

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.13 (1981) No.2

---

Properties of Scales in Steel Wire Rods and Bars

Properties of Scales on Steel Wire Rods and Bars

峰 公 雄\*

Kimio Mine

藤 田 利 夫\*\*

Toshio Fujita

佐々木 徹\*

Toru Sasaki

田 中 智 夫\*\*\*

Tomoo Tanaka

佐 藤 周 三\*\*\*\*

Shuzo Sato

野 田 昭 雄\*\*\*\*\*

Akio Noda

中 尾 俊 朗\*\*\*\*\*

Toshiro Nakao

Synopsis:

The present experiment was intended to investigate the effect of chemical composition and cooling condition on the growth and removal of scales formed on hot-rolled wire rods and bars of rimmed, Al-killed, Al-Si-killed, and Si-killed steels. The results obtained are given below:

(1) Scale thickness increases with an increasing S content. It is, however, reduced by the addition of Si and/or

Al.

(2) Scale properties suitable for mechanical descaling are improved with an increase in scale thickness within



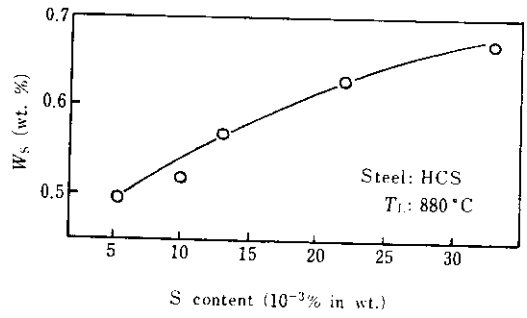
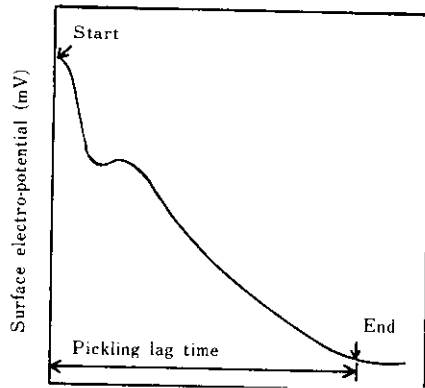


Fig. 3 Effect of S content on the amount of scale formed on 5.5mm $\phi$  wire rods



うな構造を有する場合には、スケールが局部的に なる。

は  $E_{2+}$  / ナンバリングの 指数1 / 成り立ちの ( ) / として調べる 独断と 既述の ( ) / 形式 / による 出現形式

が多いほど  $W_{RS}$  は少なく、剥離性は良好となることがわかる。同様な傾向はリバースベンディングローラを使用した実験でも確認された。

棒鋼のベンディングローラ通過後のショットブラストによる剥離性を **Table 2** に示す。スケール

$\mu\text{m}$  程度の厚さで、2mm 以下の円形ないしは楕円形を呈する。2次スケールの後で生成するので、3次スケールと呼ぶべきものであるが、一般には magnetite seam<sup>3-5)</sup> と呼ばれている。地鉄側に、FeO 層、外側に薄い  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  層からなる構造であ

3.4 スケールと地鉄界面に形成される物質について

果を Fig. 13 に示す。tp は ts が厚くなるとともに

Table 3 Diffraction count from the 267 Å

スケールの生成量および剥離性は鋼種ならびに

grating plane

S 量によって大きく影響を受けるので、地鉄とスケールの界面に鋼種成分が濃化していることが考

Steel	S (wt. %)	Diffraction count
-------	--------------	----------------------



長くなる。また、鋼種が異なっても、またFig. 4 ることによって生じる FeS, SiO<sub>2</sub> あるいは 2FeO-  
SiO<sub>2</sub> および FeO, SiO<sub>2</sub> の割合は、

および冷却時の地鉄とスケールの熱膨張量の差に基づいて生じる応力  $\sigma_e$  がある。材料を半径  $r$  の円柱とし、スケールに作用する長さ方向の応力  $\sigma_z$  は近似的に (2)~(4) 式で示すことができる。

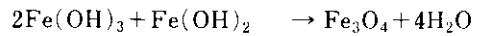
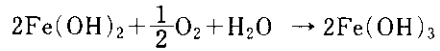
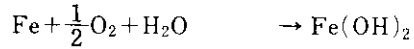
$$\sigma_z = \sigma_{\phi z} + \sigma_{e z} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\sigma_{\phi z} = (1 - \phi^{1/3}) E_S \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\sigma_{e z} = \frac{E_I \cdot E_S}{E_I + E_S \frac{2t_S}{r}} (\alpha_S - \alpha_I) \Delta T = E_S (\alpha_S - \alpha_I) \Delta T \quad \dots\dots\dots(4)$$

ここで、 $E_I, E_S$  : 鉄とスケールのヤング率  
 $\alpha_I, \alpha_S$  : 鉄とスケールの熱膨張係数  
 $\phi$  : 鉄と酸化物の容積比  
 $\Delta T$  : 温度変化量  
 $t_S$  : スケールの厚さ

である。高温の鋼材を高圧水で冷却したときに、材料表面に  $Fe_3O_4$  の生成が認められており、この  $Fe_3O_4$  は内層側が緻密で密着性に富み、外層は黒色で光沢ある粒状の結晶粒である<sup>13)</sup>。これは水溶液中で、次式で示されるような反応が起こり、 $Fe_3O_4$  が生じたものと考えられる。



さらに、この  $Fe_3O_4$  は酸素と反応して  $Fe_2O_3$  の赤さびへと変化する。



$\sigma_{\phi z}$  は  $r$  が  $t_S$  より圧倒的に大きく、また、 $FeO$  のクリープ変形が起こらなくなる低温 ( $\leq 1100^\circ C$ )<sup>12)</sup> でスケールが生成するので、スケールの体積膨張によって、鉄およびスケールは塑性変形しないとして求めた。

今、オーステナイト領域での応力の発生を考え、 $\phi$  は 1.77<sup>9)</sup>、 $\alpha_I$  は  $920 \sim 1070^\circ C$  で  $19.1 \times 10^{-6}$ <sup>13)</sup>、 $\alpha_S$  は約  $14 \times 10^{-6}$ <sup>13,14)</sup>、 $\Delta T$  は  $250^\circ C$  とし計算す

したがって、水冷時間が長く空冷速度が違い棒鋼の表面に生じる粉状の赤さびは、水冷中に生成した粒状の  $Fe_3O_4$  が大気中で酸化され、 $Fe_2O_4$  へ変化したものであり、空冷速度が早い場合には、 $Fe_2O_3$  への変化が抑制されるものと考えられる。

#### 4.2 機械的剝離性

リバースベンディングローラ法では、スケール

ない。それゆえ、スケールの剥離性はその厚さの 1/2 は捲取温度の上昇あるいは冷却速度の遅滞で増加