

Development of Large-Diameter High-Strength Linepipes for Low-Temperature Services

(Chiaki Shiga) (Taneo Hatomura) (Jun-ichi Kudo) (Akio Kamada) (Keisuke Hirose) (Toshihiro Sekine)

:  
 X65 80 UOE CR  
 Mn Nb-V Ar3 Ar3 40 QT S C  
 Nb Mo CR+QT  
 Ni BDWTT  
 CVT CV100 BDWTT Battelle

Synopsis :

Large-diameter high-toughness linepipes of X65, X70, and X80 grades for the Arctic gas transmission use have been developed by using controlled-rolled steel plates and by adopting a quench and temper treatment after forming the pipe. A combination of high strength and good toughness without an increase in alloying elements can be provided by strictly controlled-rolling of low C, low S, high Mn, and V-bearing steel. Rolling in the two-phase, ( + ), temperature range between Ar<sup>\*\*</sup>3 and Ar<sup>\*\*</sup>3 -40 can produce fine bainite and fine deformed ferrite.

(c)JFE Steel Corporation, 2003



# 極寒冷地向け高張力大径ラインパイプの開発

Development of Large-Diameter High-Strength Linepipes for Low-Temperature Services

志賀 千晃\*  
Chiaki Shiga

波戸村 太根生\*\*  
Taneo Hatomura

Jun-ichi Kudo

Akio Kamada

Keisuke Hirose

Toshihiro Sekine

## Synopsis:

Large-diameter high-toughness linepipes of X 65, X 70, and X 80 grades for the Arctic gas transmission use have been developed by using controlled-rolled steel plates and by adopting a quench and temper treatment after

処理法 (QT), ③造管後のパイプの誘導加熱による焼入れ焼戻し処理法 (パイプ QT) の3種の製造技術を発展させてきた。CR では低 C 高 Mn-Nb-V 鋼を主成分として用い, ( $\gamma+\alpha$ ) 2 相域の圧延を有効に利用して通常のフェライト・パーライト組

## 2. コントロールド・ローリング

制御圧延の温度域は Fig. 1 に示すように高温再結晶オーステナイト域、オーステナイト・フェ

織に微細パーナイト粒および微細加工フェライト

域およびオーステナイトとフェライトの2相混合

溶接性の向上と高靱性化を図ってきている。またパイプ QT 鋼としては, Nb-Mo 鋼に CR+QT プロセス<sup>7-9)</sup>を適用することによって従来の Ni 鋼に代わる低コストの低温用鋼の開発に努めてきた。

本報は, これらの開発の基礎となる研究実験結

果を一定にして, これらの各段階にまで累積的に圧下を加えたときの圧延中のオーステナイト組織およびそれらを空冷して得られるフェライト組織の模式図を示す。約 900°C 以上の高温再結晶域で仕上げる一般の熱間成形圧延に比べ、オーステナイト

1 150°C×60min→1 020°C, 62.5%  
→850°C, R%→A.C.

1 150°C×60min→1 020°C, R%  
→850°C, 50%→A.C.

11 \_\_\_\_\_ 100 (%)

12 \_\_\_\_\_ 90 (%)





の微細フェライトの生成が先行するのでペーナイ  
に結晶粒が微細化する。この微細化による効果

- : 0.09%C-1.4%Mn-X%Ni
  - : 0.07%C-1.4%Mn-X%Ni
  - : 0.06%C-X%Mn-0.2%Ni
- } 0.04%Nb-~0.08%V-0.2%Cu-~0.003%S

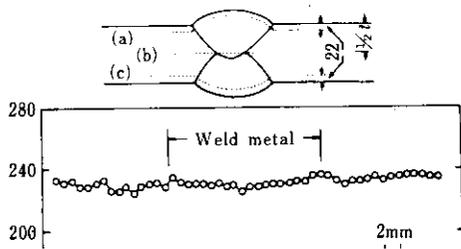






Table 3 Mechanical properties of linepipes for the Arctic use

(1) Grade X 65 and X 70 pipes with high Charpy absorbed energy for service temperature of  $-25^{\circ}\text{C}$  (High Energy Pipe)



### 5. 不安定延性破壊伝播停止特性

高圧ガスラインパイプに用いられる大径鋼管は不安定延性破壊に対して十分な抵抗を有しなければならない。不安定延性に対する抵抗性能を表わす材料特性値としてシャルピー衝撃吸収エネルギー

式から計算される“有効シャルピー・エネルギー (CVN)”が不安定延性破壊に対する材料の抵抗値

EHE パイプについて(2)式から不安定延性破壊を伴う延性破壊に起因する CVN を求め、各パイプの CVN

をよりよく表わすと報告している。

$$(DTE/A_D) = 0.631 + 3(CVN/A_C) \dots (3)$$

$A_C$  : BDWTT 試験片の定断面積

および CV100 と比較したものである。また(2)式から計算した CVN を(3)式を用いて BDWTT

