

平成19年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「難加工材の高精度金属プレス加工技術に関する研究開発」

研究開発成果等報告書

平成20年 3月

委託者 中部経済産業局

委託先 豊橋商工会議所

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 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	1
1 - 3	成果概要	5
1 - 4	当該研究開発の連絡窓口	7

第2章 本論

2 - 1	多段深絞り加工高精度ステンレス素管の連続加工技術の確立	8
2 - 2	外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立	9
2 - 3	内面しごき加工ステンレス管の薄肉化プロセスの検討	11
2 - 4	ステンレス絞り・しごき加工用非塩素系潤滑剤の開発及び評価技術の確立	13
2 - 5	金属口 - ルの実用性評価方法の確立	16
2 - 6	ロングストロークプレス試作機及び自動検査装置実験機の製作	20

第3章 全体総括

3 - 1	研究開発成果	23
3 - 2	研究開発後の課題・事業化展開	26

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1-1 背景

進展する電気製品の高機能化を実現するためのキーパーツである『金属スリーブ』に対しては、高精度化、薄肉化、高弾性化、省エネ化(高熱伝導率)、低コスト化が求められており、その精密化・微細化加工技術の高度化のニーズがある。世界戦略的な国際競争力の確保に向けて、品質とコストは絶対条件であり、部品メーカーに対して高品質と高生産性の両立が求められている。一方、金属スリーブを生産する上で、金型の耐久性向上と焼付き防止のため、現状では高濃度の塩素系極圧添加剤を含有した潤滑剤が使用されているが、非塩素化及び使用量の削減など環境負荷低減が大きな課題である。

1-1-2 研究目的

本研究開発では、電気製品の機能部品として使用される金属スリーブの高精度薄肉化及び生産性の高効率化を実現する新たな金属塑性加工法の開発と製品の实用性評価方法の確立を目的とする。同時に環境負荷低減となる金属塑性加工用非塩素系潤滑剤を開発し、金属プレス加工分野への普及をも図る。

1-1-3 研究目標

本研究開発では、表 1-1 に示す最終研究目標を設定した。

表 1-1 研究目標

項 目		研 究 目 標	
新金属塑性加工法の確立	絞り加工	肉厚 0.2mm, 面粗度 1 μ m の素管試作 (非塩素系潤滑剤使用) 素管の量産化技術の確立	肉厚 0.2mm 以下, 面粗度 1 μ m 以下の素管製作 (非塩素系潤滑剤使用)
	しごき加工	内外面しごき加工高精度化用金型設定 しごき加工による金属スリーブの試作 (非塩素系潤滑剤使用)	肉厚 0.1mm 以下, 面粗度 1 μ m 以下の金属スリーブ製作 (非塩素系潤滑剤使用)
新加工用非塩素系潤滑剤の開発		非塩素系極圧剤の潤滑メカニズムの解明 絞り・しごき加工用潤滑剤の試作 (評価・改良)	絞り・しごき加工潤滑機構の解明と非塩素系潤滑剤の製品化
实用性評価法の確立		实用性評価試験機(プロトタイプ)の評価 实用性評価技術の確立	实用性評価試験機の製作
生産性の向上		ロングストロークプレス試作機の製作 自動検査装置実験機の製作	現状の 3倍

1-2 研究体制

1-2-1 研究組織

本研究開発事業の研究組織図を図 1-1 に示す。豊橋商工会議所が事業管理者となり、再委託先である株式会社野口製作所、日本工作油株式会社、株式会社ディムコ、国立大学法人名古屋工業大学の 4 機関が連携する研究体制をとった。

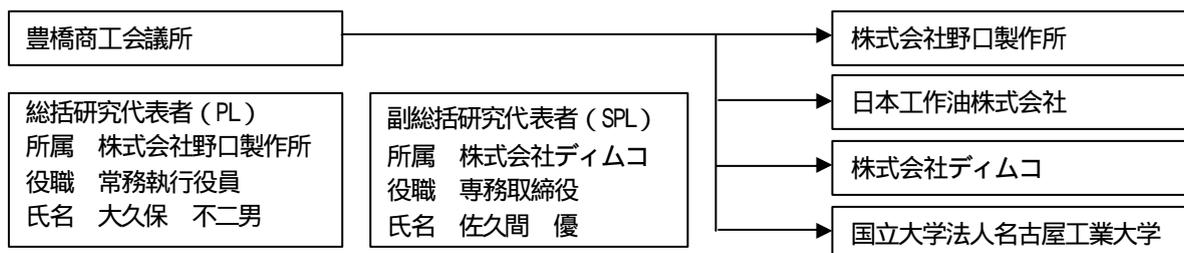


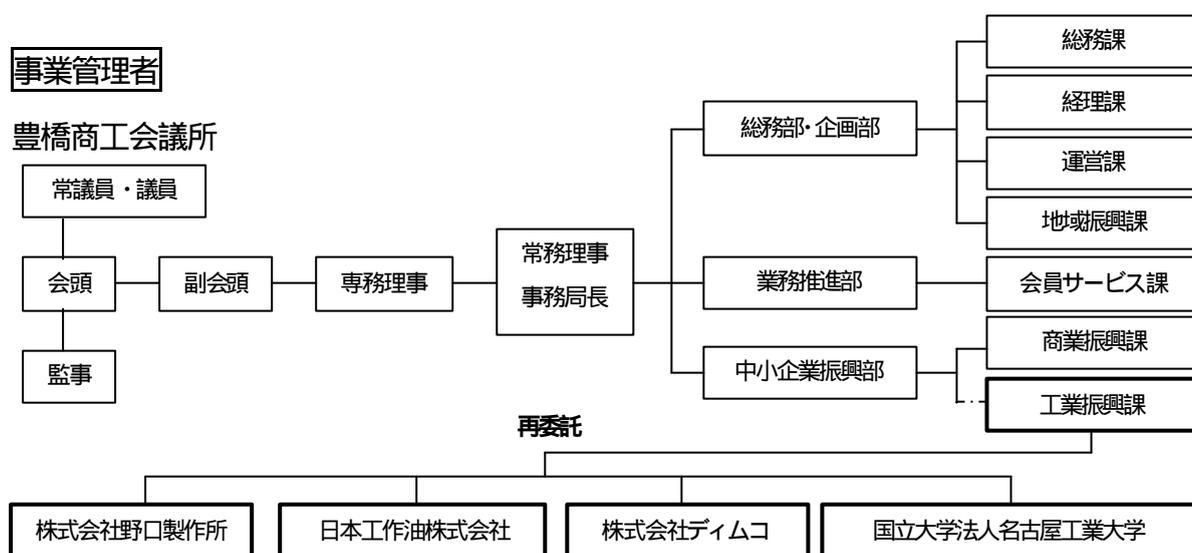
図 1-1 研究組織図

1-2-2 管理体制

本研究開発事業の管理体制は図 1-2 に示す。事業管理者である豊橋商工会議所が、事業の進捗状況及び経費に関して全体を管理し、再委託機関において研究開発担当と経理管理担当が分担する体制をとった。

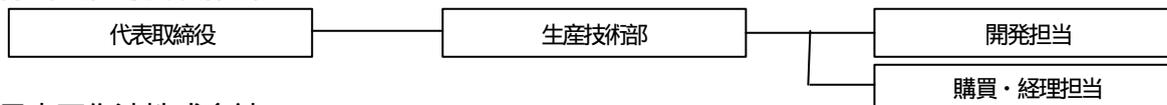
表 1-2 研究項目

番号	項目
	多段深絞り加工高精度ステンレス素管の連続加工技術の確立
	外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立
	内面しごき加工ステンレス管の薄肉化プロセスの検討
	ステンレス絞り・しごき加工用非塩素系潤滑剤の開発及び評価技術の確立
	金属口 - ルの実用性評価方法の確立
	ロングストロークプレス試作機及び自動検査装置実験機の製作
	プロジェクトの運営管理
	実施まとめ

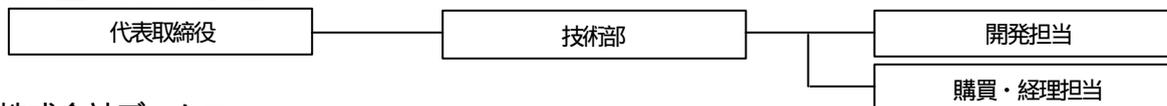


再委託先

株式会社野口製作所



日本工作油株式会社



株式会社ディムコ



国立大学法人名古屋工業大学

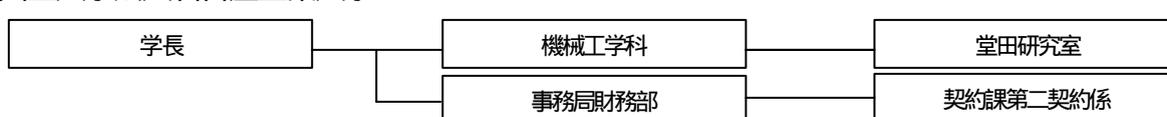


図 1-2 管理体制図

1-2-3 管理員・研究員

管理員及び研究員を表 1-3～1-7 に記す．表中に示す実施内容の番号は各機関の研究項目を表している．

表 1-3 豊橋商工会議所・管理員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
星野 君夫 伊藤 和明 井川 剛 松坂 宏之	専務理事 中小企業振興部・部長 中小企業振興部・工業振興課 中小企業振興部・工業振興課	

表 1-4 株式会社野口製作所・研究員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
大久保 不二男 清水 明 山本 索充 戸田 栄治 鈴木 洋隆 佐々木 友彦 今泉 敏行 村尾 卓児	常務執行役員 生産技術部・部長 生産技術部 生産技術部・グループリーダー 生産技術部 生産技術部 品質保証部 生産技術部	, ,

表 1-5 日本工作油株式会社・研究員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
木村 茂樹 庄司 直人 吉田 武志	取締役技術部長 技術部 技術部	

表 1-6 株式会社ディムコ・研究員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
佐久間 優 松田 清義 平澤 猛 町田 正人 田中 満生	専務取締役 開発部・課長 開発部 開発部 顧問	

表 1-7 国立大学法人名古屋工業大学・研究員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
堂田 邦明 北村 憲彦 牧野 武彦	機械工学科・教授 機械工学科・助教授 機械工学科・助手	

1-2-4 研究開発推進委員会

プロジェクトの全体管理や承認機関として表 1-8 に示す「開発推進委員会」を設置した。また、プロジェクトのメンバー間の意見交換等を密に行うために幹事会を設置し、必要に応じて随時開催した。

表 1-8 研究開発推進委員会委員

役職	氏名	所属	備考
委員長	大久保 不二男	株式会社野口製作所	PL, 再委託機関メンバー
副委員長	佐久間 優	株式会社ディムコ	SPL, 再委託機関メンバー
委員	清水 明	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	山本 索充	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	戸田 栄治	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	鈴木 洋隆	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	今泉 敏行	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	佐々木 友彦	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	村尾 卓児	株式会社野口製作所	再委託機関メンバー
委員	木村 茂樹	日本工作油株式会社	再委託機関メンバー
委員	庄司 直人	日本工作油株式会社	再委託機関メンバー
委員	吉田 武志	日本工作油株式会社	再委託機関メンバー
委員	松田 清義	株式会社ディムコ	再委託機関メンバー
委員	平澤 猛	株式会社ディムコ	再委託機関メンバー
委員	町田 正人	株式会社ディムコ	再委託機関メンバー
委員	田中 満生	株式会社ディムコ	再委託機関メンバー
委員	堂田 邦明	国立大学法人名古屋工業大学	再委託機関メンバー
委員	北村 憲彦	国立大学法人名古屋工業大学	再委託機関メンバー
委員	牧野 武彦	国立大学法人名古屋工業大学	再委託機関メンバー
委員	森 敏彦	国立大学法人名古屋大学	アドバイザー
委員	服部 敏明	国立大学法人豊橋技術科学大学	アドバイザー
委員	佐藤 積利	株式会社リコー	アドバイザー
委員	中嶋 崇雄	株式会社サイエンス・クリエイト	アドバイザー
委員	星野 君夫	豊橋商工会議所	事務局・事業管理者
委員	伊藤 和明	豊橋商工会議所	事務局・事業管理者
委員	井川 剛	豊橋商工会議所	事務局・事業管理者
委員	松坂 宏之	豊橋商工会議所	事務局・事業管理者
オブザーバー	野口 真司	株式会社野口製作所	
オブザーバー	加藤 昌一	株式会社野口製作所	
オブザーバー	中部経済産業局 課長		

1-3 成果概要

1-3-1 実施項目

本研究開発事業における実施項目を表 1-9 に示す。

表 1-9 実施項目

実施項目	担当機関
多段深絞り加工高精度ステンレス素管の連続加工技術の確立 -1 多段深絞り加工実験による加工条件の検討 -2 連続加工実験による量産化技術の検討	野口製作所
外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立 -1 外面しごき加工実験による加工条件の検討 -2 外面しごき評価実験による加工条件の検証	野口製作所
内面しごき加工ステンレス管の薄肉化プロセスの検討 -1 内面しごき加工用装置の改良及び高性能化 -2 内面しごき加工による金属ロールの機械的材料特性評価	名古屋工業大学
ステンレス絞り・しごき加工用非塩素系潤滑剤の開発及び評価技術の確立 -1 非塩素系潤滑剤の潤滑機構説明/潤滑界面の分析調査 -2 実用評価方法及び装置の開発 -3 非塩素潤滑剤(ステンレス絞り・しごき用)の開発・実用化	日本工作油
金属口 - ルの実用性評価方法の確立 -1 新金属塑性加工法による金属口 - ル素材の物性値評価 -2 新金属塑性加工法による金属口 - ルの実用性評価 -3 金属口 - ルの平坦度非接触評価装置の開発	ディムコ
ロングストロークプレス試作機及び自動検査装置実験機の製作 -1 ロングストロークプレス試作機の製作 -2 非破壊探傷センサーの検討及び自動検査装置実験機の製作	野口製作所
プロジェクトの運営管理	豊橋商工会議所
実施まとめ	PL, SPL

1-3-2 成果概況

研究項目 ～ についての実施内容及び成果概要を表 1-10 に、開発品を表 1-11 に記す。本研究開発では金属スリーブを仕様により「金属パイプ」「金属ロール」「金属ベルト」に分類した。

表 1-10 成果概要

<p>多段深絞り加工高精度ステンレス素管の連続加工技術の確立 (野口製作所)</p> <p>-1 多段深絞り加工実験による加工条件の検討</p> <ul style="list-style-type: none">多段深絞り加工における「しわの発生」「焼付き」などの課題に対して、適正な加工条件を設定した。加工実験により、高精度素管の多段深絞り加工工程を設定した。 <p>-2 連続加工実験による量産化技術の検討</p> <ul style="list-style-type: none">搬送関連装置の動作調整、金型冷却装置の整備及び冷却効果を確認し、連続加工実験を可能にした。テーマ で開発した非塩素系潤滑剤(X-2828)に用いて実験を行い、多段深絞り加工に対して、従来の塩素系潤滑剤(G-3288)と同等の潤滑性能を有することを検証した。肉厚 0.2mm、編肉 20μm の高精度ステンレス素管を試作した。
<p>外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立 (野口製作所)</p> <p>-1 外面しごき加工実験による加工条件の検討</p> <ul style="list-style-type: none">簡易金型を用いて加工荷重及び表面性状を評価してダイス形状の検討を行い、外面しごき加工でのダイス角度を設定した。 <p>-2 外面しごき評価実験による加工条件の検証</p> <ul style="list-style-type: none">テーマ で開発したロングストロークプレス試作機を用いて外面しごき加工を行い、肉厚 0.1mm、編肉 20μm、表面粗さ 1μm 以下の金属パイプを試作した。非塩素系潤滑剤(X-2828)を用いて実験を行い、外面しごき加工に対して塩素系潤滑剤と同等の潤滑性能を有することを検証した。開発した外面しごき加工とスピニング加工(1 工程)を組み合わせ、各種金属スリーブ(金属パイプ、金属ロール、金属ベルト)を試作した。
<p>内面しごき加工ステンレス管の高精度化に向けた検討 (名古屋工業大学)</p> <p>-1 内面しごき加工用装置の改良及び高性能化</p> <ul style="list-style-type: none">内面しごき加工において段数を多くすることで薄肉化(0.12mm)の成形が可能となった。 <p>-2 内面しごき加工による金属ロールの機械的材料特性評価</p> <ul style="list-style-type: none">金属スリーブの引張試験による機械的材料特性評価の結果、開発工法(しごき加工)による試作品の特性には特に問題は確認されなかった。
<p>ステンレス絞り・しごき加工用非塩素系潤滑剤の開発及び評価技術の確立 (日本工作油)</p> <p>-1 非塩素系潤滑剤の潤滑機構解明/潤滑界面の分析調査</p> <ul style="list-style-type: none">塩素系潤滑剤及び非塩素系潤滑剤の潤滑メカニズムの解明をした。塩素系潤滑剤はステンレス界面に化学吸着のような現象が起きるが、非塩素系潤滑剤(硫黄やリン系添加剤など)ではほとんど化学吸着しないことが解った。 <p>-2 実用評価方法及び装置の開発</p> <ul style="list-style-type: none">ステンレス絞り・しごき加工用潤滑剤評価方法の確立により評価装置を開発した。実機評価にたよらずステンレスなど金属材料の耐焼付性評価が容易な評価可能となり潤滑剤開発の期間短縮ができた。 <p>-3 非塩素系潤滑剤(ステンレス絞り・しごき用)の開発・実用化</p> <ul style="list-style-type: none">非塩素系潤滑剤の開発としては、固体潤滑剤や新規添加剤の探索及び最適配合比率の検討を行ない、評価試験機並びに実機での加工による検証を行なった結果、非塩素系潤滑剤 X-2828 を開発し非塩素系潤滑剤の開発を完了した。

金属ロールの実用性評価方法の確立 (ディムコ)

- 1 **新金属塑性加工法による金属ロール素材の物性値評価**
 - ・金属ベルトおよび金属ベルト素材の耐久性能評価として重要な疲労強度試験を行い、新加工法による素材の耐久性能は従来製法によるものと同等であることが判明した。
- 2 **新金属塑性加工法による金属ロールの実用性評価**
 - ・金属ベルトおよび金属ロール素材の疲労強度試験を行う装置製作し、疲労強度試験を行い、正常に機能した。
 - ・金属ベルトおよび金属ロールの実用性評価試験装置を製作し、評価試験を行った結果、プリンターの定着部ユニットの交換基準までの使用可能な耐久性能および機能があることが判明した。
- 3 **金属ロールの平坦度非接触評価装置の開発**
 - ・金属ベルトの平坦度経時変化を測定することによる金属ベルトの実用性評価法式を確立した。

ロングストロークプレス試作機及び自動検査装置実験機の製作 (野口製作所)

- 1 **ロングストロークプレス試作機の製作**
 - ・金属スリーブ外面しごき加工用にロングストロークプレス試作機の仕様を決定し、設計製作を行った。
 - ・本試作機を用いて金属スリーブ(金属パイプ)を加工し、従来の3倍の生産速度を達成した。
- 2 **非破壊探傷センサーの検討及び自動検査装置実験機の製作**
 - ・非破壊探傷センサーの方式を検討した結果、レーザー式の探傷装置が適していることが分かった。
 - ・レーザー式探傷センサーを組み込んだ検査装置の仕様を決定し、自動検査装置実験機を製作した。
 - ・金属スリーブ(金属パイプ)に対して本実験機の設定調整を行った結果、目視での検査と同等レベルでの識別が可能となり、検査時間を短縮できることを確認した。

表 1-11 開発品

開発品		金属スリーブ			潤滑剤
タイプ		金属パイプ	金属ロール	金属ベルト	非塩素系
主用途		定着用スリーブ			ステンレス絞り・しごき加工用
仕様	肉厚 (mm)	0.07以上	0.04以下	0.04以下	
	径 (mm)	20以上	40以下	40以上	
	弾性変形	なし			
開発品					

仕様により「金属パイプ」「金属ロール」「金属ベルト」に分類

1-4 当該プロジェクト連絡窓口

豊橋商工会議所 中小企業振興部 工業振興課 井川 剛
 〒440 8508 愛知県豊橋市花田町字石塚 42 1
 TEL : 0532-53 7211
 FAX : 0532-53 7210
 E-mail : igawa@toyohashi-cci.or.jp

第2章 本論

2-1 多段深絞り加工高精度ステンレス素管の連続加工技術の確立（テーマ）

2-1-1 目的

しごき加工で金属スリーブを成形するためには、素管の薄肉化・高精度化が求められる。テーマでは、多段深絞り加工によるステンレス素管の薄肉化・高精度化と生産技術の確立を目指して、下記のサブテーマを設定した。

[サブテーマ]

- (1) -1 多段深絞り加工実験による加工条件の検討
- (2) -2 連続加工実験による量産化技術の検討

サブテーマ -1 に関しては、「しわ」「焼付き」「金型冷却」などの課題に対して、実験的に多段深絞り加工条件を設定することが目的である。サブテーマ -2 では、-1 の結果を反映させた素管の連続加工技術の検証と、テーマで開発した非塩素系潤滑剤の性能をステンレス多段深絞り加工実験により評価することが目的である。

2-1-2 目標

テーマでの技術目標を表 2-1 に示す。非塩素系潤滑剤での高精度ステンレス素管の加工技術の確立が目標である。

表 2-1 多段深絞り加工における技術目標

素材	加工法	潤滑剤	精度
ステンレス鋼	多段深絞り加工	非塩素系潤滑剤	肉厚:0.2mm以下 偏肉:20 μ m以下 表面粗さ: Rz1 μ m以下

2-1-3 実験方法

テーマでは、下記の項目について実験を行った。

- (1)高精度ステンレス素管用多段深絞り加工における課題対策及びその効果の検証
- (2)搬送及び冷却装置の設置によるステンレス素管の連続加工化
- (3)連続加工実験による高精度ステンレス素管の加工精度の検証
- (4)ステンレス多段深絞り連続加工による非塩素系潤滑剤の性能評価

2-1-4 まとめ

テーマでは、高精度薄肉素管用多段深絞り加工に関する実験を実施し、加工条件の設定及び連続加工実験による検証を行った。加工条件の設定では、8 絞り工程におけるしわ対策、焼付き対策などを行い、加工工程の設定を行った。また、連続加工実験に向けて金型冷却を試み、製品精度ならびに潤滑剤の性能確保に取り組んだ。連続加工実験では塩素系潤滑剤と同条件で、テーマで開発した非塩素系潤滑剤(X-2828)を用いて実験を実施して潤滑性能を検証した。

テーマの主な成果を以下に示す。

- (1)多段深絞り加工によるステンレス製高精度薄肉素管の加工技術を確立した。
- (2)技術目標である肉厚 0.2mm 以下、偏肉 20 μ m 以下、表面粗さ 1 μ m 以下を達成した。
- (3)非塩素系潤滑剤(X-2828)での高精度薄肉素管の加工が可能であることを検証した。

2-2 外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立 (テーマ)

2-2-1 目的

金属スリーブの加工工程の中で最も重要な工程は、素管からの仕上げ工程である。仕上げ工程は、従来スピニング加工によって行われているが、本研究では、金属パイプの高精度化・生産性向上を狙い、しごき加工の適用を検討した。テーマ では、金属パイプを対象とした外面しごき加工による高精度薄肉化技術の確立を目指し、下記のサブテーマを設定した。

[サブテーマ]

- (1) -1 外面しごき評価実験による加工条件の検討
- (2) -2 外面しごき加工実験による加工条件の検証

サブテーマ -1 に関しては、簡易評価金型を活用して、外面しごき加工における金型(ダイス)形状の設定が目的である。サブテーマ -2 では -1 の結果を反映させたダイスを用いて、金属パイプの成形を対象とした実際の外面しごき加工実験による検証と、テーマ で開発した非塩素系潤滑剤の性能を外面しごき加工により評価することが目的である。また、テーマ で開発したロングストロークプレス試作機を用いて実験を行い、各種金属スリーブの試作及び加工条件に関するデータ収集を行った。

2-2-2 目標

テーマ での技術目標を表 2-2 に示す。非塩素系潤滑剤での外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立が目標である。

表 2-2 外面しごき加工における技術目標

素材	加工法	潤滑剤	精度
ステンレス鋼	外面しごき加工	非塩素系潤滑剤	肉厚:0.1mm以下 偏肉:10 μ m以下 表面粗さ: Rz1 μ m以下

2-2-3 実験方法

テーマ では、下記の項目について実験を行った。

- (1)外面しごき加工実験によるダイス形状の設定
- (2)外面しごき評価実験による高精度薄肉ステンレス管の加工精度の検証
- (3)外面しごき加工による非塩素系潤滑剤の性能評価
- (4)外面しごき加工を利用した各種金属スリーブの試作
- (5)金属パイプの機械的特性に対する従来工法と開発工法(外面しごき加工)との機械的性質の比較

2-2-4 まとめ

テーマ では、外面しごき加工に関する実験を通して、金型設定及び金属パイプの試作を行った。加工実験(予備実験)においてダイス角度を設定し、実際の金属パイプの外面しごき加工において金型設定を検証した。外面しごき加工で成形した金属パイプの肉厚、偏肉、表面粗さなどを調査し、テーマ で開発した非塩素系潤滑剤(X-2828)の潤滑性能について評価した。今回開発した外面しごき加工を適用して各種金属スリーブを試作し、その特性を従来工法と比較検討した。

テーマ の主な成果を以下に示す。

- (1)外面しごき加工における金型設定を確立した。
- (2)実際の金属スリーブを対象とした外面しごき加工を行い、実現性を検証した。

- (3) 外面しごき加工による寸法精度は肉厚 0.1mm, 偏肉 20 μ m, 表面粗さ 1 μ m 以下で, 偏肉以外の技術目標は達成した。
- (4) 非塩素系潤滑剤(X-2828)による金属パイプ外面しごき加工が可能であることを検証した。
- (5) 開発した外面しごき加工を適用して, 各種金属スリーブ「金属パイプ」「金属ベルト」「金属ロール」を試作した。
- (6) 金属パイプについては, 従来工法と開発工法(外面しごき加工)とで特性を比較評価し, 外面しごき加工による金属パイプの残留応力の状態が優れていることが分かった。

2-3 内面しごき加工ステンレス管の薄肉化プロセスの検討 (テーマ)

2-3-1 目的及び目標

工具表面によって被加工材を圧縮し、その相対すべりがある程度小さい場合、工具の表面性状を被加工材に転写することが可能である。この場合、工具表面が鏡面に研磨してあれば、それに接触した被加工材表面を鏡面にすることが可能である。管を薄肉化するために従来用いられている外面しごき加工に対して、内面しごきは、管の内面をしごくことにより、薄肉化し、かつ外表面を、鏡面に加工したコンテナに押し付けることにより、鏡面に仕上げることが可能なプロセスである。

本研究では、下記のサブテーマを設定し、被加工材であるステンレス管の内面しごきにおける薄肉化に対する工具形状の影響、多段加工の効果を明らかにすることを目的とした。また、金属スリーブの機械的材料特性評価を行い、開発工法の検証を行った。

[サブテーマ]

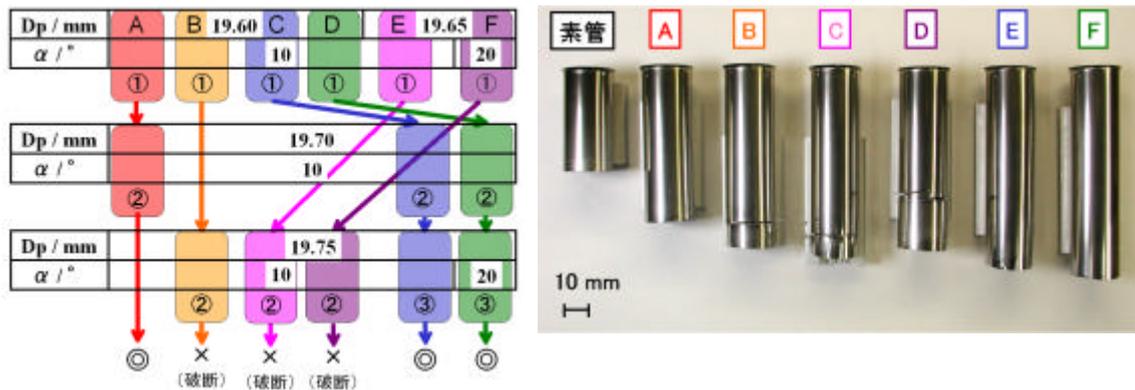
- (1) -1 内面しごき加工用装置の改良及び高性能化
- (2) -2 内面しごき加工による金属ロールの機械的材料特性評価

2-3-2 実験方法

テーマ では、下記の項目について実験を行った。

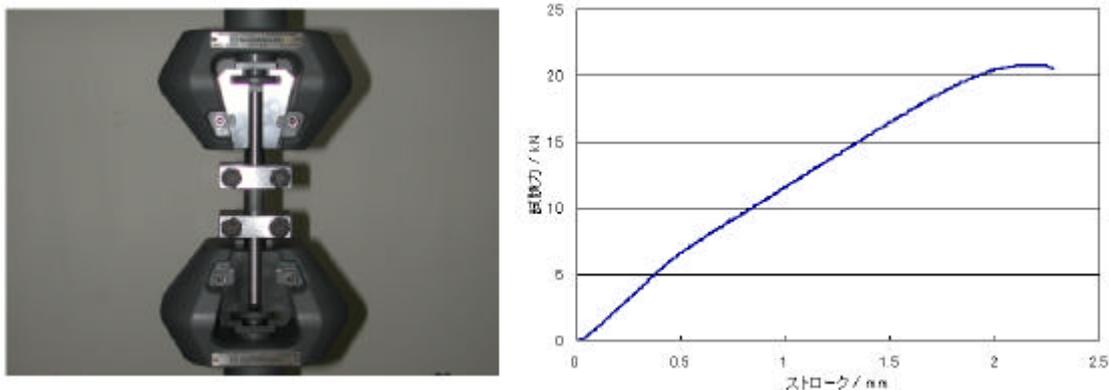
- (1) 内面しごき加工における工具形状及び多段加工への影響

図1 多段加工の工程と加工後のパイプ



- (2) 金属ロールの引張試験による機械的材料特性の評価

図2 引張試験の様子と荷重 - ストローク線図



2-3-3 まとめ

内面しごきにおける薄肉化に対する工具形状の影響，多段加工の効果に関する調査及び金属パイプの機械的特性評価の結果から以下のことが明らかになった．

- (1)一段加工の限界は， $D_p=19.65\text{mm}$ である．加工後の管は，フランジからの距離が長くなると徐々に肉厚が薄くなり，最大 0.01mm 程度肉厚の違いがある．
- (2)一段加工後の管の外表面は，コンテナの表面が転写されていた．内表面のしごき方向の粗さは極めてなめらかであった．
- (3)三段の加工を行えば，最終の $D_p=19.75\text{mm}$ でも破断せずに加工できる． (D_p, \quad) が $(19.60, 10)$ $(19.70, 10)$ $(19.75, 20)$ の時，最小肉厚が 0.12mm に達する．肉厚の差は， 0.017mm 程度にできた．
- (4)内面しごき加工による薄肉化は可能であるが，金型構造上の問題もあり，現状では金属パイプに対する適用は困難であると判断した．
- (5)金属パイプの引張試験による機械的材料特性評価の結果，開発工法(しごき加工)による試作品の特性には特に問題は確認されなかった．

2-4 ステンレス絞り・しごき加工用非塩素系潤滑剤の開発及び評価技術の確立（テーマ）

2-4-1 研究目的及び目標

従来、ステンレス材の絞り・しごき加工用潤滑剤として、焼付き抑制や加工品の表面粗度改善等、潤滑剤としての性能が優れている塩素系添加剤を用いた潤滑剤が使用されてきた。

しかし、昨今では、(1) 顧客からの環境要求（RoHS, PRTR, PCA, ODS 物質の排除）、(2) 応力腐食割れ防止（要因を排除という意味で）、の理由から潤滑剤の非塩素化が必要とされてきている。

本研究では、塩素系潤滑剤に代わる非塩素系潤滑剤の開発を最終目標にして、(1) 塩素系潤滑剤の極圧作用の詳細機構解明及び潤滑界面の分析、(2) 実用評価方法および装置の開発、(3) 非塩素系潤滑剤の試作および評価、をサブテーマとして取上げ、研究を進める。以下に実施内容について報告する。

2-4-2 実験方法

1) 塩素系及び非塩素系潤滑剤の潤滑作用の詳細機構解明および潤滑界面の分析

《分析方法》

摩擦試験によって得られた試験片を分析試料にして、塩素系潤滑剤及び非塩素系潤滑剤の潤滑界面分析を行い、非塩素系潤滑剤の潤滑メカニズムの解明を試みた。分析方法は、以下の方法を用いた。

) 摺動面及び摺動部断面の形態観察、元素分析、及び結晶構造の調査：

a . TEM による断面観察， b . EDX による特異点の成分分析， c . ED による結晶構造の調査

(アモルファス結晶の有無の確認)

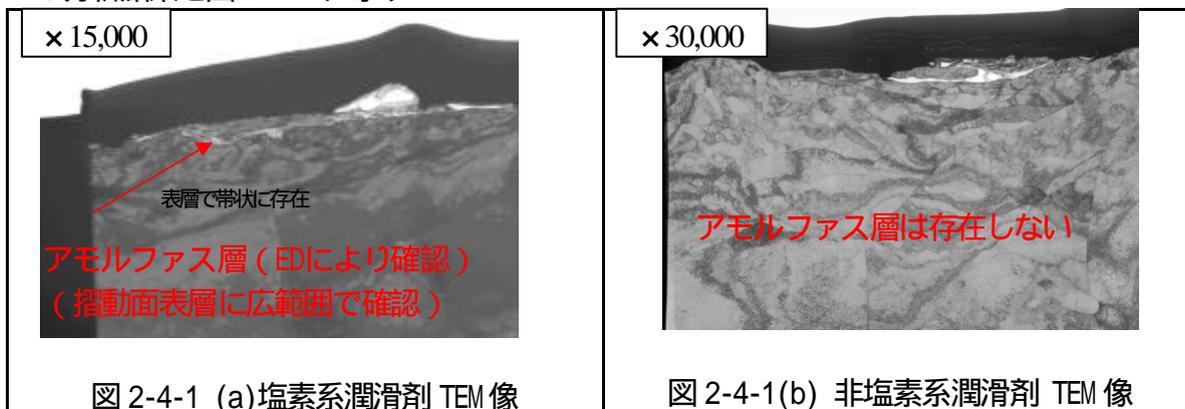
) 摺動面の材料・油剤自体の金属元素分析と有機化合物の化学的構造変化の調査：

a . 高感度 FT-IR による潤滑試験前後における油剤自体の化学的構造変化の調査，
b . XPS による潤滑試験前後におけるステンレス材料摩擦界面の化学構造変化，について調査した。

《分析結果》

) 摺動面及び摺動部断面の形態観察、元素分析、及び結晶構造の調査結果

摺動部断面の形態観察として、塩素系潤滑剤並びに非塩素系潤滑剤（X-2828）の潤滑界面の分析結果を図 2-4-1 に示す。



(1) 塩素系潤滑剤で認められた高い潤滑性を有すると推察されたアモルファス層が非塩素系潤滑剤 X-2828 では認められず [図 2-4-1]、潤滑メカニズムが異なることが推察された。

以上のことから、塩素系潤滑剤のような極圧添加剤を含む油剤により生成されたアモルファス層生成に頼らず、非塩素系潤滑剤でも必要とする潤滑性能を得られる可能性を示唆する結果が得られた。

- (2) 非塩素系潤滑剤 X-2828 の潤滑性能向上に寄与している Ca 系、Zn 系金属塩の構成成分のうち、Ca については、EDX による元素検出が認められた。しかし、Zn は検出されなかった。
 - (3) (2) の Zn 系金属塩の構成成分の潤滑メカニズムは Ca 系とも異なる可能性が高く、Zn 系金属塩の潤滑メカニズムの応用は、今後の更なる潤滑性能向上のための課題として認識することができた。これは、(1) と同様に学術的な裏づけとなる情報が得られたことを意味する。
- 2) 摺動面の材料・油剤自体の金属元素分析と有機化合物の化学的構造変化の調査：
- (1) 高感度反射 FT-IR による分析の結果、油剤自体の化学的構造変化は認められなかった。
 - (2) XPS による分析の結果を、添加剤由来の金属元素の構造やステンレス材料の構成成分である金属元素の構造に化学的変化は認められなかった。しかし、ステンレス材料/工具間の摩擦摺動部と未摺動部において、ともに存在する炭素 (C) のナローチャートに着目すると、288~292eV で発現するピーク強度・位置が僅かに異なっている様子が確認された。

2) 実用評価方法および装置の開発

ステンレス材加工対応の非塩素系潤滑剤 X-2828 の開発に貢献し、(株)野口製作所において、実際に使用されるプレス機および金型を用いた製品試作（ステンレス鋼板の深絞り、しごき加工）での整合性が確認された。油剤開発の際に使用する摩擦評価試験方法は、簡便である方が望ましい。しかし、従来から用いられてきた各種試験方法は、実際の加工における整合性の合致という意味で十分ではなく、「簡便性（時間短縮）」と「実際の加工における整合性」の両立は、長年に渡る課題であった。本研究により開発した試験装置により、この課題を実機加工で得られた結果と相関を取れたことを確認することで達成できた。その結果、油剤開発に要する時間が短縮化することができた。

3) 非塩素系潤滑剤の開発および評価

実用評価装置を用いて非塩素添加剤の種類を絞込むことができたが、添加剤単体では高粘度あるいは低粘度すぎること、安定性が悪いことから、実用的に使用しづらい。このため、各種添加剤の組み合わせにより使用上の不具合を解消のため表 2-4-2 に示す試作油を調整し使い勝手や潤滑性を検討した。検討の際に試作した試作油の 40 での動粘度を示したものを表 2-4-2、摩擦試験による耐焼付荷重を図 2-4-2 に示す。耐焼付荷重が高いほど、高面圧での焼付き現象が生じにくいいため、優れた耐焼付性を示すことを意味する。

表 2-4-2 各試作油の動粘度

金属加工油	動粘度：40 (mm ² /s)	金属加工油	動粘度：40 (mm ² /s)
試作油A	210	試作油F	256.3
試作油B	190	試作油G	187.9
試作油C	215	試作油H	260
試作油D	175	試作油I	236.9
試作油E	220	塩素系加工油	203.9

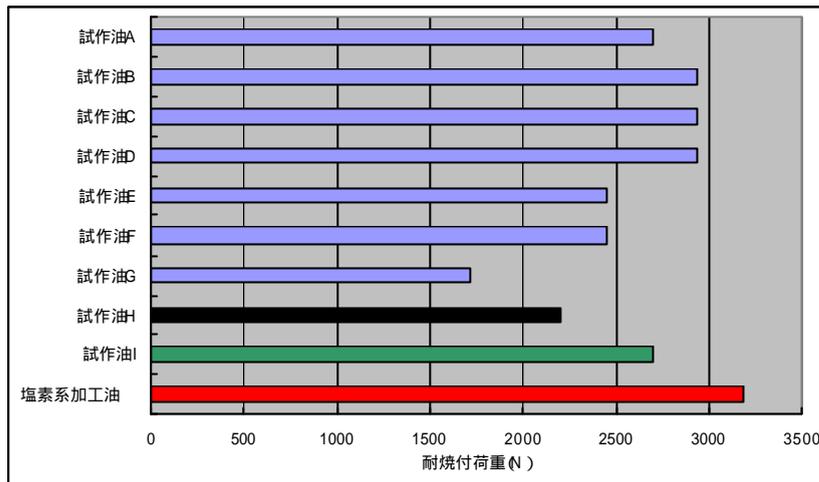


図 2-4-2 試作油の耐焼き付き性比較

この添加剤組み合わせ評価から 臭気，安定性の面で利用可能な組み合わせ，使用上適正な粘度への調整の可否，相乗効果による潤滑性の向上の，の視点から適正な添加剤の配合系を見出した．耐焼付性に優れる試作油 A，試作油 B，試作油 C は，潤滑剤の安定性が悪い（分離や沈殿が生じる）．試作油 D は臭気が強く，加工熱などによる潤滑剤の温度上昇による臭気発生を想定すると，作業環境に適さない．黒鉛（固体潤滑剤）を含有することで耐焼付性の向上は得られるが（試作油 H），洗浄性や作業環境を考えると，固体潤滑剤を使用しないことが望ましい．このため，固体潤滑剤を使用した潤滑剤（試作油 H）よりも耐焼付性に優れ，且つ液の安定性，臭気性に優れた固体潤滑剤非含有の油状潤滑剤として，，，の結果を元に最適化を図り目標を満足する非塩素系潤滑剤 X-2828 を開発に至った．

2-4-3 まとめ

本テーマにおける塩素系潤滑剤及び非塩素系潤滑剤の潤滑メカニズムの解明を行なうことで，塩素系潤滑剤はステンレス界面に化学吸着のような現象が起きるが，非塩素潤滑剤（硫黄やリン系添加剤など）ではほとんど化学吸着しないことが解った．この結果は，学術的価値が高く，新たなシーズの創生へつながると考えられる．実機との相関を取ることが可能なステンレス絞り・しごき加工用潤滑剤評価方法の確立により，加工にあわせた評価装置を開発したことで実機評価にたよらずステンレスなど金属材料の耐焼付性評価が容易に評価可能となった．これにより，潤滑剤開発の期間短縮が可能になった．

非塩素系潤滑剤の開発としては，固体潤滑剤や新規添加剤の探索及び添加剤の最適配合比率の検討を行ない，評価試験機並びに実機での加工による検証を行なった結果，非塩素潤滑剤 X-2828 を開発し非塩素潤滑剤の開発を完了した．本結果から非塩素潤滑剤に関する特許出願を行った．

2-5 金属ロールの実用性評価方法の確立（テーマ）

2-5-1 研究目的及び目標

本研究開発では、電気製品の機能部品として使用される金属ロールの高精度薄肉化及び生産性の高効率化を実現する新たな金属塑性加工法の開発と製品の実用性評価方法の確立を目的としており、金属ロールの実用性評価方法を確立するために実用性評価試験機を試作・製作することが本テーマの課題である。金属ロールの実用性評価は各エンドユーザーが独自に自社仕様で実施しており、客観的に実用性を評価する標準的な評価方法はまだ制定されていない。そこで本研究では、これまでの顧客情報をもとにして金属ロールの実用性評価試験機を製作し、試験方法の確立を目指すことにした。

表5-1 研究目標

年度	項目	目標	最終目標
平成18年度	実用性評価法の確立	実用性評価試験機プロトタイプ の試作・評価	実用性評価機の試作
平成19年度	実用性評価法の確立	実用性評価試験機（プロトタイプ） の評価 実用性評価技術の確立	実用性評価試験機の 製作

2-5-2 実施内容

研究実施内容は表5-2に示すとおりである。

表5-2 研究実施内容

年度	番号	実施内容
平成18年度	- 1	実用性評価試験条件の設定
	- 2	実用性評価試験機プロトタイプの設計及び試作
	- 3	実用性評価試験機プロトタイプの評価
平成19年度	- 1	新金属塑性加工法による金属ロール素材の物性値評価
	- 2	新金属塑性加工法による金属ロールの実用性評価
	- 3	金属ロールの平坦度非接触評価装置の開発

2-5-3 実験結果

(1) 実用性評価試験条件の設定

金属口 - ラ (スリ - ブ) の代表的な使用例であるベルト定着型 (左図) と口 - ラ定着型 (右図) に即した試験条件を設定した。

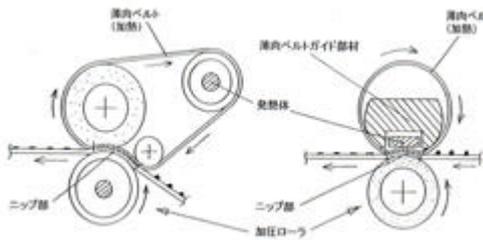


図5 - 1 プリンタ - の主要部

【評価試験条件】

周速：Max100mm/sec

加圧力：Max2kgf/cm²

加熱温度：Max200

速度可変設定・計測

加圧力可変設定・計測

口 - ラ回転数カウンタ付

口 - ラは、テフロンコ - ティング実施

(2) 実用性評価試験機プロトタイプを試作

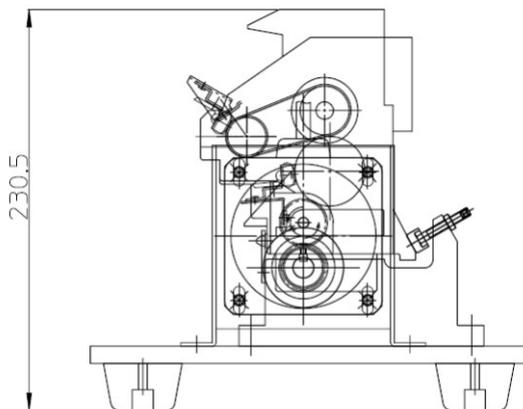


図5 - 2 ベルト式試験機

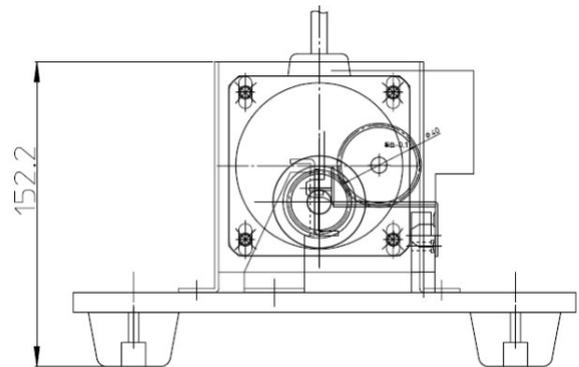


図5 - 3 口 - ル式試験機

(3) 実用性評価試験機プロトタイプの評価

動作テストの結果、評価試験機は両方式とも仕様通りに機能することを確認した。また、評価試験機の外観を写真で示す。



写真5 - 1 ベルト式試験機



写真5 - 2 口 - ル式試験機

(4) 試験条件

いずれも定着ロールの交換基準と云われている給紙枚数 10 万枚に相当する回数の回転試験を行い、金属ロールの試験前後の形状変化（外径，振れ）を観察する。
 なお、試験条件は表 5 - 3 の通りである。

表 5 - 3 試験条件

項目	ベルト式	ロール式
加熱温度	150（ベルト表面）	150（セラミックヒータ温度）
印刷速度	50 枚 / 分	50 枚 / 分
通紙枚数	10 万枚（A4 縦）	10 万枚（A4 縦）
試験時間	33 時間 / 1 試料	33 時間 / 1 試料
試料	40（熱処理有と無し）	30（熱処理有と無し）
試料 N 数	各 2	各 2
評価法	a . 外径，振れ変化 b . 平坦度変化	a . 外径，振れ変化

(5) 試験結果

試験結果は表 5 - 4 及び表 5 - 5 のとおりである。

表 5 - 4 ベルト式の実用性評価試験結果

			外径 1	外径 2	肉厚 A	肉厚 B	振れ	平坦度
新加工法 処理あり	試料 1 021	試験前	40.066	40.059	0.045	0.044	0.155	0.0788
		試験後	40.062	40.066	0.044	0.045	0.157	0.0850
		差	-0.004	0.008	-0.001	0.001	0.002	0.0062
	試料 2 023	試験前	40.056	40.059	0.043	0.043	0.106	0.0754
		試験後	40.053	40.055	0.043	0.045	0.202	0.0822
		差	-0.003	-0.004	0.000	0.002	0.006	0.0068
新加工法 処理なし	試料 1 042	試験前	40.047	40.060	0.044	0.043	0.097	0.0693
		試験後	40.051	40.058	0.047	0.042	0.101	0.0785
		差	0.004	-0.002	0.003	-0.001	0.004	0.0092
	試料 2 046	試験前	40.041	40.062	0.043	0.045	0.121	0.0713
		試験後	40.040	40.055	0.041	0.042	0.125	0.0786
		差	0.005	0.005	-0.002	-0.003	0.004	0.0073

表5 - 5 ロ - ル式の実用性評価試験結果

			外径 1	外径 2	肉厚 A	肉厚 B	振れ
現加工法 処理あり	試料 1 123	試験前	30.077	30.047	0.045	0.046	0.471
		試験後	30.081	30.049	0.048	0.046	0.521
		差	0.004	0.002	0.003	0.000	0.005
	試料 2 127	試験前	30.047	30.078	0.045	0.045	0.493
		試験後	30.062	30.103	0.045	0.049	0.550
		差	0.005	0.005	0.000	0.004	0.007
新加工法 処理あり	試料 1 011	試験前	30.071	30.071	0.047	0.043	0.114
		試験後	30.068	30.067	0.043	0.041	0.108
		差	-0.003	-0.004	-0.004	-0.002	-0.006
	試料 2	試験前	-	-	-	-	-
		試験後	-	-	-	-	-
		差					
新加工法 処理なし	試料 1 048	試験前	29.660	29.661	0.045	0.041	0.033
		試験後	29.664	29.688	0.048	0.044	0.810
		差	0.004	0.002	0.003	0.003	-0.003
	試料 2 049	試験前	29.666	29.666	0.046	0.043	0.059
		試験後	29.667	29.668	0.046	0.044	0.061
		差	0.001	0.002	0.000	0.001	0.002

2-5-4 まとめ

- (1) 金属ベルトおよび金属ベルト素材の耐久性能評価として重要な疲労強度試験を行い、新加工法による素材の耐久性能は従来製法によるものと同等であることが判明した。
- (2) 金属ベルトおよび金属ロ - ル素材の疲労強度試験を行う装置製作し、疲労強度試験を行い、正常に機能した。
- (3) 金属ベルトおよび金属ロ - ルの実用性評価試験装置を製作し、評価試験を行った結果、プリンタ - の定着部ユニットの交換基準までの使用可能な耐久性能および機能があることが判明した。
- (4) 金属ベルトの平坦度経時変化を測定することによる金属ベルトの実用性評価法式を確立した。

2-6 ロングストロークプレス試作機及び自動検査装置実験機の製作 (テーマ)

2-6-1 ロングストロークプレス試作機の製作

金属スリーブの全長は 200~400mm あるため、プレス機としてこれの 2 倍以上のストローク量が必要となる。従来のプレス機のストローク量は、数 100mm 程度であるため、金属スリーブの加工には対応していない。金属スリーブの中には肉厚が 0.1mm 以下になるものもあり、プレス機の剛性・精度が求められる。また、低コスト化のために高生産性の達成は重要なポイントである。

金属スリーブの外周しごき加工では、製品の長さに相当する加工長さ(200~400mm)が必要になる上、肉厚も薄いこともあり、しごき加工中の加工条件の設定は非常に重要である。そのためには、ダイス形状、加工速度、潤滑剤などの適正化が必要となるため、加工時の荷重データは有効な情報となる。

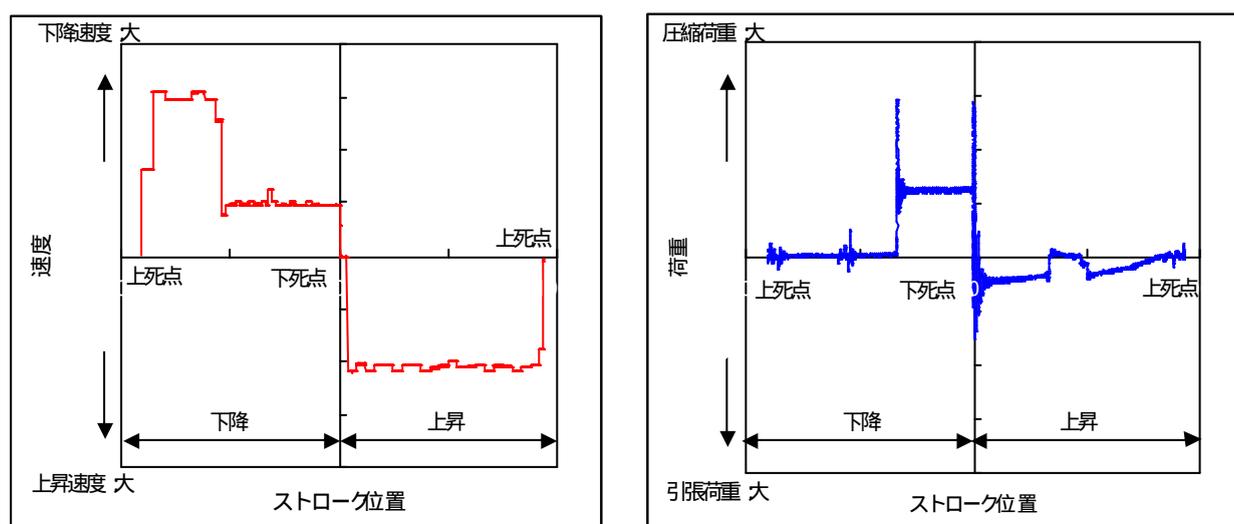
ロングストロークプレス試作機の仕様を表 2-3 に示す。プレス機上面にはロードセル、位置制御用スケールを設けてサーボ制御する同時にパソコン(PC)でデータ収集を行う。

表 2-3 プレス機仕様

項目	内容
駆動方式	油圧
ストローク長さ	従来の 3 倍
加工速度	10spm 可変

2-6-2 評価結果(ロングストロークプレス試作機)

ロングストロークプレス試作機の性能を評価するため、実際に外周しごき加工を行い、収集データから検証を行った。対象は金属パイプ(肉厚 $t=0.1\text{mm}$ 、外径 20mm、全長 L300mm)とした。ロングストロークプレス試作機における外周しごき加工のデータを図 2-1 に示す。図の横軸 0mm は下死点、マイナス側は下降時、プラス側は上昇時を表している。各図の縦軸の速度及び荷重はともにプラス側が下向き、マイナス側は上向きになる。速度及び荷重データから、負荷がかかった状態で、設定通り速度がほぼ一定で制御されていることを確認した



(a) 速度-位置

(b) 荷重-位置

図 2-1 ロングストロークプレス試作機における加工データ

2-6-3 まとめ(ロングストロークプレス試作機)

テーマのロングストロークプレス試作機では、金属スリーブの外表面しごき加工に適用可能なプレス機を開発した。金属スリーブの外表面しごき加工実験を行い、本プレス機の性能を評価した。

テーマのロングストロークプレス試作機における主な成果を以下に示す。

- (1) 金属スリーブの外表面しごき加工に対応したロングストロークプレス試作機を開発し、実際の外表面しごき加工実験による性能の検証を行った。
- (2) 外表面しごき加工による性能検証では、負荷時において油圧サーボにより速度制御されていることを確認した。
- (3) 本プレス機により、金属パイプの外表面しごき加工が可能となり、従来工法の生産性3倍を達成した。
- (4) 今後は本プレス機による加工データの蓄積・分析を進め、本プレス機の問題点を明確にさせ、量産化に適した低コストのロングストロークプレス機の開発が課題である。

2-6-4 自動検査装置実験機の製作

金属パイプの表面欠陥である「傷」「打痕」「汚れ」等に対するユーザー使用基準が厳しいため、完成品に対しての全数検査が必要である。現状の目視検査では以下に示すような課題があり、量及び質に関して安定した品質保証が困難となっている。

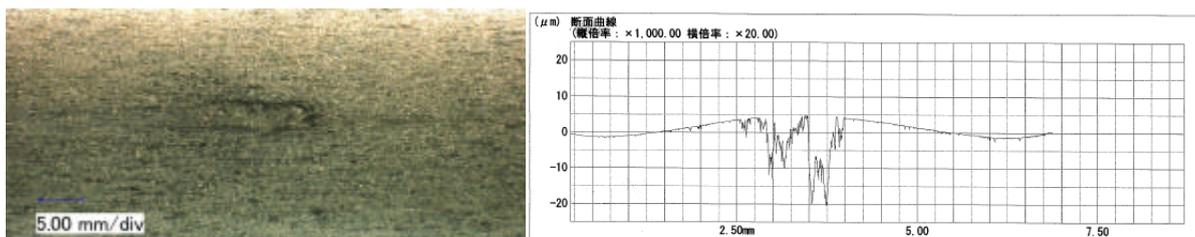
-) 人による判定のばらつき
-) 判断基準の変化
-) 1個当たりの検査時間が長い

上記課題を解決する為に、自動検査装置の開発を行い、安定した品質保証を実現できる自動検査装置の開発を行った。

センシング方法の選定方法として、金属ロールの不良サンプルによる不良検出システムの検証テストを実施し、「検出能力」「繰り返しの検出精度の再現性」「検出時間」「装置価格」「自動化が可能なシステム」等を判断し、レーザービーム(スキャン)を選定した。

2-6-5 評価結果(自動検査装置実験機)

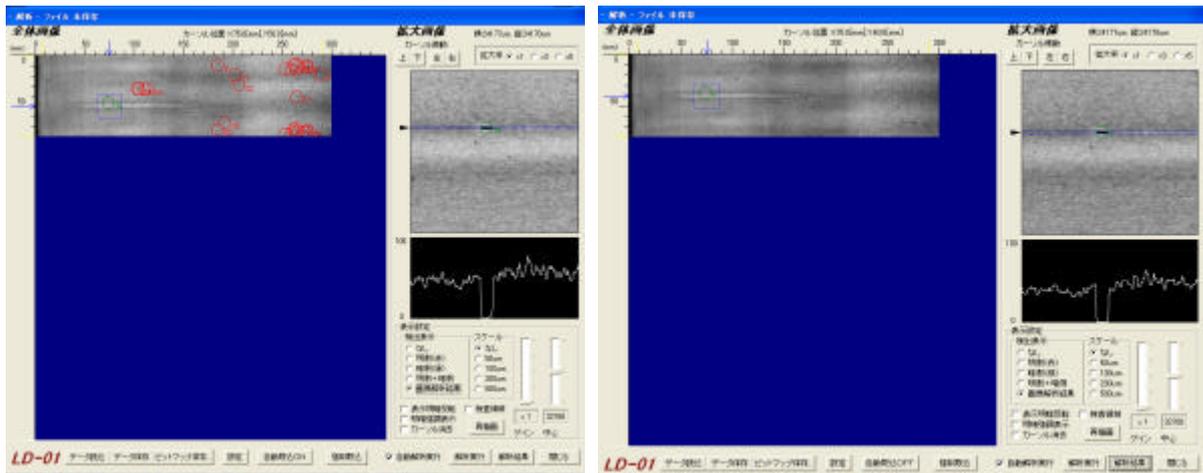
カメラ角度、ピント調整をしながら、最適なセッティングを見つけ出し、過剰検出している部分については、フィルタを設けて検出精度を向上させた。実験機を検証するにあたり、今回開発したロングストロークプレス試作機で加工した金属パイプ(肉厚 t0.2mm, 外径 20mm, 全長 L320mm)を使用し、実加工で発生した欠陥を対象に欠陥以外の誤検出の有無の確認、繰り返し精度の確認を行った。以下に欠陥の写真・粗さ(図 2-2)及び検査結果(図 2-3)を示す。フィルタの設定を調整することによって、図に示すような欠陥の検出が可能となること分かった。



(a) 欠陥写真

(b) 欠陥部の粗さ(軸方向)

図 2-2 金属パイプの欠陥の状態



(a) フィルタなし

(b) フィルタあり

図 2-3 自動検査結果

2-6-6 まとめ(自動検査装置実験機)

テーマの自動検査装置における主な成果を以下に示す。

- (1)人による判定のばらつきに関しては、各種欠陥データを数値化し判定基準を明確にすることにより、検査基準のばらつきは抑えることが可能となった。
- (2)判断基準の変化については、レーザー投受光器の角度、距離等のセッティング及び各種設定項目、パラメータの変更により判断基準が変化した場合も対応可能である。

第3章 全体総括

3-1 研究開発成果

3-1-1 開発技術

本研究開発では、金属スリーブを対象としたステンレス多段深絞り加工・しごき加工による高精度薄肉化及び高生産性化に関する技術を確立した。開発工法により試作した各種金属スリーブの耐久性を検証するために実用評価試験機を開発し、試作金属スリーブの性能評価を行った。金属加工用潤滑剤に関しては、環境負荷低減を目的としてステンレス多段深絞り加工・しごき加工に適用可能な非塩素系潤滑剤の開発を行った。

本研究開発に関するテーマと達成状況を表3-1、表3-2に示す。

表3-1 研究開発テーマ

		研究テーマ		開発機関
(1)新金属塑性加工法の確立	絞り加工	H18	多段深絞り加工によるステンレス素管の高精度化に関する加工法の確立	(株)野口製作所
		H19	多段深絞り加工高精度ステンレス素管の連続加工技術の確立	
	しごき加工	H18	外面しごき加工ステンレス管の高精度化用金型設定の確立	(株)野口製作所
		H19	外面しごき加工ステンレス管の高精度薄肉化技術の確立	
		H18	内面しごき加工ステンレス管の高精度化に向けた検討	名古屋工業大学
		H19	内面しごき加工ステンレス管の薄肉化プロセスの検討	
(2)非塩素化	H18	ステンレス絞り・しごき加工用非塩素系潤滑剤の開発及び評価技術の確立	日本工作油(株)	
	H19			
(3)実用評価法	H18	金属ロール向け実用性評価装置の試作	(株)ディムコ	
	H19	金属ロールの実用性評価方法の確立		
(4)生産性向上	H18	量産化に向けたロングストロークプレス機及び自動検査装置の開発に向けた技術調査	(株)野口製作所	
	H19	ロングストロークプレス試作機及び自動検査装置実験機の製作		

表 3-2 達成状況

項目	最終目標	達成状況	
(1)新金属塑性加工法の確立			
絞り加工 【株野口製作所】	高精度素管製作 *肉厚：0.2mm 以下 *偏肉：20μm 以下 *面粗度：1μm 以下 (Rz：十点平均粗さ)	H18	金型製作完了
		H19	高精度素管製作 *肉厚：0.2mm *偏肉：20μm *面粗度：1μm 以下 非塩素系潤滑剤使用
しごき加工 【株野口製作所】 【名古屋工業大学】	金属スリーブ製作 *肉厚：0.1mm 以下 *偏肉：10μm 以下 *面粗度：1μm 以下 (Rz：十点平均粗さ)	H18	金型製作完了(予備実験用)
		H19	加工法として外面しごきを選択 (実用性) 金型製作(検証実験用) 金属ロール製作 *肉厚：0.1mm *偏肉：10～20μm *面粗度：1μm 以下 非塩素系潤滑剤使用
(2)新加工用非塩素系潤滑剤の開発 【日本工作油(株)】	絞り・しごき加工潤滑剤の解明 非塩素系潤滑剤の製品化	H18	塩素系潤滑剤の潤滑機構を解明 潤滑剤実用評価方法の妥当性を確認 固体潤滑剤の有効性を確認
		H19	非塩素系潤滑剤の潤滑機構調査に着手 非塩素系潤滑剤の試作 潤滑剤実用評価にて有効性を確認
(3)実用評価方法の確立 【株ディムコ】	実用性評価試験機の製作	H18	金属ロール評価試験機(プロトタイプ)の製作完了
		H19	金属ロール実用性評価試験機の製作 評価方式の確立
(4)生産性の向上 【株野口製作所】	現状の3倍	H18	ロングストロークプレス機の仕様設計完了 外観不良検知装置の調査及び選定
		H19	ロングストロークプレス試作機・自動検査装置実験機を製作 金属パイプに対して3倍達成

3-1-2 試作結果

本研究開発で確立した技術により試作した成果を表 3-3 に示す。金属スリーブについては金属パイプ、金属ロール、金属ベルトの3種類のタイプを試作し、目標肉厚(薄肉化)を達成した。非塩素系潤滑剤として試作した X-2828 については、検証実験の結果からステンレス多段深絞り加工・しごき加工において適用可能であると判断した。

表 3-3 金属スリーブ・非塩素系潤滑剤試作品

試作品	金属スリーブ			潤滑剤
	金属パイプ	金属ロール	金属ベルト	非塩素系
主用途	定着用スリーブ			ステンレス絞り・しごき加工用
仕様	肉厚(mm)	0.07 以上	0.04 以下	0.04 以下
	径(mm)	20 以上	40 以下	40 以上
	弾性変形	なし	あり	あり
試作品				

3-1-3 開発成果まとめ

本研究開発で取り組んだ「新金属塑性加工法の確立」「非塩素化」「実用評価方法の確立」「生産性の向上」に関する成果を以下に示す。

(1)新金属塑性加工法の確立

)多段深絞り加工の加工条件の検証を行い、ステンレス高精度素管の連続加工技術を確立した。

)金型形状検証によりしごき加工による高精度薄肉化技術を確立し、各種金属スリーブの製作が可能となった。

)多段深絞り加工及びしごき加工において非塩素系潤滑剤(X-2828)の性能を検証した。

(2)非塩素系

)潤滑剤性能評価法を開発し、潤滑剤開発期間の短縮を実現した。

)塩素系及び非塩素系の潤滑機構の分析結果から、非塩素系潤滑剤(X-2828)を開発した。

(3)実用評価方法の確立

)金属スリーブ(金属ロール、金属ベルト)の実用方法を確立し、実用評価装置を試作した。

)開発した実用評価装置を活用して、試作した金属スリーブの疲労特性を検証した。

(4)生産性の向上

)金属スリーブ対応のロングストロークプレス試作機を開発した。

)金属スリーブ(金属パイプ)用レーザー式自動検査装置を開発し検査時間を短縮した。

)金属パイプ(金属スリーブ)の生産性向上(現状の3倍)を実現が可能となった。

3-1-4 工業所有権の取得状況及び対外発表等の状況

(1)特許

非塩素系潤滑剤に関する特許出願の予定。(タイトル:金属加工用潤滑剤)

(2)対外発表等

第13回東三河合同産学官技術交流会(産業クラスター計画関連事業「東三河産業創出ネットワーク支援事業」)にて成果報告を行った。

- ・発表テーマ:「難加工材の高精度金属プレス加工技術に関する研究開発を実施して」
- ・発表日時:平成20年3月14日(金)
- ・場所:蒲郡商工会議所(愛知県)

3-2 研究開発後の課題・事業化展開

(1)金属スリーブ

情報機器市場は世界的に見て、日本が抜群な競争力を維持している。今後中国をはじめ、B r i c s 諸国にもオフィスオートメーションとメディア文化が浸透して行くのは間違いないが、その市場は益々拡大するものと思われる。オフィスや業務用として、スピーディな印刷でしかも画質に優れた情報機器を担う分野では、日本の独壇場ではあるが、世界市場に追随を許さぬ位置を継続するために当然熾烈な技術開発が求められる。

これらのオフィス機器の基幹部品として熱定着ローラーに実は白羽の矢が立っている。今後は、情報機器を支える技術の大きな課題として、熱に強く、薄く、平滑な面を持ち、高い弾性に支えられ、高い耐久性をもつ高精度な薄肉金属ローラーが強く求められている。

ステンレス鋼を中心とした材料をもって、精密な多段プレス技術としごき加工を基にした高精度な塑性加工により、円筒状のスリーブを超薄肉化することを可能としたことを受け、市場に求められる低コスト及びスピーディな、しかも環境負荷を低減する競争力のある独自加工を実現、フレキシブルな超薄肉金属ローラー加工技術を開発した。これを市場の要請として特に技術課題として競争のターゲットにさらされている熱定着ローラーの基材としてに商品化し、販路拡大を進める。

(2)非塩素系潤滑剤

昨今の環境要求として潤滑添加剤の内、極圧添加剤として使用される塩素化合物(塩素化パラフィン)は発ガン性や難分解性(水生動物への悪影響)やこれらを含む廃潤滑油をサーマルリサイクルのため焼却による熱エネルギー抽出の際にダイオキシン類の発生が疑われており、金属加工用潤滑剤からの排除(脱塩素化)が強く求められている。(具体的にはEUのRoHS指令やREACHのほか各企業が定める環境基準、グリーン購買など)この他塩素イオンはオーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れを誘発する可能性が高いことから品質保証の見地からも金属プレス加工工程から塩素化合物を排除することが求められている。

しかし、塩素化合物は鉄系金属を冷間塑性加工する際、工具と被加工材間の焼付き抑制に卓越した効果がある。鉄系材料の中でもクロムを高単位で添加された材料(ステンレス鋼)においては塩素化合物以外に実用レベルで焼付きを抑制する機能を持った添加剤や潤滑組成物は見いだされていなかった。このためステンレス鋼の加工用潤滑剤の非塩素化が取り残されていた。本研究開発において得られた成果物である非塩素潤滑剤(および解明された非塩素による焼付き抑制機構)は前述の問題を解決するとともに環境負荷の低減に貢献する。本成果物を普及させ事業化する戦略として学会、業界誌、などを活用する。また平行して顧客の詳細なニーズに基づいた改良を行い、普及を加速させる。