

# 金属の塑性加工と鑄造の研究

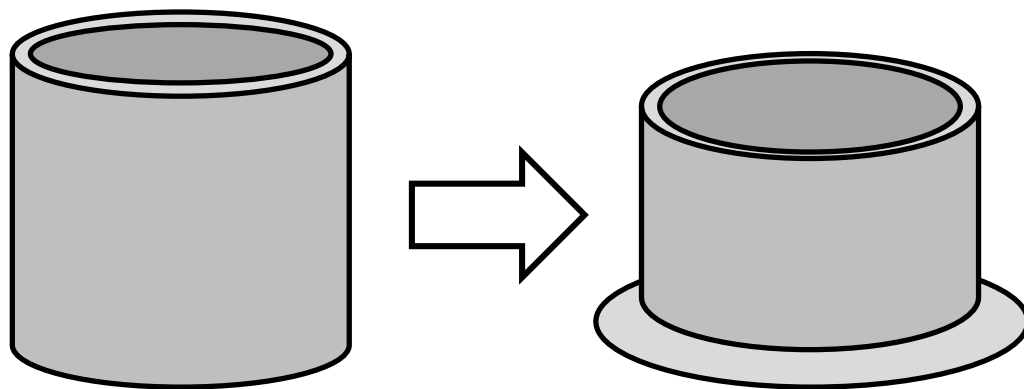
群馬大学 大学院理工学府 知能機械創製部門  
助教 西田 進一

2021年9月14日

# フレア成形加工について

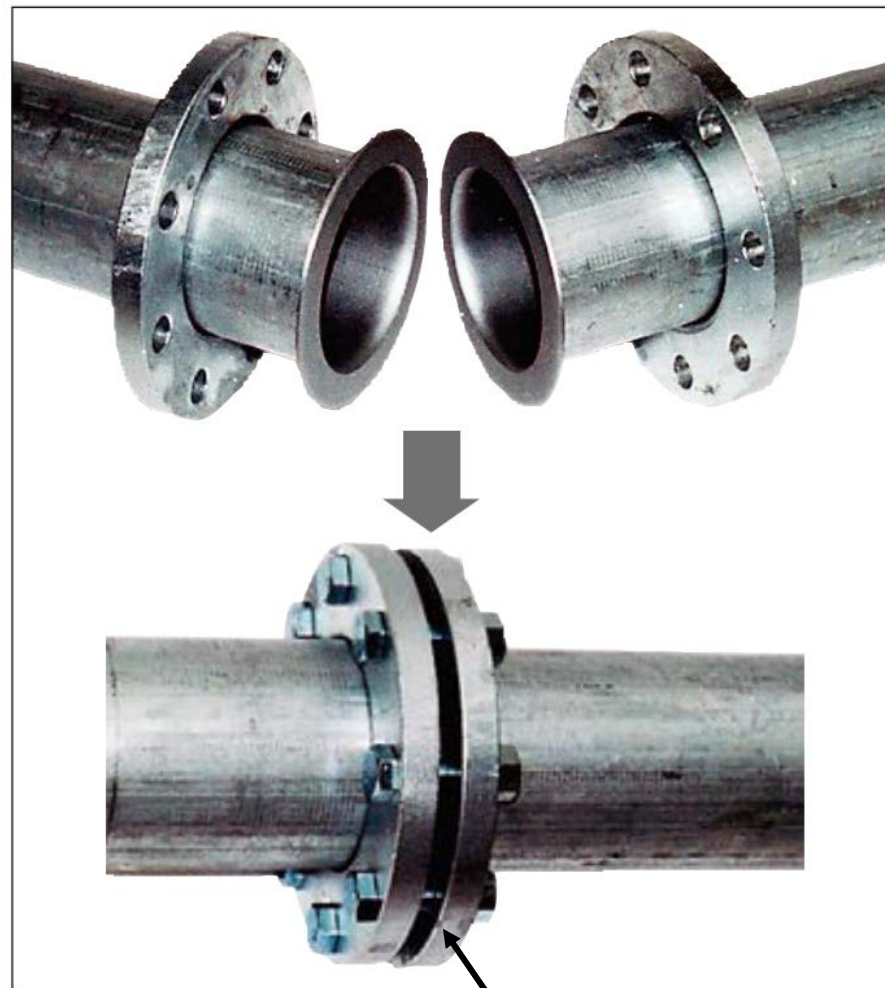
フレア成形加工とは...

パイプにつば出し成形をすること



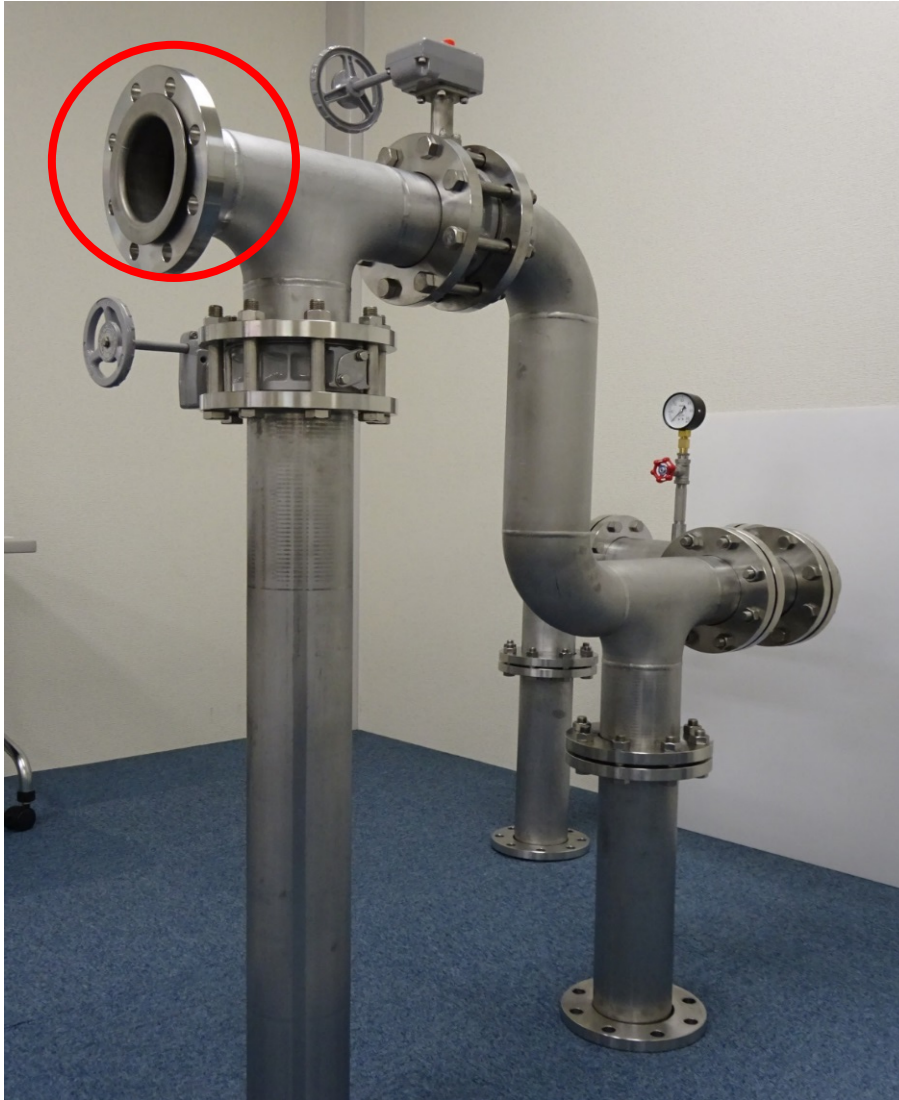
パイプの配管に必要

フレア加工を行った2本のパイプを  
ルーズフランジで締結して配管する



ルーズフランジ

# パイプユニット配管全体図一例



製品例，用途，工場用配管（株）エム・エス・ケー 製作）

# 研究背景

配管用鋼管は極めて広い用途に使用されており、都市の開発や産業の発展に大きな役割を果たしている。

従来法

溶接工法による配管方法が一般的 温間成形法もある

- △作業時間がかかる
- △健康・環境への悪影響
- △連続加工が困難
- △消費電力が大きい

提案法

冷間フレア成形加工法による配管方法を提案

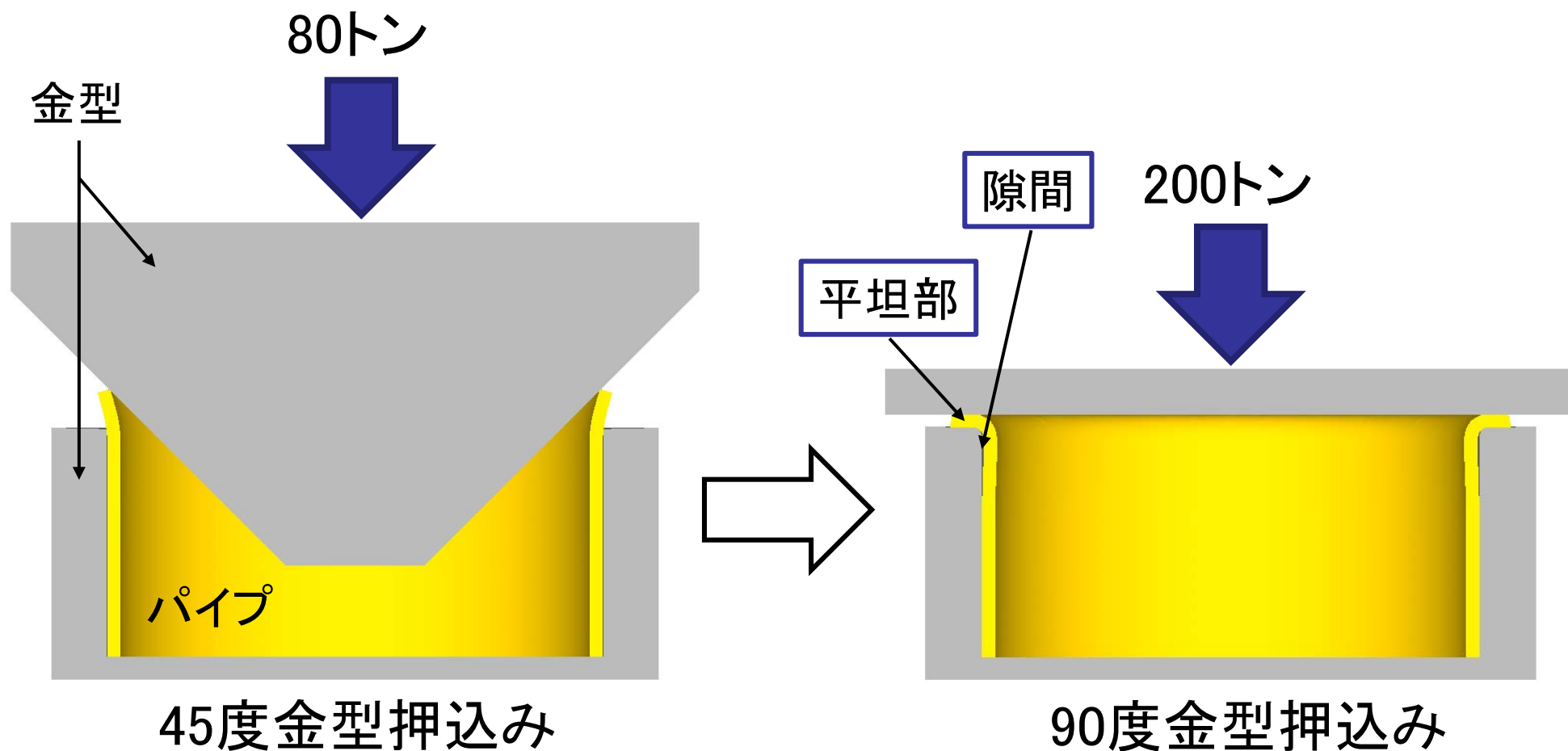
冷間フレア成形加工による研究例は無い



- 作業時間を大幅に短縮
- 作業環境がクリーン
- 冷間塑性加工が可能
- 消費電力が小さい

本研究では、有限要素解析を用いてフレア成形加工を行い、加工可能条件を明らかにすることを目的とした。

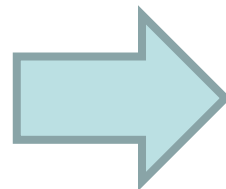
# 加工プロセスの検討



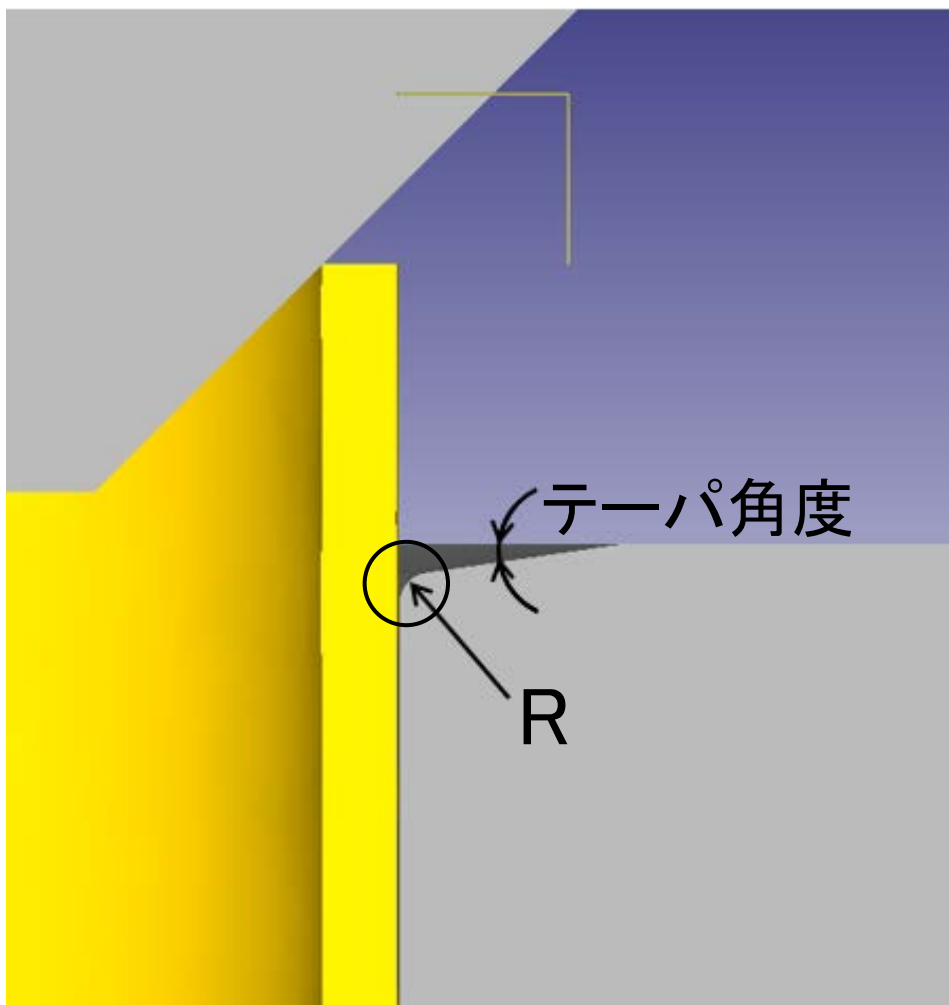
つば出し平坦部の面積が十分に確保でき、  
金型パイプ間の隙間を抑えられるのが良好な形状となる

# 金型Rの最適値の検討

平坦部の面積の確保  
金型パイプ間の隙間の抑制



フレア成形加工において、  
金型Rとテーパ角度が重要



Rが小さすぎると...  
荷重が大きくなる  
曲げ部に局所ひずみが  
導入され破壊につながる

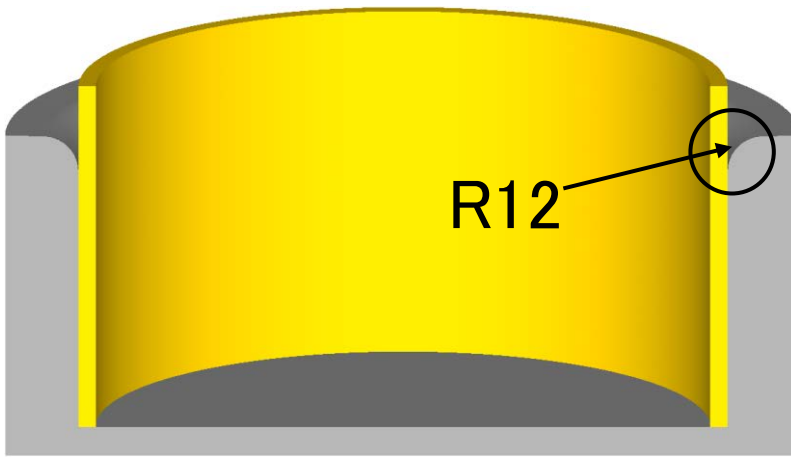
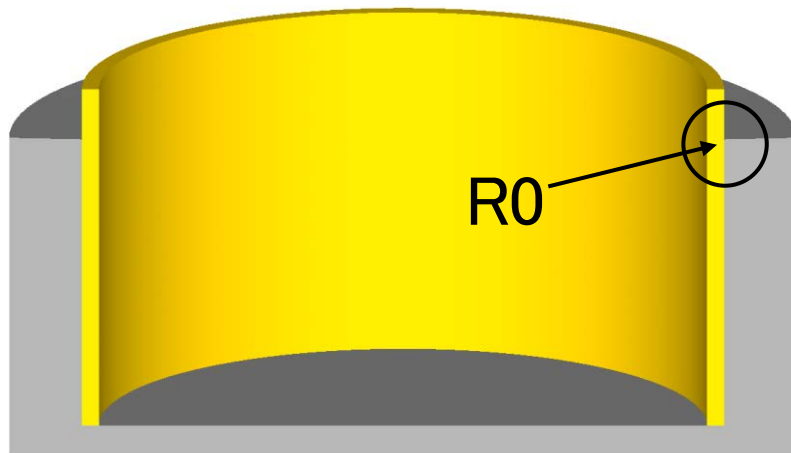
Rが大きすぎると...  
平坦部の面積が小さくなり、  
締結部から水が漏れる



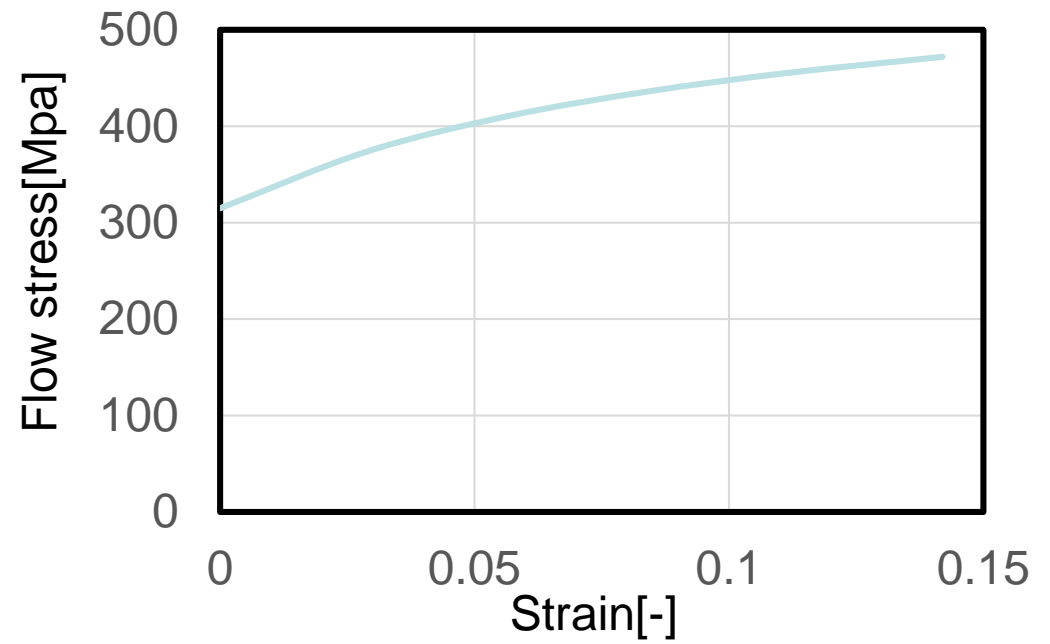
有限要素解析により  
金型Rの最適値の検討を行った

# 解析条件

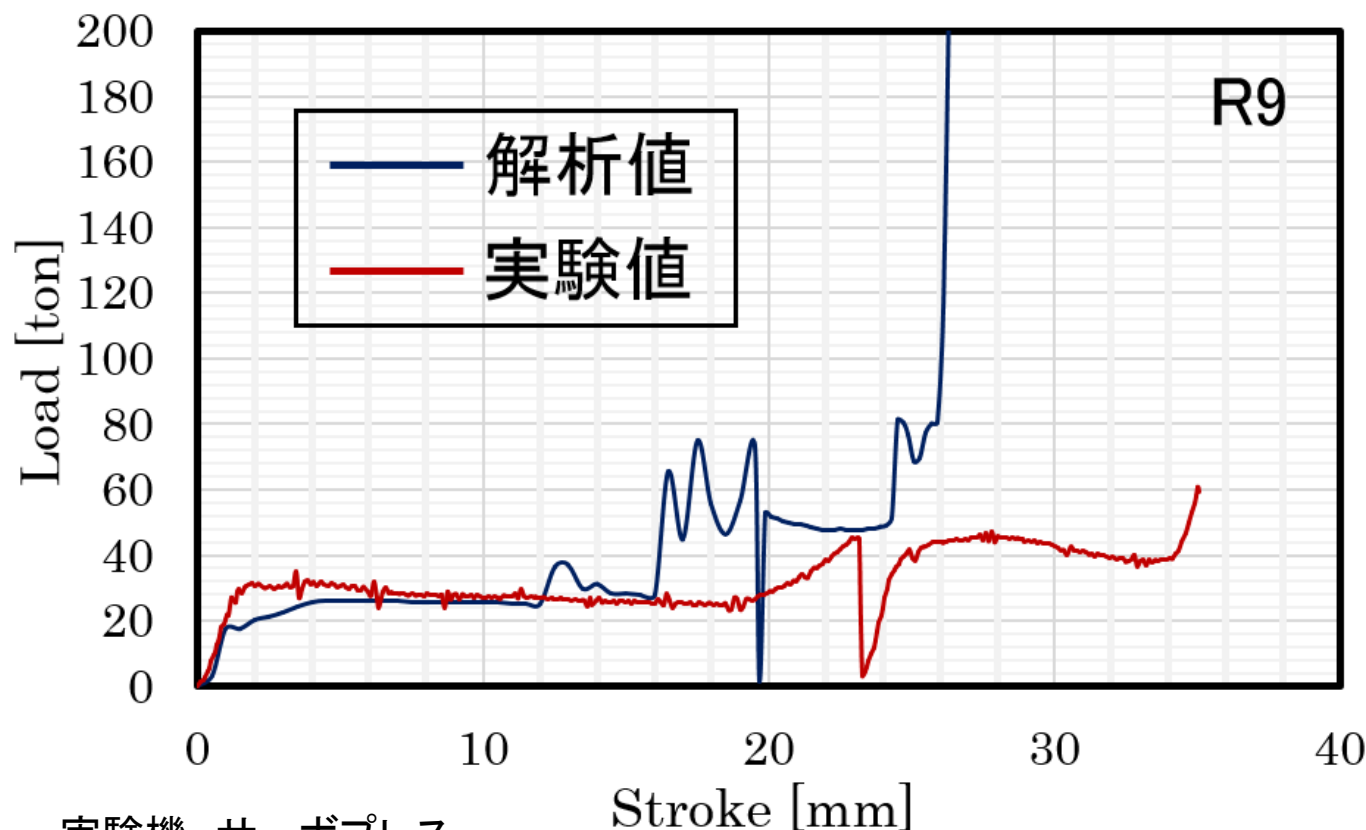
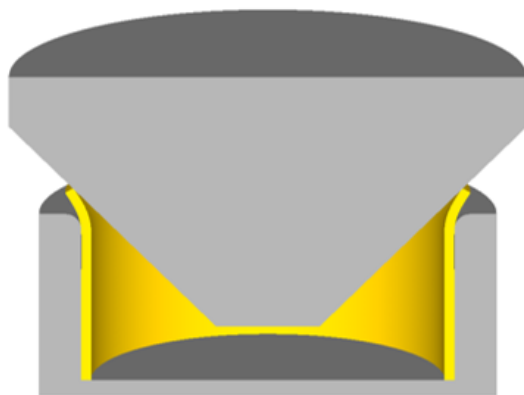
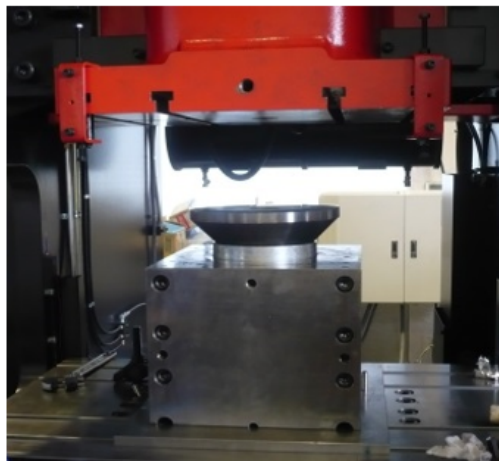
金型Rを変化させて、R0mm、R3mm、R6mm、R9mm、R12mmの5条件について解析を行い、加工可能条件を調査した。



Simulation software	DEFORM
Material	SGP
outer diameter [mm]	216.3
wall thickness [mm]	5.8
Number of elements	115755
Friction coefficient	0.12
Punch velocity [mm/sec]	1



# 解析結果 R9 実験値と解析値の比較

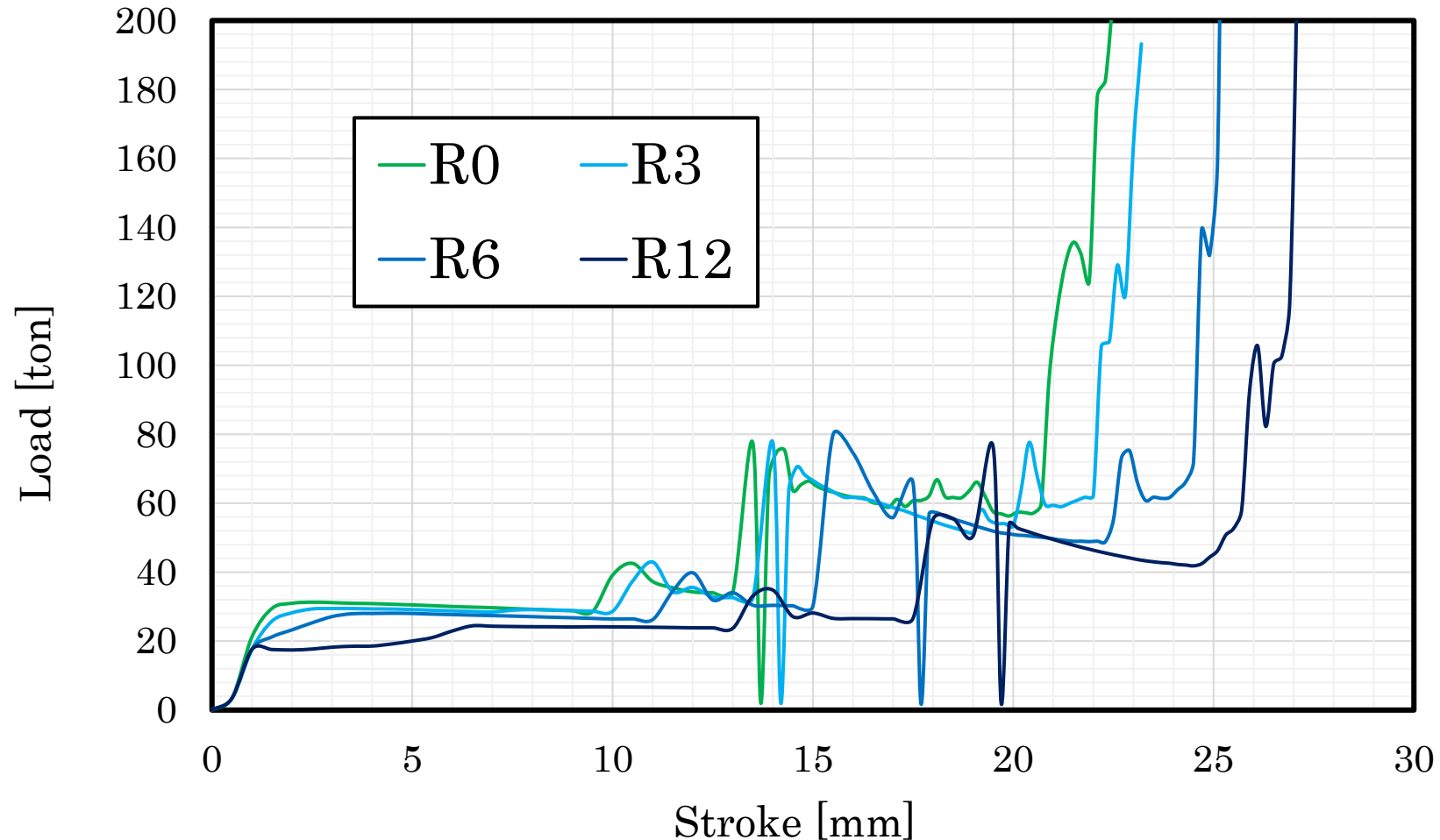


実験機 サーボプレス  
群馬大学太田キャンパスに設置

実験値と解析値の成形荷重は、一致を示した。ストロークは、ズレが生じた。実験にて、パイプと金型が滑ったこと、金型やプレス機の弾性変形が生じることが原因である。成形荷重がほぼ一致したことから、他の金型Rの解析結果も信頼できる。



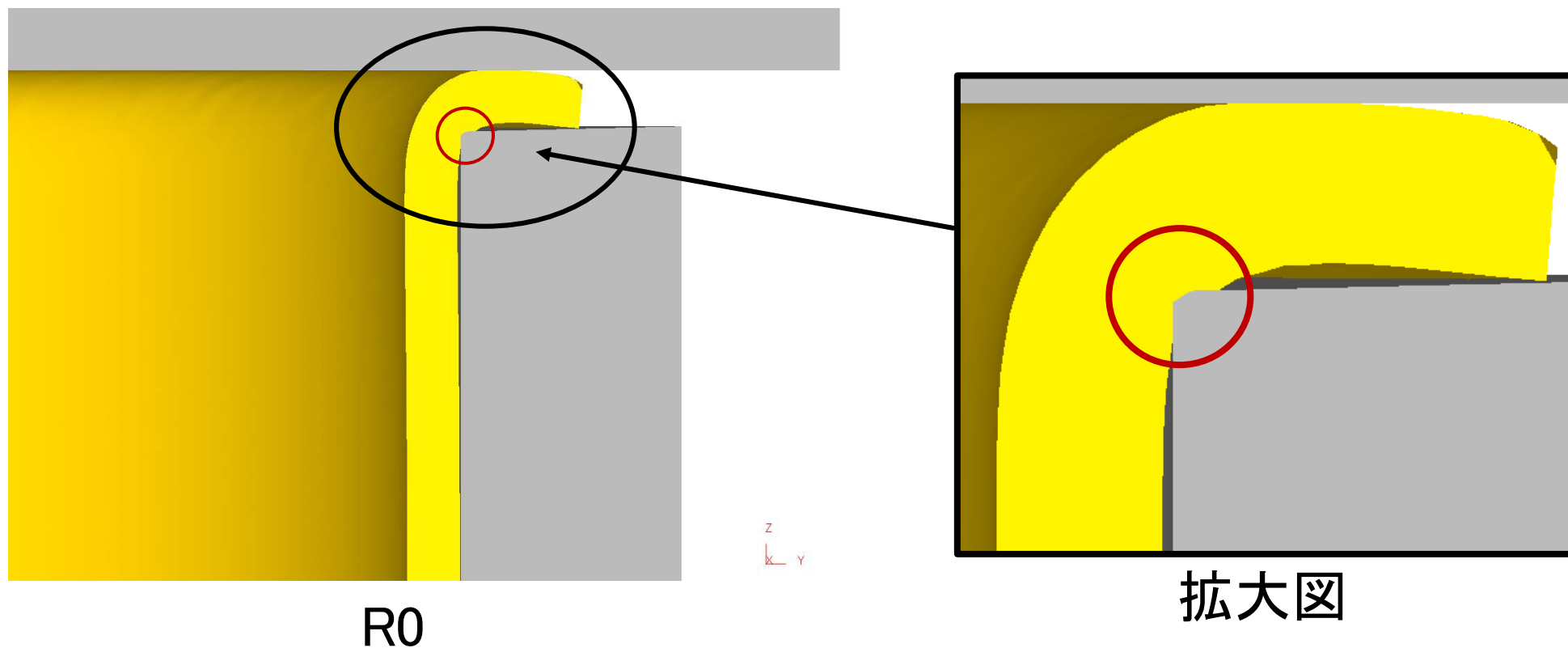
# 解析結果 成形荷重



金型交換時、200トンに達したときのストロークは、金型Rの増加に伴い、増加した。それは金型Rの増加に伴い、金型R部での必要な変形量が大きくなるためである。成形荷重の大きさに関しては、金型Rの影響は殆ど見られなかった。

# 加工後の最終形状 R0

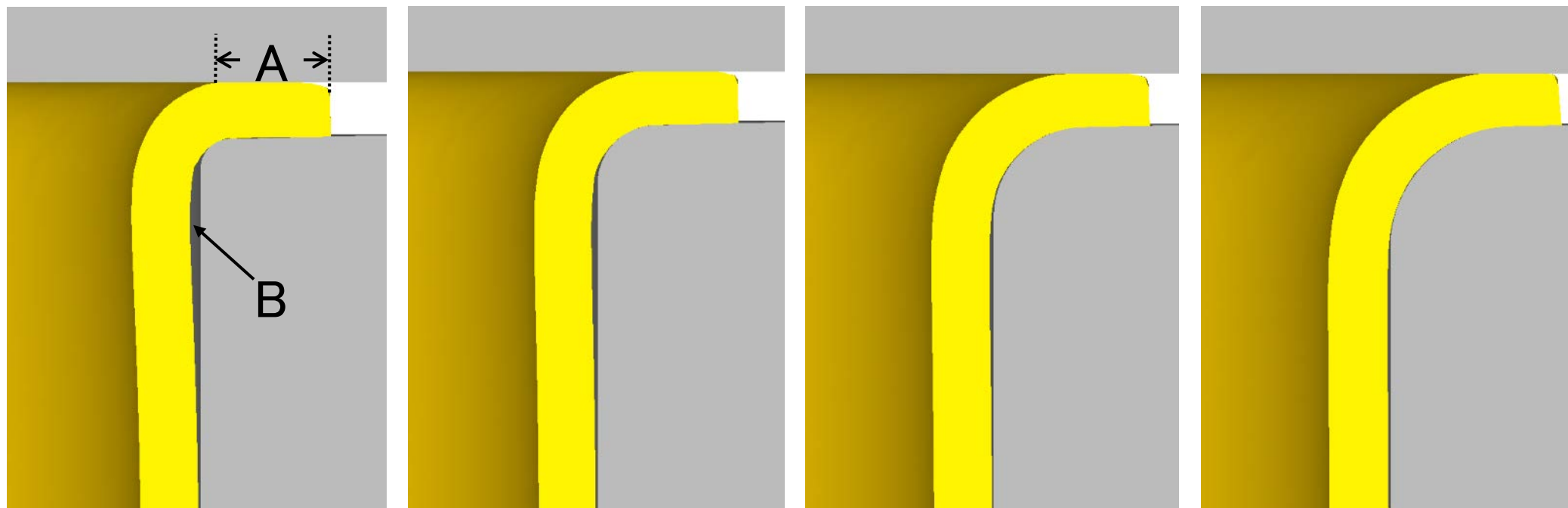
パイプのつば出し平坦部, パイプ金型間の隙間に着目した



パイプに金型のR部が食い込んだ. パイプ, 金型へのダメージが懸念される.  
また, パイプのつば出し部が平坦になっていない. 平坦にするためにはさらに大きな荷重が必要となる. したがって, 金型R0は好ましくない.

# 加工後の最終形状 R3,R6,R9,R12

A: 平坦部の長さ  
B: パイプ金型間の隙間



R3

R6

R9

R12

A=11.449 [mm]  
B=1.041 [mm]

A=10.249 [mm]  
B=0.631 [mm]

A=8.558 [mm]  
B=0.450 [mm]

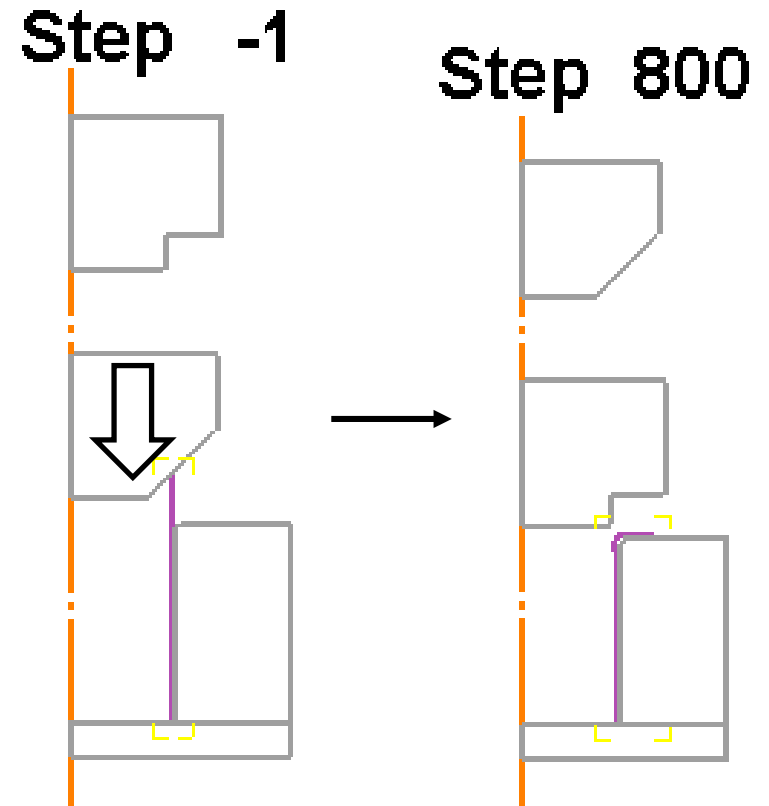
A=7.296 [mm]  
B=0.274 [mm]

A, Bの値は, Rが大きくなるに従い, 減少した. R3ではBの隙間が1mm以上空いた.  
R12ではAの値が, 目標値である8.425mmを下回った.  
平坦部面積, パイプ金型間の隙間を考慮すると, 最適な金型Rは, R6~R9である.

# 冷間フレア加工試作機

(株式会社エム・エス・ケー 所有, 群馬県伊勢崎市)

- 一工程目は45度パンチで拡管し, 二工程目は90度パンチを用いて平坦なフランジ部を得る工程. (特許)
- パイプのフレア加工を冷間で行うことが可能.



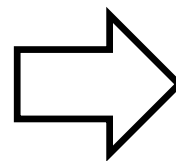
# 成形したSUS304パイプ



## 断面形状拡大図



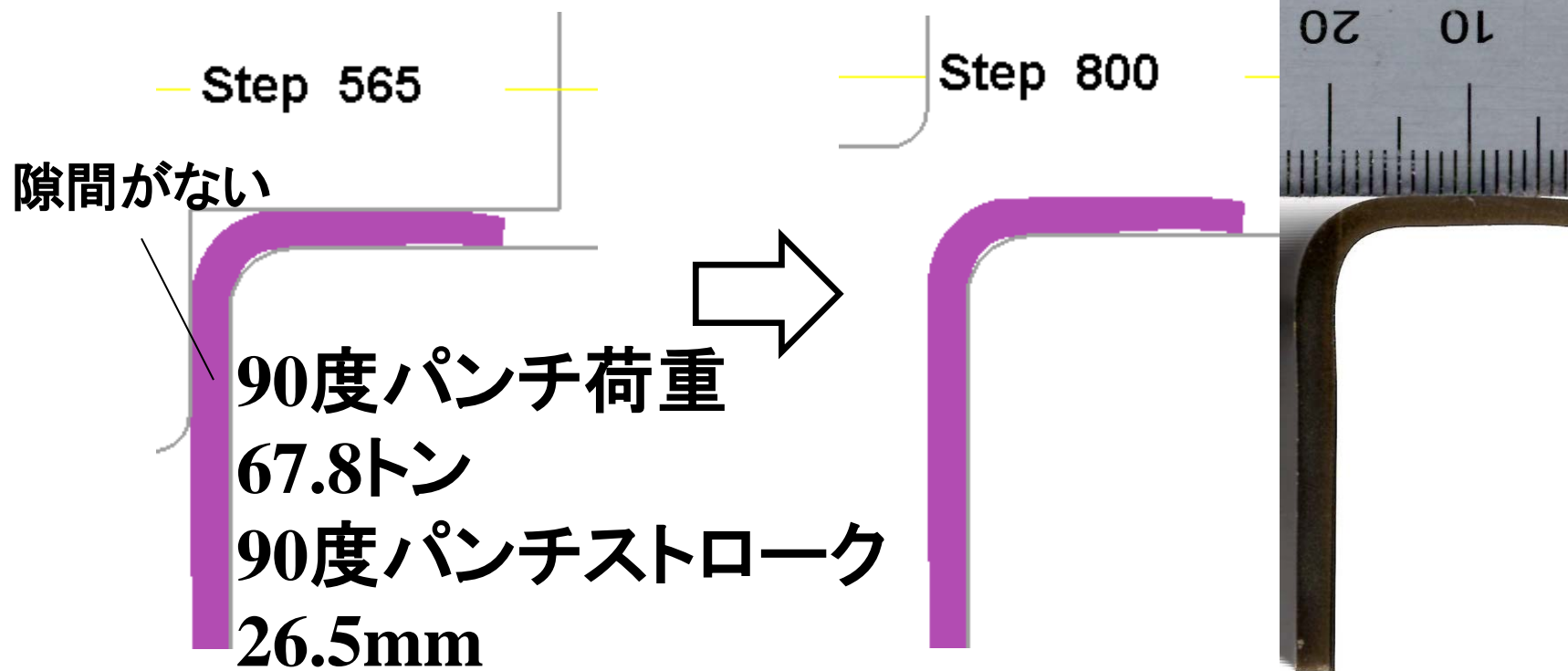
- 成形したSUS304の断面形状拡大図からくびれとつばの部分にカモメ型の形状が見られる。



解析を行い、最適加工条件を求める必要がある。

# 90度パンチ外径の変更

## 実証実験結果



内径の寸法精度向上を達成した.

- 実用化  
達成済. 施工コストの大幅削減に成功.
- 想定される用途  
工場用配管の加工技術として研究開発を実施した.  
これ以外に, 小サイズ製品への適用が考えられる.
- 企業への期待  
従来法の見直し. 新しい加工技術の開発, 共同研究.  
自動化, 数値化, 見える化, DX, スマートファクトリー.
- 結言  
実験および数値解析により, 新しい冷間フレア成形法を提案した.

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 鋼管の冷間フレア成形加工装置及びその装置を用いた鋼管の冷間フレア成形加工方法
- 特許登録番号 : 特許第6204512号
- 出願人 : 群馬大学、  
(株)エム・エス・ケー
- 発明者 : 西田進一、松原香、佐藤豊



# お問い合わせ先

群馬大学 産学連携・知的財産活用センター

〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1

TEL 0277-30-1171~1175

FAX 0277-30-1178

e-mail [tlo@ml.gunma-u.ac.jp](mailto:tlo@ml.gunma-u.ac.jp)