ODS 銅/ステンレス接合材料の中性子照射による組織変化

九州大学応用力学研究所 渡辺 英雄 吉田 直 亮

Fig. 1 接合界面近傍の SEM 写真.
(a) HIP 接合, (b) 爆接.

Fig. 2 接合界面近傍 SEM 写真.
Fig. 1 領域の高倍率撮影.

Fig. 3 中性子照射後の内部組織
(573K, 5 dpa).
(a) HIP 接合材. (b) 爆
接材(界面近傍): 界面か
ら 1 μm. (c) 爆接材: 界
面から 1 μm 以上.

Fig. 4 比較材(純銅)における内部組織(573 K, 5 dpa).
(a) 焼鈍材(焼鈍条件, 873 K, 2 hr, 真空中).
(b) 10%冷間加工材.

核融合炉炉内材料の冷却には、除熱効率を高める為、SUS316 ステンレス配管に熱伝導特性の良い材料(例えば、無酸素銅)を、溶接する必要がある。アルミナ分散強化銅(ODS-Cu)合金は、無酸素銅に比べ、高温での強度特性が良く、近年この使用が検討されている。しかしながら、溶接時の入熱により、酸化物の分散が不均一となり、溶接によってステンレス配管との接合は出来ない。

本研究では、アルミナ分散強化銅とステンレス銅を高温静水圧法(HIP, 接合温度, 約 1323 K)および爆接法により接合された試験片を作製し、これを中性子照射することにより、アルミナ分散強化銅合金の照射

後の組織が、接合時の温度により、どの様に影響を受けるかについて考察した。

Fig. 1 に接合界面近傍の SEM 写真を示す。接合界面は、HIP 接合ではほぼ直線であるのに対して、爆接では大きく湾曲していることがわかる。この界面をさらに高倍にて観察(Fig. 2)すると、ODS-Cu 中では写真中で矢印で示す様に、いずれの試料においても界面からステンレスの構成元素である、Fe, Cr が濃化した析出物が形成されている。また、この析出物の形成は、HIP 材で特に顕著であり、1 μm 程度の大きなものまで存在する。Fig. 3 は、この材料を米国・HFIR(High Flux Isotope Reactor)炉を用いて 573 K で約 5 dpa の照射を行った後の ODS-Cu の内部組織である。HIP 接合に伴う、試料温度の上昇により、転位密度の減少および結晶粒成長が同時に起こり、その為ボイドの発生が顕著となる。一方、爆接材では、界面近傍では加工転位密度が低い結晶粒は微細でありボイドの形成が抑制される。同一の現象は、比較材として照射された純銅において観察され(Fig. 4)、転位組織に影響を与えず、かつ、粒成長のない温度領域での接合方法の開発が不可欠である⁽¹⁾。

文 献

- (1) H. Watanabe *et al.*: Proc. of 10th International Conference of Fusion Reactor Material, Germany, (2001).
(2001年9月14日受理)

Microstructure of ODS-Cu/316SS Joint After Neutron Irradiation; Hideo Watanabe, Naoaki Yoshida(Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Kasuga)

Keywords: neutron irradiation, 316SS, oxide dispersion strengthened(ODS)-copper, hot-isostatic processing(HIP), Explosively bonding

TEM specimen preparation: ion milling TEM utilized: JEM-2000FX(Pacific North West Lab., WA, USA)