

(495)

高速増殖炉燃料被覆管用 15Cr - 15Ni - 2.5Mo 鋼冷間加工材の高温特性に及ぼす Ti の影響

神戸製鋼所 中央研究所

太田定雄 猪狩 哲

○内田博幸 藤原優行 (現動燃)

1 緒言 高速増殖炉の燃料被覆管には 20% の冷間加工を施した 18 - 8 Mo 鋼が使用されているが、さらに優れた高温強度および耐スウェリング特性を得るには Ti 添加が有効とされている。スウェリング特性に及ぼす Ti 添加の影響を調べた報告は多いが、被覆管のように溶体化処理後、冷間加工を施したものの高温強度に及ぼす Ti の影響を系統的に調べた報告は少ない。本研究では 15Cr - 15Ni - 2.5Mo 鋼を基本組成とし、Ti 量を 0 ~ 1.0% まで変化した鋼の高温特性について検討した。

2 方法 供試材の化学成分を Table 1 に示す。真空溶解された 10 kg 鋼塊を鍛造、冷間圧延により 2.5 mm の板とした後、1100℃ で溶体化処理を行なった。冷間加工は圧延により、加工率は 20% とした。クリープ破断試験は 700℃ で行ない、破断後の組織を電顕観察により調べた。

3 結果 溶体化処理材および 20% 冷間加工材のクリープ破断強度は Ti/C 比が増すにつれて著しく上昇し、Ti/C 比が 3 ~ 5 の範囲で最高となる。さらに Ti/C 比が増すと Ti/C 比と共に強度は低下する。また、冷間加工の効果は

Ti/C 比が 3 ~ 5 の範囲で最大となる (Fig. 1)。20% 冷間加工材の破断後の組織を調べた結果、Ti 無添加のものでは冷間加工により生じた ε 相上に炭化物の優先析出が認められ、地に析出した炭化物は粗大化し、cell が形成されている。Ti を添加すると、ε 相上の析出が抑制され、粒内の転位上に微細な炭化物が多く認められるようになり、転位密度は高くなる。一方、過剰の Ti を添加した場合には未固溶の炭化物が増し、cell が形成されている (Photo. 1)。これより Ti 量が増すにつれ強度が上昇するのは、ε 相上の炭化物の析出が抑制され、粒内の地に析出する炭化物の量が増すこと。加えて Ti 量が増すほど地に析出する炭化物が  $W_{23}C_6$  から微細で粗大化の遅い Ti/C へ変化するためと考えられる。一方過剰の Ti を添加すると強度が低下するのは溶体化処理時の炭化物の固容量の減少により、クリープ中、地に析出する炭化物の量が減少するためと考えられる。これらの結果から、0.06% 程度の C を含む 15Cr - 15Ni - 2.5Mo 鋼冷間加工材の高温特性に対する最適の Ti 量は 0.20 ~ 0.30 の範囲にあるものと考えられる。

Table 1 Chemical composition of steels (wt %)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	B	N	Ti/C
.067	0.81	1.51	.024	.009	14.86	14.68	2.53	-	.0068	.0041	-
.069	0.79	1.55	.025	.009	14.98	14.79	2.58	0.04	.0066	.0087	0.57
.068	0.79	1.48	.024	.009	14.96	14.80	2.55	0.09	.0064	.0042	1.82
.069	0.81	1.52	.024	.009	14.98	14.91	2.53	0.22	.0065	.0047	3.18
.062	0.58	1.79	.025	.011	15.12	14.85	2.51	0.32	.0068	.0077	5.16
.078	0.81	1.51	.024	.009	14.95	14.87	2.51	0.57	.0061	.0027	7.8
.069	0.81	1.79	.027	.009	15.00	14.91	2.53	1.09	.0078	.0057	15.8

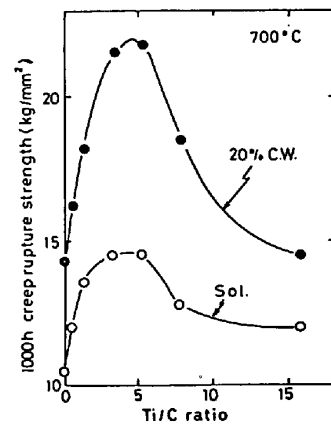


Fig. 1 Effect of Ti on creep rupture strength

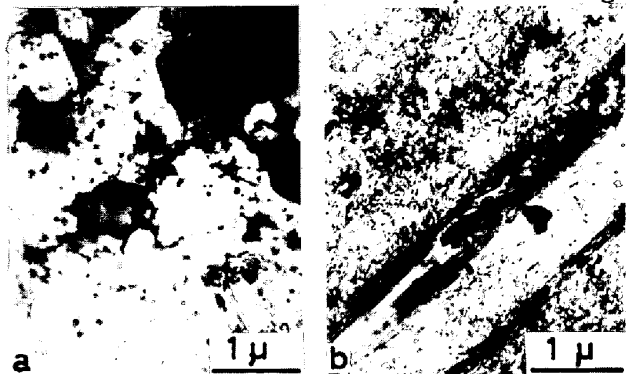


Photo 1  
Electron micrographs of ruptured specimens at 700°C  
(a) 0% Ti 15 kgf/cm<sup>2</sup> 700h  
(b) 0.22% Ti 21 kgf/cm<sup>2</sup> 1700h  
(c) 1.06% Ti 17 kgf/cm<sup>2</sup> 460h