

建築設備配管の腐食と水質に関する調査研究

—その3、簡易水質試験器による冷却水の水質調査—

喜 田 大 三
守 屋 正 裕

概 要

この報告は、建築設備配管の腐食防止に関する研究の一環として、東京・大阪の両地区において合計9つの建物で、ビル用水の水質管理用として試作した簡易水質試験器を用いて冷却水の経時的な水質変化を調査し、さらに、鉄および銅の試験片による腐食量の測定を行なった結果を各建物ごとにまとめたものである。

調査の結果、大気中の亜硫酸ガスが冷却水中へ溶け込んだことによる硫酸イオン濃度の急激な増加、それに伴うpHの低下などの現象が見られた。一方、試験片で測定した腐食量は、鉄が0.004~0.180mm/y、銅が0.0004~0.0093mm/yであった。また、防食剤を添加している冷却水では、防食剤の種類にもよるが、その水質がかなり悪化しても鉄および銅の腐食量は少なかった。

1. まえがき

本報の(その1, その2)の調査研究で報告したように、最近冷却水の配管が異常に腐食するという事故が各地で起きている。そしてその主原因は、(その1, その2)で調査した結果、大気汚染とも関連しているのであるが、冷却水中の硫酸イオン(SO_4^{2-})濃度の異常な増加とそれに伴うpHの低下など、冷却水の使用時における水質の急激な悪化であることが明らかとなった。したがって、このような事故を未然に防ぐためには、冷却水の水質を把握し、水質の変化に応じた適切な防食処置を行なう必要がある。すなわち、冷却水の十分な水質管理が必要になってくる。ところが、現在はビル用の適切な水質試験器および水質管理法が確立されておらず、多くの建物では、月1回程度防食剤メーカーなどに依頼して水質分析を行なっているのが現状であり、配管の腐食防止に立脚した十分な水質管理は行なわれていない。

そこで、今回、(その1, その2)の調査研究の結果をもとにして、富士平工業株式会社との共同研究によってビル用の簡易水質試験器を試作し、これを用いて東京地区では4か所、大阪地区では5か所の建物で冷却水の経時的な水質調査ならびに試験片による鉄および銅の腐食量の測定を行なった。

この調査の主目的の第1は、実際の建物で使用している冷却水の経時的な水質変化を知り、その結果と鉄および銅の腐食量との関係について検討し、水質管理

法を確立するための資料にすることであり、第2は、冷却水の水質管理用として試作した簡易水質試験器をより使いやすく、より性能の高いものとするために、実際に使用していく中で問題点を捜し出すことである。

本報文では、以上の調査の結果を各建物ごとにまとめ、若干の考察を加えている。

2. 調査方法

2.1. 調査対象

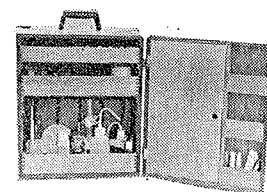
当社で施工した建物のうち、東京地区で4(A, B, C, D)大阪地区で5(E, F, G, H, I)計9個の建物における冷却水について調査した。

調査は1969年6月から1969年11月にわたって行なった。

2.2. 水質調査

2.2.1. 試料水 1週間に1回の割合で冷却水系統から冷却水約300mlをポリビンに採取し、分析用試料とする。

2.2.2. 水質試験器と分析法 図一1に簡易水質試験器を示す。



図一1 簡易水質試験器

これは、ビル用水の水質管理用に、富士平工業株式会社と共同研究し、開発試作したものである。

この簡易水質試験器による分析項目および分析法の概略を次に示す。

(1) pH 試料水を試験管に採り、ユニバーサル pH 指示薬を加え、コンパレーターで比色して求める。

(2) 総硬度(CaCO₃, ppm) EBT (エリオクロームブラック T) を指示薬として EDTA (エチレンジアミン四酢酸) によるキレート滴定法で求める。

(3) Mアルカリ度 (CaCO₃, ppm) メチルレッド、クレゾールグリーン混合指示薬を用いて希硫酸で滴定し、そのアルカリ分を CaCO₃ として表示する。

(4) 塩素イオン濃度 (Cl⁻, ppm) 硝酸水銀滴定法によって求める。

(5) 硫酸イオン濃度 (SO₄²⁻, ppm) クロム酸バリウム法により、コンパレーターで比色定量する。

(6) 全鉄(Fe, ppm) 硫酸で酸性にし、チオシアン酸アンモニウムで発色させてコンパレーターで比色定量する。

なお、簡易水質試験器は以上 6 成分の分析が容易にしかも短時間で行なえるような工夫がしてある。

2.3. 腐食量の調査

2.3.1. 調査法 重量既知の鉄および銅の試験片を水質調査の期間中冷却塔の水槽内につるして浸漬しておき、試験前後の重量差から腐食量を求める。なお、試験はそれぞれ三連で行なう。

2.3.2. 試験片および前後処理

(1) 試験片 30×50×1.2mm の軟鋼板および 30×50×1.5mm の銅板で、糸でつるせるように穴をあけたものを試験片とした。

(2) 前処理 試験片をアセトンで脱脂し、重量を 0.1mg まで精秤する。

(3) 後処理 試験後の試験片を 5% の塩酸中に約 1 分間浸漬し、水洗いして錆を落とす。その後メタノールで脱水し、デシケーター中で乾燥して精秤する。

2.3.3. 腐食量の計算

腐食減量 = (試験片の試験前の重量) - (試験片の試験後の重量)

$$\text{腐食量 (mdd)} = \frac{\text{腐食減量 (mg)}}{\text{試験片表面積 (cm}^2\text{)} \times \text{浸漬日数 (日)}} \times 100$$

$$\text{腐食厚さ (mm/year)} = \frac{\text{腐食量 (mdd)}}{\text{鉄または銅の密度}} \times 0.0365$$

(*) mdd = mg/dm²/day

3. 調査結果

3.1. 東京地区

3.1.1. 建物 A 水質調査結果を表-1 に、腐食量測定結果を表-2 に示す。

採取年月日	pH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄(ppm)
45. 7. 4	8.8	348	520	150	500	<0.5
10	8.8	384	760	190	450	<0.5
17	8.8	312	360	80	200	<0.5
24	8.8	194	200	20	30	<0.5
31	8.7	200	188	150	30	<0.5
45. 8. 7	8.8	300	308	41	180	<0.5
14	8.8	312	324	56	250	<0.5
22	8.8	340	280	69	250	<0.5
28	8.8	336	332	72	250	<0.5
45. 9. 5	8.8	352	312	88	270	<0.5
12	8.8	312	256	72	> 600	<0.5
21	8.7	356	292	86	> 600	<0.5
26	8.7	356	264	89	> 600	<0.5
45. 10. 3	8.7	316	285	92	> 600	<0.5
10	8.8	362	312	86	> 600	<0.5

表-1 水質調査結果 (建物 A)

	腐食減量 (g)	腐食速度(mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	0.2709	7.49	0.035	8.14mdd
	0.3176	8.79	0.041	
銅	0.0144	0.39	0.0016	0.36mdd
	0.0143	0.39	0.0016	
	0.0108	0.30	0.0012	

表-2 腐食量測定結果 (建物 A)

当建物では冷却水として井水を使用している。その水質組成は表-3 に示す。

pH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
8.08	77.0	66.4	9.3	0.03

表-3 原水の水質 (建物 A)

表-1 および表-3 から明らかなように、原水はアルカリ性であり、水質調査期間中をとおして冷却水の pH は 8.7~8.8 と常にアルカリ性であった。したがって、冷却水が酸性になって起こる急激な腐食の心配はないことが明らかとなった。また、表-2 の試験片による腐食量の測定結果からも鉄、銅の腐食はごくわずかであることが判明した。

一方、pH がアルカリ性であり、Mアルカリ度が高いことから、スケールが容易に沈着し、スケール障害の発生する危険性があると考えられる。そこで、表-1、-3 の水質組成から、一般に使われる Langelier Index によってスケール形成性について検討した。なお計算にはカルシウム硬度のかわりに安全側である総硬度の値を用い、温度は 50°C とした。

計算の結果、原水はスケール形成性ではないが、これを冷却水として使用する際、濃縮によって塩類濃度が高まり、表-1 に示す冷却水の水質では、すべてスケールが形成する傾向であると判定された。

以上の結果から、当建物においては、配管の腐食よりむしろスケール障害についての注意が必要であると考えられる。

3.1.2. 建物B 水質調査結果を表-4に、腐食量測定結果を表-5に示す。

採取年月日	PH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 7. 24	6.7	16	114	24	80	<0.5
45. 8. 6	6.7	48	240	50	80	<0.5
15	7.1	60	320	55	90	<0.5
22	7.1	72	350	56	90	<0.5
45. 9. 5	7.2	80	640	100	80	<0.5
19	7.2	80	680	140	90	0.5
45. 10. 3	7.3	80	730	—	100	0.5
18	7.3	80	880	—	100	0.5

表-4 水質調査結果 (建物B)

	腐食減量 (g)	腐食速度 (mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	1.3935	40.7	0.189	38.7mdd
	1.3467	39.3	0.182	
	1.2361	36.1	0.168	
銅	0.0361	1.0	0.004	0.180mm/y
	0.0405	1.2	0.005	
	0.0397	1.1	0.004	

表-5 腐食量測定結果 (建物B)

表-4において、腐食傾向の1つの指標となる硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度および塩素イオン(Cl⁻)濃度はそれほど高くはなく、pHもほぼ中性であることから、急激な腐食の起こる危険性はないと推定される。

一方、腐食量の測定結果では、鉄の腐食量は0.180mm/y 銅のそれは0.0043mm/yであり、上述の水質の割には鉄の腐食量が大きくなっている。この1原因として、試験片の後処理において鉄錆が落ちにくかったため当建物の場合にかぎり硝酸と塩酸を併用したことが考えられる。

スケールの形成性については、表-4から明らかのように、pHおよびMアルカリ度の経時的変化は小さいが、総硬度がかなりの急勾配で高くなっており、Langelier Indexで計算した結果、8月下旬ごろからスケールが形成する傾向にあり、この傾向がしだいに高くなっていることが判明した。

3.1.3. 建物C 水質調査結果を表-6に示す。

採取年月日	PH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 8. 24	6.8	30	320	—	350	0.5
45. 9. 2	6.8	8	—	—	60	0.5
11	6.8	8	280	—	250	0.5
18	6.6	4	284	—	350	<0.5
28	6.0	4	200	—	100	1.5

表-6 水質調査結果 (建物C)

当建物の場合は水質調査期間が短く、また、腐食量測定用の試験片が試験期間中に紛失し、十分なデータが得られなかった。

表-6の水質調査結果では、pHがわずかながら低下する傾向にあり、全鉄も0.5~1.5ppm測定されて

いる。したがって、防食剤が添加されてはいるが十分な水質管理と注意が必要であると判断される。

なお、スケールの形成性については添加している防食剤の影響が明らかでないので検討していない。

3.1.4. 建物D 水質調査結果を表-7に示す。

採取年月日	PH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 6. 14	7.8	76	212	49	110	<0.5
30	7.0	20	140	48	70	<0.5
45. 7. 8	6.4	24	172	47	50	<0.5
14	5.9	—	868	57	200	<0.5
24	6.2	12	400	51	>600	<0.5
45. 8. 12	6.8	11.2	300	55	550	<0.5
24	7.7	40	292	200	>600	0.8
31	7.7	56	306	56	100	<0.5
45. 9. 11	7.2	8	400	—	200	<0.5
18	7.8	24	200	—	150	<0.5

表-7 水質調査結果 (建物D)

当建物でも腐食量測定用の試験片が紛失し、腐食量のデータを得ることができなかった。

表-7において、硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度が最も高く、pHが弱酸性になっている7月中旬から8月中旬には配管の腐食が促進されたと推定される。事実8月24日の調査では全鉄が若干ふえていた。しかし、その後の水換えにより8月末ごろから水質はよくなった。

一方、温度50℃におけるスケールの形成性について前述の方法に従って計算した結果、表-7の水質組成ではスケール障害は起こらないと判定された。

3.2. 大阪地区

3.2.1. 建物E 水質調査結果を表-8に、腐食量測定結果を表-9に示す。

採取年月日	PH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 7. 1	6.3	4	1560	110	450	<0.5
7	6.3	4	720	220	130	<0.5
14	6.0	4	1480	220	600	<0.5
21	6.4	4	640	270	600	2.0
28	7.0	16	760	290	600	1.5
45. 8. 4	7.5	48	680	300	600	<0.5
10	8.0	92	680	300	500	<0.5
19	7.8	44	720	280	500	<0.5
25	7.7	64	600	230	450	<0.5
45. 9. 1	8.2	104	640	300	480	<0.5
9	8.2	104	400	190	350	0.8
25	7.8	52	480	250	400	<0.5

表-8 水質調査結果 (建物E)

	腐食減量 (g)	腐食速度 (mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	1.0580	28.8	0.135	31.35mdd
	1.2470	33.9	0.157	
銅	0.0988	2.7	0.011	2.3mdd
	0.0942	2.5	0.010	
	0.0637	1.7	0.007	

表-9 腐食量測定結果 (建物E)

当建物では冷却水に防食剤を添加している。水質調査の結果、7月の初めから中旬にかけてpHが弱酸性であり、7月下旬には鉄の溶出が認められた。また、一般的に総硬度、硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度、塩素イオ

ン濃度が高く、腐食傾向が大きいと判断される。

表一9の腐食量測定結果では、ほかの建物の場合に比べ、鉄の腐食量の割には銅の腐食量が大きくなっている。これは、添加している防食剤の効果が銅よりも鉄に対して大きいためであると推定される。

なお、スケール形成性については防食剤の影響が明らかでないため検討していない。

3.2.2. 建物F 当建物では、吸収式冷凍機およびガスエンジン冷凍機用冷却水について、それぞれ水質調査および腐食量の調査を行なった。なお、両冷却水には重クロム酸系の防食剤を添加している。

(1) 吸収式冷凍機用冷却水 水質調査結果を表一10に、腐食量測定結果を表一11に示す。

採取年月日	pH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 6. 23	6.3	8	288	34	150	>0.5
30	6.3	4	—	76	120	<0.5
7. 7	6.4	20	428	70	160	<0.5
14	5.0	4	1080	110	400	<0.5
21	5.2	4	720	220	> 600	1.0
28	5.4	4	680	210	600	1.5
8. 4	6.2	12	680	270	600	<0.5
11	7.3	40	520	120	430	1.5
19	6.5	32	640	230	600	0.8
26	6.0	8	880	320	600	<0.5
9. 2	7.0	32	800	360	600	<0.5
9	7.0	16	320	160	350	<0.5
25	7.0	24	200	150	150	<0.5

表一10 水質調査結果 (建物F, 吸収式)

	腐食減量 (g)	腐食速度 (mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	0.1015	2.7	0.013	2.87mdd
	0.1046	2.8	0.013	
	0.1143	3.1	0.014	
銅	0.0058	0.2	0.0008	0.27mdd
	0.0139	0.4	0.0016	
	0.0058	0.2	0.0008	

表一11 腐食量測定結果 (建物F, 吸収式)

表一10から明らかなように、当冷却水は経時的な水質変化が激しく、特に硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度の増加が著しい。これは、蒸発による濃縮だけでなく、大気中の重硫酸ガスが冷却塔で冷却水中に溶け込み硫酸が生成したためであると思われる。そして、SO₄²⁻濃度が600ppm以上となっている7月中旬から下旬にかけてはpHが5前後まで低下し、鉄の溶出が認められた。

なお、当冷却水に関しては、以上のような水質結果を参考に、その都度補給水量を増したり、全ブローをするなどの処置を行なった。ところで、上記のように水質が悪化し、腐食傾向が大きくなった割には表一11に示すように、鉄および銅の腐食量が少なかった。これは防食剤の効果によるものと思われる。

(2) ガスエンジン冷却機用冷却水 水質調査結果を表一12に、腐食量測定結果を表一13に示す。

表一12から次のようなことが明らかとなる。pHは

7.0~8.5と中性ないし弱アルカリ性であり、全鉄は0.5ppm以下で、塩類濃度の変化も比較的少なく、水質が安定している。

採取年月日	pH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 7. 14	7.0	—	560	190	600	<0.5
21	7.3	52	600	210	500	<0.5
28	8.2	80	360	150	300	<0.5
8. 4	8.5	104	480	220	380	<0.5
11	8.2	120	440	170	250	<0.5
19	7.8	116	520	260	400	<0.5
26	7.7	92	360	300	300	<0.5
9. 2	8.0	152	560	360	500	<0.5
9	8.3	128	280	130	200	<0.5
25	7.8	48	80	70	30	<0.5

表一12 水質調査結果 (建物F, ガスエンジン)

	腐食減量 (g)	腐食速度 (mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	0.0380	1.0	0.005	0.85mdd
	0.0250	0.7	0.003	
	0.0052	0.1	0.0004	
銅	0.0032	0.1	0.0004	0.1mdd
	0.0032	0.1	0.0004	
	0.0004	0.0004	0.0004	

表一13 腐食量測定結果 (建物F, ガスエンジン)

表一13の腐食量測定結果では、鉄の腐食量は0.004mm/y、銅のそれは0.0004mm/yとごくわずかであった。このように腐食量が少なかった要因として防食剤の効果は無視できない。

3.2.3. 建物G 当建物の冷却水にはケイ酸ソーダ系の防食剤が添加されている。水質調査結果を表一14に、腐食量測定結果を表一15に示す。

採取年月日	pH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 6. 23	5.7	—	—	52	150	<0.5
30	5.7	—	—	50	100	<0.5
7. 7	6.7	2	118	40	70	<0.5
14	6.5	—	136	40	80	<0.5
21	6.8	6	106	40	80	<0.5
28	7.3	16	136	43	100	<0.5
8. 3	6.8	34	116	38	70	<0.5
18	7.2	26	100	34	60	<0.5
25	7.3	24	92	26.5	50	<0.5
9. 1	6.7	50	108	36	60	<0.5
9	7.0	48	88	33	70	<0.5
16	7.1	32	84	27	60	<0.5
23	6.8	32	74	21	50	<0.5
30	7.3	24	62	19	50	<0.5

表一14 水質調査結果 (建物G)

	腐食減量 (g)	腐食速度 (mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	1.4647	39.1	0.182	31.15mdd
	1.1691	31.2	0.145	
	0.0436	1.2	0.005	
銅	0.0443	1.2	0.005	1.2mdd
	0.0450	1.2	0.005	
	0.005	0.005	0.005	

表一15 腐食量測定結果 (建物G)

表一14から明らかなように、水質調査開始時から7月中旬にかけてのpHは弱酸性であり、わずかながら腐食が促進されたと推定される。その後pHはほぼ中性になっている。一方、硫酸イオン(SO₄²⁻)、塩素イオン(Cl⁻)などの塩類の濃度はほかの建物に比べていづれも低く、経時的な濃度変化も少ない。したがって、

pH を中性ないしアルカリ性に保つことによって配管の腐食をかなり少なく維持できると判断される。

なお、腐食量測定結果では鉄の腐食は 0.16mm/y、銅のそれは 0.005mm/y であった。

3.2.4. 建物H 水質調査結果を表—16に、腐食量測定結果を表—17に示す。

採取年月日	PH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 7. 2	6.5	8	880	90	300	<0.5
9	7.0	12	440	170	400	<0.5
16	6.4	12	960	195	450	<0.5
23	7.0	28	280	250	600	<0.5
8. 6	8.3	120	1200	300	500	<0.5
13	8.0	268	1200	350	600	<0.5
27	8.3	200	600	300	550	<0.5
9. 4	8.7	248	960	500	600	<0.5
10	8.7	248	840	—	600	<0.5

表—16 水質調査結果 (建物H)

	腐食減量 (g)	腐食速度 (mdd)	腐食厚さ (mm/y)	平均
鉄	0.4326	11.8	0.055	11.5mdd
	0.3630	9.9	0.046	
	0.4694	12.8	0.059	
銅	0.0203	0.5	0.002	0.43mdd
	0.0156	0.4	0.002	
	0.0137	0.4	0.002	

表—17 腐食量測定結果 (建物H)

水質調査の結果では、pH は中性ないし弱アルカリ性であり、酸による腐食は起こらないが、硫酸イオン(SO₄²⁻)や塩素イオン(Cl⁻)の濃度が高いため、腐食に対する注意は常に必要である。

腐食量の測定結果では、鉄の腐食量は 0.053mm/y、銅のそれは 0.002mm/y といずれもわずかであった。

また、50°Cにおけるスケール形成性について検討した結果、pH がアルカリ性となり、Mアルカリ度および総硬度が高くなっている8月初旬からスケールの形成する傾向が強くなっていることが判明した。

3.2.5. 建物I 水質調査結果を表—18に示す。なお、腐食量測定用の試験片が紛失し、腐食量のデータは得ることができなかった。

採取年月日	PH	Mアルカリ度 (ppm)	総硬度 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	全鉄 (ppm)
45. 7. 2	6.5	8	—	32	100	<0.5
9	6.5	8	400	70	130	<0.5
16	6.2	8	168	50	100	<0.5
23	6.3	12	440	80	110	<0.5
8. 6	7.0	44	520	110	200	<0.5
13	7.2	112	410	110	150	<0.5
20	7.6	72	248	84	250	<0.5
27	8.3	60	360	93	120	<0.5
9. 4	7.9	88	160	160	240	<0.5
10	8.0	52	280	210	200	<0.5

表—18 水質調査結果 (建物I)

表—18から明らかのように、7月に pH が若干低下し、弱酸性となっていたことを除いては硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度および塩素イオン(Cl⁻)濃度も低く、また

経時的な濃度変化も少ないので問題のない水質である。

一方、スケール形成性については、表—18の水質ではいずれもスケール障害は起こらないと判定された。

4. まとめ

(1) 本報の(その1, その2)でも報告したように、冷却水水質の悪化原因の1つに大気中の亜硫酸ガスの溶け込みによる硫酸の生成があげられる。本調査においてもその影響と考えられる硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度の異常な増加がいくつかの建物で認められた。

(2) 冷却水の経時的な水質変化の状況が、各建物によって非常に異なっている。これは、ブロー水量や蒸発水量などの違いによるものと思われるが、今後水質管理法を確立するうえで興味深い問題である。

(3) 試験片による腐食量測定の結果、鉄の腐食量は 0.004~0.18mm/y、銅のそれは0.0004~0.0093mm/y であった。ただし、試験片と実際の配管とでは材質や表面状態が違うので、実際の鉄および銅配管がこれと同じだけ腐食しているとは限らない。むしろこれより小さな値であると推定される。

一般に、金属材料をその腐食程度から用途別に分類して、腐食量が0.125~1.25mm/y の範囲内に属する金属を各種配管類やタンクなどに使用している。これをそのまま設備配管の腐食許容範囲として適用することはできないが、少なくとも本調査結果の腐食量の値はいずれも安全範囲内であったと考えられる。

(4) 各建物における腐食量測定結果と冷却水水質との間の明確な相関関係は得られなかったが、硫酸イオン(SO₄²⁻)が増加し、pH が低下した時点において全鉄がふえているなどの関係は明らかに認められた。

(5) 防食剤を添加している冷却水では、防食剤の種類にもよるが、水質がかなり悪化しても鉄および銅の腐食量は少なかった。

(6) 本調査で使用した簡易水質試験器は冷却水の水質管理を行なううえで非常に有効であることが明らかとなった。なお、今回使用した試験器では 0.5ppm以下の全鉄を測定することができなかったため、もう少し精度を上げるように改良し、鉄の溶出をより敏感に知ることができるようになりたい。

終わりに、本調査を行なうに当たって、富士平工業株式会社ならびに大林組設備係の皆様にご協力をいただきましたことを深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 喜田ほか：建築設備配管の腐食と水質に関する調査研究(その1, その2)大林組技研所報 No. 4