

「ガルフレックス®」仕様を適用した クロメートフリーカラー鋼板「Jクラフト®」

Chromate-free Pre-painted Steel Sheet “J Craft™” applied “GALFLEX™” Specification

1. はじめに

JFE 鋼板は、1953 年に日本で初めてカラー鋼板の販売を始め、1993 年には塗装溶融 55% アルミニウム—亜鉛合金めっき鋼板「JFE カラー GL」(以下、カラー GL) の販売を開始し、屋根・壁用途を中心とした建材分野で長年実績を積み上げてきた。さらに 2001 年からは、カラー GL の加工性を格段に向上させた「ガルフレックス®」仕様を、品質要望の厳しい北海道地区を中心に、高度な加工を要求される用途に向けて販売し、お客様から高い評価をいただいている。カラー GL の下地である溶融 55% アルミニウム—亜鉛合金めっき鋼板 (以下、GL) のめっき層は、約 55 重量% のアルミニウム、約 43 重量% の亜鉛と約 1.6 重量% のシリコンからなり、アルミリッチ相と亜鉛リッチ相が網目状に入り組んだ複雑な組織構造を呈しており、耐食性に優れる一方で、硬度が高く曲げ加工によりめっき層にクラック (割れ) が入って加工部耐食性が低下する場合がある。「ガルフレックス」仕様は、GL に独自の技術を施すことにより、めっき層を軟質化して曲げ加工性の向上およびそれに伴う加工部耐食性の向上を実現し、優れた品質性能の発現を可能にする処理である¹⁾。なお「ガルフレックス」の名称は、「溶融亜鉛めっき」を意味する「Galvanizing」と、「柔軟」を意味する「Flexible」を組み合わせたものである。本稿では、クロメートフリーカラー鋼板「Jクラフト®」²⁾ への「ガルフレックス」仕様の適用に焦点を当てて紹介する。

2. 「ガルフレックス®」仕様の特長

2.1 GL の防食メカニズム

図 1 に、GL のめっき層断面を示す。GL のめっき層は、アルミリッチ相と亜鉛リッチ相が網目状に入り組んだ複雑な組織構造であるが、この固有のめっき層構造により、以下のメカニズムで高耐食性を発現すると考えられる。

- ① めっき層の大部分 (体積の約 80%) がアルミリッチ相で構成されるため、表層にバリア性の高いアルミニウム系酸化皮膜が形成される。
- ② 犠牲防食作用を有する亜鉛リッチ相が、優先的に腐食

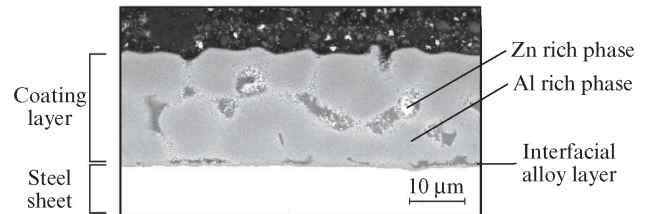


図 1 溶融 55% アルミニウム—亜鉛めっき鋼板のめっき層構造
Fig. 1 Cross-sectional microstructure of coating layer of hot-dip 55% Al-Zn coated steel sheet

する。

- ③ 網目状に入り組んだ複雑な組織構造により、亜鉛リッチ相に沿った腐食経路が長くなり、腐食の進行が遅延する。
- ④ 亜鉛リッチ相で生成した腐食生成物が系外に流出した場合、その間隙をアルミリッチ相由来のアルミニウム系酸化物が充てんする。

2.2 「ガルフレックス®」仕様のねらい

GL は、上述のように優れた耐食性を示す一方で、めっき層が硬いために、曲げ加工部でめっき層にクラックが生じやすい。カラー GL では、そのクラックが塗膜層に伝播して、腐食の障壁であるめっき層および塗膜層の損耗・消失が起き、曲げ加工部の耐食性低下をもたらす。ゆえに、めっき層を軟質化して曲げ加工性を向上させることで、曲げ加工部のクラック発生を抑制した「ガルフレックス」仕様では、平面部と曲げ加工部で顕著な耐食性の差が生じにくくなる。

2.3 「ガルフレックス®」仕様の効果

2.3.1 曲げ加工性の向上

図 2 に、カラー GL の 4T 曲げ加工部の外観を、「ガルフ

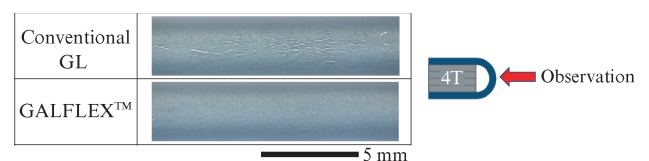


図 2 カラー GL の 4T 曲げ加工部表面

Fig. 2 Surface appearance of 4T-bent portion of pre-painted GL

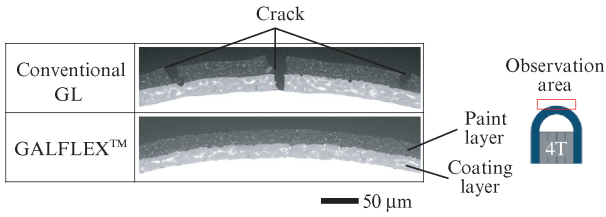


図3 カラー GL の 4T 曲げ加工部断面

Fig. 3 Cross-sectional view of 4T-bend portion of pre-painted GL

レックス」仕様の有無で比較観察した結果を示す。通常の色 GL では、曲げ加工部に線状のクラックが観察されるが、「ガルフレックス」仕様では、クラックの発生は観察されない。

図3に、カラー GL の 4T 曲げ加工部の断面を、「ガルフレックス」仕様の有無で比較観察した結果を示す。通常の色 GL では、めっき層と塗膜層の双方にクラックが観察されるが、塗膜層に観察される3箇所のクラックのうち中央の1箇所は、クラックがめっき層につながっていることから、めっき層と塗膜層の間でクラックが伝播したと考えられる。一方「ガルフレックス」仕様では、めっき層と塗膜層の双方でクラックの発生は観察されない。このように「ガルフレックス」仕様を適用することにより、カラー GL の曲げ加工性が向上することが確認される。

2.3.2 曲げ加工部耐食性の向上

図4に、CCT 複合サイクル試験 240 サイクルにより、カラー GL の 4T 曲げ加工部の耐食性を、「ガルフレックス」仕様の有無で比較した結果を示す。通常の色 GL では、曲げ加工部に白錆の発生が観察されるが、「ガルフレックス」仕様では、錆の発生は観察されない。

図5に、工業地帯（千葉）での5年間の屋外暴露により、カラー GL の 4T 曲げ加工部の耐食性を、「ガルフレックス」仕様の有無で比較した結果を示す。通常の色 GL は、CCT 複合サイクル試験と同様に、屋外暴露でも曲げ加工部に白錆の発生が観察されるが、「ガルフレックス」仕様では、錆の発生は観察されない。このように「ガルフレックス」仕様の適用により、促進試験と実環境の双方で、カラー GL の曲げ加工部の耐食性が格段に向上することが確認される。

3. クロメートフリーカラー鋼板「Jクラフト®」への適用

JFE 鋼板では、近年の環境負荷物質削減の社会的ニーズを先取りして、従来のクロメート系防錆処理をクロメートフリー化する技術の開発を進め、2006年にクロメートフリーカラー鋼板を製品化した。2016年以降は、ポリエステルトップコートの耐候性等も高めたクロメートフリーカラー鋼板「Jクラフト」として販売を継続し、2025年に累計販売量

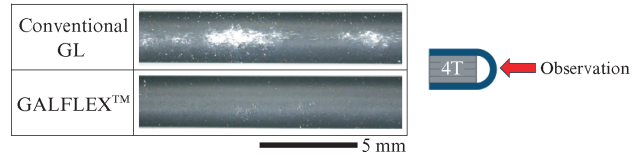
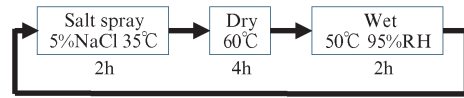


図4 CCT 複合サイクル試験 240 サイクル後のカラー GL の 4T 曲げ加工部

Fig. 4 Surface appearance of 4T-bend portion of pre-painted GL after 240 cycles of combined cyclic corrosion test

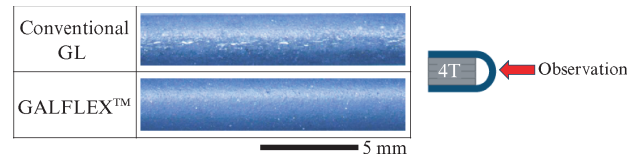


図5 工業地帯屋外暴露 5 年後のカラー GL の 4T 曲げ加工部（千葉、曲げ部上向き南面傾斜暴露）

Fig. 5 Surface appearance of 4T-bend portion of pre-painted GL after 5-year outdoor exposure in industrial area (Chiba, exposed upward, face to south and tilted)

100 万トンを達成した。「Jクラフト」は、環境負荷物質であるクロメート（六価クロム）を一切含まないにもかかわらず、カラー鋼板に求められる性能、

- ①自己修復機能による防食
- ②安定生成物形成による腐食反応の抑制
- ③腐食因子に対するバリア性の強化
- ④下地めっき鋼板との密着性強化

のすべてに適合し、従来のクロメート系カラー鋼板と同等以上の耐食性を発揮する環境にやさしいカラー鋼板である²⁾。JFE 鋼板では、「Jクラフト」によるカラー GL のクロメートフリー化を実現しており、さらに「ガルフレックス」仕様を付加することにより、環境に優しくかつ品質性能に優れた、Only 1, No 1 のカラー GL の提供を可能としている。

4. おわりに

「ガルフレックス」仕様は、カラー GL の曲げ加工性向上に加え、曲げ加工部の耐食性も向上することで、実使用における長期間の耐久性を発揮するオプション仕様である。近年カラー GL には、環境負荷の少ないクロメートフリー化が求められる一方で、屋根・壁用途としてより高いレベルの耐久性が求められており、その要求に応えるためにクロメートフリー高耐食性カラー鋼板「Jクラフト」への「ガルフレックス」仕様の適用を今後も積極的に進めていく。

参考文献

- 1) 高加工性塗装 55%アルミ・亜鉛合金めっき鋼板「ガルフレックスカラー」。NKK 技報. 2002, no. 176, p. 102-103.
- 2) クロメートフリー高耐食性カラー鋼板「Jクラフト®」。JFE 技報. 2018, no. 41, p. 95-96.

〈問い合わせ先〉

JFE 鋼板 鋼板商品技術部

TEL: 03-3493-1283 FAX: 03-3493-1937

ホームページ: <https://www.jfe-kouhan.co.jp/products/option.html>