

技術論文

溶融亜鉛めっき鋼板用クロメートフリー処理QCの開発

Development of Chromate-free Treatment QC for Hot Dip Galvanized Steel Sheet

西田 義勝*
Yoshikatsu NISHIDA清水 厚雄
Atsuo SHIMIZU徳田 郁美
Ikumi TOKUDA荘司 浩雅
Hiromasa SHOJI

抄 録

溶融亜鉛めっき鋼板向けの新規クロメートフリー処理“QC”を開発した。本処理は、従来のクロメート処理と同等の耐食性、潤滑性、導電性、塗装密着性とスポット溶接性を有している。この環境負荷低減処理鋼板は、従来のクロメート処理鋼板に置き換えて使用することが可能である。

Abstract

Nippon Steel Corporation developed a new chromate-free treatment “QC” for hot dip galvanized steel sheet (HDG). This new treated HDG has the same performance of corrosion resistance, lubrication, electro-conductivity, paint adhesion, and weldability (optimum spot welding current range) as conventional chromate treated products. This new environmentally-conscious treated HDG can be used as substitute for conventional chromate HDG.

1. 緒 言

環境や人体に悪影響を及ぼす6価Cr化合物に対する各種法規制により、亜鉛めっき鋼板の化成処理は、6価Cr化合物を含まない処理（クロメートフリー処理）への標準化が進んでいる。日本産業規格（JIS）でも、電気亜鉛めっき鋼板の規格（JIS G 3313）からクロメート処理の記載が削除されており、建築分野に多用されている溶融亜鉛めっき鋼板の規格（JIS G 3302）でも、クロメート処理が削除される予定である。

このような中、日本製鉄（株）は各種めっき鋼板に適するクロメートフリー処理を複数開発し、市場投入してきた¹⁾³⁾。本報では、溶融亜鉛めっき鋼板用新規クロメートフリー処理について、従来のクロメート処理と比較して述べる。

2. クロメートフリー皮膜の構成

開発した新規クロメートフリー処理“QC”は、溶融亜鉛めっき鋼板であるNSシルバージンク®およびペンタイト® Bのめっき表面に特殊皮膜を施したものである。その模式図を図1に示す。この皮膜は、腐食因子に対するバリア機能と自己修復機能が付与されている。クロメート処理皮膜は6価Cr化合物が単独でそれらの機能を担っているが、本皮膜ではCr以外の複数の元素を組み合わせることで両

機能が発現できるように設計されている。

3. 試験方法

実験で使用した鋼板の仕様を表1に示す。NSシルバージンク®（溶融亜鉛めっき鋼板、めっき付着量90g/m²）を下地として、クロメートフリー処理であるQC処理を施した鋼板を供試材として用いた。各種試験の比較として、従来のクロメート処理鋼板（C処理：Cr付着量10mg/m²）を用いた。

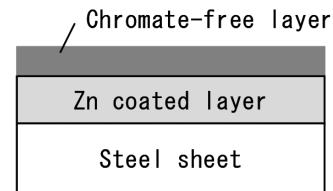


図1 クロメートフリー処理した溶融めっき鋼板の構造
Structure of chromate-free hot dip galvanized steel sheet

表1 供試材
Test pieces

Substrate	Kind of treatment
Hot dip galvanized steel sheet (amount of plated layer: 90 g/m ²)	Chromate-free: QC
	Chromate: C

3.1 耐食性

平板部については塩水噴霧試験 (JIS Z 2371) を行い、耐白錆性を白錆発生率で評価した。端面部はシールして評価に供した。

加工部についてはエリクセン試験機にて張出し加工を行ったサンプルにて塩水噴霧試験を行い、加工部における白錆発生率で評価した。

3.2 潤滑性

プレス成形性を判断する指標の一つとして、動摩擦係数を測定した。測定は HEIDON-14 (新東科学社製) を使用し、摺動子として直径 10mm のステンレス鋼球を、荷重 1.0N、摺動速度 150mm/min で表面を摺動させ、その応力から動摩擦係数を求めた。

また、金型プレスなど平面部での摺動性を評価するために、平板引抜き試験での動摩擦係数を測定した。図 2 に試験の模式図を示す。鋼板を、材質 SKD11、接触面積 30×25mm の平面金型にて荷重 0.5kN で挟み、引抜く時の荷重から摩擦係数を求めた。引抜く速度は 200mm/min とした。

3.3 導電性

導電性として、層間抵抗値および導通率を測定した。層間抵抗値は JIS C 2550 に準拠して測定した。試験電圧 0.5V、試験圧力 2N/mm² にて測定した。導通率は、ロレスタ (三菱化学アナリテック社製 LORESTA GP 型) で 4 探針法にて接触抵抗を 20 回測定した際に導通を確認できた回数の比率とした。

3.4 塗装密着性

メラミンアルキッド系塗料 (関西ペイント社製アミラック #1000) を乾燥膜厚が 20μm になるように鋼板表面に塗装、焼き付けし、1mm 間隔で碁盤目状のクロスカットを塗膜に入れてからセロハン粘着テープを貼り付けて剥離し、塗膜の剥離状態を目視で確認した。

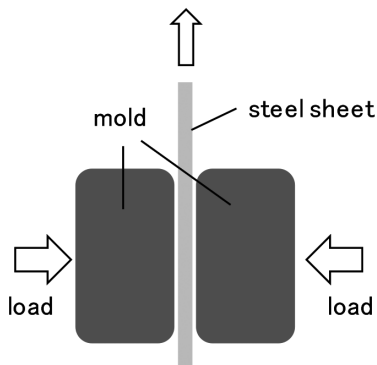


図 2 平板引抜き試験の模式図
Schematic image of flat drawing test

3.5 スポット溶接性

電極は先端径 4.5mm、形状は CF 型 (コーンフラット型) の 1%Cr-Cu 合金を用い、単相交流式スポット溶接機にて溶接した。適正溶接電流範囲はナゲット径が $4\sqrt{t}$ (t: 板厚 (mm)) となる電流値から散りが発生する電流値までとした。

4. 試験結果

4.1 耐食性

図 3 に平板試験片、図 4 に張出し加工試験片での塩水噴霧試験における白錆発生状況を示す。QC 処理は、クロメート処理の C 処理に比べて優れた耐食性を示す。

4.2 潤滑性

図 5、図 6 にステンレス鋼球での摺動試験および平板引抜き試験による動摩擦係数測定結果を示す。いずれも、QC 処理は C 処理と同じ値を示し、潤滑性は同等である。

4.3 導電性

図 7 に層間抵抗値を、図 8 にロレスタで測定した導通率を示す。QC 処理は C 処理とほぼ同じ層間抵抗値と導通率を示し、導電性は同等である。

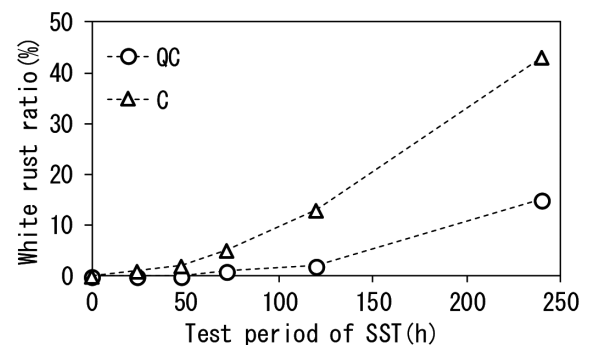


図 3 塩水噴霧試験 (SST) による平板試験片の耐食性
Corrosion resistance of flat test specimen by salt spray test (SST)

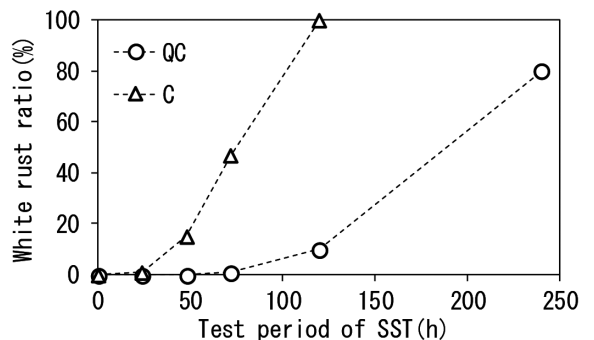


図 4 塩水噴霧試験 (SST) による張出し試験片の耐食性
Corrosion resistance of overhanging test specimen by salt spray test (SST)

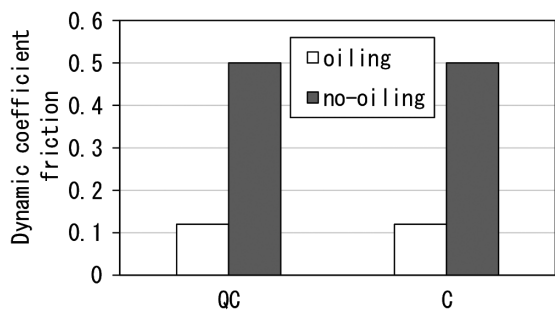


図5 ステンレス鋼球摺動試験による動摩擦係数
Dynamic coefficient friction by stainless steel ball sliding test

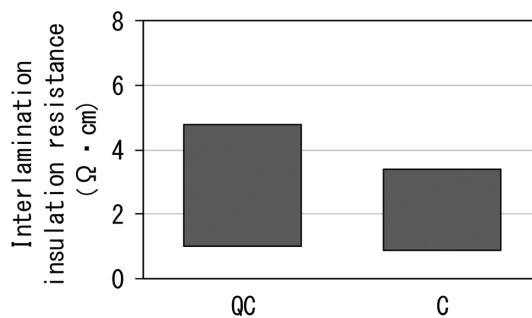


図7 層間抵抗値
Interlamination insulation resistance

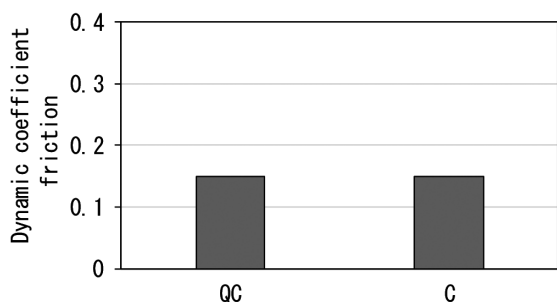


図6 平板引抜き試験による動摩擦係数
Dynamic coefficient friction by flat drawing test

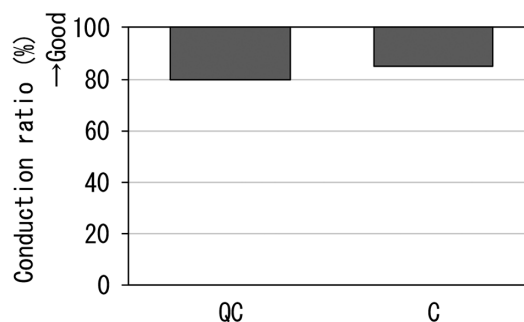


図8 導通率測定結果：LORESTA
Result of conduction ratio by LORESTA

4.4 塗装密着性

表2に塗装密着性の結果を示す。QC処理はC処理と同等の塗装密着性を示す。

表2 塗装密着性試験結果

Results of finishing paint adhesion

Kind of treatment	Result
QC	Excellent
C	Excellent

4.5 スポット溶接性

図9にスポット溶接時の適正電流範囲を示す。QC処理はC処理と同等以上の適正溶接電流範囲を有している。

□ nugget diameter : less than $4\sqrt{t}$
■ proper range
□ expulsion

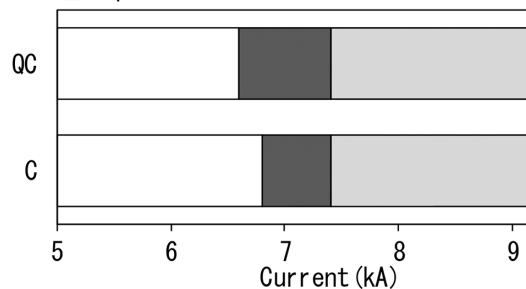


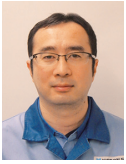
図9 適正スポット溶接電流範囲
Optimum spot welding current range

5. 結 言

以上、開発したQC処理は、従来のクロメート処理と比較し、同等の耐食性、潤滑性、導電性、塗装密着性、スポット溶接性を有し、クロメート処理鋼板に置き換えて使用することが可能である。

参考文献

- 1) 森下敦司 ほか：新日鉄技報. (377), 28 (2002)
- 2) 久保祐治 ほか：新日鉄技報. (391), 48 (2011)
- 3) 布田雅裕 ほか：新日鉄住金技報. (398), 57 (2014)



西田義勝 Yoshikatsu NISHIDA
鉄鋼研究所 表面処理研究部
高機能処理研究室 研究第三課
主幹研究員
千葉県富津市新富20-1 〒293-8511



徳田郁美 Ikumi TOKUDA
鉄鋼研究所 表面処理研究部
高機能処理研究室 研究第三課



清水厚雄 Atsuo SHIMIZU
鉄鋼研究所 表面処理研究部
高機能処理研究室 研究第三課
主幹研究員



莊司浩雅 Hiromasa SHOJI
鉄鋼研究所 表面処理研究部
高機能処理研究室長 工学博士