

# 「熱間圧延 HSS ロールの黒皮の生成と脱落機構」 に対するコメント

佐野 義一\*・服部 敏幸\*

Comments on "Formation and Falling Mechanism of Black Oxide Layers in High Speed Steel Rolls during Hot Strip Milling"

Yoshikazu SANO and Toshiyuki HATTORI

熱間圧延用ロールのトライボロジーについては、工具であるロールの損傷が製品品質に直接結びつき、生産性にも大きな影響を及ぼす上、その現象が複雑で解析が困難であるため、長年にわたり多くの研究者がその対象として取り組んできている。これらの中で、熱延仕上前段ロールにおける黒皮については、ロール表面の調査のみならず各種シミュレーション実験や熱力学的解析がなされてきた結果、その生成機構がほぼ解明されつつある。最近の黄らによる「熱間圧延 HSS ロールの黒皮の生成と脱落機構」に関する論文<sup>1)</sup>では黒皮生成機構、ロール損耗機構について実ロール調査に基づく考察がなされており、圧延後ロールのミクロ解析のみから、ロール損傷機構とロール性能について述べられているが、このような考察に対して以下に異論を申し述べる。

(1) “ロール B の表面には黒皮があまり観察されない。これは黒皮が多少生成しても熱間圧延過程中、落ちやすく安定した黒皮が生成しにくいとためと考えられる。” (p. 40, 右3行目)

“ロール A に比べて W と Mo の含有量が低いロール B には黒皮がほとんど認められない。これは熱間圧延過程中、黒皮が容易に剥離するためと考えられる。このロール材では黒皮が安定に生成されず剥離しやすいことから、ロールの肌荒れ性が悪くなる。” (p. 42, 左17行目)

ロール表面の観察を行うことのみで黒皮がどの時点で生成・剥離したかは、断定はできない。黒皮厚みや剥離の状況は、ひとりロール材質のみではなく圧延条件によって大きく左右される。Fig. 1 は圧延条件、圧延ミルが異なれば黒皮厚みも変化する一例である<sup>2)</sup>。Fig. 1 の縦軸は黒皮の相対厚さをとったもので、黒皮厚が既知のロール外観肌写真から作成した基準サンプルを基にして肌観察により求めた。圧延条件は  $P$  (平均圧延圧力)、 $V$  (ロール側における圧延材とのすべり速度) として  $P \cdot V$  で代表させた。

また圧延過程で生成・成長・剥離・再生を繰り返していることは一般に広く認められた事実である。石丸らは Fig. 2 に示すように稼働中のワークロールをバンディングモニターで観察し、黒皮の剥離再生を直接確認している<sup>3)</sup>。さらに、圧延条件が異なるばかりでなく、圧延工場自体、従って圧延ミルの設備仕様、冷却水・潤滑状況、圧延素材鋼種などが異なった下で使われる圧延後の2ロールを1回のみでの損傷比較で、黒皮生成・剥離の特性差を帰納的に推論することは不可能であり、数十回使用して比較するのが一般的である。Fig. 3 に示すように同種ロールを単一ミルで使用した場合でも、各種の肌が観察されている<sup>4)</sup>。Fig. 3 において肌荒れパターンはそれぞれ、C: 流星状、H: 亀甲きれつに沿う欠け、P: 線状疵を伴う金属光沢、W: 線状疵が集合した W パターン、B: 带状黒皮剥げ (バンディング)、S: バンディングに黒皮再生、に区分している。またロールは高クロム鋼鉄で硬さは Hs71 前後にそろえ、A の共晶炭化物を B より多くしてある。

以上に示したように、同一ロールでも使用環境によって

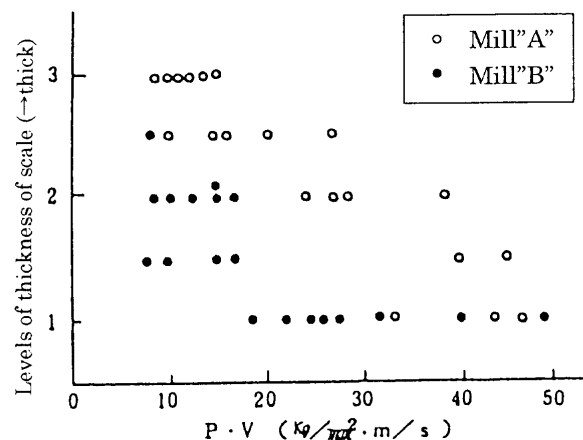


Fig. 1. Rolling conditions and scale thickness on roll surface.<sup>2)</sup>

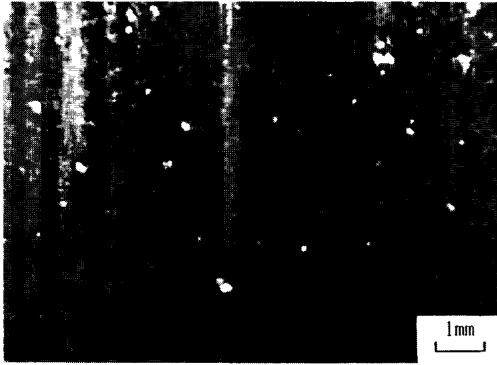


Fig. 2-(a). Pit-damaged roll surface after 10 km rolling.

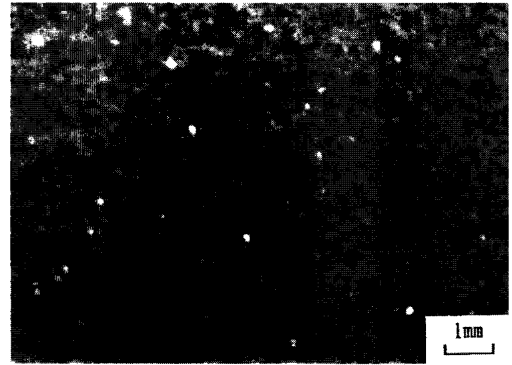


Fig. 2-(b). Roll surface of banding area (The scale is wholly peeled off).



Fig. 2-(c). Roll surface of banding area (The scale is partially peeled off).



Fig. 2-(d). Scale reformation of roll surface after light load rolling.

Fig. 2. Roll surface images from roll banding monitor, showing the sequence of banding and surface recovery.<sup>3)</sup>

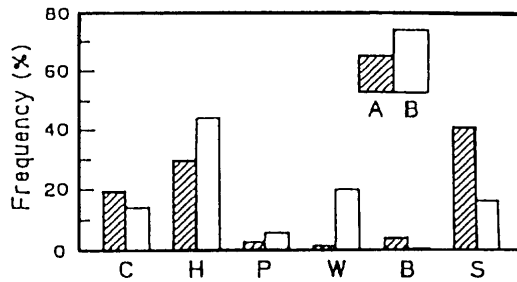


Fig. 3. Various surface deteriorations, appearing on different types of high chromium cast iron rolls in front stands<sup>4)</sup> (carbide content of roll "A" is greater than "B").

異なる結果を示す事が多く、ロールの黒皮生成脱離挙動の比較は、できるだけ同一・類似の圧延条件でしかも、十分な繰返し実績によらなければ、普遍的な結論を導き出す事は、再現性・一般化の点で問題がある。

また、ロールAでは黒皮の安定生成、ロールBでは黒皮剥離という観察事象が、ロールの属性によるものか、それとも、熱延ミルや熱延条件の差異によるものかを、本研究論文のロール分析観察のみから帰納的に推論することは、蓋然性に問題がある。

(2) “異物のある断面をSEMで観察した結果 Fig. 8に示

す。この結果から、腐食がロールの内部まで進行していることが認められる。” (p. 40, 右16行目)

“これはロール材がCa, Pなどの元素と結合しやすく、ロールA材より腐食が生じやすいためと推測される。” (p. 42, 左24行目)

Ca, Pを多く含む粒子が認められたのみで、冷却水の定量的な成分をふくめた化学的な考察もなく、ロール材料の耐食性の良否を結論づけることは適切さを欠くものと考えられる。

(3) “しかし、この研究におけるロールAの表面に生成した黒皮の調査結果 (Fig. 4(a)-(d)) から、黒皮は鋸歯状でロールの奥に入って、Moなどの合金元素を含む $(Fe, Mo)_3O_4$ であることが明らかになり、したがって、圧延材から起因するスケールや圧延の時にロールと圧延材の間に形成された高温腐食生成物ではなく、高温、高応力、大気、水蒸気などの混合条件の中でロール自身が酸化されて生成したものと判断できる。” (p. 41, 右7行目)

黒皮の形成状況の観察とEDS分析でロールの1成分であるMoが多く検出されたことから黒皮全体がロールの自己酸化により生成されると結論づけることは困難である。なぜなら自己酸化であればロールにMoと同レベル含有され

ているCr, V, Wも同程度検出されてしかるべきであるが、この点に関する考察が欠如している。しかも、最近の黒皮生成機構に関する複数の研究では、著者らも記述しているように実験的な裏付けをもって圧延材からロールへの移着説も有力な1つとなっており<sup>5-7)</sup>、この考え方を覆すには、提示している根拠があまりにも弱いと言わざるをえない。

#### 文 献

- 1) 黄 根哲, 李 聖鶴, 李 諺植: 鉄と鋼, **83** (1997), 383.
- 2) 佐野義一: 第81回塑性加工シンポジウム, 日本塑性加工学会九州支部, 北九州, (1982), 1.
- 3) 石丸 誠, 福田 誠: 圧延ロールの技術はどこまで進歩したか, 日本鉄鋼協会編, 東京, (1995), 131.
- 4) 平岡 久, 大堀 学, 渡辺晴夫, 土屋 剛, 藤原洋一, 石井功一: 鉄と鋼, **71** (1985), A257.
- 5) 関本靖裕, 田中守通, 吉村忠良: 鉄と鋼, **61** (1975), 869.
- 6) 大畑拓己, 服部敏幸, 佐野義一, 木原 二: 材料とプロセス, **3** (1990), 422.
- 7) 荒谷省一, 井上 剛, 内田 秀, 濱渦修一, 山本普康: 材料とプロセス, **10** (1997), 1076.