

阪大工学部 齊藤好弘 藤田直也 加藤健三
 中山製鋼所 渡辺秀幸

I. 緒言 高速試験圧延機を用いて、純鉄に近い低炭素鋼の $\alpha-\gamma$ 変態域付近における圧延急冷実験および板厚方向の歪分布の測定を行ない、圧延組織に及ぼす圧延温度及び歪の影響を調査した。その結果圧延材の表面直下の歪集中部に微細な再結晶バンドが出現し、その再結晶の発生条件及び再結晶粒径とその位置での変形条件の関係を明らかにすることができたので報告する。

II. 方法

厚さ3mmの低炭素鋼(表1)の熱延板(初期結晶粒径 $d_0 \approx 25 \mu m$)より幅20mm長さ800mmの短冊状試片を切出し、圧延温度(T_r)700~900°Cに加熱し、15分保定後ロール径530mm ϕ の高速圧延機により、圧下率(r)10~30%、歪速度($\dot{\epsilon}$)約500s⁻¹で圧延し、ロール出口で水中に直接焼入れした。これを板幅中心で圧延方向に平行に切断し、断面内の組織を観察した。更に試片の板幅中心線上に3.2mm ϕ のドリル穴を板面に垂直に明け、普通鉄線(3.2mm ϕ)を圧入し表面研削を行なった試片を、前記と同じ条件で圧延し、圧延後の鉄線の境界線の湾曲形状より剪断歪(γ)を求め、それと板厚歪(ϵ)より相当歪($\bar{\epsilon}$)を $\bar{\epsilon} = \sqrt{\frac{2}{3}[2\epsilon^2 + 2(\frac{\gamma}{2})^2]}$ により求めた。

III. 結果

1. 歪分布 図1に $\bar{\epsilon}$ の板厚方向の分布を示す。 $\bar{\epsilon}$ は表面付近の顕著な付加的剪断歪 γ のため急峻なピークを示し、そのピーク値は高圧下率ほど、また低温度ほど大きい。特に、700°C、30%ではピーク値は板厚中心の値の約5倍にも達している。

2. 圧延急冷組織 写真1に表面直下の組織の一例を示す。再結晶バンドの位置及びその幅(約100 μm)は、図1の $\bar{\epsilon}$ のピークと完全に一致している。そのバンドの外側及び内側は、初期結晶粒が圧延方向に伸長した加工あるいは回復組織となっている。表2に表面直下の最大相当歪 $\bar{\epsilon}$ 及び対応する部分の再結晶粒径 \bar{d} に及ぼす圧延条件の影響を示す。圧下率30%の条件において再結晶バンドが現われ、再結晶粒径は圧延温度が低いほど微細になっている。以上の結果に基づいて、再結晶の発生する限界歪(ϵ_c)及び再結晶粒径(\bar{d})を検討したところ、それらはフェライトの自己拡散の活性化エネルギー($Q_s = 241 \text{ kJ/mol}$)、平均相当歪速度 $\dot{\epsilon}$ 、出口温度 T 、より定義したZener-Hollomon因子 $Z = \dot{\epsilon} \exp(\frac{Q_s}{RT})$ により記述できることがわかった。

表1 供試材の化学成分

C	Si	Mn	P	S
0.03	0.09	0.50	0.017	0.020

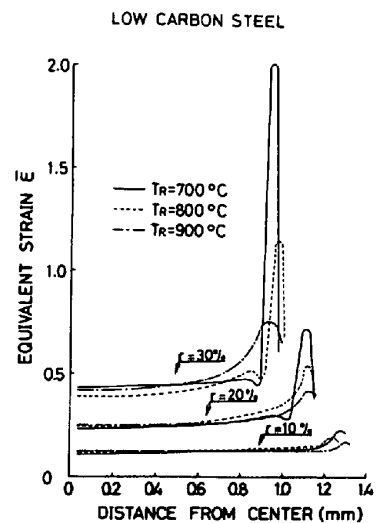


図1. 相当歪の板厚方向分布



写真1. 表面付近の圧延急冷組織(50 μm)
(800°C、30%)

表2. 圧延直下の相当歪の最大値 $\bar{\epsilon}$ と再結晶粒径 \bar{d} に及ぼす圧延条件の影響

Tr:°C	10%		20%		30%	
	$\bar{\epsilon}$	\bar{d}	$\bar{\epsilon}$	\bar{d}	$\bar{\epsilon}$	\bar{d}
700	0.232	—	0.724	—	2.017	1.3
750	0.213	—	0.632	—	1.586	2.4
800	0.194	—	0.540	—	1.154	3.6
850	0.183	—	0.479	—	0.932	6.5

\bar{d} 単位: μm