

(#280 サンドペーパー仕上げ)の三種について、発錆の状況、発錆面積などを比較してみるとK5621、K5628共に相対的には表面粗さの影響は認められなかった。

(2) 表面処理法の相違による影響

上記三種の表面粗さの相違に加えて、燐酸塩皮膜処理(バーカライジング)を施したものと、無処理のものとの発錆の状況等を比較してみると燐酸塩皮膜処理を実施した試験片の方が相対的に発錆の程度が小さく、又発錆面積そのものも小さい。これはK5621、K5628いずれのサビ止め塗料の場合にも共通している。

(3) 試験地区の影響

三地区間では、大口の試験片が発錆の程度は最も少く、大崎、鹿児島二地区の間には差異は認められなかったが、退色性の点で、鹿児島の方が大きくなっているのは、塵埃の影響が現われたものと考えられる。

以上三つの要因に共通して補足すべき事は、K5628サビ止め塗料はK5621に比較して、白亜化現象は進んでいるが、現段階では発錆の程度は非常に小さく、長曝型の下塗りには適していると考えられることである。

以上の事柄から考えるに、サビ止め塗料のみで長期間放置されることは、現実には殆んどないと思われるが、性能の良いサビ止め塗料を使用した場合、十分な塗布量をもってすればそれ自体での防錆期間は、海浜地区においてさえも、1年間程度は有効と思われる。

(3) あとがき

試験架台に揚架出来る試験片の数に制限があるために、多くのデータを得ることは出来ないが、今後も出来るだけ有効に試験を継続させる予定である。

3.13 冷却用水の水質と冷却水管の腐食 (第1報)

出 雲 茂 人
田 中 耕 治

(1) はじめに

冷却用水は工業用水の中でも最も大きなウェイトを占めており、大量に必要であると共になるべく低温であることが望ましい。

従来、冷却水といえば、得てして、水量のみに重点をおく傾向が見られ、その水質管理を怠ったため思わぬトラブルが発生するケースが多い。

本報で述べる事故も、施設の設置場所が海岸に近いのと、井戸の水深が深いため、希薄海水を汲み上げる結果となり、短日時にして冷却水管の腐食が生じたもので、これの防食対策を検討した経過を報告する。

(2) 用水の性質と腐食の生起

現在使用中の用水の分析結果の一部を表1に示したが、原水は井戸から汲みあげたそのままの水、浄水とは簡単な除鉄装置を通過させた処理水を示す。

表 1. 用水の分析結果

	原 水	浄 水
硬 度 (ppm)	1,660	1,871
Cl ⁻ (ppm)	4,359	3,644
電 導 度 (Ω _{cm} ⁻²)	12,400	11,000
NH ₄ OH (ppm)	0.25	0.20

備考) 使用水量 約 1,500 ton/日

トラブルの生じた箇所は空調用熱交換器の冷却水管で、材質は磷酸銅である。装置は実働期間 5ヶ月にして、144本中2本にピンホール、18本に腐食の進行が認められた。パイプは板厚 2mm 直径 12mm、長さ 2.5m である。

(3) 実験および実験結果

冷却用水の水質を検討するために、その与えられた水質が冷却系統において、自然の保護皮膜として、炭酸カルシウムを主成分とするスケールが析出するか、もしくは析出せずに溶解性を示すかの条件を見究める必要があり、それには、 $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ の平衡関係について調べればよいことになる。

此处では *Langelier* の飽和指数を用いて検討しかつまた腐食を防止する目的で、用水の pH 調整を行って、飽和指数を正に保持させて、浸漬試験を実施した。

実験方法としては、試験片として磷酸銅板 (1.0×4.0×100mm, 1.0×4.0×50mm) を用い、試験温度は室温及び 40±1℃の二種とした。

飽和指数を調節するために、苛性ソーダ水溶液を用いたが、その浸漬試験の結果を表 2、表 3 に示す。

表 2. 室温における腐食度 (20日間)

	pH	pHs	pH-pHs	mdd ※(1)	pH(20) ※(2)
原 水	※(3) 7.70	7.88	-0.18	0.62	—
	8.58	8.11	+0.47	0.96	7.95
	8.98	8.35	+0.63	1.00	8.02
	9.55	8.68	+0.87	1.44	8.23
	9.90	8.90	+1.00	1.04	8.16
浄 水	※(3) 7.10	7.89	-0.79	0.46	—
	8.13	8.05	-0.08	0.56	8.08
	8.42	8.25	+0.17	0.97	8.13
	8.90	8.40	+0.50	1.07	8.18
	9.80	8.90	+0.90	1.18	8.18

備考 ※(1) Cu の溶出量から求めた腐食度

※(2) 20日間試験後の試験液の pH

※(3) pH未調整でアルカリ添加なし

表 3. 加温試験における腐食度（浄水）

(40±1℃ 10days)

pH	pHs	pH-pHs	mdd
※ 6.90	8.09	-1.19	8.312
8.48	8.21	+0.27	8.812
8.88	8.42	+0.46	8.175
9.63	8.99	+0.64	4.937

備考 ※ pH未調整でアルカリ添加なし

また当施設の原水、浄水と他の水との腐食状況の比較を行うために、市水および海水を用いて同様の浸漬試験を実施した結果を表4に示す。

表 4. 種々の水における銅板の腐食度

(40±1℃ 20days)

	pH	pHs	pH-pHs	mdd
原 水	7.70	7.88	-0.18	4.06
浄 水	7.10	7.89	-0.79	2.41
市 水	6.90	8.22	-1.32	0.14
海 水	8.05	8.01	+0.04	7.58

備考) 試験片は各試験水毎に5枚としその平均値を示す。

(4) 実験結果の検討及び防食対策

用水の質の是非を検討するためには、静置式の実験では不十分であり、流速の因子を加味出来る実験装置を組むことが必要である。

実験結果にはバラツキがあるが、推定出来ることは、たとえば、現在使用中の用水を使用し、なにかつ装置材料も現在の磷酸銅を継続使用するとしても、アルカリ添加を行って、飽和指数を変えることによって（正の方向へ移動させる）、腐食量を減少させることは可能であるということである。

しかし本件の場合、その使用水量の大きいこと（1,500 ton /日）から、薬品代を含めたランニングコストは非常に大きなものとなる。

仮りに、原水、浄水ともに腐食量の小さくなるpH9までその水素イオン濃度を変化させるとすると、用水1 ton に対して苛性ソーダ40gが必要となり、1,500 ton /日では60kg NaOH /日となる。

同様の理由で、ある種の腐食抑制剤を使用するとして、たとえば5 ppm の濃度で使用するとしても7.5 kg /日となって、当施設のように一過式の場合、その経済的負担が大きくなりすぎ、装置の維持管理上大きな問題となる。此処で、装置の長寿命化を考慮に入れた防食対策を考えてみると

- ① 装置材料の適正化を計るため、より耐食性のある材料に切りかえる。

この場合、現用水は希薄海水と考えられるが、今後ますますその塩分濃度は大きくなることが予想されるので、耐海水性でその利用価値を高めているキュプロニッケルとか、アルミ黄銅系などが候補にあげられる。勿論その場合、熱伝導度は磷酸銅に比べると $1/4 \sim 1/7$ と悪くなることは覚悟しなければならない。

② 冷却方式を現在の一過式から循環式に切りかえる。

現用水の改質が安価に出来ないとすると、地下水の代りに市水を利用することを考えねばならない。この場合、用水系路を全面的に改善して、循環方式とし、損失水のみを補充することになる。

循環方式の場合、腐食抑制剤等の薬品投入を実施したとしても、その経済的負担はそれ程大きくはない。

(5) あとがき

現在、前項に述べた防食対策の①を採用して運転中である。

即ち、経費、熱伝導度等の関係から 90-10 キュプロニッケルを管材として使用し、更に防食効果を高めるため、“犠牲アノード防食法”を採用しているが、この実機試験の結果については次報で報告する予定である。