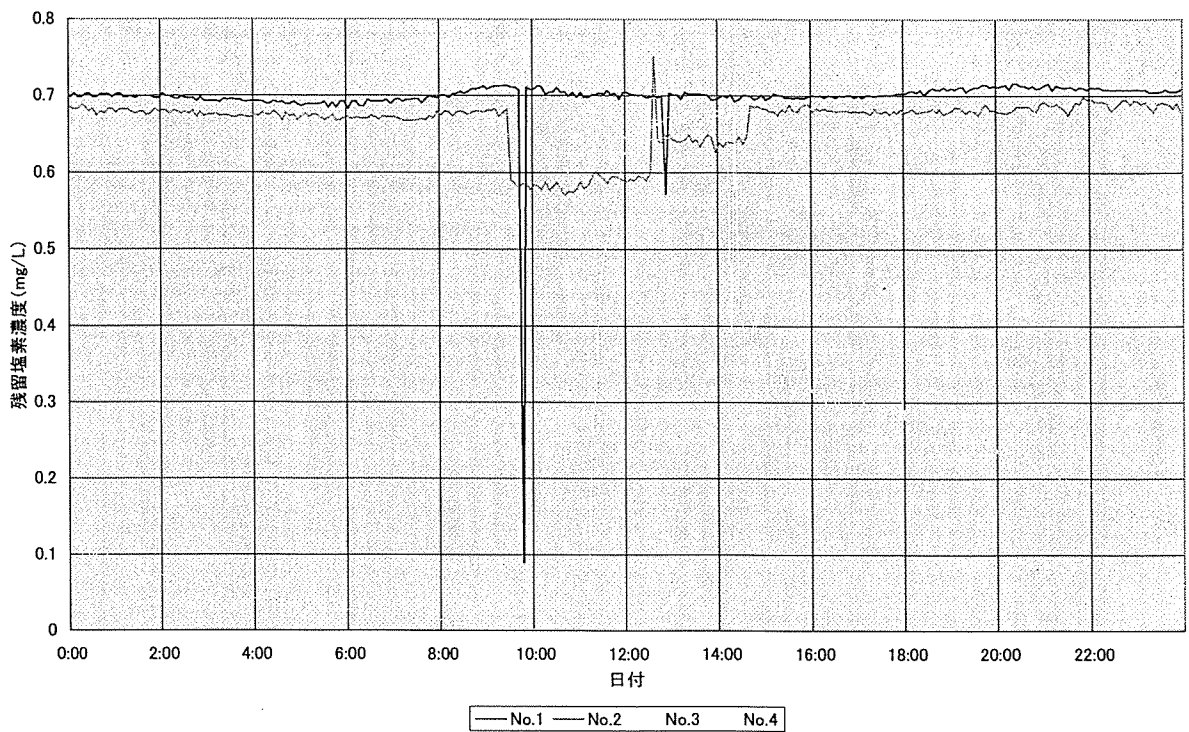


図 2.3.54 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 10cm/sec)

⑥ 電気伝導率計測結果

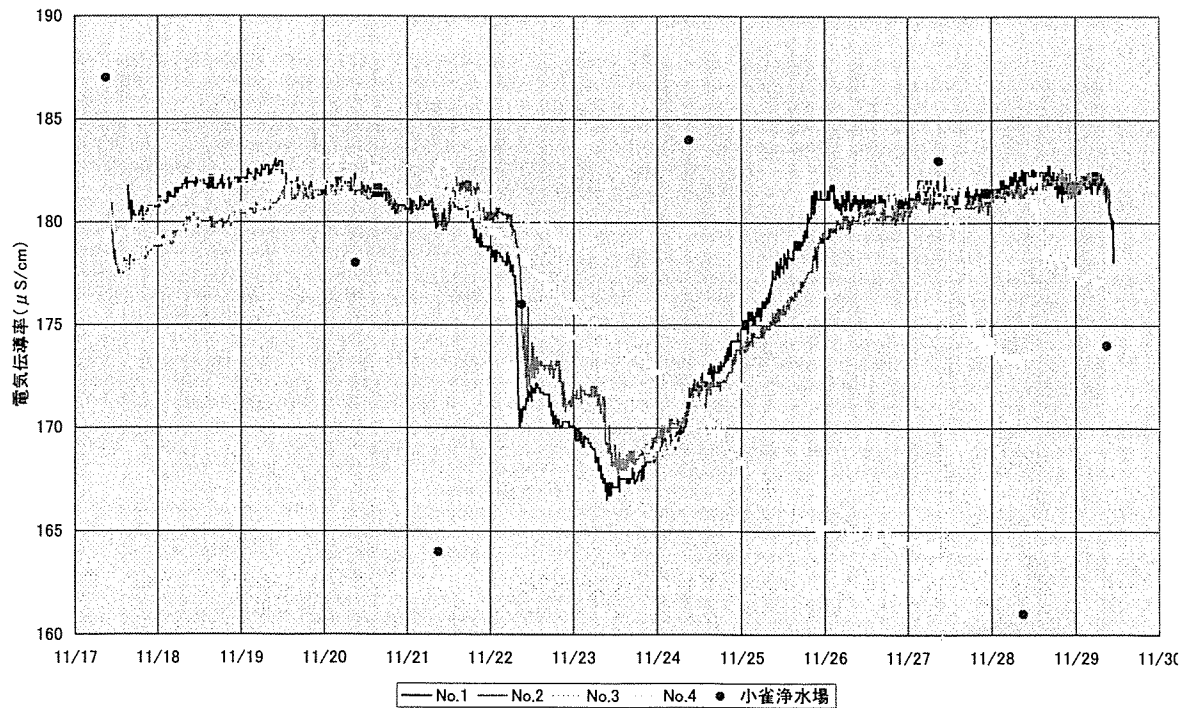


図 2.3.55 電気伝導率計測結果 (更新前)

⑦ 水温計測結果

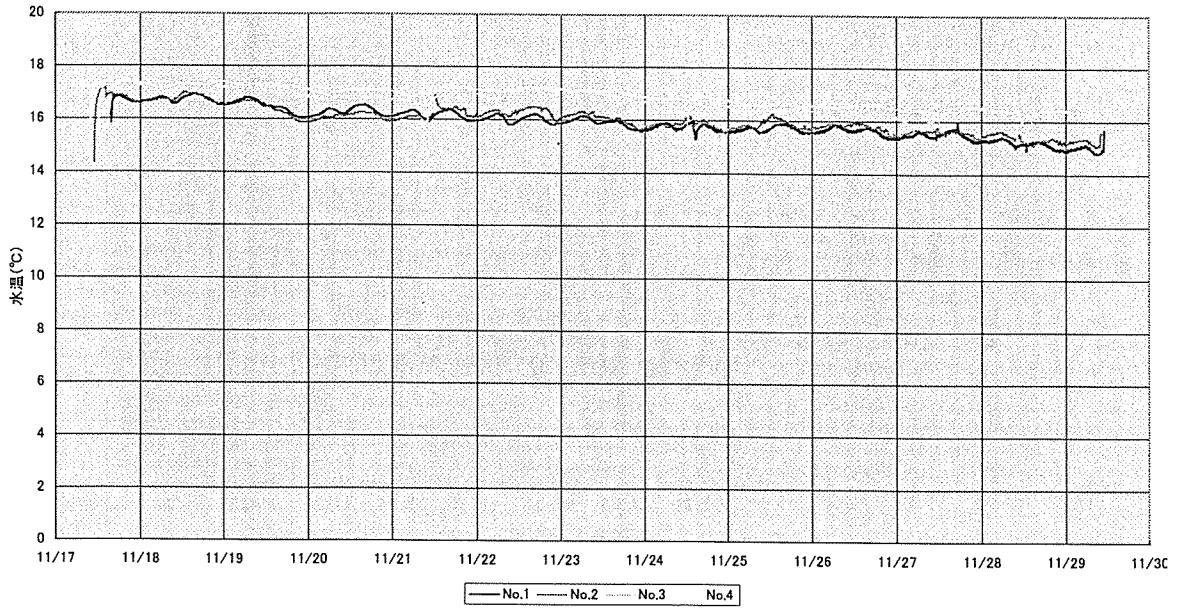


図 2.3.56 水温計測結果 (更新前)

⑧ 流量・水圧計測結果

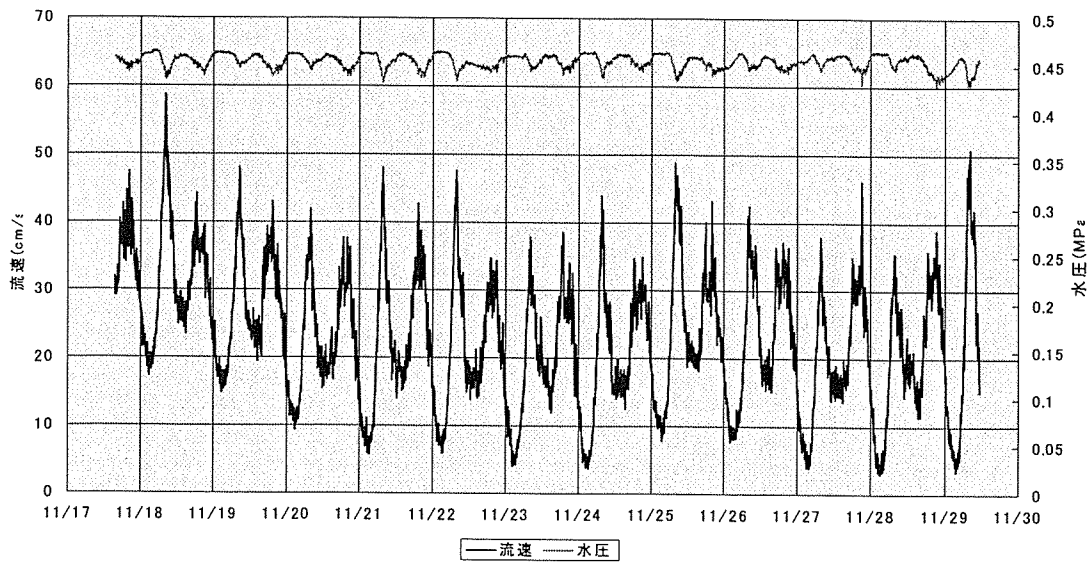


図 2.3.57 流速・水圧計測結果 (更新前 調査箇所No.1)

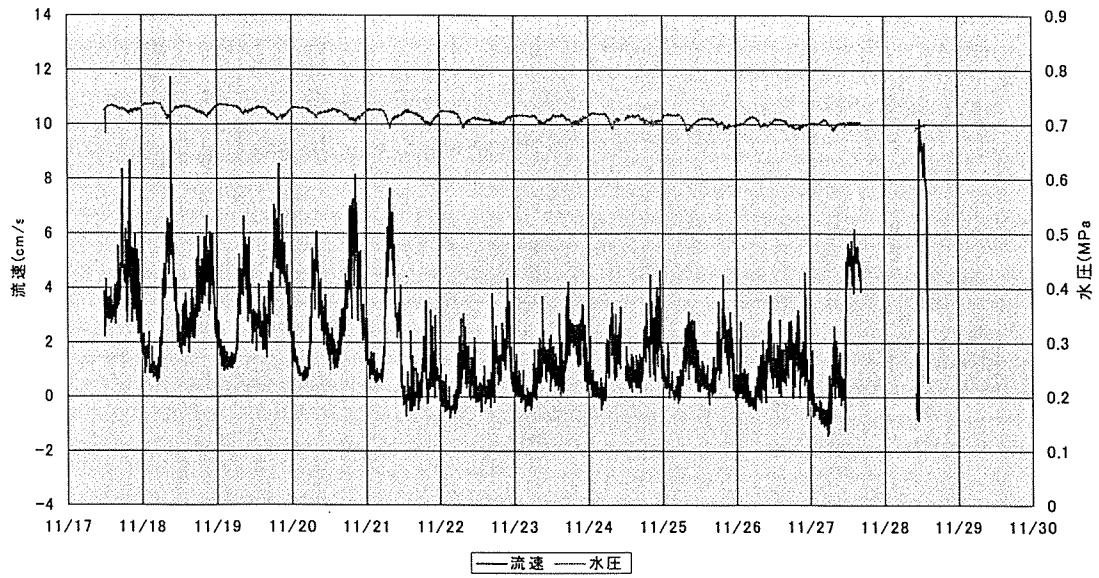


図 2.3.58 流速・水圧計測結果（更新前 調査箇所No.3）

⑨ 懸濁物質捕集調査結果

表 2.3.38 懸濁物質捕集調査結果 (その1)

調査箇所 No.	フィルター No.	調査前質量 g	積算ろ過量 mL	乾燥後フィルター質量 g	乾燥質量 g	強熱後フィルター質量 g	強熱質量 g	強熱減量 g	Al mg	Fe mg	Mn mg
1	3	0.1439	244135	0.13690	-0.00700	0.13607	-0.00783	0.00083	0.8911	0.4086	0.0245
	8	0.1444	754049	0.14863	0.00423	0.14531	0.00091	0.00332	1.1649	0.7111	0.0462
	12	0.1427	295700	0.13540	-0.00730	0.13382	-0.00888	0.00158	0.3207	0.2234	0.0133
	16	0.1434	75619	0.14363	0.00023	0.14356	0.00016	0.00007	0.0726	0.0277	0.0001
	20	0.1442	97559	0.14135	-0.00285	0.14103	-0.00317	0.00032	0.0908	0.0491	0.0010
	22	0.1451	103474	0.13839	-0.00671	0.13832	-0.00678	0.00007	0.1360	0.0478	0.0011
	26	0.1449	66208	0.14515	0.00025	0.14503	0.00013	0.00012	0.0528	0.0218	-0.0007
	小計		1636744				-0.02546	0.00631	2.7290	1.4896	0.0855
2	4	0.1427	22566	0.13561	-0.00709	0.13463	-0.00807	0.00098	0.3489	0.3698	0.0134
	7	0.1446	312159	0.14306	-0.00154	0.14173	-0.00287	0.00133	0.4326	0.3564	0.0163
	11	0.1444	277482	0.13808	-0.00632	0.13719	-0.00721	0.00089	0.2887	0.3054	0.0121
	15	0.1445	61272	0.13108	-0.01342	0.13086	-0.01364	0.00022	0.0546	0.0333	-0.0002
	19	0.1437	75357	0.14028	-0.00342	0.14022	-0.00348	0.00006	0.0666	0.0336	0.0001
	23	0.1456	68417	0.14381	-0.00179	0.14372	-0.00188	0.00009	0.0496	0.0308	-0.0006
	25	0.1447	55042	0.13985	-0.00485	0.13986	-0.00504	0.00019	0.0498	0.0234	-0.0007
	小計		872295				-0.04219	0.00376	1.2908	1.1526	0.0405
3	2	0.1445	25162	0.14165	-0.00285	0.14088	-0.00362	0.00077	0.3740	0.3687	0.0137
	6	0.1435	315967	0.14486	0.00136	0.14317	-0.00033	0.00169	0.5312	1.1061	0.0288
	10	0.1445	320919	0.14228	-0.00222	0.14064	-0.00386	0.00164	0.4060	1.1406	0.0266
	14	0.1428	99405	0.14388	0.00108	0.14364	0.00084	0.00024	0.0921	0.2331	0.0019
	17	0.1445	169819	0.14502	0.00052	0.14493	0.00043	0.00009	0.1436	0.1324	0.0045
	24	0.1452	157924	0.14586	0.00066	0.14521	0.00001	0.00001	0.0496	0.0308	-0.0006
	28	0.1449	65357	0.14498	0.00008	0.14471	-0.00019	0.00027	0.0751	0.0408	0.0007
	小計		1154553				-0.00672	0.00535	1.6717	3.0523	0.0756
4	1	0.1440	96703	0.14551	0.00151	0.14498	0.00098	0.00053	0.8290	2.1967	0.0782
	5	0.1423	309085	0.13971	-0.00259	0.13613	-0.00617	0.00358	0.3004	3.9637	0.2572
	9	0.1448	251550	0.16374	0.01894	0.15432	0.00952	0.00942	0.6828	15.5384	0.1349
	13	0.1431	99688	0.16255	0.01945	0.15615	0.01305	0.00640	0.4535	10.6764	0.0994
	18	0.1444	174409	0.13562	-0.00878	0.13468	-0.00972	0.00094	0.2000	1.0384	0.0251
	21	0.1453	63827	0.15808	0.01278	0.15493	0.00963	0.00315	0.5245	4.3189	0.3140
	27	0.1448	28071	0.14774	0.00294	0.14449	-0.00031	0.00325	1.8501	1.3831	0.7747
	小計		1023333				0.01698	0.02727	4.8403	39.1156	1.6836

○ シャーレへのフィルターへの吸着により、乾燥後フィルター質量が調査前質量よりも小さいものがあった

○ 金属量 (mg) = ICP/MS データ (μg/L) × 10 (希釈) × 18.6 (硝酸+過酸化水素:mL) / 1000 (Lに換算) / 1000 (mgに換算)

表 2.3.39 懸濁物質捕集調査結果 (その2)

調査箇所 No.	フィルタ No.	強熱質量濃度 $\mu\text{g/L}$	強熱減量濃度 $\mu\text{g/L}$	懸濁物質濃度		
				Al $\mu\text{g/L}$	Fe $\mu\text{g/L}$	Mn $\mu\text{g/L}$
1	3	-32.072	3.400	3.650	1.674	0.100
	8	1.207	4.403	1.545	0.943	0.061
	12	-30.030	5.343	1.084	0.755	0.045
	16	2.116	0.926	0.961	0.366	0.001
	20	-32.493	3.280	0.930	0.504	0.010
	22	-65.524	0.676	1.314	0.462	0.011
	26	1.964	1.812	0.798	0.329	-0.010
	小計	-154.834	19.841	10.283	5.034	0.218
2	4	-357.618	43.428	15.463	16.386	0.596
	7	-9.194	4.261	1.386	1.142	0.052
	11	-25.984	3.207	1.040	1.101	0.044
	15	-222.614	3.591	0.890	0.543	-0.004
	19	-46.180	0.796	0.883	0.446	0.001
	23	-27.479	1.315	0.725	0.450	-0.008
	25	-91.566	3.452	0.905	0.425	-0.012
	小計	-780.634	60.050	21.293	20.492	0.669
3	2	-143.868	30.602	14.866	14.651	0.544
	6	-1.044	5.349	1.681	3.501	0.091
	10	-12.028	5.110	1.265	3.554	0.083
	14	8.450	2.414	0.926	2.345	0.019
	17	2.532	0.530	0.845	0.779	0.027
	24	0.063	4.116	0.314	0.195	-0.004
	28	-2.907	4.131	1.149	0.624	0.011
	小計	-148.802	52.252	21.047	25.648	0.770
4	1	10.134	5.481	8.573	22.716	0.809
	5	-19.962	11.583	0.972	12.824	0.832
	9	37.845	37.448	2.714	61.771	0.536
	13	130.908	64.200	4.549	107.098	0.997
	18	-55.731	5.390	1.146	5.954	0.144
	21	150.877	49.352	8.218	67.666	4.919
	27	-11.043	115.778	65.909	49.271	27.598
	小計	243.028	289.231	92.081	327.300	35.836



フィルターNo.	調査箇所①	調査箇所②	調査箇所③	調査箇所④
No.1 設置 (11/17)   弁操作 (11/21)	NO.3	NO.4	NO.2	NO.1
No.2 弁操作 (11/21)   巡回 (11/24)	NO.8	NO.7	NO.6	NO.5
No.3 巡回 (11/24)   排水作業① (11/27)	NO.12	NO.11	NO.10	NO.9
No.4 排水作業① (11/27) 開始-1時間後	NO.16	NO.15	NO.14	NO.13
No.5 排水作業① (11/27) 1時間後-終了	NO.20	NO.19	NO.17	NO.18
No.6 排水作業② (11/28) 開始-1時間後	NO.22	NO.23	NO.24	NO.21
No.7 排水作業② (11/28) 1時間後-終了	NO.26	NO.25	NO.28	NO.27

写真 2.3.30 懸濁物質捕集フィルターの状況

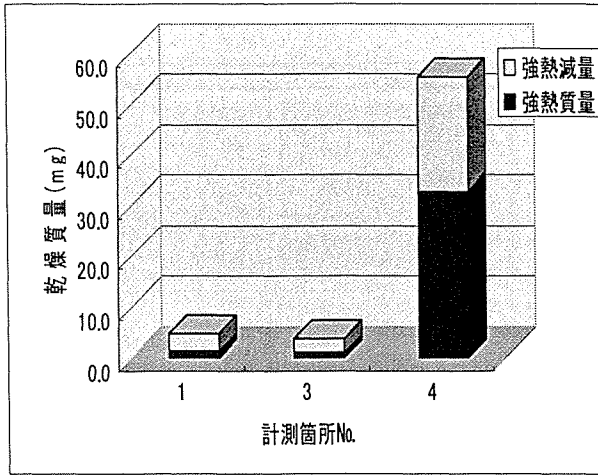


图 2.3.59 強熱質量減量

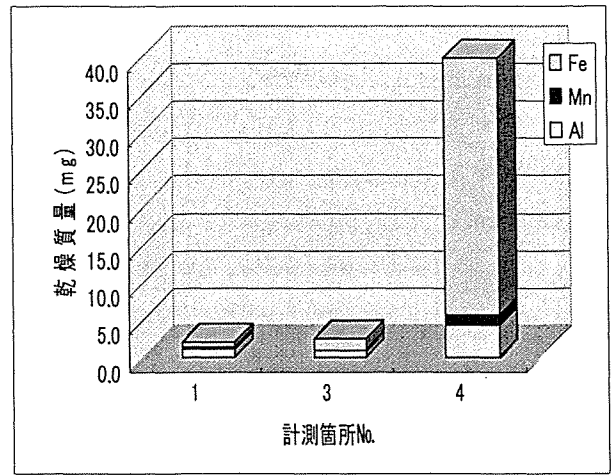


图 2.3.60 懸濁物質量

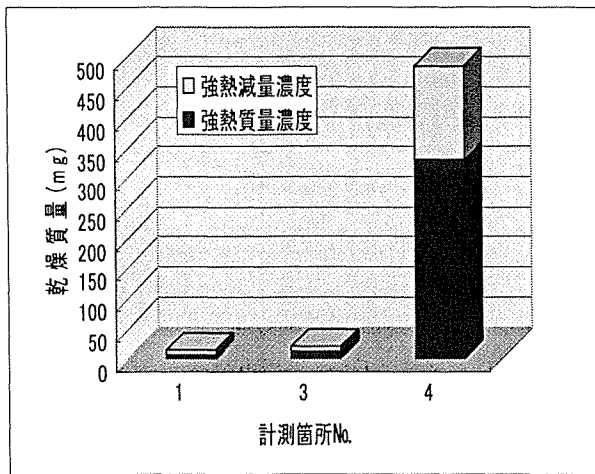


图 2.3.61 強熱質量減量濃度

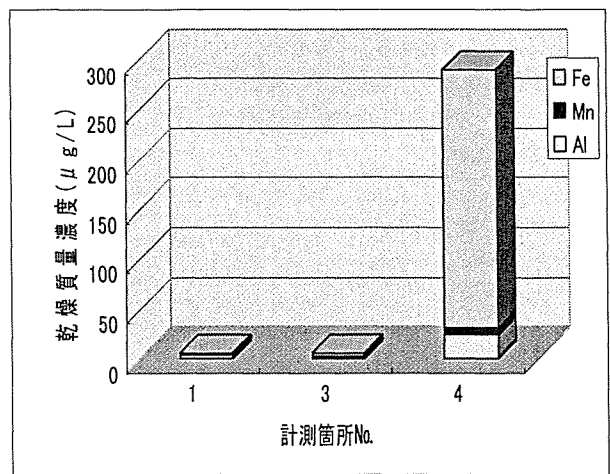


图 2.3.62 懸濁物質濃度

⑩ 残留塩素濃度の減少について

計測した残留塩素濃度の変化から塩素濃度減少速度式  $C_t = C_0 * e^{-kt}$  での k 値のを算出結果を表 2.3.40 に示す。

表 2.3.40 塩素濃度減少速度係数（更新前）

調査区間	条件	平均残留塩素濃度(mg/L)		$C_t/C_0$	流達時間 (Hr)	減少速度係数 (Hr <sup>-1</sup> )
		上流側: $C_0$	下流側: $C_t$			
①-②	通常流速時	0.70	0.68	0.98	17.3	0.001
	5cm/s排水時	0.65	0.57	0.87	2.7	0.050
	10cm/s排水時	0.70	0.64	0.92	1.7	0.053
②-③	通常流速時	0.68	0.65	0.95	10.8	0.005
	5cm/s排水時	—	—	—	1.7	減少なし
	10cm/s排水時	—	—	—	1.0	減少なし
③-④	通常流速時	0.65	0.02	0.03	9.8	0.363
	5cm/s排水時	0.68	0.60	0.89	1.5	0.078
	10cm/s排水時	0.68	0.67	0.98	0.9	0.023

1 - 2) 管路更新後調査結果

① 調査対象管路

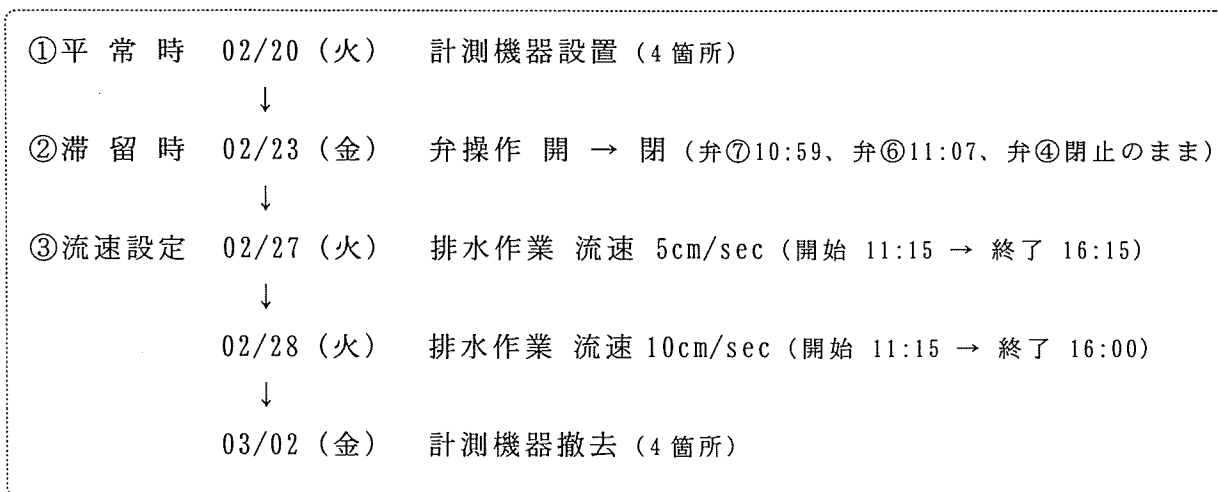
表 2.3.41 調査対象管路（更新後）

調査箇所	管種	内面仕様	口径 (mm)	布設年 (年)	管路延長 (m)
調査箇所 ①-②	DIP	ライニング	300	S49	490
調査箇所 ②-③	SP	ライニング	300-200	S39-41	307
調査箇所 ③-④	DIP	ライニング	100	H19	277

※ 更新は、調査箇所③-④のみ行なった。

② 調査工程

調査期間中に更新前と同様、①平常時、②滞留時および③流速設定時(5cm/sec・10cm/sec)における水質変化を確認するために、以下のスケジュールで弁操作や排水作業を行った。



③ 残留塩素濃度計測結果

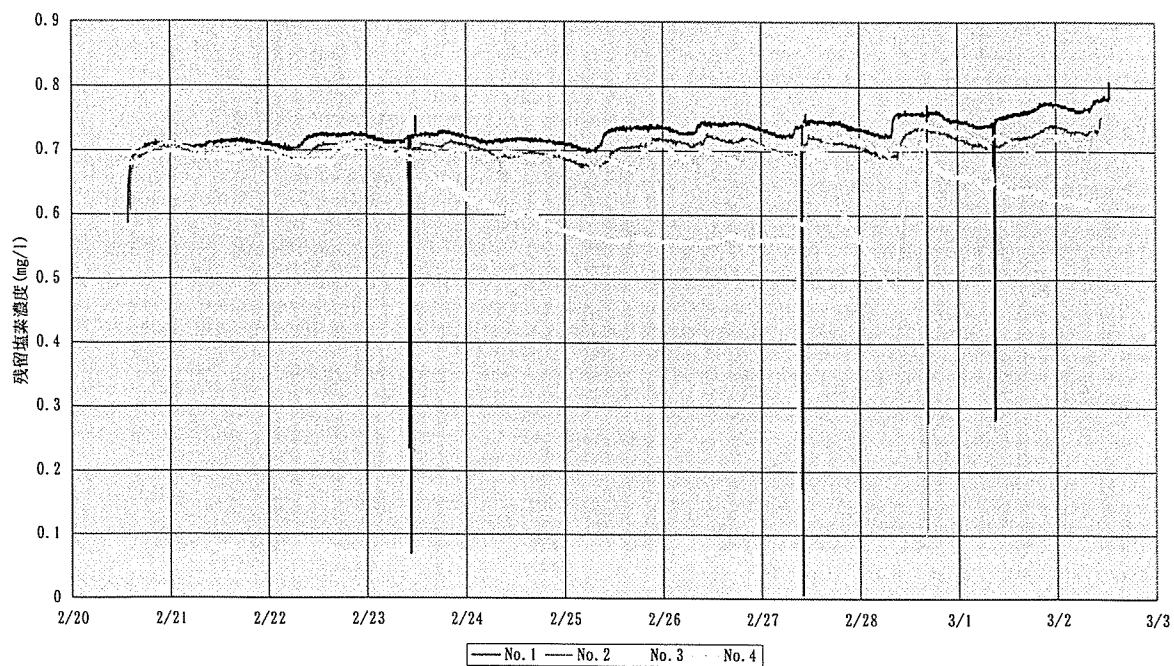


図 2.3.63 残留塩素濃度計測結果 (更新後)

④ 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 5cm/sec)

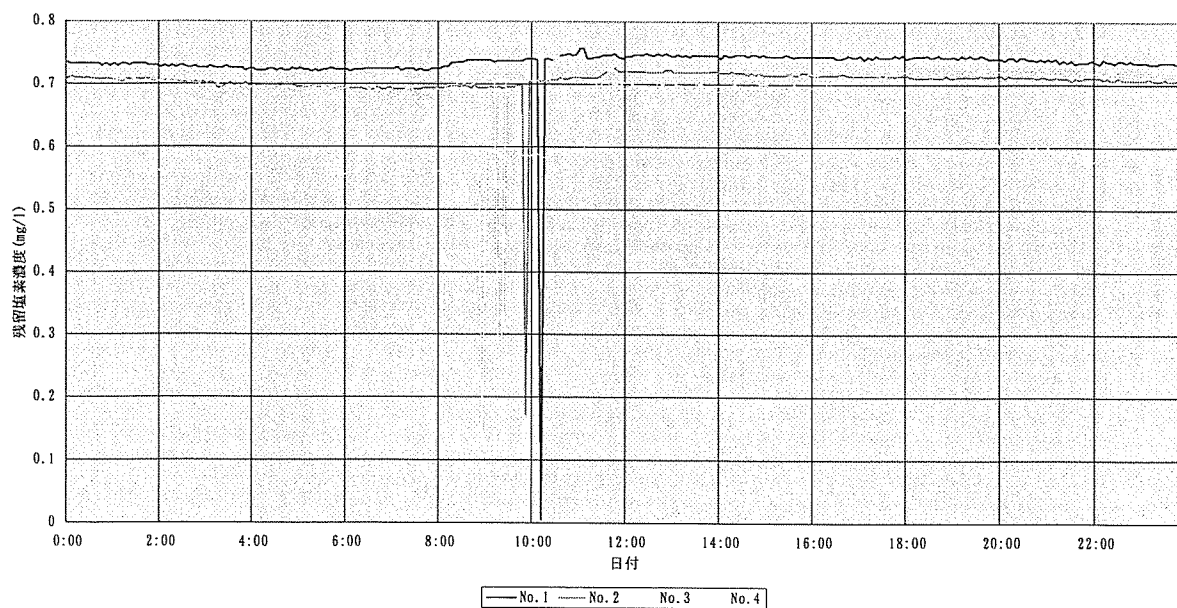


図 2.3.64 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 5cm/sec)

⑤ 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 10cm/sec)

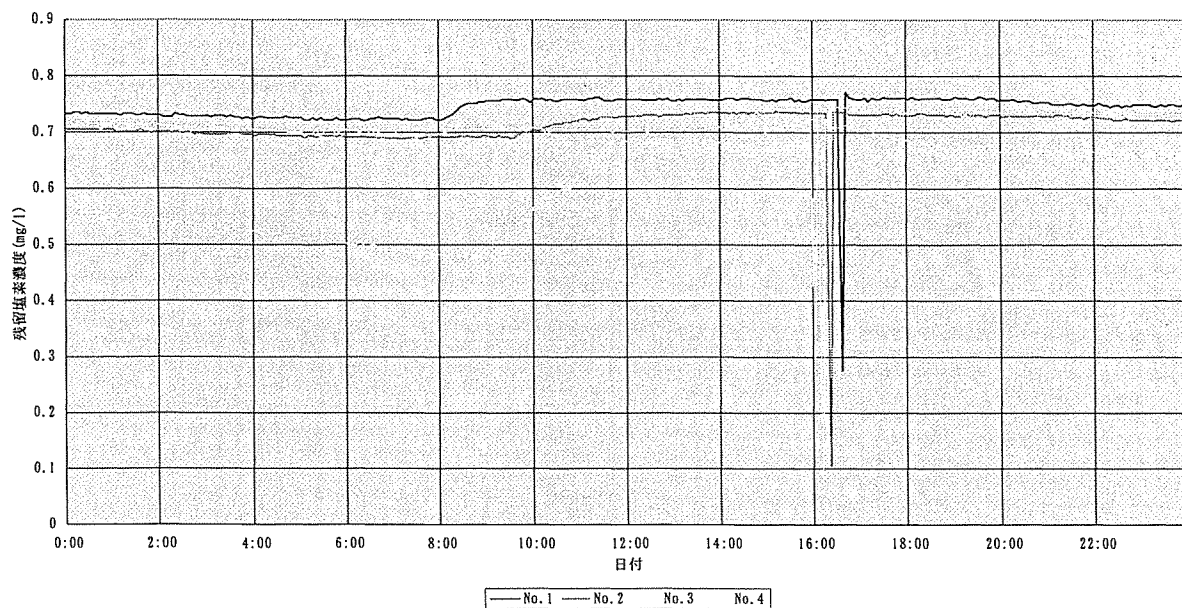


図 2.3.65 残留塩素濃度計測結果 (排水作業 流速 10cm/sec)

⑥ 電気伝導率計測結果

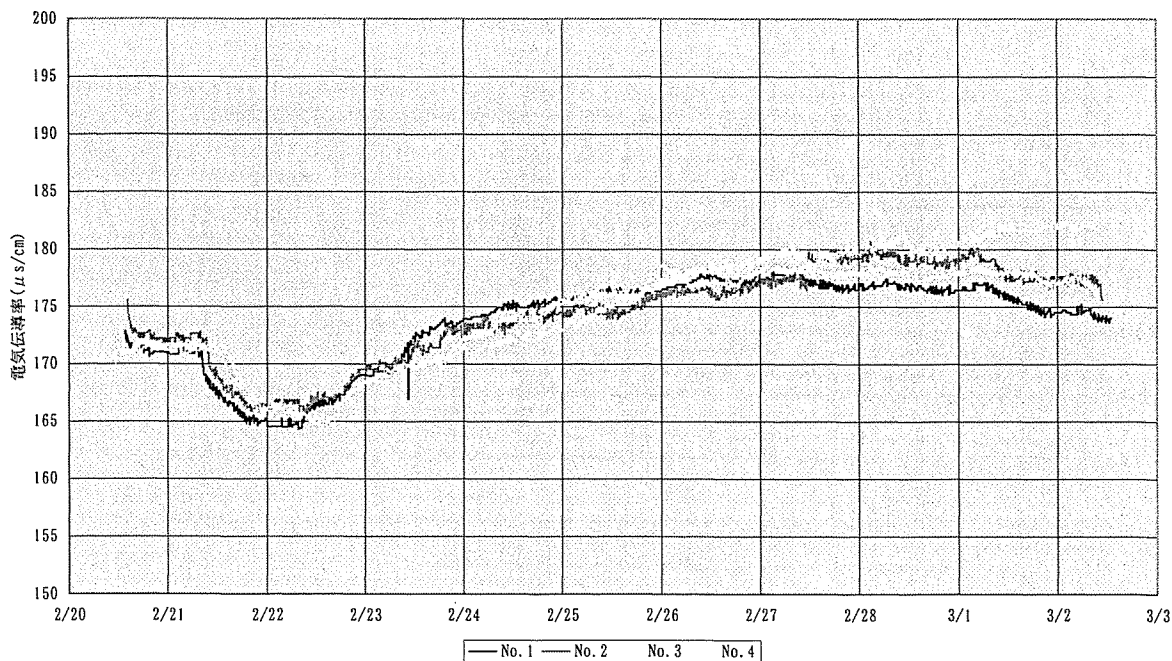


図 2.3.66 電気伝導率計測結果 (更新後)

⑦ 水温計測結果

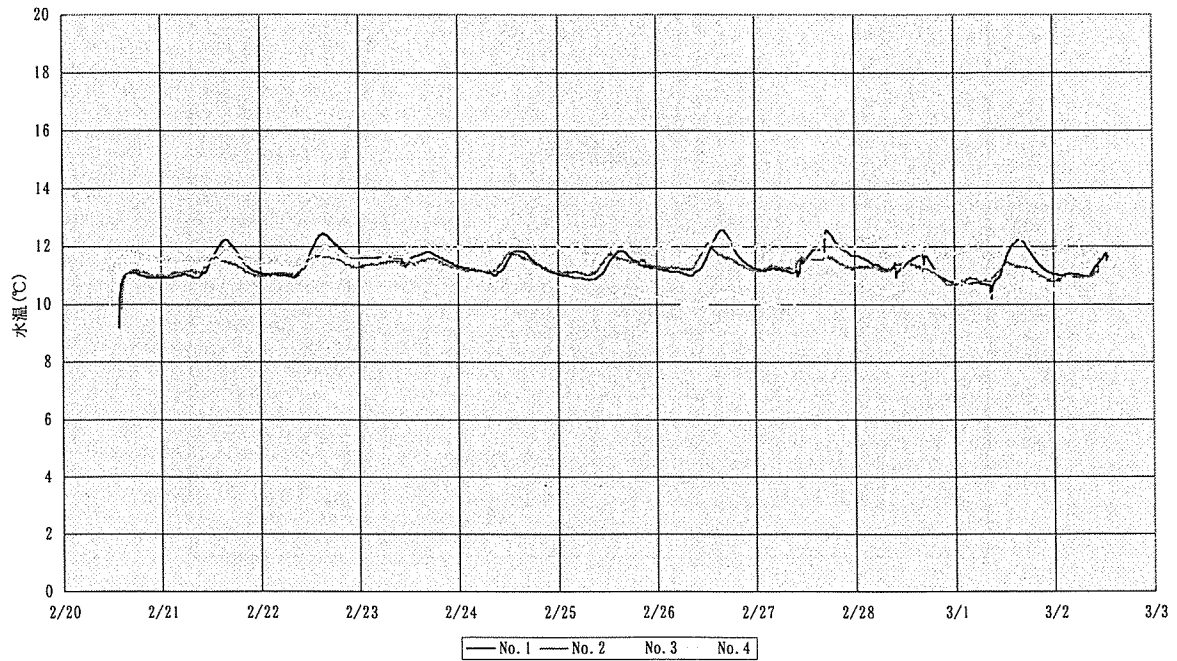


図 2.3.67 水温計測結果（更新後）

⑧ 水圧計測結果

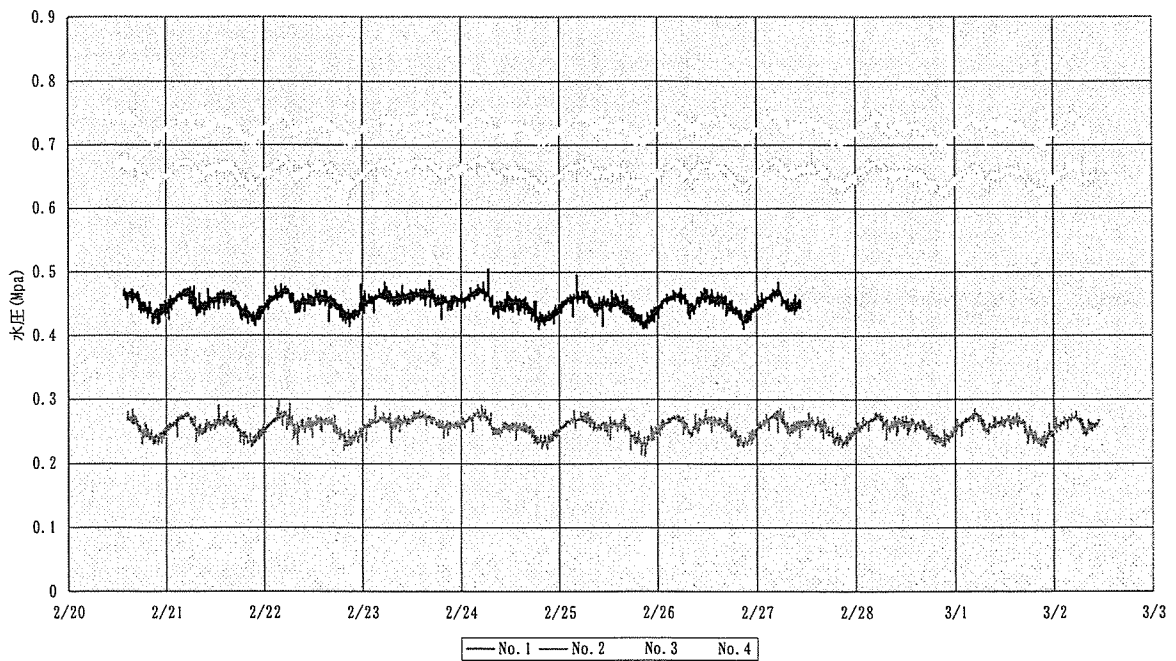
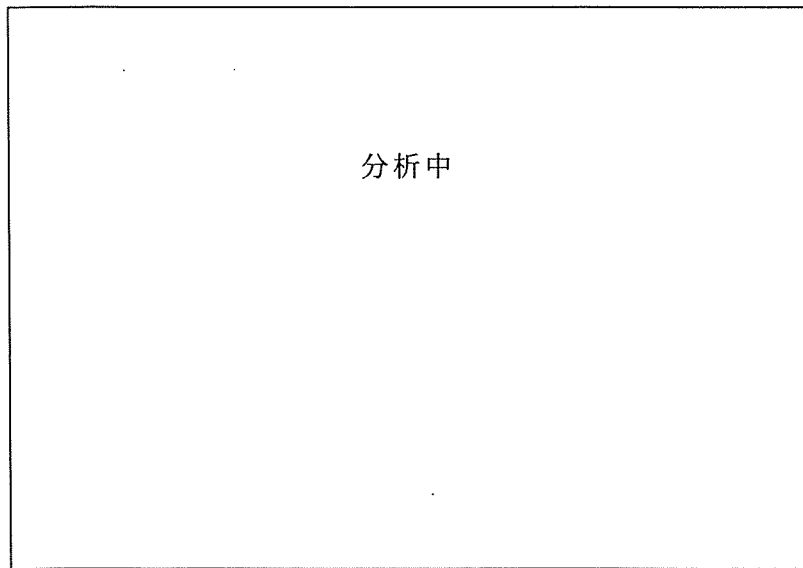


図 2.3.68 水圧計測結果（更新後）

⑨ 懸濁物質捕集調査結果





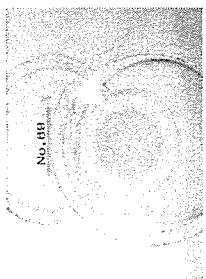
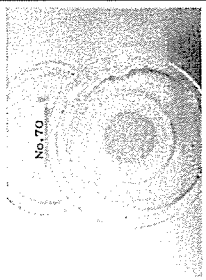
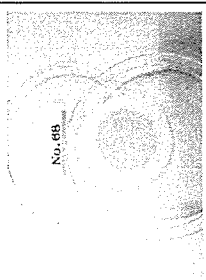
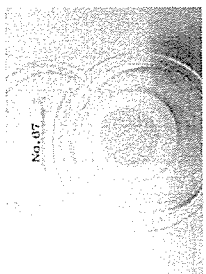
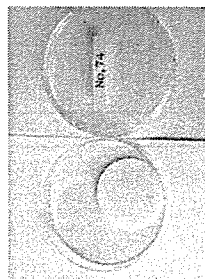
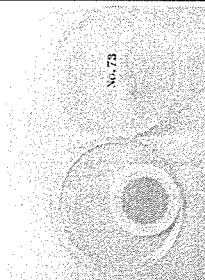

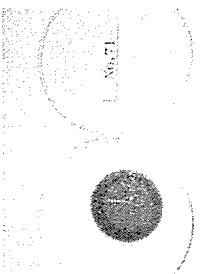
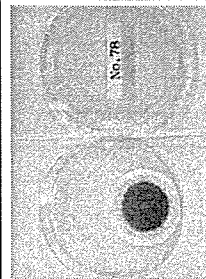
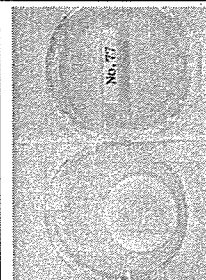
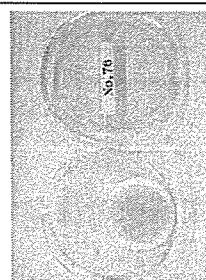
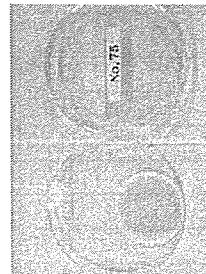
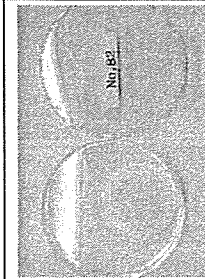
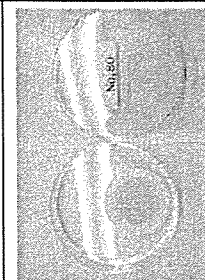
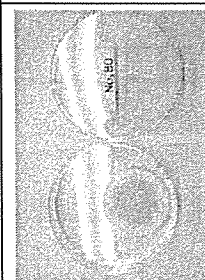
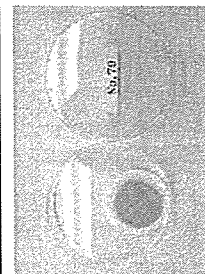
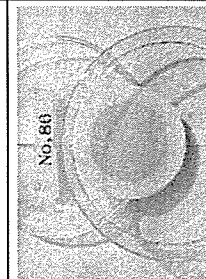
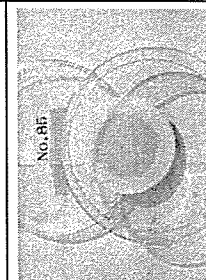
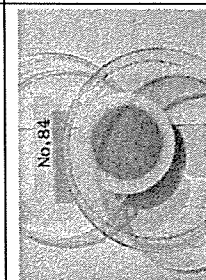
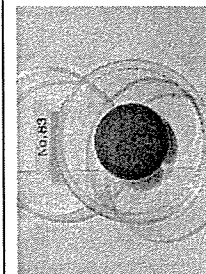
フィルターNo.	調査箇所①	調査箇所②	調査箇所③	調査箇所④
No. 1 設置 (2/20) — 弁操作 (2/23)				
No. 2 弁操作 (2/23) — 排水作業④ (2/27)				
No. 3 排水作業① (2/27) (管内流速: 5cm/sec)				
No. 4 排水作業② (2/28) (管内流速: 10cm/sec)				
No. 5 排水作業③ (2/28) — 終了 (3/2)				

図 2.3.69 懸濁物質捕集フィルターの状況 (更新後)

⑩ 残留塩素濃度の減少について

計測した残留塩素濃度の変化から塩素濃度減少速度式  $C_t = C_0 * e^{-kt}$  での k 値のを算出結果を表 2.3.42 に示す。

表 2.3.42 塩素濃度減少速度係数

調査区間	条件	平均残留塩素濃度(mg/L)		$C_t/C_0$	流達時間(Hr)	減少速度係数(Hr <sup>-1</sup> )
		上流側: $C_0$	下流側: $C_t$			
①-②	通常流速時	0.74	0.72	0.97	17.3	0.002
	5cm/s排水時	0.75	0.72	0.96	2.7	0.014
	10cm/s排水時	0.76	0.73	0.97	1.7	0.021
②-③	通常流速時	0.72	0.71	0.99	10.8	0.001
	5cm/s排水時	0.72	0.70	0.97	1.7	0.016
	10cm/s排水時	0.73	0.70	0.96	1.0	0.037
③-④	通常流速時	0.71	0.56	0.79	9.8	0.024
	5cm/s排水時	0.70	0.69	0.99	1.5	0.006
	10cm/s排水時	0.70	0.68	0.97	0.9	0.032

また、更新前後における、塩素濃度減少速度係数の比較結果を表 2.3.43 に示す。

表 2.3.43 塩素濃度減少速度係数の比較結果

調査区間	条件	減少速度係数(Hr <sup>-1</sup> )	
		更新前	更新後
①-②	通常流速時	0.001	0.002
	5cm/s排水時	0.050	0.014
	10cm/s排水時	0.053	0.021
②-③	通常流速時	0.005	0.001
	5cm/s排水時	減少なし	0.016
	10cm/s排水時	減少なし	0.037
③-④	通常流速時	0.363	0.024
	5cm/s排水時	0.078	0.006
	10cm/s排水時	0.023	0.032

## 2) 神戸市水道局

直管部がモルタルライニングで異形管部が無ライニングである管路と、直管部がモルタルライニングで異形管部がエポキシ粉体塗装の管路での残留塩素濃度の変化を比較することで、多くの事業体に見られる異形管部が無ライニングであることによる残留塩素濃度への影響を調査した。

### ① 調査対象管路

表 2.3.44 調査対象管路

フィールド名	調査区間	管種	口径 (mm)	布設年度 (年)	内面仕様	管路延長 (m)
道場町	①～②	DIP	100	S41	直管部はモルタルライニング	全延長 1,250
					異形管部は無ライニング	異形管 13.58
鹿の子台南町	①～②	DIP	400～100	H3～5	直管部はモルタルライニング	全延長 220
	②～③	DIP	100	H3～5	異形管部はエポキシ粉体塗装	全延長 170

表 2.3.45 道場町異形管内訳

名称	寸法	数量 (個)	管長 (mm)
二受T字管	φ100×φ100	1	710
片落管	φ150×φ100	1	550
曲管	φ100×45°	3	506
曲管	φ100×22 1/2°	10	506
曲管	φ100×11 1/4°	2	781
フランジ付T字管	φ150×φ100	1	720
フランジ付T字管	φ100×φ75	2	660
短管1号	φ100	2	120
短管2号	φ100	2	700
仕切弁	φ100	2	250
異形管数量・延長		26	13,580

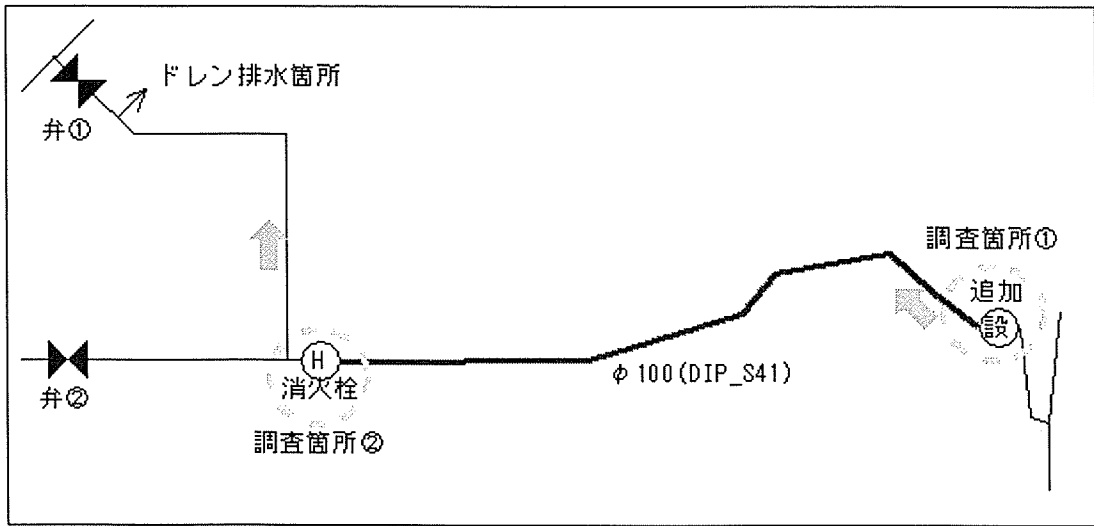


図 2.3.70 調査対象管路模式図（道場町）【再掲】

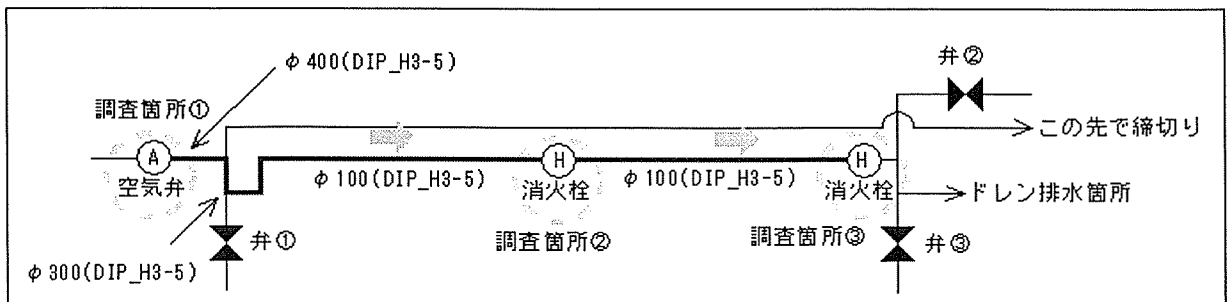


図 2.3.71 調査対象管路模式図（鹿の子台南町）【再掲】