

## ステンレス鋼溶接金属の相境界における照射誘起偏析挙動の検討

A Study about Radiation-induced Segregation Behavior at Phase Boundaries in Stainless Steel Weld Metals

\*三浦 照光, 山岡 祐樹, 藤井 克彦, 福谷 耕司

原子力安全システム研究所

ステンレス鋼溶接金属の相境界における照射誘起偏析挙動をイオン照射により調べるとともに、母材や溶接熱影響部の粒界との違いを検討した。照射前の相境界では Cr 等が濃化しており、方位関係により偏析量が異なることを確認した。照射後では粒界での照射誘起偏析と類似した Cr の減少や Ni の濃化が認められた。Cr については、粒界と相境界で照射後の濃度に大きな違いがないことが示唆された。

**キーワード：**ステンレス鋼、溶接金属、照射誘起偏析、イオン照射、相境界

### 1. 緒言

照射されたステンレス鋼溶接金属を高温水中で腐食試験すると、中性子照射ステンレス鋼の粒界と同様に、フェライト相 ( $\delta$ 相) とオーステナイト相 ( $\gamma$ 相) の境界に沿って優先酸化が生じる[1]。粒界の優先酸化は照射誘起応力腐食割れ (IASCC) の発生要因の一つと考えられており、相境界の優先酸化は溶接金属に IASCC を誘起する要因になりうる。粒界や相境界が優先酸化される原因は照射誘起偏析により耐食性に関係する Cr が減少するためと考えられるが、相境界における照射誘起偏析の挙動については、方位関係による違い等、粒界ほど詳しくは分かっていない。ステンレス鋼溶接金属における IASCC 挙動を明らかにする一環として、相境界における照射誘起偏析挙動を調べ、母材や溶接熱影響部 (HAZ) の粒界との違いを検討した。

### 2. 試験

SUS304 ステンレス鋼の溶接継手[2]から採取した試料に、東京大学重照射研究設備の加速器を用いて 500°C で 2.8 MeV  $\text{Fe}^{2+}$  イオンを照射した。照射速度と照射量は試料表面から深さ 500 nm の位置で  $3.6 \times 10^{-4}$  dpa/s と 5.0 dpa とした。母材、HAZ および溶接金属について、電子後方散乱回折測定によりランダム粒界と Kurdjumov-Sachs の関係 (K-S 関係) およびランダムな方位関係の相境界を特定し、集束イオンビーム加工装置を用いて薄膜試料を作製した。薄膜の厚さは精密イオン研磨装置を用いた 500 V の Ar イオン研磨により 50 nm 以下とした。走査型透過電子顕微鏡とエネルギー分散型 X 線分析器を用いて、照射領域 (深さ 500 nm の位置) と未照射領域 (深さ 1250 nm 以上の位置) について、粒界/相境界から  $\pm 50$  nm の範囲で元素濃度を調べた。

### 3. 結果

ランダム相境界近傍の元素分布を図に示す。未照射領域では相境界近傍で Fe が減少し、Cr, Ni, Mn, Mo が濃化していた。照射領域では相境界近傍で Fe, Ni, Si が濃化し、Cr, Mn, Mo は減少した。Fe, Cr, Mn, Mo では、照射前の初期偏析と照射誘起偏析で物質移動の方向が反対であった。また、ランダム相境界では K-S 関係の相境界と比べて照射前の偏析量が大きく、照射による Cr 濃度の低下が抑えられる傾向が認められた。母材/HAZ の粒界との比較は当日報告する。

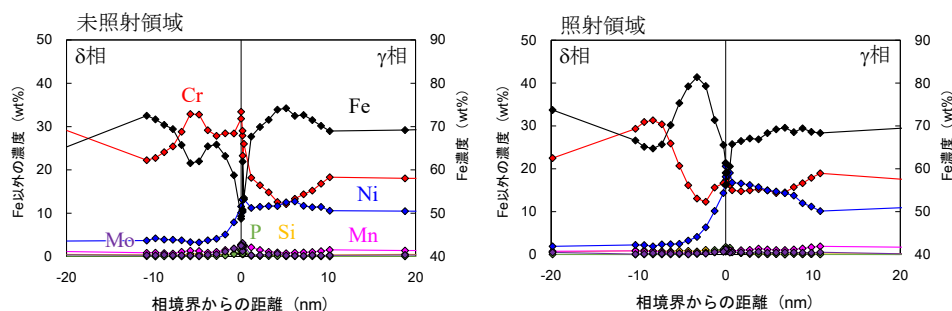


図 溶接金属のランダム相境界近傍の元素分布

**参考文献** [1] 藤井 他, INSS JOURNAL, 28 (2021) NT-3. [2] 山田 他, INSS JOURNAL, 17 (2010) 150-158.

\*Terumitsu Miura<sup>1</sup>, Yuki Yamaoka<sup>1</sup>, Katsuhiko Fujii<sup>1</sup>, and Koji Fukuya<sup>1</sup> <sup>1</sup>Institute of Nuclear Safety System