

(571) 9Cr-0.5Mo-1.6W-V-Nb鋼のクリープ破断強度におよぼすC、N、Bの影響

東京大学工学部 小田克郎 藤田利夫

1. 緒言 現在、開発されている超々臨界圧の火力発電ボイラー用鋼として、9Cr-2Mo-0.15V-0.05Nb鋼のMoのかなりの量をWに置換した鋼が優れた特性を有することを筆者らは報告した。本研究はこのような組成の鋼のうち、特に高温強度の優れていたW 1.6%、Mo 0.5%を含む鋼においてC、NおよびB量を変化させて、クリープ破断強度、機械的性質および組織に及ぼす影響について調べた。

2. 試料および実験方法 試料の化学成分を Table 1に示す。ZL-1~4鋼ではC、N添加の影響、ZL-5鋼ではB添加の影響を調べる。各鋼ともに高周波炉を用いて真空中で100kg溶解されたのち、1100~950℃で15mmφの丸棒に鍛造し、その後1050℃×0.5hの溶体化処理、750℃×1hの焼もどし処理を施してある。クリープ破断試験は

Table 1. Chemical Compositions (wt%).

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	N	B
ZL-1	0.055	0.040	0.479	0.038	8.948	0.470	1.603	0.176	0.050	0.0222	0.0004
ZL-2	0.055	0.028	0.497	0.038	8.108	0.477	1.607	0.177	0.050	0.0477	0.0001
ZL-3	0.093	0.029	0.512	0.038	9.404	0.530	1.612	0.191	0.052	0.0247	0.0005
ZL-4	0.091	0.030	0.513	0.042	9.246	0.523	1.674	0.192	0.052	0.0517	0.0003
ZL-5	0.056	0.036	0.482	0.185	9.213	0.537	1.627	0.196	0.052	0.0525	0.0057

600、650、700℃で行った。また、焼もどし処理後、600、650、700℃で1~3000h加熱を行い硬さ試験、シャルピー衝撃試験、組織観察などを行った。

3. 実験結果 (1)クリープ破断試験 Fig.1に各鋼の600、650、700℃での応力-破断時間曲線を示す。各温度においてNとCが多く添加されているZL-4鋼が最も強度が大きい。それに対してCが多く、Nが少ないZL-3鋼は各温度で最も弱くなっている。破断伸びおよび絞りもZL-1~4鋼はほぼ同じ値を示しているが、Bを添加したZL-5鋼だけは他の鋼に比べて低くなっている。(2)シャルピー衝撃試験 各鋼の焼もどし後、および焼もどし後600℃、3000h加熱後のシャルピー衝撃遷移曲線を示す。BとNとを含んだZL-5鋼では加熱による延性脆性遷移温度の上昇が最も小さい。

4. 結言 MoをWで置換した9Cr系耐熱合金ではCとNを添加することによりクリープ破断強度が向上する。Cだけを添加した場合には、高温強度は最も小さい。また、Nだけをを添加した場合には長時間側において急激に強度が小さくなる。従って、9Cr-0.5Mo-1.6W-V-Nb鋼のクリープ破断強度の向上には0.10%C、0.05%Nの複合添加が有効であると考えられる。また、脆化抑制に関してはBの添加が有効であると考えられる。CとNとを添加したZL-4鋼の650℃、10⁵hのクリープ破断強度の外挿値は9~11kg/mm²になり、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS 347、316などよりすぐれている。

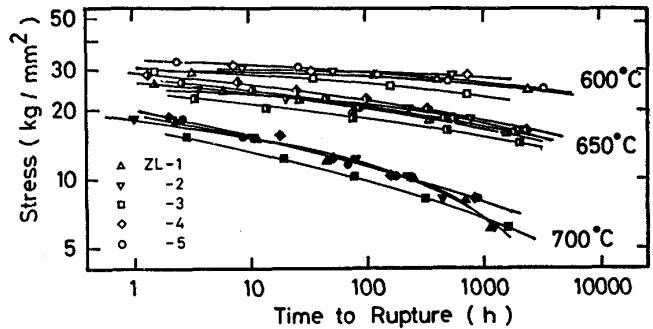


Fig. 1. Creep rupture strengths of steels ZL-1 to ZL-5.

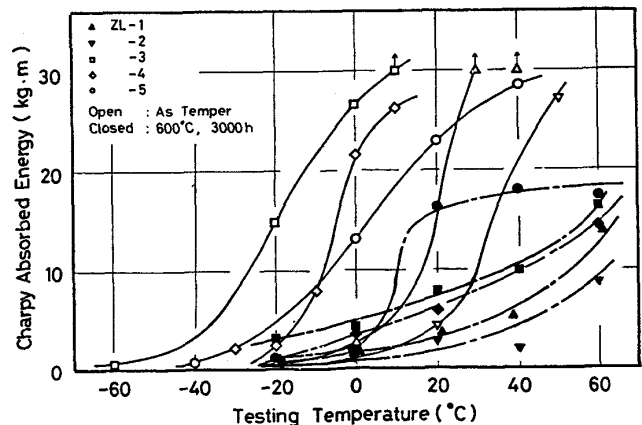


Fig. 2. Charpy impact transition curves of steels ZL-1 to ZL-5.