

平成 21 年度 戰略的基盤技術高度化支援事業
「低コスト、低燃費を目指した自動車用 A T クラッチ板製造装置の開発」

研究開発成果等報告書

平成 22 年 7 月

委託者 北海道経済産業局

委託先 財団法人 北海道科学技術総合振興センター

目 次

第1章 研究開発の概要	1
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）	4
1－3 成果概要	8
1－4 当該研究開発の連絡窓口	11
第2章 本論	13
2－1 クラッチ板製造装置開発	13
2－1－1 摩擦材打ち抜き加工機械のサーボプレス化とクラッチ板用 ベース鉄基材・摩擦材の連續貼り付け組み合わせにおける 摩擦材の保持機構の開発	13
2－1－2 クラッチ板用ベース鉄基材位置割出装置の高速同期運転 と停止位置決め精度の確保	17
2－1－3 小型糊付けユニット（RC:ロールコーティング）の開発	19
2－2 製品検査実験装置開発	21
2－2－1 クラッチ板用ベース鉄基材と摩擦材の円周方向の 「ずれ」検査（内外径許容差：±0.1 mm）	21
2－2－2 溝巾、溝深さ、摩擦材厚さ検査	23
2－2－3 表裏の溝位置位相検査（表裏で同じ位相の溝が要求スペック）	25
第3章 全体総括	27

第1章 研究開発の概要

第1章 研究開発の概要

自動車部品であるクラッチディスクは、ベース材の鉄板に約 1mm の厚さのリング状摩擦材を貼り付けた構造である。この摩擦材は、シート材を打ち抜いて作られるが、残った円形中抜き材はスクラップとして廃棄処理される。本研究は、このスクラップ材をクラッチディスク用摩擦材として再利用するとともに、省工程を実現することで、クラッチディスクの製造コスト低減と省資源に資するものである。

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1-1 研究の背景

現在、リング状摩擦材を使ったクラッチディスクの市場占有率は9割以上であるが、この摩擦材はシート材を打ち抜いて作られており、残った円形中抜き材はスクラップとして廃棄処理されている。リング方式ではシート材の歩留まりが15%程度とされているが、自動車メーカー等は低コスト追求・エコ指向が高まってきており、今後は摩擦材シートの歩留まりが40%程度確保できるドット方式やセグメント方式に移行し、数年後には、その市場における比率が5割程度にまで高まることが予想されている。しかしながら、ドット方式・セグメント方式のクラッチディスクは歴史が浅く、糊付けされた「クラッチ板用ベース鉄基材」に事前に打ち抜いておいた「摩擦材」を貼り付けるバッチ方式が主流となっている。このため、製造ラインは、シート状の摩擦材の打ち抜、糊付け、仮接着などの3工程のため、それぞれ「クラッチ板用ベース鉄基材供給機」、「摩擦材供給機」、「クラッチ板用ベース鉄基材・摩擦材の貼り付け組み合わせ機」などの付帯設備が必要になり、非効率な製造工程を強いられている。

1-1-2 研究の目的

本研究は、従来スクラップとして廃棄処理されていた中抜き材をクラッチディスク用摩擦材として再利用するため大幅なコスト削減が期待できるとともに、今後主流となるドット方式・セグメント方式クラッチディスクの非効率な生産方式を見直し、3工程から1工程への集約化・省工程化を実現するためのクラッチ板製造装置および製品検査実験装置を開発し、検査データ処理システムを構築する。

1-1-3 研究の目標

【1-1】 クラッチ板製造装置開発—摩擦材打ち抜き加工機械のサーボプレス化と クラッチ板用ベース鉄基材・摩擦材の連続貼り付け組み合わせにおける 摩擦材の保持機構の開発（シンセメック（株））

打ち抜いた摩擦材をそのままの位置を保持しながらクラッチ板用ベース鉄基材に貼り付ける必要から、プレス下降時の高速性が要求される。同時にプレス機構として小型高速サーボプレスを試作開発し、本装置へ実装する。

市販のサーボプレス機では制御性に難点があり、フレキシブルな制御性を実現したいという視点からサーボプレス機本体を試作開発し実装する。

プレス打ち抜き時の摩擦材固定を確実にするために、現在のドット方式・セグメント方式クラッチディスクの非効率な生産方式の課題を踏まえ

て新たな機構の開発も行う。

- ① 装置設計
- ② 部品製作、購入品・外注発注
- ③ 装置組み上げ、調整
- ④ 制御ソフト設計
- ⑤ 制御盤製作
- ⑥ 総合試運転、調整

【1-2】 クラッチ板製造装置開発ークラッチ板用ベース鉄基材位置割出装置の高速同期運転と停止位置決め精度の確保（割出精度：±0度1分）（シンセメック（株））

割出装置の実装スペースはかなり限られたスペースになることが予想され、旋回駆動用サーボモータ、割出機構、クラッチ板用ベース鉄基材クランプ機構などを組み合わせた実装となる。高精度な小物部品の加工製作と組み付け精度保証など細かな実装組立技術のスキルアップを図るとともに、摩擦材打ち抜きとクラッチ板用ベース鉄基材旋回の正確な同期運転を計るために高度なソフトウェアの開発も行う。

- ① 装置設計
- ② 部品製作、購入品・外注発注
- ③ 装置組み上げ、調整
- ④ 制御ソフト設計
- ⑤ 制御盤製作
- ⑥ 総合試運転、調整

【1-3】 クラッチ板製造装置開発ー小型糊付けユニット（RC:ロールコーラー）の開発（膜厚のバラツキ：±数 μ ）（シンセメック（株））

本来は、糊の粘度管理が重要なポイントであるが、今回は糊の粘度管理システムとライン上は切り離して設置できるので、本研究では、糊塗布メカ部の小型糊付けユニット開発に限定する。この部分の開発は、アイデアと経験豊富な川下企業のサポートを受け実施する。

- ① 装置設計
- ② 部品製作、購入品・外注発注
- ③ 装置組み上げ、調整
- ④ 制御ソフト設計
- ⑤ 制御盤製作
- ⑥ 総合試運転、調整

【2-1】 製品検査実験装置開発ークラッチ板用ベース鉄基材と摩擦材の円周方向の「ずれ」検査（内外径許容差：±0.1mm）（シンセメック（株）、北海道大学）

レーザー変位センサーによる画像認識アルゴリズムの開発とFPGAによる

高速処理対応、Delphi 言語によるデータ処理の併用について、北海道立工業試験場の協力を得て実施する。

- ① 装置設計
- ② 部品製作、購入品・外注発注
- ③ 装置組み上げ、調整
- ④ 制御ソフト設計
- ⑤ 制御盤製作
- ⑥ 形状判定アルゴリズム設計（北海道大学との共同研究のもとで実施）
- ⑦ ソフトデバッグ
- ⑧ 総合試運転、調整

【2-2】製品検査実験装置開発－溝巾、溝深さ、摩擦材厚さ検査（シンセメック（株）、北海道大学）

レーザー変位センサーによる計測と Delphi 言語によるデータ処理のアルゴリズムを確立し正確な検査を行う。

- ① 形状判定アルゴリズム設計（北海道大学との共同研究のもとで実施）
- ② ソフトデバッグ
- ③ 総合試運転、調整

【2-3】製品検査実験装置開発－表裏の溝位置位相検査（表裏で同じ位相の溝が要求スペック）（シンセメック（株）、北海道大学）

レーザー変位センサーによるデータ取得の同期性を検証し、検査する。

- ① 形状判定アルゴリズム設計（北海道大学との共同研究のもとで実施）
- ② ソフトデバッグ
- ③ 総合試運転、調整

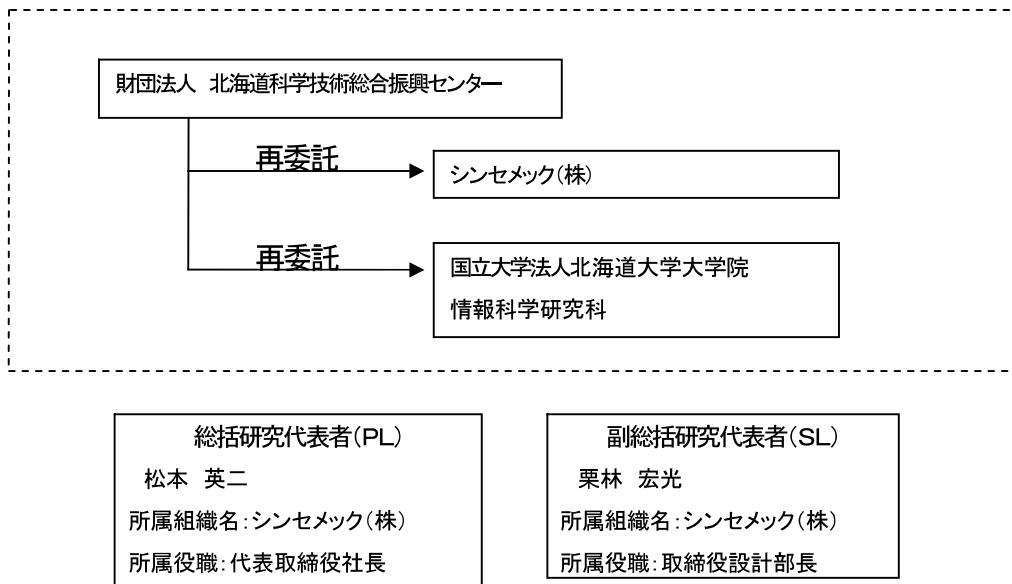
【3-1】プロジェクトの管理・運営（財団法人 北海道科学技術総合振興センター）

本研究開発の進捗状況を管理し、研究開発推進委員会を定期的に開催するなど、プロジェクトの円滑な実施を図るとともに、成果報告書等の作成を行う。

1-2 研究体制 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)

1-2-1 研究組織及び管理体制

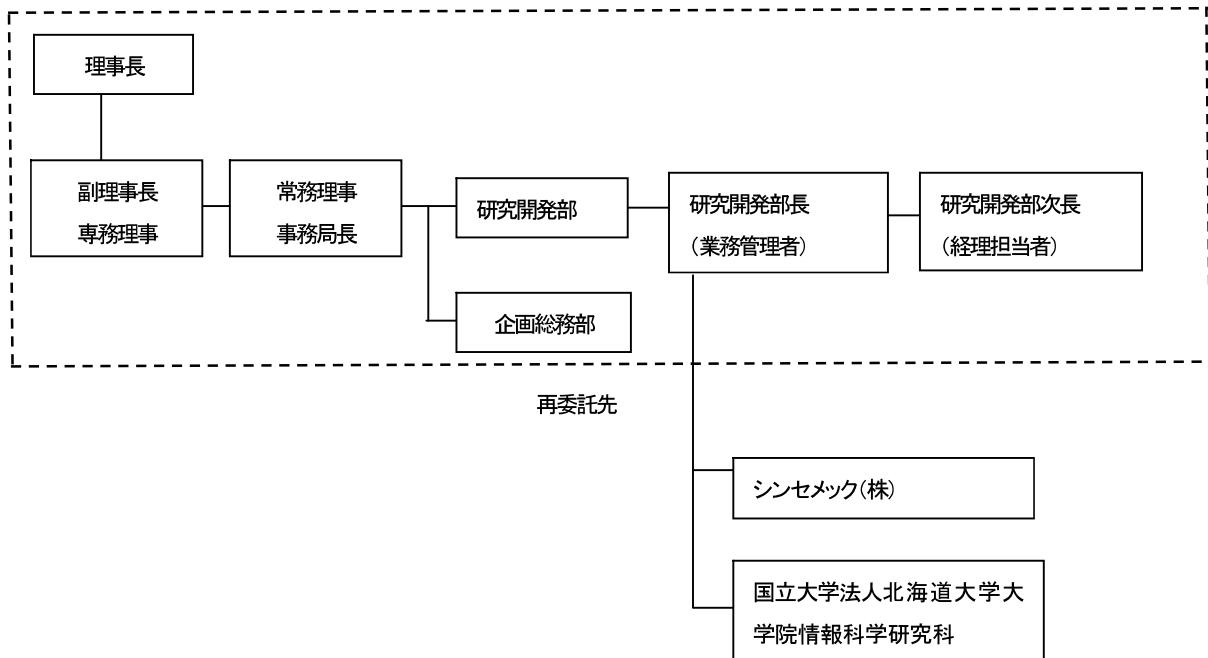
1) 研究組織 (全体)



2) 管理体制

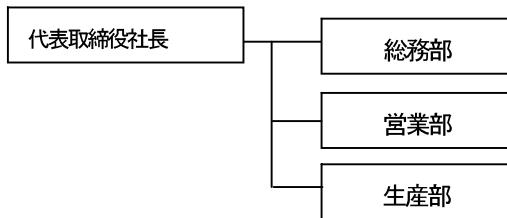
①事業管理者

財団法人 北海道科学技術総合振興センター

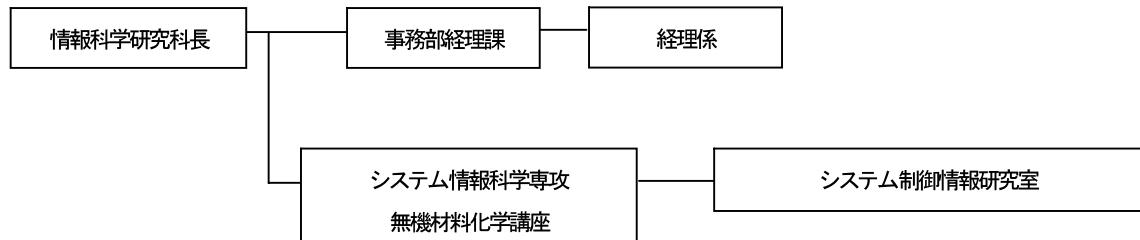


②再委託先

シンセメック(株)



北海道大学大学院情報科学研究科



1－2－2 管理員及び研究員

【事業管理者】財団法人北海道科学技術総合振興センター

①管理員（プロジェクト管理員）

氏名	所属・役職	実施内容
細川 安広	常務理事事務局長	【3-1】
蝦名 彰	常務理事	【3-1】
安藤 栄聖	研究開発部長	【3-1】
本間 淳	研究開発部 次長	【3-1】
富田 隆之	研究開発部 次長	【3-1】
中村 幸雄	研究開発部 次長	【3-1】
伊藤 征也	研究開発部	【3-1】
吉田 志保	企画総務部	【3-1】

【再委託先】※研究員のみ

シンセメック 株式会社

氏名	所属・役職	実施内容
松本 英二	代表取締役	【1-1】①③⑥ 【1-2】①③⑥ 【1-3】①③⑥ 【2-1】①③⑧ 【2-2】③ 【2-3】③
栗林 宏光	主任研究員	【1-1】①②③⑥ 【1-2】①②③⑥ 【1-3】①③⑥ 【2-1】①③⑧

		[2-2] ③	[2-3] ③
白石 泰	副主任研究員	[1-1] ①②③⑥ [1-3] ①②③⑥ [2-2] ③	[1-2] ①②③⑥ [2-1] ①②③⑧ [2-3] ③
村井 努	研究員	[1-1] ①②③⑥ [1-3] ①②③⑥	[1-2] ①②③⑥ [2-1] ①②③⑧
佐藤 健一	研究員	[1-1] ①②③⑥ [1-3] ①②③⑥ [2-2] ③	[1-2] ①②③⑥ [2-1] ①②③⑧ [2-3] ③
布川 丈嗣	主任研究員	[1-1] ②③⑥ [1-3] ②③⑥ [2-2] ③	[1-2] ②③⑥ [2-1] ②③⑧ [2-3] ③
鈴木 全人	副主任研究員	[1-1] ②③⑥ [1-3] ②③⑥ [2-2] ③	[1-2] ②③⑥ [2-1] ②⑧ [2-3] ③
井上 昌紀	研究員	[1-1] ② [1-3] ②	[1-2] ② [2-1] ②
高畑 賢一	研究員	[1-1] ②③⑥ [1-3] ②③	[1-2] ②③⑥ [2-1] ②③
菅 直英	研究員	[1-1] ②⑥ [1-3] ②③⑥	[1-2] ②③⑥ [2-1] ②③
工藤 雄治	研究員	[1-1] ②③⑥ [1-3] ②③⑥	[1-2] ②③⑥ [2-1] ②③
三浦 誠二	副主任研究員	[1-1] ④⑤⑥ [1-3] ④⑤⑥	[1-2] ④⑤⑥
今井 貴之	研究員	[1-2] ④⑤⑥ [2-1] ④⑤⑥⑦⑧ [2-3] ①②③	[1-3] ④⑤⑥ [2-2] ①②③ [2-3] ①②③

国立大学法人 北海道大学

氏名	所属・役職	実施内容
金子 俊一	北海道大学大学院情報科学研究科 教授	[2-1] ⑥⑦ [2-3] ①②
田中 孝之	北海道大学大学院情報科学研究科 准教授	[2-1] ⑥⑦
松下 昭彦	北海道大学大学院情報科学研究科 助教	[2-2] ①②

さらに、下表にある推進委員会を設置し、川下企業 ((株)ダイナックス)、北海道立工業試験場より2人のアドバイザーを配置し、装置開発に必要な情報提供や製造現場を勘査した研究開発の軌道修正を行った。

「低コスト・低燃費を目指した自動車用ATクラッチ板製造装置の開発」推進委員会委員

	氏名	所属・役職	備考
委員	松本 英二	シンセメック株式会社 代表取締役	P L
〃	栗林 宏光	シンセメック株式会社 主任研究員	S L
〃	白石 泰	シンセメック株式会社 副主任研究員	

〃	三浦 誠二	シンセメック株式会社 研究員	
〃	今井 貴之	シンセメック株式会社 研究員	
〃	金子 俊一	北海道大学大学院情報科学研究科システム情報科学専攻 システム制御情報研究室 教授	
〃	大村 功	北海道立工業試験場 情報システム部電子システム課	AD
〃	小山内 弘	株式会社ダイナックス 生産技術副本部長	AD
〃	細川 安広	(財) 北海道科学技術総合振興センター 常務理事事務局長	
〃	安藤 栄聖	(財) 北海道科学技術総合振興センター 研究開発部長	
〃	本間 淳	(財) 北海道科学技術総合振興センター 研究開発部 次長	
〃	富田 隆之	(財) 北海道科学技術総合振興センター 研究開発部 次長	
〃	中村 幸雄	(財) 北海道科学技術総合振興センター 研究開発部 次長	
〃	伊藤 征也	(財) 北海道科学技術総合振興センター 研究開発部	
〃	吉田 志保	(財) 北海道科学技術総合振興センター 企画総務部	

1－3 成果概要

本研究は自動車用 AT クラッチ板を製造するために 3 つの機械要素技術の確立と形状計測技術の高度化を目的としてスタートした。機械要素技術として、①Fa 打ち抜き加工のサーボプレス化と Fa 保持機構の開発 ②CP 割出装置の高速同期運転と停止位置決め精度の確保 ③小型糊付けユニット（ロールコーナー）の開発に取り組んだ。形状計測技術の高度化のため、①CP と Fa の円周方向の「ずれ」検査 ②溝幅、溝深さ、Fa 厚さ検査 ③表裏の溝位置位相検査方式を確立するアルゴリズム製作に取り組んだ。

(1) 3 つの機械要素技術の確立

本要素技術を生産ラインで性能評価するため図 1 に示す機械を製作した。本機は図 2 に示すスクラップ摩擦材とコアプレート基材を供給機にセットしておき、上記 3 つの要素技術を含んだ機構部が正確に動作進行することで仮付けクラッチ板を製造することができる。

図 2 に本研究の成果を示すが、本機の最終出口である「仮付けクラッチ板」を生産することができた。個々の研究アイテムについて詳細は後述するが、当型式のクラッチ板に限って言えば図 2 の各矢印中に示す研究アイテムについてほぼクリアしたと考えている。

当初の下記要求仕様についても確認した。

要求項目	目 標 値
・旋回時割出精度	±0 度 1 分 貼り付け精度から推測
・Fa の円周方向の貼り付け精度	±0.1mm
・溝巾精度（ドット方式の場合）	±0.1mm セグメントのため溝幅確認不可
・生産ラインスピード	20 枚／分／両面（自動反転両面加工）

今回はセグメント方式のクラッチ板を試作して評価実験を行った。

本機は金型交換によりドット方式のクラッチ板も製造可能であるが、時間と費用の関係から今後の試作・実験は川下企業への当機移設後に実施予定である。

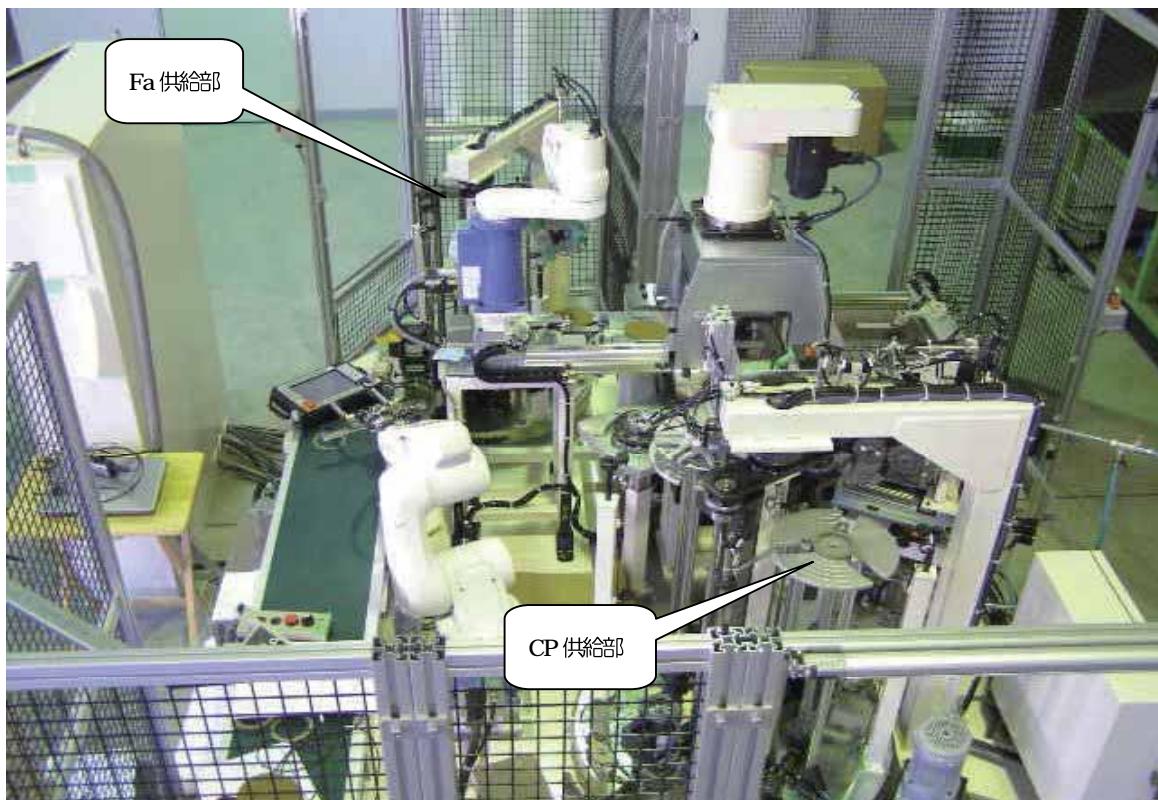


図1 開発装置全体図

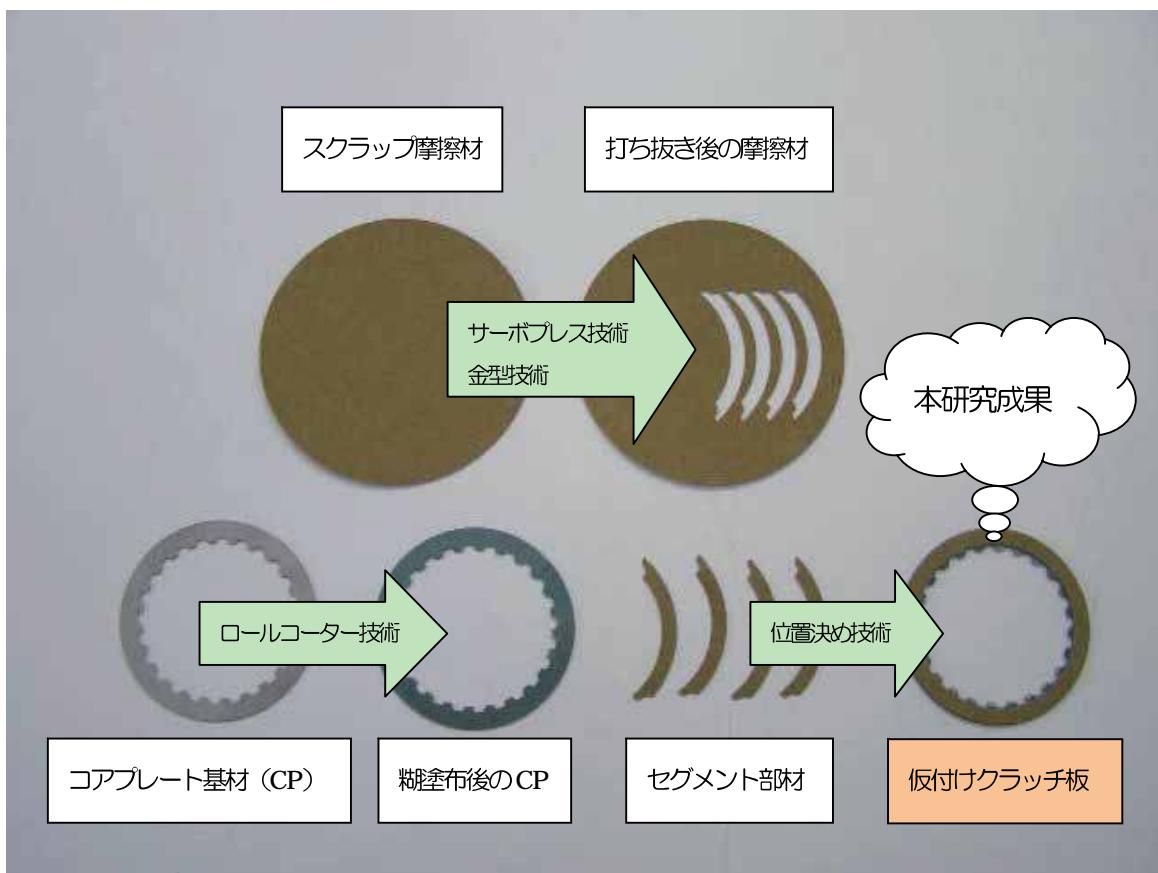


図2 開発要素技術と関連ワーク図

(2) 形状計測技術の高度化

当研究はクラッチ板に貼付けられた摩擦材とコアプレート基材の位置ずれを計測することが目的である。計測スピードの向上と確実な精度判定を目指して、レーザーセンサと2次元画像解析を併用した方式を取り入れて実験を進めた。実験装置としてクラッチ板の回転機構部、レーザー距離センサー取付部、平面画像を取り込むためのCCDカメラ取付部、照明取付部からなる計測装置（図3）を製作した。本計測装置により各データを取得し、解析を行っている。

上記①～③のアイテムについての実験詳細は後述するが、レーザー距離センサーによるデータ解析は従来からの経験もあり②の溝幅、溝深さ、Fa 厚さ検査については目途がつき、形状解析のアルゴリズムも確立出来つつある。

画像データ解析については、データ取込時の照明位置などを工夫することで外乱要素が排除でき、再現性のあるデータ取得が可能となった。現実的な検査アルゴリズムについては、処理スピードの関係から実機への適用は難しい。仮に適用できたとしても、様々なワークへの汎用的なアルゴリズムでの対応は困難を極めることができると予測できる。

さらに実機に対応するためには、多くのパラメーター（画像処理インターフェース）を決めなければならないことが、本研究を通して判明した。このパラメータを現場で設定することは、極めて難しい作業となる。パラメータ決定の方法についても、今後解決しなければならない課題と考えている。



図3 計測データ取り込み実験機概観図

1-4 当該研究開発の連絡窓口

管理法人 財団法人 北海道科学技術総合振興センター
研究開発部次長 本間 淳

〒001-0021 北海道札幌市北区北21条西12丁目
電話 011-708-6392 ファックス 011-747-1911
E-mail : honma@noastec.jp

第2章 本論

第2章 本論

2-1 クラッチ板製造装置開発（シンセメック株式会社）

2-1-1 摩擦材打ち抜き加工機械のサーボプレス化とクラッチ板用ベース鉄基材・摩擦材の連続貼り付け組み合わせにおける摩擦材の保持機構の開発

本アイテムは、サーボプレスと打ち抜き金型の自社開発が主たる目的である。

いずれも、当社においては初めての開発テーマであり、本研究での核となる要素技術である。

（1）サーボプレスの開発

市販のサーボプレスは制御の自由度に制限があり、非常停止からの復帰など、操作方法に難点があった。今回この点を考慮したサーボモータ、ドライバー、ガイドブッシュ等を選定し、本研究に最適なサーボプレスを完成させることができた。

完成したサーボプレスは、推力（Max 2トン）、下降スピード（250mm/sec）、繰返し停止精度（±0.01mm）の性能を有し、要求仕様を達成しており好成果が得られた。

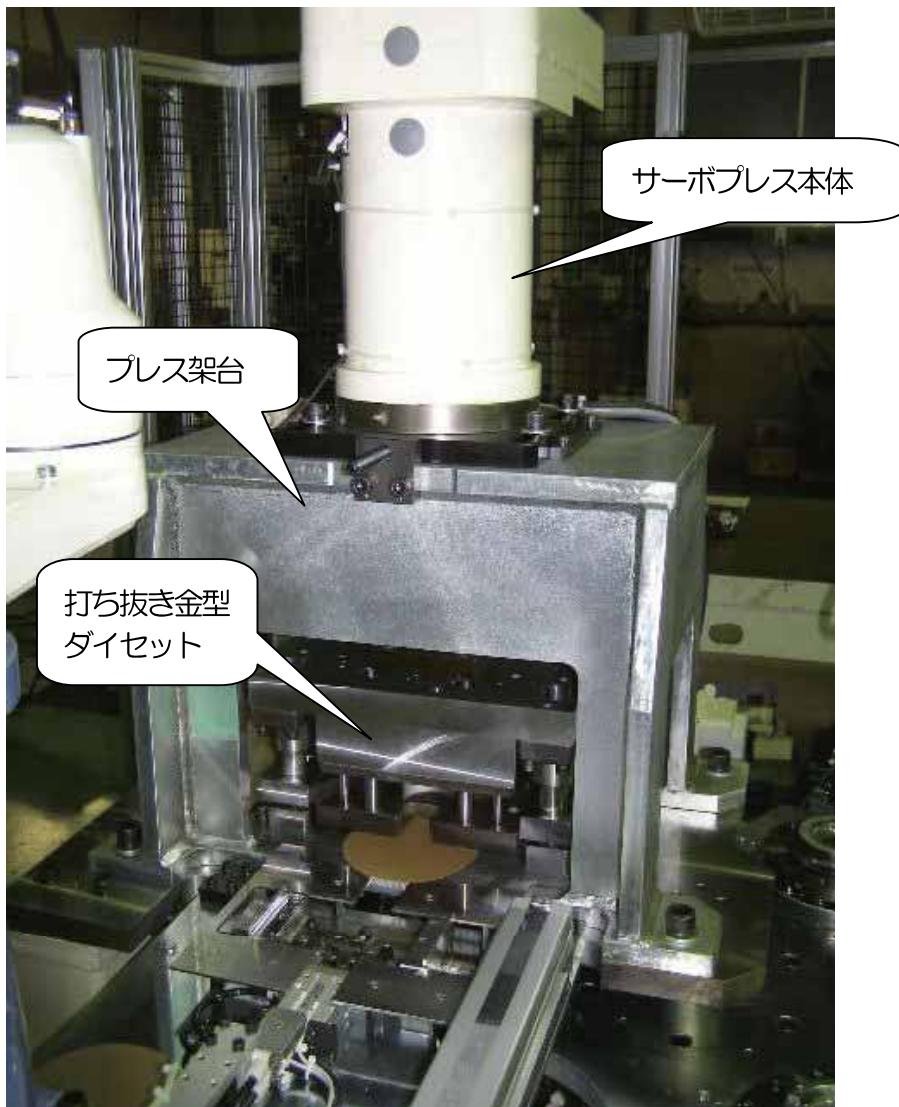


図4 サーボプレスと打ち抜き金型

(2) 金型の設計/開発

パンチとダイのクリアランスについては、川下企業からの意見を参考にして設計を進めた。新規技術として、今回は打ち抜き時の摩擦材シートの「ずれ」を極力抑えるために、従来のスプリングによるストリッパー押さえ方式に変えて、ガススプリングを採用した。このことにより従来に比べ摩擦材を数倍の力で押さえることが出来、打ち抜き精度が大きく向上した（今回はセグメント金型で検証した）。さらにサーボプレスの打抜きは、従来よりも小さな力で抜くことができるため機械的な負荷を軽減することができた。

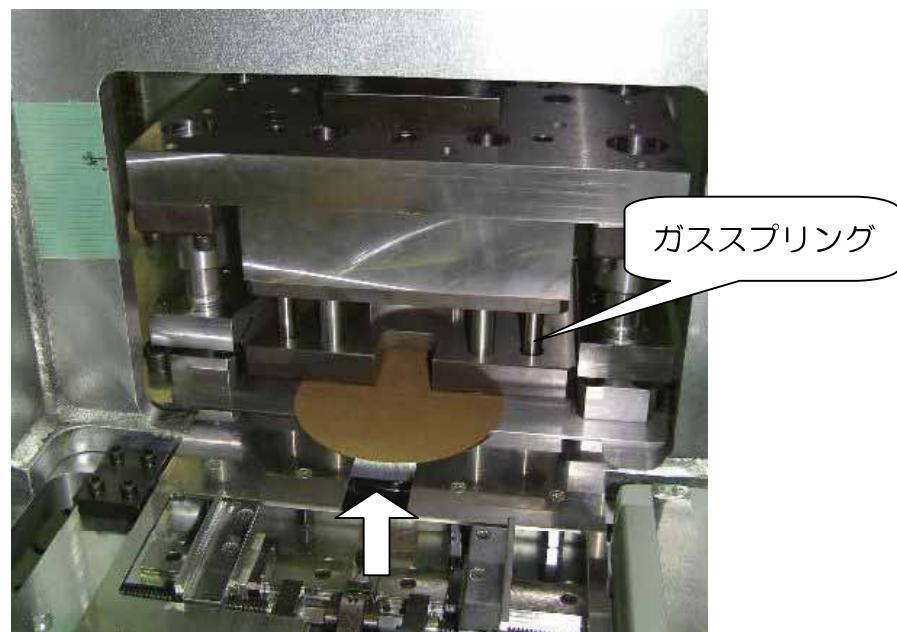


図5 スクラップ摩擦材投入側

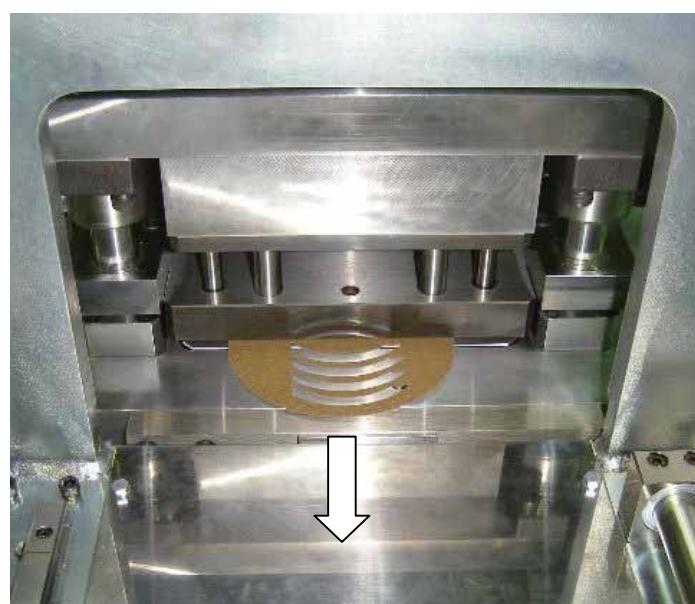


図6 スクラップ摩擦材取り出し側



図7 サーボプレス出側ロッドと金型



図8 サーボプレス本体

(3) 今後の課題

サーボプレスと金型ダイセットについて性能上は高評価が得られたが、作業性について十分な評価は得られなかつた。

主として金型交換時の作業性の悪さであり、特にサーボプレスと金型との接続に不都合があり、プレス架台の設計変更が必要と思われる。作業性については、低評価にとどまつた。

2-1-2 クラッチ板用ベース鉄基材位置割出装置の高速同期運転と停止位置決め精度の確保

(1) 開発の内容

クラッチ板の貼り付け精度は、図9に示すハーモニックドライブ割り出し装置の位置決め精度と図10, 11に示すワーク治具の組み付け精度に大きく左右される。

本装置にはワーク治具が3セット装着しており、最終精度は個々の治具精度のバラツキにも大きく左右される。

上記の諸条件を踏まえ実機に治具を装着し、個々の精度確認を行った。ワーク治具上で半径方向80mmのポイントにダイヤルゲージをセットし繰り返しの停止精度を測定した。最大0.02mm範囲の誤差があったが割出角度に換算すると0.014°で当初の設計目標はクリアできている。

試運転を繰り返す中で新たな課題として、クラッチ板は両面に摩擦材が張られているが、表面（おもてめん）と裏面で貼付精度にバラツキがあることが判明した。

プレス作業時、コアプレートはワーク治具上に埋め込まれているマグネットに吸着される（図11）。表面を貼付する時は、コアプレートはマグネットに直接接触している。裏面では摩擦材を挟んでコアプレートがマグネットで吸着される。原因は明らかになっていないが、表裏でマグネットの吸着力に差があることは明白である。

今のところ精度上の問題にはならないが、さらなる精度を求めるためには、今後解決しなければならない事項である。

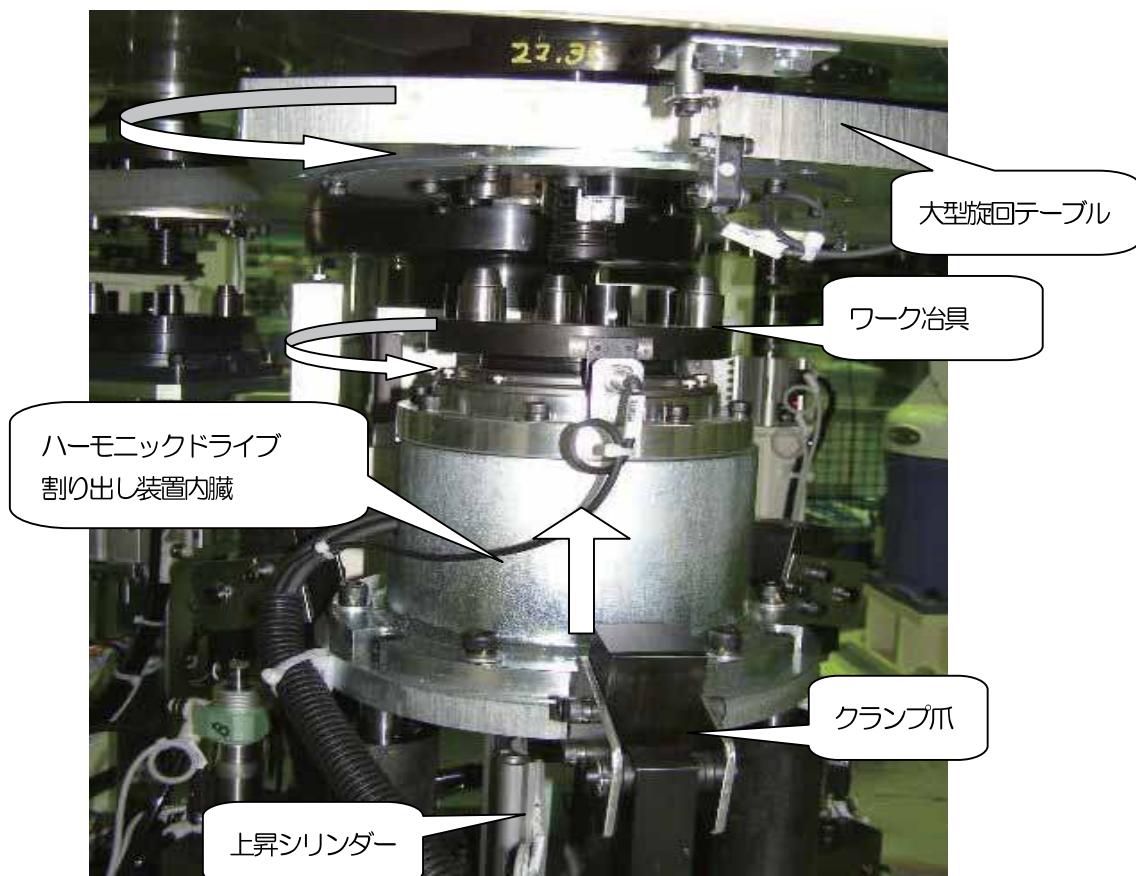


図9 旋回ユニット部

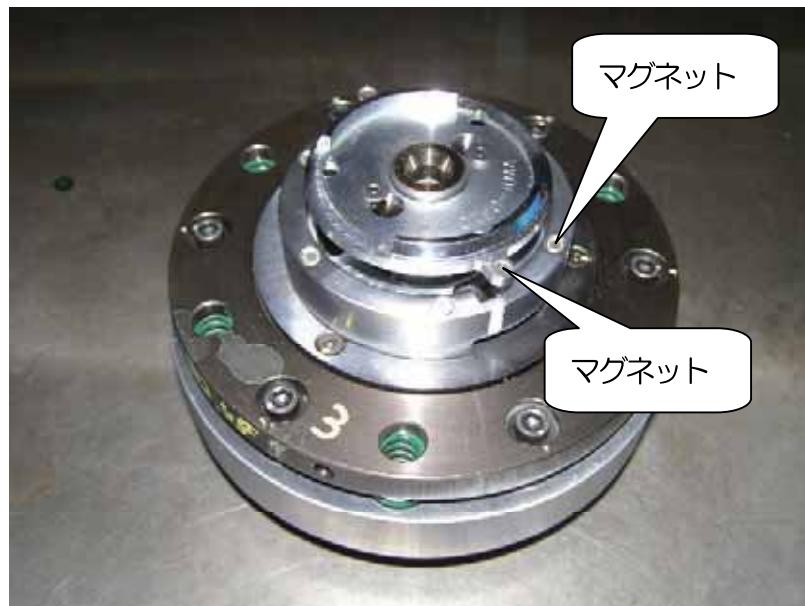


図10 ワーク投入前のワーク治具



図11 ワーク投入後のワーク治具

(2) 今後の課題

今のところ要求通りの位置決め精度を確保してはいるが、本アイテムの今後の課題としては、現在試作を進めているセグメント形式のクラッチ板よりさらに大きなサイズやドット形式のクラッチ板の試作へと進む中で、新たな装置の改造や新規の開発テーマが浮上する可能性がある。

2-1-3 小型糊付けユニット (RC:ロールコーティング) の開発

(1) 開発の内容

ロールコーティング（図12）において致命的な欠陥は「糊もれ」である。本アイテムで最も克服すべきテーマは完璧な「糊もれ防止」である。「糊もれ」は作業環境を悪化させるばかりでなく、糊管理の不安定要因となり接着不良の大きな原因となる。

当ロールコーティングでは、「糊もれ」を完璧にシールするためにメタルシール方式を採用した。2本のロールの端面に置かれた2枚の金属板が常にロール端面を押し付けることで、シール効果が期待できる（図13）。

(2) 試運転結果

糊を注ぎ8時間程度の連続運転を実施した。その結果、明らかな「糊もれ」は発生していないが、ロール端面からの「糸引き」現象が起きていた。「糸引き」現象は時間が経過すると「糊もれ」に発展するため「糸引き」現象も抑える必要がある。

ローラーを外して状況を確認したところ、図14に示すが、コーティングロールのゴム部端面にキズと思われる円形状の溝がついており、この部分から「糸引き」が発生していると考えられる。

本ロールコーティングでは糊回収をローラー端面の1箇所から行っている（図13）。そのため一方の端面は糊が滞留するため、その部分は糊粘度が高まっている可能性がある。固まった糊がシールプレートとコーティングロールの間に入り込みローラーのゴム端部を削り取った可能性が指摘されている。現在糊回収をローラーの両端から取り出す改造を実施中であり、結果が待たれるところである。

本ロールコーティングでは省スペース化も大きな開発アイテムである。ロール長は従来の1/5程度しかないが、そのため糊の供給量や消費量に変動があった場合、糊溜り部分の容積が小さいために糊レベルが大きく変動する。レベルを自動制御しなければ、頻繁にオーバーフローすることになり、糊レベル制御の方式を現在検討中である。

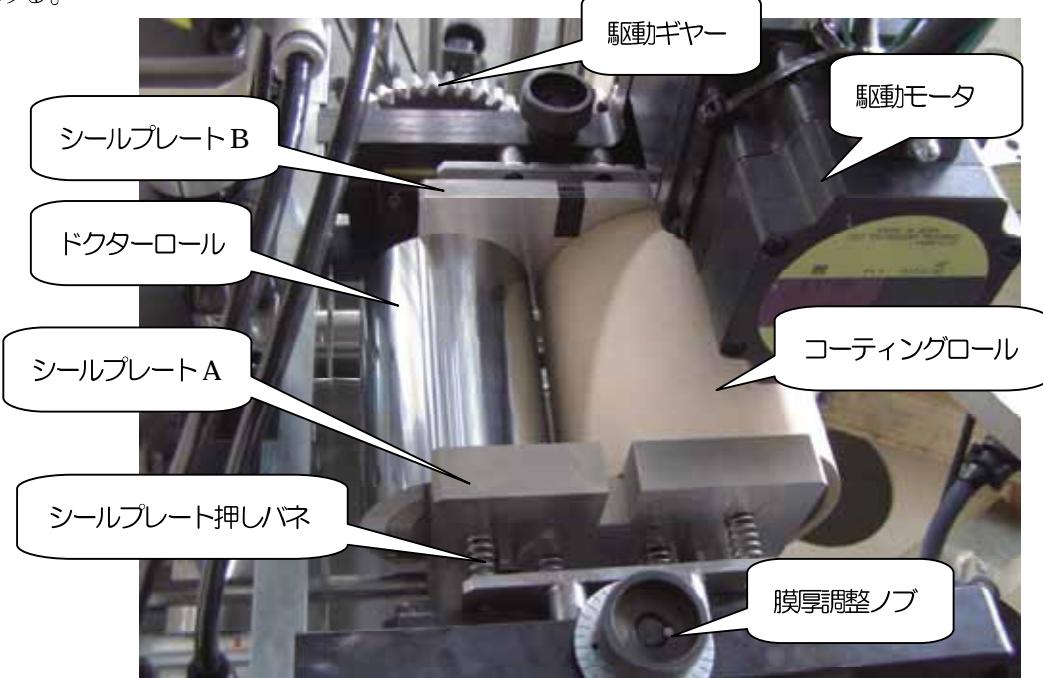


図12 ロールコーティング（糊注入前）

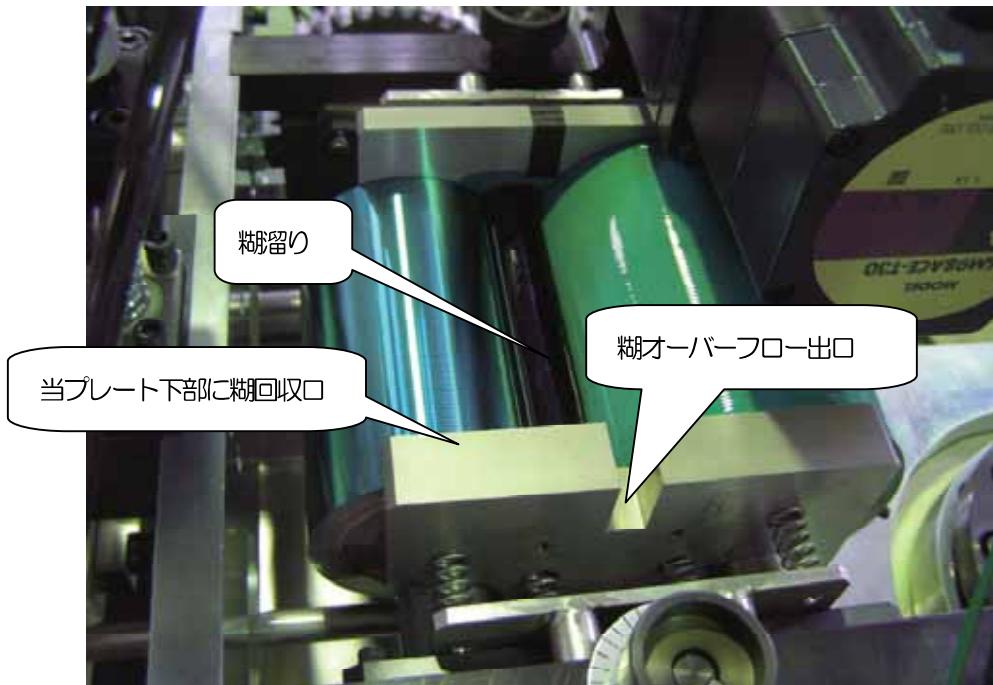


図13 ロールコーティー（糊注入後）



図14 「糸ひき」を起こしたローラー

(3) 今後の課題

現在、8時間程度の運転で「糸引き」現象が発生しており、その対策改造に取り組んでいる。もう一方のローラ端面はキズも無くシールは完璧なので、同じシール条件を作りあげることができるなら、問題は解決できると考えている。また糊レベルの自動制御については、適当なレベルセンサーを調査中であり、さほど大きな問題とは考えていない。近々に制御方式の確定と実際の自動制御運転は完結する見込みである。

2-2 製品検査実験装置開発 (シンセメック株式会社、北海道大学)

2-2-1 クラッチ板用ベース鉄基材と摩擦材の円周方向の「ずれ」検査 (内外径許容差: ±0.1 mm)

(1) 画像センサによる計測実験

回転テーブル上部から撮影した画像を処理し、ベース鉄基材内径から摩擦材までの距離を測定する実験を行った。基材と摩擦材の濃淡差がはっきりと表れるようなライティングシステムの設置・調整により安定した撮像画像が得られることが確認出来た。(図16)
エッジ検出オペレータを使った計測では基材端面と摩擦材端面を検出し仕様を満たす繰返し精度が得られた。(図17)



図15 画像センサによる測定状況

(2) 今後の課題

FA 現場でのさまざまな外乱要素に対し、長期に亘り充分安定な制御が可能とすること。
レーザー変位センサとの同時計測により、互いに情報を補間し合う利用法の構築。

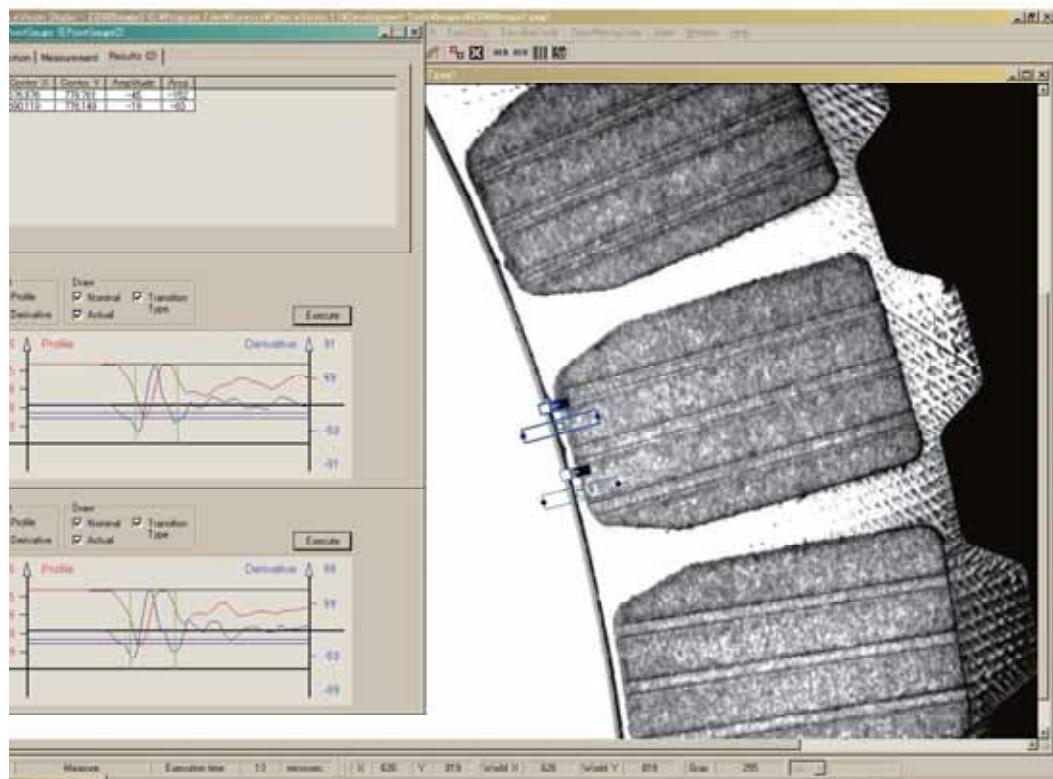


図16 画像センサによる検査像

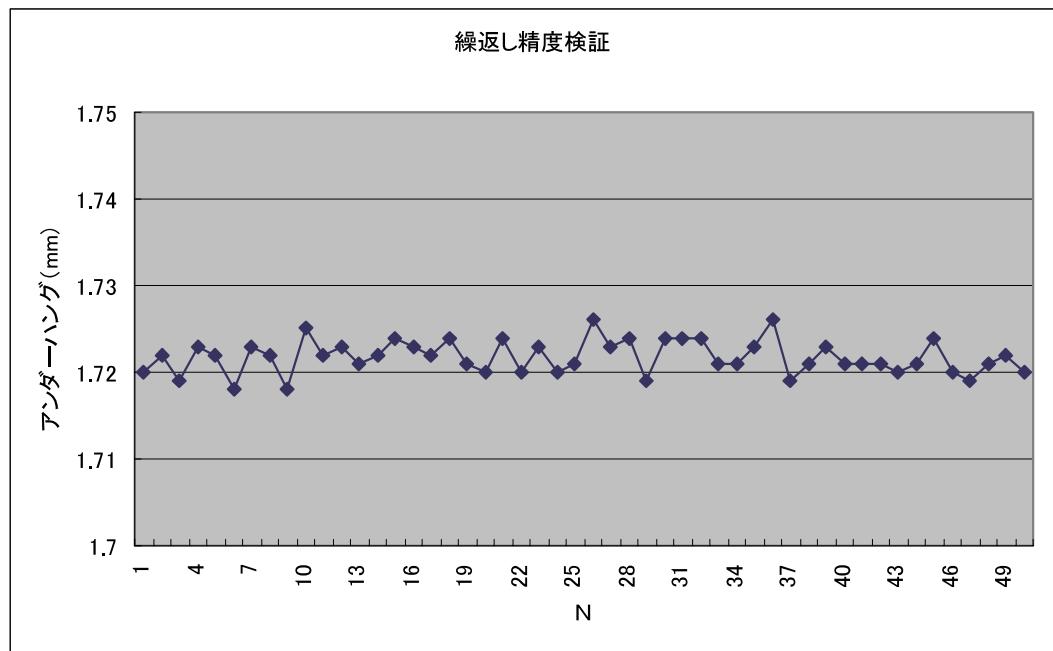


図17 画像センサによる繰り返し測定検証グラフ

2-2-2 溝幅、溝深さ、摩擦材厚さ検査

(1) 計測方法

レーザー変位計から出力されるアナログ出力をサーボモーターの回転角度に対応したパルスをサンプリングクロックとしてデータ収集を行った。

サーボモーターはPLCにて制御し、タッチパネルにて回転数の設定や起動・停止操作を行えるようにした。



図18 溝幅、溝深さ、摩擦材厚さ測定状況

(2) アルゴリズム開発

① ロバストあてはめに基づく新しい溝検出

摩擦材の端面では、計測データが不安定になることが多い。これに対しエッジ検出だけでは本来溝ではない部分も溝として誤検出する可能性があった。

しかし、今回開発した“ロバストあてはめ法”では規格の溝形状とどれだけ一致するかを評価値として算出することで、安定した検査手法が実現出来た。(図19)

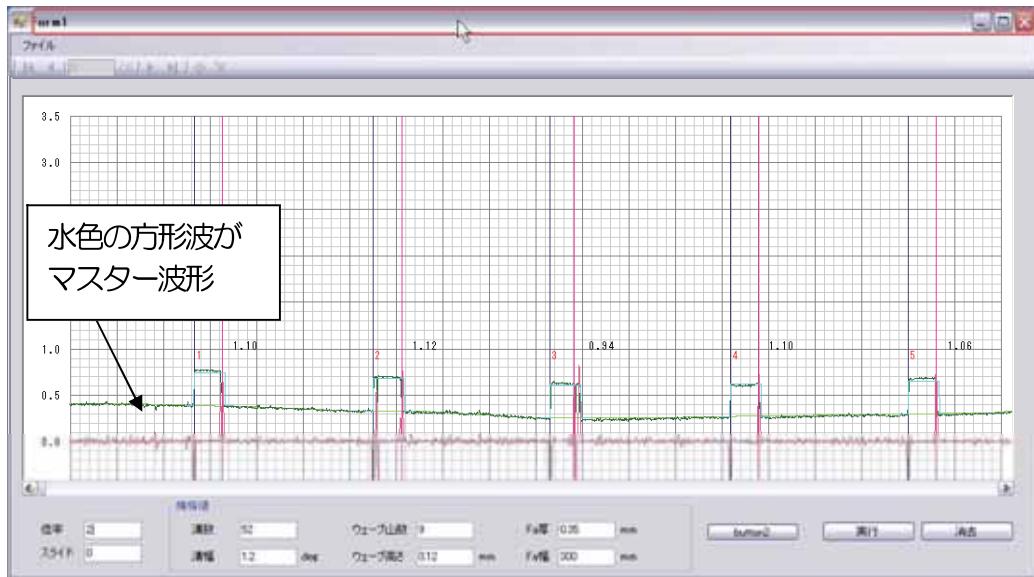


図19 ロバストあてはめ法による溝形状測定グラフ

② アルゴリズム開発について補足説明

ずれ値を高精度に計測するための積分型フィッティング手法、あるいは残差積算方式に基づくフィッティング手法について、シンセメック今井氏を中心とする研究グループと協力して研究開発を行った。特に北大グループからは、標準プロファイル（2次元形状）データの移動照合手法について提案し、先の研究グループと協力の上、その得失について、原理的な検討、実験的な検討を進めた。

その結果、充分高い照合位置精度を達成可能なことが分かった。

特に溝巾値の計測手法に関して、上記のずれ値計測のために開発した残差積算方式に基づくフィッティング手法を拡張した手法について北大グループから提案し、シンセメック研究グループを協力して議論し開発を進めた。

その結果溝巾値の高速高精度な計測システム（ソフトウェア）を実現することができた。溝深さ、摩擦材厚さの検査手法については、今後の課題とした。

2-2-3 表裏の溝位置位相検査（表裏で同じ位相の溝が要求スペック）

(1) 測定結果

溝位置の定義として、溝深さの50%に補助線を引き両サイドから溝の始点と終点を探索する。

その中間点を溝中心として各溝位置とのピッチを算出した。位相差0で貼付けした製品を測定した場合、下図のように表裏で対応する溝ピッチが誤差範囲で収まることが確認出来た。

なお、溝位置値の高精度計測のための手法については、北大から上記の残差積算方式に基づくフィッティング手法に基づく拡張手法を提案を頂き、シンセメック研究グループと協力して議論を進めた。その結果、表裏の溝位置の高精度計測を可能とする見通しを得ることができた。

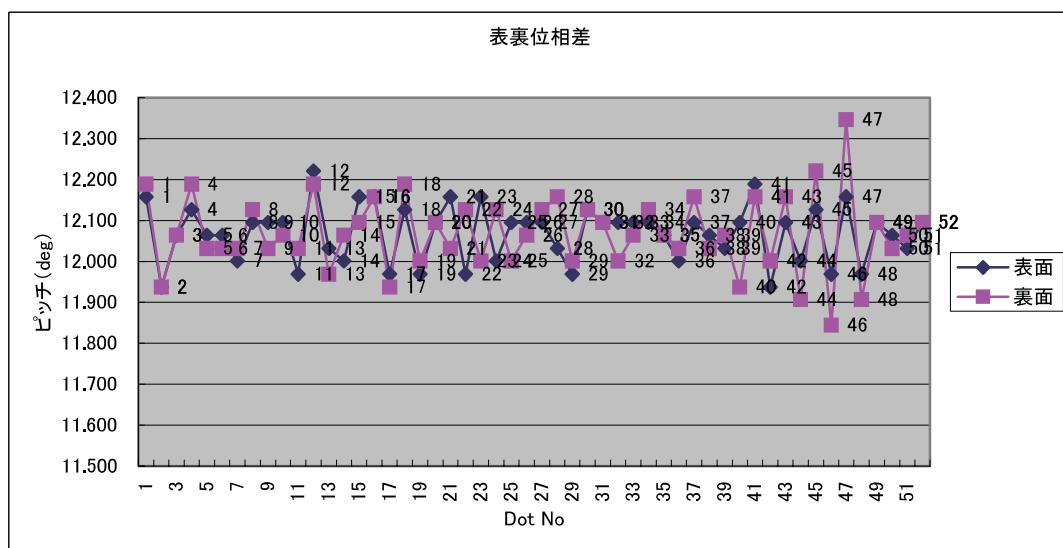


図20 表裏の溝位置測定 位相差グラフ

第3章 全体総括

第3章 全体総括

自動車業界は、日米欧の先進国で販売台数が伸び悩み、苦戦する一方で、中国、インドなどの新興国の台頭により、その勢力地図が激変しようとしている。

自動車産業が国内の主要産業である日本では、自動車関連の製造出荷額が大きなウェイトを占めている。このため、自動車業界から、今後の市場戦略の課題である“より高品質”、“低成本”、“環境”などに配慮した生産設計が求められている。

この様な中、本研究は、ATクラッチ板製造の低成本化を図ることを目的とした研究開発を実施した。

以下に研究項目を列記する。

①クラッチ板製造装置の開発

- ・摩擦材打ち抜き機械のサーボプレス化
- ・クラッチ板ベース鉄基材・摩擦材の連続貼り付け組み合わせの摩擦材保持機構開発
- ・クラッチ板用ベース鉄基材位置割り出し装置の高速同期運転
- ・同上装置の停止位置決め精度の確保（割り出し精度： ± 0 度1分）
- ・小型糊付けユニットの開発（膜厚のバラツキ： \pm 数 μ ）

②製品検査実験装置開発

- ・クラッチ板用ベース鉄基材と摩擦材の円周方向「ずれ」検査
(内外径許容差： ± 0.1 mm)
- ・溝巾、溝深さ、摩擦材厚さ検査
- ・表裏の溝位置移送検査

本研究開発の結果、①クラッチ板製造装置については、サーボプレス化を完了させ、ベース鉄基材・摩擦材の連続貼り付け組み合わせで求められる摩擦材保持も可能とし、さらに、クラッチ板用ベース鉄基材位置割り出し装置も停止位置決め精度を ± 0 度1分以内としつつ、高速同期運転を実現することが出来た。

小型糊付けユニットの開発では、試運転により明らかな「糊もれ」は発生しなかったが、コーティングロールのゴムにロール端面から「糸ひき」現象が発生したため、今後、「糸ひき」現象の原因究明と改良を進める。

一方、②製品検査装置開発で取り入れた、画像センサによる計測では、おおむね仕様を満たす繰り返し精度が得られた。

また、溝巾、溝深さ、摩擦材厚さの検査では、摩擦材端面で計測データが不安定になるが、“ロバストあてはめ法”を用いることで、溝形状とどの程度一致しているかを評価値として得ることが出来、安定した検査手法を実現したが、溝深さ、摩擦材厚さの検査手法の確立には至らなかった。

表裏の溝位置位相検査では、位相差0で貼り付けた製品を測定し、表裏で対応する溝ピッチが誤差範囲であることが確認できた。

このように、本研究では、おおむね目標を達成できたが、一部に課題も残ったため、平成22年4月以降、課題解決のための補完研究を進め、実用化に向けた取り組みを進めていく予定である。

この報告書には、委託業務の成果として、産業財産権等の対象となる技術情報（未出願又は未公開の産業財産権等又は未公開論文）、ノウハウ等の秘匿情報が含まれているので、通例の取扱いにおいて非公開とする。ただし、行政機関の保有する情報の公開に関する法律（平成11年法律第42号）に基づく情報開示請求の対象の文書となります。

この冊子は、表紙にリサイクルに適さない資材を使用しています。