原子炉圧力容器鋼ステンレスオーバーレイクラッド熱影響部の イオン照射による微細組織変化

Ion irradiation-induced microstructural changes in heat-affected zone of stainless weld overlay cladding of RPV steel

*河 侑成¹,高見澤 悠¹,塙 悟史¹,西山 裕孝¹,海老澤 直樹²,外山 健²,永井 康介² ¹原子力機構,²東北大金研

ステンレスオーバーレイクラッドの施工により生じる原子炉圧力容器鋼の熱影響部及び母材にイオン照射 を行い、溶質原子クラスターの形成を3次元アトムプローブで分析し、照射硬化量と比較した。

キーワード:原子炉圧力容器、ステンレスオーバーレイクラッド 溶接熱影響部、イオン照射、アトムプロ ーブ、溶質原子クラスター

1. 緒言

原子炉圧力容器鋼のステンレスオーバーレイクラッド直下に生じる溶接熱影響部(HAZ)に対してイオン照 射を行い、HAZ の熱履歴に応じて照射硬化量が異なることを前報で示した[1]。本研究では、HAZ に対する照 射硬化のメカニズムを明らかにするため、イオン照射した HAZ および母材のアトムプローブ分析を実施、比 較することにより、照射硬化の一因となる溶質原子クラスター形成に対する熱履歴の影響を調べた。

2. 実験

原子炉圧力容器鋼 A533B 材に対して照射表面から深さ約 600 nm での損傷量が約 0.5 dpa となるようにイ オン照射した HAZ 及び母材を用いた。照射温度は約 290℃である。HAZ の粗大粒領域や微細粒領域を選択した 上で集束イオンビーム (FIB)を用いて針状の試験片を加工し、アトムプローブ (APT)分析を行った。APT 分 析は CAMECA 社製の LEAP-4000XHR を用い、電圧パルスモードのパルス周波数を 200 kHz、試料温度を約 55K に 設定して 3 次元マッピングを得た。

3. 結果

APT 分析の結果、図1に示すように照射領域にはCuやSi-Mn-Ni 溶質クラスターが形成されていたが、未照射領域では クラスターの形成が認められなかった。粗大粒 HAZ、微細粒 HAZ 及び母材においてはクラスターの分布形態がそれぞれ異 なり、母材はHAZ に比べてクラスターの形成が少なかった。 照射硬化量と微細組織の相関より、HAZ の照射硬化量が母材 より大きくなる要因の一つとしてクラスター分布形態の差 異があるものと推測した。また、一部の微細粒 HAZ で照射硬 化量が最も高くなる結果が得られており、その理由を溶質ク ラスターの直径、組成、数密度の分析により考察した。



参考文献

[1] 河 侑成 他、「イオン照射による原子炉圧力容器鋼溶接熱影響部の硬化と微細組織」、日本原子力学会2017年春の年会

*Yoosung Ha¹, Hisashi Takamizawa¹, Satoshi Hanawa¹, Yutaka Nishiyama¹, Naoki Ebisawa², Takeshi Toyama² and Yasuyoshi Nagai² ¹JAEA, ²Tohoku Univ.