

(233) 高Mn材中軽電鍍鋼管のペネトレーター発生におよぼす

造管条件およびMn/Siの影響

川崎製鉄

技術研究所

○横山栄一, 山岡光邦

知多工場

渡辺修三, 齋納徳彦

1. 緒言: 高Mn材電鍍鋼管溶接面にはペネトレーターと称する酸化物系欠陥が発生しやすく, この欠陥はMn, Siなどの素材コイル成分に依存することほもとより, 造管速度, 溶接入熱¹⁾などによっても影響を受ける。そこでこれらの関係を定量的に明らかにすべく, ペネトレーター発生におよぼす造管条件, Mn/Siの影響について調査した。

2. 実験方法: 供試コイルは表1に示すようにSiを3水準変えた高Mn材であり, それぞれ造管速度を8, 12, 17 m/min, 溶接入熱を目視により, 高, 中, 低と変化させ, 管寸法508φ×9.5mmとして造管した。

3. 実験結果および考察: 造管条件の指標としてヒート係数 $Q = E_p \cdot I_p / v \cdot t$ (ここで 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 (mm) と定義したとき, Q は造管速度が遅いほど, 溶接入熱が大きいほど大きい値をとる。図1に示すようにカラーチェック試験によるペネトレーター発生率はヒート係数が大きいほど, Mn/Siが小さいほど増大している。図2に示すようにペネトレーター組成はMn/Siに著しく依存しており, Mn/Siが大きくなるほどSiO₂が減少し, MnO, FeOが増大する。したがって状態図から推定してペネトレーターの溶融温度を極力低くし, 系外に排出を容易にするためのMn/Siは6~9が望ましいと推定される。図3に示すように切削ビードの溶融部と未溶融部を分離し化学分析に供したときのMn, Si減少量はヒート係数が大きくなるほど増大する傾向にある。すなわちヒート係数の増大にともなって高周波加熱時の大気酸化によるMnO, SiO₂生成量が増大し, ペネトレーターも発生しやすくなると思われる。同様のことは管溶接部のXMAラインアナリシスにおいても認められ, ボンド層でもMn, Siが減少しており, その程度はヒート係数に依存している。なおボンド層は別名脱炭層と呼ばれることがあるが, 切削ビード化学分析からはCの減少はほとんど認められなかった。FeO-MnO-SiO₂系スラグと溶鋼との平衡実験資料²⁾をもとに活量とモル分率の関係を求め, 見かけの平衡定数 $K' = (\%Si) \cdot N_{MnO}^2 / (\%Mn)^2 \cdot N_{SiO_2}$ の実測値と計算値を比較したところ, 一般通常材ではMn/Siが大きくなるほど実測値のほうが大きい値をとるが, 本実験材のような高Mn材では, 両者はほぼ等しくペネトレーター生成反応はきわめて短時間に向平衡状態に到達しやすいことが確認された。

参考文献 1) 芳賀ら: 鉄と鋼, 63, 4, (1977) S. 370

2) 藤田ら: 鉄と鋼, 56, 7, (1970) P. 830

表1. 供試材の化学成分 (wt.%)

No.	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Mn/Si
A	0.10	0.17	1.42	0.018	0.007	0.041	0.013	8.35
B	0.11	0.32	1.43	0.017	0.009	0.053	0.014	4.46
C	0.10	0.41	1.44	0.019	0.004	0.041	0.016	3.51

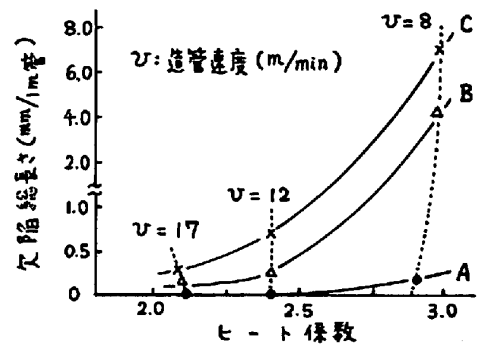


図1. カラーチェック欠陥と造管条件の関係

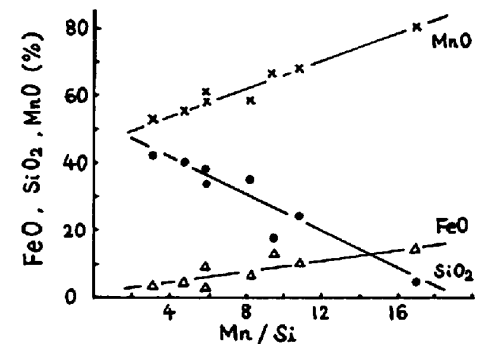


図2. ペネトレーター組成とMn/Siの関係

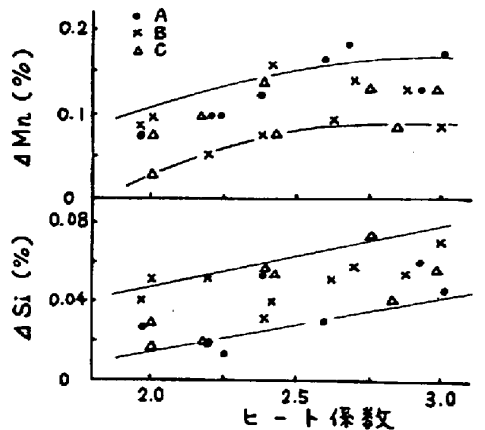


図3. Mn, Si減少量と造管条件の関係