

(456) 中炭素ボロン鋼の引張延性へのボロン-constituentの存在形態の影響

東京都立大学 工学部 ○杉本 公一 坂木 庸晃
官川 大海

1. 緒言 中炭素ボロン鋼は、耐摩耗性に優れた低温焼もじれ状態において、優れた引張延性を有するが、ときとして延性の顕著な低下が生じ重要な問題となっている。この延性低下は、熱間圧延過程など高温加熱後の冷却中に複雑な析出挙動のもとに生ずる β (ボロン-constituent) が、変形中にボイドや微少き裂の発生位置となることに帰因すると考えられているが、高い硬度をもつ中炭素ボロン鋼については、延性に関する報告は少ない。本研究では、中炭素ボロン鋼における引張延性と β の存在形態-高温加熱後の冷却速度、ボロン量、高温加熱温度-との関連性を詳細に検討した。また、Al, Nの影響についても検討を加えた。

表1. 併試鋼の化学成分, wt%

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ti	Al	N	B
1035B-A	0.37	0.32	1.01	0.008	<0.005	0.029	0.039	0.0095	<0.0005
1035B-B	0.37	0.32	1.00	0.007	<0.005	0.028	0.042	0.0092	0.0011
1035B-C	0.35	0.23	0.97	0.020	0.012	0.02	0.01	0.0070	0.0012
1035B-D	0.37	0.32	0.96	0.007	<0.005	0.029	0.042	0.0112	0.0020
1035B-E	0.35	0.32	1.01	0.008	<0.005	0.032	0.057	0.0096	0.0039

2. 実験方法 併試鋼には、ボロンを最高39ppmまで含むA~E鋼を用いた(表1)。A, B, D, E鋼は、ボロン量の影響を調べ、B, C鋼は、Al, Nの影響を調べた。熱処理は図1に示すように、アルゴン雰囲気中にて1000°C以上の高温加熱を施し、水冷、油冷、空冷、炉冷して(それぞれ水冷材、油冷材、空冷材、炉冷材と呼ぶ)旧オーステナイト粒界の β の存在形態を変化させた後(1次熱処理)、すべての試料に85%焼入れ、サブゼロ処理、180°Cの低温焼もじれを施し硬さと組織をそろえた(2次熱処理)。1次熱処理によって旧オーステナイト粒界に析出した β は、2次熱処理後は粒内に存在する。

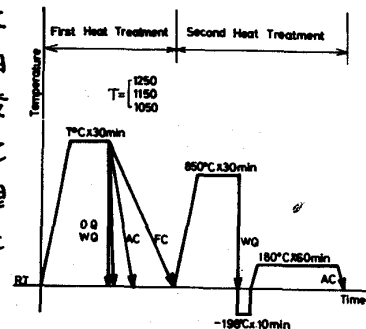


図1. 熱処理条件

3. 実験結果 (1) 1次熱処理温度が、 β が固溶し始める1050°Cの場合、加熱温度が低いほど絞り値は良好な値を示した。(2) 1次熱処理温度が β が完全に固溶する1150°Cの場合、絞りにおよぼす冷却速度とボロン量の影響をみると(図2)、ボロン量が5ppm以下で β が析出しないA鋼では、冷却速度の如何を問わず、また水冷材ではボロン量の如何を問わずほぼ50%以上の良好な絞り値を示した。(3) その他のボロン量と冷却速度の範囲では絞り値は複雑に変化した。ボロン量が10ppm程度であり、わずかに β が析出するB鋼では油冷、空冷材にせよ1次熱処理での旧オーステナイト粒界で粒界デカルを伴う絞りの低下があった。また従来延性低下を生ずるとされていた40ppm程度の高ボロンのE鋼の場合、母相との剥離が容易な β が存在する炉冷、空冷材では絞りが低下するが、微少かつ高密度の β が生ずる水冷、油冷材では、分岐き裂により良好な絞りを得た。(4) B, E鋼の油冷、炉冷材について切欠引張試験を行った結果、切欠引張強さは上記絞りと同じ傾向を示した(図3)。

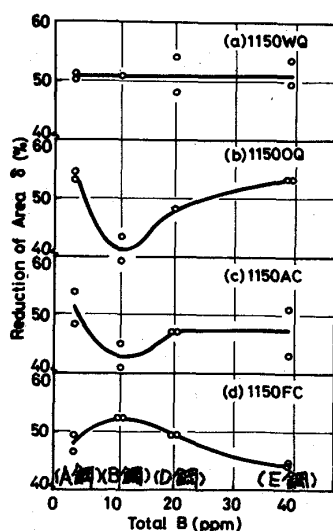


図2. 絞りにおよぼす冷却材、ボロン量の影響

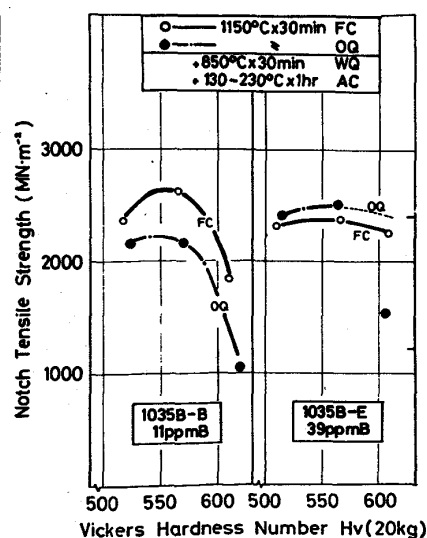


図3. B鋼, E鋼の切欠引張強さと冷却速度の関係