

105r •

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.10 (1978) No.1

9xMn p „7Á)-5ð'ö b ì ç ° Þ î ± î \$ # Õ _ | p M4 'ö ² ó > | g Mn/Si b s8j
 Effects on Penetrator Defect Occurrence of Welding Conditions and Mn/Si Ratio of ERW
 High Manganese Line Pipe

“ £ \$ M (Eiichi Yokoyama) £% 4 (Mitsukuni Yamagata) Æ(á “ j (Norihiko
 Kano) û3¶ Ÿ U(Shuzo Watanabe)

0[“ :
 9x Mn(1.5># p „7Á)-5ð'ö b ì ç ° Þ î ± î \ 8 f € • 7W b \$ # Õ _ | p M4 'ö ² ó (P K
 °! Õ ,4 'ö3ÿ Ø) \ (ò | ¥ - Ý b Mn/Si b s8j _ X 8 Z è 0! K S \ G • b G \ @ f ? W S
 > & 1) ì ç ° Þ î ± î c °! Õ @ ± A 8 o] > * r S4 'ö3ÿ Ø @ 4 8 o] Q ± K > * Mn/Si @ ` | C
 ^ • o] Q ± M • (2) ì ç ° Þ î ± î b N | \ ^ • Ó ~ " @ b) B c FeO-MnO-SiO2 z / b
 4ß i " @ [6 ~ > * Mn/Si @ ± A C ^ • o] SiO2 @ ö a K > * MnO > * FeO @ Q ± M • (3) P K
 4Š [b > A b ö a c o \ ‡] ^ 8 @ > * Mn > * Si c Ä î ° € X \ \ v _ - - K C ö a M • (4) ì ç
 ° Þ î ± î # Õ B o Â > & FeO >) Mn = Fe >) MnO > * 2FeO >) Si = 2Fe >) SiO2 > ' b! Õ Š Ÿ \$ x ^ è 0! _
 | • > * G b o Â c9x Mn | [c A f u Z % • i6ë _ = 1/ @ " g Â _ ? 4) M •

Synopsis :

Such effects as shown in the title have been investigated using ERW steel pipe of 1.5%Mn and from 0.17 to 0.41%Si. Penetrator defects increase with an increase of heat input and with a decrease of welding speed, and moreover with a decrease of Mn/Si ratio. The non-metallic inclusions, which are the main cause of the penetrator, are mainly FeO-MnO-SiO₂ oxides, and with an increase of Mn/Si ratio, SiO₂ content decreases and FeO and MnO content increases. Manganese and Silicon content at the welded zone noticeably decreases with heat coefficient, although carbon content shows no particular change. In the thermodynamic considerations, reactions of penetrator formation (FeO>) Mn=Fe>)MnO and 2FeO>)Si=2Fe>)SiO₂) in high manganese ERW pipe reach very rapidly to quasi-equilibrium state.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

高Mn中径電縫鋼管のペネトレーター発生に

Fig. 1. Penetration Defect Occurrence in Welded Conditions and Mn/C Ratio

トハ、溶接熱の大きいほど発生しやすくなる (1) の式で表される

よっても影響を受け、定性的には造管速度が遅いほど、また溶接熱が大きいほど発生しやすくなるといわれている^{1,2)}。芳賀ら²⁾は高速度カメラによる接合部V取束点の観察から、このような造管条件では短絡によって生じたスリット内に酸化を受けた溶融ビードが還流するためと推察している。

2. 溶接熱と溶接熱係数の関係を定量的に検討

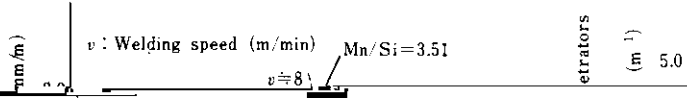
$$Q = \frac{E_p \cdot I_p}{v \cdot t} \dots\dots\dots (1)$$

- E_p : プレート電圧 (kV)
- I_p : プレート電流 (A)
- v : 造管速度 (m/min)
- t : 管厚 ($\approx 9.5\text{mm}$)

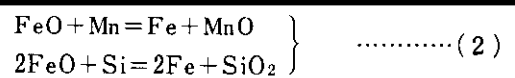
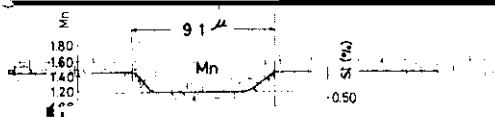
かにするため、溶接性、コイル強度の点からも造管が困難と考えられる高 Mn 材 (Mn $\approx 1.45\%$) コイルを用い、ペネトレーター発生に及ぼす造管速度

このヒート係数 Q は造管条件の指標として一般に用いられている関数であり、造管速度が遅いほど、また溶接熱が大きいほど大きい値をとる。

Pipe No.	Mn/Si	Welding condition					Dye penetrant inspection	
		Heat input	Speed (m/min)	Voltage (kV)	Current (A)	Heat coefficient Q	Pipe length (m)	Total length of penetrators mm



Mn/Si=3.51



【カ】 溶融状態がきつめて短時間でな

N_{MnO} , N_{SiO_2} の関係を求めた。

以上の方法により、Table 3 に示したペネトレーター組成について(6)式に示す見かけの平衡定数 K'

$$K' = \frac{[\%Si] \cdot N_{MnO}^2}{[\%Mn]^2 \cdot N_{SiO_2}} \dots\dots\dots (6)$$

の実測値と熱力学的計算値を求め、その比 k

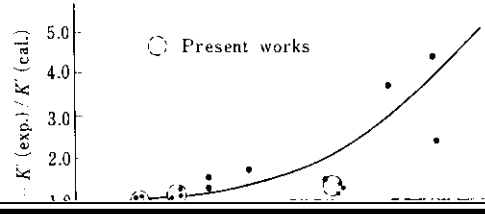


Fig. 6 である。Mn/Si が大きくなると k は 1 より大きくなる (すなわち MnO が多い状態または

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Mn/Si

ライトが少なくフェライトが多く存在し、その結晶粒もやや大きくなっていることから別名脱炭層と呼ばれていた。しかしながら本実験結果によれば、溶融後、冷却部の含有量は母材部とほとんど

が増加する理由は次のように考えられる。すなわち、Mnは γ 域をひろげるのに対しSiは γ 域を狭くする元素であり、バンド部でのMn, Siの減少は、冷却後のフェライト析出を促進する

差がなく、脱炭反応は起きていないものと考えられるのでこの点について検討した。

減少は A_3 変態点を上げフェライト析出を促進するのに対し、Siの減少は逆に A_3 変態点を下げフ

1) 溶鋼中の合金元素の酸化反応の自由エネルギー

三ノ上 拓山 大塚ノリ 三井物産の佐田大志

- 2) 芳賀, 佐藤, 青木ら: 鉄と鋼, 63 (1977) 4, S370
- 3) 伊藤, 星野ら: 鉄と鋼, 57 (1971) 11, S428
- 4) 的場, 郡可ら: 鉄と鋼, 45 (1959) 12, 1328
- 5) S. Ramachandran: Trans. Met. Soc. AIME, 227 (1963), 560
- 6) 小島, 佐藤: 鉄と鋼, 51 (1955) 6, 1199; 52 (1956) 9, 887