

# 海浜・海岸耐候性鋼の開発－ 1

(株) 神戸製鋼所 材料研究所 正会員 ○湯瀬文雄  
同上 同上 中山武典  
加古川製鉄所 正会員 竹下 智  
同上 菅 俊明

## 1. 緒言

近年、橋梁分野においては、初期建設コストの縮減や維持管理コストの軽減が求められており、最小限の維持管理で最大限の長寿命化をめざす「ミニмумメンテナンス橋」に対するニーズが高まっている。特に海浜・海岸部や凍結防止剤を散布する山間部など腐食性の厳しい環境でもメンテナンスのミニмум化が可能な新商品の開発が望まれている。当社では表 1 に示す従来鋼の課題を解決する新商品の開発に取り組み、高溶接施工性と塩化物環境下での耐食性を兼備した無塗装用鋼板（海浜・海岸耐候性鋼）に加え、塗り替え周期長期化が可能な塗装用鋼板<sup>1), 2)</sup>を商品化している。

本報では、塩化物環境下における裸耐食性向上に最適な成分系の検討結果を報告する。

表 1 各種鋼材の使用環境別適用範囲

| 鋼種      | 環境 | 田園部<br>Cl <sup>-</sup> 少← | 都市部 | 海岸部*<br>→ Cl <sup>-</sup> 多 | 課題      |
|---------|----|---------------------------|-----|-----------------------------|---------|
|         |    |                           |     |                             |         |
| 普通鋼     |    | ←                         | 塗装  | →                           | 塗り替えコスト |
| JIS耐候性鋼 |    | ← 無塗装                     |     |                             | 適用範囲    |
| 塗装用鋼    |    | ←                         | 塗装  | →                           |         |
| 無塗装用鋼   |    | ← 無塗装                     |     | →                           |         |

\*：山間部などの凍結防止剤散布地域含む

## 2. 塩化物環境下における耐食性向上の考え方

海浜・海岸耐候性鋼の成分系は、塩化物環境下で生成する層状剥離さびの抑制ならびに生成さびの緻密化の観点より、JIS 耐候性鋼（Cu-Ni-Cr 系）に対して Cr を無添加とし、Ti を添加するとともに Cu、Ni を増量した Cr フリー Cu-Ni-Ti 系とした。

### 2-1 腐食先端部の腐食性緩和

Cr は塩化物イオンフリーの田園部などで生成さびの緻密化を促進する元素として知られているが、Cr の作用には二面性があり塩化物環境下では必ずしもこのような効果が発揮されないことが実験的に判明した。加えて、化学平衡論的にも Cr は Fe にくらべて加水分解時の pH を低下させやすいとされている<sup>3)</sup>。pH が低下すると電気的中性を保つために塩化物イオンが濃縮し、腐食性がより一層厳しくなると考えられる。そこで、報告者らは Cr をフリー化することにより腐食性を緩和できると考え、Cr フリー鋼を検討した。

### 2-2 生成さび緻密化促進

裸耐食性向上のためには、生成さびの緻密化促進が重要であるとの考えから Cu、Ni、Ti の影響を検討した。特に、塩化物環境下で生成しやすく、安定性・緻密性に劣ることが知られているβさびの生成に及ぼす Ti の影響に着目した。

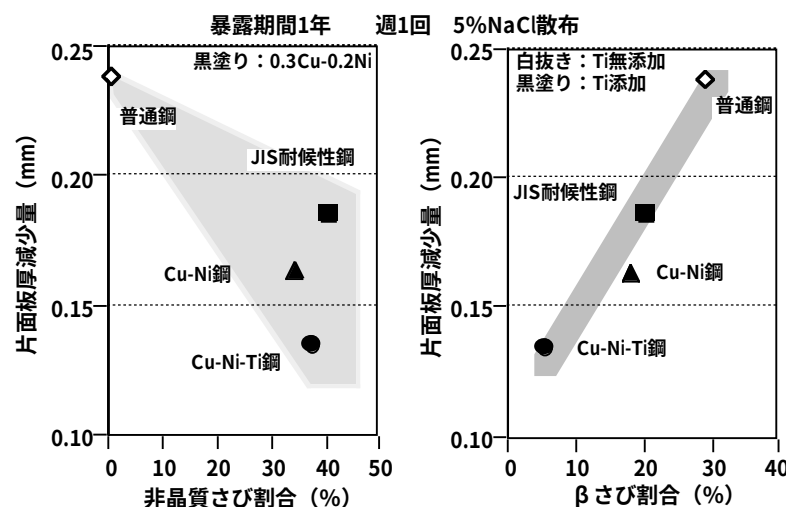


図 1 生成さび分率と板厚減少量の関係

キーワード：耐候性鋼、橋梁、安定さび、耐食性、塩化物

〒651-2271 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5－5 TEL：078-992-5505 FAX：078-992-5512

### 3. 実験方法

供試材は、普通鋼 (SM400) 及び JIS 耐候性鋼 (0.3%Cu-0.2%Ni-0.5%Cr) をベースに Cu、Ni、Cr、Ti を増減した鋼板を用いた。腐食試験は、兵庫県内の臨海工業地区 (加古川) にて週 1 回食塩水を散布する促進暴露試験を実施し、板厚減少量の評価と XRD による生成さびの定量を行った。

### 4. 実験結果と考察

促進暴露試験 1 年後の板厚減少量を非晶質さびと  $\beta$  さび分率で整理した結果を図 1 に示す。JIS 耐候性鋼から Cr をフリー化した Cu-Ni 鋼と、Cr をフリー化し Ti を 0.1% 添加した Cu-Ni-Ti 鋼は普通鋼や JIS 耐候性鋼よりも優れた裸耐食性を有する。また、生成さびは合金元素の影響を受けており、Cu、Ni は非晶質さびの生成促進作用、Ti は安定性に劣るといわれる  $\beta$  さびの生成抑制作用があることを示唆している。

次に、最適成分を決定するために鋼中の Cu、Ni 量を変化させた鋼板を用いて促進暴露試験を 1 年間行った結果を図 2 に示す。

鋼中の Cu+Ni 量が増加するにつれ裸耐食性が向上している。また Ti 添加により耐食性がさらに向上し、高価な Ni の節約が可能となる。これらの結果と溶接施工性を考慮して、海浜・海岸耐候性鋼の最適成分を 1.0%Cu-1.0%Ni-0.05%Ti に決定した。

海浜・海岸耐候性鋼を用いて促進暴露試験を 2 年間行った結果を図 3 に示す。普通鋼や JIS 耐候性鋼は層状剥離さびが生成し、暴露期間が長くなるにつれ板厚減少量が増大する。一方、海浜・海岸耐候性鋼は層状剥離さびが生成せず、極めて優れた裸耐食性を有している。Ti 添加効果の一考察として、塩化物環境下で生成し、耐食性に悪影響を及ぼすとされる  $\beta$  さびを人工的に合成した結果、 $\beta$  さびは Ti 添加により著しく微細化することが確認できた (図 4) <sup>4)~6)</sup>。

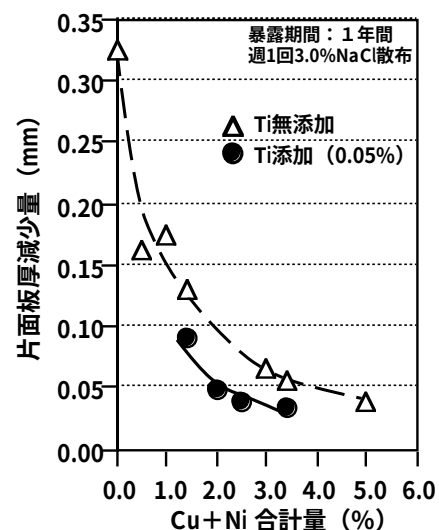


図 2 Cu、Ni、Ti の耐食性向上効果

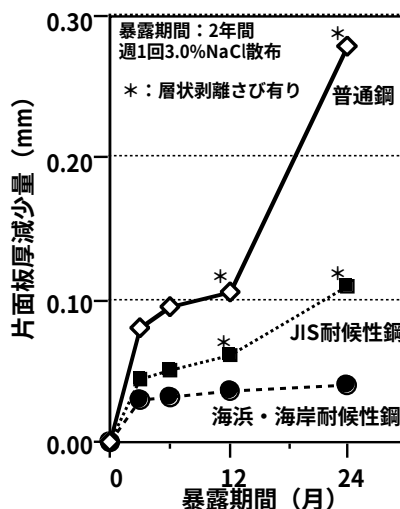


図 3 腐食減量の経年変化比較

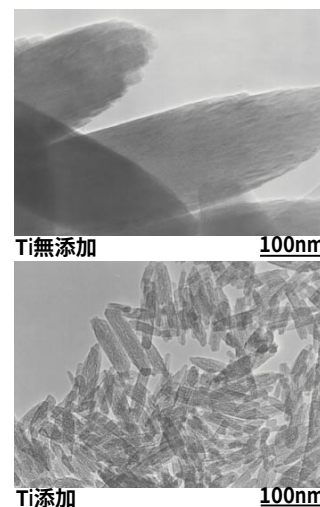


図 4  $\beta$  さびの TEM 像

### 5. 結言

塩化物環境下で優れた裸耐食性を有する海浜・海岸耐候性鋼の最適成分系として、Cr フリー Cu-Ni-Ti 系 (1.0%Cu-1.0%Ni-0.05%Ti) を決定した。

本鋼板は無塗装橋梁の適用範囲を拡大し、維持管理コストの低減が期待される。

参考文献：1)湯瀬ら：塩化物耐食性に優れた塗装用鋼板の開発-1 平成 12 年度土木学会関西支部年次学術講演会

2)竹下ら：塩化物耐食性に優れた塗装用鋼板の開発-2 平成 12 年度土木学会関西支部年次学術講演会

3)A.J.Sedricks：“Corrosion of Stainless Steels”, John Wiley & Sons, Inc., New York (1979). 4)中山ら：CAMP-ISIJ Vol.11(1998)-1110. 5)湯瀬ら：CAMP-ISIJ Vol.12(1999)-423. 6)中山ら：日本金属学会秋季大会 (1999). 498.