

先進多段階ろう付接合法(AMSB)によるダイバータ受熱機器の開発

Development of the divertor heat removal component by the Advanced Multi-Step Brazing (AMSB)

*時谷 政行¹, 浜地 志憲¹, 平岡 裕², 増崎 貴¹, 田村 仁¹, 能登 裕之¹, 田中 照也¹,
恒吉 達矢³, 辻 義之³, 室賀 健夫¹, 相良 明男¹, FFHR 設計グループ¹

¹核融合科学研究所, ²岡山理科大学, ³名古屋大学

世界初のろう付接合技術「先進多段階ろう付接合法(Advanced Multi-Step Brazing: AMSB)」を用いて、酸化物分散強化銅(GlidCop®)をヒートシンク材料に、タングステン(W)をアーマー材料とした、世界最高性能の核融合炉用新構造ダイバータ受熱機器の開発に成功した。

キーワード：先進多段階ろう付接合法(AMSB)、ダイバータ、タングステン、銅合金、熱負荷

1. はじめに

過去の研究において、タングステン(W)と酸化物分散強化銅(GlidCop®)を強靱に接合するための「先進的ろう付接合法」を開発し、 $\sim 10 \text{ MW/m}^2$ 以上の定常除熱が可能な W/GlidCop®製ダイバータ受熱機器の製造に成功した[1]。その後、「先進的ろう付接合法」を高度化することで、GlidCop®同士(GlidCop®/GlidCop®)、あるいは、ステンレス鋼(SUS)と GlidCop®(SUS/GlidCop®)の接合において、流体漏れの無い完全リークタイトな接合接手の生成を可能とする技術開発に成功した。この技術は、1つのダイバータ受熱機器製造時に、同じろう付熱処理を複数回繰り返すことができる特長を有している。以上により開発した「先進多段階ろう付接合法(Advanced Multi-Step Brazing: AMSB)」を利用すれば、これまで困難であった矩形の冷却流路を GlidCop®製ヒートシンクに導入することが可能となる。本発表では、AMSB を用いた世界最高性能の W/GlidCop®製核融合炉用新構造ダイバータ受熱機器の開発について報告する。

2. 機器製作と除熱性能試験

図 1(a)および(b)は、AMSB を用いて製造した W/GlidCop®製新構造ダイバータ受熱機器試験体の実物写真と断面図である。SUS/GlidCop®, W/GlidCop®の順に 2 段階のろう付接合を用いて製造された。GlidCop®製ヒートシンクは矩形の冷却流路を有していること、受熱面直下に V 型スタaggerドリップ構造が切削加工されている

ことが特徴である。これにより、狭い冷却流路を流れる冷却水に旋回流が生じ、高い除熱効率が得られる[2]。

本試験体の除熱性能を評価する目的で、核融合科学研究所に既設の電子ビーム熱負荷試験装置(ACT2)による定常熱負荷試験を実施した。冷却水条件は、「流速： $\sim 6.9 \text{ m/s}$ 、入口圧力： $\sim 0.5 \text{ MPa}$ 、入口温度：室温」とし、図 1(a)の W 表面に四角形で色付けしている領域に最大で $\sim 30 \text{ MW/m}^2$ の定常熱負荷を印可した。 $\sim 30 \text{ MW/m}^2$ においても、厚さ 5 mm の W 平板中心部の温度は $\sim 1200^\circ\text{C}$ 、W 直下の GlidCop®の温度は $\sim 400^\circ\text{C}$ であり、構造的に問題無い温度範囲に維持された。結果より、AMSB により製造された W/GlidCop®製新構造ダイバータ受熱機器試験体は、現状で世界最高除熱性能を有したものであることを実証した。

参考文献

- [1] M. Tokitani et al., Nucl. Fusion 57 (2017) 076009.
[2] T. Tsuneyoshi et al., JSFM (2015) C11-1.

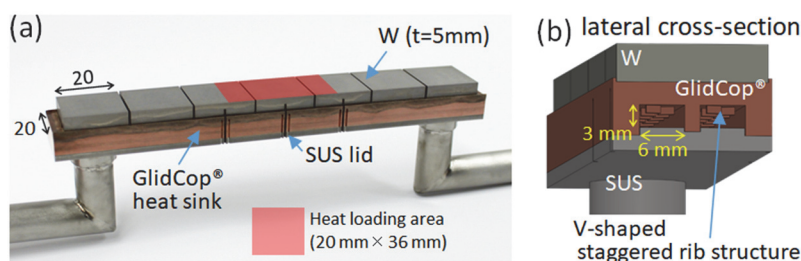


図 1 (a)AMSB を用いて製造した W/GlidCop®製新構造ダイバータ受熱機器試験体の実物写真。熱負荷試験時の面積(20mm × 36mm)を図示してある。(b)熱負荷領域近傍の断面図。

¹Masayuki Tokitani¹, Yukinori Hamaji¹, Yutaka Hiraoka², Suguru Masuzaki¹, Hitoshi Tamura¹, Hiroyuki Noto¹, Teruya Tanaka¹, Tatsuya Tsuneyoshi³, Yoshiyuki Tsuji³, Takeo Muroga¹, Akio Sagara¹, and the FFHR Design Group¹

¹NIFS, ²Okayama Univ. of Sci., ³Nagoya Univ.