

(499) 低炭素鋼の炭化物析出における復元現象

東京大学 工学部
金属材料学科学学生

阿部秀夫 ○鈴木竹四
飛松憲太郎

1. 緒言: 前報¹⁾では低炭素 Al キルド鋼の焼入時効過程における電気抵抗率(ρ), 熱電能(S)および硬さ(Hv)の測定結果を報告した。 $S-\rho$ 図上でデータ点は各時効温度に特有の直線上を変位し、時効過程は時効温度・時間によってクラスター生成, ϵ 炭化物析出, センタイト析出の3段階に分けられ、75°C以下のクラスター生成段階では硬化が起こり、100°C以上の ϵ 炭化物析出では軟化が起こることを示した。 $S-\rho$ 図上の直線の勾配は析出粒界面に沿う *coherency strain* に関係しており、時効硬化の要因としては析出物の分散状態(粒間隔)と *coherency strain* が共に重要であると推論した。本報では一定の段階まで焼入時効を行なった試料について、より高い温度で復元処理を行なった結果を述べ時効硬化の要因を再検討する。

2. 方法: Table 1. に示す化学組成の Al キルド鋼熱延板を 920°C で 2 hrs オーステナイト化後室温まで徐冷し、75%冷間圧延し、 $5 \times 117 \times 0.75 \text{ mm}^3$ の試片を多数作成した。それらを塩浴中で 700°C \times 20 min 溶体化後氷水中に焼入れ約 110 wt.Ppm 固溶炭素を含む状態とした。各試片を 35°C で 73200 sec (クラスター生成) または 10^6 sec (クラスター生成 + ϵ 炭化物析出) 時効処理した後、75°C, 100°C, 150°C で復元処理を行なった。時効および復元過程を ρ , S , Hv 測定により調べ、前報の焼入時効の結果と比較・検討した。

3. 結果: Fig. 1 は 35°C で 73200 sec または 10^6 sec 時効後 75°C, 100°C, 150°C で等温保持した場合の硬さの変化を示す。Fig. 2 は 35°C で 73200 sec 時効後 150°C に等温保持した場合の $S-\rho$ 図である。I. 73200 sec 時効後の復元: ① 75°C では復元はほとんど起らない。 $S-\rho$ 図上で時間とともにデータ点は 75°C 時効に特有の勾配の直線に近づくが硬さは増加する。② 100°C では一部復元が起った後に ϵ 炭化物の析出により再び硬化する。③ 150°C ではデータ点は Fig. 2 に示すように 35°C 時効に特有な勾配 $g = 830 \mu\text{V}\cdot\mu\Omega/\text{cm}/\text{deg}$ の直線上を戻りつづいて 150°C 時効に特有な勾配 $g = 390 \mu\text{V}\cdot\mu\Omega/\text{cm}/\text{deg}$ の直線上を変位する。クラスターは復元により大部分再固溶するが、 ρ , S , Hv とも完全には初期の値に戻らない。復元に続いて ϵ 炭化物の析出が起こり再硬化する。この場合 ϵ 炭化物の析出速度は直接 150°C で焼入れ時効する場合よりも大きい。④ 75°C, 100°C, 150°C における復元後の硬化により到達する最高硬さはそれぞれの温度で直接焼入時効した場合の最高硬さにくらべてはるかに大きい。このことは析出物の種類に関係なく、主としてそれらの分散状態(粒間隔)が時効硬化に対して寄与していることを示唆している。II. 10^6 sec 時効後の復元: それぞれ 75°C, 100°C, 150°C で等温保持する場合、いずれも復元が起る。この場合 100°C, 150°C での復元後の硬化量は I の場合にくらべて小さいが、復元後の硬化により到達する最高硬さは I の場合よりも大きい。

Table 1. Chemical composition (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	sol.Al	insol.Al	sol.N
0.046	0.01	0.35	0.020	0.018	0.030	0.010	0.0060

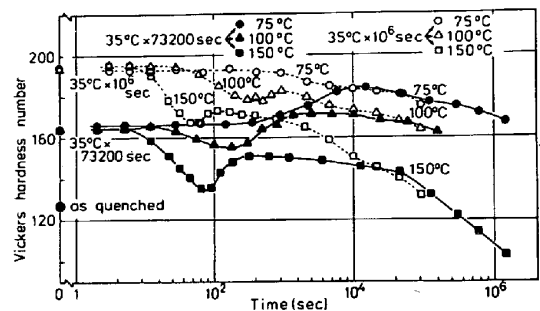


Fig. 1. Variations in hardness.

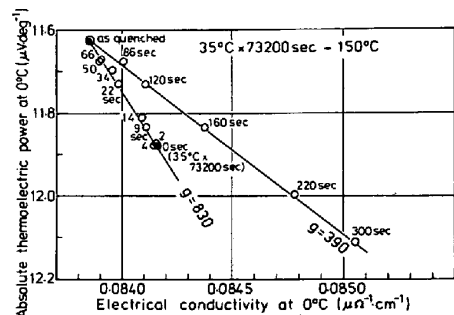


Fig. 2. $S(0^\circ\text{C})$ vs. $\rho(0^\circ\text{C})$ plots.

1) H. Abe, Tak. Suzuki: Trans. ISIJ, 20(1980), P690