

熱押形鋼の製造技術開発と商品化

Development of Manufacturing Technology for the Hot-Extrusion and Its Commercialization

新日本製鉄(株)光製鉄所 金森美樹男*・野口岳雄

1. 緒 言

光製鉄所熱押・特殊管工場は、1960年4月操業開始以来、熱間押出法により炭素鋼・ステンレス・高合金のシームレスパイプや形鋼等、多品種多形状の製品を造る工場として発展してきた。従来、形鋼はフォークリフト用マスト等の比較的単純な形状を主体に生産してきた¹⁾。近年長年にわたる技術力の蓄積を基に、熱間押出法の特徴を生かし他の加工法では得られない複雑形状形鋼の製造技術開発と商品化を推進している。

本報では、熱押複雑形状形鋼の製造技術及び商品の特徴について述べる。

2. 熱押形鋼製造プロセス

2.1 熱間押出法と製造可能範囲

熱間押出法は鋼を1,100℃～1,250℃の高温に加熱し、Fig. 1に示すビレット、コンテナ、ダイス、及びマンドレルの間に、ガラス質潤滑剤の被膜を介在させ、断熱および潤滑作用を同時に行わせながら押出すことにより、工具および製品を損傷することなく、中実あるいは中空の種々の断面形状形鋼を製造する方法である。²⁾

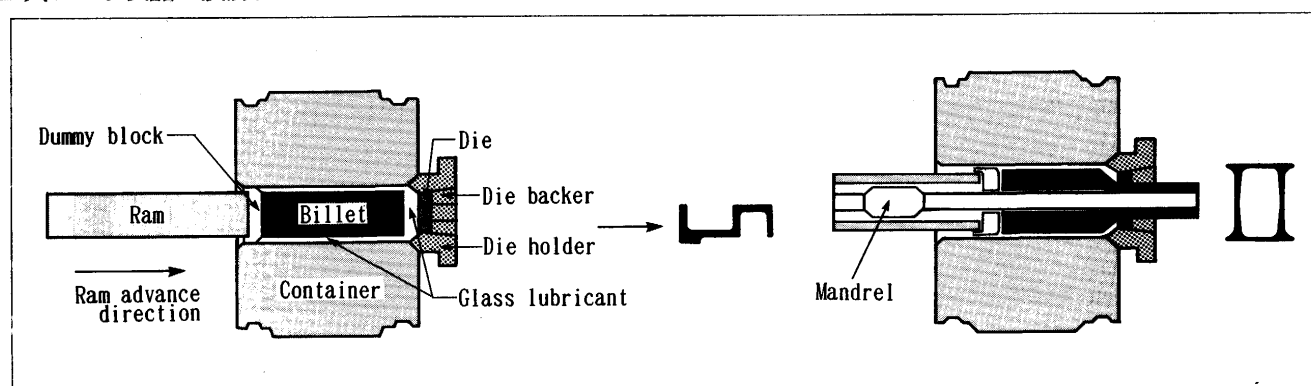
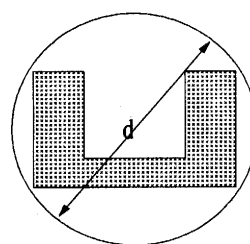


Fig. 1 Relative positions of hot-extrusion components

Table 1 Size range and mill capacity

Circumscribed circle dia	Max. $\phi 210\text{mm}$
Thickness	*Min. 2 to 6 mm
Cross-sectional area	Min. 170 mm ² ** Max. 6,000mm ²
Length	Min. 1,000 mm Max. 11,100mm
Capacity	2,000 ton/month



Circumscribed circle dia
of product = d

Notes. *The minimum value of thickness varies depending on the shape

**Available up to 12,000mm² when the product is as extruded or not corrected

2.2 形鋼製造プロセス

形鋼製造プロセスをFig. 2に示す。形鋼は加熱押出、引張矯正、ローラー矯正、圧迫矯正により高精度の安定した製品を造り込んでいる。

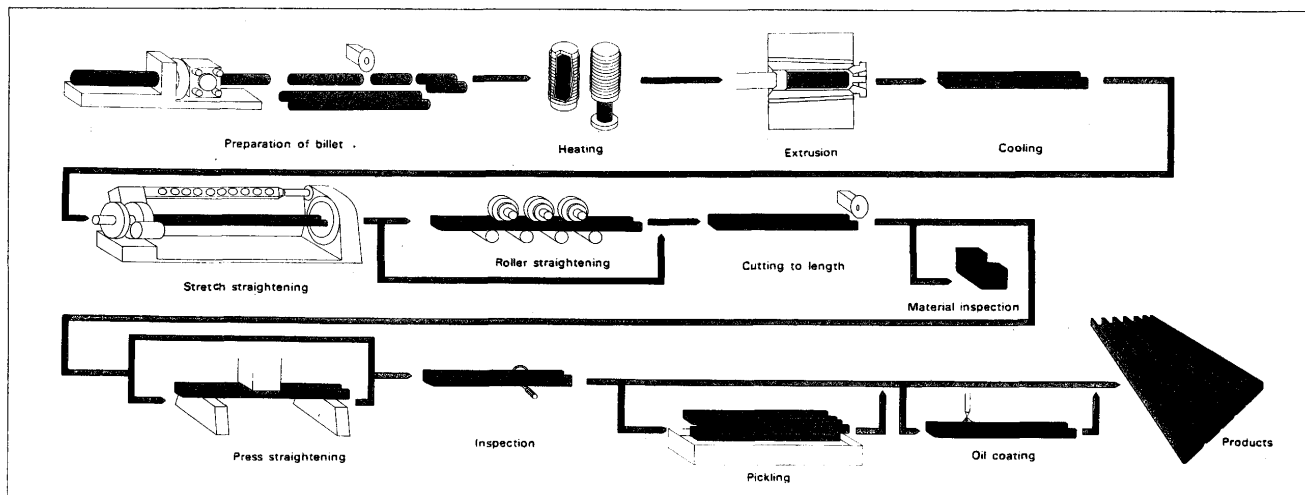


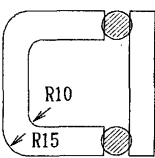
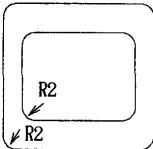
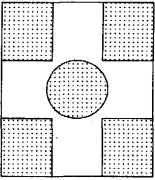
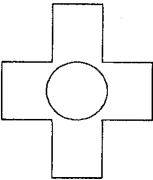
Fig. 2 Manufacturing Process

2.3 熱押形鋼の特徴

削り出し法、板曲げ法、圧延法等の形鋼製造方法に対して複雑形状形鋼の製造が可能な熱押法は次の特徴を持っている。

- ①削り出し法に対して工程省略、歩留向上が可能である。
- ②板曲げ法に対してシャープなコーナーRの製造が可能である。
- ③溶接加工法に対して溶接が不要なため、溶接および溶接後の歪取り省略が可能である。
- ④圧延法に対して、小ロット(1ton/lot)の生産が可能である。

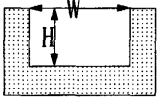
Table 2 Use of hot-extruded steel shapes

Use	Conventional process	Hot-Extrusion process	Merits
Material for frame	 Plates assembled by welding		• The requested wall thickness can be obtained. • Welding and eliminating the strain after welding are negligible. • The corner curvature and tip curvature can be decreased compared with plate-bending.
Machine part	 Gas-cutting + Boring		• Gas-cutting and boring are negligible. • Yield is increased.

3. 複雑形状形鋼製造技術の開発

鋼の熱押形鋼は大別して中実材と中空材に分けることが出来る。複雑形状形鋼製造技術の開発とそれによる製造可能範囲の拡大をTable 3 に示す。

Table 3 Indicators for complicated hot-extruded steel shapes

Indicators	Technological innovation	Development	Note
Minimum section area	Multi-extrusion	300 mm ² ⇒ 170 mm ²	See 3.1
Minimum thickness	Optimum glass lubricant	5 mm ⇒ 2 mm	 Tongue ratio
Minimum corner curvature	Optimum die	3 mm ⇒ 1 mm	
Tongue ratio (H/W)	Optimum die	1 ⇒ 3	
Shape of hollow	Optimum mandrel	round ⇒ complicated	See 3.2
Number of hollow	Extrusion without mandrel	1 ⇒ n	See 3.2

多種多様な断面形状製品を押出すためには、それぞれの形状に対応した押出方法や工具形状、潤滑剤の開発が必要である。その具体的改善例を以下に示す。

3.1 中実材の改善例

①断面積<300mm²の製品を押出しを行うには、押出力不足という問題があった。

これをFig. 3に示すダイスとマンドレルにて形成した複数の空間から複数の製品を同時に押出すことで押出力を低減し、押出しを可能とした。

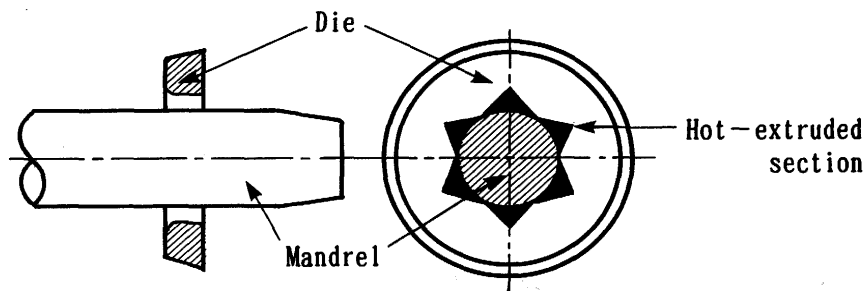


Fig. 3 Die and mandrel for small area section

3.2 中空材の改善例

①中空形状が真円でない形鋼を押出すためには、マンドレルの回転抑制が課題となる。

マンドレルの回転抑制のためにはマンドレルとビレット内径部の接触を周方向で均一化することがポイントである。これを実現するため中空部の形状を周方向にバランスのとれた形状とすることによって製品化に成功した。(Fig. 4)

②中空部が2つ以上ある形鋼の成形はマンドレル押出法では不可能である。

そこで、ビレット(SS400)に熱膨張係数の大きな材料(SUS304)を装填して同時に押出後、熱収縮を利用し装填材を抜き取り、2孔管を製造する技術を確立した。(Fig. 5)

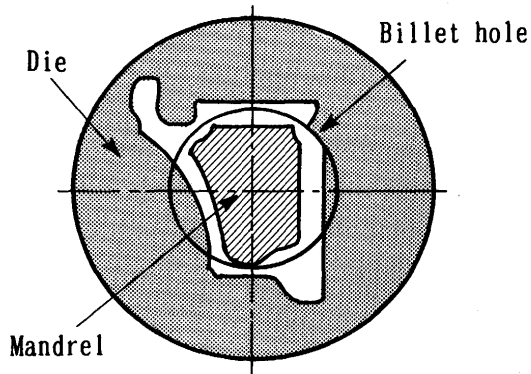


Fig. 4 Relative positions of components for the complex hollowed shape

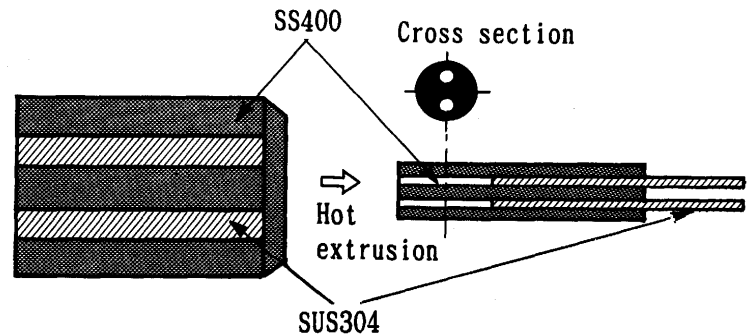


Fig. 5 Twin holed pipe

以下Fig6. に現在生産中の形鋼の代表的な100 種類の断面形状を示す。
操業以来約4,000 種類の形鋼を製造し、常に500 種類/月の様々な形状の形鋼を生産している。

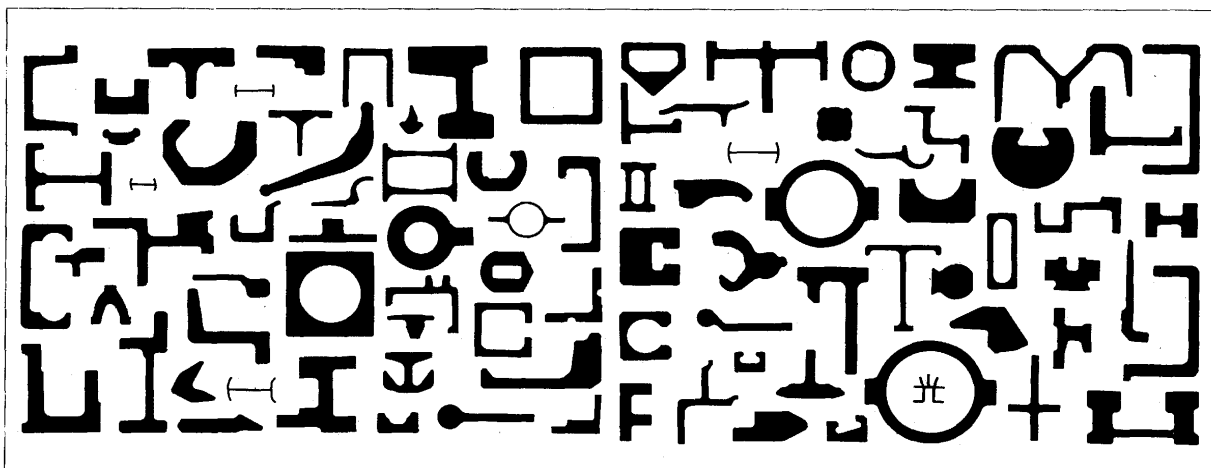


Fig. 6 Profiles of hot extruded shapes

4. 結言

熱押形鋼の製造技術開発と商品化をユーザーと一体となって実施し、ユーザーにおける工程省略、商品価値向上に寄与できた。

今後は多様なユーザーニーズに応えるため、製品の更なるニアネットシェープ化を目指すと同時に品質向上、コスト低減等を推進していきたい。

[参考文献]

- 1) Y.Nakamura, Y.Takano and K.Norimatsu: Nippon Steel Technical Report, (1973) 3, p. 85
- 2) 時澤 貢: 塑性加工技術シリーズ 5 押出し加工, (1990), [コロナ社]