

討23 熱延仕上げ前段用高クロム鑄鉄ロールの肌荒れについて

川崎製鉄㈱ 技術研究本部○平岡 久、工博 大堀 学、工博 渡辺靖夫
千葉製鉄所 土屋 剛、水島製鉄所 藤原洋一、石井功一

1. 緒言

ホットストリップミルの仕上げ前段スタンドワークロールに発生する肌荒れは、製品鋼板の表面品質の低下およびロール寿命の短縮につながる。肌荒れの一つである黒皮の生成剝離に関しては、実験室レベルのシミュレート実験から明らかにされつつある¹⁾²⁾。しかし、実機において肌荒れを調査した報告³⁾は少なく、ロール表面の経時変化については明らかにされていない。

本報では、近年各ミルにおいて導入が進められている高クロム鑄鉄ロールを対象として、圧延サイクル中にロールを抜き出し、ロール表面変化を圧延量と対比させて調査するとともに、肌荒れの形態を分類し、肌荒れ進行過程の推定および圧延条件の影響について考察を加えた結果を報告する。

2. 圧延中の肌荒れ進行状況の観察⁴⁾

Table 1 Chemical composition of hi Cr rolls. (wt%)

2-1 調査方法

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
2.5 ~3.0	0.5 ~1.0	0.6 ~1.2	<0.1	<0.1	1.0 ~1.6	16 ~20	0.8 ~1.4

仕上げ前段(F1~F4)に使用されている高クロム鑄鉄ロールの化学組成をTable 1に示す。コイル100本口の一般冷延材圧延サイクル

において、圧延前、1、5、10、25、71本圧延時および圧延終了時にF2、F3のロールを抜き出して調査した。ロール端部をマーキングすることによってロールのほぼ同一位置について、表面状況、表面粗さ、表面温度などを測定した。

2-2 ロール肌変化状況

圧延サイクル中のロール肌経時変化の一例として、F2上ワークロール肌をPhoto.1に示す。圧延本数の増加にともない、ヒートクラックの拡大および肌荒れの進行が認められる。特に、25本圧延後の肌荒れ進行が顕著である。圧延前の残留ヒートクラックを起点として新しいクラックが成長しているのが

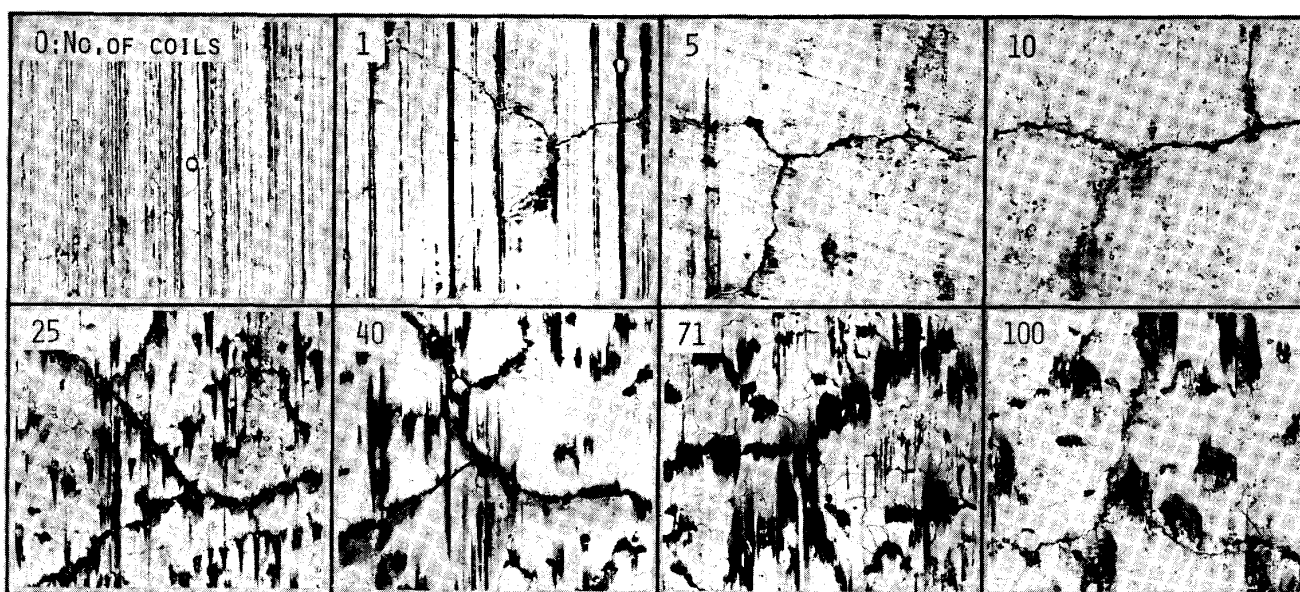


Photo.1 Variation of the surface F2 upper roll as rolling proceeding.

2mm

わかる。残留ヒートクラックがない場合は、細かいしわ状クラックから亀甲模様のクラックへと発達する。

2-3 黒皮の生成と肌荒れの関係

ロール表面は1本圧延後にテンパーカラーが認められ、5本圧延後には黒色を呈し、25本圧延以降に黒皮の存在が認められた。圧延初期にはロールの自己酸化が優先し、その酸化速度は大きいと考えられる。生成した黒皮が局部的に剝離することによってロールの肌荒れが進行する。黒皮が剝離した跡にはロール基地が露出し、Fig.1に示すように、表面粗さの変動周期が小さくなる。

2-4 ロール表面温度変化

圧延進行にともなう軸方向ロール表面温度分布変化をFig.2に示す。温度は1本目の圧延で11~13℃上昇し、25本圧延時には70℃前後の飽和温度に達している。ロールの軸方向表面温度分布は圧延材の板幅変化と相関があるが、高温部は肌荒れ発生位置と対応することが判明した。

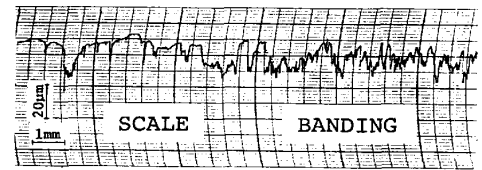


Fig.1 Longitudinal roughness of the roll surface.

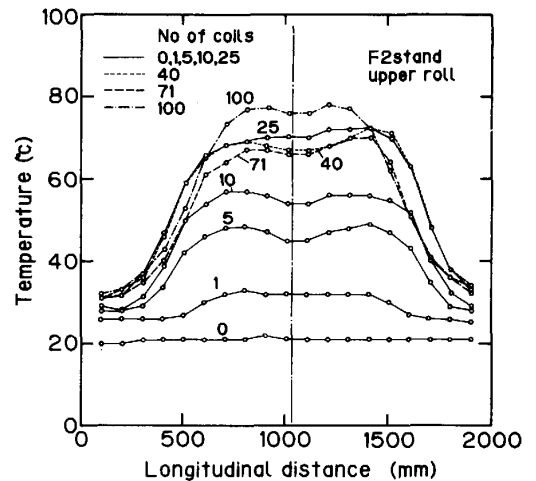


Fig.2 Behavior of the surface temperature at the F2 upper roll.

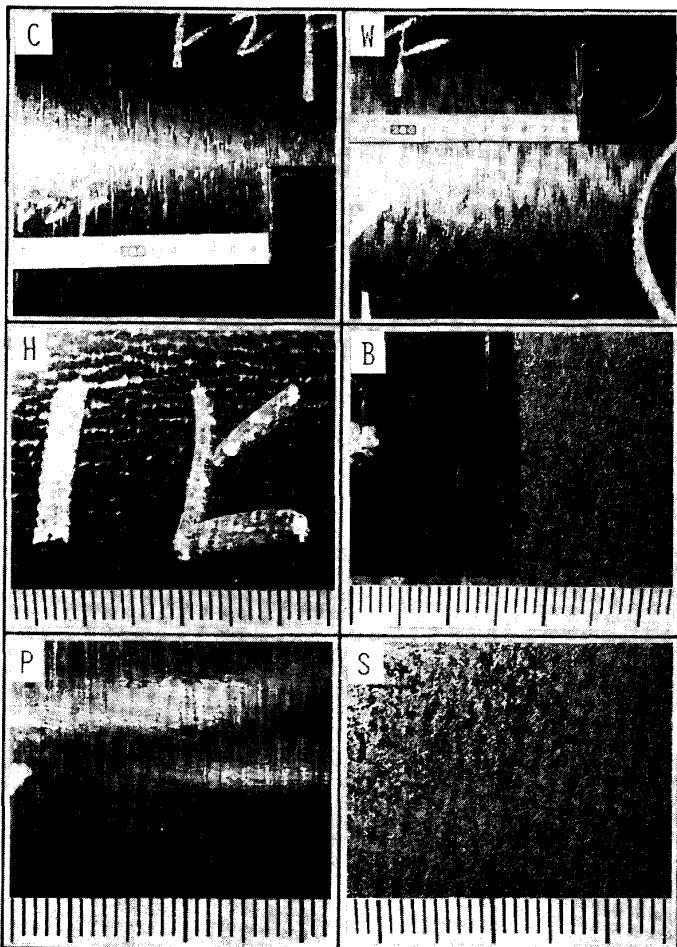


Photo.2 Example of deterioration patterns of the roll surface.

3. ロール肌荒れ形態の観察

3-1 肌荒れのタイプ分類

数10本から100本前後の1サイクル圧延終了時のロール替直後に、仕上げ前段高クロム鑄鉄ロールの表面状況観察を重ねた結果、ロールの肌荒れはその形態から6種類のタイプに分類された。各肌荒れタイプの代表例をPhoto.2に示し、それらの特徴を以下に示す。

- ①Cタイプ：ロール円周方向に線状についた流星状引っかき疵。
- ②Hタイプ：ヒートクラックに沿った部分的欠け落ち。
- ③Pタイプ：金属光沢を呈し、円周方向に延びた無数の線状疵。
- ④Wタイプ：円周方向の線状疵の集合がWの文字に似たパターンを呈する。
- ⑤Bタイプ：円周方向の帯状の黒皮剝離（バンディング）。
- ⑥Sタイプ：バンディング部のロール面に黒皮が再成したツヤ消し状肌。

3-2 肌荒れタイプ別ロール表面粗度

F 2 スタンドワークロールの軸方向表面粗さ (Ra、Rt) と肌荒れタイプとの関係を Fig.3 に示す。Ra と Rt とのあいだには相関が認められる。肌荒れタイプはマクロなロール肌状況から決定されるが、ミクロ的であるロール表面粗さにおいても肌荒れタイプの特徴が表われている。肌荒れの進行に伴ってロール表面粗さは大きくなると考えられるが、粗度の変化のみから肌荒れタイプの進行過程を推定するのは困難である。鋼板表面に最も悪影響を及ぼす肌荒れタイプは、粗さが一番大きい B タイプ (バンディング) である。

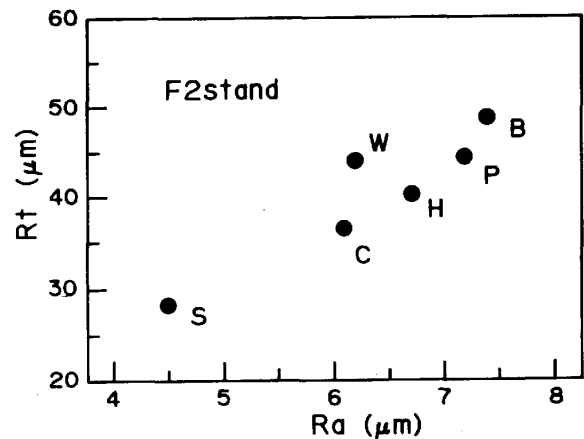


Fig.3 Relation between deterioration patterns and roughness (Ra,Rt).

4. 肌荒れタイプと圧延条件およびロール材質の関係

肌荒れの発生頻度が高い F 2 スタンドのワークロールを対象に圧延サイクル終了後のロール表面状況、表面粗さおよび表面温度を測定し、肌荒れを各タイプに分類した。測定は 109 回の圧延サイクルで行い、そのうち 38 回は F 1 ~ F 4 の全ロールについて測定した。

4-1 スタンド別肌荒れ発生頻度

F 1 ~ F 4 スタンドにおける上下ワークロールの肌荒れタイプ発生頻度を Table 2 に示す。各スタンドの上下のワークロールは程度の差はあるものの同一の肌荒れタイプを呈する場合が多く、肌荒れタイプの発生頻度も同じ傾向を示している。

Table 2 Frequencies of deterioration patterns. (%)

stand \ type	F1		F2		F3		F4	
	upper	lower	upper	lower	upper	lower	upper	lower
C	35	35	41	34	14	22	11	19
H	29	35	26	21	26	24	21	13
P	0	7	13	11	46	41	44	41
W	0	4	2	8	8	5	11	8
B	7	4	5	13	3	3	0	8
S	29	15	13	13	3	5	13	11

スタンド別では C および P タイプの肌荒れ発生に特徴がある。F 1、F 2 スタンドでは C タイプが多く 34 ~ 41 % の発生頻度であるのに対し、P タイプは 0 ~ 13 % と小さい。一方、F 3 および F 4 スタンドでは逆に C タイプの肌荒れが 11 ~ 22 % に減少し、P タイプが 41 ~ 46 % に増大している。この相違は、ロール回転速度、圧延荷重、圧下量などの圧延条件が原因と考えられ、黒皮が F 1、F 2 では付き易く、F 3、F 4 では生成しにくいことと一致している。

4-2 肌荒れタイプとロール温度の関係

ロール表面温度は圧延直後 5 ~ 10 分間は、内部からの復熱によって数℃上昇し、その後約 20 分間一定温度を示した後、徐々に低下する。F 2 スタンドにおける圧延終了後のロール表面温度と肌荒れタイプとの関係を Fig. 4 に示す。ロール温度と肌荒れタイプとの

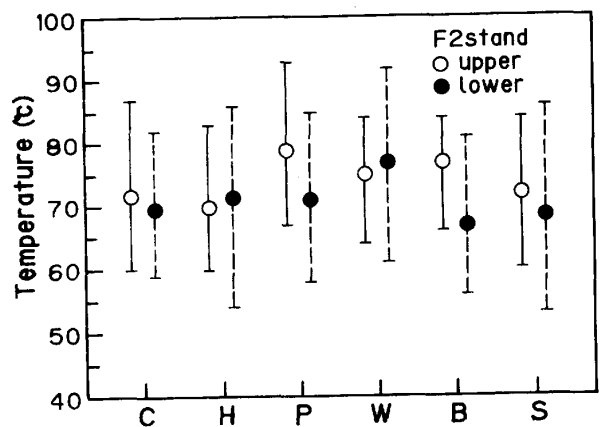


Fig.4 Relation between deterioration patterns and the roll temperatures.

間には、明確な対応関係は認められなかった。これはロール温度への圧延間隔の影響および肌荒れによる摩擦抵抗の影響があるためと考えられる。

4-3 圧延鋼種の影響

ロールの肌荒れは圧延鋼種の影響を受けると考えられるが、個々の鋼種と肌荒れとを対応させるのは困難であるため、類似鋼種をグルーピングしたサイクル種で圧延鋼種を代表することにする。低炭薄物材(HD)、中炭高温材(HB)、冷延高温材(CL)、冷延一般材(CN)の各サイクル種別の肌荒れタイプ発生頻度をFig.5に示す。中炭材を含むHBサイクルは、肌荒れを起こし易く、他のサイクルと肌荒れタイプの発生傾向が異なる。他のサイクル

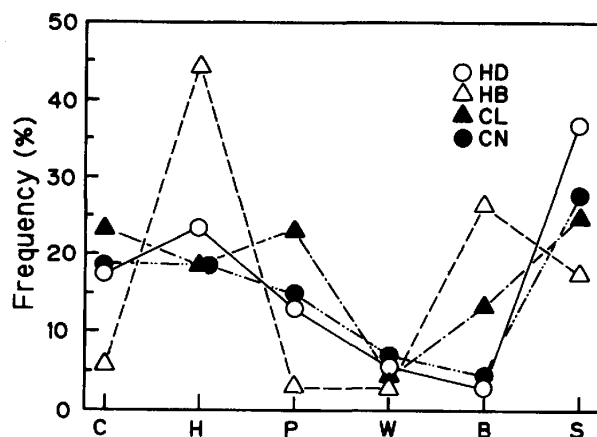


Fig.5 Effect of strip material on frequency of deterioration patterns.

は、ほぼ同様の肌荒れ発生傾向がある。鋼板に悪影響を及ぼすBタイプ肌荒れは高温圧延材に多く発生

し、中炭材を含むとさらに発生頻度が高くなる。

4-4 ロール材質の影響

高クロム鋳鉄ロールと、同じく仕上げ前段で使用されているアダマイトロールとでは肌荒れ形態が異なっており、肌荒れはロール材質とも密接に関係する。高クロム鋳鉄材の特定ロール(A、B)について、F2スタンドにおける肌荒れタイプ発生傾向の比較をFig.6に示す。AとBのロールはHs71前後のほぼ同一の表面硬度であるが、金属組織において初晶量と共晶量との比率が異なっており、肌荒れは金属組織の影響を受けることがわかった。

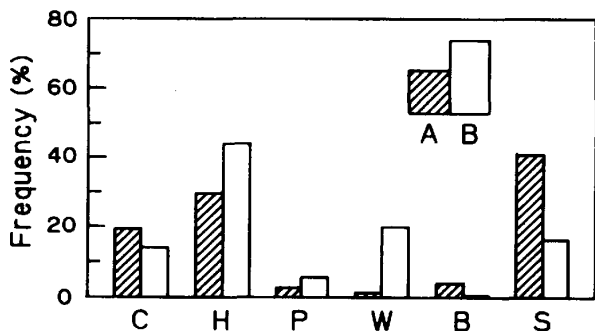


Fig.6 Frequencies of deterioration patterns of rolls (A,B). The proportion of eutectic in (A) is larger than in (B).

5. 結 言

高クロム鋳鉄ロールの肌荒れについて、熱延仕上げ前段スタンドにおける圧延サイクル中の経時変化の調査および肌荒れ形態のタイプ分類から次のことが明らかになった。

- i) 残留ヒートクラックがある場合はそこを起点にヒートクラックが発生する。残留ヒートクラックが除去されている場合は、しわ状から亀甲状模様へとヒートクラックが発達する。
- ii) 1本目の圧延でロール表面にテンパーカラーが生じる。黒皮は10本から25本圧延される間に生成する。また、25本圧延以降に肌荒れが顕著になった。
- iii) ワークロールは上下ロールが同一タイプの肌荒れを呈する傾向があり、スタンド別に肌荒れタイプ発生傾向が異なることがわかったが、肌荒れと表面温度との相関は明らかにできなかった。
- iv) 肌荒れは圧延鋼種およびロール材質により発生形態が異なることが判明した。

参考文献

- 1) 中島浩衛、大貫 輝、蓮香 要：昭和53年度塑性加工春季講演大会、(1978)218, 181 - 184
- 2) 野口 紘、渡辺靖夫：鉄と鋼、69(1983), S 1294
- 3) J. J. deBarbadillo, C. J. Trozzi : Iron and Steel Engineer, 58(1981)1, 63 - 72
- 4) 大堀 学、上田修三、土屋 剛、玉井敏行、西村恵次：鉄と鋼、70(1984), S 1210