

(620) 高速炉燃料被覆管用 15Cr-25Ni-Mo 鋼冷間加工材のクリープ破断強度に
及ぼす Ti, Nb 複合添加の影響

(株)神戸製鋼所 材料研究所 太田定雄 藤原優行
○内田博幸

1. 緒言 筆者らは高温強度ならびに耐スエリング性の優れた高速炉燃料被覆管用ステンレス鋼を開発する目的で、これまで Fe-15Cr-Ni-Mo 系鋼の高温強度特性に及ぼす Ni, Si, B, Ti, Nb の影響を検討し、Si 量を 0.5 % 程度に調整した 15Cr-25Ni-2.5Mo-Ti-Nb 鋼冷間加工材が有望であることを明らかにした。本研究では Ti, Nb の最適複合添加量を明らかにするため、Ti, Nb を同時添加した 15Cr-25Ni-2.5Mo 鋼のクリープ破断特性について調べた。

2. 方法 供試材の化学成分を Table 1 に示す。Ti 量が 0.11, 0.16, 0.22 % のものについて、それぞれ Nb を 0.11, 0.16 % 添加した。試験材は真空溶解した 10kgf インゴットを鍛造により、厚さ 6mm の板状にし、これを 1150°C で溶体化後、60% の冷間加工を施した。その後、1125°C で最終溶体化処理を行なったのち、20% の冷間加工を施した。クリープ破断試験は 700°C で行ない、破断後の組織を電顕直接観察により調べた。

3. 結果 700°C における各鋼の 1000h クリープ破断強度は Fig. 1 に示す。Nb 量が 0.11 % の場合、クリープ破断強度は Ti 量が増すにつれて上昇するが、Ti 量が 0.16 % を越えると、飽和する傾向が認められる。一方、Nb 量が 0.16 % の場合には Ti 量が増すにつれ、強度は低下する。Fig. 2 は 0.16 % Ti を含有する鋼のクリープ破断強度に及ぼす Nb の影響を示したものである。Nb 量が 0.1 % 程度で強度は最も高くなっており、それより多くの Nb を添加した場合には強度は低下する。Nb 量が 0.11 % までは、Nb の添加により未固溶炭化物の量がわずかに増す程度であるが、Nb 量が 0.16 % のものでは著しく増加しており、クリープ中における粒内の転位密度の低下も大きくなっている (Photo. 1)。Nb 量が 0.16 % の場合に、強度が低下するのは、Nb 量が固溶限を越え、過剰の Nb の存在により、炭化物の固溶量が減少し、クリープ中に析出する炭化物の量が減少するためと考えられる。Ti 量 0.2 %, Nb 量 0.1 % 程度で、最大の強度が得られ、この組合せが Ti, Nb の最適複合添加量と考えられる。

Table 1. Chemical Compositions (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb	B	N
.078	0.50	1.78	.026	.0034	24.84	15.10	2.70	0.12	0.11	.0064	0.0038
.070	0.51	1.70	.024	.0036	25.09	14.88	2.67	0.16	0.11	.0070	0.0041
.066	0.46	1.69	.024	.0033	24.09	14.95	2.70	0.21	0.11	.0057	0.0034
.069	0.41	1.73	.025	.0030	24.97	14.93	2.78	0.11	0.16	.0055	0.0040
.069	0.43	1.70	.024	.0031	25.00	14.92	2.71	0.16	0.17	.0050	0.0032
.049	0.55	1.67	.025	.0036	25.08	14.81	2.70	0.22	0.16	.0047	0.0030
.063	0.35	1.74	.025	.0037	25.04	15.01	2.54	0.17	—	.0052	0.0037

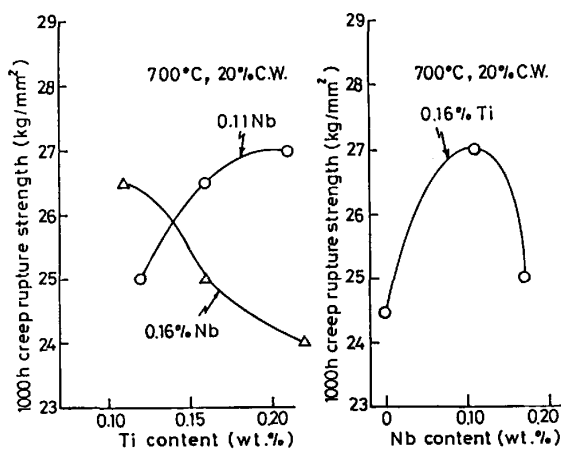


Fig. 1 Effect of Ti content on creep rupture strength
Fig. 2 Effect of Nb content on creep rupture strength

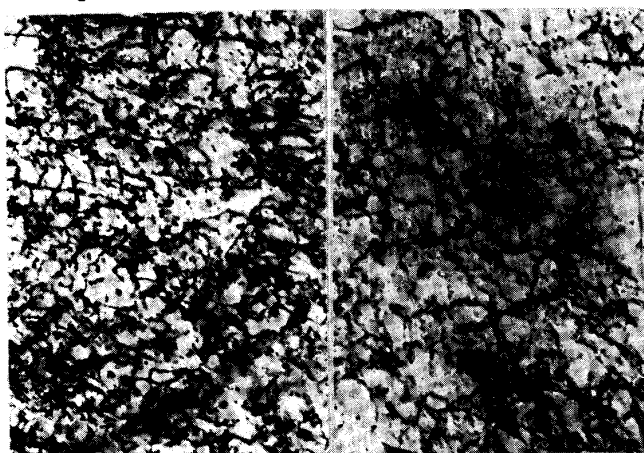


Photo. 1. Electron microstructures of ruptured specimens at 700°C (a) 26.5kgf/mm², 1025h (b) 25kgf/mm², 985h 0.5μ