

(177)

低温域における繰返し加工下の变形抵抗

日本鋼管(株)技術研究所 ○大北智良 大内千秋

## 1. 緒言

近年コントロールドローリングにより多量の非調質高張力鋼が製造されており、この際少なからず、 $A_{r3}$ 変態点近傍までの低温域圧延が行われる。この低温圧延における熱間変形抵抗は通常熱間変形抵抗試験で求めた値よりも、とくに含Nb鋼で圧倒的に大きく、試験値を何らかの形で補正して圧延に利用しているのが現状である。著者らはこの現場圧延と試験値の差が基本的にオーステナイト未再結晶域で、各パス間での回復による軟化の不完全な進展に起因すると考えた。本報はこの繰返し加工下の軟化挙動および変形抵抗変化におよぼす加工温度、各加工間の時間などの影響を系統的に検討したものである。

## 2. 実験方法

供試鋼として0.16C-0.35Si-1.4Mn鋼とこれに0.03%Nbを添加した2鋼種を用いた。熱間圧縮試験機(真空中高周波加熱)により、1150℃に加熱後1100~750℃の所定温度において、対数ひずみ0.1づつ、平均ひずみ速度4/secにて3段にプレスした。各プレス間の時間を1~20秒とかえ、平均変形抵抗や降伏点の変化を調べた。なお一部はSi-Mn鋼を用い、加熱温度をかえて初期粒度の影響を検討した。

加工直後に焼入できる装置を使ってオーステナイト組織も観察し、変形抵抗変化と対比させた。

## 3. 結果

(1) 2,3段目プレスの応力-ひずみ曲線は降伏後1回プレス時の曲線に急速に近づき挙動をする。降伏点の変化量は加工温度、ひずみ量(応力値)、プレス間保持時間に依存する。

(2) 降伏点の変化を、処女材の降伏点で補正した形の軟化度( $X = (\sigma_{max} - \sigma_y) / (\sigma_{max} - \sigma_{y0})$ 、但し $\sigma_{max}$ は1段目の最高応力、 $\sigma_y$ は2段目の降伏点、 $\sigma_{y0}$ は1段目の降伏点)で表し、その保持時間との関係を図1に示す。縦軸の0%は2段目の降伏点が1段目の応力に等しいときで、完全に冷間加工的になることを意味する。高温ほど、保持時間が長いほど軟化は大きい。含Nb鋼はSi-Mn鋼よりも全体的に軟化が小さく、とくに1000℃以上において顕著な差がある。これは再結晶温度の違いに起因する。

(3) 図1で軟化度と保持時間の関係が勾配の小さい直線関係を維持しているとき、軟化は回復が支配している。再結晶が起こると急激に大きく軟化する。Si-Mn鋼と含Nb鋼との軟化挙動の差は両者の再結晶温度の違いに起因する。初期粒度が細かいと再結晶が起こり易く、急激な軟化は短時間側に移行する。

(4) 図2は平均変形抵抗の温度による変化を示す。2段目の変形抵抗値は低温ほど1回プレス $\epsilon = 0.2$ の値に近づき(上図)両者の差をNormalizeして $F = \Delta K / (K_{0.2} - K_{0.1})$ で表わすと、これは軟化度Xと傾向が極めて一致していることがわかる(下図)。

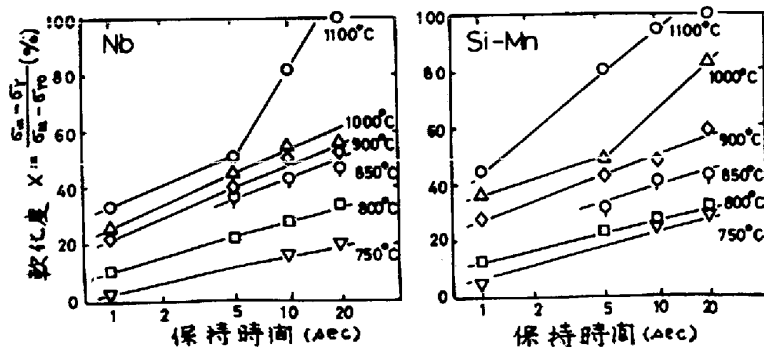


図1 軟化度と保持時間の関係

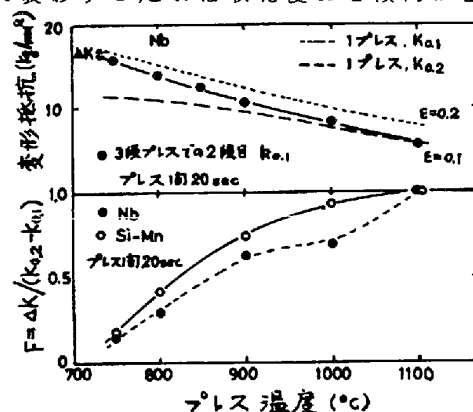


図2 平均変形抵抗値と1プレスと多プレス時の変形抵抗変化率の温度による変化