

(361) 直接焼入材の超音波欠陥

(シームレス鋼種における検討)

日本鋼管株式会社技術研究所

○末永博義 新倉正和

大内千秋 大須賀立美

1. 緒言

省エネルギーの観点より、調質型シームレス鋼管を直接焼入法により製造する試みがなされているがこの直接焼入法を適用する場合、水素性超音波欠陥を多発することが知られている。今回直接焼入をおこなう場合の超音波欠陥発生挙動と冶金的条件(残留水素量、化学成分、熱処理方法等)との関係について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

直接焼入のシミュレートは50kg小型溶解材を板厚12mmまで熱間圧延した後ただちに水焼入する方法によっておこなった。供試鋼は主としてN80級鋼であり、鋼中水素量の制御は溶製中に水蒸気を添加し加熱炉に溶解材を熱間装入する方法によりおこなった。直接焼入材の残留水素量の分析は焼入後ただちに分析試料を採取した後ガスクロマトグラフ法によりおこなった。焼入時の冷却速度は60~70℃/secである。水素性欠陥の発生挙動は圧延板を表面研削した後、超音波探傷法で調査した。超音波欠陥率として圧延板に3mmピッチで2000メッシュを規定し、そのうちの超音波欠陥の占めるメッシュ点の割合で定義した。

3. 実験結果

(1)直接焼入法の場合、超音波欠陥は残留水素量が2.5~3ppmで急激に増大する(図1)。この超音波欠陥はマクロ的には圧延面に平行な割れであり、ミクロ的には主として粒内を伝播し一部においては粒界を伝播する割れであることが認められた。

(2)超音波欠陥はある潜伏期をおいたのち発生し、直接焼入後の経過時間とともに増加する。

(3)C量の増加(0.15%~0.35%の範囲)は超音波欠陥を増大させる傾向がある。一方S量の増加(0.005~0.025%の範囲)は超音波欠陥を著しく低減する。

(4)Direct Quenchを300℃以上の温度で停止させるInterrupted Direct Quenchは超音波欠陥を低減する。またDirect Temperをおこなうと、低停止温度までのInterrupted Direct Quench条件でも超音波欠陥は著しく低減する(図2)。

(5)Interrupted Direct Quench材の機械的性質は水冷停止を400℃まで高めても、通常直接焼入材の機械的性質と比較して劣化しない。

4. 結論

超音波欠陥を防止するには残留水素量を2.5ppm以下にする必要がある。またInterrupted Direct Quench, Direct Temperは共に超音波欠陥防止に有効な方法であることが確かめられた。

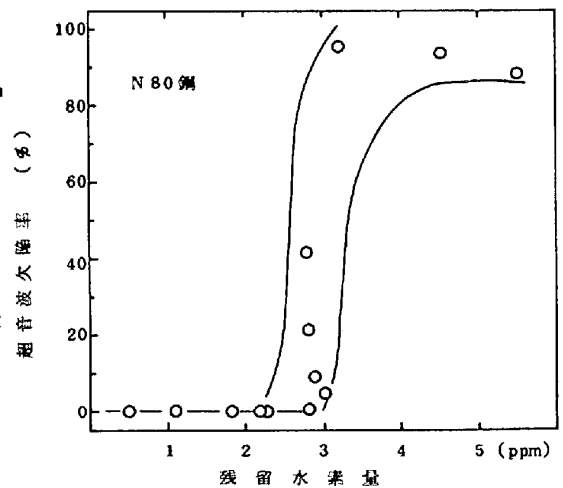


図1 超音波欠陥率に及ぼす残留水素量の影響

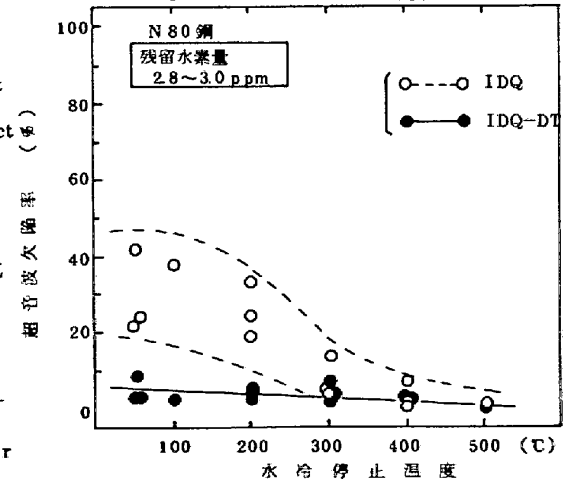


図2 超音波欠陥率に及ぼす水冷停止温度の影響