

平行フランジ形鋼における 高寸法精度サイズフリー圧延技術の開発

草場 芳昭*・鹿野 裕*・的場 弘行*²

Development of Size Free Rolling of Highly Accurate Parallel Flange Sections

Yoshiaki KUSABA, Hiroshi SHIKANO and Hiroyuki MATOBA

Synopsis : With regards to the hot-rolling of parallel flange section (ex. H-beam, Channel), the authors have succeeded a new size-free-rolling method with highly accurate dimensions.

This rolling method is characterized by using adjustable width horizontal rolls of universal stands and web-height reduction rolling.

The universal horizontal roll width can be changed within 20 seconds and the web-height of the parallel flange sections can be reduced by max. 32mm in the mill line.

As the result, it becomes possible to roll the parallel flange sections with constant outer-depth and highly accurate dimensions.

These rolling technology has been applied for new H-beams in the Large Shape Mill of the Kashima Steel Works.

Key words : H-beam ; parallel flange channel ; universal rolling ; size-free-rolling ; universal horizontal roll ; roll width change.

1. 緒言

従来、H形鋼や平行フランジ溝形鋼(以下、PFCと呼ぶ)に代表される平行フランジを有する形鋼は、内法寸法が一定であった。これは、熱間圧延において使用されるユニバーサル水平ロールが一体式であり圧延ライン内でロール幅変更が不可能であったことに起因している。そのため、従来の平行フランジ形鋼は製品サイズおよび製品寸法精度において、種々の問題点を有していた。

しかし、最近圧延ライン上で圧延材のウェブ高さを変更する技術が開発された。例えば、ユニバーサル粗ミル圧延後にスキューロールミルを用いてウェブ高さを拡幅する方法¹⁾やユニバーサル仕上げミルに幅可変の水平ロールを用いフランジ部をウェブ部より強圧下しながらウェブ高さを縮小する方法²⁾がある。これに対し、中心偏りの発生を極力小さくするため、圧延材のフィレットコーナーに着目し、フランジ部・ウェブ部を軽圧下しながらウェブ高さを縮小する方法^{3,4)}を開発した。

この技術開発により、上記問題点が大幅に改善され、従来の製造ミルラインで外法一定のH形鋼やPFCの製造および寸法精度向上が可能となった。

ここでは、ユニバーサルミルの幅可変水平ロールの構造、

鉛やアルミニウムを用いたモデルミル実験結果およびH形鋼における鹿島製鉄所大形工場での実用化結果を中心に本圧延技術内容を報告する。

2. 従来圧延技術の問題点

従来のユニバーサルミルを用い製造される平行フランジ形鋼の寸法上の問題点として、特に以下の2点が挙げられる。

(1) ウェブ内法一定

従来、H形鋼の製品サイズはウェブ内法寸法一定で構成されている。Fig. 1に示すように、同一シリーズでフランジの厚さが異なるとウェブ高さの外法寸法がサイズ毎に異なってくる。これは、圧延に使用されるユニバーサルミルの水平ロール幅が圧延中一定であるためであり、その結果として製品のウェブ内法が一定となる。同一シリーズで外法寸法が異なることは、ユーザーにとっては不都合な面が多い。そのため、外法一定・サイズフリーを特徴とする溶接によるビルトアップH形鋼が大量に使用されている。

(2) 摩耗によるユニバーサル水平ロール幅の減少

実際のH形鋼の製品寸法は、ウェブ内法一定ではなく、圧延チャンス毎に製品内法、厚さは同一サイズで異なってい

平成4年6月30日受付 平成4年12月8日受理 (Received on June 30, 1992; Accepted on Dec. 8, 1992)

* 住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所(Iron & steel Research Laboratories, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 1-8 Fuso-cho Amagasaki 660)

* 2 住友金属工業(株)鹿島製鉄所 (Kashima Steel Works, Sumitomo Metal Industries, Ltd.)

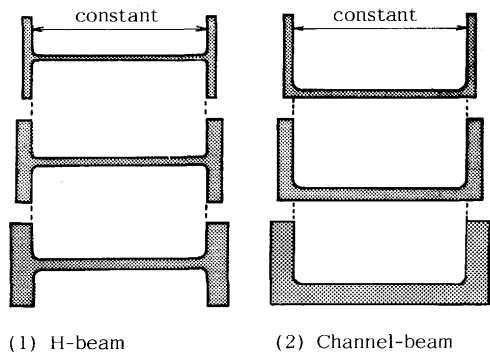


Fig. 1. Conventional parallel flange beam.

る。Fig. 2 に示すように、同一サイズでも、圧延チャンス毎にユニバーサル水平ロール幅は、0 ～ 3 mm の範囲内で異なる。これは、圧延毎にユニバーサル水平ロール幅が摩耗により減少するためである。

そのため、使用されるロールの幅・摩耗量を考慮し、製品が寸法公差内に入るように圧延チャンス毎にフランジ、ウェブの厚さを変更する。また、圧延チャンス毎にユニバーサル粗ミル (UR) ユニバーサル仕上げミル (UF) の圧下スケジュールを変更することが必要であり、製品寸法のバラツキを増大させている。

さらに、同一シリーズでのユニバーサル水平ロールの使用幅は、0 ～ 3 mm であり、使用幅下限に達すると、次のシリーズ用として、ロール幅を 20 ～ 80 mm 削る。そのため、ユニバーサル水平ロールのロール原単位は、縦ロールにくらべ、非常に悪い。

3. サイズフリー圧延技術の内容

3・1 幅可変ユニバーサル水平ロール

前章の問題点は水平ロール幅が圧延中一定であることが原因であり、これを解決するにはユニバーサル水平ロール幅をオンラインで短時間で変更できる幅可変ロールの開発が必要不可欠であった。

そこで、既設ミルの改造を最小とし、かつシンプルな構造とすることを目標とし、Fig. 3 に示す構造の幅可変ユニバーサル水平ロール⁵⁾を開発した。

このロールの特徴は、以下の 3 点である。

(1) 構造

アーバー、固定スリーブ、可動スリーブ、中間スリーブ、調整スリーブなどで構成される。ロール固定方法は、調整スリーブを除き焼バメであり、高剛性を確保している。

(2) 幅可変機構

中間スリーブとアーバーの焼バメ面に油圧を負荷し、可動スリーブを浮上させたのち、中間スリーブと調整スリーブ間のネジ回転によりロール幅の調整を行う。

(3) 幅決め機構

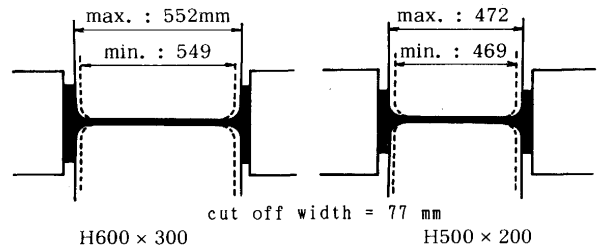


Fig. 2. Example of UF-horizontal-roll size-down.

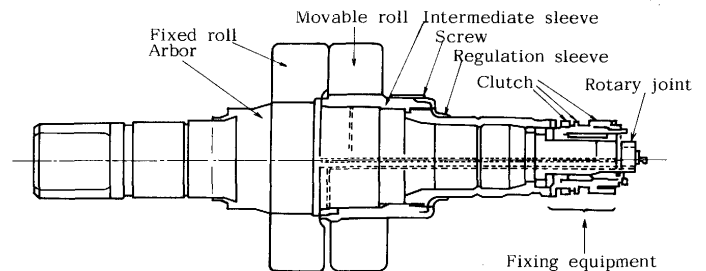


Fig. 3. Schematic view of the adjustable horizontal roll.

クラッチにより調整スリーブをロールチョックに固定し、主電動機によりアーバーを設定量だけ回転させ、ロール幅決めを行う。また、ロール位置については直接ロール回転を検出することにより、高いロール幅設定精度を確保している。

本ロールは、現在鹿島製鉄所・大形工場のUFミルに使用されており、Table 1 は、その仕様の概要である。

3・2 ウェブ高さ縮小圧延技術

H形鋼やPFCをユニバーサル圧延でウェブ高さ縮小すると、圧延材のフィレット部より容易に座屈を発生する。座屈が生じると、製品には非常に大きな中心偏りを発生し製品の大部分は公差外れとなる。

そこで、圧延材のフィレット形状の最適化、ユニバーサル水平ロール形状最適化により、フィレット部の座屈を解消することをモデルユニバーサルミル実験により検討した。

3・2・1 H形鋼

ウェブ高さ縮小に伴うフィレット部座屈は、縦ロールが圧延材と接触する時に、水平ロールがまだ圧延材ウェブに接触していないことに起因する。これを防止するために圧延材のフィレットに近いフランジ内面端部に余肉を付け、水平ロールコーナーより圧延材に接触開始させ、 $ldw > ldf$ (Fig. 5 参照) とすることによりウェブ高さ縮小圧延での中心偏りの改善効果を調査した。

(1) 実験方法

H形鋼については、Table 2 に示すように、圧延素材として99.5%純度のアルミ押し出し材の機械加工したものを使用した。素材の寸法は、実機の1/3スケールとしウェブ厚を2, 4, 6 mmの3種類、フランジ厚をウェブの2倍とした。また、圧延材フィレット部形状は4, 8, 12Rの3種類(一部16Rも使用)とした。

一方、ユニバーサル水平ロールは、厚さ70mmのスリーブ2枚から構成され、ロール幅の調整量は0～44mm、オンラインでの変更は可能である。ロールのコーナーRは、3Rである。

本実験では、縮小量をウェブ厚の1～6倍とし、圧延材フィレット部を除き、ウェブ・フランジ厚とも軽圧下である。つまり、ロール開度を圧延材入側厚さに一致させ、縮小圧延による増肉のみ圧下した。これは、ウェブ圧下による2分割された水平ロールのウェブの中央空間部での噛み出しを防止するためである。また、圧延速度は、100mm/秒である。

(2)実験結果と考察

Fig. 4は、圧延途中止め材を作成してウェブ高さ縮小圧延中の材料変形挙動を調査し、その状況を模式的に示したものである。圧延材のフィレット部コーナーRが小さい場合(Fig. 4-(2))、長柱の端末を固定しないときの座屈パターンのようにフィレット部より座屈し大きな中心偏りを発生する。

一方、フィレット部コーナーRが大きい場合(Fig. 4-(1))、長柱の両端末を固定したときの座屈パターンのようにフィレット近傍部では座屈せず、ウェブ幅方向中央で座屈する。そのため、中心偏りは発生しにくい。またウェブ中央の座屈は、上下水平ロールにより軽圧下されるので矯正され、ウェブ部は平坦となる。

Fig. 5は、幅可変水平ロールを有するユニバーサルミルによるH形鋼のウェブ高さ縮小過程を上方からみた模式図である。

Fig. 6は、フィレットコーナーRが4，8，12，16の4種

類のH180×100×4/8のH形鋼を用いてウェブ高さの縮小量を12mm一定とすることにより、 l_{dw} のみ大きく変化させ、実測の l_{dw} 、 l_{df} の比と中心偏り発生量の関係を調べたものである。 $l_{dw}/l_{df} < 1$ では、縦ロールより圧下が始まるため、ウェブの座屈パターンは、Fig. 4-(2)のようになり、0.5mm以上(実機1.5mm相当)の中心偏りを発生する。

$l_{dw}/l_{df} > 1$ では、水平ロールより圧下が始まるため、座屈パターンはFig. 4-(1)のようになり、中心偏りは、0.5mm以下である。しかし、 l_{dw}/l_{df} が1.2より大きくなると中心偏りは悪化傾向となる。

これは、フィレット部の余肉量が大きくなると、水平ロールによるウェブ圧下量がウェブ両端で大きくなり、上下

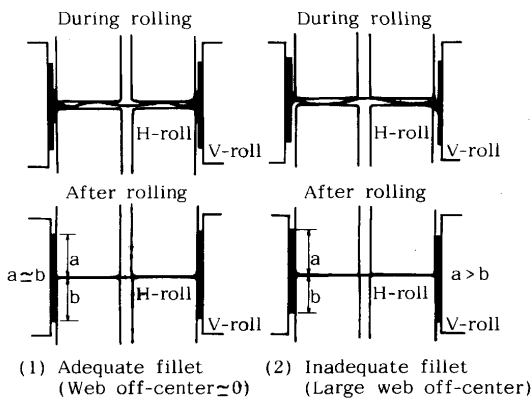


Fig. 4. Influence of fillet volume on web-off-center during web-height-reduction rolling.

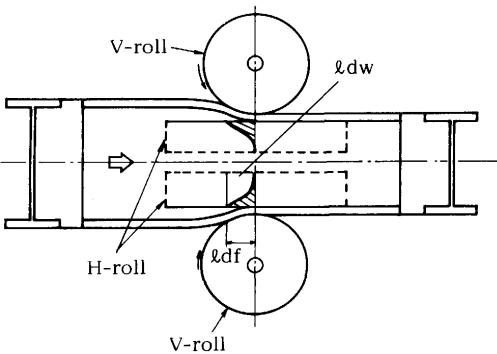


Fig. 5. Schematic view of projected length of contact arcs with H-rolls and V-rolls.

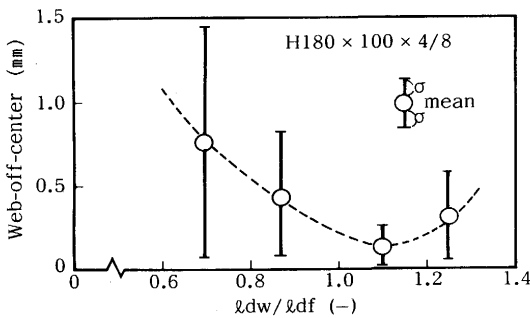


Fig. 6. Relation between web-off-center and l_{dw} / l_{df} .

Table 1. Specification of the adjustable horizontal rolls at Kashima Steel Works.	
Application	Universal finishing stand
Roll diameter	φ1400～φ1340mm
Adjustable range	0～40mm
Accuracy of width	±0.2mm
Maximum rolling load	Horizontal 4.90MN (500 tons) Vertical 3.92MN (400 tons)
Maximum torque	0.49MN・m (50 ton・m)
Adjustable time	10～20sec/40mm

Table 2. Model test conditions of H-beam.		
Scale		1/3
Workpiece	Material	99.5% Pure aluminium
	Dimensions	H188×100×6/12mm, H180×100×4/8mm H172×100×2/4mm
Mill	Horizontal rolls	ϕ418mm× ^w 70mm
	Vertical rolls	ϕ220mm× ^w 140mm
	Adjustable width	0~44mm
Rolling conditions	Reduction in inner web width	2~24mm
	Rolling speed	100mm/s

ロールの圧下量に差が生じ、中心偏りを発生すると考えられる。

Fig. 7 は、ウェブ縮小圧延でのフランジ幅拡がりの特性を調べたものである。特徴として、同一のフィレット部コーナーRでは、ウェブ高さ縮小率が增大してもフランジ幅はほとんど拡がらず減少傾向となる。一方、同一の縮小率ではフィレット部コーナーRが大きくなるとフランジ幅は増大する。これは、フィレットコーナーRが一定の場合、ウェブ高さ縮小率が大きくなると、縦ロールから先に圧延材に接触開始し水平ロールが圧延材に接触するまでにウェブは縦ロール圧下により座屈する。そのためウェブ部の減面率が増加して行くのに対しフランジ部の減面率は変わらず、フランジ部のメタルがウェブ部へ流れフランジ幅は、減少傾向となる。一方、縮小率一定の場合、フィレットコーナーRが大きくなると水平ロールから圧延材に接触開始し遅れて縦ロールによる圧下が始まるためウェブ部の座屈より先にフィレット部の強圧下が行われ、フランジ幅拡がりを生じる。この時の幅拡がり量は圧下率つまりフィレットコーナーRが大きいほど増加すると考えられる。

Fig. 8 は、ウェブ高さ縮小率と ℓ_{dw}/ℓ_{df} の関係を H180×140×4/8 で調査したものである。縮小率が増加すると ℓ_{dw} も増大するため、 ℓ_{dw}/ℓ_{df} は減少してゆく。最大縮小率を 5% (実機相当 27mm) 程度とするとウェブ中心偏りを 0.5mm (実機相当 1.5mm) 以下にするための ℓ_{dw}/ℓ_{df} は 1.0~1.2 であるから、圧延材のフィレット部コーナーRは、8~10mm が最適である。この場合のウェブ高さ縮小に伴うフランジ幅拡がり量は、0.5~1.0% 程度と小さくあまり中心偏りに悪影響

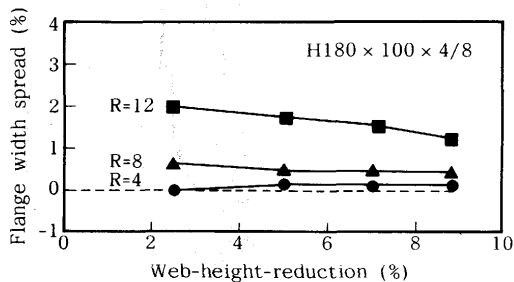


Fig. 7. Flange width spread in web-height-reduction rolling.

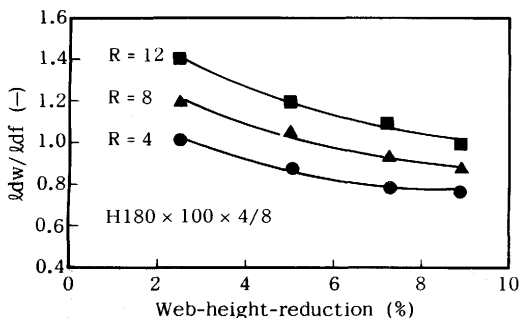


Fig. 8. Relation between ℓ_{dw} / ℓ_{df} and web-height-reduction.

響を及ぼさない。

Fig. 9 は、ウェブ高さ縮小に伴うウェブの中央部(水平ロール未接触部)厚さの変化を調べたものである。この場合の圧延素材は、ウェブ厚が 4 mm、フィレット部コーナーRが 4, 8, 12mm である。

コーナーRが、8, 12mm の場合、ウェブ厚は、ウェブ高さ縮小率が増加してもあまり変化せず、ほぼ一定の減少率を維持する。一方、コーナーRが 4 mm の場合、ウェブ縮小率 5% 以上になると、ウェブ厚は 2% 以上と大幅に増大して行く。

これは、フィレット部の局部圧下におけるウェブ部からフィレット部へのメタルフローによるボリュウム減少とウェブ部の幅縮小に伴うウェブ部ボリュウム増加のバランスに依存すると考えられる。圧延材料のフィレット部コーナーRが、4 R に対し、ユニバーサル水平ロールのコーナー 3 R であるため、この場合フィレット部の減面率 1% 以下でありウェブ部からフィレット部へのメタルフロー量は少ない。これに対しウェブ高さの縮小率が大きくなると、ウェブ部の減面率も増加し余ったメタルは、ウェブ部中央の 2 枚の幅可変水平スリーブロール空間へオーバーフィルして行く。そして縮小率 5% 以上になるとウェブ厚の増大が顕著となってくると考えられる。一方、フィレット部コーナーRが 8 mm 以上となると、圧延方向の延伸によるウェブ部からフィレット部へのメタルフロー量がウェブ高さ縮小によるメタル増加より大きくなるため、逆にウェブ厚が減少する。

Fig.10 は、フランジ厚の変化を調べたものである。ウェブ部と異なり、フランジ部では、圧下フランジ中央に集中するため、フランジ幅は増加するが、厚さについては、圧延方向の延伸によるフランジ先端からフランジ中央へのメタルフローにより、フランジ平均厚さ(上下左右フランジ片幅中央部の厚さ)が、ウェブ高さ縮小率の増加にともない減少して行く。

また、ウェブ縮小圧延でのフランジの幅拡がり量をモデルミル実験におけるデータをもとにウェブ・フランジ間のメタルフローより求め、ウェブ高さ縮小圧延におけるフランジ幅予測式を導出した。まず圧延前後の各部面積を既知

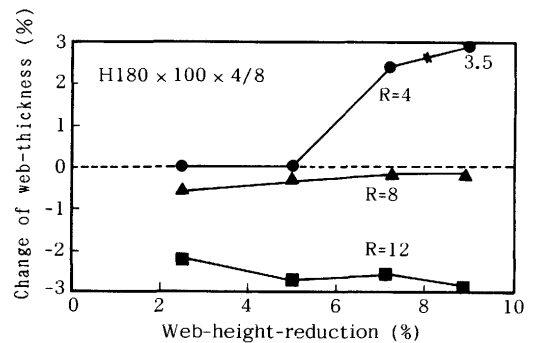


Fig. 9. Web thickness change in web-height-reduction rolling.

と仮定するとウェブからフランジへのメタル移動量：Mwfは、 $AW_0 \cdot AT_1 / AT_0 - AW_1$ となる。このMwfとフランジ・ウェブの減面率差との関係を実験より調査し、次式を得た。

$$\frac{M_{wf}}{AW_0} = 0.6207 \cdot \left\{ \left(\frac{AF_1}{AF_0} \right) - \left(\frac{AW_1}{AW_0} \right) \right\} + 0.0046 \dots \dots \dots (1)$$

次いで、ウェブ縮小圧延ではフランジ部の減面率は非常に小さいためこれをゼロとすると $AF_1 = 2 \cdot tf_1 \cdot B_1$ より圧延後のフランジ幅： B_1 が求められる。しかしフランジの減面率をゼロとしたため、その推定精度が悪く、フランジ圧下率、フィレットコーナーRで補正し最終的に(2)式を得た。

$$B_1 = \frac{AW_1 \cdot AF_0 - AT_0 \{ 0.6207(AW_1 - AW_0) - 0.0046AW_0 \}}{2 \cdot tf_1 \cdot AW_0} \times \{ 1.0007 - 1.0128(0.8937 \cdot \Delta tf / tf_0 - 0.0194) \} \times \{ 0.1529(r_0/r_1) \cdot (\Delta H/H_0) + 0.9820 \} \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 B_1 がウェブ高さ縮小圧延後のフランジ幅である。 AW_0 、 AF_0 、 AT_0 は、各々圧延素材のウェブ、フランジ、全断面積を表し、 AW_1 は圧延後のウェブ断面積を表す。また、 Δtf 、 tf_0 、 tf_1 は、フランジ厚圧下量、圧延前後のフランジ厚を表す。 ΔH 、 H_0 はウェブ高さ縮小量、素材ウェブ内幅を表し、 r_0 、 r_1 は圧延前後のフィレットのコーナーRである。

Fig.11は、(2)式を用いてモデルミル実験におけるウェブ

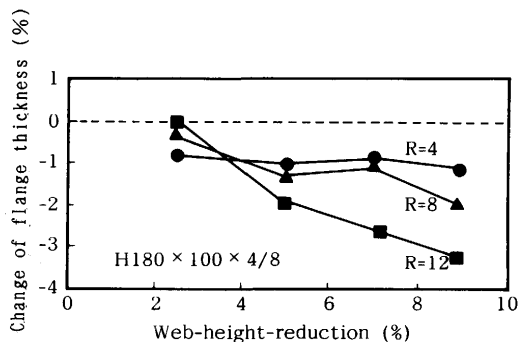


Fig. 10. Flange thickness change in web-height-reduction rolling.

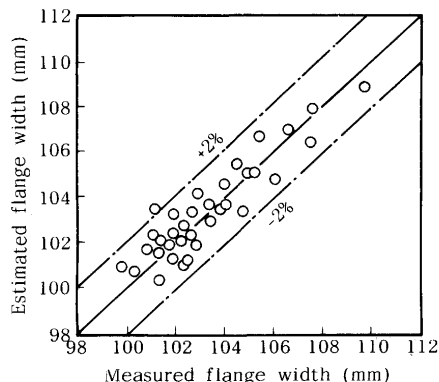


Fig. 11. Relation between estimated flange width and measured flange width.

高さ縮小圧延後のフランジ幅の計算値と実測値との比較を行ったものである。これから推定誤差2%の精度でフランジ幅の予測が可能であることがわかる。

Fig.12は、縮小圧延における圧延負荷特性を調べたものである。堅ロールについては、縮小率が増加しても圧延荷重は変化しない。一方、水平ロールの荷重は縮小率に対し直線的に増加する。このことから、縮小率が増大すると、ウェブが圧延材幅方向に座屈するため水平ロールが圧延材に接触開始するまでフランジ圧下が行われず、堅ロール圧延荷重は圧延材フィレットコーナーRの大きさに依存し一定となる。一方、水平ロールの荷重はウェブ減面率増加により増大すると考えられる。

3・2・2 PFC (平行フランジ溝形鋼)

上下左右対称のH形鋼に対し、上下非対称のPFCのウェブ・高さの縮小圧延方法は、異なってくる。つまり、U2およびUFミルの水平下ロールのみ幅可変であり、その他は一体式のロールである (Fig.13)。

また、フランジ幅とウェブ高さの比が1:2、厚さが30mm以上の大形PFCでは、非常に厳しい左右フランジ幅精度を要求されるため、UFミルの水平下ロールでフランジ先端を拘束し、左右フランジ幅の均一化を狙っている。

(1) 実験方法

Table 3 にモデルミル実験の条件を示す。PFCの場合、突合せ溶接により角型鋼管とするためH形鋼にくらべさらに厳しい寸法精度を要求される。そのため、テスト材としてアルミニウムより変形が顕著である純鉛を採用した。素材寸法は、実機の1/8.3のスケールとし、厚さは4~6mmの3種類、圧延材のフィレット (ウェブ・フランジ内面コーナー) 部コーナーRを4, 8, 12mmの3種類 (一部16Rも使用) とした。幅可変ユニバーサル水平ロールのコーナーRは、

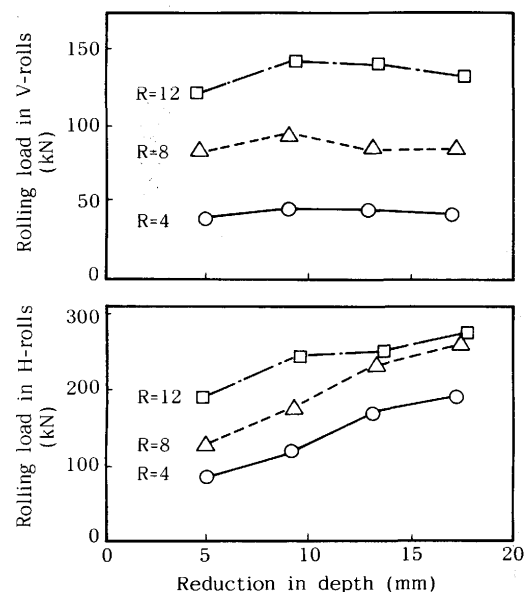


Fig. 12. Relation between rolling load and web-height-reduction.

3 mm一定である。

また、ウェブ高さ縮小率を最大7.0% (実機45mm相当) とし、U2ミル圧延後の左右フランジ幅差 (H形鋼の中心偏りに相当) を調査した。圧延速度は、H形鋼の場合と同様、100mm/秒である。

(2) 実験結果と考察

Fig.14は、ウェブ厚が5 mmの場合のウェブ高さ縮小圧延におけるフランジの幅拡がりを調べたものである。H形鋼の場合と同様、フィレットコーナーRが一定の場合、ウェブ高さの縮小率が増加してもフランジの幅拡がりは、ほとんど発生しない。これに対し、フィレット部コーナーRが大きくなるにつれて、フランジ幅拡がりは増加する。

Fig.15は、ウェブ厚の変化を調べたものである。この場合、水平ロール開度は圧延材厚と一致させており、一方の幅可変水平ロール中央の空間部においてウェブ部の増大、減少を調べた。ウェブ高さの縮小に伴い圧延材の中央ウェブ厚さは、フィレットコーナーRが4 mmで増大し、12mmでは減少する。

また、フィレットコーナーRが8 mmでは、縮小率が6%まで中央ウェブ厚さは減少するが、6%以上で増大となる。この傾向はH形鋼の場合と同様である。

Fig.16は、U2ミルでのウェブ高さ縮小圧延においてコーナーRが4, 8, 12, 16の $\square 74.8 \times 36 \times 5$ をウェブ高さ4 mm縮小した場合の実測の ldw/ldf の比と左右フランジ幅差の関係を調べたものである。

ldw/ldf が1.0より小さいと0.3%以上の幅差を生じるが、1.0以上であると0.2%以下と安定する。

これは、豎ロールから先に圧下が始まるとH形鋼同様フィレット部に座屈を生じ、その座屈量は左右均等でなく

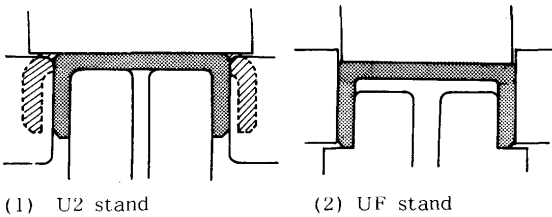


Fig. 13. Web-height-reduction rolling method of Parallel Flange Channel.

Table 3. Experimental conditions of PFC.

Scale		1/8.3
Workpiece	Material	99.9% Pure lead
	Dimensions	$\square 76.8 \times 36 \times 6$
		" $74.8 \times 36 \times 5$
U2 & UF Mill	Horizontal	300φ×50~70ℓ
	Vertical	220φ×140ℓ
Reduction of web-height		0~6mm
Rolling speed		100mm/s

一方のフィレットが大きく座屈する。つまり、圧延材が左右方向にずれた状態でミルに噛み込まれた形となりミル入側の左右フランジ部面積に差を生じる。このため、 $ldw/ldf < 1.0$ ではフランジ幅差を生じると考えられる。また、H形鋼の場合と異なり $ldw/ldf > 1.2$ となってもフランジ幅差が悪化しないのは、ウェブ両端で水平ロールによる圧下が大きくなってもウェブ外面が平坦であるため両端での圧下が均等となるためと考えられる。

4. 実機適用結果

オンラインでのH形鋼ウェブ高さ変更技術は、すでに鹿島製鉄所・大形工場で実用化されている。Fig.17は、大形工場のミルレイアウトを示したものである。このミルにおいてH形鋼のウェブ高さは、最大32mmまで縮小され外法ウェブ高さの一定化を行うとともに、またエッジャロールのロール開度変更により外法フランジ幅の一定化が行われ、同一

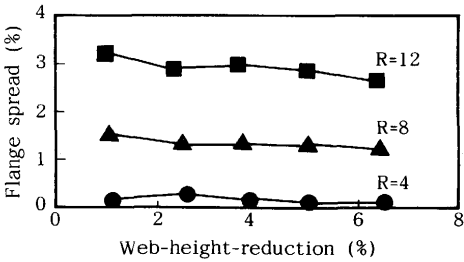


Fig. 14. Flange spread of web-height-reduction.

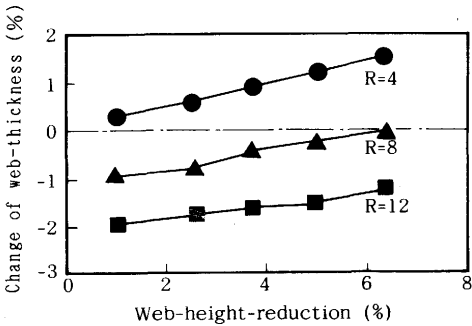


Fig. 15. Relation between web-thickness and web-height-reduction.

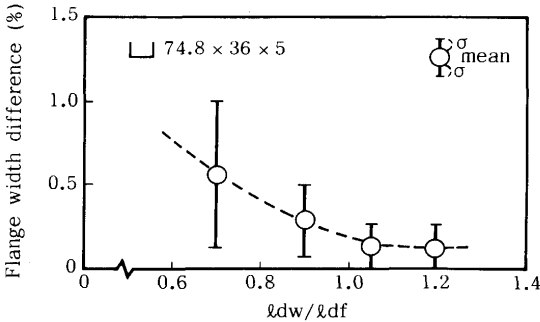


Fig. 16. Relation between flange-width difference and ldw/ldf .

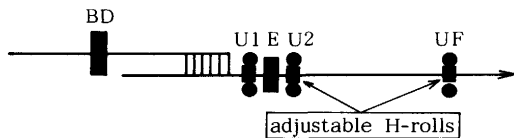


Fig. 17. Mill layout of the Wide Flange Beam Mill.

Table 4. Sizes of new rolled H-beams.

H	B	150								200								250								300							
		9	12	16	19	22	25	28	32	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
400	6																																
	9																																
	12																																
450	6																																
	9																																
	12																																
500	6																																
	9																																
	12																																
550	6																																
	9																																
	12																																
600	6																																
	9																																
	12																																
650	6																																
	9																																
	12																																
700	6																																
	9																																
	12																																
750	6																																
	9																																
	12																																
800	6																																
	9																																
	12																																
850	6																																
	9																																
	12																																
900	6																																
	9																																
	12																																

H : web-height. B : flange-width (mm)

シリーズH形鋼の外法寸法一定化が実施されている (Table 4)。

この圧延法により熱間圧延H形鋼の製品寸法バラツキを溶接ビルトアップH形鋼と同程度まで改善することが可能となった (Table 5)。

5. 結言

オンラインにおいて、短時間でロール幅を変更可能な幅可変のユニバーサル水平ロールとこれを用いた平行フランジ形鋼 (H形鋼, 平行フランジ溝形鋼等) のウェブ高さ縮小圧延技術を開発した。このウェブ高さ縮小圧延における圧延特性および上記技術の実機適用効果は以下の通りである。

(1) 幅可変ユニバーサルミルによるH形鋼ウェブ高さ縮小

Table 5. Tolerance of new rolled H-beams. (mm)

Dimensions		New H-beam	Welded H-beam	
Flange width (B)		± 2.0	± 3.0	
Web height (H)		± 2.0	$H \leq 400 \pm 2.0$ $400 < H \leq 800 \pm H/200$ $800 < H \pm 4.0$	
Thick-ness	t_2	$t < 16 \pm 1.0$ $16 \leq t < 25 \pm 1.5$ $25 \leq t < 40 \pm 1.7$	—	
	t_1	$t < 16 \pm 0.7$ $16 \leq t < 25 \pm 1.0$ $25 \leq t < 40 \pm 1.5$	—	
Web-off-center (e)		$e \leq 2.0$	$e \leq 2.0$	$e = \left \frac{b_1 - b_2}{2} \right $

圧延において、水平ロールと縦ロールの圧延材接触長さ比を1.0～1.2とすることにより、ウェブ中心偏りを許容公差以上に悪化させることなく、最大32mm程度までウェブ高さの縮小は可能である。

(2) ウェブ高さ縮小において、縮小された余肉は主としてウェブ幅方向に流れウェブ部減面率を増加させる。しかし、圧延材フィレット部余肉が大きい場合は、フランジ方向および圧延方向の流れによりウェブ厚は減少する。このため、縮小率、圧延材フィレットコーナー形状を最適化することによりウェブ部の平坦化は可能である。

(3) 幅可変水平ロールを仕上げユニバーサルミルに用いウェブ高さ縮小圧延法を適用することにより外法一定H形鋼の製造を可能とした。また、少量のウェブ高さ縮小により一般のJIS規格のH形鋼についても寸法精度の改善は可能である。

(4) 幅可変水平ロールをU2・UFミルに適用しウェブ高さ縮小圧延法を行うことにより、外法一定の大形PFC (平行フランジ溝形鋼) の製造も可能と推定される。

文 献

- 1) 生田和重, 西野胤治, 青柳幸四郎, 戸沢健二, 川並高雄: 材料とプロセス, 2 (1989), p.1567
- 2) 林 宏之, 鎌田征雄, 朝生一夫, 瀬戸恒雄, 三浦啓徳, 藤本洋二: 材料とプロセス, 3 (1990), p.489
- 3) 鹿野 裕, 草場芳昭: 材料とプロセス, 3 (1990), p.1335
- 4) 鹿野 裕, 草場芳昭: 材料とプロセス, 4 (1991), p.508
- 5) 広岡栄治, 渡辺光章, 藤本邦治, 的場弘行: 材料とプロセス, 4 (1991), p.509