

Fig. 4. Relation of vickers hardness and translated residual stress.

この種のロールは、常に  $100 \sim 200 \text{ kg/mm}^2$  のロール表面の残留応力を有するから、ロールの硬度を評価する場合、残留応力による附加硬度についての配慮を必要とする。圧延作業に当って、可能な範囲の高い硬度が要求されるが、圧延作業に重要な作用を与えるのは、ロール素材の組織にもとづく硬度なのか、残留応力による附加硬度なのかは、判断とは分離して考察されておらぬので、今後磨耗、肌荒れに対する附加硬度の作用を追求する必要があるものと考へられる。

### 5. 結 言

冷間圧延用動作ロールについて、切断、内周切削を行わない、表面硬度と残留応力を求めたが、残留応力を剪断歪エネルギー説によつて単一の相当応力で表示すると、残留圧縮応力の増加にしたがい、ショアおよびピッカース硬度が直線的な関係を示して上昇することを示した。また残留応力による附加硬度の重要性に附言した。

### 文 献

- 1) K. J. IRVINE et al.: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 196 (1960) 1, p. 66.
- 2) 下田, 阪部, 松尾: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 2063
- 3) 下田, 阪部, 松尾: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 2066.
- 4) G. SIMES, R. CARLSON: ASTM, Bulletin, 215 (1956) July, p. 35.
- 5) F. MICHALSKI et al: Material Prüfung, 5 (1963) 4, p. 154.

## (138) 鍛造フローおよびゴーストの転動被害におよぼす影響

(補強ロール材の転動被害に関する研究—Ⅲ)

日本製鋼所, 室蘭製作所

工博 下田 秀夫・工博 荒木田 豊

堀 清・○工藤 浩一

### Effect of the Fiber Structure Produced by Forging and Ghost Spot on the Damages of Rolling Contact.

(On the damages due to rolling contact of back up roll materials—Ⅲ)

Dr. Hideo SHIMODA, Dr. Yutaka ARAKIDA,

Kiyoshi HORI and Kōichi KUDŌ.

#### 1. 緒 言

鍛造した材料のマクロ腐食像は、一般にファイバー状のフローがみられ多くの場合それが材料の強さに異方性を生ずることが知られている。<sup>1)</sup> 本報告では、ロール転動面におけるこのファイバーの方向が転動による被害と関係があるかどうかを実験的に調べた結果について述べる。一方鍛造した材料のマクロ腐食像でつねにこれと同時に注目されるものにゴーストがある。ゴースト部の疲れ強さについてもいくつかの研究がなされており、ゴーストクラックを含まないようなゴースト部では、疲れ限度の低下は比較的少ないと報告しているものもある。<sup>2)</sup>

ころがりによる被害におよぼす因子は疲れのほかにも数多くあり、それらの相互作用も複雑であろうから通常の疲労試験の結果から材料のころがりによる強さを評価することは難しい。これに加えて転動におよぼすゴーストの影響を直接に調べたものは見当たらない現状であるので、この報告ではゴーストの転動による被害におよぼす影響についてもふれる。

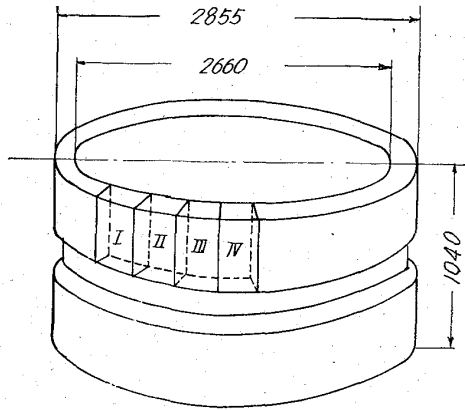
#### 2. 試料および試験方法

供試材として2段リム材 (Cr-Mo 鋼) の廃品を充当した。この材料の化学成分を Table 1 に示しておく。

このリム材はインゴットのT端部より、掘込、孔明、荒延、仕上、の過程をへて製作されたものであり、鍛造比は  $1.4U$ ,  $1.8M$ , および  $2.3E$  となつている。この材料は超音波探傷検査所見では有害であるゴーストクラックはないことが示されていたが、油切り溝を切削中ゴーストスポットが出現し使用を中止したものである。Fig. 1 に供試材の形状と寸法を示す。図に示すように I, II, III, および IV の4つのブロックを切り出し、各ブロックから8ないし12個の試験片<sup>3)</sup>を削り出し合計40個用意した。IおよびIIからは、試験片転動面の母線とリム材の軸方向とが平行になるように20個の試験片を製作しこれらをグループAとした。またIIIおよびIVからは、試験片転動面の母線とリム材の切線方向とが平行になるように、20個の試験片を製作しこれらをグ

Table 1. Chemical composition of specimens (wt.%).

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
0.45	0.30	0.60	0.017	0.006	0.13	0.97	0.26	0.11



Wheel rim

Fig. 1. Shape and dimensions of the material sampling position of 4 blocks.

ループ B とした。

鍛造フローの方向は実験終了後の試験片の横断面のマクロ腐食像より決定され、ゴーストの粗密は実験に先だつて行なわれた全試験片の転動面のサルファープリントにもとづいて判定された。

試験に当つては第 1 報<sup>3)</sup>でのべた試験機を用い、Hertz の最大接触応力にして  $136 \text{ kg/mm}^2$ 、マシン油による潤滑を行ない、試験片回転数  $1600 \text{ r.p.m.}$  で転動した。試験片は回転数でそれぞれ  $2.0 \times 10^5$ 、 $2.4 \times 10^5$ 、および  $2.8 \times 10^5$ 、における表面疵の状況により、被害指数<sup>4)</sup>であらわされ評価された。また表面疵の発生位置はマクロ腐食像のファイバーの方向およびサルファープリントと対比され検討された。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 鍛造フローと表面疵の発生位置

表面疵の発生位置を注意して観察すると、ある 1 個の試験片においては疵の多発している部分が 2ヶ所あり、それが試験片の軸に対してほぼ対称な位置にあることに気がつく。これは試験材に異方性があつたことを示すと考えられるので、鍛造によるフローが注目された。Fig. 2 に示すようにフロー方向に在る 2 個の扇形部分を赤道部分、他を極部分と便宜上呼び、それぞれの部分に発生した表面疵を被害指数で整理した。Table 2 はグループ A の結果であり、グループ B についても同様な表を得た。この結果から、フローを転動面が直角に切る部分す

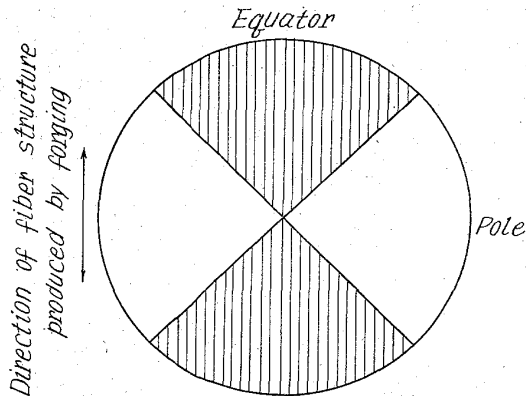


Fig. 2. Definition of "Equator" and "Pole".

Table 2. Influence of fiber structure produced by forging on the distribution of damage intensity : group A.

No. of specimens	Damage intensity		
	Equator	Pole	Total
1	2.6	10.5	13.1
2	2.6	0.7	3.3
3	5.9	0.9	6.8
4	36.8	4.5	41.3
5	25.9	7.4	33.3
*8	157.7	66.0	223.7
9	14.3	5.2	19.5
10	6.0	1.9	7.9
11	44.8	0.7	45.5
12	22.7	2.7	25.4
13	48.2	38.8	87.0
*14	40.4	58.9	98.9
15	8.5	8.4	16.9
16	9.9	0.4	10.3
17	39.2	1.0	40.2
18	111.7	16.6	128.3
19	5.7	0	5.7
20	15.4	0.4	15.8
Mean	25.0	6.3	31.3

\* These specimens are excepted on calculation of mean value.

なわち赤道部分においては、転動面がフローと平行になつている部分すなわち極部分にくらべて表面疵が多く発生していることが解る。さらにこれらの関係を詳細に調べるためフロー方向を規準にとり、試験片転動面を 16 等分し各セクション毎に全試験片について被害指数を整理し合計した。その結果表面疵の多発している部分は厳密には赤道そのものでなく、赤道からずれており、このずれはすべての試験片についてほぼ一様であり回転方向と逆方向に角度にして、 $20 \sim 30$  度である。

#### 3.2 ゴーストの分布と表面疵の発生位置

実験に用いた試験片 40 個のうちグループ A に属するものでゴースト密のもの 11 個、ゴースト粗のもの 9 個、グループ B に属するものではゴースト密のものは 14 個、ゴースト粗のものは 6 個であつた。両グループの試験片群について各回転数における被害指数を求めた。Table 3 はグループ A の結果である。これらの結果から、転動面のサルファープリントに基づいてきめたゴースト密な試験片群とゴースト粗な試験片群の間には、表面疵発生傾向の差は明確に認められないことは注目されるべきである。このことは個々のゴーストに注目してみても同様にいえる。すなわち転動面のサルファープリントと表面疵発生位置との対比を全試験について行なつてみても、それらが、1 対 1 に対応していないことがわかる。Fig. 3 は表面疵発生位置とサルファープリントの対比の 1 例を示す。

#### 3.3 転動面の観察

試験片の横断面についてマクロ腐食した状況を、Photo. 1 に示す。転動面に沿つて黒ずんだ縁がみられ、この部分は微少硬度の測定において硬度の上昇が認められた範囲にあるが硬化のピークとは一致していない。

621.78.019.4: 621.783.222.062.5  
 : 621.785.6

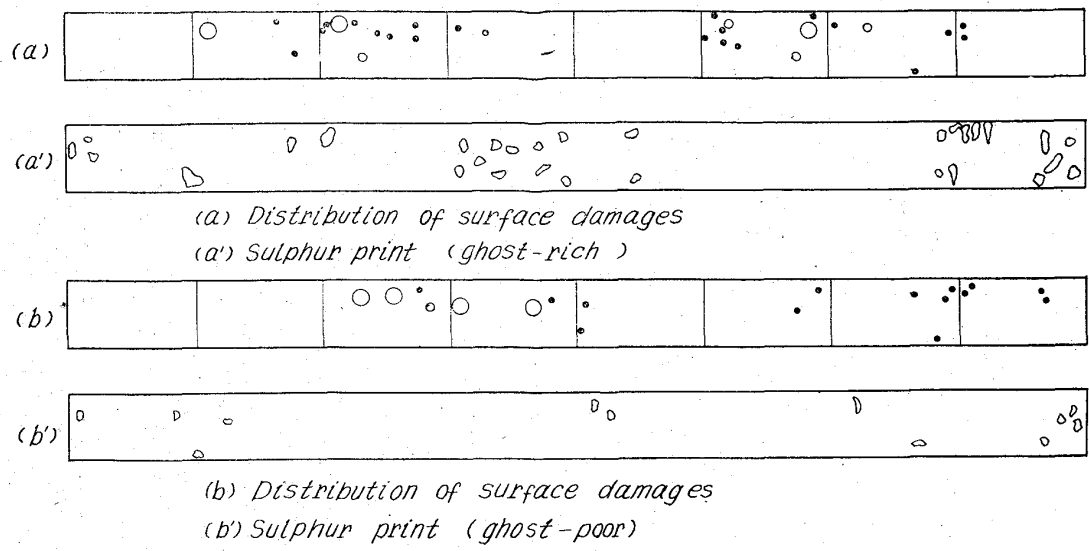


Fig. 3. Comparison of the positions where ghost spots are revealed and the positions where surface damages are caused.

Table 3. Relation between "Damage Index" and number of rolling contact : group A.

	R		$2.0 \times 10^5$	$2.4 \times 10^5$	$2.8 \times 10^5$
	S				
Ghost-rich-specimens	4		3.1	16.6	41.5
	5		2.4	11.8	33.3
	6		5.2	20.9	46.2
	9		2.2	9.0	19.4
	12		0.2	11.5	25.3
	15		6.1	18.0	16.8
	16		0	4.2	10.2
	17		23.6	21.7	40.2
	19		4.9	2.7	5.7
	20		0.2	3.4	15.7
	Mean		4.8	11.9	25.4
Ghost-poor-specimens	1		0.5	9.0	13.1
	2		1.9	1.4	3.3
	3		0.9	2.2	6.8
	7		0.9	18.4	25.7
	10		4.5	4.6	7.9
	11		9.3	29.1	45.5
	13		23.3	43.6	79.5
	18		18.5	39.7	128.2
	Mean		7.5	18.5	38.8

R: Number of rolling contact.  
 S: Number of specimen.

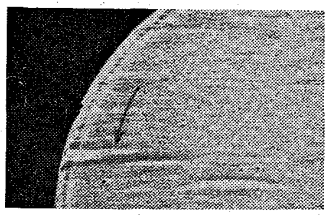


Photo. 1. Macro-etched pattern of cross-sectioned surface of tested specimen.

また鍛造によるフローが回転方向に流れていることが明りょうであり、この流動はマトリックスのみならずゴーストにもおよび、しかもゴーストが特に変形に強い抵抗を示すような痕跡は認められな

つた。この流動層は表面のクラックと関係があると考えられ、写真に示すようにクラックの進行方向と流動方向はよく一致している。これらについては、更に詳細な実験検討を要しよう。

4. 総括

鍛造フローおよびゴーストが転動による被害に与える影響について実験的に調べた結果次のことがわかった。

i) 試験片の表面疵の発生は鍛造フ

ローと関連があり、この材料については転動面が鍛造によるフローを直角に切る部分、すなわち赤道部分に多発する。

ii) この報告で注目されたようなゴーストは、その粗密の程度が試験片の表面疵の発生頻度に直接有意な影響をあたえるものではないこと、および個々の表面疵がゴースト部に選択的に生ずる傾向が認められないことが実験的に示された。

iii) 試験片転動面において塑性流動が認められ、表面疵の発生となんらかの関連があることが示唆された。

文 献

- 1) P. H. FRITH: J. Iron & Steel. Inst. (U. K.), 180 (1955), p. 26, 渡辺: 日本金属学会誌, 25 (1961), p. 506.
- 2) 例へば, 大内田: 機械学会誌, 58 (1955), p. 375.
- 3) 下田, 荒木田他: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 153  
 下田, 荒木田, 工藤: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 155.

(139) 昇温時または冷却時の脱炭について

(バッチタイプ焼入炉における雰囲気調節—IV)  
 大同製鋼, 中央研究試験所

保田 正文・○益本 茂

On Decarburization during Heating-up or Cooling-down.

(Atmosphere control in the batch type hardening furnace—IV)

Masabumi YASUDA and Shigeru MASUMOTO.

1. 緒言

エンドガス (endothermic gas) 雰囲気露点と炭素ポテンシャルとにおよぼすエンリッチの効果を扱った。この研究のシリーズの第2報において、所定の焼入