

鉄鋼技術共同研究会鋼材部会中小形分科会報告書

1. 総 説

1.1 中小形圧延製品の概要

中小形製品の特徴は一口にいつて多品種少量生産であつて鋼材部会の他の分科会と比較しても圧延品種が最も多い。したがつて本報告書の参加工場も、18事業所、39工場に達するメンバーである。

いま、34年度通産省統計によりその製品分野を他の圧

表 1.1 普通鋼圧延鋼材品種別生産構成比

名 称		生産比率 (%)	中小形関係
軌 条	重 軌 条	3.2	○(注)
	軽 軌 条	0.2	◎
鋼 矢 板 形 鋼	鋼 矢 板	0.9	
	大 形	4.5	○
	中 形	5.3	◎
	小 形	1.3	◎
棒 鋼	軽 量 形 鋼 リムリング サッシュバー	1.0	
	大 形	0.3	◎
	中 形	0.2	○
	小 形	1.1	◎
	バ ー イ ン コ イ ル	15.9	◎
線 材	普 通	0.7	◎
	特 殊	7.0	○
	厚 板	2.7	○
鋼 板	厚 板	19.2	
	中 板	4.0	
	薄 板	2.4	
	冷 延 鋼 板	8.8	
	再 生 仕 上 鋼 板	0.1	
珪素鋼板	B C 級	0.3	
	T D 級	0.5	
ブリキ 帯 鋼		2.9	
		0.3	
鋼 管	継 目	2.7	
	無 縫	2.4	
	電 溶 鍛 接	1.6	
外 輪 広巾帯鋼 亜鉛鉄板		0.4	
		2.2	
		6.4	
その他		2.1	

注) タイプレート、継目板を含む。

延品種と比較して見ると表 1.1 のごとくなる。

この表の◎印が中小形圧延工場における製造品種であるが、特に最近では大形製品の一部および線材の分野まで中小形工場で生産されているところもあるので○印で示した。

34年会計年度における普通鋼圧延鋼材合計 1,312万 t のうち中小形圧延工場で生産する鋼材は、普通鋼圧延鋼材の 24.8%, 約 322 万 t にも達している。

また中小形圧延鋼材の需要先は棒鋼では産業用機械・自動車・建設用・造船・電気機器・鉄道用が主体でありまた形鋼では産業用機械・造船・建設用が主要な部分を占めている。

これらの需要は国内のみでなく輸出においても34年度で形鋼 37,800 t, 棒鋼 158,200 t の実績を示し、比率は中小形圧延鋼材全生産量の 6.1% に相当する。

特に国内における鋼材価格はいわゆる公販品種に含まれるものが中小形では特に多く、比較的 に生産・販売も安定して来ていることも一つの特徴であろう。

以上は普通鋼の概要であるが、中小形工場で圧延する特殊鋼については、棒鋼を主体とした機械構造用炭素鋼、構造用合金鋼、バネ鋼、軸受鋼、工具鋼、ステンレス鋼および平鋼、帯鋼、線材などがある。またこのほかにステンレス薄板が大きい分野を占めているが、ここではふれないこととする。熱間圧延による特殊鋼は34年度で約95万 t に達し、その構成比は、工具鋼 7.2%, 構造用鋼 59.2%, 特殊用途に 33.6% であつて、年々増加の傾向にある。

1.2 中小形圧延工場の概要

中小形圧延工場は、主として従来は中形工場と小形工場は別個に建設され設備をして来たのであるが、最近における設備改造新設による新しい圧延機配列によつて中小形のコンビネーションタイプがわが国にも生まれて来ている。

中形と小形の分野はなにによつて決めるか、従来一般に行なわれている製品サイズよりの分類を述べて見ると表 1.2 のごとくなる。

また、圧延機、ロールの強度が問題であつて、大きい製品を小さなロールで圧延した場合には圧延荷重の過大

表 1.2 大形・中形・小形の分類

品種	寸法	大形	中形	小形
丸鋼 角鋼 六角鋼 八角鋼	直径 辺 対辺距離 "	100mm 超	50mm~100mm	50mm 未満
平鋼 半円鋼	巾 "	130mm 超	65mm~130mm	65mm 未満
山形鋼	両辺の和 (除125×90)	200mm 超	100mm ~200mm (125×90を含む)	100mm 未満
溝形鋼 I形鋼 T形鋼 Z形鋼	フランジ の高さ " " "	100mm 超	50mm~100mm	50mm 未満

- 注 1) 不等辺山形鋼 125×90 mm のみは従来からの商慣習により特例として中形形鋼に含まれている。
- 2) 現状では平鋼と巾狭物のうち中、厚板との区分取決めはないが、条鋼圧延機により生産されたものを平鋼とし、帯鋼圧延機によつたものを中、厚板として分類することが多い。
- 3) デフォームドバーは小形棒鋼に入っている。
- 4) リテーニングバーは山形鋼と平鋼の中間形状であり現状は小形棒鋼に入っている。

によりロールが折損して作業上大きな損失を受けることがある。したがって中形、小形工場の最終仕上ロールの胴径が中形 (450~650mmφ) 小形 (450mmφ 以下) として分類しているが、連続式圧延機の配列およびロール材質の改善に伴なつてさらに小径ロールで大きい製品の圧延が今後可能となるであろう。この他に中、小形工場で圧延される製品にはシートバー、ビレットの半成品と軽軌条、帯鋼、線材も可能であるが、帯鋼、線材は各分科会において報告されるので本報告では省略しておく。

1.3 本報告書について

以下に各章に述べられる主要な事項と要点および利用の点について記しておく。

- (1) 設備と操業においては、中小形分科会に参加した工場の工場配置を示し、またその設備能力についても各項目にわたり明細に示してあるので、今後の工場建設の絶好の資料ともなることと信ずる。特に製造品種によつて設備、レイアウトともに著しく異なつて来る。その種類は中形工場、中小形兼用の工場、小形製品専

門の工場、また特殊鋼を主として圧延する工場と分れその製造工程も多分に相違する。最近における設備更新によつてそのレイアウトの傾向を見ると、中形小形の兼用圧延工場、または小形線材の兼用などいわゆるマーチャントミルとしての圧延機配列に向つている。すなわち圧延機の配置を中形工場では従来のクロスカントリー式が多かつたものが、また小形工場でも並列配置であつたものが、全連続のタンデム圧延機配列に変わりつつあり、圧延速度のスピードアップによる大量生産方式が考慮されている。特殊鋼工場においては多くの鋼種の圧延前後処理工程が複雑になる関係で工場配置も融通性のきく少量圧延に適している方法がとられている。

製造工程については、圧延工程における自動化による量産と品質の向上を計り、圧延品質を上げるための素材手入、加熱の管理、圧延における寸法精度の向上と最終検査による品質の保証について次第に製造工程も複雑になり、また製造コストを下げるための単純化が進められている。

現在稼働中の各社の操業状況、中でも操業時間について多くの統計結果を 2.4 操業の概要に示した。ここでは中形小形、特殊鋼各工場の比較において述べているが、同じ圧延工場の中でも、薄板ストリップ、厚板、製管各圧延工場とも比較して、特に比較的少量各品種の製品を圧延している中小形工場の特徴があり、またこれらの稼働時間調査結果より見ても、今後さらに生産性を上げるための研究を必要としていることを痛感している。

その各時間の平均値について表 1.3 を参考にされ

表 1.3 操業の状況

項	目	中形工場	小形工場	特殊鋼工場
1	1カ月の作業時間	461 h	452	404
2	" ロール運転時間	343 h	368	317
3	稼働率	74.8%	80.5	79.8
4	1カ月の生産高	7,628 t	4,300	1,846
5	1時間の"	18.4t/h	11.6	—
6	実働1時間の"	23.9t/h	14.2	5.9
7	勤務時間中の休止時間	110 h	88	84
休止原因内訳				
	加熱	4.6%	0.7	8.2
	圧延	46.6%	40.7	72.7
	精整	1.4%	1.1	3.2
	電気	1.4%	0.9	1.6
	休憩	32.8%	44.7	8.3
	その他	13.2%	11.9	6.0

たい。この表で1カ月の作業時間は中形が多いが、ロール運転時間は小形工場が多く、稼働率においても小形80.5%、特殊鋼79.8%について中形の74.8%と最低になつているのは、ロール組替時間が小形、および特殊鋼工場より長時間を要し、かつ多品種の圧延を行なう関係が表われている。これは勤務時間中における休止時間においても同様のことで、品種・サイズ替がいかに多いかを物語っている。生産高、能率は表に示すごとくであるが、休止時間の内訳において、圧延前の素材加熱による休止は加熱待ちと称する加熱能力不足に起因する休止で、中でも特殊鋼工場では8.2%あり、特殊鋼の加熱が特に問題であるし、中形でもその傾向があり、概して圧延能力に比して加熱設備能力が現状においておけていることがいえよう。いずれにしても圧延による休止時間が圧倒的に多くあり、特殊鋼で休止時間の72.7%、中形で46.6%、小形で40.7%あり、圧延中の材料詰りとかミスロール、圧延中の製品疵発生またはそれに伴うカリバー替、大きなロール事故などが起因している。さらに精整関係の原因による休止は特殊鋼が多く、これも特殊鋼の圧延完了後の処理が多くあるため鋸断時の鋸刃摩耗、冷却ピット徐冷処理の工程において休止を余儀なくされるのが原因で、これらの精整処理のゆきづまりは、中形小形工場においても圧延能率の増大に伴なつて最近ますます問題となつている点でもある。これらは平均値の傾向について述べたが、詳細は2.4に各データを集録した。

(2) 次に素材から加熱・圧延して得られた製品の良品歩留の傾向を2.5に示している。良品歩留は素材が鋼塊(インゴット)からの場合と大鋼塊を分塊工場に分塊し鋼片(ブルームまたはビレット)として使用する場合と、その良品比率は当然異なつてくる。また中形、小形製品でも、素材のある断面のものから中形、小形断面のものに圧延によつて延伸し断面を縮少する訳であるが、製造品種によつてはその断面縮少率が大きいもの、すなわち概して小形製品は歩留がよく、またその縮少率の小さい中形製品は、素材にあつた疵とか欠陥が製品まで残る傾向をもっている。その概況を表1.4に示す。

作業人員については表2.1に示してある。合理的な人員配置により1人当たり1時間の生産量を増大させることは各社の企業採算上より最も重要な点であるが、これを進める上には是非とも技術的な方策をとつて設備の自動化を進め、工程の単純化を進めてゆかね

表 1.4 歩 留

サイズ	素 材	良品歩留%
中 形	鋼 塊	90~96
	鋼片(ブルーム+ビレット)	92~97
小 形	鋼 塊+鋼 片	80~92
	鋼 塊	92~96
	鋼片(ブルーム+ビレット)	88~98
中 小 形	鋼 塊+鋼 片	88~96
	鋼 片	91~96
特殊鋼中形	鋼 片+鋼 塊	75~93
特殊鋼小形	鋼 片+鋼 塊	82~94

注) 鋼塊+鋼片とは製品断面或いは材料関係の都合により鋼塊より直接圧延する場合もありまた鋼片も使用する場合もある事を示す。

ばならない。各社その組織が異なるが人員配置表を参考として集中管理方式を随時採用して、また圧延能率を向上して T/Man を上昇させ、または要員配置を再検討して、労務費の減少を行なうべくさらに進んで研究すべき課題である。

(3) 素材に関して各社の使用状況をのべ、良い品をうるには素材品質の向上がまず第一であることにより、その疵取り手入方法について詳しく述べている。近年分塊圧延機が各社において次第に設置されて来た。これも従来中形、小形各工場ともに鋼塊が使用されそのコスト的に有利な点が保たれて来たが、最近は大規模生産の能率向上から、また製造品種の質的向上を求めて、大鋼塊を小鋼片に分塊して疵取り後、中、小形工場で圧延する方式が多く採用されている。

したがつて疵取り作業がその能率上特に問題となつており、特殊鋼工場では材質的にスクーピング法が余りとられず、チップング、グラインダー法、ピーリング法の進歩があり、機械化が進められている。素材の疵の検査判別法についても磁気探傷、酸洗、その他の方法がとられ、精度の向上と能率増大によるコスト低下に研究がなされている。

(4) 加熱についてその設備および作業方法に関して述べた。加熱能力増大については加熱帯の増設、炉形の改造が進められ、熱効率を上げるための断熱耐火煉瓦の使用、ドライスキットの採用、熱回収のレキュペレーターの取付などが行なわれている。また最近の傾向として従来の石炭焚きから重油への変更が大きく、また加熱炉修理についての問題点をとり上げて、その修理サイクルについて検討し、最近では著しくサイクルが

伸びて来ている。加熱操作の自動制御も技術的に進歩して来た。熱効率もこの数年で非常に進歩してきて加熱コストも低下してきている。

- (5) 圧延ではまず圧延方式について、各素材に対する圧延品種の圧延孔型すなわち粗ロール、仕上ロールの孔型方式を論じ、パス回数を出来るだけ減らし、かつ造型が合理的に可能となるような孔型の研究を行なった。これらの点は各社の圧延機配列に伴う独自の方式が採用されているが、品質歩留および圧延能率に最も影響する重要な点であるので、非常に参考になるところであろう。

圧延機とその付属品、スタンド形式、バルケン、フェールング、フンドの設計と取付方法、ロール軸受およびロールの寿命に関しては圧延工場の作業者としては最大の関心ごとであつて、その改善については種々の研究がなされている。

ロール軸受と潤滑では一般に合成樹脂軸受が採用されているが、精度向上のため仕上および仕上前スタンドにローラーベアリングが使用されつつある。今後圧延機の高速度化のためにも転り軸受がなお一層使用されるようになる。

ロール冷却水、軸受冷却水ともに圧延工場で使用する水は相当量に達し 1 工場 1 時間で 200t~500t 近くは普通であるので特に最近では問題になるところである。さらに圧延用ロール材質と使用成績に関しては製造原価に対してもロール費用の占める割合は大きいため重要な部分をなしている。最近のダクタイルロール

の出現により進歩がいちじるしい。ロールの組替、圧延品種の型替による休止の問題もここでとり上げて、その組替型替に要する時間を如何にして短縮して行くことが出来るか、現状はどの程度か、について研究したところを述べている。最後に最終製品の寸法バラツキの変動の実態とその要因について研究して来た結果を示した。今後ますますその品種の寸法精度を熱間圧延によつて向上させてゆくことは必らず要求されて来るところである。

- (6) 精整と矯正作業に関して冷却床、ピット徐冷剪断機、鋸断機、矯正機などの作業、設備の現状を述べて、現在ネックともなり問題ともなっている点を解明した。各工場ともに圧延能力の増大に伴ない、精整、矯正の処理能力不足を生じている。
- (7) 製品の検査は如何に行なわれているか、製品疵の原因はどのような箇所であり対策は如何にとられているかについて説明した。製品の品質保証は、圧延など各工程の品質管理、作業管理の進歩により品質が安定しつつある現在、検査コストの低減対策について各社の研究も活発である。
- (8) 工場の管理方式について、工場側として如何にすれば適正な管理ができるか、組織上需要家のクレーム処理は如何にして行なうか、工場内の管理体制は如何にあるべきかなどについて検討結果をまとめてある。
- (9) 付録として中小形圧延工場に関する文献を設備、素材、加熱、圧延、精整、矯正などに関して最新のものを主体として掲載した。研究の参考となると信ずる。