

(677) 高速増殖炉燃料被覆管用 316 ステンレス鋼の高温強度と微視組織

住友金属工業(株) 中央技術研究所 寺西洋志, 吉川州彦

I 緒言 動燃事業団を中心として開発が進められている FBR 燃料被覆管用 316 ステンレス鋼では微量の Ti を単独もしくは Nb と複合で添加することにより著しく高温強度が増加することがわかった⁽¹⁾。その際強化の主因として $M_{23}C_6$ のみでは考えにくく微細な析出物が関与している可能性を指摘した。透過電顕により微細析出物は観察されたが同定までは至らなかった。本報では電顕観察, 残渣定量などをさらにすすめてこの微細析出物の解析を行なった。

II 供試材

供試材は前報で報告の微量 Ti を単独で含むものと微量の Ti と Nb を複合で含む 316 ステンレス鋼の燃料被覆管である。管はいずれも最終溶体化後に 20% の冷間加工仕上げを施している。Table 1 に化学成分を示す。クリープ破断強度は C, D 鋼で殆

Table 1. Chemical composition

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	B
C	0.055	0.90	1.73	0.025	0.002	16.35	13.83	2.53	0.057	—	0.0030
D	0.050	0.91	1.70	0.021	0.003	16.55	13.69	2.48	0.070	0.067	0.0037

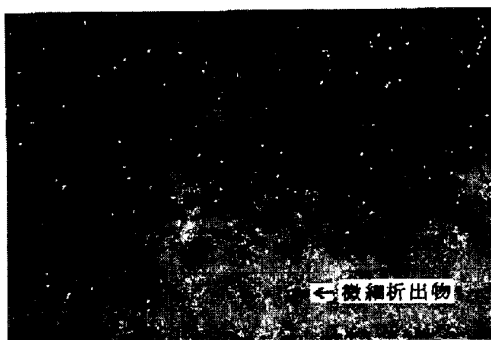
んど相違はみられずいずれも Plain な 316 被覆管にくらべて著しく強度が高く $700^{\circ}\text{C} \times 10^8\text{h}$ で約 50% 以上高い。しかも C, D 鋼は $750^{\circ}\text{C} \times$

4500h クリープ破断後も Plain な鋼でみられるような再結晶を生じておらず非常に組織が安定である。

III クリープ破断材の微視組織

C, D 鋼のクリープ破断強度が高くかつ安定であることの理由を透過電顕により検討した。Photo 1

に示すように約 100\AA 以下の非常に微細な析出物がみとめられ, この析出物にピンニングされている転位が観察されることからみて, この析出物が強化の一因となっていると考えることができる。この



明視野



暗視野

Photo 1. $700^{\circ}\text{C} \times 1233.5\text{h}$ 破断材の電顕組織 (C 鋼)0.1 μ

条件では $M_{23}C_6$ は 1μ 程度のサイズとなっており

サイズ的には強化への寄

与はこの微細析出物よりも小さいと考えられる。この微細析出物はマトリックスと整合しておりこのことを利用して適切な回折条件を選択することにより Photo 2 に示すようなモアレ干渉縞が現われ, これから析出物を TiC 又は NbC と仮定して格子定数を求めた。この結果この微細析出物は TiC に近いとの結果を得た。

IV 結論

(1) Ti, Ti+Nb を含む 316 鋼被覆管では Ti が高温強度を高めるに有効に働いており, それがほぼ 100\AA 以下の微細 TiC によるものとの推定ができる。

(2) Nb は Ti との複合添加の場合は粒界析出により細粒化を顕著に生ぜしめるので強化元素と言うよりは細粒化元素の役割が大きいようである。

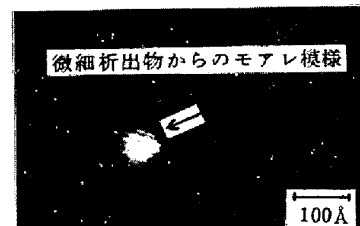


Photo 2. 微細析出物のモアレ模様

文献 (1) 寺西他: 鉄と鋼 Vol. 68, MAR. 1982 S529