

© 1986 ISIJ

# 複合軽量鋼板の接着耐久性に及ぼす下地処理の影響

論 文

松本義裕\*・篠崎正利\*・角山浩三\*<sup>2</sup>・津川俊一\*

## Effect of Surface Pre-treatments on the Durability of Composite Light-weight Steel Sheets

Yoshihiro MATSUMOTO, Masatoshi SHINOZAKI,  
Kozo TSUNOYAMA and Syunichi TSUGAWA

### Synopsis:

For light-weight steel sheets which consist of skin steels and thermoplastic resin, strong adhesion between skin steels and resin is required to get excellent qualities. To improve durability of the adhesion-strength, various surface pre-treatments were examined. Experimental results showed that pre-treatment for skin steels was effective to get the good adhesion-durability. Chromate treatment showed the most suitable effect and when the coating weight of Cr is 40 mg/m<sup>2</sup>, the light-weight steel sheet has the highest adhesion strength and corrosion resistance. This excellent durability is considered to be due to the strong and stable bonding between polarized base of PP resin and hydriized Cr-oxide on the surface of chromate layer. Silane-coupling-agent and organic resin are effective for improving initial adhesion-strength between steel and resin, however they are inferior to chromate treatment on the durability, especially on the corrosion resistance.

### 1. 緒 言

鋼板で熱可塑性樹脂を挟んだ複合鋼板には、Fig. 1 に示す 2 種類がある<sup>1)</sup>。それは粘弾性樹脂を挟んだ制振鋼板と極薄鋼板でポリプロピレン (以下 PP と記す) などの汎用樹脂を挟んだ軽量鋼板である<sup>2)</sup>。制振鋼板はその名のとおり騒音や振動を抑制する機能をもった鋼板であり、現在は大型ディーゼルトラックのオイルパンなどに使用されて、騒音防止に大きな役割を果たしている<sup>3)</sup>。

一方、軽量鋼板は軽くて曲げ剛性が大きいという特性

があり<sup>4)5)</sup>、この特性を活かして高張力鋼板による減肉だけでは限界にきた自動車の新しい軽量化手段として注目を集めている。軽量鋼板は現在はエアクリナーカバーやスペアタイヤカバーといった単一部品に実用化されているだけであるが、それだけでなく、パネルやフェンダーといったホワイトボディ部材への適用拡大が試みられている<sup>6)</sup>。

一般に、複合鋼板の優れた特性は鋼板と樹脂とが強固に、しかも均一に接着して、はじめてその機能が発揮される。また複合鋼板を使用した部品の耐久性も鋼板と樹脂との接着力の大きさによつて決まる。

軽量鋼板においてもそれが自動車や電機部品として採用されるためには、軽量鋼板にも通常鋼板並みの塗装性や耐食性が要求され、軽量鋼板にも通常鋼板と同じ化成処理性が必要である。そのためには、スキン鋼板の樹脂と接着しない面は無処理であること、つまり下地処理は片面処理であることが好ましい。以上の観点から軽量鋼板の耐久性を良好ならしめるスキン鋼板の下地処理の種類について、次の手順で検討した。第 1 ステップは鋼板と樹脂の接着力の向上に効果のある下地処理の洗い出し、第 2 ステップは片面処理が可能で一次、二次密着強度の

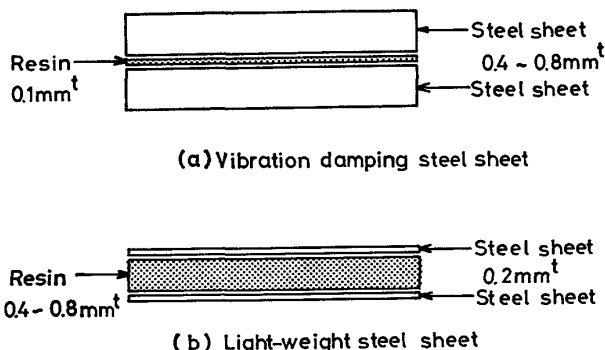


Fig. 1. Configuration of composite steel sheets.

昭和 60 年 12 月 5 日受付 (Received Dec. 5, 1985)

\* 川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 (Iron & Steel Research Laboratories, Kawasaki Steel Corp., 1 Kawasaki-cho Chiba 260)

\*<sup>2</sup> 川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 工博 (Iron & Steel Research Laboratories, Kawasaki Steel Corp.)

大きな処理剤の選定, 最終ステップは製造ラインへの適用である。その結果, 軽量鋼板においてはスキン鋼板の下地処理として, 片面クロメート処理が最適であることがわかったので報告する。

## 2. 供試材と下地処理条件

### 2.1 スキン鋼板

軽量鋼板用のスキン材として極低炭素超深絞り用冷延鋼板 (0.2 mm 厚) を使用した。使用鋼板の化学組成を Table 1 に示す。

Table 1. Chemical composition of steel used. (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
0.0022	0.01	0.010	0.008	0.006	0.040	0.045

### 2.2 鋼板の下地処理

鋼板を所定の大きさに剪断した後, 有機溶媒による防

Table 2. Treating conditions.

Treatment No.	Treating conditions	Coating weight of Cr (mg/m <sup>2</sup> )	Drying conditions	
1	Dipping type zinc phosphate	0	150°C 90 s soaked in air	
2	A-type chromate* (silica)	50		
3	A-type chromate* (silica)	100		
4	A-type chromate* (silica)	150		
5	B-type chromate**	50		
6	C-type silane*** coupling agent (Epoxy)	0		
7	D-type silane**** coupling agent (Amino)	0		
8	C+D-type silane coupling agent	0		
9	Phosphate type E-resin (1 g/m <sup>2</sup> )	0		
10	Phosphate type E-resin + C-type silane coupling agent	0		
11	Phosphate type E-resin + C-type silane coupling agent + A-type chromate	50		
12	Phosphate type E-resin + C-type silane coupling agent + B-type chromate	50		
13	Tin Free Steel	100		—
14	Iron phosphate + chromate (0.6 mm thick.)	6		—
15	No-treatment	0		—

\* A: Cr<sup>+6</sup> 7.5 wt%, Cr<sup>+3</sup> 5.0 wt%, Silica 12.5 wt%, Reduction agent 0.2 wt%

\*\* B: A without Silica

\*\*\* C:  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2\text{OC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$

\*\*\*\* D:  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$

錆油の拭き取り, トリクレン蒸気脱脂を行い, 80°C ホメザリン溶液中での電解脱脂の後, 乾燥した。下地処理明細を Table 2 に示す。塗料や樹脂との接着力を上げ, 耐食性を向上させるために, めつき処理後にクロメート処理が行われることがよく知られている<sup>7)</sup>。そこで, 軽量鋼板の樹脂と鋼板との接着力を向上させるために, スキン鋼板に直接クロメート処理を行うことをまず検討した。一方, ノンクロメート系下地処理としてシランカップリング剤と有機系処理を検討した<sup>8)9)</sup>。さらにこれらの複合系の処理も検討に加えた。No. 1 は最も一般的なりん酸亜鉛処理であり, 市販品を使用した。クロメート処理剤としては, A, B の 2 種類を使用した。2 種とも研究室調製剤であり, A 剤は 6 価クロム 7.5 wt%, 3 価クロム 5.0 wt%, シリカ 12.5 wt%, 還元剤 0.2 wt% で残りが水から成るものである。一方, B 剤は A 剤よりシリカ分を除いたものである。処理剤 (A) のシリカは Cr<sup>+6</sup> の溶出抑制効果を狙ったものである。No. 2~4 の処理サンプルは同一処理剤 (A) を用いて, クロム付着量を変えたものである。A, B 両タイプとも塗布型の処理剤である。シランカップリング (以下シランと略す) は C と D の 2 種類を使用した。C タイプは  $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリメトキシシランであり, 一般的なエポキシ系のシラン剤である。一方, D タイプは強還元性で防錆力のある N- $\beta$  (アミノエチル)  $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシランのアミノ系である。処理 No. 10~12 は No. 9 の処理剤にクロメートやシランカップリング剤を混合した複合処理剤である。この表のなかで, 処理 No. 13 のティンフリースチール (以下 TFS と略す) と No. 14 のりん酸塩 + クロメートリンスは工場生産材である。No. 14 のみは板厚が 0.6 mm と他の鋼板よりも厚いために, T ピールでの接着力比較には用いず, 塩水噴霧試験中の錆侵入深さの測定のみを使用した。No. 15 は電解脱脂後, 無処理のままのものである。

### 2.3 使用樹脂

鋼板と貼り合わせる樹脂は 0.6 mm 厚の PP を使用した。なお, この樹脂は鋼板との接着性を付与するために, 変性処理を施してある<sup>10)</sup>。

### 2.4 鋼板と樹脂との貼合せ

鋼板と樹脂 (PP) との貼合せには, 実験用のホットプレス装置を使用した。ホットプレス条件を Table 3 に示す。2 枚の下地処理鋼板で 0.6 mm 厚の樹脂を挟み, 加熱圧着した。できあがりの軽量鋼板の板厚を揃えるために, 1 mm 厚の冷延鋼板をスペーサーとして使用した。圧着後のサンプルは, ホットプレス後, ただちに水

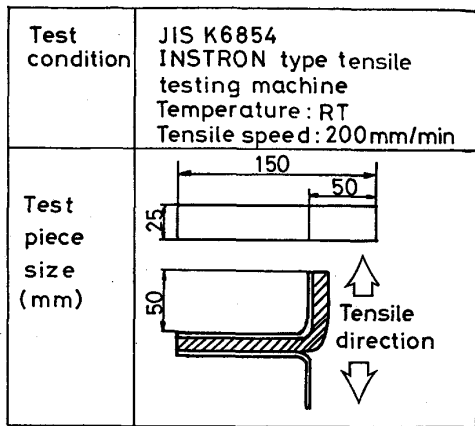


Fig. 2. T-peel test condition and test piece size.

Table 3. Laminating conditions.

Item	Condition
Instrument	Hot-press machine Electric heating
Specimen	0.2 mm Steel sheet 0.6 mm PP sheet 0.2 mm Steel sheet Steel sheet : 200×200 (mm) PP sheet : 150×180 (mm) Spacer : 1.0 mm thick.
Pre-heating	200°C, 3 min, No pressure
Heating	200°C, 3 min, 20 kgf/cm <sup>2</sup>
Cooling	Water quench

Table 4. Conditions of durability tests.

Test item	Test condition
Salt spray test	35°C, 5%NaCl, 1000h
Heat resistance test	80°C, in Air, 1000h
Humidity resistance test	50°C, 95% Humidity, 1000h
Dip test in hot water with -NaCl	50°C, 5% NaCl, 1000h
Heat-Cold cycle test	$-30^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$ $100^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$ } 1 cycle, 40 cycles
Composite cycle test	$(-30^{\circ}\text{C} \times 4\text{h}) \times (80^{\circ}\text{C} \times 4\text{h}) \times (\text{SST} \times 2\text{h})$ 1 cycle 4 cycles

冷した。この水冷は冷却速度による接着力のばらつきをなくすために行つた。冷却後のサンプルを供試材として、本テストに用いた。

### 2.5 実験方法

軽量鋼板の接着力は JIS K6854 に従い、Tピール強度として求めた。Tピール試験条件および試験片寸法を Fig. 2 に示す。接着力は貼合せ後の一次密着強度と耐久テスト後の二次密着強度を求めた。なお、接着力強度測定時には強度のみならず、剥離形態も観察した。さらに、二次密着強度測定済みの剥離試片より、耐久テスト中の錆侵入深さを求めた。耐久テスト条件を Table 4 に示す。耐久テストとしては塩水噴霧、耐熱、耐湿、塩温

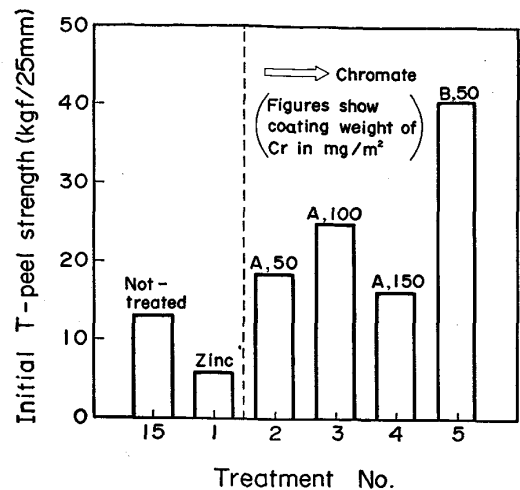


Fig. 3. Variation of the initial T-peel strength with surface treatment.

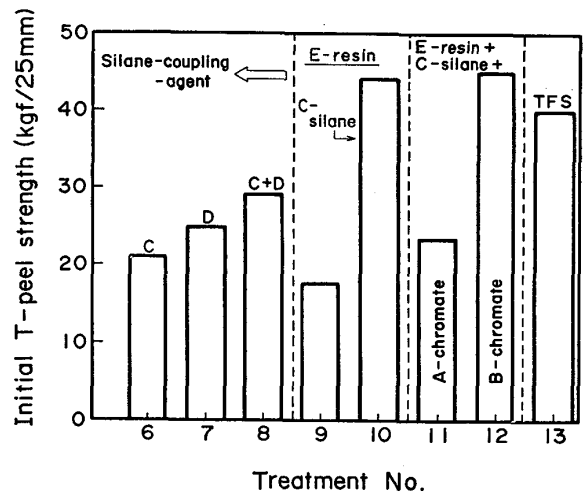


Fig. 4. Variation of the initial T-peel strength with surface treatment.

水、冷熱サイクルと複合サイクルテストの計6種類を採用した。試験片の寸法はすべて 25×150 mm である。塩水噴霧テスト材は、テスト中にスキン鋼板が錆により欠落するのを防ぐために、保護テープを鋼板表面に貼つた。なお、試験片の端面は剪断のままとした。

## 3. 実験結果

### 3.1 一次密着強度

下地処理を変えたスキン鋼板を使用した軽量鋼板の一次密着強度を Fig. 3 と 4 に示す。

処理 No. 1 のりん酸亜鉛処理材は無処理冷延鋼板 (No. 15) 以下であり、下地処理としての効果が認められなかつた。クロメート処理材でシリカを含まない処理剤 (B) を使用したサンプル処理 No. 5 が最も高い接着力 (40 kgf/25 mm) を示し、剥離形態も凝集破壊で良

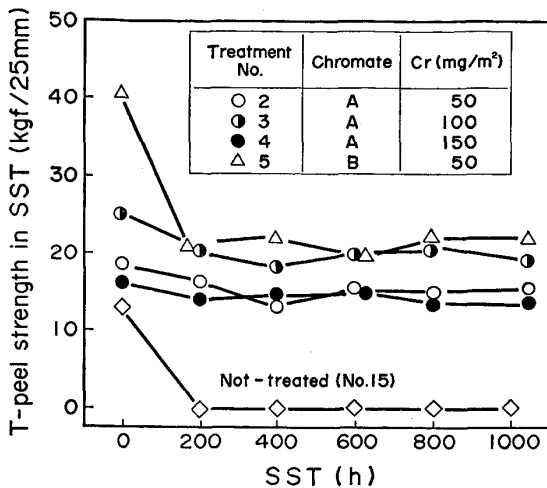


Fig. 5. Change in T-peel strength of light-weight steel sheets having used chromate during salt spray test.

好であつた。一方、シリカを含む処理剤 (A) を使用したサンプル (No. 2~4) では、Cr 付着量が 100 mg/m<sup>2</sup> の処理材 No. 3 が最も良好な接着力を示したが、3者とも剥離は界面破壊であつた。なお、処理剤Aでは Cr 付着量が 150 mg/m<sup>2</sup> (No. 4) になると接着力は低下した。

一方、シラン処理材 (No. 6~8) では、No. 8 の 2 液混合タイプの一次密着強度が最も大きな値 (29 kgf/25 mm) を示した。No. 9 のりん酸系樹脂単味 (1 g/m<sup>2</sup> 塗布) の接着力は 17 kgf/25 mm と低く、剥離も界面破壊であつた。しかし、シラン剤の C を配合すると (No. 10)、接着力は大きく改善され、40 kgf/25 mm 以上の剥離強度が得られた。また、3種の複合処理材 (No. 10~12) と比較材の TFS (No. 13) の接着力は処理 No. 11 を除いて、約 40 kgf/25 mm の高い接着力が得られた。

これらの結果より、りん酸亜鉛処理材以外では、下地処理により接着力は向上し、とくに、シリカを含有しないクロメート処理剤 (B) やシランと有機樹脂または、これらとクロメートとの複合処理は一次密着強度を大きく向上させることがわかつた。

### 3.2 二次密着強度

Fig. 5 に無処理材とクロメート処理材の塩水噴霧試験による Tピール強度の変化を示す。処理 No. 15 の無処理材は 200 h 経過後には、鋼板と樹脂とが剥離しており、耐久性をもたせるためには、スキン鋼板に下地処理をすることが必要なことを示している。クロメート処理材の中では、一次密着強度が最も高かつた No. 5 (処理剤 B) も 200 h 経過後には、A 剤を使用したサンプル (No. 3) と差がなくなつた。A 剤では、Cr 付着量が

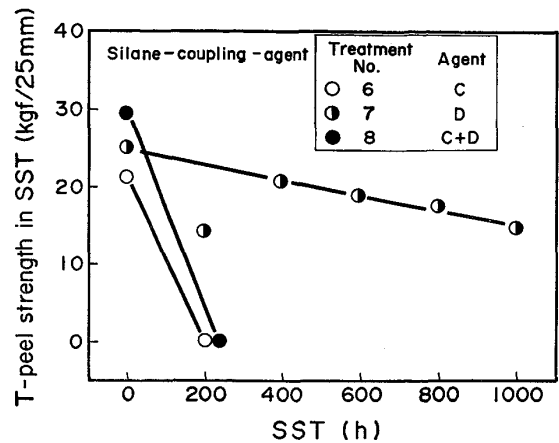


Fig. 6. Change in T-peel strength of light-weight steel sheets having used silane-coupling-agent during salt spray test.

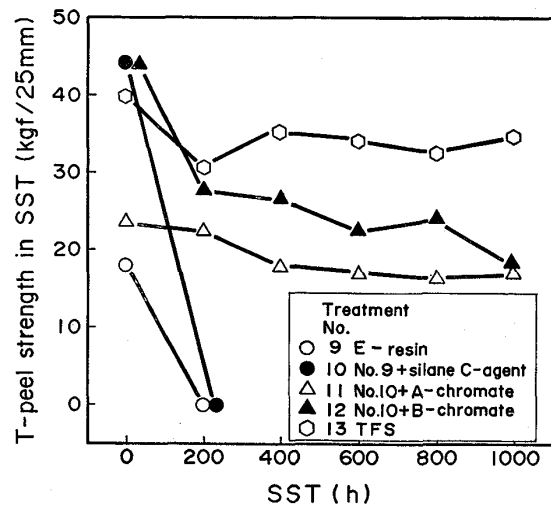


Fig. 7. Change in T-peel strength of light-weight steel sheets having used composite treated during salt spray test.

100 mg/m<sup>2</sup> のサンプルが一次密着強度と同様に二次密着強度も最も高い値を示した。なお、No. 4 (A 剤, Cr: 150 mg/m<sup>2</sup>) は付着量が高いにもかかわらず、A 剤処理の中では一次同様に二次も一番低い密着強度となつた。

Fig. 6 にシラン処理剤系の二次密着強度を示す。処理剤 C を含む No. 6 と 8 は 200 h 経過後には、接着力が 0 となり、無処理材並みの耐久性しか得られなかつた。従つて、シラン処理剤 C は軽量鋼板の下地処理としては不適と考えられる。処理剤 D のみの No. 7 は 1000 h 経過後における二次密着強度は (15 kgf/25 mm) で、Fig. 5 のクロメート処理剤よりやや劣る結果であつた。

Fig. 7 にクロメート複合処理系と TFS の二次密着強度を示す。TFS は 1000 h 経過後においても、約 35 kgf/25 mm 以上の剥離強度を示した。クロメート複合

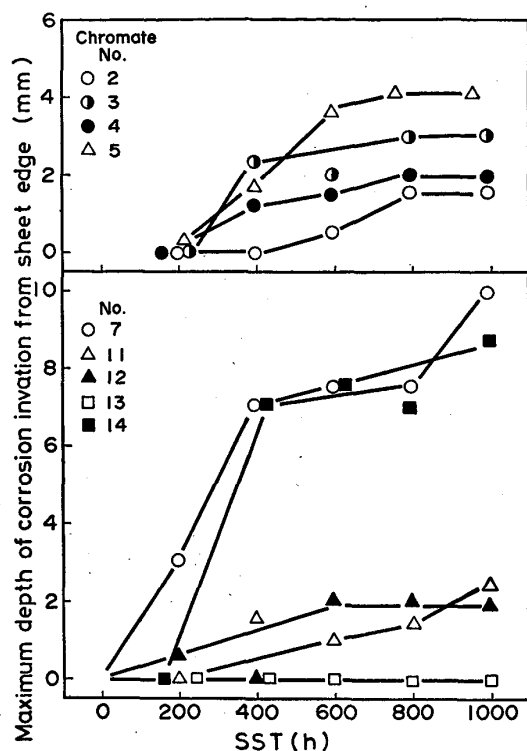


Fig. 8. Change in depth of corrosion invasion from light-weight steel sheets edge during salt spray test.

処理材は約 18 kgf/25 mm であつた。なお、有機樹脂系の No. 9 と No. 10 は 200 h を経過すると、接着力が 0 となり、両者とも軽量鋼板の下地処理としては不適である。これらの結果より、二次密着強度は TFS が最も高く、ついでクロメート B 剤処理、クロメートとシラン C 剤、有機樹脂との 3 種複合処理、C 剤と有機樹脂との複合処理そしてシラン D 剤の単味処理の順であつた。なお、シラン C 剤の単味処理および有機樹脂との複合処理は二次密着強度の低下が大きいことが判明した。

### 3.3 錆侵入深さ

Fig. 8 に試験片端面からの錆侵入深さを示す。なお、錆の侵入は局所的なものであつても、最大深さを採用した。TFS は錆の侵入がまったくなく最も良好であつた。クロメートは有機樹脂やシランとの複合処理材において 1000 h 経過後で約 2 mm の錆侵入が認められた。一方、クロメート単味処理系では A 剤が約 2 mm の錆侵入が、B 剤では約 4 mm の錆侵入が認められた。シラン処理材では、二次密着強度がゼロとならなかつた D 剤処理においても、端面からの錆侵入が部分的ではあるが 10 mm 以上と大きかつた。しかし、Fig. 6 より 15 kgf/25 mm の強度が出ており、試片内のばらつきが大きいと思われる。りん酸+クロメートリンス処理 (No. 14) も錆侵入深さが 8 mm 以上と大きく、スキン鋼板

Table 5. Conditions of chromate treatment.

Test piece No.	Coating weight of Cr (mg/m <sup>2</sup> )	Furnace temp. (°C)	Sheet temp. (°C)	Holding time (s)
A	40	120	60	5
B	60	120	60	5
C	80	120	60	5
D	100	120	60	5
E	40	200	110	5
F	40	300	140	5

Table 6. Effect of treating conditions on adhesion of light-weight steel sheets.

Treatment No.	Treating condition	T-peel strength		Depth of corrosion (SST,1000h)
		Initial	After durability test (SST,1000h)	
1	Dipping type zinc phosphate	×	—	—
2	A-type chromate (Silica)	○	○	◎
5	B-type chromate	◎	◎	○
6	C-type silane coupling agent (Epoxy)	○	×	—
7	D-type silane coupling agent	○	○	×
9	Phosphate type E-resin	○	×	—
10	Phosphate type E-resin+C-type silane coupling agent	◎	×	×
11	No.10+A-chromate	○	○	◎
12	No.10+B-chromate	◎	◎	◎
13	TFS	◎	◎	◎
14	Iron phosphate	—	—	×
15	No-treatment	×	×	×

Mark	T-peel (kgf/25mm)		Depth of corrosion (mm)
	Initial	Durability test	
◎	≧ 25	≧ 20	≦ 2
○	25~15	20~10	2~10
×	15 ≧	10 ≧	10 ≧

の下地処理としては不適であつた。

以上の結果より、密着強度、耐錆性とも TFS が最も良好であり、ついでクロメートとシラン、有機樹脂との 3 種複合処理とクロメート単味処理 B がほぼ同じであつた。TFS はクロメート処理と異なり可溶性クロム酸化物がなく、クロムの溶出が起きないためである。しかし TFS は通常両面処理となるために、自動車部材として必須である化成処理性に問題があり、採用は困難であ

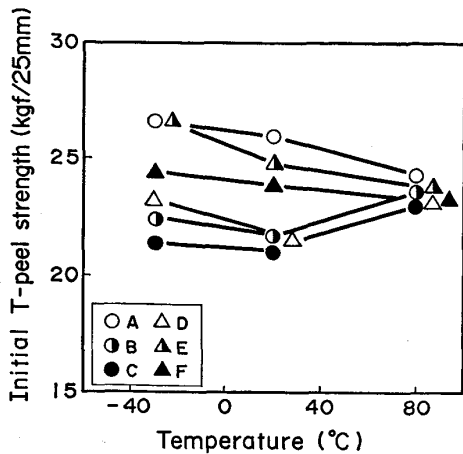


Fig. 9. Initial T-peel strength of light-weight steel sheets having used chromate-treated sheets.

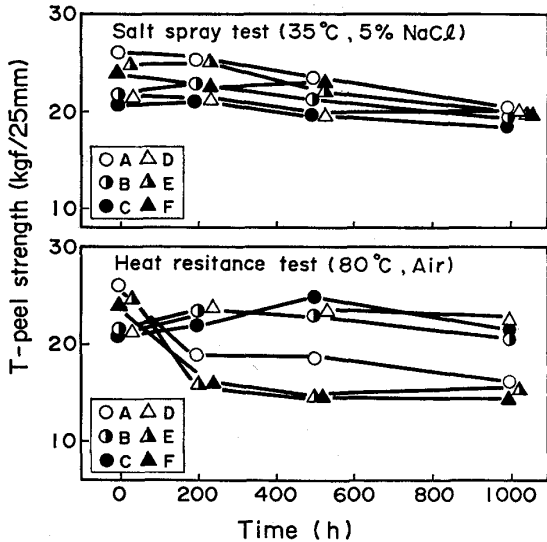


Fig. 10. Change in T-peel strength of light-weight steel sheets having used chromate-treated skin sheet in durability test.

る。そのため化成処理性に悪影響を与えない片面下地処理法の開発が望まれる。片面下地処理素材としては、二次密着強度および耐食性からクロメート系の単味あるいはシランや有機樹脂との複合処理が好ましいと思われる。しかし、現場工程において処理を行うためには、液の取り扱い、液の安定性や価格等の点からクロメートの単味処理が好ましいと思われる。

3.4 最適クロメート処理条件の検討

Table 5 に示す条件でクロメート処理を行い、現場工程を想定して最適 Cr 付着量と乾燥条件を検討した。なお、処理剤は一次、二次とも大きな接着力を示した B 液とした。Cr 付着量は 40~100 mg/m<sup>2</sup> 乾燥条件は 3 温度レベルとした。スキン鋼板および樹脂は 2 章で述べたも

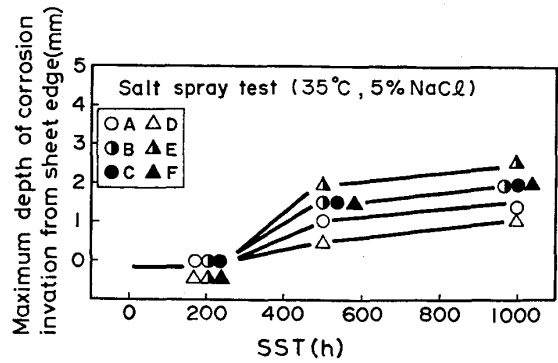


Fig. 11. Change in depth of corrosion invasion from light-weight steel sheet edges having used chromate-treated skin sheet.

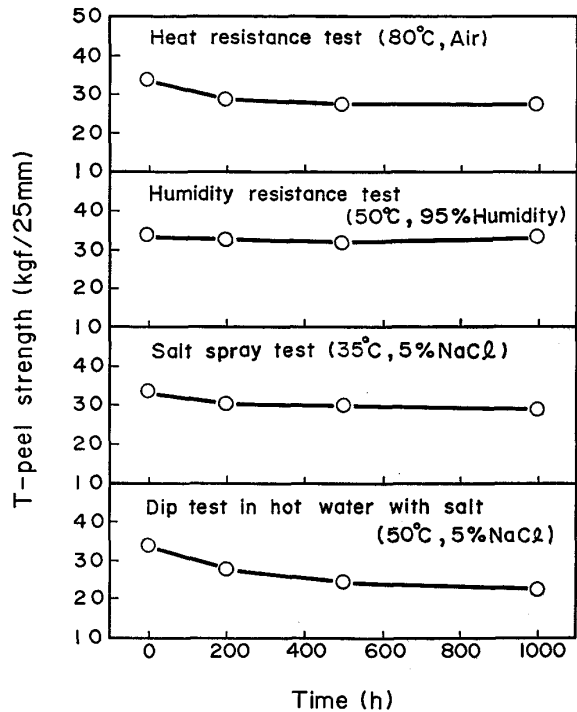


Fig. 12. Change in T-peel strength of light-weight steel sheets having used chromate-treated sheet during durability tests.

のと同じ物を使用した (Table 1)。貼合せのホットプレス条件も同じとした (Table 3)。一次密着強度を Fig. 9 に示す。今回のテスト材はすべて 20 kgf/25 mm 以上の接着力を示した。わずかではあるが、Cr 付着量が多くなると剝離強度が低下し、乾燥温度が高くなるほど強度が低下した。二次密着強度を Fig. 10 に示す。塩水噴霧試験ではクロメートの付着量、乾燥条件による差は認められず、1000 h 後でもほぼ 20 kgf/25 mm の高い剝離強度が得られた。

一方、耐熱テストでは Cr 付着量が多く、しかも乾燥温度が低い処理材が 1000 h のテスト後も 20 kgf/25

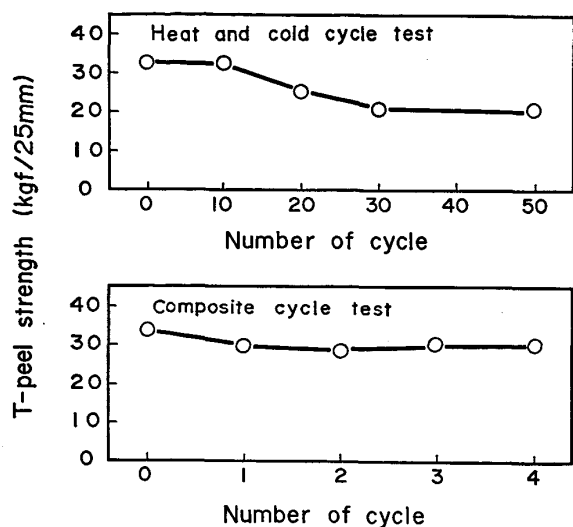


Fig. 13. Change in T-peel strength of light-weight steel sheets having used chromate-treated sheet during durability tests.

mm 以上の高い強度を示した。端面からの赤錆の侵入深さを Fig. 11 に示す。全試片とも 1000 h 経過後においても、約 2 mm で錆の侵入が抑えられ、わずかではあるが、耐錆性が向上した (Fig. 8)。これは最適 Cr 付着量と低温、短時間の乾燥の効果と考えられる。

### 3.5 量産材の製造

3.4 の項での結果をもとに軽量鋼板のスキン鋼板用下地処理はクロメート処理 (Cr 目付量: 40 mg/m<sup>2</sup>) の低温乾燥が好ましいと判断した。そこで現場製造ラインで軽量鋼板のスキン鋼板にクロメート処理を施し、この鋼板と樹脂を製造ラインで貼り合わせた。耐久試験による Tピール強度の変化を Fig. 12 と 13 に示す。耐久テスト前の一次密着強度は 30 kgf/25 mm 以上の高い値が得られ、1000 h 経過後においてもすべてのテストで 20 kgf/25 mm 以上の高い二次密着強度が得られた。なかでも塩水噴霧試験では一次強度がほとんど低下せず、1000 h 経過後でも、30 kgf/25 mm 以上の高い接着力が得られた。

## 4. 考 察

PP シートと鋼板との接着機構について考察する。鋼板と樹脂との接着工程は<sup>11)</sup>

- 1) ぬれ工程: 鋼板と樹脂とがぬれる。
- 2) 接着工程: 鋼板と樹脂との接着界面における結合の形成
- 3) 凝集工程: 樹脂層の凝集固化
- 4) 内部応力発生工程: 凝集固化の過程で必然的に起こる内部応力の発生

という四つの工程がある。この工程の経たのち発生する接着力はつぎの結合力の和である<sup>12)</sup>。

- A: 一次結合エネルギー (化学結合, イオン結合)  
B: 分子間結合エネルギー

このうち接着力の大部分はAのイオン結合の中の水素結合が大部分である。接着工程 1) の鋼板と樹脂との均一なぬれ性を出すためには、樹脂を融点以上の高温に加熱して、粘性を小さくする必要がある。この工程で圧力をかけることで鋼板と樹脂とのぬれ性はさらに改善される。ぬれ性の良好なことが 2) の工程に大きな影響を与える。2), 3), 4) の工程は樹脂の結晶化温度までに終了する。すなわち一定温度以上の加熱後はこの 2), 3), 4) の工程が接着力を決定する。今回の実験では、加熱温度は一定で、しかも、冷却方法としても水冷を採用したことから、主として 2) の工程における鋼板の下地処理の影響を見たものである。

各下地処理の密着性および耐錆性に及ぼす効果を Table 6 にまとめた。りん酸亜鉛処理 (No. 1) では、一次密着性が無処理の冷延鋼板以下であったが、これはりん酸塩被膜自体の強度が弱いため、剝離試験時に被膜自体が破壊されているためと思われる。

クロメート処理による一次および二次密着性向上の理由としては、クロメート被膜表面の水和性クロム酸化物 (Cr-OH) と樹脂接合面の極性基 (-COOH または-OH) との反応による強固な結合が形成されるためと思われる。クロメート処理剤 (A: シリカ含有) は B 剤よりも一次密着性向上の効果は小さいが、これはシリカを含むために、被膜を薄くすることが困難であり、PP の凝集力よりも小さな力で被膜が破壊され、高い密着強度が得られないためと思われる。しかし、二次密着性低下防止、特に端面からの赤錆防止効果が顕著であった。これはシリカ含有によるクロメート被膜中のクロム溶出の抑制が赤錆防止に寄与したと思われる。A 剤は Cr 付着量が 100 mg/m<sup>2</sup> をこえると接着力の低下が認められるが、これも前述したように付着量の増大により被膜が厚くなり、被膜自体の破壊強度低下が生じるためと考えられる。一方、シリカを含有しない B 剤は被膜が薄く、しかも均一になるために大きな一次密着強度が得られたと思われる。よって被膜が過厚になると層内で破壊が生じやすくなるので、最適な付着量の範囲が存在することになる。

シラン剤は無機表面と有機表面との結合を強化し、密着性向上に効果があることが知られている<sup>9)</sup>。しかし、シラン系のみでの処理では耐食性に優れる D 剤 (アミノ系) のみが二次密着強度向上に効果が認められたが、Fig. 8

に示したように場所によつては大きな錆侵入が認められ、試料内のばらつきが大きいと思われ、安定性で問題があつた。1 g/m<sup>2</sup> 塗布の有機樹脂単味処理では一次、二次とも密着強度の向上がなかつた。これは被膜が軟らかく、しかも親水性に富むために PP の凝集力より低い強度で被膜が破壊するためと思われる。よつて、有機被膜の塗布量を増やしても単味処理では密着強度の向上は望めないと考えられる。有機被膜とシラン剤との複合処理がそれぞれ単独処理より、Fig. 4, 7 に見られるように密着性に大きな効果を与えたのは、両者の間で相互の反応が起こり、強固な被膜が形成されたためと思われる。しかし、このような有機系処理では、クロメート処理に比べると耐食性が劣り赤錆が発生しやすい。従つて耐食性に優れるクロメートとりん酸系樹脂やシランカップリング剤を組み合わせた複合処理により、一次密着強度および赤錆侵入防止の両方に良好な性能が得られたのであろう。

## 5. 結 言

鋼板と熱可塑性樹脂から構成される軽量鋼板は鋼板と樹脂とが強固に接着して初めて優れた特性が得られる。そこで PP シートと鋼板との接着力を向上させるために、スキン鋼板の下地処理について検討した結果、以下のことが判明した。

- 1) 軽量鋼板に耐久性を付与するためには、下地処理をスキン鋼板に施すことが必要である。
- 2) スキン鋼板の下地処理としては、TFS やクロメート処理が適している。これらの処理板をスキン鋼板と

することで、優れた特性の軽量鋼板を製造することが可能である。これらの軽量鋼板は耐久テスト後においても大きな接着力を保有し、優れた耐久性を示す。

3) クロメート処理は Cr 目付量が 40 mg/m<sup>2</sup> の時に、最も大きな接着力を示し、耐食性にも優れる。

4) シランカップリング剤や有機樹脂の処理剤は、鋼板と樹脂との一次接着力の向上には効果があるが、耐久性とくに耐食性でクロメート処理材より大きく劣り、軽量鋼板用の下地処理としては不十分である。

## 文 献

- 1) 松本義裕, 篠崎正利: 川鉄技術資料サンドイッチ鋼板の特性 (1983 年 9 月)
- 2) 篠崎正利, 松本義裕, 角山浩三: 塑性加工, 26 (1985) 291, p. 409
- 3) 自動車技術会企画, 最近の振動騒音解析技術と大型車の騒音対策に関するシンポジウム, 東京 (1983 年 12 月 9 日)
- 4) J. A. DiCELLO: SAE paper 800078 (1980)
- 5) W. K. MILLER: SAE paper 800077 (1980)
- 6) 朝日新聞 (1983 年 10 月 27 日)
- 7) 高橋 亘: 実務表面技術, 32 (1985) 6, p. 264
- 8) 吉岡 博: 日本接着協会誌, 21 (1985) 6, p. 252
- 9) 和田忠司, 熊田 誠: シリコーンの最新応用技術, R & D レポート No. 22 (1982), p. 129 [CMC]
- 10) 高木謙行, 佐々木平三: ポリプロピレン樹脂, プラスチック講座 (1970), p. 216 [日刊工業新聞社]
- 11) 福丸勉郎: 金属表面技術, 30 (1979) 4, p. 2
- 12) 金丸 鏡, 井上幸彦, 古谷正之: 接着と積層 (高分子学会編) (1969), p. 4 [地人書館]