

(378) 脱炭脱窒焼鈍鋼板の脆性に関する研究

川崎製鉄 技術研究所

○小西元幸, 吉田博
大橋延夫

1. 緒言 脱炭脱窒焼鈍した鋼板をプレス加工後二次加工する際、プレス加工時に強度の圧縮変形を受けた部分が脆性破壊する現象(縦割れ)は、一般に脱炭過剰のときに起こりやすいことが知られている。脱炭不足の場合は二次加工脆性は起こらないが非時効とならない。しかしその限界については明確でなく、通常の方法で同一C濃度(例:C=0.002%)の鋼板でもその脆性挙動および時効性は著しく変化する。今回の実験では常温での二次加工脆性と板の低温における粒界破断脆性との関係、焼鈍雰囲気組成から求めた鋼中の理論C濃度と脆性および時効指数の関係および二次加工脆性の異方性について検討した。

2. 実験方法 (1) 脱炭脱窒焼鈍したリムド鋼板試料をカップに絞ったのち常温で落重で破壊させた場合と、板をそのまま液体窒素(liq. N₂)中で引張った場合の破壊挙動および破断面の状況を比較した。(2) 表1の組成のリムド鋼冷延板を、liq. N₂中引張りでの伸びおよび100°C×30min時効での時効指数がともに0になるよう十分に脱炭脱窒焼鈍(700°C×10hrwt H₂+20hrdry H₂)したのち、表2に示す雰囲気中で700°C×4hr焼鈍した。焼鈍後の試料について、liq. N₂中引張、100°C時効指数の測定、C分析、内耗測定を行ない、鋼中の理論C濃度との関係を調べた。理論C濃度はHudsonらの実験結果¹⁾から、 $C\% = 0.0065 \times P_{CO} \cdot P_{H_2} / P_{H_2O}(704^\circ C)$ を用いて計算した。(3) (2)の脱炭脱窒焼鈍後の鋼板を異なる圧下率で冷間圧延したのち、liq. N₂中で圧延方向(L)およびそれと直角方向(C)に引張ったときの破壊挙動の変化を破断粒界面積(S)と試片断面積(A)の比 $\frac{S}{A}$ の変化と対応させて検討した。

3. 実験結果 常温でカップを落重で破壊させた破面とliq. N₂中で引張った破面の状況は一致した傾向を示し、二次加工脆性の顕著なものほどliq. N₂中の伸びは小さく、粒界破壊する傾向が強い(図1)。liq. N₂中の伸びおよび時効指数は理論C濃度とともに変化し、liq. N₂中の伸びはC \approx 0.4ppmから増加しはじめ1.6ppmで約20%に達する。一方時効指数は理論C \approx 4ppmから急激に増加し、また内耗のSnook's peakは理論C \approx 8ppmから認められるようになる(図2)。冷間圧延後liq. N₂中でL、C方向に引張った場合の破壊挙動の変化は $\frac{S}{A}$ の変化に依存する。

以上の結果から、常温での二次加工脆性は粒界破壊にもとづく板の低温脆性と本質的に同じ現象で、粒界強度が粒の変形抵抗と比べて相対的に弱くなると粒界で脆性破壊すること、そしてそれはきわめて微量のCによって支配されていることがわかった。また二次加工脆性の異方性は主として破断粒界面積と板の断面積の比 $\frac{S}{A}$ の異方性によって説明できる。

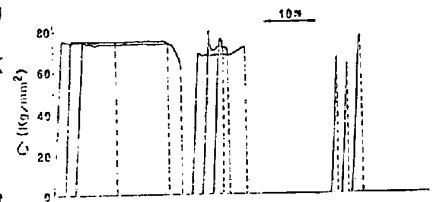
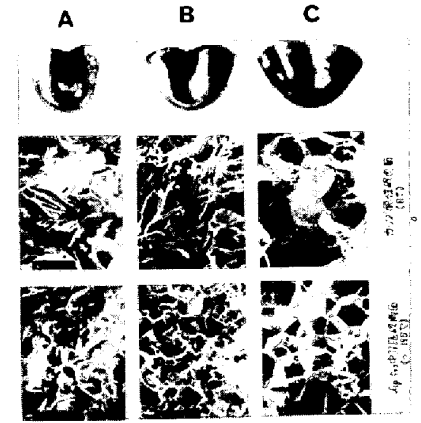


図1. 二次加工特性とliq. N₂中引張特性との対応

表1. 冷延板組成

厚さ	C	Si	Mn	P	S
0.8mm	0.038	0.001	0.35	0.006	0.009
Al	Sn	Sb	As	O	N
0.001	0.001	0.001	0.002	0.0211	0.0008

表2. 焼鈍雰囲気, 理論C含有量およびC分析値

No.	Gas (vol.%)		P _{CO} ·P _{H₂}		C% (Calc.)	C% (Anal.)
	P _{CO}	P _{H₂}	P _{CO}	P _{H₂}		
0	0	100	90.0	0	0	0.002
1	0.1	150	84.4	0.00540	0.000036	0.002
2	0.1	100	89.9	0.00899	0.000059	0.002
3	0.2	7.5	92.3	0.0246	0.000161	0.002
4	0.5	7.5	92.0	0.0613	0.000401	0.002
5	1.0	7.5	91.5	0.122	0.000798	0.002
6	3.0	7.5	89.5	0.358	0.00234	0.003

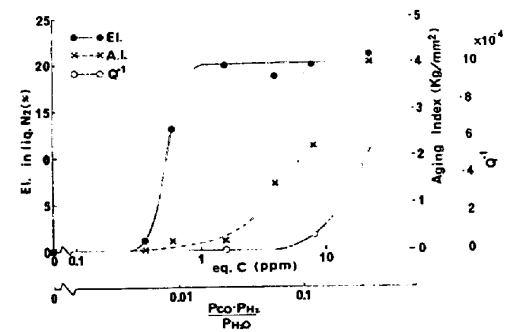


図2. 理論C含有量とliq. N₂中伸び, 時効指数および内耗 π -7高さの関係

1) R.M. Hudson et al.: Trans. AIME, 233 (1965) 879