

(620) シームレス鋼管における靱性の異方性と介在物形状制御の効果

川崎製鉄 技術研究所 ○石本清司, 横山栄一, 江島彬夫
知多製造所 川崎博章, 平野豊

1. 緒言

シームレス鋼管は一般に圧延のままで靱性が不十分であり、靱性の要求に応じて熱処理が施される。しかし熱処理後でも圧延に伴う異方性は残存し、ラインパイプとして重要なC方向の靱性はL方向に比べて劣っている。そこで靱性の異方性の特徴と、とくに遷移温度の改善に対する介在物形状制御の効果について検討を行った。

2. 実験方法

表1の成分の5 ton 真空鋼塊を供試材とし、280 φビレットから外径323.8 mm, 肉厚9.52, 12.7, 17.48, 25.4 (mm) のシームレス鋼管を圧延した。これらのAs Rolledの性質とともに、肉厚12.7 はQT後、その他は焼ならし後の性質についても調査を行った。

3. 実験結果

図1にL方向とC方向のシャルピー遷移温度(vTrs)の相関を示す。C方向のvTrsはL方向のvTrsより常に高い。Ca添加材はシェルフエネルギー(vEs)のC/L比が約1となるが、vTrsについても異方性はほぼ消失し、図1において1:1の線に近いところへくる。この場合、C方向のvTrsは改善される方向へ、L方向のvTrsはやや劣化する方向へ変化し、結果的に両者はほぼ等しくなる。なお、REM添加は目標値を下回り効果が得られなかった。

図2に10×10サイズ試験片の場合のvEsとvTrsの相関を示す。vEsの向上とともにvTrsも改善される傾向が認められる。この傾きは、As Rolled(R), 焼ならし(N), QTのいずれの場合についても大きな違いはない。

LC間のvEsの差(ΔvEs)とvTrsの差($\Delta vTrs$)の間には、図3にみられるような相関があり、R, N, QTの区別なくほぼ一つのバンドで整理できる。これは図2においてvEsとvTrsの相関の傾きが、本供試材の範囲で大きく変わらなかったことに対応している。

・その他、形状制御なしでも厚肉になるほど異方性が小さくなる傾向も認められ、これらの結果からシームレス鋼管における靱性の異方性の原因はほとんどMns系介在物にあり、他の原因は小さいといえる。

表1 供試材の成分 (wt.%)

記号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Nb	V	Al	N	Ca	REM
V	0.09	0.32	1.39	0.015	0.005	0.33	0.53	—	0.073	0.026	0.0044	—	—
V+REM	0.09	0.32	1.39	0.016	0.005	0.33	0.50	—	0.075	0.026	0.0048	—	0.008
V+Ca	0.09	0.32	1.42	0.014	0.005	0.33	0.50	—	0.076	0.029	0.0037	0.0035	—
Nb	0.08	0.32	1.38	0.014	0.005	0.10	0.50	0.043	—	0.024	0.0049	—	—

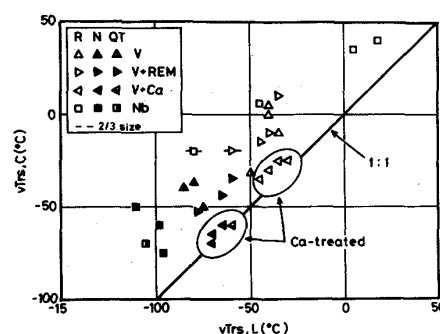


図1 L方向とC方向のvTrsの関係

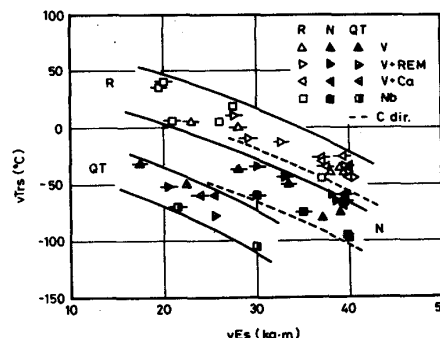


図2 シェルフエネルギーと遷移温度の関係

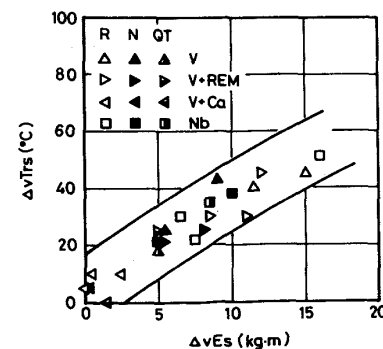


図3 シェルフエネルギーの異方性と遷移温度の異方性の関係