

各種腐食試験法における冷延鋼板および 亜鉛系合金めつき鋼板の腐食挙動

© 1986 ISIJ

三木 賢二*・下郡 一利*²・佐藤 広士*²
池田 貢基*・野村 伸吾*³・寺田 誠*³

Corrosion Behaviour of Cold Rolled and Zinc Alloy Plated Steel Sheets in Various Kinds of Corrosion Tests

Kenji MIKI, Kazutoshi SHIMOGORI, Hiroshi SATOH,
Kouki IKEDA, Shingo NOMURA and Makoto TERADA

Synopsis :

Corrosion resistance of cold rolled, Zn-Fe and Zn-Ni alloy electrogalvanized steel sheets with and without ED-painting was investigated by means of salt dipping (DIP), saltspraying (SST) and cyclic corrosion test (CCT) including DIP, SST, drying (DRY) and humidifying (WET). From these results, the role of the unit test of CCT in corrosion behaviour of these materials was discussed. The results obtained are summarized as follows ;

(1) In the case of unpainted specimens, SST is very aggressive environments compared with DIP. The combination of DRY or WET with DIP increased both the weight loss and the corrosion depth of the specimen. However when it was combined with SST, the weight loss increased and the corrosion depth decreased

(2) DRY and WET in corrosion behaviour of ED-painted specimens played an inverse role in unpainted specimens. In particular, WET accelerated the paint exfoliation which affected the perforation corrosion.

(3) Zn-Fe and Zn-Ni alloy electroplated steels showed a good corrosion resistance compared with the cold rolled steel in all kinds of tests.

1. 結 言

北米, カナダ, 北欧などにおいては冬期の積雪結氷による自動車の交通災害を防ぐために, 岩塩などの凍結防止剤が多量に散布される。このため自動車々体の腐食が問題になっている。さらに燃費低減を図るための車体軽量化を目的とした使用鋼板の薄肉化は腐食代を減少させる結果にもなっている。これらの理由から, 自動車々体の防錆対策は自動車業界の重要課題とされ, 鋼板, 塗装, 車体構造など多くの面から種々の対策が採られつつある。特に鋼板については, 従来の冷延鋼板に代えてより耐食性のすぐれた亜鉛めつき鋼板, 合金化溶融亜鉛めつき鋼板などが多く使用され, 最近ではさらに高耐食性を有する亜鉛系合金電気めつき鋼板が使用され始めている^{1)~3)}。

一方塩害地における車体腐食は, 車の走行条件や車体部位などにより大きく変わるため複雑であり, 防錆対策

とその効果としての寿命との関係はいまだ明らかになっていない。そのため実車の腐食に対応する腐食促進試験法^{4)~6)}としてもきわめて多くのものが提案・実施されているのが現状である。これは実車における腐食状況のデータが十分でないこと⁷⁾, および共通の試験法が整備されていないことに起因している。

本研究では, 自動車用鋼板の腐食試験法として提案・実施されている複合腐食試験の意義を明らかにするため塩水浸漬試験, 塩水噴霧試験を基本に, これらに乾燥, 湿潤試験を加えた各種腐食試験条件下での自動車用鋼板の耐食性を評価し, 裸および塗装材の耐食性におよぼす複合腐食試験中の部分腐食試験の役割について考察を加えた。

2. 実 験 方 法

2.1 供試材

供試材には, Al キルド冷延鋼板 (CR) および同一原

昭和 59 年 4 月本会講演大会にて発表 昭和 60 年 10 月 21 日受付 (Received Oct. 21, 1985)

* (株) 神戸製鋼所材料研究所 (Materials Research Laboratory, Kobe Steel, Ltd., 1-3-18 Wakinohama-cho Chuo-ku Kobe 651)

*² (株) 神戸製鋼所材料研究所 工博 (Materials Research Laboratory, Kobe Steel, Ltd.)

*³ (株) 神戸製鋼所加古川製鉄所 (Kakogawa Works, Kobe Steel, Ltd.)

板上にめつきを行つた Zn-11%Ni 合金電気めつき鋼板 (Zn-Ni), Zn-25%Fe 合金電気めつき鋼板 (Zn-Fe) を用いた。なお原板の化学組成は次のとおりである。C: 0.05%, Si: 0.02%, Mn: 0.20%, P: 0.087%, S: 0.014%, Al: 0.062%。めつき鋼板は硫酸塩浴を用い、浴温度 60°C, 電流密度 40 A/dm², pH 2 の電解条件下で実験室にて作製したものであり、腐食試験用試験片としては、塗装をほどこさないもの (裸材) および塗装をほどこしたもの (塗装材) を用いた。めつき付着量はすべて 40 g/m² とした。

塗装試験片は自動車用塗装法に準じ、鋼板を脱脂後、りん酸亜鉛系の浸漬型化成処理液 (日本ペイント社製グラノジン SD 2000 A) を用い、2.0~2.5 g/m² の化成皮膜を形成させた上に、カチオン型電着塗料 (関西ペイント社製 EI 9000D) を約 20 μm 塗装した。なお試験片のサイズはすべて 0.8' × 70'' × 150' mm とし、裏面および端面の 5 mm 幅を絶縁テープにてシールしたのち、裸材、塗装材ともにカッター刃により試験片下部 1/2 の位置に X 状の素地鋼板まで達するクロスカットを加え、供試した。

2.2 腐食試験法

腐食試験は、塩水浸漬試験 (DIP: 5% 食塩水, 50°C) および塩水噴霧試験 (SST: 5% 食塩水, 35°C) の単独試験と、これらに乾燥 (DRY: 通常大気 70°C) および湿潤試験 (WET: 50°C, R. H. 95%) を単独または複合で加えた複合腐食試験 (CCT) を実施した。各試験装置は別個のものであり、試料を次々に移しかえることにより試験を行つた。CCT の組合せ時間を Table 1 に示す。

2.3 評価法

各種腐食試験終了後、裸材については 70°C の 10% クエン酸アンモニウム溶液を用いて除錆し、侵食深さおよび腐食減量を測定した。また塗装材についてはクロスカットからの塗膜ふくれ幅 (最大ふくれ幅の 1/2) を測

定した後、テープ剥離試験を実施し塗膜剥離幅 (最大剥離幅の 1/2) の測定を行つた。続いて塗膜剥離剤 (ネオス社製ネオス CS 500) にて塗膜を除去したのち、裸材同様クエン酸アンモニウム溶液を用いて除錆を行い侵食深さを測定した。なお一部の試験片については腐食試験後、2% NH₄Cl 溶液を用いて腐食生成物を除去したのち、残存めつき層を 10% HCl 溶液にて溶解し、その組成を化学分析にて求めた。

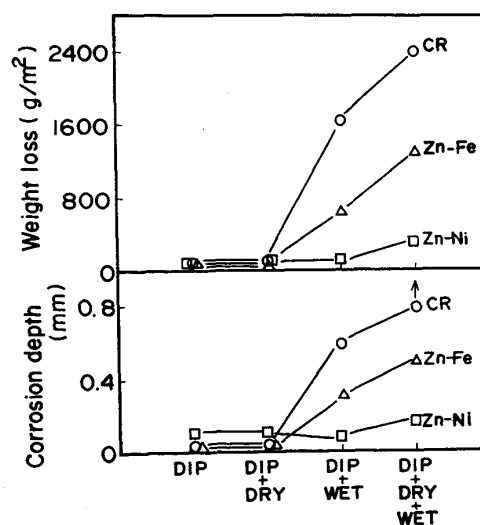
また DIP あるいは SST 後の試験片について常温の 5% 食塩水中にて自然電位を測定した。この時の照合電極としては Ag/AgCl 電極を使用した。さらに表面 1 cm² を残してシールしためつき鋼板と冷延鋼板を 5% 食塩水中に浸漬し、その間に流れる電流を無抵抗電流計で測定した。

3. 実験結果

3.1 裸材の耐食性と試験条件

DIP を含む腐食試験 (DIP 単独は 30 日, その他は 30 サイクル) 後の侵食深さと腐食減量の測定結果を Fig. 1 に示す。DIP 単独試験およびそれに DRY を加えた試験では、侵食深さ、腐食減量共に小さく腐食の進行は非常に遅い。これに対し DIP に WET を加えることにより腐食が促進されるようになり、さらに DRY を加えた DIP+DRY+WET の試験では侵食深さおよび腐食減量とも非常に大きな値を示すようになった。とくに CR では貫通孔が認められた。

試験片別に比較を行うと CR の耐食性が最も悪く、



DIP: 30days Cyclic test: 30cycles

Fig. 1. Corrosion behaviour of unpainted cold rolled steel sheet and electroplated steel sheets in various corrosion tests containing salt dipping.

Table 1. Cyclic sequences for corrosion tests.

Unit test Type	DIP 5% NaCl, 50°C	SST 5% NaCl, 35°C	DRY 70°C	WET 50°C, 95% RH
1	24h	—	—	—
2	22h	—	2h	—
3	6h	—	—	18h
4	6h	—	2h	16h
5	—	24h	—	—
6	—	22h	2h	—
7	—	6h	—	18h
8	—	6h	2h	16h

Zn-Fe, Zn-Ni の順に耐食性が改善され, めつき層の防食効果が認められる. とくに Zn-Ni はすぐれた耐食性を示すが, 腐食の進行が遅い DIP 単独および DIP+DRY 試験においては他の試験片より若干侵食深さが大きくなる傾向が認められた.

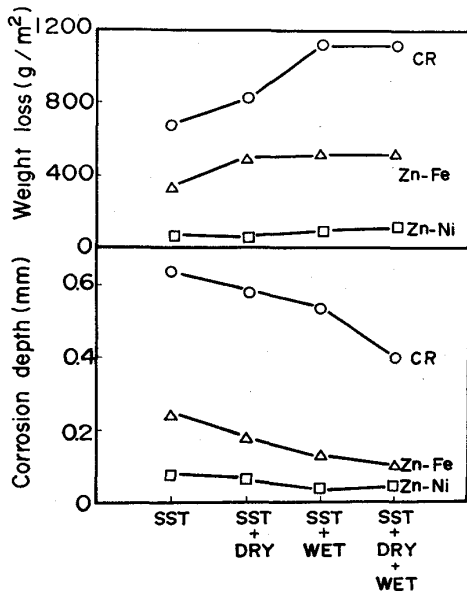
つぎに SST を含む腐食試験 (SST 単独は 20 日, その他は 20 サイクル) の結果を Fig. 2 に示す. 腐食減量は SST 単独試験が最も少なく, DRY もしくは WET を加えることによつて増加した. しかし DRY あるいは WET の影響は Fig. 1 の DIP 系の場合と若

干異なると同時にその影響度は小さい結果を示した. これに対し侵食深さは SST 単独試験で最も大きく, DRY あるいは WET を加えることにより減少し, 腐食減量とは逆の傾向を示した. すなわち SST 単独試験は DIP 単独試験と比較して厳しい腐食環境になるとともに鋼板の穴あき腐食を促進することがわかる. また SST に DRY, WET を加えることは穴あき腐食の度合を弱め全面腐食を発生させやすい試験になつているものと考えられる. また耐食性に及ぼすめつきの影響は DIP 系の腐食試験と同様, Zn-Fe や特に Zn-Ni が非常に良い耐食性を示し, これらが鋼板の全面腐食, 穴あき腐食とも抑制することがうかがわれる.

3.2 塗装材の耐食性と試験条件

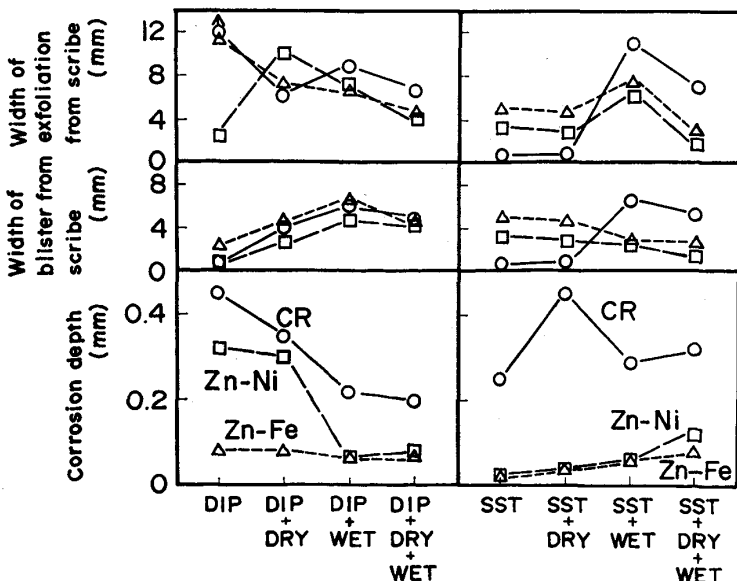
各種腐食試験 (DIP 単独は 60 日, その他は 60 サイクル) 後の侵食深さ, 塗膜ふくれ幅および塗膜剝離幅の測定結果を Fig. 3 に示す. DIP を含む腐食試験の場合, 裸耐食性とは異なり侵食深さは DIP 単独試験で最も大きく, DRY または WET を加えることにより減少した. 試験片別に比較すると Zn-Fe が最もすぐれた耐穴あき腐食性を示し, Zn-Ni, CR の順に悪くなつた. なお Zn-Ni は DIP 時間の長い DIP 単独試験および DIP+DRY (DIP 時間: 22 または 24 h/サイクル) において大きな侵食深さを示すが, DIP+WET や DIP+DRY+WET のように DIP 時間が 6 h/サイクルと短縮される場合には Zn-Fe と同程度のすぐれた耐穴あき性を示すよつた.

塗膜ふくれ幅は DIP 単独試験に DRY, WET を加えることにより増加し, 試験片による差はほとんど認められなかつた. それに対し塗膜剝離幅は DRY および



SST : 20days Cyclic test : 20cycles

Fig. 2. Corrosion behaviour of unpainted cold rolled steel sheet and electroplated steel sheets in various corrosion tests containing SST.



DIP, SST : 60days Cyclic tests : 60cycles

Fig. 3. Corrosion behaviour of ED painted cold rolled steel sheet and electroplated steel sheets in various corrosion tests containing DIP or SST.

WET を加えることにより減少し、塗膜ふくれ幅の結果とは逆の傾向を示した。

一方、SST を含む腐食試験の場合、いずれの試験片においても侵食深さは SST 単独試験で最も小さく、DRY, WET を加えることにより増加した。まためつき層の効果は十分に認められ、めつき鋼板は CR に比べきわめてすぐれた耐穴あき腐食性を示した。塗膜ふくれの進行速度は CR とめつき鋼板で異なり、CR の場合には DRY, WET を加えることにより増加するが、めつき鋼板の場合は逆にやや減少した。また塗膜剥離幅は WET が加わることにより顕著に大きくなるが、これに DRY を加えることにより塗膜剥離は抑制された。

以上の結果から塗装材についての DIP 系試験では、DIP 単独が穴あき腐食に対して最も厳しい環境となっており、これに DRY や WET の過程を付加すると穴あき腐食性は緩やかになる。一方、SST 系試験の場合では逆に DRY, WET を付加することにより穴あき腐食に対する環境の厳しさは増すことになる。

これらの傾向は裸材についての結果とは相反するものであり、裸材と塗装材とで腐食機構に差異があることを示唆している。

4. 考 察

4.1 裸材の腐食挙動に対する CCT 中各部分試験の役割

Fig. 1 および Fig. 2 に示す裸材の腐食減量は、DIP より SST が多く WET を組み合わせると著しく増大した。この理由については、主として金属表面への溶存酸素の供給速度の差に基づくものと考えられる。すなわち表面の水膜の厚さは $DIP > SST > WET$ の順に薄くなるものと推測され、この水膜の厚さと金属表面への酸素の供給速度は反比例するので DIP より SST の方が、さらにこれらに WET を付加した試験にて腐食減量が増大するものと思われる。DRY を付加することによる影響は DIP 単独のように腐食量の少ない場合には余り認められず、DIP+WET や SST のように腐食量の多い場合で明確に認められた。したがって DRY の役割については腐食生成物と何らかの関係があると推定される。そこで DIP または SST 単独およびこれらに DRY を付加した CCT 後の試験片について X 線回折を行い、CR については $Fe_3O_4/\gamma-FeOOH$ 、Zn-Fe と Zn-Ni については $ZnCl_2 \cdot 4Zn(OH)_2/ZnO$ のピーク比を求めたが、保護性がすぐれていると言われている⁸⁾⁹⁾ Fe_3O_4 および $ZnCl_2 \cdot 4Zn(OH)_2$ の生成量と DRY 有無との間には特に相関はなく、DRY の腐食減量促進効

果を腐食生成物の組成の違いの点からは説明できない。現状 DRY の効果についての詳細はなお不明ではあるが、DRY において腐食生成物中に生じるとされる微細な割れ、塩化物の濃縮および腐食生成物の毛細管現象による水分蒸発の遅れなどが複合して影響しているものと推察される。

次に Fig. 1 および Fig. 2 の結果を穴あき腐食に注目し、通常よく用いられる孔食係数の観点から再整理を試みた。すなわち、通常孔食係数は孔食深さ/全面腐食深さで示されるが、本報では全面腐食深さの替わりに腐食減量を用い、侵食深さと腐食減量との比を穴あき腐食係数 I_p ($I_p = \text{侵食深さ} / \text{腐食減量} \times 1000$) として表示し、以下の検討を実施した。

DIP 系の試験結果における I_p を各試験中の DIP 時間との関係で整理した結果を Fig. 4 に示す。CR および Zn-Fe では CCT 中に占める DIP の割合が多くなるに従い I_p はやや低下するがいずれにしても I_p は 0.1 ~ 0.4 の値であり、比較的全面腐食が主であることがわかる。それに対し Zn-Ni は他の鋼板に比べて DIP 時間の占める割合が多くなるほど I_p が著しく大きくなり、腐食の形態として穴あき腐食が発生しやすい傾向にある。このように腐食の形態はめつきの種類によりその傾向が異なることから複合腐食試験における各部分試験の影響は、種類の異なるめつき材について一義的には論じられない。また Fig. 5 に SST 系の試験について I_p と CCT 中の SST 時間との関係を示す。いずれの試験片についても SST 時間の占める割合が多くなるほど I_p

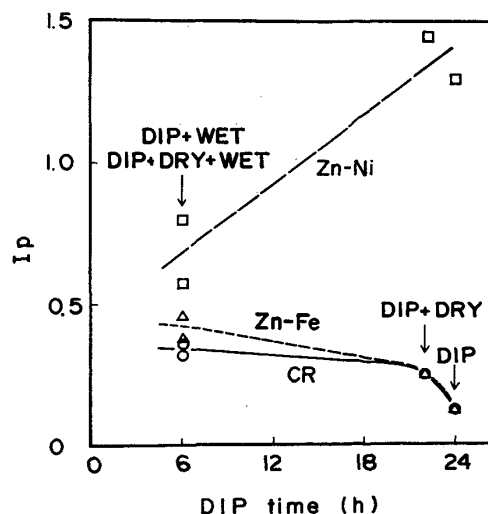


Fig. 4. Perforation corrosion index I_p *) of unpainted cold rolled steel sheet and electroplated steel sheets as a function of DIP period in corrosion tests.

*) $I_p = \text{corrosion depth (mm)} / \text{weight loss (g/m}^2) \times 1000$

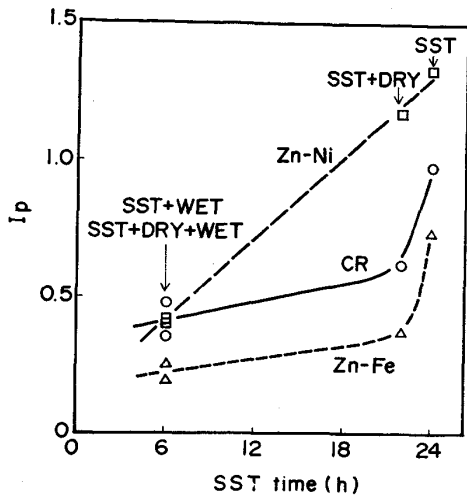


Fig. 5. Perforation corrosion index I_p^* of unpainted cold rolled steel sheet and electroplated steel sheets as a function of SST period in corrosion tests.

) I_p^ = corrosion depth (mm)/weight loss (g/m²) × 1000

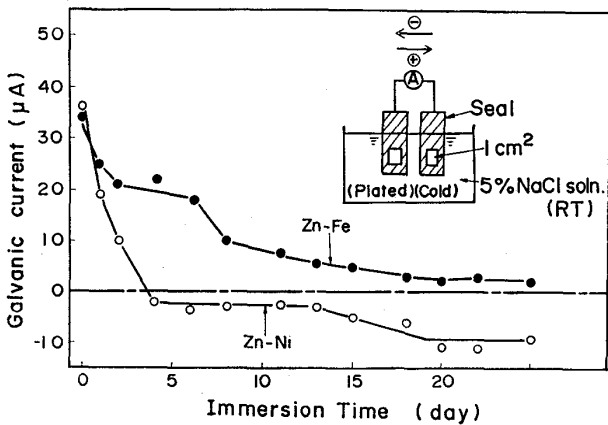


Fig. 6. Change of galvanic current of electroplated steel sheet/steel sheet couple in 5%NaCl solution with immersion time.

は大きくなり、SST 自体が全面腐食よりも穴あき腐食を促進していることがわかる。また複合試験における WET および DRY は穴あき腐食の点からは SST 時間を短縮し、穴あき腐食の進行を軽減する結果になる。

なお DIP 系の試験と同様 Zn-Ni は腐食減量が非常に少ないにもかかわらず I_p がほかの鋼板よりも大きいという特徴が認められたので、この現象について以下考察を加える。Photo. 1 は DIP および SST 20 日後の試験片外観を示したものである。これより CR および Zn-Fe は傷部に関係なく全面から赤錆が発生しているのに対し、Zn-Ni では赤錆の発生は傷部のみに集中しており、傷部以外での赤錆発生は非常に少なくめつき層が残存していた。これは Zn-Ni めつき層の素地に対する犠牲防食効果の消失を意味しているものと考えられ

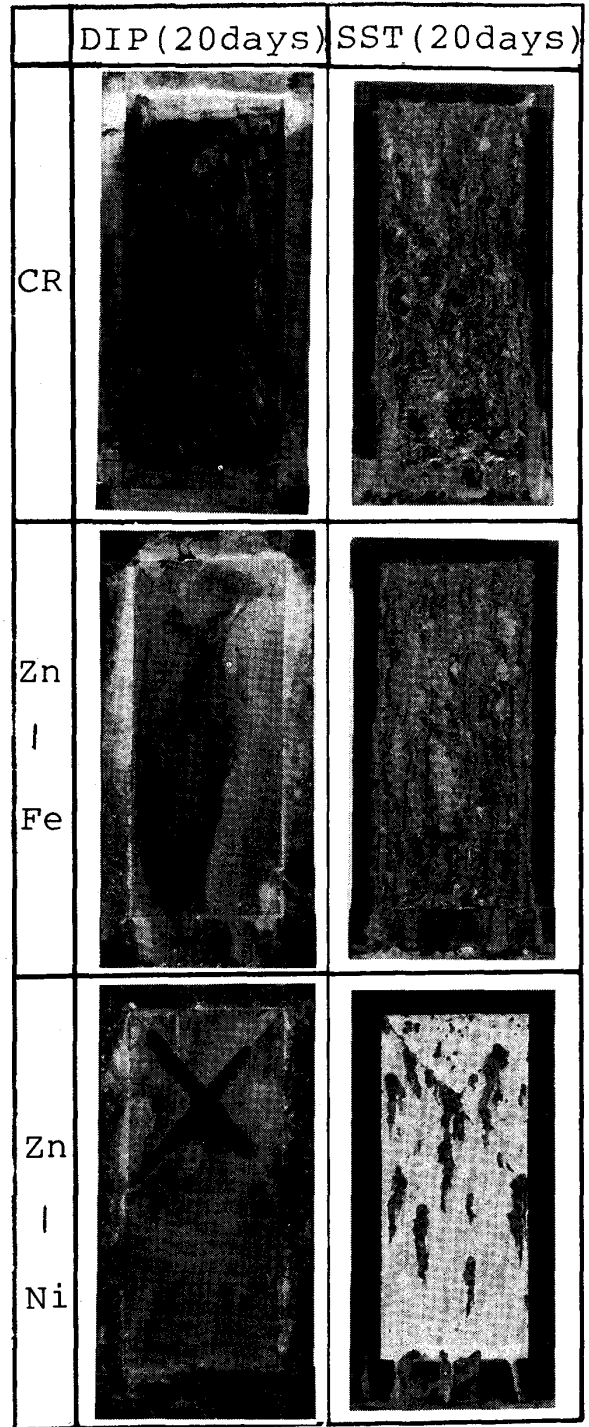


Photo. 1. Surface appearances of unpainted cold rolled steel sheet and electroplated steel sheets after corrosion tests (DIP, SST).

る。事実 Fig. 6 に示すようにガルバニック電流測定結果において、Zn-Fe では鋼板に対して測定期間内アノードであるのに対し、Zn-Ni は短時間のうちにアノードからカソードに逆転し、犠牲防食効果を失うようになる。

Zn-Ni の電位が鋼板よりも貴になる理由としてはめ

Table 2. Enrichment of alloying elements in coating layer after corrosion tests.

Test	Plated layer	Metal content in residual coating layer (%)			Enrichment factor ^{*)}
		Zn	Fe	Ni	
DIP 5 days	Zn-25%Fe	70.0	30.0	—	1.2
	Zn-11%Ni	82.9	—	17.1	1.6
SST 2 days	Zn-25%Fe	73.5	26.5	—	1.1
	Zn-11%Ni	83.5	—	16.5	1.5

^{*)} Enrichment factor :

$$\frac{\text{Alloying metal content in residual coating after corrosion test}}{\text{Alloying metal content in the coating before corrosion test}}$$

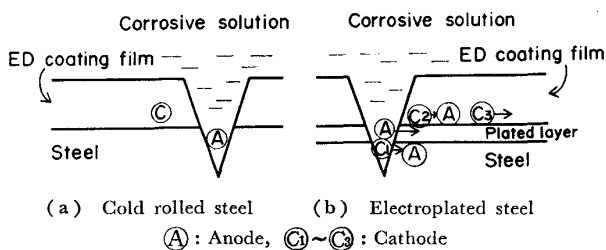


Fig. 7. Schematic model showing corrosion from scribe of ED painted steel sheet and electroplated steel sheets.

つき層からの脱亜鉛腐食現象¹⁰⁾が考えられる。Table 2 は腐食試験後の残存めつき層中の Zn, Fe および Ni 濃度を測定し、腐食試験前の値との比を合金元素平均濃縮比として求めた結果を示すが、5日間の DIP あるいは2日間の SST により Zn-Fe ではめつき中の平均 Fe 濃度は 1.1~1.2 倍になつているのに対し、Zn-Ni では平均 Ni 濃度が 1.5~1.6 倍に濃縮している。すなわち Zn-Ni は腐食初期においては電位が素地鋼板よりも卑であるため素地鋼板を防食するが、腐食の進行とともにめつき層からの脱亜鉛腐食現象により、めつき表面の Ni 濃度が高くなり自然電位を貴に移行させる。この現象はめつき層自体の耐食性を向上させるが、同時に素地鋼板に対する犠牲防食効果を失わせしめるため、素地露出部分である傷部において素地鋼板の腐食が始まり、赤錆が発生するものと考えられる。

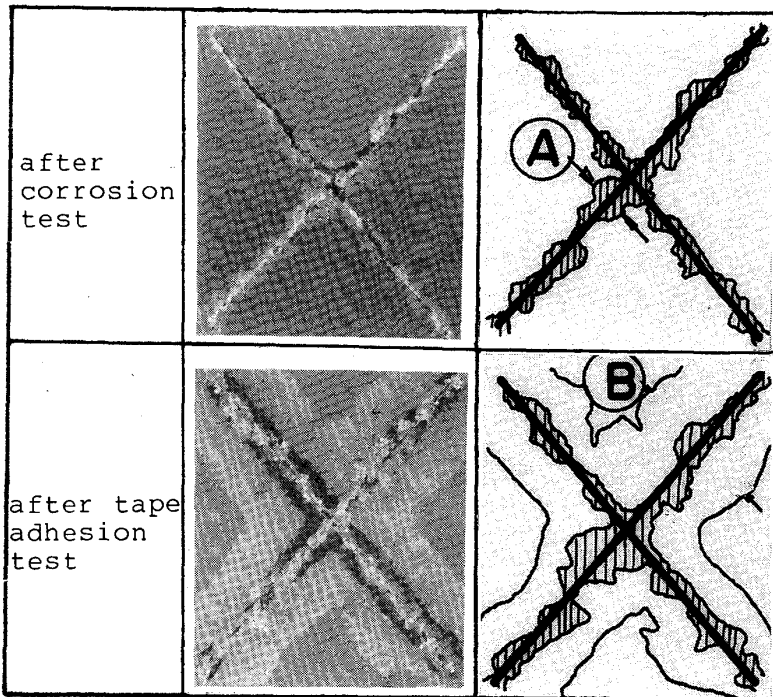
4.2 塗装材の腐食挙動に対する CCT 中部分試験の役割

裸材と塗装材の穴あき腐食は Fig. 1~Fig. 3 に示したように全く異なつた傾向を示した。塗装材では傷部めつき層の耐食性と同時に周囲の塗膜下腐食が傷部の腐食に与える影響を考える必要がある。また CR とめつき鋼板ではその腐食挙動が異なるなど裸材に比べて塗装材の腐食挙動は非常に複雑である。そこで CR とめつき鋼板について腐食の機構を考察するとともに CCT 中の

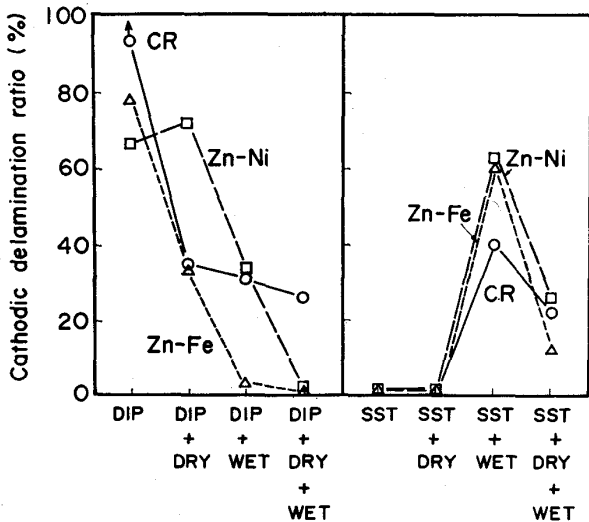
各部分試験が塗装材の耐食性に及ぼす影響の検討を行った。

いま Fig. 7 に示すように傷部を含む塗装材が腐食液に接している場合を考えると、CR [Fig. 7 (a)] では塗膜下がカソード(C)傷部の素地露出部がアノード(A)となる^{11)~13)} マクロ電池の形成によつて腐食は進行して行くことが知られている。しかし亜鉛系めつき鋼板 [Fig. 7 (b)] では、めつき層の自然電位が鉄よりも卑であるため、初期はめつき層断面(A)がアノードとなり素地鉄(C)および塗膜下(C)がカソードとなる。このときアノードとなる合金めつき層では亜鉛の溶解反応 ($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$) が主体に起こるものと考えられる。また傷部鉄のカソード部では酸素の還元反応 ($O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$) によりこの部分の溶液 pH は上昇するため、 Zn^{2+} が沈澱し塩基性塩化亜鉛または水酸化亜鉛が形成される。また塗膜下のカソード部(C)においても同様の反応により pH が上昇し強アルカリ¹⁴⁾¹⁵⁾ を示すようになる。ここで生成した OH^- は塗膜自体の劣化⁶⁾、りん酸塩皮膜やめつき層の溶解^{15)17)~19)} を促し塗膜の密着性を劣化させ塗膜を剥離させる。このように塗膜が剥離すると塗膜による傷部からの腐食液の遮断効果はなくなり、同時に(A)部もアノード腐食で溶出していくため(C)部は裸材と同様の腐食環境となりアノードへと変化し、カソードは(C)部へ移行する。この現象の進行により塗膜剥離は広い面積へと進展していくものと考えられる。一方、(A)の(C)に対する防食能が弱まれば(C)部がカソードとして存在しなくなり、(C)部の腐食が始まり穴あき腐食へと進展すると考えられる。

塗装材の耐食性は穴あき腐食、塗膜ふくれ、塗膜剥離の3点から評価されるが、これらは互いに影響し合っているものと考えられる。とくに傷部外周のカソードの存在は、裸材の腐食とは根本的な相違点であり、これが塗膜剥離の大きな要因にもなつていると考えられる。そこでまずその存在の確認を行った。Photo. 2 は傷部からのふくれ (A) と剥離 (B) の例であるが、塗膜剥離後 pH 試験紙によりそれぞれの部分の pH を測定した結果、塗膜ふくれ部 (A) では約 pH 4、塗膜剥離部から塗膜ふくれ部を除いた部分 (B-A) では pH 12 以上を示した。このことから塗膜ふくれ部はアノード、剥離部はカソードに対応していると考えられる。そこで塗装材の耐食性をカソード面積との関係で調べるためカソード剥離率 ($(B-A)/B \times 100$) を求めた。その結果を各試験条件別に整理したものを Fig. 8 に示す。まず DIP 系の試験の場合、カソード剥離は DIP 単独試験で最も生じやすく、DRY および WET を加えることにより著しく



A/2 : Width of blister from scribe
 B/2 : Width of exfoliation from scribe
 Photo. 2. Appearances of blister and exfoliation from scribe.

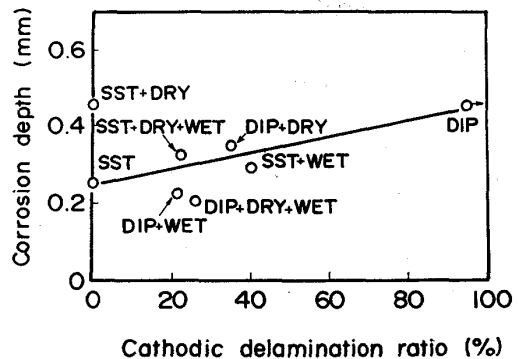


A : Width of blister from scribe (mm)
 B : Width of exfoliation from scribe (mm)

Fig. 8. Effects of corrosion test condition on cathodic delamination ratio*) of ED painted steel sheet and electroplated steel sheets after corrosion tests.

*) Cathodic delamination ratio = (B-A)/B × 100

減少している。また SST 系試験では、SST 単独および SST+DRY ではカソード剥離は生じ難いが WET を加えることにより増大していることがわかる。すなわち塗膜下カソードの広がり DIP が最も厳しく、ついで WET であり SST あるいは DRY はカソード剥離に対して非常に緩い環境となつていられる。この理由は十分明らかでないが、塗膜を通して鋼板あるい



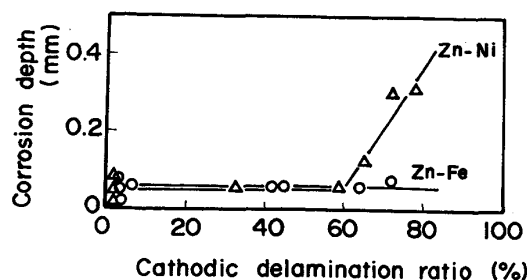
A : Width of blister from scribe (mm)
 B : Width of exfoliation from scribe (mm)

Fig. 9. Relation between cathodic delamination ratio*) and corrosion depth of ED painted cold rolled steel sheet.

*) Cathodic delamination ratio = (B-A)/B × 100

はめつき面への水および酸素の透過能の相違が関係しているものと考えられる^{20)~22)}。すなわち ED 塗膜は本来疎水性塗膜であるが、DIP では表面に対する液量が十分なため他の試験法に比べ完全に濡れ、塗膜の水、酸素の透過性が大きい、SST および WET では水はじきのため DIP のように水、酸素の透過が十分期待できず、塗膜下カソード反応が緩やかになつていられると思われる。なお SST よりも WET の方が厳しいのは試験温度の差によるものと推定される。

次に塗装材の耐穴あき腐食性について考察する。CR については Fig. 7 の模式図で示すように、素地鉄の腐食は塗膜下カソード反応により律速されるが塗膜下カソ



A : width of blister from scribe (mm)
B : width of exfoliation from scribe (mm)

Fig. 10. Relation between cathodic delamination ratio*) and corrosion depth of ED painted electroplated steel sheets.

*) Cathodic delamination ratio = $(B-A)/B \times 100$

ードは経時的に移動し、まためつき鋼板の場合塗膜下アノードの存在が重要であると考えられるので、その比であるカソード剥離率と穴あき腐食深さとの相関を求め Fig. 9 および Fig. 10 を得た。CR の場合、Fig. 9 のように侵食深さとカソード剥離率の間には比較的良好な相関が認められ、カソード剥離率が大きくなるほど穴あき腐食深さは増大した。まためつき鋼板の場合、Zn-Fe については全体に侵食深さが小さく今回の結果では塗膜のカソード剥離率が 72% と大きい場合においても、めつき層の素地鉄に対する犠牲防食効果は残つていていると思われる。これに対し Zn-Ni ではカソード剥離率が 65% 以上になると侵食深さが増大した。すなわち Zn-Ni ではカソード剥離率が大きくなるとアノード部である露出しためつき層の電流密度が大となり、めつき層中の Ni 濃化が促進されるため電位が上昇し、傷部に対して防食能力を消失しやすいことが示唆される。

以上のように自動車用鋼板の腐食挙動は DIP, SST, DRY, WET などの試験を組み合わせるることによつて大きく変化し、しかもその傾向が裸材と塗装材とで全く異なるという特異性を有していることは、自動車々体の腐食促進試験法を検討していくうえで、十分に考慮しておく必要がある。

5. 結 言

3 種の鋼板 (冷延鋼板, Zn-Fe 合金電気めつき鋼板, Zn-Ni 合金電気めつき鋼板) について各種腐食条件下での耐食性を調査し、裸および塗装材の耐食性に及ぼす CCT 中の各部分試験の役割を検討した。得られた結果は次のように要約される。

(1) 裸材の場合、SST は DIP に比べて厳しい腐

食環境となり、穴あき腐食を促進する。WET および DRY の役割は、SST 系の試験と DIP 系の試験で異なり、SST 系の試験では腐食減量を増大させ、穴あき腐食深さを減少させる。DIP 系の試験では、腐食減量、侵食深さ共に増加させる。

(2) Zn-Ni 合金電気めつき鋼板 (裸材) は、他の鋼板に比べ非常に良い耐食性を示すが、腐食形態としては穴あき腐食が発生しやすい。この傾向はサイクル中の DIP 時間が長い場合に顕著である。

(3) 塗装材の耐食性に及ぼす各部分試験の効果は、裸材とは全く逆の傾向を示した。また塗装材の穴あき腐食性は、塗膜のカソード剥離面積率に比例して大きくなる。

文 献

- 1) 岡 襄二: 防錆管理, 25(1981), p. 26
- 2) 三吉康彦, 門 智: 防食技術, 28(1979), p. 645
- 3) 西原 実, 若野 茂: 住友金属, 33(1981), p. 33
- 4) 三吉康彦: 実務表面技術, 32(1985), p. 319
- 5) 安谷屋武志, 原 富啓, 鷺山 勝, 本間俊之, 渡辺 勉: 鉄と鋼, 70(1984), A92
- 6) 黒川重男, 番 典二, 市田敏郎, 入江敏夫: 鉄と鋼, 70(1984), A96
- 7) R. J. NEVILLE: SAE Technical Papers Series, 800144 (1980)
- 8) 岡 襄二, 朝野秀次郎, 高杉政志, 山本一雄: 鉄と鋼, 68(1982), A57
- 9) H. OKADA, K. YAMAMOTO and I. ITO: Proceeding International Congress on Metallic Corrosion (1972), p. 275
- 10) 渋谷敦義, 栗本樹夫, 早川公毅, 野路功二: 鉄と鋼, 66(1980), p. 771
- 11) 上池 齊: 塗装技術 (1981), p. 71
- 12) V. HOSPADARUK, J. HUFF, R. W. Zurilla and H. T. GREENWOOD: SAE Technical Papers Series, 780186 (1978)
- 13) 前田重義: 金属表面技術, 32(1981), p. 534
- 14) 清水義明, 藤田 栄, 松島 敏: 鉄と鋼, 70(1984), A88
- 15) 内田和子, 出口武典: 日新製鋼技報, 48(1983), p. 32
- 16) T. R. ROBERTS, T. KOLTS, J. H. STEELE, Jr.: SAE Technical Papers Series, 800443 (1980)
- 17) 前田重義: 色材, 54(1981), p. 517
- 18) R. A. IEZZI and H. LEIDHEISER, Jr.: Corrosion NACE, 37 (1981), p. 28
- 19) D. G. ANDERSON: J. Coat. Technol., 50(1978), p. 646
- 20) S. R. FINN: JOCCA, 58 (1975), p. 79
- 21) 今井丈夫: 表面, 15(1977), p. 48
- 22) 今井丈夫: 色材, 53(1980), p. 713