

23P-5F-11

ダイバータ受熱機器開発に向けたタングステン/低放射化フェライト鋼 接合試験体における除熱特性評価法の改善

The improvement of evaluation the thermal conductivity in the W/RAFM steel joint sample for the divertor heat removal component

山下 東洋^a, 時谷 政行^{a,b}, 浜地 志憲^{a,b}, 申 晶潔^{a,b}, 能登 裕之^{a,b}, 増崎 貴^{a,b},
室賀 健夫^{a,b}, FFHR設計グループ^b

T. Yamashita^a, M. Tokitani^{a,b}, Y. Hamaji^{a,b}, J. Shen^{a,b}, H. Noto^{a,b}, S. Masuzaki^{a,b},
T. Muroga^{a,b}, the FFHR Design Group^b

^a 総合研究大学院大学, ^b 核融合科学研究所

^a The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI, Toki, Gifu 509-5292, Japan,

^b National Institute for Fusion Science, National Institutes of Natural Sciences,
Toki, Gifu 509-5292, Japan

本文

核融合炉のダイバータにおけるバッフル及びドーム構造部の受熱機器開発に向けて、純銅を中間緩衝材としてタングステン(W)と低放射化フェライト鋼(JLF-1)の接合試験を行った[1]. 接合したW/Cu/JLF-1接合試験体の除熱性能(熱伝導特性)を評価するため、核融合科学研究所のActive Cooling Teststand 2(ACT2)を用いて、電子ビームによる熱負荷試験を継続して行っている[2]. 本発表では、前回の報告において行った熱負荷試験に対する精度改善実験の結果を主に報告する.

ACT2を用いた熱負荷試験の模式図を図1に示す. 左側が前回の報告(従来型)の試験方式, 右側が今回実施した改善型の方式である. 双方共固定治具(マスク)を用いて接合試験体を水冷ヒートシンクに押し付けて冷却する方式であり、熱負荷試験中の温度変化は、W, JLF-1の中心に設置した熱電対により測定した. 今回、従来型から大きく改善した点は2つある. 改善点①は、マスクによる熱負荷試験中の温度変化への影響を緩和するため、マスクの材料に純モリブデンを使用し、試験体の底部位置を押しやる方式を採用した. 改善点②は、ヒートシンクの冷却性能を改善するため、冷却水が直接Cu製ヒートシンクに接触する構造を作成した.

30s間の電子ビーム照射時のWとJLF-1の温度上昇から、フーリエの法則を用いてW/Cu/JLF-1接合試験体の温度分布を計算した結果を図2に示す. 図2-(a)は、従来型での結果, 図2-(b)は、改善型での結果である.

従来型の結果の問題点は、 $\sim 6\text{MW/m}^2$ の熱負荷量に対して、Cu中間緩衝材の温度が、W側から外挿した場合よりも、JLF-1側から外挿した場合の方が $\sim 84^\circ\text{C}$ 高くなる点であった. この差は理想的な熱負荷試験環境下では生じないはずである. これに対して、今回実施した改善型の結果では、図2-(b)に示すように $\sim 5.8\text{MW/m}^2$ の熱負荷値に対して同差が $\sim 47^\circ\text{C}$ となった. こ

の差の減少は、実施した改善策が少なくとも有効であったことを示唆するものである. また、熱負荷を実施した試験体においては、クラックなどのマクロな損傷が見られなかったことから、接合試験体としての健全性も確認できた. 講演では、繰り返し熱負荷試験結果についても報告する予定である.

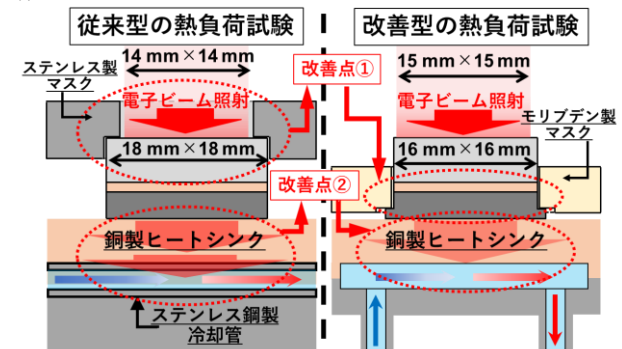


図1. 熱負荷試験の模式図

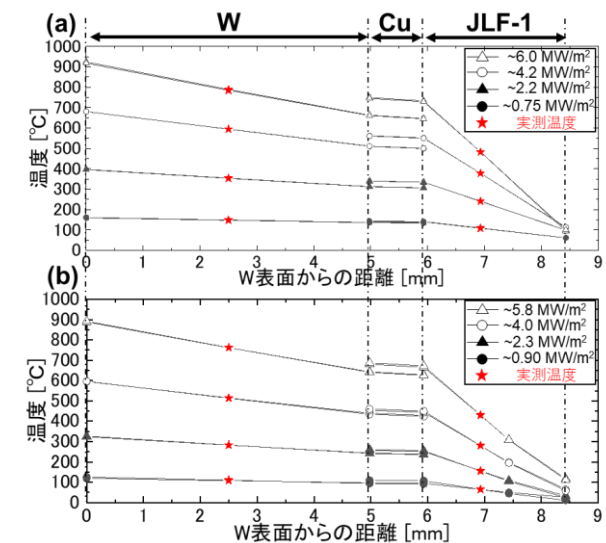


図2. (a)従来型, (b)改善型の熱負荷試験による接合試験体構造内の温度変動

- [1] T. Yamashita, et al., Fusion Eng. Des. 170 (2021), 112687.
[2] Y. Hamaji, et al., Plasma Fusion Res 11 (2016), 2405089.