

## 電力設備の防食技術開発に関する研究（第2報）

開発研究部 安里昌樹、國吉和男  
研究企画室 羽地 龍志

### 1. 緒言

沖縄県は亜熱帯特有の高温多湿に加え島嶼環境のため、鋼構造物や電力設備等の腐食が著しく、沖縄県全体ではその損失も莫大であると推測される。本研究は大気腐食に関わる素材や被覆材の評価、研究を行い、金属の防錆防食に効果的な素材や被覆材及び錆抑制剤の効果的活用を開発し、鋼構造物や電力設備等の防食技術の向上を目指すとともに、金属材料の沖縄型仕様の提案を目的とする。

### 2. 測定項目

本研究は、平成9年度より、(財)日本ウエザリングテストセンター銚子暴露試験場（以下「銚子」という）、琉球大学（以下「琉大」という）、(財)ウエザリングテストセンター宮古島試験場（以下「宮古」という）の3カ所に総計554枚（保存板も含む）の試験片を暴露している。暴露試験片は、(I)トータルコストの低減、(II)工期短縮、(III)防食性能のアップ、(IV)無公害を念頭に、①ステンレス鋼材、②耐候性鋼材、③溶射、④溶融亜鉛めっき、⑤塗装（工程短縮型）、⑥特殊塗装、⑦錆抑制剤を選定した。

平成10年度は各試験片について6ヵ月時における写真撮影を行った。10ヵ月時には試験片を回収し、表1に示す項目について測定等を行った。

表1 暴露試験測定項目

	6ヵ月時	10ヵ月時
ステンレス鋼材	写 真 撮 影	目視観察、重量変化率、写真撮影
耐候性鋼材		目視観察、腐食速度、写真撮影
溶射		目視観察、重量変化率、写真撮影、画像処理（傷有）
溶射+塗装		目視観察、基盤目試験、写真撮影、色差、光沢度、インピーダンス
溶融亜鉛めっき		目視観察、重量変化率、写真撮影
溶融亜鉛めっき+塗装		目視観察、基盤目試験、写真撮影、色差、光沢度、インピーダンス
塗装（工程短縮）		目視観察、色差測定、光沢度測定、基盤目試験、インピーダンス、写真撮影
塗装（特殊）		目視観察、ピンホールテスト、衝撃試験、写真撮影
錆抑制剤		目視観察、写真撮影

表2に平成10年度の試験片回収日、表3に試験片内容を示す。

表2 暴露試験片の設置日および回収日

	暴露試験片設置日	6ヶ月回収日	10ヶ月回収日
銚子	平成10年3月27日	平成10年10月9日	平成11年2月1日
琉大	平成10年3月20日	平成10年10月13日	平成11年1月25日
宮古	平成10年3月17日	平成10年10月6日	平成11年1月20日

表3 試験片内容

試験片名	試験片記号	仕様
ステンレス鋼	A(B,C)-1-1-2-1	SUS304
	A(B,C)-1-2-2-1	SUS316
	A(B,C)-1-3-2-1	SUS444
耐候性鋼材	A(B,C)-2-1-2-1	SMA490A
	A(B,C)-2-2-2-1	SM490A
	A(B,C)-2-3-2-1	SS400
溶射	A(B,C)-3-1-1-1	溶射亜鉛 (傷有)
	A(B,C)-3-1-2-1	溶射亜鉛 (傷無)
	A(B,C)-3-3-1-1	溶射亜鉛・アルミニウム合金 (傷有)
	A(B,C)-3-3-2-1	溶射亜鉛・アルミニウム合金 (傷無)
	A(B,C)-3-5-1-1	溶射アルミニウム (傷有)
	A(B,C)-3-5-2-1	溶射アルミニウム (傷無)
	A(B,C)-3-7-1-1	溶射亜鉛アルミニウム合金低温アーク (傷有)
	A(B,C)-3-7-2-1	溶射亜鉛アルミニウム合金低温アーク (傷無)
	A(B,C)-3-8-1-1	溶射ホウリン系 (傷有)
	A(B,C)-3-8-2-1	溶射ホウリン系 (傷無)
溶射+塗装	A(B,C)-3-2-2-1	溶射亜鉛+塗装
	A(B,C)-3-4-2-1	溶射亜鉛・アルミニウム合金+塗装
	A(B,C)-3-6-2-1	溶射アルミニウム+塗装
めっき	A(B,C)-4-1-1-1	亜鉛めっき (傷有)
	A(B,C)-4-1-2-1	亜鉛めっき (傷無)
めっき+塗装	A(B,C)-4-2-2-1	亜鉛めっき+塗装 (沖電仕様)
	A(B,C)-4-3-2-1	亜鉛めっき+塗装 (Iホキソライヤ)
塗装 (工程短縮)	A(B,C)-5-1-2-1	塗装1 (電力仕様)
	A(B,C)-5-2-2-1	塗装2 (短縮1)
	A(B,C)-5-3-2-1	塗装3 (短縮2)
	A(B,C)-5-4-2-1	塗装4 (短縮3)
特殊塗装	A(B,C)-6-1-1-1	セメント系 (傷有)
	A(B,C)-6-1-2-1	セメント系 (傷無)
	A(B,C)-6-2-1-1	有機ゾウリツ (傷有)
	A(B,C)-6-2-2-1	有機ゾウリツ (傷無)
錆抑制剤	B-7-1-2-1	MK 剤
	B-7-2-2-1	レノーバコンク

### 3. 結果および考察

#### 3. 1 暴露試験

##### (1) 目視観察

全試験片について目視観察、および写真撮影（別添）を行った。各試験片の概況は以下のとおりである。

##### ① ステンレス鋼材

ステンレス鋼材の試験片は素材別、地域別によって劣化度に差が認められた。今回、より定量的な評価を行うため、画像処理を行い劣化度を求めた。なお、画像処理は試験片の中央部分（5 cm×5 cm）について行い、赤錆およびシミ部を合わせて、錆発生面積とした。得られた結果を図 1 に示す。

素材別にみると、表裏とも SUS304>SUS316>SUS444 の順に錆が発生している。SUS444 では錆の発生は止め具部分以外には錆の発生はほとんど認められず、光沢も保っていた。

一方、地域別にみると表面では宮古>琉大>銚子の順になっているのに対し、裏面では宮古>銚子>琉大の順になっている。

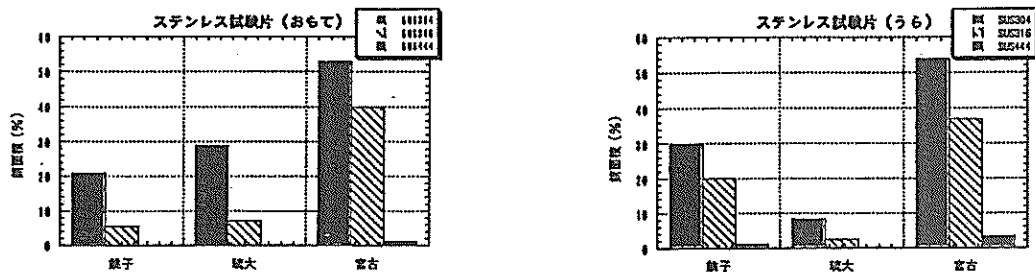


図 1 ステンレス鋼の錆面積

##### ② 圧延鋼材

外観については、素材間の違いよりも地域間の差が顕著にみられる。

銚子においては各試験片とも錆色が黄色っぽく、錆粒子は他地域に比べて細かい。裏面はより錆発生が進行しており、より黄色がかっている。

琉大においては錆色は赤茶っぽく、裏面では赤錆の中に灰色粒子が点在している。錆の形状としては、やや粗い。

宮古においては錆色は琉大に比べて黒みがかっており裏面に琉大でもみられた灰色粒子が点在している。錆の形状としては粗く、裏面でより錆発生が進行している。

##### ② 溶射試験片

溶射亜鉛試験片は各試験片とも白錆が白雲状に発生している。銚子、琉大については点状の白錆の発生もみられる。全体的におもて面より裏面が錆発生量が多い。

溶射亜鉛・アルミニウム合金試験片は各試験片とも灰黒色に変化しており、その上に白錆が点状に発生している。白錆の発生量は琉大>宮古>銚子の順で、おもて面が発生量が多い。

溶射アルミニウム試験片は汚れは目立つものの錆の発生はみられない。

溶射亜鉛アルミニウム合金低温アーク試験片は各試験片とも灰色に変化しており、そのうえに

点状の白錆が発生している。宮古の白錆が銚子、琉大に比較して細かくなっている。

溶射ポリエチレン系試験片は、おもて面に変色がみられるものの、錆の発生はみられない。

傷有りの試験片については、亜鉛及び亜鉛+アルミニウム試験片では、亜鉛の犠牲陽極作用により、傷部の縁側は赤錆の発生は抑えられている。アルミニウム、ポリエチレン系試験片については傷部全面赤錆が発生し、錆汁の流れはみられるが、傷部の広がりはみられない。

### ③' 溶射+塗装試験片

塗膜のわれ、ふくれ等、特に異常はみられない。錆の発生もみられない。

### ④めっき試験片

各試験片とも白雲状に白錆が発生している。発生量は宮古>琉大>銚子の順で裏面がより白錆が発生している。

傷有りの試験片については、傷部で銚子、琉大の試験片は赤錆が発生していない部分もみられるが、宮古では傷部は全面赤錆の状態である。傷の広がり等はみられない。

### ③' めっき+塗装試験片

塗膜のわれ、ふくれ等、特に異常はみられない。錆の発生もみられない。

### ⑤塗装試験片

汚れがみられる以外、塗膜の異常等はみられない。

### ⑥特殊塗装試験片

宮古のセメント系試験片で表面の上、下端、裏面の下端に赤錆の発生がみられる。他の試験片については特に異常はみられない。

傷有り試験片については傷部は全面赤錆がみられ、錆汁の流れがみられる。傷部の広がりについてはみられない。

### ⑦錆抑制剤

MK剤はおもて面、うら面ともに全面赤錆が発生し、裏面については一部灰黒色になっている。レノーバコンクは、おもて面で灰色の粒子が存在し、裏面は中央部、端部に変化がみられる。

## (2) 重量変化率

暴露前後の重量を測定し、その変化率を求める。

### ①ステンレス鋼材

ステンレス鋼材の重量変化率を図2に示す。これを見ると各試験片とも重量変化は0.1%未満であり、地域別、素材別にみても特徴的な変化はみられない。

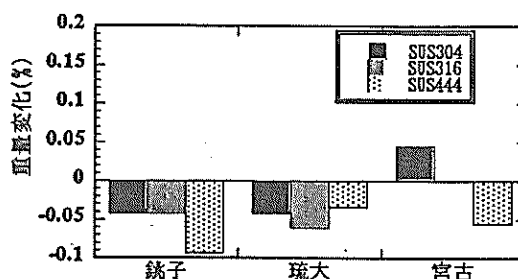


図2 ステンレスの重量変化率

②溶射試験片

溶射試験片の重量変化率を図3に示す。素材別にみると、ポリエチレン系以外は増加傾向にあり、特に亜鉛+アルミ試験片で増加が大きく、それについて亜鉛試験片および亜鉛アルミ低温アーク試験片、アルミ試験片は比較的变化が小さくなっている。地域差については特に認められない。

なお銚子のポリエチレン系試験片が琉大、宮古に比べて大きな重量減を示しているが原因は今のところ不明である。

③めっき試験片

めっき試験片の重量変化率を図4に示す。目視観察でも触れたように、白錆の発生量は宮古で最も多く、重量変化でも宮古で増加傾向を示している。銚子、琉大ではほとんど変化がみられない。

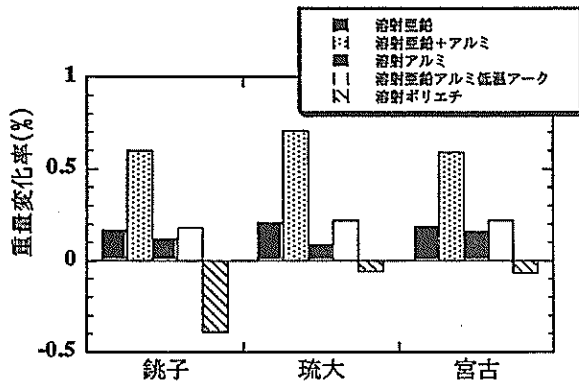


図3 溶射試験片の重量変化率

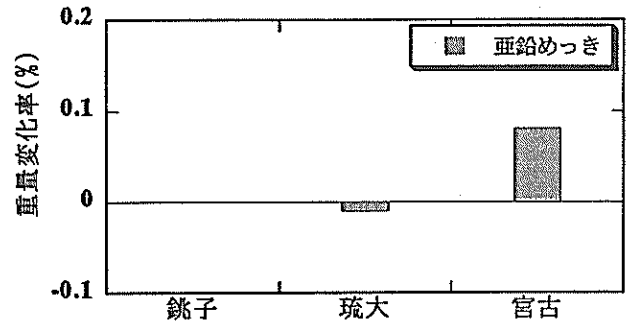


図4 亜鉛めっき試験片の重量変化率

(3) 光沢度

保存板と暴露試験片塗膜の光沢度を60度鏡面光沢度計を用いて測定し、保存板の値を初期値とみなし各試験片について光沢残存率を求める。

①溶射+塗装試験片

溶射+塗装試験片の光沢残存率を図5に示す。地域別、種類別にみても特徴的な傾向はみられない。また各試験片とも表面より裏面が光沢残存率が大きくなっている。これは紫外線等の影響により表面の方が劣化度が大きかったためと考えられる。なお、溶射ポリエチレン系も参考として測定を行った。

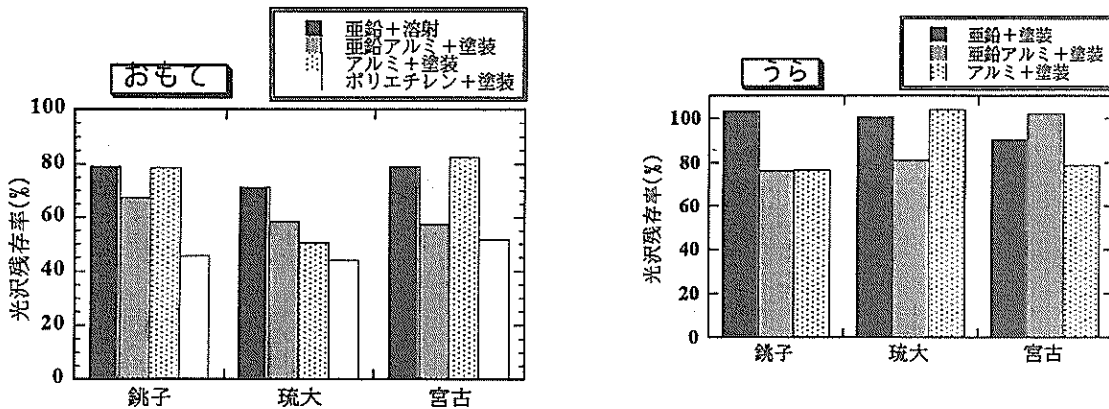


図5 溶射+塗装試験片の光沢残存率

②めっき+塗装試験片

めっき+塗装試験片の光沢残存率を図6に示す。地域別、種類別にみても特徴的な傾向はみられない。また表面、裏面でも溶射+塗装試験片および後述する塗装試験片と違い、大きな変化はみられなかった。これについて現段階での評価は保留し、次年度以降の経時変化をみて判断する。

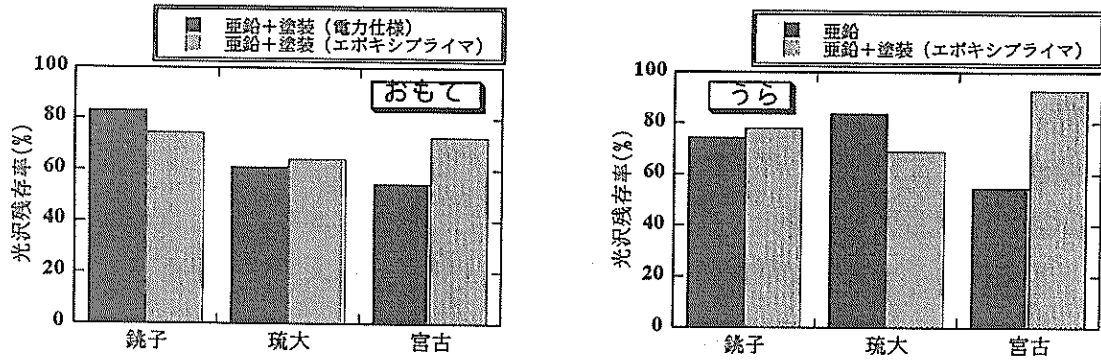


図6 めっき+塗装試験片の光沢残存率

③塗装試験片

塗装試験片の保存板の光沢度を表6、各試験片の光沢残存率を図7に示す。地域別、種類別にみても特徴的な傾向はみられない。また各試験片とも表面より裏面が光沢残存率が大きくなっている。

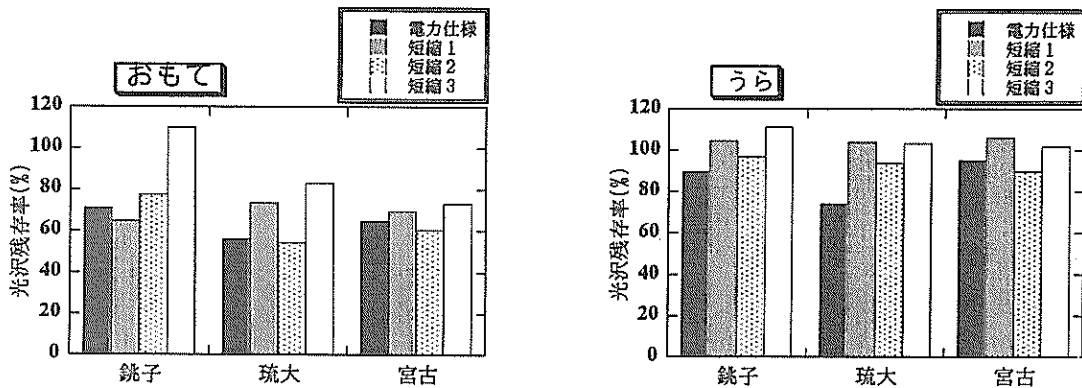


図7 塗装試験片の光沢残存率

④特殊塗装試験片

特殊塗装試験片の光沢残存率を図8に示す。地域別、種類別にみても特徴的な傾向はみられない。また各試験片とも表面より裏面が光沢残存率が大きくなっている。

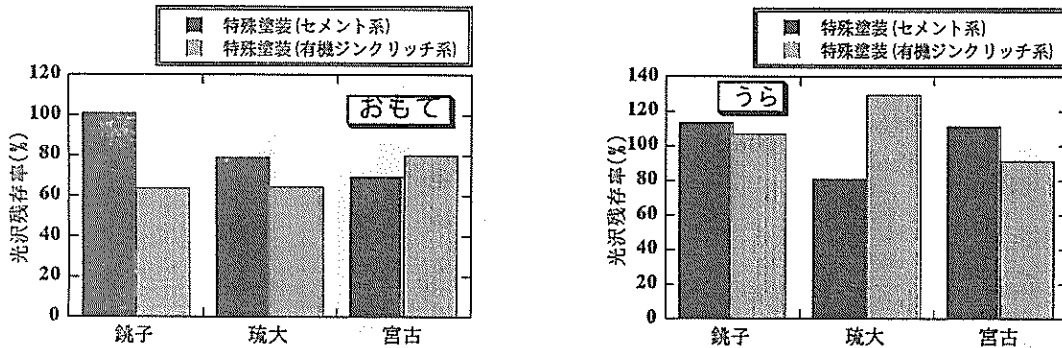


図8 特殊塗装試験片の光沢残存率

#### (4) 色 差

保存板と暴露試験片塗膜との色差 ( $\Delta E$ ) を色差計を用いて測定した (JIS Z 8730 色差表示方法による)。

表 4 色差の評価基準

色差の程度の評語	$\Delta E$
きわめてわずかに異なる (trace)	0 ~ 0.5
わずかに異なる (slight)	0.5 ~ 1.5
感知し得るほど異なる (noticeable)	1.5 ~ 3.0
著しく異なる (appreciable)	3.0 ~ 6.0
きわめて著しく異なる (much)	6.0 ~ 12.0
別の色系統になる (very much)	12.0 以上

##### ①溶射+塗装試験片

溶射+塗装試験片の色差測定の結果を図9に示す。表面では地域別、種類別で特徴的な傾向は認められない。裏面は銹子が若干大きい傾向があるものの各試験片とも  $\Delta E$  は 1 未満であり、特に大きな変化は認められない。また表面と裏面を比較すると、各試験片とも表面が色差が大きい。これは光沢度の項でも述べたが紫外線等の影響により、表面の方が塗装の劣化度が大きかったためと考えられる。

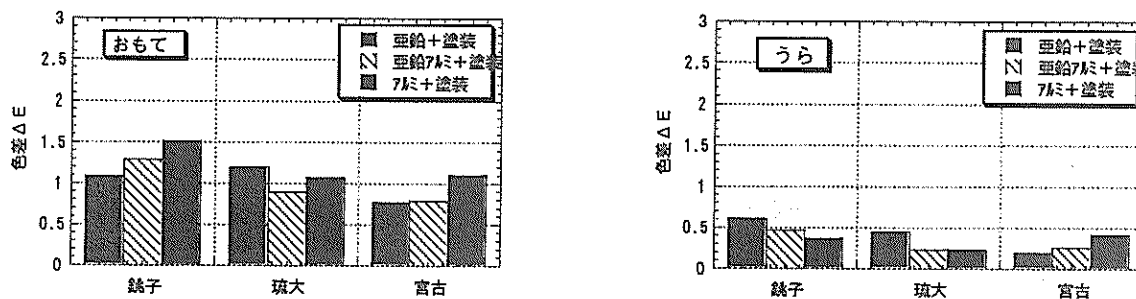


図 9 溶射+塗装試験片の色差

##### ②めっき+塗装試験片

めっき+塗装試験片の色差測定結果を図10に示す。表面では地域別にみると銹子がやや大きく、また種類別にみると沖電仕様の方が若干大きい傾向がみられる。裏面は表面より値は小さく、各試験片とも0.5未満であり地域差、種類別で特に大きな差はみられない。

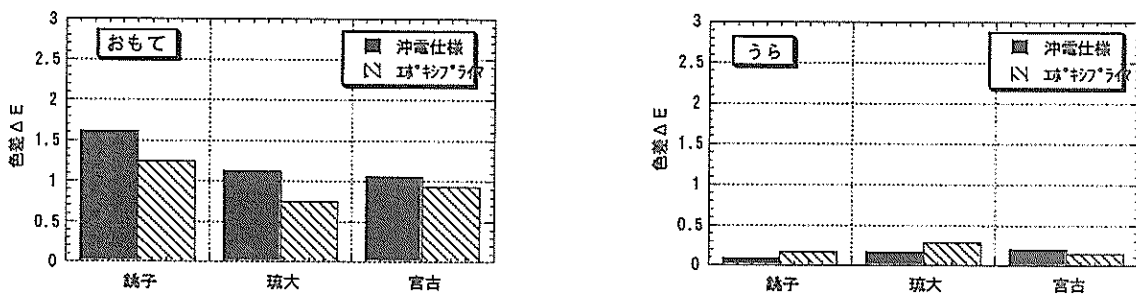


図10 めっき+塗装試験片の色差

### ③ 塗装試験片

塗装試験片の色差測定結果を図11に示す。表面をみると沖電仕様、短縮3で大きな値となっている。しかし、前述したように色差測定は保存板との比較で行っていることから、次年度以降の測定結果に注意が必要である。また、裏面をみると、全体的に宮古の方が大きい値をとっているが各試験片とも1未満であり、色差については大きな差はみられなかった。

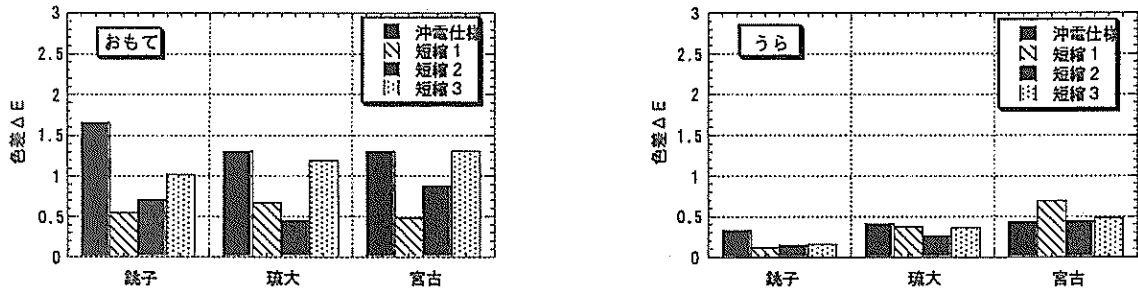


図11 塗装試験片の色差

### ④ 特殊塗装試験片

特殊試験片の色差測定結果を図12に示す。表面をみると銑子で大きな値をとっている。裏面については宮古で大きな値をとっている。これらの試験片についても次年度以降の変化に注意が必要である。

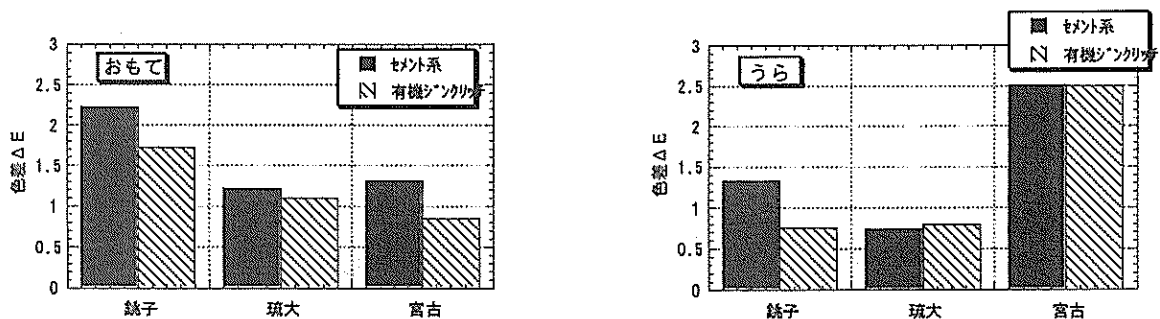


図12 特殊試験片の色差

### (5) インピーダンス

塗膜の劣化度を推測するため、LCRメーター(HP 4284A)を用いてインピーダンス測定を行った。インピーダンス測定では抵抗成分と容量成分とが得られるが、塗膜が劣化してくると欠陥部発生のため抵抗成分が減少し、逆に塩水などが素地と接触する面積が増えるため容量成分は大きくなる。インピーダンスの測定周波数は250、500、1000Hzで行った。塗膜の状態は得られたグラフの形からも判断される。健全な塗膜の状態では、抵抗成分は周波数が大きくなるにつれて小さくなり(右下がりのグラフ)、容量成分はほぼ一定な値(フラット)をとる。抵抗成分のグラフでフラットや、高周波数側で急激な落ち込みがみられたり、容量成分で右上がりのグラフになった場合は塗膜の状態は悪化していると考えられる。



①溶射+塗装試験片

溶射+塗装試験片のインピーダンス測定（電気容量C、抵抗R）の測定結果を図13に示す。各試験片とも保存板と比較して、電気容量は大きく、抵抗は小さくなっているが、値及びグラフの形から塗膜の著しい劣化、異常等は見られない。

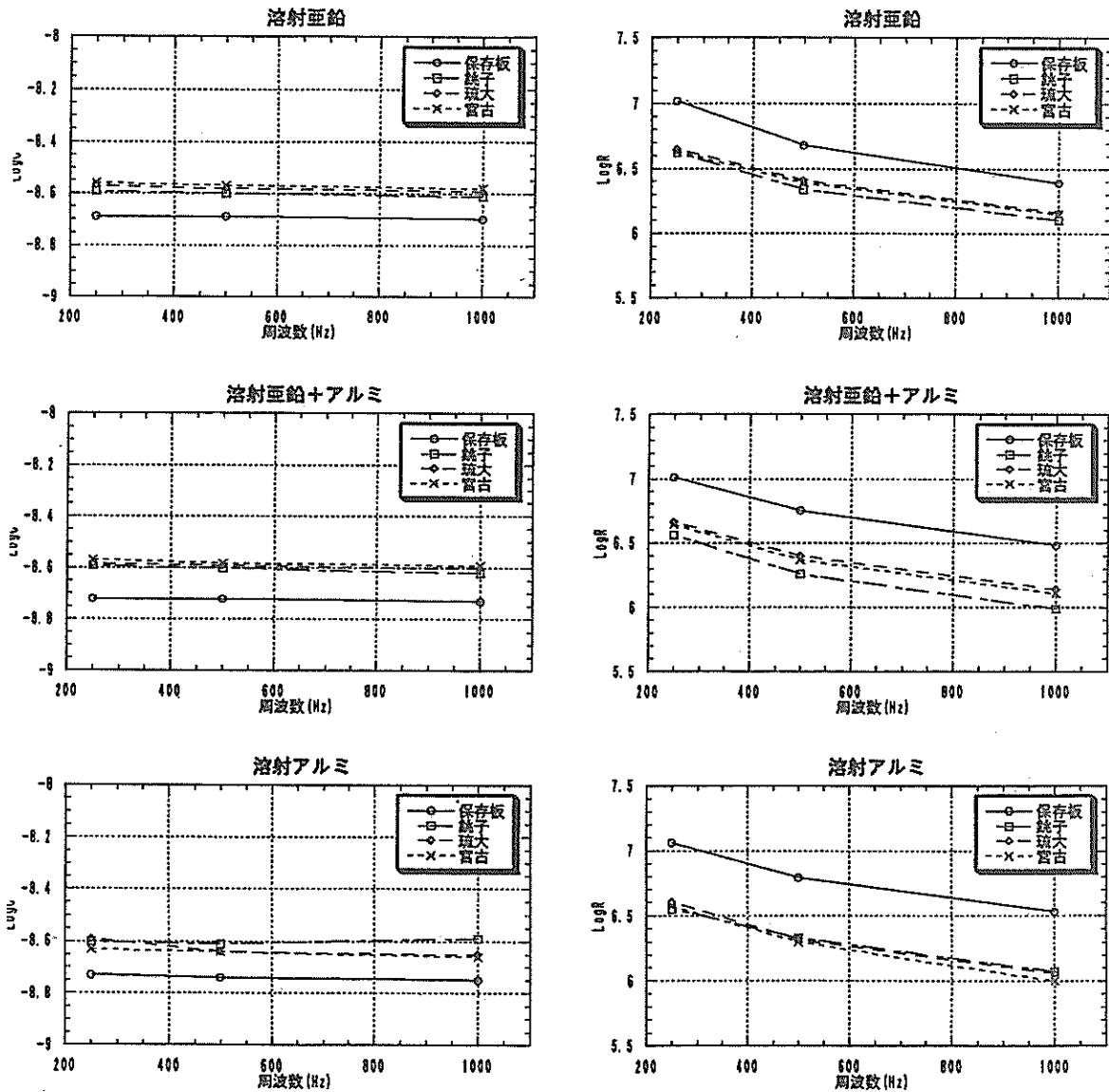


図13 溶射+塗装試験片のインピーダンス

②めっき+塗装試験片

めっき+塗装試験片のインピーダンス測定（電気容量C、抵抗R）の測定結果を図14に示す。各試験片とも保存板と比較して、電気容量は大きく、抵抗は小さくなっているが、値、グラフの形から塗膜の著しい劣化、異常等はみられない。値からは沖電仕様が保存板との差は小さい傾向にある。

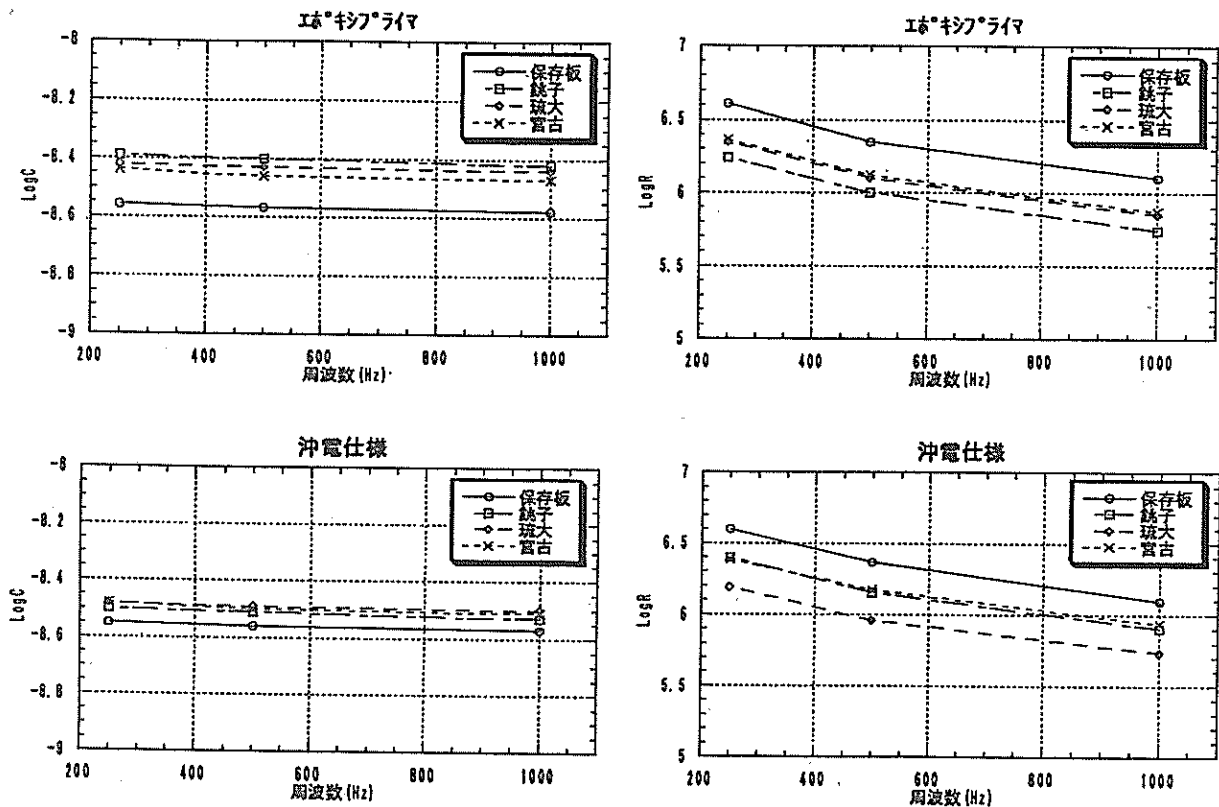


図14 めっき+塗装試験片のインピーダンス

③塗装試験片

塗装試験片のインピーダンス測定（電気容量C、抵抗R）の測定結果を図15に示す。各試験片とも保存板と比較して、電気容量は大きく、抵抗は小さくなっているが、値、グラフの形から塗膜の著しい劣化、異常等はみられない。地域差も特徴的な傾向はみられない。

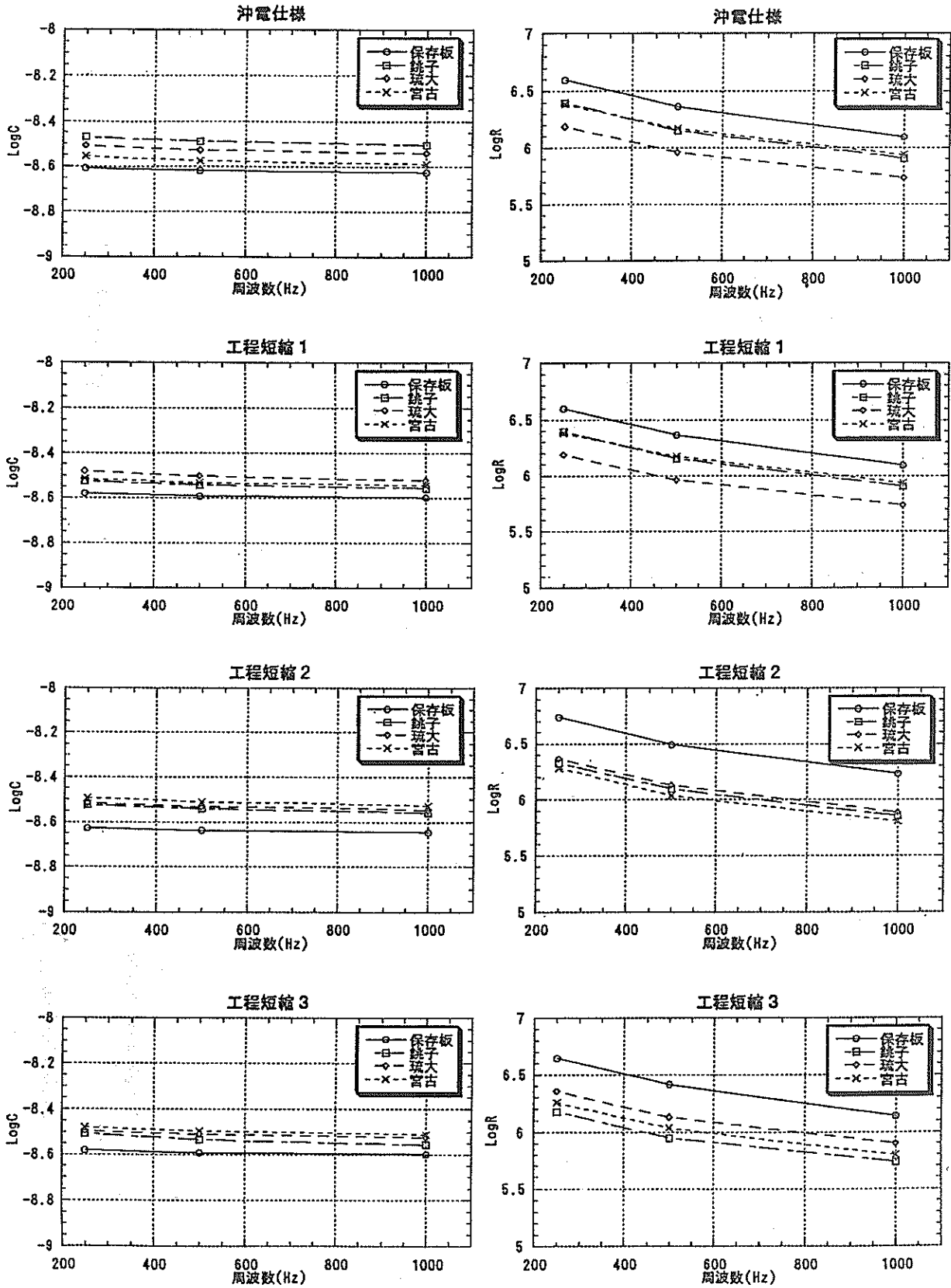


図15 塗装試験片のインピーダンス

(6) ピンホールテスト

特殊塗装試験片についてピンホール測定を行った。セメント系では銚子で8、琉大で20、宮古での7個ピンホールが確認された。ピンホールは塗装系の関係上暴露前から存在することも考えられ、参考程度に示す。

有機ジンクリッチ系の試験片についてはピンホールは観測されなかった。

(7) 腐食減量

圧延鋼材について腐食減量を測定した。方法はさびた状態で秤量し、錆をクエン酸アンモニウムを用いて除去した後再び秤量し、腐食減量 mdd を求めた。結果を図16に示す。

地域別にみると宮古>銚子>琉大、素材別にみるとSS400>SM490A>SMA490Aとなった。

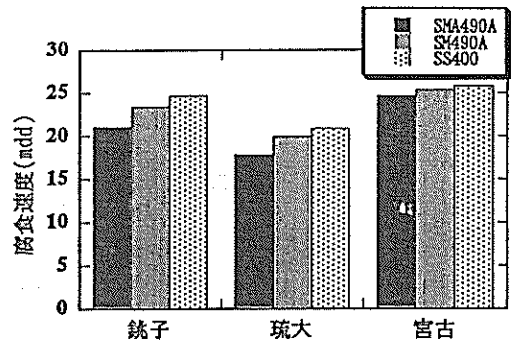


図16 圧延鋼材の腐蝕減量

(8) クロスカット

塗膜にカッターナイフを用いて、素地に達する切り傷を基盤目上に入れ（間隔は5mm）、その面に粘着テープを圧着・引きはがす。これを2回繰り返し、基盤目塗膜の状態を評価する。

① 溶射+塗装試験片

特に異常はみられなかった。

② めっき+塗装試験片

特に異常はみられなかった。

③ 塗装試験片

塗装試験片のクロスカット試験の結果を図17に示す。沖電仕様の試験片については琉大で若干はがれがみられた。工程短縮型ではすべての試験片ではがれがみられ、保存板でもはがれがみられた。

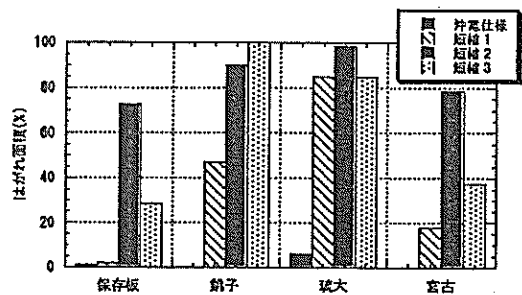


図17 塗装試験片のクロスカット後のはがれ

(9) 衝撃試験

特殊塗装試験片について、塗膜面に260gのおもりを、落下高さ1000mmより落とし、衝撃試験を行ったが、へこみはみられたものの、ひび、はがれ等は確認されなかった。

### 3. 2 環境因子と暴露試験結果の相関

暴露試験の結果は環境条件により非常に異なることが多い。暴露試験の結果と環境因子の相関について検討することは、実際の使用環境でどのような挙動を示すかを予測するのに重要となる。そこで環境因子と暴露試験結果の対応関係について検討する。

各暴露地における環境因子測定としては温度、相対湿度、ガーゼ法による飛来塩分量およびACMセンサ、積算結露時間計による濡れ時間の測定を実施している。これらの各環境因子に対して暴露試験10ヶ月の結果は3.1で示したように暴露期間がまだ短いため、顕著な違いは現れていない。若干、宮古の腐食量が大きく、銚子と琉大では同程度である。したがって、環境因子との相関については次年度以降としたい。

そこで、以下には環境因子から見た腐食性について述べる。

#### (1) 温度、湿度からみた腐食性

温度および湿度は金属の腐食とは密接な関係にあり、それらが高い環境では結露しやすく、腐食しやすいと言われている。月毎の平均温度と平均湿度をプロットしたクライモグラフと呼ばれる図18において温度も湿度もともに高い月（通常20℃以上、70%以上）が1年を通して多い環境ほど腐食環境が厳しいと判断する場合がある。温度と相対湿度は各暴露地に設置した温湿度センサで10分ごとの測定を行っている。しかしながら、温湿度センサが雨に濡れたことにより異常値を示しており、正確な測定が行われていたとは言い難い。そこで、ウェザリングテストセンタで測定した値を用いて宮古と銚子のクライモグラフを図18に示した。図より温度20℃以上、湿度70%以上の月は宮古では1月と2月以外はすべてであり、銚子では夏場の7月から9月にかけてである。琉大も宮古にほぼ近いことが予想されるので、クライモグラフから判断すると銚子はマイルドな環境といえる。

クライモグラフでは月毎の平均値を用いていることより、次年度では10分毎の値を用いた評価も行いたい。

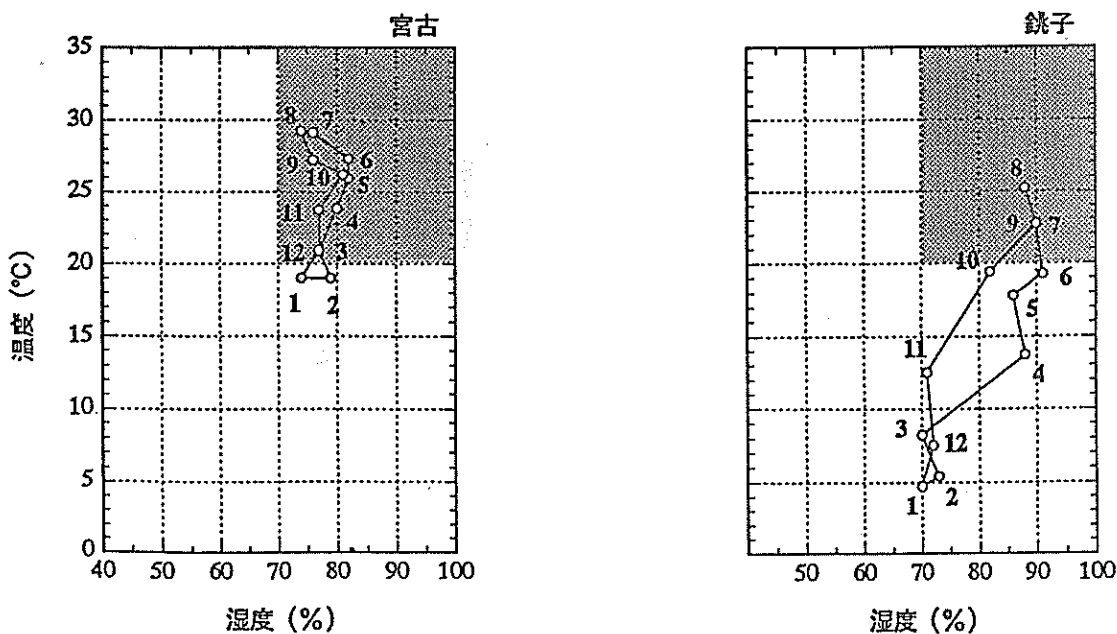


図18 クライモグラフ（宮古、銚子）

### (2) 海塩粒子量から見た腐食性

海塩粒子とは、海岸周辺や海上で海水滴、あるいは海水気泡が破壊する際に生じる非常に細かい海水の粒子のことである。一般的には海岸から離れるにしたがいその量は減少傾向にあるものの、沖縄県のように四方を海に囲まれた狭い地域においては内陸部といえどもその量は少なくはない。ガーゼ法による海塩粒子量の測定は、100×100mmのガーゼをある一定期間（通常は1ヶ月）雨の当たらない箇所に暴露し、海塩粒子を捕獲し、その飛来量を測定するものである。図19に各暴露地で測定した海塩粒子量の月毎の変化を示す。夏場の台風接近に伴い増加する傾向にある。年間を通しての平均は宮古（0.44mdd）、銚子（0.38mdd）、琉大（0.30mdd）の順となる。実際には飛来してきた海塩粒子がそのまま付着していることは少なく、雨によって流されることもあるが、飛来量としては宮古が最も多い結果であった。

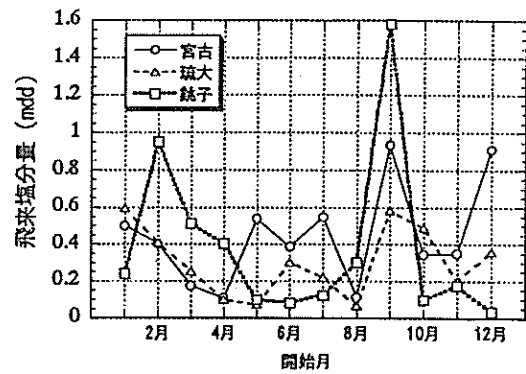


図19 海塩粒子量の変化

### (3) ACMセンサからみた腐食性

各暴露地にはFeとAg対からなるACMセンサを1か月毎更新して暴露してある。本センサは大気腐食のように非常に水膜が薄い場合においてもFeの腐食速度に対応する電流値を捉えることができる。本センサで電流値が得られないということは、水膜が少ないもしくは存在しないということに相当する。すなわちセンサの出力が得られる場合は表面が濡れていることになり、濡れ時間の測定が可能と考えられる。

毎月のセンサ出力を解析した結果、出力が得られない区間というのは、暴露期間の初期においてのみであり、以降、継続して出力が得られていた。最小値が0.1nAで非常に高感度のため、いずれの暴露地においても差は得られなかった。そこで、電流値にあるしきい値を設けてそれ以上の出力が得られた時間を濡れ時間として比較した。

しきい値に0.01μAから10μAを設定し、月毎の濡れ時間の割合を求め、測定期間全体における割合を図20に示した。しきい値によっては、琉大と銚子の濡れ時間が長くなるが、宮古が最大になることはない結果となった。暴露試験片の腐食量では、現在のところ若干ではあるが宮古が腐食していることより、電流値にあるしきい値を導入して、濡れ時間を算出する方法では宮古の腐食性の厳しさを説明することは困難と思われる。

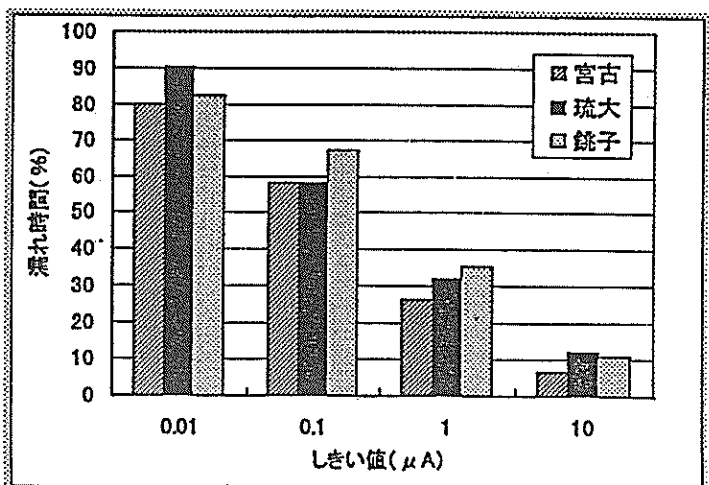


図20 しきい値を設定したときの濡れ時間の割合

次に、センサ出力の時間積分が電気量に

なることより、毎月の電気量を求め、その平均値を求めた。電気量が大きい順に銚子 (12.3C)、宮古 (10.5C)、琉大 (9.9C) となり、電気量からも宮古の腐食性については説明が困難と考えられる。

今後はACMセンサからの電流値の解析方法および評価方法についても新たに検討する必要があると考えられる。

#### 4. 結 言

宮古、琉大および銚子の3カ所の暴露地において、環境因子測定および大気暴露試験を行い、10ヶ月経過時点でのデータをまとめた。それぞれについてまとめると以下ようになる。

温度、湿度によるクライモグラフから腐食性をみると、宮古および琉大の方が銚子に比べて厳しいといえる。また、飛来海塩粒子量でも、宮古の方が多かった。ACMセンサからのセンサ出力の解析においては、逆に銚子の方が厳しいと判断され、解析方法および評価方法について、再検討する必要が示された。積算結露時間計による乾燥、結露、降雨時間を比較してみたが、琉大と銚子では濡れ時間に関してはほぼ同じ値を示し、両者の差はないものと判断された。一方、大気暴露試験10ヶ月目時点では、素材の腐食量では若干ではあるが琉大、銚子に比べて宮古の腐食量が大きい。溶射およびめっき試験片では、重量変化は0.2%程度であり、最も腐食した亜鉛+アルミ試験片でも0.5%と低く、暴露地の差も特に認められなかった。溶射およびめっき試験片に塗装を施したものにおいては、塗膜のふくれ等の目に見える劣化は認められなかった。光沢度、色差においては紫外線等の影響により、表面の方が裏面より塗膜の劣化がみられた。

以上の結果より、暴露10ヶ月経過の現段階では大気暴露試験の結果に明らかな違いが現れているとはいえず、データ数も充分とはいえない。環境因子の測定においてもデータに欠測値や信頼性に欠ける点があった。暴露期間の経過とともに暴露地間の相違が現れるものと考えられるため、環境因子と大気暴露試験の相関については、データを積み重ねた上で検討したい。

本研究は(株)沖縄電力研究開発部、(株)トロピカルテクノセンターの絶大なご協力により進められたことにたいし、深く感謝の意を表します。

また、吉田眞一氏には当センターの防錆関係技術アドバイザーとして、終始ご指導いただきました。さらに(社)日本ウエザリングテストセンターには、資料の提供など多大なご協力をいただきました。心から感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 石原金盛、長山純朗、國吉和男、比嘉眞嗣、比嘉敏勝：「沖縄県における金属素材及び防錆被覆材の耐食性に関する研究(1)～(7)」、沖工試研究報告17号～23号
- 2) 國吉和男、比嘉敏勝、羽地龍志、安里昌樹：「電力設備の防食技術開発に関する研究(第1報)」、沖工試研究報告25号

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。