内圧管を用いたバナジウム合金の熱クリープ変形組織観察

福井大学大学院工学研究科 福元 謙一

東北大学金属材料研究所 松井 秀樹

パシフィック・ノースウェスト国立研究所 R. J. Kurtz

Fig. 1 1073 K, 92 MPa で内圧管クリープ試験を行った V-3Fe-4Ti-0.1Si 合金中の転位組織. 上部矢印は写真撮影に用いた反射を示す. 左図下部の矢印は内圧管形状の関係を示す; [L]管軸方向, [H]円周方向. 右図は[001]入射であり内圧管試料外表面の法線方向から5°傾いている.

Fig. 2 $g \cdot b$ 解析に用いた回折波のステレオ投影表記.

Fig. 3 クリープ変形したバナジウム合金中の転位組織解析からの変形挙動概略図.

核融合炉構造材バナジウム合金開発において照射下における高温機械的特性(クリープ・疲労)評価は重要である⁽¹⁾. 原子炉内照射下クリープ試験のためにバナジウム合金の内圧管クリープ試験材(PCT 材)によるクリープ管作製行程および特性評価法の確立が必要とされている⁽²⁾. 内圧管試験片形状によるクリープ変形異方性に関する情報を得るために熱クリープ変形したバナジウム合金の微細組織観察を行った.

アーク溶解により V-3Fe-4Ti-0.1Si 合金インゴットを作製した(酸素 500 wppm). 12 mm 径に押し出し加工後, 外径 4.57 mm および厚さ 0.25 mm のパイプにミル加工した. 端栓溶接後 1273 K にて 2 時間真空焼鈍し, 高圧力 He ガスを封入した. 973~1073 K で真空中にてクリープ試験を行った. クリープ破断後, 組織観察のためにクリープ内圧管変形部から放電加工機にて無歪切り出し後, 樹脂に固定し, 機械研磨で試料を平坦化した後, 電解研磨にて薄膜にした. 試料形状が一定でないため Pt 単孔メッシュを用いて支持した.

Fig. 1 に 1073 K, 92 MPa で 101 h 後破断した V-3Fe-4Ti-0.1Si 合金 PCT 材の転位組織を示す. 破断部近傍の転位の性状について調べるため $g \cdot b$ 解析を行った. bcc 構造で $b = \langle 001 \rangle, \langle 011 \rangle, \langle 111 \rangle$ を識別するため, $[001] - [012] - [113]$ の晶帯軸からの回折条件 (Fig. 2) で明視野・暗視野像撮影を行い, 転位像の消滅条件から全ての転位のパーガースペクトルを決定した. その結果, Fig. 3 に示すような円周方向に対して 45° のすべり面上に $a/2\langle 111 \rangle$ 型刃状転位の配列した組織が観察され, バナジウム合金の高温クリープ変形では刃状転位運動が律則した変形機構であることが示唆された.

文 献

- (1) H. Tsai, H. Matsui, M. C. Billone, R. V. Strain and D. L. Smith: J. Nucl. Mater., **258-263** (1998), 1471-1476.
- (2) T. Nagasaka, T. Muroga and T. Iikubo: Fusion Sci. Tech., **44** (2003), 465-469.

(2004年8月19日受理)

Microstructural Analysis of an Vanadium Alloy after Thermal Creep Deformation Using Pressurized Tube; Ken-ichi Fukumoto*, Hideki Matsui**, R. J. Kurtz*** (*Graduate School of Engineering, University of Fukui, Fukui. **Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai, ***Pacific Northwest Laboratory, Richland, USA)

Keywords: thermal creep, vanadium alloys, dislocation structure

TEM specimen preparation: double-jet electropolishing (electrolyte: 16% H_2SO_4 , 84% CH_3OH ; 15 V, 0.04 A/mm², 293 K) TEM-utilized: JEM-2010 (200 kV)