

(277) 高靱性高張力鋼のSR脆化に及ぼす合金元素、不純物元素の影響

日本鋼管(株)技術研究所

○鈴木治雄

山田真 田中淳一

1) 目的: エネルギー危機以来、既存資源の枯渇が憂慮される中で、海洋のエネルギー、鉱物資源の開発が脚光をあびている。海洋資源の開発には、種々の使用目的及び条件に適合した溶接構造用鋼が必要となるが、中でも深海鉱物採取装置等の深海開発上使用される高張力鋼には、高い靱性ととも、耐SR脆化特性、耐食性、溶接性に優れることが要求される。本報告は、HY100級高靱性高張力鋼のSR後特性に注目して、SR脆化に及ぼす合金元素、不純物元素、およびマイクロ組織の影響について調査し、SR脆化機構の検討を行ったものである。

2) 実験方法: 供試鋼

表1. 供試鋼の化学成分 (wt%)

の化学成分の範囲を表1に示す。溶製は、高周波真空炉で溶解した後150kg鋼塊に鑄造した。板厚20mm

元素	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al
成分	0.06	0.10	0.30	0.003	0.003		0.50	0.30	
	∧	∧	∧	∧	∧	2.25	∧	∧	0.03
範囲	0.14	0.25	1.50	0.027	0.008		1.50	0.50	

に圧延後、焼入れ-焼きもどし(620°C×40分)、SR(595°C×1時間後18°C/secで炉冷を3回)の熱処理を施し試験材とした。更にマイクロ組織の影響を調査するため、120mm相当のQ-T-SR処理を行った材料についても試験を実施した。SR脆化度は、SR前後における2mmVノッチシャルピー試験のvTsの差ΔvTsで評価した。

3) 実験結果: a) P、MnはSR脆化を著しく助長した。SR後のシャルピー破面上に粒界破壊が観察されたことから、本実験で認められたSR脆化はSR後の徐冷中に生ずる焼きもどし脆化に起因すると推察できる。そこでQT後、Step Coolの脆化処理した材料について試験を実施し、焼きもどし脆化に及ぼす諸元素の影響を調査して、SR脆性と焼きもどし脆性の関連について検討した。

b) Mn、P、Crは焼きもどし脆化感受性を高める元素であるが、特にMn、Pの影響は顕著である。

c) Mn-Pバランスを変化させた鋼についてAES分析により粒界偏析P量(I_P/I_{Fe})を測定したところ、図1、2に示す様に、SR材、Step Cool材ともにBulk中のP、Mn濃度が高くなるに従い粒界偏析P量は増加する。

d) 図3に示す様に、粒界偏析P量とΔvTsは、SR材、Step Cool材ともにほぼ同一線上に存在することから、本実験のSR脆化はSR後徐冷時での焼きもどし脆化であることが明らかとなった。

e) 板厚120mm相当材においても、high Mn-high P材では焼きもどし脆性に起因するSR脆化が認められたが、脆化の程度は板厚20mm材と比べ小さい。これは焼きもどし脆化感受性のマイクロ組織依存性による。

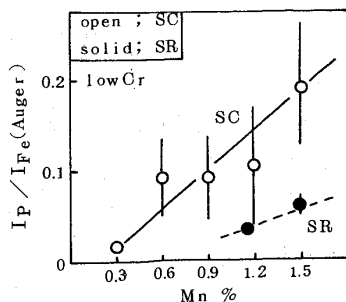


図1. Mn%と粒界P量の関係

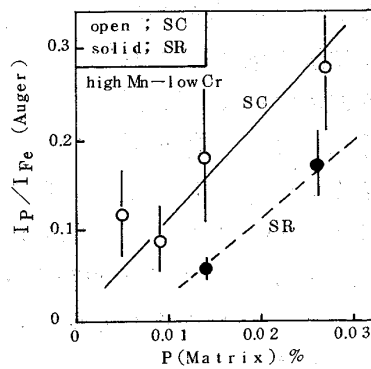


図2. P%と粒界P量の関係

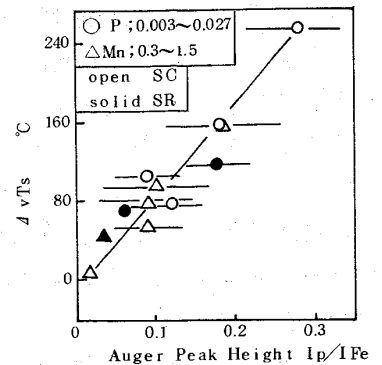


図3. 粒界P量とΔvTsの関係