

改良ステンレス鋼燃料被覆管の BWR 装荷に向けた研究開発(3)

(6) PRW 法を用いた端栓接合試験

R&D of advanced stainless steels for BWR fuel claddings (3)

(6) End-plug joining test applying PRW technique

*丹野 敬嗣¹, 矢野 康英¹, 塚田 竜也¹, 坂本 寛², 山下 真一郎¹

¹原子力機構, ²日本核燃料開発

BWR 装荷を目標として、事故耐性を有した改良ステンレス鋼燃料被覆管の研究開発を進めている。本発表では、シリーズ発表の一環として、PRW 法を用いた FeCrAl-ODS 鋼被覆管への端栓接合試験の結果を報告する。

キーワード：燃料被覆管，酸化物分散強化，PRW 法，接合，端栓

1. 緒言

軽水炉の事故耐性燃料用として、耐水蒸気酸化性を高めるために Al を添加した FeCrAl-酸化物分散強化型(ODS)鋼被覆管の開発が行われている。ODS 鋼の強度は微細に分散した酸化物粒子によるものであり、端栓接合に溶融を伴う一般的な溶接方法を用いると、微細な酸化物粒子が粗大化するなどして十分な強度を担保できなくなる可能性がある。原子力機構では高速炉用 ODS 鋼燃料被覆管向けに、溶融を伴わない固相接合である加圧抵抗溶接(PRW)法を開発した[1]。本研究では FeCrAl-ODS 鋼被覆管について PRW 法を適用した接合試験を実施した。

2. 試験方法

供試材には①15Cr-4Al-ODS 鋼被覆管(外径 8.5mm、肉厚 0.5mm)と②12Cr-6Al-ODS 鋼被覆管(外径 11.2mm、肉厚 0.35mm)を用いた。両被覆管とも、クリープ強度を重視した再結晶フェライト組織である。また、端栓材には接合時の応力に起因した変形を避けるため、結晶粒が小さく、被覆管よりも強度が高い未再結晶 12Cr-6Al-ODS 鋼を用いた。PRW 法は被覆管と端栓を加圧した状態で瞬間的に大電流を流して接合する手法であり、接合部の酸化を避けるために真空雰囲気下で実施する。本研究では、FeCrAl-ODS 鋼被覆管への PRW 法の適用性評価に向けて、接合時の電流などをパラメータとして、FeCrAl-ODS 鋼被覆管と端栓の接合性確認試験を実施した。接合後に金相観察および引張試験(室温、300℃)を実施した。

3. 試験結果

上記①と②の被覆管ともに、接合条件を調整することで、良好な接合部外観、断面形状を得られた。また、①の被覆管では、接合部の金相観察で欠陥が検知されない接合条件を見出すことができた。接合後の引張試験では、接合部及びその近傍での破断は生じなかった。一方、②の被覆管では、今回試験を実施した範囲では図(下)に示すような接合部近傍の被覆管の局所的な割れを回避する条件を見出すことはできなかった。その結果、引張試験では伸びが小さく、接合部近傍の被覆管部での破断が生じた。今回、①の被覆管については、PRW 法による FeCrAl-ODS 鋼被覆管と端栓の接合性を確認できた。今後は再現性の確認が重要である。②の被覆管については、接合することはできたが、割れ等の接合欠陥を含まない信頼性の高い接合とするためには、さらなる接合条件の最適化を行う必要がある。発表では接合条件ごとの試験結果の詳細及び考察を報告する。

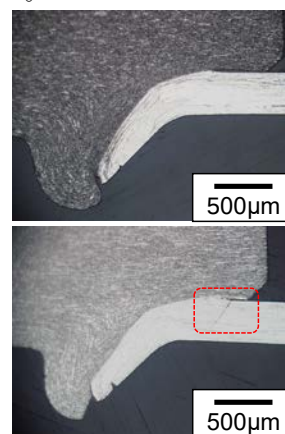


図 ②の被覆管の接合後断面金相

(上)割れなし

(下)割れあり

参考文献

[1] M. Seki, K. Hirako, S. Kono, Y. Kihara, T. Kaito, S. Ukai, J. Nucl. Mater. 329-333 (2004) 1534-1538.

本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 29 年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業（安全性向上に資する新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた技術基盤整備）の成果である。

*Takashi Tanno¹, Yasuhide Yano¹, Tatsuya Tsukada¹, Kan Sakamoto² and Shinichiro Yamashita¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Nippon Nuclear Fuel Development Co., Ltd.