

í μ ° « ° Ü μ É Ñ Ý _ | • Û – á Ñ – É#Ý9× G Š!Ö 5đ • b0 4

Manufacture of the Hot Rolled Steel Coils for High-Test Line Pipe

0 Y# ã (Mitsuo Nishida) • († ... (Toshiyuki Kato) ± « μ (Nobuo Ohashi)
 Ñ * (Fumio Mori) #ã p •7• (Fumio Tanaka)

0[" :

Û – á Ñ – É#Ý9× G Š9×8 ö!Ö 5đ • b ö2A _ > | p M0 4 ² ó b s8j _ X 8 Z1* K S
 * C-9×Mn-Nb-V5đ \ * C-9×Mn-Nb-Mo5đ †#Ý 8 Z%É'2 9, > | g d 0è 8 †/œ W S)
 Ý>*« Û È •!Ö Ø † 1150 ¥>| 1170 ¥ _ * W I O • \ \ v _ œ0£ } W"á 85># è V b(' }
 †/œ : G \ _ | ~>*(') † b © î ° Â î b œ î « , ¼ – °) (• Ø † ASTM) (• Ø > 6
 r [† (ý ì M • G \ @ „ ð † ð ò w = ' x \ r S -) (M • # † ð ³ 8 r p ž x ` À G G Ð € . ' ± î , M • À † ™ Ò R ± r „ ð † ñ] f ã `
 @ † (ý ì K > * ? X È – ¼ – °)) È @ # ' O N > * 4 O & ã Ø b * 89× G Š!Ö 5đ • @ 0 4 [A
 • r S ¥ – Ý s v Ø † 600 ¥ è W _ D š M • G \ _ | ~> 4 O & ã Ø † Ž ì I O • G \ ^
 C7F I I † V ¼ I O • G \ @ [A • I } _ > Q5 b * W \ | u 8 @ – (ò b ç • _ | ~> * \
 C _ È œ % 0 ¥ b © Ö Ý Æ î ¼ p š ç Ý î > & C V I x © ™ Ý Ç š ç Ý î [& g | € > ' † 8 §
 -- _ ¥ V I O • G \ @ [A • è V b % ± 0 b † w _ q # Ý M • G \ _ | ~> * API 5LS X65 >
 | g X70 ç Þ î » r [b 9 × G Š9×8 ö!Ö 5đ • † 0 4 M • G \ @ [A > * " C b) ¼ † “ Z
 8 •

Synopsis :

Effects of processing variables on the production of high-strength, high-toughness hot-rolled steel coils for high-test linepipe have been studied. Through laboratory test and trial production using low C-high Mn-Nb-V and low C-high Mn-Nb-Mo steels, it was confirmed that the austenite grain sizes after rough rolling were refined to the ASTM number 8 by lowering the slab reheating temperature to 1150 ¥>| 1170 ¥ and by rough rolling at a total reduction of more than 85%. These conditions are essential to give final products a fine grain ferrite structure free from bainite and a low ductile/brittle transition temperature. The yield strength is increased without adversely affecting the transition temperature of the final products by controlling the coiling temperature below 600 ¥. The Charpy V-notch intercept energy and the shelf energy, especially of the transverse specimens, are remarkably improved by lowering sulfur content and adding rare earth metals. An integration of the techniques mentioned above makes it possible to produce high-tensile, high-toughness hot-rolled steel coils for high-test linepipe including API 5LS X65 and X70 grades. Production performances on these hot rolled

coils are summarized.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

• e c b i f a ? } 7 0 t [A r M

ホットストリップミルによるラインパイプ用

高強度高靱性鋼の製造

Manufacture of the High-Strength Steel Coils for Line Pipe by Hot-Rolling

西田 稔*

Minoru Nishida

加藤 俊之**

Toshiyuki Kato

大橋 延夫***

Nobuo Ohashi

森 耐介****

Taisuke Mori

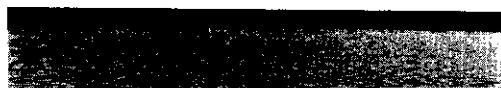
田中 浩*****

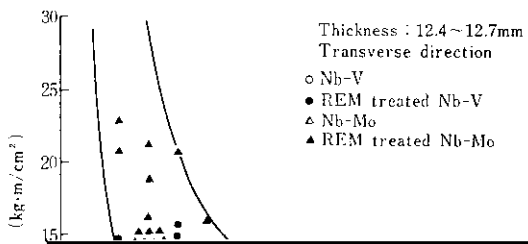
Synopsis :

Effects of processing variables on the production of high-strength, high-toughness hot-rolled steel coils for high-tensile line pipe are studied. The effects of the hot-rolling temperature, the cooling rate, and the annealing temperature on the mechanical properties of the coils are investigated. The results show that the high-strength and high-toughness coils can be produced by the hot-rolling process. The high-toughness coils can be produced by the hot-rolling process with the annealing temperature of 700°C.

近開発されつつあるアラスカ、カナダ、シベリア 溶接鋼管)では、ボンド部近傍のメタルフローの

つ、ボンド部近傍のメタルフローの発生防止に効果的である。また、溶接部の肉厚が厚くなる傾向がある。Photo 1は





(a) No addition

2 4 6 8 10 12 14 16 18
Sulfur content ($\times 10^{-3}$ wt%)

Fig. 1 Effect of sulfur content on the CVI (Charpy V-notch Intercept) energies of control-rolled high strength (X70 grade) hot rolled coils

するA系介在物を **Photo. 3**(b)のようにB系あるいはC系介在物へと形状制御することも有効な手段である。しかし、REMの酸化物や硫化物は融

2511

しくない²⁾とされている。このセパレーションは板面に平行に存在する脆化層に起因し、破断に先

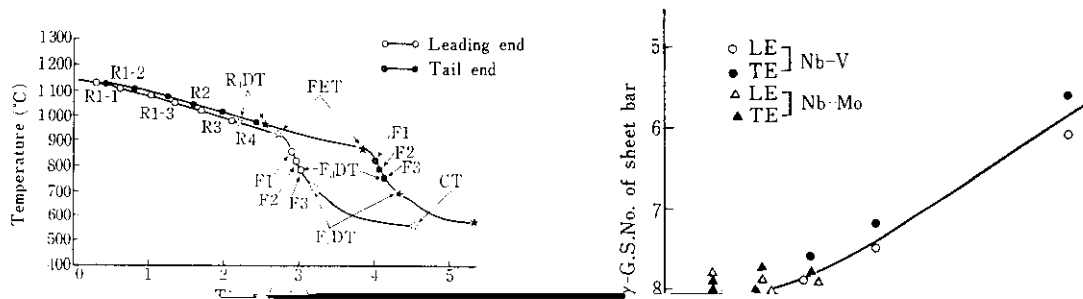
板厚が12.7mm以上の製品では仕上スタンドでの合計圧下率がたかだか50~55%程度となるため、

が生ずるものであり、見掛上100%延性破面となる近傍の温度でもっとも顕著に発生する。しかしこの亀裂部分は微細に観察すれば開破面のみ

しては、スラブ加熱時の粗大な初期 γ 粒が粗圧延によりいくぶん細くなるもののシートパー段階ではそれほど顕著な開破面を形成しな

しているのが常であり、したがって必ずしも高温側だけではなく、見掛上100%延性破面を形成

上圧下率が小さいと十分微細化しきれず、またその間に発生する開破面は、各段階の圧延



50-

TRIP-1104-107-

85% S. A. T. T. などで示される遷移温度は著しく低下することがわかった。これはスラブ加熱温度の低下に伴い粗圧延後の γ 粒が微細化しかつ厳しい制御仕上圧延が行われたため、圧延終了時に



Slab reheating temp. (°C)	P		P+A	
	LE	TE	LE	TE
1205~1195	◇	●	◇	●
1170~1165	◇	●	◇	●
1150	◇	●	◇	●

用および API 5LX X60 用熱延コイルの機械的 探傷およびへん平試験結果を示す。超音波探傷お

YCO-44 (6.05) (厚) (1) (規格) (5.0) (1.5) (1.5)

4.2.2 API 5LS X60 グレード

11.13mm×1500mm コイルの機械的性質の実績例ヒストグラムを Fig. 9 に示し、これらのコイル

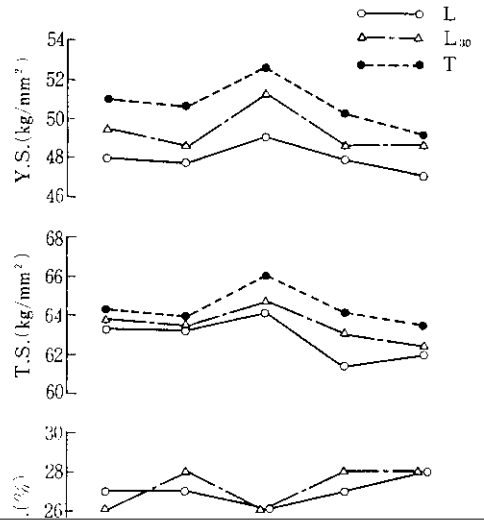
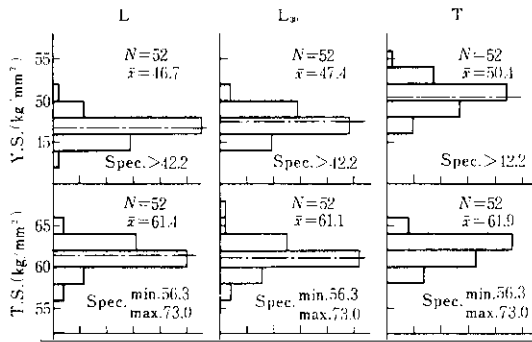


Table 1. Average values of the mechanical properties of the ADI 51C V60 grade hot

Property	Value
Yield strength (MPa)	510
Tensile strength (MPa)	620
Elongation (%)	12
Impact energy (J)	45

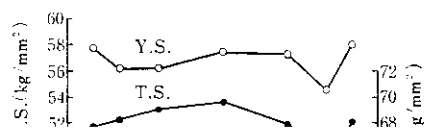
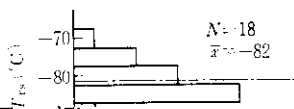


Table 5. Chemical compositions of the API 5L X70 grade hot rolled coils (wt%)

Coil	C	Mn	Si	S	P	Nb	Al	Mo	C.E.*
1	0.09	1.54	0.12	0.005	0.007	0.036	0.032	0.216	0.39
2	0.09	1.47	0.10	0.006	0.007	0.038	0.036	0.204	0.38

$$* : C.E. = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

Table 6. Welding conditions

Pipe	Welding side	Pole	Welding current (A)	Arc voltage (V)	Welding speed (m/min)	Heat input (kJ/cm)
1	Inside	Leading	750	26	1.60	14.6
		Trailing	650	30		

Table 8 Percent cracking in the under-bead cracking test

Pipe	Magnification	Preheating temperature (°C)				
		0	30	50	75	100
1	× 400	0	0	0	0	0
2	× 400	0	0	0	0	0

6. 高張力熱延コイルの製造可能寸法

当社千葉製鉄所のホットストリップミルでの制御圧延により製造可能な高張力コイルの寸法範囲を **Fig. 16** に示す。API規格 X70 グレードで

Welding condition :

Electrode ; E-7010, 3.2mm dia.

Drying condition of electrode ; 75°C×30min

Welding current ; 100A

造可能である。

一方、水島製鉄所ホットストリップミルは、最大幅 2200mm まで製造可能な最新鋭ミル¹⁶⁾であ

Welding speed ; 2.5m/min

Heat input ; 6.1 kJ/cm

上の板厚の広幅高張力コイルも巻取り可能となった。その一例として、Nb-V 鋼を板厚16mm、板幅1500mmのコイルに圧延した結果を **Table 10**

7. む す び

低温での衝撃特性の劣化を無効にするには

イト組織が出現せず、靱性のすぐれた高張力熱延鋼帯が製造できる。またコイル巻取温度を600°C以下に制御することは、製造温度