

討9 ホットストリップミル用ワークロールの材質について

日立金属 若松工場

工博 河原 英磨

I. 緒言 本邦のホットストリップミルは量質ともに世界の先端を行くものであり、これらのミルによって生産された薄板コイルは全世界に輸出され、品質の面でも高く評価されている。これらのミルに使用される国産ロールも、ここ十数年間に長足の進歩をとげ、現在では世界の一流品として国内だけにとどまらず海外でも好評を博している。

しかしながら、今後薄板の増産のためロールは益々苛酷な条件で使用されることになるので、苛酷な条件に耐えてしかも高品位のコイルを圧延できるような新しいロール材質の開発と改善が今後の重要課題である。ここではホットストリップミルに使用されているロールの材質と、その問題点について述べるとともに、今後の改良の方向についても簡単にふれてみたいと思う。

II. 粗ワークロール 逆転式の粗圧延機には1961年頃まで合金グレンロール(Hs 60~70)が使用されており、その後合金ダクタイルロール(Hs 55~65)が短期間使用されたが、これらのロールはスケールバンディングと積圧延材のスリップが問題になり、現在は一部を除き殆どすべてアダマイトロール(Hs 45~50)が使用されている。写真1. 2. 3. はこれら3種のロールの低倍率顕微鏡組織を示したものであり、図1. は某製鉄所での使用実績を比較図示したものである。

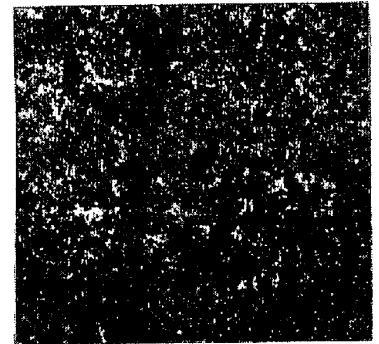
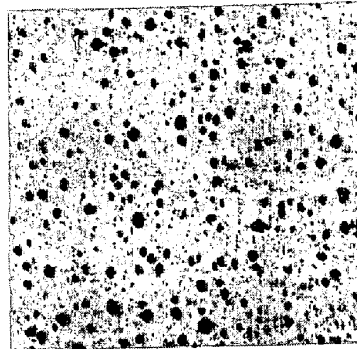
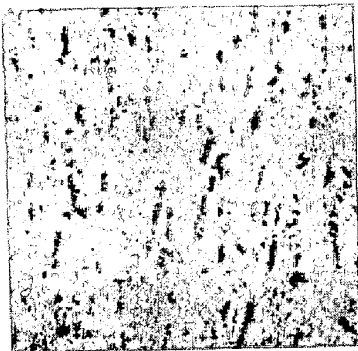


写真1. 合金グレンロール.

写真2. 合金ダクタイルロール. 写真3. アダマイトロール.

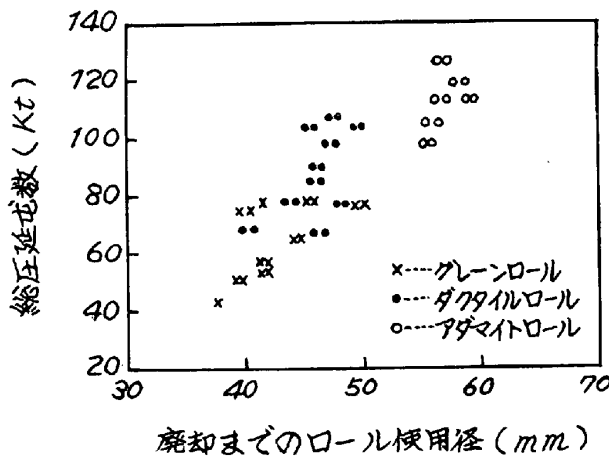


図1. 粗ワークロールの材質別圧延成績の比較.

合金グレンロールの表面には熱衝撃に弱いセメントタイトと粒状の黒鉛が存在するので、ヒートクラックによるセメントタイトの欠け落ち部や黒鉛の脱落部にスケールが押しこまれ、スケールの付着と脱落の繰り返しによって比較的早期に写真4. に示すようなスケールバンディングが発生する。ロールが径小になり組織が粗大化するに伴ってロールの肌荒れも激しくなる。またロール硬度が高すぎるとセメントタイトの弊害が出て、ヒートクラックを起点にするスケールバンディングが発生するのみならず、板の咬み込み不良やスリップが起り、圧延能率を低下せしめる。合金ダクタイルは黒鉛が球状化しているため、スケールバンディングに対して幾分良い結果が得られ



写真4. 粗ロールに発生したスケールバンディング

るが、他方ヒートクラックや材料のスリップの点では合金グレーンロールに劣り、圧延成績が僅か向上するにすぎない。現在は逆転式連続式を問わず、ほとんどすべての粗スタンドに炭素含有量1.4~1.8%のアダマイト系のロール(Hs 45~50)が使用されており、特殊な場合を除き材料スリップの問題は殆んど解消している。またスケールバンディングの面でも上記2種の材質よりすぐれている。しかしこのロールも長時間の使用や強圧下をうけるとスケールバンディングが発生する。スケールバンディングがロール表面の一部に発生すると板の片延びを生じて圧延能率を低下せしめる。

スケールバンディング

スケールバンディングは一般にロール軸方向に発生するヒートクラックまたは塊状セメントタイトの欠け落ち部から発生することが多いので、鑄造や熱処理によって組織の微細均一化をはかり、セメントタイトを組織全体に均一分散せしめたロールが好ましく、このようなロールには細かい網目状のヒートクラックが全面に発生し、軸方向の太いクラックが出ないので好結果が得られている。最近、押延や摩耗の軽減をはかるため、各種の高硬度ロール(Hs 55~60)が試作試用されているが、材料の咬み込みやスリップの面で、その硬度には自らある限度がある。また粗ロールで最も問題になるスケールバンディングを軽減できるものでなければ無意味であり、高硬度化したためにヒートクラックがひどくなるようでは、むしろ成績の劣化を招く恐れがある。

III. 仕上げ前段スタンド用ロール

仕上げ連続の前段スタンド、即ちF₁~F₃に使用されるロールは、粗スタンドの場合と同様に合金グレーンロール(Hs 65~75)から合金ダクタイルロール(Hs 60~70)を経て、現在はアダマイトロール(Hs 45~53)になっている。F₁、F₂スタンドに使用されたロールの表面は光沢のある黒色の薄いスケール(Fe₃O₄)で被われており、黒皮で完全に被われているロールはほとんど摩耗していないことが確認されている。⁽¹⁾⁽²⁾しかし薄いコイルや特殊鋼等を圧延すると圧延条件が苛酷になり、ロール表面を被っていた黒皮が剥離して写真5、6.に示すような流星状の疵や焼付状の疵が発生し、スケールバンディングに発展して行く。このような場合はロールの肌荒れのみならず、製品コイルにもスケール疵が残り、その品質を劣化せしめる。⁽³⁾⁽⁴⁾製品コイルの表面に点状のスケール疵の部分に縦断して、偏光顕微鏡で観察すると、

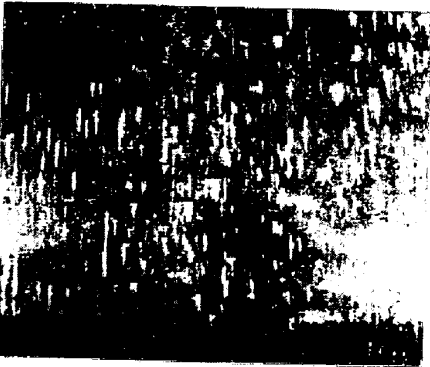


写真5. 流星状の疵

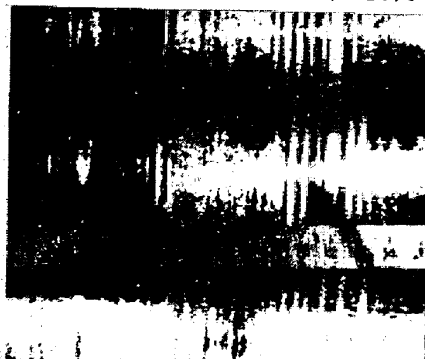


写真6. 焼付状の疵

板の全面を被っている黒皮スケール(Fe₃O₄)とは異質の赤褐色のスケールが押し込まれており、X線マイクロアナライザーで検定した結果、この部分から多量のクロムが検出されている。これらの調査結果からこの赤褐色のスケールはF₁、F₂スタンドのロール表面からロールの一部がスケールと共に剝離脱落して板の表面に圧着され、後段スタンド通過中に板の表面に押し込まれつゝ酸化して赤錆になったものと考えられている。⁽¹⁾またF₁ロールの流星疵発生部を縦断して顕微鏡観察を行うと、写真7.に示すようにロール表面の一部が欠損脱落した跡が認められる。このようなロール表面の剝離脱落はヒートクラックを起点とする場合が多いので、深いヒートクラックの発生を抑制することはロール肌荒れの防止に有効である。焼付き状の肌荒れは低炭素、低硬度のロールに発生しや

るが、他方ヒートクラックや材料のスリップの点では合金グレーンロールに劣り、圧延成績が僅か向上するにすぎない。現在は逆転式連続式を問わず、ほとんどすべての粗スタンドに炭素含有量1.4~1.8%のアダマイト系のロール(Hs 45~50)が使用されており、特殊な場合を除き材料スリップの問題は殆んど解消している。またスケールバンディングの面でも上記2種の材質よりすぐれている。しかしこのロールも長時間の使用や強圧下をうけるとスケールバンディングが発生する。スケールバンディングがロール表面の一部に発生すると板の片延びを生じて圧延能率を低下せしめる。

すい。またこのようなロールはF₂, F₃ スタンドに使用すると
 磨耗が激しいので好成績は期待できない。仕上前段スタンド用ロ
 ールとして好ましい条件は、

1. 適量のセメントタイトによって焼付きと磨耗を防止すること。
2. 微細化されたセメントタイトが組織中に均一に分散し、集中的なヒートクラックを発生しないこと。
3. 基地の強靱性によってヒートクラックを起点とするロール材の剝離脱落を防止すること。
4. 熱伝導の良好な材質とし、ロール表面の過熱焼付きを防ぐこと。また有効なロール水冷を行うこと。



写真7. ロール表面の欠損脱落状況

上記の条件を出来るだけ満足するように製作したロールで、現在好成績を収めているもの、マクロエッチ組織を、従来のロール組織(写真8.)と比較して写真9.に示す。F₁, F₂ スタンド用のロールも粗ロールと同様に、現在高硬度化の試作試験が行われているが、F₁, F₂ スタンドでは耐磨耗性よりも黒皮の剝離肌荒れが問題であり、ロールの高硬度化がそのまゝ肌荒れの軽減に結びつくものではないから、この点十分注意する必要がある。

IV. 仕上後段スタンド用ロール

仕上後段F₄~F₆ 用には従来から中抜高合金グレーンロール(Hs 80 ± 3)が使用されてきた。このロールで最も関心を持たれている問題は、コイルの絞り込みによって発生する押疵、クラック、チル剝げと、ロールの肌荒れ磨耗である。

いずれもロールの組織によるミル移動率の低下を招くのみならず、特に絞り込みによるクラックはロール寿命を極度に短縮



写真8. 従来のロールのマクロエッチ組織

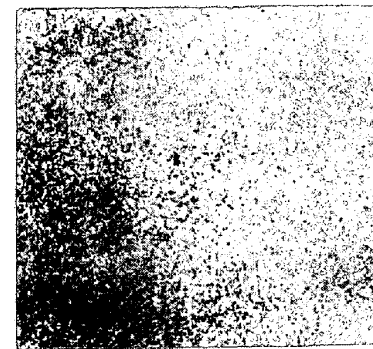


写真9. 組織の微細均一化を行ったロール

する。コイルの絞り込みは薄くて中の広い板を圧延する時に発生することが多く、一般に圧延操作上の問題と考えられている。⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾ 今も使用しているロールの諸性質もこの事故に無関係とは云えない。即ち使いやすいロールを使用すれば圧延操作が楽になり、絞り込み事故が減少するからである。では使いやすいロールとはいかなるものであるか、その必要条件を列挙してみよう。

1. ロール材質が前後左右対称均一に出来ていること。即ち硬度外殻層の厚さがロール全体均一で、中抜層の成分組織もロールの上下で差異が無く、ロール全体が全く均一に出来ていること。この条件が満足されぬ場合は、板の延びが場所によって不均一になり、使いにくいロールになる。
2. ロールの偏平化や曲りが少ないこと。ワークロールは被圧延材と補強ロールの間で強圧をうけて偏平化するが、⁽⁸⁾ 偏平化がひどいほど圧延荷重が増大し、板の延びも劣化して使いにくくなる。
3. ロール材質の熱伝導が良いこと。ロール全体として熱伝導が悪いとロールクラウン、ロールプロフィールが変りやすく、圧延操作がやりづらくなる。

1項は主としてロール鑄造上の問題で、鑄造方策、経験及び技術によって解決されるべきものであり、2項3項は中抜を含めたロール材質上の問題で、冶金鑄造の技術によって解決すべきものである。コイルの絞り込みによって発生するクラックを軽減させるための材質研究もいろいろ行われており、適切な熱処理と適量の微細黒鉛を組織中に析出せしめることは、クラックの進行を抑制する有効な手段で

ある。

ロールの肌荒れ磨耗は、ロールの硬度のみならず組織中に析出している黒鉛の量とその粒径に関連がある。写真10. は普通の高合金グリーンロールで圧延した板の肌を示したものであり、写真11

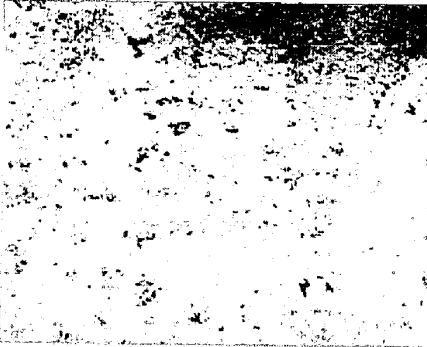


写真10. グリーンロールで
圧延した板肌

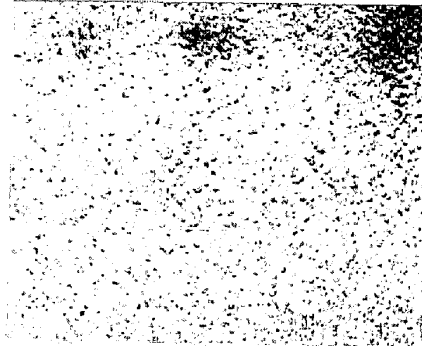


写真11. チルドロールで
圧延した板肌

は黒鉛が全く析出していないロールで同一量のコイルを圧延した後の板肌を示したものである。後者の方が美麗であることは一見して明らかである。したがってロールは今後益々高硬度化、チルド化(黒鉛の減少)の方向に進むものと思われるが、この方向は板の絞り込みの際に深いクラックを

発生する方向と一致しているので、安易に選ぶ道ではなく、コイルの絞り込み防止対策と併行して逐次進めて行く必要がある。

V. 結 言 類似したホットストリップミルでも、製鉄所によってその設備や操業方法がいくぶん異っており、ロールに関する問題点もおおむね違うので、各ミルに適合するロールを作り、その特長を生かして使用することが大切である。

文 献

- (1) 添野. 末永 他. 日立評論 Vol.50 No.6 (1968) P.63
- (2) 堀. 田辺. 鉄と鋼 Vol.55 (1969) P.163
- (3) Williams & Boxall J. of Iron & Steel Inst. 4月(1966) P.369
- (4) 小野. 長谷 他. 柱友金属 Vol.20 No.1 P.1
- (5) (6) (7) 岡本 他. 鉄と鋼 Vol.55 (1969) P.160, P.161, P.162
- (8) Zorowski & Weinstein Iron & Steel Eng. 6月(1962) P.103