

日本鉄鋼業における独自技術の開発と現在-19

H形鋼の高效率自在成形技術の開発

—外法一定H形鋼の誕生と進化—

Development of Highly Productive Size-Free Rolling Technology for H-Shapes

JFEスチール(株) 形鋼・スパイラルセクター部
主任部員

河村有秀

Arihide Kawamura

新日本製鐵(株) 建材事業部 建材営業部
形鋼・スパイラル鋼管技術グループ グループリーダー

若月輝行

Teruyuki Wakatsuki

1 はじめに

わが国では鉄(普通鋼鋼材)が1年間に6千万トン以上消費されており(図1)、その最大の用途は建築である。図2に示すように建築用は全体の3割強を占めており、自動車や造船用よりも多い。建築用鋼材のなかでもっとも多く用いられて

いるのは、H形鋼という断面がアルファベットのHの形をした鋼材である。主として建築物(写真1)に用いられており、その使用量は年間400万トンに達する。H形鋼の断面形状を図3に示す。H形鋼は質量あたりの断面係数が大きく、建築用の梁材として理想的な形状をしている。そのため、建築需要の拡大と都市建築の高層化にともない、1980年代後半以

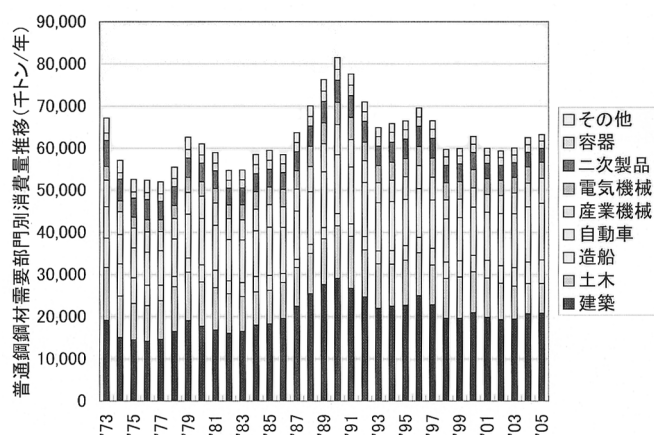


図1 普通鋼鋼材の需要分野別消費量推移(国内)

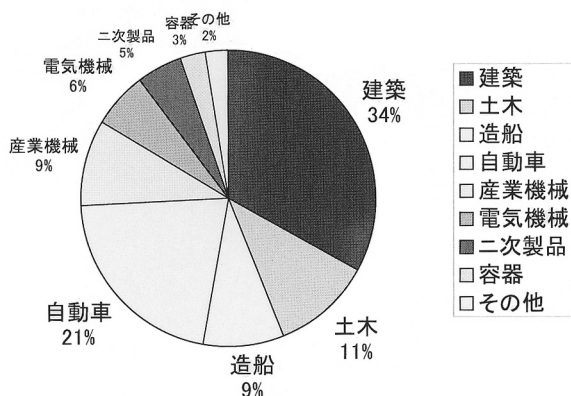
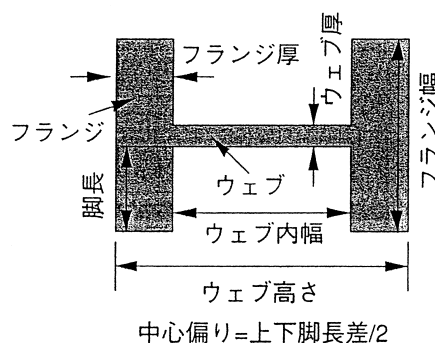


図2 普通鋼鋼材の分野別消費(2005年度)



写真1 建築物(浜離宮庭園から汐留エリアを望む)


図3 H形鋼各部の名称³⁾

降、生産量が著しく増加した。H形鋼は、1960年代から普及したいわゆる一般H形鋼（以下H形鋼という）と1989年に開発された外法一定H形鋼に大きく区分することができる。本報告では、17年もの長期にわたりヒット商品であり続ける外法一定H形鋼の技術の一端を紹介する。

2 H形鋼の圧延概要と設備

H形鋼の製造に用いられる圧延機とその機能を図4と表1に示す。ビームブランク、スラブ、ブルームを素材として、加熱炉にて1250～1300℃まで昇温し、ブレイクダウンミル（BDミル）において大まかなHの形（ドックボーン）に粗造形される。BDミルでは、カリバー（孔型）ロールが用いられ、成形の段階によりカリバー位置を変えて圧延される。その後、粗成形された素材（ドックボーン）は、中間ユニバーサルミル（URミル）によって、ウェブとフランジの圧下および延伸加工が、エッジャーミルによってフランジ先端の圧下がなされる。URミルでは、水平ロールと垂直ロールで形

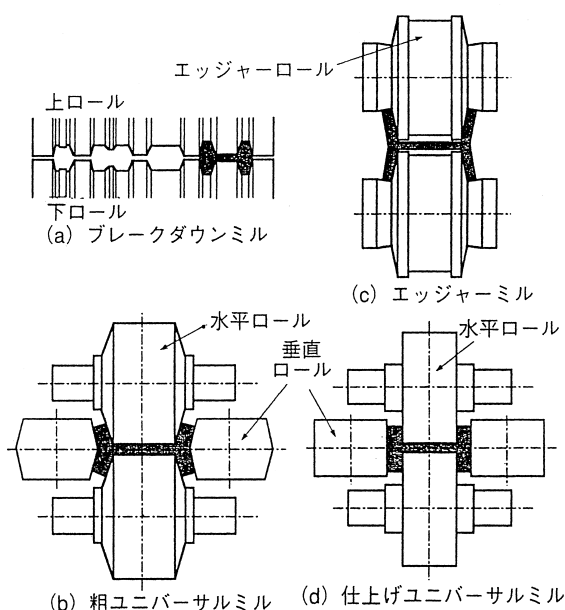


図4 H形鋼用圧延機の種類³⁾

表1 各圧延機の機能³⁾

機能	設備	ユニバーサル圧延機		
		ブレイク ダウン 圧延機	粗 エッ ジャー	仕上げ
ウェブ・フランジ造形	○			
ウェブ・フランジ厚圧下		○		
フランジ幅圧下			○	
中心偏り修正			○	
フランジ角度起こし				○
ウェブ・フランジ厚仕上げ				○

成されるロール間隙によりフランジとウェブが同時に圧延される。URミルで所定の板厚まで圧延された後に、仕上げユニバーサルミル（UFミル）でフランジの角度起こしと板厚の最終調整がなされ、製品となる。

このような圧延機を配置する圧延設備のレイアウトの例を図5に示す。(a)は各1基の可逆式BDおよびURミル、UFミル1基からなる一般的なレイアウトである。(b)は2基の可逆式BDミルとそれ以降の非可逆式圧延機群からなる比較的小断面のH形鋼の多量生産に向くレイアウトであり、生産性が非常に高い特徴がある。

3 建築業界からのH形鋼への要望

H形鋼は建築用梁材として理想的な形状であるが、その製造方法から、図6(a)に示すように内法寸法が固定になってしまう特徴がある。一方、切断した厚鋼板を溶接によって組み立てる溶接H形鋼（built up H；BH）は外法（外法）を一定にして製造されている。内法一定では、図6(b)に示す外法一定の場合に比べて図7に示すような柱・梁接合部において、フランジ厚に応じて調整するフィラープレートの枚数と種類が多くなってしまい、施工作業に支障がでる。そのために建築業界からは、長年にわたり熱間圧延による外法一定H形鋼の開発が求められてきた。しかしながら、前述した従来のH形鋼の製造法では、ユニバーサルロールの幅が固定のため、内法寸法を変化させることは不可能であった。

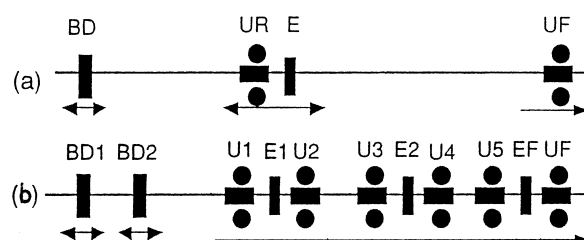
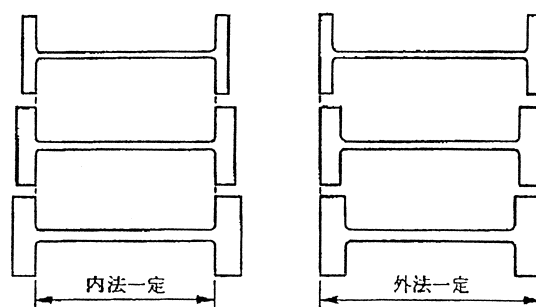


図5 H形鋼圧延設備の代表的なレイアウト³⁾



(a) 従来の圧延H形鋼 (b) 溶接H形鋼

図6 内法一定H形鋼と外法一定H形鋼⁴⁾

4 外法一定H形鋼の製造技術の開発

圧延工程でH形鋼の外法寸法を一定にすることは、フランジ厚（サイズ）に応じて種々の寸法のロールを準備すれば物理的には可能であるが、ロール交換作業が頻繁に必要となり経済的には成り立たない。サイズ毎にロールを交換することなく、圧延工程でH形鋼のウェブ高さの寸法を一定にするための画期的な技術が、その後各社で開発された。具体的には、フランジ厚に応じてウェブ内幅を制御する機能を新たに付加する種々の方式が考案された。

①スキューロールによるウェブ内幅拡大法¹⁾

本技術は図8と写真2に示すように、あらかじめ中間圧延

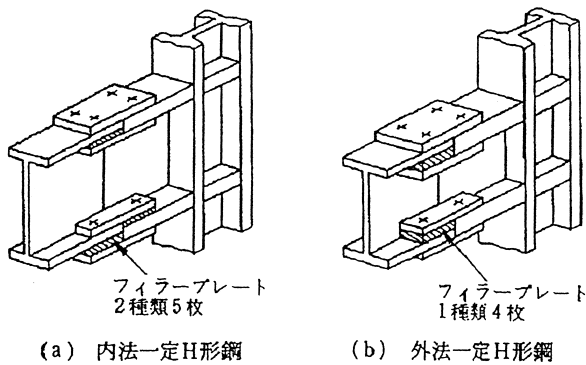


図7 梁の接合⁴⁾

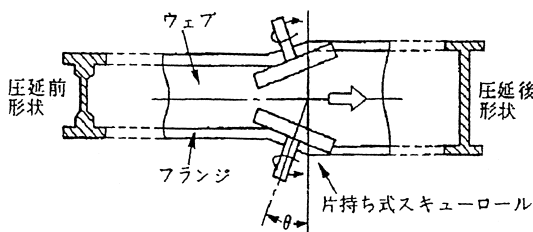


図8 スキューロールによるウェブ内幅拡大圧延⁴⁾

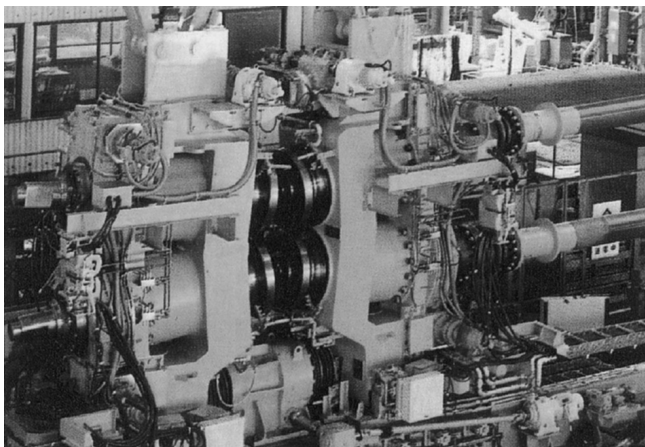


写真2 スキューロールミル

工程でウェブの両端に余肉を付与しておき、仕上げ圧延の前段階でこの部分のみを、ロール軸が圧延直角方向に傾斜角度を有する片持ち式の水平ロール（スキューロール）で圧下することによりウェブ内幅を拡大するものである。

②ユニバーサル圧延法によるウェブ内幅縮小法

本技術は図9に示すように、胴幅の調節可能な水平ロールを有する仕上げユニバーサル圧延機により、ウェブ厚とフランジ厚の圧下と同時にウェブ内幅の縮小を行うものである。

③胴幅の調節可能な仕上げユニバーサル圧延機用ロール

実際に使用されている分割式スリーブロールを写真3に示す。

これらの技術は、1990年に大河内記念生産特賞を受賞するなど、当時としては画期的なものであった。

5 外法一定H形鋼の発展と進化

その後、外法一定H形鋼が建築市場に広まっていくとともに、建築業界を取り巻く環境の変化から以下のような新たな要求がでてきた。これらの要求は、建築構造用鋼材の大断面化、構造物の高層化や大型化にともなうものであり、外法

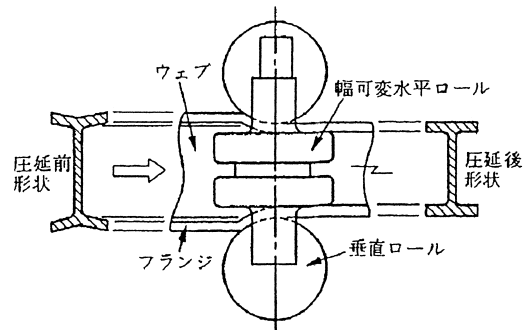


図9 ユニバーサル圧延機によるウェブ内幅縮小圧延⁴⁾

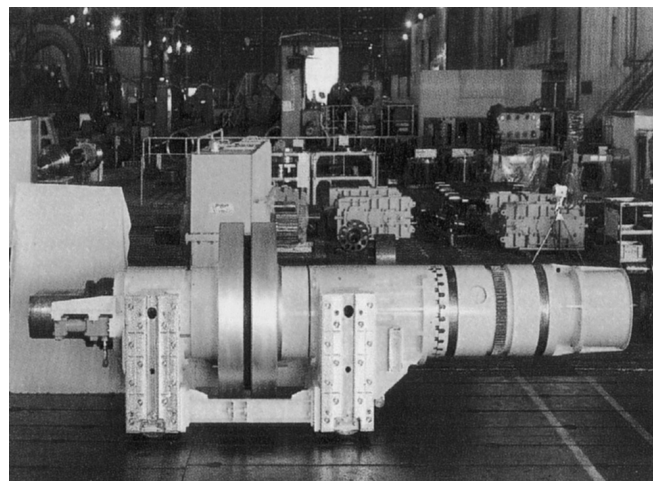


写真3 幅可変ロール

一定H形鋼の進化を期待するものであった。ただ、これらの要求に応えていくことは、製造側にとって、外法一定H形鋼を開発した時と同様な過酷な課題であった。以下に、外法一定H形鋼の進化に寄与した製造技術の例を紹介する。

①フランジ幅の一定化

開発当初の外法一定H形鋼はウェブ高さのみが一定であったが、その後需要業界からは、フランジ幅も一定にとの要望が強まり、次世代の外法一定H形鋼は、ウェブ高さ・フランジ幅とも、板厚に関係なく一定なH形鋼に進化を遂げた。それを可能とした新技術の一つを以下に示す。

ユニバーサルミルではフランジの先端は非拘束であり、フランジ幅および中心偏りの制御は困難であった。その後の技術開発により、図10に示すようにエッジャーロールを二重構造とし、カリバ先端を回転自由とし、さらに偏芯ブッシュによってカリバー深さを調節可能とした脚長可変エッジャーが開発され、幅一定化を実現した。

②シリーズ・サイズの拡大

開発当時の外法一定H形鋼は、15シリーズ・95サイズであったが、その後の需要業界の要望に沿ってサイズ・シリーズの見直しを何度も実施してきた(図11)。特にH1000シリーズの開発は、従来の熱間圧延で製造可能な最大ウェブ高さが900 mmであったものを改革した点で画期的なものとな

り、最近の新鋭工場の建設等のインフラ整備に活躍している。これを可能にした新技術の例を以下に示す。

素材(スラブ)の大型化と新粗造形法の開発により、ウェブ高さ1000 mmまでの大型の外法一定H形鋼を製造できるようになった(写真4)。具体的には、まず大断面のスラブ(310X1800 mm)を用いて鋼片圧延機でH900X400相当の中間ビームブランクに造形する²⁾。次に形鋼工場のBDミルで、各種孔型を用いてウェブ高さの拡大・縮小とフランジ幅の縮小圧延を組み合わせて成形する。これによりH1000X400までの製造が可能となった(図12)。

現在では、42シリーズ・292サイズまで製造範囲を拡大し、幅広い要求に応えている。

6 おわりに

平成の元号とともに誕生した外法一定H形鋼が現在でもヒット商品であり続けることを支えた技術の一端を紹介した。上述の他、耐火性を付与したりハイテン化した外法一定H形鋼など、製造技術の革新を継続しながら需要に応じた商品をタイムリーに開発し、提供を続けたことが、それらの理由であると考ええる。今後も製造技術の改革に努力し、需要業界からのさまざまな要求にタイムリーに応えていくことが重要であると考ええる。本報告が今後各種分野での商品開発の一助になれば幸いである。

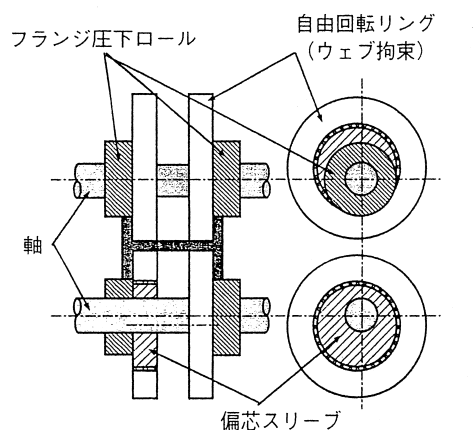


図10 カリバー深さ可変エッジャーロール³⁾

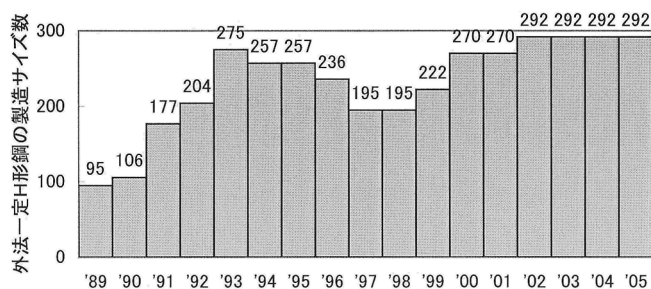


図11 外法一定H形鋼の製造サイズ数



写真4 大型外法一定H形鋼1000シリーズ²⁾

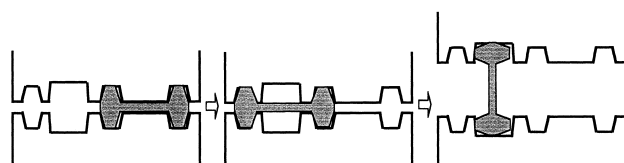


図12 大型外法一定H形鋼のブレードダウンミル圧延方法²⁾

参考文献

- 1) 稲垣彰, 安河内醇, 板橋義則, 青柳幸四郎, 藤本武, 山本洋春, 川田勇: 新日鐵技報 (1992), 343.
- 2) 河村有秀, 山本晃輝, 今村晴幸: 川崎製鉄技報, 33 (2001) 3, 28.
- 3) 北浜正法: ふえらむ, 1 (1996) 11.
- 4) 林宏之: 塑性と加工, 34 (1993) 1, 384.

(2006年12月1日受付)

ブックレビュー

固体物理の基礎
—材料がわかる量子力学と熱統計力学—
 西谷滋人 著

2006年5月 森北出版(Tel. 03-3265-8342)
 A5版 179頁 定価2,730円(消費税込)

本書は、材料科学を志す学部学生のために執筆された固体物理の教科書である。高校の物理をスタート地点とし、そこから『量子力学』および『熱統計力学』を順を追って学び進むことにより、『材料科学』の最前線にまで到達することに成功している。目次を見ることによって、孤立原子から原子集団へ、絶対零度の理想世界から熱力学的世界へ、筋道を明確にしながら簡潔に話を進めていこうとする著者の意図を汲み取ることができる。また、基礎的な良図がふんだんに用いられており、量子力学と熱統計力学の主要骨子を視覚的にもフォローできるように工夫されている。本書は、量子力学、熱統計力学、材料科学という三つの学問分野の相互関係を、鳥瞰的に理解するにあたって最適の書であるといえる。

学部低学年次の講義において、本書を用いて学問分野の相互関係・全体像を理解する。その後、量子力学、熱統計力学および材料科学の詳細について、当該の専門教科書を用いてそれぞれ深く学び進む。大学教育における本書の位置付けは、このようなところにあると思われる。各章の章末には演習問題が準備されており、これらの問題を解くことにより、理解を確かなものにできるように配慮されている。材料科学の現役専門家にとっても、脳味噌の中を今一度交通整理するには格好のテキストとなるだろう。

(東京工業大学 大学院理工学研究科 寺田芳弘)