

# 深穴の押出し加工(張力負荷押出し加工)の技術動向と進展

(株)ニチダイ 村井映介\*

冷間鍛造は自動車部品の加工に幅広く利用されている。シャフト系の部品も冷間鍛造で成形されているが、長尺の中空部品の場合には中心部の深穴をガンドリルなどによる切削で加工しているのが現状である。冷間鍛造で深穴が成形できれば生産性、歩留りなどで有利であるが、成形荷重の増大によるパンチの座屈等の問題でほとんど行われていない。近年はグローバル化にともなう海外展開などにより設備のコンパクト化が求められている。当社では、切削設備の省略で全体設備のコンパクト化が可能な冷間鍛造による中空化成形は必要な技術になると考え、開発に取り組んでいる。

本稿では、中空成形についての当社の現状と課題を示し、現在行っている開発に関して紹介する。

## 当社の現状と中空成形の技術課題

図1は当社に受注のあった中空関係部品について、穴の細長比(長さL/直径D)と工程数の関係をまとめたものである。1工程および2工程での最大の細長比は約5であり、3工程の場合には最大で7まで実施した例があるが、ほとんどが

\* (むらい えいすけ) : 技術部 開発課 主任  
〒610-0201 京都府綴喜郡宇治田原町禪定寺塩谷14  
TEL: 0774-88-6318 FAX: 0774-88-6320

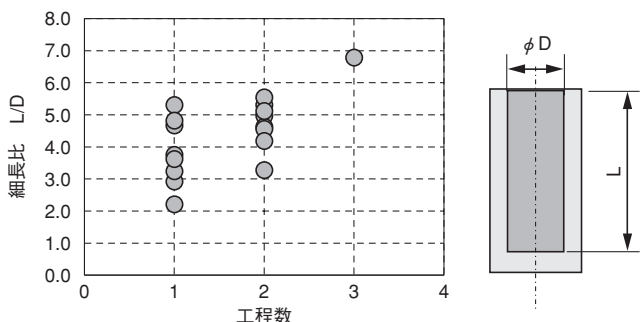


図1 穴の細長比と工程数の関係(当社受注の中空関係アイテム)

5以下のものである。

冷間鍛造で深穴を成形する場合、多くは前方あるいは後方押出しにより成形されているが、成形荷重の増大によるパンチの座屈により、細長比が5以上のものはほとんど実施されていない。パンチの座屈を防止するために取られている対策としては下記のようなものがあげられる。

- ① 金型のクリアランスをつめる
- ② 穴入れ前にへそを入れるなどパンチのセンターリングを行う (図2(1))
- ③ スリーブなどによりパンチをガイドする (図2(2))
- ④ 多段ベア設ける (図2(2))

これらの対策を講じても成形のできる穴の深さに限界がある。

図3は当社で行った後方押出しの最大L/Dの試験結果(材質:SCM415)である。穴の細長比は17、断面減少率は50%である。最終段階でパンチに座屈が発生し、穴が振れている。図4はオイラーの式で計算した座屈荷重と図3に示した鍛造品を成形した際の荷重を比較したものである。細長比約9.7で座屈荷重に達している。オイラーの計算結果からわかるが、穴の細長比が高くなるにつれ、座屈荷重は低くなっている。このことから深穴成形のためには成形荷重の低減が必要である。

## 補助張力押出し

荷重を低減される方法として、篠崎・工藤は押出された部分に張力を加えてパンチ圧力を低減させる方法を提案している<sup>1)</sup>。この方法は素材にフランジを設けて、素材を宙釣り状態として、押出し部に張力を発生させるものである(図5)。しかし、宙釣りのままでは張力が引張り

強さを超えてしまうため、背圧を負荷させる必要がある。

当社は背圧を負荷させながら補助張力押し出しの試験を行った。図6はSCM415を使用し、断面減少率50%で行った試験結果である。(a)は背圧499MPaの結果であり、穴底から完全に破断している。(b)は624MPaで行った結果であり、破断には至っていないが、内面に割れの発生が認められた。(c)は749MPaで行った結果であるが、内面に割れの発生はなかった。

内面に割れの発生しなかった背圧749MPaでは側壁に発生する張力は引張強さ以下となったが、内面に割れが発生した背圧624MPaでは引張強さを超えた。この結果から内面の割れを防止するには側壁の張力が引張強さ以下になるように背圧を設定することが明らかになった。しかし、背圧が高すぎるとパンチ面圧の増加につながり、パンチの座屈につながってしまうため、設定は非常に重要である。

図7は後方押し出しと補助張力押し出しで成形荷重を比較したものである。図の後方押し出しは図3、補助張力押し出しは図6(c)の成形荷重ある。これら成形荷重とオイラーの式で計算した座屈荷重と比較すると、後方押し出しでは穴の細長比約9.7、補助張力押し出しでは約11で座屈荷重に達している。図8は同軸度を比較したものであるが、両者ともに成形荷重が座屈荷重に達したあたりで同

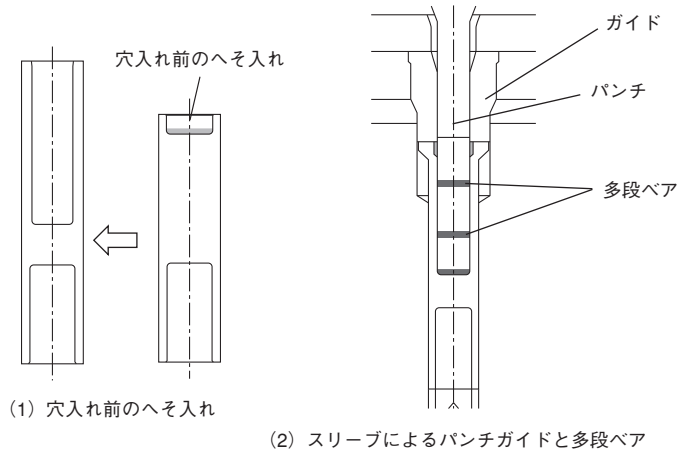


図2 パンチ座屈防止の対策

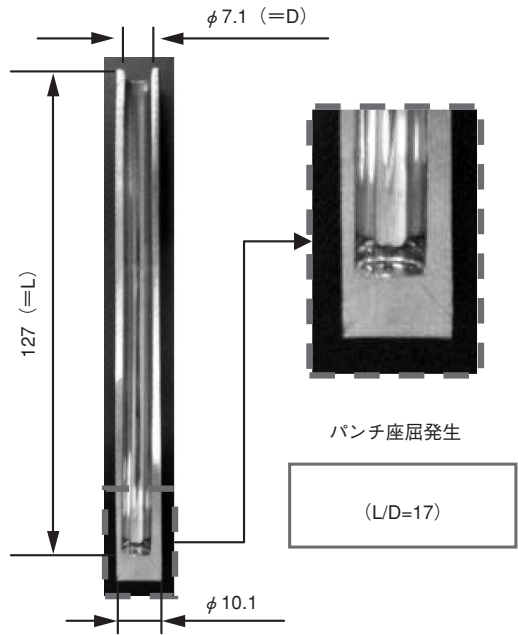


図3 後方押し出し

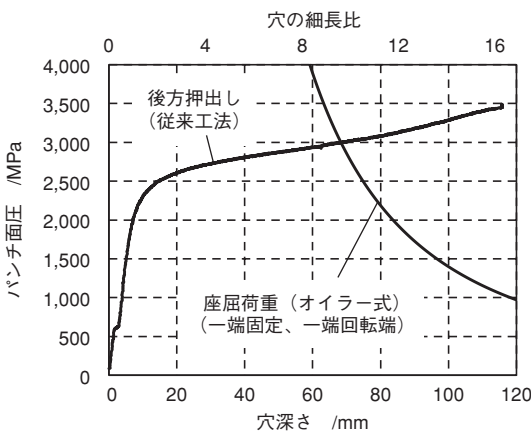


図4 成形荷重

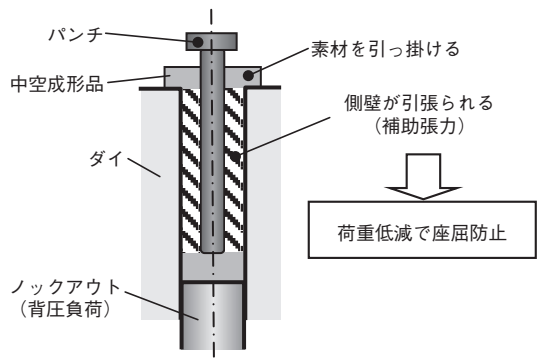


図5 補助張力押し出し

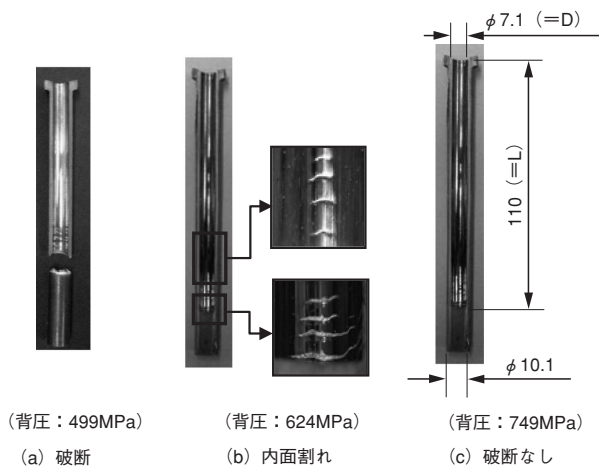


図6 補助張力押し出し

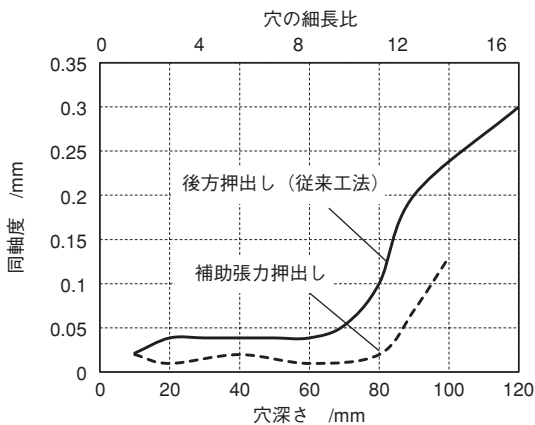


図8 同軸度

軸度が急激に悪化している。急激に悪化する以前は穴深さに関係なく同軸度は安定した値を示しており、後方押し出しで0.04、補助張力押し出しでは0.01~0.02となり穴の精度が向上している。

これらの結果から断面減少率50%の補助張力押し出しでは穴の細長比約11までは穴深さに関係なく穴の精度は安定すると考えられることから、細長比8の実用アイテムの成形を試みた。図9はその事例であり円柱素材からフランジを成形した後、深穴成形と抜きを1工程で行い、最終工程でスプラインを成形している。

## 課題

補助張力押し出しで深穴成形時の荷重を低減できることが明らかになり、穴の精度向上につながった。しかしながら、深穴成形では表面積拡大率が

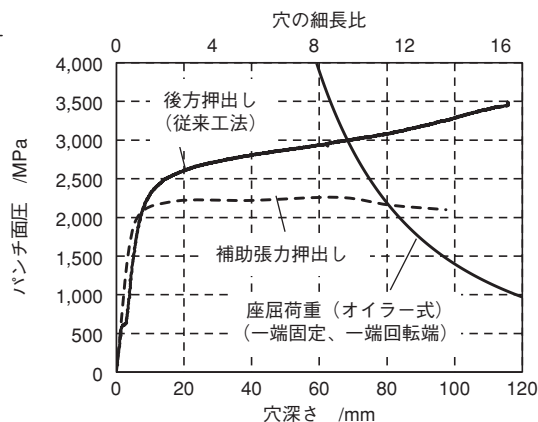


図7 成形荷重



図9 実用部品に適用した事例

高いため、潤滑切れを起こしやすく、焼付きなどが発生しやすい状態となる。この他にも量産化に向けてはいくつかの課題があり、これらの課題は解決しなければならない。

☆ ☆

中空成形についての当社の現状と課題を示し、補助張力押し出しを用いた深穴成形についての開発を紹介した。現状においてもいくつかの課題があり、今後もこれらの課題を解決するために開発を進めていく予定である。昨今、グローバル化にともなう海外展開による設備等のコンパクト化が求められることから、これらの開発は非常に重要であると考えている。

## 参考文献

- 1) 篠崎・工藤：塑性と加工，14-151 (1973)，629-636.