

## V-134

## チタン薄板を用いた高耐久性金属被覆防食法の開発

新日本製鐵(株) 正会員 金井 久      新日本製鐵(株) 吉田耕太郎      新日本製鐵(株) 赤坂政芳  
 新日本製鐵(株)      林 伸幸      新日本製鐵(株) 岡村 章      新日本製鐵(株) 木下和宏  
 日鐵溶接工業(株)      館野 豊

## 1. はじめに

長大橋梁や港湾・海洋構造物等の重要な社会資本となる鋼構造物は海岸或いは海上等の厳しい腐食環境において数十年以上の長期にわたる耐用年数が要求され、これを達成する上で被覆防食技術は非常に重要である。従来の被覆防食法としては、エポキシ樹脂やポリエチレン樹脂を用いた有機ライニング法或いはチタンクラッド鋼を用いた耐食性金属ライニング法等があり、両者とも優れた防食性を示すが、有機ライニング法は経年劣化が避けられず、期待耐用年数が長期にわたる場合は多大なメンテナンスコストを伴う供用中の大規模な補修が必要であり、一方、耐食性金属ライニング法はメンテナンスフリーが期待できるものの、材料費、施工費等の初期コストが高いという課題があった。そこで今回、自然界で半永久的な耐食性があるチタン薄板の使用と簡便な施工法の適用により、初期コストを低減でき、ライフサイクルコストミニマムを実現する高耐久性金属被覆防食法を開発したので報告する。

## 2. チタン薄板被覆防食法の概要

被覆構成を図-1に示す。防食対象となる鋼材に幅 50~100mm 程度のチタンクラッド鋼を防食対象の外周部分に配置し、チタンクラッド鋼の普通鋼の部分溶解する。次に板厚 0.3~0.5mm 程度のチタン薄板を図-2に示すように、その外縁部がチタンクラッド鋼と重なるように配置し、重なり部をインダイレクト抵抗シーム溶接することにより密封シールする。これにより、防食対象部分はチタンにより被覆されると共に、腐食の原因となる酸素や水分から完全に遮断されることになる。また、チタンクラッド鋼との重なり以外の部分については、①チタン薄板の固定と振動抑制のために、あらかじめビス止めしたチタン薄板にインダイレクト抵抗シーム溶接する方法、②密着性、耐衝撃性を向上させるためにアスファルトゴム系防水材料或いはウレタン樹脂系注入材を充填する方法、をとる。

## 3. インダイレクト抵抗シーム溶接の施工性及び特性

インダイレクト抵抗シーム溶接は電気抵抗溶接の1種であるが、通電するローラー電極を並行に配置し、片側から溶接可能としているため構造物に適用可能である。また、溶接機は自走式であるため、全姿勢溶接可能であり、優れた施工性を有する。

溶接部特性の評価として、せん断引張試験、疲労試験及びピロー試験を実施した。ピロー試験はチタン薄板2枚を重ね、その周囲をインダイレクト抵抗シーム溶接後、内圧をかけてシール性を確認する試験である。その結果、溶接部のせん断引張試験においてはいずれも母材破断となり、疲労試験においては溶接部の疲労強度低下は認められなかった。また、ピロー試験においても完全なシール性を示した。

キーワード：耐食性、抵抗溶接、チタン、腐食試験

連絡先：〒229-1131 神奈川県相模原市西橋本5-9-1 TEL 0427-71-6191 FAX 0427-71-6178

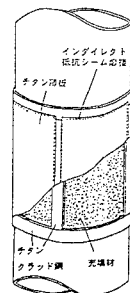


図-1 チタン薄板被覆防食法

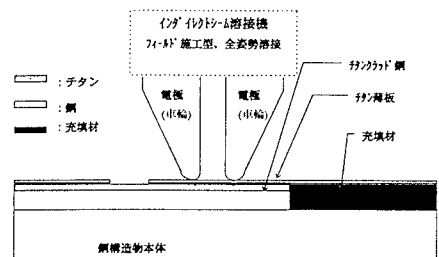


図-2 チタン薄板被覆断面図

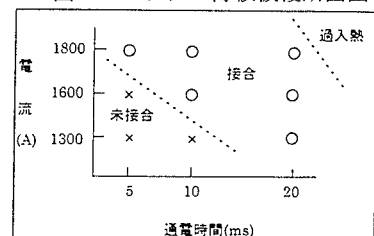
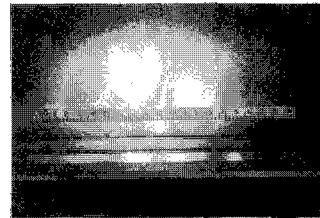


図-3 溶接可能条件

主な溶接条件としては溶接電流、通電／冷却サイクル、溶接速度、加圧力があるが、図－3に示すように溶接電流と通電時間については広い範囲で良好な溶接が得られることが確認された。写真－1は溶接電流 1800 A、通電／冷却サイクル 20mS／60mS、溶接速度 65cm／min.、加圧力 20kgf の条件でチタンクラッド鋼に板厚 0.4mm のチタンシートを溶接したビードを示す。

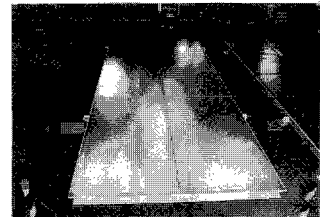


写真－1 インダクト抵抗シーム溶接ビード

#### 4. 実物大モデルによる施工試験

実際の構造物施工を想定して、大面積施工試験及び鉛直面施工試験を実施した。

大面積施工試験では写真－2に示す 2 m × 6 m の範囲のチタン薄板被覆を施工し、溶接ビード長の長距離化に伴うチタンシートの撓みもスポット溶接仮付けの事前実施により問題無く施工することができた。また、鉛直面施工試験では1ブロックが幅 1 m、高さ 4.5 m となるもの3ブロックをチタン薄板被覆施工し、縦向き及び横向きのインダクト抵抗シーム溶接を実施したが、下向きと同様に完全なシール性を有するシーム溶接を実施することができた。



写真－2 大面積施工試験

#### 5. チタン薄板被覆防食法の防食性評価

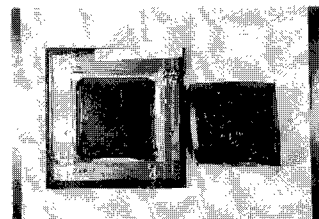
##### (1) 腐食促進試験による評価

###### ①試験概要

150mm×150mm の普通鋼板にチタン薄板被覆を施工し、(a)そのままのもの(標準試験体)、(b)デュポン衝撃試験機により、ポンチ径 5/8 インチ、エネルギー 3 kgf・m の衝撃をチタンシート及び溶接ビードに与えたもの(衝撃付試験体)、(c)チタンシートに貫通孔を開け、補修したもの(補修試験体)、の3種類を作製し、1年間の塩水噴霧試験及び干満帯をシミュレートした Dip & Dry 試験を実施した。Dip & Dry 試験は 40℃、3%食塩水浸漬 1 時間／60℃熱風乾燥 1 時間の計 2 時間を 1 サイクルとし、1000 サイクル実施した。

###### ②試験結果

塩水噴霧試験では6ヶ月経過の中間調査では溶接ビード部、熱影響部を含めてチタン薄板被覆部の腐食は皆無であり、現在試験を継続中である。また、Dip & Dry 試験ではいずれの試験体においてもチタン薄板被覆部に腐食は認められず、試験後チタン薄板を引き剥がして観察した被覆下においても写真－3に示すように水分の侵入や腐食の痕跡は認められなかった。



写真－3 Dip & Dry 試験後状況  
(衝撃付試験体)

##### (2) 暴露試験による評価

###### ①試験概要

318.5mm φ×5500mm 鋼管のうち 4500mm 長さの範囲にチタン薄板被覆を施工し、北九州市内の岸壁にチタン薄板被覆部が海上部～飛沫・干満部～海中部の範囲にわたるように鉛直方向に暴露した。尚、海中部のチタン被覆範囲外にはタールエポキシ塗装及びアルミ合金アノードによる電気防食を併用した。

###### ②試験結果

暴露9ヶ月後の引上げ調査では、生物付着が見られるのみで、チタン薄板被覆部には腐食等の不具合は皆無であった。現在、引き続き暴露試験を継続中である。

#### 6. まとめ

本防食法は長期メンテナンスフリーが低コストで可能となるため、腐食環境が厳しく、耐用年数が数十年～100年となる構造物に対し、ライフサイクルコストミニマムが期待できる被覆防食法である。