

F82H 鋼 HIP 接合材界面上の析出挙動に及ぼす接合温度と組成の効果

Effects of bonding temperature and chemical composition for precipitation on interface of HIPed F82H steel joints

*岸本 弘立¹, 中里 直史¹

¹室蘭工業大

F82H 鋼を用いた核融合炉ブランケットの第一壁製作に熱間等方圧加圧法 (HIP 法) が使用される可能性がある。F82H 鋼の HIP 接合界面にはケイ素酸化物が形成され、靱性低下の原因となる。本発表はこの酸化物形成に及ぼす接合温度と鋼材の組成の影響について議論を行う。

キーワード: F82H 鋼 第一壁 熱間等方圧加圧法 HIP 接合

1. 緒言

低放射化フェライト鋼である F82H 鋼は核融合炉第一壁の構造材料として有力な候補の一つである。第一壁は複雑な構造を有しているため、製造において熱間等方加圧(HIP)法を用いることが検討されている。HIP 法は溶接と比較すると熱影響部が狭く複雑な形状の部材が作製可能であるが、HIP 接合した F82H 鋼の接合界面上には高密度のケイ素酸化物が形成し、接合材の靱性は母材部と比べ著しく低下することがわかっている。本研究では酸化物の形成と接合温度の相関評価を行ない、酸化物の形成メカニズムを考察する。

2. 実験方法

共試材の F82H 鋼は 20×3×1mm の短冊状試験片に加工して接合面を機械研磨 (#1200) 仕上げとし、HIP 用のキャプセルとして φ6mm の軟鋼管を用いた。軟鋼管の一端を TIG 溶接で封止した後に試料を装荷し、600℃で 2 時間、真空中で脱ガス処理を行った後、軟鋼管を真空中に引きつつ溶断して真空封入した試料を HIP 処理に供した。HIP 処理温度はオーステナイト変態点以下と考えられる 800℃、およびオーステナイト相となる 900℃、通常の HIP 処理温度である 1100℃を選択し、温度保持時間 2 時間、圧力 145MPa で実施した。HIP 処理後の試料は切断・表面研磨したのち SEM による微細組織観察、EPMA による組成分析を行った。

3. 結果と議論

図 1 に各接合温度における HIP 接合材の接合界面近傍の反射電子像を示す。黒色を示すものが軽元素で構成される析出物であり、接合温度によって低温では線状、高温での接合では円形の粒子状で観察される。高倍での観察では図 1 では線状に観察された 800℃接合材の析出物相も細かい粒子状の析出物の集合体であることがわかる。の EPMA による元素分析から、800℃においても接合界面上の黒色の析出物は Si 酸化物であると考えられ、ケイ素、酸素に加えてバナジウムも界面上の多く存在していた。これはより高温での接合材とほぼ同じ傾向であった。F82H 鋼の構成元素の中で Si は酸化物形成自由エネルギーが最も小さく、バナジウムが次いで小さい。本研究の結果から 800℃程度の低い温度においても Si 酸化物形成は生じており、HIP 処理中に表面近傍から Si などが Fe 酸化物もしくは Cr 酸化物を還元し、最終的に形成エネルギーが低いケイ素が Si 酸化物となると考えられる。ケイ素酸化物の形成を抑止するには Si より低い酸化物形成エネルギーを持つ元素を活用する、表面処理でケイ素の拡散を妨げる、還元処理で酸化物層を除去しておくなどが考えられるが、検討を要する。

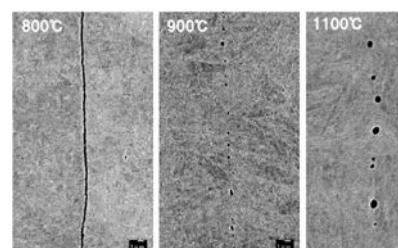


図 1 接合温度 800℃、900℃、1100℃で接合した HIP 界面近傍の反射電子像

*Hirotsu Kishimoto¹, Naofumi Nakazato¹

¹Muroran-IT.