

(592) 高速増殖炉燃料被覆管用Fe-Cr-Ni合金冷間加工材の高温特性に及ぼすNi量の影響

㈱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として、20%の冷間加工が施された18-8Mo鋼が使用されているが、さらに耐スウェリング特性、クリープ強度の優れた被覆材料の開発が望まれている。スウェリングの軽減にはNi量の増加が有効と考えられているため、筆者らは前報でNi量を15~60%まで変化させたFe-15Cr-Ni合金のクリープ破断強度について検討し、Ni量が30%前後で最も高い強度が得られることを明らかにした。本研究では前報の結果から、さらに高強度が期待されるNi量15~35%の範囲を細かく検討した。

2 方法：供試材の化学成分をTable 1に示す。真空溶解された10Kg鋼塊を鍛造、冷間圧延により2.5mmの板とした後、1100°Cで溶体化処理を行った。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°Cで行い、破断後の組織を電顕観察により調べた。

3 結果：20%冷間加工材のクリープ破断強度はNi量が20~25%で最も高くなり、さらにNi量を増すとNi量と共に強度が低下する。Ni量20、25%の合金は18-8Mo鋼にくらべ、約50%強度が高くなる(Fig.1)

破断後の組織を調べた結果、Ni量が15%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る。これに対して、Ni量が20%のものではε相がほとんど認められず、粒内の転位上に微細な炭化物が多く認められ、非常に高い転位密度を保っている。Ni量が35%のものは未固溶炭化物が多くdiffuseなセルが形成されている(photo.1)。これから、低Ni側では冷間加工により生じたε相上への炭化物の優先析出により、また高Ni側では溶体化処理時の炭化物の固溶量の減少により、いずれの場合もクリープ中、地に析出する炭化物の量が減少するため、強度が低下するものと考えられる。溶体化処理温度を1150°Cに高めると、いずれの合金も強度が上昇するが、1100°Cの場合と同様にNi量が20~25%で最も高くなっている。

これらの結果から、18-8Mo鋼に替る炭化物析出強化型のFe-Cr-Ni合金被覆管材料として、15Cr-(20~25)Ni-Mo-Ti鋼が最も有望であると考えられる。

Table 1. Chemical Compositions of Alloys (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	B	N
.062	.53	1.79	.025	.0095	15.12	14.91	2.51	0.82	.0078	.0077
.066	.52	1.78	.024	.0092	19.98	14.85	2.50	0.86	.0070	.0074
.068	.52	1.80	.029	.010	25.08	14.88	2.54	0.84	.0078	.0075
.068	.52	1.80	.029	.010	29.96	14.77	2.54	0.84	.0080	.0076
.066	.53	1.88	.029	.011	35.12	15.00	2.69	0.85	.0070	.0081

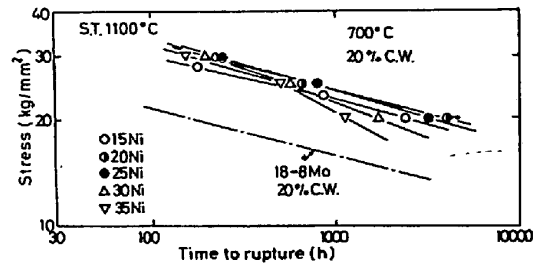


Fig. 1. Effect of Ni content on creep rupture strength

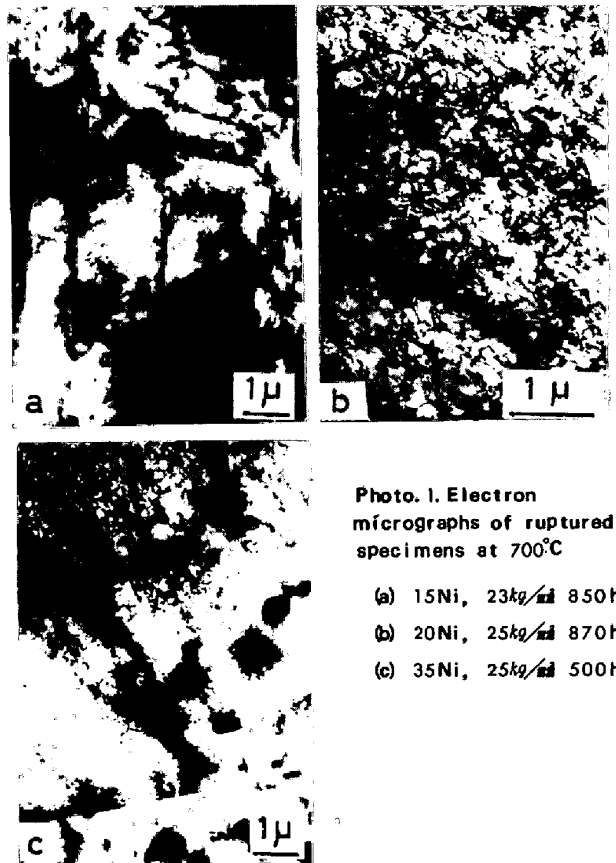


Photo. 1. Electron micrographs of ruptured specimens at 700°C

- (a) 15Ni, 23kg/cm² 850h
- (b) 20Ni, 25kg/cm² 870h
- (c) 35Ni, 25kg/cm² 500h