

Table 1. Chemical composition of weld metals and creep rupture properties at 650°C

AISI type	Welding method ¹⁾	Chemical composition (%)					Ferrite ²⁾ (%)	Rupture strength (kg/mm ²)			Elongation (%)		
		C	Cr	Ni	Nb+Ta	Othes elements		10 ^h	100 ^h	1000 ^h	10 ^h	100 ^h	1000 ^h
308 L	TIG	0.021 0.024	18.78 20.22	11.30 11.15	— —	— —	3 7	15.9 18.6	12.9 15.1	10.1 11.0		6 25	4 18
	SMA	0.037 0.038	18.72 20.42	11.34 11.28	— —	— —	3~4 7	18.9 19.8	14.8 16.4	12.0 12.9	31 40	9 13	4 4
316 L	SMA	0.045	18.61	13.83	—	Mo 2.30	1	22.4	17.5	13.9		12	14
		0.045	20.54	13.83	—	Mo 2.31	5~6	24.3	18.5	13.3	33	18	6
		0.048	22.48	13.79	—	Mo 2.33	9~10	25.0	18.0	12.4	33	18	6
347	TIG	0.05	17.29	9.21	0.58	—	2	32.8	26.7	20.7	6	4	3
		0.028	19.51	9.51	0.68	—	6	27.0	26.3	20.0	4	3	1
	SMA	0.07	19.19	10.07	0.47	—	5	29.0	23.2	15.8		2	2
		0.07	21.04	9.61	0.51	—	12	25.5	18.8	13.6	5	4	2
	TIG	0.036	17.59	12.94	0.96	Mo 1.92	0	39.6	33.3	27.7	10	8	6
		0.067	17.58	12.00	1.11	Mn 4.20	0	40.5	33.5	28.6	10	11	11
0.057		16.37	13.11	1.11	Co 6.30	0	36.6	32.7		11	8	6	
0.057		18.28	11.94	0.64	N 0.15	0	39.4	33.0	27.5		2	2	

1) TIG : Tungsten argon gas welding, SMA : shielded metal arc welding.

2) Calculated by Schaeffler's diagram.

断強さをいちじるしく高めるばかりでなく 347 型溶着金属の欠点である破断伸の低い性質が改善される。これらの元素のうち 4% Mn の添加が最も効果があるが N₂ は破断伸に対してはほとんど効果がない。

IV. 結 言

オーステナイト系ステンレス溶着金属のクリープ破断性質は溶接法および溶着金属のフェライト量によつて変化するが、その影響は鋼種によつていちじるしく異なるので鋼種に応じて最も適当な条件を選ぶことが必要である。すなわち 308 L 型においては被覆金属アーク溶接の方が適しており、またフェライト量が多くても差支えないが、316 L や 347 型においてはフェライトはシグマ相に変態して材質を劣化させるのでフェライトの少ない方が好ましい。また 347 型は被覆金属アーク溶接ではクリープ破断強さはいちじるしく低くなるので TIG 溶接を行うべきである。このように溶接法によつて溶着金属のクリープ破断性質が異なるのは溶着金属の成分の変化が大きな原因であると考えられる。このほか完全オーステナイトの 347 型溶着金属に Mn, Mo または Co の適量を添加することによつてクリープ破断性質はいちじるしく改善されることが知られた。

(93) 3% Cr 耐熱鋼の諸性質におよぼす C, Cr, Mo および V の影響 Effect of C, Cr, Mo and V on the Properties of 3% Cr Heat-Resisting Steel.

Tsuneo Kunou, et alius.

日立金属工業, 安木工場

工博 小柴 定雄・〇九重 常男

I. 緒 言

600°C 以下の使用温度における航空機部品の耐熱構造用鋼に、ダイキャスト用ダイス鋼が使用されているが、最近 C 0.5%, Cr 3.25%, Mo 2.5% のダイキャスト用ダイス鋼が、従来の 5% Cr 鋼より用途によつてはすぐれた性能を示すと報告がなされている。ダイキャスト用ダイス鋼としては Cr-Mo, Cr-V, Cr-Mo-V および Cr-Mo-V-W 鋼が一般に用いられるが、Mo, W および V は高温における強度を増大する元素であり、耐熱鋼として使用する場合に有効な元素となる。したがつてさきの 3Cr-2.5Mo 鋼に V を加えれば、さらにすぐれた耐熱性を示すものと思われる。また C, Cr, Mo および V を適当に変えることにより、比較的低温度で使用されるすぐれた機械構造用耐熱鋼が得られるものと考え、これらの元素が焼入、焼戻カタサ、高温機械的性質、ラプ

チャー時間等におよぼす影響について実験を行つた。

II. 実験方法

高周波電気炉にて吹製した 30kg 鋼塊を 15mmφ に鍛伸して試料とした。焼入、焼戻カタサは 15×15×15 mm の試料で、焼入カタサは 950~1,150°C の焼入温度より空冷してカタサを測定し、焼戻カタサは 1,000, 1,050, 1,100°C および 1,150°C 空冷の試料を 400~700°C に各 1 時間焼戻してカタサを測定した。高温機械的性質は平行部 7mmφ の高温引張り試験片を 1,050°C 空冷, 650°C 焼戻の熱処理を行い、500~700°C の試験温度における引張り試験を行い、引張り強さ、伸びおよび絞り測定した。ラプチャー時間は平行部 5mmφ の試料を前述と同様の熱処理を行い、600°C で 50 kg/mm² の応力を加え破断にいたる時間を測定した。

III. 実験結果

(1) 試料の化学成分

Table 1 に試料の化学成分を示す。C1~3 で C, R1~3 で Cr, M1~3 で Mo, V1~3 で V の影響を調べた。

(2) 焼入カタサ

焼入カタサは C, Cr, Mo および V ともその量を増すにしたがいおおむね増大するが、V の場合は 1,050°C 以下の焼入温度では V の少ないほど焼入カタサが高い。

(3) 焼戻カタサ

Fig. 1 に C の場合の焼戻試料の焼戻カタサを示したが他の Cr, Mo および V の場合もほぼ同様の傾向を示す。焼戻カタサは C, Mo および V ともその量を増すにしたがい増大する。Cr の場合は焼戻温度 600°C までは Cr の多いほど焼戻カタサが大きい。しかし 650°C 以上の焼戻温度では逆に Cr の少ないほど焼戻カタサは大きい。

(4) 高温機械的性質

Fig. 2 に C の場合の高温機械的性質を示したが、引張

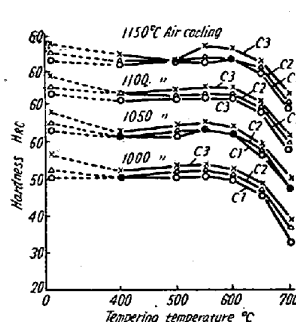


Fig. 1. Relation between tempering temperature and hardness (Effects of C).

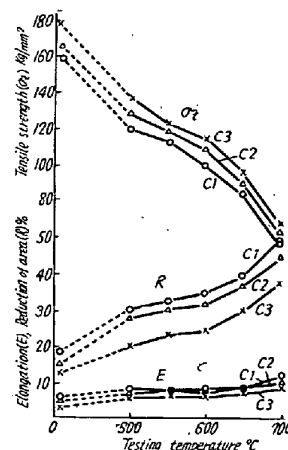


Fig. 2. Mechanical properties at high temperature (Effect of carbon).

り強さは試験温度の上昇にしたがい減少し、伸びおよび絞りは逆に増大する。他の Cr, Mo および V も同様の傾向を示す。引張り強さは C および V の増加にしたがい増大するが、Cr の場合は本実験の範囲内では少ないほど引張り強さ大きい。Mo の場合は Mo 2.43% で最大の引張り強さを示し、Mo 3.18% の引張り強さが最も小さい。伸びおよび絞りは引張り強さとほとんど逆の傾向を示す。

(5) ラプチャー時間

Fig. 3 に各元素量とラプチャー時間との関係を示し

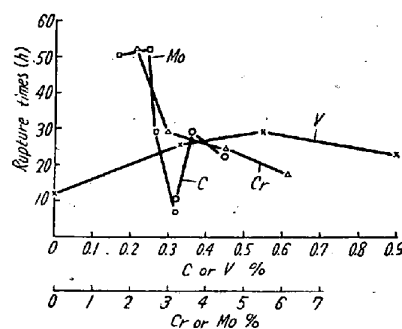


Fig. 3. The relation between C, Cr, Mn and V contents and rupture times (at 600°C, stress 50 kg/mm²).

Table 1. Chemical composition of specimens.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
C 1	0.32	0.38	0.66	0.014	0.018	3.02	2.68	0.52
C 2	0.36	0.40	0.65	0.014	0.017	2.95	2.63	0.55
C 3	0.45	0.37	0.67	0.016	0.018	2.94	2.63	0.55
R 1	0.37	0.37	0.66	0.012	0.017	2.13	2.88	0.55
R 2	0.38	0.33	0.67	0.011	0.014	4.24	2.95	0.60
R 3	0.37	0.39	0.68	0.014	0.011	6.14	2.88	0.50
M 1	0.38	0.27	0.72	0.010	0.018	2.88	1.65	0.51
M 2	0.38	0.35	0.69	0.014	0.019	3.06	2.43	0.57
M 3	0.37	0.31	0.69	0.012	0.018	3.03	3.18	0.52
V 1	0.36	0.35	0.57	0.012	0.015	2.78	2.65	Nil
V 2	0.38	0.27	0.52	0.016	0.014	2.97	2.63	0.33
V 3	0.38	0.40	0.58	0.015	0.013	2.99	2.75	0.90

た. 図に示すごとく C は 0.36% の場合が最もラプチャー時間が大きく, Cr は本実験の範囲内では Cr 量の増加にしたがいラプチャー時間を減少する. Mo は 2.43% で最大値を示し. これ以上 Mo の増加にしたがい急激にラプチャー時間が減少する. V は 0.55% で最大値を示す. なお Cr, Mo および V の図中には C 2 試料の Cr, Mo および V の量がそれぞれ挿入してある.

IV. 結 言

3% Cr 耐熱鋼の焼入, 焼戻カタサ, 高温機械的性質およびラプチャー時間におよぼす C, Cr, Mo および V の影響について実験を行い最適の成分を決定した.

なお本鋼はダイキャスト用ダイス鋼としても使用されるので, この場合を考慮して変形率を測定し従来の 5% Cr 鋼との比較を行った. この点も併せ発表する.

(94) Cr-Mo-V 鋼の焼入冷却速度と機械的性質との関係

(スチームタービン用鋼材の研究)

Relation between the Cooling Velocities and the Mechanical Properties for Cr-Mo-V Steel.

(Study on the materials for a steam-turbine generator shaft.)

Minoru Makioka, et alii.

神戸製鋼所, 神戸研究部

理 中野 平・〇牧岡 稔・新名英司

I. 緒 言

タービンのローターシャフト機のように常温付近だけでなく, 高温においてもすぐれた機械的性質が要求される場合, この両者の本質がかなり趣を異にしているのでその最適の熱処理条件を十分に把握しておく必要がある. この意味から最近の新鋭蒸気タービン発電機の高圧ローターシャフトとして広く使用されている Cr-Mo-V 鋼 (ASTM A293-55T class 8) を対象として焼入冷却速度と高温ならびに常温の機械的性質との関係を調べたので報告する.

II. 実験材ならびに実験方法

実験材の化学成分は Table 1 のごとくで, 10 t 塩基性電気炉で熔製した 2 t 鋼塊を直径 300 mm の丸棒に鍛

Table 1. Chemical composition of samples.

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
0.32	0.28	0.84	0.014	0.009	0.12	1.05	1.02	0.23

Specimen	Hardening procedure	Average cooling velocity between 800°C and 400°C	Cooling velocity at 400°C (°C/h)	Microstructure
A	30% V air cool	2200	4020	Lower bainite
B	20% V oil quench (1% Cr)	1400	2700	Lower bainite
C	30% V special cool (1% Cr)	880	1080	Lower bainite + upper bainite
D	20% V air cool (1% Cr)	125	276	Upper bainite
E	3% Cr Furnace cool (1)	80	100	Ferrite + upper bainite
F	30% Cr Furnace cool (1)	44	46	Ferrite + upper bainite
G	30% Cr Furnace cool (3)	34	40	Ferrite + upper bainite

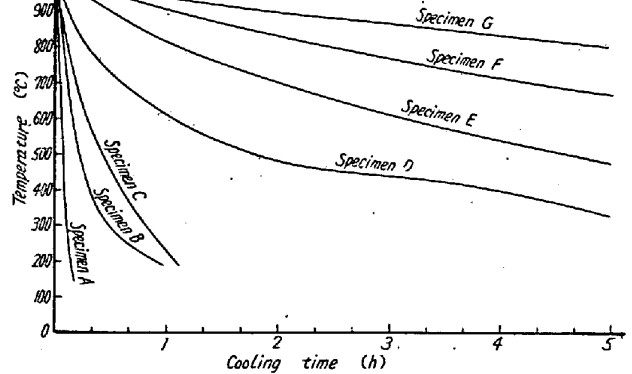


Fig. 1. Cooling curves of specimens.

造して製作した. 焼入冷却速度は Fig. 1 に示すごとく 300 mm 丸棒をそれぞれ油冷, 空冷および特殊冷却したものが 3 通り, 30 mm 角棒をそれぞれ空冷, 炉冷 (3 種類) したものが 4 通り, 合計 7 通りに変化させた. 焼戻は抗張力が 71~91 kg/mm² にほぼ揃うように適当に温度を選んで行なつた. なお試験片はすべて 300 mm 丸棒試験材の外周部から軸方向に採取した.

III. 実験材の冷却変態の様相と顕微鏡組織

実験材の焼入冷却曲線と焼入組織および硬度, そして本多式熱膨脹試験により調べた冷却変態の様相を Fig. 1 に示す. 試料 A)~D) は, 下部ベーナイトまたは上部ベーナイト組織, 試料 E)~G) は初折フェライトと上部ベーナイトの混合組織を示した. (写真省略)

IV. 機械的性質について

1) 常温における機械的性質

常温における機械的性質を引張試験, キーホールシャルピー衝撃試験, V ノッチシャルピー衝撃遷移温度の比較の面より検討を加え, 焼入冷却速度の効果について考察を行つた.

a) 引張試験およびキーホールシャルピー試験

抗張力が 85 kg/mm² にそろよう焼戻を行なつた後引張試験およびキーホールシャルピー試験を行なつた結果は Table 2 のごとくで, 伸び, 絞り は焼入冷却速度が大きいほど大きくなる傾向にあるが, 全般的にみてその影響は小さい.

一方キーホール衝撃値は焼入冷却速度の影響がかなり明瞭に現われ, 冷却速度の減少とともに衝撃値は低下の傾向を示す.