

# ハルス構造を有するアクリル系プレコート鋼板の耐候性

野村 広正\*・木全 芳夫\*・金井 洋\*・横田 善行\*<sup>2</sup>・吉田 雅也\*<sup>2</sup>

Weatherability of HALS Copolymerized Acrylic Resin Precoated Steel Sheet

Hikomasa NOMURA, Yoshio KIMATA, Hiroshi KANAI, Yoshiyuki YOKOTA and Masaya YOSHIDA

**Synopsis :** The deterioration mechanism of polymer outdoors is known as autooxidation caused by radical chain reaction. Fluorocarbon resin is used to improve the weatherability of precoated metal (hereafter PCM). The binding energy and the hydrophobicity of fluorocarbon resin are higher than those of other organic resins, therefore the generation of alkyl radical and the hydrolysis of bonding are reduced.

We have investigated the improvement for the weatherability of acrylic base PCM without fluorocarbon. We have introduced hindered amine light stabilizers (hereafter HALS) to capture the radical, and introduced cyclohexyl methacrylate (hereafter CHMA) instead of styrene or methyl methacrylate to improve the light stability and hydrophobicity. HALS was copolymerized with CHMA to prevent the flow out form paint. The newly developed HALS-CHMA PCM showed not only good weatherability but also good corrosion resistance.

**Key words:** HALS; cyclohexyl methacrylate; acrylic; precoated steel sheet; weatherability.

## 1. 緒言

プレコート鋼板は鉄鋼メーカーで塗装まで行った鋼板であり、家電分野および建材分野で幅広く使用されるようになってきている。プレコート鋼板には用途に応じて様々な機能が付与されている<sup>1)</sup>。屋外で使用する場合には耐食性と耐候性が不可欠である。腐食は主に海塩と水分により引き起こされ、めっき鋼板と下塗り塗装に含まれる防錆顔料による対策がとられている。一方、耐候劣化は主に太陽光と水分によって引き起こされ上塗り塗装の化学的および物理的な安定性の向上による対策がとられている。

現在、高耐候性のプレコート鋼板として広く使用されているのはふっ素樹脂塗装鋼板であり、20年間を越える長期間の耐久性を保証した商品もある。ふっ素樹脂塗装鋼板は結合解離エネルギーと疎水性の高いC-F結合を塗膜中に導入して、塗膜を構成する高分子を安定化させたものである<sup>2-3)</sup>。また、ふっ素樹脂塗装鋼板には及ばないものの耐候性に優れる塗装鋼板としてシリコン変性を施したポリエステル塗装鋼板が知られている。これも結合解離エネルギーの大きなC-Si結合やシロキサン結合を塗膜中に導入することで耐候性を向上させたものである<sup>4)</sup>。

我々はふっ素樹脂より安価なアクリル樹脂に着目し、ふっ素樹脂のような結合解離エネルギーの大きな結合を塗膜中に導入する方法ではなく、光劣化の原因となるラジカルを効率的に捕捉すること、さらにこのラジカル捕捉効果を長期間保持すること、疎水性でなおかつガラス転移温度の高い構造をアクリル樹脂の基本骨格にすること、以上に

よるプレコート鋼板の耐候性の向上を検討した。その結果、屋外建材として一般に使用されているポリエステル塗装鋼板やシリコンポリエステル鋼板より優れ、ふっ素樹脂塗装鋼板に近いレベルの耐候性を有する塗装鋼板を開発することができた。

## 2. 塗膜の光劣化機構と高耐候性プレコート鋼板の設計指針

塗膜または高分子の屋外環境での劣化機構については様々な研究がなされており、ほとんどの場合、紫外線や熱によって発生したラジカルと酸素の関与する自動酸化劣化機構であることが知られている<sup>5)</sup>。Fig. 1に自動酸化劣化機構を示す。Fig. 1の(1)式が開始反応であり、発生したラジカル(R·)が(2)式から(5)式の反応を引き起こす。(5)式と(3)式で生じたR·が(2)式の反応を引き起こすことにより、ラジカルの連鎖反応となる。

このように紫外線と酸素によるラジカル発生と連鎖反応が劣化の主要因であるが、さらに水分も劣化に影響する。

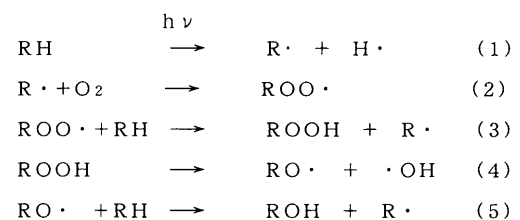


Fig. 1. Deterioration (autooxidation) mechanisms of polymer.

平成14年4月26日受付 平成14年8月9日受理 (Received on Apr. 26, 2002; Accepted on Aug. 9, 2002)

\* 新日本製鐵(株)鉄鋼研究所(Steel Research Labs., Nippon Steel Corp., 20-1 Shintomi Futtsu 293-8511)

\*2 (株)日本触媒機能材料研究所(Performance Chemicals & Materials Research, Nippon Shokubai Co., Ltd.)

水分は化学的にはエステル結合のような一次結合の加水分解や水素結合のような二次結合の切断に関与し、物理的には塗膜の吸水による膨潤や可塑化などを起こす。以上の塗膜劣化により、光沢度の低下、色調の変化、膨れ、はがれ、割れが起こり、さらには下地鋼板の腐食が引き起こされる。

さて、現在、高耐久性塗装鋼板として使用されているのはふっ素樹脂プレコート鋼板であり、溶剤可溶型のポリフッ化ビニリデン樹脂とアクリル樹脂をベースにしたものである。ふっ素樹脂をプレコート鋼板へ適用する大きなメリットは、C-F結合のエネルギーが大きいことと、疎水性が高いことにある。太陽光に含まれる300 nmの光のエネルギーは約400 kJ/molであり、C-H結合の解離エネルギーも約410 kJ/molである。ゆえに300 nmより短い波長の光を吸収すれば高分子中のC-H結合は切断され、Fig. 1 (1)式のラジカル(R·)が発生する可能性がある。一方、C-F結合の解離エネルギーは約450 kJ/molとC-H結合のそれより高く、同一条件ではC-H結合よりも安定でラジカルが発生しにくい<sup>2,3)</sup>。また、ふっ素樹脂の疎水性が高いことは一般によく知られており、水の進入を抑制することは先に述べた化学的な劣化や物理的な劣化の抑止力となる。

このようにふっ素樹脂系のプレコート鋼板は優れた性能を有するが、工業的にはコストが高いという課題がある。著者らはふっ素樹脂より安価なアクリル系樹脂に着目し、その耐候性の向上とプレコート鋼板用塗料への適用を検討した。具体的な設計指針は以下の3点である。

(1) C-F結合のような結合エネルギーの高い構造を分子鎖中に導入する方法ではなく、発生するラジカルをヒンダードアミン系光安定剤（以下、HALS; Hindered Amine Light Stabilizers）で捕捉することにより、自動酸化劣化反応を抑制する（Fig. 1に示したR·, ROO·, RO·を捕捉することで自動酸化劣化反応を抑制する）。

(2) HALSを塗膜を構成する樹脂中に化学結合させてブリードアウトを防止することにより、長期間耐久性を保持させる。

(3) アクリル樹脂の基本構造として太陽光を吸収しラジカルを発生しやすい芳香族モノマーをのぞき、疎水性でガラス転移温度の高いメタクリル酸シクロヘキシル（以下、CHMA; Cyclohexyl methacrylate）を適用する。

HALSを塗料やフィルム等に添加する方法はよく知られており、HALSの添加により高分子化合物の耐久性が向上することが報告されている<sup>6,7)</sup>。一方、長期間の使用でHALSが塗膜やフィルムからブリードアウトすることにより、徐々に性能が劣化することも報告されている。これに対しては高分子量のHALSを適用する方法がとられているが<sup>7)</sup>、著者らはより長期の安定性を考慮してHALSをアクリル樹脂と共重合させることにした。

アクリル樹脂として広く用いられているのはスチレンと

メチルメタクリレートである。スチレンは紫外線を吸収しやすいベンゼン骨格を持つため、長期間屋外で使用すると黄変することが知られている。一方、メチルメタクリレートは吸湿性の高いことが耐候性の面でややマイナスとなっている。著者らは以上の点を考慮して、ベンゼン骨格を持たず、疎水性が高く、ガラス転移温度の高いアクリルモノマーとして、メタクリル酸メチルのメチル基をシクロヘキシル基に置換したCHMA<sup>8)</sup>を適用した。構造をFig. 2に示す。

### 3. 実験

#### 3.1 アクリル樹脂の構造と耐候性の検討

##### 3.1.1 塗料

Table 1に検討した塗料の水準を示す。塗料Aはアクリルモノマーとしてスチレンを使用する従来のアクリルポリオール樹脂塗料である。塗料Bは塗料Aにラジカルを捕捉する2,2,6,6-テトラメチルピペリジニル-4セバケート（以下、HALS1, 三共（株）製）を5 mass%添加したものである。塗料Cはスチレンとラジカルを捕捉する4-メタクリロイルオキシ-1,2,2,6,6-ペンタメチルピペリジニル（以下、HALS2, 三共（株）製）を共重合したアクリルポリオール樹脂を用いたものである。HALS2の構造をFig. 2に示す。塗料Dは芳香族構造を無くしたCHMAとHALS2を共重合したアクリルポリオール樹脂を用いたものである。HALS2はモノマーとして5 mass%添加した。

いずれの塗料も硬化剤としては、メチルエチルケトオキシムでブロック化したヘキサメチレンジイソシアネートのイソシアヌレート型トリマー体（住友バイエルウレタン（株）製）をOH/NCO=1/1（等量比）となるように混合し

Table 1. Paint.

| Paint           | A           | B       | C                     | D                      |
|-----------------|-------------|---------|-----------------------|------------------------|
| Acrylic monomer | Styrene     | Styrene | Styrene               | CHMA                   |
| HALS            | No addition | HALS1   | Copolymer*<br>(HALS2) | Copolymer**<br>(HALS2) |

\*) Copolymer of HALS2 and Styrene, \*\*) Copolymer of HALS2 and CHMA.

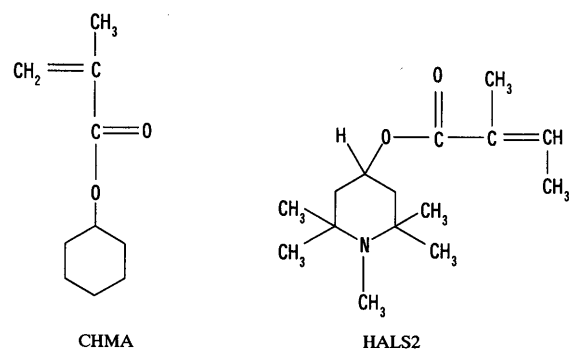


Fig. 2. Structure of CHMA and HALS2.

て使用した。酸触媒としてはジラウリル酸ジ-n-ブチルすず（和光純薬工業（株）製）を0.1 mass%添加した。顔料としてはルチル型チタン白顔料（石原産業（株）製）を重量顔料濃度が50 mass%となるように添加した。

上記のアクリルポリオール樹脂、硬化剤、酸触媒、顔料と希釈シンナー（キシレン/n-ブタノール=70/30、体積比）をガラス瓶に混合用のガラスビーズとともに入れて、振とう攪拌機を用いて十分に攪拌後、上塗り塗料として用いた。

### 3.1.2 塗装鋼板の作製

原板としては塗布型クロメート処理を施した溶融亜鉛めっき鋼板（Z08, 板厚0.6 mm）を使用した。この溶融亜鉛めっき鋼板に下塗り塗料として熱硬化型のエポキシ系塗料を乾燥膜厚が5 μmとなるようにパーコーターを用いて塗布し、熱風乾燥炉で最高到達板温200°Cに32秒で到達する条件で焼き付けた。その上に3.1.1節で説明した各塗料を、乾燥膜厚が15 μmとなるようにパーコーターで塗布した後、PMT220°Cに44秒で到達する条件で焼き付けた。

### 3.1.3 促進耐候性試験

各塗装鋼板の耐候性は促進耐候性試験で評価した。促進耐候性試験としてはサンシャインカーボンウエザーメーター試験（以下、SWM, JIS B7755/K5400）を適用した。SWM試験前後の塗装鋼板の60°光沢値を測定し光沢保持率（以下、GR）を算出した。

## 3.2 既存の屋外建材用プレコート鋼板との比較

### 3.2.1 塗料

塗料としては3.1.1節で述べたDを使用した。すなわち、HALS2とCHMAを共重合させたアクリルポリオール樹脂塗料（以下、HALS-CHMA塗料）を使用した。一方、既存の屋外建材用プレコート塗料としては、ポリエステル塗料、シリコンポリエステル塗料、ふっ素樹脂塗料を使用した。

### 3.2.2 塗装鋼板の作製

原板としては塗布型クロメート処理を施した溶融亜鉛

めっき鋼板（Z08, 板厚0.6 mm）を使用した。この溶融亜鉛めっき鋼板に下塗り塗料として熱硬化型のエポキシ系塗料を乾燥膜厚が5 μmとなるようにパーコーターを用いて塗布し、熱風乾燥炉で最高到達板温200°Cに約30秒で到達する条件で焼き付けた。その上に3.2.1節で説明した各塗料を、乾燥膜厚が15 μmとなるようにパーコーターで塗布した後、PMT220°Cに約45秒で到達する条件で焼き付けた。色はいずれも青として60°初期光沢値は20に調整した。顔料としてはポリエステル塗料、シリコンポリエステル塗料、HALS-CHMA塗料では有機系顔料（フタロシアニンブルー）を使用し、ふっ素樹脂塗料では無機系顔料（焼成顔料）を使用した。

### 3.2.3 促進試験

3.1.3節と同じ条件でSWM試験を行い、試験前後の光沢値からGRを、色値(*l, a, b*)から色差（以下、 $\Delta E$ ）を算出して塗料間の耐候性の差異を比較検討した。

ポリエステル塗装鋼板とHALS-CHMA塗装鋼板については、塗膜の耐候劣化を考慮した耐食性の比較も行った。耐候劣化を考慮した耐食性試験はSWM試験を500時間行った後、Fig. 3に示すサイクル腐食試験を行う条件とした。SWM試験の時間は、ポリエステル塗装鋼板の劣化（GRと $\Delta E$ ）が沖縄で1年間の屋外暴露試験を行った後に近い条件として、500時間とした。試験片は、3T折り曲げ加工とボルトによる止め孔を考慮したクロスカット、エリクセン加工（6 mm押し出し）、ドリル孔を組合わせた形状とした。なお、3T折り曲げ加工とは同じ板厚の塗装鋼板を3枚挟んで、180°の折り曲げ加工を行うことを意味する。また、比較のためにSWM試験を行わずにサイクル腐食試験のみの実験も行った。

### 3.2.4 屋外暴露試験

屋外暴露試験は沖縄県具志頭村と千葉県君津市で南面30°の条件で行った。Table 2に近隣の気象台の気象データを示す。沖縄県具志頭村は亜熱帯海岸地帯、千葉県君津市は内陸の田園地帯である。屋外暴露試験前後の光沢値と色値からGRと $\Delta E$ を算出して塗装鋼板間の耐候性を比較し

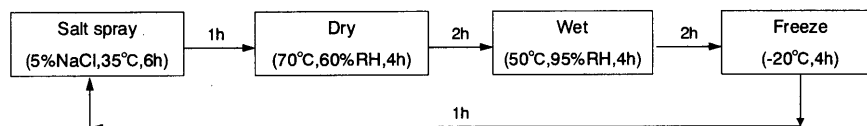


Fig. 3. Condition of cyclic corrosion test.

Table 2. Yearly normals of climate date.

| Site    | Mean temperature/°C | Relative humidity/% | Precipitation amount/mm | Sunshine Duration / h | Global Solar Radiation / MJ·m <sup>-2</sup> |
|---------|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| Cihba   | 15.0                | 69.0                | 1249.8                  | 1805.5                | —   |
| Okinawa | 22.4                | 76.0                | 2036.8                  | 1876.4                | 13.8  |

Data from the nearest meteorological agency's report, average value of 1961-1990.

た。3・2・3節と同様に腐食を評価する試験片も暴露した。なお、暴露試験後の光沢と色値の測定は試験片を軽く水洗してから行った。

## 4. 結果と考察

### 4.1 アクリル樹脂の構造と耐候性の検討

Fig. 4にアクリルモノマーとしてスチレンを使用した条件で、HALSの添加の有無と固定方法の差が耐候性に与える影響を示す。HALSを添加しない場合(A)は約500時間のSWM試験でGRが50%に減っている。一方、HALS1を単純に添加した場合(B)はGRが50%にまで低下するのは約2000時間であり、さらに、HALSをアクリル骨格に化学結合させた場合には3000時間以上要している。単純に計算するとHALSを化学結合させることで約6倍超の高耐久性となっている。

以上の結果から、塗膜中にHALS構造を添加することにより耐候性が向上すること、さらにHALS構造を樹脂骨格に化学結合させることによりさらに耐候性が向上することがわかる。これは、HALSのラジカル捕捉効果とHALSの塗膜からのブリードアウトが関係しており、長期の耐久性をもたせるためにはHALSを樹脂骨格に化学結合させてブ

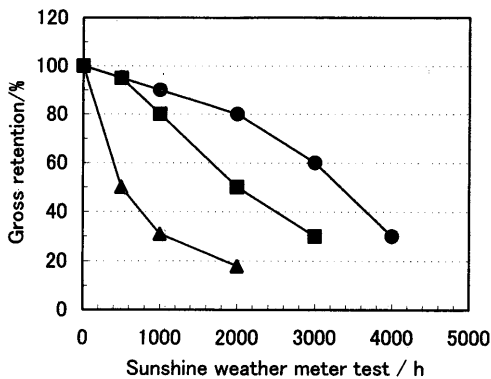


Fig. 4. Effect of HALS on the weatherability of paint. ▲: A (styrene), ■: B (styrene+HALS1), ●: C (copolymer of styrene and HALS2).

リードアウトを防止することが効果的であることがわかる。

Fig. 5にアクリルモノマーとしてスチレンを使用しHALSを化学結合させた場合(C)とCHMAを使用して同じくHALSを化学結合させた場合(D)を比較して示す。スチレンを使用した条件では約3000時間でGRが50%にまで低下しているが、CHMAを使用した条件では5000時間でもまだGRは50%を越えている。これはスチレンの芳香族骨格をシクロヘキシル構造に置換することにより、光に対する安定性が高まり、初期の水素引き抜き反応 (Fig. 1の(1)式) を抑制した結果であるものと考えられる。

以上をまとめると、プレコート鋼板用アクリル樹脂塗料において、HALSを樹脂骨格に化学結合させ、さらにアクリルモノマーから芳香族成分をのぞいてシクロヘキシル構造を有するCHMAに変えることにより、耐候性が著しく向上することを明らかにした。

### 4.2 既存の屋外建材用プレコート鋼板との比較

#### 4.2.1 促進試験

HALS-CHMA塗装鋼板と既存の各種塗装鋼板の耐候性をSWM試験で比較した結果をFig. 6に示す。GRが50%以下になる時間で比較するとポリエステル塗装鋼板は約800

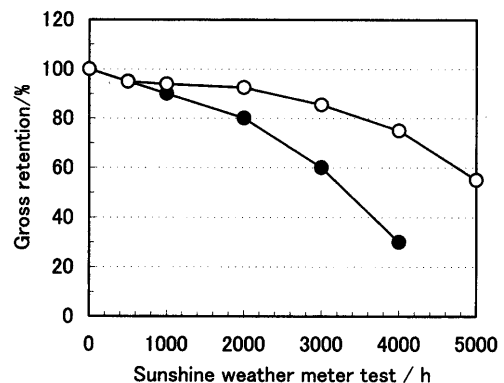


Fig. 5. Effect of structure of acrylic monomer on the weatherability of paint. ●: C (copolymer of styrene and HALS2), ○: D (copolymer of CHMA and HALS2).

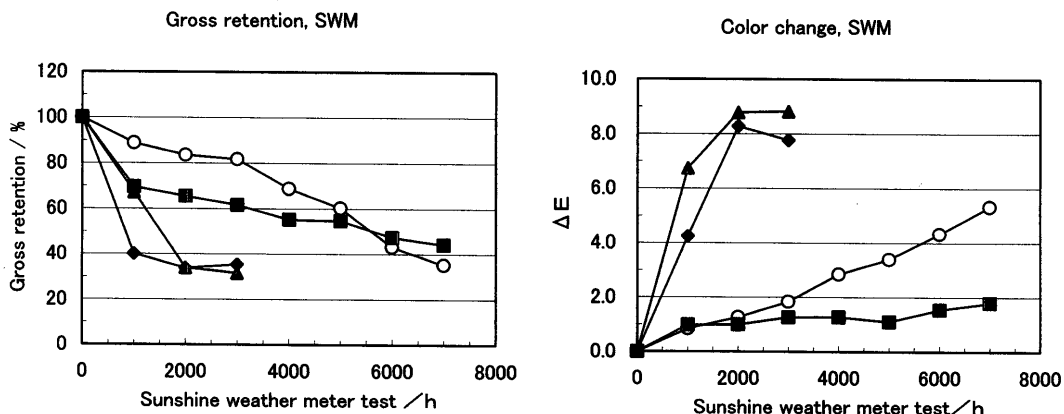


Fig. 6. Comparison between HALS-CHMA and conventional PCM by SWM. ○: HALS-CHMA, ■: PVDF, ◆: polyester, ▲: silicon modified polyester.

時間、シリコンポリエステル塗装鋼板では約1500時間である。一方、HALS-CHMA 塗装鋼板は約5500時間であり、ふっ素樹脂塗装鋼板に近いレベルの耐候性を示している。 $\Delta E$ が6を越える時間で比較するとポリエステル塗装鋼板では約800時間、シリコンポリエステル塗装鋼板では約1500時間である。一方、HALS-CHMA 塗装鋼板はふっ素樹脂塗装鋼板よりは劣るものの、7000時間でも $\Delta E$ は6を越えない。

以上の促進耐候性試験の結果から、HALS-CHMA 塗装鋼板はふっ素樹脂塗装鋼板には及ばないものの、シリコンポリエステル塗装鋼板やポリエステル塗装鋼板より優れた耐候性を有することを明らかにした。

SWM試験とサイクル腐食試験を組合わせた試験、サイクル腐食試験単独、以上によりHALS-CHMA 塗装鋼板とポリエステル塗装鋼板の耐食性を評価した結果をFig. 7 (クロスカット部からの塗膜の膨れ幅)とFig. 8 (写真)に示す。サイクル腐食試験単独ではポリエステル塗装鋼板と

HALS-CHMA 塗装鋼板の腐食に大差はなく、クロスカット部、T折り曲げ部加工部のいずれにおいてもほぼ同じ腐食の程度である。一方、SWM試験とサイクル腐食試験(CCT)を組合わせた条件ではポリエステル塗装鋼板の腐食

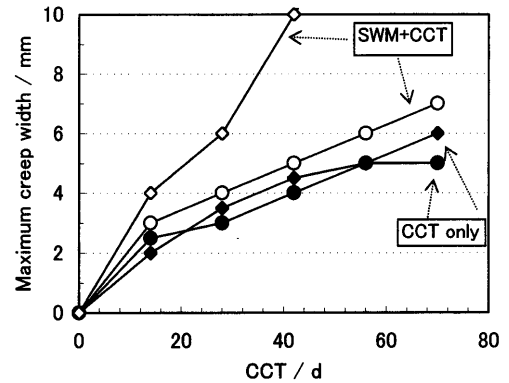


Fig. 7. Maximum creep width of HALS-CHMA and polyester by CCT and SWM+CCT. ○: HALS-CHMA (SWM+CCT), ◇: polyester (SWM+CCT), ●: HALS-CHMA (CCT), ◆: polyester (CCT).

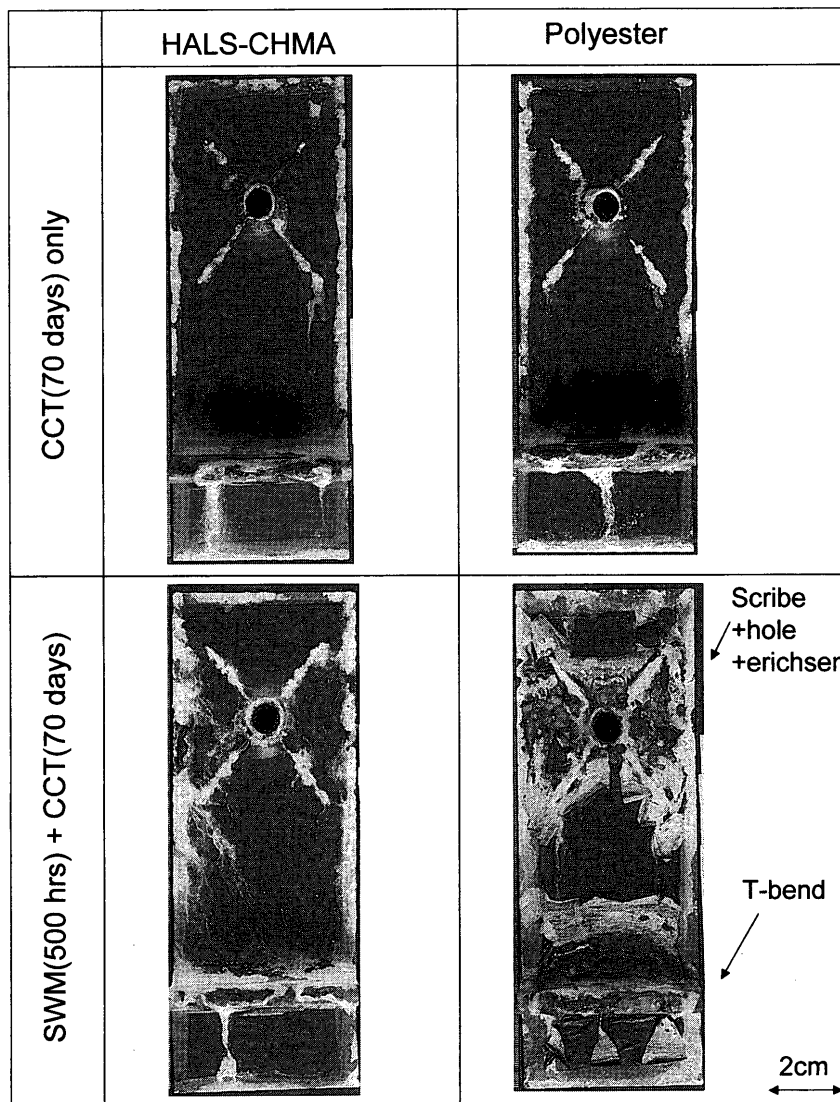


Fig. 8. Corrosion resistance of HALS-CHMA and polyester.

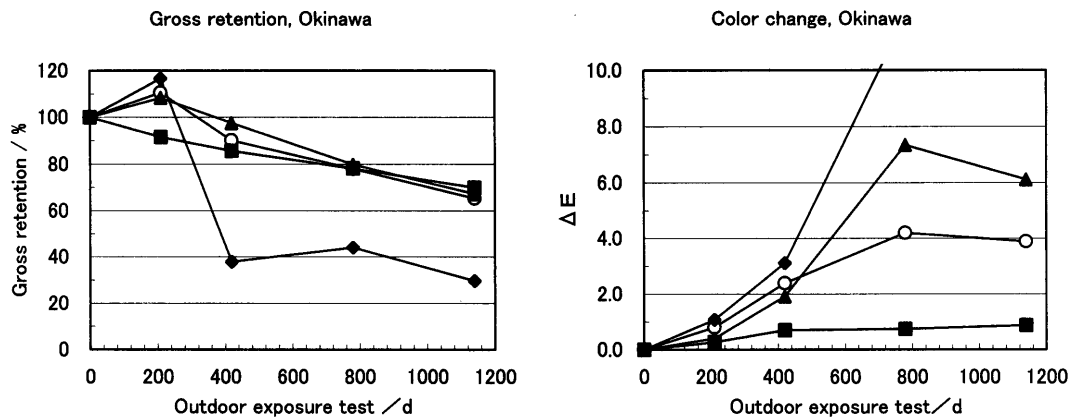


Fig. 9. Comparison between HALS-CHMA and conventional PCM by outdoor exposure test in Okinawa. ○: HALS-CHMA, ■: PVDF, ◆: polyester, ▲: silicon modified polyester.

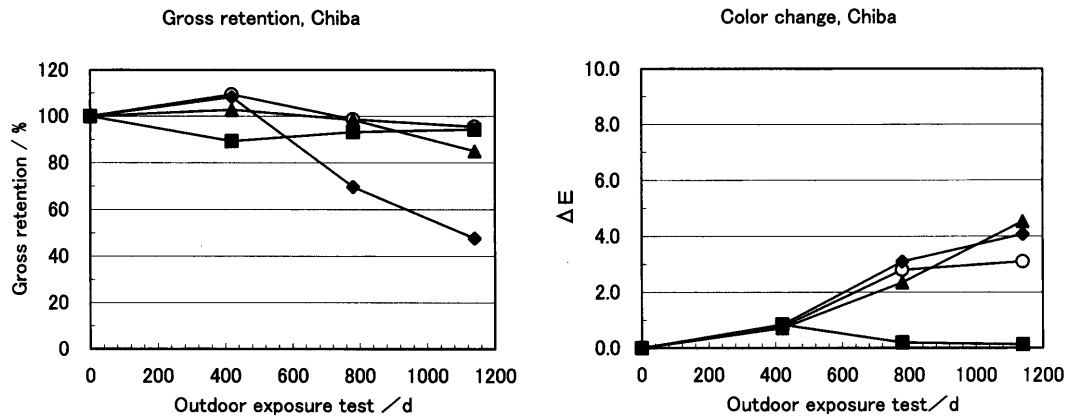


Fig. 10. Comparison between HALS-CHMA and conventional PCM by outdoor exposure test in Chiba. ○: HALS-CHMA, ■: PVDF, ◆: polyester, ▲: silicon modified polyester.

はいずれの部位においても著しく増加するのに対して、HALS-CHMA 塗装鋼板の腐食はわずかに増加するだけである。

ポリエステル塗装鋼板も HALS-CHMA 塗装鋼板も同じ原板と下塗り塗装を施しているの、上塗り塗装の耐候性を考慮しない通常のサイクル腐食試験では両者の差が現れない。しかし、太陽光による塗膜の劣化を考慮した SWM 試験と、サイクル腐食試験を組合わせた条件では HALS-CHMA 塗装鋼板の優位性が現れている。SWM 試験 500 時間後の GR は HALS-CHMA 塗装鋼板が 100%、ポリエステル塗装鋼板が 73%、 $\Delta E$  は HALS-CHMA 塗装鋼板が 0.43、ポリエステル塗装鋼板が 0.83 である。目視では HALS-CHMA 塗装鋼板とポリエステル塗装鋼板に大きな差はないが、GR と  $\Delta E$  の値からポリエステル塗装鋼板の塗膜は明らかに劣化していると言える。SWM 試験の結果、ポリエステル塗装鋼板では塗膜表面に微細な欠陥が生じ、それを起点として腐食因子（クロライドイオン、水分）が進入して、サイクル腐食試験単独より大きな腐食を引き起こしたものと推定される。一方、耐候性に優れる HALS-CHMA 塗装鋼板では SWM 試験後でもポリエステル

塗装鋼板のような微細な欠陥が少ないため、腐食因子の進入が抑制され、ポリエステル塗装鋼板より優れた耐食性（サイクル腐食試験単独とほぼ同等の耐食性）を示したものと考えられる。

以上の結果から、実際の屋外で HALS-CHMA 塗装鋼板を使用すると、耐候性のみならず耐食性（切断端面、傷部、折り曲げ加工部の耐食性）の面でも優れることが推察される。

#### 4.2.2 屋外暴露試験

沖縄県具志頭村と千葉県君津市の屋外暴露試験の結果を各々 Fig. 9 と Fig. 10 に示す。

日射量が多く高温多湿で、塗装鋼板の劣化に対して厳しい環境である沖縄県具志頭村の結果をまず考察する。GR はポリエステル塗装鋼板のみ約 1 年間（約 365 日間）で 50% 以下になっており、最も耐候性に劣る結果となっている。38 ヶ月間（約 1140 日間）の暴露試験では HALS-CHMA 塗装鋼板、シリコンポリエステル塗装鋼板、ふっ素樹脂塗装鋼板はほぼ同等の GR で、差異はまだ明確ではない。一方、 $\Delta E$  の面では、最も耐候性に優れる（ $\Delta E$  が小さい）のはふっ素樹脂塗装鋼板である。 $\Delta E$  は約 1 である。

ついで優れるのはHALS-CHMA塗装鋼板である。ポリエステル塗装鋼板とシリコンポリエステル塗装鋼板はやや大きな $\Delta E$ を示しており、ポリエステル塗装鋼板にはチョーキングが発生している。

君津市では具志頭村ほど劣化は進んでいない。38ヶ月間(約1140日間)の暴露試験でポリエステル塗装鋼板のGRは50%以下になっているが、HALS-CHMA塗装鋼板、シリコンポリエステル塗装鋼板、ふっ素樹脂塗装鋼板はほぼ同等で、差異はまだ明確ではない。 $\Delta E$ の面ではふっ素樹脂塗装鋼板が明確に優れて、小さな $\Delta E$ を保持している。HALS-CHMA塗装鋼板はシリコンポリエステル塗装鋼板やポリエステル塗装鋼板より小さな $\Delta E$ となっており、これらより耐候性に優れることを示している。

沖縄県具志頭村と千葉県君津市のいずれにおいても4・2・1項と同じ形状の試験片を暴露して、耐食性の評価も行っている。しかし、暴露試験期間が短いため、耐食性の面での差異はまだ明確にはなっていない。

以上の屋外暴露試験から、HALS-CHMA塗装鋼板はふっ素樹脂塗装鋼板には及ばないものの、ポリエステル塗装鋼板やシリコンポリエステル塗装鋼板よりも耐候性に優れることを明らかにした。屋外暴露試験においてHALS-CHMA塗装鋼板の耐候性は、光沢保持率の面ではふっ素樹脂塗装鋼板と同等であるが、色差の面で劣る結果となっていた。これはHALS-CHMA樹脂とふっ素樹脂の耐候性の差だけではなく、顔料の違いも影響していたものと考えられる。すなわち、3・2・2項で述べたようにHALS-CHMA塗装鋼板は有機系顔料を使用し、ふっ素樹脂塗装鋼板は耐候性に優れた焼成顔料を使用している。この両者の顔料の劣化の違いが色差の差異に影響したものと考えられる。現在、顔料を同一のものとして屋外暴露試験を実行中であり、別の機会に報告したい。

## 5. 結言

屋外用途で耐候性に優れるプレコート鋼板として使用されているのはふっ素樹脂塗装鋼板である。ふっ素樹脂塗装

鋼板ではC-F結合の結合解離エネルギーの大きさと疎水性により耐候性もたらされている。

我々は安価なアクリル塗装鋼板に着目し、ふっ素樹脂塗装鋼板のような結合解離エネルギーの大きな結合を塗膜中に導入する方法ではなく、光劣化の原因となるラジカルの発生を最小限に抑えることと、疎水性でなおかつガラス転移温度の高い構造を塗膜の基本骨格にすることによるプレコート鋼板の耐候性の向上を検討した。以下に設計指針を示す。

- ①発生するラジカルをHALS構造により捕捉する。
- ②HALSのブリードアウトを防ぐために骨格樹脂と共重合させる。
- ③アクリルモノマーとして太陽光を吸収しやすいベンゼン骨格を無くして、疎水性でガラス転移温度の高いシクロヘキシル基を持つメタクリル酸シクロヘキシルを使用する。

このような設計思想で開発したプレコート塗装鋼板(HALS-CHMA塗装鋼板)は、現在、屋外用途で使用されているポリエステル塗装鋼板やシリコンポリエステル塗装鋼板より優れた耐候性を示すことを明らかにした。また、塗膜の耐候性のみならず、耐食性の面でもHALS-CHMA塗装鋼板は優れていることをサンシャインウエザーメーター試験とサイクル腐食試験を組合わせて明らかにした。

## 文 献

- 1) R.Nishioka: *Tosokogaku*, **33** (1998), 74.
- 2) S.Munakata: *J. Met. Finish. Soc. Jpn.*, **38** (1987), 83.
- 3) T.Takayanagi: *Bosei Kanri (Rust Prev. Control)*, **8** (1998), 307.
- 4) H.Ohsugi: *Tosokogaku*, **35** (2000), 415.
- 5) Z.Osawa: *Shikizai Kyokaishi*, **73** (2000), 504.
- 6) K.Kawashima: *Shikizai Kyokaishi*, **67** (1994), 379.
- 7) K.Yoshikawa and H.Yamanoi: *Shinsozai*, **4** (1993), 59.
- 8) M.Yoshida: *Shikizai Kyokaishi*, **64** (1991), 29.
- 9) Y.Kimata, H.Nomura, M.Yoshida and M.Nakazaki: Proc. 19th Conf. Corrosion Control, Japan Association of Corrosion Control, Tokyo, (1999), 139.
- 10) Y.Kimata, H.Nomura, M.Yoshida and M.Nakazaki: Proc. 20th Conf. Corrosion Control, Japan Association of Corrosion Control, Tokyo, (2000), 155.