

(2) 剥離に関する流速

(1)においては、液体中に存在する固体粒子の移動に関する知見として掃流限界流速を示したが、実際に管内で確認される濁質（特に鏽等）は、管壁に付着していて、掃流限界流速＝移動開始とはなり得ない。

粒子が移動を開始するためには、その付着力を上回るせん断力が流体から与えられ、管壁から剥離する過程が必要だからである。

剥離流速については、物質や形態によって付着力は千差万別であるから、一概に測定することは難しい。赤水流出の掃流限界流速（剥離も含む）に関しては、Shields/小出の式が知られている。これは Shields の掃流公式と Hazen-Williams の平均流速公式から導かれたものである。

$$v_c = \alpha \cdot 0.70928 \cdot C \cdot D^{0.13} \cdot (h/L)^{0.04} \cdot \{\psi \cdot (\sigma - \rho) / \rho \cdot d\}^{0.5}$$

α : 経験から得られる係数（正常流で 20 程度、逆流で 5 とされている）

C : 流速係数

D : 管径

h : 損失水頭

L : 管長

ψ : Shields の関数

σ : 粒子の密度

ρ : 水の密度

d : 粒子の径

α については、D=100mm において、 $v=1.5\sim 2.0\text{m/s}$ で赤水が発生する経験から逆算し、 $d=0.01\text{mm}$ に対し $\alpha=20$ を得ている。

また、正常流とは逆の流れは赤水を生じやすく、経験上その 1/4 の $\alpha=5$ とされている。

ちなみに、(1) の掃流限界流速実測では、鉄鏽は $0.2\sim 0.5\text{m/s}$ 程度で移動がはじまるものと考えられるので経験上赤水が発生すると言われている $1.5\sim 2.0\text{m/s}$ という流速に対してはかなり小さく実管路で水理的に赤水を検証する際には、剥離現象を考慮してモデル化する必要がある。

4.4.4 実管路上の存在状況

一般的に濁質が問題となっている管路については、滞留部であると言われており、事業体に向けたアンケート調査結果からもその認識は浸透しているものと思われる。

この認識は、経験上誤りではないが、これまで述べたように、管内の濁質挙動は生成要因と輸送要因が複雑に関連するので単純には断定できない。

当然のことながら、濁質の生成が起こっているか、流れの上流部に濁質が生成する管路がない限りは、管路の滞留部においても濁質が問題となることはないと思われ、流速が遅いということは濁質が問題となる十分条件とは言えるが必要十分条件とは言えない。

今回の調査では、実際の管路上の流速が遅い管路において、管内カメラを挿入して、状況確認を行っているのでその知見を以下に示す。調査地点の流速は図 4.4.8 に示すとおりであり、通常 10~80mm/s 程度で掃流限界流速を下回っている。

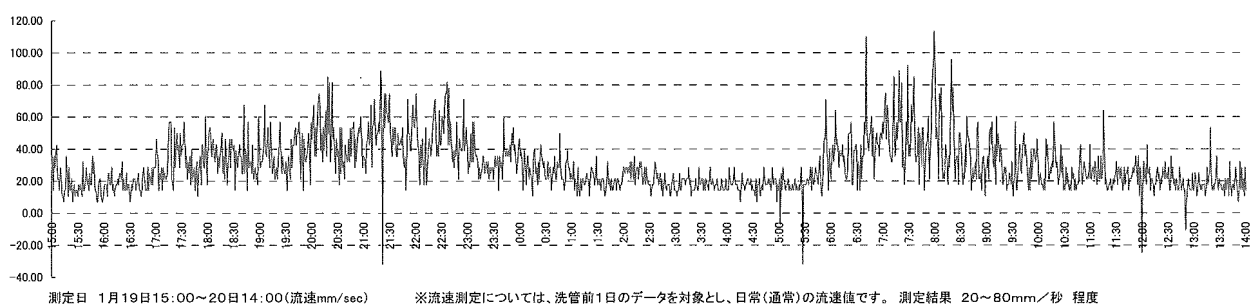


図 4.4.8 通常時流速測定結果

管内カメラにて確認したところ、当初予想されたよりは、堆積物は少なく、むしろ清浄であった。

また、消火栓から排水を行い、懸濁物質を採取したところ鉄錆に混じって白い薄片が採取された。これはシーลコートと思われ、付近にモルタルライニング管が存在しないことから、洗管によって生じた流れにより上流側から輸送されてきたものと考えられる。

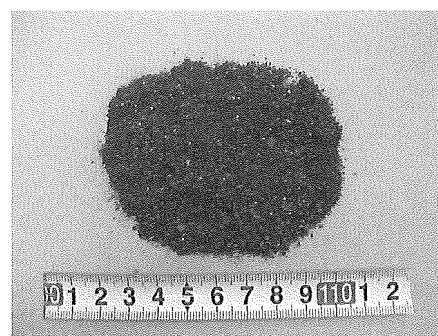


写真 4.4.8 採取された夾雑物
(乾燥重量：6.29g)

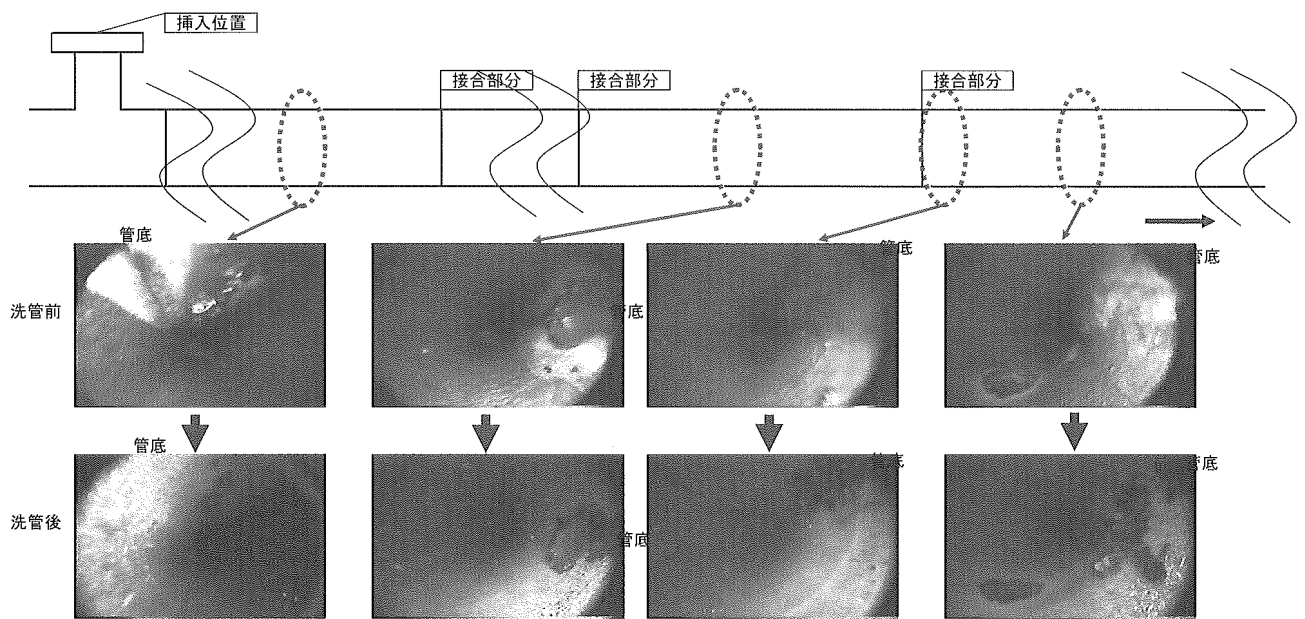


写真 4.4.9 実管路の管内状況

4.5 まとめ

4.5.1 調査結果のまとめ

- ①管内における濁質の由来は文献、調査実験等から次のように考えられる。
 - ・赤水：管内面に鉄が露出している管路及び属具
 - ・塗膜片（シールコート）：老朽化したモルタルライニング管
 - ・砂：浄水由来、配管工事時の残り等

- ②錆の生成については、速やかに進行するため、内面が塗装されていない管材については全て錆の供給源になる可能性がある。

- ③また、一度、洗管を行っても次の錆がすぐに発生することが予想されるため、コントロールが難しい。その場合は、水質改善により、ランゲリア指数を調整し、保護膜を形成させて錆の流出を抑制する、などの手法も有効と考えられる。

- ④一般に、流速が速い箇所では酸素の供給量が増すため、腐食の進行が速やかになるが、生成した錆が水流によって絶えず低濃度で流出することになるので赤水として顕在化することは少ないと推定される。逆に、流速が遅い箇所では、酸素供給量が不足するため、流速が速い箇所に比較して多少錆の生成は緩やかであるものの、生成した錆が常に蓄積した状態になるため、給水栓を開放した際に高濃度で流出し赤水として顕在化すると推定される。

- ⑤管壁面に付着している濁質が輸送されるには、管壁から剥離されなければならないが、その水理特性については不明な点が多い。赤水については、Shields/小出の公式などの提案がある。

- ⑥掃流限界流速については、幾つか実験例があり、砂や鉄粒子なら概ね0.3~0.4m/s程度のものである。シールコートは0.05~0.1m/sでも移動が起こり、赤水の原因となるような細かい鉄錆粒子については、沈降速度の遅さから察するに、相当、小さい流速でも移動することが考えられる。

- ⑦比較的水流が安定した管路においては、錆粒子が剥離する可能性は少ないが、消火栓から大量に放水した場合やバルブ操作による流向の変化など非定常的な水理変動を与えると赤水として流出すると考えられる。

4.6 関連実験の報告 (参考)

本研究の関連実験として実施した、浸漬実験についての概要を報告する。

4.6.1 目的

濁質発生防止技術として、水の腐食判定の指標を示すランゲリア指数の改善を目的とした消石灰及び炭酸ガス注入による非腐食性化水質改善が有効な手段として考えられている。そこで消石灰及び炭酸ガス注入を行っているW浄水場内において浸漬試験を行い、消石灰及び炭酸ガスを注入したランゲリア指数改善水の濁質抑制効果を調査した。また比較用として消石灰・炭酸ガスの注入を行っていない一般的な水質のY浄水場においても同様の実験を行った。

4.6.2 試験概要

(1) 試験浄水場

W浄水場 : 消石灰及び炭酸ガス注入実施浄水場

Y浄水場 : 一般的な水質の浄水場

(2) 試験期間

W浄水場 : 平成16年7月29日～平成17年1月29日

Y浄水場 : 平成16年8月5日～平成17年2月7日

(3) 試験装置

浸漬用水槽の概略図を図4.6.1に示す。この水槽は高流速用と低流速用から成り、高流速用は供試片を載せた台を回転機によって、一定速度(約7.6rpm)で回転させることにより所定の流速を達成する仕組みとなっている。

①流量

流量 $Q = 8.64\text{m}^3/\text{day} = 0.0001\text{m}^3/\text{s} = 6\text{L}/\text{min}$

②流速

ア. 高流速用

$V = \text{約 } 0.16[\text{m}/\text{s}]$

イ. 低流速用

$V = Q/A$

$= 0.0001[\text{m}^3/\text{s}] / (0.8[\text{m}] \times 0.2[\text{m}]) = 0.000625[\text{m}/\text{s}]$

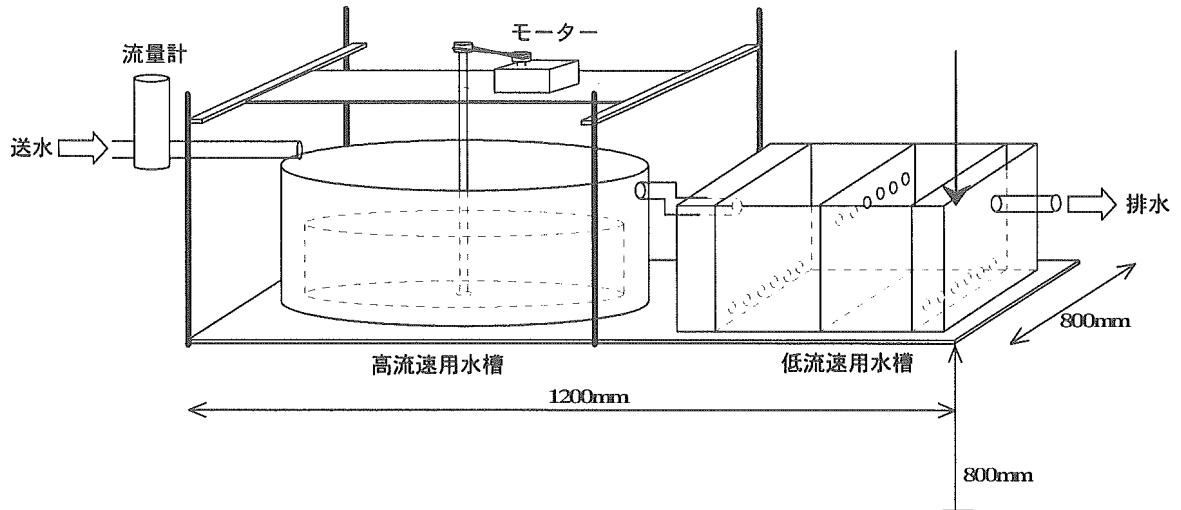


図 4.6.1 浸漬用水槽概略図

(4) 供試片

供試片の仕様を表 4.6.1 に示す。
試験前の供試片を資料 1 に示す。

表 4.6.1 供試片の仕様一覧

No.	種類	状態	長さ	備考
1	無CL	錆こぶの多いもの	150mm(外観観察用) 50mm(経時評価用)	—
2		錆こぶの少ないもの	150mm 50mm	—
3	CL*	中性化深さ 1.5mm~2.5mm	150mm 50mm	埋設場所不明・1971年製 栗本鐵工所製 アクリル系シリコート
4		中性化深さ 0.5mm	150mm 50mm	埋設場所不明・1971年製 クボタ製 塩ビ系シリコート
5	無CL	ショットブラスト 処理したもの	150mm 50mm	—
6	CL	—	150mm 50mm	クボタ製
7		—	150mm 50mm	栗本鐵工所製
8	粉体塗装**	—	150mm 50mm	クボタ製

*CL：セメントモルタルライニング **粉体塗装：エポキシ樹脂粉体塗装

(5) 試験項目

- ①外観観察
- ②Ca 被膜形成の有無
- ③水質分析

4.6.3 試験結果

(1) 外観観察

供試片の外観状況を資料 1 に示す。WおよびY浄水場で外観状況の変化に大きな差は認められなかった。試験開始から 1 ヶ月で無 CL 新管 (No.5) の全面に錆が発生した。

無 CL 新管 (No.5) の高流速に浸漬した供試片と低流速に浸漬した供試片で錆の形状が異なっていた。「Corrosion Control By Deposition of CaCO₃ Films 1978 by AWWA」によると炭酸カルシウム被膜が形成されるのにのぞましい流速は 0.6m/s 以上とされており、今回高流速と低流速の発錆形状の違いは炭酸カルシウム被膜形成の進行程度の違いに差がでているとも考えられる。4 ヶ月後には無 CL 新管 (No.5) の錆こぶが 1 ヶ月後に比べて大きくなっていることが確認された。

(2) 表面生成物の定性分析結果

高流速用水槽に浸漬した No.1、No.2 および No.5 の供試片の定性分析結果を資料 2 に、W および Y 浄水場に 6 ヶ月浸漬した供試片を定性分析し評価したものを表 4.6.2 に示す。

粉体塗装管ではカルシウムの存在が確認されなかった。通常、炭酸カルシウム被膜の形成はランゲリア指数が正の領域で起こるが、今回ランゲリア指数が負の値にも関わらず No.5 の錆こぶの薄いところ (カソード部) にカルシウムが大量に検出された。これはカソード部分で局部的に pH が上昇しランゲリア指数が上昇したためと考えられる*2。しかし No.1 および No.2 の錆こぶの薄いところからはカルシウムはあまり検出されなかった。

炭酸カルシウム被膜の形成が式 1 の電気化学的な反応によって起こることからもわかるように、ランゲリア指数が負の領域では腐食の沈静化した金属には炭酸カルシウムの被膜は形成されにくい (形成の速度が遅い) と考える。

(*2 東京理科大学 加藤)

炭酸カルシウムの生成反応式



表 4.6.2 定性分析結果 (6 ヶ月後)

No.	種類	状態	W浄水場			Y浄水場			
			O	Ca	C	O	Ca	C	
1	経年管	無ライニング	錆こぶの多いもの	◎	×	△	◎	△	○
2			錆こぶの少ないもの	◎	○	△	◎	○	○
3	CL	中性化深さ 1.5~ 2.5mm		◎	◎	◎	◎	○	◎
4			中性化深さ 0.5mm	◎	○	○	◎	○	○
5	新管	無ライニング	ショットブラスト処理したもの	◎	◎	△	◎	◎	○
6		CL	-	○	○	◎	○	○	◎
7			-	○	○	◎	○	○	◎
8	粉体塗装	-		○	×	◎	○	×	◎

◎:大量に検出 ○:検出 △:わずかに検出 ×:検出せず

(3) 水質分析結果

水質分析結果を表 4.6.3 および表 4.6.4 に示す。

停滞水で赤水が防止できるのはランゲリア指数が-0.2~0 の場合であり、-0.5 前後のランゲリア指数では赤水是止まらない(炭酸カルシウム保護皮膜は形成されにくい)とされている*3。

今回、W浄水場の試験で使用している水の9月の平均ランゲリア指数は-0.7であり、10月の平均ランゲリア指数は-1.3である。消石灰及び炭酸ガス注入前(平均-2.08)と比較して改善はされているものの炭酸カルシウム被膜が形成されやすい水質とは言い難い。

(*3 呉羽エンジニアリング「消石灰による水道水の非腐食性化水質改善」)

表 4.6.3 水質分析結果(W浄水場)

	水温 (℃)	アルカリ度 (mg/L)	硬度 (mg/L)	pH	残留塩素 (mg/L)	溶存酸素 (mg/L)	ランゲリア 指数
H16.7.26	28.3	65	81	7.73	1.61	-	-0.39
H16.8.2	-	-	-	-	-	7.45	-
H16.9.8	-	-	-	-	-	7.45	-0.7
H16.9.21	25.2	63	71	7.94	1.12	-	(9月平均)
H16.10.4	-	-	-	-	-	7.50	-1.3
H16.10.25	16.1	50	62	7.60	0.90	-	(10月平均)

表 4.6.4 水質分析結果 (Y浄水場)

	水温 (℃)	アルカリ度 (mg/L)	硬度 (mg/L)	pH	残留塩素 (mg/L)	溶存酸素 (mg/L)	ランゲリア 指数
H15.7.7	20.8	34	41	7.51	-	-	-1.46
H15.10.6	16.9	41	43	7.62	-	-	-1.25
H16.7.5	23.2	32	32	7.61	0.65	-	-1.31
H16.8.5	-	-	-	-	-	5.17	-

4.6.4 W浄水場の未処理水と改善水の比較

W浄水場において平成9年（石灰注入前）と平成12年（石灰注入後）に行った試験（供試管に浄水を通水し、供試管内部の錆と炭酸カルシウム被膜換算の比較調査）の炭酸カルシウム被膜換算厚み・腐食量を比較したデータを図4.6.2および図4.6.3に示す*4。

図4.6.2から炭酸カルシウム被膜の換算厚みは石灰注入後、大幅に厚くなっている。また、図4.6.3から腐食量は石灰注入前の1/2以下まで減少している。Y浄水場の水質と石灰注入後のW浄水場の水質は似かよっており、石灰注入により腐食性の強い水質が一般的な水質（Y）にまで改善されたことがわかる。（*4 W水道局内部資料）

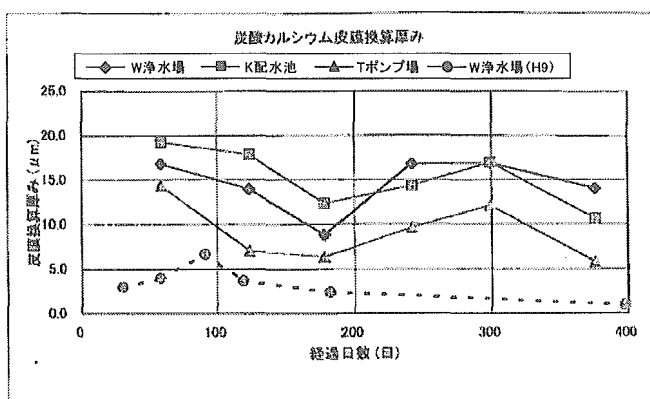


図 4.6.2 炭酸カルシウム被膜換算厚み

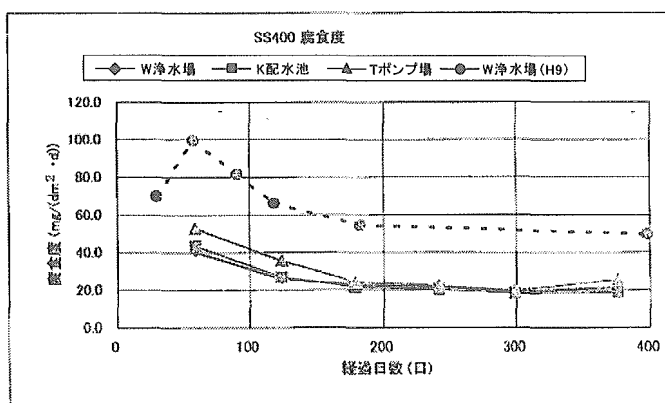


図 4.6.3 SS400 腐食度

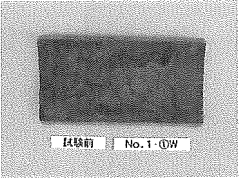
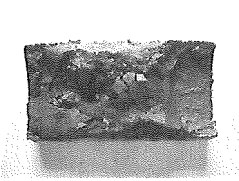
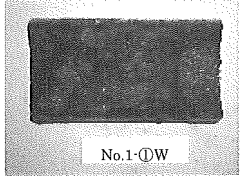
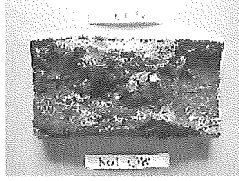
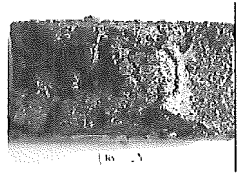
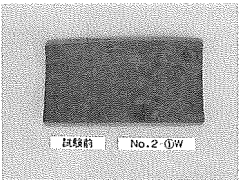
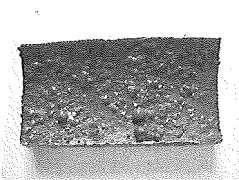
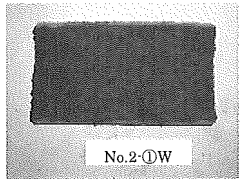
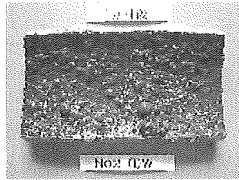
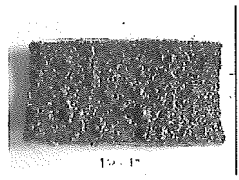
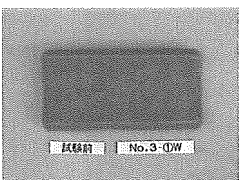
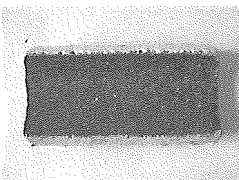
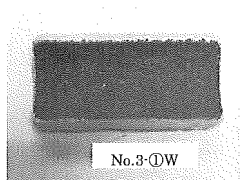
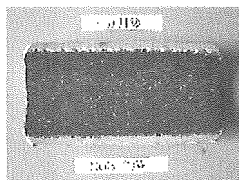
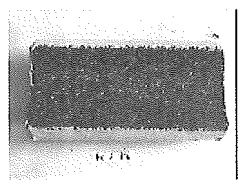
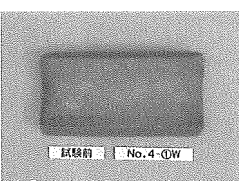
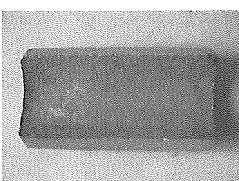
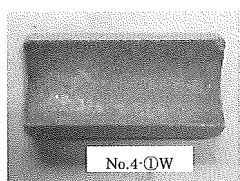
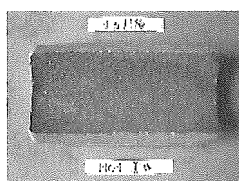
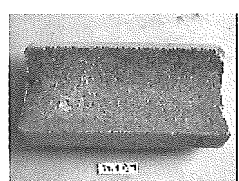
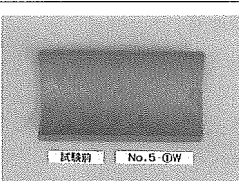
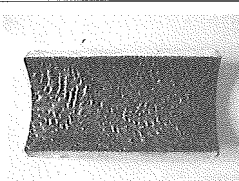
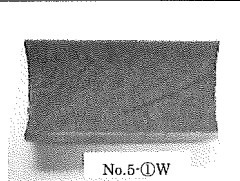
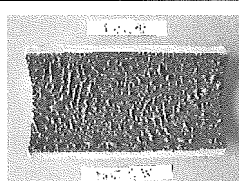
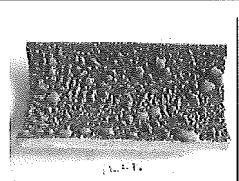
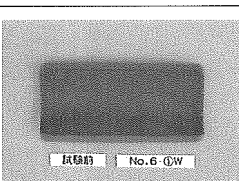
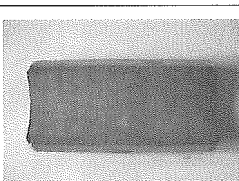
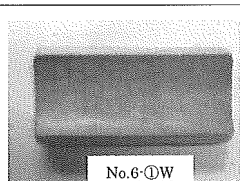
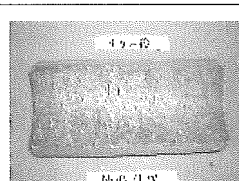
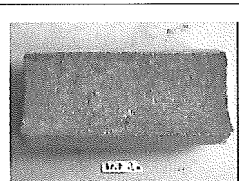
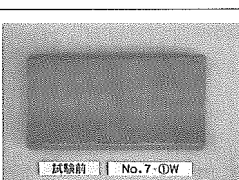
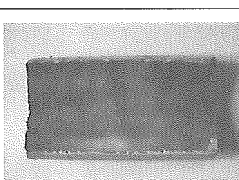
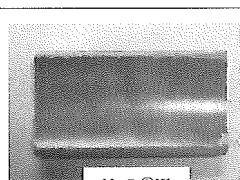
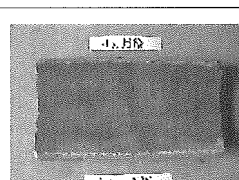
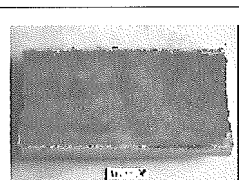
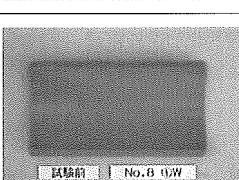
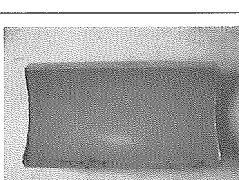
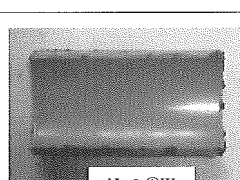
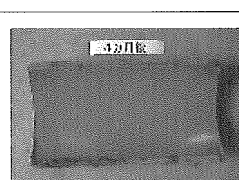
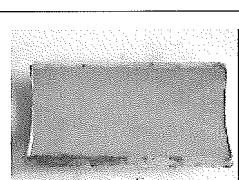
4.6.5 まとめ

カルシウムの付着は錆こぶの薄い部分（カソード部）でおこっており、これは電気化学的な反応によってカソード部分でpHが上昇しランゲリア指数が上昇した為カルシウムの付着がおこったと考える。すなわち錆の進行が遅いものに関しては炭酸カルシウム被膜も形成されにくい（形成の速度が遅い）と考える。

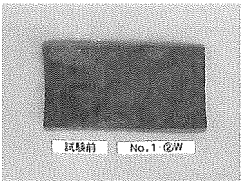
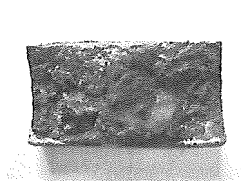
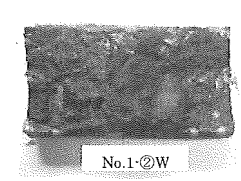
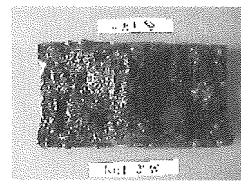
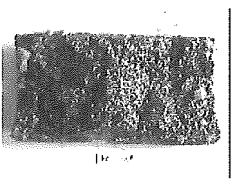
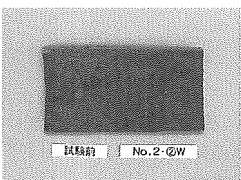

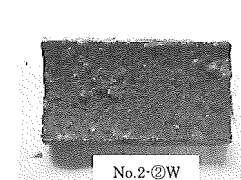
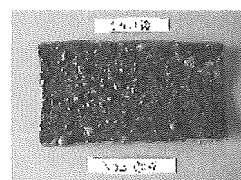
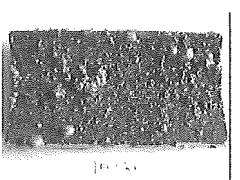
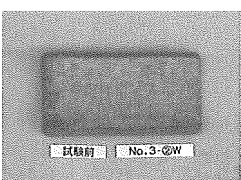
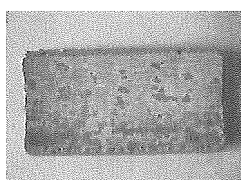
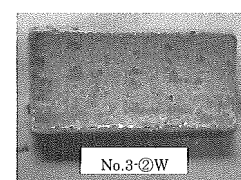
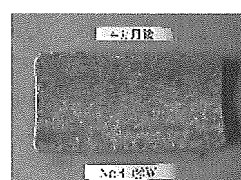
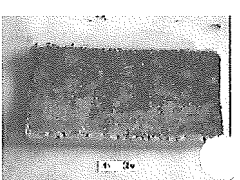
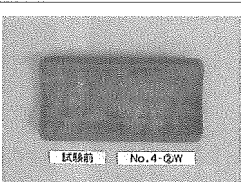
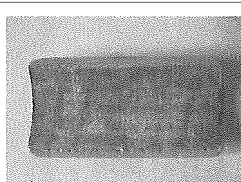
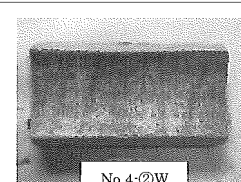
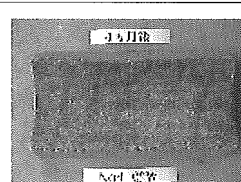
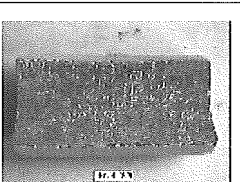
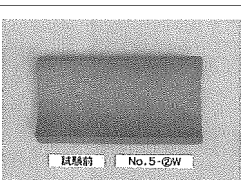
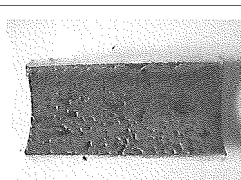
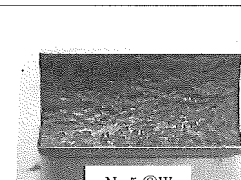
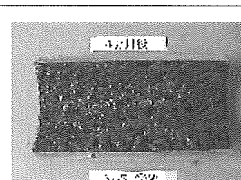
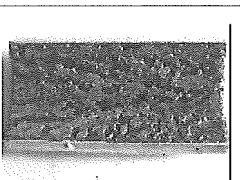
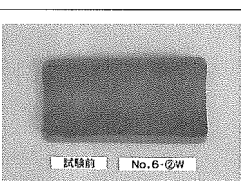
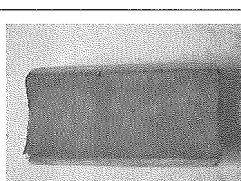
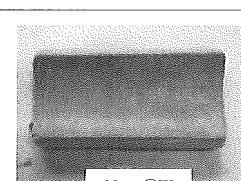
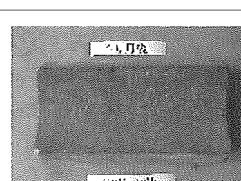
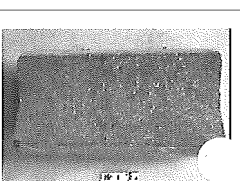
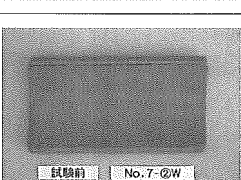
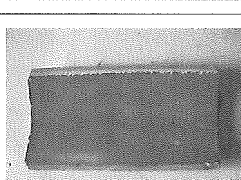
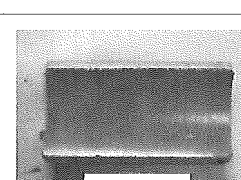
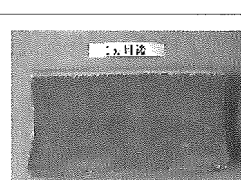
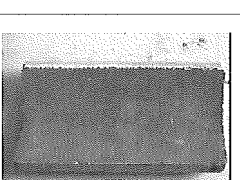
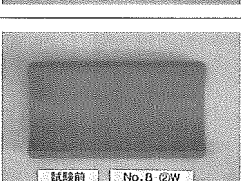
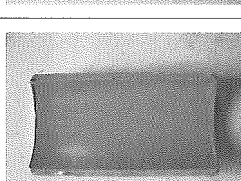

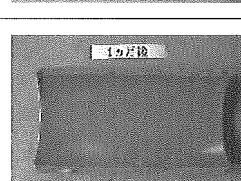
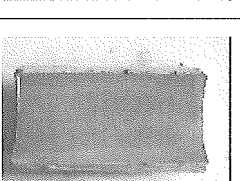
また流速の違いによって発錆形状が異なっており、流速の違いにより炭酸カルシウム被膜形成の進行程度の違いに差がでてくとも考えられる。

試験期間中のW浄水場の水質は炭酸カルシウム被膜が形成されやすい水質とは言い難く、Y浄水場で浸漬した供試片と試験結果に大きな違いは見られなかった。しかしW浄水場の水質は石灰注入により腐食性の強い水質が一般的な水質（Y）にまで改善されていることを確認した。

W 浄水場における高流速浸漬槽に浸漬した試験片の試験前後の外観状況

	試験前	浸漬期間(1ヶ月間)	浸漬期間(2ヶ月間)	浸漬期間(4ヶ月間)	浸漬期間(6ヶ月間)
経年無 CL 管 (錆こぶの多いもの)					
経年無 CL 管 (錆こぶの少ないもの)					
経年 CL 管 (中性化がかなり進行したもの)					
経年 CL 管 (中性化があまり進行していないもの)					
無 CL 新管 (ショットブラスト処理したもの)					
CL 新管 (ホタ製)					
CL 新管 (栗本鐵工所製)					
粉体新管 (ホタ製)					

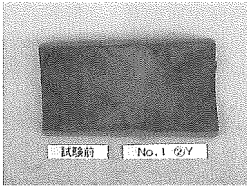
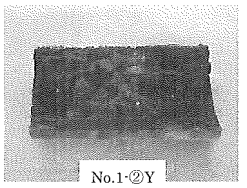
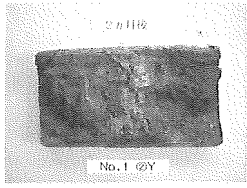
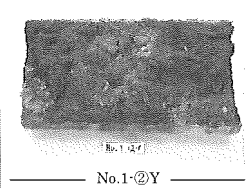
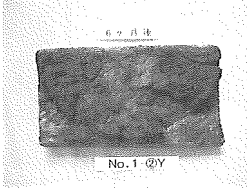
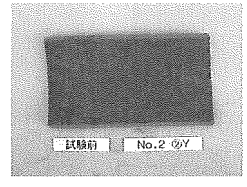
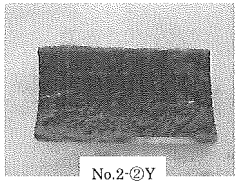
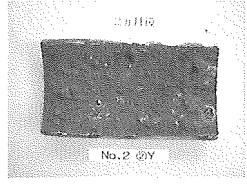
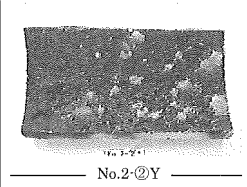
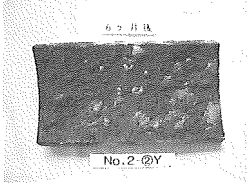
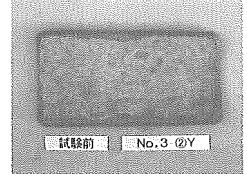
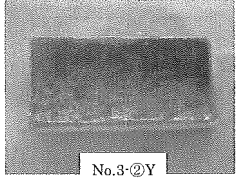
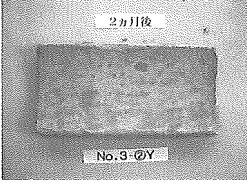
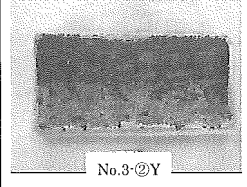
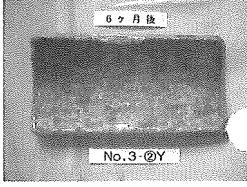
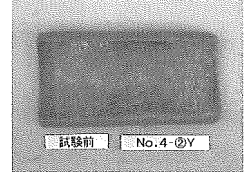
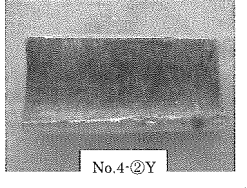
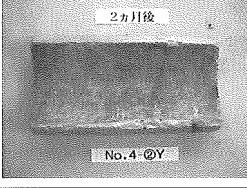
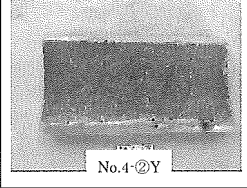
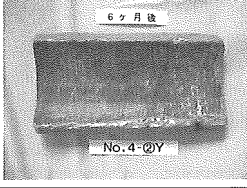
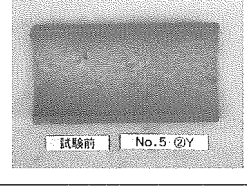
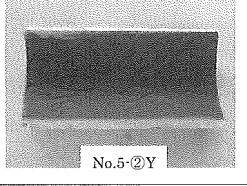
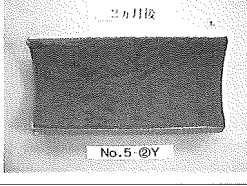
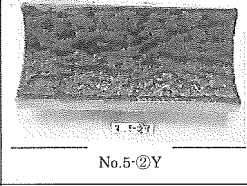
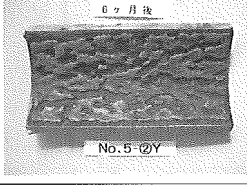
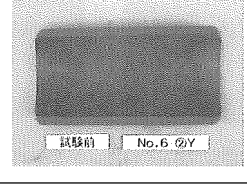
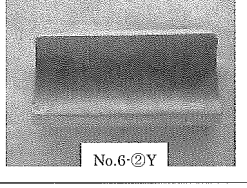
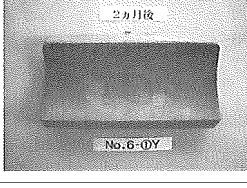
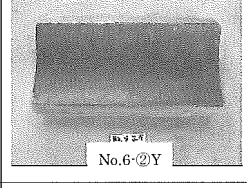
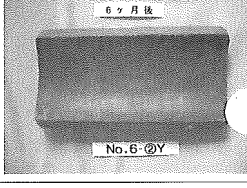
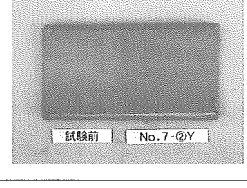
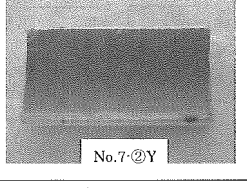
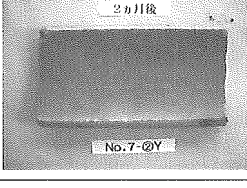
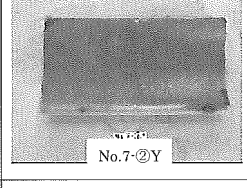
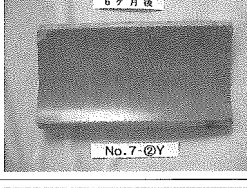
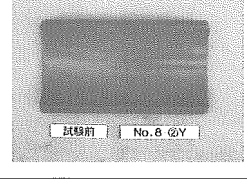
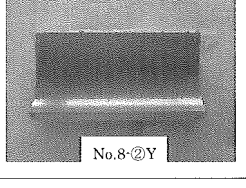
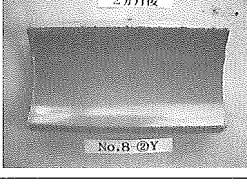
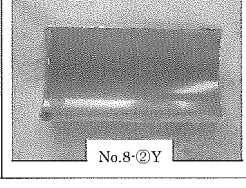
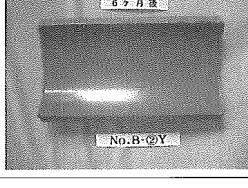
W 浄水場における低流速浸漬槽に浸漬した試験片の試験前後の外観状況

	浸漬前	浸漬期間(1ヶ月間)	浸漬期間(2ヶ月間)	浸漬期間(4ヶ月間)	浸漬期間(6ヶ月間)
経年無 CL 管 (錆こぶの多いもの)	 試験前 No.1-②W		 No.1-②W	 No.1-②W	
経年無 CL 管 (錆こぶの少ないもの)	 試験前 No.2-②W		 No.2-②W	 No.2-②W	
経年 CL 管 (中性化がかなり進行したもの)	 試験前 No.3-②W		 No.3-②W	 No.3-②W	
経年 CL 管 (中性化があまり進行していないもの)	 試験前 No.4-②W		 No.4-②W	 No.4-②W	
無 CL 新管 (ショットプラスト処理したもの)	 試験前 No.5-②W		 No.5-②W	 No.5-②W	
CL 新管 (ホタル製)	 試験前 No.6-②W		 No.6-②W	 No.6-②W	
CL 新管 (栗本鐵工所製)	 試験前 No.7-②W		 No.7-②W	 No.7-②W	
粉体新管 (ホタル製)	 試験前 No.8-②W		 No.8-②W	 No.8-②W	

Y 浄水場における高流速浸漬槽に浸漬した試験片の試験前後の外観状況

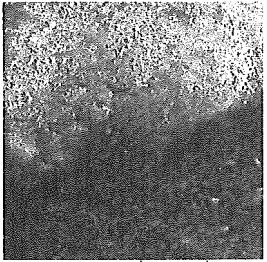
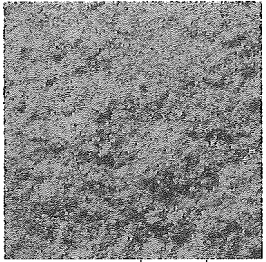
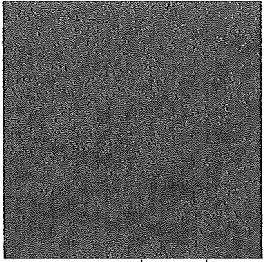
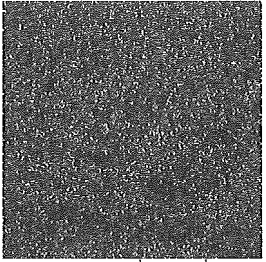
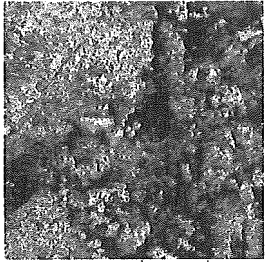

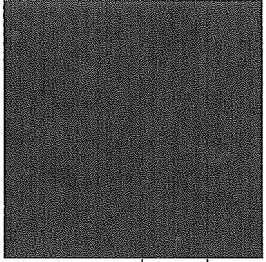
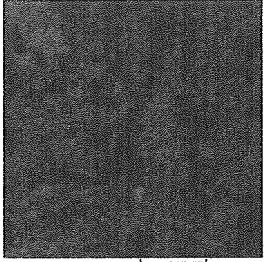
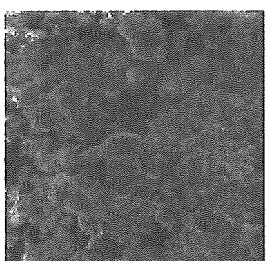

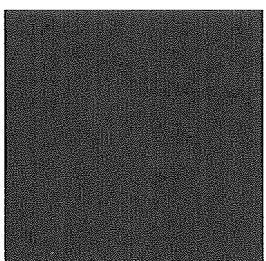
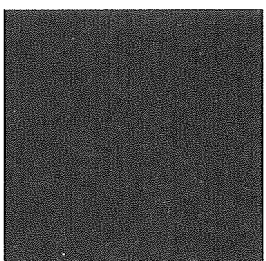
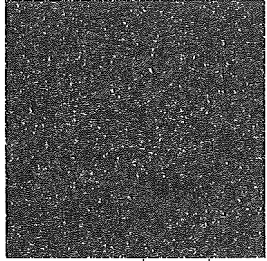
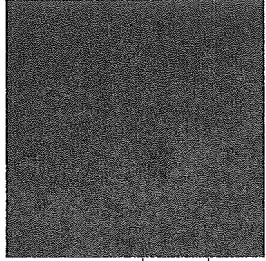
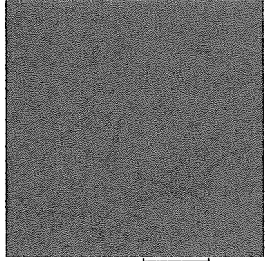
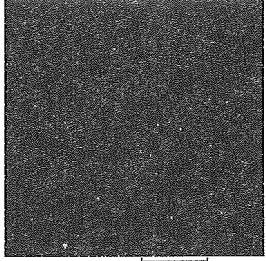
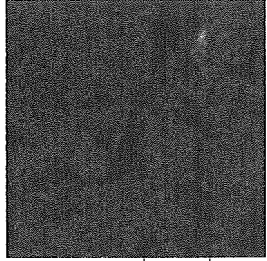
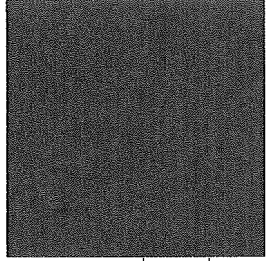
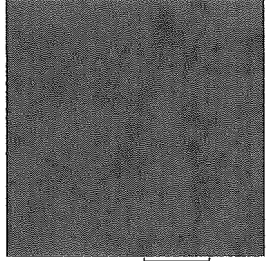
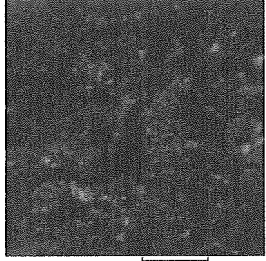
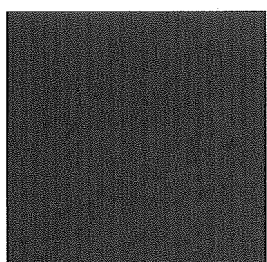
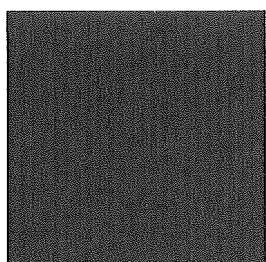
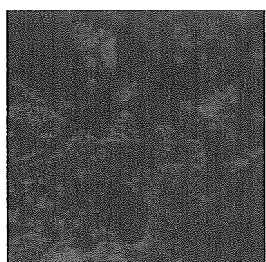
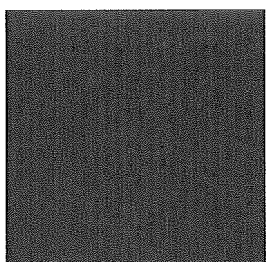
	試験前	浸漬期間(1ヶ月間)	浸漬期間(2ヶ月間)	浸漬期間(4ヶ月間)	浸漬期間(6ヶ月間)
経年無 CL 管 (錆こぶの多いもの)					
経年無 CL 管 (錆こぶの少ないもの)					
経年 CL 管 (中性化がかなり進行したもの)					
経年 CL 管 (中性化があまり進行していないもの)					
無 CL 新管 (ショットプラスト処理したもの)					
CL 新管 (ホウキ製)					
CL 新管 (栗本鐵工所製)					
粉体新管 (ホウキ製)					

Y 浄水場における低流速浸漬槽に浸漬した試験片の試験前の外観状況

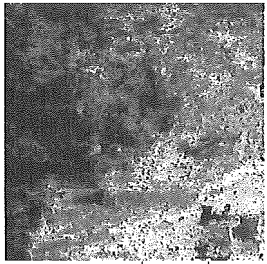
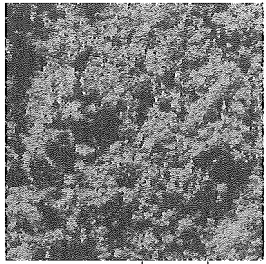
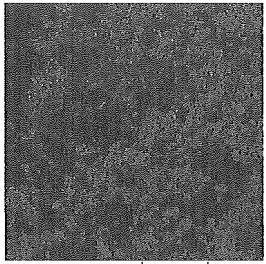
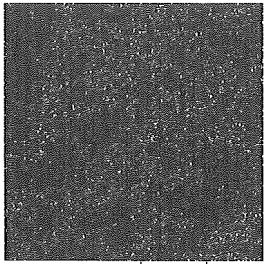
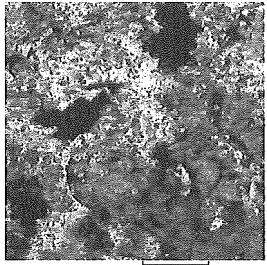
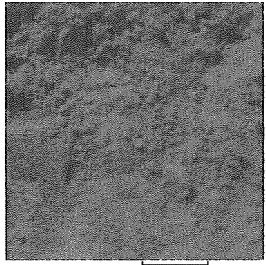
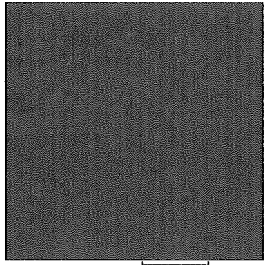
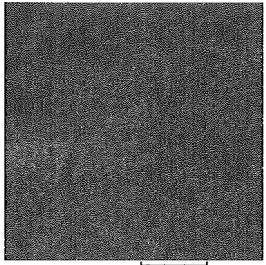
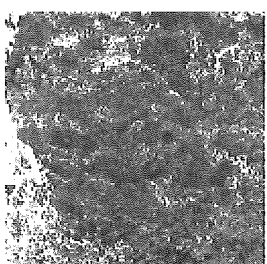
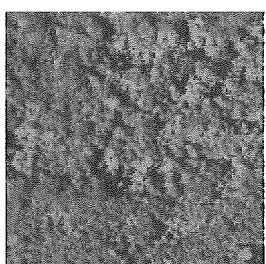
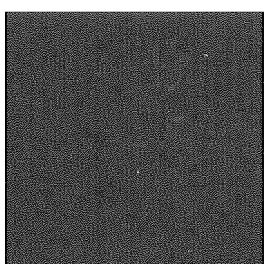
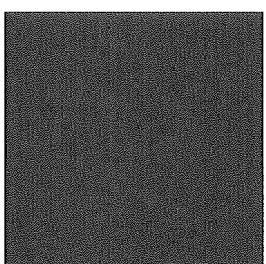
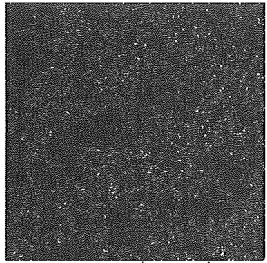
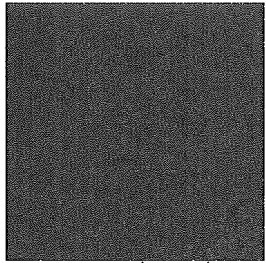
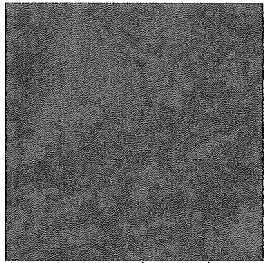
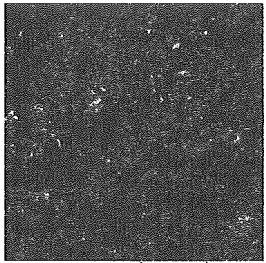
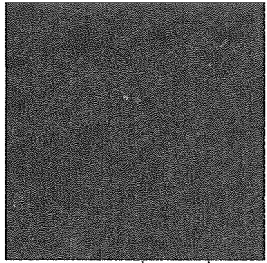
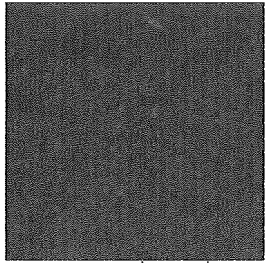
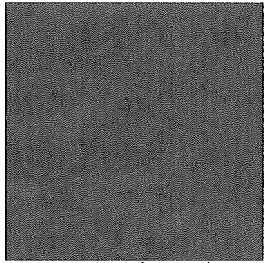

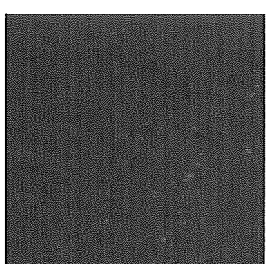
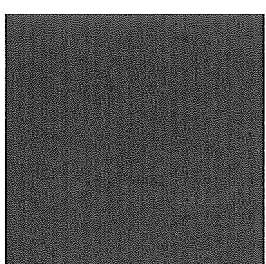
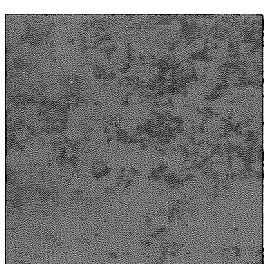
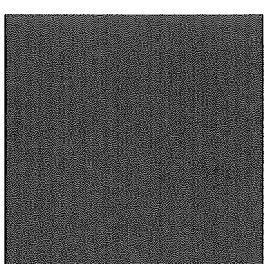
	試験前	浸漬期間(1ヶ月間)	浸漬期間(2ヶ月間)	浸漬期間(4ヶ月間)	浸漬期間(6ヶ月間)
経年無 CL 管 (錆こぶの多いもの)					
経年無 CL 管 (錆こぶの少ないもの)					
経年 CL 管 (中性化がかなり進行したものの)					
経年 CL 管 (中性化があまり進行していないもの)					
無 CL 新管 (ショットプラスト処理したもの)					
CL 新管 (ホウダ製)					
CL 新管 (栗本鐵工所製)					
粉体新管 (ホウダ製)					

定性分析結果 (EPMA 分析)

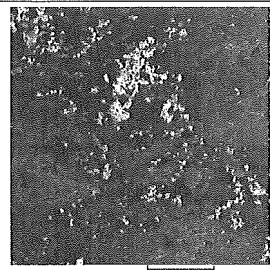
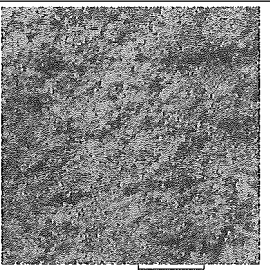
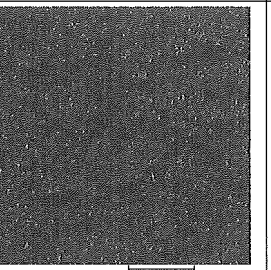
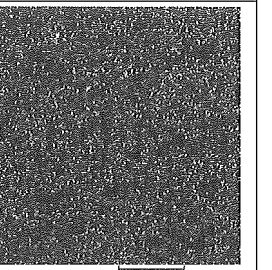

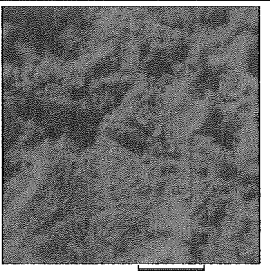
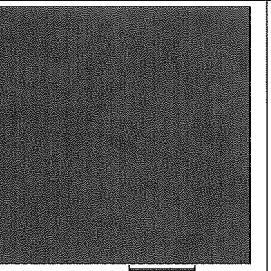
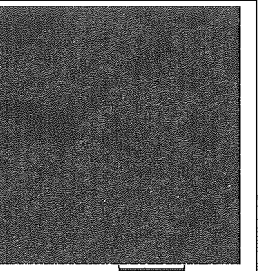
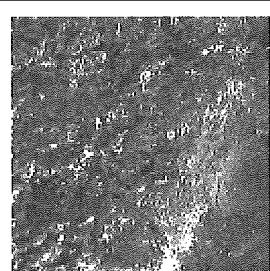
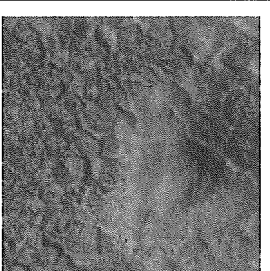
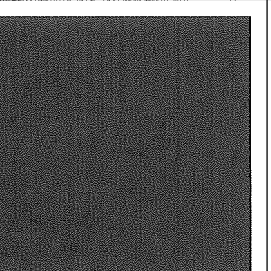
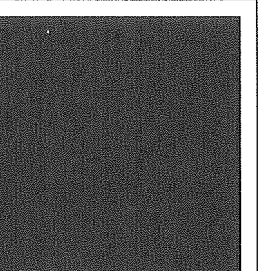
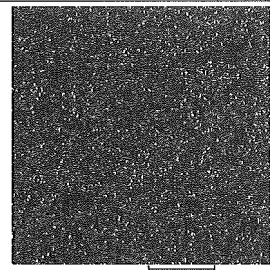
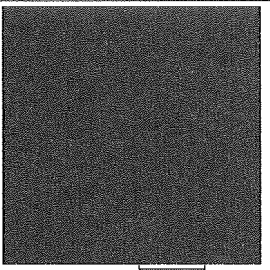
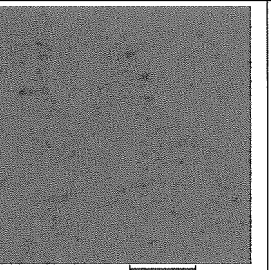
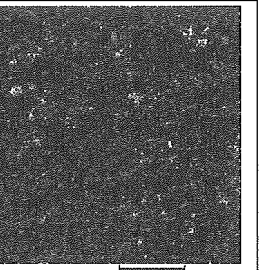
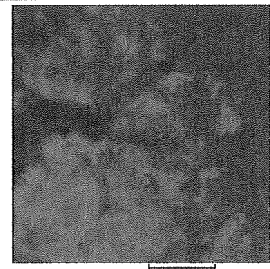
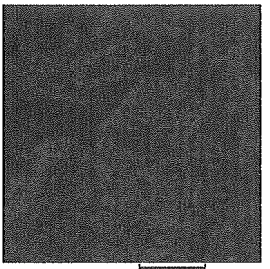
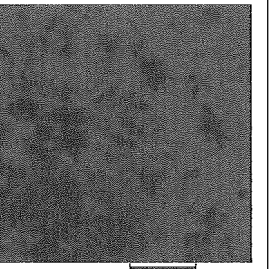
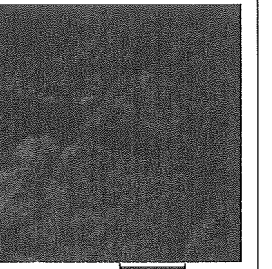
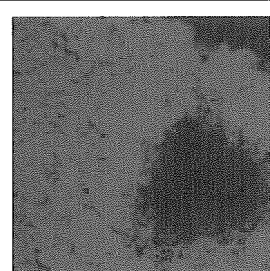
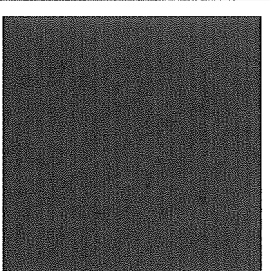
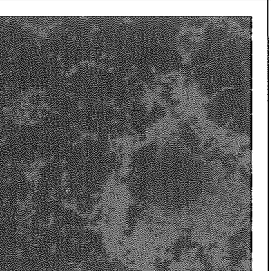
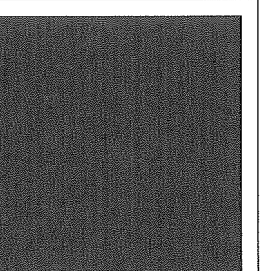
No.1 さびこぶの大きいもの(表面)

	SEM	O	Si	Cl
未浸漬				
Y 浄水場 6ヶ月後				
W 浄水場 6ヶ月後				
	Ca	Mn	Fe	C
未浸漬				
Y 浄水場 6ヶ月後				
W 浄水場 6ヵ月後				

No2 錆こぶの小さいもの(表面)

	SEM	O	Si	Cl
未浸漬	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
Y 浄水場 6ヶ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
W 浄水場 6ヵ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
	Ca	Mn	Fe	C
未浸漬	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
Y 浄水場 6ヶ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
W 浄水場 6ヵ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm

No.5 無ライニング (ショットブラスト処理したもの) 表面

	SEM	O	Si	Cl
未浸漬	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
Y 浄水場 6ヶ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
W 浄水場 6ヵ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
	Ca	Mn	Fe	C
未浸漬	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
Y 浄水場 6ヶ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm
W 浄水場 6ヵ月後	 250 μm	 250 μm	 250 μm	 250 μm

5. 実験管路による濁質の挙動確認

5. 実験管路による濁質の挙動確認

5.1 実験概要

水資源の有効利用の観点から見た最適管網の形成に資する基礎的データ、評価指標等の収集・整理を目的に、横浜市川井浄水場内に実験管路（写真 5.1.1）を設置し実験を行った。

実験管路では主に、管路・管網内での濁質の基礎的な挙動やその拡散状況についての調査研究を実施した。

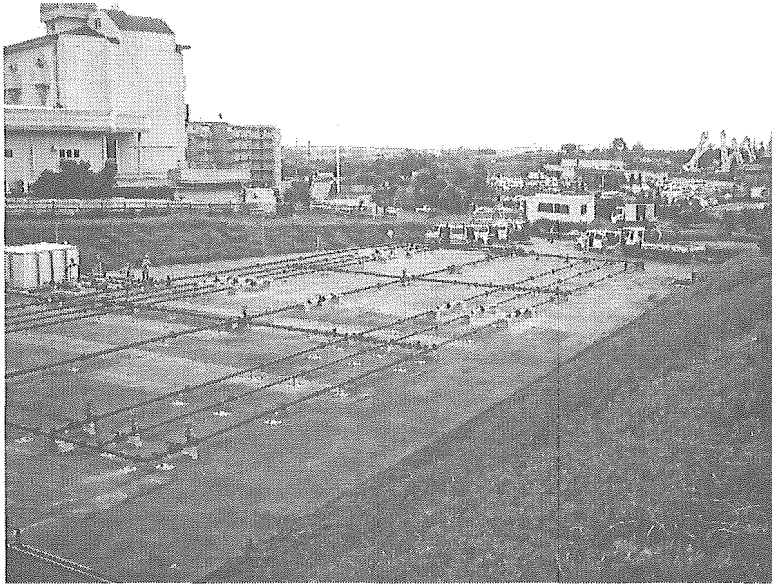
5.1.1 実験管路の概要

横浜市水道局川井浄水場内の遊水池（約 60m×40m）に、管網が再現可能な規模の実験管路（写真 5.1.1）を設置した。

実験管路の基本的な考え方は下記の通りである。

- ・実験管網形状 : 経験的に赤水発生源と考えられる末端部の再現、ブロック管網と枝状管網との比較が可能となる形状とする。また、伏せ越し部での濁質挙動を確認するため屈曲部を設ける。管路の一部は濁質挙動観測用に透明管とした。
- ・管路口径 : $\phi 75$ 、 $\phi 100$ 、 $\phi 150$ とし、 $\phi 100$ をメイン管とする。
- ・ポンプ設備 : 実験流速は、単一管路で 2.0m/s 程度を目安とするが、洗管を考慮し 3.0m/s 程度の流速が確保可能とする。
- ・付帯設備 : 排泥設備、空気弁、給水栓、流量制御が可能な手動弁、濁質投入口を兼ねた消火栓を設置する。また、実験管路通水の循環利用と浄水場からの分水の受水を兼ねた受水槽を設置する。

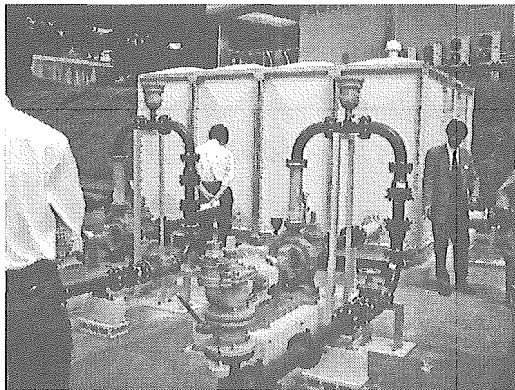
実験管路モデルの主な設備



* 配管

- φ100をメイン管として、管網を構成
- ・単管路として、
- φ150 ……2条
- φ100 ……5条
- （直管部新・旧）
- φ75 ……1条
- ・総管路延長=約540m
- ・管内総容量=約5.0m³

写真 5.1.1 実験管路の全景



* ポンプ設備

- 吐出量=1.6m³/分
- 揚程=20m
- 出力=11kw
- 台数=2台

* 受水槽

- 有効容量=16.8m³

写真 5.1.2 ポンプ設備

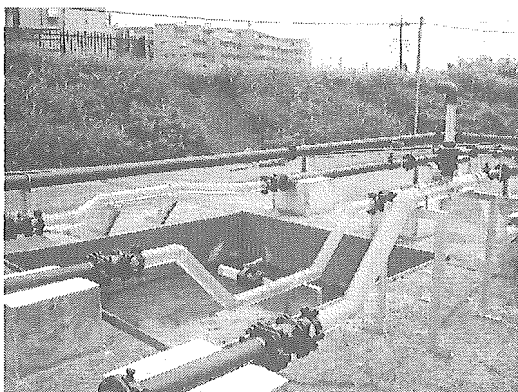


写真 5.1.3 観測用透明管（屈曲部）

* 写真中の観測用透明管より、濁質挙動の観測を行う。（写真中の観測用透明管はφ100）
写真手前右から、上越し、下越し、平面ベンド

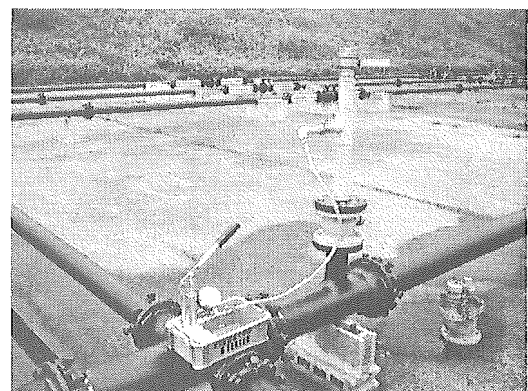
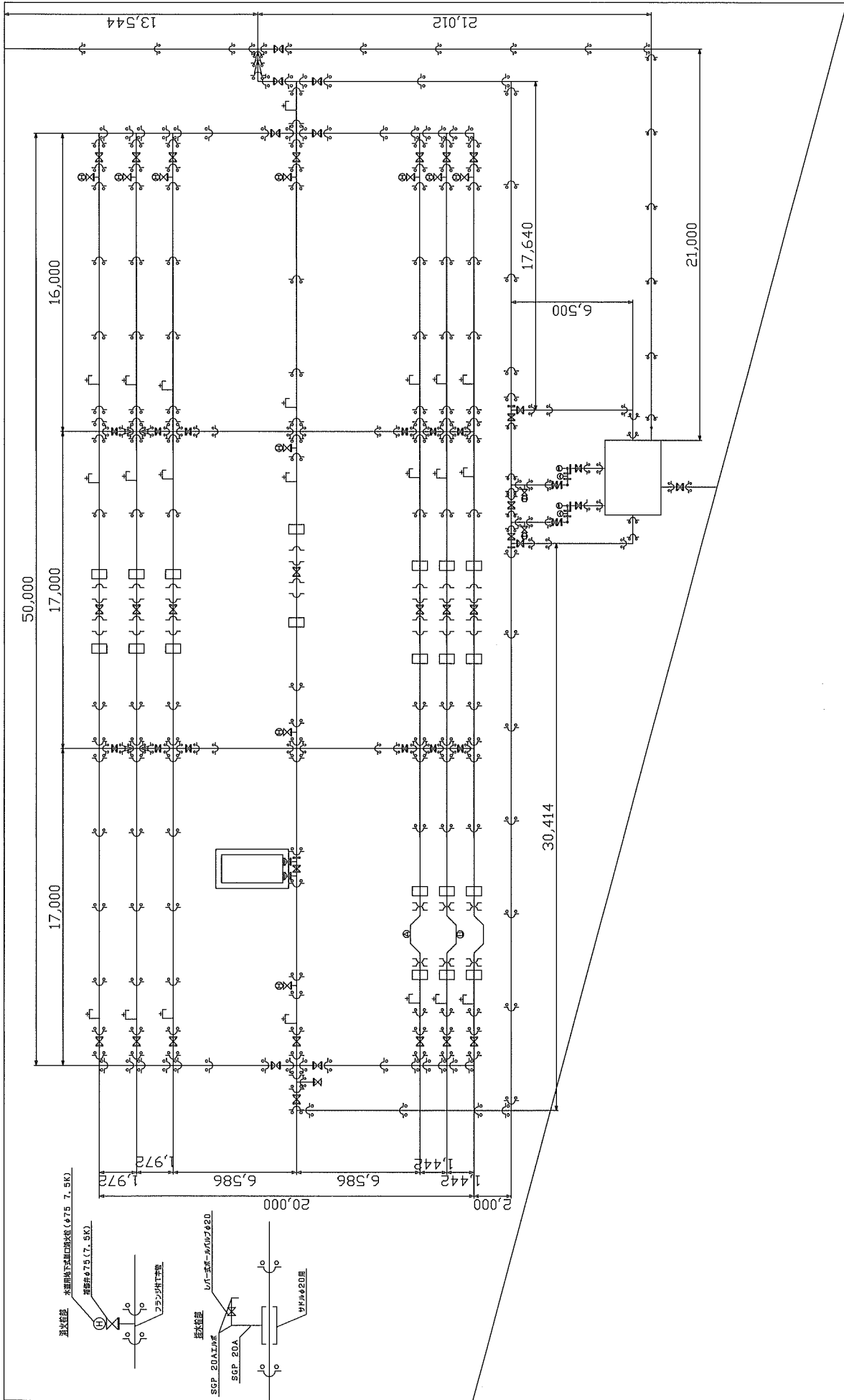


写真 5.1.4 濁質投入口

* 濁質投入装置内の水圧を、手押しポンプにて、加圧を行い通水中の管路へ濁質を、投入する。

実験管路の概略図



配管図	
図名	実験14年度「余剰の資源利用」第3/27号「循環型社会の構築」
工事名	エネルギー環境調査工事
工事場所	東京都港区上田町25番地（東京都水道局 川井浄水場内）
製作年月日	
図番	