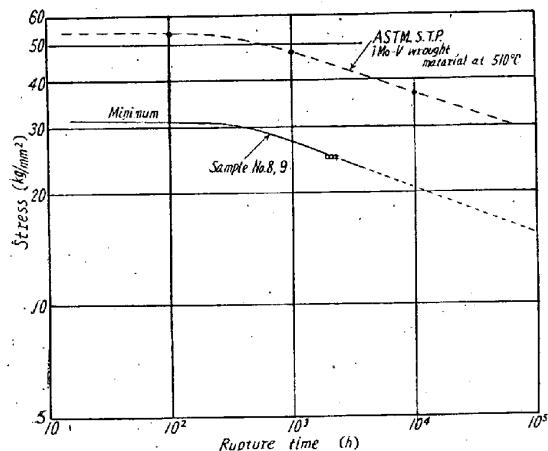


Fig. 1. Stress-rupture time curve of 1Cr-1/2 Mo cast steel at 550°C.



註：図中 material は material の誤り

Fig. 2. Stress-rupture time curves of 1Mo-1/4V cast steel at 525°C.

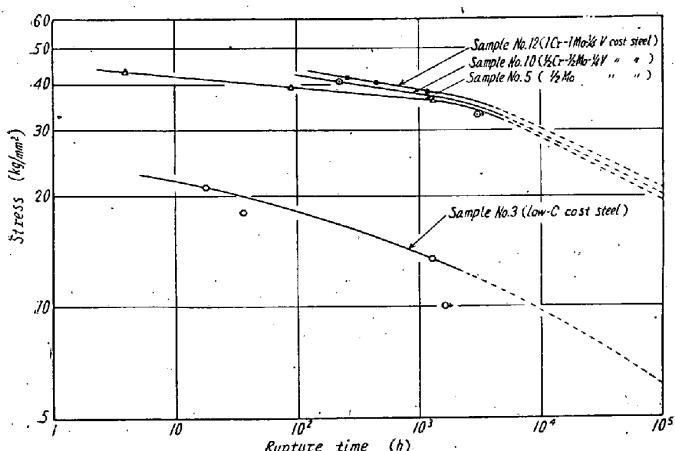


Fig. 3. Stress-rupture time curves of low-alloy cast steel at 500°C.

### ③ 合金元素(Cr, Mo, V)の高温強度におよぼす影響

Fig. 3に低炭素鋼および低合金鋼の500°Cにおける応力-ラプチャ時間曲線をTable 3にその試験結果

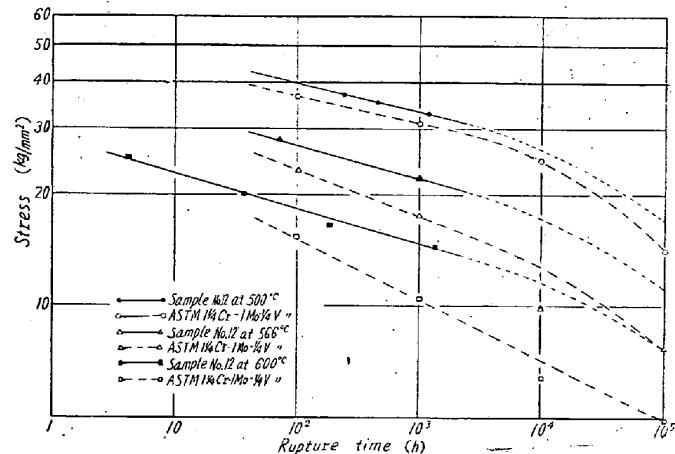


Fig. 4. Stress-rupture time curves of 1Cr-1Mo-1/4V cast steel at 500°C, 566°C, 600°C.

果を示すが、低炭素鋼(No. 3)のラプチャ強度に対し低合金鋼グループ(No. 5, 10, 12)は15~20kg/mm<sup>2</sup>高目で1/2 Mo 鋼、1/2Cr-1/2Mo-1/4V 鋼、1Cr-1Mo-1/4V 鋼の順に強度は増している。これによれば、低炭素鋼にMoを0.4%添加することにより高温における強度は飛躍的に改善され、さらに0.5% Crと0.27%のVを加えることでより以上に強度を増し、また1% Cr, 1% Moと0.2%のVを含有するものでは最高の強度を持つ。

### ④ 試験温度の高温強度におよぼす影響

1Cr-1Mo-1/4V 鋼について、500°C, 566°C, 600°Cの各温度における応力-ラプチャ時間曲線を求めて見たが、Fig. 4に示すごとく温度差によるラプチャ強度は500°Cを標準にして約50°C 試験温度を上げることにより、10<sup>2</sup>時間までは10kg/mm<sup>2</sup>の降下であるが長時間を経るにつながつてその差はせばまり10<sup>5</sup>時間でのそれぞれの外挿強度は5kg/mm<sup>2</sup>前後にせばまる。

## (108) 16-13-Moオーステナイト・ステンレス鋼のクリープ破断特性

住友金属工業中央技術研究所 三好栄次

钢管製造所 寺井庄治

中央技術研究所○阿部隆

Creep-Rupture Characteristics of 16-13-Mo Austenitic Stainless Steel.

Eiji MIYOSHI, Shoji TERAI

and Takashi ABE

### I. 緒言

16-13-Mo鋼は従来化学工業用材料として用いられてきたが、最近ではボイラ用としても用いられるようにな

つた。この場合耐食性よりも高温特性、とくに長時間加熱状態での高温特性が重要な要素となつてくる。従来は 18-8 Ti または 18-8 Nb ステンレス鋼がこの目的のために使用されてきた。16-13-Mo ステンレス鋼も使用される段階にいたつたのでこの材料のクリープ破断強度を調べた。この結果を報告するとともに 18-8 Ti あるいは 18-8 Nb・ステンレス鋼と比較した。

## II. 試験方法

供試材料は 8t 弧光炉にて溶解し、1.5t の鋼塊に溶成した。化学成分は C 0.06, Cr 17.55, Ni 13.26, Mo 2.41% のものである。試験片は約 15% の冷間加工を施した後 1100°C × 1h W.Q. の固溶化処理を行ない外径 6mm φ, 標点距離 35mm に仕上げた。

600~800°C で最長 6200h までの試験を行なつた。試験機は 3t, 1t, 0.5t のクリープ破断試験機を用いた。試験中の温度はいずれの温度も ±2°C 以内に調節した。組織の調査に対しては光学顕微鏡、電子顕微鏡および電子回折、X線回折を用いた。

## III. 試験結果

### 1) クリープ破断試験

Table 1 に試験結果を、Fig. 1 に応力と破断時間の関

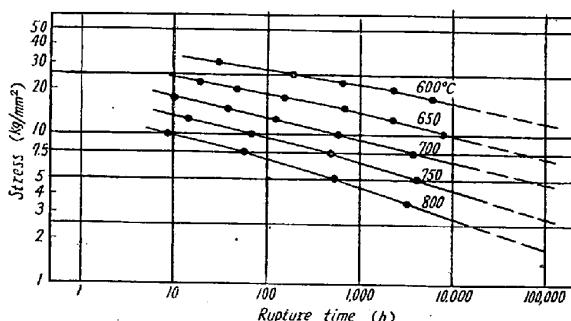


Fig. 1. Relation between stress and rupture time.

係を示した。いざれも良好な直線関係を示している。

18-8 Ti および 18-8 Nb では長時間側で下に折れ曲がるという傾向があつたが、この材料ではその傾向が認められない。

### 2) 破断時間と破断伸びの関係

Fig. 2 に破断時

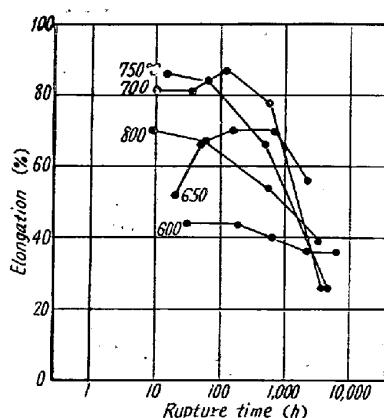


Fig. 2. Relation between elongation and rupture time.

Table 1 Results of creep-rupture test.

Test conditions		Rupture time h	Rupture	
Temp. °C	Stress kg/mm²		Elong. %	R. of A. %
600	17.5	6195	36.0	40.0
	20.0	2267	36.0	45.0
	22.5	628.8	40.0	50.0
	25.0	187.0	44.0	47.0
	30.0	30.0	44.0	46.0
650	10.0	7511	30.0	32.2
	12.0	2280	56.0	55.0
	15.0	680	70.0	75.0
	17.5	152.1	70.0	75.0
	20.0	46.8	66.0	72.0
	22.5	19.0	52.0	56.0
700	7.5	3761	26.0	28.0
	10.0	568	78.0	87.0
	12.5	123.7	87.0	88.0
	15.0	37.0	81.0	83.0
	17.5	10.0	81.0	78.0
750	5.0	4128	26.0	31.0
	7.5	473.8	66.0	71.0
	10.0	66.5	84.0	77.0
	12.5	14.0	86.0	77.0
800	3.5	3146	39.0	30.0
	5.0	536.0	54.0	55.0
	7.5	56.0	67.0	65.0
	10.0	8.5	70.0	73.0

間と破断伸びの関係を示した。600°C ではほとんど破断時間との関係は認められない。650°C がやや特異な性状を示しているがこれの原因については明らかでない。700°C 以上では試験時間が長くなるにしたがつて破断伸びは低下している。しかし 5000h 前後でもなお 20~30% と大きな値を示しており、この材料の高温における延伸性の良好なことを示している。

### 3) 顕微鏡組織

600°C, 6200h で破断した試験片の組織は粒界に炭化物が析出している。 $\sigma$  相はほとんど見られない。

650°C 以上では 500h 程度から  $\sigma$  相が粒界に析出し、長時間になるにしたがつて  $\sigma$  相の量が増加し、形も大きくなっている。この鋼種では炭化物として析出しているのは  $M_{23}C_6$  型の炭化物であつて 18-8 Ti, 18-8 Nb に見られるように  $M_{23}C_6$  型の炭化物が消失して TiC, NbC のような MC 型炭化物に変化する傾向が認められない。750°C 以上の高温度、長時間側では粒内にも  $\sigma$  相が析出するようになる。この結果は光学顕微鏡により認めた。また  $\sigma$  相がやすくなる傾向は X 線によつても確認された。

## IV. 結果の検討

18-8 Ti, 18-8 Nb においてクリープ破断強度が長時

間側で屈曲して低下する原因については詳しい研究は見ない。この鋼種は長時間側で比較的屈曲しないが高温度では屈曲することが文献に認められている。この原因は未だ十分明らかになつたというわけではないが  $\sigma$  相の発生が関係しているように考える。 $\sigma$  相が発生すると延性が少なくなり、破断時間が短かいことはわかつている。

18-8 Ti, 18-8 Nb ステンレス鋼は  $M_{23}C_6$  が消失して MC 型炭化物が析出するとき  $\sigma$  相が発生しやすい条件ができるためと推察される。16-13-Mo 鋼では Cr, Ni の成分範囲が多少異なつてのことと Mo の炭化物の形成傾向から  $\sigma$  相の発生が少なく、このため時間の短かい所ではこれら三者の高温クリープ破断強度は変わらないにもかかわらず、長時間側では 16-13-Mo ステンレス鋼の方が強度が高いという結果になるものと考える。しかしこの鋼種でも 750°C 以上では  $\sigma$  相が発生しあるので高温度では曲線の屈曲が認められるようになるものと考える。

### V. 結 言

長時間クリープ破断試験を実施し 16-13-Mo オーステナイトステンレス鋼の強度を求めた。18-8 Ti, 18-8 Nb に比べて短時間側では変わらないが、長時間側では 16-13-Mo 鋼の方が高温強度が強くなる傾向のあることを示し、この結果について  $\sigma$  相と関係あることを推察した。

最後にこれらの結果からクリープ試験は短時間のみの試験では不十分であつて少なくも 10,000 時間前後の長時間まで実施しなければならないことがわかる。

### (109) 高 C 高 V Co 系高速度鋼の研究

神戸製鋼所中央研究所

西原 守・中野 平・金田次雄

○日浦 保・増田辰男

〃 大久保工場 辻 克巳

Study on High-Carbon High-Vanadium Cobalt-Type High Speed Steels.

Mamoru NISHIHARA, Taira NAKANO,

Tsugio KANEDA, Tamotsu HIURA,

Tatsuo MASUDA and Katsumi TSUJI

### I. 緒 言

近年の機械工業のいちじるしい発達により高速切削、重切削ならびに精度の向上が要求され、焼入焼モドシなどの調質された高硬度を有する素材の切削も必要となつてきた。したがつてこれまでの高速度鋼では最早その要求を満足しえないため、新鋼種の研究開発が各所で行なわれている。筆者らはこれらの要求により製作されている高 C 高 V Co 系高速度鋼の材質特性について若干の検討を行なつたので報告する。

### II. 供 試 材

供試材の化学成分を Table 1 に示す。各供試材とも高 C 高 V Co 系であるが、供試材 A, B は W 系, C, D は Mo 系で、その中 B, C はそれぞれ研削性を改良する目的のため S を添加したものである。また No. E は比較材 JIS SKH 4 である。

各供試材とも塩基性 100kVA 高周波炉にて溶製し 90 kg 鋼塊に造塊後、焼なまし、皮削り、鍛造、圧延工程を経て 16mm  $\phi$  丸棒の試験用素材を製作した。

### III. 実 験 結 果

1) 焼入温度の影響、各供試材(焼なまし材)より 10mm  $\phi \times 15$  mm の熱処理試験片を製作し、供試材 A, B, C, D は 1170°C より 1300°C 間の焼入温度と硬度の関係を求めた。また比較材 E は焼入温度を 1280~1330 °C とした。W 系 A, B は 1260°C で Mo 系の C, D は

Table 1. Chemical composition of test specimens.

Types	Testing No.	Chemical composition (%)											
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	W	V	Co
W type	A	1.54	0.46	0.37	0.020	0.014	0.03	0.02	4.85	—	12.91	5.36	5.25
	B	1.52	0.44	0.34	0.020	0.117	0.04	0.07	4.95	—	13.04	5.31	5.25
Mo type	C	1.52	0.39	0.30	0.021	0.015	0.23	0.12	4.76	3.10	6.51	5.53	5.15
	D	1.52	0.43	0.36	0.020	0.109	0.08	0.03	4.67	2.97	6.40	5.52	5.15
JIS SKH 4	E	0.71	0.19	0.25	0.020	0.022	0.20	0.03	4.08	0.18	18.27	1.19	10.00