

HIP 接合界面のねじり試験による健全性評価：脱ガス及び表面処理影響

Characterization of the HIP joint interfaces by torsion test: Effects of degassing and surface finish

*野澤 貴史¹, 大曾根 龍次^{1,2}, 谷川 博康¹

¹量研, ²金属技研

熱間等方圧加圧（HIP）接合のプロセス条件の最適化検討のため、HIP 前処理の脱ガス工程を系統的に調査した。電解研磨による表面処理に一定の効果が確認されたが、それ以上に部品脱ガスの重要性が指摘された。特にギャップコンダクタンスの確保により良好な HIP 接合界面が達成される見通しが得られた。

キーワード：熱間等方圧加圧（HIP）接合、低放射化フェライト鋼、ねじり試験、脱ガス、表面処理

1. 緒言

HIP 接合技術は核融合ブランケット構造体の接合技術の一つとして開発が進む。これまでに、HIP 接合界面の品質確保のため、接合界面での酸化物介在物の制御が重要との結論を得ている。そこで当グループでは酸化物の形成に強く影響を及ぼしうる酸素の供給に着目し、具体的には HIP 処理前の脱ガス行程について、基材の表面処理と併せてプロセス条件の整理を進めている。本研究では、様々な前処理条件のモデル HIP 材を対象とし、実機の薄肉構造部の評価のため新たに開発を進めるねじり試験法により評価した。

2. 実験方法

様々な表面状態（加工まま、機械研磨まま、電解研磨、酸洗等）の低放射化フェライト鋼 F82H 基材から HIP 接合体を製作した。また、接合界面部分のコンダクタンスを確保するため、接合界面に約 0.1mm の段差を設けた基材も準備した。これらの部品は 600℃（1 時間）で脱ガスをした後に、カプセルケーシング若しくは直接溶接により封じられ、その後 600℃（5.5 時間）で再度加熱脱気を行った。HIP 条件は、1100℃、150MPa、2 時間とし、すべての試験体で一定とした。また、HIP 処理後には、980℃（0.5 時間）、760℃（1.5 時間）の熱処理を行った。HIP 接合界面の評価は、室温のねじり試験により行った。

3. 結果及び考察

部品組み立て前に 600℃の脱ガス処理を施すことで、良好な HIP 接合界面特性が得られる見通しを得た。その上でさらに、基材の接面のギャップコンダクタンスを確保することで引き続き行うカプセルケーシング後の加熱脱気がよく達成され、母材並みの界面接合強度が得られる見通しを得た。一方、基材の直接溶接では溶接時の酸素混入の影響が懸念される結果を得た。また、表面処理の影響評価の結果、電解研磨処理において HIP 接合界面の品質改善に一定の効果が期待される結果を得た。しかしながら、データのばらつきから、現時点で必ずしも明確な優位性までは見出せなかった。本発表では、ねじり試験後の破断面観察及びシャルピー衝撃試験結果と併せて、詳細について議論する。

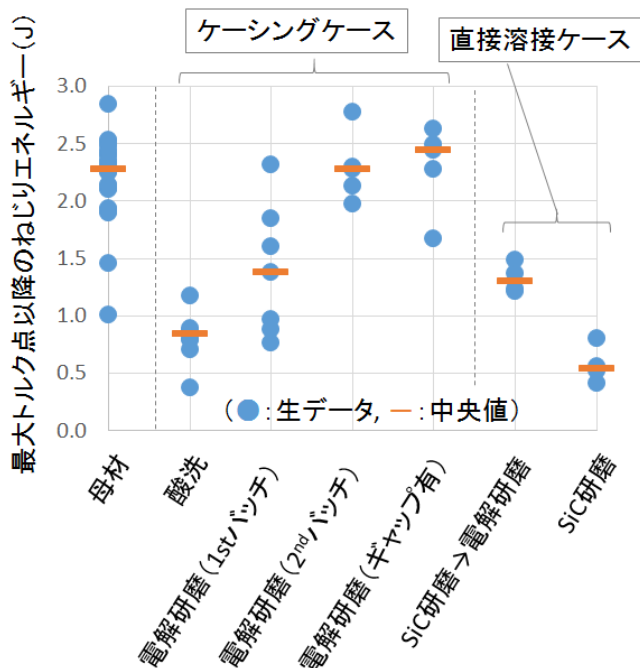


図1 様々な条件で作製した HIP 接合体及び母材のねじり試験における最大トルク点以降のねじりエネルギー（主にき裂生成及び進展に要するエネルギー）の特徴

*Takashi Nozawa¹, Ryuji Ohsone^{1,2} and Hiroyasu Tanigawa¹

¹QST and ²MTC