

(657)

中炭素直接焼入れ鋼の靱性支配要因

日本鋼管(株)中央研究所 ○新倉正和 末永博義  
高橋和秀 大内千秋

1. 緒言 圧延後の直接焼入れ技術は高強度鋼製造における合理的な加工熱処理技術として、近年厚板や継目無管分野でめざましい発展をみせている。直接焼入れ材の靱性についての検討は、これまで主に低炭素鋼を対象として行われ、加工熱処理条件による $r$ 粒径・焼入性の変動が靱性を支配する等の事実が明らかにされている。中炭素鋼については、油井管を中心とした継目無管分野の直接焼入れにおいて量産化が開始されているが、その靱性についての詳細な検討例はこれまで必ずしも多くない。本報告では中炭素-Si-Mn鋼の直接焼入れ材の靱性におよぼす圧延条件・化学成分の影響を調査した。

2. 方法 供試材は、N80級中炭素鋼0.25C-0.2Si-1.3Mn系をベース鋼として、C量(0.05~0.25%)、Mn量(0.8~2.0%)、P量(0.001~0.025%)、B量(0~0.0021%)、N量(0.003~0.013%)を変化させた鋼を150kg真空溶解炉にて溶製した。150kg鋼塊より50~150mm厚のスラブを得て、加熱温度1100~1250℃;仕上り温度900~1050℃;最終板厚12~20mmの条件にて圧延し、圧延後15s後に直接焼入れ(冷却速度12mm<sup>1</sup>の場合70℃/s, 20mm<sup>1</sup>の場合40℃/s)を実施した。焼戻しは500~630℃×5分にて行った。一部圧延後 $r$ 域(900℃)保持の影響について調査した。

3. 結果

(1) ベース鋼(0.25C-0.2Si-1.3Mn)において焼入れマイクロ組織および強度の圧延条件による変動は小さいが、靱性は圧延条件により変化し、圧延加熱温度-圧延仕上り温度の低下・圧下比の増大・最終板厚の減少等により改善される。靱性の改善は旧 $r$ 粒径 $d_r$ の微細化に起因しており、 $vTs$ は $d_r^{-1/2}$ と直線的な関係を示す。 $(vTs = A + Bd_r^{-1/2}, Bは630℃焼戻しの場合10℃/mm^{-1/2}, 560℃焼戻しの場合15℃/mm^{-1/2})$

(2) Mn量の増加は靱性を顕著に劣化し、脆性破面に粒界破壊を誘因する。(Fig.1)このような脆化現象は再加熱焼入れ材や低炭素鋼では小さい。また本現象は極低P化によって抑制される等のことから、比較的粗大な $d_r$ と多量の粒界 $Fe_3C$ によってPの焼戻し脆化感受性が高められているためと推定される。

(3) 0.25C-0.2Si-1.3Mn鋼においてはB添加の有無にかかわらずほぼ完全硬化組織が得られ、強度はB量依存性をほとんど示さない。しかし靱性はB量とともに劣化する。

(Fig.2) この傾向は圧延後の $r$ 域における保持によって著しくなる。

(4) N量の増加は強度の上昇と靱性の劣化を招く。この傾向は500~600℃の低温焼もどし条件にて顕著になる。(0.01% Nの増加で約8 kg/mm<sup>2</sup>の強度上昇、約60℃の $vTs$ 上昇)これらの効果はAINの二次析出によると推定される。

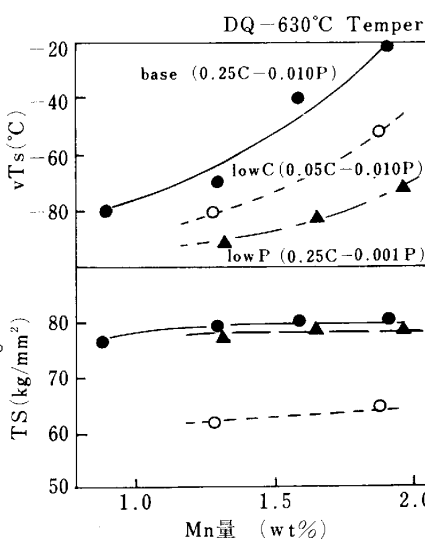


Fig.1 Effect of Mn content on the mechanical properties.

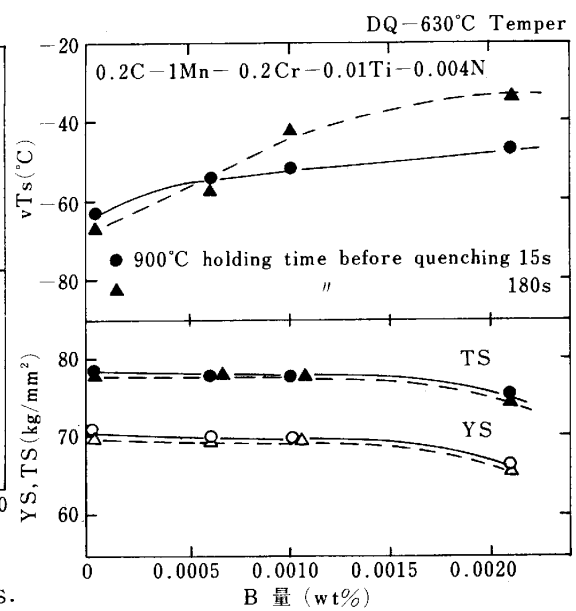


Fig.2 Effect of B content on the mechanical properties.