

## 耐候性鋼のさび層の比表面積法による評価

(株)神戸製鋼所	材料研究所	正会員	中山	武典
			正会員	湯瀬
	厚板商品技術部	正会員	古川	直宏
	同上		淵田	保司
大阪教育大学	加古川製鉄所		川野	晴弥
	化学教室		石川	達雄

### 1. はじめに

近年、橋梁分野においては、鋼橋のライフサイクルコストの低減要求が強まっており、裸使用が可能な耐候性鋼の適用が増加している。従来耐候性鋼の課題である塩化物耐食性を向上させたニッケル系高耐候性鋼も急速に普及しつつある<sup>1)</sup>。耐候性鋼は、少量の合金元素の作用により、保護性さびが形成され、それが水や酸素、塩化物イオンなどの腐食因子の侵入を防ぎ、以後のさび進行を抑制すると考えられており<sup>2)</sup>、こうしたさび安定化状態の評価技術として多くの手法が提案実施されている<sup>2) 3)</sup>。ちなみに、三者共研全国41橋暴露試験の17年目サンプルの調査では、 $-FeOOH$ が多く、 $-Fe_2O_3$ が少ないほど塩化物耐食性に優れることが確認されるとともに、さび層の比表面積との相関性も報告されており<sup>4) 5)</sup>、比表面積が大きいほど（さび粒子が微細であるほど）腐食速度が小さく、飛来塩分はさびを粗大化して耐食性劣化をもたらすことが示されている（図1<sup>5)</sup>）。さび層は、さび粒子の集合体であることから、さび粒子が微細であるほど環境遮断性が高まり、保護性が向上することは考えやすい。このことから、さび層の比表面積評価は、耐候性鋼の腐食状態を見極めるさび安定化評価技術の一つとなり得る可能性がある。そこで、本研究では、従来耐候性鋼を中心に、CCT及び暴露試験を実施して、さび層の比表面積と板厚減少量との関係を調べた。

### 2. 実験方法

供試材は、普通鋼、JIS耐候性鋼(0.2Ni-0.3Cu-0.5Cr)、2種類のニッケル系高耐候性鋼(1Ni-1Cu-0.05Ti及び2.7Ni-0.5Cu-0.04Ti)を用いた。腐食試験は、CCT試験(サイクル条件:塩水噴霧5%NaCl,30,0.5h乾燥RH50%,50,6h湿潤RH98%,30,1h水洗30,0.5h)60日及び120日と沖縄海浜地区(飛来塩分0.44mdd)での覆い付き暴露試験を行った。後者では架台の任意位置にSMAと付着塩分モニター用のTi板を貼り付けて、付着塩分量との関連も調べた。試験後、サンプル表面からカッターナイフでさび試料を削りとり、板厚減少量と窒素吸着法によるさびの比表面積を評価した。また人工さびを合成して、鉄さび構成成分の比表面積に及ぼす代表合金元素(Ti, Cr, Cu, Ni)の影響も調べた。窒素吸着は、100で2h排気処理し、自動容量法吸着装置により液体窒素温度で測定した。

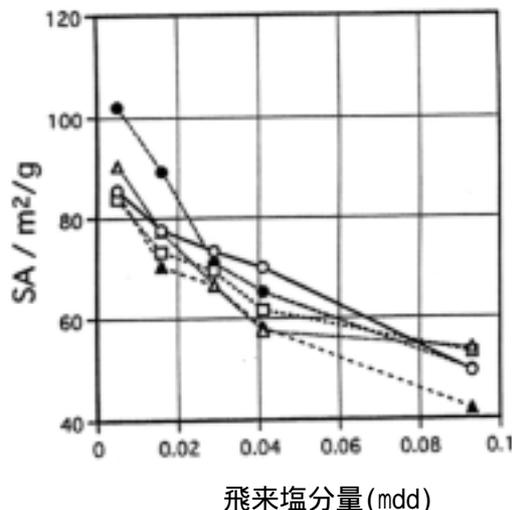


図1 三者共研全国41橋暴露試験の17年目各サンプルのさび比表面積(SA)と飛来塩分量の関係<sup>5)</sup>。SM50(○)、SMA50AW中央値(□)、SMA50AW下限値(△)、P-Cu-Cr-Ni(◇)、P-Cu(▽)。

キーワード 耐候性鋼、ニッケル系高耐候性鋼、塩化物耐食性、保護性さび、比表面積

連絡先 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9-12 TEL: 03-5739-6261 FAX: 03-5739-6934 (厚板商品技術部)

### 3. 実験結果と考察

図2に、60日及び120日のCCT試験結果を示す。耐食性序列は、2.7Ni系鋼 > 1Ni系鋼 > JIS 耐候性鋼 > 普通鋼の順であり、板厚減少量とさび比表面積とよい相関が見られ、Ni、Cu、Ti 添加により耐食性を向上させた鋼種ほど比表面積が大きいことがわかる。

次に人工さび実験により各元素の比表面積への影響について調べた結果を図3に示す。

いずれの元素も結晶性さび成分の比表面積を増大(さび粒子を微細化)させる作用があるが、全体的には、Ti > Cu > Cr、Ni の順で微細化効果が発揮されることがわかる。特に塩化物環境特有の有害さびである - FeOOH の微細化には Ti が有効であり、塩化物環境への耐食性向上作用が支持される。

図5に、沖縄での覆い付き暴露試験(3ヶ月)で得られた JIS 耐候性鋼の板厚減少量と比表面積の関係を示す。板厚減少量の減少に伴い比表面積が増大している。ここで、板厚減少量は Ti 板を用いて測定した付着塩分量ともよく相関し、付着塩分量が多いほど板厚減少量が增大した。以上のことから、塩分による耐食性劣化はさび粗大化によると思われ、さび比表面積によりさび緻密性が推定可能と考えられる。

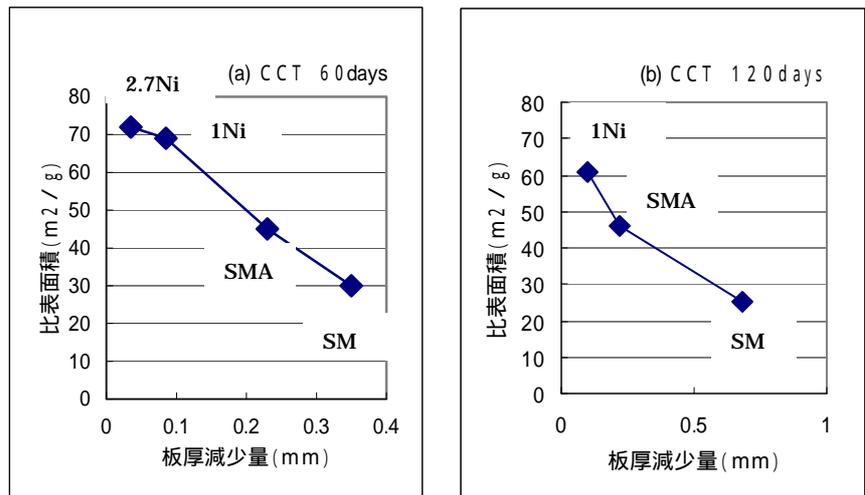


図2 CCT試験で得られた各サンプルの板厚減少量とさび比表面積の関係。(a)60日試験、(b)120日試験。

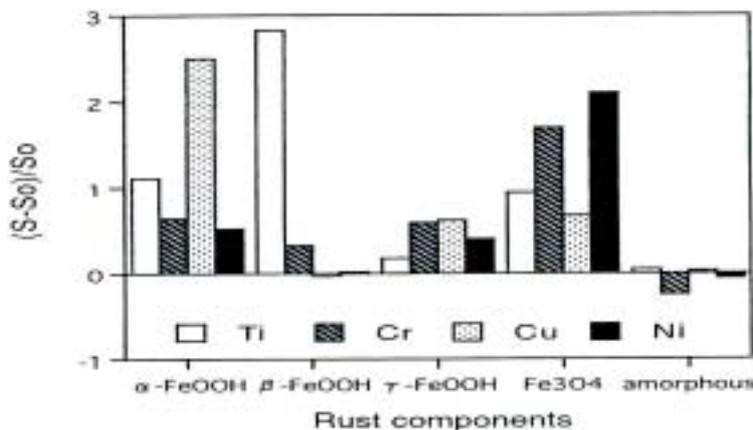


図3 鉄さび構成成分の比表面積に及ぼす合金元素の影響(人工さび試験) S<sub>0</sub>:無添加試料の比表面積、S:合金元素添加試料の比表面積(添加量:各金属/鉄=0.05)

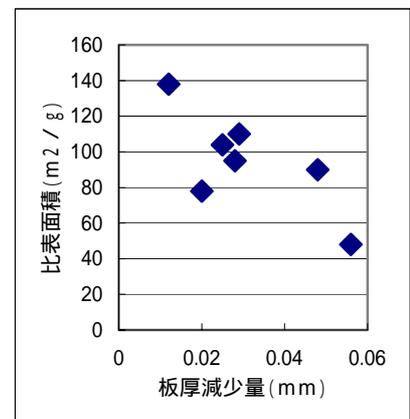


図4 覆い付き暴露架台内の任意位置で得られた JIS 耐候性鋼の板厚減少量と比表面積との関係。

### 4. まとめ

窒素吸着法で測定されるさびの比表面積は板厚減少量とよく相関し、鋼種による耐食性差異や塩分に代表される環境因子の影響を敏感にキャッチできる。このことより、耐候性鋼のさび層の緻密性評価法として有用と考えられる。今後、データ蓄積を継続し、比表面積の絶対値と板厚減少量の関係など調査していく予定である。

### 参考文献

- 1) 古川直宏ら: 神戸製鋼 R&D 技報, Vol.53, No.1, pp47-52, 2003.
- 2) 中山武典: 材料, Vol.50, No.4, pp452-453, 2001.
- 3) 紀平寛ら: 土木学会論文集, No.745 / I-65, pp47-52, 2003.
- 4) 山下正人ら: 第132回腐食防食シンポジウム資料, pp.93-104.
- 5) T.Ishikawa, et.al: Corrosion, Vol.57, p.346, 2001.