

(569) 9Cr-2Mo-V-Nb耐熱鋼の機械的性質におよぼすZr, La+Ceの影響

東京大学工学部 ○朝倉健太郎, 藤田利夫

1. 緒言

最近、鉄鋼材料への希土類元素 (REM) の添加が積極的に行なわれており、多くのすぐれた機械的性質が得られている。なかでも靱性や耐酸化性などが改善されるという報告が多い。本研究は9Cr-2Mo-V-Nb耐熱鋼の、主として靱性を改善するためにZr, La+Ceを添加し、その効果について調べ、併せてクリープ破断強度、微視組織におよぼす影響についても調べた。

2. 実験方法

供試鋼の化学成分をTable 1に示す。クリープ破断試験片の熱処理はFおよびRシリーズ鋼とも、1050℃、½hの焼ならし後、700℃、1h→空冷。シャルピー衝撃試験片は1050℃、½h焼ならし後、Fシリーズ鋼については700℃、100h加熱後の延性-脆性遷移温度曲線 (DBTT) を求めた。Rシリーズ鋼については700℃および800℃、1hの焼もどしまま状態と、600℃、1000h加熱後の吸収エネルギーを求めた。

3. 実験結果と考察

1) Fig. 1はLarson-Miller法 (C=35) によって整理したクリープ破断伸びを示す。F2のフェライト量 (26%) はF1, F2のフェライト量 (約42%) に比べて、少ないにもかかわらずクリープ破断伸びにすぐれており、明らかにZr添加の効果と考えられる。一方、クリープ破断強度は他鋼に比べて、F2が約5%低い。Rシリーズ鋼のクリープ破断強度の差違はZr, La+Ce添加量の影響よりもフェライト量に依存する。

2) Fig. 2はFシリーズ鋼のDBTT曲線を示す。Zr, La+Ce無添加のF1に比べて、F2, F3ともに靱性は改善される。これは微量添加元素の影響によるものと考えられる。F2が改善された要因は、Mo量の低下によってフェライト量が減少したことも改善理由のひとつとして指摘できる。 Fig. 3はRシリーズ鋼のシャルピー吸収エネルギーを示す。試験温度は20℃である。700℃焼もどしまま状態では、Zrを多量に添加したR4, R10の吸収エネルギーが10~20 kgf-mと、他鋼 (>30 kgf-m) に比べて低い。La+Ce添加が多く、Zr添加の少ないR7はフェライト量を37%を含みながらも、600℃、1000h加熱後でも30 kgf-mのすぐれたシャルピー衝撃特性を得た。この原因はLa+Ce添加によって鋼中のO量が減少したためと考えられる。以上の結果、定性的にはZrを多量に添加 (>0.03wt%) すると靱性を損なうが、La+Ce添加は靱性を改善する傾向にあることがフェライト/マルテンサイト二相鋼でも明らかになった。

Table 1. Chemical composition of steels (wt%).

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	Zr	La+Ce	N
F 1	0.047	0.33	0.55	0.010	0.007	9.39	1.83	0.10	0.059	-	-	0.0020
F 2	0.045	0.33	0.51	0.010	0.007	9.21	1.66	0.09	0.055	0.035	-	0.0047
F 3	0.044	0.32	0.51	0.010	0.007	9.21	1.75	0.09	0.058	-	0.033	0.0041
R 1	0.042	0.28	0.62	0.003	0.006	8.70	1.80	0.15	0.060	0.012	0.001	0.0046
R 2	0.037	0.27	0.59	0.002	0.007	8.71	1.88	0.14	0.050	0.023	0.002	0.0041
R 3	0.035	0.28	0.59	0.002	0.006	8.67	1.87	0.14	0.050	0.031	0.002	0.0041
R 4	0.041	0.27	0.59	0.002	0.006	8.68	1.87	0.14	0.050	0.043	0.002	0.0053
R 5	0.044	0.26	0.59	0.002	0.008	8.76	1.88	0.14	0.050	0.010	0.002	0.0057
R 7	0.047	0.29	0.58	0.002	0.002	8.67	1.87	0.14	0.050	0.010	0.024	0.0053
R 8	0.047	0.27	0.58	0.003	0.007	8.27	1.87	0.14	0.060	0.026	0.028	0.0053
R 9	0.052	0.27	0.59	0.002	0.002	8.25	1.88	0.14	0.060	0.034	0.028	0.0047
R 10	0.054	0.29	0.58	0.003	0.005	8.30	1.88	0.14	0.060	0.040	0.034	0.0040

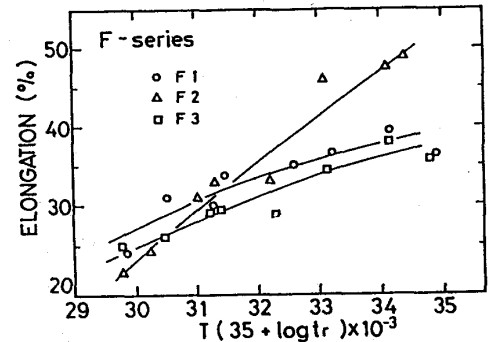


Fig. 1. Creep rupture elongation of F-series steels.

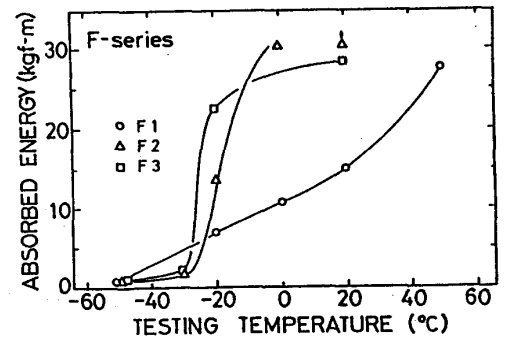


Fig. 2. Ductile-brittle transition curves of F-series steels.

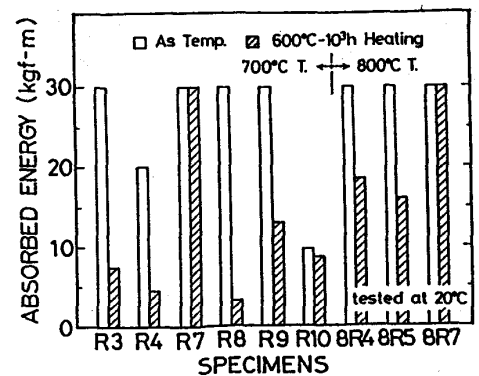


Fig. 3. Charpy absorbed energy of R-series steels.