(716) 低合金鋼線材のスケール酸洗性に関する検討

新日本製鐵（株）　　室蘭技術研究部　神坂栄治　森俊道　○蟹沢秀雄

1. 緒　　言

低合金鋼線材は酸洗時に難溶性の付着物（スマット）が生成しやすく酸洗条件のほかスケール自身の組成・性状に起因していると考えられる。特にスケール付きのまま焼鈍した線材では強固なスマットが発生し、事前酸洗を省略した焼鈍[1),2)]の適用が困難なことがわかった。

そこで低合金鋼線材のスマット生成機構，防止対策および除去方法について検討した。

Table. 1　Chemical composition　(wt %)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sol.Al	Mo	(mmφ)
S45C (C)	0.44	0.21	0.79	0.022	0.008	0.05	0.030	−	13.0
SAE1541 (Mn)	0.40	0.20	1.46	0.020	0.010	0.03	0.034	−	12.0
SCR440 (Cr)	0.40	0.25	0.75	0.020	0.010	1.06	0.030	−	12.7
SAE4032 (Mo)	0.33	0.22	0.76	0.021	0.010	0.03	0.030	0.258	12.0
SCM435 (Cr-Mo)	0.35	0.24	0.75	0.024	0.014	1.04	0.028	0.162	13.0

2. 実験方法

Table. 1 に示す化学組成の11φ～13φ熱延線材を供試料とし，酸洗－再熱処理による熱延スケールとスケール付のまま焼鈍した焼鈍スケールの酸洗性を調査した。また生成したスマットを除去するため活性酸化溶液処理し再酸洗試験を行なった。

3. 実験結果

(1) スマットはCr－Mo鋼に生成し易く，熱延後の線材を緩徐冷したり高温に長時間保定した場合に生成する。

(2) Cr－Mo鋼線材でも熱延後の冷却速度を毎分20℃以上とし，また焼鈍の場合は温度を700℃以下，時間を1時間以下とする事によって生成を防止できる。(Fig.1，2)

(3) スマットの組成は高温領域でスケール内の解離酸素と鋼中から拡散してきたCr^{+3}とが反応し，生成したスピネル型$FeO \cdot Cr_2O_3$である。

(4) 酸洗条件を強化することによってスマットを除去することが可能である。スケール剥離機構の違いから塩酸に比較して硫酸は若干の強化でよい。（20％塩酸－40℃，15％硫酸－70℃以上）(Fig.4)

(5) スマットは活性酸化剤($KMnO_4 \cdot NaMnO_4$) 処理し酸液に可溶なK_2CrO_4またはNa_2CrO_4に改質することによって酸銑除去が可能である。

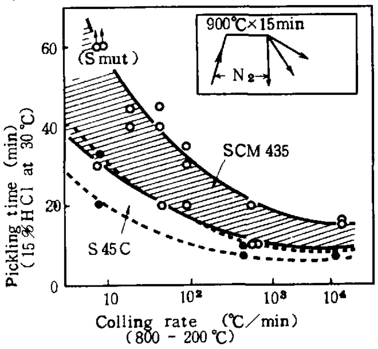


Fig. 1　Relation between cooling rate and pickling time (SCM435, S45C)

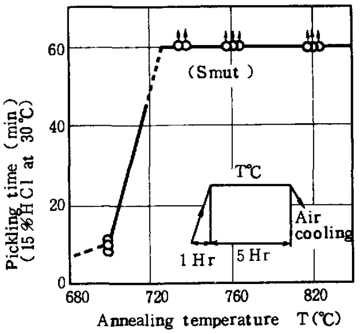


Fig. 2　Relation between annealing temperature and pickling time

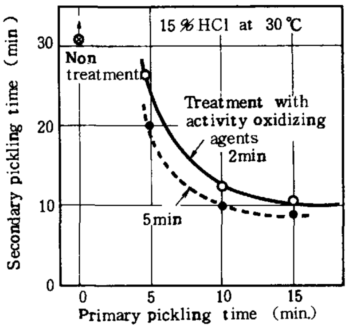


Fig. 4　Effect of treatment with activity oxidizing agents on pickling time of annealing scale (SCM435)

参考文献：1) 泉ら：鉄と鋼，69(1983) S393
2) 森ら：鉄と鋼，69(1983) S394

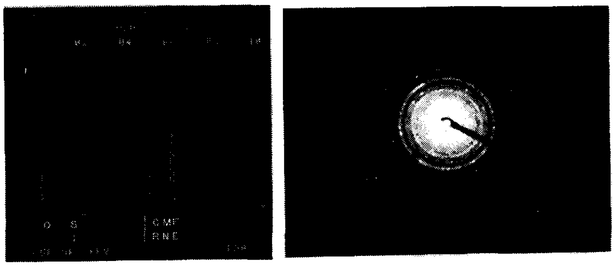
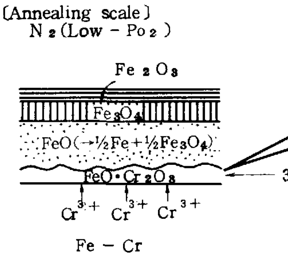


Photo. 1　EDX－analysis and electron diffraction pattern of pickling smut



Equilibrium disociation pressure of oxide (760℃)

Reaction	Equilibrium disociation pressure (atm)
$FeO = Fe + \frac{1}{2}O_2$	1×10^{-19}
$Cr_2O_3 = 2Cr + \frac{3}{2}O_2$	5×10^{-28}

$3FeO + 2Cr = Cr_2O_3 + 3Fe$

$FeO + Cr_2O_3 = FeO \cdot Cr_2O_3$

Fig. 3　Schematic reppesentation of smut formation mechanism during annealing