

富士製鉄中央研究所

成広清士・工博 乙黒靖男 三井田 隆

1. 緒言

Ni-Cr 鋼のごとき合金鋼において、焼戻後徐冷すると材質が脆化することは一般によく知られた現象であるが、その原因については多数の説が提案されているが未だ明らかでない。しかしながらいずれにせよ C, N, P 等の微量の不純物が関与していることおよび Mo が有効なことは明らかなことである。

著者らは鋼の靱性に関して Te を初めとして特殊元素の影響を系統的に調べて来たが今回は靱性の中で焼戻脆性に限って Te, 希土類元素の効果を調査したので報告する。

2. 試料および実験方法

試料は 10kg 高周波溶解炉で 5.6 kg 溶製し、80φ の鋳型に鋳造し 14 角に鍛造した。鍛造材は焼準後焼入焼戻しを行い、A 系列は焼戻温度を変化させ、B 系列は焼戻温度からの冷却を変えることによつて焼戻脆性に対する感受性を判定した。また B 系列の試料については焼戻脆性に影響の大きい不純物元素として P を含有した場合の Te, Ce, の影響を調査した。これらの実験については焼戻脆性の軽減に効果のある Mn, Al 添加材を比較鋼として用いている。供試鋼の化学組成を表 1 に示す。

3. 実験結果

A 系列の鋼については焼入後 200~550℃ の各温度で 1.5 時間焼戻を行い、焼戻脆化の傾向を調べたが、この鋼種は図 1 に示すように 350℃ 附近での低温焼戻脆性と 550℃ 附近の高温焼戻脆性とがあり、Te は前者に効果があるが後者には効果がない。一方 Ce および Mo は後者にのみ効果がある。

B 系列の鋼については通常行われている急冷材と徐冷材の衝撃遷移温度の差をとつて焼戻脆性に対する感受性を判定した。この場合最も顕著な効果を示すのは Mo であり、次いで Te である。即ち炉冷材と水冷材での $v_{Trs}(^{\circ}C)$ の差をとればベース材 B1 における約 85℃ が Mo 添加材で約 18℃, Te 添加材では約 57℃ となる。Ce は 72℃ であり殆んど効果がない。

然るに不純物として P を 0.02% 含有している B5~8 では Mo について Ce が極めて著しい効果を示した。

即ちベース材の B5 の v_{Trs} の差が P を添加しない場合の 85℃ に比べ 162℃ に増大するのに対して Mo は 30℃, Ce は 70℃ と不純物による影響を殆んど受けていない。Te は約 112℃ であり、不純物の影響が比較的大きいが、ベース材に比べればその差はかなり小さい。Te, Al 等は結晶粒を微細化するので焼戻脆性の軽減に対して細粒化も効果があることが予想される。しかし Mo, Ce については細粒化の作用が殆んどないため、焼戻脆性のより本質的な原因としては粒界強化。或いは不純物との相互作用のごときものが考えられる。

表 1 供試鋼の化学組成 (%)

	C	Si	Mn	P	Cr	Ni	V	その他
A1	0.226	0.24	1.22		1.48		0.052	
A2	0.230	0.28	1.31		1.48		0.055	Te 0.011
A3	0.244	0.31	1.35		1.52		0.057	Ce 0.20
A4	0.230	0.31	1.31		1.47		0.050	Mo 0.31
B1	0.256	0.28	1.10		0.66	0.98		
B2	0.254	0.29	1.14		0.71	0.99		Te 0.038
B3	0.260	0.31	1.21		0.71	0.99		Ce 0.18
B4	0.260	0.30	1.12		0.69	0.98		Mo 0.30
B5	0.281	0.31	1.08	0.018	0.70	0.98		
B6	0.278	0.32	1.08	0.018	0.68	0.95		Te 0.014
B7	0.286	0.31	1.13	0.019	0.68	0.95		Ce 0.20
B8	0.296	0.32	1.10	0.018	0.69	0.98		Mo 0.28

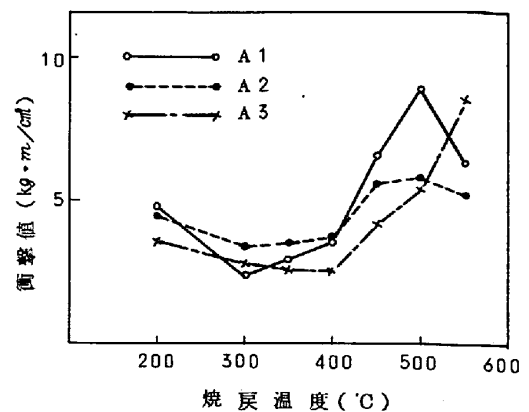


図 1 衝撃値と焼戻温度の関係 (R.T.)