

中性子照射した低放射化フェライト鋼-316Lステンレス鋼異材接合材の
衝撃特性と変形挙動

**Impact properties and deformation behavior of a dissimilar-metals joint
between low-activation ferritic steel and 316L stainless steel
after neutron irradiation**

長坂琢也^{1,2}, 付海英^{1*}, 山崎正徳³, 外山健³, 管文海^{4**}, 野上修平⁴, 芹澤久⁵, 谷川博康⁶
NAGASAKA Takuya^{1, 2}, FU Haiying^{2*}, YAMAZAKI Masanori³, TOYAMA Takeshi³,
GUAN Wenhai⁴, NOGAMI Shuhei⁴, SERIZAWA Hisashi⁵, TANIGAWA Hiroyasu⁶

¹核融合研, ²総研大, ³東北大金研, ⁴東北大院工, ⁵阪大接合研, ⁶量研機構,
*現 西南物理研究院, 中国

¹NIFS, ²SOKENDAI, ³IMR, Tohoku, Univ., ⁴Graduate school of Eng., Tohoku Univ., ⁵JWRI, Osaka Univ., ⁶QST, *Current affiliation: SWIP, China

1. 序論

核融合炉ブランケットと炉外機器の接続のために、低放射化材料と一般工業材料との異材接合が必要である。本研究では、異材接合材の照射特性を明らかにし、接合条件の最適化における指針を得ることを目的とする。低放射化フェライト鋼F82Hと316Lステンレス鋼の異材接合材の中性子照射特性について報告する。

2. 実験方法

F82HとSS316Lの7 mm厚の板材をつき合わせて電子ビーム溶接を行った。680°C×1 hの溶接後熱処理 (Post-weld heat treatment: PWHT) でF82H側熱影響部 (Heat-affected zone: HAZ) の焼入れ硬化相の焼き戻しを行った。

シャルピーVノッチ微小衝撃試験片及び、SSJ型微小引張試験片を中性子照射した。照射はBR-IIIにて、295°Cで 5.6×10^{23} n m⁻² (E > 1 MeV) にて行った。損傷量はFe換算で0.1 dpaである。

3. 結果および議論

図1に照射後の接合部の硬さ測定結果を示す。CJ01, CJ02, CH01ともに同じ異材接合材である。F82H側のHAZで大きな照射硬化が起こった。硬化領域の大きさは50 µm程度で島状であった。

室温で引張試験を行ったところ、破断位置はSS316L母材であり十分な接合強度を確認した。

非照射と比較して、照射後は全ての試験温度で衝撃吸収エネルギーが低下した。溶接金属 (WM)、熱影響部 (HAZ) にVノッチを加工した場合にも照射によって吸収エネルギーが低下したが、いずれも照射後のF82H母材よりも大きかった。著しい照射硬化が観察されたHAZ

においても大きな吸収エネルギーの低下はなく、延性-脆性遷移温度は-100°C以下で、継手として十分な延性を持つことが示された。上記の著しい照射硬化は、その体積が極めて小さいために破壊の促進は起こらなかったと考えられる。異材接合材が使用されるのはブランケットの背面であり、照射量は真空容器及び超電導コイルのそれと同様である。実験炉ITERでは0.027 dpa[1]、原型炉DEMOでは 1×10^{23} n m⁻²と見込まれている。今回の照射量はこれらよりも大きく、ITER及びDEMO条件で異材接合継手が使用可能であることが示された。講演では硬化の原因と、軽減が必要な場合の方策、及び照射後の変形挙動の解析結果についても議論する。

4. まとめ

F82H鋼と316L型ステンレス鋼との異材接合材を試作し、原子炉BR-IIで中性子照射した。300°C、0.1 dpaでF82Hの熱影響部で著しい照射硬化が起こったが、衝撃特性の劣化は小さく、異材接合継手を使用できる見通しが得られた。

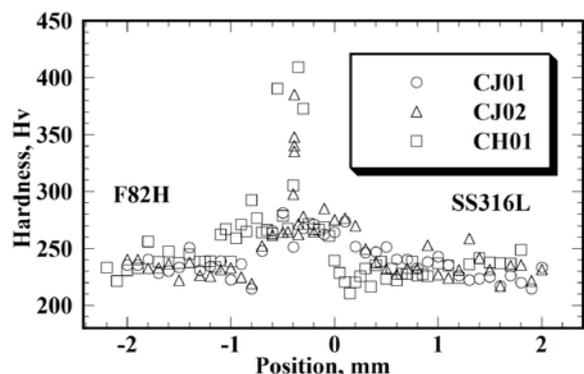


図1 異材接合材接合部の照射後の硬さ