

(低 P_{CM} X70 級ラインパイプの開発 第1報)

住友金属工業(株)

小島 浩

和歌山製鉄所 小林経明 °山口洋治 中手 博

中央技術研究所 大谷泰夫 橋本 保 小溝裕一

I. 緒言

溶接性に優れた低炭素-低 P_{CM}ラインパイプ鋼の開発にあたり、微量元素及び圧延条件についての検討を進めた。本報は低炭素鋼におけるγ域加熱時のNb固溶量の増加現象に着目して、低炭素鋼(C≤0.04%)へのNbの大量添加による強靱化方法を検討したもので、Nb=0.06~0.10%を含有する高Nb鋼の基本的特性とその最適製造方法について述べる。また、高Nb鋼(0.10%Nb)をベースに、耐硫化水素対策を併用し実生産ラインでの現場試作を行なった結果、溶接性、耐食性の優れた低 P_{CM}型のX-70級ラインパイプの開発に成功したのでその概要についても報告する。

II. 実験方法

P_{CM} = C + 1/30 Si + 1/20 (Mn + Cr + Cu) + 1/15 Mo + 1/60 Ni + 1/10 V + 5B

(1) 基礎試験 0.03% C - 1.35% Mnを基本成分系として、Nb = 0~0.150%の範囲でNb量を変化させると共に、加熱・圧延条件及び圧延後の冷却条件(加速冷却、直接焼入れ等)を種々変化させて機械的性質の挙動を調べた。

(2) 現場試作試験 (1)の結果より、Nbの適正量、及び最適加熱・圧延条件を把握し、実生産ラインでの現場試作(28φ×20, 35mm^t; UOE溶接鋼管)を行ない、ラインパイプとしての諸性能(溶接性、耐食性、等)を調べた。

III. 実験結果

(1) C = 0.03%の低炭素鋼においては、Nbの強度上昇効果はNb ≈ 0.10%近傍まで認められる。(Fig. 1)

(2) 加熱温度 = 1150℃, 仕上温度 = 800~750℃において、圧延後の加速冷却を加えることにより高靱性でセレーションのないX-70級厚鋼板が得られる。(Fig. 2)

(3) シーム溶接部の靱性及び周溶接部の最高硬さについても(Table 1.)のとおり、良好な結果が得られる。

(4) 「Ca処理+軽圧下・ソーキング」プロセスの併用により、優れた耐H₂S特性が得られ、NACE条件(PH ≈ 3.5)において割れ防止できる。

IV. 結言

Nbの大量添加(≈0.10%)と圧延後の加速冷却の適用により、P_{CM} ≤ 0.15%で溶接性、耐食性の優れた高靱性厚肉X-70級ラインパイプの製造が可能である。

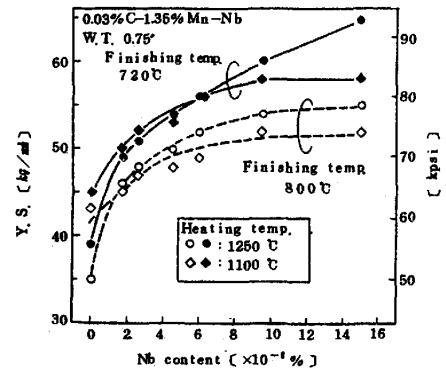


Fig. 1. Effect of Nb content on yield strength in as rolled plate.

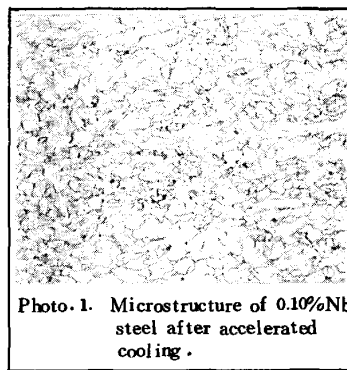


Photo. 1. Microstructure of 0.10%Nb steel after accelerated cooling.

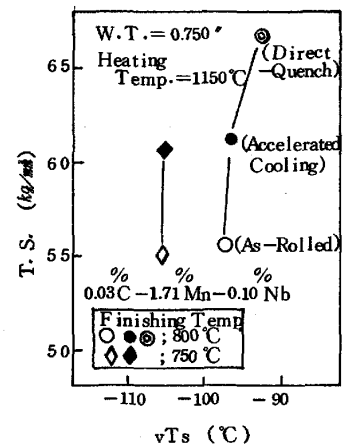


Fig. 2 Change of strength and toughness by forced cooling.

Table 1. Production result of high Nb steel. (Pipe size; 28φ × 20, 35mm^t)

Chemical composition (wt %)													WT	Rolling condition			Tensile test (API: T-direction)			Charpy test			Pre-Crack DWTT (85 FATT)	HIC test (NACE)	Hv ^{max} on Girth weld
C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	Ca	Ceq*	P _{CM}	Heating Temp.	Finishing Temp.	Cooling condition		Y.P. (kg/mm ²)	T.S. (kg/mm ²)	Elg. (%)	vE-30°C (kg·m)	vTs (°C)	vE-30°C (kg·m)	vE-30°C (kg·m)					
3	20	171	16	1	103	13	25	32	13	20	1180°C	800°C	Accelerated-Cooling (600°C~600°C)	52.0	61.4	48.7	31.6	-87	12.4	22.3	-42°C	No-Crack	201		
										35				51.8	58.5	57.6	31.4	-71	8.0	16.5	-30°C	No-Crack	217		

(*ロイド式)