

早稲田大学 中井 弘  
東京電機大学 池津福次郎 浅岡照夫

1. 緒言 鋼を300°C ~ 500°Cの温度範囲で加工する、いわゆる温間加工の強化機構は、動的歪時効に基づくものであり、その温度範囲での転位密度の上昇によるものと考えられている。ここでは純鉄およびMn鋼を使用して、細束X線法により転位密度の変化を系統的に確かめ、さらに温間加工材を時効した時の過剰転位密度ならびに可動転位密度の変化から強度に対する影響を調べた。

2. 実験方法 試料は電解鉄を真空溶解したものを基本に、C、Mnの添加によって作成したもので、No.1 (0.005% C), No.2 (0.05% C, 0.23% Mn), No.3 (0.05% C, 2.31% Mn) の3種類とした。各試料はr.t. ~ 400°Cの温度範囲で引張り、10%歪を与えた後、細束X線法(ビーム径100μ)によりミスオリエンテーションβ, 過剰転位密度, 微小格子歪 $\Delta d/d$ 等を求め、また加工した材料について強度のピーク温度で160 minまでの時効を行なって同様にβ, D,  $\Delta d/d$ を求めた。時効材については時効後再引張りした時の立ち上がりの応力増加 $\Delta\sigma$ より、計算によって可動転位密度の比を求めて比較に供した。また細束X線法による測定の結果として、エッチピット法による転位密度の測定、および電顕の直接観察を行なった。

3. 結果 No.1, 2, 3各試料の引張試験の結果、それぞれ300°C, 350°C, 300°Cで強度のピークを作るが、細束X線法によって求めた過剰転位密度もほぼそれに重なるピークを表わす。求められた転位密度は $10^8 \sim 10^9 \text{ cm}^{-2}$ のオーダーであるが、C、Mn量が高くなるに従って密度およびその増加率も増しており、No.1とNo.2とでは約10倍の差異が出ている。(図1.) またミスオリエンテーションβは0.3 ~ 0.5 rad.の範囲であり、微小格子歪 $\Delta d/d$ は $1 \times 10^{-3}$ のオーダーで、やはり温度に対してピークを作るが転位密度ほど明瞭に出ない。温間加工した材料をピーク温度で時効した場合、時効後の強度はNo.1では時間に対して下降するが、No.2, 3では必ずながら上昇して40 min前後にピークを有する。一方過剰転位密度はいずれも時間に対し直線的に減少しており、転位消滅の式 $\rho^{-1} - \rho_0^{-1} = kt$ に従う。減少の仕方はNo.1では勾配が緩やかであるが、No.2, 3では1に比して大きい。時効後再引張りして得られる $\Delta\sigma$ の値は、およそ時効時間 $t^{1/2}$ に比例している。変形中に歪速度を変化させることにより時効の活性化体積 $V^*$ を求め、 $V^*$ と $\Delta\sigma$ より時効前後の可動転位密度の比を計算すると、時効時間に対し図2の如く、過剰転位密度の減少の割合よりも可動転位密度の減少の方が大きい結果が

得られた。両方の差はC、Mn量の増すほど大きくなっている。なお $V^*$ の値はNo.2, 300°Cで $96b^3$ となった。時効に対する $\Delta d/d$ は3試料共大体同じ値で回復している。

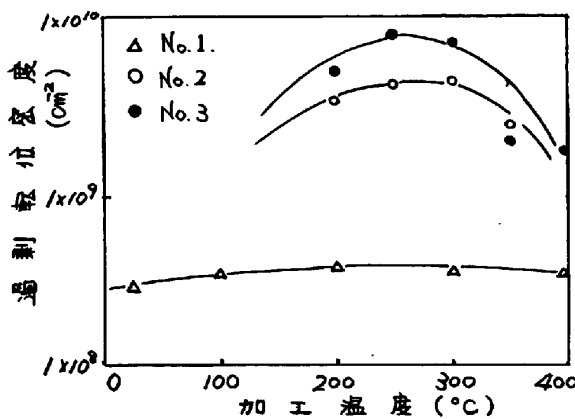


図1. 加工温度と過剰転位密度

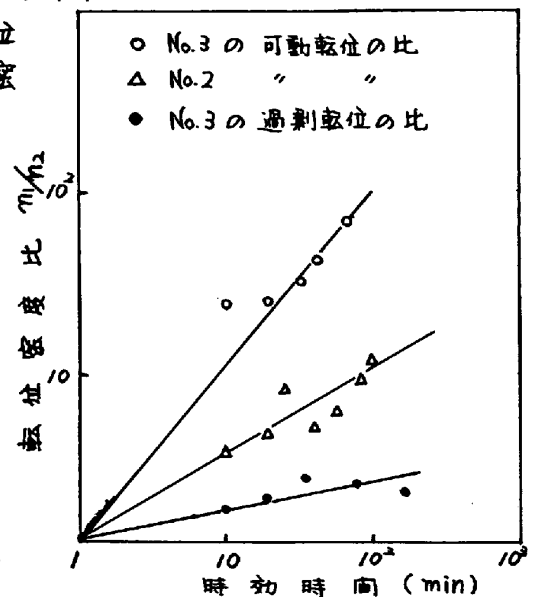


図2. 時効前後の転位密度の比