

論 文

UDC 621.771.22 : 539.37

スラブ分塊におけるクロップロス減少方法

中内 一郎*・平沢 猛志*・有泉 孝*²
 岡戸 克*²・辻村慶四郎*³・平地 実*⁴

Reduction of Crop Loss on Slab Rolling

Ichiro NAKAUCHI, Takeshi HIRASAWA, Takashi ARIIZUMI
 Masaru OKADO, Keishiro TSUJIMURA, and Minoru HIRAJI

Synopsis:

For the improvement of the yield in making a slab from an ingot, it is important to decrease crop loss. Studies have been carried out to reduce crop loss, mainly by using plastcine as model rolling material, and the results are summarized as follows:

(1) A high-lift mill has an advantage over a universal mill. A high-lift universal mill is the best type of slabbing mills when productivity is taken into account in addition to the yield of product.

(2) Crop loss can be drastically reduced by making the bottom shape of a flat bottom ingot to compensate overlap and fish-tail obtained by rolling it.

(3) A new rolling method has been developed for reduction of crop loss, on the basis of the fact that overlap and fish-tail are smaller at the front end than the tail end of rolling. In this method the rolling end is sufficiently rolled at the preceding pass to avoid rolling at tail end at the earlier stage of passes.

1. 結 言

スラブ分塊において分塊歩留りを規定する要因としては①端部の形状不良部②冶金的不健全部③均熱炉での焼減り④表面手入れロスがあるが、最も大きな割合を占めるのは端部の形状不良部、すなわちクロップロスである。これは、分塊圧延時の端部の不均一変形が圧延の進行とともに累積、成長し、スラブの前後端部が厚さおよび幅方向に折れ込んだ形状となるものである。この部分は、以後の圧延工程では使用できないため分塊圧延終了時に切り捨てざるを得ない。従つて、このクロップロスをいかに減少させるかが分塊歩留り向上のための重要な課題である。

以上の観点から、本研究では、まず分塊の基本的圧延条件下でのクロップロスの発生特性を明らかにし、次にそれを踏まえてクロップロス減少のための分塊圧延技術の開発、改善を行つた結果について報告する。

なお、解析は縮尺 1/10~1/15 のモデル圧延を主体に行つたが、文中では実物に換算した値で示す。

2. クロップ発生特性

標準的なスラブ分塊圧延は、厚さ 900 mm 幅 1600 mm 程度の鋼塊を直径約 1200 mm のロールを用いて繰り返し圧延し厚さ 250 mm 幅 1300 mm 程度のスラブを製造する工程である。その際、圧延終了後のスラブ端部

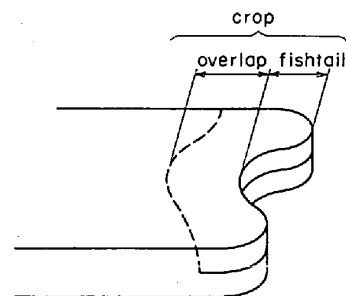


Fig. 1. Shape of slab end.

昭和 54 年 10 月本会講演大会にて発表 昭和 56 年 3 月 23 日受付 (Received Mar, 23, 1981)

* 日本鋼管(株)技術研究所福山研究所 (Fukuyama Laboratories, Technical Research Center, Nippon Kokan K. K., 1 Kokan-cho Fukuyama 721)

*² 日本鋼管(株)技術研究所 (Technical Research Center, Nippon Kokan K. K.)

*³ 日本鋼管(株)京浜製鉄所 (Keihin Works, Nippon Kokan K. K.)

*⁴ 日本鋼管(株)福山製鉄所 (Fukuyama Works, Nippon Kokan K. K.)

は Fig. 1 に示すような形状となり、この形状不良部がクランプとなる。そして、厚さ方向、幅方向の形状不良をそれぞれオーバーラップ、フィッシュテールと呼ぶ。

本章では、このクランプの形成過程および基本的圧延条件の影響をプラスチックモデルによつて検討した。

2.1 クランプの形成過程

一般に、圧延時のロール接触弧長 ld と平均厚み hm の比すなわちロール間隙形状比 ld/hm が 0.5 程度を境にして、それ以上では端部が圧下方向で凸形状となり、それ以下では凹形状となる。スラブ分塊においては、鋼塊寸法とロール径の関係などから圧延初期段階では厚み圧下で $ld/hm=0.2\sim 0.3$ 、幅圧下で $ld/hm=0.1\sim 0.2$

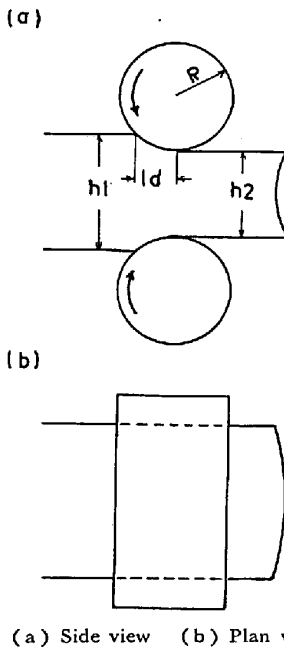


Fig. 2. Shape of front end during thickness reduction. (roll contact length, $ld = \sqrt{R(h_1 - h_2)}$; mean thickness, $hm = (h_1 + h_2) / 2$)

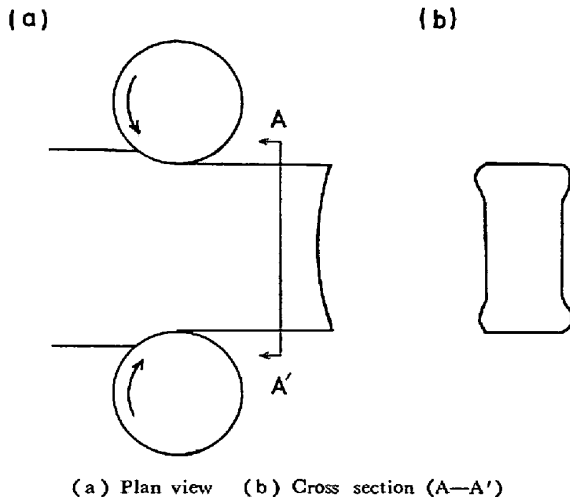


Fig. 3. Shape of front end during width reduction.

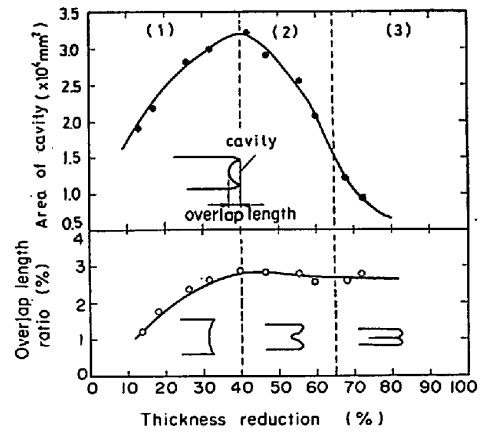


Fig. 4. Change of overlap with thickness reduction.

となる。従つて、分塊圧延初期段階では Fig.2(a), Fig. 3 (a) に示すような圧下方向での凹形状が形成される。これが基因となつて圧延の進行とともに凹形状が累積、成長し、最終的なオーバーラップ、フィッシュテールの形成となる。

厚み圧下の場合について、その状況を調査した結果が Fig. 4 である。735 mm 厚の鋼塊を 195 mm 厚のスラブに圧延した際の凹形状部の長さ（オーバーラップ長さ）と空隙面積をパスごとに測定したものである。この結果から考えると、オーバーラップの形成過程は次の3つの段階に分けられる。

第1段階 (Fig. 4 で圧下率 0~40%)

凹形状が急速に形成され、オーバーラップ長さの成長は圧延材の伸びを上回り、オーバーラップ長さ比（オーバーラップ長さと圧延材長さの比）はパスごとに増加する。それにともない空隙面積も大きくなる。

第2段階 (Fig. 4 で圧下率 40~65%)

オーバーラップ長さの成長は圧延材の伸びと同程度となり、オーバーラップ長さ比は変化しなくなる。また、凹部の上下面が接近するようになり空隙面積は減少していく。

第3段階 (Fig. 4 で圧下率 65% 以上)

凹部の上下面が完全に密着し空隙面積は非常に小さくなる。この段階ではオーバーラップの実質的变化はなくなる。

以上が、厚み圧下の場合の厚み方向の変形挙動であるが、この時幅方向では Fig. 2 (b) に示すように凸形状が形成される。これは、幅方向中央部は幅端部に比べて幅方向への流動が拘束され圧延方向への伸びが大きいためである。

次に、幅方向に圧下する場合についても基本的には厚み圧下の場合と同じことであるが、全圧下率が厚み圧下の場合ほど大きくないため、前述の第1ないし第2段階

で圧延が終了し、オーバーラップのように完全に密着することは少ない。また、厚み方向での圧延方向への伸びの差は小さく、厚み圧下の場合のような凸形状は形成されない。ただし、Fig. 3 (b) に示すようなドッグボーン形状が形成され、この部分はその後の厚み圧下によってフィッシュテールの形成を助長する方向に作用する。

以上の基本的変形挙動がそれぞれの圧延条件のもとで組み合わされることにより、最終的なクロップ形状が形成される。

2.2 圧延条件とクロップロス

2.2.1 パススケジュールの影響

同一寸法の鋼塊から同一寸法のスラグを圧延する場合に、パススケジュールの面で2つの要因がある。第1は、厚み圧下と幅圧下をいかに組み合わせるか、すなわち幅圧下時期の影響であり、第2は、全圧下量をいかに配分するか、すなわち1パス当たりの圧下量の影響である。

(1) 幅圧下時期の影響

Fig. 5 は、厚さ900 mm 幅1600 mmの鋼塊から厚さ220 mm 幅1300 mmのスラブを圧延する際に、まず厚み圧下を行い、次に幅を圧下し、その後再び厚み圧下を行った時の、幅圧下時の板厚とクロップロスの関係を示したものである。

まず、フィッシュテールについては、板厚が薄くなつてから幅圧下を行うほど小さくなる。これは、最初の厚み圧下により形成された幅方向での凸形状が幅圧下におけるフィッシュテールの成長を抑制するからであり、板厚が厚い時に幅圧下を行つていつたんフィッシュテールが形成されると、その後の厚み圧下では抑制効果がなくなるためと考えられる。

一方、オーバーラップについては、幅圧下時期の影響は受けない。これは、幅圧下では厚み方向での凸形状が

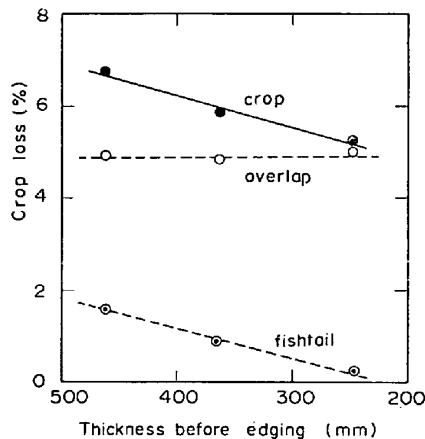


Fig. 5. Relationship between timing of edging and crop loss. (900×1600 mm ingot, 220×1300 mm slab)

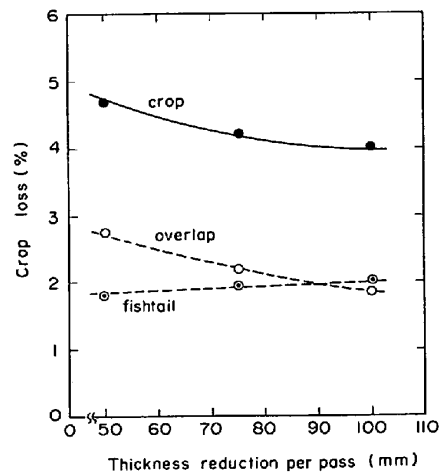


Fig. 6. Relationship between thickness reduction per pass and crop loss. (900×1700 mm ingot, 250×1400 mm slab)

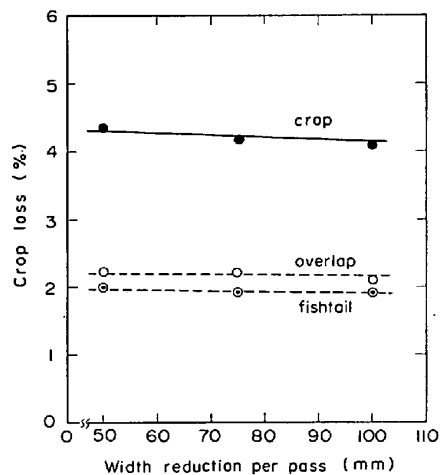


Fig. 7. Relationship between width reduction per pass and crop loss. (900×1700 mm ingot, 350×1400 mm slab)

形成されず、フィッシュテールの場合のような抑制作用がオーバーラップに対してはないためである。

従つて、クロップロスは、幅圧下時期を遅くするほど小さくなる。

(2) 1パス当たり圧下量の影響

900 mm×1700 mmの鋼塊から250 mm×1400 mmのスラブを圧延する際に、1パス当たりの幅圧下量を75 mmと固定して厚み圧下量を50~100 mmと変化させた場合の結果をFig. 6に示す。また、厚み圧下量を75 mmと固定して幅圧下量を50~100 mmと変化させた場合の結果をFig. 7に示す。

1パス当たりの厚み圧下量が大きいくほど、オーバーラップが小さくなりクロップロスが減少する。これは、圧下量が大きくとロール間隙形状比が大きくなり、圧下方向での凹形状の成長が抑えられるからである。これに対して、1パス当たりの幅圧下量が変化してもクロップロ

スに差が生じない。幅圧下ではこの程度の圧下量の違いは、凹形状の形成を抑制する効果がないためと考えられる。

2.2.2 鋼塊寸法の影響

同一寸法のスラブに圧延する場合に、使用する鋼塊の寸法によつてもクロップロスに変化する。

Fig. 8 は、250 mm×1 400 mm のスラブを圧延する際に、鋼塊厚みを 900 mm と固定して鋼塊幅を 1 500～1 900 mm と変化させた場合、すなわち全幅圧下量を 100～500 mm と変化させた時のクロップロスの差を示す。全幅圧下量が増すにつれて、フィッシュテールは増大するが、その増加割合は鋼塊重量の増加割合を上回っているため鋼塊重量比でも大きな増加となる。これに対して、オーバーラップはほとんど影響を受けず鋼塊重量が

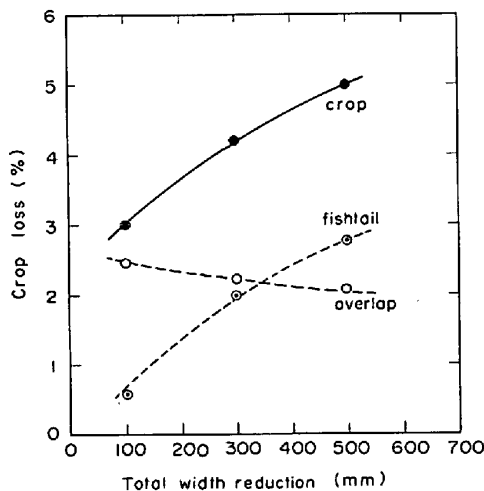


Fig. 8. Relationship between total width reduction and crop loss. (ingot 900 mm thick, 250×1 400 mm slab)

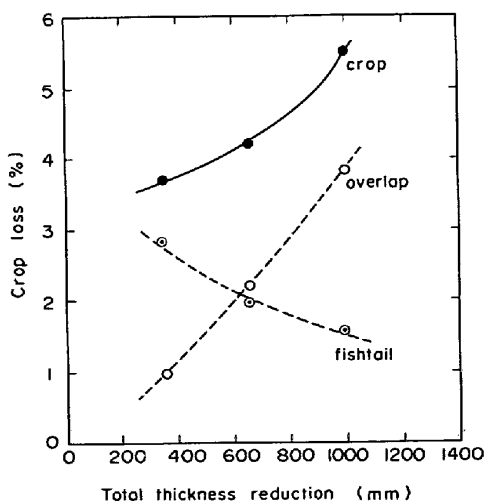


Fig. 9. Relationship between total thickness reduction and crop loss. (ingot 1 700 mm wide, 250×1 400 mm slab)

増加する分だけ相対的に減少する。従つて、クロップロスとしては、全幅圧下量が大きくなるほど増加する。

Fig. 9 は、250 mm×1 400 mm のスラブに圧延する際に、鋼塊幅を 1 700 mm と固定して鋼塊厚みを 600～1 200 mm と変化させた場合、すなわち全厚み圧下量を 350～950 mm と変化させた時のクロップロスの差を示す。この場合は、前述の全幅圧下量を変化させた時の結果において、フィッシュテールとオーバーラップを置き換えれば同様のことであり、スラブ厚一定では全厚み圧下量が増すほどクロップロスは増加する。

2.2.3 スラブ寸法の影響

同一寸法の鋼塊を使用しても圧延されるスラブ寸法によつてクロップロスは変化する。これは、表現を変えれば、クロップの形成過程のどの時点で圧延を終了するかということである。従つて、一般的には厚み圧下、幅圧下が進むほどオーバーラップ、フィッシュテールが成長しクロップロスは増加する。ただし、オーバーラップが前節で述べた第3段階になれば実質的成長は停止するためその範囲のスラブ厚ではクロップロスの差は生じない。また、幅圧下が極端に小さい場合には、厚み圧下で形成された幅方向での凸形状が残存し、逆にクロップロスが増大することもある。

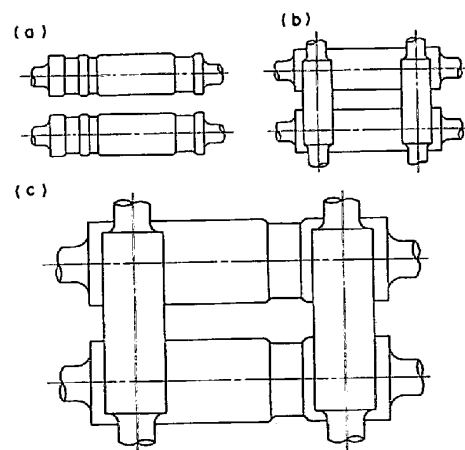
3. クロップ減少方法

前章のクロップ発生特性の検討結果から直ちに考えられるクロップ減少方法としては、

- ①鋼塊寸法をスラブ寸法に近づける。
- ②パススケジュールは1パス圧下量を大きく、幅圧下時期を遅くする。

がある。

しかし、実際に分塊圧延においては、造塊条件、圧延



(a) high-lift mill (b) universal mill (c) high-lift universal mill

Fig. 10. Types of slabbing mill

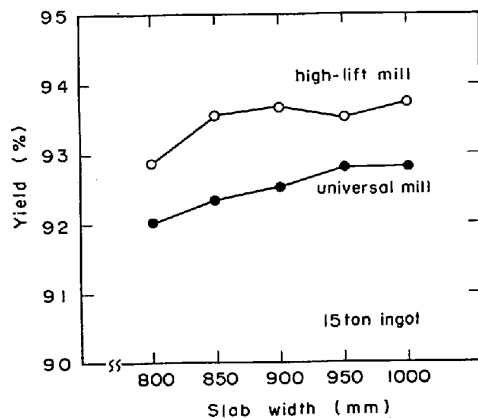


Fig. 11. Comparison of slab yield between high-lift mill and universal mill.

機能力、圧延能率など各種の制約があるため上記の方法だけでは限界がある。従つて、よりいつそのクロップロス減少を行うには、クロップ発生特性と実操業の制約条件を考慮した上で、新たな分塊圧延技術の開発、改善が必要である。それについて以下に述べる。

3.1 ハイリフト-ユニバーサルミル

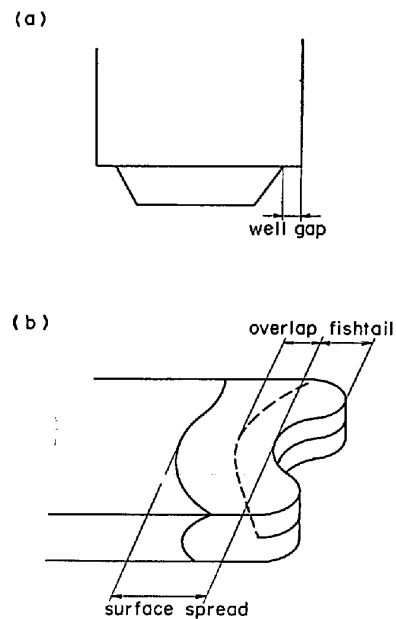
スラブ分塊に用いられる圧延機は大別すると、ハイリフトミルとユニバーサルミルがある。前者は、Fig. 10 (a) に示すようにカリバーを有した水平ロールから成り、後者はフラットな水平ロールと垂直ロールから成る。圧延歩留りの点で両者を比較すると、ハイリフトミルの方が優れている。カリバーで圧延材を拘束して幅圧下を行うため圧延材の倒れ、ねじれが防止され板厚が薄くなつても幅圧下を行うことができるからである。当社福山分塊工場において両者の歩留りを同一寸法の鋼塊について比較すると約1%という明確な差が生じている (Fig. 11)。一方、圧延能率の点では、1パスで厚み圧下、幅圧下が行え圧延材の転回の必要がないユニバーサルミルが当然優れている。

以上のことから、両ミル型式の長所を生かした新しいミル型式として、ハイリフト-ユニバーサルミルが考えられる。これは、Fig. 10 (c) に示すようにカリバーを有した水平ロールとフラットな垂直ロールから成るものである。このミルは、パススケジュールに大きな自由度を持たすことができ、歩留りを優先させる時にはハイリフトミル的に、能率を優先させる時にはユニバーサルミル的にと非常に柔軟性に富んでいる。

当社京浜分塊工場では、このハイリフト-ユニバーサルミルを採用している。

3.2 ウェル鋼塊

前章の結果から考えると、底部が平らな形状の鋼塊 (フラットボトム鋼塊) を使用する限りクロップの発生



(a) shaped-bottom ingot (b) shape of slab end

Fig. 12. Shape of slab end from shaped-bottom ingot.

を根本的に抑えることは困難である。そこで、そのための方法として、あらかじめ鋼塊底部を凸形状にしておくことが考えられる。すなわちウェル定盤を使用した鋼塊 (ウェル鋼塊) である。しかし、ウェル鋼塊もその凸形状 (ウェル形状) が適切でないと逆効果になる危険性があり、その設計手法を確立することが重要である。

3.2.1 基礎試験

ウェル鋼塊において、本体とウェル部にギャップ (ウェルギャップ) がある場合には、圧延後スラブ表面に折り込み (ウェルギャップ折り込み) が発生する (Fig. 12)。従つて、これがオーバーラップ、フィッシュテールとは別にクロップスを規定する要因となる。

そこで、この関係を明らかにするためにプラスチックモデル圧延を行った。モデル鋼塊のウェル形状は、オーバーラップのみを対象として厚み方向にのみ凸形状とした。実験結果を Fig. 13 に示す。ウェル部の体積が増加すれば当然オーバーラップはその形成が抑制される。これに対して、ウェルギャップ折り込みは逆に増加する。これは、付けたウェル部の大部分が切り捨て部になつてしまうということである。従つて、ウェルギャップ折り込みの発生が無視できない場合には、オーバーラップとウェルギャップ折り込みが一致する点がクロップロス最小となる。しかし、その場合にはクロップロス減少効果はあまり期待できない。すなわち、Fig. 13 ではウェル体積が鋼塊の1.5%でクロップロス最小となるが、フラットボトム鋼塊に比べて約1%のクロップ減少効果しかない。また、ウェル体積が2.5%以上だとむしろフラッ

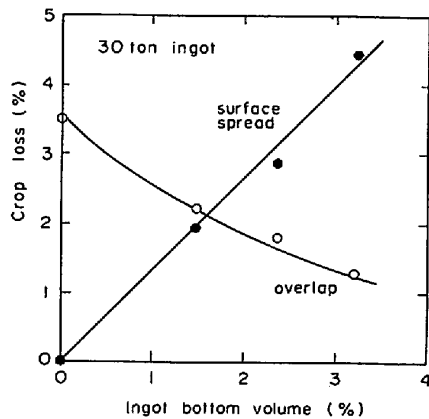


Fig. 13. Relationship between ingot bottom volume and crop loss.

トボトム鋼塊よりもクロップロスが増加し逆効果になる。一方、ウエルギャップ折り込みの発生が無視できるならば、ウエル体積を増加するほどクロップロスは減少する。Fig. 13 では、ウエル体積3.5%でクロップロスを2.5%減少することができる。

以上の結果から、ウエルギャップによる表面疵が、その後の圧延工程で問題にならないか、または表面手入れによつて除去可能な範囲に納まるようにウエルギャップ量を抑えることがウエル形状設計の基本方針となる。

3.2.2 ウエル形状設計法

前項においてウエル鋼塊のクロップ減少効果を明らかにしたが、そのウエル形状によつてはどんなにウエル体積を増加しても完全にクロップを無くすことは難しい。そこで、そのためのウエル形状設計法を以下に述べる。なお、ここではオーバーラップを対象とする。

オーバーラップの形成過程は、前章で述べたように、第1段階では急速に成長するが第2段階以降ではオーバーラップ長さの実質的成長は停止する。そこで、第1段階と第2段階の遷移点でのオーバーラップ空隙部と同体積でしかも似た形状のウエル部を鋼塊に付けておけばオーバーラップを無くすことができると考えられる。これが本設計法の基本的な考え方である。

前記の遷移点での板厚を $2t_j$ 、オーバーラップ長さを l_j とし空隙部形状を指数関数で近似すれば、その形状は、

$$y = \frac{l_j}{t_j^n} x^n \dots (1)$$

と表される。従つて、空隙部面積 S は (1) 式を積分して

$$S_j = \frac{2n}{n+1} \cdot l_j \cdot t_j \dots (2)$$

となる。

これに対して、鋼塊厚を $2t_0$ とし、求めるウエル形状を、

$$y = k_0 x^n \dots (3)$$

と置き、前項の結果を考慮してウエルギャップを零とすれば、ウエル部面積 S_0 は、

$$S_0 = \frac{2n}{n+1} \cdot t_0^{n+1} \cdot k_0 \dots (4)$$

となる。

そこで、 $S_j = S_0$ として (2)、(4) 式より k_0 を求めることにより、ウエル形状として次式が得られる。

$$y = \frac{l_j \cdot t_j}{t_0^{n+1}} x^n \dots (5)$$

なお、遷移点を求めることは手間がかかるため、簡便法としては、スラブのオーバーラップ長さから求める方法がある。

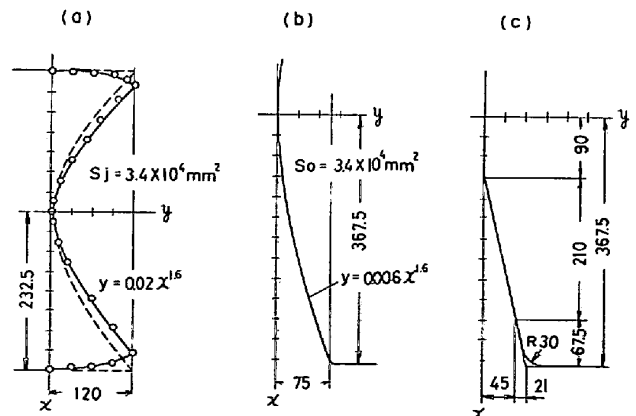
スラブ厚を $2t_s$ 、オーバーラップ長さを l_s とすれば、この段階ではオーバーラップ長さの実質的成長はないことから、次の関係が成立する。すなわち、

$$l_s \cdot t_s = l_j \cdot t_j \dots (6)$$

また、遷移点での空隙形状を放物線と仮定することにより、(5) 式は以下のように置き換えられる。

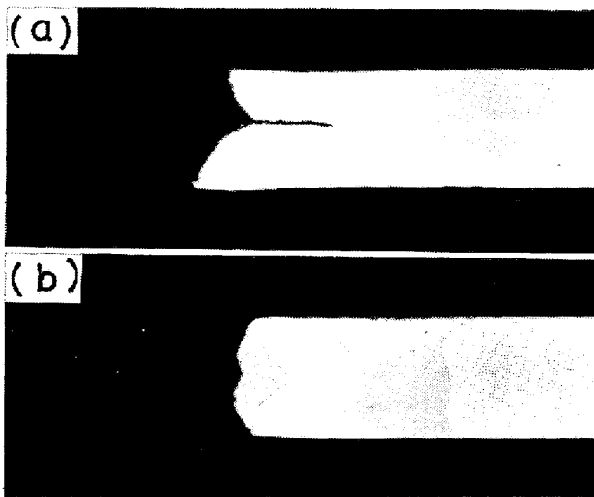
$$y = \frac{l_s \cdot t_s}{t_0^2} x^2 \dots (7)$$

以上の設計法の妥当性をプラスチックモデルにより調査した。対象は、前章 Fig. 4 で示した鋼塊厚 735 mm からスラブ厚 195 mm に圧延する場合である。まず、フラットボトム鋼塊を圧延すると、全圧下率 40% 板厚 465 mm で前述の遷移点に到達し、その形状は Fig. 14(a) のごとくなる。ここで、この形状は多少複雑であるので、破線で示す形状に置き直して、 $y = 0.02x^{1.6}$ と近似すると、(5) 式よりウエル形状としては、Fig. 14(b) に



(a) Over-roll of flat-bottom ingot (b) calculated bottom shape (c) approximated bottom shape

Fig. 14. Procedure to determine optimum bottom shape.



(a) from flat-bottomed ingot (b) from shaped-bottom ingot (see Fig. 14.)

Photo. 1. Effect of ingot bottom shape on overlap (ingot 735 mm thick, slab 195 mm thick) (×1/15)

示すように

$$y = 0.006x^{1.6} \dots\dots\dots (8)$$

が求まる。ただし、実際にウエルを作製する場合には、何本かの直線で近似する方が容易であり、ここでは Fig. 54 (c) に示す形状に近似した。このウエル鋼塊を用いて圧延した結果を Photo. 1 に示す。フラットボトム鋼塊に比較して、まったくオーバーラップが発生しておらず、本方法の効果は明らかである。

なお、オーバーラップを対象として述べたが、フィッシュテールに対しても基本的には同様の考え方で設計すればよい。

本方法によつて完全にオーバーラップおよびフィッシュテールの発生を抑えることができれば、従来より5~6%の歩留り向上が期待できる。

3.2.3 実操業への適用

当社福山分塊工場においては、昭和53年よりウエル鋼塊の採用を本格的に開始した。ウエル形状については、前項で述べた考え方を基本にして設計した。当工場では下注鋳込みが主体であるためウエル鋼塊の製造が難しい点があつたが、種々のくふうにより作業性、安全性のよいウエル定盤を開発しウエル化に成功した。また、ウエルギャップ量と表面疵深さの関係を調査し Fig. 15 に示す結果を得たので、表面疵深さが2 mm 以内になるように、ウエルギャップ量を10 mm 以下に管理している。

なお、実操業では鋼塊寸法を統一して同一寸法の鋼塊から種々の寸法のスラブを圧延する方が鋳型の管理などの点から有利である。この場合にはすべてのスラブに対応したウエル形状を作成することが不可能である。この

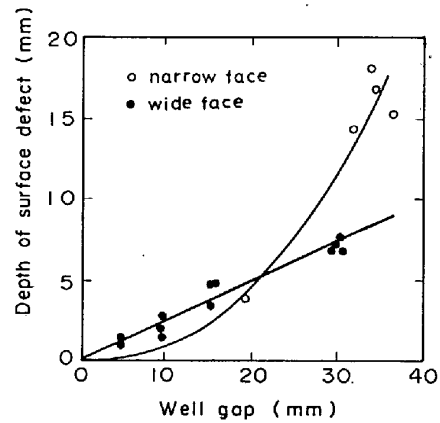


Fig. 15. Relationship between well gap and depth of surface defect.

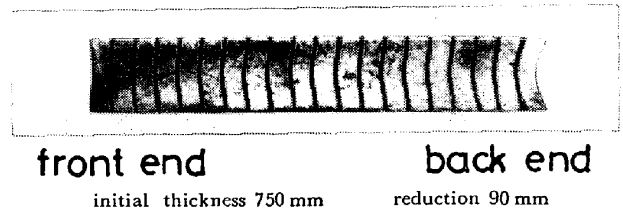


Photo. 2. Side view after rolling. (×1/80)

問題については次節で触れる。

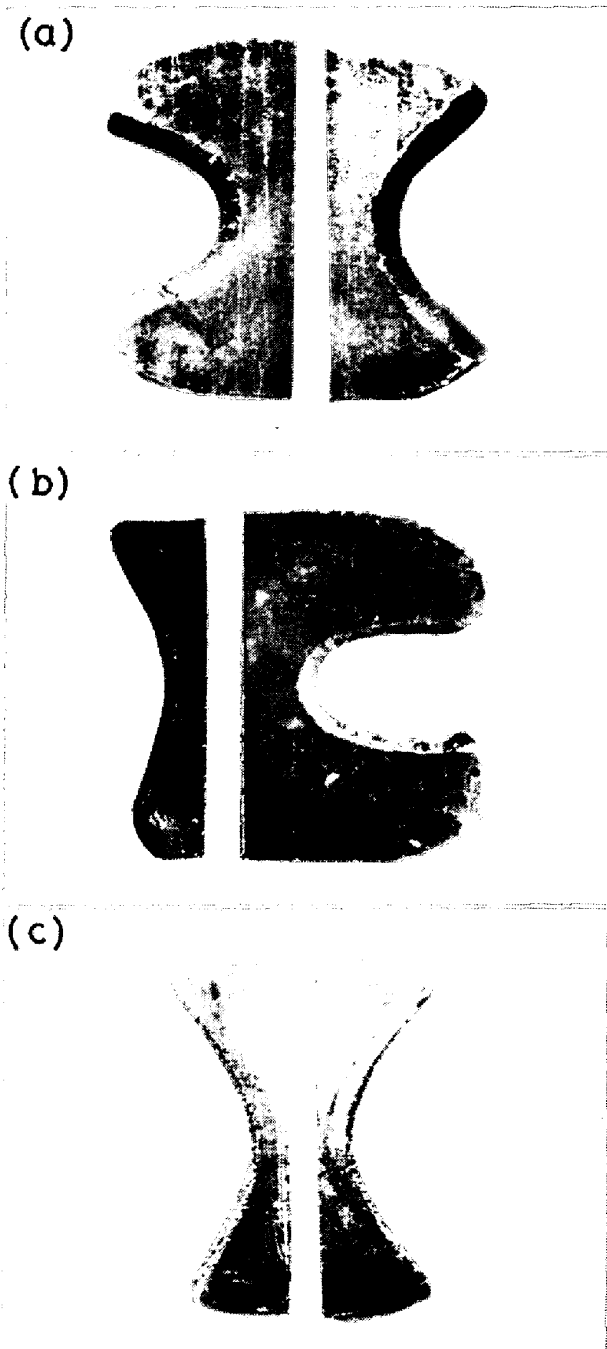
3.3 両トップ圧延法

3.3.1 基礎試験

圧延材の端部は2箇所あるが、これまでは区別しては論じなかつた。しかし、詳細に観察すればその変形挙動に差異がある。それを鉛モデル圧延によつて調査した。

まず、750 mm 厚の材料の側面に板厚方向に直線の縞模様を作成しておき、1パスで660 mm に圧延して、その変形挙動を観察した。それを Photo. 2 に示す。材料の噛み込み側(圧延トップ)に比べて噛み離し側(圧延ボトム)の凹形状の形成が大きい。これは、定常部の変形挙動が圧延ボトムと同じ傾向であることを考慮すれば、材料の表層部は圧延ボトム側に流動しやすいためと思われる。

次に、通常の圧延方法である圧延トップ、ボトムが交互になるような圧延方法(可逆圧延)と、圧延トップ、ボトムを固定して圧延する方法(一方向圧延)のクロップロスの比較を行った。鋼塊厚み900 mm、幅1300 mm、1500 mm、1700 mm とし、225 mm × 1200 mm のスラブに圧延した。Photo. 3, Fig. 16 にその結果を示す。可逆圧延では、Photo. 3 (a) のごとく両端部のクロップ形状はほぼ同じである。これに対して、一方向圧延では Photo. 3 (b) のごとく圧延トップがボトムに比べてクロップが非常に小さい。これは、可逆圧延では、圧延方向の影響がパスごとに相殺されるのに対し



(a) reverse rolling, (b) oneway rolling, (c) Double top rolling
Photo. 3. Influence of rolling methods on crop loss (900×1 500 mm ingot, 225×1 200 mm slab) (×1/30)

て、一方向圧延ではその影響が累積されるために、最終的に大きな差が生じたものと考えられる。ただし、圧延トップ、ボトム合計でみれば、両圧延法は大差なく、一方向圧延自体はクロップロスの減少の効果はない。

3.3.2 両トップ圧延法

前項の結果をみれば、圧延材の両端部とも圧延トップにすればクロップロスを大幅に減少できると考えられる。このような発想から生まれたのが、両トップ圧延法

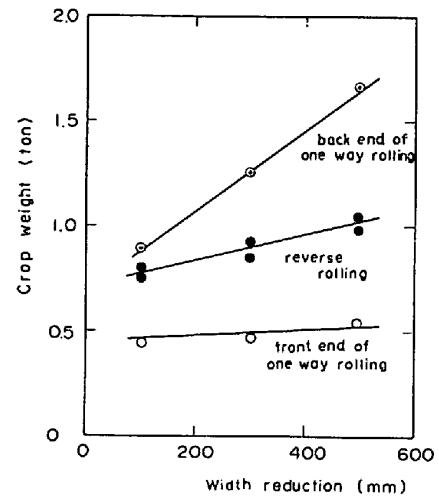


Fig. 16. Comparison of crop loss between reverse rolling and oneway rolling (ingot 900 mm thick, 225×1 299 mm slab)

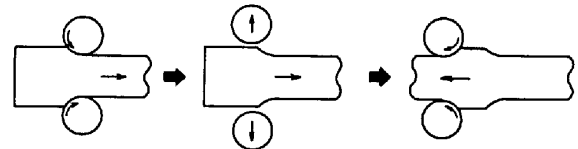


Fig. 17. Double top rolling.

である。Fig. 17 に示すごとく、まず圧延材を途中まで圧延し、次に残りの部分を逆方向から圧延する方法である。

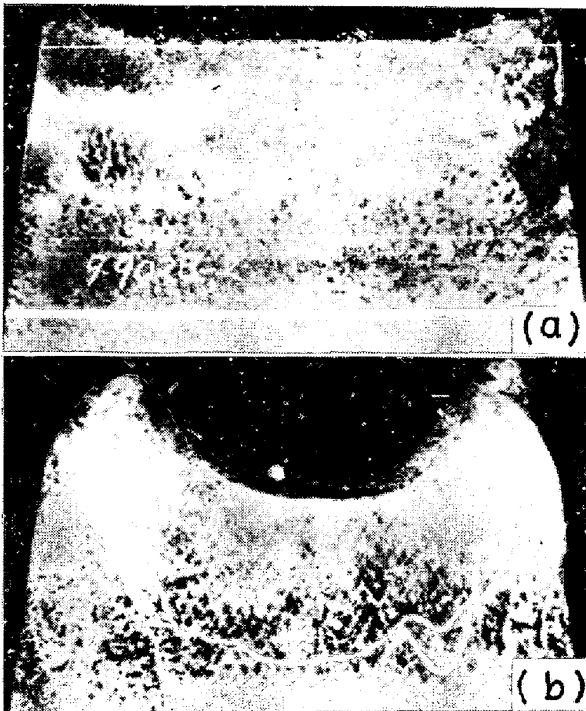
両トップ圧延法の効果を確認するために、前項と同じ条件で鉛モデルによる両トップ圧延を行った。その結果を Photo. 3 (c) に示す。両端部とも一方向圧延の圧延トップと同形状のクロップとなり、その効果は明らかである。

Fig. 16 より考えれば、両トップ圧延の適用で従来に比べて両端部合計で約4%の歩留り向上が期待できる。

3.3.3 実操業への適用

両トップ圧延法は、通常圧延よりパス回数が増加するため当然圧延能率の低下が生じる。従つて、実操業においては、その点を考慮して適用する必要がある。たとえば、圧延初期数パスに両トップ圧延法を適用することが考えられる。あるいは、まず一方の端部のみを2, 3パス圧延した後、もう一方の端部を同様に圧延する。そして、残りの中央部を通常圧延で行う方法もある。Photo. 4 は当社福山分塊工場において、圧延初期4パスに両トップ圧延法を適用した結果を示すが、従来に比べてクロップ形状が小さくなっていることが分かる。

また、前節で述べたウエル鋼塊との関連で考えれば、最低必要限度のウエル部を有したウエル鋼塊を用いて、圧延されるスラブ寸法に対応して両トップ圧延を適用す



(a) Double top rolling, (b) conventional rolling

Photo. 4. Comparison of slab end shape between double top rolling and conventional rolling on actual mill (900×1300 mm ingot, 215×1050 mm slab) (×1/16)



Photo. 5. Shape of slab end using shaped-bottom ingot on actual mill. (17 ton ingot, 245×900 mm slab) (×1/20)

る方法が考えられる。この方法が、圧延能率、鋳型および定盤の保守、管理の点を考慮して最も歩留り向上が期待できる方法である。Photo. 5 は、当社福山分塊工場においてウエル鋼塊を用いて圧延初期数パスに両トップ圧延法を適用した結果であり、クロップはほとんど発生していない。

それでは、以上のことを総合して、当社福山分塊工場において分塊歩留りの向上を図つた結果について述べる。Fig. 18 は、キャップド鋼の歩留りの推移を示すものである。まず、昭和 52 年 5 月より、圧延される鋼塊の約半数に対して圧延初期 4～6 パスに両トップ圧延を適用し、それまでに比べて 0.5% の歩留り向上を得た。

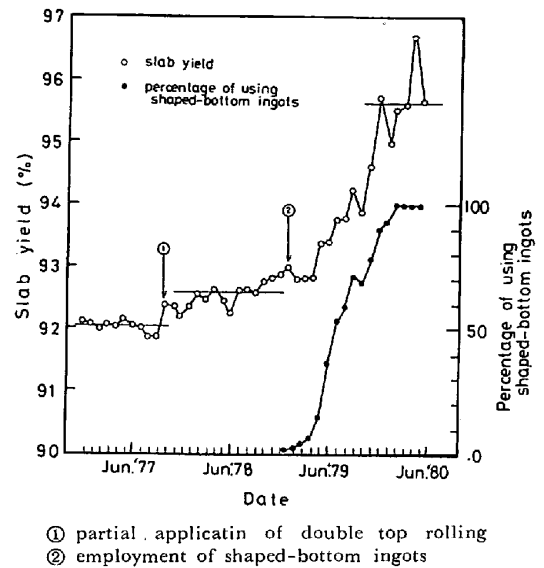


Fig. 18. Improvement of slab yield on No. 3 slabbing mill in the Fukuyama works (case of capped ingots).

次に、昭和 53 年 8 月よりウエル鋼塊の採用を開始し、ウエル鋼塊比率が増加するとともに歩留りが急速に向上した。ただし、両トップ圧延法も適宜適用した。ウエル鋼塊比率が 100% に達した時点では、ウエル鋼塊採用前に比べて 3.0% の歩留り向上であり、昭和 52 年 5 月以前と比較すれば 3.5% の歩留り向上という大きな効果をあげることができた。

4. 結 言

(1) パススケジュールについては、幅圧下時期を遅くするほどフィッシュテールは小さくなり、1パス当たりの圧下量を大きく取るほどオーバーラップは減少する。

(2) 鋼塊寸法とスラブ寸法の差が大きいほど、すなわち全厚み圧下量、全幅圧下量が大きいほどクロップロスが増大する。

(3) ミル型式としては、ハイリフトミルがユニバーサルミルよりクロップロス小さい。歩留り、能率の両面を考慮すれば、ミル型式としてはハイリフト-ユニバーサルミルが望ましい。

(4) ウエル鋼塊のウエル形状は、フラットボトム鋼塊のクロップ形成過程での遷移点の形状をもとに設計すればクロップの発生をほとんど防止できる。

(5) 圧延時の噛み込み側が噛み離し側に比べてクロップの形成が小さいことに着目して、新しいクロップ減少方法として、両トップ圧延法を開発した。

(6) 適切な形状のウエル鋼塊と両トップ圧延法の採用により、実操業において 3.5% の歩留り向上が得られ

- た.
- 文 献
- 1) *I. M. MACKENZIE*: JISI (1970), p. 324
 - 2) *S. J. SMITH*: JISI (1970), p. 247
 - 3) 生嶋榮次, 平沢猛志, 中内一郎, 撰待吉雄, 山岸
静直: 日本鋼管技報, 64 (1974), p. 1
 - 4) *Y. MIHARA and W. JOHNSON*: Met. and Metal
Form, Aug. (1977), p. 332
 - 5) 田口喜代美, 中川正義, 広瀬 猛, 内川正範: 鉄
と鋼, 65 (1979), S694