

## 高 CrNi 基合金における化学成分と耐粒界腐食特性の関係

Relationship between chemical composition and intergranular corrosion resistance in high chromium nickel base alloys

\*石寄貴大<sup>1</sup>, 山内博史<sup>1</sup>, 石岡真一<sup>2</sup>, 大城戸忍<sup>2</sup>

<sup>1</sup>株式会社日立製作所, <sup>2</sup>日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社

**抄録** 高 CrNi 基合金は、高い Cr 濃度、低い C 濃度および Nb などの安定化元素の添加により高い耐 SCC 性を有していると考えられている。本研究では、これら化学成分調整が耐食性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、化学成分指標と耐粒界腐食特性の相関性を明らかにした。

**キーワード** : Ni 基合金、粒界腐食、SCC、炉内構造物、溶接金属

**1. 緒言** Ni 基合金は、優れた材料特性を有しているが熱鋭敏化し、SCC 感受性を発現することが知られている。そのため、Cr 濃度を 30%程度に高め耐 SCC 性を向上させた高 CrNi 基合金の適用が検討されている。高 CrNi 基合金は、高 Cr、低 C および Nb や Ta、Ti の安定化効果により高い耐 SCC 特性を発揮していると考えられている。本研究では、化学成分調整が耐食性に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、これら 5 元素からなる化学成分指標<sup>[1]</sup>( $mNBar=0.13(Nb+Ta+2Ti)/C \times 0.5 \times (Cr/14)^{1.89}$ )と耐粒界腐食特性の相関性を評価した。

**2. 実験方法** 本研究では、高 CrNi 基合金の母材を評価対象とした。化学成分は、30%Cr-9%Fe-(0.29~5.54%)Nb-(0.03~0.04)%C で試作した。Ti および Ta の添加量はほぼゼロとした。試験片は、溶接金属の熱鋭敏化を模擬することを目的に、熱処理(620℃×24h 炉冷)と低温鋭敏化熱処理(500℃×24h 空冷)を施した。粒界腐食試験は、65% $HNO_3$ +0.1% $HF$  溶液を用いた。試験溶液中に試験片(3×10×40 mm)を浸漬し、沸騰状態(≒121℃)で 4 時間保持した。試験前後の質量変化から腐食度( $g/m^2/h$ )を評価した。一部の試験片に対しては、SCC 感受性を、CBB 試験で評価した。試験環境は、温度 288℃、溶存酸素濃度 20 ppm、過酸化水素濃度 20 ppm、導電率 20  $\mu S/cm$  とし、浸漬時間を 4000 時間とした。試験後断面観察を行い最大き裂深さを評価した。

**3. 結果** 図 1 に腐食度の mNBar 依存性および、SCC 発生試験の結果から得られたき裂が発生した試験片数と、最大き裂深さを合わせて示す。腐食度は mNBar の増加と共に低下し、10 を超える範囲においては、100  $g/m^2/h$  以下の値に収束し高い耐粒界腐食特性を示した。SCC 発生試験の結果、mNBar が 10 を超えた試験片では、IG 割れは認められなかった。一方で、mNBar ≒ 35 の材料では、TG 割れが認められた。これは、Nb 添加量の増加に伴う、 $\gamma'$ 相の形成および硬さの増加に起因すると考えられる<sup>[2]</sup>。mNBar、腐食度、SCC 発生試験の結果より、mNBar が 12 以上の場合、優れた耐粒界腐食特性を示すが、Nb の過剰添加により高 mNBar となった場合、TGSCC の発生が懸念されるため留意が必要と判断される。

**謝辞** 本研究の遂行にあたり、ご指導頂きました東北大学 渡邊豊 教授に深く感謝致します。

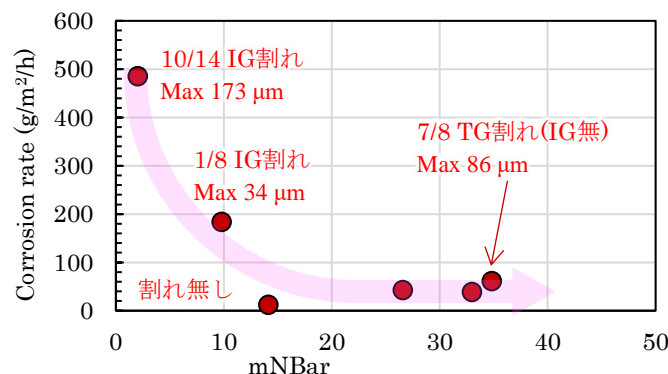


図 1 腐食度と mNBar の相関性

参考文献 [1] 西川聡 他、溶接学会論文集、第 27 巻、第 3 号、p/247-260 (2009). [2] 茂中尚登 他、特開 2020-19981

\*Takahiro Ishizaki<sup>1</sup>, Yamauchi Hiroshi<sup>1</sup>, Shinichi Ishioka<sup>2</sup>, Shinobu Okido<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hitachi Ltd., <sup>2</sup>Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.