

(751) 圧延焼入れにおけるBの焼入れ硬化性に及ぼすA1, N量の影響

新日本製鐵(株)君津技術研究部 今葦倍 正名, ○千々岩 力雄

相川 登(現電子制御研究開発センター)

1. 緒言

B添加の調質高張力鋼を圧延焼入れ(DQ)プロセスで製造するときに、Bの焼入れ硬化性を最も発揮させるには[A1]^{*1}, [N]^{*1}, との関係において最適な[B]^{*}はいくらか、γ低温域の圧延による影響、さらに圧延後焼入れまでの時間(トランファー・タイム)の影響、等々の問題はDQ研究の重要な課題のひとつである。本報告はこの点を低N($\approx 30\text{ppm}$ 以下)の0.1%~1.4%Mn鋼を使って検討したものである。

2. 実験方法

供試鋼はTable 1に示す範囲の真空溶解炉鋼36種であり、グループIではγ高温域での粗圧延($120 \rightarrow 100\text{mm}/2\text{p} : > 1050^\circ\text{C}$)に続いてγ低温域圧延($100 \rightarrow 30\text{mm}/8\text{p}: 920 \rightarrow 880^\circ\text{C}$)して、 $\tau_{tr} = 20\text{s}$ (焼入開始表面温度: 870°C)か 120s (同: 770°C)かのいずれかで焼入れ、BのDQ硬化性に対する[A1]^{*}, [B]^{*}, [N]^{*}, および τ_{tr} の影響をみた。グループIIについては、同一の鋼塊から分解圧延後、二分したスラブの一方をγ域高温圧延($75 \rightarrow 25\text{mm}/7\text{p}: \geq 1050^\circ\text{C}$)して100秒後に 870°C (表面温度)から焼入れるものと、γ低温域圧延($75 \rightarrow 25\text{mm}/7\text{p}: 920 \rightarrow 880^\circ\text{C}$)して20秒後に同じく約 870°C から焼入れるもの二つのプロセスを採用した。いずれの場合もスラブ再加熱は 1200°C 以上で行った。また、Bの焼入れ硬化性はDQまま板厚断面硬度分布曲線から求めたボロン・ファクター; f_B^P ^{*2}によって表した。

3. 結果

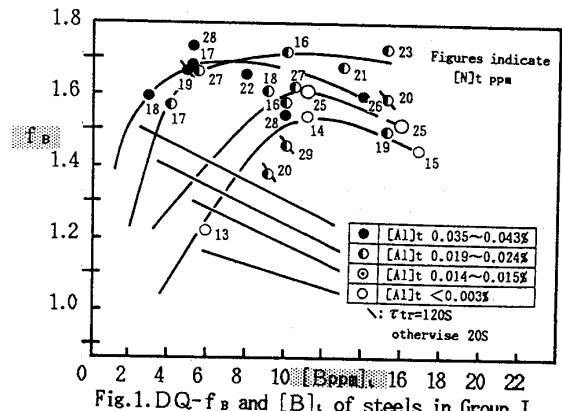
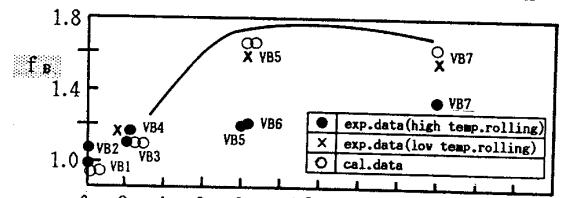
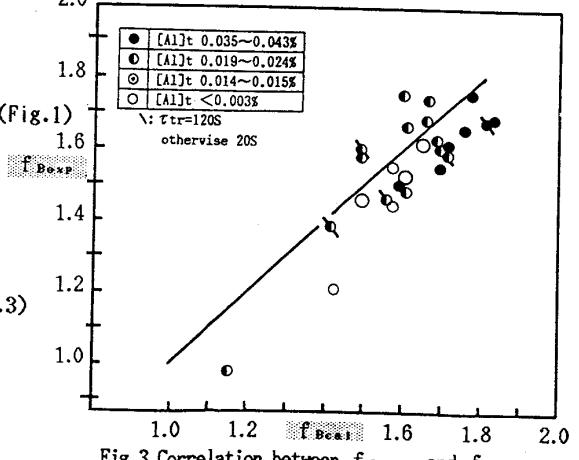
- (1) f_B 値は[A1]^{*}, [B]^{*}, および τ_{tr} との相関が認められたが、本供試鋼の範囲では[N]^{*}の影響は明確には認められなかった。(Fig.1)
- (2) f_B 値は再加熱焼入れの場合²⁾と同じように、[B]^{*}の増加とともに直線的に増加し、極大値に達した後は緩やかに減少する。一定の[A1]^{*}の鋼における f_B の極大値に対応する[B]^P^{*2}は[A1]^{*}の増加に伴って低い[B]^{*}値で達せられるようになる。また、[B]^Pに対する f_B の極大値; f_B^P は[A1]^{*}の増加に伴って僅かながら増加する。(Fig.1)
- (3) [A1]^{*}が低い鋼($\approx 0.02\%$)の場合、[B]^{*}が低いと τ_{tr} の増加による f_B の低減度は大きいが、[B]^{*}が高くなると逆に τ_{tr} の増加により f_B が増加する。それに対して[A1]^{*}が高い($\geq 0.03\%$)と、安定して高い f_B 値の得られる[B]^{*}の範囲が広く、 τ_{tr} の影響も認められなかった。(Fig.1)
- (4) 通常のA1キルド並の[A1]^{*}の鋼ではγ域高温圧延してその回復・再結晶をさせてDQすると、γ低温域圧延後速やかにDQするときに比べてBの焼入れ硬化性は低い。(Fig.2)
- (5) 以上の結果から成分とプロセス条件から f_B を求める実験式を得た。(Fig.3)

$$f_{B,cal} = \{1 + (1.1 + 12.6[A1\%]) \cdot x / (1+x^2)\} [1 + 0.01(\tau_{tr} - 20)([B\text{ppm}] - 13)] \\ \cdot 0.01 \{2 - (4/\pi) \tan^{-1}(1000[A1\%] - 25)\}$$

ただし $x = [B]/[B]^P$ ^{*1} [B]^{*}, [N]^{*}, [A1]^{*}; 添加元素のtotal量を示す ^{*2} [B]^P; 最大の f_B が得られるB添加量を示す

Table 1. Composition Range of Steels (wt%, B, N, O: ppm)

Group I (29 steels)		Group II (7 steels)	
C	0.092 ~ 0.103	0.097 ~ 0.100	
Si	0.23 ~ 0.26	0.24 ~ 0.26	
Mn	1.34 ~ 1.40	1.37 ~ 1.51	
P	< 0.003	< 0.003	
S	< 0.002	< 0.002	
Al	< 0.003 ~ 0.043	0.025 ~ 0.028	
B	1 ~ 17	0 ~ 18	
N	13 ~ 30	9 ~ 40	
O	< 20	< 20	

Fig.1. DQ- f_B and $[B]_t$ of steels in Group IFig.2. Decrease in f_B by elevating rolling temperatureFig.3. Correlation between $f_{B,cal.}$ and $f_{B,exp.}$

1) 今葦倍ら、製鉄研究319(1985)p21,2) 例えば、Simcoeら、J.Metals,8(1956)p984