

②懸濁物質について

懸濁物質の成分としては Fe と Al が大半であり、計測箇所 No.①と No.②の比較では下流側の Fe と Al とともに増加しており、管路内でサビが発生していると考えられた。

一方計測箇所 No.③と No.④では上流側の懸濁物質が多く計測されていた、これは計測箇所の配管状況（配水管直上ではなく、消火栓用の取り出し管あり）による影響と思われた。

③その他

残留塩素濃度と水温および電気伝導率には今回の計測では明確な関係は見られなかった。また、逸見系は水圧にも変動があることから使用水量が多く、使用水量の変化も大きな管路である。逸見系の残留塩素濃度と電気伝導率は田浦系と比較して変動が大きいのは、使用水量の変化による影響と考えられた。

計測箇所 No.①～No.②と No.③～No.④の管路は下表に示す構成となっており、単一の管種および口径ではないことから計測結果は管路のどの部分の影響に拠るかは特定できなかった。

表 3.5.25 計測区間の管路構成

区 間	管 種	口径 (mm)	布設年度 (年)	管路延長 (m)	備考
No. ①→②	鋼管 (SP)	250	不明	約 10.0	100t 貯水槽流出管
	ダクタイル鋳鉄管 (DIP)	300	S41	322.0	
	塩化ビニル管 (HIVP)	100	H16(仮設)	約 10.0	仮設配管
	合計	—	—	約 342.0	
No. ③→④	ダクタイル鋳鉄管 (DIP)	500	S41	243.2	
	鋼管 (SP)	300	不明	80.9	
	無ライニング鋳鉄管 (CIP)	300	不明	238.6	残塩問題原因管路
	ダクタイル鋳鉄管 (DIP)	150	S46	108.6	
	合計	—	—	671.3	

④課題

次年度に行うフィールド調査では今回の結果を踏まえ次に挙げる点を考慮して、フィールドを選択し調査結果の精度向上を目指すこととする。

- 管路の構成（管種、口径、など）を考慮する
- 流方向、流速を把握する
- 更新工事に先立って計測を行う

⑤参考資料

工業用水管路を用いて管路中の水質変化（水温、鉄、塩素イオン、Mg、Ca、蒸発残留物、pH、濁度、総アルカリ度、電気伝導度等）について調査した結果をまとめた「管路内流下に伴う水質変化－工業用水の場合－」を参考資料として添付した。

4) ランゲリア指数改善による水質劣化防止に係る調査（ラボ実験）

(1) 目的

管材質の違いによる残留塩素濃度減少モデル式を求める実験において、ランゲリア指数の影響を調査する。

(2) 供試管

供試管については、「管材質と残留塩素減少に係る調査（ラボ実験）」に用いた No.②を用いる。調査に用いる供試管を表 3.5.26 に示す。

表 3.5.26 供試管

No.	管種	内面仕様	口径	管長	布設時期	入手先
②	無ライニング 铸铁管 (CIP)	—	φ100	L=1715	S29	川崎市水道局

(3) 調査項目

- ① 残留塩素濃度経時変化
- ② ランゲリア指数経時変化
- ③ 各種水質分析
 - ・濁度 ・pH 値 ・総アルカリ度 ・蒸発残留物 ・鉄 ・溶存酸素
 - ・カルシウム硬度 ・水温 ・色度 等

(4) 調査方法

① 供試水

- ・ 供試水には、JWWA Z 108:2004 に規定される「浸出溶液」を用いる。
- ・ ランゲリア指数調整水は、浸出溶液に消石灰飽和溶液と炭酸ガスを注入し、ランゲリア指数「0（ゼロ）」を目標に製造する。

② 水質分析

- ・ 初めに、供試管を水道水で管内面からの固形物剥離がなくなるまで流水洗浄した（アク抜き：コンデイショニング実施）。その後、浸出溶液（pH：7.0、硬度：45±5mg/L、アルカリ度：35±5mg/L、残留塩素：1.0～1.2mg/L）と浸出溶液に消石灰飽和溶液および炭酸ガスを注入した「ランゲリア指数調整水」を充填し、10℃±2℃で静置し、残留塩素濃度および各種水質の経時変化を調査した。
- ・ 静置開始から6時間後までは1時間おきに、その後は24時間、48時間、72時間、120時間および168時間経過時に浸出溶液の一部を採水して、各種水質の分析（上水試験方法に準じる）を行った。
- ・ 水質分析時に採水する際には、管内に充たした水を軽く攪拌した。
- ・ 調査間隔、分析に必要な液量は表 3.5.27 の通り。

表 3.5.27 分析間隔および必要液量

調査項目	必要 液量 (ml)	分析間隔 (時間)											液量 小計 (ml)	
		0	1	2	3	4	5	6	24	48	72	120		168
1) 残留塩素濃度	100	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	1,000
2) 各種水質分析														
①濁度	100	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	200
②色度	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	200
③水温	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	-
④pH値	100	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	200
⑤総アルカリ度	200	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	400
⑥硬度	200	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	400
⑦蒸発残留物	200	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	400
⑧鉄及びその化合物	50	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	200
⑨溶存酸素	200	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	600
⑩ランゲリア指数	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	-
合計液量 (ml)														3,600

(5) 調査結果

①残留塩素濃度測定結果

浸出溶液およびランゲリア指数調整水を用いた場合の残留塩素濃度の測定結果を表 3.5.28 及び図 3.5.42 に示す。

表 3.5.28 残留塩素濃度経時変化

管種	口径 (mm)	布設年 (年)	残留塩素濃度 (mg/l)														
			開始時	1 時間	2 時間	3 時間	4 時間	5 時間	6 時間	7 時間	8 時間	9 時間	10 時間	24 時間			
ブランク (No. ②)	—	—	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
No. ② 無ランゲリア指数調整水 (浸出溶液(ランゲリア指数未調整水))	100	S29	1.1	0.70	0.50	0.35	0.25	0.10	検出せず	—	—	—	—	—	—	—	—
No. ② 無ランゲリア指数調整水 (ランゲリア指数調整水)	100	S29	1.1	0.80	0.70	0.70	0.50	0.30	0.20	0.20	0.15	0.05	検出せず	検出せず	—	—	—

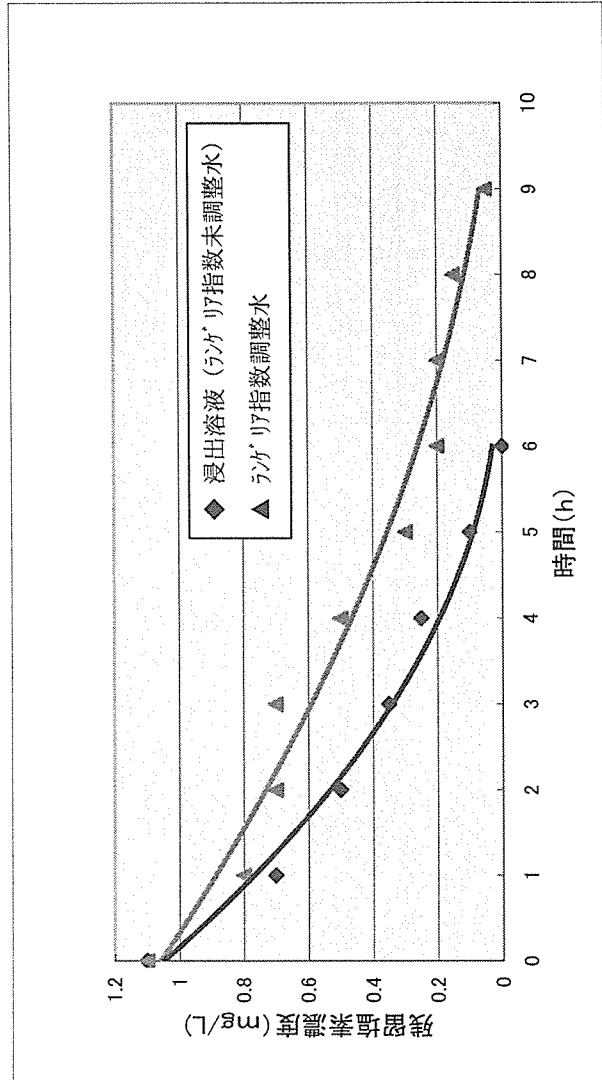


図 3.5.42 残留塩素濃度経時変化

②ランゲリア指数の経時変化

ランゲリア指数の経時変化を表 3. 5. 29 に示す。

表 3. 5. 29 ランゲリア指数経時変化

管種	口径 (mm)	布設年 (年)	ランゲリア指数			
			開始時	24時間	72時間	168時間
ブランク (No. ②)	-	-	-0.2	-0.1	-0.1	-1.9
No. ② 無ライニング 鑄鉄管 (CIP) (浸出溶液 (ランゲリア指数未調整水))	100	S29	-1.9	-1.7	-1.6	-2.4
No. ② 無ライニング 鑄鉄管 (CIP) (ランゲリア指数調整水)	100	S29	-0.2	-1.0	-0.9	-1.7

※ランゲリア指数計算は、ノーデル法により算出した。

※カルシウム硬度は、総硬度の 0.8 掛とした。

③水質分析結果

ブランク水、浸出溶液及びランゲリア指数調整水における水質分析結果を表 3. 5. 30～3. 5. 32 に示す。

表 3. 5. 30 浸出溶液 (ランゲリア指数未調整水) 水質分析結果

分析項目	単位	経過時間 (時間)			
		開始時	24	72	168
鉄及びその化合物	mg/L	-	1.7	1.7	9.5
マンガン及びその化合物	mg/L	-	0.040	0.056	0.29
カルシウム、マグネシウム等	mg/L	42	40	39	78
蒸発残留物	mg/L	99	120	110	240
有機物 (全有機物炭素 TOC の量)	mg/L	-	0.4	0.5	0.6
pH 値	-	7.2	7.4	7.5	6.6
水温	℃	12	12	10	12
濁度	度	<0.05	22	23	63
電気伝導率	mS/m	20	20	21	29
総アルカリ度	mg/L	33	31	33	18
溶存酸素	mg/L	9.8	5.3	2.5	2.9
(水温)	℃	13	12	13	15

表 3.5.31 ランゲリア指数調整水水質分析結果

分析項目	単位	経過時間（時間）			
		開始時	24	72	168
鉄及びその化合物	mg/L	—	3.5	5.6	2.1
マンガン及びその化合物	mg/L	—	0.13	0.14	0.13
カルシウム、マグネシウム等	mg/L	100	82	71	92
蒸発残留物	mg/L	170	170	150	120
有機物（全有機物炭素 TOC の量）	mg/L	—	0.5	0.6	0.8
pH 値	—	8.0	7.5	7.6	6.9
水温	℃	12	12	10	9
濁度	度	<0.05	25	24	120
電気伝導率	mS/m	30	27	23	29
総アルカリ度	mg/L	91	68	56	37
溶存酸素 （水温）	mg/L ℃	9.7 15	3.6 12	1.3 11	1.7 11

表 3.5.32 ランゲリア指数調整ブランク水分析結果

分析項目	単位	経過時間（時間）			
		開始時	24	72	168
鉄及びその化合物	mg/L	—	—	—	—
マンガン及びその化合物	mg/L	—	—	—	—
カルシウム、マグネシウム等	mg/L	100	100	97	40
蒸発残留物	mg/L	170	170	170	120
有機物（全有機物炭素 TOC の量）	mg/L	—	—	0.5	0.4
pH 値	—	8.0	8.1	8.2	7.7
水温	℃	12	12	10	10
濁度	度	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
電気伝導率	mS/m	30	30	28	18
総アルカリ度	mg/L	91	93	87	28
溶存酸素 （水温）	mg/L ℃	9.7 15	9.5 14	8.6 11	10.8 12

尚、—印は「検出せず」を表す。また、残留塩素濃度は、10 時間変化ないことを確認した。

④まとめ

- ・表 3.5.28 及び図 3.5.42 から残留塩素濃度の減少について、ランゲリア指数調整水の方が、浸出溶液の 1.5 倍延命されている。
- ・一般的な残留塩素減少速度式 $C_t/C_0 = e^{-kt}$ から残留塩素減少係数を計算すると図 3.5.43 の通り、一次反応と考えられる。

残留塩素濃度減少係数

C_t : t時間後の残塩濃度(mg/L)

C_0 : 初期 "

k: 残塩減少速度定数(1/sec)

一次反応: 反応物質の濃度の1乗に比例

$$C_t/C_0 = e^{-kt}$$

$$k = (2.303/t) * \log(C_0/C_t)$$

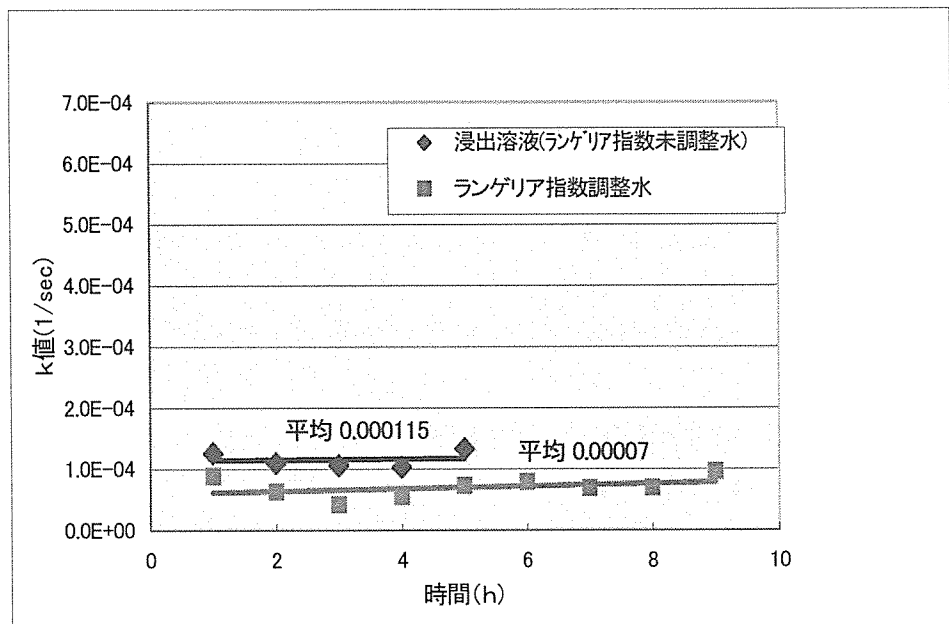


図 3.5.43 残留塩素減少係数 k 値 (一次反応)

⑤今後について

- ・データの正確（再現）性確認を経年管で再度調査する。
- ・測定時間を 24 時間程度として、測定回数、分析項目を検討し調査する。
- ・ランゲリア指数は、-0.5、-0.8 等での残留塩素濃度の挙動を調査する。

5) 調査結果のまとめ

(1) 水質と残留塩素減少に係る調査 (ラボ実験)

① 残留塩素の減少量

残留塩素の経時的減少量(168時間後)の最小は新潟市信濃川浄水場の 0.1mg/L、最大は神戸市千苺浄水場の 0.44mg/L となった。新潟市信濃川浄水場は、表流水を原水とする高度処理(活性炭処理)の浄水場であり、神戸市千苺浄水場はダム水を原水とする急速ろ過法の浄水場である。

初期残塩からの残留塩素残存率で見ると、最大は新潟市信濃川浄水場の 79%、最小は大阪市柴島浄水場の 28% となった。大阪市の柴島浄水場は表流水を原水とする高度処理(オゾン+活性炭)の浄水場である。

神戸市千苺浄水場及び大阪市柴島浄水場の残塩低下は、供試水の TOC が高いことに起因しているものと想定される。

② k 値 (残留塩素濃度消費速度係数)

浄水場毎に k 値には、バラツキは見られるが、本実験結果では、0~6 時間のデータを基に試算した k 値は大きい、0~24 時間以降のデータを基に試算した k 値は小さく、24 時間以降の変化も小さい傾向が見られた。

(2) 管材質と残留塩素減少に係る調査 (ラボ実験)

今回の実験は、堀上管のコンディショニングを行わず、管内の水を静置した条件にて実験を行った。実験の結果、下記の傾向が確認された。

① 管材質と残留塩素の低下

- ・ 無ライニング铸铁管・無塗装鋼管の経年間は、1 時間で残留塩素を消費した。
- ・ ダクタイル铸铁管セメントモルタルライニングの経年管は、24 時間後に残留塩素濃度が 0mg/L となった。
- ・ 新管では、粉体エポキシ塗装はセメントモルタルライニングよりも残留塩素の減少率が低い。
- ・ 樹脂系の管は、一定時間は残留塩素が減少するが、その後は残留塩素の減少は見られない。これは、浄水中の塩素反応物との反応完了後は残留塩素が減少せず、管壁との接触では残留塩素が減少しにくいものと想定される。

② 水質分析結果

- ・ 鉄及びその化合物：無ライニング铸铁管及び無塗装鋼管で著しい上昇が確認されたが、セメントモルタルライニングダクタイル铸铁管は、経年管・新管ともに鉄及びその化合物は殆ど上昇しない。

- ・濁度：無ライニング铸铁管及び無塗装鋼管は、著しい上昇が確認されたが、セメントモルタルライニングダクティル铸铁管、塩ビ管、ポリエチレン管ともに濁度は殆ど上昇しない。
- ・錆びこぶに直接水が接触する場合、鉄及びその化合物、濁度にも影響を及ぼすことが確認された。

③管材質とk値（残留塩素濃度消費速度係数）

初期の残留塩素消費速度が速いため、経過時間6時間のデータを基に試算したk値に着目すると下記の傾向が確認された。

- ・無ライニング铸铁管及び無塗装鋼管：1時間で残留塩素が消費されていたため、試算不能であった。極端にk値が大きいと想定される。
- ・ダクティル铸铁管（モルタルライニング、経年管）：k値は0.1程度で、水質から見たk値と比較し大きい値となっている。
- ・ダクティル铸铁管（モルタルライニング及びエポキシ粉体塗装、新管）：残留塩素の低減は確認されなかった。
- ・塩ビ管：新管のk値は0.01～0.015程度、経年管のk値は0.02程度で、経年管のk値は新管に対し1.3～2倍程度となっている。塩ビ管の経年管とダクティル铸铁管（モルタルライニング）の経年管と比較すると、塩ビ管のk値は1/10程度、水質から見たk値と比較すると大差がないため、塩ビ管の経年管のk値は水質に与える影響が小さいと考えられる。
- ・ポリエチレン管：10年程度の経年管であるが、k値は0.016程度で、塩ビ管同様水質に与える影響は小さいと考えられる。

④まとめ

無ライニング铸铁管及び無塗装鋼管の経年管では、残留塩素減少傾向、鉄や濁度等への水質影響が確認され、モルタルライニング铸铁管及び樹脂系管の経年管では、顕著な残留塩素の減少や水質変動は確認されなかった。このことから、錆びこぶの発生している管路については、残留塩素等の水質状況から老朽管路を見極める可能性があると考えられる。

樹脂系の管（塩ビ管及びポリエチレン管）は、管の経年劣化による残留塩素低減への影響は小さいものと考えられる。

実験はコンディショニングなしで静置条件で実施されたこと、サンプル数が少ないことから、今後は実埋設管路により近い条件で実験を追加し、傾向を確認していく必要がある。

(3) ラボ実験管の埋設環境調査（フィールド調査）

①水理環境

今回の調査では、流量計が設置出来なかったため、流速測定が出来ず、管路内の滞留等の状況は評価出来なかった。そのため、ラボ実験管路が水理的にどのような状況に置かれていたかは不明である。

②残留塩素状況

横須賀市の田浦系、逸見系の2配水系統において、老朽管路の上下流2箇所で見守り塩素の測定を行った。

残留塩素の上下流での測定結果を見ると、0.05～0.1mg/L程度の残留塩素の低下が確認された。また、測定データから試算したk値（平均値）で見ると田浦系は0.017、逸見系は0.025となった。測定時期の違いから単純な比較は出来ないが、「3.5.2 水質と残留塩素減少に係る調査」での横須賀市のk値0.0124に対し、1.4～2倍のk値が観測された。以上から、残留塩素の測定により老朽管路が確認できる可能性があると思われる。

③懸濁物質捕捉状況

フィルター1、2は上流から下流に向けてFeの捕捉量が増えており、鉄により老朽管路が確認できる可能性があると思われる。

フィルター3、4は上流側の方が懸濁物質の捕捉量が多くなった。これは、採水箇所の特異性によるもので、調査においては今後注意が必要である。

④まとめ

今回の調査では、管路付帯設備と調査機器が合わず、流速測定及び管内カメラ調査が実施出来なかった。しかし、残留塩素と鉄等から老朽管路を見極める可能性があることが確認されたため、水質状況と管内状況等の調査結果の収集が必要である。

(4) ランゲリア指数改善による水質劣化防止に係る調査（ラボ実験）

無ライニング铸铁管を試料として、ランゲリア指数0を目標とした調整水とブランク水により、残留塩素の低下速度を比較した結果、ランゲリア調整により残留塩素消費量が抑制される傾向が確認された。

今後も実験ケースを増やし、ランゲリア指数の調整値と残留塩素消費速度の関係について実験、検証を行っていく。

3) 結果及び考察

図 3.6.2 に示すような 16 節点、25 管路(いずれも内径 200mm、延長 1000m)で構成されるモデル管網により本手法の適用を行った。節点の需要は囲まれていない左側の 8 節点が $10\text{m}^3/\text{h}$ 、枠で囲んだ右側の 8 節点が $5\text{m}^3/\text{h}$ である。管網計算を行い管路の流れを計算した。流れの方向を図中に矢印で示す。配水池における塩素濃度(減少程度がわかりやすいように 10 とした)、水中における一次反応係数值、いくつかの管路を選んで管壁における反応係数值(0 次反応を仮定)を与えて節点濃度を計算した。

その結果を図 3.6.3 に示す。CASE0 は水中の一時反応のみの場合、CASE1 は No.4 と No.12 の管路で塩素消費を発生させたものである。CASE2 は No.15 と No.20 管路で塩素消費を発生させ、CASE3 では CASE2 と同様で塩素消費率を大きくした。この計算値にランダムな誤差を加えたものを観測値としてデータを作成した。

図 3.6.4 に推定結果を示す、CASE 番号の後の a,b,c はそれぞれ最初に K_b を推定する際に利用した節点数が 15、10、5 の場合を示し、CASE 1、2 では図 3.6.3 に示した濃度に $\pm 1\%$ の範囲の誤差をつけ、CASE 3 では $\pm 1\%$ (3a1~3c1)と 5% (3a5~3c5)の誤差をつけて濃度データを作成した。

塩素消費が著しい管路に対しては高い推定率が得られるが、誤差の影響が大きい場合には推定率が落ちる。ちなみに誤差を与えなかった場合には 100%の確率で推定が行えた。図 3.6.5 に千葉県水道が求めた塩素消費係数と管路径との関係を示す。管径が大きくなるほど、管壁による塩素消費の効果は流水中によるものに比較して小さくなり、塩素消費管路の特定化が難しくなる点が問題である。

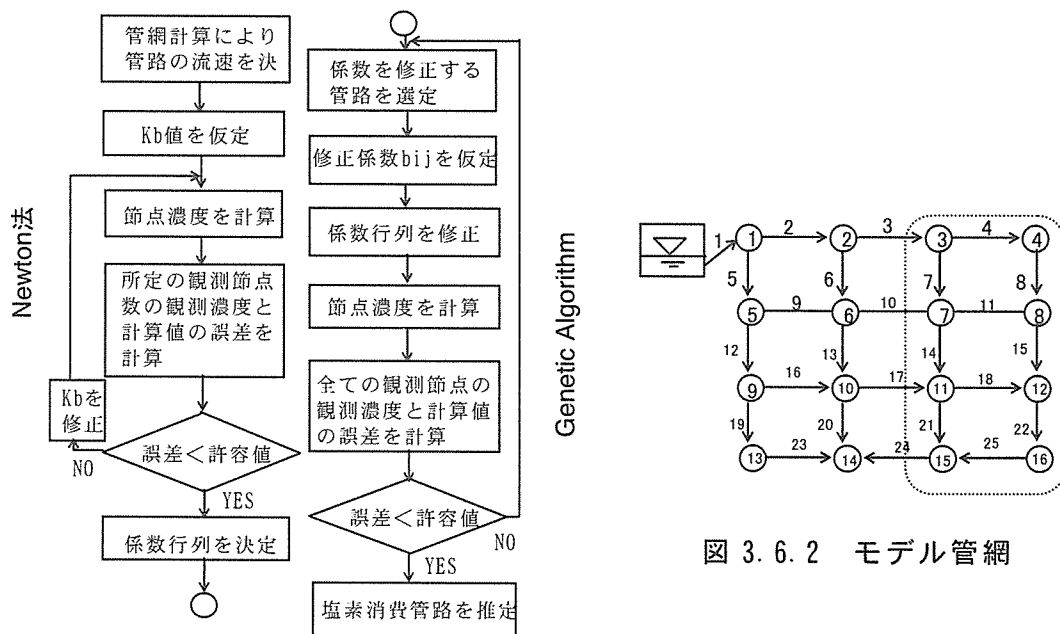


図 3.6.1 計算のフロー

図 3.6.2 モデル管網

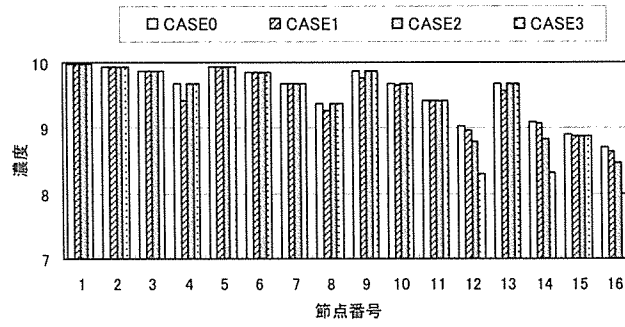


図 3.6.3 節点濃度計算値

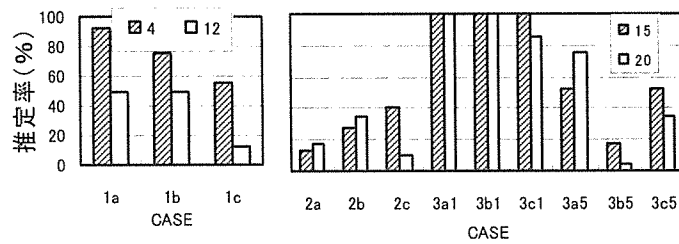


図 3.6.4 推定正解率

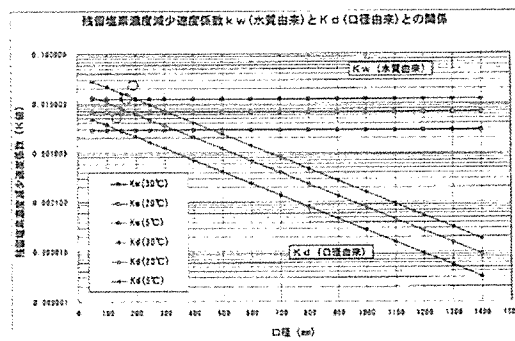


図 3.6.5 塩素消費係数（千葉県水道）

3.6.2 給水栓からの水道水サンプルの濁質分析による配水管診断の検討

研究担当委員／武蔵工業大学 長岡裕

1) 目的

配水管網の診断には、管の劣化状況の直接計測が有効であるが、診断にかかわる労力、コストを考慮すると、水道水の分析による間接的な診断との併用が望まれる。*New Epoch* 第1研究グループでは、残留塩素の分析結果による管路状態の診断を検討しているが、これに加え、水道水中の濁質の分析データを考慮することにより、より高精度かつ高信頼性の診断が期待される。本研究では、サンプリングの容易さを考慮に入れ、給水栓からの水道水を分析することにより、管路状態を診断する手法を開発することを目的に、基礎的検討を行うものである。

2) 測定方法

A市の水道配水管網より、同一の配水本管に沿った6箇所の公園の給水栓より、3Lの水道水を直接採水し、研究室に持ち帰った後、メンブレンフィルター（セルロース混合エステル、0.45 μ m、47mm）によってろ過を行った。フィルターは蛍光X線とEPMAによる定性分析に供した。

3) 分析結果

表 3.6.1 フィルター上残渣の分析結果

採水日	元素	C	O	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Zn	N	V	Mn
公園A	2006.1.3	EPMA1	36.94	24.34		0.659	3.503	1.121			0.857	31.271			0.665	0.640
		EPMA2	28.99	25.87		1.561	6.967	1.466			1.575	32.498			1.077	
		XRF1	35.50	56.70	0.103	1.200	4.400	0.794	0.087	0.057		0.171	0.947	0.011		
	2006.3.1	XRF2	28.50	62.30	0.064	1.340	4.770	0.931	0.040	0.064	0.005	0.222	1.550	0.024		0.068
公園B	2006.1.3	EPMA1	78.43	21.57												
		EPMA2	55.12	12.64							0.378				31.858	
		XRF1	51.80	48.00		0.094	0.855	0.278	0.029		0.016	0.010				
	2006.3.1	XRF2	47.70	50.00	0.007	0.114	0.128	0.009	0.016	0.011		0.017	0.386	0.008	1.930	
公園C	2006.1.3	EPMA1	81.43	12.54		0.435	0.436				3.706	1.363				
		EPMA2	76.05	20.57							3.377					
		XRF1	51.30	48.40		0.089	0.099	0.011	0.027		0.014	0.005				
	2006.3.1	XRF2	48.40	49.10	0.006	0.063	0.062	0.006	0.014	0.009	0.002	0.014	0.024	0.023	2.190	
公園D	2006.1.3	EPMA1	51.21	10.40							0.452				37.943	
		EPMA2	73.18	24.67							2.154					
		XRF1	51.20	48.50		0.090	0.100	0.009	0.025		0.014	0.005				
	2006.3.1	XRF2	48.30	49.20	0.006	0.048	0.045	0.006	0.014	0.008	0.002	0.012	0.012	0.002	2.350	
公園E	2006.1.3	EPMA1	57.78	12.36							0.647				29.214	
		EPMA2	76.38	23.62												
		XRF1	51.30	48.50		0.057	0.086		0.022		0.011	0.006				
	2006.3.1	XRF2	45.10	52.50	0.031	1.050	1.010	0.035	0.021	0.032	0.005	0.041	0.072	0.004		0.005
公園F	2006.1.3	EPMA1	87.68	11.90							0.415					
		EPMA2	86.57	12.69							0.734					
		XRF1	51.90	47.90		0.057	0.075	0.012	0.028		0.019	0.006				
	2006.3.1	XRF2	48.20	49.20	0.006	0.084	0.079	0.010	0.016	0.007		0.015	0.016	0.002	2.390	
フィルター	2006.1.3	EPMA1	55.52	44.48							2.660					
		EPMA2	78.20	19.14							0.010					
		XRF1	52.30	47.70				0.007	0.028							
	2006.3.1	XRF2	52.30	47.70				0.007	0.028							

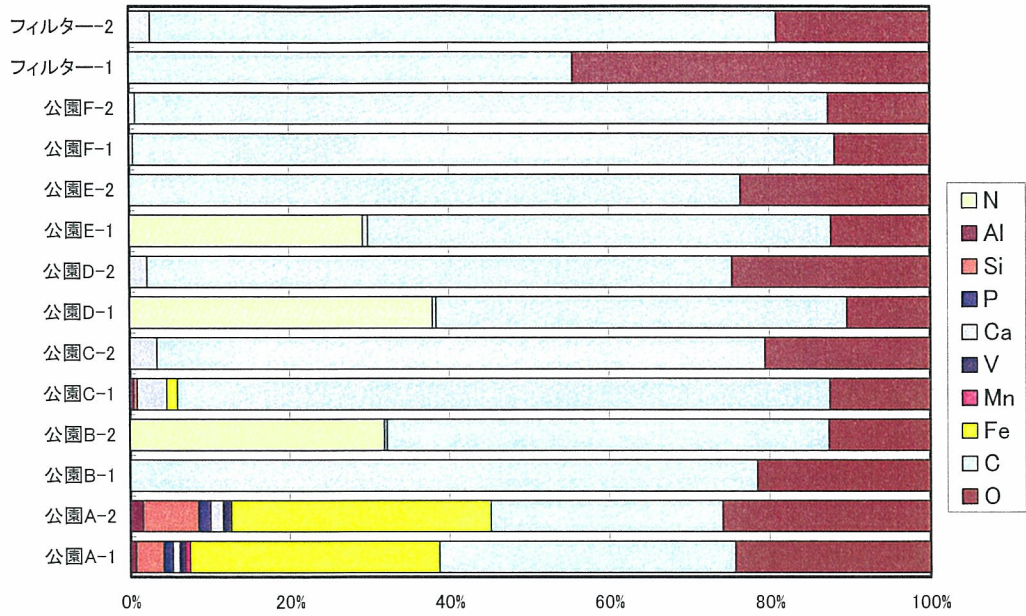
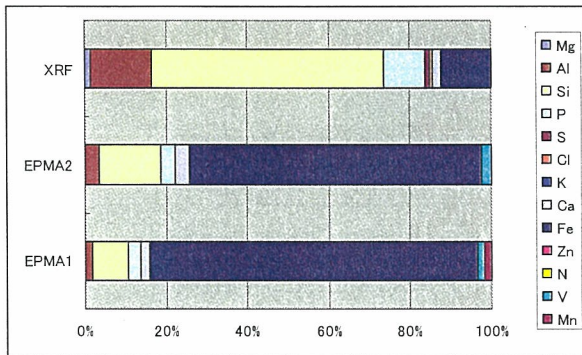
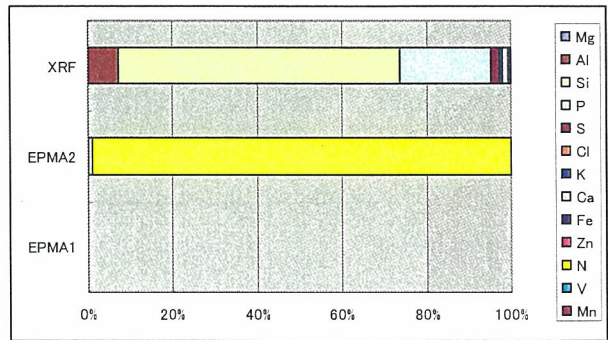


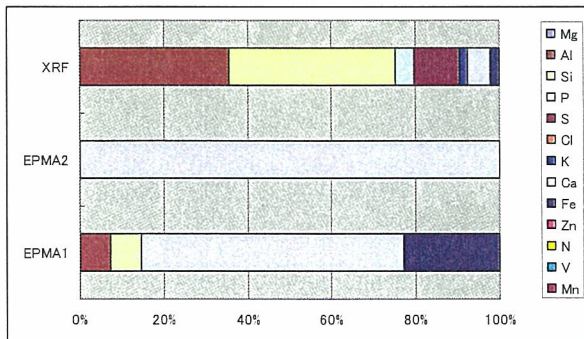
図 3.6.6 EPMA によるフィルター上残渣の分析結果 (2006 年 1 月 3 日採水)



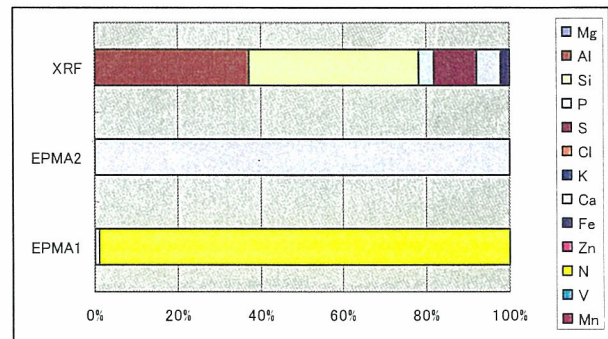
公園 A



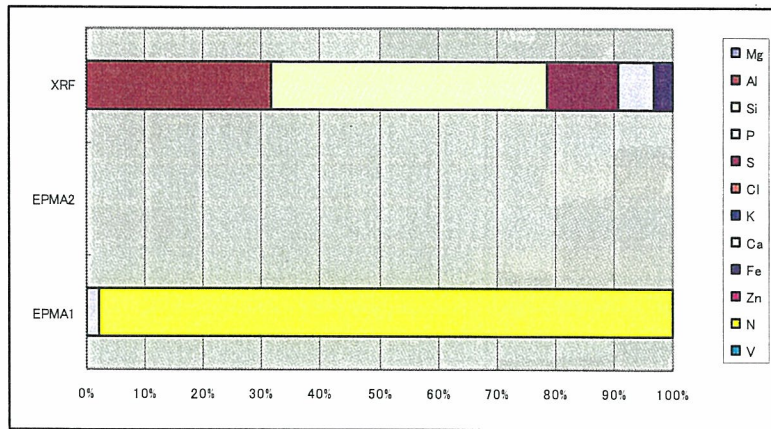
公園 B



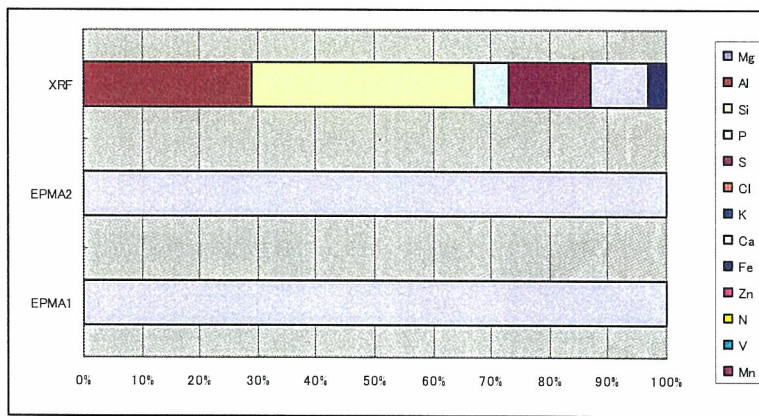
公園 C



公園 D

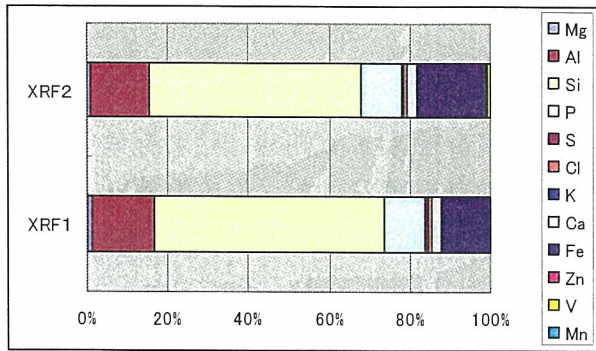


公園 E

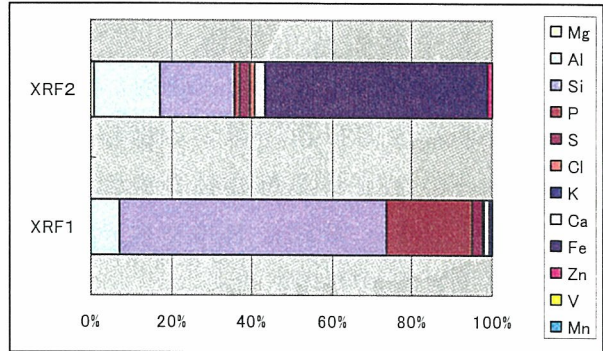


公園 F

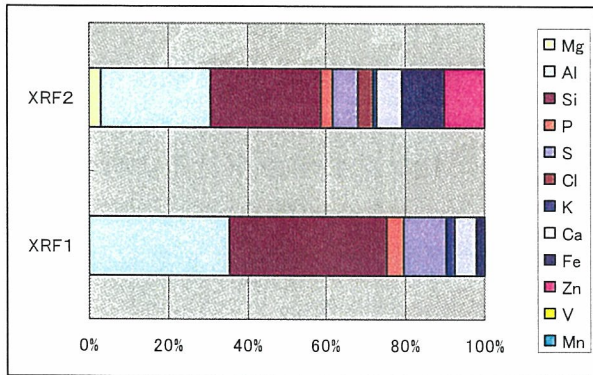
図 3.6.7 採水のフィルター上残渣の分析結果 (2006年1月3日採水)
(C・Oを除く)



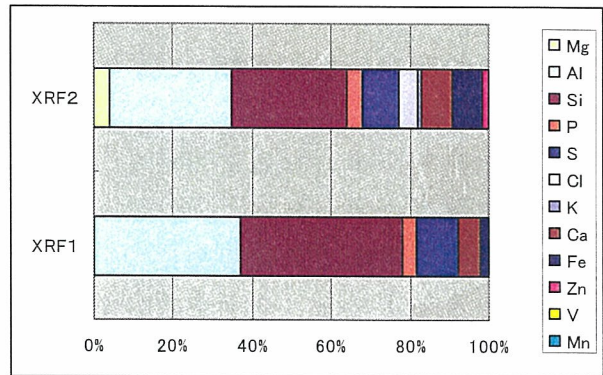
公園 A



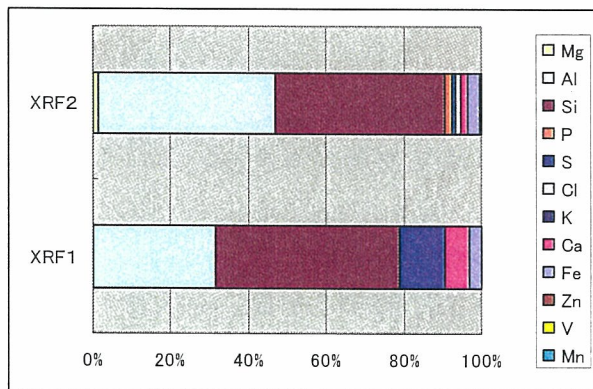
公園 B



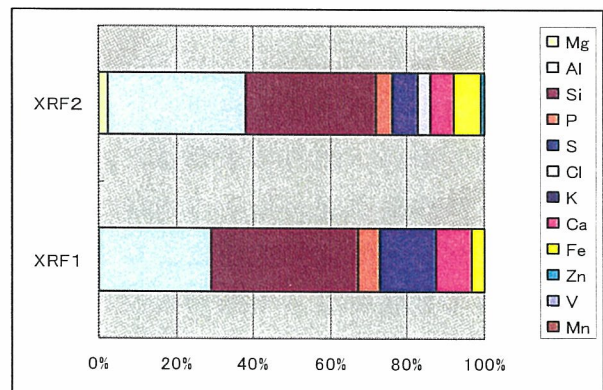
公園 C



公園 D



公園 E



公園 F

図 3.6.8 XRF による採水のフィルター上残渣の分析結果
(2006 年 1 月 3 日採水 (XRF 1) および 3 月 1 日採水 (XRF 2) の比較)
(C・O・N を除く)

4) 考察及び今後の課題

EPMA の分析結果は再現性が乏しいことがわかったので、今後は蛍光 X 線を用いて定性分析を行なっていく予定である。今回は、ろ過抵抗に関するデータを示すことができなかったが、今後は定量評価の手法についても検討を続けていく。

3.7 まとめ

3.7.1 本年度の成果概要

1) 管路における水質劣化状況の実態調査（アンケート調査結果の分析）

水道事業体の管路に関する維持管理状況の実態を把握するため(財)水道技術研究センターの332事業体会員を対象にアンケート調査を実施した。その結果を分析することにより、管路における残留塩素の減少・消失等の水質劣化状況に関連して、以下のことが確認された。

- ・ 原水と浄水処理の関係では、河川水の急速ろ過処理が最も多く2割強を占め、次いで、地下水の消毒のみの処理が2割弱を占めた。
- ・ 給水人口別及び布設年代別の管路延長から、5万人未満の事業体は布設後40年以上の管路延長率が低く、5万人～25万人の事業体の布設後40年以上の管路延長率が高い。
- ・ 給水人口が多くなるにつれて、残留塩素濃度の大幅な低減現象があると回答した事業体の比率が高い。
- ・ 残留塩素濃度の低減現象についての主な原因は管路内での滞留によるもので、その対策には排水・洗浄を用いているとの回答が多く得られた。

2) 文献調査

文献データベースJSTPlusを利用して「残留塩素、管」をキーワードとした文献調査を行い、本研究に参考となる以下のような知見を得た。

- ・ 管の種類（材質や口径など）が残留塩素の消費に影響を与える。
- ・ 管内の流れ（流速や水温など）が残留塩素の消費に影響を与える。
- ・ 浄水の水質が残留塩素の消費に影響を与える。
- ・ ランゲリア指数の調整により管内面に保護膜を形成できる。
- ・ 管網での残留塩素の減量のシミュレーション手法に関する知見。

3) 老朽管路と水質劣化の実態調査

今年度は、水質と残留塩素減少に係る調査（ラボ実験）、管材質と残留塩素減少に係る調査（ラボ実験）、掘上管の埋設環境調査（フィールド調査）、ランゲリア指数改善による水質劣化防止効果に係る調査（ラボ調査）について研究を実施し、以下のことが確認された。

- ・ 水源の良質さ、浄水処理の程度が残留塩素の低減に関わる傾向が確認された。ただし、水源や浄水方法の違いによる残留塩素低減の傾向を把握するためには、今後さらにサンプル数を増やし詳しく調査する必要がある。

- ・無ライニング鑄鉄管および無塗装鋼管では、残留塩素の減少傾向、鉄や濁度等への水質影響が確認された。なお、実験はコンディショニングなしで静置条件で実施されたこと、サンプル数が少ないことから、実埋設管路により近い条件で追加実験を行い、傾向の詳細を確認していく必要がある。
- ・フィールド調査を行った結果、残留塩素と鉄等から老朽管路を見極める可能性があることが確認された。今後さらに水質状況と管内状況等の調査結果の収集が必要である。
- ・無ライニング鑄鉄管をサンプルとして、ランゲリア指数0を目標とした調整水とブランク水により、残留塩素の減少速度を比較した結果、ランゲリア調整により残留塩素消費量が抑制される傾向が確認された。