

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.4 (1970) No.1

ステンレス鋼の光輝焼鈍について
Bright Annealing of Stainless Steel

浦山 精一 (Seiichi Urayama) 神谷 昭彦 (Akihiko Kamiya) 小西 康夫 (Yasuo Konishi)

要旨：

ステンレス鋼用光輝焼鈍（B A）設備の必要性を述べ、ステンレス鋼の冷間圧延工程の概略をB A製品を中心に説明する。また西宮工場に設置されたB A設備についてその仕様と特徴を記す。次いでB A製品の製造方法に関し研削、圧延、熱処理、調質圧延の各工程における具体例をあげる。良好な光沢を有する製品を造る要点は圧延方法にあり、その後の工程ではそれを維持するにはいかなる点に注意すべきかを明らかにする。最後にB A製品の重要な品質特性である光沢度について、2 B製品との比較を示す。

Synopsis：

This paper gives an outline of the cold rolling process of stainless steel with special emphasis on the bright annealing products, together with introduction of some of the outstanding features of the bright annealing equipment installed at Nishinomiya Works. By citing examples of each process of grinding, rolling, annealing, and skinpass rolling, it is confirmed that the rolling is the most important process in giving a good brightness to the bright annealing products. Precautions are also taken as to what should be done in the subsequent processes so that the good brightness may be preserved intact until after the products come off the final process. Lastly, the brightness which constitutes the indispensable special quality of bright annealing products is compared with that of 2B products.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

ステンレス鋼の光輝焼鈍について

Bright Annealing of Stainless Steel

浦 山 精 一*

Seiichi Urayama

神 谷 昭 彦**

Akihiko Kamiya

小 西 康 夫***

Yasuo Konishi

Synopsis :

This paper gives an outline of the cold rolling process of stainless steel with special emphasis on the bright annealing products, together with introduction of some of the outstanding features of the bright annealing equipment installed at Nishinomiya Works.

By citing examples of each process of grinding, rolling, annealing, and skinpass rolling, it is confirmed that the rolling is the most important process in giving a good brightness to the bright annealing products. Precautions are also taken as to what should be done in the subsequent processes so that the good brightness may be preserved intact until after the products come off the final process.

Lastly, the brightness which constitutes the indispensable special quality of bright annealing products is compared with that of 2B products.

1. はじめに

周知のように 18Cr-8Ni (以下 18-8 とかく), 18Cr, 13Cr などすべてのステンレス鋼において, 熱処理時に生ずる表面酸化皮膜は, 成分中の Cr の選択酸化による酸化 Cr に富み, 緻密で, かつ耐薬品性に秀れているので, 酸洗による脱スケールははなはだ困難である。

このため, 従来, 冷延ステンレス鋼板の熱処理を空气中または酸化雰囲気中で行ない, スケール中に酸化鉄が多量に存在するポーラスなスケールを生成させ, 酸洗効果を向上させていた。しかしながら, このような酸化雰囲気中での加熱は, せっかく冷間圧延により得られた平滑な光沢面を損

ない, 鈍い表面を生じさせる。したがって需要家においては最終加工の後かならずバフ研磨を施し, ステンレス鋼特有の金属光沢面を得なければならなかった。

一方, 冷延技術の進歩, 特にゼンジミア圧延機の導入により, 非常に良好な仕上面を有するステンレス鋼帯が得られるようになった。また絞り, 曲げ, 打抜などの加工面においても, 塩ビ系表面保護皮膜の発達や各種プレス技術の進歩により, 加工中の表面疵の発生が皆無となり, 鋼板出荷時の表面品質を最終需要家まで維持できるようになった。また, 近年自動車産業において大量にステンレス鋼板が使用されるにしたがい, 流れ作業に合うよう研磨工程の省略が強く要請されるようになった。

* 西宮工場製造部冷間圧延課課長

** 西宮工場製造部冷間圧延課掛長

*** 西宮工場製造部冷間圧延課掛長

以上のような状況を背景として、1950年頃より米国において工業的に冷延ステンレス鋼帯の光輝焼鈍が開始された。その後、自動車工業の発展とともに光輝焼鈍による冷延ステンレス鋼製品（B A製品）の生産は増大し、米国、欧州はもちろんわが国においても、ステンレス鋼製造各社には1ないし2ラインの光輝焼鈍設備を有するようになった。

当社においても、1968年5月よりB A製品の製造を開始し、現在、家庭電器、燃焼器具、自動車部品、自転車部品など各分野において好評を博している。

以下に、B A製品の製造工程、光輝焼鈍設備、各工程での製造上の要点、B A製品の光沢についてのべる。

2. 製造工程概要

B A製品の製造工程を Fig. 1 に示す。

熱間圧延鋼帯は、母板焼鈍によって熱間圧延組織が改善され、酸洗によってミルスケールが除去される。

次に鋼帯は、研削によって小さな疵までとりさられて、きれいに仕上げられ、ゼンジミア圧延機により冷間圧延される。この場合、熱間圧延鋼帯の板厚が3.0~4.0mmであるため、仕上げ板厚が1.0mm程度以上であれば1回の圧延で所定の板厚まで圧延できるが、仕上げ板厚が1.0mmより薄い場合には、まず2.0~0.8mmで1回目圧延をとどめる。これを中間圧延と称している。

中間圧延後の鋼帯を軟化させるため、連続焼鈍・酸洗ライン（A Pライン）で焼鈍と酸洗が行なわれる。この中間焼鈍・酸洗後では、空気中の加熱で生じたスケールが酸洗されるので、表面の光沢は損われている。

したがって、次のゼンジミア圧延機による仕上げ圧延工程で一挙により光沢を出す必要がある。光沢を出すには圧延工程が一番重要であるが、圧延前の材料は研削などによって均質な、疵のない、きめこまかな表面でなければならない。ついで仕上げ圧延された光沢のあるステンレス鋼帯を光輝焼鈍し、加工硬化した組織を再結晶させる。ステン

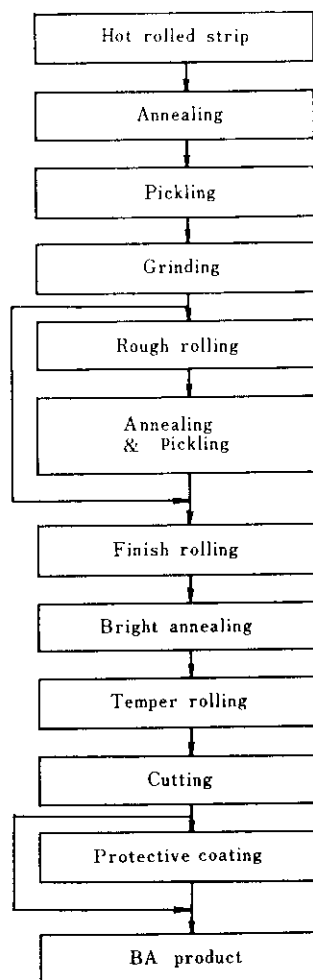


Fig. 1 Process of BA products

レス鋼は酸化しやすいため、露点、酸素量をはじめとする雰囲気ガス、温度などの管理が十分でないときつぱく光沢が失われたり、色付（テンパーカラー）を生じる。光輝焼鈍後、調質圧延（スキンプス圧延）をほどこすことによって、鏡のような光沢の表面となる。

これを要求された幅、長さで剪断する。さらには、運搬途上、取扱い、加工中に発生する疵の防止のため、塩ビ系表面保護被膜処理することがしばしば行なわれる。

市場に流れている大部分の冷延ステンレス鋼帯の2 B仕上品は、仕上げ圧延の後、光輝焼鈍工程のかわりに、通常の焼鈍・酸洗工程を経て調質圧延工程に送られたものである。

3. 光輝焼鈍設備の概要

本設備は、前後設備、堅型焼鈍炉、付帯設備からなる。これらの主な仕様を **Table 1** に、全体ライン配置を **Fig. 2** に示す。

Table 1 Specifications of bright annealing line

Material	13Cr, 18Cr, 18Cr-8Ni Cold rolled stainless steel strip
Strip thickness	0.2~2.5mm
Strip width	600~1,300mm
Coil I. D.	510mm ϕ
Coil O. D.	850~1,620mm ϕ
Coil weight	2,500~13,000kg
Production capacity	3,500t/month (at 18Cr 0.6mm $\times$ 102.5mm)
Line Speed	Entry & delivery section 4.5~60m/min Process section 4.5~45m/min
Variation in line speed	10,045m/min
Unit tension to strip in furnace	Below 35kg/cm ²
Tension to strip in coiling	500kg~5,000kg
Accumulator storage length	Max. 135m

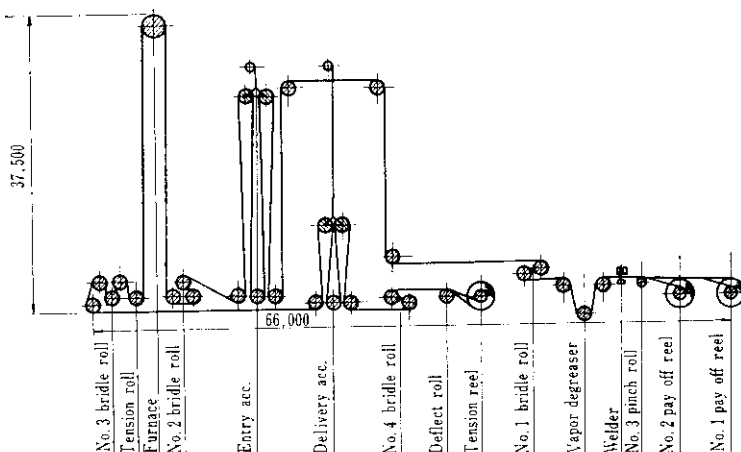


Fig. 2 Arrangement of bright annealing line

3-1 前後設備一般

前後設備は佐世保重工機-Production Machinery 社（以下 PM社という）の設計製作によるものである。入側では冷延ステンレス鋼帯のオフゲージ部を除去し、先導鋼帯と溶接後、ペーパー・デグリーザーを通して圧延油の脱脂を行ない、アキュムレータを経て炉へ送り込む。出側では焼鈍された鋼帯をテンションリールに巻取る。

焼鈍ラインにおいて、炉内ストリップの張力制御は注意すべき問題であるが、堅型炉の場合はいっそう厳密な張力制御が必要となる。本設備では、PM社開発によるエレクトロ・ニューマチック・システムを採用している。

(1) 溶接機

この溶接機（リミテッド・オーバーラップシーム溶接機）では、鋼帯表面に電極の押え疵をつけないこと、スパッタリング、電極の損傷を防止することを目的として、間接通電によるシーム溶接を採用した。操作は完全に自動化されている。連続光輝焼鈍の場合、継目代の小さいことが必要であり、十分満足すべき性能を有している。

(2) ペーパー・デグリーザー

光輝焼鈍によって光沢のある良好な表面を得るには、ステンレス鋼帯が焼鈍炉に入るまでに、汚れ、圧延油を完全に除去しなければならない。

本装置はトリクロールエチレンを利用して鋼帯の脱脂、清浄化を行なうものである。トリクロールエチレンは再生装置を通して循環使用される。

(3) テンション・コントロール装置

本設備に採用したPM社のエレクトロ・ニューマチック・システムは、炉出側に設けられたダンサー・ロールにより鋼帯のトラッキングを保つのに十分な、かつ最小の張力を与えるものである。

鋼帯の板幅、板厚およびユニット張力を設定する装置と

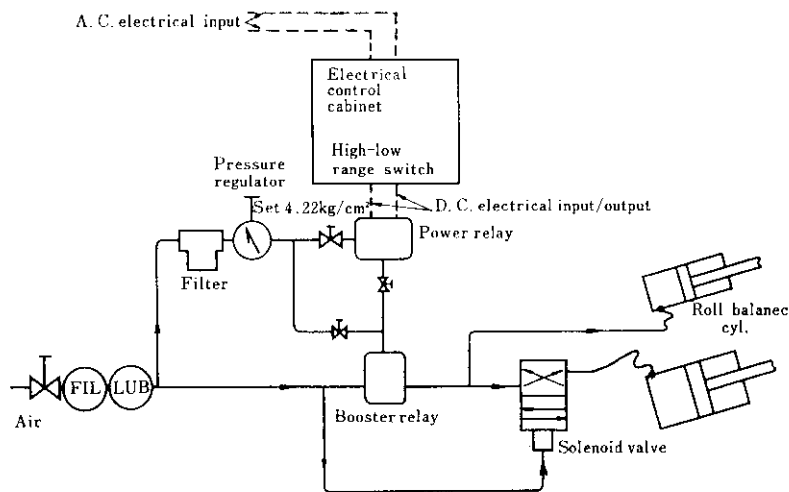


Fig. 3 Flow sheet of tension control unit

ピポッティング・シリンダーの圧力を調整するための電気シグナルを伝達する自動張力調整機構からなる。これらを設定することにより、炉内の鋼帯の張力ならびに入側・出側アキュムレーターの張力を制御し、またダンサー・ロールの運動により、No.2 ブライドル、No.3 ブライドル間の速度関係を良好に制御することができる。本装置の制御系統を Fig. 3 に示す。

3.2 堅型光輝焼鈍炉

堅型光輝焼鈍炉は Drever 社の設計、三菱重工(株)の施行によるもので、国内で初めての大型炉である。出入口のロールシール、ストリップ・シュート、トップロール室、ステアリング式トップロール、加熱帯、徐冷帯、カヌーイング防止装置、急冷帯より構成されており、Fig. 4 にその配列を示す。また主仕様を Table 2 に示す。

(1) ロールシール

ロールシールは炉の入口と出口にあり、内部のガスをシールして炉内圧を保つと同時に通板中の鋼帯に疵をつけないよう、15mm 厚の純毛フェルトを連続的に繰出して使用するようになっている。

(2) ストリップ・シュート

当工場の炉は、鋼帯がトップロールを過ぎてか

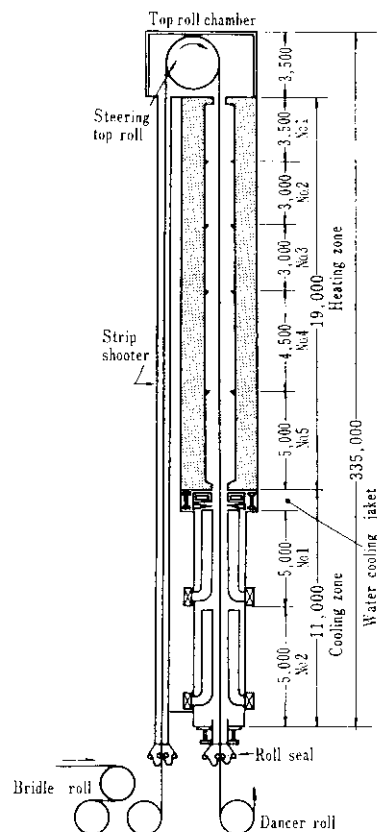


Fig. 4 Arrangement of bright annealing furnace

Table 2 Specifications of bright annealing furnace

Heating section	Type	Vertical tower type
	Dimensions	
	Furnace section	1,850mmW×810mm
	Cooling shell sections	2,570mmW×1,500mm
	Effective heating length	18,000mm
Heating element	Heating temperature	Max. 1,200°C
	Type	Electrical heating system
	Heating material	Molybdenum stranded wire
	Wire diameter	6 mmφ
Fire proof materials	Electric power	500kW×5 zones
	Side	96% high alumina 230mm Fineflex 125mm
	Top	96% high alumina 230mm Fineflex 75mm
	Arch support	96% high alumina 280mm
	Type	Cooled gas blast system
Cooling section	Dimensions	
	Cooling zone section	2,000mm×1,300mm
	Plenum chamber	2,000mm×1,000mm
	Nozzle diameter	12mmφ
	Blower	4
	Head	500mmAq
	Capacity	282m³/min
	Motor power	45kW
Flattening equipment (Blower unit)	Final strip temperature	70°C
	Blower capacity	80m³/min
	Head	250mm
Atmosphere gas plants	Motor power	15kW
	Gas generator capacity	90m³/hr×4
	Gas dryer capacity	220m³/hr×2

ら加熱される，いわゆるダウンヒート方式である。約30mのストリップ・シュートで鋼帯表面の酸素が雰囲気ガスの流れで完全に除去され，加熱時の表面酸化を防いでいる。

(3) トップロール室

トップロール室は5面水冷ジャケットになって

おり，トップロールの過熱を保護している。

(4) ステアリング式トップロール

トップロールは，1,600mmφの大きなゴムロールで，水冷ジャケットにかこまれている。しかし，150°C近くに加熱されるため，上質のハイパロンゴムをライニングして，鋼帯の表面疵を防止

し耐熱性を与えている。また、炉中でのトラッキング不良を防止するため、光電管検出によりずれを検出し、自動的に鋼帯の位置制御を行なっている。

(5) 加熱帯

光輝焼鈍炉の場合特にガスタイトが要求され、炉殻については特別な溶接方法が配慮されている。一方120本ある電熱ターミナルは炉殻へのアース防止の配慮が払われている。

加熱帯は5ゾーンよりなるが、1～3ゾーンと4～5ゾーンとでは電熱線の密度を変えて、供給熱量と鋼帯の吸収する熱量とのバランスを有効にとっている。

(6) 徐冷帯

周囲を水冷ジャケットでかこんだ長さ約700mmの箇所を徐冷帯といい、鋼帯の急冷による歪を防ぐのに役立っている。

(7) カヌーイング防止装置

高温に加熱された鋼帯は、極端に耐力が落ちるため、槌状となり、そのままでは、徐冷帯、急冷帯に接触してスリ疵を生ずるので雰囲気ガスを鋼帯に吹きつけ接触を防止している。

(8) 急冷帯

急冷帯は全長8mで各4mのゾーンに分れる。各ゾーンは2つの冷却ボックスからなり、1クーラー、1ブローアで雰囲気ガスを循環させている。ステンレス鋼焼鈍の場合は冶金学的に急冷が必要であるので、ノズルから鋼帯までの間を125mm、ガスの噴出速度を74m/secという設計で行なっている。

また、鋼帯の冷却時に歪を発生させないように、冷却帯は幅方向に5分割され、各々で風量、風圧の調整が可能になっている。

(9) 雰囲気ガス

この設備では、雰囲気ガスにアンモニア分解ガスを使用している。非常時などには窒素ガスを使用する。

アンモニア分解ガス発生設備は、容量20tの液化アンモニアの貯蔵設備、分解装置、ドライヤーなどからなっている。

アンモニア分解装置ではまず液化アンモニアを蒸発器で気化させる。このアンモニアガスを電熱

にて周囲から約900°Cに加熱されたクラッキングコイルおよび酸化鉄を充填したキャタリストチューブに通して、水素と窒素に分解する。

ドライヤーは分解ガス中の水分や残留アンモニアを取除く設備である。モレキュラーシーブと称する合成ゼオライトを充填した4塔よりなり、タイマーにより2塔ずつ自動的に切換えて吸着、再生を交互に行なうようになっている。

4. BA製品の製造方法

4.1 研削

BA製品用の素材としては、分塊圧延、熱間圧延工程における表面疵、肌荒れ、また酸洗工程でのショット・ブラストによる表面の凹凸などを、研削工程において完全に除去したものをを用いる必要がある。もちろん研削工程後の鋼帯表面はスクラッチや研削ムラの無い、均一でなめらかなものでなければならない。

このためには、アプレシブベルトの番手、コンタクトロールのゴム硬度、研削速度などの選定が重要である。鋼種、製品板厚により、適正条件は多少異なる。

コンタクトロールのライニングの硬度を低目に押えることによって、スクラッチを防止し、鋼帯表面をなめらかに仕上げるができる。またコンタクトロールの周速は2,200m/min以上の高速の方が目がこまくなる。同時に鋼帯に対するアプレシブベルトの圧接力も10kg/cm²以下のことが望ましい。

4.2 圧延

BA製品の一特性の一つである表面光沢、平滑度は、圧延工程で決定するといっても過言ではない。ストリップの光沢、平滑度を左右する圧延工程での要因としては、1)全圧下率ならびに各パスへの圧下率の配分、2)ロール材質と硬度、3)圧延油の極圧性、粘度と清浄度などが考えられる。

(1) 圧延スケジュール

良好なるBA製品の良好な表面光沢が得られる圧延スケジュールを求めめるため、種々の実験を行った。その結果、1)全圧下率ならびに圧延パス回

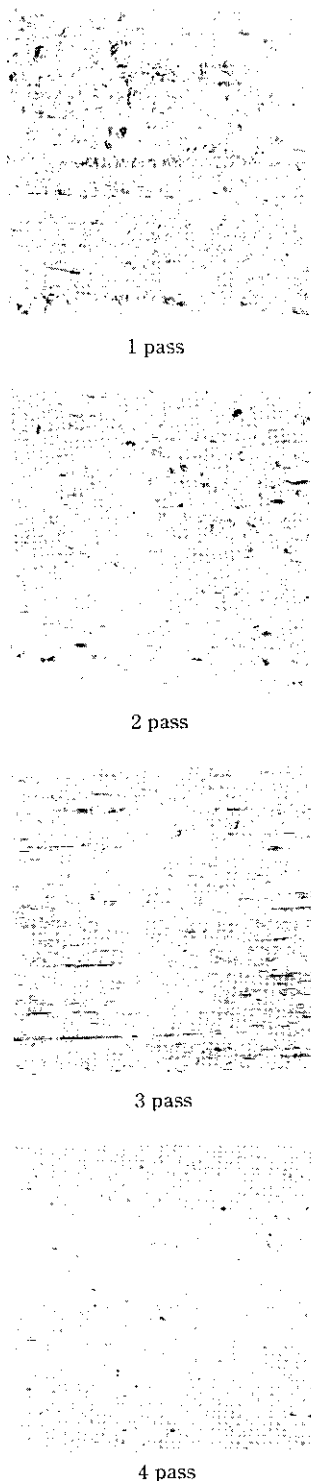


Photo. 1 Transition of surface condition by rolling (material: 18Cr steel) ($\times 100$)

数に最適範囲のあることが判明した。

BA製品として圧延したときの各パスごとの鋼帯表面の変化の一例を **Photo. 1** に示す。中間焼鈍、酸洗後の鋼帯の表面粗さがパス回数が増すにつれてしだいに平滑にされて行くのが観察される。

またそのほか、実験から得られた結果として各パスの圧延圧力を $1.30 \sim 200 \text{ kg/mm}^2$ 、すなわち、ロールバイト部での潤滑条件が境界潤滑領域になる必要がある。それ以下の圧力下では流体潤滑領域となり、鋼帯表面の光沢の向上が期待できない。しかし、境界潤滑領域においては、鋼帯温度の影響によるヒート・スクラッチの発生に注意しなければならない。

(2) ロールの材質

ゼンジミア圧延機でのワークロール材としては、一般に高炭素 Cr 系の工具鋼が使用されているが、BA製品用としては、表面仕上状態が特に問題となるため、高速度鋼、または、超硬合金の使用が必要である。V, W, Co 系の高速度鋼のロールでは H_{RC}68 以上の高硬度が得られ、耐磨耗性が大きく、長期の使用に耐えることが可能であり、研磨面も工具鋼のロールに比較し美麗である。**Photo. 2**に、工具鋼系ロールと高速度鋼系ロールの研磨後の表面状況を示す。

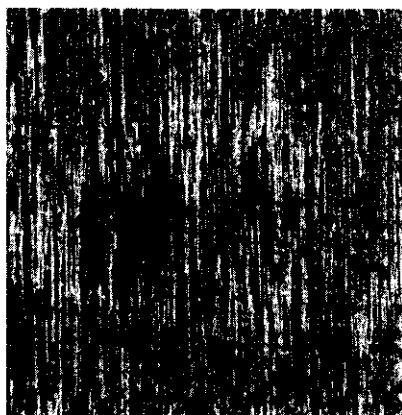
この種の高速度鋼系ロールを使用した場合でも、鋼帯表面の平滑度、光沢度を維持するためには、圧延長さに限界がある。圧延長さとともに光沢が劣化し、鋼帯表面に微少クラックの発生が確認できる。圧延長さによる鋼帯表面の変化および光沢度の変化を **Photo. 3** に示す。

ここでいう光沢度は鏡面光沢度（正反射方向での反射光線強度）であり、測定方法は JIS, Z 8741によった。すなわち、規定された入射角に対して、試料面からの鏡面反射光束 ϕ_θ と、同一条件における屈折率 1.567 のガラス面からの反射光束 $\phi_{g\theta}$ との比、式で示すと、 $G_s(\theta) = \phi_\theta / \phi_{g\theta} \times 100$ である。ここでは $\theta = 20^\circ$ とした。

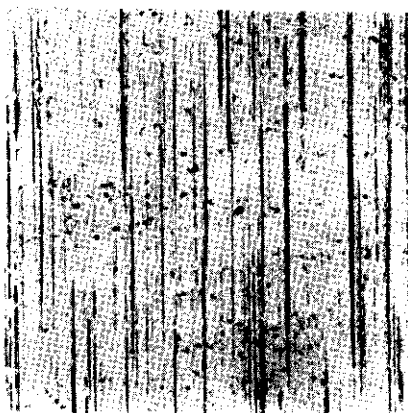
測定には日本電色工業製製の GLOSS METER を使用した。

(3) ロール・オイル

一方、BA製品圧延用ロール・オイルとして



a) Tool steel roll
(Grinding wheel: WA # 100)



b) High speed steel roll
(Grinding wheel: GC # 100)

Photo. 2 Ground roll surface ($\times 100$)

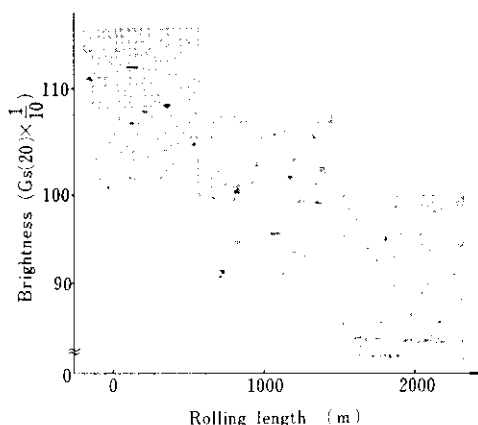


Photo. 3 Relation of brightness and rolling length ($\times 100$)

は、低粘度ミネラル・オイルが必要である。粘度としては SSU 40~60 (100°F) が、光沢向上には理想的であるが、圧延油としての潤滑効果が低下するため圧下率、圧延速度などの圧延条件に制約が生じる。実用範囲の圧延油としては、極圧添加剤を含む、粘度 SSU 80 前後のパラフィンベースのオイルが適当であろう。

またロール・オイルの清浄度を向上させることも、光沢向上に不可欠であり、数 μ 以下のスラッジを完全に濾過できるフィルターの設置が必要である。

4-3 光輝焼鈍

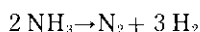
(1) 加熱と冷却

光輝焼鈍炉での加熱・冷却の過程では、1) ステンレス鋼に適正な機械的性質を与える、2) 圧延時の光沢を維持し、テンパーカラーなどの色付を生じさせない、3) 以上の範囲でできるだけ最大の能力を出すことなどに、注意しなければならない。

加熱源として炉壁の電熱線による堅型光輝焼鈍炉では、輻射伝熱による加熱が主である。この場合、加熱能力に大きく影響するのは黒度と設定炉温である。冷延ステンレス鋼帯では、黒度は鋼帯表面によって大きく変わり、0.12~0.3 といわれている。設定炉温が高くなるほど加熱能力は増大するが、黒度の範囲がひろいため、18Cr 系の場合には変態や未焼鈍を生じる恐れがあり、また 18-8 系の場合も結晶粒度の調整などに困難をきたす。設定炉温を高くすることは、また、ライン速度の上界を可能とするが、冷却能力が限られているので鋼帯が出口ロールシール部を 100°C 以上の温度で通過するようになり、火災の発生につながる。一方設定炉温を低くしてライン速度をおとし過ぎても、表面の光沢がなくなるのでよくない。設定炉温としては 18Cr 系の場合、800~950°C、18-8 系の場合 1030~1120°C が適切であり、その範囲で適当なライン速度を選ばねばならない。

(2) 雰囲気ガス

雰囲気ガスとして使用されるアンモニア分解ガスに要求されることは、1) 未分解アンモニアが少ないこと、2) 露点が低いことである。液体アンモニアは熱をうけると次のように分解する。



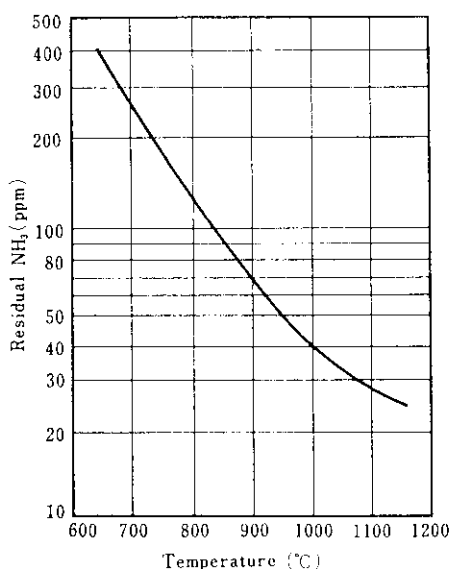


Fig. 5 Residual NH₃ at equilibrium versus temperature at 1 atm.

未分解アンモニアを少なくするには、Fig. 5に示すように、分解温度を上げることが一つの方法である。また、分解時の圧力の影響は $K = P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3 / P_{NH_3}^2$ の平衡恒数で表わされ、未分解アンモニアの量は分解時の圧力が低いほど少なくなる。実際作業では分解温度900°C、未分解アンモニア100~150ppmで作業を行なっている。

露点を下げるには、まず原料アンモニアの水分を極力抑えることである。原料アンモニア中の水分と分解ガスの露点との関係は Table 3 に示すとおりである。当工場では NH₃ 99.99% 以上、油分 3ppm 以下のアンモニアを使用している。アンモニア分解器を出たガスは、さらにモレキュラーシーブズを入れたドライヤーを通過して露点 -60°C

Table 3 H₂O content in NH₃ and dew point of dissociated NH₃¹⁾

H ₂ O Content in NH ₃ (g H ₂ O/kg NH ₃)	Dew point of cracked NH ₃ (°C)
1	-28
0.5	-34
0.1	-50

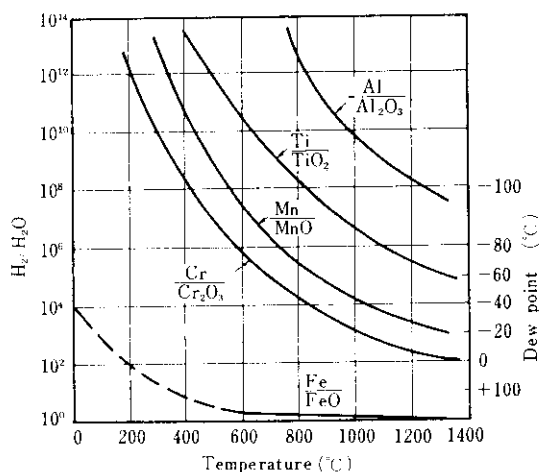


Fig. 6 Effects of temperature and dew point to metal/metal oxide equilibrium¹⁾

以下、未分解アンモニア 5ppm 以下に精製されて炉中に供給される。

金属による酸化-還元平衡関係のちがいを Fig. 6 に示す。これを見ると Fe に比べて、Cr は酸化を防ぐためにより低い露点が必要であることがわかる。ステンレス鋼帯の場合 Cr の酸化被膜が 250Å 以上に発達すると、表面が黄色に変色（テンパーカラー）する²⁾。

温度が低くなるほど、酸化速度は遅くなるが、500°C 以上ではテンパーカラーのつく恐れがあり、できるだけ急速加熱、急速冷却を必要とする。操作上、露点は 18Cr の場合 -50°C 以下、18-8 の場合 -45°C 以下が望ましい。

一方、窒化されると耐食性が減少し、靱性が低下して、曲げ性が劣化する。窒化防止には未分解アンモニアを排除し、アンモニア分解ガスとの接触時間を短くする必要がある。

(3) 他の作業上の注意点

冷却加熱の時点では、材料ができるだけ新鮮なガスに接するように、供給ガスの大部分を急冷帯、徐冷帯、加熱帯下部より入れて、古いガスがトップロール室よりストリップ・シュートを経て入口ロールシールより出るようにガスの流れを制御しなければならない。

鋼帯表面が湿気をおびていたり、油脂その他で汚染していると、炉中に入って雰囲気ガスの露点を上げ、テンパーカラーを生じさせる原因とな

る。このため鋼帯表面の洗浄、脱脂、乾燥などの良否が、BA製品の品質に大きく影響する。

4.4 調質圧延（スキンプス圧延）

BA製品の光沢を生み出す工程としては、圧延工程に次いでスキンプス圧延工程がある。

スキンプス圧延での光沢を左右する要因としては、1)スキンプス・ロールの材質、硬度、2)ロール研磨の仕上精度、3)使用回数、4)圧延張力などが考えられる。

(1) ロール材質

ステンレス鋼帯用のスキンプス・ロールの材質としては、一般に高炭素 Cr 系の軸受鋼が用いられている。表面焼入硬度は $H_s 92^\circ$ 以上が必要であり、 $H_s 90^\circ$ 以下では再焼入する必要がある。

またロール製造の造塊工程で発生する偏折すなわち、樹枝組織があるものは軽度のものでもBA製品用としては使用できない。

ロールの表面研磨においては、仕上面の平滑度として 0.2S 以下が必要である。研磨砥石での円筒研磨のままで、スクラッチ目があり、BA製品のスキンプス圧延用としては使用できない。マット研磨、バフ研磨などにより、円周方向のスクラッチを完全に消滅させる必要がある。

(2) パス・スケジュール

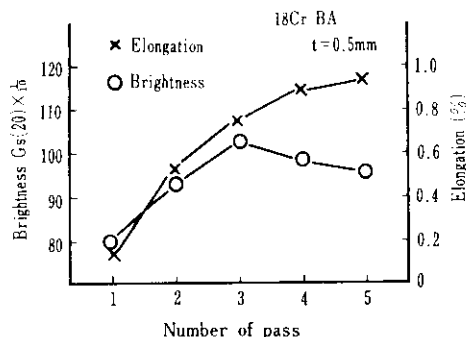


Fig. 7 Relation of pass and brightness or elongation on skinpass rolling

18Cr 系ステンレス鋼帯では、リュースラインが発生しやすいため、スキンプス圧延の伸び率として 0.7 % 以上を必要とする。BA 製品をスキンプス圧延する場合、必要伸び率、表面光沢を得るパス回数としては、2～3 パスが適当である。3 パスまでは、光沢向上に効果はあるが、4 パス以上では逆にストリップ表面の光沢が劣化してくる。18-8 の場合は、1～2 パスが適当である。

18Cr でのスキンプス回数と光沢度変化の一例を Fig. 7 に示す。

張力としては、18Cr 系の場合、2 B 製品に比較して低い張力を与えることがこのましい。張力を上げると軽度のリッジが発生し、鋼帯表面

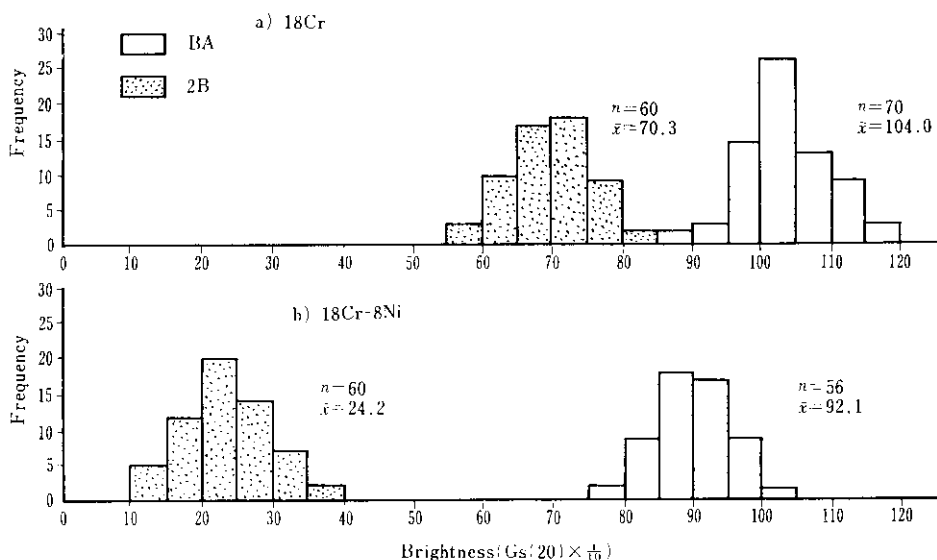


Fig. 8 Comparison of brightness between BA and 2B products

の平滑度をそこない、光沢劣化の原因となる。

5. BA製品の光沢

18CrのBA、2B製品および18-8のBA、2B製品の光沢度の分布を Fig. 8 に示す。

BA製品と2B製品との光沢度の差について要約すると次のようになる。

1) 18Crでは、BA製品は2B製品の1.5倍程度の光沢度をもつ。

2) 18-8ではBA製品は2B製品の3.8倍程度の光沢があり、18Crの場合に比べるとその差は大きい。

3) 18CrのBA製品は18-8のBA製品より光沢度は大きい、その差は肉眼で見た場合の光沢感の差よりも小さい。これは正反射光による表面色が、18Crは黒っぽく、18-8は白っぽいためであり、黒っぽい方が光沢感はより大きい。なお表面色は、光源によっても異なり、太陽光線と蛍光灯との場合を比較すると、後者の方が黒っぽく、したがって光沢感が大きくなる。

6. むすび

近年のステンレス鋼板加工技術の発達に対応して、良好な光沢を有するBA製品の需要が増大してきた。当社においても1968年5月に最新鋭の大型光輝焼鈍炉を設置して、BA製品の製造を行なっている。

BA製品の特質である光沢度向上のための冷間圧延工程における要点は次のようなことであることがわかった。

1) 研削工程において、良好なBA製品を得るためには、アプレシブベルトの選択、コンタクトロールのゴム硬度などが重要である。

2) 圧延工程での光沢の劣化は微少クラックなどによる表面欠陥であり、これらを防止するには全圧下率、各バスの圧下率の配分、圧延速度、圧延油の粘度と清浄度、ロールの材質、硬度、ロール替えの時期が重要である。

3) 光輝焼鈍工程においては、露点 -50°C 以下、未分解アンモニア3ppm以下の雰囲気ガスの使用が必要であり、操業上はガスの流れなどに注意すべきである。

4) 調質圧延工程においては、バス回数を3回程度までにとどめた方が光沢のよいものが得られる。

以上のことで製造されたBA製品は2B製品に比べ2倍以上の光沢を有することがわかった。

BA製品にも問題はある。たとえばハンダ性がよくないことや、打抜時、ダイス、ポンチの磨耗が早いことである。これらの改良を行なえばさらにBA製品の需要は伸びると思われる。またBA製品に対する光沢の要求も今後ますます高度なものになるであろう。それに応じるべく、光沢の良いものを能率よく、大量に、安く製造できる方法の研究を続けている。

参 考 文 献

- 1) Friedhelm Kohlmeyer und Hans-Joachim Pohle: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 21, 1256
- 2) 藤田輝夫: ステンレス鋼の熱処理, (1971) [日刊工業]