

Fig. 2. Variation of curves with different pickling conditions.

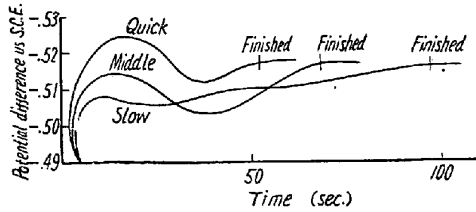
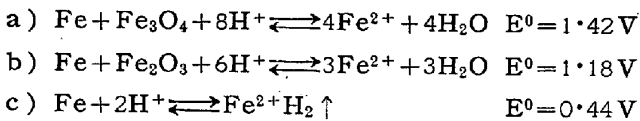


Fig. 3. Variation of curves with different specimens.

められた。

このように電位-時間の関係が興味ある曲線をえがく理由としては次のように考えられる。すなわちスケール最内層の Wüstite が酸に溶解して上層の magnetite または  $\alpha$ -hematite が剝離する際電気化学的に次の3つの反応が考えられる。



$E^0$  の値から a) b) の反応がおこりやすく、スケールが除去された後で c) の反応がおこる。したがって c) において示す Fe の自然腐蝕電位に到達するまでには a) b) の反応の進行にともない腐蝕電位に変動があるものであろう。したがってこの電位-時間曲線を解析することにより酸洗速度の決定とともにスケールの性質にまで論及することができると思われる。

IV. 軟鋼の酸洗における  $H_2SO_4$ ,  $Fe^{++}$  濃度および温度の影響について

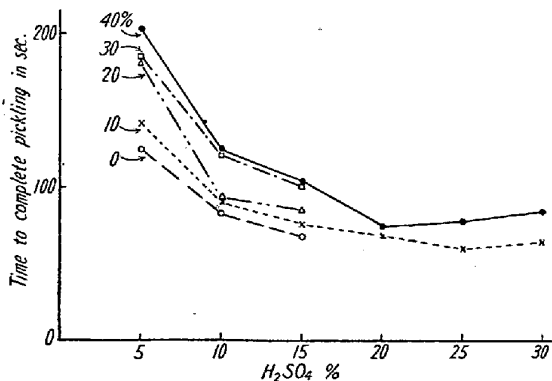


Fig. 4. The effect of  $H_2SO_4$  &  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  concn. at temp.  $80^\circ C$

Fig. 4 は以上のべた方法によつて  $80^\circ C$  における  $H_2SO_4$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  の濃度が酸洗所要時間におよぼす影響をみたものである。これによれば  $H_2SO_4$  濃度の増大は酸洗時間を短縮することに効果があるが、20~25%以上になるとむしろ所要時間は長くなる傾向があらわれている。また  $Fe^{++}$  の増大は酸の活性度を減少させるが 20% 前後の濃度でその影響が最小になる点が存在するものと思われる。

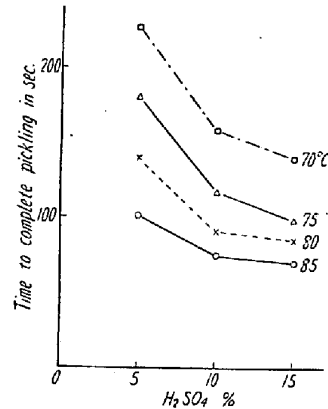


Fig. 5. The effect of  $H_2SO_4$  concn. and temp. at  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  concn. 10%

Fig. 5 は  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  の濃度 10% における酸濃度、温度の影響を示したものである。15%までの酸濃度の増加および温度の上昇は酸洗速度を大にすることが認められる。

V. 総 括

1. 軟鋼熱延ストリップの  $H_2SO_4$  による酸洗過程の電位-時間曲線を実測しこれが酸洗速度の決定、および黒皮スケールの研究に有効であることを知った。

2. この方法により軟鋼の酸洗過程における酸濃度、 $Fe^{++}$  濃度および温度の影響を調査した。

(34) 現場加熱炉における実験

(鋼の熱間加工性におよぼす加熱雰囲気中の S の影響—III)

Experiments on the S in Heating Atmosphere with the Heating Furnace (Effect of the sulphur in the furnace atmosphere on the hot-workability of steel—III)

T. Morishima, et alii.

住友金属工業, 鋼管製造所

石川広三郎・森島達明・工 竹田 進

I. 緒 言

燃料中にふくまれる S の表面疵の発生に対する影響については第1報<sup>1)</sup>, 第2報<sup>2)</sup>で実験室的研究結果を報告した。

今回は実際の現場における加熱炉で若干の実験をおこなったのでその結果について報告する。

## II. 実験方法

### 1. 加熱炉

実験をおこなった加熱炉は当社圧延工場における三带式連続鋼塊加熱炉で、炉の明細はつぎのとおりである。

容量, 38 t/h, 燃料, 重油専燃,  
加熱鋼塊, 2.2~2.5 t; 抽出温度 1250~1300°C;  
所要加熱時間, 約 7 h;

### 2. 使用重油

試験は重油中にふくまれる S 量を 1, 2, 3% と変えて 3 回の実験をおこなった。

### 3. 試験材ならびに試験項目

試験はつぎの三項目についておこなった。

(1) C=0.4%, 2.5 t 鋼塊による酸化減量の調査および圧延丸鋼の表面疵の発生状況の調査。

(2) 低炭素鋼, 小型試験片による酸化減量, S の富化および表面組織の調査。

(3) 低炭素鋼棒状試験片による高温屈曲試験

なおこの試験に付随して炉の操業状況, ガス分析, 温度測定などを実施した。

実験にあたっては S の変化以外の実験条件の変動をできるだけ少なくするために, 炉の操業状況, S 以外の炉内雰囲気などできるだけ一定するように計画した。しかし実際には各回の実験で加熱温度, 時間あるいは O<sub>2</sub> 量などかなり相違する点も生じた。

## III. 実験結果

実験の結果を概括して説明するとつぎのようになる。

(1) 圧延丸鋼の表面疵の発生状況については, S の変化による差はあまり見られなかった。

(2) 酸化減量については上記のごとく各実験で一部加熱温度, 時間あるいは O<sub>2</sub> 量などに相違があり, S 以外の実験条件にある程度変動があつたので正確には結論しがたい点があつた。しかし実験結果の総合的な見地から判断すると, S は特に酸化減量を増大するようなことはあまりなさそうに思われた。むしろこの実験結果では酸化減量に対しては S よりも加熱時間, S 以外の雰囲気などのため加熱条件の影響のほうが大きく作用するのではないかとと思われる。

ただここで問題になることは, 今回の実験では雰囲気中の H<sub>2</sub>O 量もかなり多いと考えられ, また O<sub>2</sub> 量もほぼ 2% 以上で炉全般の操業状況としてはかなり強い酸化性の雰囲気である。Preece の論文<sup>3)</sup>によると強い酸化性の場合には S の影響は打消されるといわれており, このように今回の実験は比較的強い酸化性の雰囲気である

関係上, S の影響もあまりでてこなかつたのではないかとも思われる。しかしこれが雰囲気が変わり, 中性あるいは還元性の雰囲気にでもなると Preece の論文に見られるごとく, あるいはまた酸化減量に対する S の影響が大きくてこないとかぎらない。

(3) 雰囲気中に S が多くなればなるほど, スケールおよび鋼表面の S 量は増大する。

(4) 鋼表面の S の入りかたとしては低温の場合 (ほぼ 1250°C 以下の温度と考えられる) には Fig. 1-A に一例を示すごとく S は主としてオーステナイトの結晶粒界にそつた型で入つてゆく。ところが高温の場合 (1300°C またはそれ以上) には Fig. 1-B にその一例を示すごとく全面酸化がおこり粒界の侵入度は少くなり, S はスケール直下に粒状で入つている。これをかりに腐蝕にたとえると前者の場合はいわゆる粒間腐蝕であり, 後者の場合は general corrosion 的なものである。

そこでこのような S の入りかたから疵の発生に対してどのような影響があるかということを考えてみると, この実験の加熱炉では実際の鋼塊は均熱帯付近で 1300°C 付近あるいはそれ以上の相当高温の加熱をうけて炉だしされることになり, その表面状況は上記のごとく当然 general corrosion 的なものとなつていられる。この場合表面に S の attack があつてもこれはいわば一様に分布していることになる。このような場合は欠陥がいわゆる粒間腐蝕的に局部的に存在するのとこと

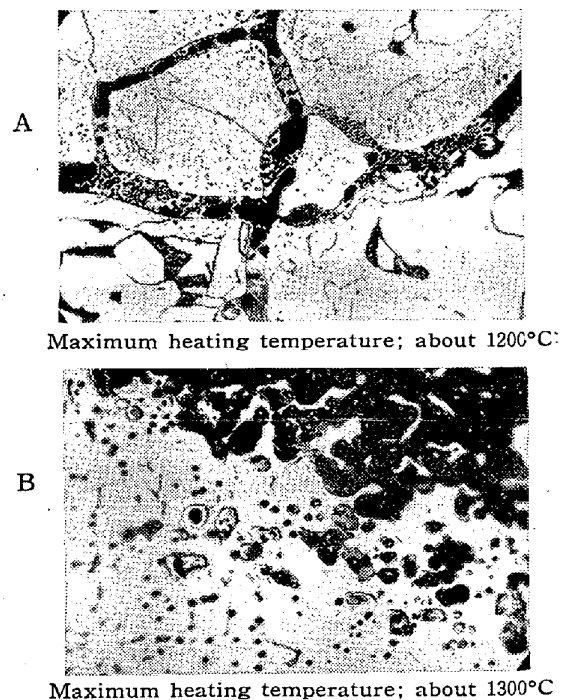


Fig. 1. 0.15% carbon steel heated in atmosphere obtained by combustion of fuel oil containing 3% sulphur.

なり、表面のそのSの様な分布層が圧延により全体として一様にのばされるだけで、表面は若干荒れる程度のことあるかもしれないが、それはあまり明瞭な疵にはならないのではないかと思われる。

(5) 高温屈曲試験の結果 950~1000°C の低温で、かつ加熱時間が 1 h 程度の比較的短い場合には S が多くなると疵が発生する。これは第 1 報<sup>1)</sup>の実験室的な結果とも一致しているが、この結果からみると今回の実験のごとき高温、長時間加熱の加熱炉とことなり、それ以外はこの加熱条件に比較的類似したような加熱炉の場合には S の影響について十分注意する必要があるように思われる。

V. 結 言

以上燃料中にふくまれる S の影響について圧延の鋼塊加熱炉でおこなった実験結果について報告した。最初の計画とことなり S 以外の実験条件にも変動があり、実験結果の一部にはかならずしも正確に結論し得ない点もあった。しかし酸化減量に対するある程度の見通し、あるいは S の富化状況、表面組織、疵の発生に対する影響などかなり貴重なデータをうることができた。

文 献

- 1) 森島：鉄と鋼，43 (1957)，3，p. 256
- 2) 森島：鉄と鋼，44 (1958)，3，p. 392
- 3) A. Preece et al.：J.I.S.I.，149 (1944)，No.1，p. 253

(35) 圧延圧力の計算式と実験値の比較

Comparison of Calculated and Experimental Value of Rolling Load

T. Okamoto.

住友金属鋼管製造所 工博 岡 本 豊 彦

I. 緒 言

圧延圧力の理論値と実験値を比較したものは少くはないが、その多くは実験値と計算式を用いて最終的に計算した値の比較をおこなったもので、計算に使用した変形抵抗の値の相互比較あるいは各理論式の細部にわたる比較検討をおこなったものは少ない。今回は Ekelund の式、Orowan, Pascoe の式および Sims の式の三者につき検討を加え、かつ種々の研究者の与えた変形抵抗値をこれ等三種類の式に代入して得た結果と K.W.I に発表された実験結果を比較して報告する。

II. 比較に用いた熱間圧延の計算式

Ekelund の式

$$P = bm\sqrt{R\Delta h} \cdot S_E \left( 1 + \frac{1.6\mu\sqrt{R\Delta h} - 1.2\Delta h}{h_1 + h_2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

$$S_E = \sigma + \epsilon \frac{2v\sqrt{\Delta h}/R}{h_1 + h_2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= (14 - 0.01 t) (1.4 + C + Mn) \\ \epsilon &= 0.01 (14 - 0.01 t) \\ \mu &= 0.8 (1.05 - 0.0005 t) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

(2) Orowan pascoe の式

$$P = bm\sqrt{R'\Delta h} \cdot S_O \left( 0.8 + \sqrt{\frac{R'\Delta h}{4h_2}} \right) \dots\dots (4)$$

(Sims の熱間圧延の式

$$P = bm\sqrt{R'\Delta h} \cdot S_S \cdot Q_p \left( \frac{R'}{h_2}, \gamma \right) \dots\dots\dots (5)$$

函数  $Q_p$  は相当に複雑であるが、Sims は現場技術者の便利のためにただちに読める表および線図を与えている。なお、式の記号は次のとおりである。

記 号

- P: 圧延圧力
- R, R': ロール半径
- bm: 平均材料巾
- h<sub>1</sub>: 圧延前板厚
- h<sub>2</sub>: 圧延後板厚
- Δh: 圧下量
- μ: 摩擦係数
- σ: Ekelund の圧縮強さ
- ε: Ekelund の粘性係数
- t: 圧延温度
- C: 材料の C 量%
- Mn: 材料の Mn 量%
- S<sub>E</sub>: Ekelund の変形抵抗 (二次元降伏応力)
- S<sub>O</sub>: Orowan の変形抵抗 (二次元降伏応力)
- S<sub>S</sub>: Sims の変形抵抗 (二次元降伏応力)

以上の三つの計算式の中で、Ekelund は理論的には疑問の点が多いが変形抵抗や摩擦係数のデータが無くとも計算できるので、我国の現場技術者に古くから親しまれている。

Orowan および Sims は、理論的には合理的であるが変形抵抗の値として適当なものを別に求めて使用せねばならない。したがって今回は S<sub>O</sub>, S<sub>S</sub> の値に対して井上勝郎および Cook の変形抵抗の値を入れて相互に比較すると同時に K.W.I の実験結果とも比較検討した。

III. 圧延圧力計算式の比較検討

各種圧延理論式は S を二次元降伏応力として P を平均圧延圧力とすれば (6) 式のごとき形であらわされる。P と S の値が判らなくともその比 K は各式から計算可能である。この K の値の相互の比較をおこなったものは Fig. 1 である。図でわかるように K<sub>O</sub> と K<sub>S</sub> は傾向は似ているが、K<sub>E</sub> は前二者に比すれば加工度の低い時は高く、加工度が高くなるとその割には低い値を採る。

$$P = S \cdot K \dots\dots\dots (6)$$