

討17 Zハイミルによる合金鋼薄板の冷間圧延

日本センデミア㈱ 山本秀幸・中田 実
 特殊金属工業㈱ ○小松俊悦・藤沢寛二

1. まえがき

合金鋼薄板の冷間圧延には、表面肌、疵、形状、板厚精度等多くの問題点を含んでいる。本稿は圧延機による薄板製造上の特性をわれわれが経験している範囲で説明し、薄物圧延における問題点の一つの解決策としてZハイミルの構造および圧延後の板の特徴について報告する。

2. 合金鋼薄板の技術動向

2.1 母材としての特種鋼材が各種炉外精練技術の発達によって、薄板とくに箔材の表面欠陥の大きい原因であった非金属介在物の減少を図ることが可能となってきている。ただし現状の一般材ではまだ若干不満足であり、今後さらに改善が切望される。この点について、われわれの経験では1.2% Cのカメラジャッターブレード材で、一般電炉鋼からESR鋼に代えて、非金属介在物による表面不良が50%以上減少した例がある。

2.2 従来の4段圧延機に代って、圧延可能限界厚さの点から小径多段圧延機が主流となり、とくに形状を重視する薄板圧延ではロールシフト装置、ロールバンド装置、ロールプロフィール変更装置等を有する圧延機の開発が注目を浴びている。⁽¹⁾ Zハイミルはロールシフト装置を有する圧延機の一つである。

3. 合金鋼薄板の製造上の問題点

3.1 材料の体積に比べて表面積が大きいので、とくに極薄板では鋼の内部欠陥や、上述した非金属介在物が表面欠陥として表われ易い。

3.2 表面疵等のわずかの表面欠陥も重大な結果となることが多い。とくに極薄物では一断面中の結晶粒あるいは球状炭化物の数が数えられる程度となり、顕微鏡組織の良否が直接特性に影響を与えるので、極力組織の調節を図る必要がある。

3.3 板厚が薄いために工程中に接触するワイパー、油切りゴム等により板に疵やひずみを発生することがある。油切りゴムを軽くタッチして圧延油を真空で除去するバキュームワイパーの採用によって、板の表面疵の防止と後の焼なまし工程における濃厚なオイルステンの付着に対して有効なことが分った。

図1にバキュームワイパーの適用例を示す。本例では厚さ0.75~1.0mm、幅326~298mmの

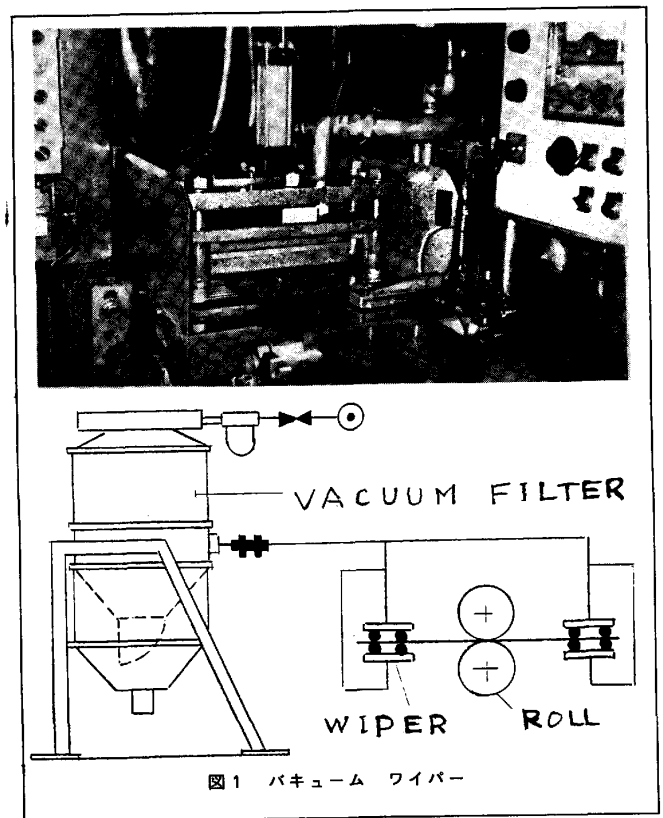


図1 バキューム ワイパー

板を 150 m/min の速度で圧延したとき、バキュームワイパーで吸引される圧延油量は 2.3×10^{-3} kg/m² 前後であった。

3.4 その他、薄板は表面が平滑であるので、コイル焼なましの場合の層間融着にも注意が必要で、圧延の巻取張力を弛めるための巻直し工程は必要である。ステンレス鋼ではとくに薄いものの酸洗は溶解量の点から不利であるので、光輝焼なましによることが多いが、この際ひずみの管理はとくに重要である。

4. Zハイミルによる合金鋼圧延の特性

4.1 Zハイミルの構造⁽²⁾

図2に従来の4ハイミルのロールの接触および負荷状態を示す。

従来の圧延機において、作業ロールおよび補強ロールは板幅よりも広く、二つのロールの接触部(図2A部)では反発力により作業ロールは曲げられ、補強ロールの軸心のたわみ以上に大きくたわむ結果、波状のエッジをもつ板が圧延されることになる。またこれらのたわみは、圧延荷重の大きさに比例し、かつ圧延荷重の大きさは、他の条件が同一であれば、作業ロール径の平方根に比例する。

したがって作業ロール径を小さくすれば圧延荷重も低くなり、圧延可能限界厚さも小さくなり、エッジドロップも小さくなる。⁽²⁾しかし従来の4ハイミルでは、あまり小径ロールを使用すると水平方向の曲りを生ずることと、ネック部の強度上の問題から、作業ロール径は板幅の0.35~0.5倍程度におさえられている。

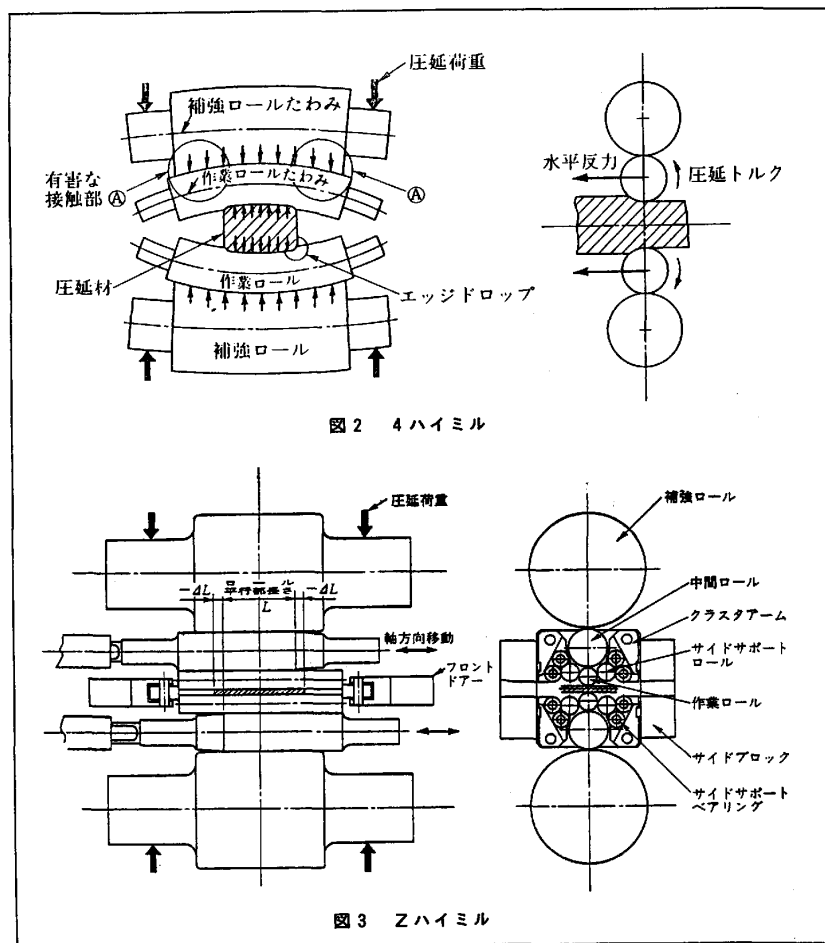
Zハイミルではこれらの欠点を補うために、この新しい機構を有している。

(1) ラテラル調整装置

図3に示すように、作業ロールと補強ロールの間に軸方向に移動可能で、かつ互に反対の一端にテーパ部を有する2本の間中ロールを設け、板幅の変化に応じて中中ロールを適宜軸方向に移動(ラテラル調整)させ、ロールの平行部長さLを板端より内側に設定することにより、前記の有害な接触部(図2A部)の悪影響を除去し、作業ロールの過大なたわみをなくし良好な形状の板を圧延することができる。

(2) クラスタ機構による小径作業ロールの採用

作業ロールに発生する水平方向の力は、作業ロールの両側に配置されたサイドサポートロール、サイ



84-A66

ドサポートベアリング、クラスターアームおよびサイドブロックで支えられる。したがって作業ロールをかなり小径とすることができ、フロンドドアを開くと容易に交換できる構造となっている。

4.2 実機の主な仕様

実機として使用している3台のZハイミルは、ほぼ類似の仕様であって次の通りである。

補強ロール径406mm(一基は460mm)、バレル長さ450mm、中間ロール径115mm、バレル長さ510mm(ラテラル調整量上下ロールとも50mm)、サイドサポートロール径50mm、バレル長さ460mm、サイドサポートベアリング径45mm、幅45mm(7個/列×8=56個)、圧延圧力200トン(最大)、圧延速度は三基それぞれ300、250、150m/min、ストリップテンションは三基それぞれ4500、5400、1350kgfである。

4.3 実機操業上の諸特性

(1) 薄板材の形状

ラテラル調整によって板形状を変化できるのはZハイミルの特性の第一に挙げられるものである。中間ロールのラテラル調整と板の形状との関係を見るため、厚さ0.53mm、幅247mmのSK-4の試験材を用いて、1パスで0.4mmまで圧延するとき、図3に示す ΔL を+10mmから-30mmまで変えたときの形状の変化を図4に示す。

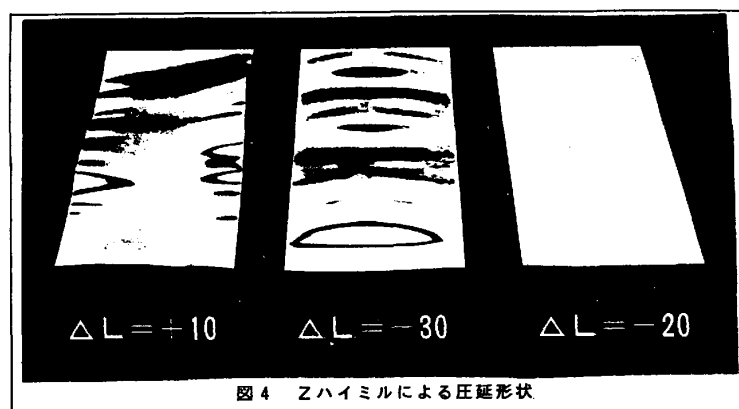


図4 Zハイミルによる圧延形状

切板の場合4ハイミルで圧延するとき、第1回のパスでは縁伸びとなって圧下量の制限をうけるのが常であるが、Zハイミルでは、最初から相当の圧下量を取れるので、小径ロールと相まってパス回数を減少できる。

このようにラテラル調整によって板の形状を容易に変化できるが、中延び状態で圧延するときはヘリングボンとなって板に表われることがある。これは普通は前方張力を強くすることによって消滅するが、製品の場合は注意が必要である。ヘリングボンは焼なましによって消滅し、軽度のものは製品切断によって消える。

(2) 厚さの許容差

厚さの許容差は薄板圧延に対しては重要な要素である。Zハイミルでは板のクラウンが4ハイミルと比べて小さくなる傾向が顕著である。これは作業ロールが小径であるのとストリップテンションの大きいことによるものである。長手方向の厚さむらは、4ハイとZハイの差はなく、加減速や焼なましの良否その他による影響が多いが、Zハイミルではクラウンの減少のため、幅方向の厚さむらは小さくなって、全体として許容差を小さくすることができる。この1例を図5および表1、表2に示す。

ただしZハイミルでもウェッジ材の矯正はできず、図5の下例のように偏肉の絶対値は小さくなっていても偏肉の比率はほぼ変わらない。この例では1.5mm厚さのとき、偏肉0.04mm、偏肉比率2.7%、0.7mmのとき、偏肉0.018mm、偏肉比率2.6%である。

硬い材料の薄板圧延においては、材料の塑性係数が大きいので、軟い材料の厚板と比べてロールギャップの変動による板厚の変動は少なくおさえられるが、補助ロールのネックに対するバレル部の振れと補助ロール用軸受の内輪のラジアル振れは重要な管理項目である。

(3) パス回数の減少

Zハイミルで圧延する場合、小径ロールの利点としてのパス回数の減少があるが、これは圧延率の如何に拘らず形状のよい板が得られるため、最初のパスから大きい圧延率を取ることが可能であるためと小径ロールのための圧延可能限界厚さの小さいためである。また小径であるため、圧延可能限界厚さに

達したときの圧延圧力も小さくなる。

4.3 作業上の注意点

(1) Zハイミルで圧延した材料の焼なまし後の硬度を調整するためにスキンプスする場合に、2ハイまたは4ハイミルで圧延すると、板クラウンが合致しないと形状がくづれてしまうことがあるので、2ハイまたは4ハイのロールクラウンを、板幅、厚さおよび材料硬度に応じて数多

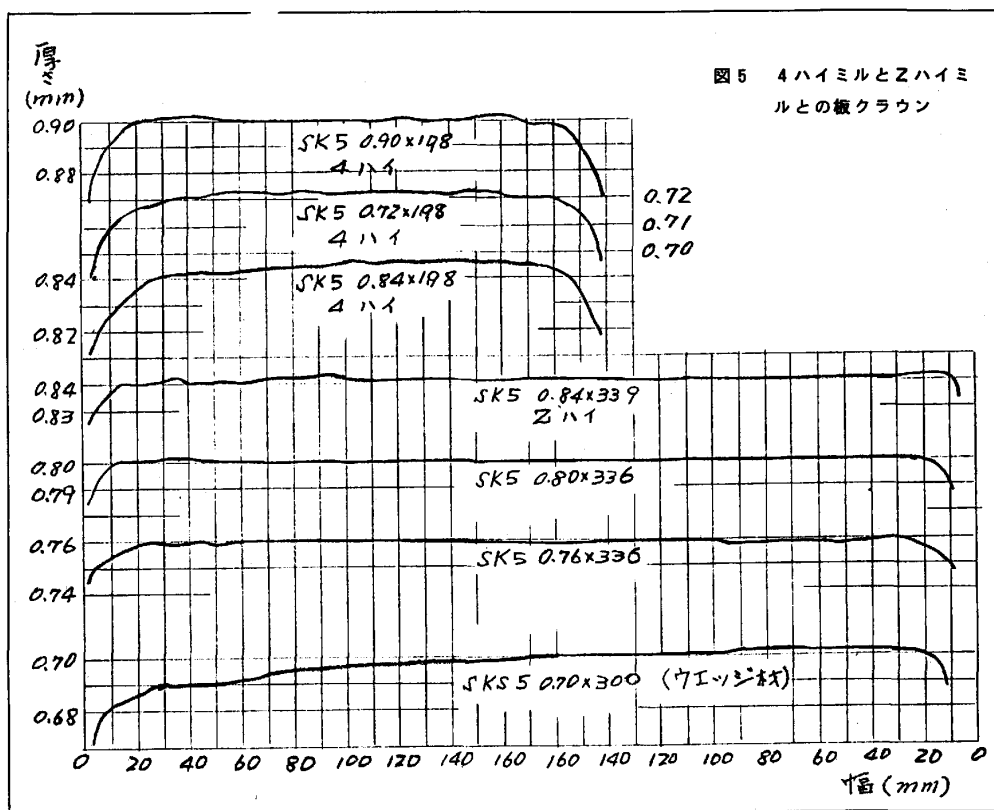


図5 4ハイミルとZハイミルとの板クラウン

く用意する必要がある。Zハイミルで圧延した材料を再びZハイミルで圧延すると、このようなトラブルもなくよい結果が得られている。

(2) 図3において上下作業ロールの中心が一致していないと、ある種の材料で圧延時にカーリングを生ずることがある。従って上下作業ロールとサイドサポートロールの寸法管理は必要項目の一つである。上下作業ロールを異径にした圧延機、または作業ロールをオフセットした圧延機については、この点懸念があろう。

(3) Zハイミルによる圧延においては、圧延油の管理は4ハイミルより慎重にする必要がある。これはクラスター機構の中に圧延油が停滞するので、油中のゴミ等により材料にきずの発生する機会が多いためである。圧延油ろ過装置の管理により解決される。

表1 Zハイミルの30厚さ範囲と4ハイミルの30規格の比較

厚さ [mm]	Zハイミル [mm]			4ハイミル [mm]		
	\bar{x}	σ	$\bar{x}+3\sigma$	3級	2級	1級
0.20	-1.18	1.61	6.0	10	8	7
0.30	-0.68	2.18	7.2	12	10	8
0.40	-1.35	1.99	7.3	15	12	9
0.54	-0.99	2.39	8.2	18	13	10
0.68	-1.35	2.28	8.2	20	15	11
0.74	-1.38	2.13	7.8	22	17	11
0.79	-1.52	3.02	10.6	22	17	11
0.84	-0.77	3.74	12.0	24	18	12
1.00	-0.93	3.46	11.3	30	22	15
1.10	-1.08	3.27	10.9	30	22	15
1.18	-1.43	2.45	8.8	30	22	15

計算. SK-5M, $n=22\sim24$, $k=4$

表2 4ハイミルとZハイミルの歩留の比較

	4ハイミル	Zハイミル
ロット数	25	25
重量 Kg	34,488	37,434
長手方向歩留%	85.7	86.6
幅方向歩留%	83.7	96.1

SK-5M, 1.0x330mm
厚さ規格: ± 0.010 mm, 偏肉 0.012 mm以下

参考文献

- (1) 日本鉄鋼協会, 第92・93回西山記念技術講座
- (2) 小松, 山本ら; 塑性と加工 vol 23, (1982-12) p. 1267
- (3) 藤沢, 小松; 塑性と加工 vol 4, (1963-4) p. 195