

(465) Cuの析出硬化を利用したラインパイプ用厚鋼板の検討

新日本製鉄(株) 君津技術研究部 村田正彦 為広 博

土生隆一

君津製鉄所

永露清次 川田保幸

1. 緒言

前報¹⁾においてCu析出硬化鋼の実験室での検討を行ない、1%Cu添加鋼を極低温加熱-制御圧延-時効処理することによってNi無添加でも優れた強度、低温靱性および溶接性が得られることを報告した。本報告では、この結果を踏まえて実生産ラインでNi無添加の1%Cu添加鋼を使用してUO鋼管を製造し、その諸特性を検討した。また実験室溶解材を用いて制御圧延したCu析出硬化鋼の強靱化機構について考察した。

2. 実験方法

Table 1に示す化学成分の鋼を300ton転炉で溶製し、連続铸造法によってスラブを製造した。これを直接950℃で再加熱し板厚20mmに制御圧延後、550℃で10分間時効処理を行った。この鋼板を用いてUOE工程でサイズ1067mm(42in)ODx20mmWTの鋼管を製造し、母材および溶接部の機械的性質、耐HIC性などを調査した。さらに制御圧延したCu析出硬化鋼の強靱化機構を明らかにするため150kg真空溶解炉で溶製した鋼を使用してAr3変態温度、フェライト粒度、析出物などを調べた。

3. 実験結果

- 1) Ni無添加でもスラブ、鋼板の表面性状は良好でCu鋼に特徴的な微少疵は認められなかった。
- 2) 鋼管の強度はAPI規格X70を満足し、低温靱性も母材、溶接部ともに-60℃の低温においても優れた値を示した。とくに溶接熱影響部(HAZ)のシャルピー吸収エネルギーはすべてのノッチ位置で安定して高い値であった(Table 2, 3)。
- 3) BP環境における耐HIC試験結果も良好でUST探傷による割れ率は0%であった。腐食減量も従来鋼に比較して極めて少なくほとんどゼロであった。
- 4) Cu析出硬化鋼の高強度はε-Cuによる析出硬化のほか、γ-α2相域圧延によるフェライトの加工硬化、微細化によってもたらされる(Photo. 1)。
- 5) 優れた母材の低温靱性は低温でのスラブ再加熱による初期γの粗大化抑制、CuによるAr3変態点の低下に基づくフェライト粒の微細化によってもたらされる。またHAZ靱性が良好なのはCuが焼入性を高めHAZ組織が微細なアシキュラーフェライトになるためと考えられる。

Table 1 Chemical Composition (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ti	Al	N	Ceq ^{*)}
0.05	0.11	1.50	0.012	0.001	0.95	0.015	0.024	0.0021	0.364

*Ceq = C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15

Table 2 Mechanical Properties of Pipe Body

Test direction	Tensile properties			V-notch Charpy properties		BDWT
	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	Energy at -60°C (J)	50% Shear FATT (°C)	
L	513	588	40	—	—	—
C	526	610	37	148	<-80	-73

Table 3 Mechanical Properties of Seam Weld

Transverse weld tensile properties	Location of fracture (MPa)	V-notch Charpy properties	
		Test position	Energy at -60°C (J)
633	Base	WM	108
	metal	HAZ	186

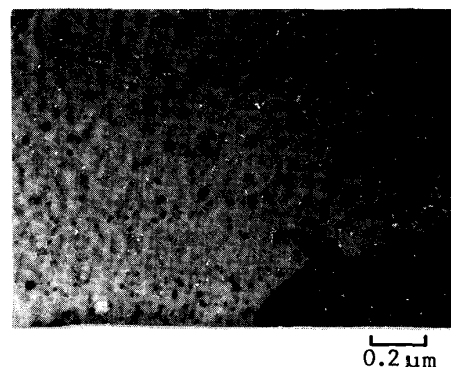


Photo 1 Transmission Electron Micrograph of ε-Cu precipitates

参考文献

- 1) 村田正彦, 為広 博, 山田直臣, 南雲道彦: 鉄と鋼, 70(1984), S-493