

タービンブレードやプロペラなどに用いられる ねじれ形状を成形するためのテーパローラを 用いた板材のねじり圧延

電気通信大学 大学院情報理工学研究科

機械知能システム学専攻

教授 久保木 孝

准教授 梶川 翔平

卒業生 AVANISH KUMAR

2023年5月11日

自己紹介

氏名:久保木 孝(くぼき たかし)

出身:京都

略歴:昭和63年 京大学部卒

平成 2年 京大修士終了

住友金属(鉄鋼会社)入社

平成13年 3月 学位[博士(工学)]取得

平成14年12月 住友金属退社

平成15年 1月 電気通信大学 助教授
(平成16年10月-17年9月 在英)

平成19年 4月 准教授

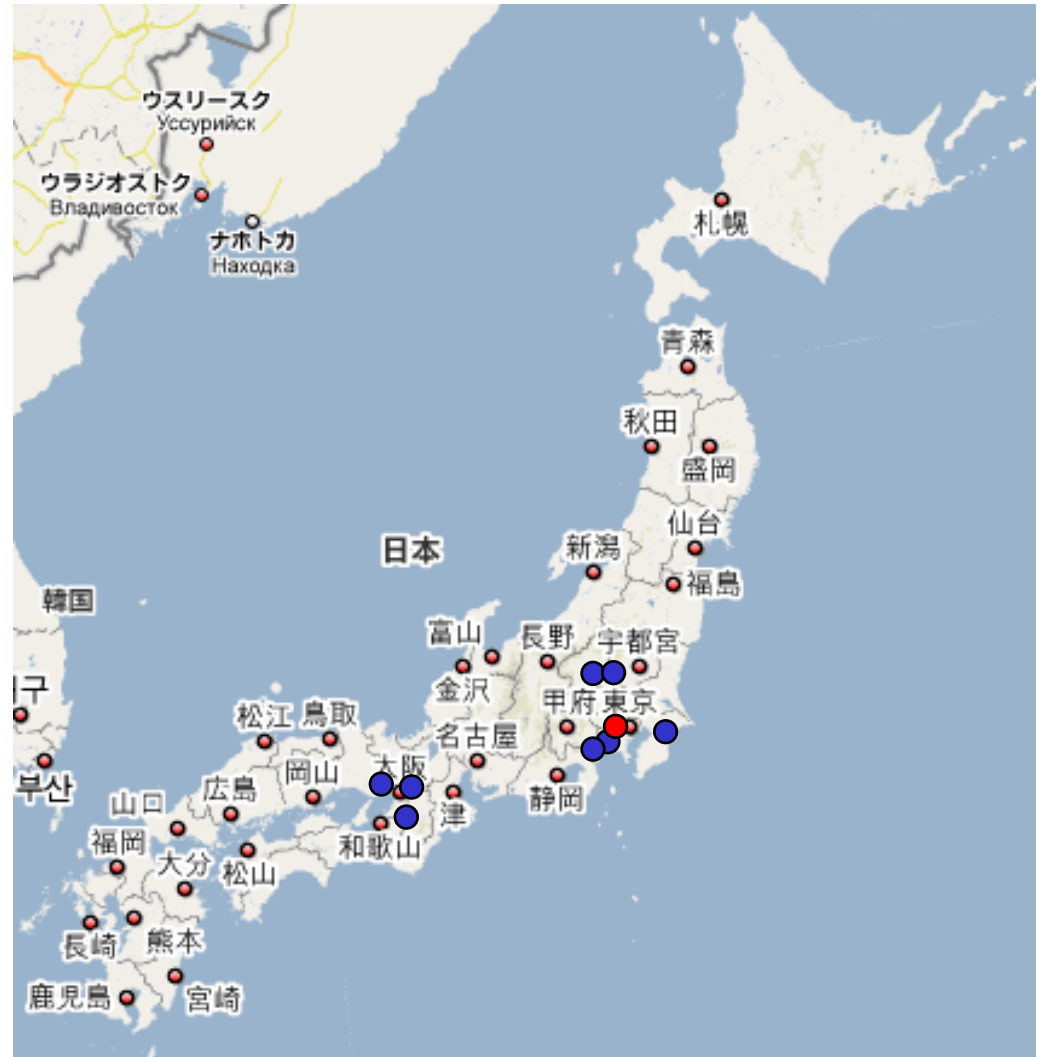
平成25年 4月 教授



- 0. 電通大
- 1. 日本製鉄/住友金属
- 2. アマダ
- 3. コベルコマテリアル銅管
- 4. 下村特殊精工
- 4. 山内エンジニアリング
- 5. ベンカン
- 6. 宮崎機械システム

コマツ, カルソニックカンセイ,
LIXIL, ディムコ, 庄内工業,
白山工業

継続中

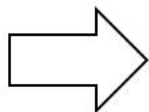
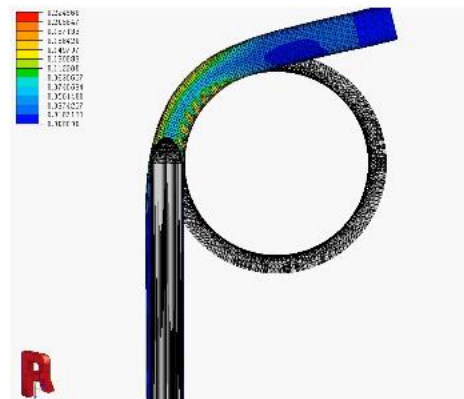




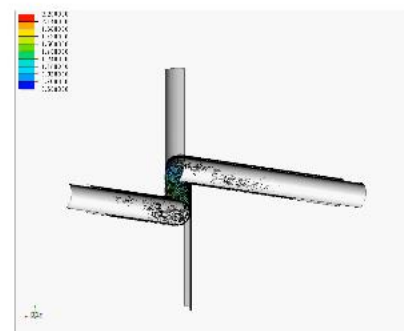
<http://www.mt.mce.uec.ac.jp/research.html>



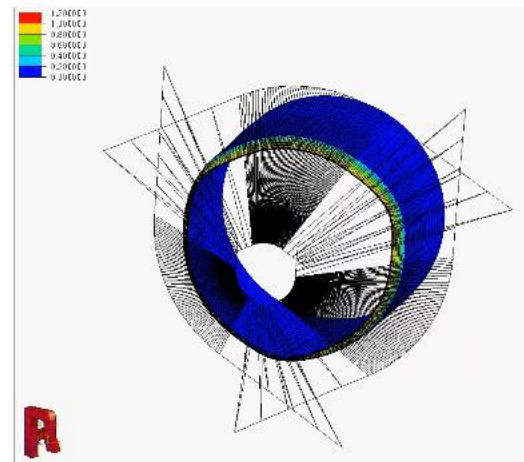
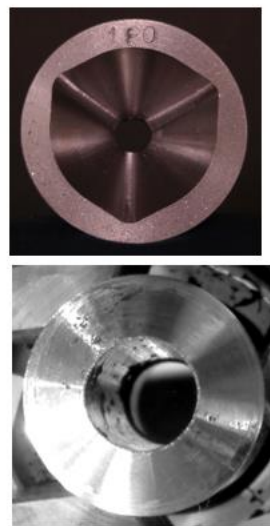
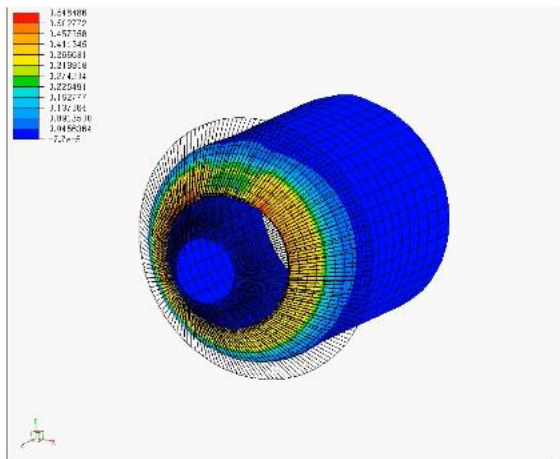
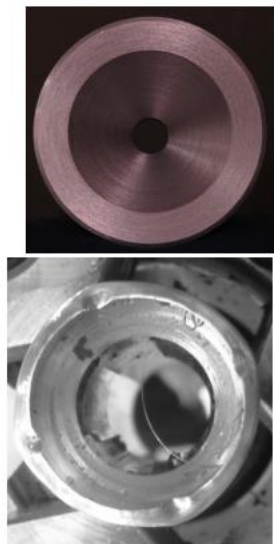
管の曲げ加工



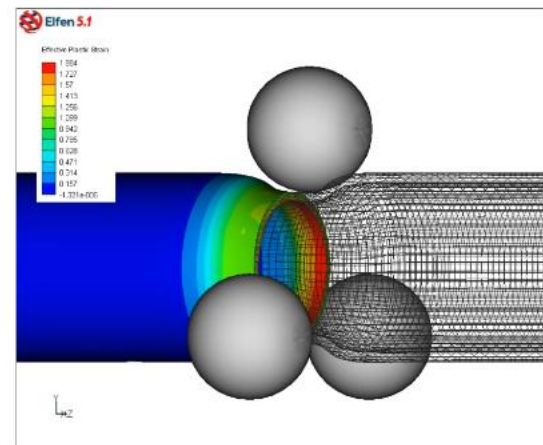
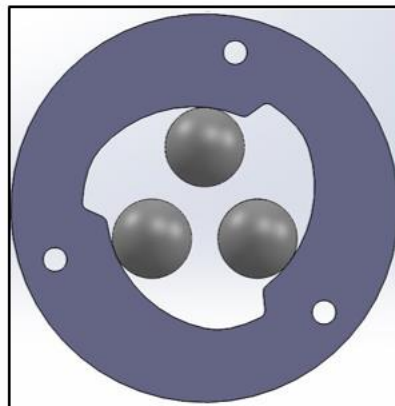
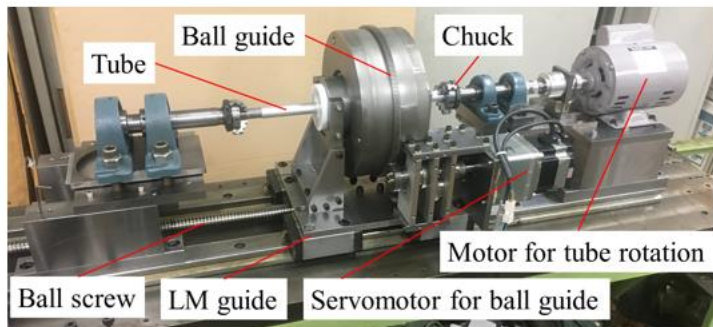
(株式会社 三五殿発明)



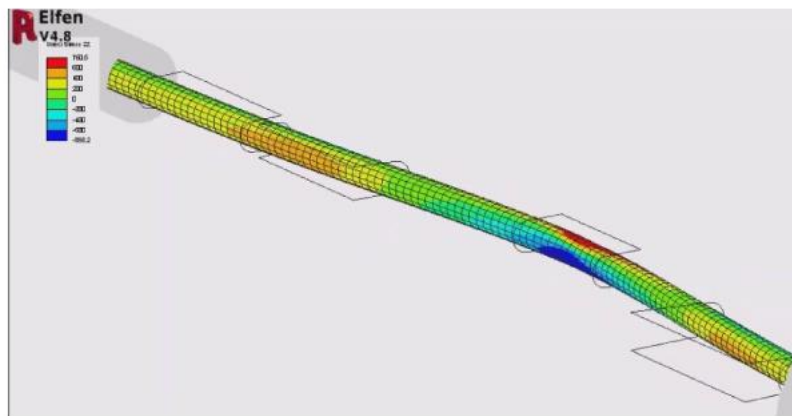
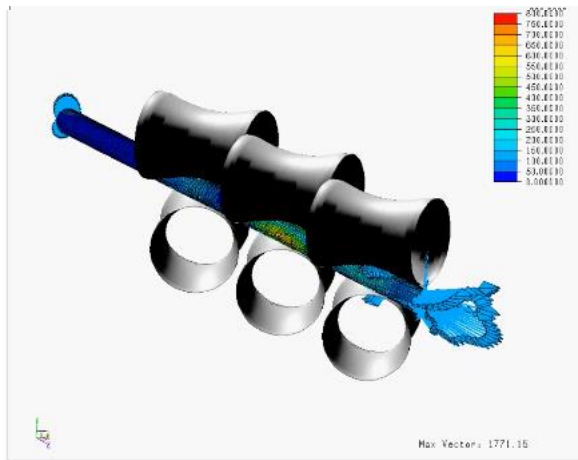
管の減径加工 管端



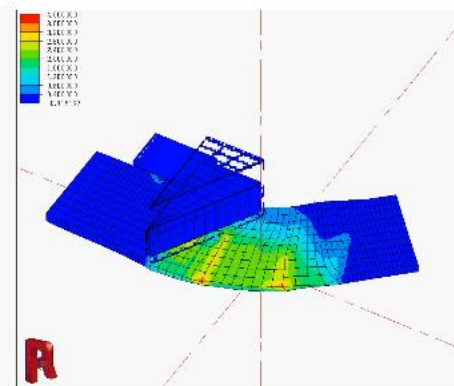
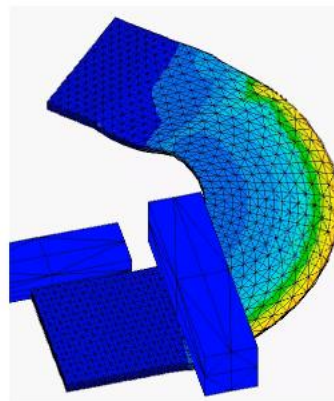
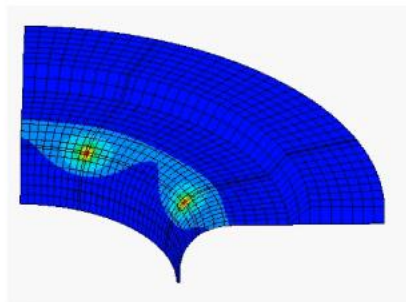
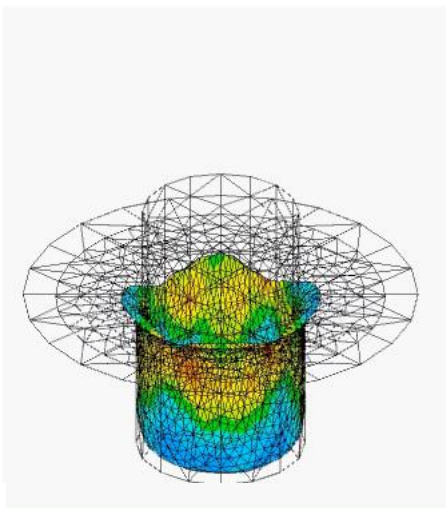
中央部



管・棒の矯正加工



板の矯正加工

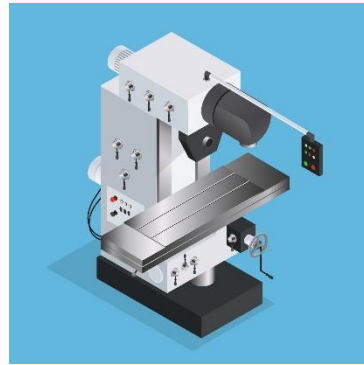


1. 緒言：従来技術とその問題点

プロペラの羽などに使われる
連続したねじれ形状を得る



機械による
切削加工



砂型による
鋳造加工



想定される用途



プロペラ

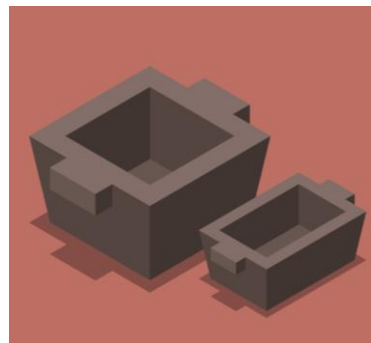


タービンブレード

1. 緒言：従来技術とその問題点

問題点

- ・切りくずが多く発生してしまう
＝歩留まりが低い
- ・生産効率が低い
- ・砂型は一度しか使えない
- ・砂型鑄造は寸法精度に乏しい



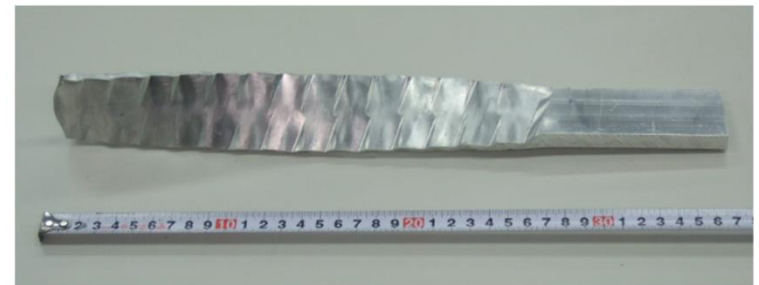
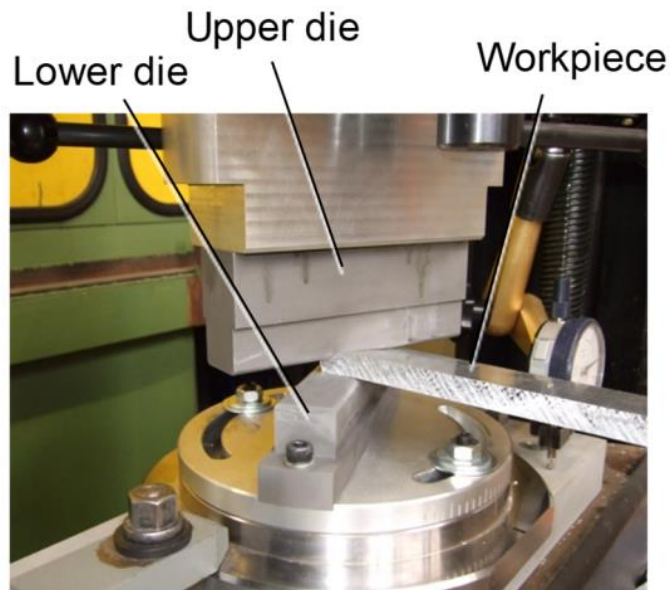
→先行研究では鍛造加工によってこれらの問題の解決を図った

1. 緒言：従来技術とその問題点

＜ツイスト鍛造＞

棒状工具をクロスさせて配置することによってねじる
鍛造加工法が提案された

問題点：表面に凹凸形状が残留する，成形効率が低い



(a)



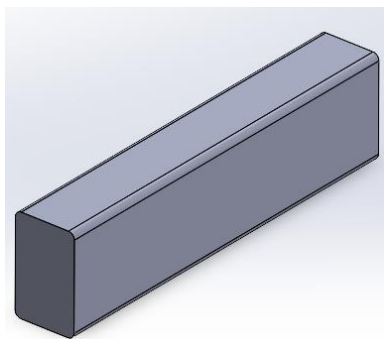
(b)

1. 緒言：新技術の特徴

<ツイスト鍛造>

加工に関して

- ・棒状工具
- ・クロス配置



問題点

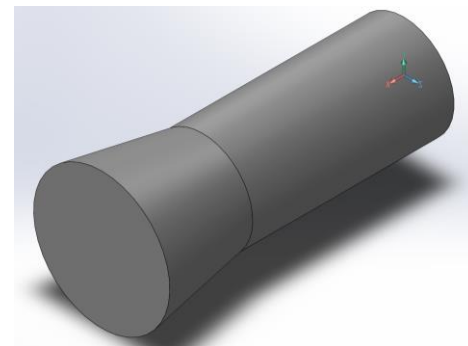
- ・表面に凹凸形状が残る
- ・成形効率が低い



<ツイスト圧延>

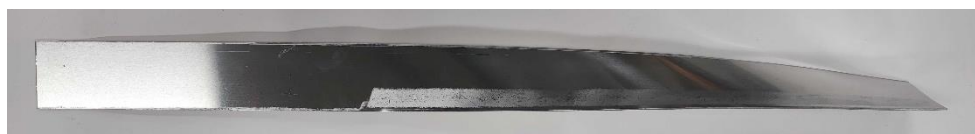
加工に関して

- ・テーパローラ
- ・クロス配置

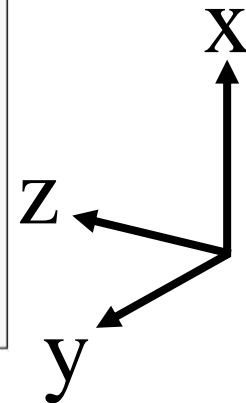
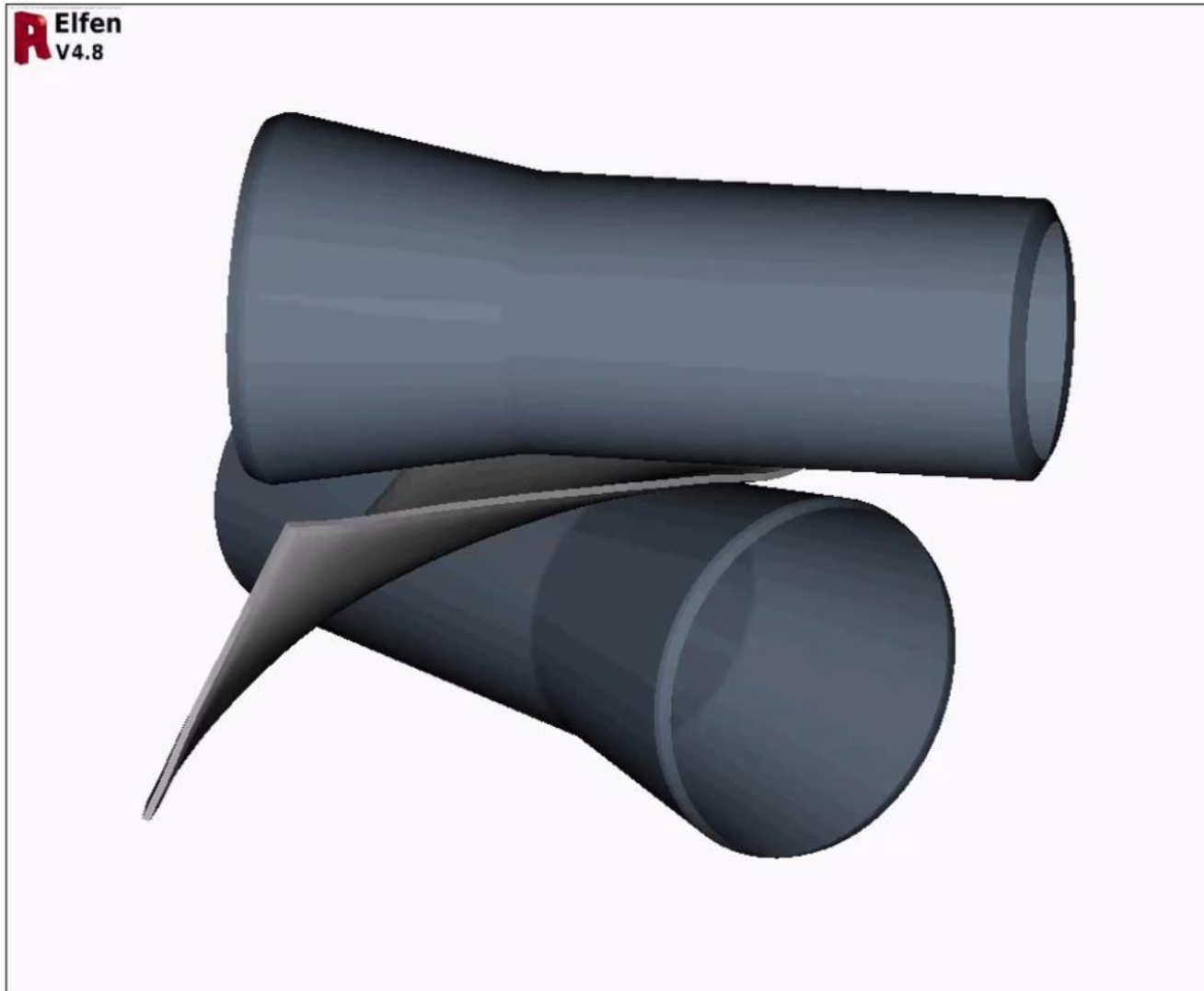


改善点

- ・一度の加工によって成形するので効率が低い
- ・連続したねじれ形状

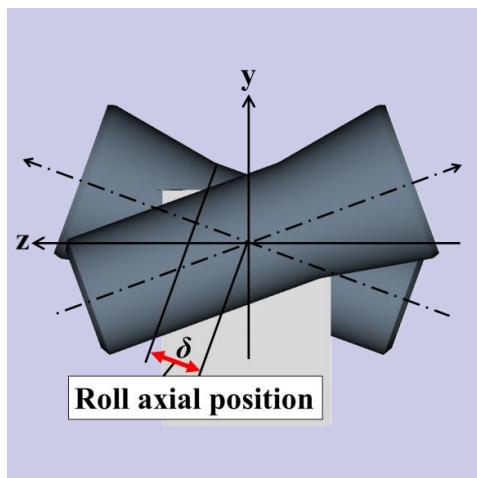


2. 新技術：ツイスト圧延

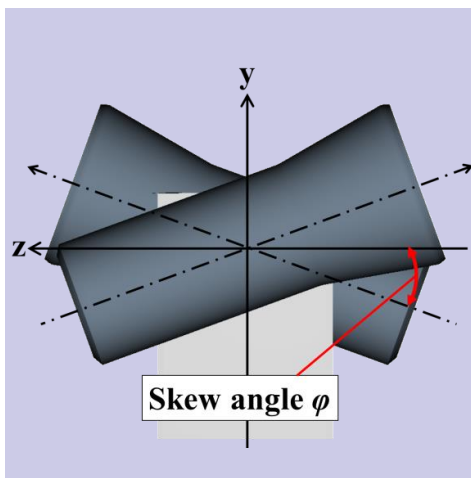


目的

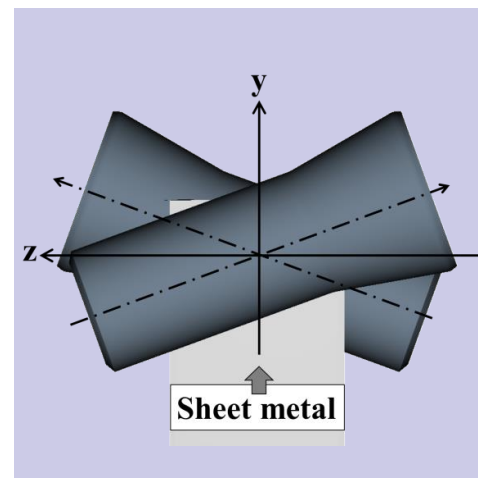
- テーパーローラを用いた圧延により, 連続したねじれ形状を成形する「ツイスト圧延」を提案する
- ローラの軸方向位置, スキュー角がねじれ角におよぼす影響を調査する
- 被加工材の板厚とねじれ角の関係を調査する
- 実験および解析によりねじれ角の比較および考察を行う



ローラの軸方向位置



ローラのスキュー角

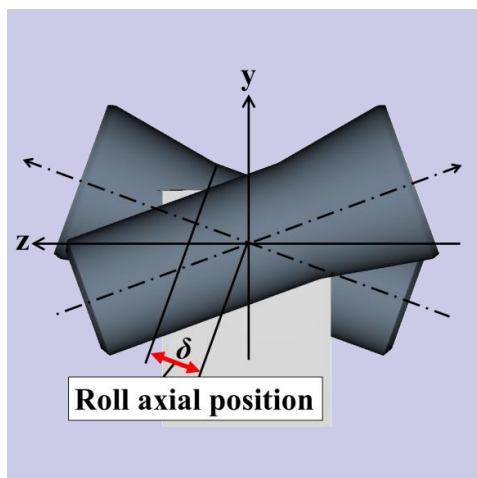


被加工材の板厚

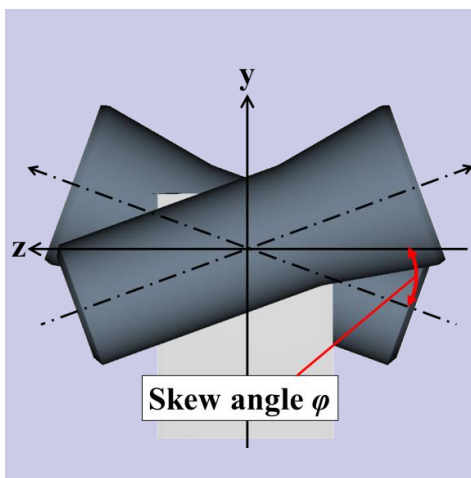
緒言



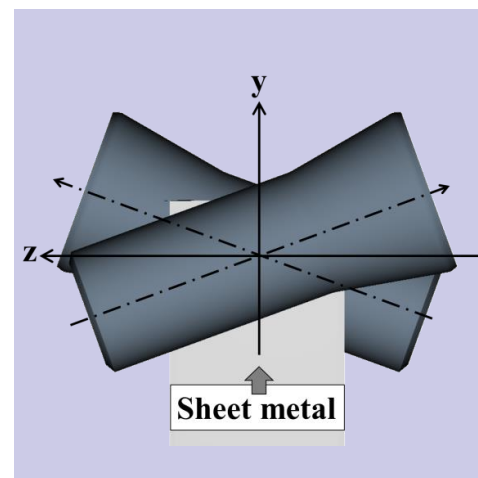
実験方法と解析モデル



ローラの軸方向位置



ローラのスキュー角

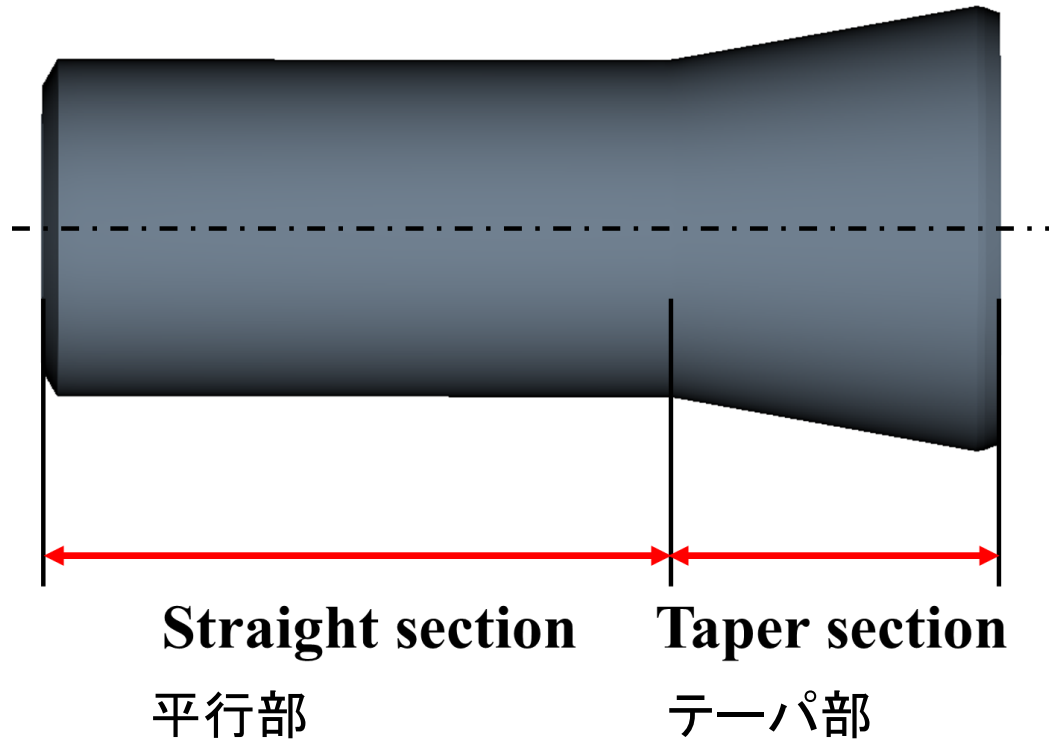


被加工材の板厚

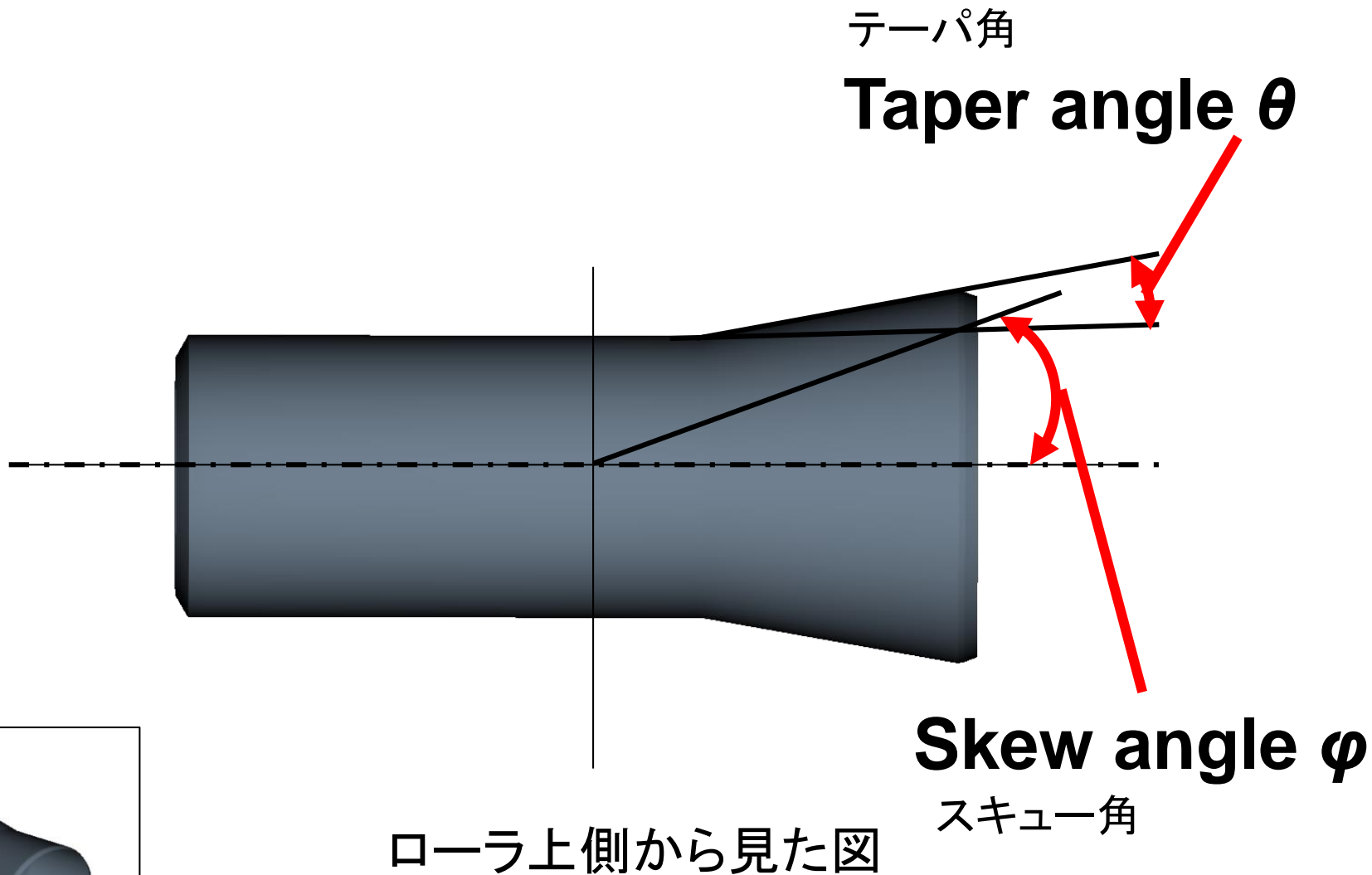


結言

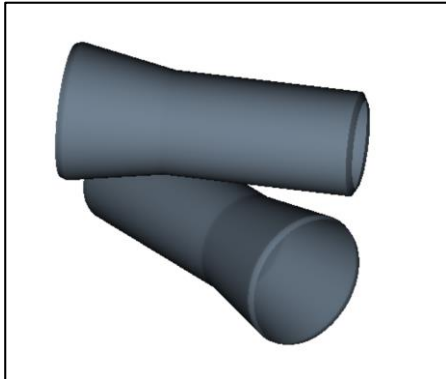
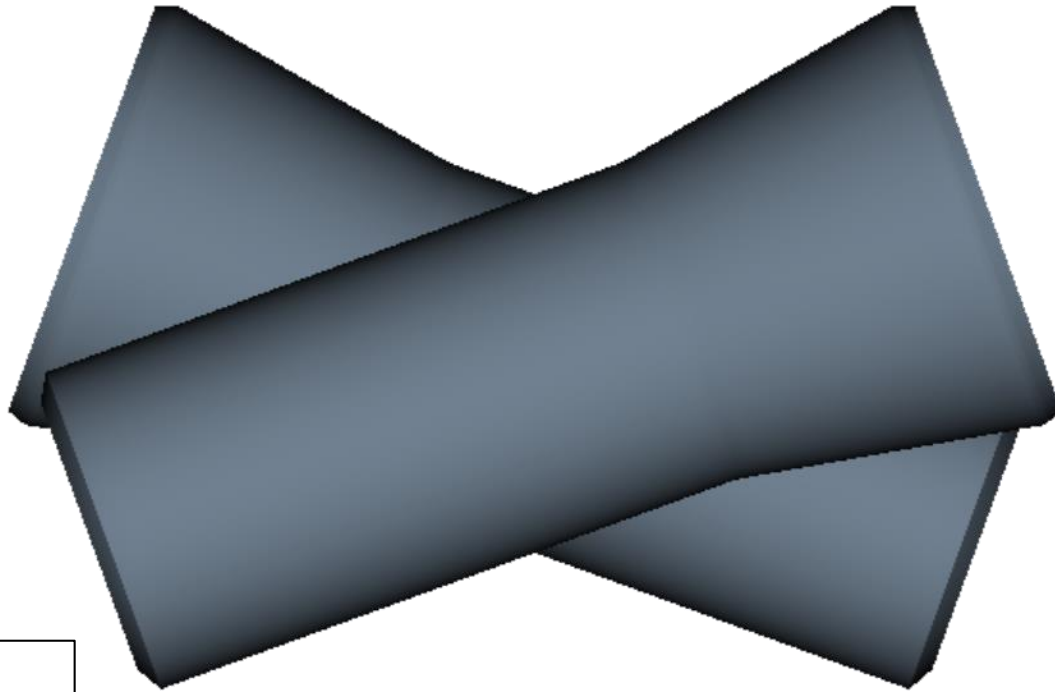
2. 実験方法と解析モデル



2. 実験方法と解析モデル

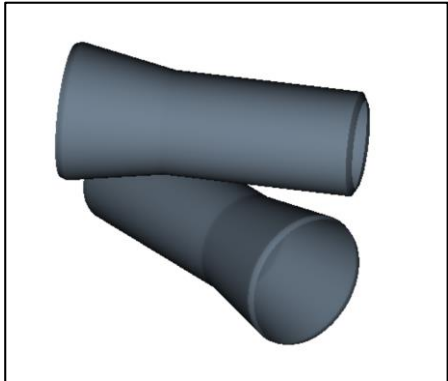
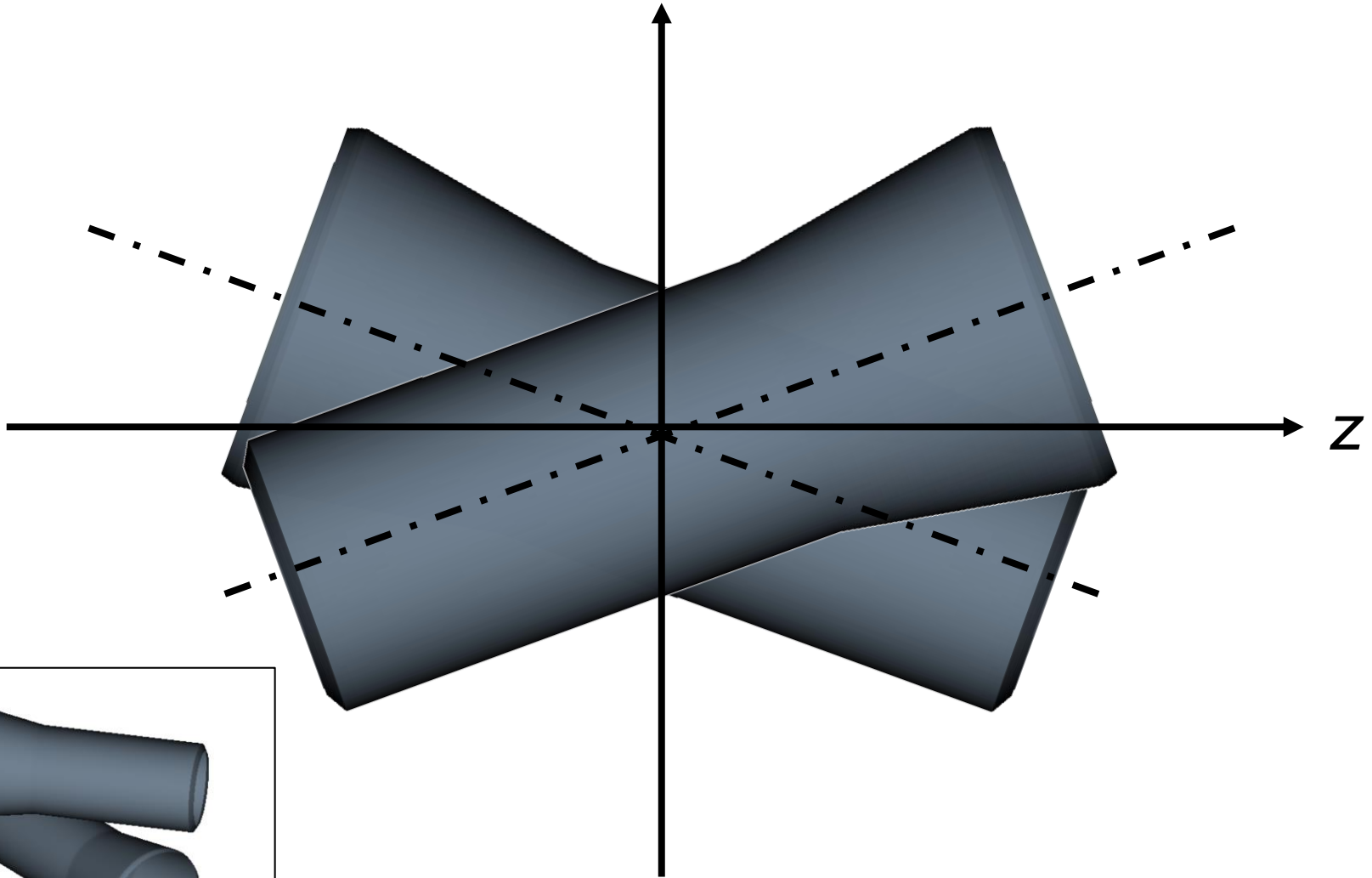


2. 実験方法と解析モデル

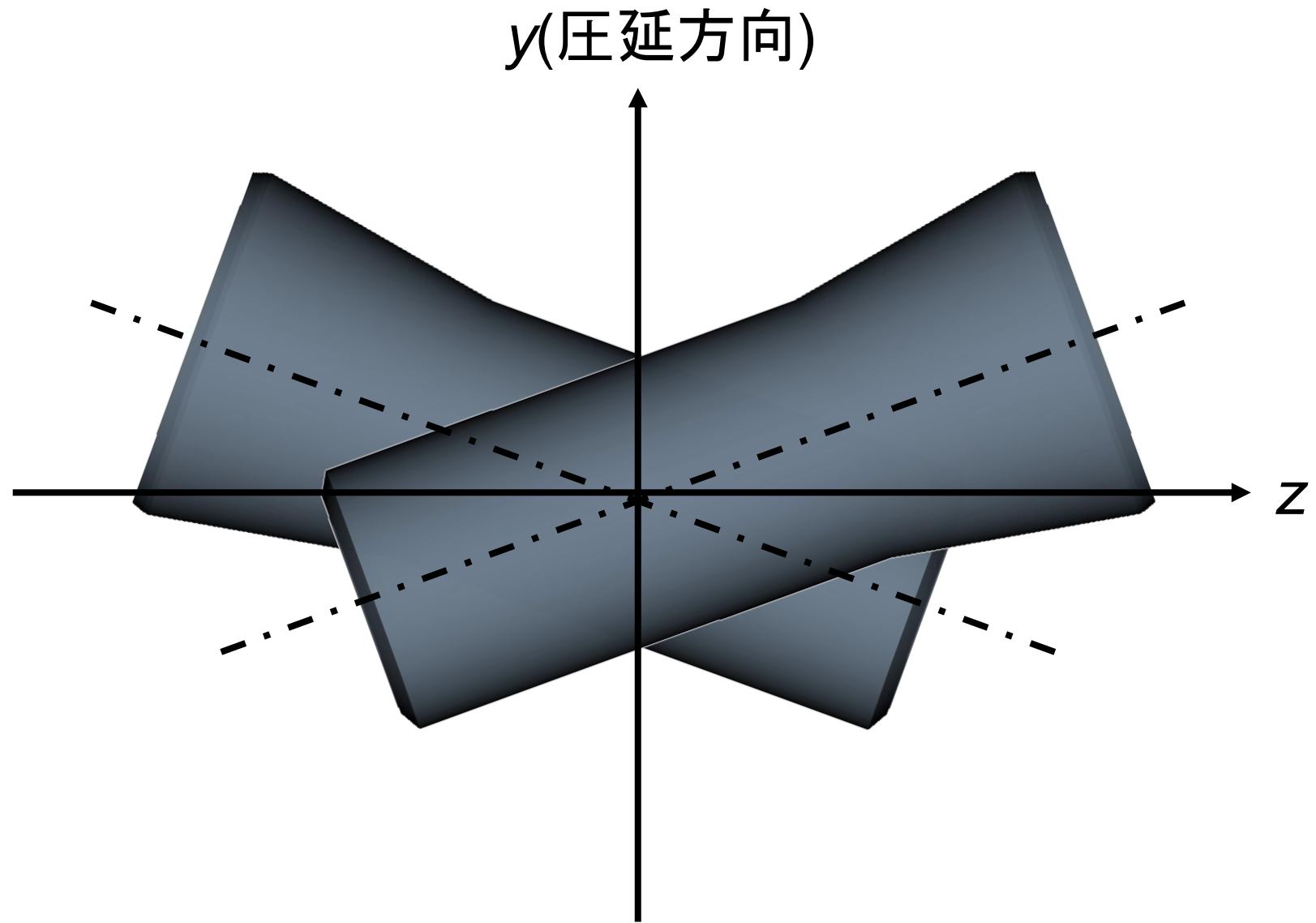


2. 実験方法と解析モデル

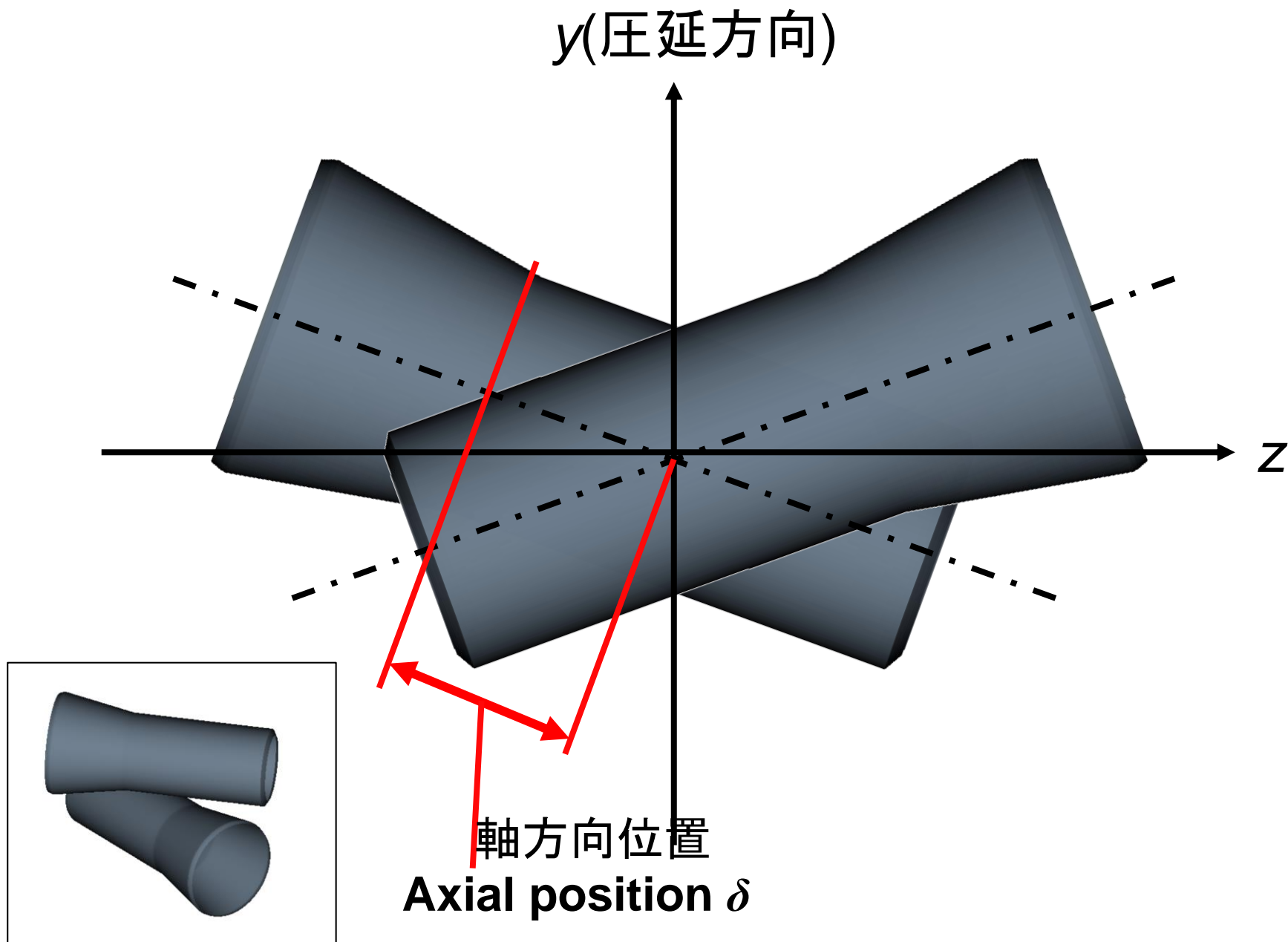
y (圧延方向)



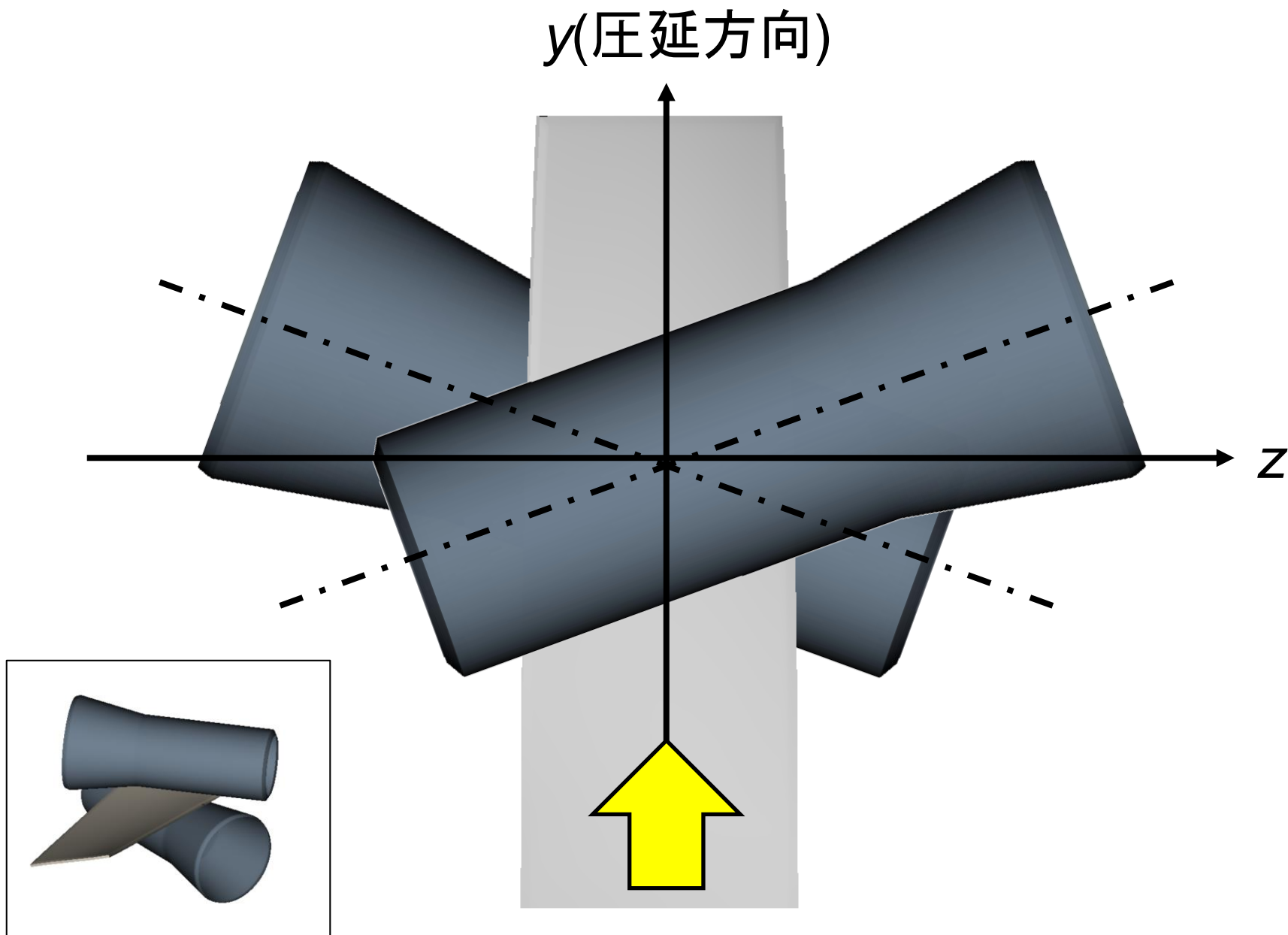
2. 実験方法と解析モデル



2. 実験方法と解析モデル

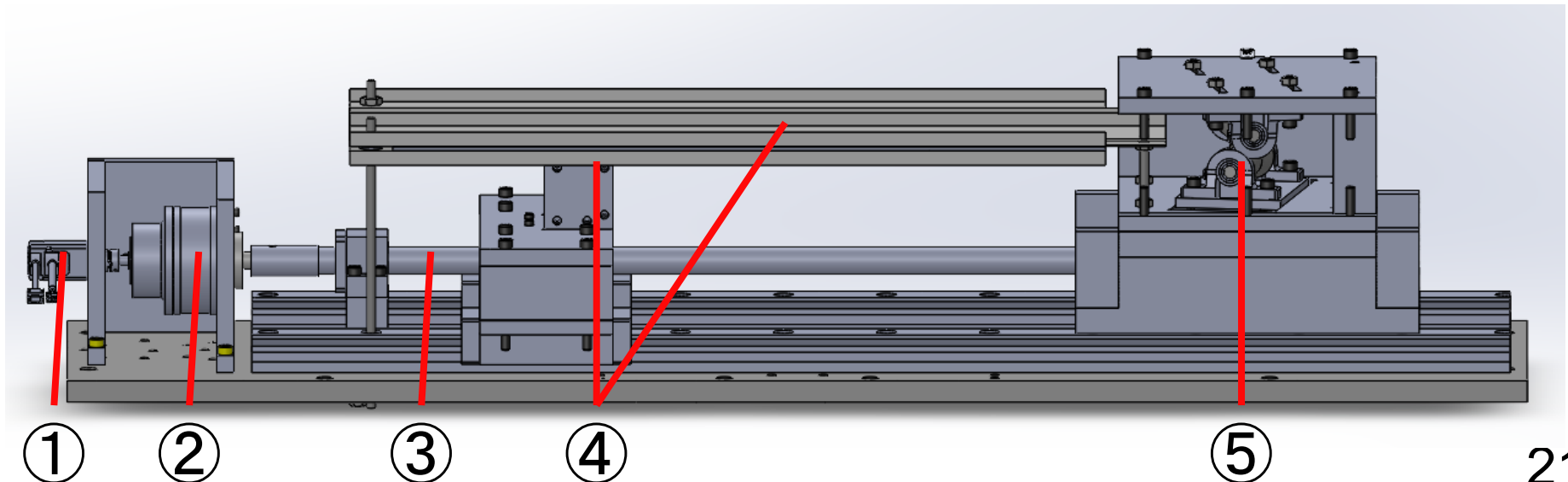


2. 実験方法と解析モデル



2. 実験方法と解析モデル-実験装置の概略

- ①サーボモータ:軸を回転
- ②減速機:トルクを増幅
- ③ボールねじ:減速機からの回転を直進運動に変更
- ④押し込み機構:板をローラの隙間に押し込む
ガイド:板の反りを抑制
- ⑤ローラ:板をねじる



2. 実験方法と解析モデル-実験装置の概略

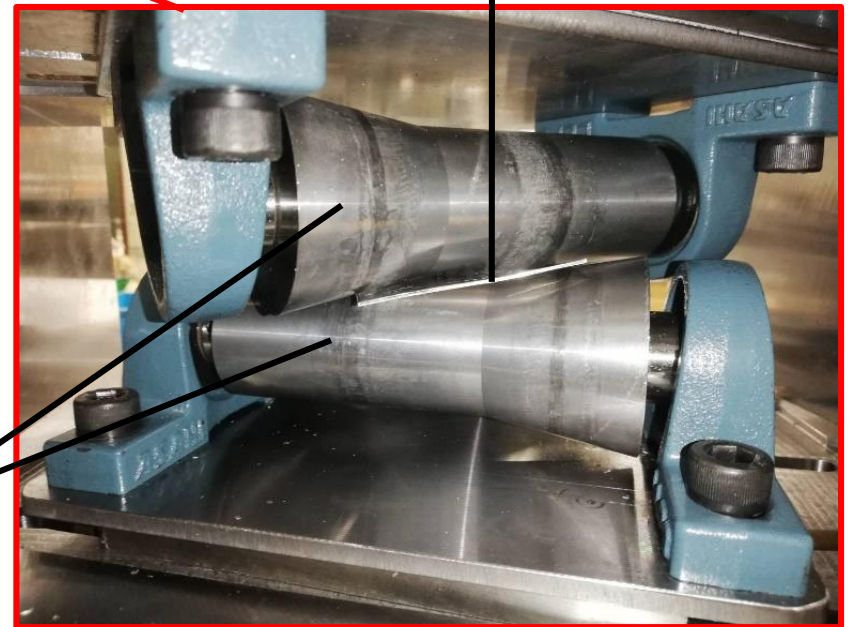


Twist rolling machine
ツイスト圧延機

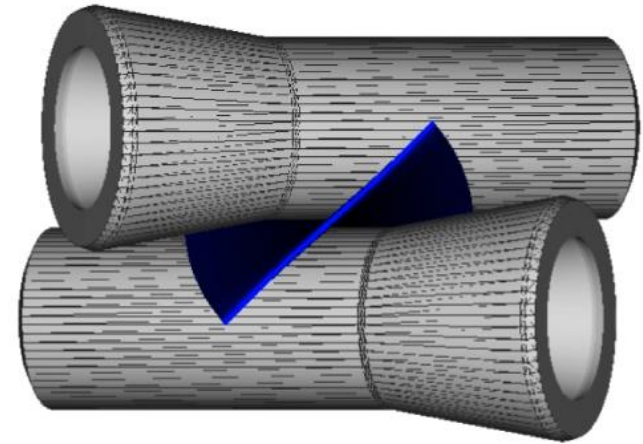
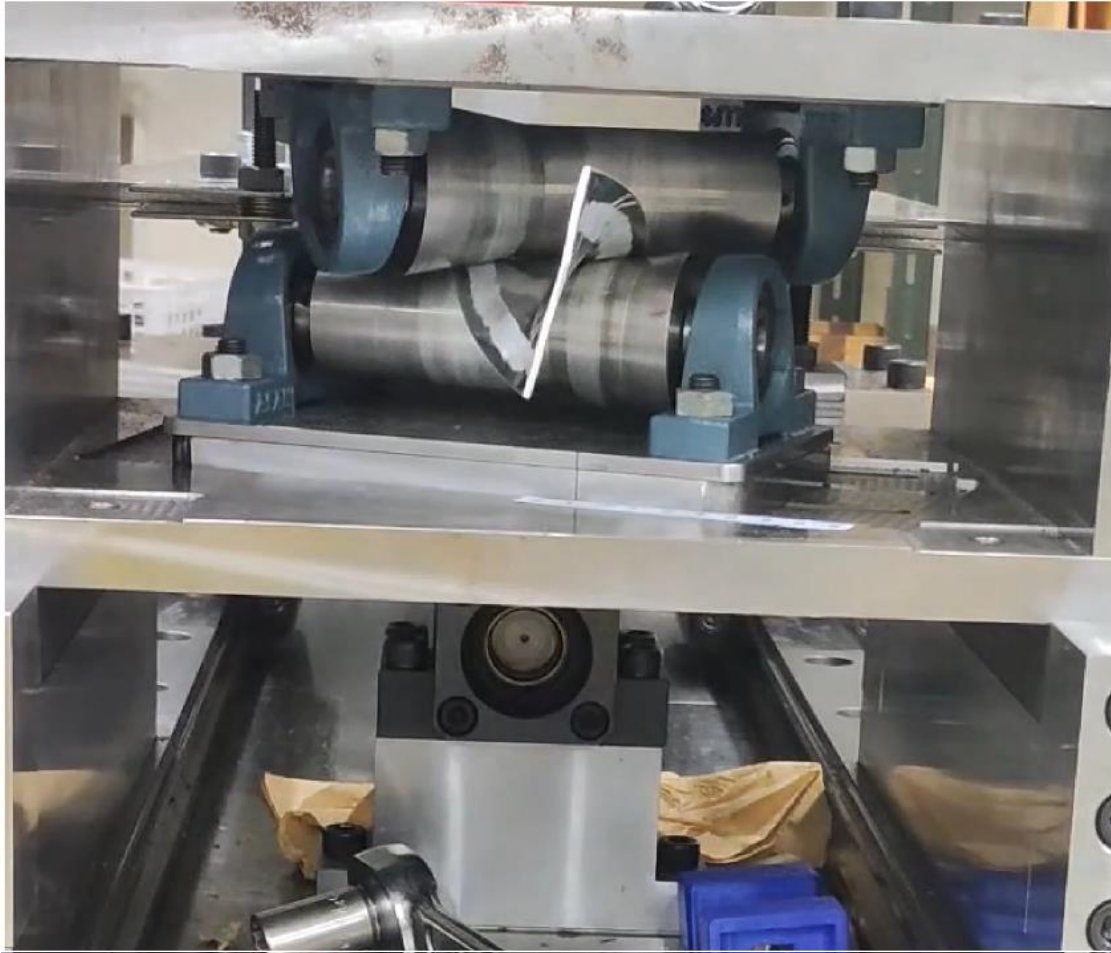
テーパローラ
Taper roller

金属板

Sheet metal



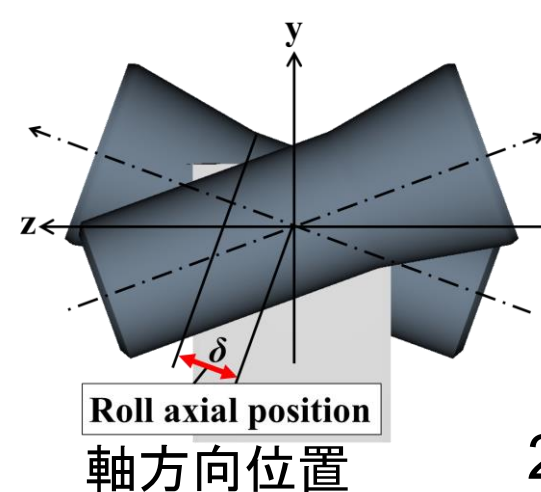
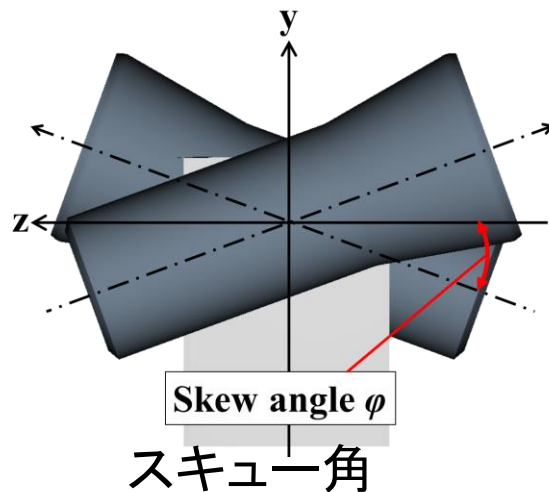
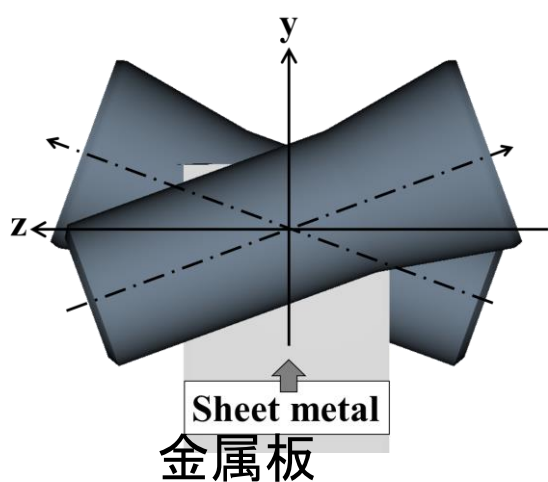
2. 実験方法と解析モデル-実験装置の概略



2. 実験方法と解析モデル-実験条件

加工条件

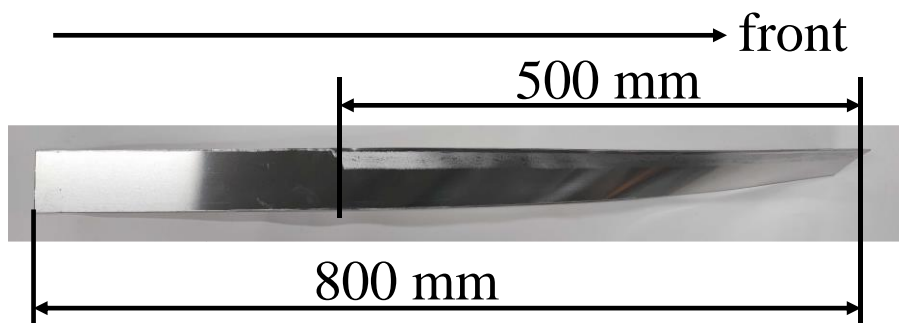
素板	材質	AA1050
	板厚 t / mm	1, 2, 3
	幅 b / mm	60
ローラ	材質	SKD11
	テーパ角度 θ / °	10
	スキュー角 φ / °	10, 20
ローラ位置	軸方向位置 δ / mm	10, 15, 20, 25
	ローラギャップ h / mm	板厚と同じ t



2. 実験方法と解析モデル-評価方法

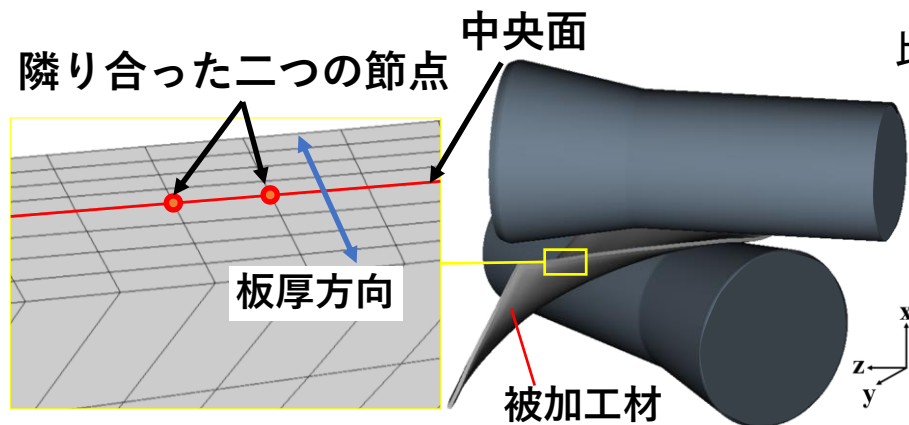
平均比ねじれ角 $\bar{\beta}$ ($^{\circ} / \text{mm}$) = 1 mmあたり
のねじれ角

実験



$$\bar{\beta} = \frac{\text{合計のねじれた角度}(^{\circ})}{\text{押込んだ長さ}(500\text{mm})}$$

解析



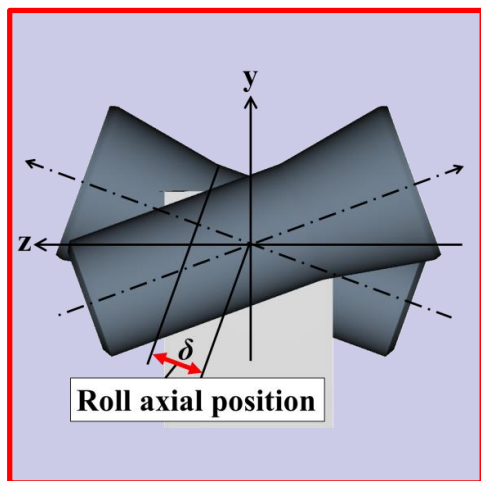
$\beta =$ 被加工材中央面における隣り合う節点座標をもとに算出
比ねじれ角

$\bar{\beta} =$ 被加工材の定常域 (ねじれが安定している箇所) の比ねじれ角を平均

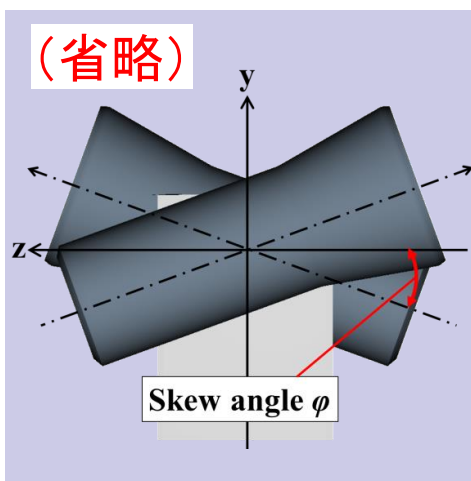
緒言



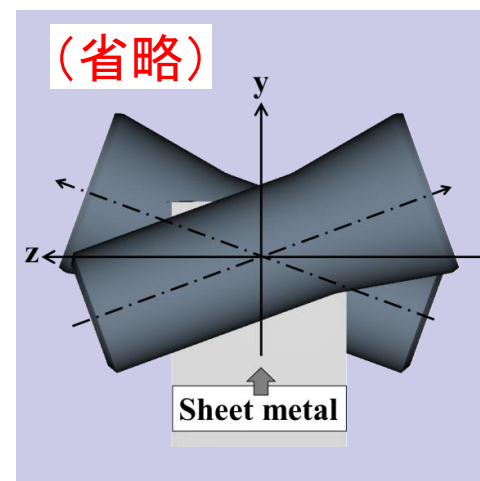
実験方法と解析モデル



ローラの軸方向位置



ローラのスキュー角

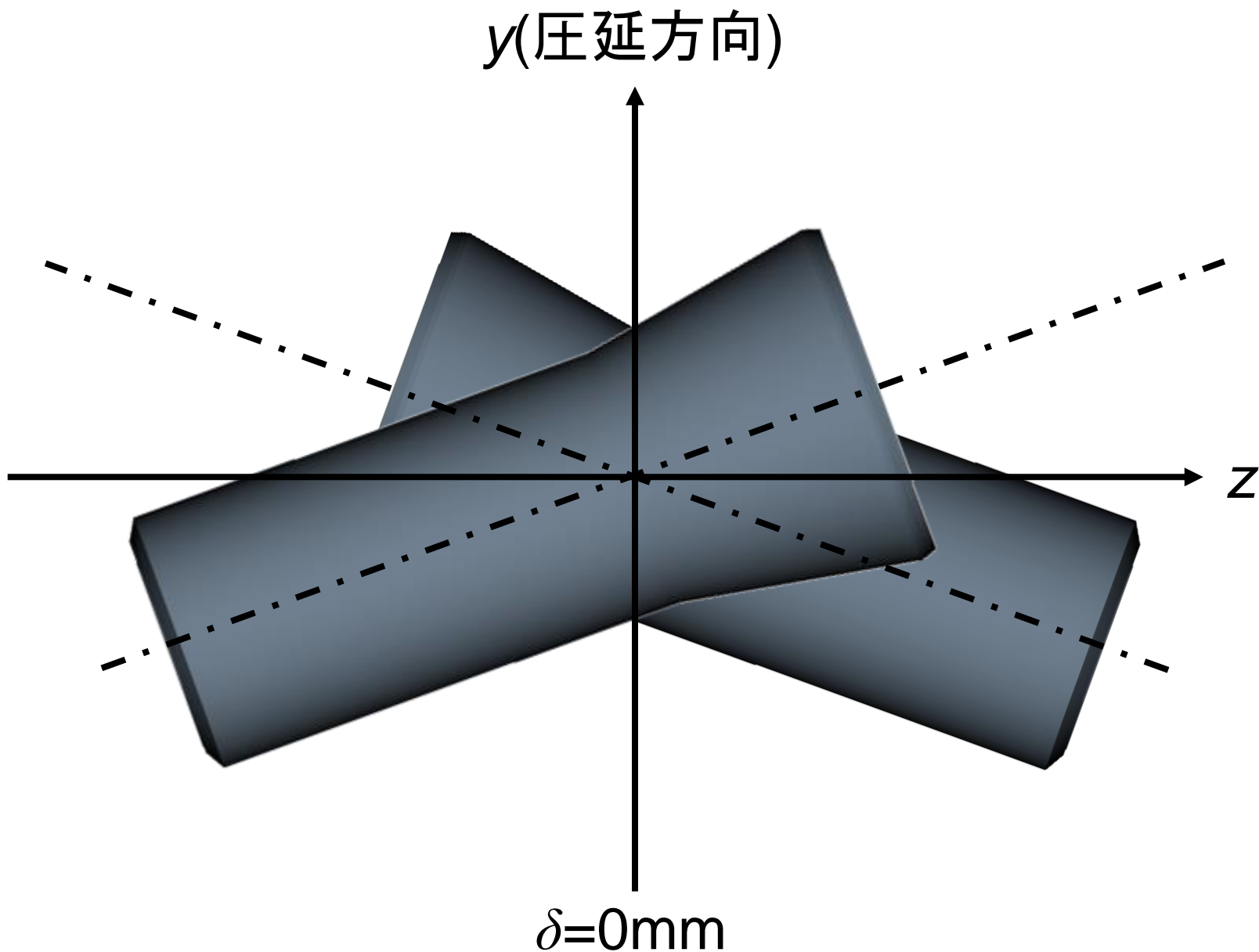


被加工材の板厚

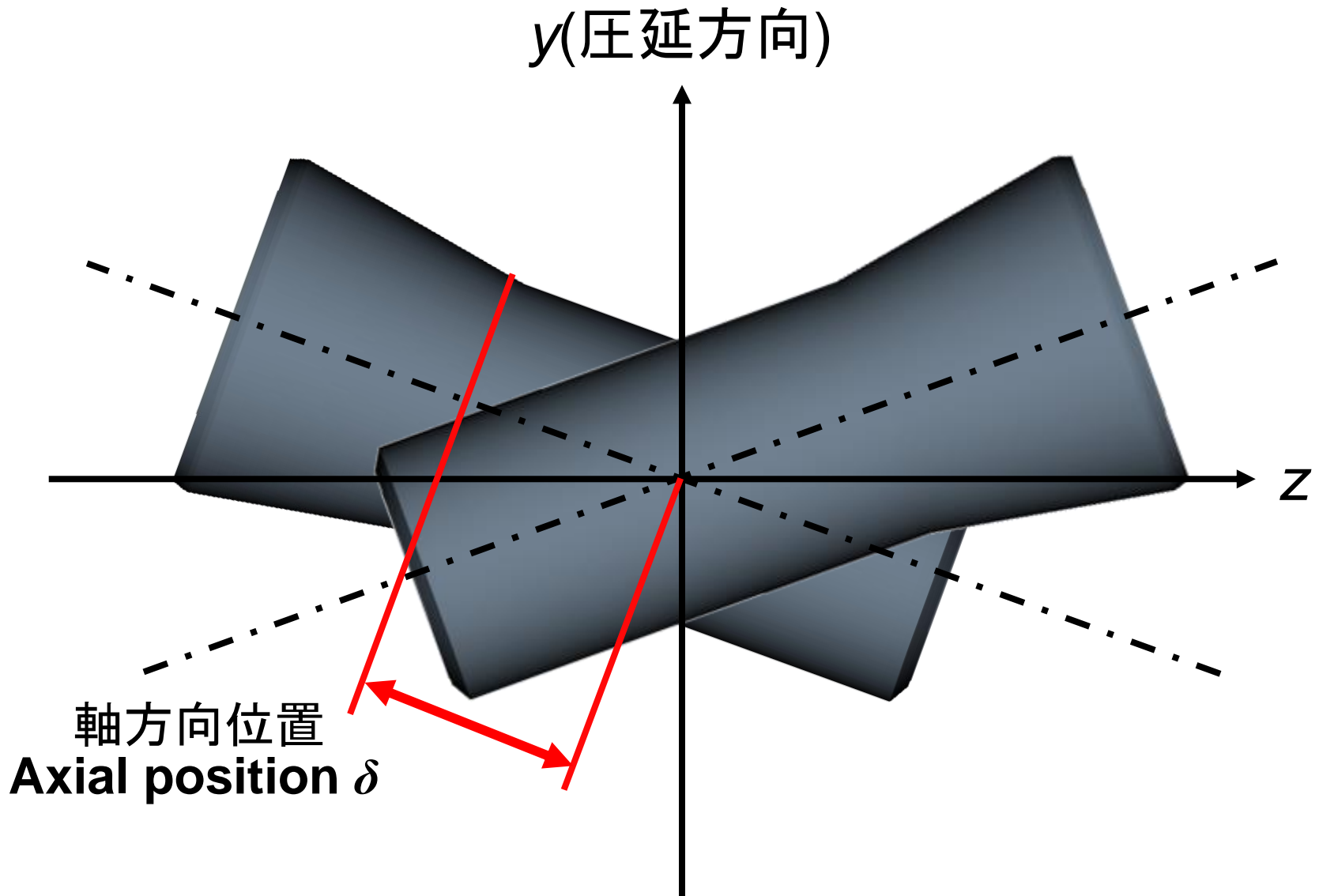


結言

3. ローラの軸方向位置がねじれ角に及ぼす影響

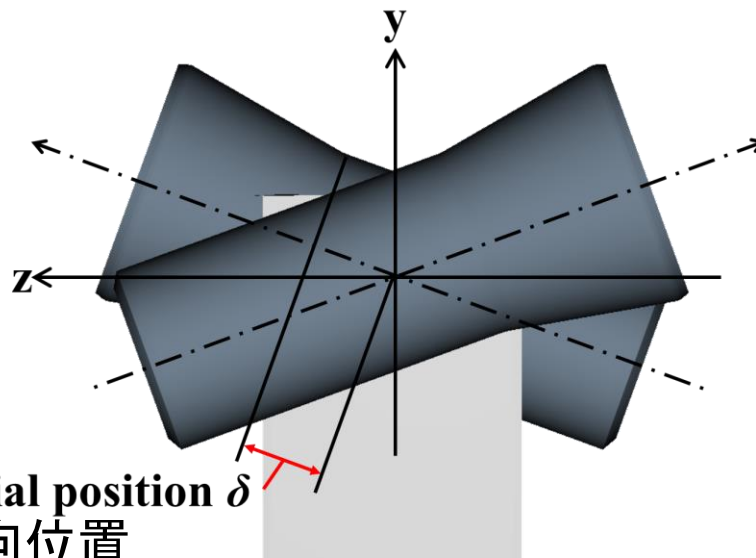


3. ローラの軸方向位置がねじれ角に及ぼす影響



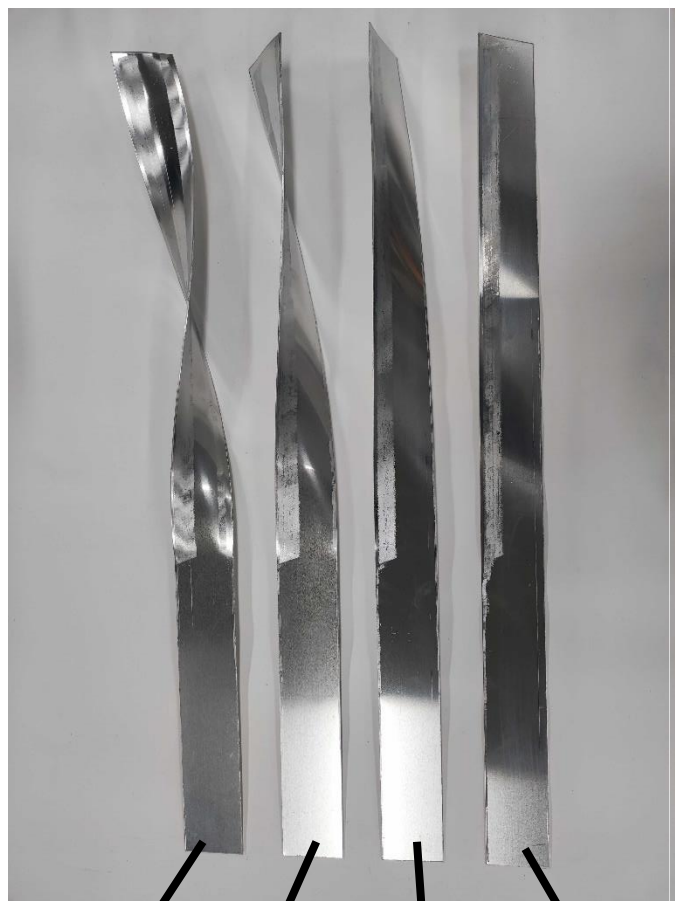
3. ローラの軸方向位置がねじれ角に及ぼす影響

加工条件		
素板	材質	AA1050
	板厚 t / mm	1, 2, 3
	幅 b / mm	60
ローラ	材質	SKD11
	テーパ角度 θ / °	10
	スキュー角 φ / °	10, 20
ローラ位置	軸方向位置 δ / mm	10, 15, 20, 25
	ローラギャップ h / mm	板厚と同じ t



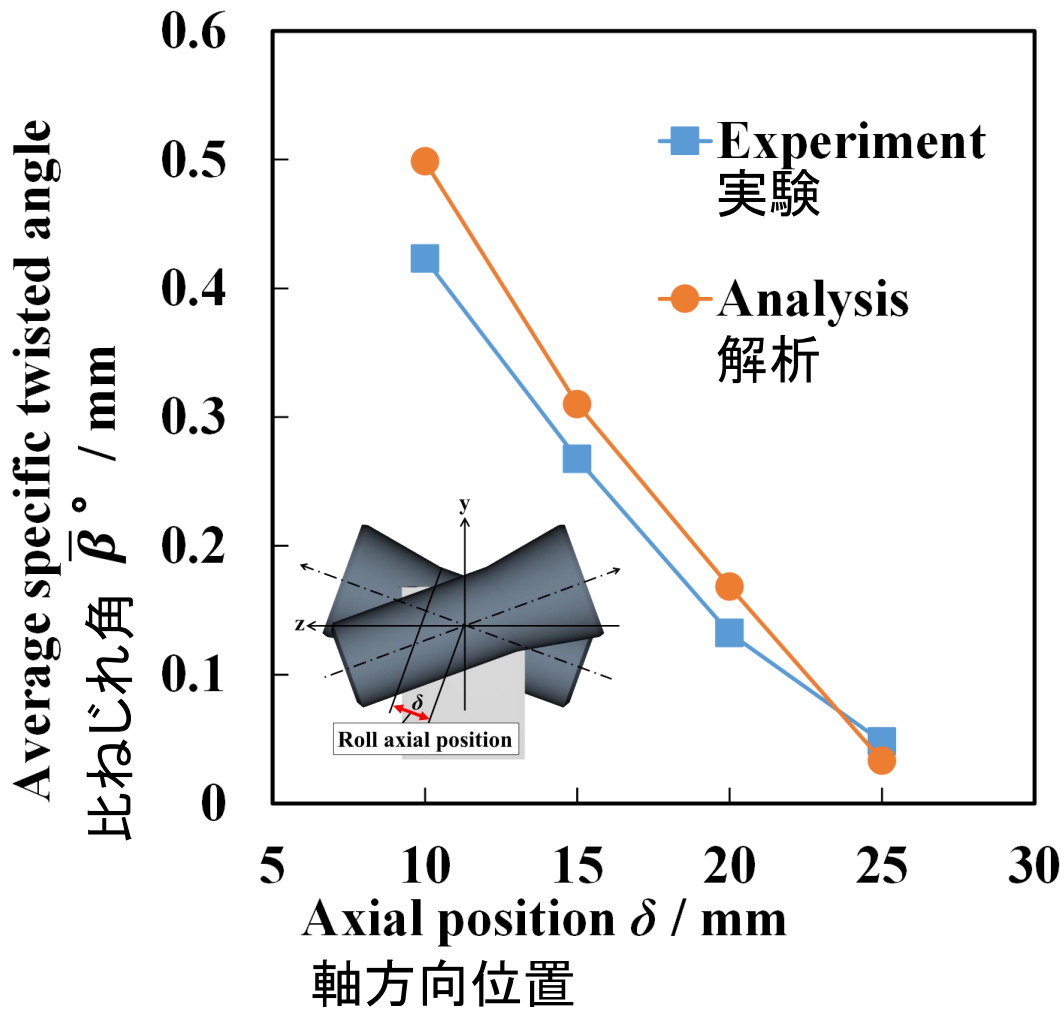
Roll axial position δ
軸方向位置

3. ローラの軸方向位置がねじれ角に及ぼす影響



$\delta=10\text{mm}$ $\delta=15\text{mm}$ $\delta=20\text{mm}$ $\delta=25\text{mm}$

軸方向位置 δ

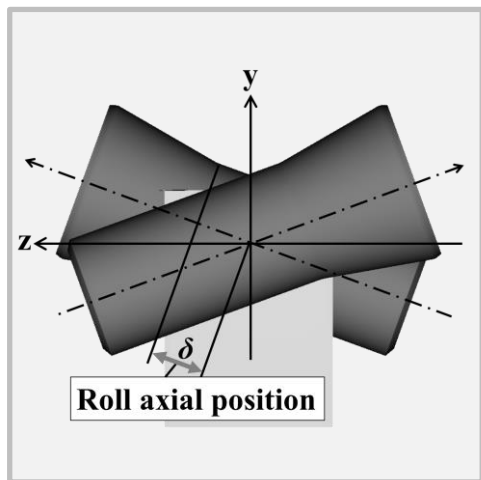


軸方向位置と平均比ねじれ角の関係

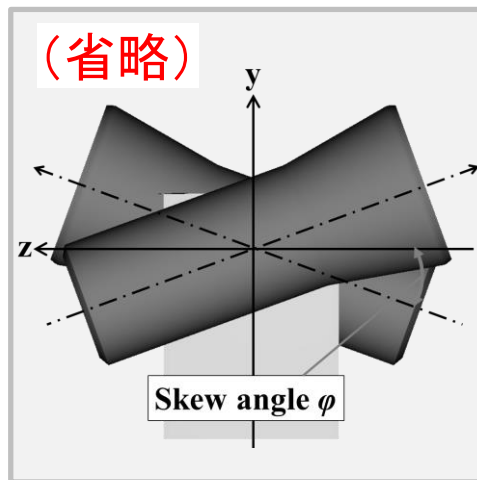
緒言



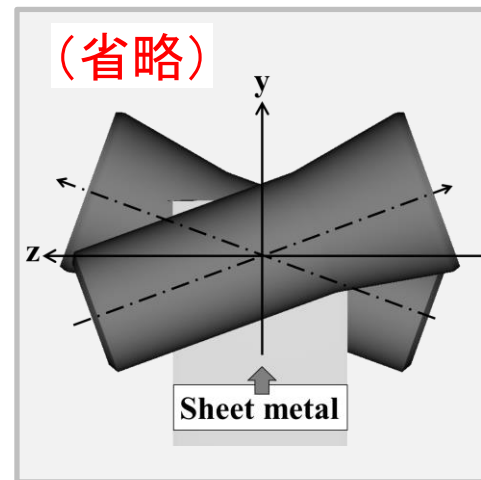
実験方法と解析モデル



ローラの軸方向位置



ローラのスキュー角



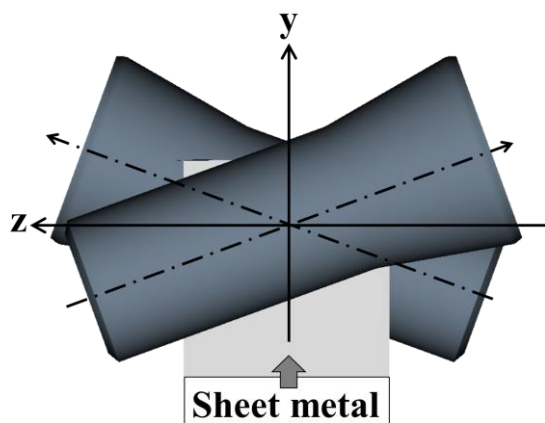
被加工材の板厚



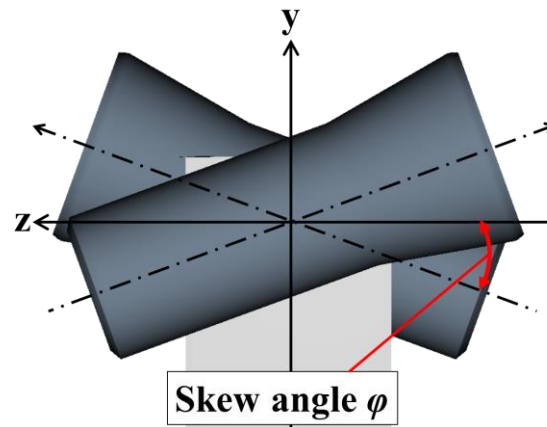
結言

実験及び解析によるツイスト圧延により以下の知見を得た

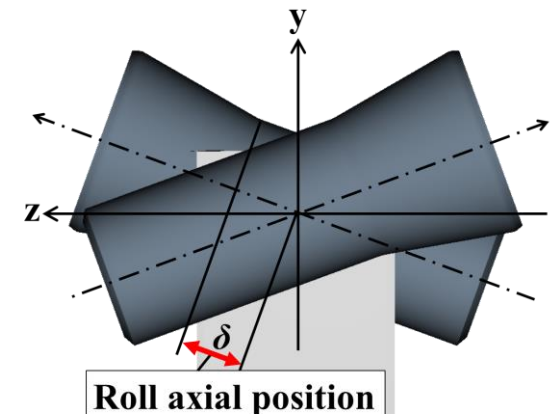
- テーパーローラを用いることにより様々なねじれ角が得られるツイスト圧延という新たな加工法を提案した.
- ローラの軸方向位置によってねじれ角を制御できる.
- スキュー角 10° の方が 20° よりもねじれ角は大きくなった.
- 板厚が薄くなるとスプリングバックの影響によりねじれ角は小さくなった.



ローラの軸方向位置



ローラのスキュー角

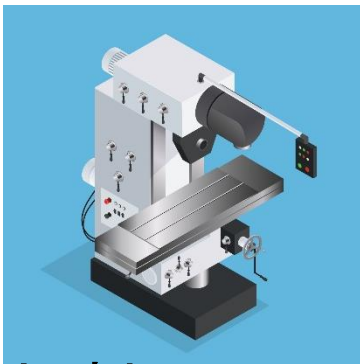


被加工材の板厚

提案の方法, ツイスト圧延は以下の点で優れている.

- ・ 歩留まりが高い.
- ・ 生産能率が高い.
- ・ 表面性状に優れている.

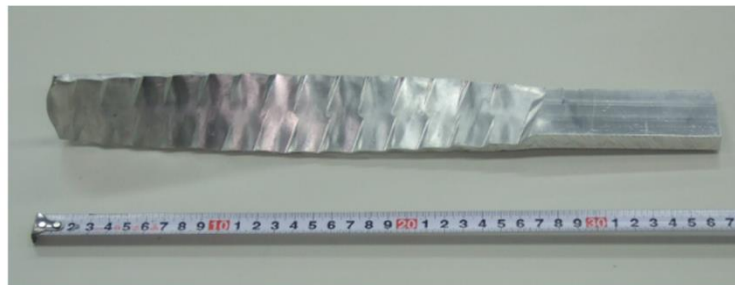
【従来方法】



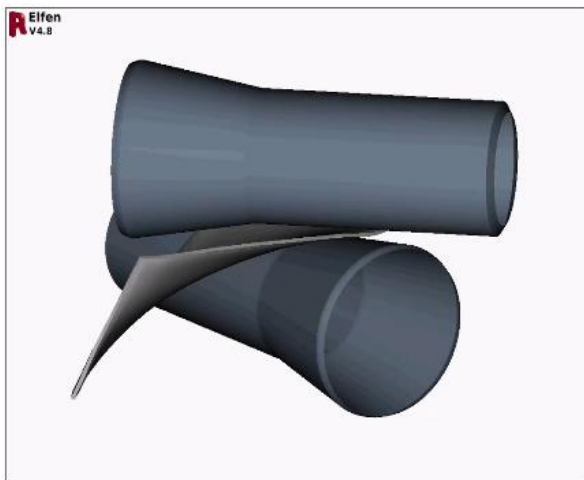
切削



鋳造



鍛造

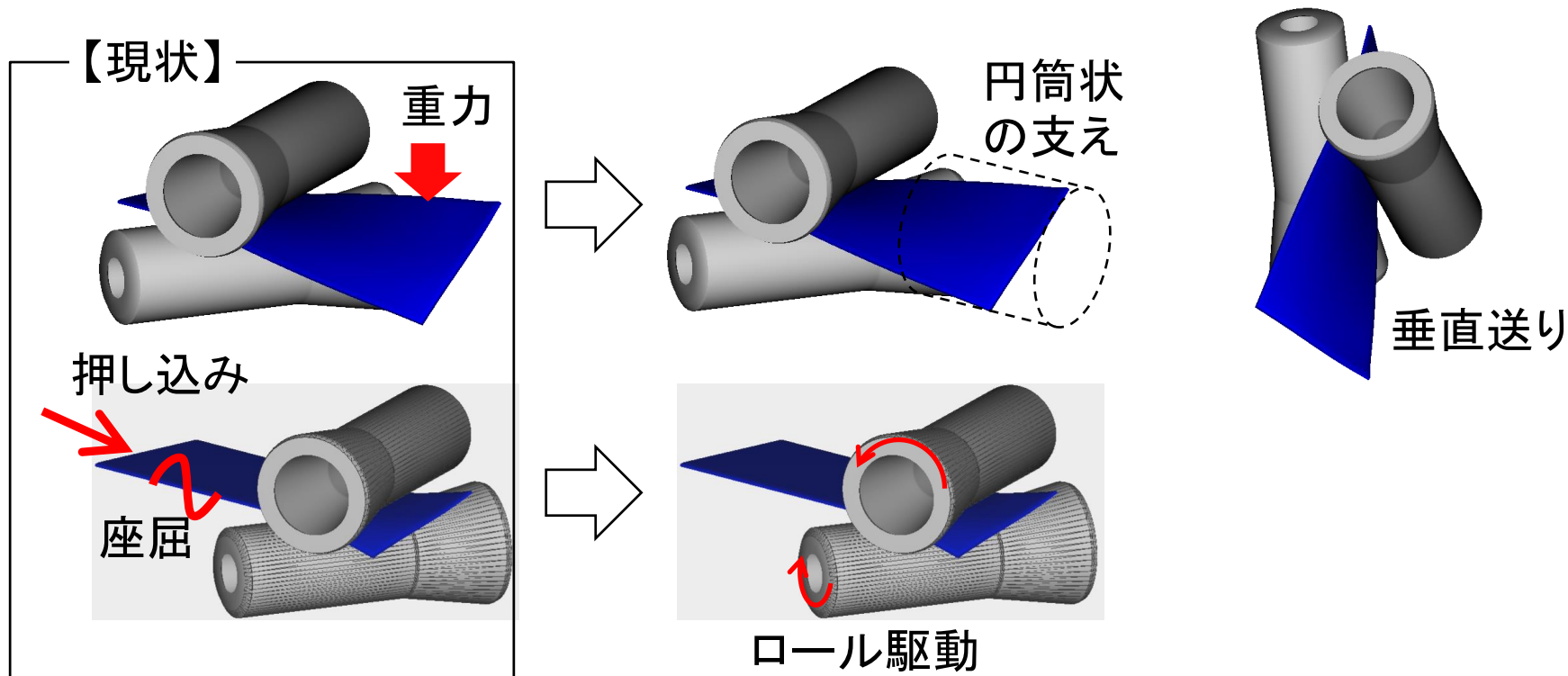


【提案の方法】

ツイスト圧延

実用化に向けた課題

- ・ねじれ角の精度 ← スプリングバックの抑制, または, 予測.
- ・全体のたわみ ← 重力の影響の抑制
支えの設置. 垂直方向に送り出す.
- ・座屈の発生 ← ロール駆動とする.



- ・ 未解決の問題は、ロールを駆動式にする、出側支えの取り付けによって克服できると考える.
- ・ ブレード, インペラ, 風力発電用の羽根など, ねじれた板材の製造メーカーなどを実施している企業, 予定している企業には本技術の導入が有効と考えられる.

- 発明の名称 : ねじり加工用ローラ, ねじり加工装置及びねじり加工方法
- 出願番号 : 特願2021- 74604
- 出願人 : 電気通信大学
- 発明者 : 久保木 孝, 梶川 翔平, アバニシュ クマール

産学連携の経歴

日本製鉄/住友金属	2006 ~ 2020
アマダ	2006 ~ 2020?
コベルコマテリアル銅管/KMCT	2015 ~ 現在
下村特殊精工	2017 ~ 現在
サポイン	2008 ~ 2010, 2016 ~ 2018
コマツ	2006 ~ 2009, 2014
カルソニックカンセイ	2006
ベンカン	2016
白山工業	2010, 2013

国立大学法人電気通信大学
産学官連携センター
産学官連携ワンストップサービス

TEL 042-443-5871

FAX 042-443-5725

E-mail onestop@sangaku.uec.ac.jp