

示した例だけではなく他の測定例でも観察されている。

Fig. 2 は逐次腐食して表面からの硬さ変化を求めその結果に基づいてロール経方向の温度分布を推定した結果の一例であり、表面付近で急激な温度勾配を示し、表面から 2mm の位置では 200°C をこえるようなことはない。

Table 1 は上記のようにして求められた前後 5 回の実験結果のひとつとして、胴部中央の最高到達温度を示したものである。上ロール温度は 470~535°C、下ロール温度は 520~600°C となつている。

#### IV. 考 察

鋼塊とロールの間に単純な熱伝導を想定すれば、表面温度は鋼塊とロールの平均温度、すなわち約 650°C となり、摩擦熱と変形熱を加算すればさらに高くなる。これに対し 470~600°C という実測値はかなり低い。しかも、圧延圧力および繰返加熱による焼戻の促進、試料の熱容量が本体より小さいための温度上昇、などを考慮すれば、実測値はさらに低い方に補正しなければならない。この差異の原因を考えてみると、まず計算は鋼塊とロールの間の酸化膜、水蒸気などによる熱低抗を考慮に入れていないので実際の値はもつと低くなる。また埋込試料の加熱された最表面は実は摩擦によつて直ちに取除かれるので、温度の低い部分が残ることになる。さらに埋込法による測定値はロール上の一点が鋼塊と接触する 0.1 s 間の平均的な温度を与えるもので、接触を終わる瞬間の最高温度を与えるものではないことに注意すべきであろう。このように考えてみるとファイクラック発生条件を考察するうえで、理論的な最高加熱温度よりもこの実測値の方がむしろ直接参考になる実際的な値といえよう。

ロール端部近くの温度が中央部よりも低いことは、ひとつには鋼塊の接触回数が少ないために試料の焼戻が進まなかつたこともあろうが、それだけでなく、接触回数が少なくしかも軸受方向に熱が逃げるために接触前のロール平均温度が低くなつて最高温度も低くなるのではなからいと思われる。

上ロールが下ロールよりも温度が低い理由は種々あるが、冷却水のかかり方の差、あるいは上ロールと鋼塊の間にスケール、水蒸気などがより多くはさまれることが主な原因と思われる。測定の回を重ねるごとに下ロールの温度が低くなり、したがつて上ロールとの差が少なくなつていくのが認められるが、これは実験方法の多少の差もさることながら下ロール水冷を強化したことの影響も無視できない。

#### IV. 総 括

分塊ロールの fire crack 発生機構をの探究と関連して、またできれば第 I 報で述べた水冷条件の差を評価する目的で、ロール表面にマルテンサイト組織の試料を埋め込んでその焼戻程度から圧延中に到達したロール表面温度を推定した。

その結果によれば、ロール表面の最高温度は鋼塊との接触時間 (約 0.1 s) の平均値として 470~600°C が得られた。また下ロールは上ロールに較べて常に温度が高く、下ロールの水冷条件の改善にしたがつてこの差が少なくなつており、第 I 報で述べた fire crack 発生状況

の変化を裏づけている。更に上下ロールとも胴部中央で最高温度を示し端部になるにしたがつて低下していることが確認された。また表面からの急熱急冷の影響範囲は高々 2mm である。

621.771.073.92 : 621.771.22 : 620.

191.33

#### (190) Fire crack におよぼすロール切削条件の影響

(分塊ロールの fire crack の研究—Ⅲ)

川崎製鉄千葉製鉄所 1620~1622.

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

工博 渡 辺 十 郎・柴 崎 鶴 雄

#### Effect of Roll Surface Finish on Fire Crack.

(Study on the fire crack of slabbing Mill rolls—Ⅲ)

Chiyuki UTAHASHI, Takayoshi YANAGISAWA,

Mikio HACHISU, Takeomi OKUMOTO,

Dr. Juro WATANABE and Tsuruo SHIBAZAKI.

#### I. 緒 言

分塊ロール表面に通常の亀甲状 fire crack のほかに円周方向に伸びた鋭い割れが目立つことがある。第 I 報でふれたようにユニバーサル分塊ミルの実験中、下ロールの水冷の強化に伴ない、多数の円周割れが現われるようになった。その深さは亀甲割れよりも浅かつたが、他の圧延機では円周割れが深くなつてロール折損に至つた事例がある。割れがとくに円周方向に発達するのは熱応力に曲げ応力が加算されるためであろうが、同時にまたその起点として切削のバイト目が関係するのではないかと考え、2, 3 の実験を行ない、切削方法の影響が無視できないことを確認した。

#### II. 基 礎 実 験

実験室的に試料表面を酸素プロパン焰で加熱し、ついで水冷することを繰返して fire crack を発生させる実験を行なつた。試料は 20×20×80 の高炭素鋼 (SK-3) を用い、20×80 の面を 3 分し、それぞれシェイパーによる 50 s、20 s の面、バフ仕上の面とし、450~50°C の加熱冷却を 1000 回繰返した。表面から 2mm の位置に熱電対を溶接して加熱、冷却を自動的に調節した。試験後試料を切断して各粗さの面に発生した割れの深さを測定した結果、いずれの面も割れの本数は約 20 個/cm、平均深さ 0.2mm 前後で、差を認めなかつた。ただ粗さ区分の境界線の段から深い割れが入つているのを認めた。したがつて切削目が均一な限り、50 s 程度の粗さでは fire crack を促進する作用はないとみられた。

つぎに孤立した切削目が fire crack におよぼす影響を調べるために、試料表面をバフ仕上したのち 5mm 間隔でシェイパーにより種々の切削目をつけて前記同様の試験を行なつた。平面からの割れは少ないが、切削目にはすべてその底から深い割れがひとつづつ発生した。

Table 1 Effect of cut-in notch on the occurrence of fire crack.





Notch No.	1	2	3	4
Notch depth (mm)	0.1	0.3	0.3	1.0
Bottom angle (deg.)	90	90	90	90
Bottom shape	Sharp 	Sharp 	Round 	Sharp 
Crack depth (mm)	0.5	1.5	0.4	2.1

Table 1 にみるように、切削目が深いほど割れも深くなる。もつとも浅い 0.1mm のものも、その深さは前記 50s の粗さに近いにも拘わらず、かなりの割れの起点となつているのは、それが孤立して存在するために応力集中が大きかつたものかと思われる。切込の底に丸味があるときは割れは浅い。

III. ロール表面加工粗さの影響

実際のロールにおいても切削の影響があるかどうかあるとすればどの程度の仕上げが必要かを知るための実験を行なつた。過去の fire crack を完全に除去した特殊鋳鋼ロールの表面を 20 区分し、Table 2 に示すように剣バイトによる 24s, 59s, 123s の 3 種の加工と、グラインダー仕上げの 4 種の加工を施した。これを下ロールとして鋼塊 2800 本、35000 t の圧延を行ない、表面を観察した結果を Fig. 1 に示す。亀甲割れに交つて 16 個所に円周割れが認められたが、その位置はすべて粗さ区分の境界線に一致しており、ひとつの粗さ区分内に発生したものはなかつた。これを片側 0.5mm づつ切削しつつ割れの深さをみると、この円周割れは 5.5 mm におよぶものがあり、深さ 2~3mm 程度の亀甲割れよりも深いことがわかつた。粗さの境界線は加工状況が異常になり、段あるいは深い切込みが付き勝ちであるので、これが円周割れ、しかも通例よりも深い円周割れの起点になつたものと思われる。これに比較すればバイトによる均一な切削目は 120s 程度でも円周割れに対して大きい影響を与えないようである。

亀甲割れの大きさは Fig. 1 にみるようにロール胴上の位置によつて異なる。これは粗さ区分とは全く関係がなく、表面温度 (第 II 報) の変化にも対応していない。むしろ摩耗の大小と位置的な対応がつくようで、このこ

Table 2 Classification of surface finish.

Roughness designation	Roughness (S)	Tool	Feed on turnig (mm)
VVV	5	Grinder	—
VV	24	bite(0.75mmr)	0.38
V <sub>2</sub>	56	〃	0.58
V <sub>1</sub>	123	〃	0.86

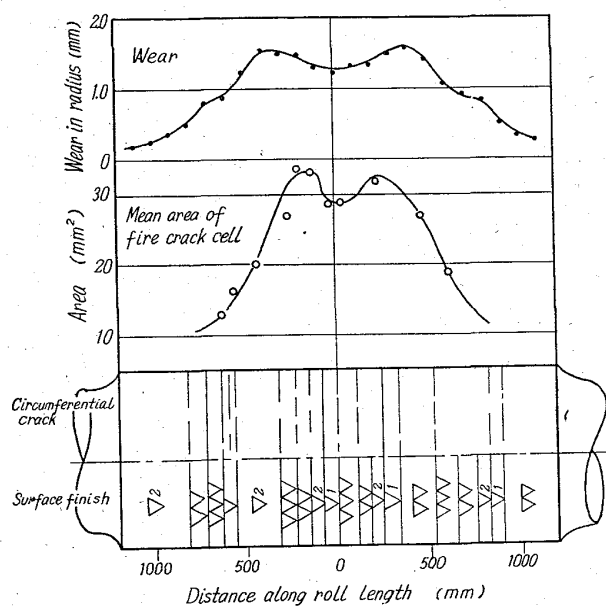
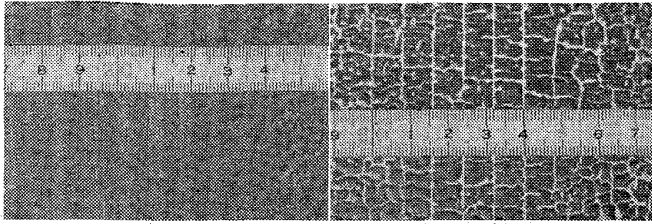


Fig. 1. Fire crack and wear of a roll finished to various surface roughness.

とから一般に摩耗の多い上ロールの亀甲が大きく、また円周割れも少ないという事実をも説明できる。

IV. バイト送りの影響

前項の実験は剣バイトによる切削で、粗さは円周割れに影響しないことがわかつた。しかし、日常作業はヘール仕上げであり、送りも切削面も異なる。多数の円周割れが等間隔で発生したロールにつき調べると、そのときのヘールバイトの送り 6.17mm に対して割れの間隔は 6±1mm であることがわかり、切削目の影響がありそうだと思われた。これを確認するためにロールの左半分を 2.11mm、右半分を 4.13mm の送りで切削して使用してみた。この結果、上ロールには円周割れが少なく、送りの影響もはつきりしなかつたが、下ロールについては Photo. 1 両区域に異なる間隔の円周割れが発生し、その間隔がそれぞれのバイト送りにほぼ一致することが確認された。バイト送りを 8mm にしたときの加工面と使用後の面を比較して Photo. 1 に示す。



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。

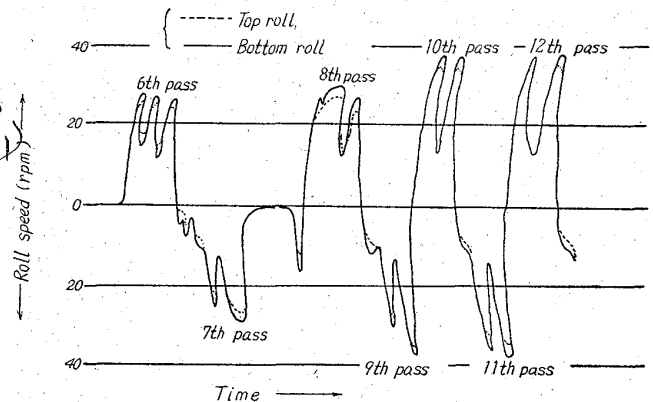


Fig. 1. Comparison of top and bottom roll speed on a speed chart.

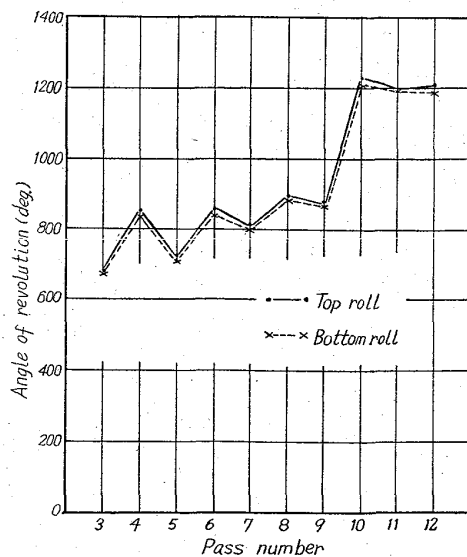


Fig. 2. Rotating angle of top and bottom roll in each pass.