

(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所

自在丸 二郎

小林 洋 ○細田 卓夫

1. 緒言 鋼にNb, Vを単独または複合添加した場合に, 析出硬化がおこることは広く知られており, その際の炭窒化物の析出挙動と濃度依存性について多くの実験が行なわれているが, 最も析出が進行する温度近傍での詳細は必ずしも明らかでない。当実験は電気抵抗変化と硬度の測定および引張り試験により上記の挙動を明らかにするために行なったものである。

表-1 化学成分 (%)

鋼	C	Si	Mn	Al	Nb	V
1	.06	.05	1.58	.030	—	—
2	.06	.05	1.60	.029	.174	—
3	.06	.06	1.26	.032	.092	—
4	.06	.06	1.24	.032	—	.12
5	.06	.05	1.26	.029	.051	.058

2. 実験方法 表-1. にこの実験に用いた鋼の化学成分を示す。電気抵抗測定試料は素材を1mmφに伸線後, Arガスとともに石英管に封入して1250℃×1hr加熱後(溶体化処理は以下同じ)水中に焼入れた。10℃/10minの等時焼鈍は低温ではSiオイルバス中で, 高温では堅形真空焼入炉で行ないいずれも0℃のSiオイル中に焼入れた。抵抗測定は液体窒素中での電気抵抗値を通常の4端子法により行なった。硬度試料は素材を5mmφに圧延し溶体化処理後, オイルまたはソルトバス中で等時焼鈍を行ないビッカース硬度を測定した。Direct Quench引張り試験片は素材を5mm厚のJIS13号試片に加工後, 溶体化処理を行ない所定温度のソルトバスに焼入れ10分間保持したのち水中に焼入れた。引張り試験はインストロン型引張り試験機により実施した。

3. 結果 10℃/10minの条件で等時焼鈍して液体窒素中で電気抵抗を測定した結果をFig. 1 に示す。図は溶体化処理状態の比抵抗の値を基準にして, 熱処理を施した後の比抵抗値との差を各処理温度に対して示したものである。いずれの鋼においても250℃および600℃で比抵抗値の著るしい低下が見られるが, 前者はFe₃Cの析出によるものである。⁽¹⁾ 後者は鋼1についてはAlNの析出によるものと思われ,⁽²⁾ 鋼2~5についてはAlNの析出およびNb, Vの炭窒化物の析出によるものと考えられる。700℃を越えるとAc₁変態の開始によると思われる比抵抗の上昇がおこるが, 析出の進行による比抵抗値の低下よりも変態による上昇分が大きくなる温度が高温側のものから順に, 4, 5, 3, 2となりNbよりVが, また高濃度より低濃度の方が高温で析出しやすことがわかる。比抵抗値の変化率が最大になるのはいずれも600℃近辺であり, 鋼4ではピークが二つ現われている。Fig. 2 に硬度変化を示す。鋼2~5ではAsQより硬度の高いピークが見られ, 上述の現象が析出によることをうらずけている。⁽¹⁾ 同様の現象がFig. 3 のDirect Quench材の引張り試験結果にも認められ, Vが比較的高温で析出していることがわかる。

(1) K. Kuo: JIS I, 11(1956), P258

(2) 八木, 福塚, 小川: 鉄と鋼, 6(1971), P96

(* 10℃温度増加ごとに10分保持)

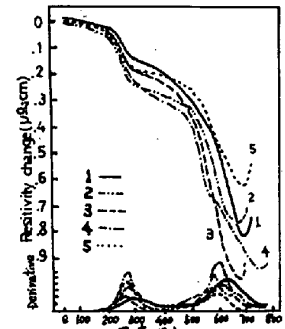


図1 等時焼鈍による比抵抗変化

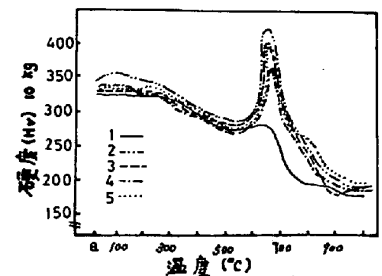


図2 焼入れによる硬度変化

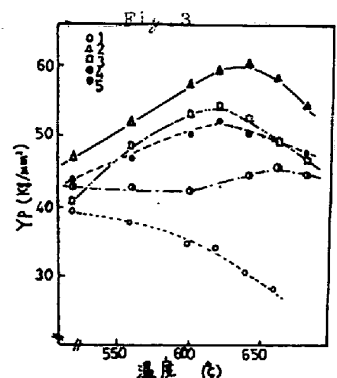


図3 直接焼入温度と降伏強度の関係