

(565) 10Cr系タービンローター用耐熱鋼の機械的性質および組織におよぼす合金元素の影響

東京大学 工学部 河端 良和
 東京大学 工学部 藤田 利夫

1. 緒言

火力発電は、電力供給の主役として活躍して来たが、省エネルギーの面からタービンの熱効率向上が要望されている。フェライト系耐熱鋼は、降伏強さが高く、熱伝導率が大きく、熱膨張係数が小さいなどローター材として優れた性質を有するが、600℃以上でのクリープ強度に問題がある。当研究室では10Cr-1.5Moフェライト系耐熱鋼の、Moの一部をWで置換えることで、クリープ強度を向上させた。本報告では、実際のローター材と同じ鍛造比、熱処理での機械的性質へ与えるMoとWの影響と、CとNの影響について報告する。

2. 実験方法

供試材の化学成分をTable 1. に示す。それぞれ30Kgずつ真空溶解後、ローター材相当の鍛造を行い、Table 2 に示す様なローター材中心部相当の熱処理を行った。Z11とZ13で、MoとWの影響の違いについて、Z9とZ12で、Nの影響について検討する。600℃-700℃でクリープ破断試験を、700℃で1h-2000h保持後の硬さ測定を、600℃、650℃で100h-3000h保持後のシャルピー試験を行い、それぞれ、組織観察をした。

3. 実験結果

Z9とZ12のクリープ破断試験の結果をFig. 1にZ11とZ13の結果をFig. 2に示す。また、クリープ破断曲線の直線部の傾きをFig. 3. に示す。以上の結果から(1) 650℃以上の高温、長時間のクリープ破断強度はMoよりWによって改善される。(2) 600℃以上の高温長時間のクリープ破断強度は低C、高Nで改善される(3) Z9からZ13中、最もクリープ強度の高いZ13はManson-Succop法による外挿で600℃及び650℃の10⁵hの破断強度に、それぞれ15Kg/mm²及び8Kg/mm²を、Larson-Miller法では、17Kg/mm²及び9Kg/mm²を得た。

700℃長時間加熱の硬さ試験の結果、N、Wが加熱軟化を抑えている事がわかった。

組織観察の結果、N、Wの添加により主炭化物のM₂₃C₆が、非常に安定になり高温、長時間のクリープ強度を上げている。

4. 結言

本研究により開発されたZ13の熱処理をさらに改善することにより650℃で使用できる画期的なフェライト系ローター材を開発出来る可能性が出てきた。

Table 1. Chemical compositions (wt.%) .

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	N
Z 9	0.14	0.027	0.50	0.70	10.09	0.49	1.84	0.18	0.053	0.0460
Z11	0.13	0.080	0.48	0.70	10.09	0.69	1.79	0.18	0.051	0.0419
Z12	0.15	0.025	0.50	0.70	10.17	0.50	1.85	0.18	0.053	0.0319
Z13	0.13	0.058	0.49	0.70	10.15	0.30	2.19	0.18	0.053	0.0427

Table 2. Heat treatment.

1100℃×5h→-100℃/h→600℃→A.C.
 680℃×20h→A.C.

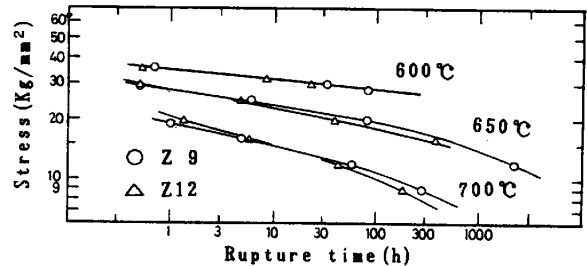


Fig. 1 Effect of C and N on creep rupture strength.

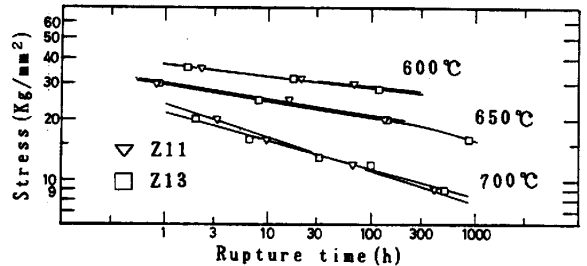


Fig. 2 Effect of Mo and W on creep rupture strength.

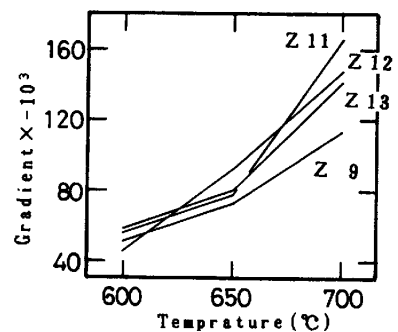


Fig. 3 Gradient of creep rupture curves.