

鋼板への常温電解法による均一薄膜黒色めっきの評価

舟木淳夫*, 森澤 諭*

Evaluation of Thin Black Chrome Plating for Steel by Room Temperature Electrolysis Method

Atsuo FUNAKI* and Satoshi MORISAWA*

1. はじめに

クロムめっきは、めっき液中の六価クロムイオンを0価にまで還元して、金属クロム皮膜を電着する装飾クロムめっき(ニッケルクロムめっき)、工業用クロムめっき(硬質クロムめっき)および三価のクロム化合物(酸化物や水和物)を析出させる黒色クロムめっきがある。その内、黒色クロムめっきは、寸法精度を必要とする精密部品用途で、低温処理にて膜厚 $2\mu\text{m}$ 以下の薄膜にめっきするものと、それ以外の用途で膜厚 $5\sim 10\mu\text{m}$ 程度のものがある。本報では、便宜上前者を薄膜タイプ、後者を通常タイプと別けて称する。通常タイプは、装飾、耐熱、集熱等の目的で自動車・自転車等の部品、オートバイのマフラー、太陽光温水器の集熱部等の表面処理として用いられており、薄膜タイプは、精密機械部品、半導体製造設備等の部品、カメラ等の光学機器部品、精密電気電子機器部品等に使用されている。この他ロボット分野では、減速機や軸受など精密さを要求される駆動部の部材として、寸法精度を確保しつつ防食性・装飾性等の機能を付与させる目的で、薄膜タイプが使用されている。

薄膜タイプは、複雑形状製品等に対しては均一性が不十分で耐食性も不安定となり、品質に対する信頼性が低く、改善が強く望まれている。また、めっき処理に比較的長い処理時間を必要とすることや、めっき液の冷却に多大の電気エネルギーが必要であること、六価クロム化合物の排水処理費用も必要等の理由により、めっきコストが高く、最終的に川下ユーザーの製品価格に影響している。そこで、企業との共同研究により、常温でめっき可能な六価

クロムフリーの新規黒色クロムめっきの開発を行ってきた。本報では、当研究所が担当しためっき膜の耐久性評価について報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料

試料はめっきを施すベース材として軟鋼製試験板(材質SPCC-PB)を用い、六価クロム浴のSSコート(従来品)、三価クロムを使用した開発めっきST57(開発品)およびST57のつきまわり性を改善するための改良めっきST144(開発品)の三種類を共同研究者から提供を受けた。寸法は表1に示すとおりとした。

表1 耐久性評価用の試料寸法

試験項目	試料寸法 (mm)
耐食性	150 × 70 × 0.8
耐候性	110 × 65 × 0.8
耐摩耗性	φ100 × 0.8

2. 2 耐食性評価

耐食性評価は、「塩水噴霧」「乾燥」「湿潤」の3つのサイクルを組み合わせる腐食を促進する複合サイクル試験により、発錆に至るまでのサイクル数で評価した。試験は、複合サイクル試験機(スガ試験機製ISO-3-CYR)を用いて行い、試験条件は日本自動車技術会規格「自動車用材料腐食試験方法」に準拠し¹⁾、1サイクル8時間(塩水噴霧2h-乾燥4h-湿潤2h)とした。

2. 3 耐候性評価

* ものづくり研究課

耐候性評価は、ウェザーメーターによる促進暴露を行った後に、試料表面を色差計で測定し評価した。促進暴露は、キセノンウェザーメーター（スガ試験機 X25）を使用し、試験条件は、JIS K 5600「塗料一般試験方法」の促進耐候性（キセノンランプ法）の A 法に準拠し²⁾、放射照射度：60 W/m²、ブラックパネル温度：63℃、相対湿度：50%RH、水噴霧時間：18 分、水噴霧停止時間：102 分とした。色差の測定は、測色色差計（日本電飾光工業 SQ 2000）を用いて行い、測定対象が黒色であることから明度（L*値）を評価の指標とした。

2. 4 耐摩耗性評価

耐摩耗性評価は、テーバー式摩耗試験機（江崎金属製 EHM-50）を用いて試料を摩耗させ、摩耗試験前後の試料重量を測定し、重量差から摩耗減量を算出した。摩耗の条件は、JIS K 5600「塗料一般試験方法」の耐摩耗性（磨耗輪法）に準拠し³⁾、

回転速度は 35 rpm とし、磨耗輪は CS10 を用いた。

3. 結果と考察

3. 1 耐食性評価

複合サイクル試験後の試料外観を図 1 に示す。試料の外観は、試験前は黒色であるのに対してサイクルを重ねることにより茶色の錆が表面に発生している。各試料の発錆が確認できたサイクル数は、ST57 は 6 サイクル、ST144 は 9 サイクル、SS コートは 2 サイクルであり、耐食性は SS コート、ST57、ST144 の順で高くなった。このことから ST57、ST144 は SS コートに比べて、めっき膜が緻密に成膜できていると考えられる。

3. 2 耐候性評価

図 2 にウェザーメーターによる促進暴露後の試料外観を示す。各試料ともに、目視では明確な変化は認められなかった。次に、図 3 に促進暴露によ

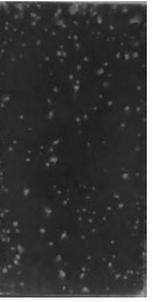
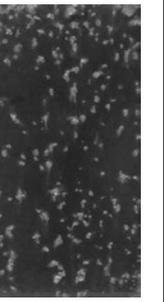
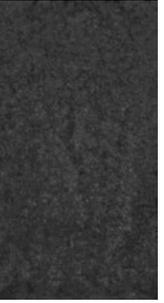
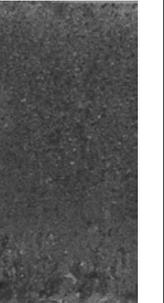
	試験前	2サイクル後	6サイクル後	9サイクル後	15サイクル後
ST57					
ST144					
SSコート					

図 1 複合サイクル試験後の試料外観

る明度 (L* 値) の変化を示す. L* 値は値が小さいと黒色側, 大きいと白色側への変化を表す値である.

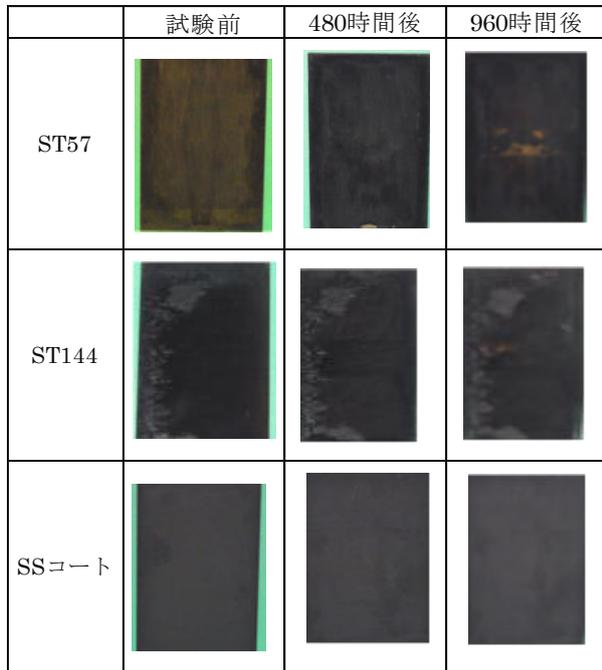


図2 促進暴露後の試料外観

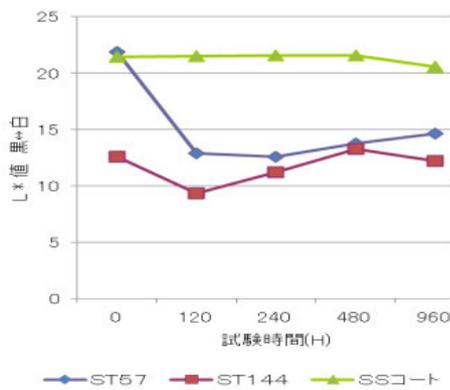


図3 促進暴露による明度 (L* 値) の変化

SS コートでは, 960 時間後まで L* 値がほぼ一定であるのに対し, ST57 および ST144 は 120 時間後に L* 値が減少した後, 960 時間後まで値が 2~3 増加する傾向となった. このことは, 一度黒色側へ変化した後に白色側へ戻る変化をしたことを示している. しかしながら, 目視では明度の違いは見られないため, これらの変化は, 外観に影響を与えない範囲に収まっていると考えられる.

3. 3 耐摩耗性評価

摩耗試験後の試料外観を図 5 に, 摩耗減量の結果を図 6 に示す. 図 6 より, ST57 および ST144 ともに, SS コートに比べ摩耗減量が少ない結果となった. 図 5 の摩耗面の外観をみると, ST57 および ST144 は SS コートに比べ黒色部分が残っており, 残留皮膜が多い. 皮膜の密度が不明で減少重量のみでの判定は難しいが, ST57 および ST144 のめっき膜は素地と緻密に密着した状態であると考えられる.

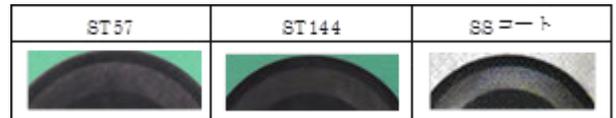


図5 摩耗試験後の試料外観

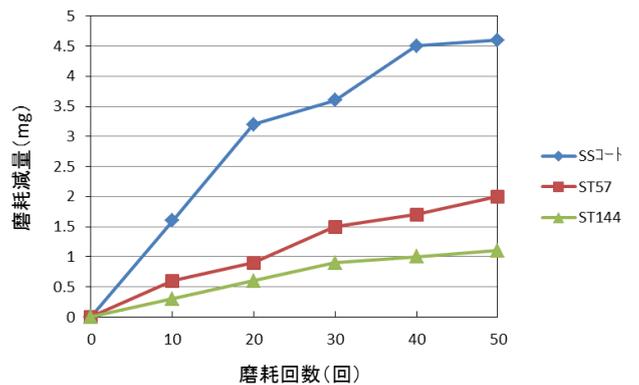


図6 摩耗量測定結果

4. まとめ

従来めっき (SS コート) および二種類の開発めっき (ST57, ST144) の耐久性 (耐食性, 耐候性, 耐摩耗性) について, 従来技術のめっき膜に比べて, 耐食性で 1.5 倍, 耐候性および耐摩耗性では同等以上の性能を有することを目標としてその物性を評価した. その結果, 耐食性試験では, ST57 で 3 倍, ST144 で 4.5 倍となった. また, 耐候性および耐摩耗性試験においても, 同等以上の性能を示した.

謝辞

本研究は, 経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業「常温電解法による均一薄膜黒色めっきの研究

開発」の下で行われました。ここに記して関係各位に感謝いたします。

参考文献

- 1) 自動車技術会：“JASO 規格[M]材料・表面処理 自動車用材料腐食試験方法”，p1-15(1991)
- 2) 日本工業標準調査会：“J JIS K5600-7-7 塗料

一般試験方法－第7部：塗膜の長期耐久性－第7節：促進耐候性及び促進耐光性（キセノンランプ法）”，p1-11(2008)

- 3) 日本工業標準調査会：“JIS K5600-5-9 塗料一般試験方法－第5部：塗膜の機械的性質－第9節：耐摩耗性（磨耗輪法）”，p1-5(1999)