

(131) 調質圧延における変形帯の観察

九州大学工学部 豊島清三 田中明弘 O平瀬幸一

1. 緒言

調質圧延は降伏点現象を制御する効果的な方法として実用化されておらず、その機構についても Hundy 等による残留応力説や Butler, Wilson 等による不均一変形説が報告されているが、まだ不明な点も少なくない。そこで本実験では、調質圧延の機構を知る一資料とするために、低下率での変形帯の発生とその特性、低下率と変形帯の pitch との関係、微視的に転位密度との関係等を調べた。

2. 実験方法

試料は低炭素リムド鋼を 60x35x2.3(mm) に切り出し窒素雰囲気中で 640°C 1h 焼鈍して用いた。結晶粒度は 8~9 である。転位観察用の試料は Al キルド鋼を予め圧延し 720°C 8h 真空焼鈍して用いた。試料の化学成分を表 1 に示す。前者の試料は、側面を鏡面仕上げしてから四重式圧延機で圧延して直接観察するか、又は圧延後、塩化第二銅系液で腐食して変形帯を観察した。又後者の試料は伸び率数%まで圧延し電解研磨法によって薄膜を作製して 200kV の透過電子顕微鏡で転位の観察や転位密度の測定を行った。

表 1 試料の化学成分 (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu
リムド鋼	0.09	0.01	0.38	0.011	0.019	0.04
Al キルド鋼	0.05	0.03	0.38	0.011	0.014	0.04

3. 実験結果及び考察

① 変形帯の発生

図 1 のように変形させて変形帯の発生を観察すると、低下率が非常に小さい時は有心扇形状を示し、低下率が大きくなると対数状線状になっていく。圧延すると写真 1, 2 のように不均一変形模様が観察できる。写真 1 は塩化第二銅液で腐食したもので、写真 2 は鏡面仕上げしてから圧延し側面を直接観察したものである。

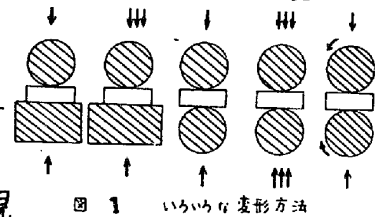


図 1 いろいろな変形方法

② 圧延における変形帯の様子

図 2 のように低下率が増ると、変形帯の中は増加し未変形領域の中は減少していくが、変形帯の pitch は 1% 付近で最小となる。これは図 3 のように調質低下率 1% 付近で降伏点が最低になり調質効果が大きいことと一致する。このことは調質低下率 1% 付近で変形帯の降伏前線の密度が最大になり、可動転位が増加するためだと考えられる。次に変形帯の形状を実験的に求めるために図 4 のように比較すると、変形帯の形状は指数関数 $y=Cx^\beta$ で近似できる。さらに同厚試料において、 $y=Cx^\beta$ の β 値は比較的小さい低下率の範囲では、 $\beta=0.44 \sim 0.5$ で低下率に関係なくほぼ一定である。

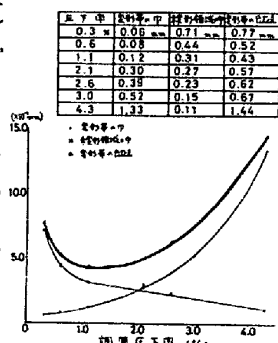
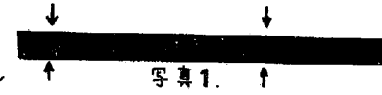


図 2 低下率と変形帯の pitch

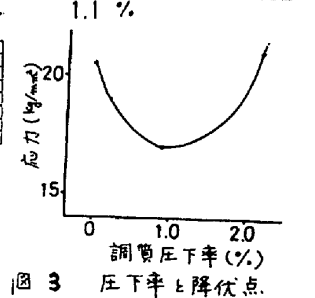


図 3 低下率と降伏点

③ 転位密度

低下率 1~2% 圧延の試料の転位密度を、同試料を引張変形した場合の転位密度と比較してみると、変形帯内は、降伏点伸びの終りから加工硬化領域の初期の歪量に相当する転位密度を持ち、未変形領域は、降伏点付近から降伏点伸びの初期に相当する転位密度を持っていることがわかる。このことから調質低下率 1% 付近で、試料内の可動転位密度が最大になり、Johnston 説に従えば、再び、一定歪速度で変形させた場合、個々の転位の速度は小さくなるため、降伏点は下がり、調質効果が大きくなるものと考えられる。

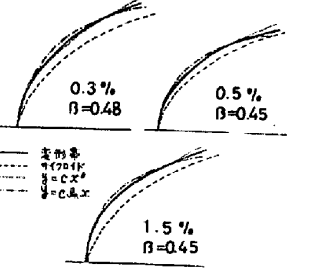


図 4 変形帯の形状