

# PFT(PLASTIC FUEL TANK)軽量化技術 ラジアル (円周方向) 肉厚調整装置

## PFT Weight Reduction Technology used by Radial Wall Thickness Control Device



池ヶ谷 応之介  
Masanosuke Ikegaya



久富 裕司  
Yuji Hisatomi



阿部 正二  
Shoji Abe



新本 俊晃  
Toshiaki Shinmoto

### 要 旨

近年、自動車業界では更なる燃費の向上の為、車体の軽量化が求められている。通常、自動車の車体重量が 100kg 軽くなると 1km/ℓ 燃費が良くなるとされており、自動車部品の一部であるプラスチック燃料タンク (以降 PFT [Plastic fuel tank]) も軽量化が求められている。

JSW 中空成形機において、2006 年から PFT の軽量化技術である 2 軸のラジアル肉厚調整装置の技術開発が開始された。2013 年には更なる PFT の軽量化が求められ、4 軸ラジアル肉調装置を開発、更に 2015 年からは、4 軸ラジアル肉調装置に 2 軸の平行移動機構を加えた 6 軸 (2 軸 + 4 軸) ラジアル肉調装置を開発中である。

本技報では 2 軸のラジアル肉調装置から最新技術の 6 軸 (2 軸 + 4 軸) ラジアル肉調装置について紹介する。

### — Synopsis —

In the automotive business, vehicle weight reduction has been required in order to improve fuel economy. Generally speaking, reducing an vehicle's weight by 100kg will improve the fuel efficiency by 1km/ℓ. And Plastic fuel tanks (PFT) for automobiles have been also requested to reduce the weight.

In order to reduce the PFT's weight, we have developed biaxial radial parison wall thickness control device for JSW Blow Molding Machines, since 2006. We have developed the four-axial radial parison wall thickness control device by the request of more weight reduction, since 2013. Furthermore, we have developed the six-axial (biaxial and four-axial) radial parison wall thickness control device, since 2015.

This report introduces the technology from the biaxial radial parison wall thickness control device to the newest six-axial (biaxial and four-axial) radial parison wall thickness control device.

### 1. 緒 言

自動車燃料用ガソリンタンクは、全体の 70% 以上がプラスチック燃料タンク (以降 PFT [Plastic fuel tank]) になっており、今後もプラスチック化が進んでいく傾向である。その中で PFT は成形品の均一肉厚化・成形品の軽量化が市場の要求として常に求められ続けている。

成形品の肉厚を均一化することで、使用材料が削減され、冷却時間も短縮される為、生産性がアップされる。また、成形品の軽量化が可能となる為、最終製品である自動車の燃費向上につながる。

JSW 中空成形機のラジアル (円周方向) 肉厚調整装置の技術変遷を図 1 に示す。

2006 年からラジアル肉厚調整装置の技術開発が開始さ

れた。当初、2軸のラジアル肉調装置の開発が開始されて、様々な検討課題をクリアし、開発は成功した。その結果、2軸ラジアル肉調装置は中空成形機の売上に寄与してきた。2013年に更なるPFTの軽量化として、従来の2軸ラジアル肉調装置の性能以上の軽量化が求められ、4軸ラジアル肉調装置の開発を開始した。更に、2015年からは、4軸ラジアル肉調装置に2軸の平行移動機構を加えた6軸(2軸+4軸)ラジアル肉調装置の開発が開始された。

## 2. 2軸ラジアル肉調装置<sup>1)</sup>

### 2.1 2軸ラジアル肉調装置の構造紹介

2軸ラジアル肉調装置の構成として、ダイ下側のパリソンが排出されるリップ口(フレキシブルリング)に2つのサーボアクチュエータが付属されている。その2つのサーボアクチュエータが±1.5mm以内の範囲で、フレキシブルリングを押し引きする事で、円筒のフレキシブルリングが楕円形に変化し、また、フレキシブルリングが平行移動する。1サイクル中(1つの成形品が出来る時間)にフレキシブルリングが変形したり、平行移動したりする事で、パリソンが通るコアとのフレキシブルリングとのリップ口の間隙を変化させ、円周方向でパリソンの肉厚を変化させることができる。

	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
2軸ラジアル肉調装置		→										
4軸ラジアル肉調装置												
6軸(2軸+4軸)ラジアル肉調装置												

図1 JSWのラジアル肉調装置の技術変遷



図2 2軸ラジアル肉調装置外観写真

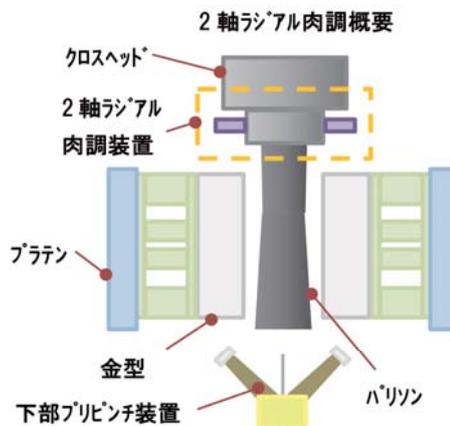


図3 2軸ラジアル肉調装置外観図

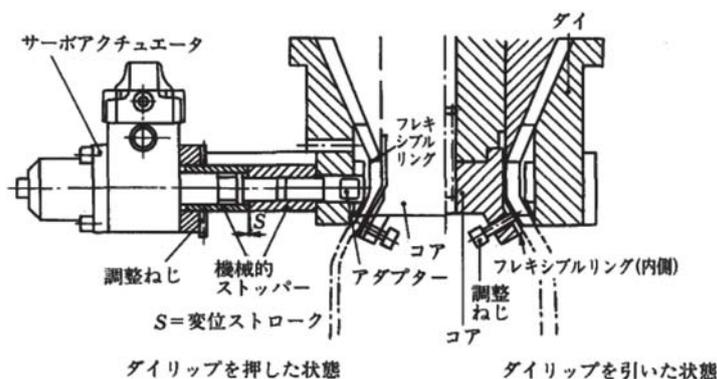
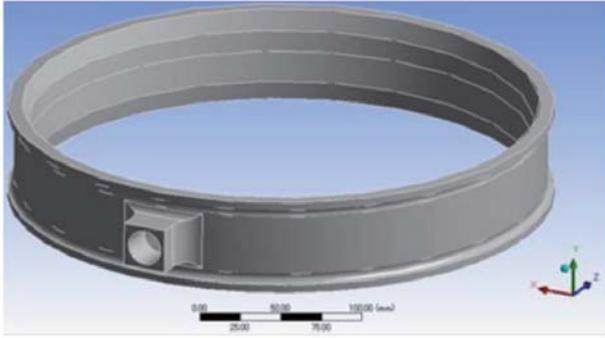


図4 ラジアル肉調装置(リング変形方式)

## 2.2 2軸ラジアル肉調装置の構造解析

2軸ラジアル肉調装置の課題としてフレキシブルリングの耐久性がある。フレキシブルリングの耐久性に関しては、ダイ径ごとにフレキシブルリングの構造解析を実施し、フレキシブルリングにかかる応力、疲労強度を考慮し、フレキシブルリングの厚みを変更し最適な形状を決定している。

### 2軸フレキシブルリングモデル



### 構造解析結果

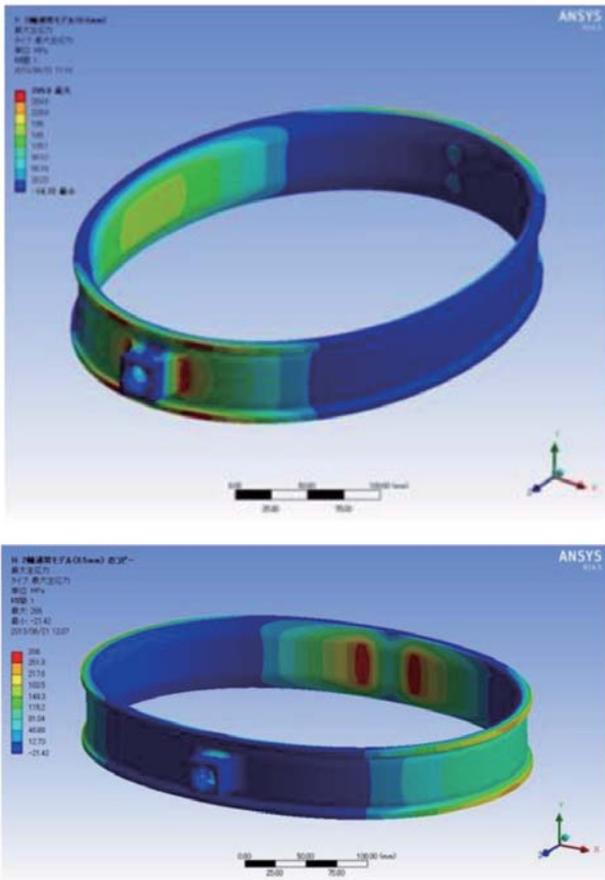


図5 2軸フレキシブルリングモデルと構造解析結果

## 2.3 2軸ラジアル肉調装置の変形パターン

代表的な2軸ラジアル肉調装置の変形パターンとして図6のように、①2つ同時にサーボアクチュエータを押した場合には、フレキシブルリングは縦方向に楕円系となり、左右に肉厚が薄くなり、上下の肉厚が厚くなる。また、②2つ同時にサーボアクチュエータを引いた場合には、フレキシブルリングは横方向に楕円系となり、上下の肉厚が薄くなり、左右に肉厚が厚くなる。③片方のサーボアクチュエータを押し、もう片方のサーボアクチュエータを引いた場合には、フレキシブルリングは平行移動し、片方の肉厚が薄くなり、もう片方の肉厚が厚くなるパターンがある。上記のフレキシブル変形パターンにより通常でできなかった余分な肉厚を削減することが出来る。

### 内調パターン例

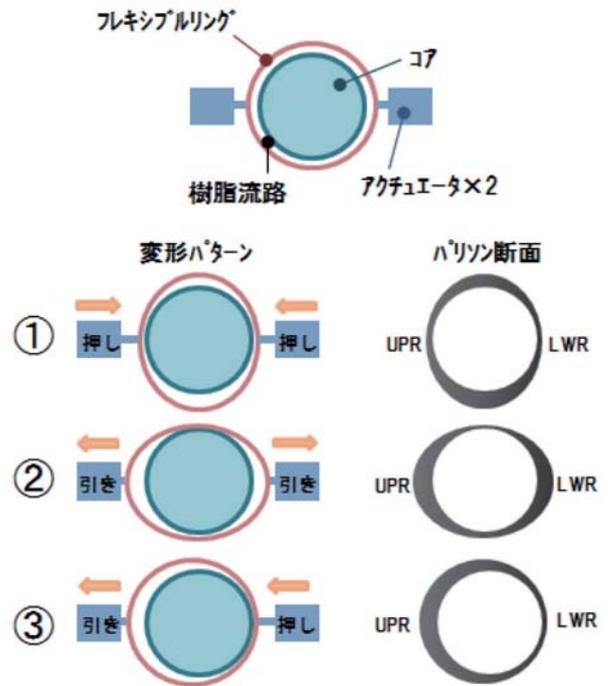


図6 変形パターン例とそのハリソン断面予想図

## 2.4 2軸ラジアル肉調装置の効果検証結果

2軸ラジアル肉調装置を±1.5mm 押し引きした場合の効果を検証した。図7のPFTのhとdの箇所を押し引きした時の肉厚変化を図8に示す。hとdの箇所を1.5mm 押し引きした場合に、フレキシブルリングのbとfの箇所が約1mm 変化する結果が得られた。これにより、余分に肉厚がある部分に対して、ラジアル肉調装置を使用することで、肉厚を薄くすることが可能である。



図7 PFTの測定箇所

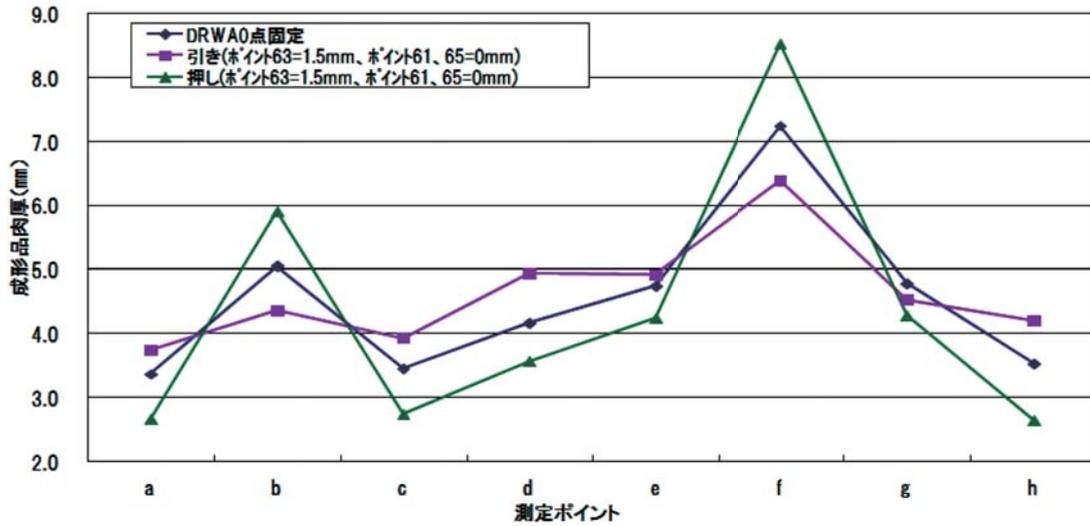


図8 2軸ラジアル肉調の効果

### 2.5 2軸ラジアル肉調装置の課題

更なるPFTの軽量化の為に、図9のように一方で45°位置での肉付けやX方向、Y方向に同時に肉付けが必要な場合には、対応ができないといった課題が残った。

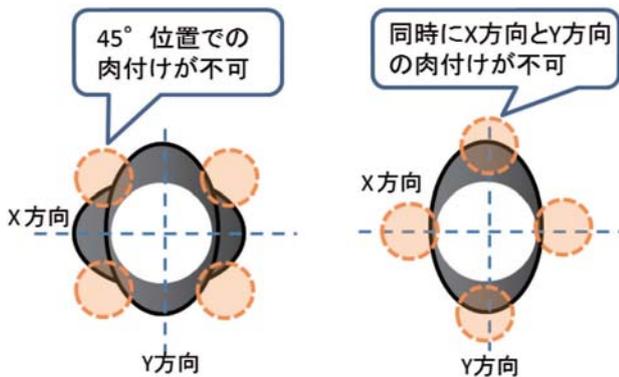


図9 2軸ラジアル肉調の課題

### 3. 4軸ラジアル肉調装置

#### 3.1 4軸ラジアル肉調装置の構造紹介

2013年より従来の2軸ラジアル肉調装置以上の更なるPFTの軽量化を目指して、4軸ラジアル肉調装置の開発を開始した。開発には2軸ラジアル肉調装置ではできなかった変形パターンである45°位置での肉付けやX方向、Y方向に同時に肉付け機構を盛り込んだ構造とした。

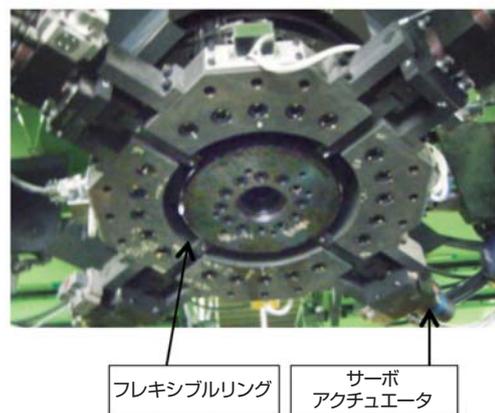


図10 4軸ラジアル肉調装置外観写真

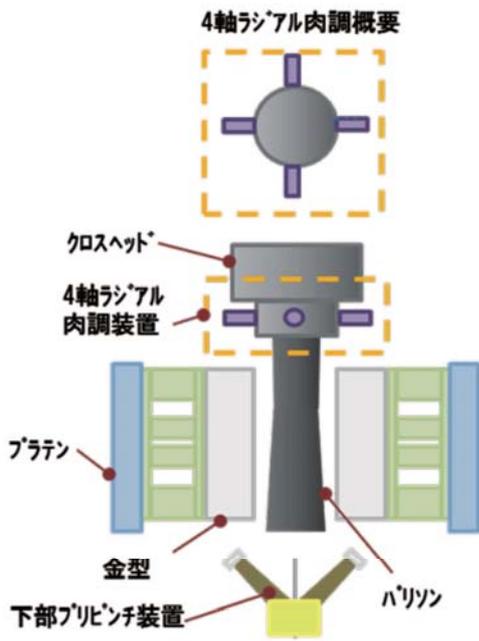


図 11 4 軸ラジアル肉調装置外観図

### 3.2 4 軸ラジアル肉調装置の構造解析

4 軸ラジアル肉調装置についても構造解析を実施することで、リングにかかる応力を考慮して最適な形状を決定している。

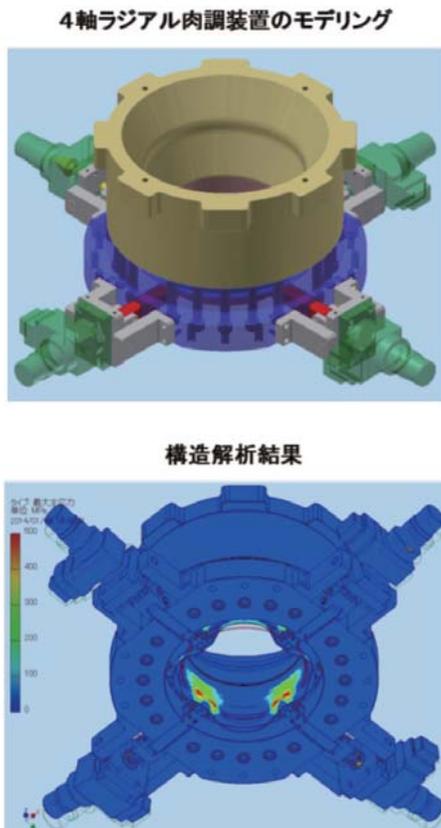


図 12 4 軸ラジアル肉調装置のモデルと構造解析結果

### 3.3 4 軸ラジアル肉調装置の変形パターン

4 軸ラジアル肉調装置の変形パターンとしては、図 13 のように、2 軸ラジアル肉調装置での変形パターンより大幅に増え、サーボアクチュエータを押し引きを利用することで、2 軸ラジアル肉調装置での課題であった 45° 位置での肉付けが必要な場合の成形品や X 方向、Y 方向に同時に肉付けが可能となった。

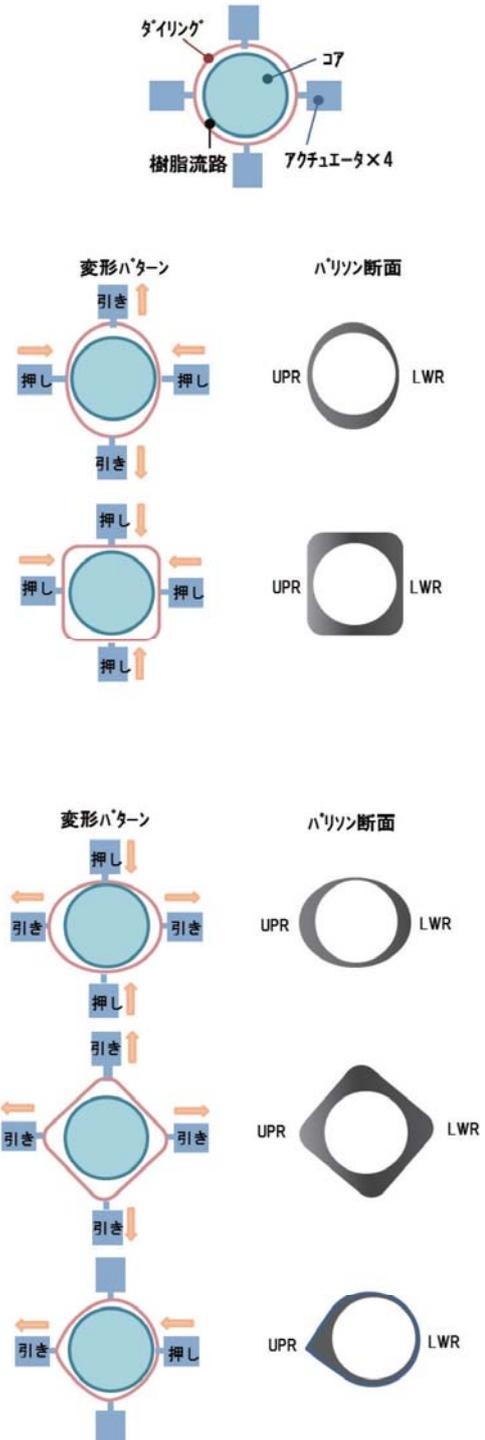


図 13 変形パターン例とそのハリソン断面予想図

### 3.4 4軸ラジアル肉調装置の効果

図14に4軸ラジアル肉調装置の効果について、上図は4点を0%、50%、100% (1.5mm) アクチュエータを押した場合のPFTを輪切りした肉厚を示す。また、下図は、4点を0%、50%、100% (1.5mm) アクチュエータを引いた場合を示す。アクチュエータを押した場合は、押した箇所は凹み、押したアクチュエータの間が凸になる。アクチュエータを引いた場合は、引いた箇所は凸になり、アクチュエータの間が凹になる。1.5mmアクチュエータを動かすことで、約2mmの肉厚を変化させる効果が得られた。

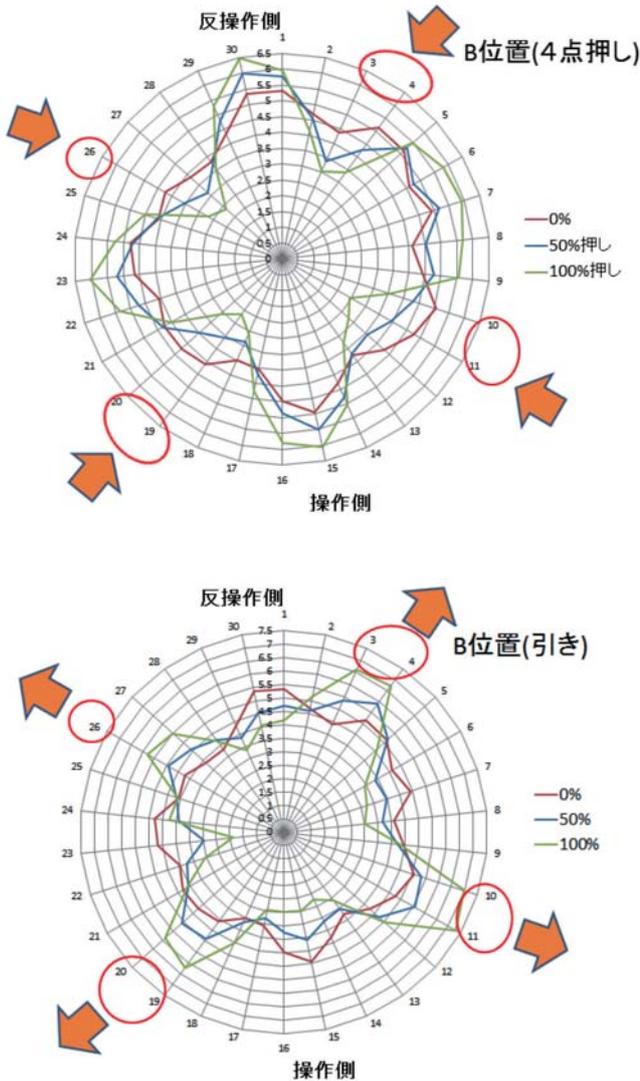


図14 4軸ラジアル肉調装置の効果

### 3.5 4軸ラジアル肉調装置の課題

4軸ラジアル肉調装置では変形パターンが大幅に増えたが、新たな課題として図15のような2軸ラジアル肉調装置で可能であった平行移動が対応できないといった課題が残った。

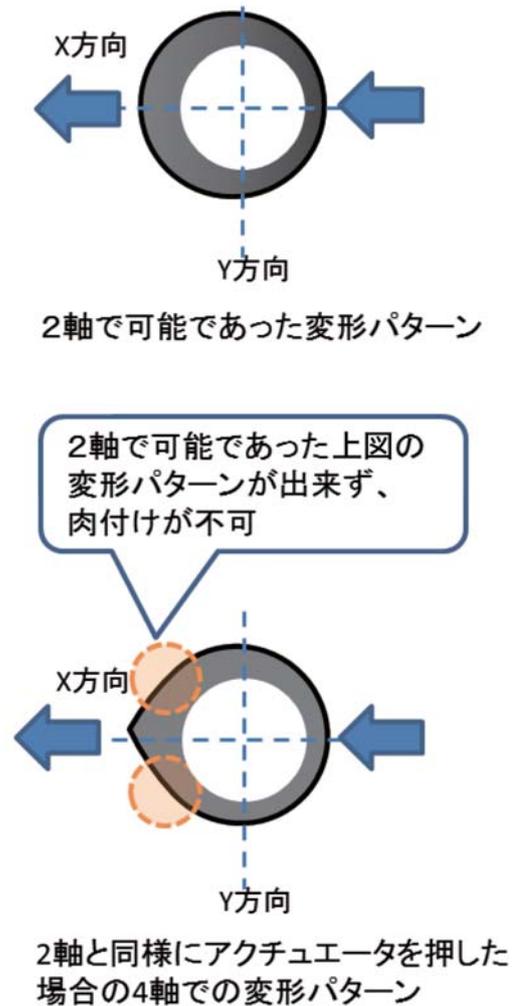


図15 4軸ラジアル肉調の課題

## 4. 6軸 (2軸平行移動+4軸) ラジアル肉調装置

### 4.1 6軸 (2軸平行移動+4軸)ラジアル肉調装置の構造紹介

2015年より4軸ラジアル肉調装置で課題であった平行移動機構を追加した6軸ラジアル肉調装置の開発を開始した。開発には通常の4軸ラジアル肉調装置の機構に加え、2軸の平行移動機構を開発し組合せる事で、更なる変形パターンが可能となる。



図 16 6 軸ラジアル肉調装置外観図

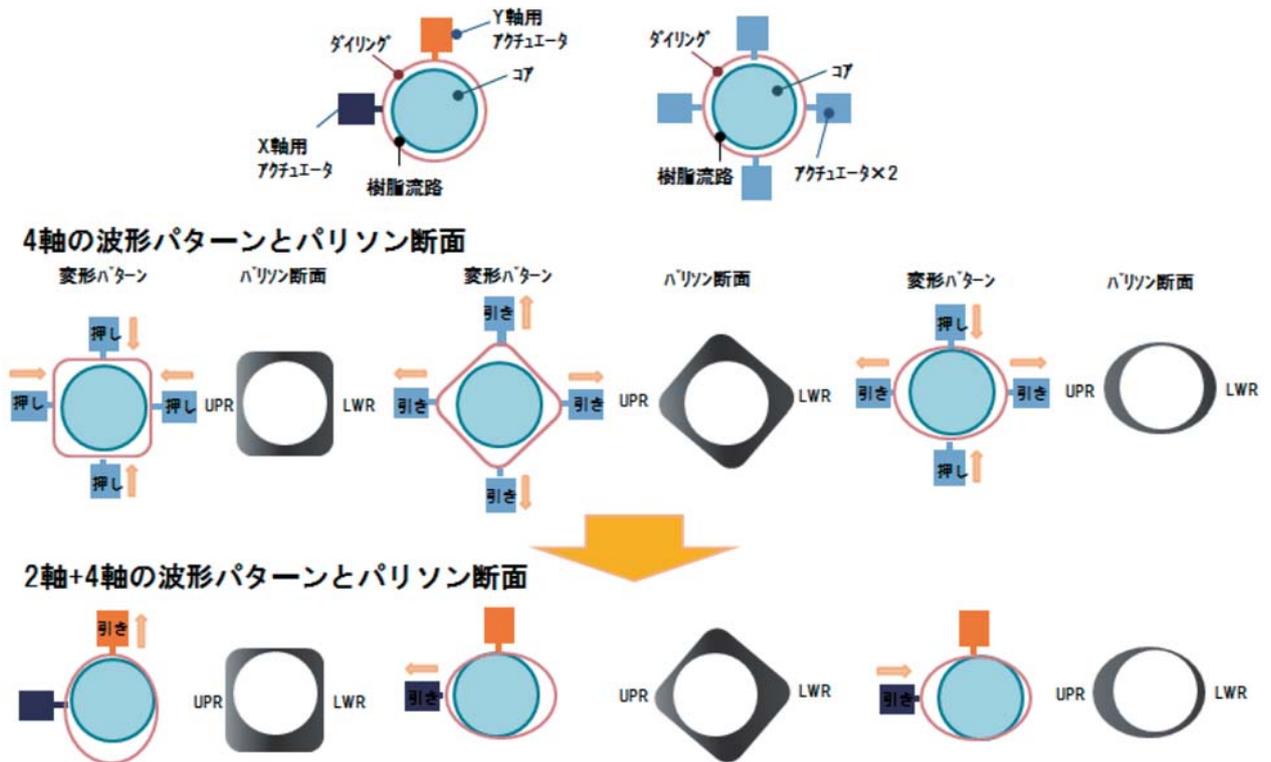


図 17 変形パターン例とそのパリソン断面予想図

## 4.2 6軸 (2軸平行移動+4軸)

## ラジアル肉厚調整装置の期待される効果

図18にタンクの断面写真とその断面における最適パリソン肉厚とリングの変形形状を示す。最適パリソン形状とリングの変形形状との面積差が成形品の駄肉となる。図18に示すように、この断面においては、2軸ラジアル肉厚調整装置より、4軸ラジアル肉厚調整装置の方が駄肉の面積が減っていることがわかる。したがって、この断面に関しては、4軸ラジアル肉厚調整装置の方が有効であるといえる。さらに、6軸ラジアル肉厚調整装置の平行移動機能を使うことで、更に駄肉を減らすことが可能となる。

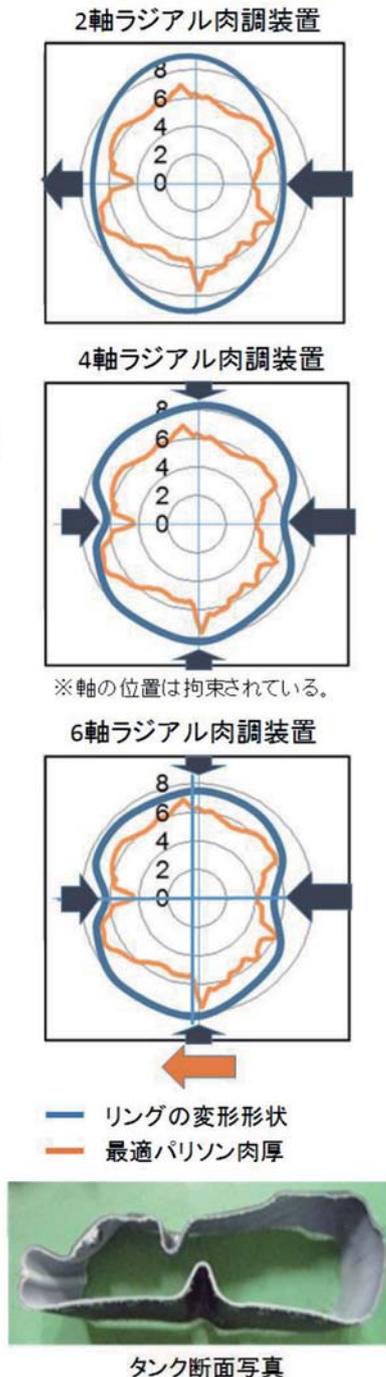


図18 タンク断面箇所における最適パリソン肉厚とリングの変形形状

## 5. おわりに

今後も、欧州および国内の有力タンクメーカーにおける世界規模での生産拠点拡大やアジアローカルタンクメーカーからの需要増大が見込まれている。着実に受注を増やし、JSWが「世界 No.1 中空成形機メーカー」になる為には、成形品の均一肉厚化・成形品の軽量化可能な機械が重要なキーとなる。

今回、6軸ラジアル肉厚調整装置では変形パターンが大幅に増えた。その為、肉厚調整波形が複雑化し、成形条件を作るのに大幅に時間がかかる。今後は、最適肉厚のシミュレーションを行い、自動で最適な肉厚波形を作るソフト面での改造が必要となってくると予想される。

JSWとしては、今後もお客様の要求に答え続けるために、お客様が求めている要求事項について、常にアンテナを張ると共に、変化することを恐れず、チャレンジし続け、拡販および新技術開発を進める所存である。

## 参 考 文 献

- 1) 山澤 隆行、木村 嘉隆、柿崎 淳、兼山 政輝、福島 武、藤原 幸雄、鑑谷 敏夫、井上茂樹 “樹脂機械の技術の変遷と将来展望” 日本製鋼所 技報 No.66 (2015.10), P19