

## 冷間鍛造におけるダブルギアスラグ形状の最適化\*

外山 真也\*<sup>1</sup>・佐藤 征亜\*<sup>2</sup>・山田 若雄\*<sup>3</sup>・河野 通成\*<sup>3</sup>

### Development of Optimizing Shape for Double Gear in Cold Forming Process

Masaya TOYAMA , Masatsugu SATO, Wakao YAMADA and Michinari KAWANO

株式会社ニチワは、自動車パワーシートなどに使用される機械部品を冷間鍛造により量産している。しかしながら、最近の景気低迷において、コスト削減及び省力化が要望されており、この研究に取り組むこととなった。平成19年から20年にかけて特定ものづくり基盤技術の高度化事業において、ダブルギア部品の製造工程の省力化を目指し、二工程での量産化に目途をつけたが、今回、さらに単発工程での成形について検討し、可能性を見出したので報告する。

キーワード：冷間鍛造，塑性変形解析，CAE，合理化，省力化

#### 1 はじめに

株式会社ニチワは、主に溶接ナット部品を冷間鍛造で量産している企業である。このような鍛造技術を発展させ、カムとギアの二つの機能を有する部品の鍛造成形などを実現してきた。また、大小の二つのギアの機能を有する一つの部品(ダブルギア)を鍛造成形により実現しようとしている。

これまでの共同研究において、ダブルギアは、大小の二つのギア部分があり、大ギア部分を成形した後の取り出しの際には、小ギア部分が変形する恐れがあり、工夫が必要である。また、大小のギア部分をそれぞれ成形する際には位相合わせが必要であり、仕組みが必要となる。

これらの工程を省力化するためには、単発工程による鍛造成形が最も効率的であり、最適な手法であると考えられる。

そこで、ダブルギアの単発での鍛造成形の可能性について検討したので報告する。

#### 2 開発方法

ダブルギアの外観を図1に示す。図のように小

ギア部分と大ギア部分があり、切削加工では容易ではないことが理解できる。このような形状を鍛造によりニアネットシェイプ成形できれば、切削加工による加工時間の短縮、切屑の削減など大幅に省力化することが可能である。

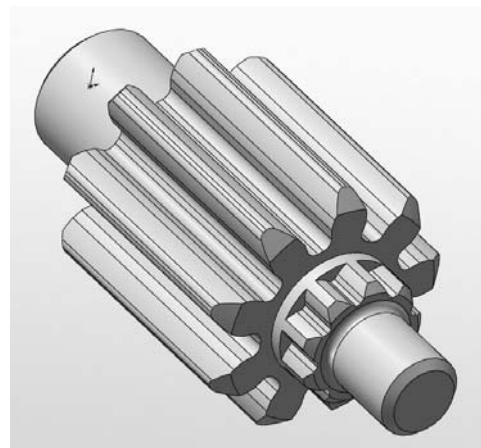


図1 ダブルギアの外観

開発方法として、1)このダブルギアを鍛造成形するためのスラグ形状としていくつかの形状を用意し、塑性変形解析を実施した。次に、2)それらの解析結果を基に、スラグ形状の修正変更を追加し、さらに塑性変形解析を行い、最適なスラグ形状を求めた。以下に、その詳細を述べる。

##### 2-1 塑性変形解析(その1)

最初に塑性変形解析を実施したスラグ形状を図

\* 共同研究(第1報)

\*1 機械電子部

\*2 機械電子部(現 宮崎県機械技術センター)

\*3 株式会社ニチワ

2に示す。これらのスラグ形状は、小ギア部分と小ギア部分より伸びたシャフト部分までを含む部分を突出させている。このようにすることで、成形の初期段階から小ギア部分の成形が、ある程度可能になるのではと考えた。

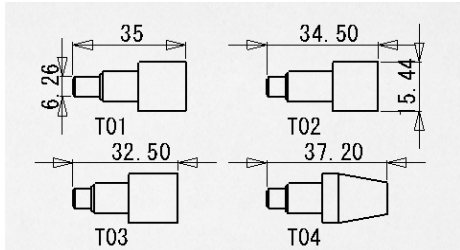


図2 スラグ形状

これらのスラグ形状において実施した塑性解析の結果を図3から6に示す。ここで、解析においては、1/6モデルを使用した。図中に赤丸の枠内に示すように、小ギアの成形で余分な部分が大ギアの成形において重合していることが分かる。このような重合は、成形後には目立たなくなっているが、剥離しやすい部分であることは否めない。

これらのスラグ形状における成形時におけるストロークと荷重の変位の変化を図7に示す。

これらの結果からスラグ形状を変更し、小ギア部分の成形に関与する部分を短くしたスラグ形状を検討した。

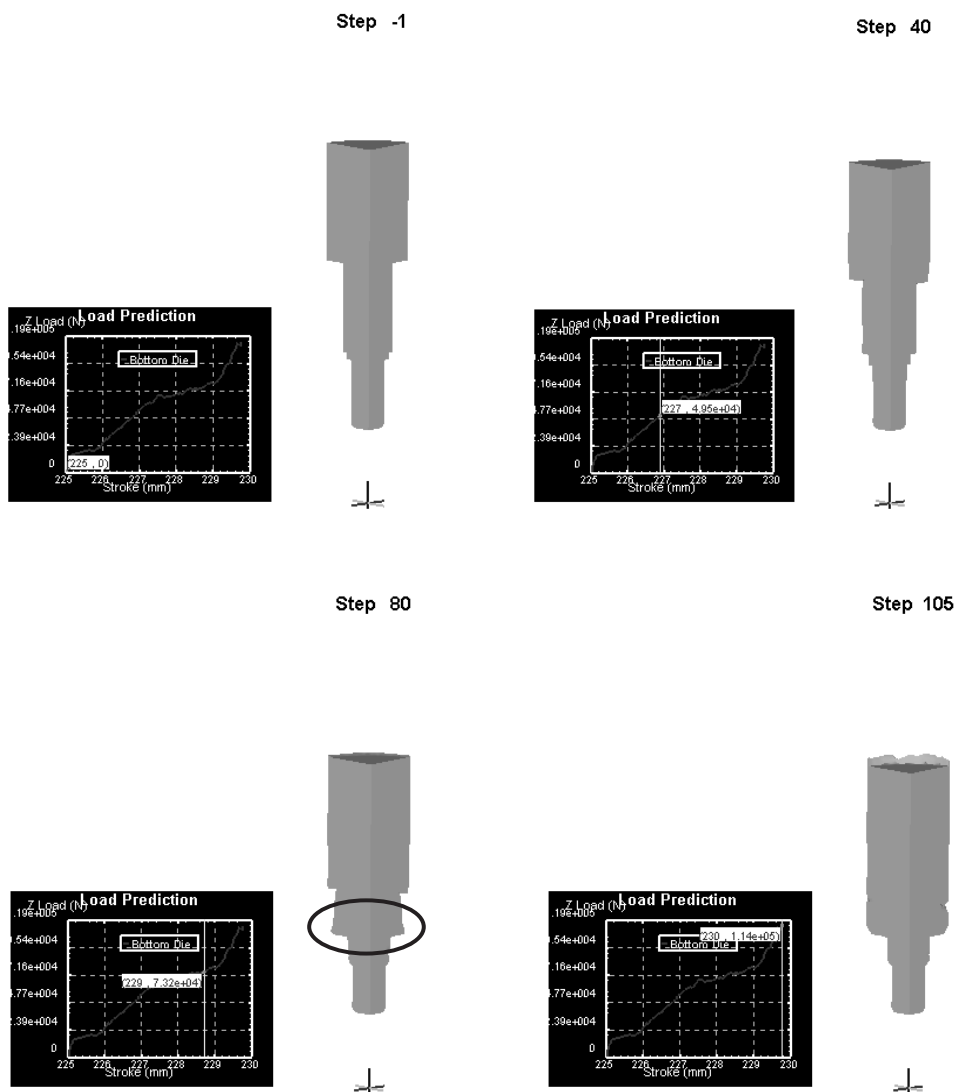


図3 T01の塑性変形解析結果

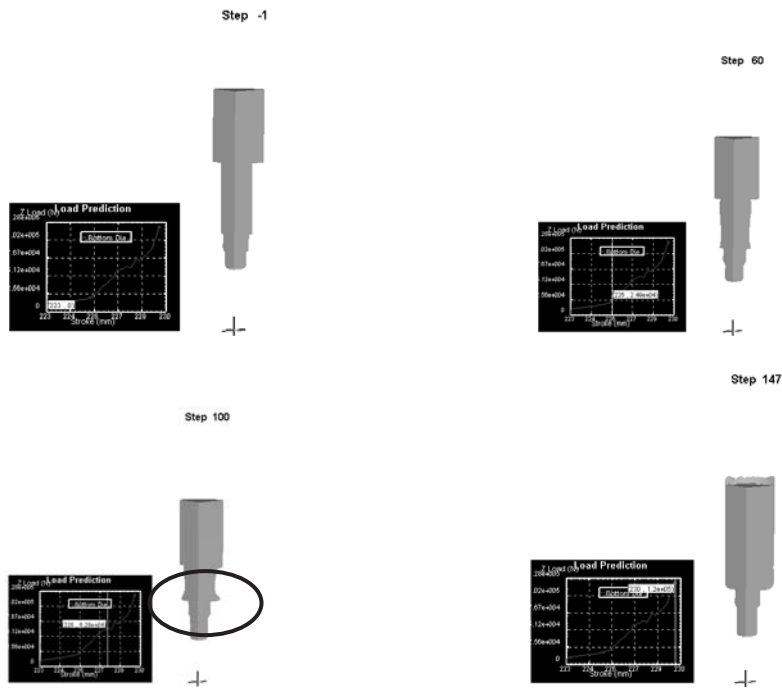


図 4 T02 の塑性変形解析結果

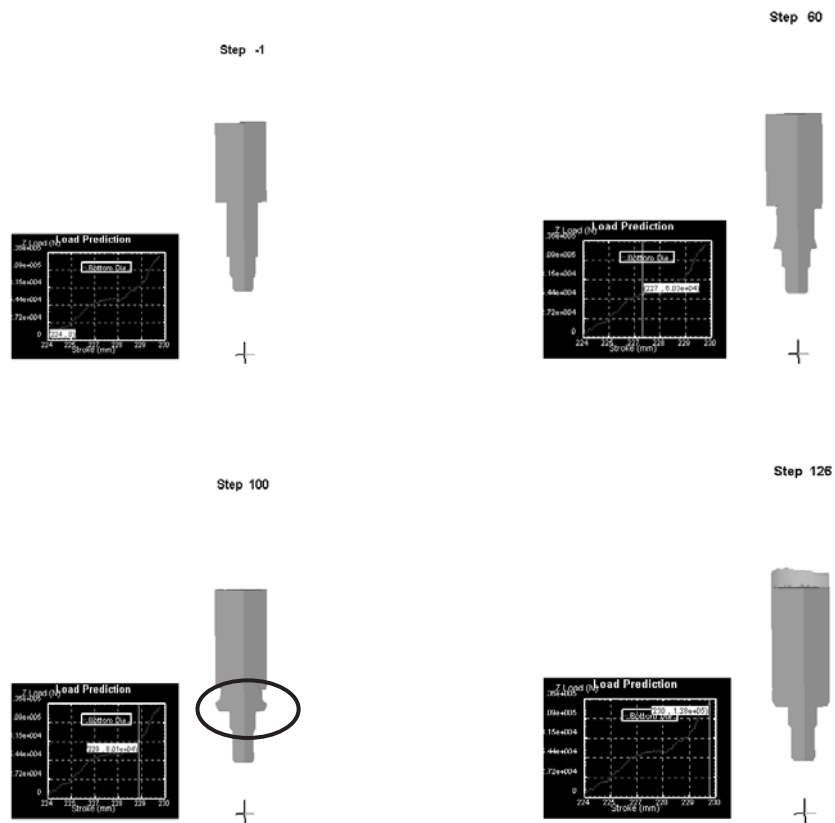


図 5 T03 の塑性変形解析結果

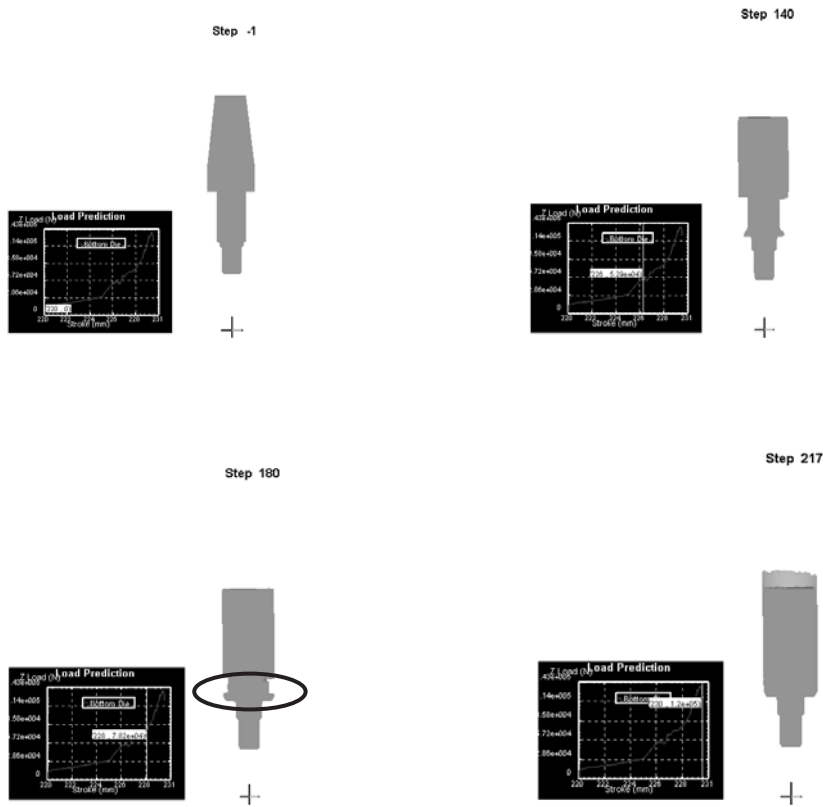


図6 T04の塑性変形解析結果

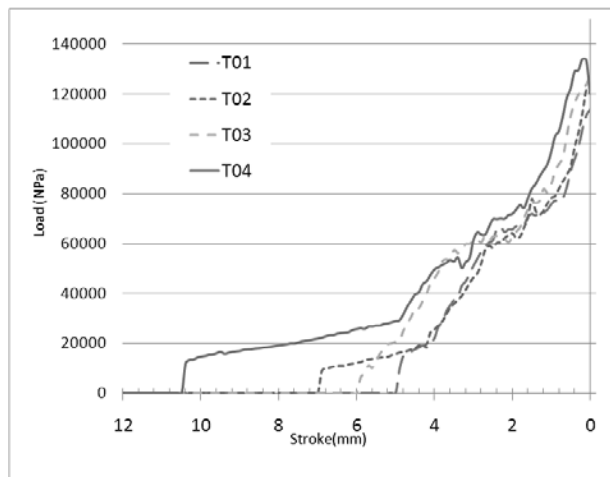


図7 ストロークと荷重の変化

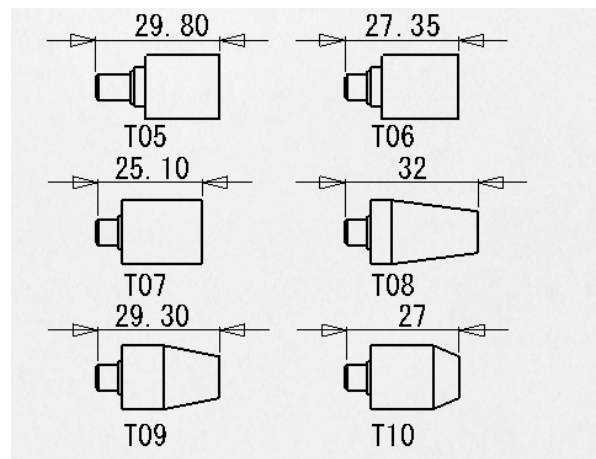


図8 スラグ形状

## 2-2 塑性変形解析(その2)

再検討したスラグ形状を図8に示す。ここで、まずT05およびT06の塑性変形解析の結果を図9及び10に示す。

図9及び10に示すように、T05およびT06のス

ラグ形状において、小ギア部分の成形におけるわずかな余り部分が大ギア部の成形に重合していることがわかった。

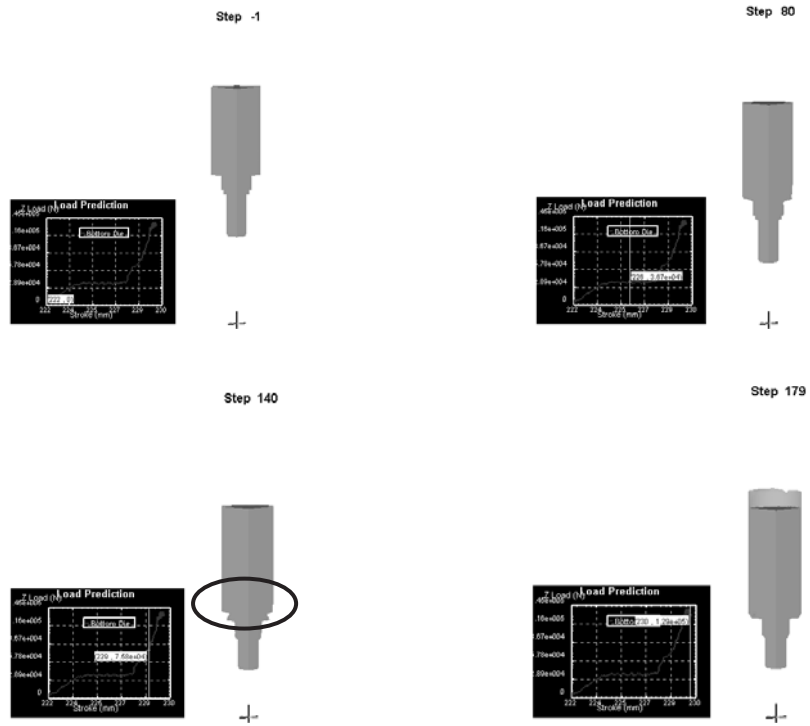


図9 T05の塑性変形解析結果

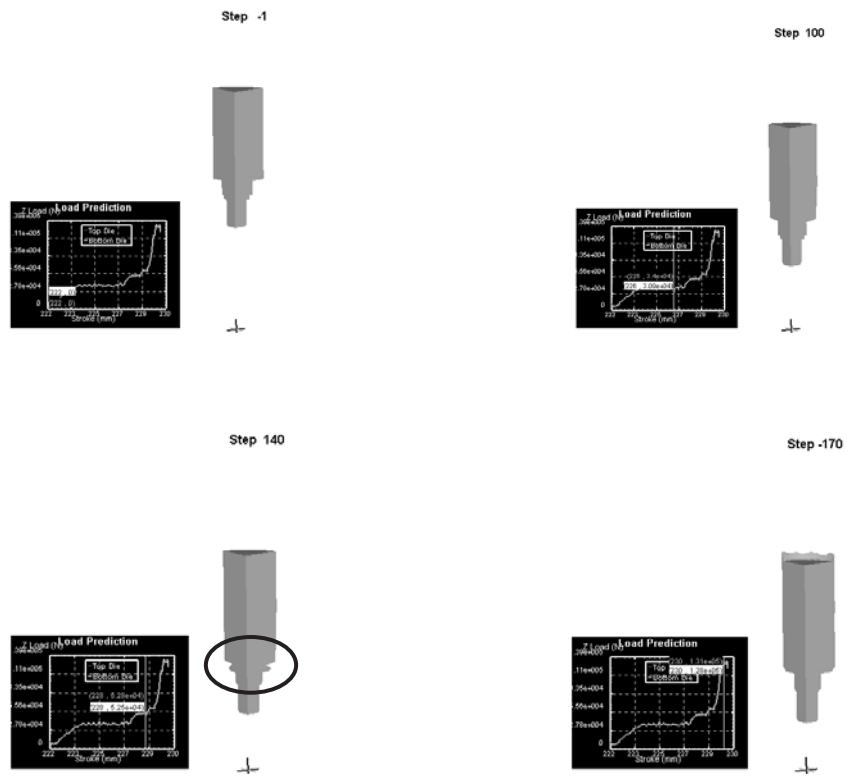


図10 T06の塑性変形解析結果

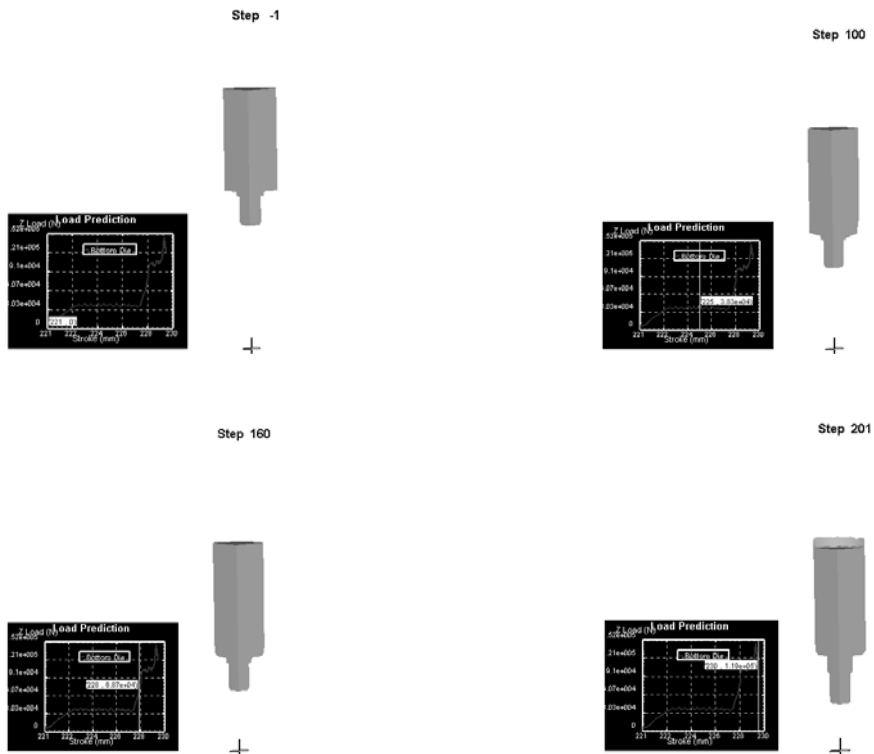


図 11 T07 の塑性変形解析結果

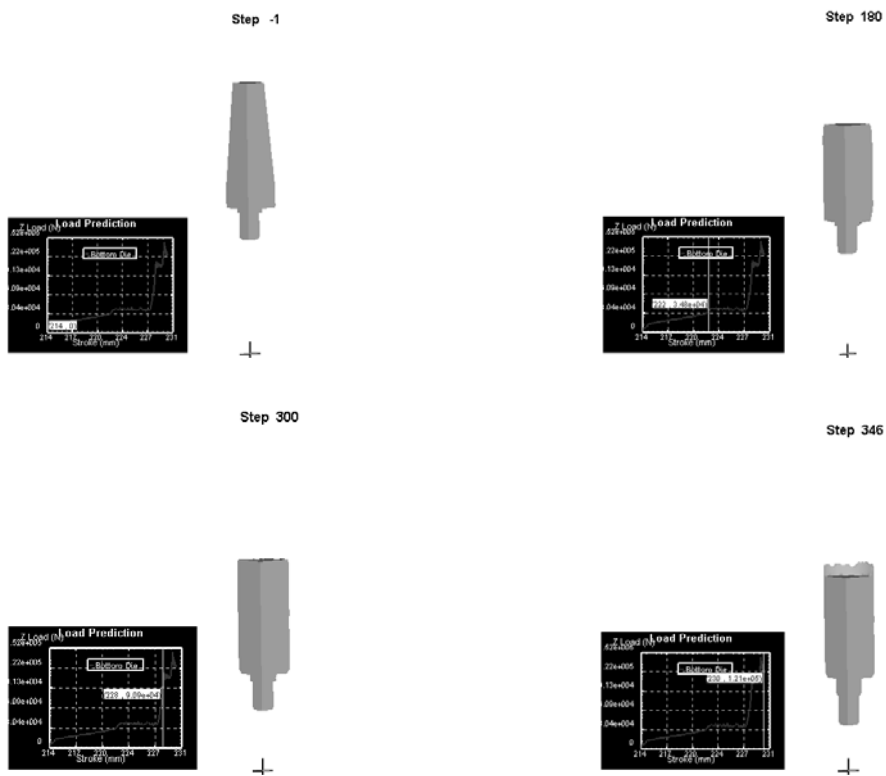


図 12 T08 の塑性変形解析結果

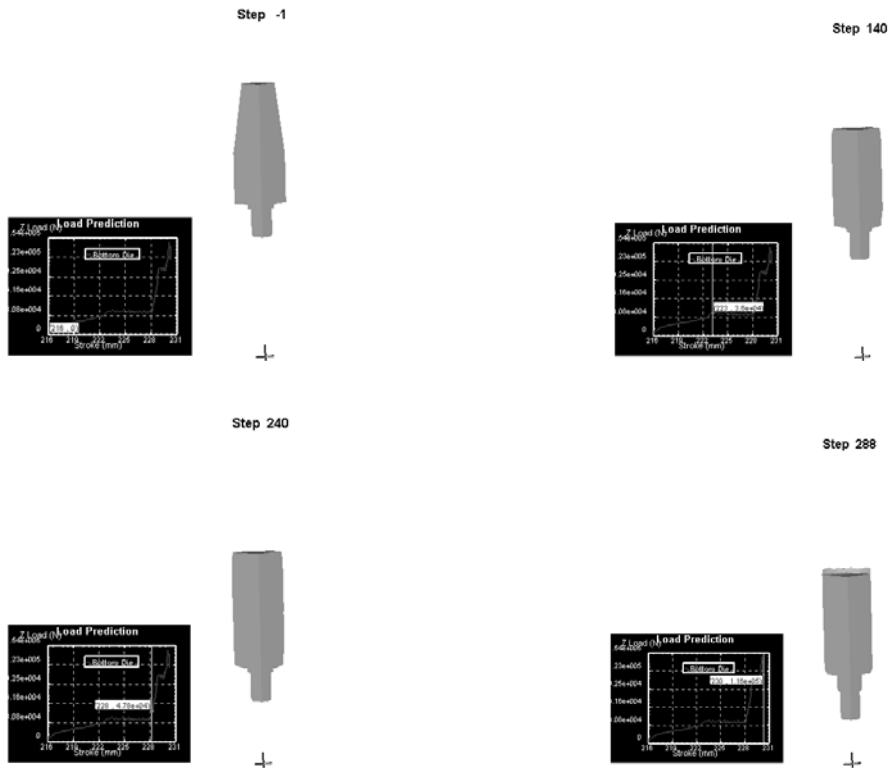


図 13 T09 の塑性変形解析結果

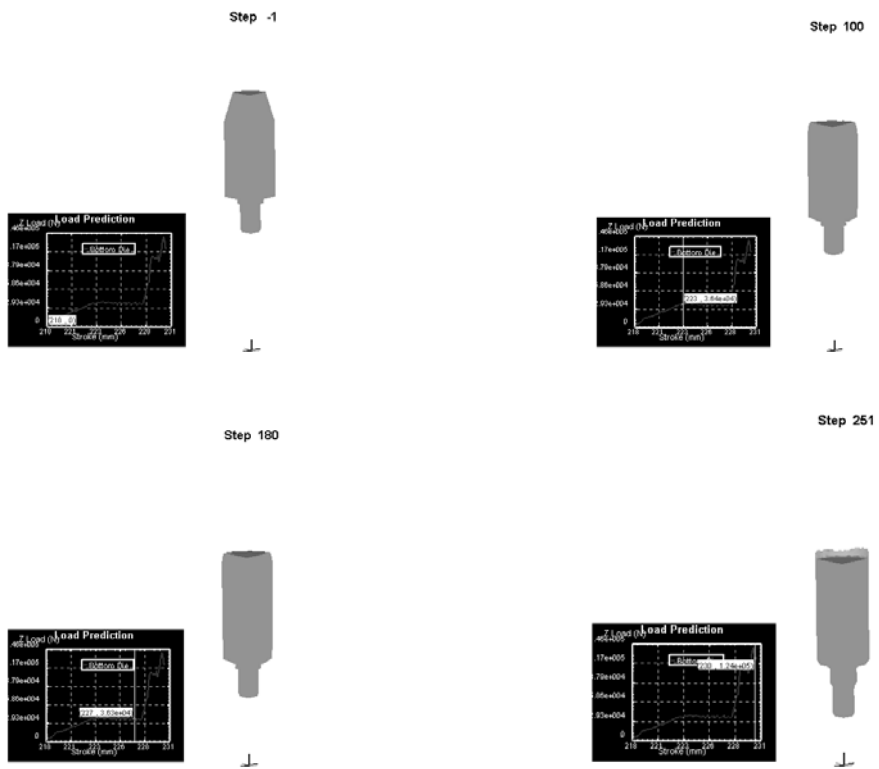


図 14 T10 の塑性変形解析結果

この重合部分は T01 から T04 までのスラグ形状の場合よりも少ないが、剥離しやすい部分であることは明確である。

このようなことから、さらに T07 および T08 のスラグ形状を考案し、塑性変形解析を実施した。その結果を図 11 および 12 に示す。

これらの結果において、小ギア部分の成形で余分な部分は発生することもなく、大ギアに重合するようなことも発生していないことがわかった。しかも、テーパ部分を設けることにより大ギア成形時に急激な荷重の変化を抑えることができていたことが分かった。

そこで、テーパ部分の形状を若干変更したスラグ形状の T09 および T10 を検討し、塑性変形解析を実施した。それらの解析結果を図 13 及び 14 に示す。

さらに、T05 から T10 までのデータにおける成形時のストロークと荷重の関係についてのグラフを図 15 に示す。

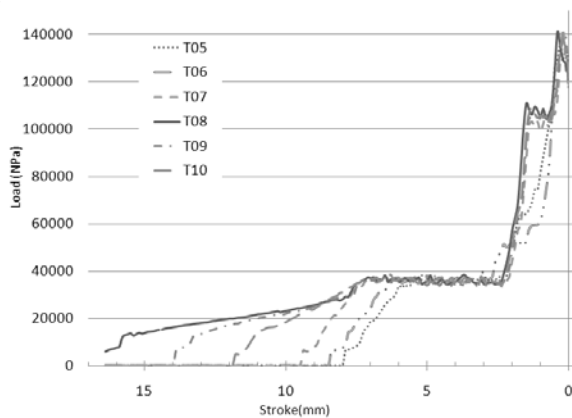


図 15 ストロークと荷重の変化

### 3 結果および考察

これらの塑性変形解析の結果、スラグ形状は T08 または T09 の形状のようにテーパ部分を設けた形状において、荷重の急激な変化がおさえられることが分かった。

また、小ギア部分の成形においては、初期段階からの成形を実現しようとする、かえって小ギア成形時における余分な部分が大ギア成形に重合し、悪影響を及ぼしそうであることも分かった。

T08 および T09 のスラグ形状において 140KPa

程度の荷重で成形可能であることが分かった。

取り出し時においては、小ギア部分の形状に合わせた押し出しピンを工夫することで可能であると考える。

### 4 まとめ

今回の研究開発において、スラグ形状におけるダブルギアの鍛造成形によるニアネットシェイプの可能性について検討した。

その結果、小ギア成形時の余分な部分の重合を防止し、かつ急激な荷重の変化を抑制可能なスラグ形状について考察することができた。

今後、この考察を基に、最適形状の類推を可能にしたい。