

分塊圧延におけるクロップ形状改善法（噛み戻し圧延）

“Bite and Back” Rolling Method to Improve Slab Rectangularity in Slab Rolling

金 成 昌 平*
Shohei Kanari

片 岡 健 二**
Kenji Kataoka

中 川 吉左衛門***
Kichizaemon Nakagawa

松 崎 実****
Minoru Matsuzaki

小 川 靖 夫*****
Yasuo Ogawa

中 里 嘉 夫*****
Yoshio Nakazato

吉 村 英 明*****
Hideaki Yoshimura

Synopsis:

Metal deformation behavior has been investigated to improve slab rectangularity in slab rolling. A newly developed rolling method called “Bite and Back” can sufficiently serve the purpose by giving rectangular shape to both leading and tail ends of slabs, while minimizing crop loss due to overlap in longitudinal section.

This new method developed by laboratory mill experiments was applied to actual mill at Chiba Works, Kawasaki Steel Corp. and increased slab yield by 4%. A new world record of 95.9% in slab rolling yield of capped steel was attained by this new method in March, 1980.

1. 緒 言

近年、分塊圧延工場における稼働率は、連続製造比率の上昇に伴い、ますます低下してきた。このような環境下にあつて、分塊スラブの製造歩留りを連铸スラブに近づけるように操業技術の開発、改善に努めているのが鉄鋼各社の現状である。

分塊圧延過程で発生するロスの中で最も量的に多いのは、Fig. 1 に示すような厚み方向に折れ込む二枚板状のオーバーラップと幅方向中央部が凹形状となるフィッシュテールとからなる形状不良部（以下、これらを含めてクロップと記す）の切

捨てであり、このロスは鋼塊重量の6～7%にも達している。したがって、オーバーラップ長さの低減および先後端平面形状の矩形化などにより、このロスを極限まで減らすことは、分塊圧延歩留り向上のうえで重要な課題である。

従来から、クロップロスの改善策としては、鋼塊形状の修正^{1,2)}やパス・スケジュールの適正化³⁾およびウエル定盤形状・寸法の修正⁴⁾などがあり、歩留りの向上が図られている。しかし、これらの方法では設備的な制約や造塊条件の問題等により、その効果に限界があつた。

そこで、筆者らは鋼を用いたモデル実験により、非定常部の基本的な変形挙動を詳細に検討し、設

* 技術研究所加工研究室
*** 技術研究所次長兼加工研究室室長・工博
***** 千葉製鉄所熱間圧延部分塊課課長
***** 人事部付(掛長)川鉄金属工業園出向
(昭和55年7月16日原稿受付)

** 技術研究所加工研究室主任研究員
**** 千葉製鉄所熱間圧延部熱延技術室
***** 千葉製鉄所熱間圧延部部長

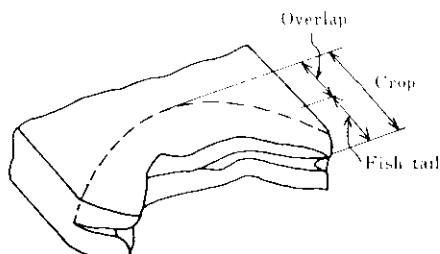


Fig. 1 The shape of slab end and definition of terms used

備は現状のままで、クロップの形状改善法によるより一層の歩留り向上を得る新しい分塊圧延方法⁵⁻⁷⁾(以後、噛み戻し圧延と記す)を開発した。

現在、この技術を千葉および水島製鉄所の第2分塊工場において工程化し、大きな成果を得ているので以下に報告する。

2. 1パスの圧延による先後端部の変形挙動

通常、分塊圧延後に不良片部として切断される位置は、厚み方向に生成されるオーバーラップによりきまる。このことから、歩留り向上のためにはこの長さを極限まで減少させることが重要である。この端部における変形は三次元的であるため、理論的解析はなされておらず、もっぱら実験的研究^{8,9)}によっている。筆者らも従来圧延法におけるオーバーラップ長さにおよぼす鋼塊寸法および1パスあたりの圧下量の影響を明らかにするため、1/10縮尺の鋼を用いたモデル実験を行った。

なお、従来圧延法におけるクロップの生成機構を簡単に説明する。水平ロールと垂直ロールとを具備したユニバーサル圧延機により、鋼塊からスラブに圧延する場合、圧延初期の数パスは鋼塊の表面にある一次スケールの剝離およびテーパー消去を目的として、水平ロールで鋼塊の幅方向(長辺側)に圧延するが、この時点で端部は凹形になり、フィッシュテールの成長が開始すると同時に厚み方向(短辺側)にはドックホーンと呼ばれる局所的な厚みの増加が生じる。その後、被圧延材は90°転回されて、水平ロールによる厚み方向(短辺側)の圧延に移行するが、ここでも幅圧延時と同様に端部は凹形になり、オーバーラップの成長が開始すると同時に、ドックホーン部が圧延されるため、前工程で生じたフィッシュテールが助長

される。以後、10数回の水平ロールと垂直ロールとのリバーズ圧延により、上述した現象が繰返され、所望のスラブ厚み、幅になるまでにクロップが著しく助長される。

このようなことから、本モデル実験条件の設定に際しては、圧延初期のうち、鋼塊を立てて幅方向に圧延するパスと、90°転回後の厚み方向に圧延するパスの鋼塊寸法および1パスあたりの圧下量を想定した。

2.1 実験方法

Table 1に示すような圧延条件で1パス圧延し、Fig. 2にしたがいクロップ長さを求めた。

Table 1 Experimental conditions

Model ingot (1/10 scale of 18-ton steel ingot)	Dimensions	(1) $t_0 \times 60 W_0 \times 250l$ ($t_0 = 98, 108, 118\text{mm}$)
		(2) $t_0 \times 118 W_0 \times 250l$ ($t_0 = 40, 60, 80\text{mm}$)
	Material	Low manganese killed steel
Draft (Δt)		3, 6, 10 mm/pass
Rolling temperature		$1000 \pm 50^\circ\text{C}$
Roll diameter		120 mm
Rolling speed		7 m/min

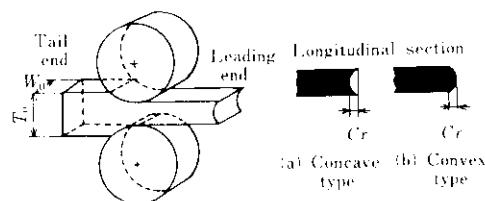


Fig. 2 Definition of crop length

2.2 実験結果と考察

2.2.1 幅方向両サイドのクロップ長さ

幅方向の両サイドは厚み方向の圧下により、Fig. 3に示すように、いずれの鋼塊厚み、圧下量の条件下でも、幅拘束のないサイドの自由端では容易にメタルが流動するために、凹形のクロップとなる。このクロップ長さは圧延の噛み込み側と噛み抜け側とで挙動が異なり、噛み込み側でみると、鋼塊厚みが厚くなるほど、1パスあたりの圧

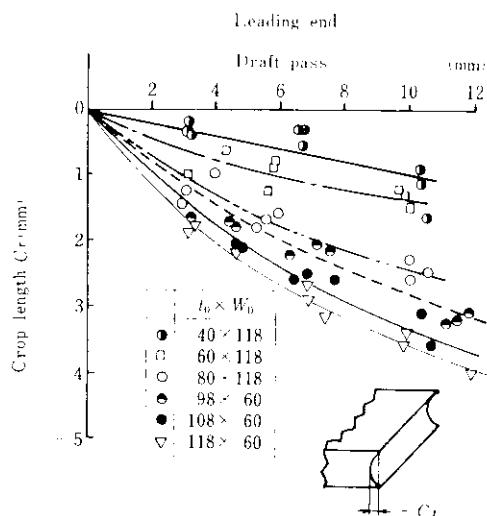


Fig. 3 Effects of ingot thickness and draft on the crop lengths at the sides of the leading and the tail ends of slab

下量が大きくなるほど大きくなる。この原因はV印にみられるような圧延初期パス寸法相当の場合、ロール径(120mmφ)と鋼塊厚み(118mm)とがほぼ同じであることに起因している。すなわち、材料に力を加えている長さが、厚さに比して小さい場合には、材料が変形を起こす厚さは、ほぼ力を加えている長さ程度であることによる。つまり、圧延初期の場合の圧下作用長さ(投影接触長さ $= (\text{ロール半径} \times \text{圧下量})^{1/2}$)は、圧下量10mmの場合で24mmとなり、この程度の厚さが上下変形を受けるだけであるため、中心近傍に比して表層部のメタルフローが大きくなり、凹形のクロップ長さを大きくするのである。また、ロールによる圧延の場合、噛み込み側では接触弧に沿ったわん曲変形を呈しながら圧延されるので、圧下量の増大はせん断変形を大きくし、クロップの長さを大きくするのである。一方、噛み抜け側では、鋼塊厚みが厚いほど大きい、厚さ98mm以上では1パスあたりの圧下量とクロップ長さはほぼ直線関係にある。60, 80mm厚では8mm程度の圧下量で飽和し、さらに薄い40mm厚では5mm程度の圧下量で変曲点が見られ、それ以上になると減少してくる。

次に、Fig. 3に示した圧下量 $\Delta t = 6, 8, 10$ mmの場合について、横軸を鋼塊厚みとし、圧延方向をパラメータにして、プロットしなおしてみると、

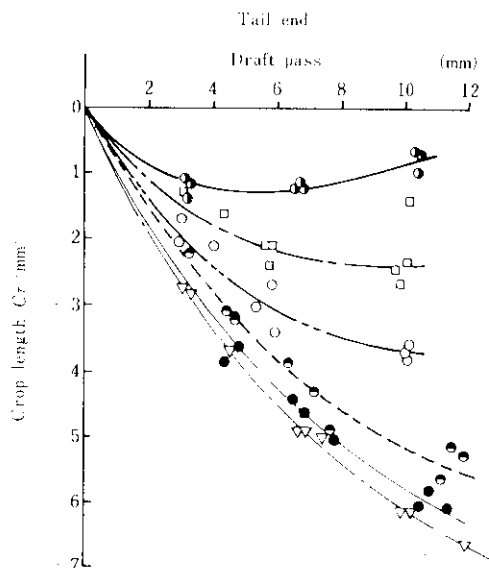


Fig. 4のとおりである。両サイドのクロップ長さは、いずれの圧下量でも鋼塊厚み60mm以上になると、噛み込み側に比して噛み抜け側で長くなるが、40mm厚みになると顕著な差がなくなり、圧下量の最も大きい10mmの▽印の条件では逆な傾向を呈し、噛み込みに比して噛み抜けで短くなるようである。また、鋼塊厚みが厚くなるほど、噛み込み側と噛み抜け側のクロップ長さの差が顕著になっている。このように噛み込み側に比して噛み抜け側で大きくなる理由は、圧延の進行につれて、ロールと鋼塊表面の接触部にメタルのたま

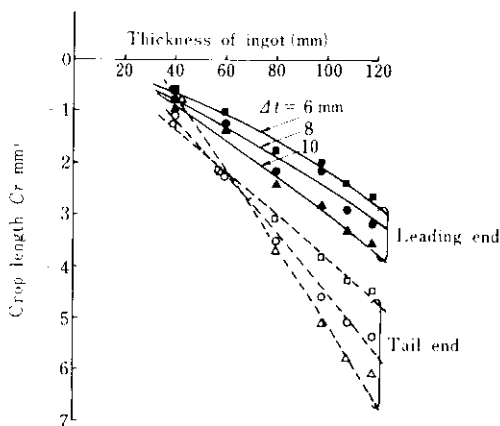


Fig. 4 Effects of ingot thickness and rolling direction on the crop lengths at the sides of the leading and the tail ends of slab

りが生じ、これが噛み抜け端の拘束のない部位で開放されるためと考える。

2・2・2 幅方向中央部の縦断面クロップ長さ

一般に、クロップの切断位置を決定するのは、ほぼ幅方向中央部に生成されるクロップによってである。したがって、この長さを極限まで減少させることが重要となる。幅方向中央部の縦断面クロップと鋼塊厚みおよび圧下量との関係は Fig. 5 のとおりである。噛み込み側では 40mm 厚の場合、いずれの圧下量でもメタルが突出し、凸形のクロップとなり、その長さと圧下量は直線的な関係にある。この原因は、2・2・1 節で詳述したように、上下変形を受ける厚みが 40mm 厚の場合、 $\Delta t = 10\text{mm}$ とすると、24mm ずつとなり、ほぼ鋼塊厚みの中心近傍まで変形が及ぶのと同時に、中央部では幅広がり端部に比して拘束され、その結果として長手方向へ伸び、凸形のクロップを大きく生成するのである。60mm 以上の厚みでは凹形のクロップとなり、圧下量の増大につれ、クロップ長さが飽和もしくは減少する変曲点があり、それは厚みが薄くなるほど、低圧下量側にずれる。一方、

噛み抜け側では 40mm 厚みの場合、8.7mm 程度の圧下量でクロップ長さが零となり、それ以上の圧下量になるにつれ、中央部のメタルが突出し、凸形のクロップ長さが長くなる。60, 80mm 厚みでは 1 パスあたりの圧下量の増大につれ、クロップ長さが長くなるが、7mm 程度の圧下量で飽和する。98mm 以上の厚みでは圧下量の増大につれ、クロップ長さが長くなる。

次に、Fig. 5 に示す圧下量 $\Delta t = 6, 8, 10\text{mm}$ の場合について、横軸を鋼塊厚みとし、圧延方向をパラメータにして、プロットしなおすと、Fig. 6 のようになる。鋼塊厚みが厚い圧延初期パス相当の 120mm の場合、クロップ長さは噛み込み側に比して噛み抜け側で大きく、また、いずれの部位でも圧下量が大きいほど大きい。噛み込み側のクロップ長さが零になる圧下量 (Δt) と鋼塊厚みとの関係は $\Delta t = 10\text{mm}$ で 58mm, $\Delta t = 8\text{mm}$ で 55mm, $\Delta t = 6\text{mm}$ で 53mm である。中央部のメタルを突出させて、オーバーラップを生じないようにするには、58mm 以下で 6~10mm の圧下を加えれば良い。一方、噛み抜け側のメタルを突出させるには 40mm 厚で 10mm 以上の圧下量が必要である。

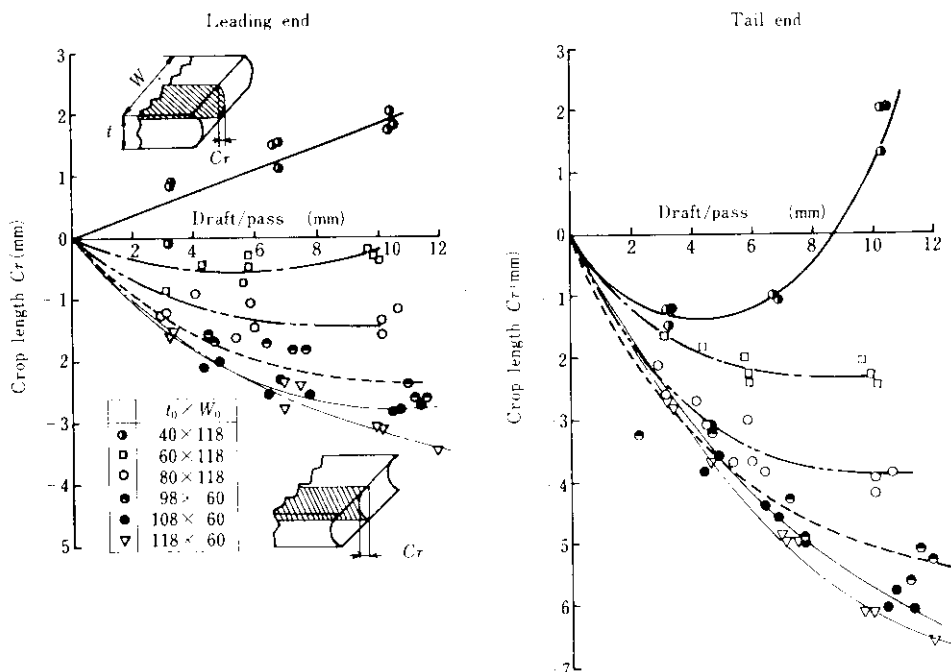


Fig. 5 Effects of ingot thickness and draft on the crop lengths at the width centers of the leading and the tail ends of slab

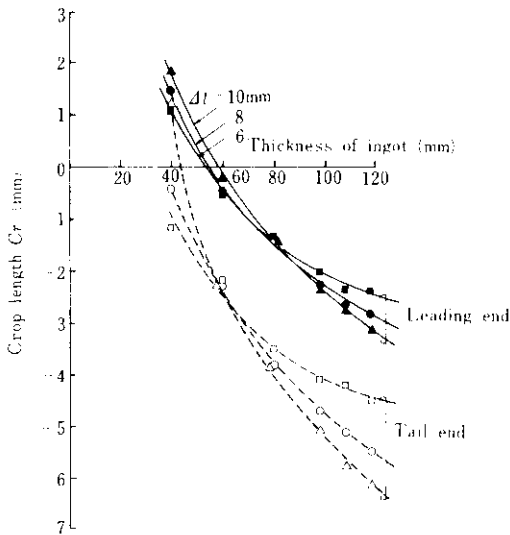


Fig. 6 Effects of ingot thickness and rolling direction on the crop lengths at the width-center of the leading and the tail ends of slab

3. 噛み戻し圧延法

2. 章の実験的研究から、主なクロップ形状の改善策は次のとおりである。

- (1) 鋼塊厚み 59mm (実寸で 590mm) 以下で強圧下圧延すると、幅方向中央部の厚み方向クロップ長さが零もしくは凸形になる事実から、圧延初期において先後端部を水平ロールで厚み方向(短辺側)に 59mm 近傍まで一気に減厚圧延を実施する。
- (2) 圧延噛み込み側は噛み抜け側に比してクロッ

プ長さが短くなるという事実から、先後端部のクロップ生成に關与する領域は常に噛み込み側になるようにする。

- (3) 鋼塊厚みが薄いほどクロップ長さが短くなるという事実から、従来圧延法における圧延初期の幅圧延を厚み方向の圧延とする。

以上のような結果を有利に達成できるように開発したのが噛み戻し圧延技術であり、以下に詳述する。

3.1 圧延方法

Fig. 7 に噛み戻し圧延の状態を示した。ここでは片側の場合について言及する。まず(a)のようにロールを所望のギャップ(T_1)にセットして、圧延直後にロールの回転を停止し、逆転させ材料を戻し凹部を成形する。その後(b)のように、ロールをシフト後、圧下を加えずに材料を送り、(c)のように適正なロールギャップ(T_2)にセットして、未圧延部を逆方向から圧延し、噛み抜けさしてもクロップに成長すると考えられるハッチング部の ηA_1 , ηA_3 , A_4 , A_5 の面積を凹部の A_2 で吸収するものであり、これを基礎とする。この圧延法を厚みおよび幅方向に適宜、実施することにより、クロップの発生を未然に防止し、圧延後の平面形状の矩形化とオーバーラップによる切捨てを最少限にとどめ、歩留りの向上を図ろうとするものである。

ちなみに、本圧延法の応用例として、厚み方向に生成するクロップ長さの減少法の原理を Fig. 8

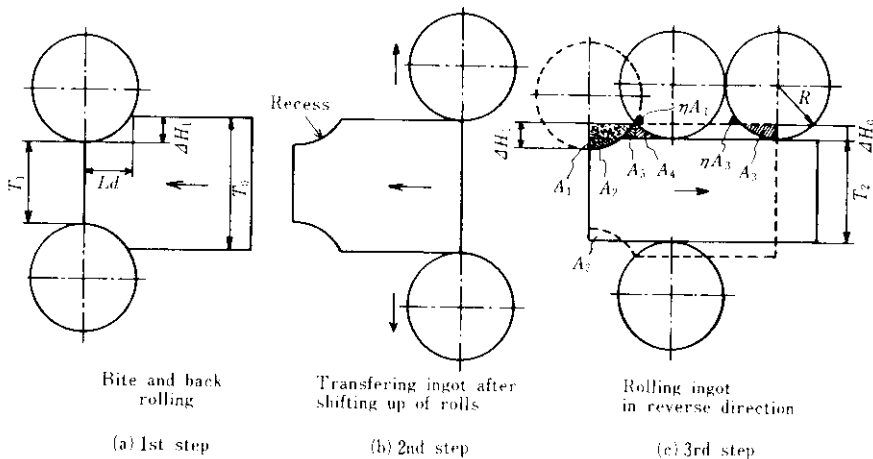


Fig. 7 Explanation of bite-and back rolling process

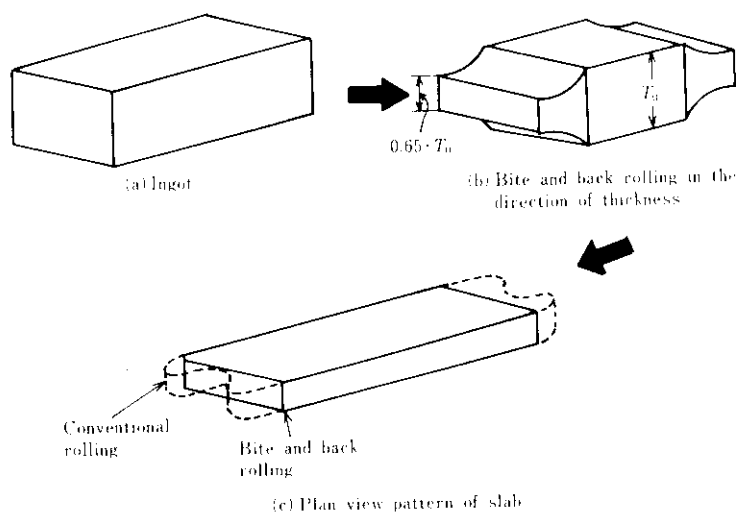


Fig. 8 Bite and back rolling in the thickness direction

により説明する。

- (1) 幅および厚み方向のテーパー消去のための軽圧下圧延。
- (2) 鋼塊の両端を(b)に示すように、数回の噛み戻し圧延により、鋼塊厚(T_0)の0.65倍になるまで一気に減厚し、幅方向中心近傍の厚み方向に生成されるクロップを零または凸形になるように圧延を施す。
- (3) (2)の圧延により、幅方向の両サイドは凹形のクロップとなるが、これは適宜、幅方向の噛み戻し圧延を行うことにより改善を図る。
- (4) その後、厚みおよび幅方向の未圧延部の圧延を行い、噛み抜けさしてもクロップに成長すると考えられるメタルを両端の凹部で吸収し、先後端部には不均一変形が生じないようにすることにより、(c)に示したようにクロップ形状の矩形化が図られるものである。

さて、実験に先立ち、この凹部の適正寸法について幾何学的な関係から考察する。今、逆方向からの未圧延部の圧延によって流れ込まんとするのは、 ηA_1 、 ηA_3 、 A_4 、 A_5 であると思われ、これらの量をあらかじめ成形しておいた凹部の面積 A_2 で吸収するためには(1)式を満足すれば良い。

$$A_2 = A_4 + A_5 + \eta(A_1 + A_3) \quad \dots\dots\dots(1)$$

これらの面積は幾何学的に求められ、(2)～(6)式で近似できる。

$$A_1 \doteq \frac{2}{3} \Delta H_1 \sqrt{2R \cdot \Delta H_1} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$A_2 \doteq \frac{2}{3} (\Delta H_1 + \Delta H_0) \sqrt{2R} (\Delta H_1 + \Delta H_0) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$A_3 \doteq \frac{2}{3} \Delta H_0 \sqrt{2R} \cdot \Delta H_0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$A_4 \doteq \frac{1}{3} \Delta H_0 \sqrt{2R} \cdot \Delta H_0 \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$A_5 \doteq \frac{1}{3} \Delta H_1 \sqrt{2R} \cdot \Delta H_1 + \frac{2}{3} (\Delta H_1 + \Delta H_0) \times \sqrt{2R} (\Delta H_1 + \Delta H_0) - (\Delta H_1 + \Delta H_0) \times \sqrt{2R} \cdot \Delta H_1 \quad \dots\dots\dots(6)$$

ここで、

A_1 : 噛み戻し圧延で成形した凹部の全面積 (mm^2)

A_2 : 逆方向からの未圧延部の圧延によって流れ込む量を吸収する面積 (mm^2)

A_3 : 逆方向からの未圧延部の圧下時、初期に変形を受ける面積 (mm^2)

$A_4, A_5, \eta A_1, \eta A_3$: 逆方向からの未圧延部の圧延で凹部へ向かって流れ込む面積 (mm^2)

η : 修正係数

ΔH_0 : 逆方向圧延時の圧下量 (圧延機的能力から規定され、実寸で30～60mm) (mm)

ΔH_1 : 噛み戻し時の適正圧下量 (mm)

R : ロール半径 (mm)

(1)式に(2)～(6)式を代入すると、(7)式が得られる。

$$2(1-\eta)\Delta H_1^{3/2}-3\Delta H_0\cdot\Delta H_1^{1/2}-(1+2\eta)\times\Delta H_0^{3/2}=0 \quad \cdots\cdots(7)$$

ここで、メタルの盛り上りも引き込みもない条件すなわち、 $\eta=0$ として数値計算し、適正凹部の圧下量 ΔH_1 を近似的に求めると(8)式となる。

$$\Delta H_1=1.866\Delta H_0 \quad \cdots\cdots(8)$$

この式の妥当性を鋼のモデル実験で検証するため、(8)式で求まる ΔH_1 で、噛み戻し圧延をした結果、凹部にメタルが完全に充填されなかった。そこで、 ΔH_1 を変えて、1度凹部にメタルが完全に充填される条件を求め、(7)式から η を求めると -0.475 を得た。これは、圧延の際、ロールの停止部で材料が盛り上がるのではなく、引込まれることを意味している。このとき(8)式は次式のように修正される。

$$\Delta H_1=0.968\Delta H_0 \quad \cdots\cdots(9)$$

また、適正噛み止め長さ(Ld)は(10)式となる。

$$Ld=(2R\cdot\Delta H_1)^{1/2} \quad \cdots\cdots(10)$$

この計算結果をもとに、以後のモデルおよび実験を進めた。ちなみに、実験の場合の適正凹部寸法を求めてみると、 $R=610\text{mm}$ 、逆方向からの圧下量 $\Delta H_0=60\text{mm}$ とすると、適正凹部の圧下量 $\Delta H_1=58\text{mm}$ 、適正噛み止め長さ $Ld=266\text{mm}$ となる。

3.2 モデルによる確認実験

ここでは実験圧延に先立ち、噛み戻し圧延の有効性を確認する目的でモデル実験を行った。

まず第1段階として、厚み方向の噛み戻し圧延による端部のクロップ形状におよぼす1パスあたりの圧下量と噛み止め回数の影響を明らかにする。

Table 2 に示すような圧延条件で行った。

Photo. 1 に幅方向中心部および側端部に生成されるクロップ外観を示した。これから明確なよう

に、60mm厚みをほぼ30mmの厚みに圧下する際、小圧下量で回数を多くするよりも、大圧下量で回数を少なくするほうが、幅方向中心部のクロップ長さはほぼ零となる。また、側端部のクロップ長さも短くなるようである。

一方、通常の鋼塊の圧延を想定して、80mm厚を10mmずつ3回および4回の噛み戻しを実施して、50、40mm厚に圧延した。幅方向中心部のクロップ形状は、50mmに比して40mm厚まで一気に圧延した方が、ほぼ矩形に近く、改善効果が大いことがわかる。また、幅サイドのクロップ形状は、いずれの条件下でも凹型となっている。これは、厚み方向の噛み戻しの途中に、適宜、幅方向の噛み戻しを実施すれば改善されるものと考えられる。

次に第2段階として、前述した適正圧下方法の思想を盛り込んだ圧延スケジュールを作成し、本噛み戻し圧延法の妥当性の確認実験を行った。なお、比較材として、一方向圧延および従来の圧延法についても実施した。ここでは、80厚み×118幅×250長さの直方体のモデル鋼塊を36厚み×97幅に圧延する場合とした。このスラブ厚と幅寸法は、本実験圧延付帯設備(加熱炉、垂直ロール、テーパーローラー)から律せられる限界のものである。結果をPhoto. 2 にまとめて示した。これから明確なように、従来の圧延法に比して本噛み戻し圧延法によると、幅方向に生成されるフィッシュテールおよび厚み方向に生成されるオーバーラップが著しく改善され、高歩留りを上げることが可能であることを実験的に確認した。歩留りの向上代は従来圧延法に比して2.3%と大きい。

3.3 実験実験

21t キャップド鋼塊6本を噛み戻し圧延法と従来圧延法とで、厚み圧下量をはば一定とし、全幅圧下量をそれぞれ136、286、416mmの3水準で圧延実験を行い、先後端のクロップ形状および幅精度の比較検討を行った。Fig. 9 に本実験で用いた圧延スケジュールの一例を示す。ここでは、全幅圧下量286mmの場合について示した。Photo. 3 にFig. 9の圧延スケジュールを用いて圧延した時のクロップ平面形状を示す。これから明確なように、従来圧延法に比して噛み戻し圧延法は、幅方

Table 2 Rolling conditions

Ingot size (mm)		Draft/pass (mm)	Numbers of bite-and-back rolling	Final thickness (mm)
Thickness	Width			
60	118	15	2	30
		5.5	5	32.5
80	118	10	3	50
		10	4	40

(a) $t_0 \times W_0$	(b)	(c)	Location in width direction	
			Center	Side
60 $\times$ 118	15 (30)	2		
	5.5 (32)	5		
80 $\times$ 118	10 (50)	3		
	10 (40)	4		

(a) Ingot size (b) Draft and finish thickness (mm)

(c) Numbers of bite and back rolling

Photo. 1 Longitudinal sections of the bite and back rolled slabs

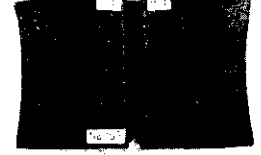
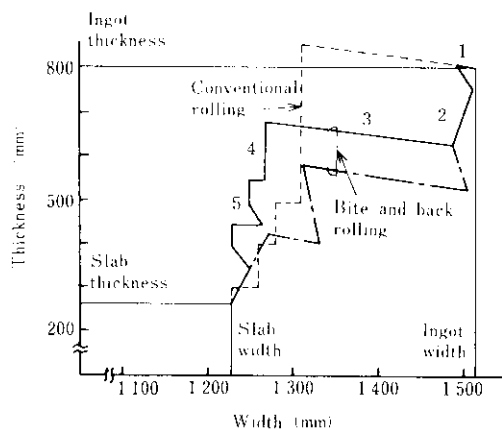
Rolling method	Crop shape		Overlap	Yield of slab (%)
	Leading end	Tail end		
One way rolling			Center  Side 	95.8
Reverse rolling			Center  Side 	95.6
Bite and back rolling			Center  Side 	97.9

Photo. 2 Comparison of crop shapes in one way, reverse, and bite and back rollings of slabs

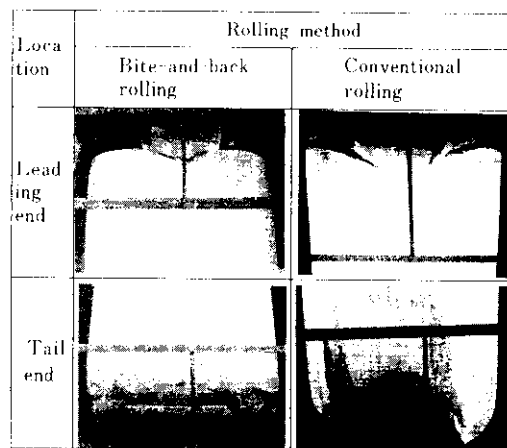


Stage	Operation	Description
1	Initial reduction	Min. reduction for removal of primary scales and elimination of ingot taper in directions of width and thickness
2	Bite and back rolling in direction of thickness	Formation of recesses at leading and tail ends of ingot, followed by effective metal flow to recesses
3	Bite and back rolling in direction of width	Formation of recess at tail end of ingot, followed by effective metal flow to recess
4	Bite and back rolling in direction of thickness	Formation of recesses at leading and tail ends. Absorption of dog bone formed at stage 3
5	Correction of form	Final light reduction to effective metal flow to remaining recess

Ingot: 21t capped steel

Fig. 9 Examples of rolling schedule to study the change of crop shapes and width accuracy by actual mill

向端部からのメタルフローが著しく小さくなり、クロップ形状の改善効果が大きいことを確認した。分塊歩留りは Fig. 10 に示すようにいずれの圧下比においても従来圧延法に比して噛み戻し圧延法で 3.0~3.8% の著しい向上を見た。また、スラブの幅精度は Fig. 11 に示すように、いずれのスラブ幅サイズでも従来圧延法に比して噛み戻し圧延法で向上している。長手方向の分布をみると、噛み込み端は両圧延法ともに、端部につれて幅狭となる



Full-width reduction: 286mm

Photo. 3 Comparison of rolling methods on crop shapes

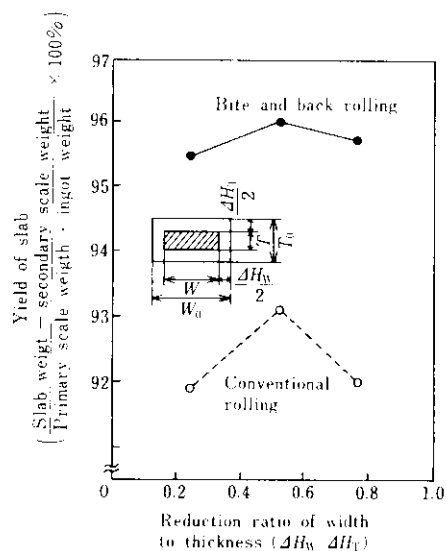


Fig. 10 Relation between rolling methods and yield of slab (21t capped steel ingot)

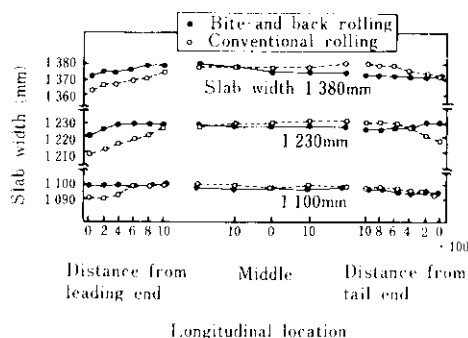


Fig. 11 Comparison of longitudinal distributions of slab width in bite and back rolling and conventional rolling

傾向を呈するが、従来圧延法の方がより顕著である。噛み抜け端は、従来圧延法で噛み込み端と同傾向となっているが、噛み戻し圧延法では幅落込みがない。

以上、述べたように噛み戻し圧延法はクロップの形状改善効果が大きく、歩留り向上に大きく貢献できることを、鋼によるモデル実験および実験により実証した。

4. 成 果

噛み戻し圧延技術の開発後、直ちに当社千葉製鉄所第2分塊工場において工程化した。Fig. 12に一例として、18t キャップド鋼塊のスラブ幅別実績歩留りを従来圧延法と比較して示した。歩留りは従来圧延法と比較してほぼ4%の向上となり、その結果、1980年3月にはキャップド鋼の良片歩留りが95.9%の世界新記録を達成している。なお、噛み戻しを行うことによる圧延能率の低下は10%程度であり、電力、水などの原単位アップを差し引いても大きな原価低減をみている。また、水島製鉄所においても同様の成果を得ている。

5. 結 言

分塊圧延において生ずるクロップロスを減少さ

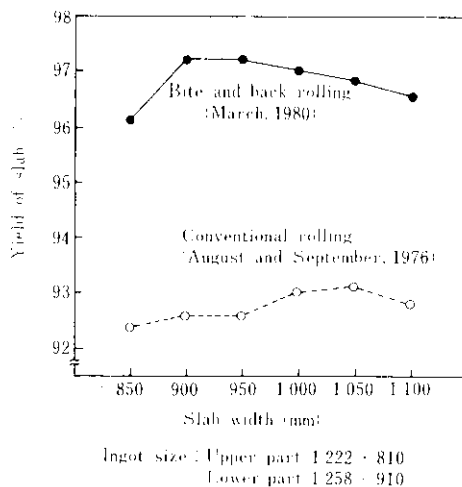


Fig. 12 Actual yield of 18 ton capped steel ingot

せ、歩留りの向上を図ることを目的とし、鋼を用いたモデル実験により、クロップ部の基本的な変形挙動を検討した。その結果に基づき、生産性をあまり下げずに、現状設備のままで、大幅なクロップロスの低減が図れる新しい分塊圧延法（噛み戻し圧延）を開発し、圧延後平面形状の矩形化およびオーバーラップの低減に成功し、歩留りの向上に大きく寄与している。なお、本技術は分塊圧延にとどまらず、他の分野に応用できるものであり、今後普及発展するものと期待される。

参 考 文 献

- 1) 新日本製鉄㈱：特公昭 42-25537
- 2) 新日本製鉄㈱：特開昭 49-15627
- 3) 片岡ほか：川崎製鉄技報，10（1979）2・3，200～209
- 4) I. M. MACKENZIE：JISI，（1970）4，342～347
- 5) 川崎製鉄㈱：特開昭 53-93158
- 6) 金成ほか：鉄と鋼，65（1979）11，41～44
- 7) 松崎ほか：鉄と鋼，第100回講演大会投稿中
- 8) 川村ほか：鉄と鋼，64（1978）4，S 280
- 9) 川村ほか：鉄と鋼，64（1978）4，S 281