

(422) Fe-Cr-Ni 系合金の冷間加工材の高温特性に及ぼす Ni の影響

神戸製鋼所 中央研究所 太田定雄 藤原優行
○内田博幸

1. 緒言 高速炉の燃料被覆管では、クリープ破断強度の他、高速中性子照射下でのスエリング、クリープによる変形が問題になる。各国の高速実験炉、原型炉では 18-8Mo 鋼冷間加工材が用いられるが、実用炉ではさらに耐スエリング性、クリープ破断強度の優れた被覆材料の開発が望まれている。スエリングの軽減には Ni 量の増加が有効と考えられているが、このような合金のクリープ破断強度について系統的には調べられていない。本研究では、15% Cr で、Ni 量を系統的に変えた Fe-Cr-Ni 系合金のクリープ破断特性を調べ、また強度と組織の関連を検討した。

2. 方法 供試材の化学成分を表 1 に示す。真空溶解 10 kg 鋼塊を鍛造後、1050~1200℃で溶体化処理したのち、60%の冷間加工を施し、1100℃で再溶体化処理したもの、さらに冷間圧延により 20%の加工を施したものについて、700℃でクリープ破断試験を行った。また組織と強度の関連を検討するため、破断後の組織を調べた。

3. 結果 溶体化処理材では Ni 量を変化させても、強度はあまり変わらない。20% 加工材では強度に及ぼす Ni 量の影響が顕著にみられ、Ni 量が 30% で最も高い強度を示す。また、Ni 量が 45% 以上では、強度に差はなくなり、最も低い強度を示した。18-8Mo 鋼冷間加工材と比較すると、Ni 量が 15, 30% のものは、18-8Mo 鋼より強度は高いが、45% 以上になるとほとんど変わらない(図 1)。破断後の組織を調べた結果、Ni 量が 30% まではセルの形成がほとんどみられないのに対し、Ni 量が 45% 以上になると、セルの形成が著しい(写真 1~3)。Ni 量 15% では、冷間加工によって ϵ 相が多く形成されており、この上に炭化物の優先析出がみられ、その分だけ地に析出する炭化物の量が少なくなると思われる。これに対して、Ni 量 30% では ϵ 相がほとんどみられず、地に析出する炭化物の量が相対的に増すと考えられる。Ni 量が 45% 以上になると溶体化処理時の炭化物の固溶量が減り、クリープ中に析出する炭化物の量が減少すると考えられる。これらが Ni 量 30% までは強度が上昇し、それ以上の Ni 量で強度が低下する原因と考えられる。

1) W. G. Johnston et al.: J. Metals, 28(1976) 6, 19

表 1. 供試材の化学成分

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Al	B
15Cr-15Ni	.050	1.72	.50	<.001	.007	15.34	15.32	2.98	.52	.22	.005
15Cr-30Ni	.052	1.76	.51	<.001	.007	30.03	14.63	2.95	.53	.21	.005
15Cr-45Ni	.049	1.76	.50	.008	.001	44.65	14.90	2.95	.52	.20	.005
15Cr-60Ni	.055	1.69	.48	.003	.001	59.47	14.67	2.79	.54	.20	.004

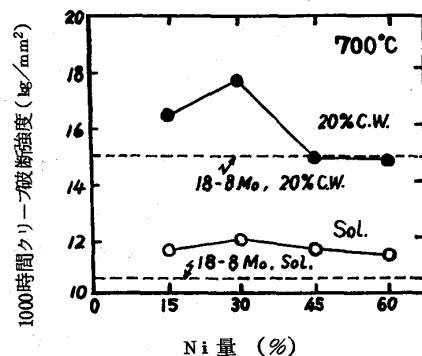


図 1. 1000時間クリープ破断強度に及ぼす Ni の影響

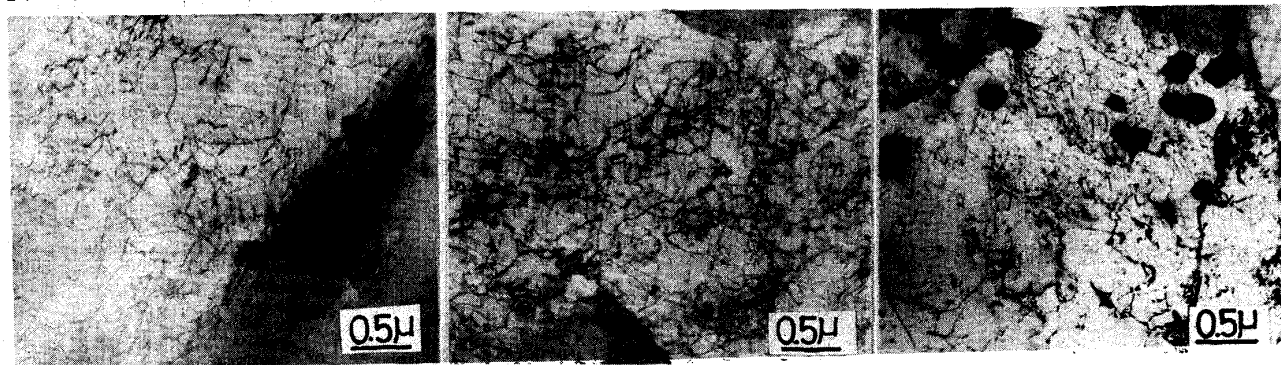


写真 1. 15% Ni, 700°C, 20 kg/mm², 220 h

写真 2. 30% Ni, 700°C, 23 kg/mm², 236 h

写真 3. 45% Ni, 700°C, 19 kg/mm², 160 h