

アルミニウムの板圧延技術

Rolling Technology for Aluminum Sheet and Plate

菱川 滋
Shigeru Hishikawa

小林 博幸
Hiroyuki Kobayashi

概要 高品質のアルミニウム板材を低コストで大量に生産することができる圧延加工によって各種板材を製造している。溶解・鋳造により作られた各種合金のスラブは、熱間圧延工程および冷間圧延工程により製品板厚まで加工され、金属組織の改質、機械的性質、寸法精度、表面品質などの作り込みが行われる。圧延においては制御技術として自動板厚制御、熱延板クラウン制御、板温度制御、自動平坦度制御などの各種制御を実施している。アルミニウム圧延に特有の課題として熱間圧延でのロールコーティングの生成や冷間圧延での摩耗粉に起因する表面欠陥があり、これを防止するための設備開発や作業条件の設定がなされている。

Abstract: Furukawa Sky Aluminum manufactures a variety of aluminum sheets and plates by means of rolling process, which is capable of volume producing high-quality aluminum rolled products at low costs. In the rolling process, various aluminum alloy slabs prepared by melting and casting are processed into final products of specified thickness through hot rolling and cold rolling, whereby the products undergo various treatments to provide superior performance in terms of metallographic structures, mechanical properties, dimensional accuracy and surface quality. Control technologies applied over the rolling process include automatic thickness control, crown control in hot rolling, plate temperature control and automatic flatness control. Roll coating formation in hot rolling and surface defects caused by abrasion dust in cold rolling present problems specific to aluminum rolling, and efforts are made to prevent these disadvantages through development of new facilities and suitable setting of process parameters.

1. はじめに

アルミニウムは、身近な家庭用品から、電気電子機器、車両・船舶、産業機械などに広く用いられており、鉄に次ぐ第二の金属材料として生産量は増加の一途をたどっている。これら製品の量的・質的要求に応じて、高品質のアルミニウム板材を低コストで大量生産する圧延加工技術が発展してきた。当社では福井、深谷および日光の3つの圧延工場を有し、それぞれ特色のある板材を製造している。本稿では板、条、厚板などのアルミニウム板材がどのように製造されているか、板圧延はどのような設備を用いて品質の作り込みを行っているのかなどについて解説する。

2. 圧延加工の特徴

板圧延とは、回転する2本の円筒ロールの間で板を連続的に圧縮変形させる塑性加工方法を言う。次に圧延加工の特徴を挙げる。

- 1) 圧縮変形により金属組織を鍛錬することができ、結晶粒を細密化して強度や成型性の改善を図ることができる。
- 2) 大量生産が可能であり、製造コストが安価である。(連続加工が可能である。コイルに巻き取ることが可能であるため半連続的な加工が可能である。)
- 3) 加工面が美麗である。工具(ロール)が回転するため、強加工であっても材料との相対すべりが小さい。また工具を効率的に冷却することができる。

4)寸法精度に優れる。板厚制御システムを装備しているため高い生産性と高精度を兼ね備えている。

これらの優れた特徴によりアルミニウム板材の大部分が圧延により製造されている。

3. アルミニウム板材の製造工程

アルミニウム板材の製造工程の概要を図1に示す。溶解・鋳造にて作られた各種合金のスラブは、面削機にて上下および側面を面削され、均熱・加熱炉での均熱処理を経て熱間圧延(粗圧延および仕上げ圧延)で薄板に圧延されコイルに巻き取られる。コイルは中間焼鈍を含む冷間圧延で所定の製品板厚に圧延した後、仕上げ工程に送られ、矯正あるいはスリットされて製品になる。厚板製品は、熱間粗圧延から厚板処理工程に送られ、矯正、熱処理、切断などを経て出荷される。次に各工程の技術的なポイントを示す。

3.1 均熱処理

鋳造後のスラブを500~600℃で4~24時間程度の均熱処理をする。その主な目的は、次のとおりである。

- 1)凝固によって生じたマイクロ偏析の均質化。
- 2)凝固によって生じた過飽和固溶元素の析出。
- 3)凝固によって形成された準安定相の平衡相への変化。

この均熱処理は最終製品の機械的性質、結晶粒径、方向性など、材料特性に大きな影響を与えるものであり、均熱処理の温度、時間などの条件設定が重要なポイントとなっている。

3.2 面削

鋳造後のスラブ表層部に存在する凹凸、偏析、酸化皮膜などの製品不適部分を取り除くために、スラブ上下面

の表層10 mm程度を専用の大型ミーリング装置によって面削する。スラブ側端部についても圧延加工時の割れ防止および圧延ラインへの表面酸化物の持ち込み防止が必要な製品についてはスラブ側端部の面削を実施している。これ以後の工程では表面を除去する工程がないため、適切な面削除去量の設定と均質な面削表面の管理が必要である。

3.3 加熱処理

熱間圧延に供給するスラブを400~600℃に加熱する。前出の均熱工程を兼ねることでエネルギーロスを避ける場合が多い。加熱炉は熱風循環方式で、ピット式(図2)、台車式および連続式の3タイプがある。連続式は熱間圧延への加熱スラブ供給と加熱炉へのスラブ供給を併行して行うことが可能であり、エネルギー効率も良く大量生産に適している。

3.4 熱間圧延

熱間圧延では、再結晶温度以上(400~600℃)に加熱し軟化した状態のスラブに圧延加工を加え、板状に加工する工程である。可逆式粗圧延では1パス当たり最大40~50 mmの圧下にて、圧延方向の正転・逆転を繰り返しながら板厚を減じていく。通常9パスから25パス程度でスラブ厚(400~600 mm)から30 mm程度にまで粗圧延し、搬送テーブルにて仕上圧延機に送られる。この間の圧延加工によって鋳塊の鋳造組織を延性に富む加工組織に変化させるほか、微小な鋳巣、ブローホールなどの欠陥を圧着し、消滅させる。

仕上圧延ではさらに1スタンド(1パス)当たり50%程度の高圧下圧延を行い、板厚2~10 mmまで減厚しHOTコイルとして巻き取る。コイルの温度は250~350℃である。

一方厚板製品(プレート材)は粗圧延機にて所定の製品板厚まで圧延され、ライン内のシャーにて切断し、厚板処理ラインへ送られる。

3.5 冷間圧延

熱間圧延工程にて圧延されたコイルを、再結晶温度以下の室温で巻き出し、圧延後巻き取りする工程が冷間

製造工程概要

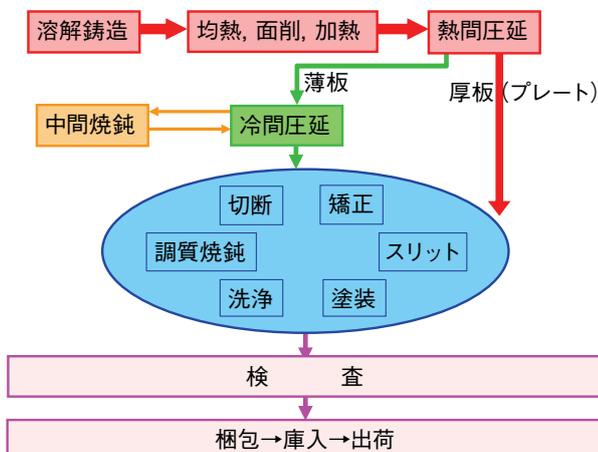


図1 アルミニウム板材の製造工程
Fig.1 Schematic of the manufacturing process for aluminum sheets and plates.



図2 加熱炉(ピット式)
Fig.2 Heating furnace (pit type).

圧延工程である。冷間(室温近傍)とはいえ実際には圧延による加工発熱のために、出側のコイルが150℃を超える例も珍しくない。通常1パス(1スタンド)当たり20～60%の圧下率で1～数パスの冷間圧延を行うことにより製品板厚まで減厚する(平均4パス、最大10パス程度)が、製品の要求特性によりこの間に中間焼鈍を施すものがある。また、一部の硬質材や総圧下率の大きい品種においては、冷間圧延加工により成長するエッジ割れ除去のためのトリミング工程が冷延工程途中に入るものもある。

冷間圧延の主な目的は次のとおりである。

1) 強度・硬さの増大

冷間圧延での加工ひずみ導入による加工硬化により、要求品質を満たす強度を得る。

2) 結晶粒の微細化

冷間圧延による加工ひずみの蓄積は、後工程の熱処理時に生成される新しい結晶粒(再結晶粒)の大きさに影響を及ぼす。一般に、加工度を大きくする程、再結晶粒は微細になる傾向がある。したがって、冷間圧延加工度を適正值以上にすることによって結晶粒を微細化し、様々なトラブルの原因となりやすい粗大結晶粒の生成を避けることができる。

3) 寸法精度の向上

アルミニウム合金は熱膨張率が比較的大きく、熱間圧延のままのプレート、シートあるいはコイルでは、板厚精度や形状精度(平坦度)において高精度のものを得ることは困難であるが、冷間圧延においては高い板厚精度と形状精度を作り込むことが可能である。

4) 表面性状の作り込み

表面品質に対する要求としては、表面外観の均一性、所定の表面粗さ、表面の光沢などがあるが、冷間圧延において、ロールの表面、冷間圧延時の潤滑油、圧延条件などを適正に選択することにより、様々な要求を満たす表面を製造すること

ができる。

3.6 仕上げ処理

圧延が終了した材料をお客様の要求に合わせて最終的な形状および表面に加工する工程が仕上げ工程である。機能別に大別すると、次のようになる。

- 1) 矯正：微小な塑性変形を与え、所定の平坦度(フラットネス)および反りとする。
- 2) 切断：所定の幅、長さおよび形状に切り分ける。
- 3) 洗浄：材料表面に付着している圧延油、摩耗粉などを除去する。
- 4) 表面処理：素材表面の耐食性、塗膜密着性、装飾性などを向上させる。
- 5) 塗装：意匠性および機能性のために塗料を表面に塗る。
- 6) 塗油：素材の成形性向上などのために必要な潤滑油を塗る。

実際の製造においては上記の機能を複数持つ設備や単機能の設備もあり、必要性に応じて最適設備を選択し製造を行っている。

4. 圧延設備

4.1 熱間圧延ライン

図3に熱間圧延ラインの概略を示す。ライン構成として、可逆式粗圧延機1基とタンデム仕上げ圧延機から構成されるタイプ(当社福井工場および日光工場)と可逆式粗圧延機1基と可逆式仕上げ圧延機1基の構成からなるタイプ(深谷工場)とがある。前者では複数スタンドのタンデム仕上げ圧延機により一気に圧下をかけられることから高い生産性に特徴があり、後者は仕上げ圧延において各パスを独立に設定できる自由度に特徴がある。福井工場熱間圧延ラインは全長400 mに達する大型・大量生産の主力工場であり、ここでは福井工場の熱間圧延ラインを中心に紹介する。

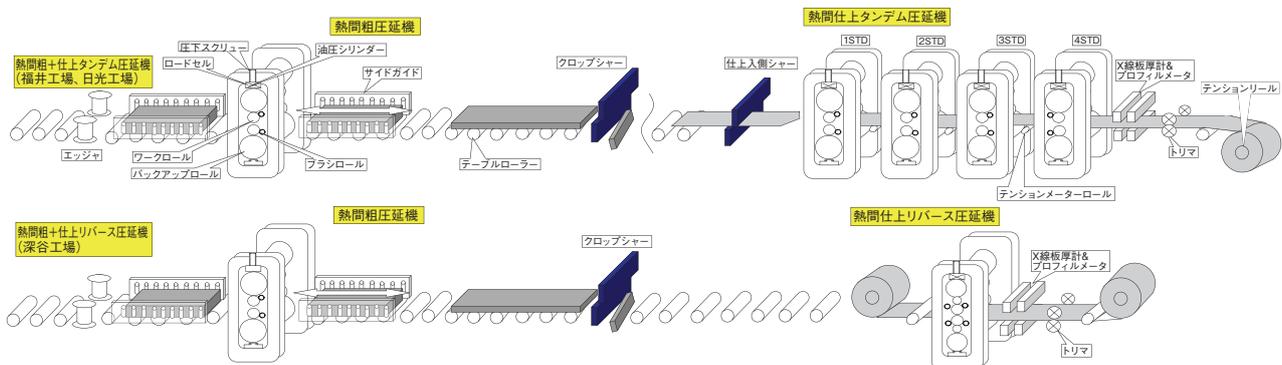


図3 熱間圧延ライン概要
Fig.3 Schematic of hot rolling line.

4.1.1 熱間粗圧延設備

粗圧延設備は、可逆式圧延機とエッジヤ、板切断用シャーおよび搬送テーブルから構成されている。福井工場の粗圧延機はプレートミルも兼ねることから粗圧延機～板切断までは4000 mm超の広幅板までを製造できる構成となっている。主な設備の要素について次に示す。

搬送テーブルは圧延機前後に配置され、圧延機の可逆運転に合わせてスラブを搬送するロール群からなる。テーブルロールと圧延材料の接触による傷防止のためロールはテーパ形状または傾斜付きとし、接触部を板端部に限定している(図4、図5)。なお、ミル入側の部分には板幅を広げるクロス圧延(スラブの横方向への圧延)のためスラブを90° 旋回させるターニング機能を持たせている。これを用いることにより鋳造スラブ幅よりも広い幅の製品を製造することができる。

圧延機本体は鍛鋼製の上下2本のワークロールとこれを支える一対のバックアップロールより構成されている。ロール間隙を設定する圧下装置は、約600～10 mmまでの広範な板厚範囲に対応するための高速・大ストローク圧下が可能な電動スクリュー圧下装置を装備している。これに加え、板厚精度向上のため、高速高精度の



図4 熱延搬送テーブル
Fig.4 Conveyor table in hot rolling line.

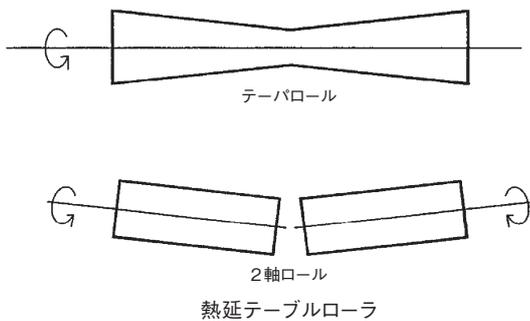


図5 テーパ形状テーブルロール
Fig.5 Conveyor table in hot rolling line.

油圧圧下装置も導入されている。また、アルミニウム熱間圧延の特有としてワークロールにブラシロールが付随して設置されている(後述)。

エッジヤはスラブ側面を圧延する設備であり、圧延材側端面の割れ防止や歩留まり向上のための幅調整圧延に使用される。

板切断シャーでは圧延されたプレート材の長さ切断を行う。切断されたプレートは付属の板取り装置にてラインから搬出される。またコイル材においても、粗圧延の大加工に伴いスラブの前後端にラミネーション(ワニ口形状:図6)が形成されるため板厚100 mm近辺でシャー切断にて該当部を除去する。

熱間圧延においては、圧延ロールと材料の間の潤滑、両者の冷却および圧延機の洗浄を目的としてエマルジョンタイプの圧延油(クーラント)が使用されている。

4.1.2 熱間仕上げ圧延設備

図7にタンデム仕上げ圧延設備(福井工場)の外観を示



図6 先端ワニ口形状
Fig.6 Alligator tip.



図7 仕上げタンデム圧延機
Fig.7 Finishing tandem mill.

す。構成は入側シャー、4基の圧延スタンド、サイドトリマ、チョッパ、リールなどからなる。粗圧延を終了した板材は先端形状を整えるため入側シャーで切断された後、圧延機に送られる。圧延機は粗圧延機とほぼ同等の構成であるが、各スタンド間張力はテンションバーにて制御され、出側で両端部をトリミングされ、テンションリールで所定の張力をかけながら巻き取られる。ここでの圧延は製品品質に大きく影響する重要な工程であり、板厚制御、クラウン制御、温度制御など様々な制御が行われる。板厚制御には油圧圧下を採用し、出側にX線厚み計を設置し、X線モニタAGC (automatic gage control)とゲージメータAGCとを主に用いている。板クラウンについては熱間圧延でほぼ品質が決まるため、強力ベンダおよびクラウン可変バックアップロールが導入されている。

4.2 冷間圧延設備

図8に冷間圧延機の外観、図9に冷間圧延機の設備構成例を示す。単スタンドの非可逆式6段圧延機(UCミル)である。構成は、パイオフィール、デフレクタロール、ブライドルロール、ワークロール、バックアップロール、



図8 冷延ライン概観
Fig.8 View of cold rolling line.

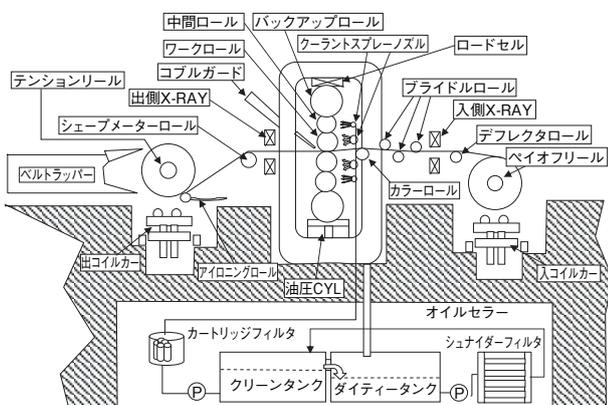


図9 冷間圧延機構成
Fig.9 Configuration of cold rolling mill.

テンションリール、クーラントスプレーノズルなどからなっている。主要な要素について次に示す。

パイオフィール(アンコイラ)はコイルから板を巻き出すと同時に、圧延板に後方張力を与える。後方張力を与えることにより、圧延荷重の低減、圧延ロール入口での板の平坦度の向上、板の横すべりの防止などの効果を得ることができる。

ブライドルロールはパイオフィールからの後方張力を補強すると同時に、板のしわ、振動などを防止する。ブライドルロールのうち、ワークロールに最も近いものをカラーロールと呼び、ワークロールに噛込まれる際の板の進入角度を制御することにより、板の上下面の光沢を調整している。

ワークロール(作業ロール)は板を実際に加工するロールである。ロールの表面粗さを圧延板の表面に転写させるため、ロールの表面は所定の粗さに研削されている。材質としては鍛鋼ロールが使用されている。

バックアップロール(補強ロール)はワークロールの後方より、圧延荷重を支えることでワークロールのたわみやワークロールネック部の変形を防止する。バックアップロールの存在により、ワークロールの破損の危険性が減少し、小径化が可能となり、たわみ防止による形状改善の効果とあいまって、硬質合金の圧延や高圧下率の圧延などが可能となっている。この6段ミルでは、これに加え軸方向にシフト可能な中間ロールを装備しクラウン制御能力を高めている。

クーラントスプレーは圧延油をスプレーするもので、この圧延油は圧延板とワークロール間の塑性加工の際の潤滑剤と加工発熱によるワークロールの熱膨張を防止するための冷却液を兼ねている。

テンションリールは圧延板に前方張力を与え、コイルに巻き取る。前方張力を加えることにより、圧延板の折れ、反りなどを防止するとともに、巻き取りコイル内に張力を付与し、巻きズレを防止する。

5 圧延における品質

5.1 板厚および板形状制御

圧延材に要求される板厚精度は、ますます厳しくなってきた。アルミニウム飲料缶向け素材では全長および全幅において許容差 $\pm 5 \mu\text{m}$ の板厚精度を、また、厚板の一部の製品ではJISの厚さ許容差の1/5の精度が必要とされているものもある。

板厚精度向上のためには、圧延長手方向の変動および板幅方向の変動をとともに含めて低減させる必要があり、これらの板厚制御の高精度化が進められている。

5.1.1 板厚制御 (AGC)

圧延機で材料を圧延する場合、材料と圧延ロールとの間には圧延荷重が発生する。圧延機はロール端部がハウジングにより固定されているが、各部位では圧延荷重により弾性変形が発生するため、圧延ロール間隙が変化し、圧延後の板厚に影響を及ぼす。目標の板厚とするためには、圧延荷重による圧延機各部位の弾性変形量を考慮して、圧延ロールの間隙を制御する必要がある。

表1に、長手方向の代表的な板厚変動要因を示す。これらの板厚変動を低減するため、圧延機出側に板厚計を設置し、実測された板厚に応じてロール間隙を自動的に制御する方法 (モニタ AGC) が採用されている。その他の自動板厚制御として、圧延機の弾性変形量を計算し板厚を推定してロール間隙を制御するゲージメータ AGC、実測された圧延前の板厚変動に応じて板厚を修正すべくロール間隙を制御するフィードフォワード AGC などがある。

5.1.2 板クラウン制御

板幅方向の板厚偏差 (板クラウン) は、板厚精度向上に影響を及ぼすだけでなく、製品によっては、板クラウンそのものが重要視される。

図10に、板クラウンの発生要因を示す。板クラウンは、圧延荷重に伴う圧延ロールの弾性変形、ロールの研削クラウン、加工発熱に伴う熱クラウンなどにより発生する。

通常の板クラウンの制御手段として、圧延ロールのたわみ変形量を制御するロールベンディング装置、ロール熱クラウンを制御するロールクーラントスプレー幅方向流量制御などが用いられている。さらに板クラウン制御能の高い圧延機として、より強力なロール曲げ力を与えるダブルチョックベンダ、バックアップロールクラウン可変の VC ロールおよび TP ロール、幅方向にシフ

トする中間ロールを有する HC ミルなどを導入し、板クラウン制御能力の向上を図っている (図11)。

5.1.3 板形状制御

圧延で発生する形状 (平坦度) 不具合には、板幅中央部に対し板端部の伸びが大きく板端部で波が生じる端伸び、その逆である中伸びなど、表2に示すような種類の平坦度不具合がある。それらの平坦度不具合は、板寸法精度の劣化だけでなく、圧延生産性向上の大きな障害要因になるため、その抑制は重要視されている。

形状制御に用いられる手段は、板クラウン制御と基本的に同じであり、ワークロールベンディング、VC ロール、HC ミル、ロールスプレー幅方向制御などが用いられる。制御方法は、圧延機出側に設置した形状センサの検出信号をそれぞれの制御手段の特性に対応する成分に分解し、フィードバック制御する自動平坦度制御 AFC (auto flatness control) を行っている。冷間圧延においては、ワークロールスプレーの幅方向制御を利用し、板

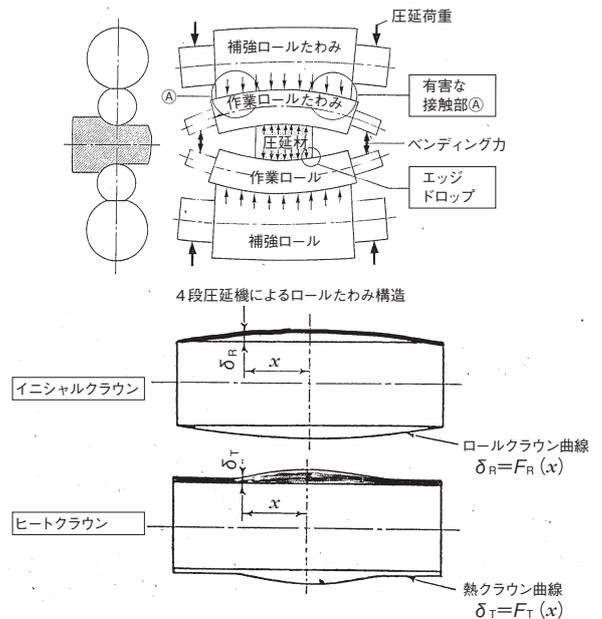


図10 板クラウンの発生要因
Fig.10 Factors of plate crown generation.

表1 板厚変動要因
Table 1 Factors of plate thickness variation.

変動要因	原因
ロール間隙の変動	(1) ロール偏心 ロール軸受けの偏心、ロール自身の偏心。
	(2) ロールの摩耗 アルミニウムの圧延ではほとんどわずかである。
	(3) ロール熱膨張 材料からの熱伝導、加工発熱によりロールが熱膨張し、ロール間隙が変化する。
素材の変動	(1) 変形抵抗の変動 先後端や中央部でも部分的に温度差が生じると変形抵抗が変化する。
	(2) 入側板厚の変動
圧延条件の変動	(1) 加減速 速度が速くなると材料とロール間に巻き込まれる潤滑油の油膜厚が増し、摩擦係数が減少し圧延荷重が減り、板厚が薄くなる。
	(2) 張力変動 前方、後方張力が大きくなると板厚は薄くなる。

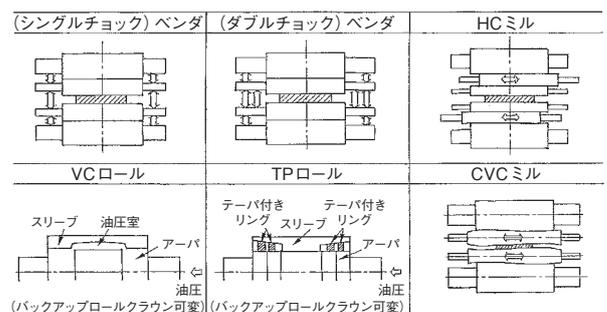


図11 主な板クラウン制御装置
Fig.11 Typical rolling equipment for plate crown control.

表2 板形状の分類
Table 2 Shapes of defective plate.

名称	外観図	外観図の説明
端伸び (耳波)		板幅端部に波が発生し中央部が平坦であるもの
中伸び (中波)		板幅中央部に波が発生し端部が平坦であるもの
複合伸び (クォータ バックル)		板幅端部と中央部との間に波が発生しているもの
片伸び (片波)		板幅の片側端部だけに波が発生しているもの
フラット		全体が平坦であるもの

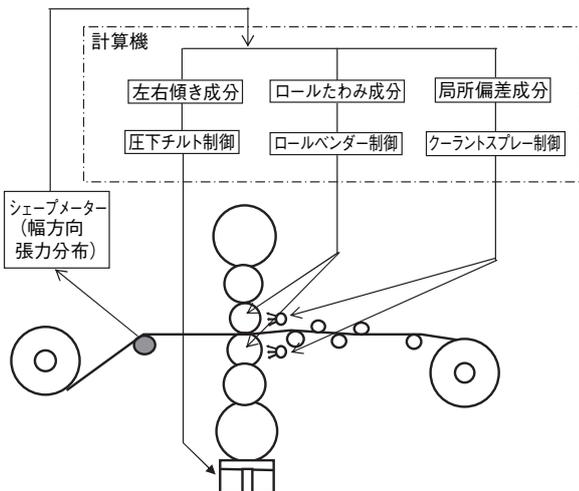


図12 AFC事例
Fig.12 Typical automatic flatness contro (AFC).

の局所的な形状不良の修正を効果的に行っている。さらにロールスプレーの幅方向制御にファジィ理論を用いた方式を開発し、制御の高精度化を進めている。図12にAFCシステムの例を示す。

5.2 板温度制御

熱間圧延での板温度は、最終製品の機械的性質および板表面品質に大きな影響を与えるため、その制御は特に重要な項目の1つである。製品によっては、材料に添加される合金成分の固溶、析出、結晶粒の再結晶挙動などを制御するため、粗圧延開始から仕上げ圧延終了までの板温度を設計された温度範囲内に制御する必要がある。

図13に、圧延時の板温度の影響因子を示す。圧延パス毎に、空冷、クーラントスプレー冷却、塑性加工変形と摩擦による発熱、ロールとの接触による抜熱などが繰り返され、板温度が変化する。温度制御に用いられる制御手段としては、パススケジュール、圧延速度、クーラント流量制御などがある。また、板温度計測用として、圧延板に傷を付けず、かつ連続測定を可能とするため非接触式の放射温度計が配置されている。

図14に、熱延での板温度制御システムを示す。熱間仕上げ圧延で、圧延機出側に設置された放射温度計の測定値を基にフィードバックにて圧延速度とクーラント流量を操作して板温度を制御している。

5.3 表面品質

アルミニウム板製品は、建材パネル、印刷板などを代表として表面品質を重要特性とする用途が多く、製品品質に占める表面品質の比重が大きい。

圧延において、表面品質を決定付けるのは主として圧延ロール表面および圧延ロールとアルミニウム材料との間の潤滑条件であるが、これ以外にもアルミニウム材料同士の接触、アルミニウム材料と設備との接触、アルミニウム材料表面への異物混入・付着などを管理することが必要である。

次にアルミニウム圧延材表面品質項目とそれに影響する要因および対応状況の代表的な項目について紹介する。

5.3.1 圧延ロールの研削表面

図15に、アルミニウム板の表面プロフィールチャート

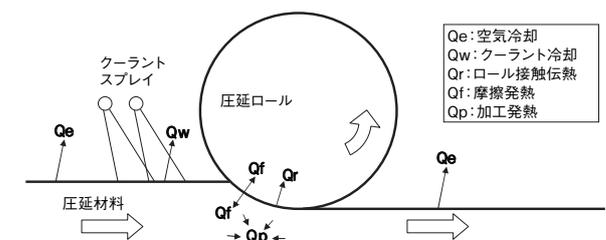


図13 圧延板の熱移動概念
Fig.13 Concept of heat transfer in plate rolling.

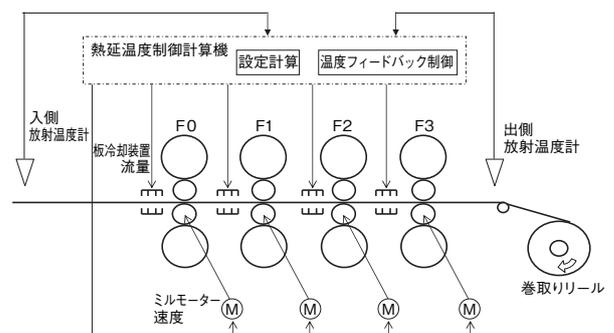


図14 板温度制御事例
Fig.14 Typical plate temperature control.

とその外観拡大写真を示す。板表面の粗さは、主としてワークロール表面の転写により形成されるため、ロールの表面仕上げ加工であるロール研削条件によって大きく変化する。一般的な圧延ロールの粗さは $R_{max}=1\ \mu\text{m}$ 程度であるが、光沢を重視する場合は鏡面仕上げであり、塗装板での塗料の密着性や成形品での潤滑性を考慮した場合は、ある程度大き目の粗さが選定される。さらに成形時の潤滑性を重視する一部製品では、ロール表面ブラスト処理などによる無方向性のダルフィニッシュ面が使用されている。

5.3.2 オイルピット

ロールの転写以外に外観・表面粗さに影響するものとして、圧延油の圧延材とロール間への巻き込みによって発生するオイルピットと称する表面の凹凸がある。図16にオイルピット外観写真とその数への影響因子を示す。オイルピット数の多少は、圧延条件、ワークロールの条件などにより変化し、例えばロール径が大きいと噛み込み角度が浅くなるため、圧延油の侵入が多くなり、オイルピットが多く発生する。それ以外には、ワークロール粗度、圧延油粘度、圧延速度、圧下量などの影響を受ける。オイルピットは、一概に有害とは言えないため、製品の品種ごとに発生状況を制御する必要がある。

5.3.3 ロールコーティング

アルミニウム熱間圧延の特徴として、圧延中に生成するロールコーティングがある。図17にワークロールに

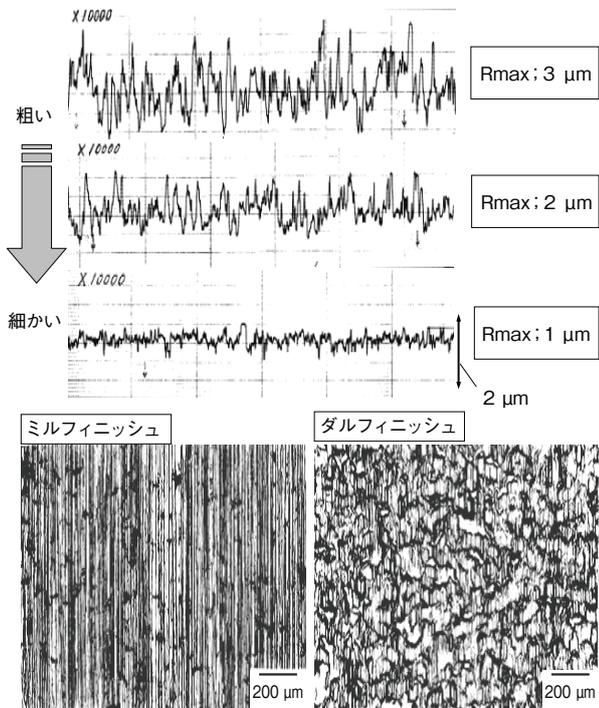


図15 板表面粗さ曲線と表面拡大写真
Fig.15 Roughness curve and enlarged photo of selected rolled plate surfaces.

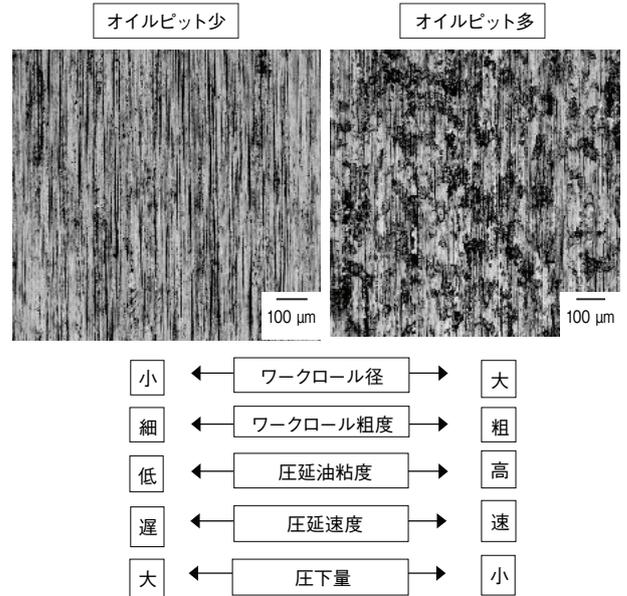


図16 オイルピット概念と影響因子
Fig.16 Appearance of oil pit and influential factors.

付着したコーティングの外観を示す。これは、圧延中にロールとアルミニウムの摩擦により、一部が高温高压下で凝着し、アルミニウムとその酸化物および圧延油からなる層がロール表面に形成されるものである。

一般的に、ロールコーティングの存在により圧延材との摩擦係数が大きくなり、圧延材料のワークロール間への引き込み、すなわち噛み込み性は改善されるが、不均一にあるいは過剰に厚くロールコーティングが生成すると、図18に示すように生成したロールコーティングが圧延材へ移着し表面欠陥が発生する。逆にロールコーティングが薄すぎると噛み込み失敗やロールと圧延材のスリップ現象が発生しやすく圧延が不安定となる。ロールコーティングの生成は、圧延油潤滑特性、圧延温度、圧下量、圧延速度などの条件によって影響されるため、適正なコーティングとなるよう条件を設定する必要がある。

コーティングを直接的に制御する手段として、アルミニウムの熱間圧延では、ブラシを巻き付けたロールを回転させながらワークロールに押し付けることで凝着したコーティングを除去および均一化するための装置を装着している。ブラシの材質はワイヤ、あるいは砥粒入りのナイロンが選定されており、ブラシロールの押し付け力、回転数あるいはナイロンブラシ中の砥粒の選定などで除去能力を調整している(図19)。

5.3.4 摩耗粉

アルミニウム摩耗粉に関わる表面欠陥について図20にメカニズム例を示す。圧延加工に伴い摩耗粉が発生するのは必然的なものであるが、発生した微小な摩耗粉は、コイル巻き取り後の焼鈍工程でラップ間の圧延油の蒸発

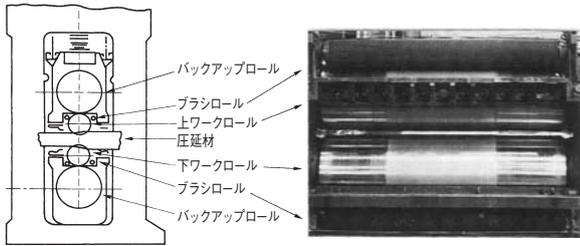


図17 ロールコーティングの生成したワークロール
Fig.17 Work roll having roll coating.

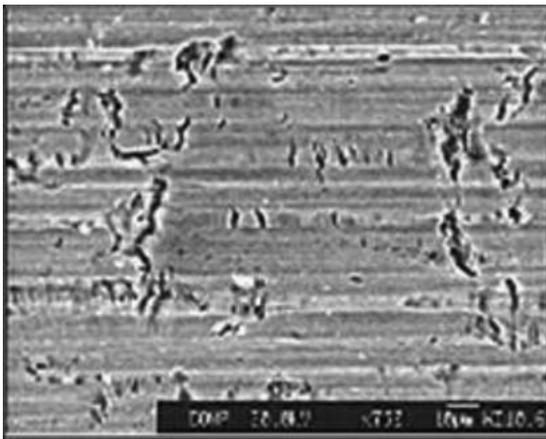


図18 過剰なロールコーティングによる表面欠陥
Fig.18 Surface defect due to excessive roll coating.

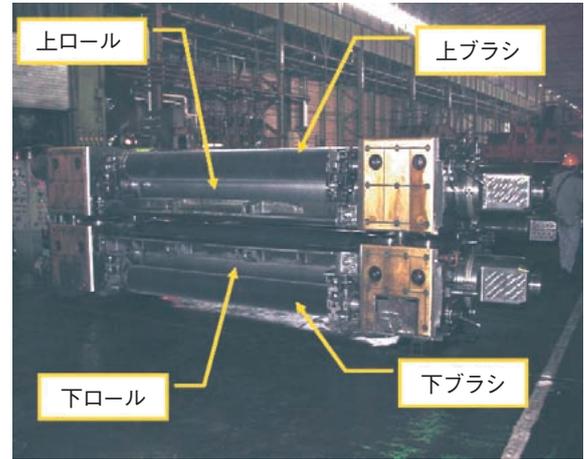


図19 熱延ワークロールとブラシロール
Fig.19 Hot rolling work roll and brush roll.

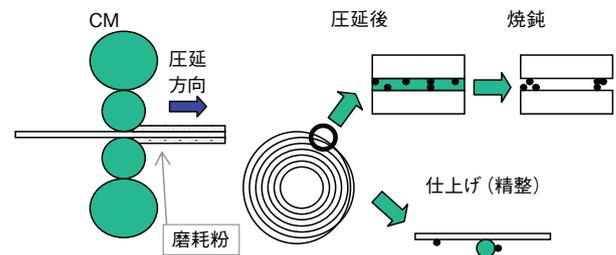


図20 磨耗粉欠陥発生メカニズム
Fig.20 Mechanism of abrasion dust generation.

に伴い凝集し表面欠陥となる。また、仕上げ工程で補助ロール、レベリングロールなどに移着・堆積し、再び板に転写し欠陥となる場合がある。

この対策としては、次の処理が主として実施されている。

- 1) 圧延条件を制約することで磨耗粉の発生を抑制する。
- 2) 設備の清掃により磨耗粉の堆積を防止する。
- 3) 冷間圧延中、巻き取り前の板表面を洗浄する。
- 4) 圧延油中の磨耗粉を減少するために圧延油を濾過する。
- 5) 仕上げ工程での圧延材の洗浄および洗浄液の清浄化を実施する。

6. おわりに

アルミニウム板圧延の現状について概要を述べた。アルミニウム圧延には鉄鋼圧延と共通する技術のほか、

ロールコーティング、磨耗粉に代表される固有の技術および特有の課題も多くある。その解決には設備、材料、圧延理論、潤滑、制御など、多くの技術分野に係る総合的な技術が必要とされる。今後も集約化、国際化の中で厳しい品質およびコスト競争が進むと予想されるが、さらなる技術開発により対応する必要がある。



菱川 滋 (Shigeru Hishikawa)
製板事業部 日光工場



小林 博幸 (Hiroyuki Kobayashi)
製板事業部 福井工場