

(100) 18Cr-12Ni-2Mo 系および 19-9 DL 耐熱鋼におよぼすP添加の影響について

(耐熱鋼の性質におよぼすPの影響について—I)

Effect of P-Addition the Properties of 18Cr-12Ni-2Mo and 19-9DL Heat-Resisting Steel.

(Effect of P-addition on the properties of heat-resisting steels—I)

Akira Tonooka, et alii.

特殊製鋼

工博 山中直道・工 日下邦男・〇外岡 耀

I. 緒 言

中級耐熱鋼の応力破断強度を向上せしめる手段としては再結晶温度以下の高温で加工硬化を与えるいわゆる hot cold work がある。すなわち 650~700°C で 20% 内外の H. C. W を行うと 650°C における 100 h 破断強度を 10 kg/mm² 前後向上することができるが、大きな鍛造品に均一な加工度を与えることは非常に困難であるので、われわれは溶体化処理後焼戻時効のみによつて H. C. W に匹敵するとき応力破断強度を有する耐熱鋼を得ることを目的として、各種耐熱鋼に P 添加をおこなひその影響を調査した。供試材に Table 1 示すようなもので 35 KVA 高周波誘導炉によつて 7 kg 鋼塊を溶

製し中延鍛造後 16φ に圧延して用いた。

III. 実験結果

(1) 12Ni-18Cr-2.5Mo 系

Fig. 1 は C 0.1, Si 0.6, Mn 1.0, Ni 12, Cr 18, Mo 2.5% のものに P を添加しこれを 1150°C × 1 h 溶体化処理後 700°C に 1200 h まで焼戻時効をおこなつて硬度を測定した結果である。溶体化処理状態の硬度は P の多くなるにつれてわずかに上昇するのみであるが 700°C 焼戻後の硬度は P の多くなるにつれていちじるしく高くなる。焼戻温度が 750°C, 800°C と上昇すると P の多いものは 20 h 前後の焼戻によつて最高硬度に達し、それ以上の焼戻によつては硬度は低下するにいたる。

つぎに 1150°C 溶体化処理, 700°C × 30 h 焼戻後 9φ

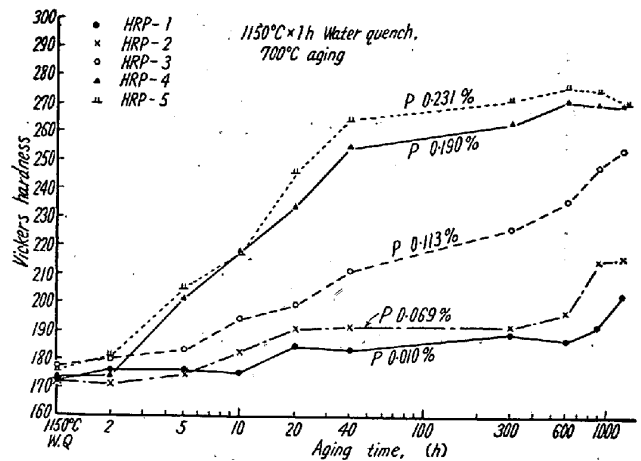


Fig. 1. Hardness change in aging.

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Cb	V	N ₂	Ti
HRP-1	0.10	0.57	0.99	0.010	0.014	12.19	18.12	2.43					
-2	0.08	0.55	1.10	0.069	0.014	12.09	18.09	2.46					
-3	0.11	0.54	1.04	0.113	0.012	12.50	17.93	2.39					
-4	0.12	0.55	1.29	0.190	0.015	12.23	18.03	2.44					
-5	0.10	0.56	1.30	0.231	0.014	11.75	18.09	2.47					
-6	0.13	0.51	1.27	0.010	0.017	11.80	17.63	2.46					
-7	0.11	0.47	1.29	0.061	0.017	12.48	18.00	2.49		0.83			
-8	0.10	0.56	1.29	0.117	0.017	11.89	17.92	2.47		0.84			
-9	0.11	0.47	1.07	0.207	0.011	12.18	18.06	2.92		0.91			
-10	0.06	0.43	1.26	0.011	0.005	12.18	18.06	2.92		0.86			
-11	0.06	0.45	1.20	0.078	0.008	11.88	18.18	2.34		0.92	0.74		
-12	0.06	0.45	1.30	0.158	0.010	12.08	18.18	2.00		0.86	0.74		
-13	0.08	0.45	1.20	0.291	0.010	12.18	18.21	2.14		0.91	0.72		
-14	0.08	0.44	1.27	0.025	0.012	12.03	19.39	2.22		0.89	0.71		
-15	0.07	0.42	1.24	0.086	0.006	12.24	18.24	2.13		0.89	0.83	0.2	
-16	0.08	0.42	1.30	0.164	0.006	12.55	18.18	2.22		0.80	0.92	0.2	
SHR-93	0.31	0.61	1.08	0.008	0.005	12.19	18.27	2.00		0.92	0.69	0.2	
-118	0.29	0.63	1.16	0.067	0.016	8.88	20.30	1.42	1.55	0.48			0.14
-117	0.30	0.62	1.04	0.132	0.015	9.04	20.14	1.43	1.41	0.39			0.21
-114	0.30	0.61	1.10	0.231	0.013	9.13	20.14	1.49	1.41	0.40			0.18
-115	0.30	0.61	1.08	0.333	0.011	9.19	20.04	1.59	1.61	0.44			0.26
					0.012	9.19	20.01	1.53	1.61	0.43			0.26

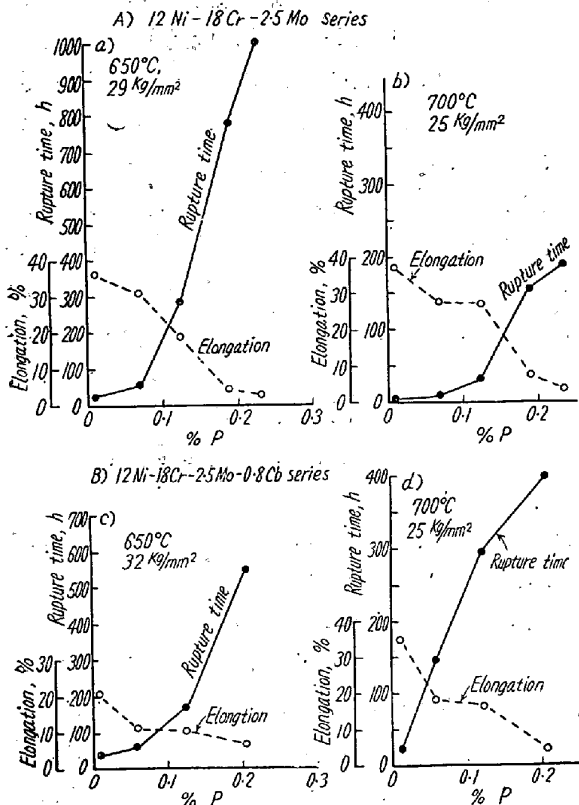


Fig. 2. Effect of P on the rupture strength.

×50 試片を用いて 650°C, 29 kg/mm² および 700°C, 25 kg/mm² のラプチャー試験をおこなったがその結果は Fig. 2 (A) に示すごとく P 添加によつて破断時間はいちじるしく向上する。破断後の伸は P 添加により低下するが P 0.15% 以下では 10% 以上の伸を示す。また 1150°C 溶体化処理後 700°C × 30 h および 200 h 焼戻時効をおこなつて常温および 650°C の衝撃値を求めた。P 添加の多くなるにつれて衝撃値は低下するが P 0.23% のもので常温で 10.5, 650°C で 16 kg m/cm² の値を示した。

(2) 12 Ni-18 Cr-2.5 Mo-0.8 Cb 系

12 Ni-18 Cr-2.5 Mo 系に 0.8 Cb 添加をおこなつた場合にも P 添加によつて焼戻硬度は上昇するが、この場合には P の多いものの 750°C, 800°C 長時間焼戻による硬度低下はほとんどみとめられない。Fig. 2 (B) はラプチャー試験結果を示すもので 0.8% Cb の添加によつて破断時間はかなり向上し、さらに P の多いものほど破断時間が長くなる。700°C × 200 h 焼戻後の衝撃値は P の多くなるにつれて低下の傾向を示すが Cb 添加をおこなわない場合よりは大きい値を示す。

(3) 12 Ni-18 Cr-2.5 Mo-0.9 Cb-0.7 V 系

12 Ni-18 Cr-2.5 Mo 系に 0.9% Cb + 0.7% V 添加をおこない、またさらに N₂ を 0.2% 含有せしめたものに、それぞれ P を添加して試験した。N₂ 添加をおこなつたものは溶体化処理後の硬度が高くなるが、いずれも P の多くなるにつれて焼戻温度が上昇する。含 N₂ のものはラプチャー強度がかなり向上し P 添加をおこなつたものはさらに破断時間が大となるが破断後の伸はほとんど低下しない。すなわち P 0.164% のものは 650°C, 34 kg/mm² の場合に破断時間 930 h, 伸 29% を示し、700°C, 25 kg/mm² において 265 h, 21% を示す。700°C × 200 h 焼戻時効後の常温衝撃値は N₂ 添加によつて P 0.025% のものは 6.5 kg m/cm² に低下するが P 0.164% のものも同じく 6.5 kg m/cm² を示し、P 含有による衝撃値の低下はほとんど認められなくなる。

(4) 19 Cr-9 Ni-1.5 Mo-1.5 Cb-0.2 Ti 系

いわゆる 19-9 D L 耐熱鋼の成分に P 添加をおこない 1150°C × 1 h 溶体化処理後 700°C に長時間焼戻したものの硬度は Fig. 3 に示すごとく P の多くなるにつれていちじるしく硬度上昇を示す。焼戻温度が 750°C, 800°C に上昇した場合には P の高目のものはそれぞれ 200 h, 100 h にて最高硬度を示し、それ以上焼戻時間が長くなると硬度低下を示すようになる。1150°C 溶体化処理, 700°C × 30 h 焼戻後 650°C, 35 kg/mm² のラプチャー試験をおこなつた結果は 19-9 D L 成分のものは破断時間 13 h, 伸 20% であるが P 0.067% のものは破断時間 90 h, 伸 24% に向上しさらに P が多くなると

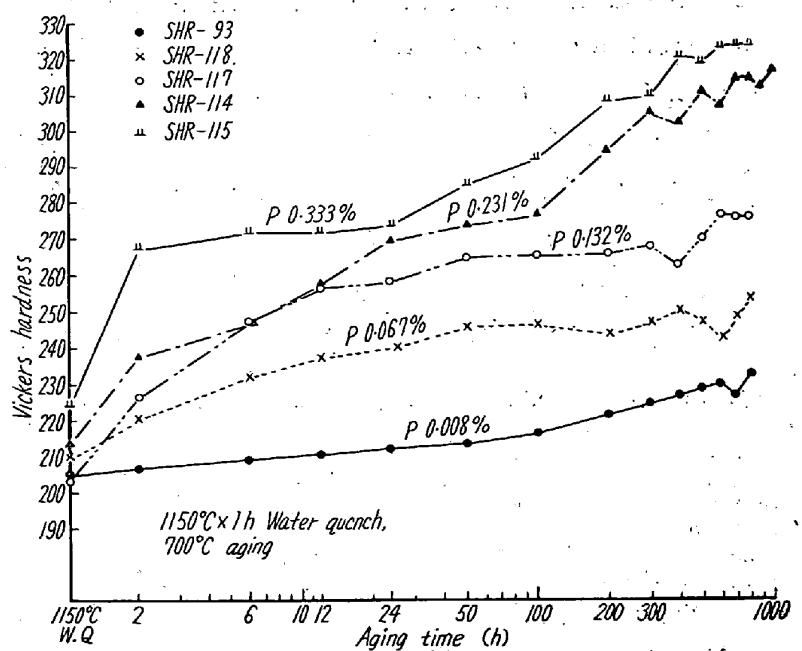


Fig. 3. Hardness change in aging.

破断時間がいちじるしく向上するが破断後の伸は低下し P0.231% になると破断時間 390 h, 伸 2% となる。なお 19-9DL 耐熱鋼を 650°C にて 20% H.C.W したものを 650°C, 35 kg/mm² にて試験した結果は破断時間 90 h, 伸 2.2% を示した。また 700°C, 27 kg/mm² の試験結果も添加により破断時間がいちじるしく向上し P0.231% では破断時間は 165 h となる。つぎに 1150°C 溶体化処理後 700°C × 100 h 焼戻時効後の衝撃値を試験したが 19-9DL 成分のものは 8.8 kg m/cm² の常温衝撃値を示し, P 添加が多くなるにつれて低下の傾向を示し P0.132% で 6.8, P0.231% で 4.6 kg m/cm² を示す。一方 H.C.W した 19-9DL の常温衝撃値は 6.0 kg m/cm² を示した。

III. 結 言

以上 12Ni-18Cr-2.5Mo 系およびこれに 0.8%Cb, 0.7%V および 0.2%N₂ を添加したもの, また 19-9DL 耐熱鋼成分のものにそれぞれ P 添加をおこなつてその影響をしらべたが P の多くなるにつれて焼戻時効硬度がいちじるしく高くなり, また 650°C および 700°C の応力破断強度もいちじるしく向上する。破断後の伸は P の多くなるにつれて低下するが, P 添加量を適当に調節すれば H.C.W をおこなつた耐熱鋼に匹敵する性能を得ることが出来るものと考えられる。

(101) ボイラー用ステンレス鋼の金相学的研究

Metallurgical Characteristics of Stainless Steel for Boiler Tubes,

Teruo Yukitoshi, et alius.

住友金属工業, 鋼管製造所

理 三 好 栄 次・理修〇行 俊 照 夫

I. 緒 言

ステンレス鋼をボイラー用として使用する場合他の用

法とことなる点は長時間高温に保持されることである。この場合, 材料的見地からとくに問題となるのは高温強度であるが同時に材質的に安定であることが必要である。しかるにボイラー用として用いられるステンレス鋼は長時間の加熱後は必ずしも安定というわけではなく機械的性質が脆化する傾向のあることは従来より認められている。本研究はボイラー用のステンレス鋼として一般に認められている 8 種について 10330 h まで加熱しその機械的性質と組織に関する研究をおこなつたものである。

II. 試 験 方 法

材料は 6 t 電気炉あるいは高周波電気炉にて溶解したもので成分は Table 1 に示すものである。

素材は鍛造後 8×14×200 の角材に圧延しつぎの 2 種の熱処理をおこなつた。すなわち

(1) 1300°C × 1 h W. Q

(2) 1300°C 1 h W. Q → 900°C × 24 h W. Q

実用上は 1050~1100°C で溶体化処理をおこなうのが通例であるが金相的な観点から見るとこれはやや不適当であつて炭化物などをできるだけ固溶化した状態と逆に炭化物の析出した状態について研究しなければならないと考える。上述の熱処理はこの二つの極端を示すものである。

これらの再加熱温度は 600°C, 650°C, 700°C であり加熱時間は 0, 100h, 1000h, 10330h, である。ただし 10330 h を実施したのは 650°C のみである。これらの長時間の加熱中はステンレスの鋼管内に密封して空隙を少なくし, 両端を熔接して試料の表面状態の変化を防いだ, 加熱の温度範囲は記録紙の結果より ±10°C 以内である。

機械的性質としては 18-8 Cb については一般に硬度, 抗張的性質はいちじるしく変化を見ないのに衝撃試験は変化が大きいので主として衝撃値を以て脆化の基準と考えた。

III. 実 験 結 果

Table 1. Chemical composition of materials.

Specimens	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Cb	Ti	Mo
18-8	0.06	0.50	1.44	0.030	0.008	0.25	10.13	18.40	—	—	—
18-8-Cb	0.05	0.59	1.37	0.031	0.008	0.11	10.77	17.70	0.74	—	—
18-8-Ti	0.05	0.42	1.45	0.018	0.008	0.06	12.24	17.10	—	0.56	—
18-8Mo	0.06	0.58	1.41	0.029	0.010	0.22	13.45	16.40	—	—	2.20
25-20	0.06	0.40	1.38	0.028	0.010	0.13	20.17	24.25	—	—	—
16-13-Mo-Cb	0.05	0.66	1.60	0.014	0.022	0.09	13.13	16.25	0.80	—	1.93
16-16-Mo-Cb	0.05	0.57	1.51	0.015	0.021	0.08	16.20	16.15	0.79	—	1.86
16-16-Mo-Cb-V	0.05	0.57	1.62	0.022	0.021	0.07	16.20	16.20	0.79	(V) 0.88	1.76