

偏心プラグを用いた拡管型 抽伸加工による偏肉管の作製

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

准教授 梶川 翔平

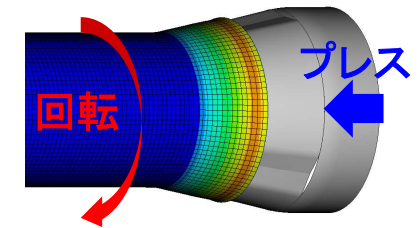
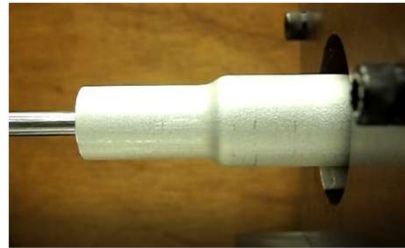
研究分野の概要

塑性加工を中心とした生産加工技術に関する研究を推進

- 新しい加工法の開発
- 加工プロセスの最適化

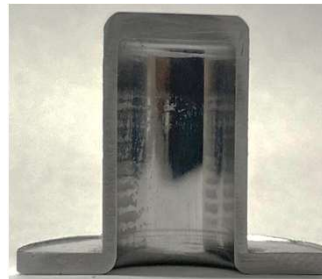
チューブフォーミング

- 拡管型抽伸加工
- 回転口広げ加工



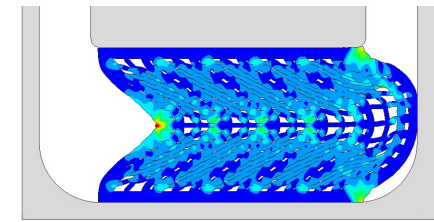
板材成形

- 深絞り加工
- 局部圧縮加工



木材粉末・バルクの成形

- 射出成形
- 押出し成形
- 鍛造加工

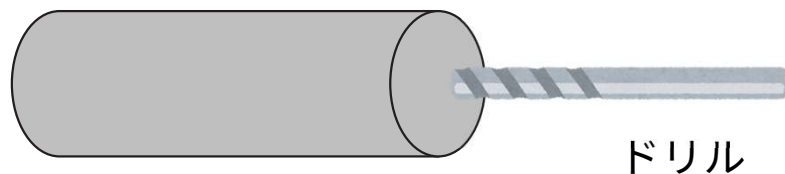


従来技術とその問題点

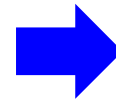
周方向に肉厚分布を有する偏肉管を大量生産するための製造方法は確立されておらず、市販されていない。

現状の加工方法

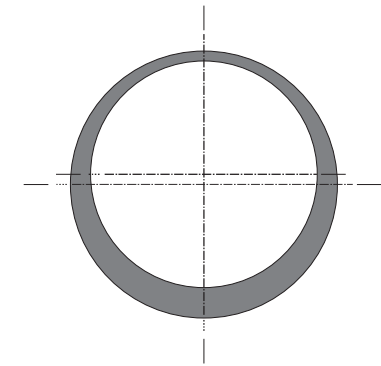
- 丸棒から切削加工することによって作製
 - 切りくずが多く発生する = 歩留まりが悪い
 - 加工に時間がかかる = 生産性が低い



ドリル



従来工法：切削加工



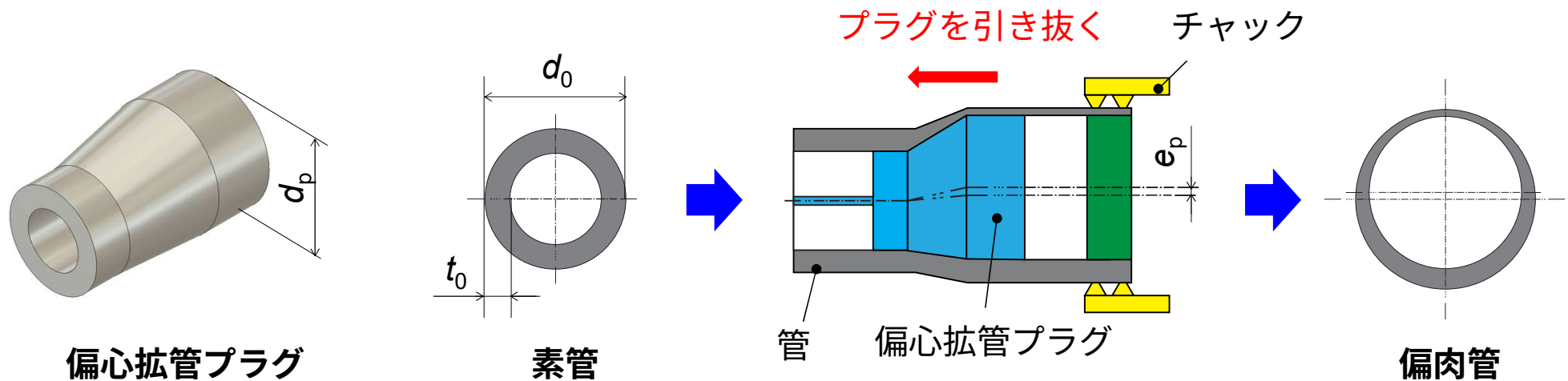
偏肉管の断面形状



切りくずが大量に発生

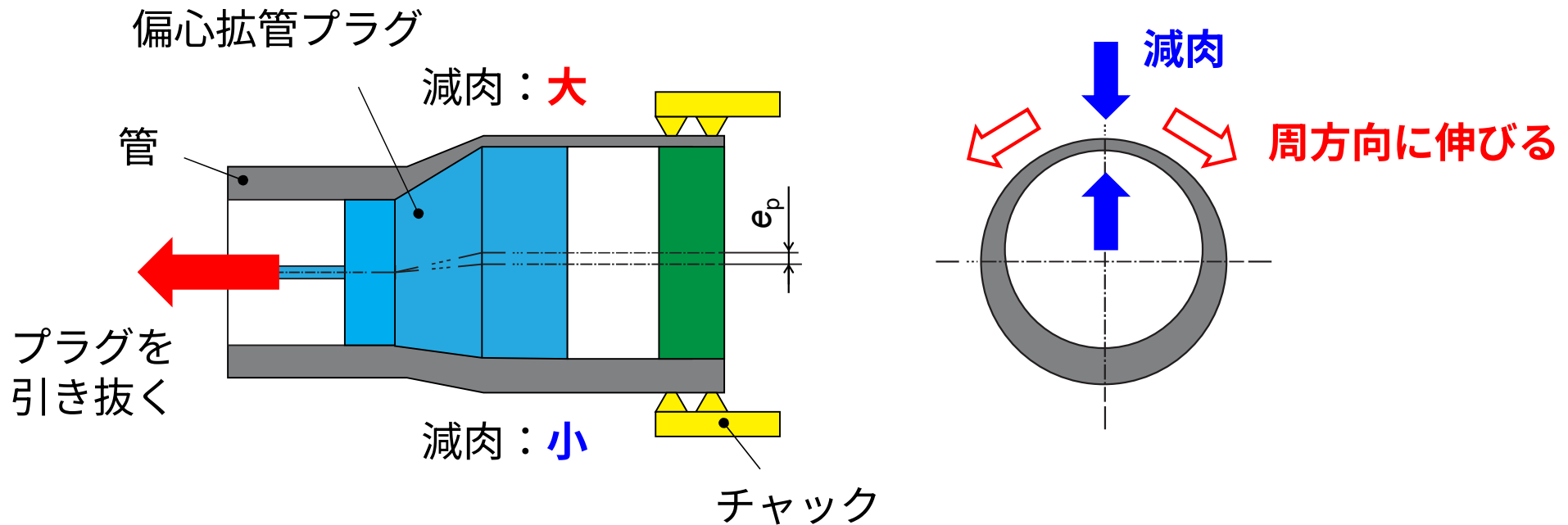
新技術の特徴

新技術：偏心拡管プラグを用いた拡管型抽伸加工



- 先端部と後端部の断面が偏心したプラグを管に通して引き抜くことによって、偏心管を成形

新技術の特徴



- 偏心プラグで片側がより大きく拡径されことによって、片側の薄肉化が進行 → **偏肉化**
- 薄肉部に変形が集中しやすいため、片側の薄肉化が進行しやすい応力状態

新技術の特徴



口広げ工程



抽伸工程

工程1:口広げ

- 偏心拡管プラグを管端部に押し込み，管端部を拡管する

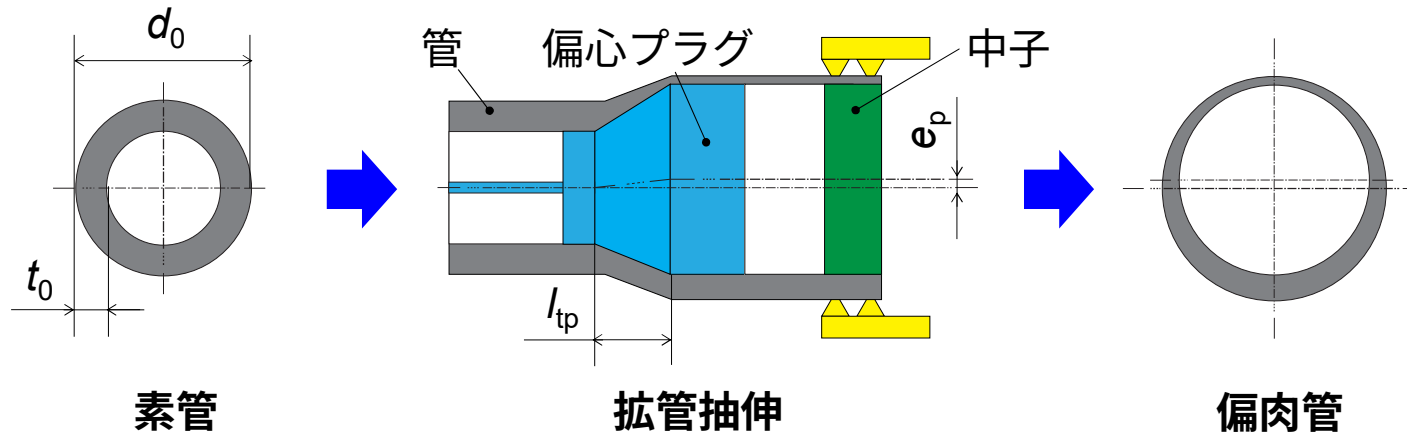
工程2:抽伸

- 口広げ部をつかみ，偏心拡管プラグを引き抜く

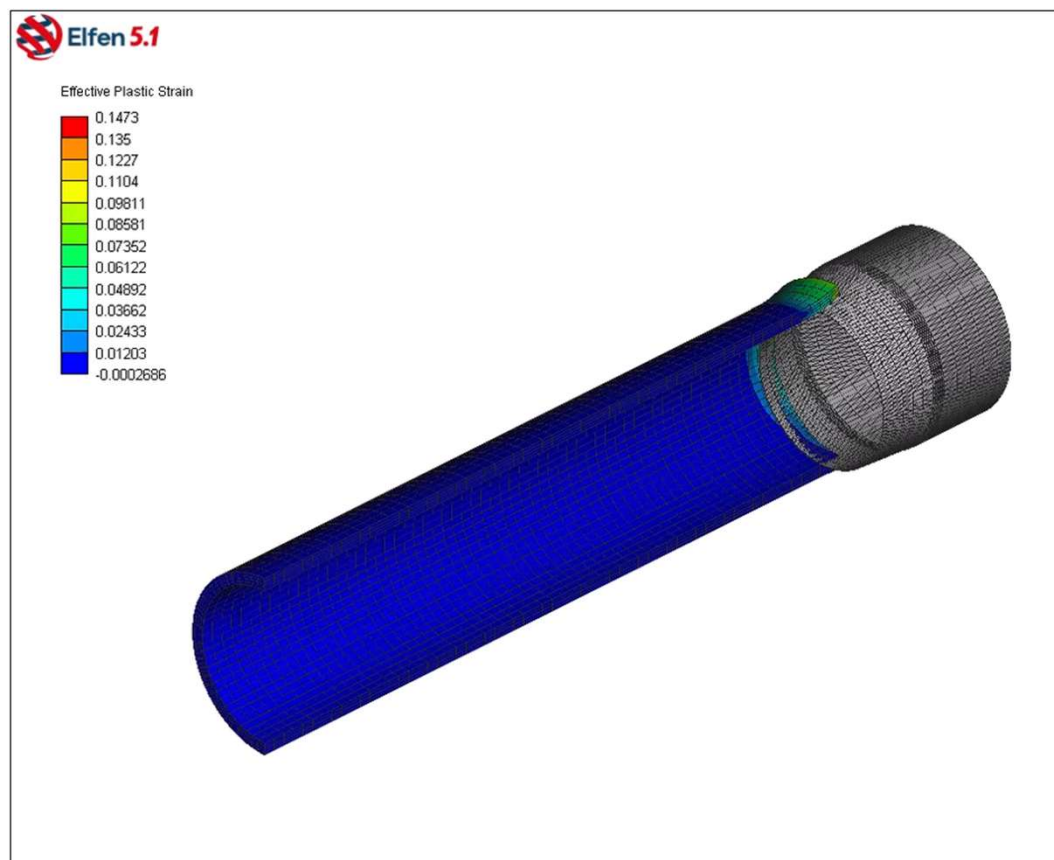
提案工法を用いることによって，数秒で偏肉管を成形可能
切りくずは発生せず，材料の無駄が少ない

研究目的

- 偏肉管を成形するための方法として、偏心拡管プラグを用いた拡管型抽伸加工を提案する
- プラグの偏心量が偏肉管の偏肉率に及ぼす影響を解析および実験によって調査

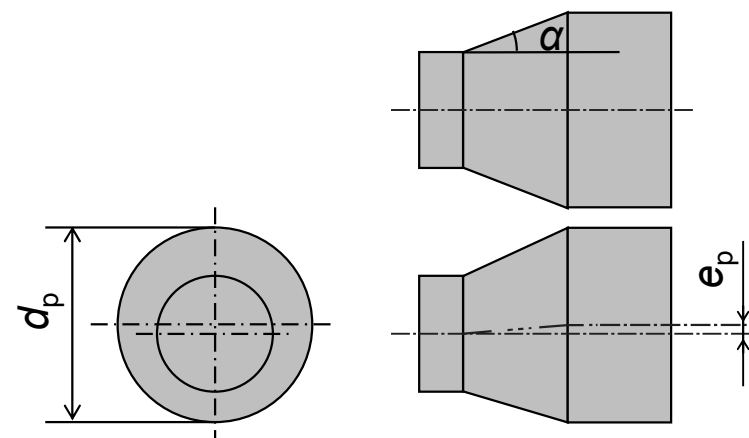


有限要素法(FEM)解析による検討



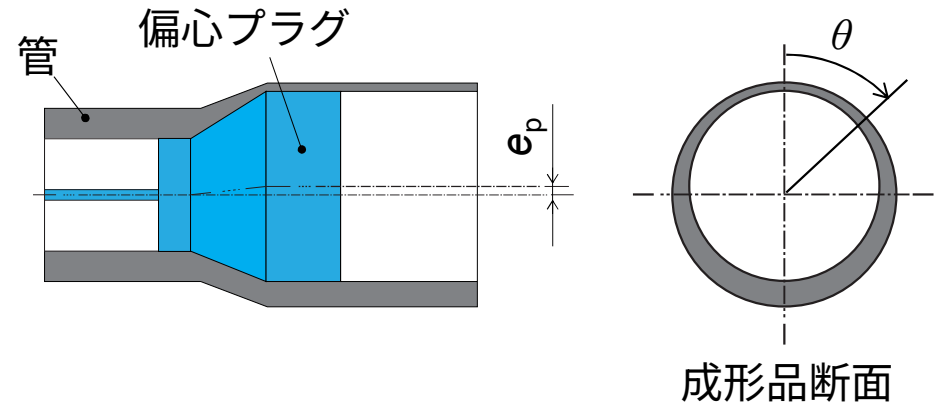
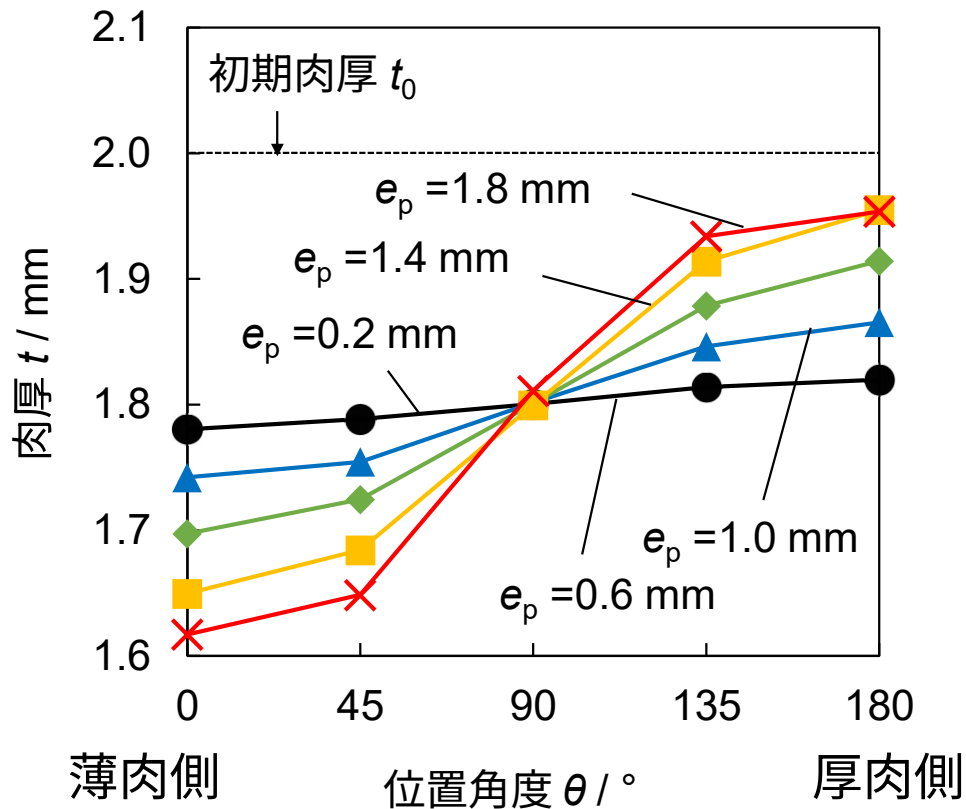
供試材・プラグの寸法

供試材	材料	A1070
	外径 d / mm	30
	内径 d_i / mm	26
プラグ	外径 d_p / mm	28, 30, 32
	半角 α / °	12
	偏心量 e_p / mm	0.2 ~ 1.8
	摩擦係数 μ	0.1



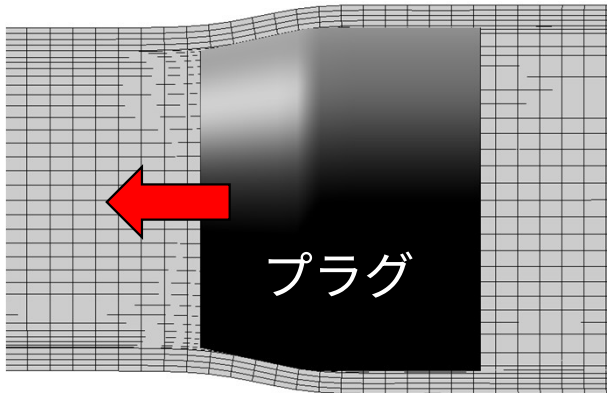
有限要素法(FEM)解析による検討

プラグ偏心量 e_p が成形品の肉厚分布に及ぼす影響

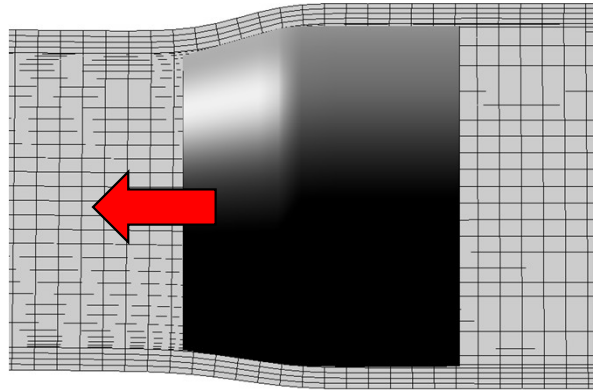


- 周方向に肉厚の分布が発生
- プラグ偏心量 e_p の増加に伴って、肉厚 t の最小値と最大値の差が増加

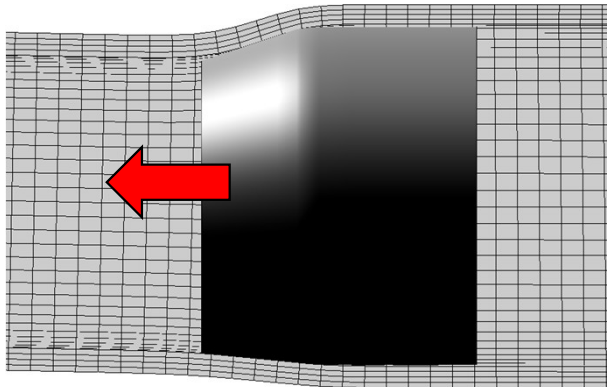
有限要素法(FEM)解析による検討



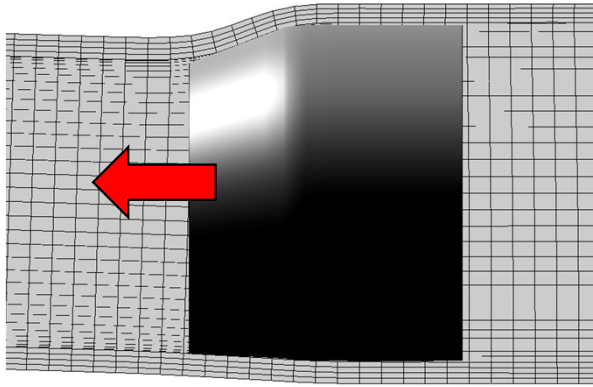
プラグ偏心量 $e_p = 0.0$ mm



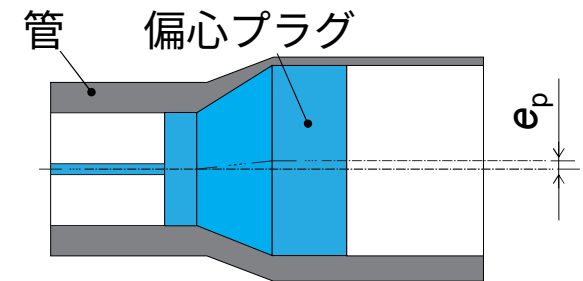
プラグ偏心量 $e_p = 0.6$ mm



プラグ偏心量 $e_p = 1.0$ mm

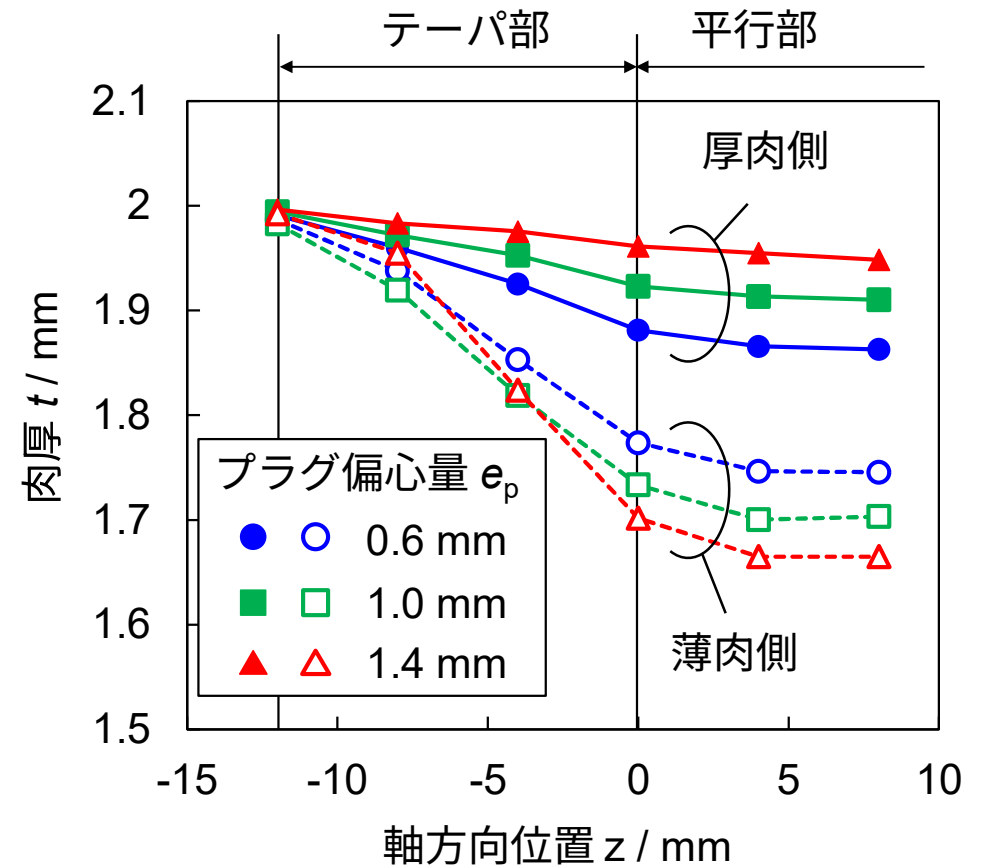
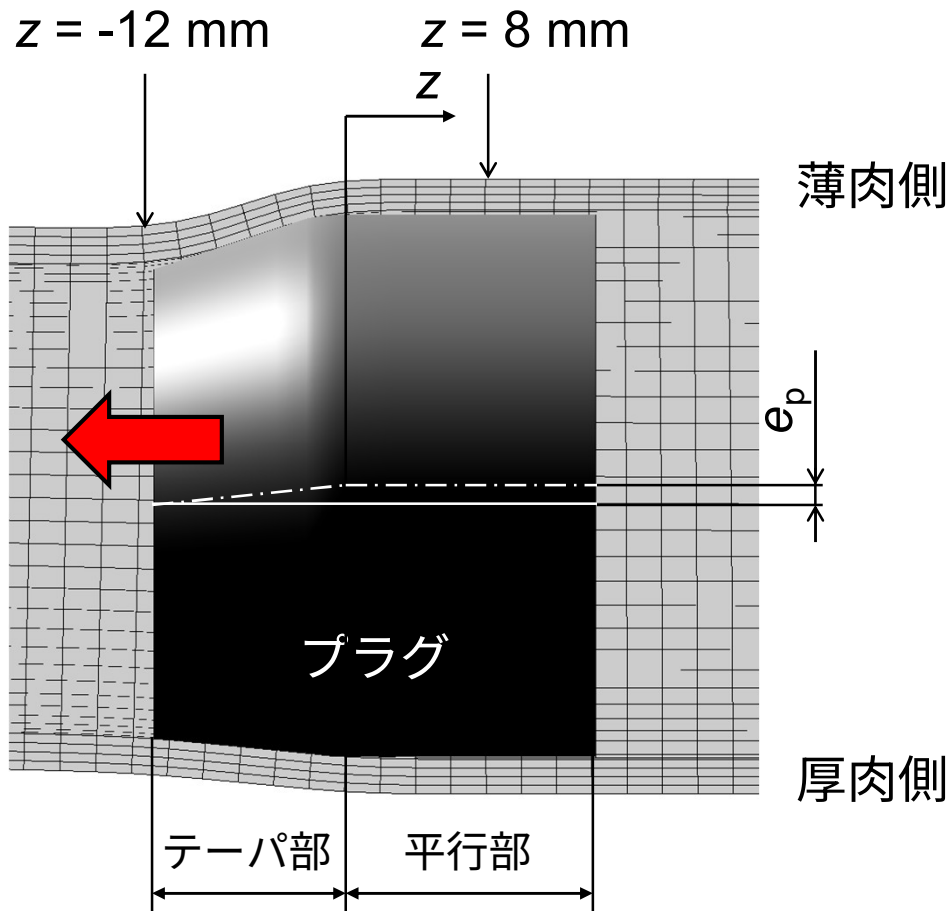


プラグ偏心量 $e_p = 1.4$ mm



- プラグ偏心量 e_p が大きくなるほど、片側の拡張量が増加（もう一方は減少）

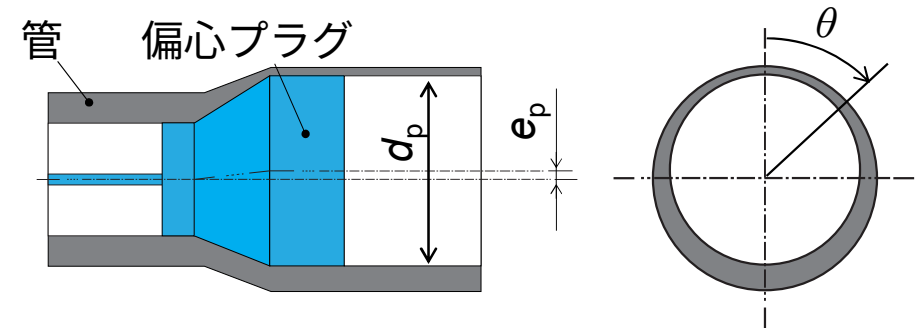
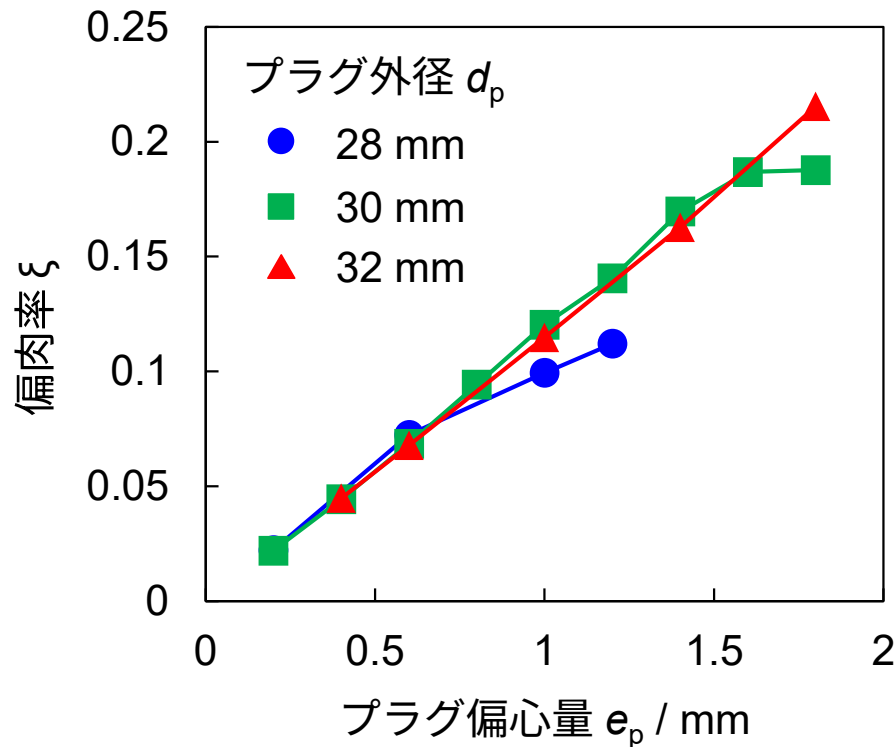
有限要素法(FEM)解析による検討



- 片側がより減肉することによって偏肉化

有限要素法(FEM)解析による検討

プラグ外径 d_p および偏心量 e_p が成形品の肉厚分布に及ぼす影響



偏肉率 ξ

$$\xi = \frac{t_{max} - t_{min}}{t_{ave}}$$

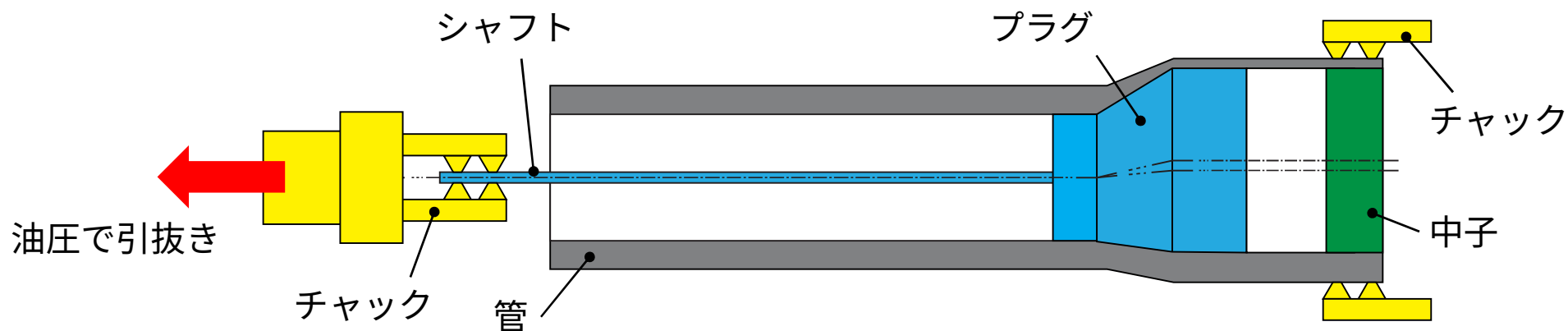
t_{max} : 周方向最大肉厚

t_{min} : 周方向最小肉厚

t_{ave} : 周方向平均肉厚

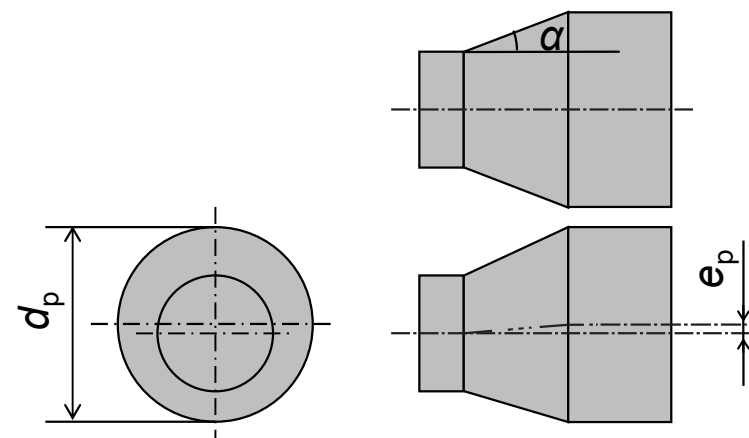
- プラグ偏心量 e_p に応じて偏肉率 ξ が変化
- プラグ外径 d_p が大きいほど、大きな偏肉率 ξ まで加工可能

実験による検証



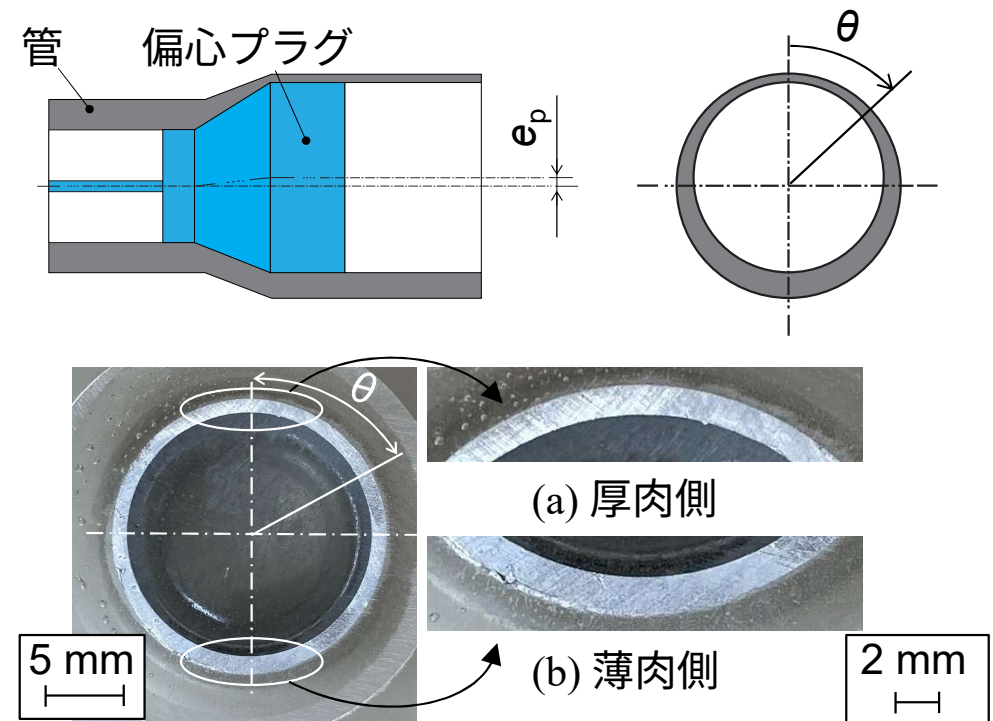
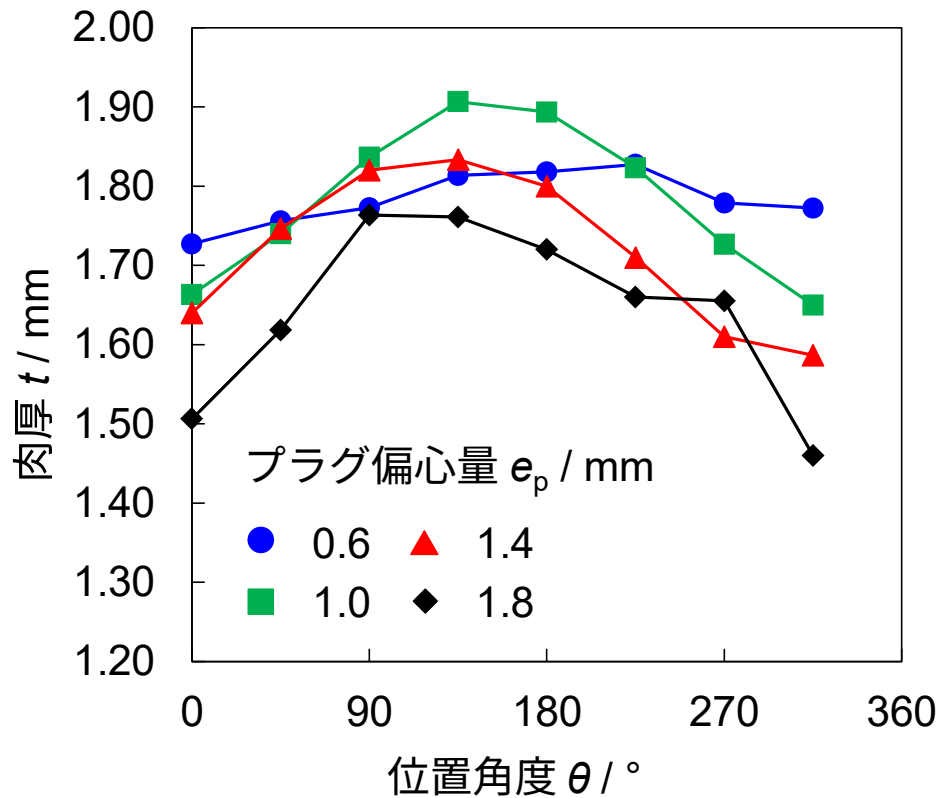
供試材・プラグの寸法

供試材	材料	A1070
	外径 d / mm	30
	内径 d_i / mm	26
プラグ	外径 d_p / mm	30
	半角 α / °	12
	偏心量 e_p / mm	0.6, 1.0, 1.4, 1.8
潤滑	カストール S-846M (タイコ (株))	



実験による検証

プラグ偏心量 e_p が成形品の肉厚分布に及ぼす影響

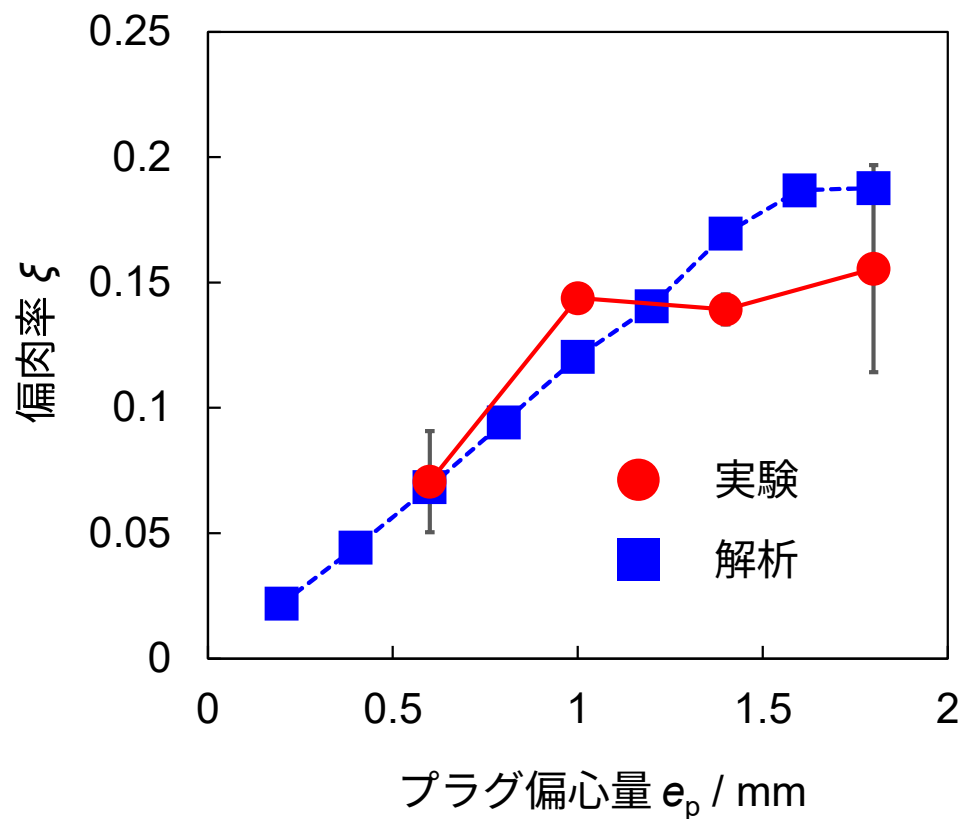


プラグ偏心量 $e_p = 1.0$ mm の場合

● 提案工法によって周方向に肉厚分布が発生 ➡ 偏肉管を成形可能

実験による検証

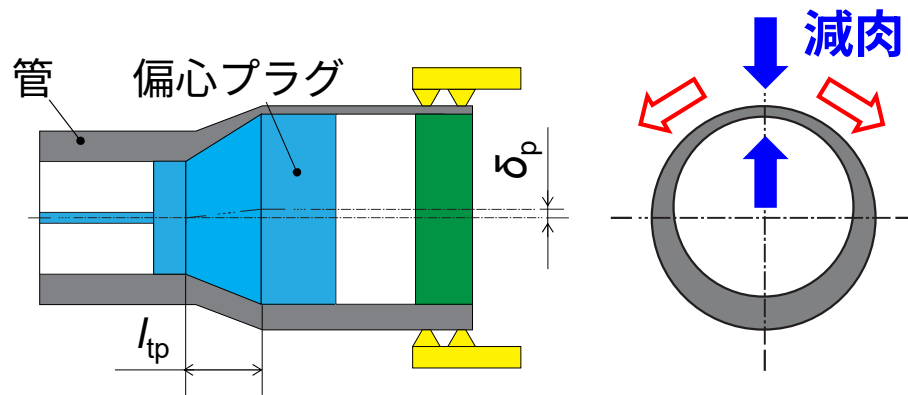
プラグ偏心量 e_p が成形品の肉厚分布に及ぼす影響



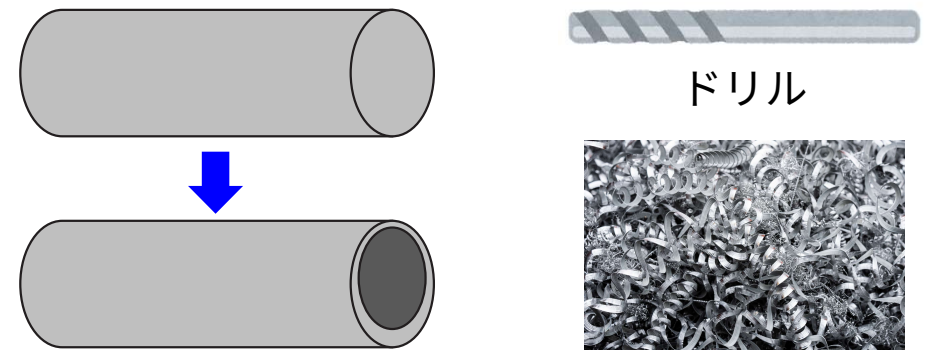
- プラグ偏心量 e_p によって偏肉率 ξ が変化
 - e_p によって偏肉率をコントロール可能
- プラグ偏心量 e_p が 1 を超えると、解析と実験の差異が増大

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術である切削加工の問題点である歩留まりおよび生産性を大幅に改善できた。
- 提案工法では、材料の無駄がほとんど発生しないため、材料費を大幅に削減できる。
- 提案工法では、数秒で加工が完了するため、大量生産が容易である。



提案工法：拡管型抽伸



従来工法：切削加工

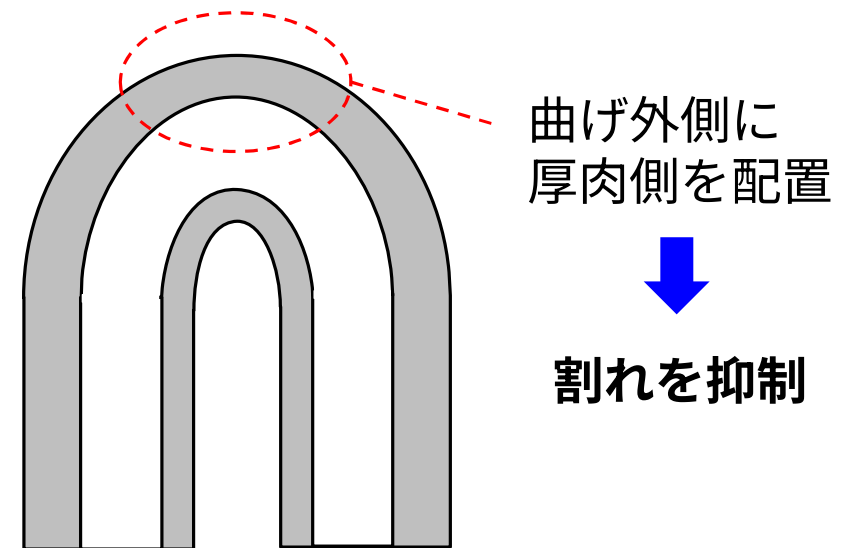
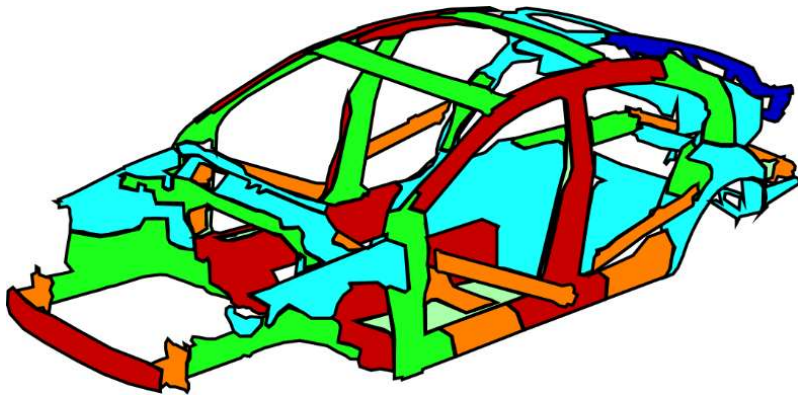
想定される用途

自動車等の構造部材としての偏肉管の利用

- 衝突時に圧縮側となる部分を厚肉化することによって、高強度化 / 軽量化を実現

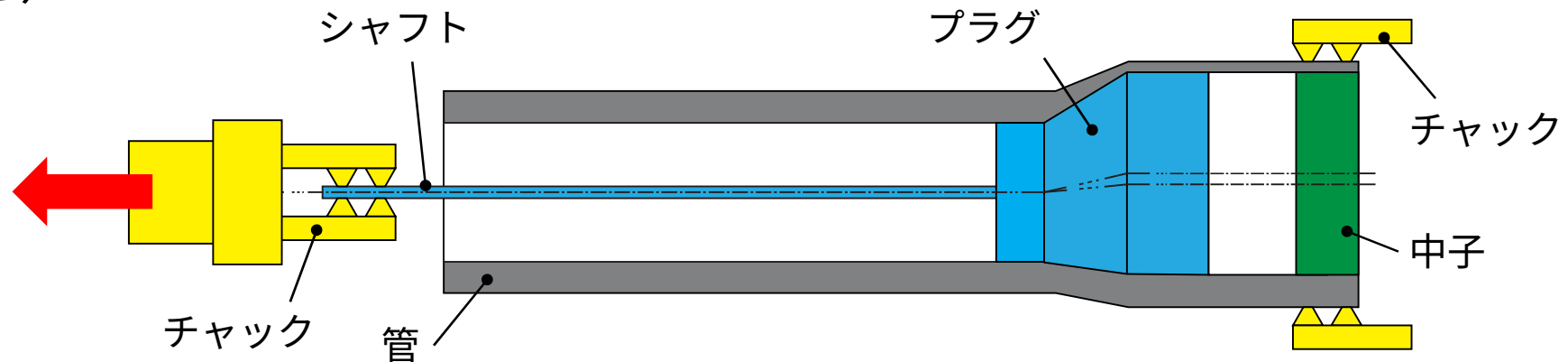
曲げ加工における不良の抑制

- 偏肉管の厚肉側を曲げ外側になるよう配置して曲げ加工することによって、曲げ外側に生じる薄肉化や割れを抑制



実用化に向けた課題

- 偏心拡管プラグを用いた拡管型抽伸加工による偏肉管の成形，および，プラグの偏心量の調整による偏肉量のコントロールを実現した
- 拡管量，プラグの半角，素管の材料が成形性に及ぼす影響などについて調査していく
- 再現性の担保にあたって，装置の高精度化が必要
- 装置の短縮化に関する検討（シャフトをワイヤにし，巻き取り式にするなど）



社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	・ 提案工法によって偏肉管の成形に成功 ・ プラグの偏心量によって、偏肉率が変化することを確認	
現在	・ プラグ半角、外径の影響について調査 ・ 成形品の精度の評価 ・ 解析と実験の差異について検討	
1年後	・ 素管（材種、初期肉厚）の影響について調査	外部資金へ応募し、研究資金獲得
3年後	・ 試験機の高精度化	評価基礎データの提供 サンプル提供が実現
5年後	・ 所定の寸法精度の実現、再現性の担保	プロトタイプ機の作製

企業への期待

- 未解決の再現性の担保については、管とプラグの位置出しの精度を高めることによって、克服できると考えている。
- 社会実装に向けた課題とその解決方法について、企業の目線からアドバイスを頂きたい。
- チューブフォーミング分野において、偏肉管を活用した開発事例が増えている。今後、偏肉管の需要は高まっていくと思われ、偏肉管の製造を検討している企業には本技術の導入が有効と考えられる。

企業への貢献, PRポイント

- 本技術を用いることによって、生産性が高く、歩留まりの良い方法で偏肉管を製造できるため、偏肉管の利用を検討している企業に貢献できると考えている。
- 本技術の導入にあたり、必要な調査を行うことで科学的な裏付けを行うことが可能。
- 本格導入にあたっての技術指導等。

本技術に関する知的財産権

- **発明の名称**

拡管型抽伸加工用の偏心拡管プラグ、偏心拡管プラグを用いた拡管型抽伸加工方法、及び、偏肉管

- **出願番号**

特願2024-168545

- **出願人**

国立大学法人電気通信大学

- **発明者**

梶川 翔平, 久保木 孝, 高柳 大樹, 張 世良

産学連携の経歴

- 2016年-2017年 配管メーカーと共同研究
- 2017年-2021年 エクステリア商社と共同研究
- 2018年-2021年 抽伸機メーカーと共同研究
- 2019年-2022年 戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）

お問い合わせ先

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