

## 討12 冷間圧延用作動ロールの寿命についての考察

東洋鋼板 下松工場      池高 聖、野原 薫

### 1. 緒 言

冷間圧延用作動ロールの最近の傾向として、(1)耐事故性(耐焼付性)の向上、(2)焼入硬化層の増大、(3)ケル剥の防止、これら3点が大きな課題として取り上げられる。これらの問題はいずれもロールの寿命及びコストに及ぼす要因として極めて重要な問題である。

本資料はこうした問題について、ロールメーカーの協力のもとに、圧延メーカーの立場である我々がこれまで体験してきた事故の例、あるいは使用実績等を紹介すると共に、多少の解析並びに対策を取って来た結果について述べたものである。

### 2. 調査方法

(1). 調査対象ロールは主として板厚 2.0~3.6mm, 板幅 600~1240mm, 0.05~0.12% C の極軟鋼コイルに60~90% のリタクシオンを与える冷間圧延用作動ロールで、その他数%の伸び率を与える調質圧延用作動ロールも含む。なおロール寸法は表1に示す通りである。

(2). これらのロールの圧延実績並びに事故発生の都度調査の圧延条件、圧延履歴、更にナイタル腐食、硬度測定、顕微鏡等により事故の究明を行って来たものの記録結果より、事故発生原因及び分類、事故の発生頻度、特徴等解析したものである。

### 3. 調査結果と考察

#### 3-1. 耐事故性(耐焼付性)について

##### (1). 事故の発生状況

冷間圧延時に発生する事故には、大別して、(1)材料不良(溶接不良、スケール疵、巣、厚み不平等)(2)圧延ミス(圧延終り、テンションロス、減速遅れ等)(3)品質欠陥(磨耗、介在物、ホタンマーク等)(4)その他(定期サイズ変更、電気事故等)がある。この内コイル切断による巻き込み及び焼付事故による修正研摩量は全体の約78%を占めロールの寿命を著しく低下させる大きな要因となっている。

##### (2). 焼付により発生するクラックまたはケル剥の発生機構<sup>1),2)</sup>

圧延中のコイルの焼付により発生する熱でロール表面の低温焼戻しマルテンサイトが焼戻され、トルースタイトへと組織変化する時の比容積変化がクラック発生の原因となり、更にロールの残留応力及び外的な熱衝撃が附加的に作用することによりケル剥を発生すると考えられている。

##### (3). 耐焼付性として具備すべき条件

(1)材料の熱膨張係数が小さいこと、(2)材料の高温降伏強さが高いこと、(3)焼戻し収縮量の小さいこと(組織が均一なこと)(4)表層の残留応力(圧縮応力)が小さいこと等が考えられる。

##### (4). 焼付事故の特徴

(1)焼付事故による損傷はロール購入新品時及び硬度的には初硬度の高いロールで表層の残留応力の高いロール程大きい。<sup>3)</sup>

表1. ロールの寸法

圧延機別	圧延速度 PPM	ロール寸法 mm (A側径 × B側径)
4段5基連続冷間圧延機	4500	533 <sup>φ</sup> × 1422
4段調質圧延機	1800	495 × 1422
4段2基連続調質圧延機	5000	533 & 584 × 1220
4段2基連続冷間圧延機	2000	533 × 1220

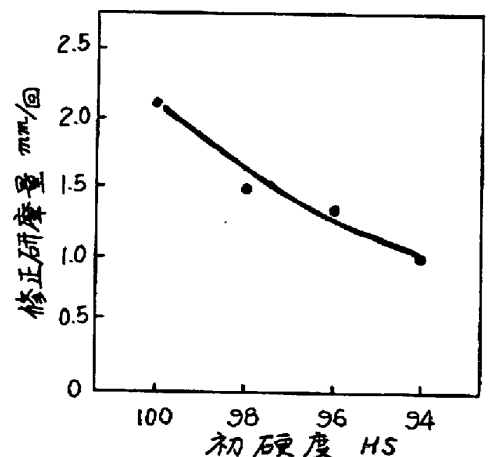
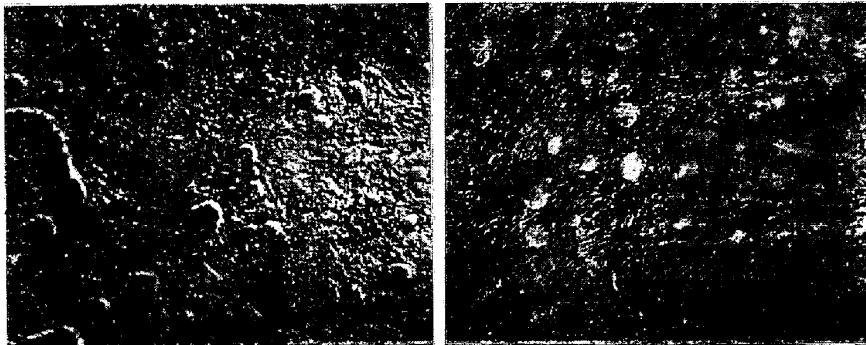


図1. 焼付事故時の修正研摩量

その一例を図1に示す。(4)電子顕微鏡組織的には、写真1に示す様に微細炭化物の増加及びマルテンサイトの微細化が計られたものの方が耐焼付性に優る。



普通ロール

耐事故性ロール

写真1. 電子顕微鏡組織写真 x5000

(5). 対策(ロール製造上への要望事項)

耐事故性の向上とともに圧延成績をも向上させるためには(硬度が低下すると図2に示す様に圧延成績が低下する)微細炭化物の増加を計り、初硬度を若干低くし更に表層の残留応力を小さくすると共に、焼入深度を深くすればよいものとする。なおロールメーカーとしては、こうした条件を具備するために化学成分(主としてCr, Mo, VあるいはCo等)及び熱処理の改善研究が計られており最近に至り図3に示す様な焼入深度ロールが試用される段階に至っている。

3-2. 焼入硬化層について

(1). ホタンマーフ ホタンマーフはロール径の減少及び硬度の低下にともない増加し、ロール硬度HS92以下では不良で長期使用に耐えない傾向が見られる。図4にその傾向の一例を示す。

(2). 介在物 一般にロール表面に発生する介在物は、冷間圧延において介在物を起点としてスリップ疵発生の一因となり、また

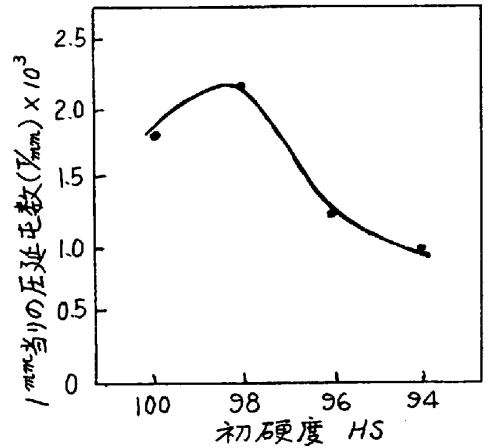


図2. 圧延成績(冷間圧延時)

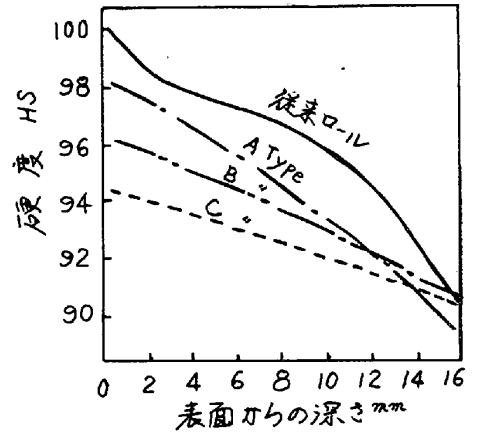


図3. 焼入深度カーブ

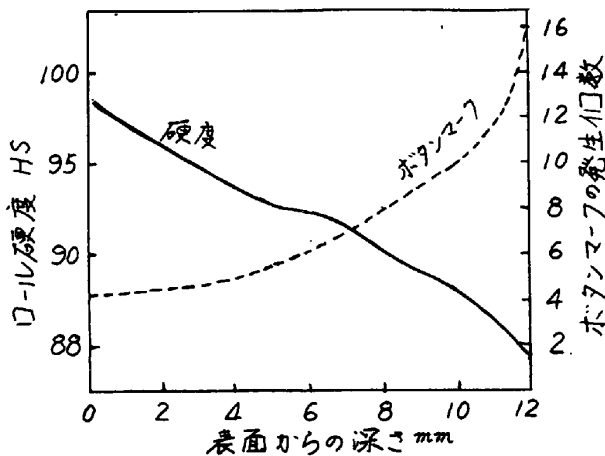


図4. ホタンマーフの発生状況

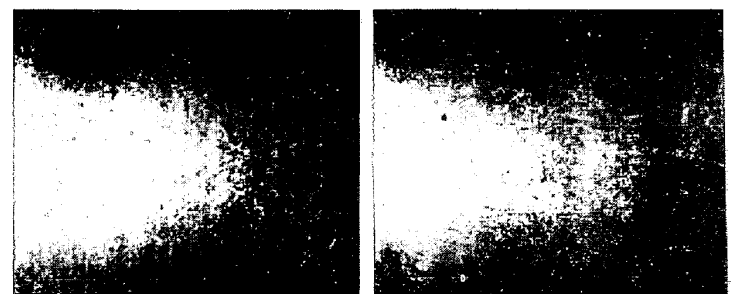
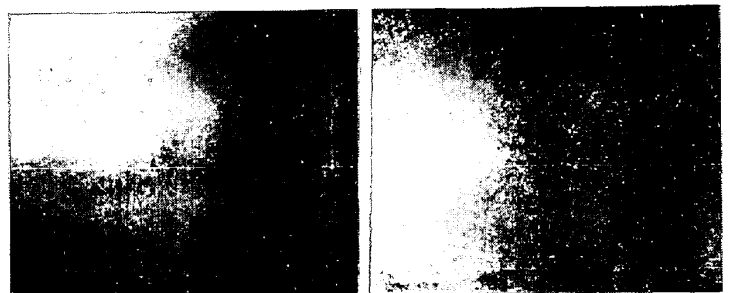


写真2. ロール内部方向のテンドライト組織 x1

調質圧延においては表面品質を著しく低下させる。介在物のロール内部方向の発生状況については表面より径で $-70\text{mm}$ ~ $-80\text{mm}$ の範囲内は大差ないという説と、内部になるに従い大きさ、個数が増加するという二つの説があるが当社での使用範囲(ロール表面より径で $50\text{mm}$ 程度)では問題になる様な介在物は最近ではほとんど発生を見ない状況である。

(3)、テンドライト模様。写真2で見る如く、ロール表面より径が深くなる程、テンドライト模様の長さ及び幅が大きくなる傾向がある。テンドライト模様の出現は特に電気メッキフリキのように表面性状のシビヤな要求のものについて問題となるので、冷間圧延の仕上ロールには径の小さい低硬度ロール及びテンドライト模様の大きいロールは使用をさけねばならない。最近ではロール製造技術の向上により、極端にテンドライト模様の大きいロールは非常に少なくなっている。

(4)、磨耗 (1)ロールの磨耗は一般に硬度と組織に大きく左右され、低硬度及び不完全焼入焼戻し組織になるに従い早くなる傾向がある。このことは粗度の荒いロールにおいて容易に確認することが出来る。例えば図5、6及び写真3に示す様にタルの加工性は低硬度ロール程良いのにもかかわらず、低硬度ロール程圧延時のタルの磨耗は早い。砥石加工ロールではケリット加工ロール程研削性及び圧延時の磨耗過程は顕著ではないが低硬度になるほど光沢がなくなり肌荒れを起し易い傾向がある。(2)その他炭化物形成元素としてのCr、Moの増加及びマトリックスの強化元素としてのCo、Si等が効果があるといわれているが、磨耗の評価が複雑であるだけに、今後の研究に期待したい。

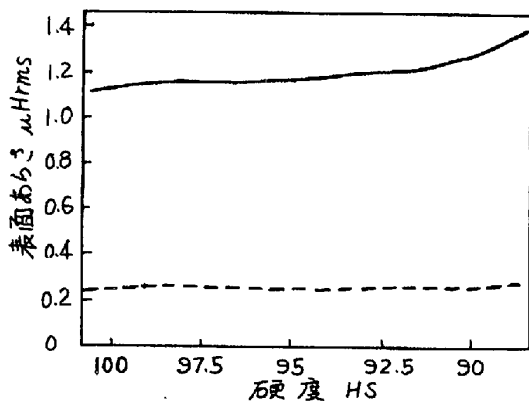


図5. ロール硬度と表面あらし

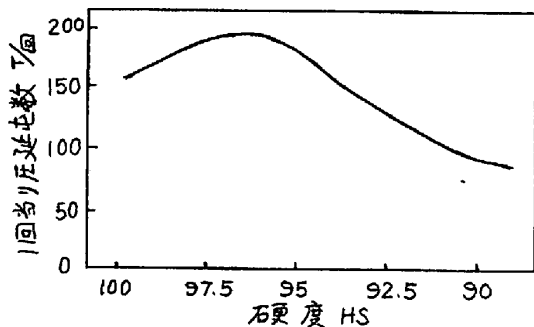


図6. 圧延成績

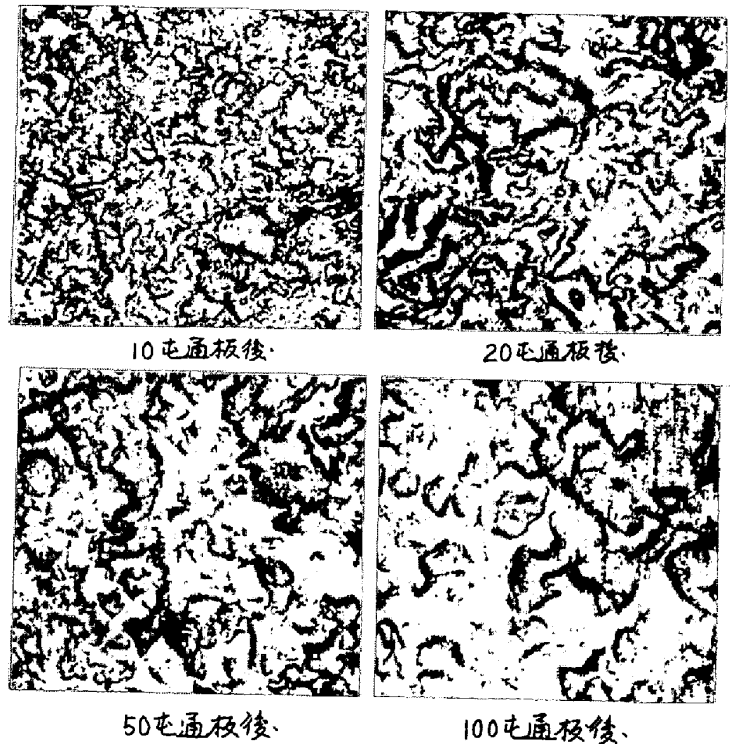


写真3. 通板中におけるタルの磨耗状況(ロール硬度HS95)

(5) 組織と圧延性<sup>4)</sup> ロールは径小になるに従い球状炭化物が減少又は不定型化し軟質なベーナイト組織が現出して来る傾向がある。こうしたロールは(新品時でも起りうるが)必要以上の圧延圧力を与えても規定板厚に仕上げる事が困難である。なお良、不良ロールの伸びの差はパス回数が増加し圧延枚が加工硬化を受けるにつれ顕著となる。写真4に圧延不良ロールの電子顕微鏡組織写真の1例を示す。

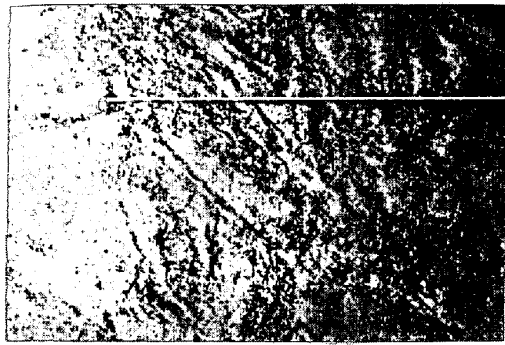


写真4. 電子顕微鏡組織写真 x5000

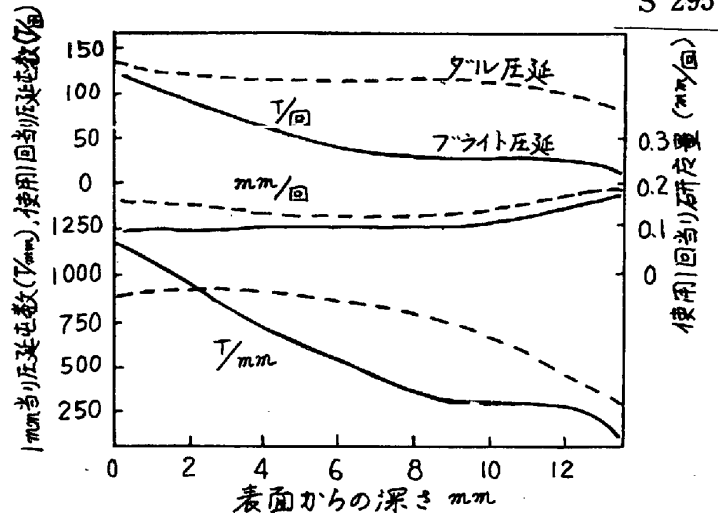


図7. ロール径と圧延成績

(6) 対策 以上のことが統合されロール径に対する圧延成績は、図7に示す様に径の減少及び硬度の低下に伴い圧延成績は劣下するので焼入深度の深いことが要求されると同時に、磨耗及び圧延性を支配する組織の改善向上が今後の課題となる。

3-3. ナール剥事故について<sup>5)</sup>

(1). ナール剥の分類

ナール剥を発生原因別に分類すると次の様になる。(1)ロール表面欠陥部(非金属介在物、研削焼クラック、スリップ圧延クラック等)に潤滑油が浸入し、圧延圧力によってそれがフサヒの作用をなし、クラックの直行が促進されナール剥を起すもの(通常帯状の疲労破壊事故と呼ばれるもの)(2)圧延圧力、熱応力及び残留応力の繰返し作用により発生介在物、あるいは砂疵等のロール内部欠陥部に応力が集中し長期間の使用において疲労クラックが発生しナール剥を起すもの(通常貝殻状の疲労破壊事故と呼ばれるもの)

(2). ナール剥の特徴

(1)ナール剥の発生状況及び発生形態は圧延条件に大きく影響される。即ち帯状の疲労破壊は冷間圧延用に、貝殻状の疲労破壊は調質圧延用に発生し易い。(2)ナール剥は熱変化に鋭敏であり圧延開始又は圧延終了後の温度昇降時、特に冬期の上記時期に発生し易い。(3)ナール剥はまたロール径によってもその発生形態が異なる。即ち帯状の疲労破壊はロール購入新品時に、貝殻状の疲労破壊はロール表面より5~6mm使用時に発生し易い。

(3). 使用上の対策

(1)帯状の疲労破壊事故に対しては研摩時、肉眼検査またはナイタル腐食法、ダブルエッチング法によってロール表面欠陥の点検を主に行い、通板中においては板上にあらわれるロール疵に十分注意を払っておく必要がある。なお超音波探傷器使用の場合は使用1回毎行ななければ効果がない。(2)貝殻状の疲労破壊事故に対しては、研摩時の砥石の当り具合、圧延中の板の中膨れの有無、その他ナール剥前兆の金属音を確認すると共に2ヶ月毎の超音波探傷テストを行えば更に効果的である。

4. 結 言

以上ロールの寿命に及ぼす要因及び使用実績の解析並びにそれらの若干の対策について述べて来たがロールの寿命の延長(ロールコストの低下)は、ロール使用方法の改善と製造技術の向上が相俟って達成されるもので今後ともロールメーカーの一層の御協力、御指導をお願いしたい。

参考文献

1). 堀清他: 塑性と加工 1967-5 Vol.8 No.76 p.261 4). 安藤卓雄他: 鉄と鋼 1960 Vol.46 No.10 p.1264  
 2). 佐藤知紀他: " 1969-6 Vol.10 No.101 p.405 5). 松永晴男他: " 1969 Vol.55 No.11 p.286  
 3). 下田秀夫他: " 1965-12 Vol.6 No.59 p.719