

(782) 高強度 9Cr 耐熱鋼の機械的性質におよぼす合金元素の影響

(タービンロータ用高強度高Cr耐熱鋼の開発研究第2報)

東京大学 工学部 ○劉 興陽 藤田利夫

三菱重工タービン技術部 肥爪彰夫 神鋼高砂事業所 木下修司

1. 緒言

第1報から高温強度に対しWの添加が優れた効果を示すことがわかったが、さらに高温強度に有効と考えられるNi、Co、Cr、Ta、Bなどの影響について研究を行った。

2. 試料および実験方法

試料の化学成分をTable 1に示す。本系鋼はさらに低C (0.13%)、高N (0.05%)にしたうえ、Ni、Co、Cr、Ta、Bなどを変化させた。各試料ともESR法で2 t溶解し、実ロータと同じ鍛造を行った。熱処理は第1報と同じにし、1100℃・5 h 焼入、680℃・20 h 焼もどしにした。クリープ破断試験は600℃-700℃、切欠クリープ破断試験は600℃-650℃で行った。

Table 1. Chemical compositions (wt.%) .

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	N	B
X 1#	0.13	0.05	0.43	0.06	8.95	1.18	0.65	0.17	0.082	0.0492	0.0011
X 2	0.13	0.06	0.43	1.00	8.83	1.03	0.79	0.19	0.071	0.0472	0.0017
X 3	0.13	0.06	0.47	1.00	10.26	1.02	0.79	0.20	0.075	0.0458	0.0023
X 4	0.13	0.03	0.43	0.50	8.91	0.60	1.30	0.20	0.046	0.0481	—
X 5#	0.13	0.06	0.49	0.04	9.10	0.61	1.31	0.20	0.063	0.0509	0.0025
X 6	0.13	0.04	0.45	0.50	8.89	1.50	—	0.20	0.055	0.0493	—
X 7*	0.13	0.07	0.50	0.51	9.03	1.01	0.80	0.21	0.045	0.0508	—

* Ta:0.050%, # Co:1.0%

3. 実験結果

3.1 クリープ破断強度試験、切欠クリープ破断強度試験:

(1). 9Cr系ではCoを添加したX 1、X 5はNiを添加したX 2、X

4より短時間側の強度

が優れているが、長時間側の強度差が小さくなっている (Fig. 1)。

(2). Crを10.26%にあげたX 3はX 2よりすぐれている (Fig. 2)。従って高Cr耐熱鋼としては10.2-10.5%Crの方が良いと考えられる。

(3). X 6のようにMoのみ添加したものは600℃-700℃の長時間強度の低下が大きい。

(4). Taを添加したX 7は、添加しないX 2と比較するとクリープ破断強度がかえって低下している。従って本系鋼ではTaの添加はあまり有効ではない。

(5). 600℃-650℃・1000 h程度では切欠弱化はないが、Co添加のX 1は数1000 hで弱化する傾向が認められるため、Co添加はあまり望ましいとは考えられない。

3.2 長時間加熱による硬さ試験

焼もどしを行った試料を550℃-700℃で3000hまで加熱したときの硬さの変化はクリープ破断強度と大体対応している。

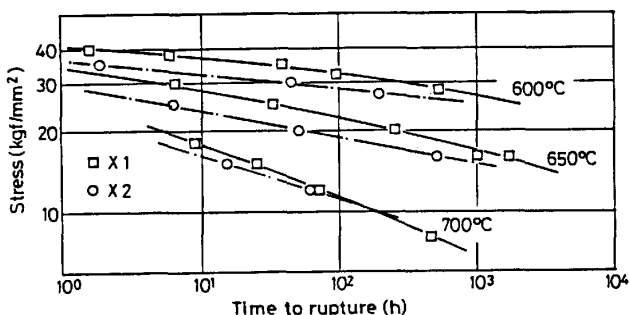


Fig. 1. Effect of Co and Ni on creep rupture strength.

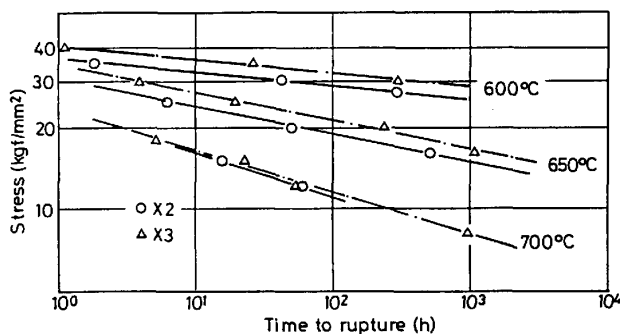


Fig. 2. Effect of Cr on creep rupture strength.