

討13

連 鋳 ス ラ ブ か ら の H 形 鋼 の 製 造 方 法

住友金属工業(株)中央技術研究所 ○林 千博 草場芳昭

鹿 島 製 鉄 所 嶋 村 直 礼 (現 ・ 大 阪 チ タ ン (株))

中 山 勝 一 越 田 治 三 沢 隆 信

1. 緒 言

当社鹿島製鉄所大形工場は、昭和50年4月操業を開始した。当初、素材については、和歌山製鉄所第一分塊工場で鋼塊より分塊圧延したビームブランクを使用し、H形鋼を製造して来た(図-1)。しかしセミキルド鋼のビームブランクは製鋼原因による線状疵、たけのこ疵、分塊圧延によるへげ疵、折込疵などの発生によって素材手入率が高く、運搬費、冷片装入等によるコストアップ要因も重なって、素材費低減対策が重大な問題としてクローズアップした。我々は、鹿島製鉄所内の鋼板用連鋳スラブからのH形鋼圧延法を開発し、フランジ幅200mm以下のサイズは、スラブより直接製品まで圧延し、250mm以上の大サイズについては、ユニバーサルミルを使用してビームブランクを分塊圧延し、2ヒートで製造することに成功し、昭和58年に連鋳化100%を達成した(図-2)。その後フランジ幅250mm以上の大サイズも1ヒートに順次切り替え、昭和56年現在H形鋼全サイズを連鋳スラブより1ヒートで製造することに成功した。2ヒート圧延については既に報告しているので本報ではこの連鋳スラブからのH形鋼の1ヒート圧延技術およびその効果について概述したい。

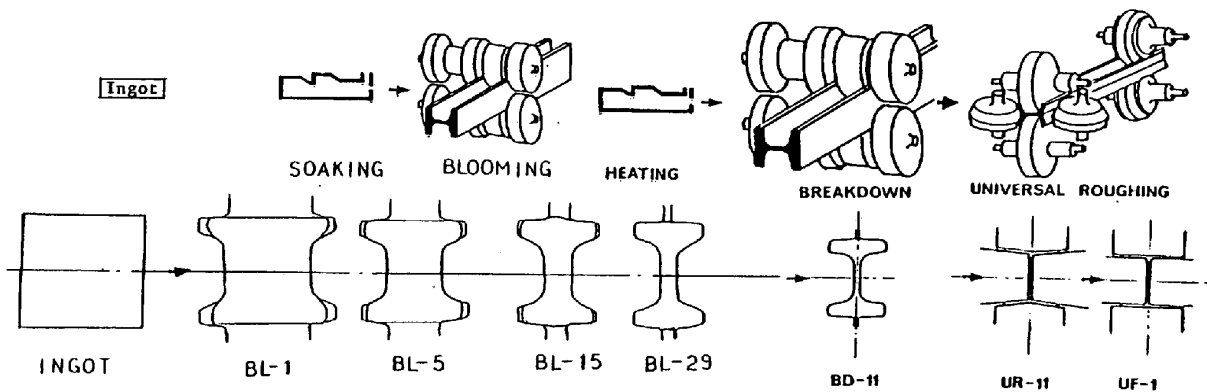


図-1. 鋼塊法によるH形鋼の製造法

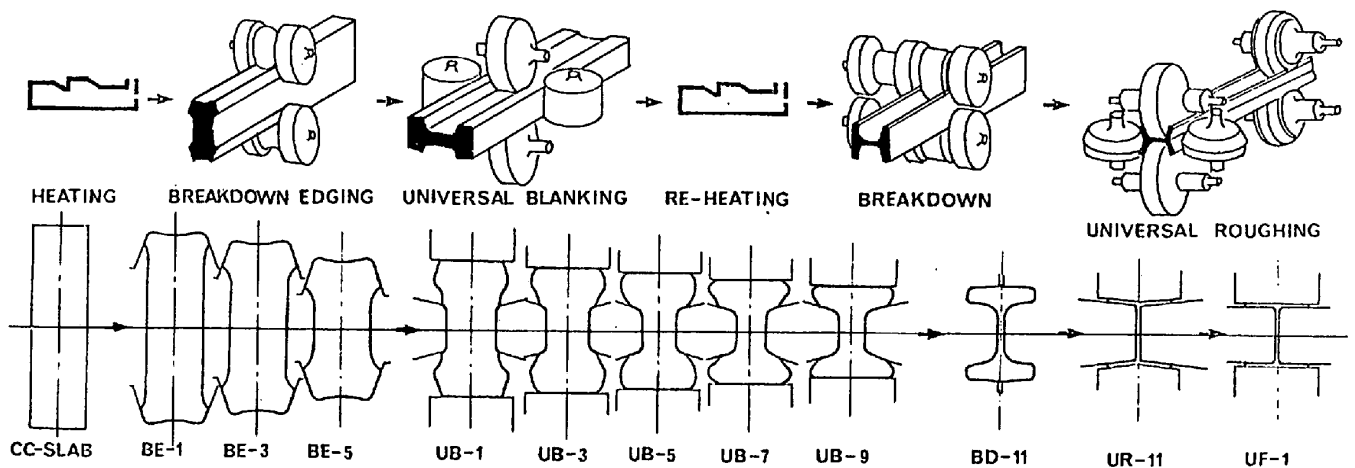


図-2. 連鋳スラブからのユニバーサル分塊による2ヒート圧延法

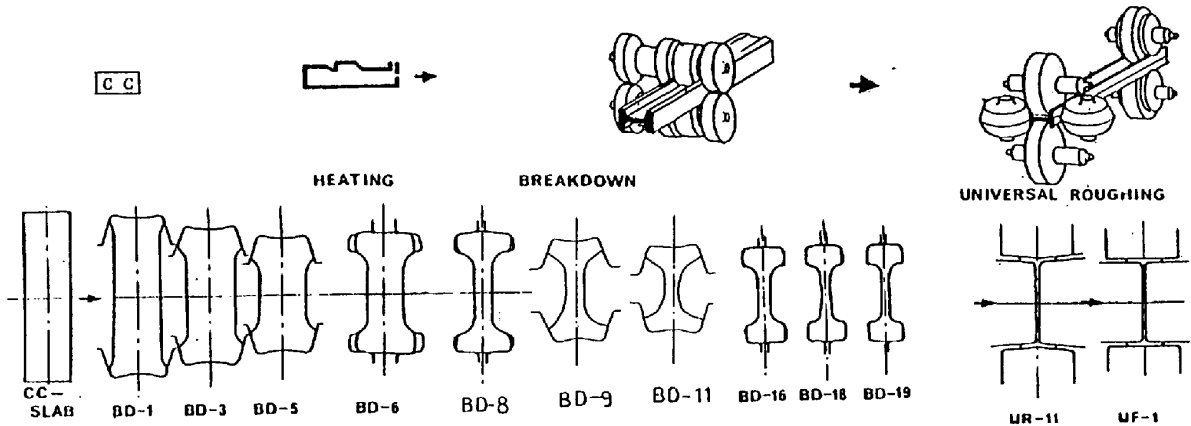


図-3. 連続スラブからの1ヒート圧延法

2. 連続スラブからのH形鋼の圧延特性

図-3に示す本圧延法の特徴は、ブレイクダウンミルでのスラブ幅殺し圧延工程に造形孔型によるウェブ圧下工程を挿入することにより幅殺し圧延でのドッグボーン効果をもっとも有効に利用していることである。

2.1 定常部ドッグボーン変形

鉛を用い、縮尺 1/5 でスラブ幅殺し圧延における変形を調査した結果を以下に示す。図-4は種々の矩形比(スラブ幅/スラブ厚)をもつスラブを幅殺し圧延した時の端部幅拡げ効率: η と圧下率の関係を示したものである。 η はスラブの矩形比: H_0/B_0 に大きく依存し、圧下するに従い増加するが、ある所で最大となり、その後減少してゆく。大サイズH形鋼の場合、スラブの矩形比は3.5~5.0であるので、30%以上連続的に幅殺し圧延を行っても端部幅拡げ効果はあまり大きくない。

次に1パス圧下量80mm, $H_0/B_0 = 3.3 \sim 7.5$, 最大圧下率60%の条件で、スラブの矩形比と圧下率からなるパラメータと端部幅拡がりの関係を図-5に示す。実験範囲内で両者は次式で近似できる。

$$\ln\left(\frac{B_1}{B_0}\right) = 0.154 \times \left(\frac{H_0}{B_0}\right) \times \left\{ \ln\left(\frac{H_0}{H_1}\right) \right\}^{1/2} \quad \dots(1)$$

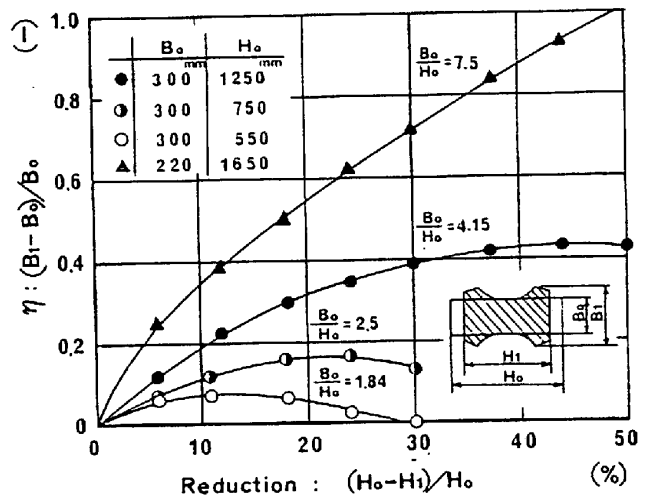


図-4. スラブ幅殺し圧延での変形

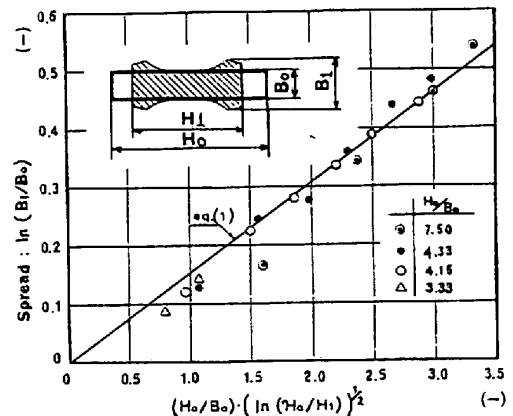


図-5. スラブ幅殺し圧延での幅拡がり

次に造形孔型で圧延されたビームブランクを幅殺し圧延した時の端部幅拡がりをスラブの場合と同様のパラメータで表現するため、ビームブランクウェブ厚： t_F をスラブ厚： B_0' とし、(1)式よりこのビームブランクを得るのに必要なスラブ幅： H_0' を計算し、この仮想スラブからの幅殺しとして、ビームブランクの端部幅拡がりを調査した結果を図-6に示す。矩形比が大となるとウェブ挫掘の影響で若干ずれるが、実験範囲内で十分(1)式でビームブランクの端部幅拡がりも近似できる。

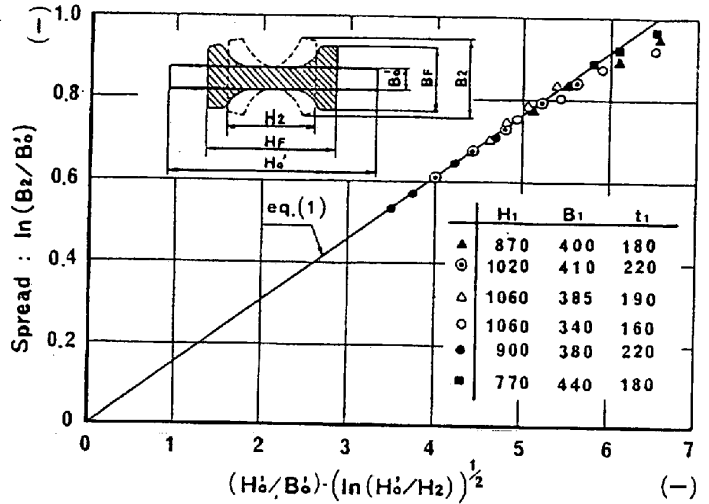


図-6. ビームブランク幅殺しでの幅拡がり

2.2 非定常部の変形

スラブの幅殺し圧延では、圧下が中央まで浸透しないため端部のみ延伸され、スラブの先後端にフィッシュテールが生じ、後続のオープン孔型圧延での圧延疵の原因となりクロップロスを増加させる。図-7は、 $300 \times 1300mm$ スラブを連続的に幅殺し圧延した後オープン孔型でウェブ圧下した場合と、幅殺し途中でウェブ圧下を挿入した場合の切り捨てられるフランジクロップ長さ： L を比較した例である。幅殺し途中でオープン孔型によるウェブ圧下を挿入し、スラブの先後端をトング状とすることにより、後続の幅殺し圧延でのフィッシュテール成長を防止でき、クロップロスを大幅に低減できる。

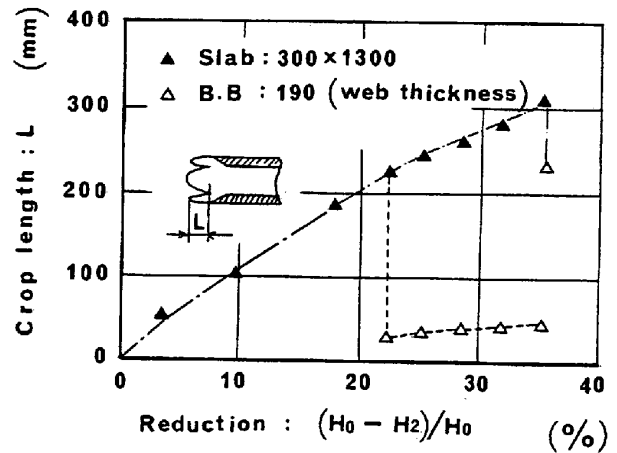


図-7. スラブ幅殺しでのクロップ長さ

2.3 オープン孔型でのフランジ幅の引き下げ

ブレイクダウンミル放しのビームブランクのフランジ幅を推定するとき、造形孔型および仕上げ孔型でのウェブ圧下に伴うフランジ幅引き下げ量を知る必要がある。そこで種々のH形鋼用オープン孔型を用い、ウェブを $300mm$ から $70mm$ まで圧下した時のフランジ引き下げ量/ウェブ圧下量： $\Delta B/\Delta t$ と孔型特性値： b_w/b_0 との関係を図-8に示す。本実験範囲内で両者の関係は次式で近似できる。

$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right) = 0.165 \times \left(\frac{b_w}{b_0}\right)^3 + 1.625 \times \left(\frac{b_w}{b_0}\right)^2 \quad \dots(2)$$

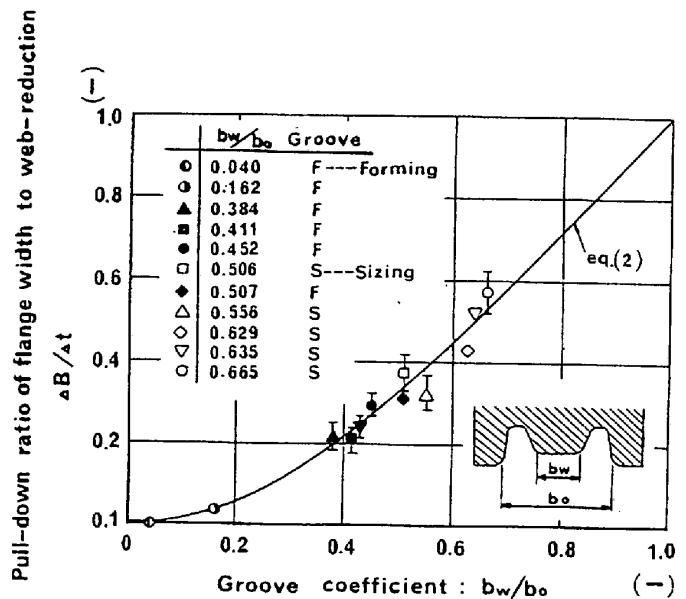


図-8. オープン孔型でのフランジ幅引き下げ

2.4 考察

上記結果よりスラブの幅殺し圧延において一定寸法のスラブよりもっとも大きなブームblankフランジ幅を得る条件を求めた。図-9は300×1300mmのスラブよりH500×300用ブームblank（ウェブ厚70mm，ウェブ高さ700mm，ウェブ内幅450mm）を圧延するとき，造形孔型での圧延条件（ウェブ厚 t_F ，ウェブ高さ H_F ）によるブームblankフランジ幅： B_S の計算結果に，実験でのウェブ挫掘結果（破線領域）を入れたものである。実機ではフランジ厚および孔型充填性からフランジ先端を仕上げ孔型で圧下するためフランジ幅は370mmとしている。図より最大フランジ幅を得る条件として以下の事が言える。

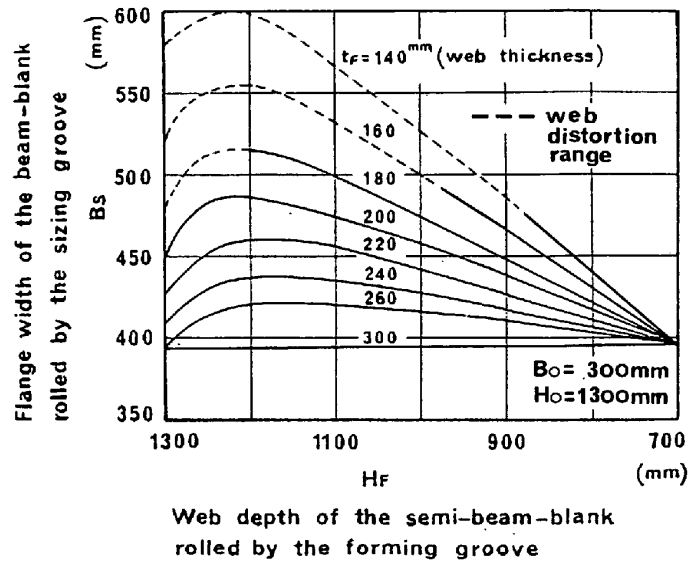


図-9. ブームblankフランジ幅に対する造形圧延条件およびウェブ挫掘条件の影響

- (1) 造形孔型放しのウェブ厚は，フランジ幅，ウェブ挫掘，孔型での圧延等の点から180mm前後が最っとも良い。
- (2) 造形孔型放しのウェブ高さつまり造形孔型幅は，スラブ幅より200mmほど小さくするのが良い。

以上の事を各サイズ別に検討し，実機でのスラブ寸法，ブレイクダウンロール孔型，パススケジュールを決定し，H400×400，H900×300を含むH形鋼すべてを1ヒート化した。

3. 効果

連铸化により分塊工程の省略，素材設計，ホットチャージが可能となり，製造コストを大幅に低減できた。一例として当社大形工場の燃料原単位は，現在 $280 \times 10^3 \text{ Kcal/T}$ で従来の冷片装入にくらべ，約 $100 \times 10^3 \text{ Kcal/T}$ 低減できた。圧延歩留も大サイズ平均97.0%以上であり，出鋼からオーダー振当までの通算歩留で，従来の鋼塊法にくらべ約10%以上向上している。

4. 結言

連铸スラブの幅殺し圧延でのドッグボーン効果を有効に利用することによりH形鋼すべてを1ヒート化することができた。今後の課題として保温ピット等によるホットチャージ効率の向上，プレス等による先後端クランプ形状の改善などがあげられ，今後ますます連铸化に伴う圧延技術の向上がはかれるものと確信する。

(参考文献)

- 1) 黒川知明，中山勝一，三沢隆信：昭和52年度塑性加工春季講演論文集，p.125
- 2) 嶋村直礼，中山勝一，越田 治：鉄と鋼，65(1979)11，S.784
- 3) 嶋村直礼，林 千博，越田 治，草場芳昭：第71回塑性加工シンポジウム，p.32