

## 平成27年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「真空装置用ステンレス製大型容器の多様な形状に対応する  
新加工技術の開発ーリング鍛造と熱間フローフォーミングの複合化ー」

### 研究開発成果等報告書

平成28年 3月

委託者 関東経済産業局

委託先 公益財団法人新潟市産業振興財団

## 目次

### 第1章 研究開発の概要

1-1	研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2	研究体制	3
1-3	成果概要	7
1-4	当該研究開発の連絡窓口	7

### 第2章 本論

2-1	シミュレーションを活用した新複合加工技術の検討	8
2-2	新複合加工法の開発	12
2-3	試作品の品質評価と実用化技術の開発	16

最終章	全体総括	20
-----	------	----

# 第1章 研究開発の概要

## 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

### (1) 研究の背景・目的

本研究の開発対象である真空装置用の SUS304 製大型容器には、多様なサイズや肉厚差のある形状でかつ一体構造化が川下企業より求められている。しかし、容器形状（大型・肉厚差）及び難加工材であることから、現状は鍛造によるニアネットシェイプ化が困難であるため、「切削工法」もしくは「溶接工法」により製造されている。これらの工法では材料歩留まりが悪い上に工程数も多く、コスト高となるため、その解決が求められている。

タンレイ工業株式会社では前述のような容器を一体で成形可能で、かつ多様な形状に対応できるブレークスルー技術として、同社の基盤技術である「リング鍛造」と「フローフォーミング」を組み合わせた複合成形法による中型容器の試作開発を進めてきた。図 1-1 にリング鍛造とフローフォーミングの加工工程のイメージを示す。

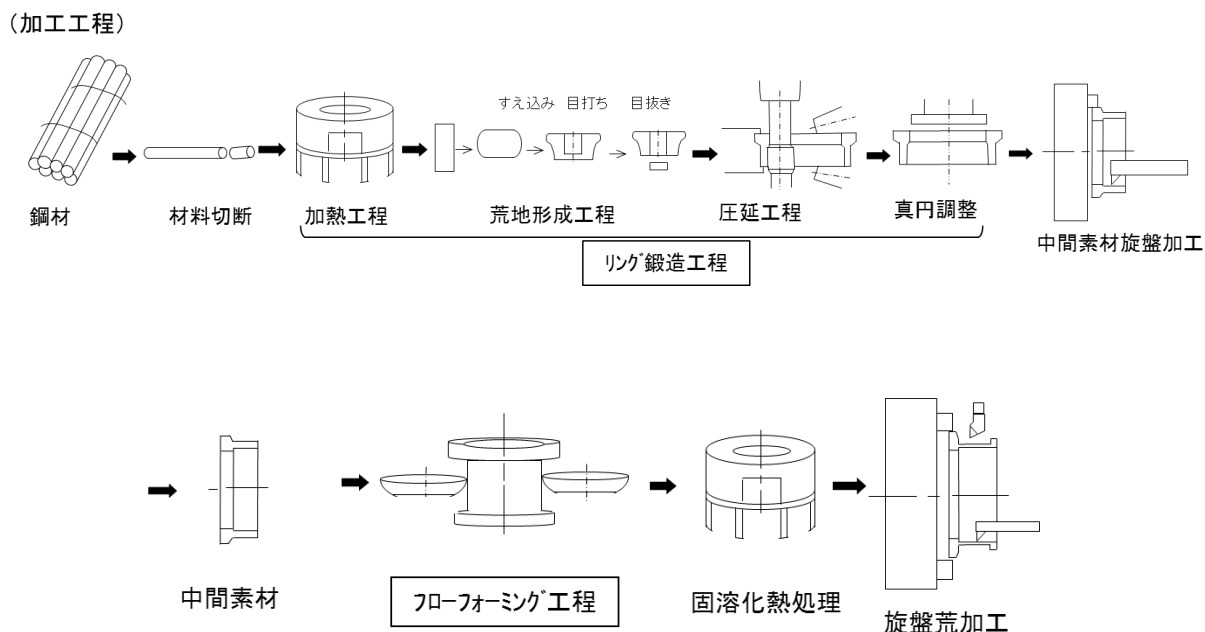


図 1-1 リング鍛造とフローフォーミングの加工工程のイメージ図

しかし、SUS304 は常温での加工硬化が大きい難加工材料であり、冷間で大きく変形させることは困難である。そこで、本研究では、リング鍛造と加工中の温度制御を取り入れた熱間フローフォーミングを組み合わせ、難加工材である SUS304 に対応した新たな成形技術を開発することとした。図 1-2 に開発する新加工法のイメージを示す。

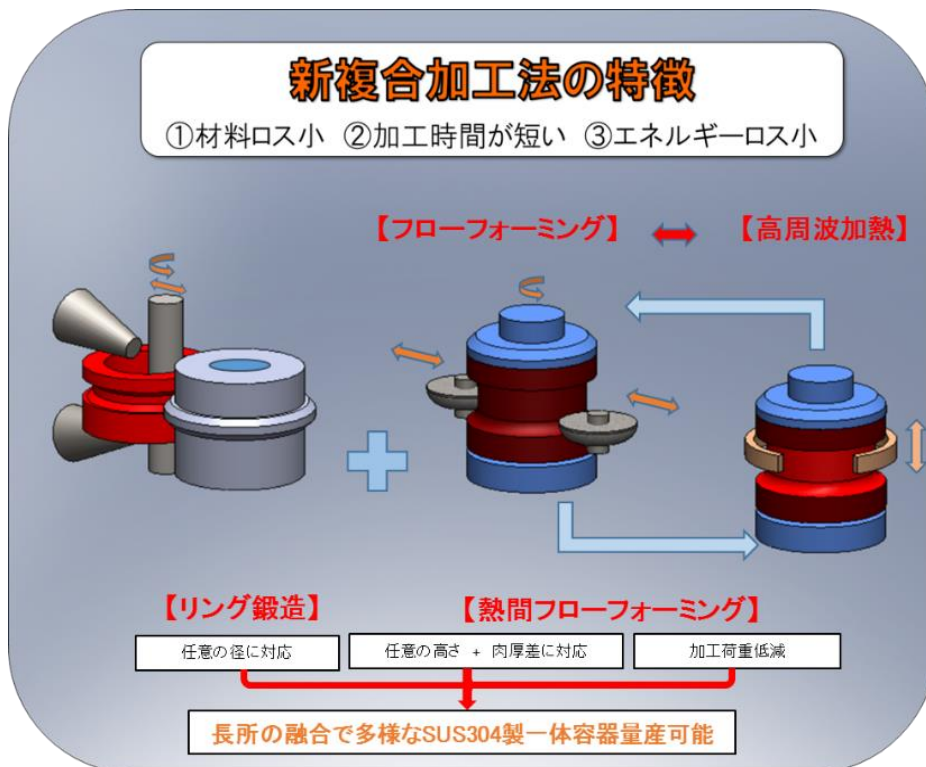


図 1-2 新加工法イメージ図

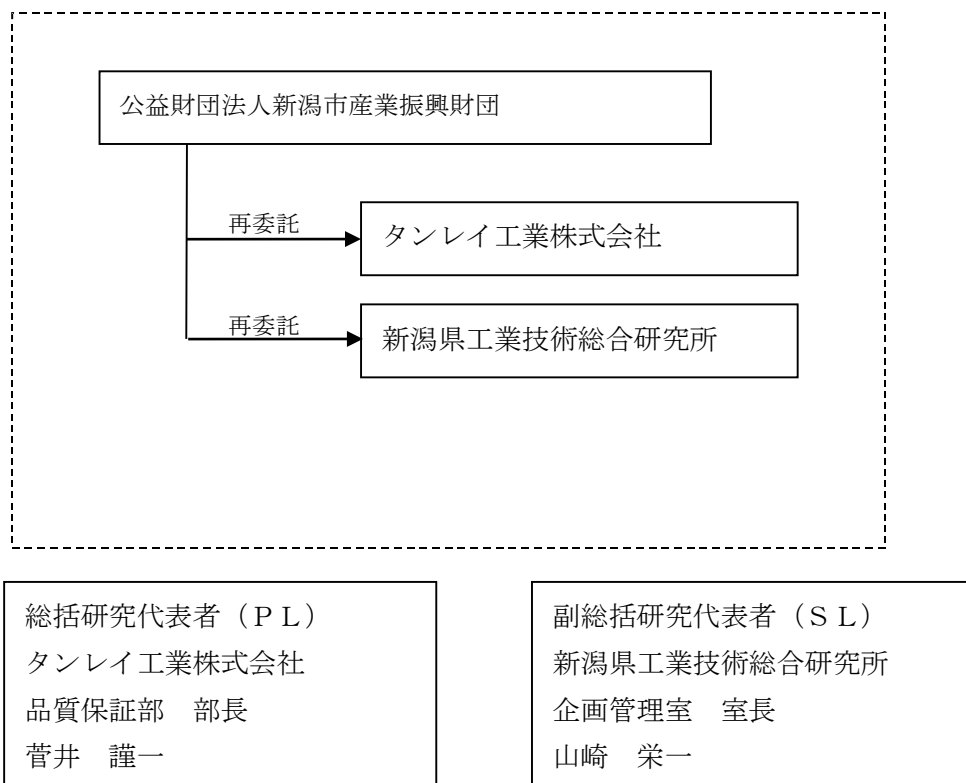
## (2) 研究目標

本研究開発では、リング鍛造に加工中の温度制御を取り入れた熱間フローフォーミングを組み合わせ、難加工材である SUS304 に対応した新たな成形技術を開発する。それによって、本事業の研究目標である一体構造で高品質な容器の実現と材料ロス 1/4 以下、加工時間 1/2 以下、加工エネルギー50%削減による製品コスト 1/2 以下と納期 1/2 以下の実現を目指す。

## 1 - 2 研究体制

### (1) 研究組織及び管理体制

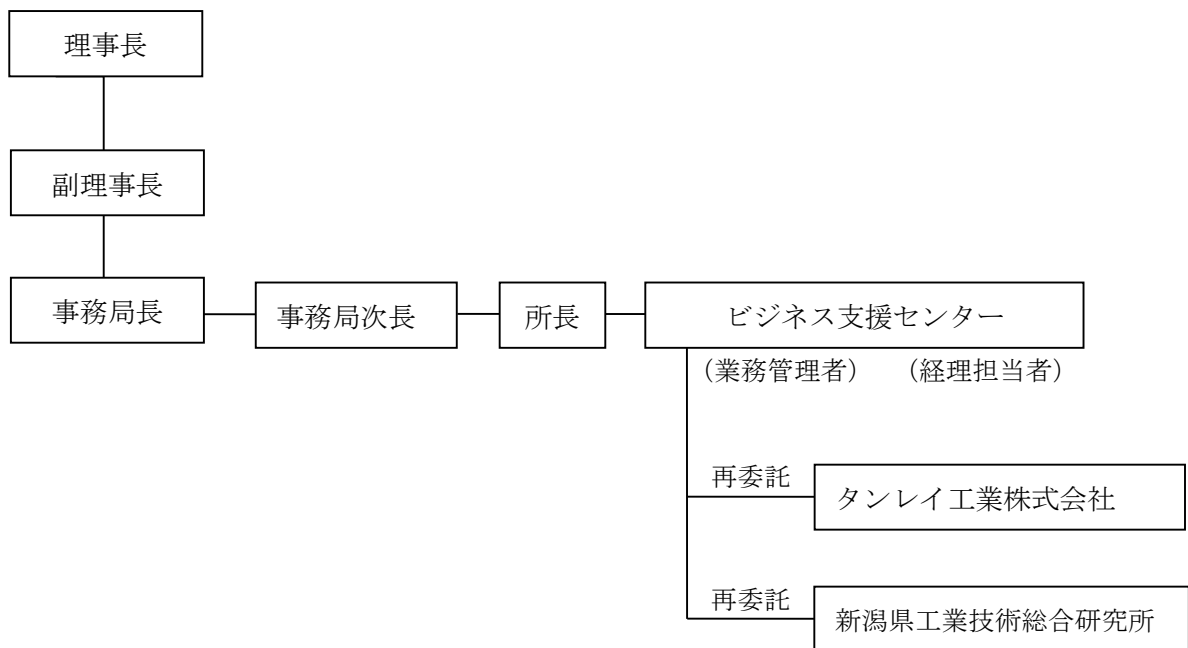
#### 1) 研究組織 (全体)



## 2) 管理体制

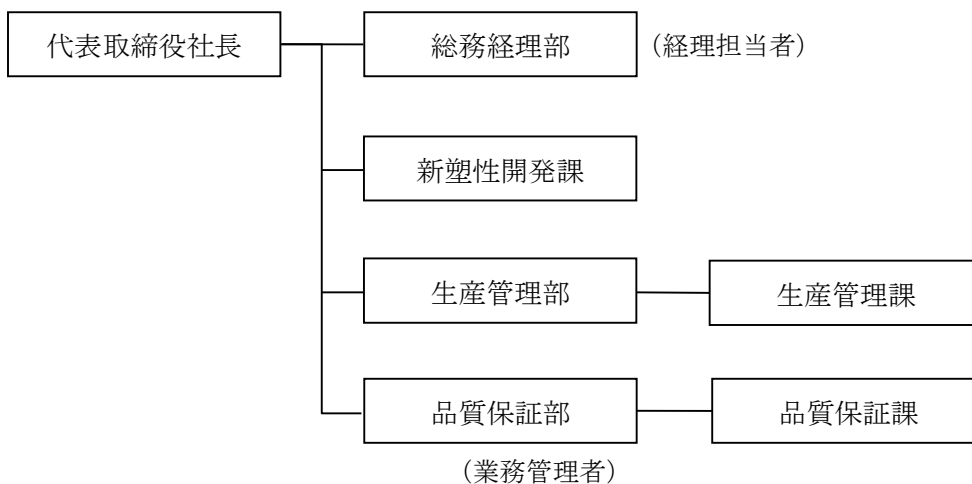
### ①事業管理機関

[公益財団法人新潟市産業振興財団]

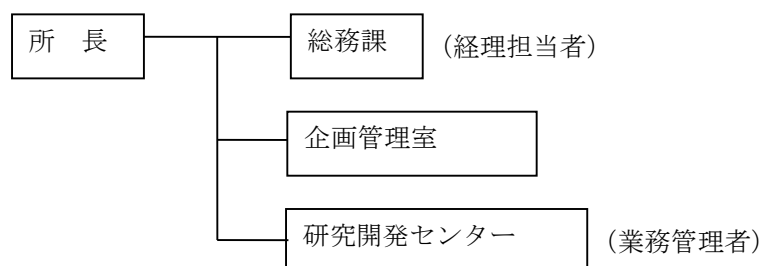


### ②再委託先

[タンレイ工業株式会社]



[新潟県工業技術総合研究所]



## (2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】公益財団法人新潟市産業振興財団

(管理員)

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
小林 正幸	ビジネス支援センター 所長	④
生浦 純	ビジネス支援センター チーフ	④
関田 桂子	ビジネス支援センター スタッフ	④

【再委託先】

(研究員)

タンレイ工業株式会社

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
高橋 十三夫	代表取締役社長	②、③
菅井 謹一	品質保証部 部長	②、③
森田 順平	生産管理部 新塑性開発課 課長	②、③
押野谷 明則	生産管理部 新塑性開発課 主任	②、③
渡辺 秀俊	生産管理部 新塑性開発課	②
渡邊 明	生産管理部 新塑性開発課	②
斎藤 孝	生産管理部 新塑性開発課	②
田中 正文	生産管理部 生産管理課	②
藤岡 智裕	品質保証部 品質保証課 課長	②、③

新潟県工業技術総合研究所

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
山崎 栄一	企画管理室 室長	②
桂澤 豊	研究開発センター センター長	②
菅野 明宏	研究開発センター 主任研究員	①、②
本田 崇	研究開発センター 主任研究員	①、②

### (3) 経理担当者及び業務管理者の所属・氏名

(事業管理機関)

公益財団法人新潟市産業振興財団

(経理担当者) ビジネス支援センター スタッフ 関田 桂子  
(業務管理者) ビジネス支援センター チーフ 生浦 純

(再委託先)

タンレイ工業株式会社

(経理担当者) 総務経理部 部長 藤原 義也  
(業務管理者) 品質保証部 部長 菅井 謹一

新潟県工業技術総合研究所

(経理担当者) 総務課 総務係長 佐藤 強  
(業務管理者) 研究開発センター センター長 桂澤 豊

### (4) 他からの指導・協力者

研究開発推進委員会 委員

氏名	所属・役職	備考
高橋 十三夫	タンレイ工業株式会社 代表取締役社長	
菅井 謹一	タンレイ工業株式会社 品質保証部 部長	P L
山崎 栄一	新潟県工業技術総合研究所 企画管理室長	S L
小林 正幸	公益財団法人新潟市産業振興財団 ビジネス支援センター 所長	
中谷 薫	株式会社ナカタニ 代表取締役社長	アドバイザー (謝金、旅費)
森 毅史	住商特殊鋼株式会社 取締役副社長	アドバイザー (謝金、旅費)



## 1－3 成果概要

### (1) シミュレーションを活用した新複合加工の成形条件の検討

高温の引張試験と圧縮試験を実施し、SUS304 高温領域における材料特性を把握した。また、大変形を伴う加工を精度よく計算するために、要素再分割（リメッシュ）技術、および塑性ひずみのマッピング処理プログラムを開発した。これにより実現象を高精度で再現可能なフローフォーミングのシミュレーション手法を確立した。このシミュレーション手法を活用した加工状況の解析により、効率的にフローフォーミング成形条件の検討を行うことができた。

### (2) 新複合加工法の開発

リング鍛造技術の開発、再加熱条件の検討、および開発したシミュレーション技術を用いてフローフォーミング成形条件の検討を行った。その結果、重量削減目標を満たす中間素材から、目標形状へ成形できる加工技術を確立し、材料ロスを従来工法比 1/4 以下へ低減させることができた。

### (3) 試作品の品質評価と実用化技術の開発

量産化に向けた試作ラインを開発し、各工程の効率化を検討した結果、総加工時間が従来比 1/2 以下となり、開発目標を大幅に上回る時間短縮を実現した。また、必要な検査項目及び検査方法で成形品の検証を行い、川下企業からの要求を満たすことができた。

## 1－4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人新潟市産業振興財団 ビジネス支援センター スタッフ 関田 桂子

Tel: 025-226-0550 Fax: 025-226-0555

E-mail: k.sekita@niigata-ipc.or.jp

## 第2章 本論

### 2-1 シミュレーションを活用した新複合加工の成形条件の検討

#### (1) 高温材料特性の把握

ステンレス鋼は高温になるほど変形抵抗が小さくなる。また、加工速度が速いほど変形抵抗が大きくなり、高温環境下であるほどその影響が顕著に現れることが知られている。本研究では加工途中に再加熱を組み入れた熱間フローフォーミングの加工技術を開発する。そのフローフォーミングの加工条件を詳細に検討するためには、対象製品の素材である SUS304 の高温領域の材料特性を把握する必要がある。

そこで、本研究では SUS304 について高温の引張試験と圧縮試験を実施した。ここで引張試験は試験片にくびれが発生するまでは精度のよいデータが取得できる一方、破断までに得られるひずみが、フローフォーミング成形で付加されるひずみに対して非常に小さい点が課題である。一方で圧縮試験は、引張試験より大きなひずみ領域まで試験が可能である。しかしながら試験中の治具と試験片間の摩擦の影響が含まれることと、試験片内部にひずみが均一に加わらないため、試験のみから材料特性を評価することは難しい。ここでは、まず引張試験により破断までの材料の変形抵抗を精度よく求め、次に圧縮試験を実施してその試験をシミュレーションで再現することで、さらに高ひずみ領域までの材料特性を把握した。

#### ①高温引張試験

本研究で実施した高温引張試験の試験片と試験の様子を図 2-1 に示す。ここで試験温度は 500°C から 1000°C の範囲とした。また、ひずみ速度が変形抵抗へ及ぼす影響を調べるために、複数の試験速度で試験を行った。試験結果の一例として、図 2-2 に温度を変化させた場合のストロークと荷重の関係を示す。この結果から温度が高いほど変形抵抗が小さくなることがわかる。



図 2-1 SUS304 高温引張試験

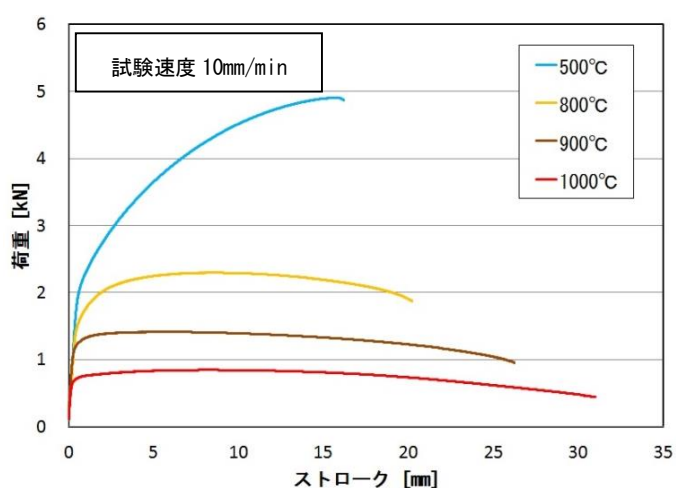
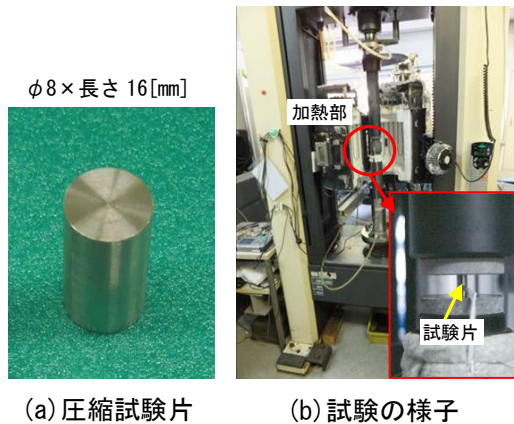


図 2-2 SUS304 高温引張試験結果

## ②高温圧縮試験

本研究で実施した高温圧縮試験の試験片形状と試験の様子を図 2-3 に示す。ここで圧縮荷重は 100[kN]まで負荷した。試験で得られた圧縮ストロークと荷重の関係を図 2-4 に示す。



(a) 圧縮試験片 (b) 試験の様子

図 2-3 SUS304 高温圧縮試験

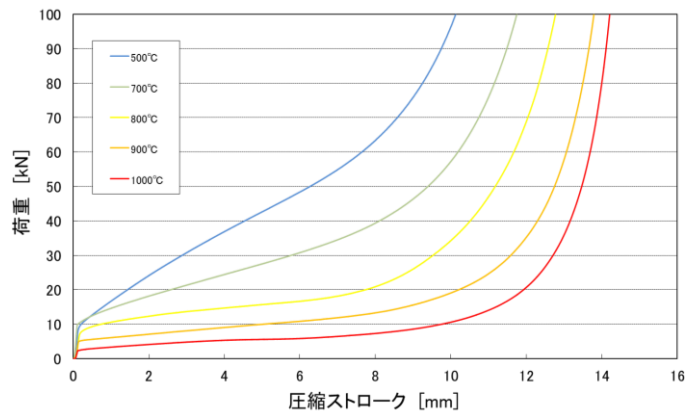
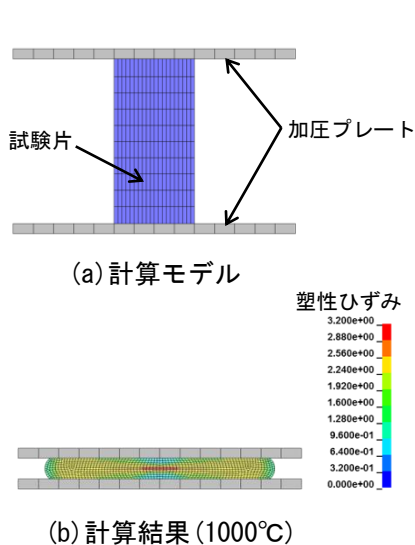


図 2-4 SUS304 高温圧縮試験結果

次に、この圧縮試験をシミュレーションで再現することで材料特性を調べた。計算に使用した要素分割モデルを図 2-5(a)に示す。なお計算では、シミュレーションによって求めた形状が、圧縮試験後の試験片形状（外径と接触面の径）と合うように、上下の加圧面と材料の間の摩擦係数を決定した。図 2-5(b)に 1000°Cでの圧縮試験を模擬した計算結果の一例を示す。この例では、中央付近に約 3.2 の塑性ひずみが発生している。引張試験ではひずみ 0.3 程度までの測定であるが、圧縮試験ではその 10 倍以上大きなひずみ領域の変形抵抗を調べられることがわかる。

ここではシミュレーションの結果と実際の圧縮試験データとの比較により、引張試験から推定した材料データの補正を行った。図 2-6 に 500°Cでの材料データの補正を行った例について示す。ここで繰り返し材料データの補正を行うことで、シミュレーションにより実際の圧縮試験の荷重とストロークの関係を再現できることがわかる。このように補正して得た材料データにより SUS304 の大ひずみ領域の材料特性を把握した。



(a) 計算モデル (b) 計算結果 (1000°C)  
図 2-5 圧縮試験シミュレーション

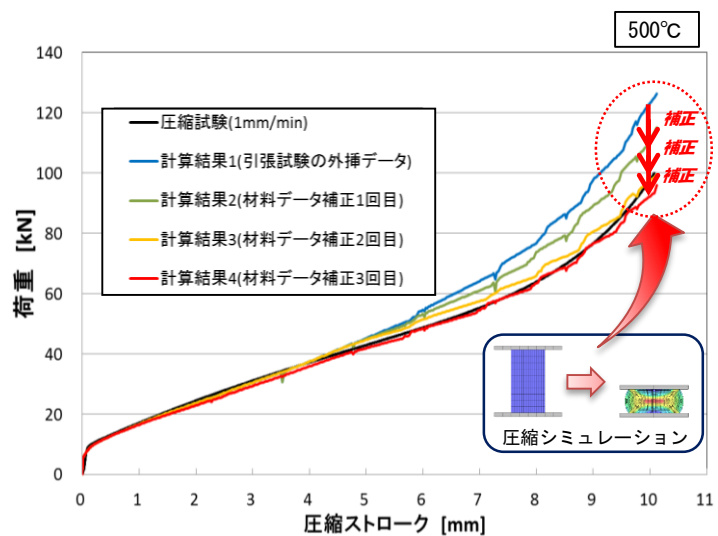


図 2-6 圧縮試験とシミュレーションの比較  
(材料データの補正の例)

## (2) シミュレーション技術の開発

成形条件の検討には、成形中の材料の流れ、発生するひずみ・応力の分布および加工荷重など加工状況の推定が必要である。しかし、複雑な加工であるほど、加工状況を推定することは困難であり、成形条件の決定はトライアンドエラーになる。一方、加工状況の推定にはシミュレーションの活用が有効であるが、本研究の対象であるフローフォーミングのような逐次加工で、かつ大変形を伴うシミュレーションはほとんど行われていない。

そこで、本研究では効率的に加工条件を検討するため、フローフォーミングのシミュレーション手法の確立に取り組んだ。ここでフローフォーミングのような大変形の成形に対しては、計算の安定性と加工に伴うモデルを構成する要素のゆがみの解消が課題となる。そこで、本研究では反復計算を行わず、安定した計算が可能な動的陽解法ソルバーを有する ANSYS-dyna を用いた。ANSYS-dyna は、結果の ASCII 出力、データの処理を可能とする独自の言語である APDL (ANSYS Parametric Design Language) を備えており、この言語を用いて要素のゆがみを解消するための要素再分割 (リメッシュ) 技術の開発を行った。

初めに、シミュレーションに用いる計算モデルを検討した。計算モデルには実現象を再現できる計算精度と実用的な時間で結果を出力することが求められる。計算時間を短縮するため、計算精度に影響を与えない程度に加工速度を加速させて計算することが多い。本研究で対象とするフローフォーミングの実加工では素材が回転し、加工ローラーは切込と接触による共回りで成形が行われる (図 2-7(a))。ここで、加工速度を加速させると素材には指定した速度の 2 乗に比例した遠心力が作用し、実加工の状況と大きく異なってしまふ。そこで、本研究では、加工ローラーと素材の相対的な接触は変更せずに加速した計算が行えるように、素材は回転させずに加工ローラーを素材の周りに回転させる計算モデルを採用した (図 2-7(b))。

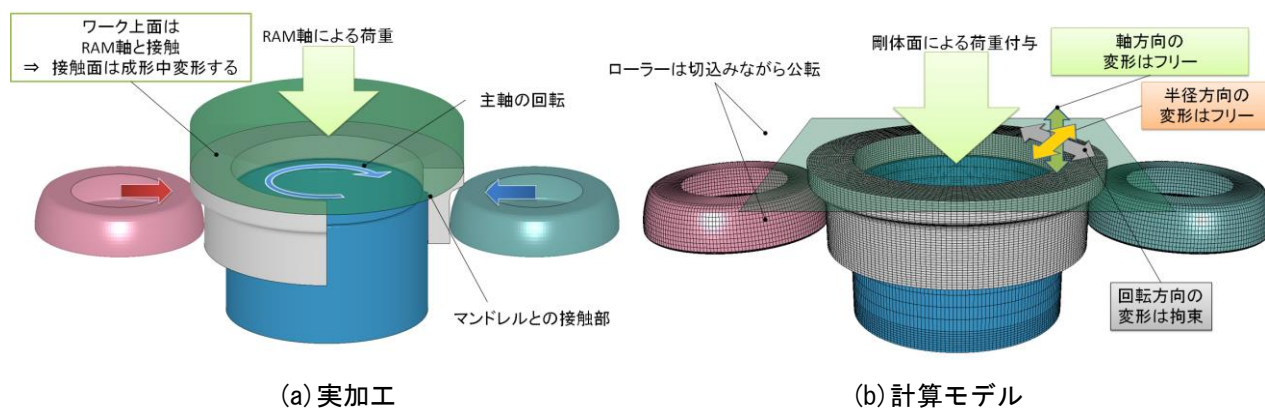


図 2-7 実加工と計算モデル

次に、要素のゆがみを解消するリメッシュ技術の開発を行った。現在、主なソフトウェアに実装されているリメッシュの手法は、ゆがみが大きくなった要素を 4 面体にて再構成するのが一般的である。ただし、4 面体のリメッシュでは形状・ひずみの再現精度が低く、加工条件の検討に用いるには課題が多い (図 2-8)。そこで、これらの課題を解決するリメッシュ手法として 6 面体リメッシュ手法を開発した。

本研究にて開発した手法によるリメッシュ前後のワークの断面の比較を図 2-9 に示す。ワークの変形に伴いゆがみが大きくなった要素が、良好な形状へリメッシュされることがわかる。



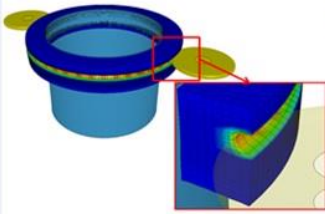
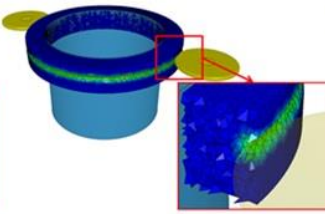
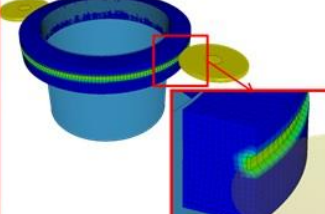
	従来技術		開発技術
	リメッシュなし	4面体リメッシュ	6面体リメッシュ
			
計算可否	×	○	○
計算精度	—	△	◎
計算時間	—	×	○

図 2-8 大変形シミュレーションの課題と手法の比較

また、高精度な計算には、リメッシュ前後の要素内の塑性ひずみ・応力の情報を正確に引き継ぐことが重要である。そこで、形状のリメッシュに加え、マッピング処理のプログラムを開発した。代表断面における塑性ひずみの再現についてソルバーで実装されているマッピングとの比較を図 2-10 に示す。開発したプログラムによる塑性ひずみ分布は再現精度が高いことがわかる。

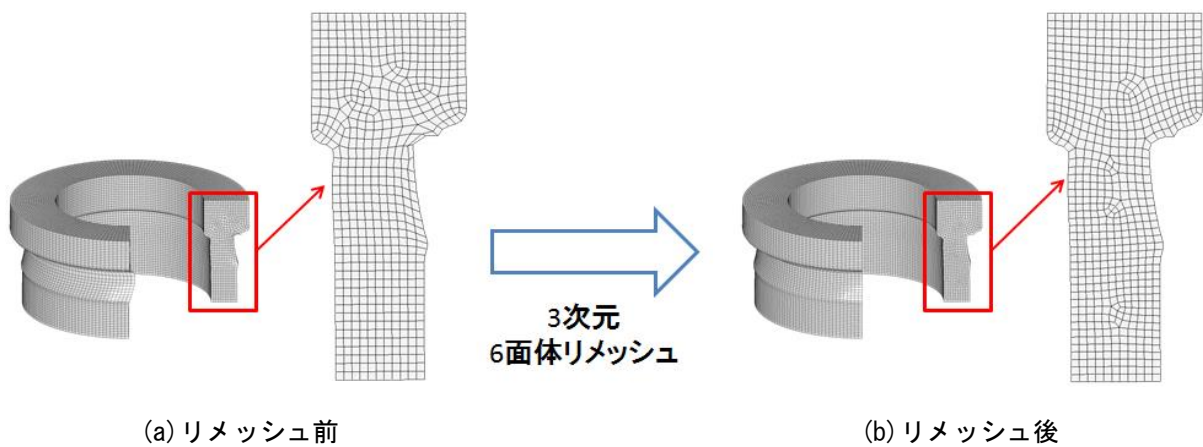


図 2-9 リメッシュによる要素形状の修正例

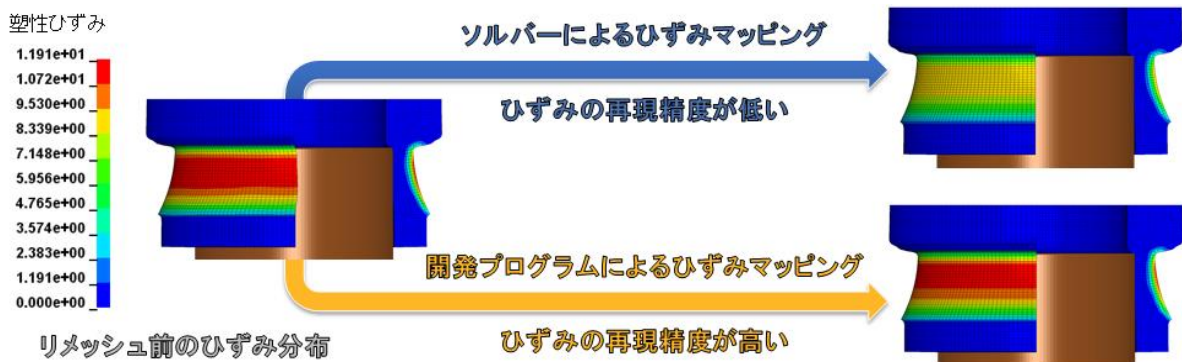


図 2-10 塑性ひずみ分布の再現精度の比較

## 2-2 新複合加工法の開発

### (1) リング鍛造による中間素材形状の検討

本研究で開発する新複合加工技術は、リング鍛造により径方向へ拡げる加工と、熱間フローフォーミングにより軸方向へ伸ばす加工を組み合わせた加工技術である。リング鍛造の様子を図 2-11 に示す。ここで、熱間フローフォーミングの素材となるリング鍛造後の成形品を中間素材と呼ぶ。この中間素材の形状は、フローフォーミングの加工条件や成形後の形状不良の発生に大きな影響を与える。そこで、フローフォーミングに適した中間素材形状について検討を行った。

#### ①熱間フローフォーミング成形で可能な減肉量の把握

本研究の開発対象である SUS304 製大型容器の目標形状を図 2-12 に示す。このような容器をフローフォーミングで成形するには、どの程度減肉できるかがカギとなる。そこで、胴部減肉試験を行い、割れ等の形状不良について調査して、中間素材の胴部の厚さを 26mm とした。

#### ②リング鍛造による段差付中間素材の検討

①で決定した胴部厚さの中間素材を採用するには、リング鍛造により上フランジに大きな外径段差を成形する必要がある。通常、リング鍛造ではこのような段差を有する形状の成形は困難であるが、リング鍛造の素材となる荒地形状と成形条件の最適化により、外径段差を有する形状を成形することができた。さらに、内径部にも段差を設けることで、目標の材料ロス削減を達成できる中間素材形状を実現した (図 2-13)。



図 2-11 リング鍛造の様子

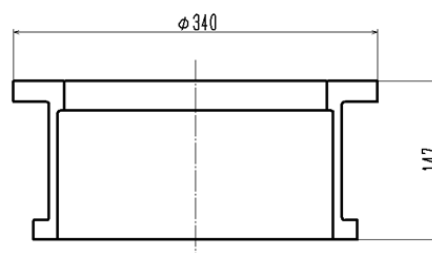


図 2-12 開発の目標形状



図 2-13 リング鍛造による中間素材

## (2) 最適な加熱条件の検討

SUS304 製大型容器のフローフォーミングでは、加工中の温度低下により加工荷重が増加するため、目標とする成形が難しい。研究目標とするニアネットシェイプ化を図るには、温度を高温かつ一定範囲内に保ちつつ加工する必要がある。そこで、フローフォーミングにおける中間工程での再加熱を行う高周波加熱装置を開発するとともに、熱画像解析装置を用いた最適な加熱条件の検討を行った。

### ①高周波加熱装置の開発

加熱装置には、設定温度まで短時間での加熱が必要であることから高周波加熱方式を採用した。また、加熱部分の均熱化を図るため、高周波加熱装置と連動して稼働する専用のワーク架台を開発した。装置はトランジスタインバーター、チラーユニット、整合部、加熱コイル、および開発したワーク架台の構成となっている。(図 2-14)。



図 2-14 高周波加熱装置

### ②熱画像装置の導入による温度分布の測定

高周波加熱装置による加熱では、炉による加熱と異なり、ワークに温度ムラが発生する。そこで、熱画像測定装置を用いて、成形品の温度分布を把握するシステムを開発した(図 2-15)。これにより、加熱条件の検討が可能となり、最適な温度分布を得ることができた。



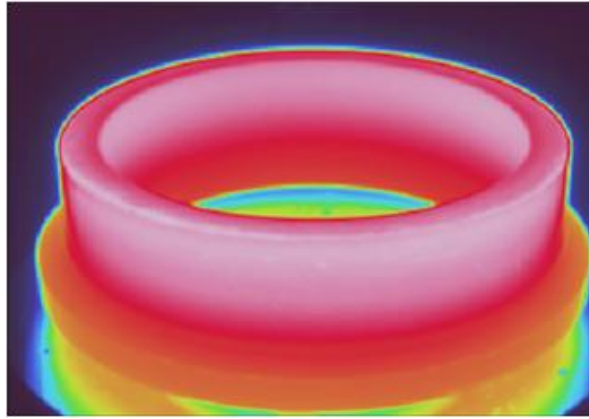


図 2-15 熱画像解析装置によるワークの温度分布の測定例

### (3) シミュレーションを活用したフローフォーミング技術の開発

熱間フローフォーミングの課題である加工荷重を低減するため、本研究で開発したシミュレーション技術を活用して加工ローラーの形状と加工パスの検討を行った。なお、従来の加工法では加工荷重が大きく、加工ローラーと接触しない場所に図 2-16 のような形状不良が発生する。

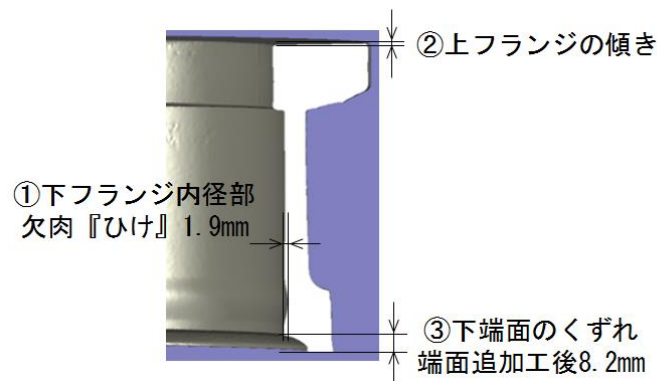


図 2-16 熱間フローフォーミングで発生する形状不良

これらの形状不良を抑制するために、まず基礎成形試験によりローラー形状、材料の流れおよび加工荷重の分析を行い、その知見を基にシミュレーションを行い、最適なローラー形状と材料の流れを得る新加工法を開発した。新加工法の計算結果を図 2-17 に示す。形状不良を抑制し、目標のフランジ付き容器が成形できることが予測される。

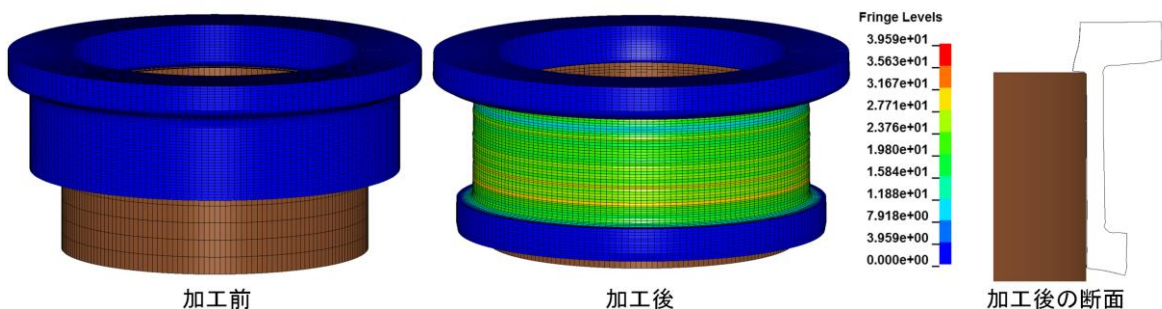


図 2-17 シミュレーションを用いた新加工法の計算結果

この新加工法と加熱試験で得た最適な加熱条件を組み合わせ、成形試験を実施した。リング鍛



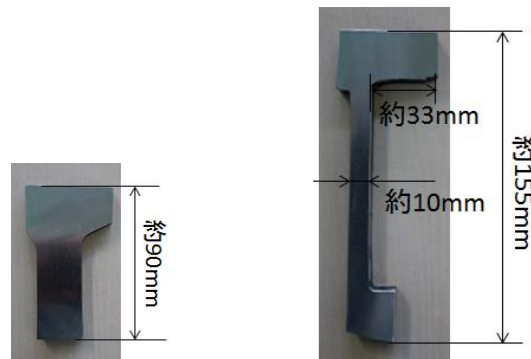
造による中間素材と成形品の外観を図 2-18 に、それぞれの断面写真を図 2-19 に示す。



(a) 中間素材

(b) 成形品

図 2-18 中間素材と成形品の外観



(a) 中間素材

(b) 成形品

図 2-19 素材と成形品の断面写真

従来加工法と新加工法の断面形状の測定結果を図 2-20 に示す。本研究開発によって、図 2-16 の形状不良が大きく低減しつつ、目標とするニアネットシェイプ化を達成することができた。

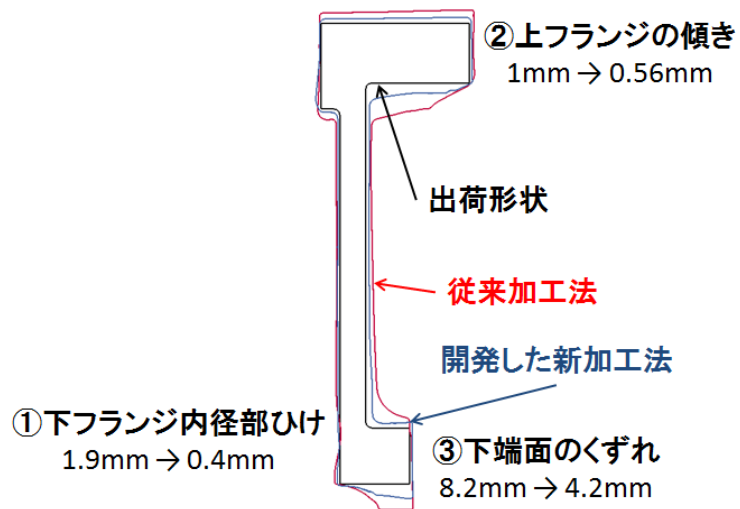


図 2-20 成形品断面測定結果

## 2-3 試作品の品質評価と実用化技術の開発

### (1) 試作品の評価

開発対象品の品質を保証するため、必要な検査項目および検査方法で成形品の検証を行った。その検査項目と検査方法を表 2-1 に示す。

表 2-1 品質評価の検査項目と方法

検査項目	検査方法
①寸法形状	FARO による三次元測定
②表面性状	浸透探傷検査
③内部欠陥	超音波探傷検査
④固溶化組織	ミクロ試験と硬度試験
⑤材料試験	引張試験

#### ①寸法形状の評価

3次元測定器 FARO (FARO Technologies, Inc 社製) を用いて成形品の形状測定を行った (図 2-21)。その結果、重量削減目標を満たす中間素材から、目標形状へ成形できることを確認した。

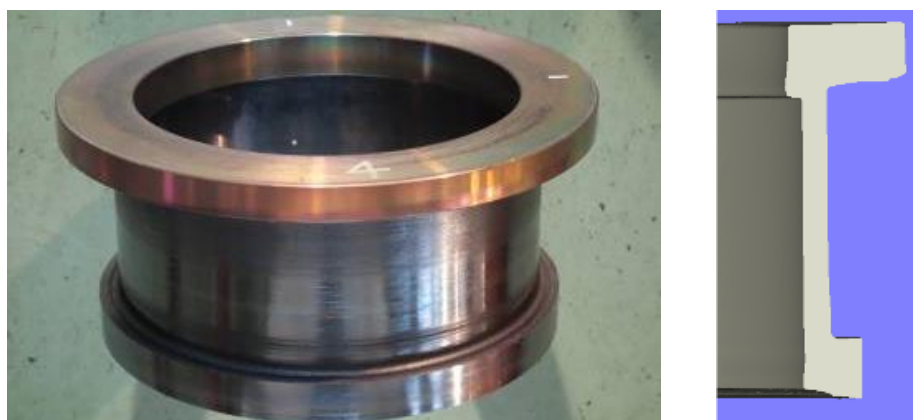


図 2-21 成形品の写真と 3次元測定による断面形状

さらに、成形品を固溶化処理後に、出荷形状へ旋削加工を行い、製品表面に黒皮が残らない (削り残しが無い) ことを確認した (図 2-22)。



図 2-22 旋削加工後の製品

## ②表面性状・③内部欠陥の評価

浸透探傷検査、および超音波探傷検査をそれぞれ行い、表面と内部ともに欠陥がないことを確認した。

## ④固溶化組織の評価

固溶化後の組織に対して、顕微鏡観察を行った。上フランジ部と胴部減肉部、そして下フランジ部ともに良好な固溶化組織であることを確認した（図 2-23）。併せて、ブリネル硬さ試験により硬さを評価し、規格を満たしていることを確認した。

## ⑤材料試験

固溶化後の製品に対して引張試験を実施した。表 2-2 に耐力、引張強さ、伸びを示す。全ての項目で規格を満足していることを確認した。

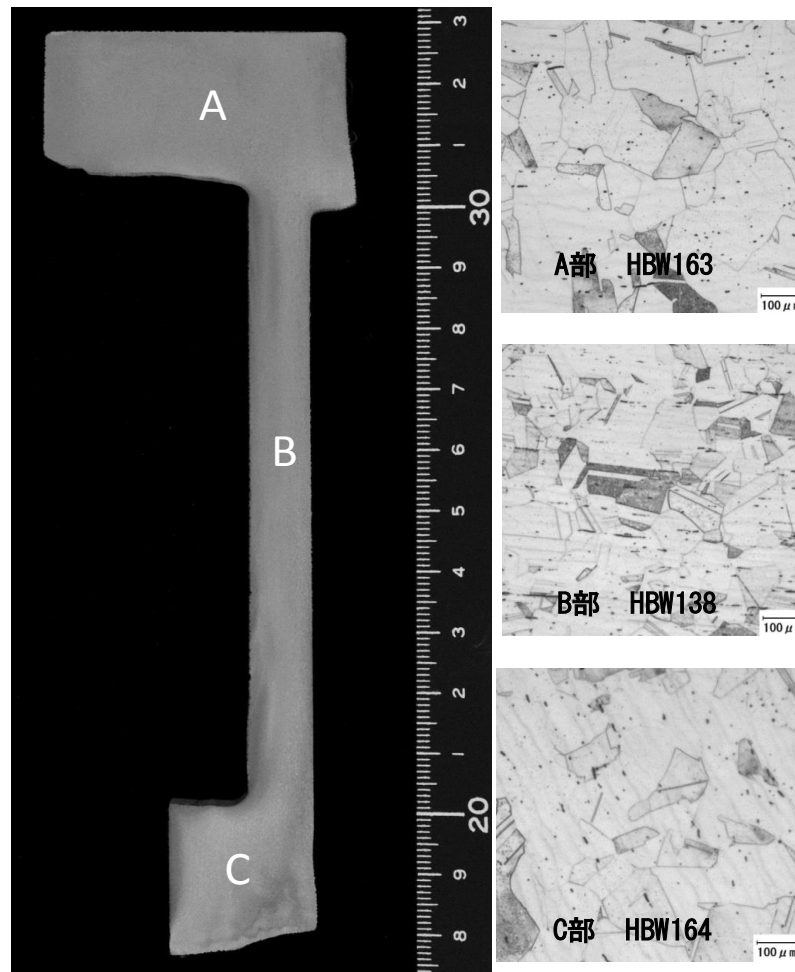


図 2-23 固溶化後の組織の顕微鏡観察結果と硬さの評価

表 2-2 引張試験結果

	0.2%耐力 N/mm <sup>2</sup>	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	伸び %
A部	307	624	71.6
B部	286	641	65.8

## (2) 量産化技術のプロトタイプの開発

量産化に向けて、品質の安定化と生産性の向上、加えて、危険作業の低減には作業工程の自動化が不可欠である。特に、熱間フローフォーミング工程では、加熱炉での予熱と再加熱に伴うワークの搬送、脱着、積込み作業があり、搬送工程の自動化が重要である。そこで、各工程を自動化した試作用ラインを開発して、量産時に発生する課題の抽出と対策を検討し、量産ライン運用のための管理技術を確立した。

### ①自動化の検討

#### ・フローフォーミング工程の自動化

フローフォーミングでは、芯金からのワーク脱着を容易にするため、1回の成形ごとに芯金への潤滑材の塗布が必要である。この作業を自動化するため、フローフォーミング加工装置に潤滑剤の吹き付け塗布装置を組み込んだ。この装置は、電磁弁を制御することで加工装置と連動が可能である。また、自動ロボットによる搬送を行うため、加工装置背面扉の自動化を行った。

#### ・搬送工程自動化の検討

各工程間の搬送を自動化するため、搬送ロボットを導入し、構成する装置のレイアウトを検討した。①のフローフォーミング工程の自動化に加え、予熱から成形後の搬送作業まで自動化し、工程から搬送に至るまで自動化した試作ラインを開発することができた（図 2-24）。

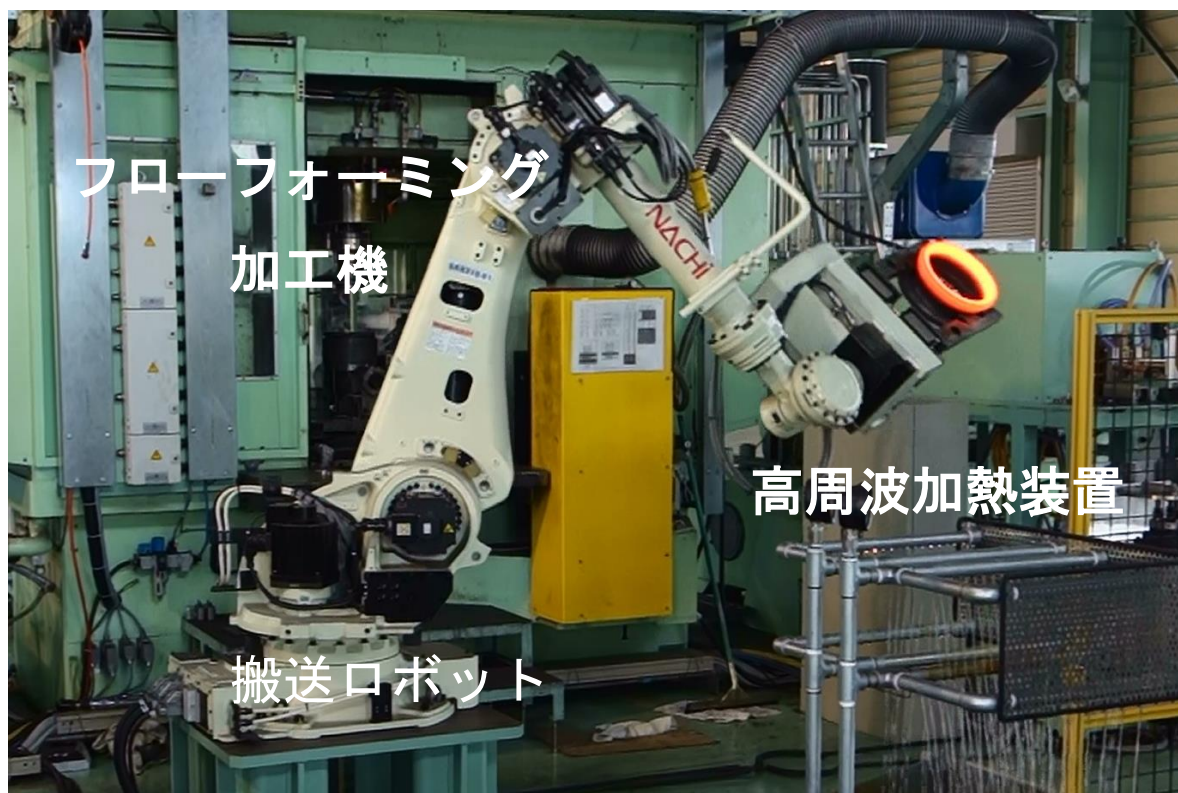


図 2-24 開発した試作ライン

## ②運用の検討

### ・加工タイムチャートの把握

開発した試作ラインを用いて、各工程での加工サイクルタイムの把握と搬送のタイムチャートを検討した。その結果、加熱と加工および搬送の連動が可能であり、複数ワークを連続で成形できることを確認した。

### ・加工時間の短縮

各工程での連動を維持しつつ、目標である従来加工時間比  $1/2$  を実現するため、それぞれの工程にて加工時間の短縮に取り組んだ。

フローフォーミングでは、成形条件の最適化により加工時間を短縮した。再加熱については、高周波加熱装置の改造により加熱出力を上げ、設定温度までの加熱時間を短縮した。さらに各工程間の搬送時間を短縮するため、ロボットハンドリングの最適化を行った。

これらの取組みの結果、自動化した試作ラインによる総加工時間は従来比  $1/2$  以下を達成し、短時間での加工を実現する量産ラインを運用できる知見が得られた。

## 第3章 全体総括

本研究開発では、リング鍛造と温度制御を取り入れた熱間フローフォーミングを組み合わせた新たな加工法により、高品質な SUS304 製大型容器を低コストで製造する技術を開発した。主な取り組みとして、①シミュレーションを活用した新複合加工の成形条件の検討、②新複合加工法の開発、③試作品の品質評価と実用化技術の開発、を行った。

### ①シミュレーションを活用した新複合加工の成形条件の検討

これまで例のない大変形を伴う逐次加工であるフローフォーミングのシミュレーション手法を確立した。これにより、成形中の材料の流れ、発生するひずみと応力の分布、加工荷重などを解析できるようになったことで、新加工法の開発に必要な成形条件の検討を効率よく行うことができた。

### ②新複合加工法の開発

重量削減目標を満たす素材からニアネットシェイプ化に適した中間素材を成形できるリング鍛造技術を開発した。加えて、再加熱条件の最適化、開発したシミュレーション手法を活用したフローフォーミング成形条件の検討を行い、目標形状へ成形することができた。

### ③試作品の品質評価と実用化技術の開発

必要な検査項目および検査方法で成形品の検証を行い、川下企業からの要求を満たすことができた。また、量産化を見据えた試作用ラインを開発し、各工程の効率化を検討することで、目標とするサイクルタイムを実現した。

本研究開発で確立した加工技術により、従来工法（対切削工法）に対して材料ロス 1/4 以下となり、品質面では従来工法（対溶接工法）で課題であった一体構造化を実現した。加えて、加工時間も従来工法に対して 1/2 以下を達成することができた。また、タンレイ工業(株)にて丸棒からの切断、リング鍛造、フローフォーミング成形、固溶化熱処理および旋削加工までを一貫生産できるようになり、短納期への対応も可能となった。

事業化については、開発対象製品を川下企業へ近々、出荷予定である。また、開発した技術は多様な製品形状へ適用できることから、販路拡大へ向けて、市場調査等を進めていく予定である。