

(492) Cuの析出硬化を利用したラインパイプ用厚鋼板の開発

新日本製鐵(株) 君津技術研究部 ○村田正彦 為広 博
山田直臣 南雲道彦

1. 緒 言

Cu析出硬化鋼については古くより研究され、多数の研究が発表されているが、熱間圧延時のCu-クラック等の問題から耐食鋼等極めて限定された用途にしか実用化されていない。しかし、含Cu鋼の持つ高強度はラインパイプにとって魅力であり、また、極低温加熱圧延技術、高純度鋼溶製技術の開発により、製造上の問題点も解決される方向にある。本報告では含Cuラインパイプ用厚鋼板の実験室検討の結果について述べる。

2. 実験方法

実験室溶解圧延により、高純度鋼(低P, S, N)を基本に材質、割れ性等に対するCu添加量, Ni, 微量Nbの影響について調査した。加熱温度はCu酸化物の融点(約1083℃)以下の低温加熱(950~1050℃)とし、制御圧延後、焼戻処理(550℃×10分空冷)を実施した。板厚はすべて20mmである。

3. 実験結果

- 1) Cu添加量が1%になると析出硬化が顕著となり、焼戻処理によってTSが約10kg/mm²増加する。vTrsは劣化するがレベルは良好である(Fig.1)。
 - 2) 1%Cu鋼のマイクロ組織は低温加熱-制御圧延によって非常に細粒($N_{0.7} \approx 11.0$)であり、電顕観察によるとフェライト地中にCuと思われる多数の微細析出物が観察される(Photo.1, 2)。
 - 3) HAZ靱性は0~1%Cuの範囲で、Cu添加量に依らず著しく良好である。
 - 4) 低温加熱にすれば、加熱圧延中のCu-クラック防止のために、Ni添加は不要である。また1%Cu鋼では材質上も必要としない。
 - 5) Nbは低温加熱においてもマイクロ組織の細粒化に有効であるが、量的には0.01%程度で十分である。
- 以上より、Ni添加しなくても1%Cu鋼の母材、溶接部の強靱化は可能で、-60℃程度の低温使用高強度ラインパイプ用厚鋼板として有望である(Fig.2)。

Note: 0.03%C-1.4%Mn-0.3%Ni-0.04%Nb steel

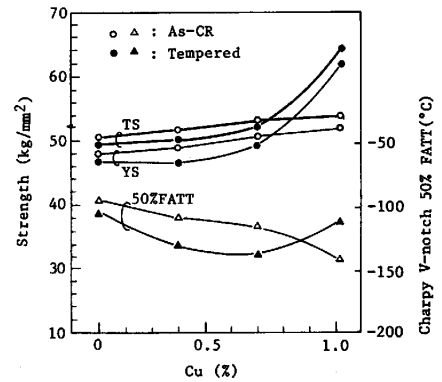


Fig. 1 Effect of Cu content on the mechanical properties.

Note: ① X70, 0.05%C-1.5%Mn-1%Cu-0.01%Ti

② Test position

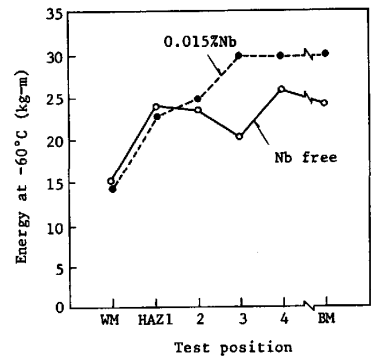
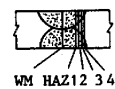


Fig. 2 Charpy V-notch energy of double submerged arc weld joint at different test positions.

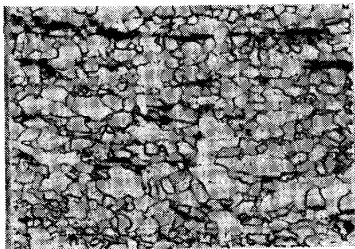


Photo 1 Microstructure of 1%Cu steel.

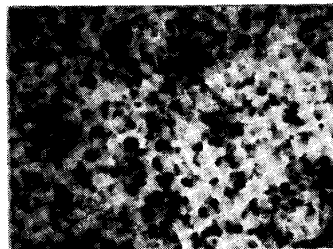


Photo 2 Transmission electron micrograph of Cu precipitates.