

極厚鋼のガス切断による端面割れについて

——ガス切断による割れの研究(第1報)——

新日本製鐵(株)製品技術研究所

山戸一成

井上尚志

天野 実

○堀谷貴雄

1 緒 言

100 mmを越える軟鋼, HT50の極厚鋼板を冬の極寒期にガス切断するとその端面に割れが発生することがある。特にガス切断による開先加工で開先面に割れがみられることがあり, 従来この種の割れについての研究は少なくその適切な防止方法も確立されていない。そこで今回, この割れの発生要因について詳細な検討を行ったのでその結果を報告する。

2 実験方法および実験結果

2-1 供 試 材

供試材は表1に示すような板厚145 mmのHT-50鋼を使用した。

2-2 割れ再現実験

割れ発生条件を検討するため開先形状およびガス切断条件を変化させ割れ再現実験を行った。表2および表3に結果の一部を示す。割れはX開先のルート面の高さが50 mm前後の場合発生し易く, 同じ50 mmでも切断速度が遅い程, 切断後の冷却速度が速い程割れは発生し易い。また切断条件にかかわらず直切り切断だけでは割れは発生しない。

図1に割れの発生位置および発生形態を示す。割れはX開先加工後, ガス切断面上(偏析帯)に発生し, 縦割れと横割れがある。縦割れは主に介在物(MnS)に沿って伝播しており最大長は15 mm程度である。横割れは縦割れの直角方向に発生し最大長10 mm程度である。

ガス切断部の断面硬度分布測定結果では最大硬さが約 $H_v = 420$ を示す。またガス切断面上の残留応力測定結果によると, 板厚方向には約 20 kg/mm^2 , ガス切断方向には母材の降伏点近くの残留応力が存在する。

写真1は横割れの代表的破面を示す。切断面直下の粗粒部では大部分粒界破面であるが, 切断面からやや離れた細粒部では水素割れ破面に似た凝脆性破面となり, 水素がこの割れに関与していることを示唆している。縦割れの場合もほぼ同様の破面を示すが破面内にMnS系介在物の跡が認められる。

またガス切断加工時の割れ発生部における熱サイクルを測定した結果, ルート面が50 mmの場合, 直切り後のX開先切断で約 500°C に再加熱されていることが判明した。これより, 切断面の偏析部が約 500°C に再加熱された時割れ易くなるものと思われる。

2-3 拡散性水素量の測定

割れと水素の関係を検討するため, ガス切断時侵入する水素量をガスクロ法¹⁾で測定した。図2に示す方法で試験片を作成し, ガスクロ装置に40時間入れ拡散性水素を測定した(図3)。ガス切断時侵入する水素量は切断速度が遅い程, 切断後の冷却速度が速い程またガス組成中の水素の原子比率が高い程多くなる傾向を示し, 上記のガス切断による再現実験の結果と非常によく対応を示す。

2-4 熱サイクル再現実験(直切り・切断と開先切断)

試験片に図4に示すような2回の切断熱サイクルを付与し室温でシャルピー試験を行った。吸収エネルギーは母材に比べ全体的にやや低下し、特に500℃で著しく低下する。その際シャルピー破面が粒界破面になることから、いわゆる焼もどし脆化現象が生じて吸収エネルギーが減少したものと思われる。

3 まとめ

ガス切断による端面割れは、残留応力下の切断硬化層で、侵入水素による水素脆化と焼もどし脆化による粒界脆化の重畳効果により発生する。縦割れは、鋼板内の介在物により割れの発生・伝播が更に容易になり発生するものと考えられる。これらの割れの防止対策は、切断硬化層をグラインダーで削り落したり、適切な後熱で脱水素処理を行うなどの方法が考えられる。

参考文献：(1)池野ら；溶接学会全国大会講演会概要集，24(1979)，48-49

表1 供試材の化学成分(上)と機械的性質(下)

板厚	C	Si	Mn	P	S	Cu	Nb	V	Ceq*
145mm	0.19	0.27	1.55	0.018	0.014	0.13	<0.01	0.037	0.45

$$* Ceq = C + \frac{Si}{24} + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

σ_y (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	El. (%)	vE_o (kg-m)
35	54	34	6.5

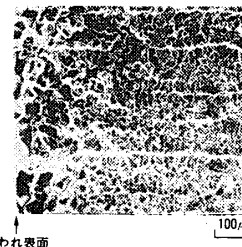


写真1 横割れの破面写真

表2 割れ発生に及ぼす開先形状の影響

開先形状	割れの有無
① 直切り切断 ② 45°開先 ③ 50°開先	割れあり
④ 45°開先 ⑤ 25°開先	割れなし
⑥ 45°開先 ⑦ 100°開先	割れなし

ガスの種類：O₂+C₃H₈ 冷却方法：水冷
切断速度：100mm/min 火口：No.5

表3 割れ発生頻度に及ぼす切断条件の影響

ガスの種類	切断速度	切断後の冷却方法	
		空冷	水冷
O ₂ +C ₃ H ₈ (プロパン)	100mm/min	無	多数
	200mm/min	無	少数
O ₂ +C ₂ H ₂ (アセチレン)	100mm/min	無	少数

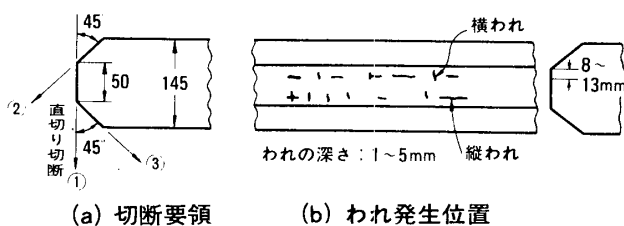


図1 X開先切断時のわれ発生状況

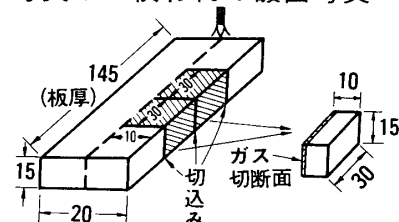


図2 水素量測定用試験片の作成方法と試験片形状

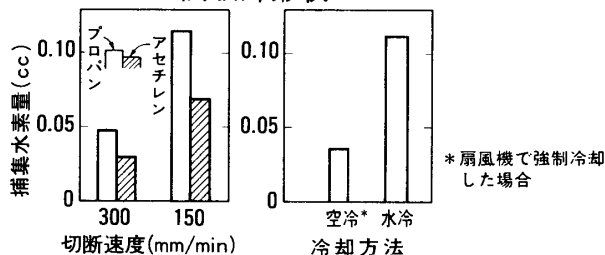


図3 捕集水素量に及ぼす各要因の影響(ガスクロ法)

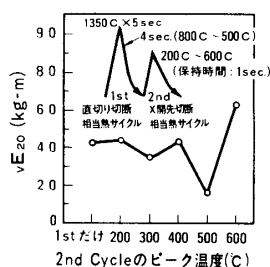


図4 X開先加工時のピーク温度のシャルピー吸収エネルギーに及ぼす影響