

3) k 値

管材質による残留塩素濃度の低減傾向を把握するために k 値（残留塩素濃度消費速度係数）を求めた。経過時間ごと（6、12、24 時間後）の k 値を表 2.4.6 に示す。残留塩素濃度の経過時間による低減傾向を図 2.3.36～図 2.3.39 に示す。

表 2.3.22 経過時間ごとの k 値

No.	管種	内面仕様	口径	布設年	残留塩素濃度消費速度係数		
					6	12	24
①	铸铁管 (CIP)	無ライニング	φ 200	不明	0.3163	—	—
					0.8093	—	—
②	铸铁管 (CIP)	無ライニング	φ 200	T11	平成 19 年 4 月		
③	钢管 (SP)	セメント珪砂ライニング	φ 200	S41	0.0126	0.0171	0.0154
					減少なし	0.0065	0.0128
④	钢管 (SP)	液状エポキシ樹脂塗料	φ 200	新管	減少なし		

上段：温度条件 10℃、下段：温度条件 18℃

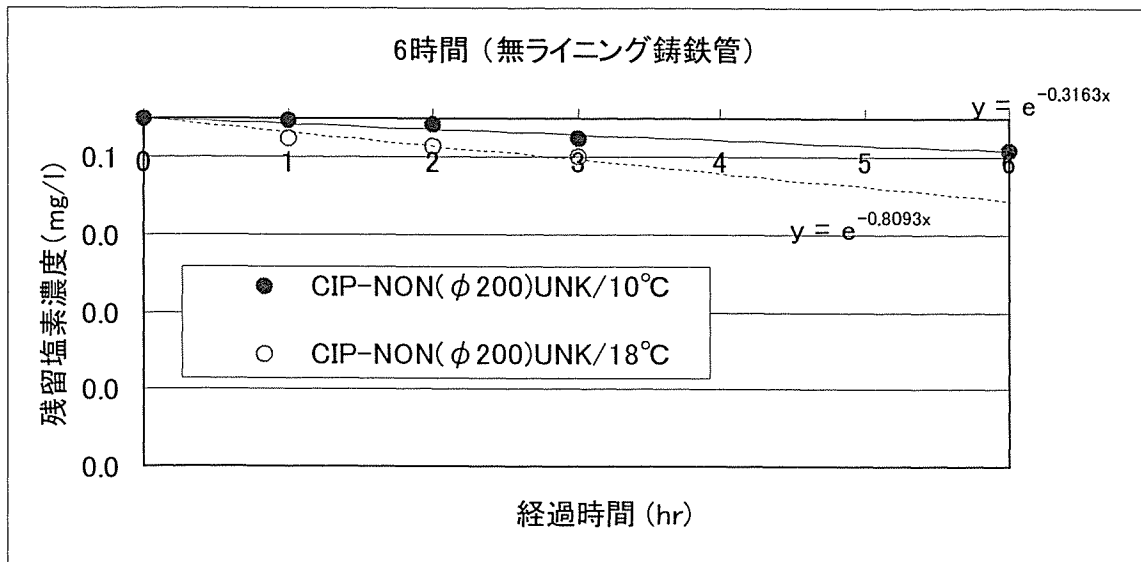


図 2.3.36 残留塩素濃度の低減傾向 無ライニング铸铁管（6 時間後）

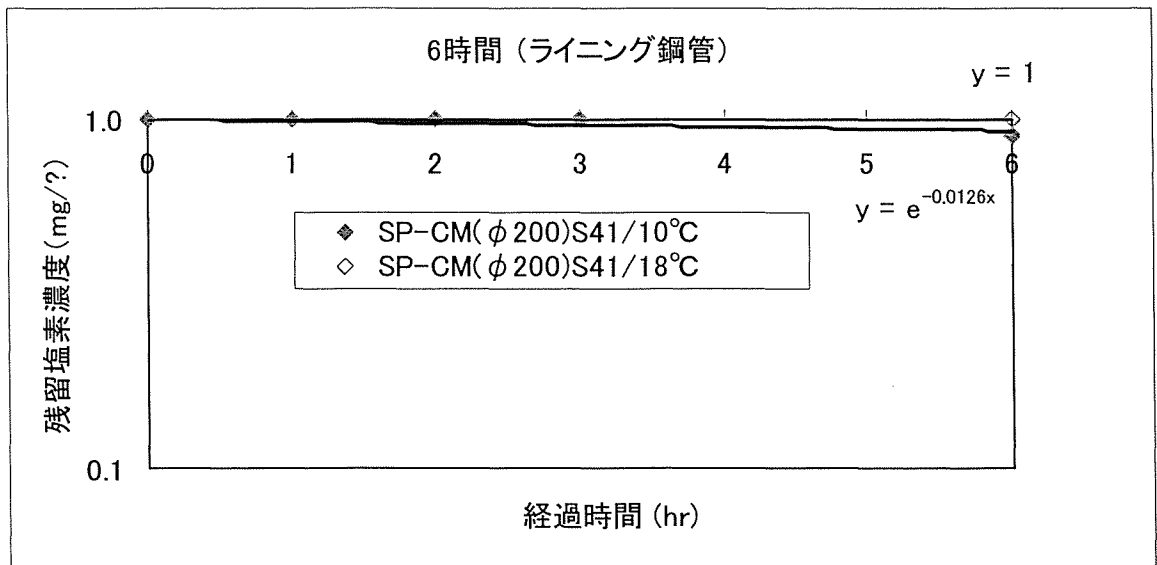


図 2.3.37 残留塩素濃度の低減傾向 ライニング鋼管 (6 時間後)

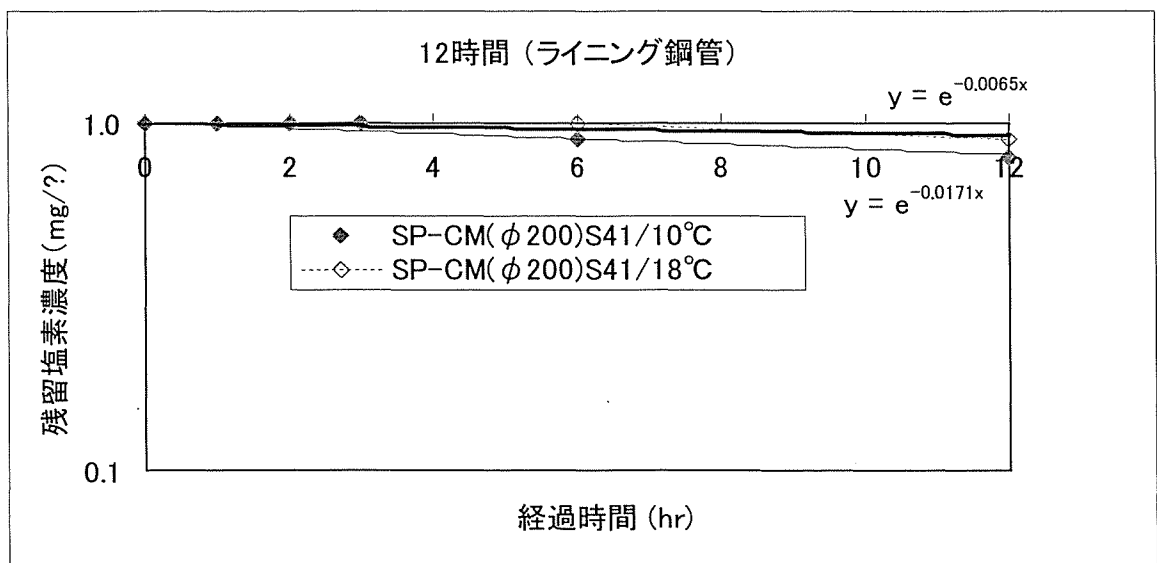


図 2.3.38 残留塩素濃度の低減傾向 ライニング鋼管 (12 時間後)

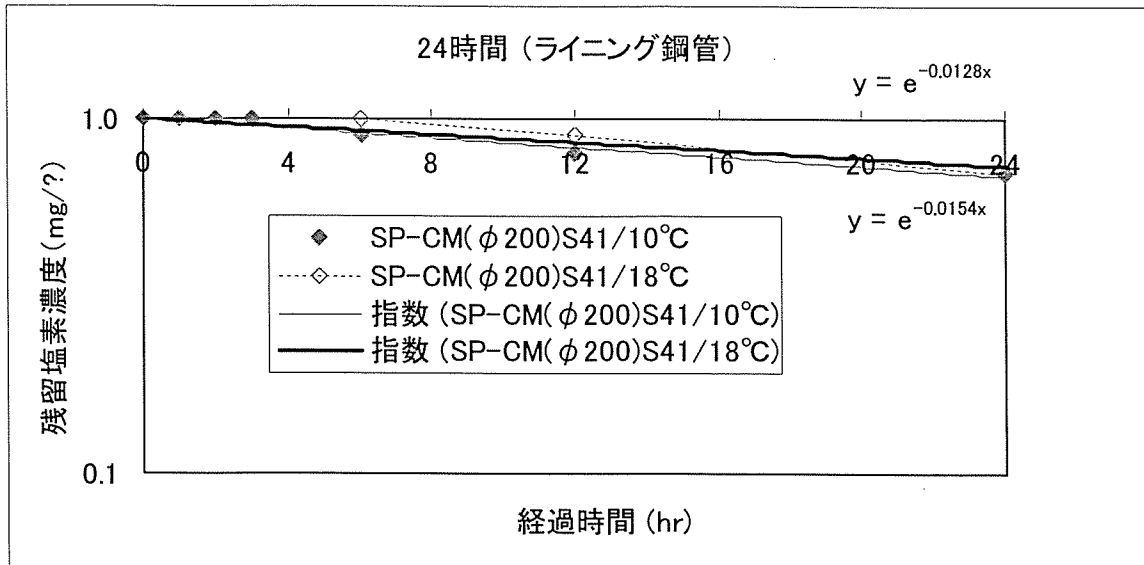


図 2.3.39 残留塩素濃度の低減傾向 ライニング鋼管（24 時間後）

4) 管体調査結果

供試管のうち、経年管について管体の外観調査・寸法測定及び内面閉塞率測定を行った。

① 外観調査・寸法測定

供試管外観の調査結果について、表 2.3.23 に示す。

表 2.3.23 外観調査結果

No.	管種	内面仕様	口径	布設年	コメント
①	铸铁管 (CIP)	無ライニング	φ200	不明	外観の状況としては、目立った腐食は認められなかったが、薄い錆、モルタルの付着があり、また、一様に粗い面となっていた。
②	铸铁管 (CIP)	無ライニング	φ200	T11	平成 19 年 4 月以降
③	鋼管 (SP)	セメントモルタルライニング	φ200	S41	外観の状況としては、大きさ φ10 mm 以下、深さ 1 mm 以下の減肉が、全面一様に無数にあった。

② 管内面閉塞率

供試管の管内面閉塞率の調査結果について、表 2.3.24 に示す。

表 2.3.24 管内面閉塞率

No.	管種	内面仕様	口径	布設年	管長 (mm)	内径 (mm)	初期容積 (ml)	実容積 (ml)	閉塞率 (%)
①	鑄鉄管 (CIP)	無ライニング	φ 200	不明	403	197	12,284	9,650	21.4
②	鑄鉄管 (CIP)	無ライニング	φ 200	T11	平成 19 年 4 月以降				
③	鋼管 (SP)	セメントモルタルライニング	φ 200	S41	400	204	13,074	13,100	0

2.3.4 管の水理特性・老朽度と残留塩素減少に係わる調査（フィールド調査）

（1）目的

管路の錆と残留塩素の低下に着目して、実管路にて鉄系管路の老朽度を評価する手法の研究のために、実管路の管路状況、水質及び水理状況、残留塩素の減少量について基礎的なデータを収集する。

（2）調査概要

1）調査箇所

調査箇所を表 2.3.25 に示す。

表 2.3.25 調査箇所

事業体 名称	調査箇所 名称	管種 ¹⁾	口径 (mm)	布設年 (年)	管路 延長 (m)	備考
横須賀市 上下水道局	浦賀	DIP	300	S49	490	
		SP	300-200	S39-41	307	
		CIP	200	不明	277	直・異形管：無ライニング
	富士見町	CIP	200	T11	114	直・異形管：無ライニング
神戸市 水道局	道場町	DIP	100	S41	1,250	直 管：モルタルライニング 異形管：無ライニング
	鹿の子台南町	DIP	400-100	H3-5	390	直 管：モルタルライニング 異形管：エポキシ粉体塗装

注 1) DIP：ダクタイル鋳鉄管、SP：鋼管、CIP：無ライニング鋳鉄管

2) 調査箇所選定理由

調査箇所の選定理由を表 2.3.26 に示す。

表 2.3.26 調査箇所選定理由

事業体名称	調査箇所名称	選定理由
横須賀市上下水道局	浦賀	<ul style="list-style-type: none"> ・ DIP (ライニング) 管路における水質変化を調査する ・ SP (ライニング) 管路における水質変化を調査する ・ 常時流速の遅い CIP (無ライニング) 管路における水質変化を管路更新の前後で調査する
	富士見町	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時流速の速い CIP (無ライニング) 管路における水質変化を管路更新の前後で調査する
神戸市水道局	道場町	<ul style="list-style-type: none"> ・ 直管 : DIP (ライニング) + 異形管 : DIP (無ライニング) 管路における水質変化を調査する
	鹿の子台南町	<ul style="list-style-type: none"> ・ 直管 : DIP (ライニング) + 異形管 : DIP (エポキシ粉体塗装) 管路における水質変化を調査する ・ 道場町の調査結果との比較により、異形管のライニングの効果を検証する

3) 計測項目

老朽管路における水質の変化がどの程度あるのかを把握するために、老朽管路の上下流に計測用の機器を設置し、以下の項目について連続的に計測を行った。

- ① 水理状況 : 流速、水圧
- ② 水質状況 : 残留塩素濃度、電気伝導度、水温、懸濁物質濃度
- ③ 内面状況 : 管内カメラによる内面観察

4) 計測間隔

本調査における計測間隔を表 2.3.27 に示す。

表 2.3.27 計測間隔

調査項目	計測項目	計測間隔	備考
水理状況	①流速	10 秒	
	②水圧	10 秒	
水質状況	③残留塩素濃度	5 分	
	④電気伝導度	5 分	
	⑤水温	5 分	
	⑥懸濁物質濃度	計測期間中連続	目標排水量：フィルター1枚につき 200L
内面状況	⑦管内カメラ	—	計測機器設置前

5) 計測機器の仕様

本調査に使用した計測機器の仕様を表 2.3.28 に示す。

表 2.3.28 計測機器の仕様

センサ 名称	原理	測定範囲	測定精度
管内面設置型 超音波流量計	位相差 検出方式	-2.0~ +2.0m/s (流量換算)	1)流速 0.5m/s 以上 指示値の±5%または 0.05m/s のいずれか大きい方 2)流速 0.1 以上 0.5m/s 未満 指示値の±10%または 0.02m/s のいずれか大きい方 3)流速 0.05 以上 0.1m/s 未満 指示値の±20%
残留塩素濃度	ガルバニ 電池式	0~2mg/L	繰返性±5%FS 直線性±10%FS
電気伝導率	4 電極法	0~600 μS/cm	±5%FS
水温	白金抵抗測温体	1~40℃	±1℃
水圧	半導体歪み ゲージ	0~0.7MPa 0~1.4MPa	±3%FS 注 1

注 1) センサを個々に検定した場合の精度は±1%FS

(3) 調査方法

以下の手順で調査を実施した。

1) 調査箇所の選定

計測機器を設置するための消火栓もしくは空気弁を対象管路の上・下流部で選定した。適当な消火栓もしくは空気弁がない場合には、調査用の不断水分岐取出用割T字管等を新たに設置した。

2) 現地事前調査

計測機器を設置する消火栓または空気弁の弁室の寸法、補修弁の有無、構造、止水性能の確認やボルト・ナットの径、腐食の状況等を確認した。

3) 管内カメラ調査

対象管路上・下流部の計測機器設置箇所において管内カメラを挿入し、管内面の状況、砂・錆等の堆積、付着物の有無等を確認した。調査が可能な範囲は、カメラ挿入箇所から上・下流方向ともに 50m 区間である。なお、消火栓縦管等の内面に大量の錆瘤が付着している場合には、消火栓から排水しながら専用の治具を用いてカメラ等(φ50)が挿入できる程度まで錆瘤の除去を行った。

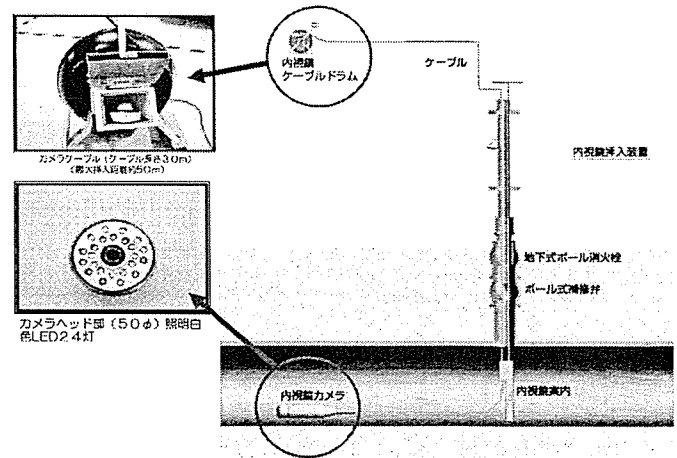


図 2.3.40 挿入式管内カメラ

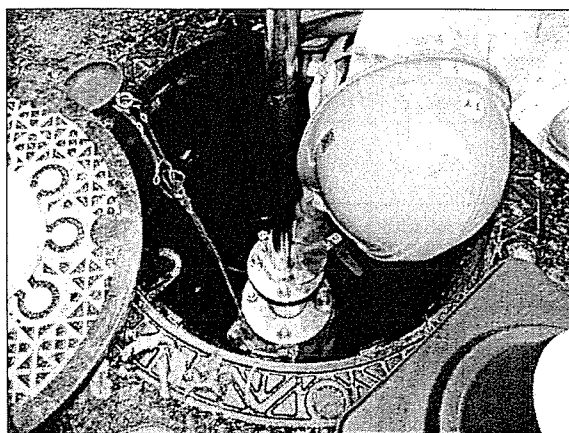


写真 2.3.7 管内カメラ設置状況



写真 2.3.8 管内カメラモニター画面

4) 水理・水質調査

計測機器は全て消火栓および空気弁室内に收容して計測を行った。消火栓上部(空気弁の場合には、補修弁上部)を計測用フランジに交換し、内面設置型超音波流量計と採水管を挿入した。内面設置型超音波流量計は、管内で開いた状態にした超音波センサにより流速を連続的に計測し、また、配水管中心部に設置した採水管からは、30ml/minを採水し、残留塩素濃度、電気伝導率、水温を連続的に計測した。(計測した後のサンプル水は弁室内に排水した。)

また、水圧センサについては、調整フランジの立ち上がり管に取り付け、水圧を連続的に計測した。

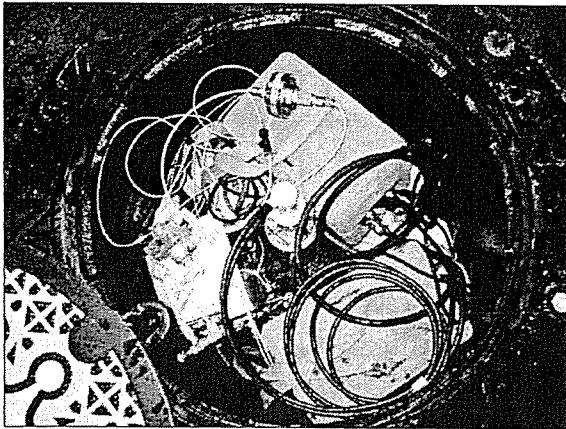


写真 2.3.9 水理・水質計測機器設置状況

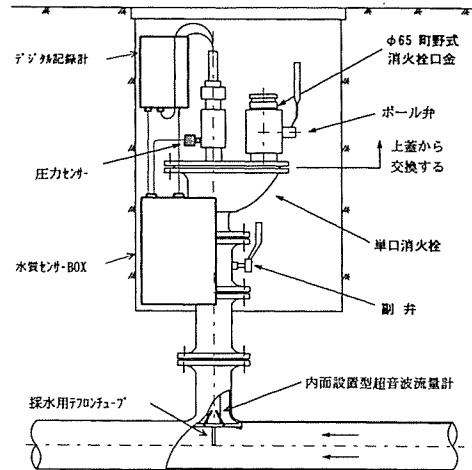


図 2.3.41 水理・水質計測機器設置状況

5) 懸濁物質調査

水理・水質計測機器の採水管から採水し、水圧を利用してメンブレンフィルター(φ47、公称孔径 5.0μm) でろ過を行い、水中に含まれる懸濁物質(鉄、アルミ、マンガン、砂等)を捕集した。

また、フィルターを通過した水量(フィルター1枚あたり目標 200L)を積算流量計で計測した。

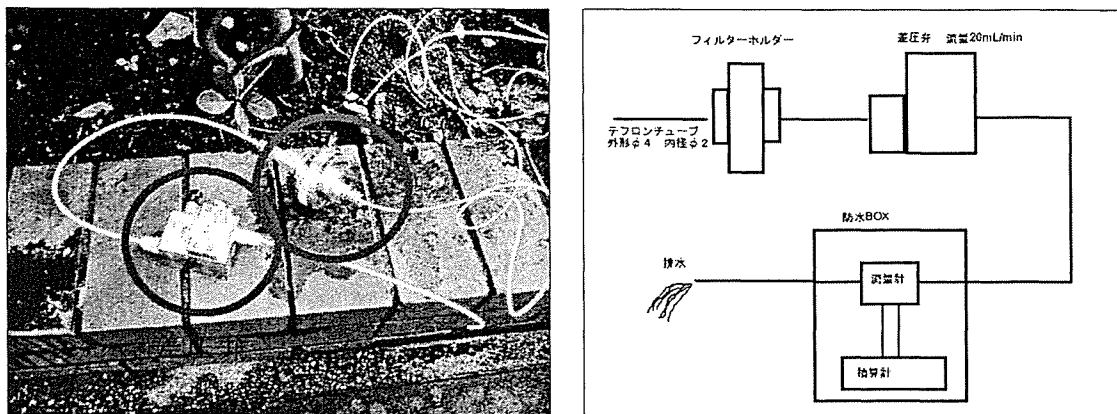


図 2.3.42 懸濁物質捕集装置

6) 計測機器校正

残留塩素濃度および電気伝導率については、計測データの精度向上とセンサの出力値を物理量に変換するため、データ取り込み時(巡回および撤去時)に、手分析(計測箇所ごとに5回実施)によって校正を行った。なお、残留塩素濃度計については、水道局保有のものを使用した。

7) 計測機器撤去

計測したデータはデジタル記録計に保存し、巡回時および計測機器撤去時にデータの取り込みを行う。データ収集後、計測機器を全て撤去し、計測前の状況に復旧した。

(4) 調査箇所

横須賀市上下水道局（浦賀、富士見町）及び神戸市水道局（道場町、鹿の子台南町）における調査箇所を以下に示す。

1) 横須賀市上下水道局

① 浦賀

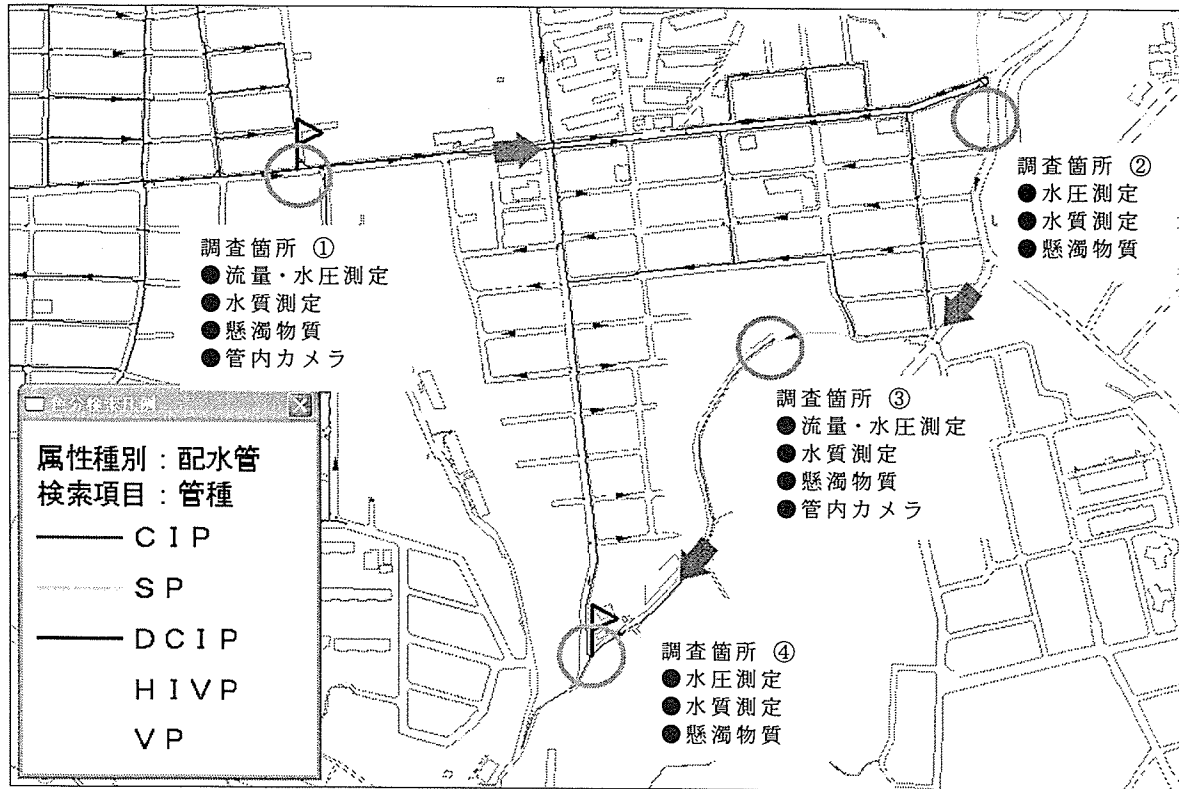


図 2.3.43 調査箇所付近管路（浦賀）

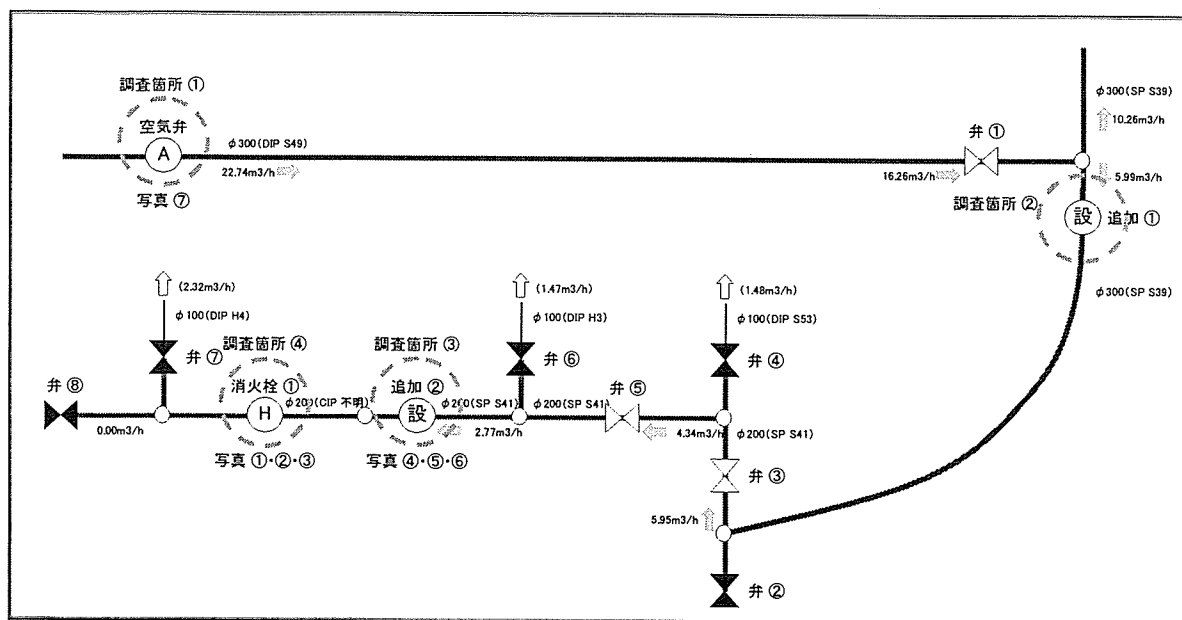


図 2.3.44 調査対象管路模式図（浦賀）

表 2.3.29 調査対象管路

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

表 2.3.30 調査項目

調査箇所 No.	流量測定	水質測定	懸濁物質	管内カメラ	備考
①	○	○	○	○	
②	-	○	○	-	
③	○	○	○	○	
④	-	○	○	-	
配水池	-	-	-	-	横浜市/小雀浄水場



写真 2.3.10 調査箇所①

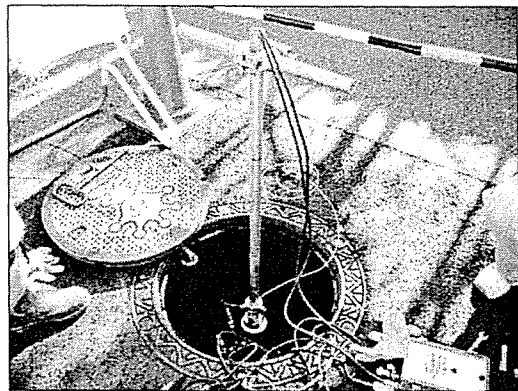


写真 2.3.11 調査箇所①



写真 2.3.12 調査箇所②



写真 2.3.13 調査箇所②



写真 2.3.14 調査箇所③



写真 2.3.15 調査箇所③



写真 2.3.16 調査箇所④



写真 2.3.17 調査箇所④

② 富士見町

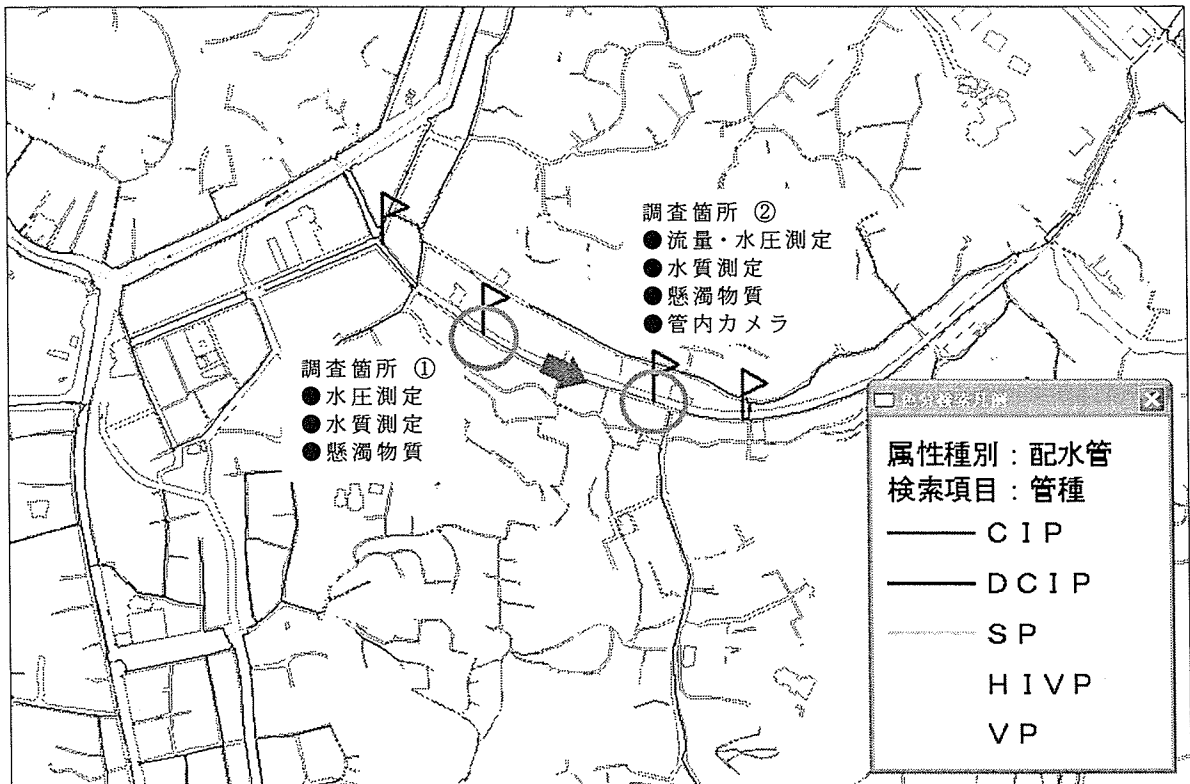


図 2.3.45 調査箇所付近管路（富士見町）

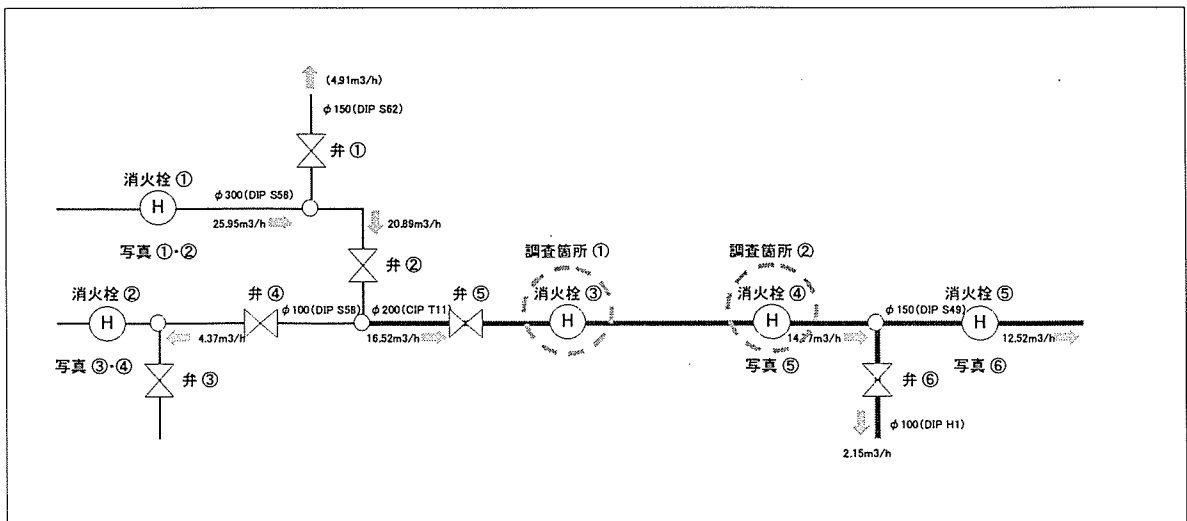


図 2.3.46 調査対象管路模式図（富士見町）

表 2.3.31 調査対象管路

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	CIP	無ライニング	200	T11	114

表 2.3.32 調査項目

調査箇所 No.	流量測定	水質測定	懸濁物質	管内カメラ	備考
①	-	○	○	-	
②	○	○	○	○	
配水池	-	-	-	-	横浜市/小雀浄水場



写真 2.3.18 調査箇所①

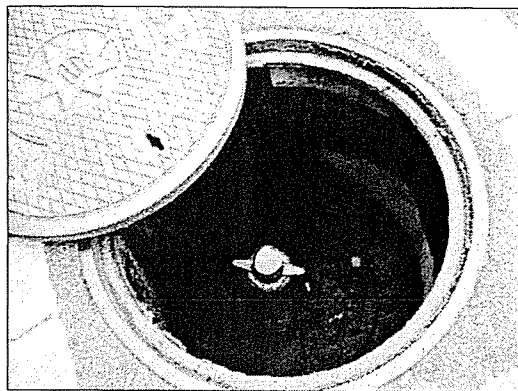


写真 2.3.19 調査箇所②

2) 神戸市水道局

① 道場町

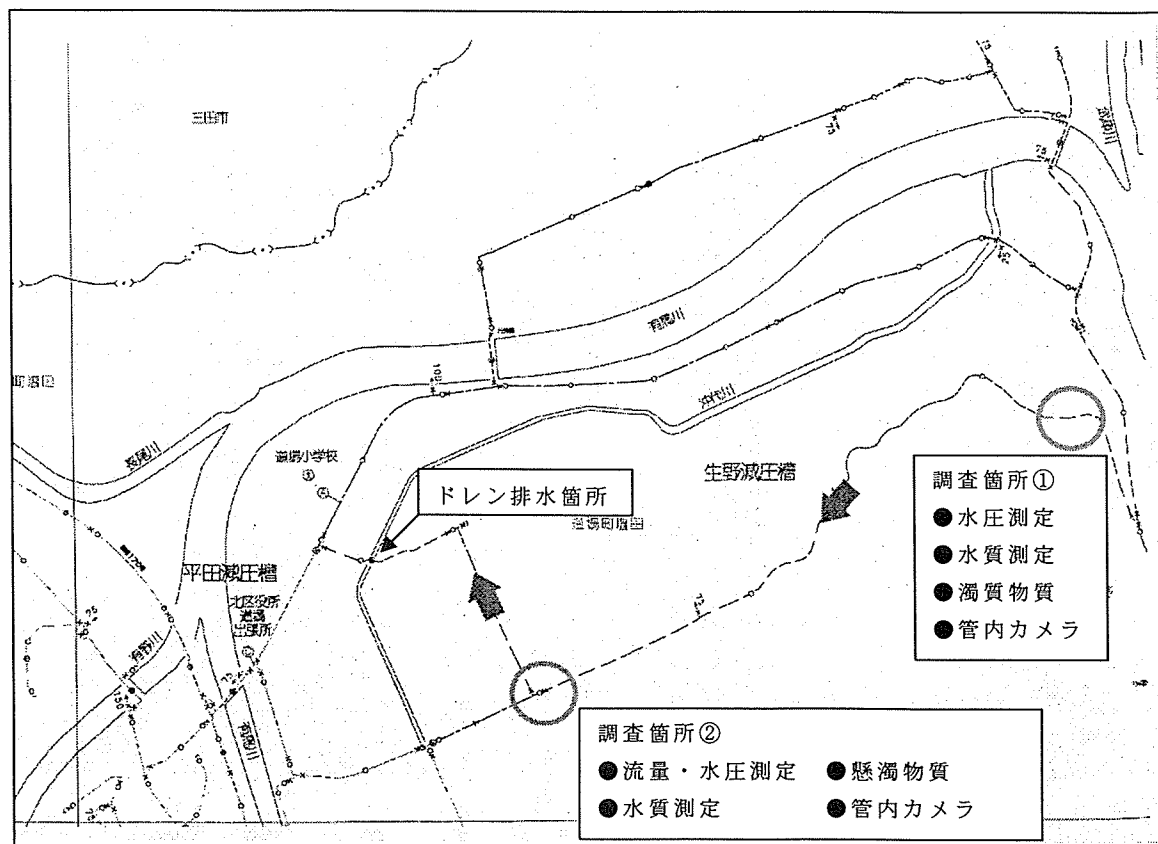


図 2.3.47 調査箇所付近管路（道場町）

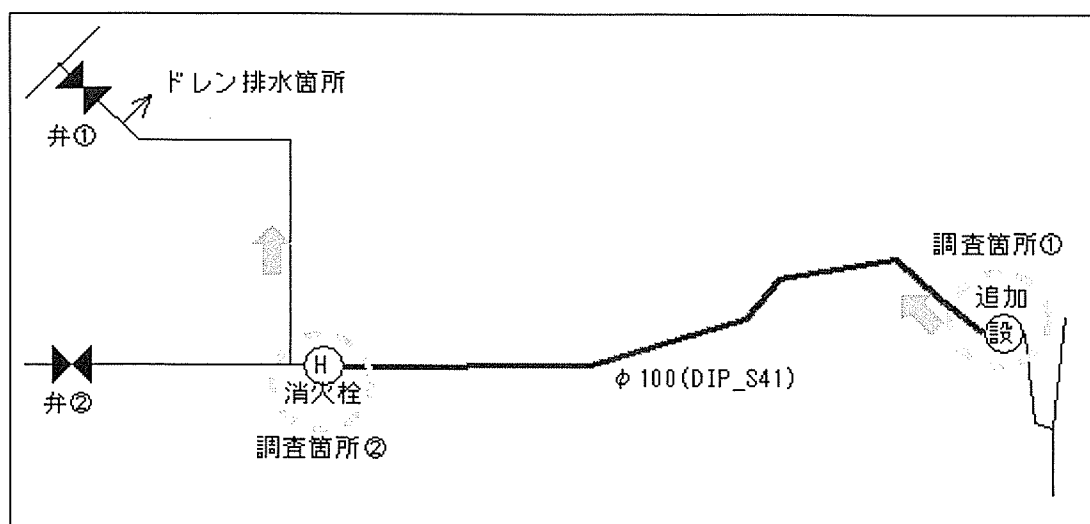


図 2.3.48 調査対象管路模式図（道場町）

表 2.3.33 調査対象管路

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	・直管部はライニング ・異形管部は無ライニング	100	S41	1,250

表 2.3.34 調査項目

調査箇所 No.	流量測定	水質測定	懸濁物質	管内カメラ	備考
①	-	○	○	○	
②	○	○	○	○	
配水池	-	-	-	-	生野減圧槽

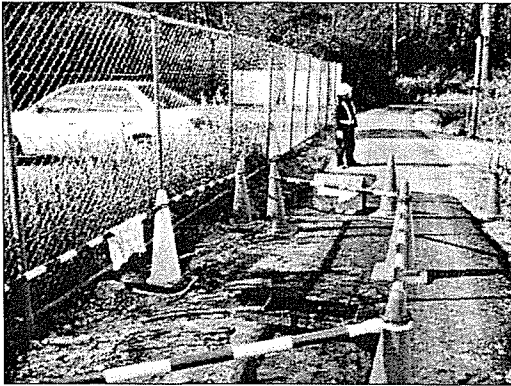


写真 2.3.20 調査箇所①

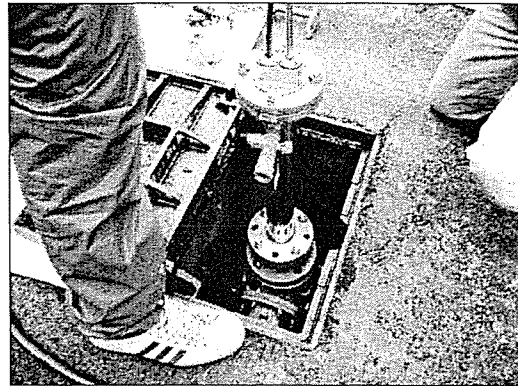


写真 2.3.21 調査箇所①



写真 2.3.22 調査箇所②

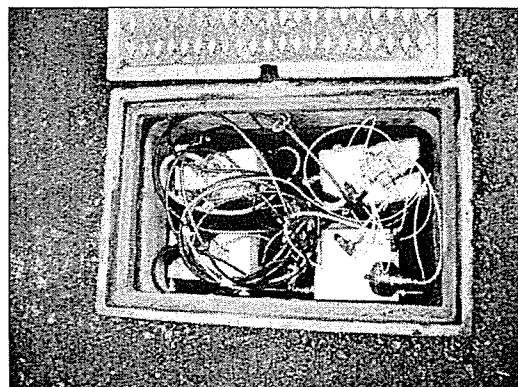


写真 2.3.23 調査箇所②

② 鹿の子台南町

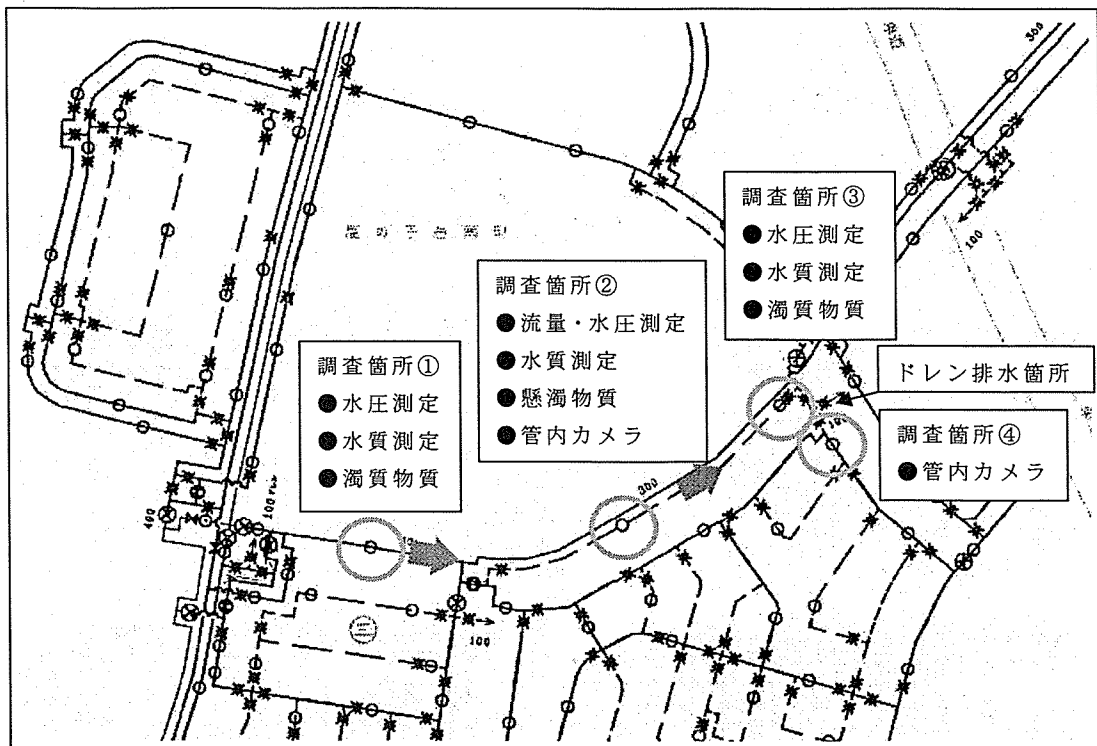


図 2.3.49 調査箇所付近管路（鹿の子台南町）

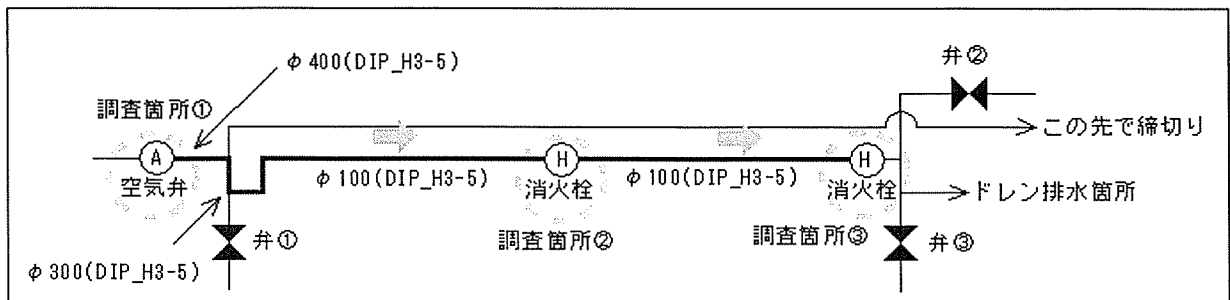


図 2.3.50 調査対象管路模式図（鹿の子台南町）

表 2.3.35 調査対象管路

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	・直管部はライニング ・異形管部はエポキシ 粉体塗装	400-100	H3-5	220
調査箇所 ②-③	DIP	・直管部はライニング ・異形管部はエポキシ 粉体塗装	100	H3-5	170

表 2.3.36 調査項目

調査箇所 No.	流量測定	水質測定	懸濁物質	管内カメラ	備考
①	-	○	○	-	
②	○	○	○	○	
③	-	○	○	-	
④	-	-	-	○	
配水池	--	-	-	-	平田配水池



写真 2.3.24 調査箇所①

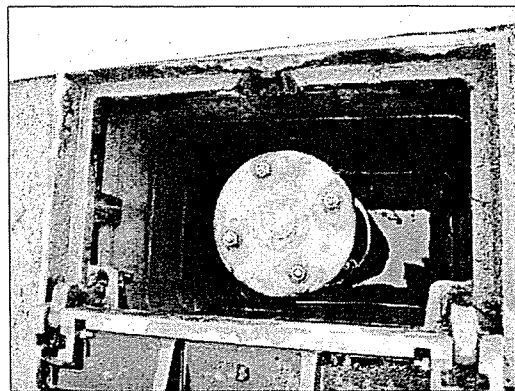


写真 2.3.25 調査箇所①



写真 2.3.26 調査箇所②

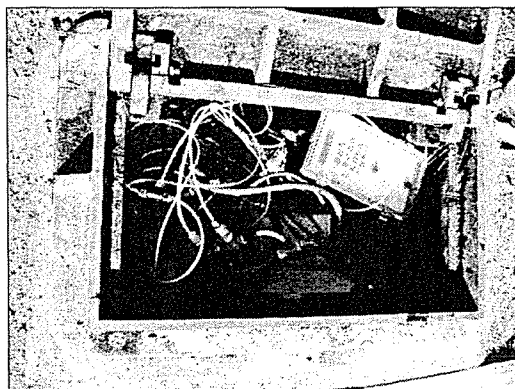


写真 2.3.27 調査箇所②



写真 2.3.28 調査箇所③

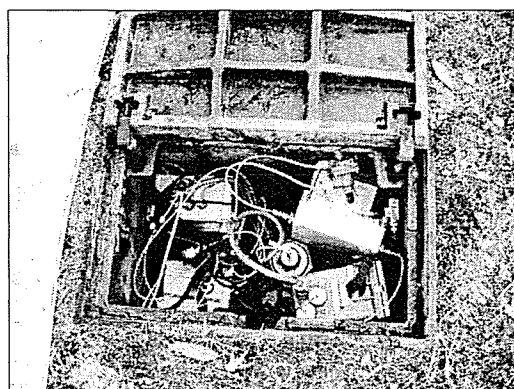


写真 2.3.29 調査箇所③