

静水压押し

当社では、静水压押しプレス（複動マルチ型：写真）を用い客先の依頼に応じて各種材料の押し試験、製品試作を行っている。この押しプレスは神戸製鋼製で400tfの押し力量があり、静水压押し、直接押し、間接押しの3種類の押し方法が部品を交換するだけで容易に使い分けられる。押しは古くから使われている加工法で、初期には非鉄金属材料の加工に、その後ガラス潤滑押しの開発により鋼管の製造にも利用されるようになり、量産が可能になった。

静水压押しは高圧力の塑性加工への応用の1つとして、1970年代にその工業化が進められた。神戸製鋼では液状油を圧力媒体に用いた冷間静水压押しにひき続き、粘塑性圧力媒体を使用する熱間静水压押し技術ならびに装置を開発し、これにより静水压押し技術の工業的利用が進展した。

本稿では主に静水压押し法とその特徴および使用例について紹介する。



静水压押し法とその特徴

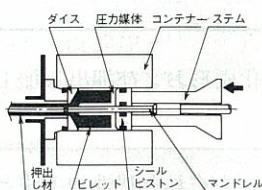
D - 1

第1図は静水压押し、直接押し、間接押しの3種の押し方法を比較して、図示したものである。

静水压押しでは、例えば $\phi 67\text{mm}$ の純アルミニウムビレットをプレスに装填し、押し比500で押し出すとおよそ1,000MPaの圧力で $\phi 3\text{mm}$ の細線が1分間に約500mの高速で飛び出す。また異なる材料を嵌合してビレットを作り、押し出すと内外部にわたり加工の遅れがなく金太郎飴のように、どの断面もビレット断面と相似形をした長尺製品が得られる。また粉末材料をカプセルに詰め、高温に加熱して押し出すと高密度の棒、線材が得られる。このような加工ができるのは、静水压押し法が、他の押し法と異なり、加工材であるビレットとコンテナの間に圧力媒体を介在させ、この圧力媒体を加圧して、ビレットをダイス穴か

ら押し出し成形することによる。すなわち、静水压押し法の特徴をあげると次のようになる。

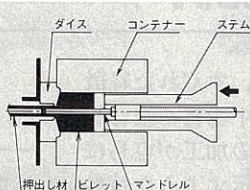
- 1) ビレットがコンテナと接触することなく加工されるために、摩擦抵抗がなく、長尺材が低い圧力で押し出せる。
- 2) ビレットがコンテナ内でアプセットされることなく、良好な潤滑状態で押し出されるため、摩擦発熱が少なく、メタルフローが均一となり、その結果複合材の押し出しにおいてはビレットの複合比が保存される。
- 3) 高押し比加工が可能となり、界面接合強度の高い積層複合材が得られる。
- 4) 粉末材料をケースに入れて熱間静水压押しすると、焼結・HIP（熱間静水压プレス加工）・押し出し加工が1工程で実施できる。



●静水压押し法

ビレットの周囲に介在する圧力媒体を加圧して押し出す方法

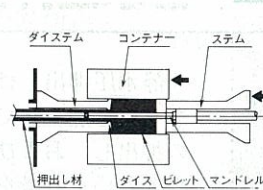
- ・ビレットがコンテナと接触していないので押し出し力が小さい
- ・潤滑が良好なのでメタルフローが均一となる
- ・高品質の押し出し製品が得られる



●直接押し法

ステムで直接ビレット後端を押圧して、押し出す方法

- ・操作性がよく最も多用されている
- ・コンテナとビレット間に摩擦力があり大きな押し出し力を必要とする



●間接押し法

ダイスをビレット先端に押圧し、コンテナとビレットの相対すべりをなくし押し出す方法

- ・長尺ビレットが使用でき、直接押し法に比べ、メタルフローが均一となる
- ・押し出し力は直接押し法に比べ小さい

第1図 各種押し出し方法の比較（管押し出しの場合）

第1表 押出しプレス仕様

形式	複動マルチ型	
駆動形式	油圧ポンプ直接駆動	
押出し力量	24.5MPaにおいて	400tf
マンドレル力量	24.5MPaにおいて	54tf
コンテナ寸法	静水圧押出し用	φ70、φ76×430mm
	直接、間接押出し用	φ90×430mm
ピレット寸法	静水圧押出し用	φ67、φ73×275mm
	直接、間接押出し用	φ87×200mm
製品最大外径	静水圧押出し	φ30mm
	直接押出し	φ48mm
	間接押出し	φ36mm
押出しステム速度	0.5～99mm/sec	

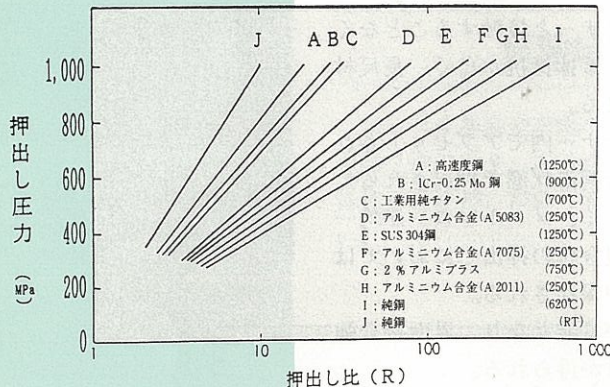
静水圧押出しプレスは第1図に示すように、ピレットを入れるコンテナ、製品形状を決めるダイス、マンドレル、圧力媒体を加圧するシールピストン、ステム、主ラム、油圧ポンプからなっている。

当社に設置されている400tf複動マルチ押出しプレスでは直径φ73mm、長さ275mmのピレットを押出すことができる。この装置の特徴は、複動タイプで押出し時にステムとマンドレルが独立して動くことである。これは中空材の押出しに大きな威力を発揮する。第1表に詳しい仕様を示す。

押出し温度

ピレットは通常、適当な温度に加熱して押出される。加熱にはピレットの材質、構造、押出し目的に合わせ、電気炉、誘導加熱炉、雰囲気炉を用いる。押出し温度を高くすると、ピレットの変形抵抗が小さくなり、大きな加工率がとれる。しかし

高すぎると、押出し材の割れ、焼付き、結晶粒の粗大化、工具寿命の低下などを招くので注意が必要である。一般にはアルミニウム合金では250～400℃、銅合金では500～900℃、鉄鋼材料では750～1,200℃が採用される。



第3図 各種材料の押出し圧力と押出し比の関係

押出し圧力

ピレットの押出し圧力(P:MPa)は経験的に次式で表される。

$$P = a \ln R + b$$

ただしR:押出し比(ピレット断面積/押出し材断面積)

a, b:材料の変形抵抗、潤滑状態、製品形状などによって変化する定数

たとえば、材料の変形抵抗をビッカース硬さ(HV)で表すと、冷間静水圧押出しにおけるアルミニウム合金ピレットの押出し圧力は近似的に次式で示される。

$$P = (3.86HV + 90.2) \ln R$$

同様に銅合金、鉄鋼材料の押出し圧力もそれぞれ次式であたえられる。

$$P = (7.35HV + 98.2) \ln R$$

$$P = (5.54HV + 20.6) \ln R$$

第3図に、代表的な金属材料の押出し圧力と押出し比の関係を示す。押出し圧力は押出し比の増加とともに、ほぼ直線的に高くなり、冷間、熱間静水圧押出しとも同様の傾向を示す。

静水圧押出しは先に記した通り、すぐれた特徴を有する加工法であり、当社では中空材、複合材の押出し、および難加工材料などの加工が容易になるという特徴を利用して、次に示すような材料や製品を押出し加工した実績をもっている。

- ・アルミニウム、銅、鋼の線、棒、管
- ・チタンクラッド銅の線、棒
- ・銅クラッドアルミニウムなど各種複合線、棒
- ・超電導線
- ・装飾用貴金属クラッドチタン線、棒
- ・クロム、モリブデン棒

- ・粉末材料の固化成形および押出し加工
- ・その他

静水圧押出しは、すぐれた塑性加工法として多岐にわたり利用されているが、今後さらにいっそうの用途拡大が期待される。当社では、ユーザー各位のご要望にこたえ、量の大小にかかわらず各種材料、製品の押出しあるいは試作実験を実施することで、お役に立てればと考えている。

〔神戸事業所 材料製造室 山崎龍雄〕