

a) Roll surface before rolling b) Roll surface after rolling (Finish turning pitch; 8mm)

Photo. 1. Influence of roll surface finish on the occurrence of circumferential cracks.

V. 総 括

以上の実験により剣バイト切削によれば 120 s 程度の粗さでも円周割れをさそう起点になりにくいこと、これに対してヘールバイトの切削の目、あるいはその他の比較孤立した鋭い切削の目は円周割れの起点になりやすいことがわかった。この理由として、切削目の応力集中、および加工硬化の影響が考えられるほか、加工によって表面にできる小さい凹部に発生した割れは摩耗によつて消滅しにくいので、これが深く進展することもみのがせない。

円周割れの原因については未だ充分明らかでなく、多くの因子がこれに影響すると思われるが、少なくとも切削方法もひとつの大きな因子であることが確認された。

621, 771, 07 = 621, 771, 22, 620, 191
33 = 621, 771, 014, 2

(191) Fire crack におよぼす上下ロールの速度差の影響

(分塊ロールの fire crack の研究—Ⅳ)

川崎製鉄所千葉製鉄所 6338/
歌橋 千之・柳沢 高義
日立製作所勝田工場 蜂須 幹雄
" 日立研究所 奥本 武臣
日本製鋼所室蘭製作所 1622~1624
工博○渡辺 十郎・柴崎 鶴雄

Effect of Difference between Top and Bottom Roll Speed on Fire Crack.

(Study on the fire crack of slabbing mill rolls—Ⅳ)

Chiyuki UTAHASHI, Takayoshi YANAGISAWA,
Mikio HACHISU, Takeomi OKUMOTO,
Dr. Juro WATANABE and TSURUO SHIBAKI.

I. 緒 言

分塊ロールの fire crack が摩耗量との関係があり、摩耗の多い部分では割れの数が少いと云うことを前報で述べた。ところで川崎製鉄千葉製鉄所第2分塊工場の水平ロールでは、第I報で述べたごとく上下ロールの fire crack 発生状況にかなりの差が認められており、上ロールの方が割れの数も少なくまた浅い。このような上下ロールの表面状況の差は第I報で述べたように水冷条件の相異によるところも大きいと考えられるが、上下ロールの運転条件の差、とくに上下ロールの速度差も問題になりそうである。そこで先ず電動機チャートについ

てロール速度を解析し、その結果にもとづいてさらに詳しい調査をするために、高速度撮影によるロール速度の解析を行なった。

II. 電動機チャートの解析

電動機室の記録装置によつて、圧延中の上下ロール電動機の電圧、電流および回転数のチャートを取つた。これらのチャートを解析した結果次のような興味ある事実が判明した。

すなわち、たとえば回転数について上下ロールのチャートを重ね合せると Fig. 1 のごとくなり、回転数の最高値はいずれの場合にも下ロールの方が若干高い。また電圧電流のチャートについても同様の傾向が認められる。この理由としてあげられるものは、

- (a) 上下ロールの圧延条件の差
- (b) 上下モーターの過渡特性の差
- (c) 上下記録計の過渡特性の差

などが考えられる。

なお、電動機チャートから計算した圧力は約 1500~2000 t であり Ekelund 式の計算値よりもやや大きい。

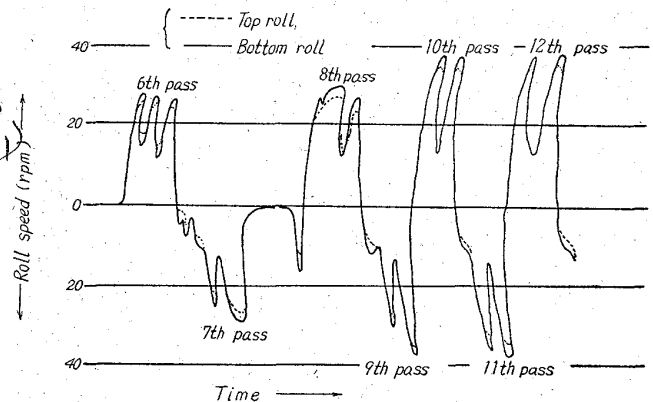


Fig. 1. Comparison of top and bottom roll speed on a speed chart.

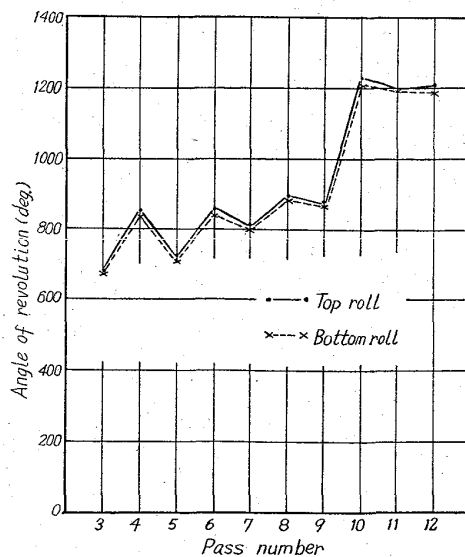


Fig. 2. Rotating angle of top and bottom roll in each pass.

III. 高速度撮影によるロール速度の解析

前記のような電動機のチャートから見ると、上下ロールの回転状況には差があるように思われるがチャートからだけでは確認することができないので、ロールの回転状況を高速（撮影普通撮影されている 16 コマ/s より速い 64 コマ/s という意味）でとらえ、その結果を解析することにした。なお、この場合上下ロールの胴径はいずれも 1168mm で等しい。

撮影には 16mm シネカメラを用い毎秒 64 コマのフィルム送り速度で、ロールジャーナル端面に Fig. 2 のようにペンキ書きしたマークを撮影した。1本の鋼塊について約 4000 コマの連続撮影がなされ、これを約 5 倍に引伸ばしたのについて、Photo. 1 に引かれているようなロール中心を結ぶ線とマークとのなす角を市販の製図用分度器（最小目盛 0.5°）を用いて測定し、各パスにおけるロール回転角度を求めた。

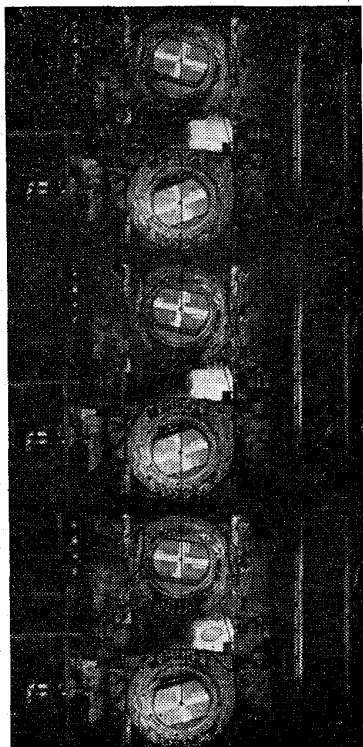


Photo. 1. High speed picture of top and bottom roll. (16 mm, 64 frames/s)

全 15 パスの中、No.3 パスから No.12 パスまでの各パスにおけるロール回転角度をプロットすれば、Fig. 2 のごとくで、上下差があると同時に、奇数パスに比べて偶数パスの方が回転角度が大きい。なお奇数パスは水平ロールから縦ロールへ入り、偶数パスでは縦ロールを経て水平ロールに入るパスである。各パスにおけるロール回転角度を、回転開始からかみ込みまで、かみ込みからかみ出しまでおよびかみ出しから終了までの間に分けて観察すると、かみ込みからかみ出しまでの回転角度はパス No. が増すとともに当然大きくなっている。ところで奇数パスのかみ出しから回転終了までの回転角度とその次の偶数パスの開始からかみ込みまでの回転角度は等しくてもよいように思われるが、実際にはかなりの差があつて後の方が大

きい。これはロールが減速停止しても鋼片はフィードローラーの上をすべつて行くためと考えられる。当然のことながら同じ現象が偶数パスのかみ出しから終了までと奇数パスの開始からかみ込みまでの間にも存在するが、この場合には鋼片の移動距離が少ないことと、偶数パス終了時の減速が比較的ゆるやかなために、現象の程度は小さく、前記の差を相殺するには足りない。Fig. 2 で明らかなように、各パスとも上ロールの回転角度が下ロールの回転角度よりも大きい。このような上下ロールの差がどの時期に発生するかを知るために、Fig. 3 に示すように 1 パス中の上下回転角度差の時間的変化を観察した。この図について次のような興味深い事実が指摘される。

(1) 上下ロールの回転角度差は、回転開始からかみ込みまでの間でとくに大きく直線的に増加する。しかもこの増加の割合は偶数パスの方が大きい。これは上下モーターの起動特性に差があつて、上モーターの方が若干応答速度が早く、回転数の上昇速度の大きい偶数パスの場合に速度差を生じ易くなるものと思われる。

(2) かみ出し後終了までの間には上下回転角度差が減少する時期があるが、この場合には回転数減少速度の早い奇数パスの方が、角度差の減少速度が大きい。

(3) したがつて Fig. 1 に見られたような上下チャートの差は、上下モーターの過渡特性の差が主要因であつて、しかも記録計の応答速度が十分でないために、実際には回転の大きい上ロールの方が応答が不十分で下ロールよりも小さく記録されているものと考えられる。

(4) ロール表面状況に深い関係のある現象が、かみ込みからかみ出しまでの間で観察されている。すなわち、ミルには上下ロールの速度調整装置があつて、鋼片がかみ込まれると上下ロールの速度差がなくなることになつており、Fig. 3 において線が水平になる筈であるが、図で見られるように必ずしも水平ではない。上下回転の慣性エネルギー差の少ない奇数パスでは、一時的には下ロールの方が早い時期があつて、この装置の波形過渡特性が認められるが、偶数パスの場合には常に上ロー

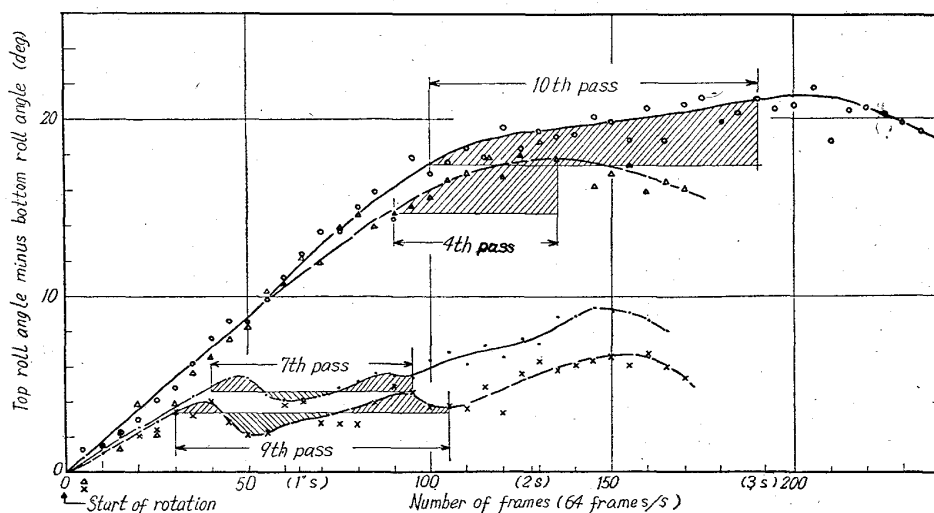


Fig. 3. Difference between revolution angles of top and bottom rolls vs. time on each pass.

ルの方が多く回転している。

IV. 上下ロール速度差と摩擦, fire crack の関係

Fig. 3 における鋼片かみ込み中の上下ロールの回転角度の差が, ロール表面と鋼片のすべりに関係することが考えられ, Fig. 3 の例から1パスのかみ込み中で平均 2° だけ上ロールの方が下ロールよりもすべるとすれば, 1 鋼塊 15 パスの圧延中には 30° となり, ロール直径 1165mm の場合には約 300mm だけ上ロールの方が多くすべることになり, その結果上ロールの方が摩擦量が多くなることが予想される。実際の水平ロールについて圧延後に胴径を測定し組込前の径との差から摩擦量を算出すると, 上ロールの摩擦量は常に下ロールよりも多く平均 1.2 倍になっており, これが上下ロールの fire crack 出現状況の差の一因になっているものと考えられる。

621, 783, 224 : 669, 14 - 412 : 621
785, 014 : 65, 015

(192) 大型熱鋼塊の均熱炉への最適装入時期について

日本鋼管技術研究所 63382
千原完一郎・国岡 計夫・○臼井 源一

On the Most Appropriate Time for Charging Large Ingots into a Soaking Pit Furnace.

1624 ~ 1625
Kanichiro CHIHARA, Kazuo KUNIOKA and Genichi USUI.

I. 緒 言

分塊用大型鋼塊においては分塊圧延のための溶鋼鑄込み後一定時間を置いてから均熱炉へ装入し加熱するが, この装入時期の適否は鋼塊の加熱時間ならびに抽出時の均熱度に著しく影響をおよぼし製品の品質および生産能率を大きく左右する。鑄込み後の凝固, 冷却過程についてはすでに報告¹⁾したが, 本報では引続き熱鋼塊の均熱炉内での加熱過程を電子計算機の応用により求めたのでここにその概要を報告する。

II. 鋼塊の形状および成分

1. 鋼塊の形状を Fig. 1 に示す。
2. この鋼塊の成分は次のとおりである。

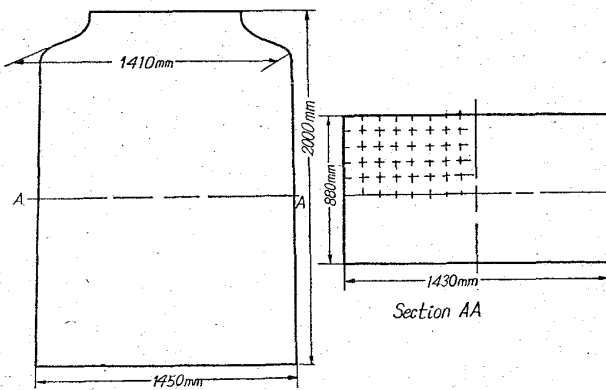


Fig. 1. Size and partitioning of ingots and moulds.

C: 0.19%, Mn: 0.41%, P: 0.035%, S: 0.018%

III. 計 算 式

鋼塊の加熱過程は実際には3次的に進行するが, 鋼塊の縦方向中央部付近を対象としたときは二次元と仮定しても大差がないと考えられる。従つてこの計算では中央部付近のみを対象に上下方向の影響を無視して二次元的に取扱つた。

1. 熱伝導の微分方程式

不定常な熱流の偏微分方程式は次のようになる。

$$\rho c \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) \dots \dots \dots (1)$$

ただし, θ : 座標 (x, y) 点における時間 t での温度

c : 比熱, ρ : 密度, K : 熱伝導率

温度変化による材料の熱的性質が変化するので (1) 式を線型の方程式にするためには, 次のような変換を行なわねばならない。

$$\phi = \int_{\theta_d}^{\theta} \frac{K}{K_d} d\theta \dots \dots \dots (2)$$

(2) 式を用いて (1) 式を書きなおすと,

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = D(\phi) \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

また $c = \partial H / \partial \theta$ なる関係より (3) 式を書き直すと次のようになる。

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{K_d}{\rho} \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \right) \dots \dots \dots (4)$$

ただし, H : 伝導物質中での単位重量当りの熱容量

2. 差分方程式

(4) 式を Taylor 級数展開して差分方程式になおすと,

$$H_{m \cdot n \cdot r+1} = H_{m \cdot n \cdot r} + \frac{K_d \Delta t}{\rho (\Delta x)^2} \times (\phi_{m+1 \cdot n \cdot r} + \phi_{m-1 \cdot n \cdot r} - 2\phi_{m \cdot n \cdot r})$$

$$+ \frac{K_d \Delta t}{\rho (\Delta y)^2} (\phi_{m \cdot n+1 \cdot r} + \phi_{m \cdot n-1 \cdot r} - 2\phi_{m \cdot n \cdot r})$$

$$\dots \dots \dots (5)$$

ただし, $m-1, m, m+1$: x 座標における連続した点
 $n-1, n, n+1$: y 座標における連続した点

$r, r+1$: 時間のディメンションで時間 t と Δt 離れた時間。

3. 初期条件

型抜後の任意の時期における熱鋼塊の温度分布は, 前回の凝固, 冷却過程の温度計算によつて求められている。これらの熱的状態を鑄込み終了時より2および3 h 経過した熱鋼塊を均熱炉に装入した時の初期条件とした。

4. 境界条件

均熱炉内での鋼塊の加熱過程における各部の温度変化を計算によつて求めるためには鋼塊表面への伝熱量が分つているかあるいは鋼塊表面の温度が加熱時間の函数として表わされるかなどの条件が必要である。今回は比較的簡単な方法として表面の温度上昇を実測し, 加熱時間の函数とした。

IV. 計 算 結 果

均熱炉内における熱鋼塊の加熱過程の温度計算は溶鋼の鑄込み終了時から均熱炉装入までの時間が3および2 h の場合について行なつた。Fig. 2 に 3 h の場合につ