

討15

連続ミルにおける細丸鋼片の新孔型造形法の開発

住友金属 和歌山製鉄所 梨和 甫

○工藤孝之 嘉指洋志

本社 村岡義章

中央技術研究所 林 千博

1. 緒言

連続式圧延機による細丸鋼片の圧延方式としては、ボックス→オーバル→ラウンド系列によるのが常識とされ、広く一般的に適用されている。しかしこの方法は、

(1) 圧延中の孔型未拘束部は材料の巾拡りが主体となって表面層の延伸効果に乏しく、鋼塊ピンホール等に起因する線状疵の減少については多くを望めず品質面で好ましくない。

(2) 又、圧延ロールの原単位の面から考えると、ボックス孔型は側壁テーパ角度が大きいため、側壁テーパ角度の小さい、ダイヤ→スクエア孔型系列に比較してロール削正時の切込量が大きくなり、ロール原単位は悪くなる。

この点を補なうため、ダイヤ→スクエア孔型系列の一つの変形法からなるゴシック圧延法を連続鋼片ミルに適用し、順調に稼動しているので概要を報告する。

2. ゴシック圧延の概要

この孔型はふくらみを有するダイヤ→スクエア孔型からなる孔型系列の事であり、分塊圧延機で圧延されたボックス放し粗角を連続ミルへ45°転回して装入し、以後のスタンド間での転回なしに、鋼塊面部を連続ミルで常時孔型拘束面下に置き、圧下を行わせ丸鋼片を圧延する方法である。

図1にボックス法とゴシック法の比較図を示す。

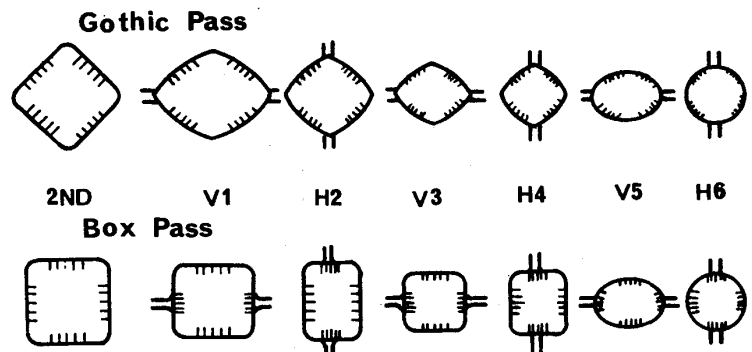


図1. ゴシック法とボックス法の比較

3. 孔型設計上の要点

このゴシック孔型は造形的には材料が倒れ易い孔型であり、孔型設計においては特にこの点に留意して設計を行っている。

即ち、図2に示すように、例えばiスタンドのロール孔型の材料噛み込み点(X-X面)の断面の形状を(i-1)スタンドを出た材料の形状にできるだけ近ずける条件で孔型設計がなされ、孔型で材料が保持されるような状態となっている。

このため孔型頂部のコーナーRおよびふくらみのRの設計が重要である。またオーバル孔型へ入る材料の形状は圧延安定性を確保するとともにオーバルへの充満度も重視しなければならない。

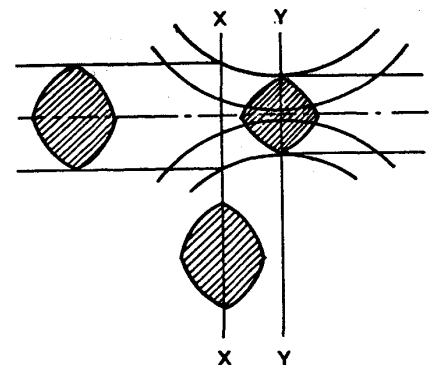


図2. 孔型設計の要点

4 孔型系列と表面疵について

孔型圧延時の材料とロールの接触形状は、ダイヤ→スクエア系列に代表されるような凸型形状を有するものとスクエア→オーバル系列に代表されるような凹型形状を有するものに分類できる。

凸型接触の場合は、フランジ側の巾方向の歪が小さく、従って自由面にもかかわらず疵が増大しにくい。一方凹型接触の場合はフランジ側の自由面における巾方向の歪が大きく、この部分の疵は増大しやすい。

ボックス→オーバル→ラウンド系列は凹型接触となり疵減少において不利であり、ゴシック→オーバル→ラウンドは凸型接触となり各面の延伸が均一となり疵が減少しやすい、細丸鋼片の圧延における表面疵からみた最適孔型系列についてのモデルミル比較テスト結果を表2に示す。

表2. モデルミルテスト結果

テスト No.	細丸鋼片孔型系列				紛状疵	
	V ₁ スタンド	H ₂	V ₃	H ₄	深さ比 (K)	天地、オー バルの差 (ΔK)
1	ボックス	ボックス	オーバル	ラウンド	0.66	0.12
2	ボックス	オクタゴン	オーバル	ラウンド	0.60	0.11
3	ボックス	コンケープ ボックス	オーバル	ラウンド	0.72	0.10
4	ゴシック	ゴシック	オーバル	ラウンド	0.58	0.00

$$K = \frac{\text{圧延後の平均疵深さ}}{\text{圧延前の人工疵深さ}}$$

ΔK = 圧延後の天地とオーバルの差

5. 鋼片表面疵の改善強果

鋼片連続ミルでボックス系列とゴシック系列で実際に圧延された丸鋼片の表面疵の状況を以下に示す。

図3に黒皮鋼片における手入本数率と疵個数を、図4に削材における疵個数と疵総長さを示すが、黒皮鋼片では手入率で約20%、疵個数で約70%ゴシック系列の方が低減している。又1mm外削材でも同様の傾向を示している。図5は鋼片位置別の疵個数を示すがゴシック系列ではボックス系列に比較して鋼片の天地、オーバル部の疵個数が減少している。この理由は以下のように考えられる。

分塊圧延機で圧延されたブルームでは鋼塊のピンホールに起因する線状疵は一般にコーナー部には少ないが面部には残存しやすい。このブルームをボックス系列で圧延すると図1に示すように直接圧下を受ける上下面は疵の深さが減少するが直接圧下を受けない側面は疵の深さを減ずることがないばかりではなく、特にオーバル→ラウンドパスでは巾拡りと共にかえって疵の深さを助長することになり、結局丸鋼片では疵が残存しやすい。

一方ゴシック系列での圧延では分塊圧延機で圧延されたブルームはV1スタンドで圧延される前に45度転回されるため、面部は各スタンドで直接圧下を受けることになり、この面部にある疵の深さは浅くなり、丸鋼片では45度方向に浅い疵が残存するだけである。

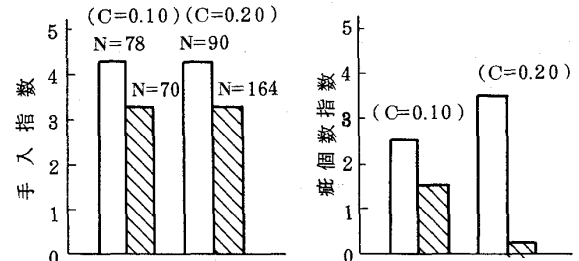


図3. 手入率，筋疵個数の低減（黒皮材）

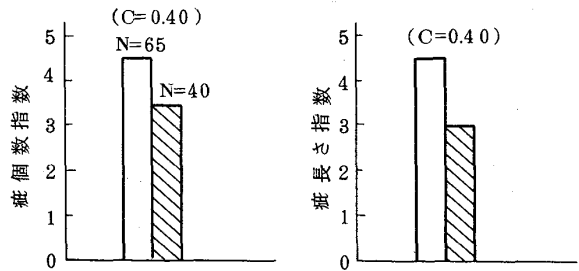


図4. 筋疵個数，筋疵総長さの低減（1mm削材）

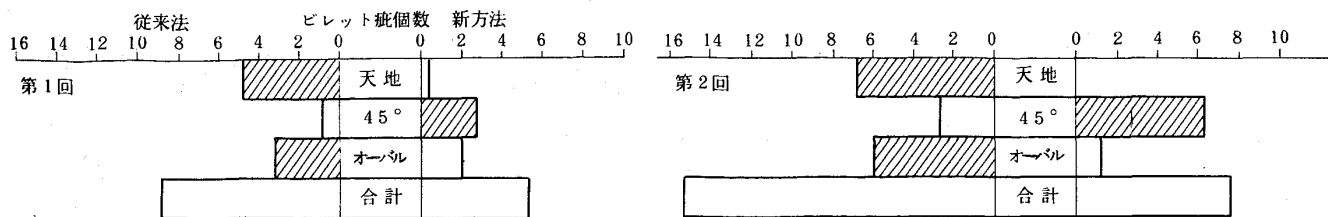


図5. 筋疵個数の分布状況 (チャージ折半, 黒皮材)

6. ロール原単位の向上

孔型の摩耗は一般的には側壁部が多く、ロールの削正量はこの部分の摩耗量により決定される。

ボックス孔型は側壁が急勾配となるため、同じ摩耗量でもロール削正量は大きくなる。一方ゴシック孔型では側壁の角度がゆるいため、同じ摩耗量でもロール削正量は少なく済み、結局ロール原単位はゴシック孔型ではボックス孔型に比較して大巾に向上する。

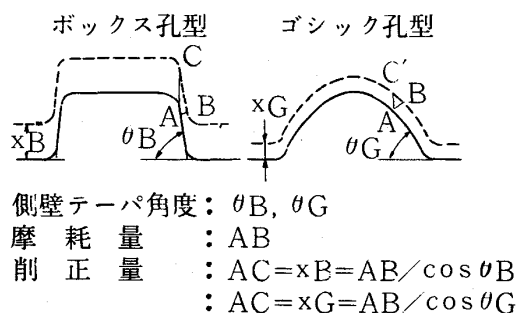


図6. ロール削正量比較

図6にロール孔型と削正量の比較を模式的に示す。

昭和51年8月に4スタンドから6スタンドにミルの増強を行ない、同時にゴシック孔型を導入しているが、実操業でのロール原単位の比較を表3に示す。ゴシック孔型に切替えたV1~H4スタンドについては各スタンド共ロール原単位は大巾に向上している。

表3. ロール原単位比較

	ゴシック系列 (6CM)					ボックス系列 (4CM)					原単位比 (ゴシック) ボックス
	孔型	ロール削正回数 (チャンス)	圧延量 (T/チャンス)	削正量 (mm/チャンス)	原単位 (T/mm)	孔型	ロール削正回数 (チャンス)	圧延量 (T/チャンス)	削正量 (mm/チャンス)	原単位 (T/mm)	
V1	ゴシック	22	15,517	6.96	2231	—	—	—	—	(1147)	(1.9)
H2	ゴシック	22	13,535	8.96	1511	—	—	—	—	(776)	(2.0)
V3	ゴシック	21	14,244	7.69	1852	ボックス	15	15,143	13.2	1147	1.6
H4	ゴシック	24	13,002	6.83	1903	ボックス	20	11,644	15.0	776	2.5
V5	オーバル	20	15,644	10.95	1429	オーバル	18	14,132	11.6	1223	1.2
H6	ラウンド	30	8,855	7.03	1259	ラウンド	22	10,974	7.1	1548	0.8

表4. 圧延スケジュール例

7. 圧延実績

現在、当工場の連続鋼片ミルでは管材用丸鋼片として165φ~228φサイズまで月間約9万トンがこのゴシック系列で圧延している。

表4に圧延スケジュールの一例を示すが、ボックス系列に比較して各スタンドの圧下率は比較的均一化できる。

粗角	断面 寸法	V1	H2	V3	H4	V5	H6
		165φ	280φ	338 × 272	278 × 278	284 × 214	220 × 220
	圧下率	140	164	190	190	198	210
187φ	断面 寸法	338 × 272	280 × 280	288 × 228	228 × 234	232 × 182	189.6φ
	圧下率	140	160	179	182	151	190
213φ	断面 寸法	372 × 303	311 × 311	320 × 250	258 × 258	266 × 204	216.2φ
	圧下率	124	138	148	147	144	134

7-1. 圧延荷重

ゴシック系列により213φサイズを圧延した時の圧延荷重測定結果を図7に示す。

又同時にV₃スタンド圧延トルクも実測したがいずれも比較的低い値を示し200φ以上の連続ミル圧延についても問題ないことがわかる。圧延荷重とトルク値からトルクアーム系数を求めた結果0.63となった。

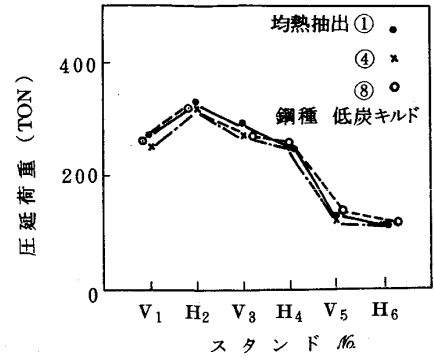


図7. 圧延荷重測定結果(213φ)

7-2. 巾振り

実機圧延中の材料よりサンプルを採取し、巾振りの調査を行なった結果を図8に示すが、Wusatowskiの式により計算した値と比較すると、断面減少率が大きくなりβ(巾振り係数)が大きくなるにつれて差が生じてくる傾向にある。

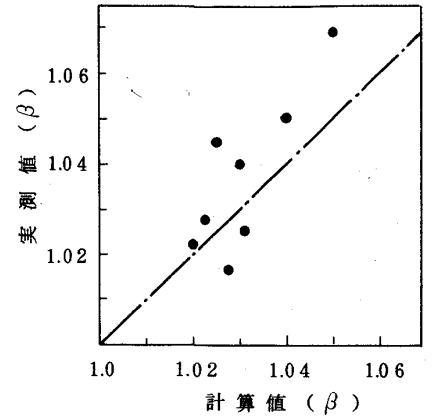


図8. 巾振り測定結果

7-3. ロール有効半径

ロール直径を一定とした場合の有効半径が孔型のどの点に位置するかを測定結果を図9に示す。この結果によると有効半径点はボックス孔型では孔底から約20%までに位置し、孔底近くであり、ダイヤ→スクエア孔型では逆に孔型特性から外周部より20~40%附近となる。

一方ゴシック孔型では孔型にふくらみがあるため、ダイヤ→スクエア孔型より孔底側に移動し、オーバル、ラウンド孔型と類似の値を示している。

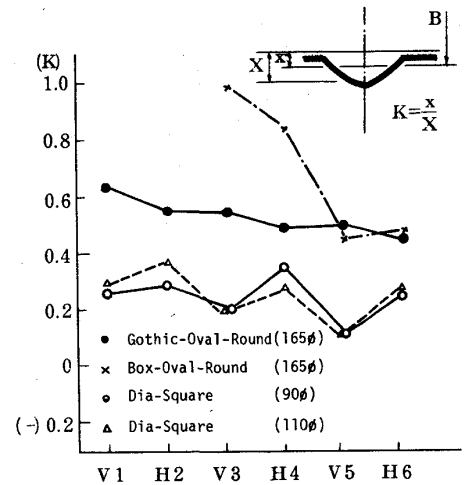


図9. 有効半径

8. 結言

昭和51年8月連続ミルによるゴシック系列による丸鋼片の圧延を開始以来、その圧延技術の確立、適用範囲の拡大に努め、現在では順調に圧延を行なっている。