

平成23年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「難圧延自動車鋼板等高級鋼材用生産技術に係る熱間圧延油の
混合状態高機能制御技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成24年3月

委託者 関東経済産業局
委託先 公益財団法人千葉県産業振興センター

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	9
1-4 当該研究開発の連絡窓口	10
第2章 本論（研究開発の詳細）	11
2-1 長期間対応の光センサー（ダイレクトセンサー）の開発	11
（1）センサー部材の選定	11
（2）耐久テスト	12
2-2 混合度可変ミキサーの開発	13
（1）バリアブルミキサー ラバータイプ及びメカニカルタイプの製作	13
（2）新型メカニカルミキサー	14
2-3 NEVIシステムの開発	17
（1）水・油 圧力源ユニットの製作	17
（2）荷重低減度測定装置による試験データの収集	17
（3）NEVIシステムの開発	21
最終章 全体総括	23
（1）複数年の研究開発成果	23
（2）研究開発後の課題・事業化展開	24

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) 研究の目的

赤外光技術と可変オリフィスの使用で水と油の混合度を定量化し、最適混合状態に保持・管理することで、自動車鋼板等の高級鋼材の生産に必須な油圧延運用管理の難しさを解決するシステムを研究開発する。

このシステムでは、センサー情報と解析ソフトの連動で異常を事前検知し、トラブルを未然に防ぎ、生産効率向上を図るもので、油圧延の普及に有効である。また、油消費量とCO₂発生削減にも極めて有効である。

(2) 研究の概要

本研究開発は、熱間圧延機における油圧延の最適化技術である。

光技術を用いたセンサーで水と油の混合度を、オンラインでリアルタイムに監視することにより、油圧延の定量化を行なう。

すなわち、使用油を事前にラボでテストして、最適な混合度を掴む事により、実機運用で定量管理を行ない、常時最適付着効率を持つエマルジョンをスプレーする事で、油圧延の効果を最大限に保ちつつ、無駄な油消費を無くして最大30%の油削減を目指す。

また、ダイレクトセンサーの耐久性・信頼性を上げ、月1回の定期修理の間隔に合わせ、1ヶ月以上ノーメンテナンスを実現すると同時に、監視ソフト（NEVIシステム）を完成させて、正常な油圧延を阻害する要因をいち早く察知して、トラブル回避、健全なシステム運用を目指す。

(3) 実施内容

①サブテーマ1 長期間対応の光センサー（ダイレクトセンサー）の開発

（実施：豊産マシナリー株式会社）

1) センサー検知部の開発：

2種類の構造（エアーシリンダー駆動ワイパー付き及び交換タイプ）、および窓の材質は4種類（材質A、材質B、材質C、材質D）を開発、テストする。

、テスト結果を踏まえて構造と材質を選択し、センサー部の耐油付着性能テスト・改良、及び、低価格化の検討を行う。さらに、油の付着を起し難い材質、表面処理、センサー部洗浄方法の手法を検討する。

2) 試験装置によるラボテスト：

1)で製作したセンサー検知部とセンサーボックス（受光槽）を試験装置に組み込み、油付着の無いセンサーボックス（受光槽）のテストを1ヶ月間程度行い、付着条件を見極める。実際の圧延油を用いて、実機に近い条件で、水と油を混合し、ミキサーとスプレーヘッドの間に取り付けた光センサーの長期耐久試験を行なう。試験結果を重ねて、最適設備を設定する。

②サブテーマ2 混合度可変ミキサーの開発（実施：豊産マシナリー株式会社）

1) 無段階可変オリフィス（バリエブルミキサー）の開発：

面積比で1～4で無段階に可変可能なオリフィスを開発する。ラバータイプとメカニカルタイプの2種類のオリフィスを作成し、可変範囲・耐久性の検証・改良、及び、低価格化の検討を行なう。メカニカルミキサーは、スプールの移動機構及び絞り構造を開発し、適切な混合度制御の検討を行う。

③サブテーマ3 NEVI システムの開発（実施：豊産マシナリー株式会社）

1) 基本構想・概念検討

NEVI システムの開発に関して、ハード及びソフトの構築、データ収集の手段、工程の検討を行ない、開発内容（ソフトとハード）の具体的検討を行う。

2) 試験データの収集と解析（含、動力源ユニット製作）

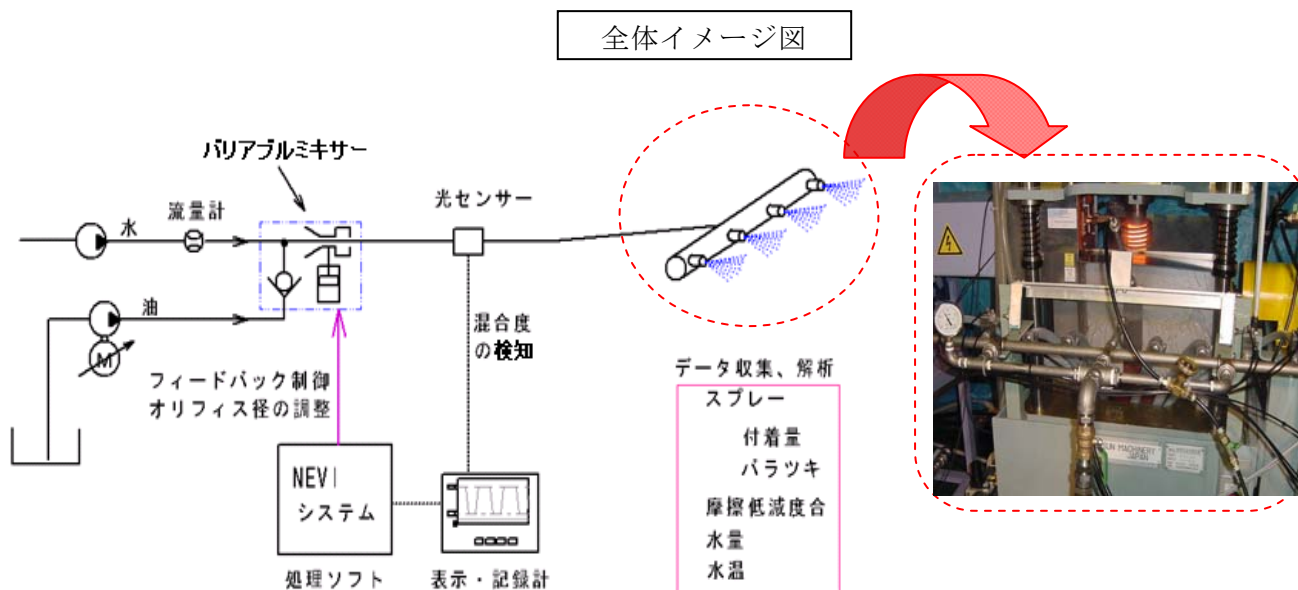
荷重低減度測定装置（摩擦低減度測定装置）および NEVI システムを開発する。製作したシステムと荷重低減度測定装置を用い、油圧延荷重に影響を与える要因データ（油の濃度、混合度（センサーデータ）、水温、水量、圧延荷重、鋼板温度）を収集するとともに、油圧延荷重とロール駆動トルクの相関関係を解析する。

実機では通常スプレーヘッド1台あたり 40～50l/min のスプレー流量があるが、同一条件におけるラボ試験を行い、油の濃度、混合度（センサーデータ）、水温、水量、テストピースへの付着量のデータを収集する。これにより、水と油の適正混合度を見出すとともに、油圧延荷重及びロール駆動トルク（又は摩擦係数）の変化の測定結果から、油圧延の効果を検証する。

併せて、荷重低減度測定装置を連続運転し、データ収集や耐久力テストを行うため、水・油圧力源ユニットを製作する。

3) NEVI システムの開発：統合システムを開発する。

2)のデータ収集と解析結果を基に、適正混合度からの逸脱からシステム異常を検知するとともに、各要因の値から原因の特定を行なうソフトを基本設計・製作し、タッチパネル式表示機へソフト組み込み、適正混合度の決定方法の確立を含めたシステムを完成させる。



④ プロジェクトの管理・運営（実施：公益財団法人千葉県産業振興センター）

1) プロジェクトの管理・運営

2) 研究開発推進委員会

研究推進のための全体会議（委員会）を5回程度開催する。

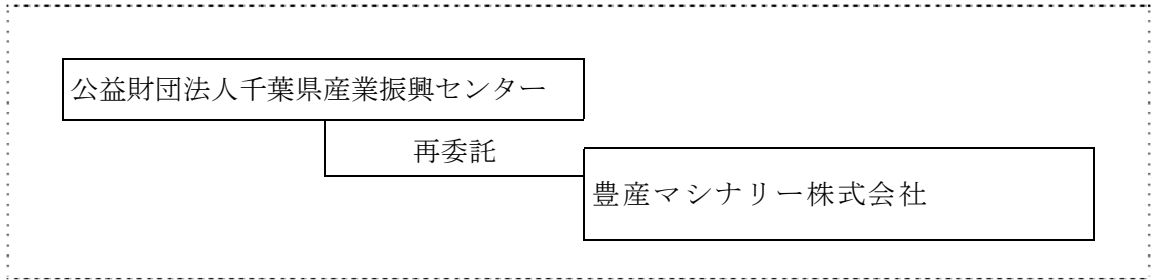
3) 報告書作成

研究成果をとりまとめ、報告書2部及び電子媒体（CD-ROM）一式を作成する。

1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

(1) 研究組織及び管理体制

(1)-1 研究組織（全体）



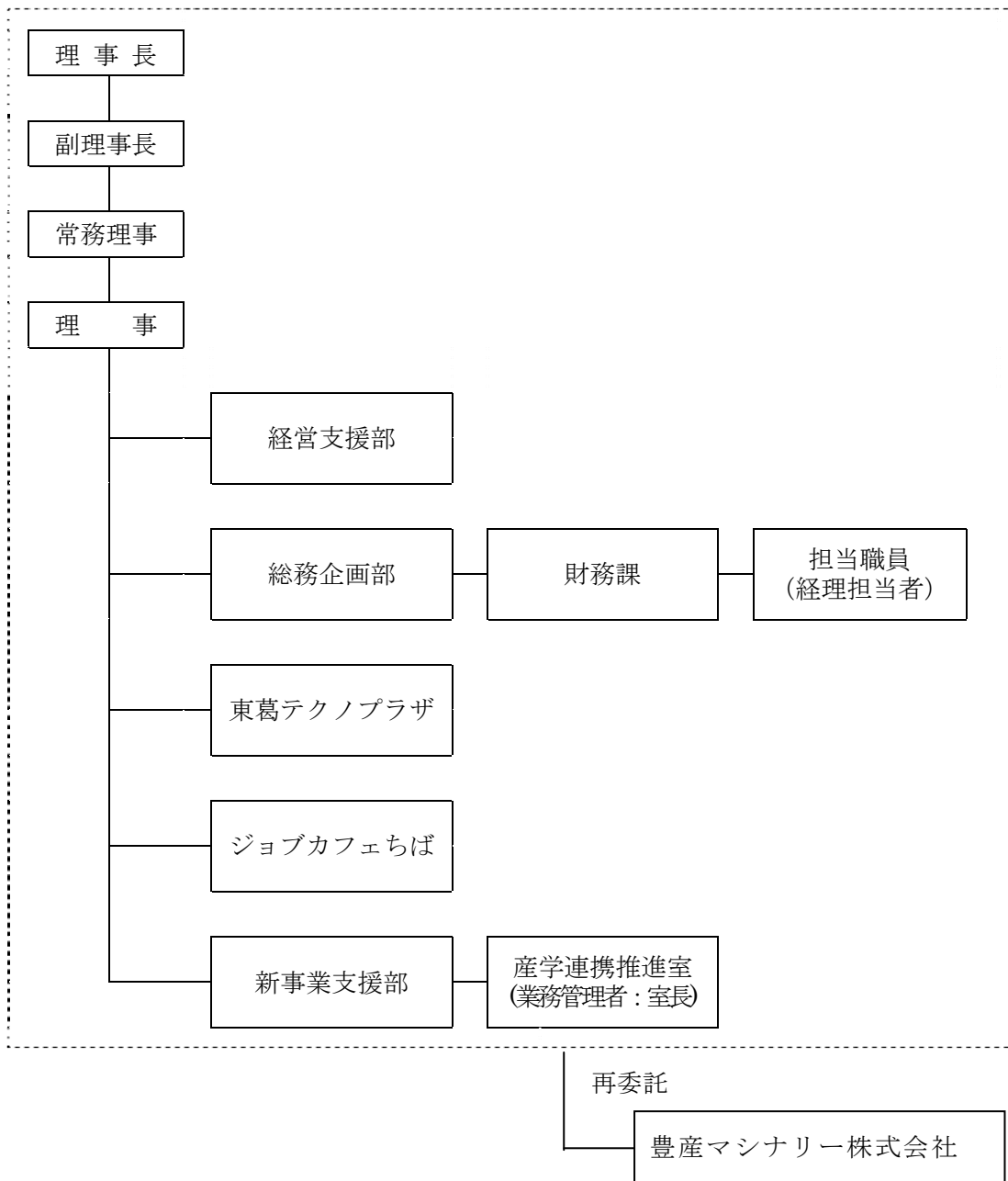
統括研究代表者（PL）
豊産マシナリー株式会社
代表取締役 豊永 正一(平成 23 年度)
取締役技術部長 滝沢 暁(平成 22 年度)

統括研究代表者（SL）
豊産マシナリー株式会社
取締役技術部長 滝沢 暁(平成 23 年度)
制御課課長 植田 信彦平成(22 年度)
制御課 中里 嘉人(平成 22,23 年度)

(1) - 2 管理体制

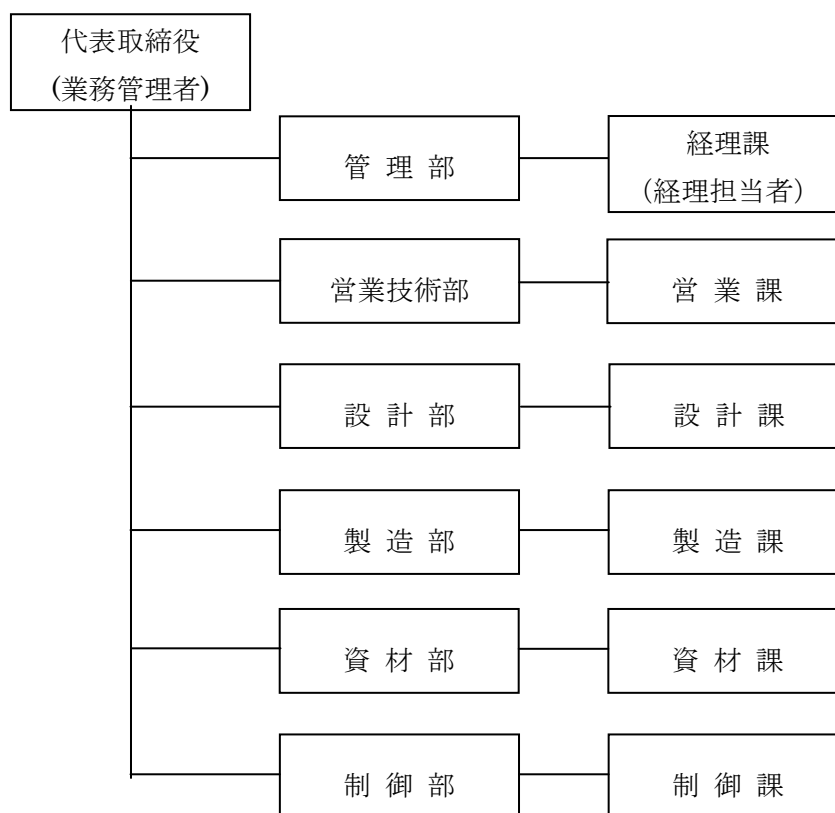
①事業管理機関

[公益財団法人千葉県産業振興センター]



② 再委託先

豊産マシナリー株式会社



(2) 管理員及び研究員（実施内容(番号)は1-1(3)項参照)

【事業管理機関】公益財団法人千葉県産業振興センター

① 管理員

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)	年度	
			22	23
荒見 淳一	新事業支援部産学連携推進室主査	④	○	
大久保 雅一	新事業支援部産学連携推進室研究開発コーディネーター	④	○	○
齋藤 宏志	新事業支援部産学連携推進室副室長	④		○
西海 みどり	新事業支援部産学連携推進室アシスタントコーディネーター	④		○

【再委託先】

(研究員)

豊産マシナリー株式会社

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)	年度	
			22	23
豊永 正一	代表取締役	①, ②, ③		○
滝沢 暁	取締役技術部長	①, ②, ③	○	○
植田 信彦	制御課課長(22年度)	①, ②, ③	○	
中里 嘉人	制御課	①, ②, ③	○	○
石田 健	設計課係長	①, ②, ③	○	○
赤谷 光司	設計課係長	①, ②, ③		○
顧 新	設計課	①, ②, ③	○	○
石原 茂	製造課課長(22年度)	①, ②, ③	○	
榎本 道行	製造課課長	①, ②, ③		○
加藤 嗣朗	製造課係長	①, ②, ③	○	○
千葉 信博	製造課	①, ②, ③		○
笹生 英樹	製造課	①, ②, ③		○
松尾 一盛	製造課	①, ②, ③	○	○
土屋 新治	製造課(22年度) 資材課係長(23年度)	①, ②, ③	○	○
長谷部 和博	営業課係長	①, ②, ③		○
白石 幸典	営業技術次長	①, ②, ③		○
宮崎 勝央	制御課	①, ②, ③		○
渡辺 翔太郎	制御課	①, ②, ③		○

(3) 他からの指導・協力者

表1-2-1に示す委員、アドバイザーが参加した委員会を適宜開催した。

表1-2-1 研究開発推進委員会 委員

氏名	所属・役職	備考	
		22年度	23年度
豊永 正一	豊産マシナリー株式会社 代表取締役		PL
滝沢 暁	豊産マシナリー株式会社 取締役技術部長	PL	SL委
植田 信彦	豊産マシナリー株式会社 制御課課長(22年度)	SL委	—
中里 嘉人	豊産マシナリー株式会社 制御課	SL委	SL委
石田 健	豊産マシナリー株式会社 設計課	委	委
顧 新	豊産マシナリー株式会社 設計課	委	委
赤谷 光司	豊産マシナリー株式会社 設計課	—	委
榎本 道行	豊産マシナリー株式会社 製造課課長	—	委
加藤 嗣朗	豊産マシナリー株式会社 製造課係長	委	委
千葉 信博	豊産マシナリー株式会社 製造課	—	委
笹生 英樹	豊産マシナリー株式会社 製造課	—	委
松尾 一盛	豊産マシナリー株式会社 製造課	委	委
土屋 新治	豊産マシナリー株式会社 製造課(22年度) 資材課(23年度)	委	委
長谷部 和博	豊産マシナリー株式会社 営業課係長	—	委
白石 幸典	豊産マシナリー株式会社 営業技術次長	—	委
宮崎 勝央	豊産マシナリー株式会社 制御課	—	委
間野 純一	mano(研究開発&産学連携支援)技術士事務所	アドバイザー	アドバイザー
鴫田 正俊	独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津 工業高等専門学校 副校長教授	アドバイザー	アドバイザー
高橋 秀雄	独立行政法人国立高等専門学校機構 木更津 工業高等専門学校 機械工学科主任	アドバイザー	アドバイザー
岡本 謙	JFE スチール株式会社	アドバイザー	アドバイザー
川島 浩治	JFE メカニカル 株式会社	アドバイザー	アドバイザー
橋本 行人	三菱日立製鉄機械 株式会社	アドバイザー	アドバイザー

注) 委：研究員， PL:Project leader， SL:Sub leader， —：オブザーバー

1-3 成果概要

平成 22 年度及び平成 23 年度の研究開発成果の概要を以下に列記する。

(1) 長期間対応の光センサー（ダイレクトセンサー）の開発

平成 22 年度に開発・製作したダイレクトセンサーと、混合度の検知部となるセンサー部材の耐久性をテストした。洗浄シリンダーによって油汚れをクリアにすることが可能となったが、不純物が入っている川の水を使用してシリンダーのピストン運動による傷や磨耗が起こるかどうか懸念事項であった。平成 23 年度の耐久テストにて、約 10 万回以上のピストン運動をさせても問題が無いことが実証された。これにより、実ラインで言えば約 3~4 ヶ月間ノーメンテナンスで使用できることが確認できた。

(2) 混合度可変ミキサーの開発

平成 22 年度は、ラバータイプミキサーとメカニカルタイプミキサーを開発したが、平成 23 年度は後者のメカニカルタイプミキサーの改良版として、制御性に優れた新型メカニカルミキサーを開発した。これは、ミキサーのオリフィスを流れるエマルジョンの流量をエア圧にて制御することにより、混合度管理を行うものである。

作動試験を行った際に浮上した問題点は、パイロットエア圧を上げていくと、ニードル部が振動することである。今後は、振動対策を行ったのち、混合度が希望通りの調整範囲で制御できるか、継続してテストを行う必要がある。

(3) NEVI システムの開発

平成 22 年度では、NEVI システムの基礎となる開発が進められた。NEVI システム本体の製作と、摩擦係数のデータ収集のための荷重低減度測定装置を製作した。平成 23 年度には、まず荷重低減度測定装置を連続運転し、データ収集や耐久力テストを行うとともに、ポンプユニットデモ機として必須の、水・油 圧力源ユニットを製作した。次に、荷重低減度測定装置を用いて、摩擦係数と混合度の相関関係を解析した。ラボテストにより、摩擦係数と混合度は密接な関係を持つことが実証された。最後に、NEVI システム本体の改良を実施した。すなわちプロトタイプとしては平成 22 年度に製作完了したが、操作性を高め、デモ機として圧延実機に組み込むことを想定して、改良版を製作した。今後実証試験を重ね、引き続き、修正・改良を進めていく。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

(1) 研究者

- ・所 属：豊産マシナリー株式会社
- ・役職・氏名：取締役技術部長 滝沢 暁
- ・連絡先：TEL 0436-25-6411、FAX 0436-25-6414、E-mail toyosun@mb.infoweb.ne.jp

(2) 事業管理者

- ・所 属：公益財団法人千葉県産業振興センター
- ・役職・氏名：研究開発コーディネーター 大久保 雅一
- ・連絡先：TEL 043-299-2653、FAX 043-299-3411、E-mail m-ohkubo@ccjc-net.or.jp

第2章 本論（研究開発の詳細）

2-1 長期間対応の光センサー（ダイレクトセンサー）の開発

(1) センサー部材の選定

(1) - 1 目的

ダイレクトセンサーの心臓部ともいえるセンサー部材の選定をするため、下記の部材を使用してテストを行う。また、このテストはシリンダーによる洗浄をせずに、エマルジョンを流して、油污れの付着状況を観察する。

- ・材質A
- ・材質B
- ・材質C
- ・材質D

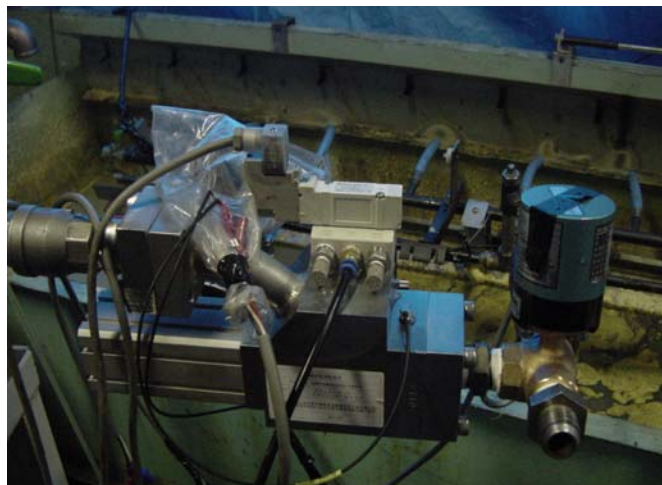


図2-1-1 テストで使用したダイレクトセンサー

(1) - 2 テスト方案

ダイレクトセンサー内部に、任意のセンサー部材を組み込み、10分間エマルジョンを流し、その後真水を流して、ダイレクトセンサー数値が「8000」に回復するかどうかを検証する。センサー部材に油が付着してくると、センサー数値は下がり、「8000」に回復しない。

(1) - 3 結果及び考察

今回、4種類のセンサー部材の中で、どの部材が油污れに強いかをテストした。テスト期間は短かったが、センサー部材の良し悪しは判ったと思う。センサー部材として使用出来ないものは、

「材質B」「材質D」

であり、センサー部材として使用出来るものは、

「材質A」「材質C」

の、2種類であることが判った。

しかし、上記の2種に関しても、材質Aは熱に弱く、材質CとDは破損する可能性があるという弱みを持っているため、使用条件によっては、使用する部材を分ける必要がある。

特に材質CとDは破損してしまうと圧延に影響が出る可能性がありリスクが高いため、4種類の中では材質Aが最も適している。今後もテストを重ねていき、センサーに使用する最良の部材を見極める必要がある。

(2) 耐久テスト

(2) - 1 目的

平成22年度に製作したダイレクトセンサーと、混合度の検知部となる材質Aで製作した、センサー部材の耐久性を実証する。洗浄シリンダーによって油汚れをクリアにすることが可能となったが、不純物が入っている川の水を使用してシリンダーのピストン運動による傷や磨耗が起るかどうか懸念事項であった。最低3ヶ月間のノーメンテナンスを見据えて、約10万回以上のピストン運動をさせて経過を観察する。

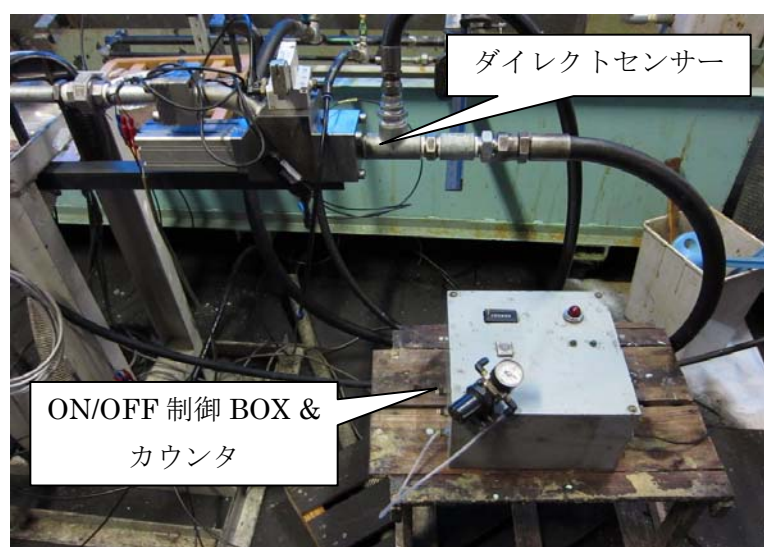


図2-1-2 ダイレクトセンサー、カウンター設置図

(2) - 2 テスト結果と考察

今回のテストでは、河川水を使用して、洗浄シリンダーのピストン運動による耐久テストを約13万回行った。これは製鉄所の実機稼動で4ヶ月強にあたる。結果としてはOリングの磨耗は見られたが、傷や破損等は無く、混合度数値に異常は発生しなかった。

しかし、材質Aのセンサー部材は、熱に弱いという特性を持っている。製鉄所によって異なるが、スチーム洗浄を行う場合には100℃を超えるスチームを配管内に通すため、熱によって白濁する可能性がある。そのために、平成23年度は、透明度があり、かつ熱に強い素材として材質Eのセンサー部材を製作した。材質Aのものに比べて表面の滑らかさが若干劣るが、ダイレクトセンサーの性能としては問題なかった。

2-2 混合度可変ミキサーの開発

(1) バリアブルミキサー ラバータイプ及びメカニカルタイプの製作

(1) - 1 平成 22 年度の製作物

バリアブルミキサー ラバータイプ (Aタイプ) とラバータイプ (Bタイプ) 及びメカニカルタイプのミキサー 3 種を製作した。

(1) - 2 バリアブルミキサーの作動と考察

ラバータイプ (Aタイプ) について、ミキサー前後の圧力差 (圧損) についてテストを行った結果、ストロークの長さに比例して、パイロット圧が増えていき、混合度も比例して変化した。

ラバータイプ (Bタイプ) について混合度を計測した結果、ストロークの長さに対して、ほぼ変化が無かった為、オリフィスとしての機能を果していない。

上記 2 種のラバータイプミキサーは、いずれも混合度が不安定であり、常に数値が動いているので、混合度計測が困難であった。ゴムの特性上、変形させやすいが、混合度の安定といった観点から見ると固定オリフィスに引けを取ってしまう。断定は出来ないが、水温によって、ゴムの弾性が変化している印象を受けたので、ラバータイプのミキサー径を制御するには、パイロット圧だけではなく、水量・水圧・水温というパラメータも、考慮しなければならない。

(1) - 3 メカニカルタイプミキサーの考察

メカニカルミキサーは、ラバータイプミキサーに比べてパーツの破損する懸念が比較的少なく、温度による影響も受けず、オリフィスとして信頼度が高いが、以下の 2 点について懸念があった。

(ア) 水道水を使用した場合は勿論、河川の水を使用した場合、長期的には摺動部などに異物が入り込みスプールが誤作動を起す可能性があることと、フィルターの管理に多くの手間と人手がかかる。

(イ) スプールの位置は混合度をフィードバックしてコントロールすることが望まれる。

作動テスト結果は、スプールの移動により、混合度は変化していったが、変化幅が狭く、エア室圧力がある点を境にスプールが急激に動いてしまう。しかも、スプールが動く時のエア室圧力が一定でないことから、エア制御には限界があると考えられる。

(2) 新型メカニカルミキサー

(2) - 1 目的

本ミキサーは、昨年度に制作したメカニカルミキサーで課題となったスプールの位置制御を考慮した新型メカニカルミキサーである。エマルジョンの流量をエア圧にて制御することにより、混合度管理を行うものである。スプールの位置とパイロット圧が相関性をもって徐々に変化し、エアでの比例弁制御が、スムーズに行われるようにして、混合度数値を1000～6500まで安定して制御することを目的とする。

(2) - 2 新型メカニカルミキサーの作動と考察

パイロットエア圧を制御することにより、混合度は変化するが、混合度1000台～7000台の間で制御することが出来なかった。ニードル形状を換えてテストを行う必要がある。

また、混合度が変化する事が確認出来たので、水温25℃で濃度を変化させて、混合度の制御できる範囲を測定する。

(2) - 3 新型メカニカルミキサーのニードル部を改造

1) ニードル先端部の改造、オリフィス径の変更

ニードルをストロークさせない場合でもある程度混ざってしまうので、オリフィス径を当初のΦ13からΦ14に変更した。

2) ニードルの形状変更

オリフィス径を大きくしたのに伴い、ニードル先端の直径を大きくした。

オリフィス径よりニードル先端の直径を若干大きくし、ニードルをストロークした時に、より絞れるようにした。

(2) - 4 改造後のテスト結果

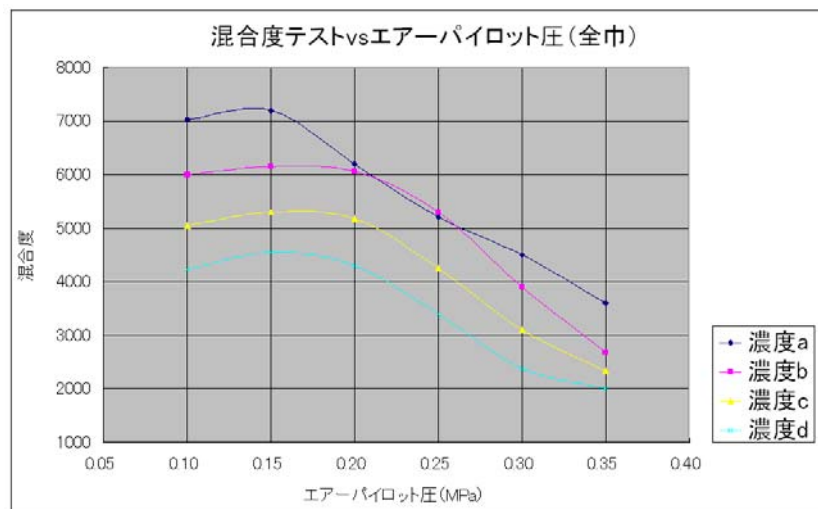


図 2 - 2 - 1 エアー圧 v s 混合度 (全巾時*)

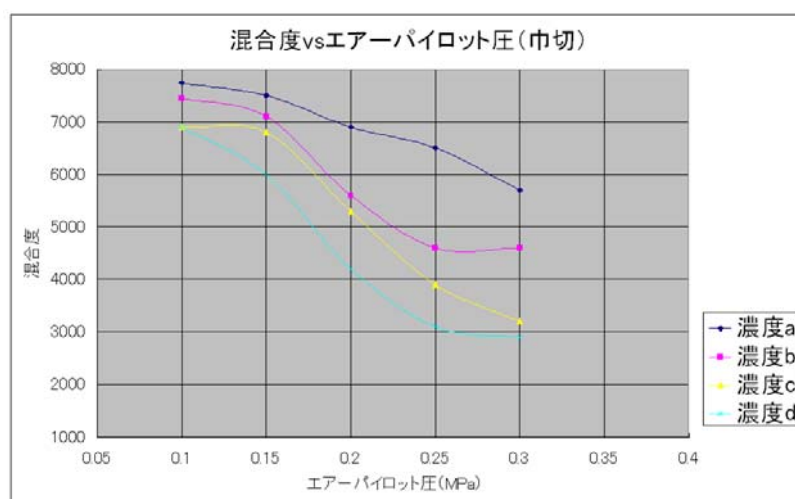


図 2 - 2 - 2 エアー圧 v s 混合度 (巾切時*)

* ヘッダーに属するすべてのノズルからスプレーすることを「全巾」という。圧延時に板巾によっては、ヘッダーの両端のノズルからのスプレーを止めて圧延を行う場合がある。このスプレーの操作を「全巾」に対して「巾切」という。

(2) - 5 全体考察

メカニカルミキサーをパイロットエアで制御することにより、水と圧延油の混合度を調整することは十分に出来る。但し、濃度がある一定以上の時に、混合度 1000 台の数値にすることは出来なかった。巾切時の混合度の数値は、全巾時に比べ、水流量が半分になる為、全体的に制御が可能な混合度の数値が高くなる。

現状、メカニカルミキサーは、パイロットエア圧が 0.3MPa 以上になると、ニードルが振動を起こすので、本テストでは、圧力 0.3MPa までの測定しか出来ない。その為、ニードルの長さ、形状等の検討をし、振動対策をする必要がある。パイロットエア圧が 0.3MPa 以上でも振動せず、ニードルのストロークを以前よりも大きくすることが出来れば、より水と圧延油が混合し、混合度 1000 台の数値が測定出来ると考えられる。

また、巾切時にも、よりオリフィス部が絞れるようになる為、全巾時と同等の混合度の範囲で調整出来ると考えられる。従って、今後のテストとしては、ニードルの振動対策を行ったのち、各油濃度、混合度の調整範囲が 1000~7000 になるか、また、巾切時にも同様の混合度になるか、継続してテストを行う必要がある。

2-3 NEVIシステムの開発

(1) 水・油 圧力源ユニットの製作

(1) - 1 装置概要

本装置はオイル及び水用の圧力源ユニットである。

平成 22 年度予算で採択を受けた荷重低減度測定装置を連続運転し、データ収集や耐久力テストを行う為に不可欠な装置であり、またエンドユーザーの実機でのフィールドテストにも必要なユニットである。

社内テスト装置及び実機フィールドテストの双方で使用可能であり、また、エンドユーザーの設備に合わせてフィールドテストが出来るように拡張性を持たせたユニットとなっている。

(1) - 2 水・油 圧力源ユニット 完成写真

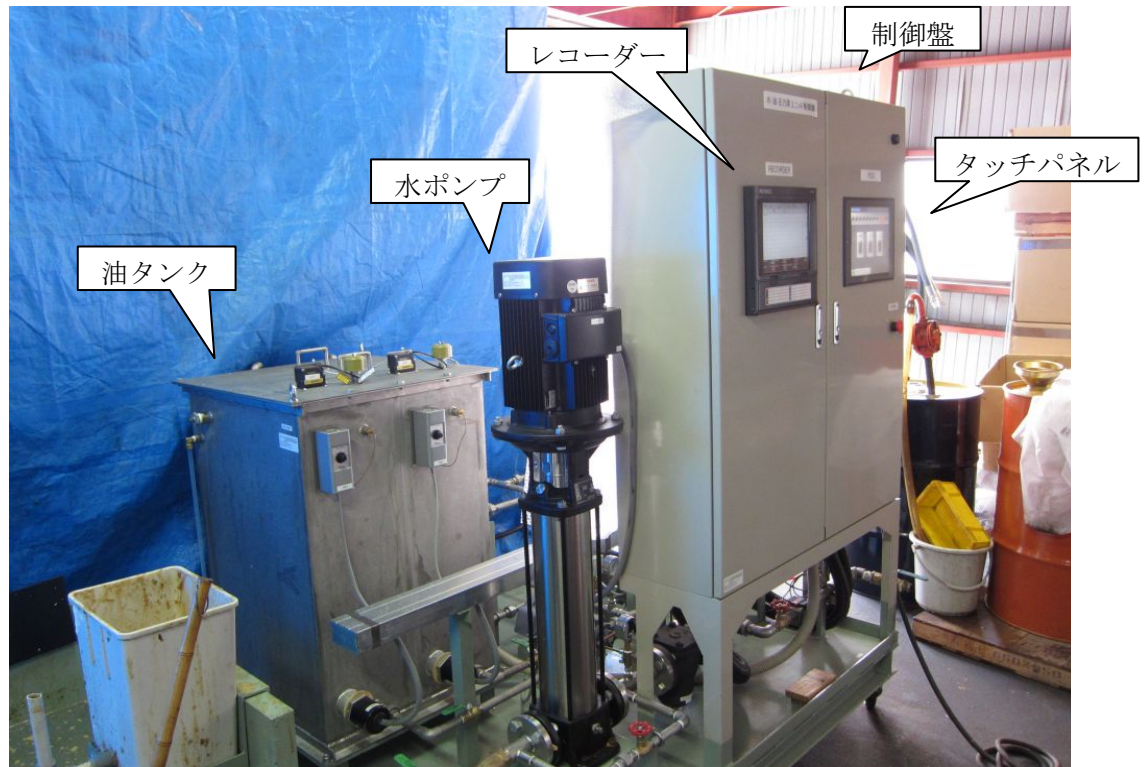


図 2-3-1 水・油 圧力源ユニット

(2) 荷重低減度測定装置による試験データの収集

(2) - 1 テスト条件

- ・ ロール回転数 30~100 r p m
- ・ 試験片温度 850°C

【摩擦係数の計算式】

$$\mu = \frac{\text{トルク(N}\cdot\text{m)} - \text{無負荷状態時のトルク}}{\text{荷重(N)} \times \text{ロール半径(m)}}$$

- ・オリフィス径 $\phi 7, 8, 9, 10$
- ・水流量 $Y \text{ l/min}$
- ・水温 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- ・油種 「X」
- ・油濃度 $A \%$

(2) - 2 油選定理由

油は、海外も含めて広く使用されており一般性があるタイプを選択した。

(2) - 3 試験片温度決定理由

以下に、試験片温度を 600°C から 1000°C の間で変化させた時の摩擦係数 μ を測定した予備試験のグラフを示す。製鉄所の実機を考えると、板温度が 800°C 以下というのは現実的ではなく、試験片温度が 900°C を超えると摩擦係数の差があまりない点から、荷重低減度測定装置の実験については 850°C で行うこととした。

(2) - 4 テスト設備

以下にテスト設備を示す。

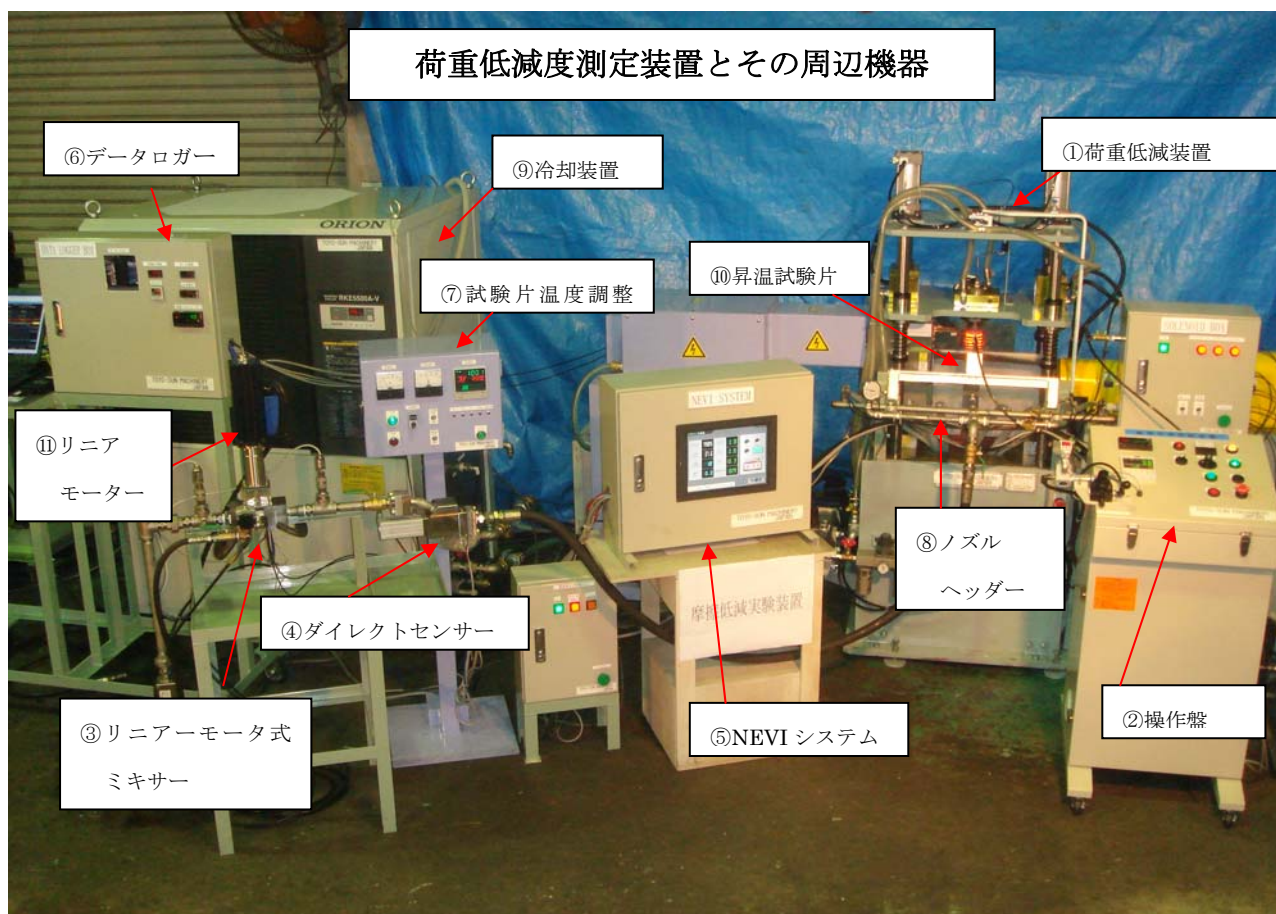


図 2 - 3 - 2 荷重低減度測定装置

(2) - 5 テスト結果

以下にテスト結果のグラフを示す。上図と下図は同じデータから描いたグラフであるが、X軸をオリフィス径 (mm) と混合度数値の2種類で表している。

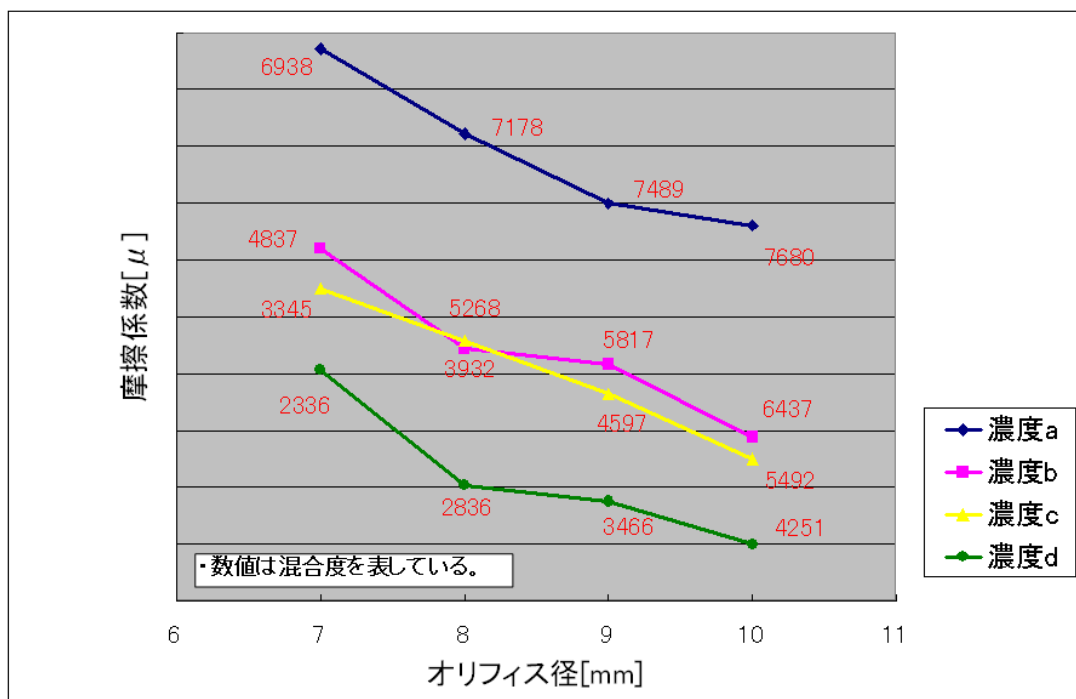


図 2 - 3 - 3 オリフィス径 v s 摩擦係数

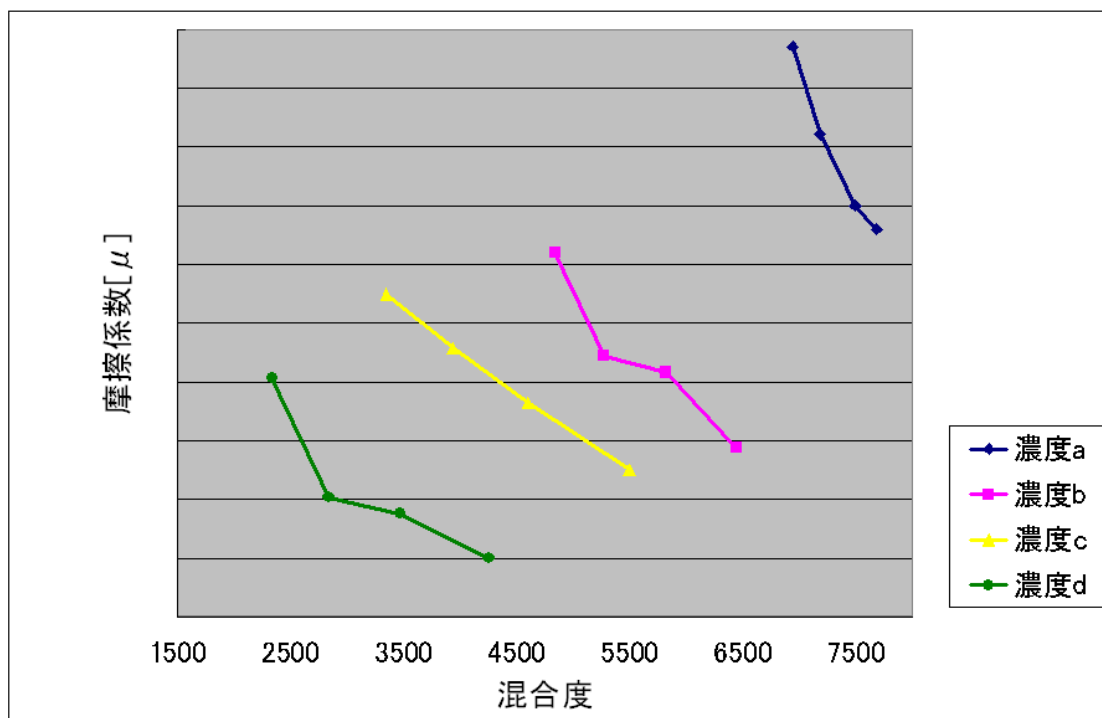


図 2 - 3 - 4 混合度 v s 摩擦係数

(2) - 6 考察

以上のテスト結果により、オリフィス径を変える、すなわち混合度を変える事によって摩擦係数 μ が変化することが実証された。上記のグラフを見てみると、濃度を下げて混合度を変化させることによって、摩擦係数 μ は一定に維持しながらも、圧延油の使用量を下げることができる。

実圧延になると単に摩擦係数 μ が下がれば良いわけではなく、下がり過ぎた場合は、ロールと圧延材がスリップを起こし、ミスロールとなり大事故（大損害）を引き起こす。よって、適正な摩擦係数を維持し、かつ圧延油の節約を図ることを考えた場合、濃度管理よりも混合度管理が非常に有効であることが判った。

課題としては、今回は一種類の油に絞ってテストを行ったが、油種や水温の違いによって摩擦係数も変わってくるので、様々な油種でテストしていく必要がある。ラボテストと圧延実機では当然条件が異なるので、ラボテストで得た摩擦係数と圧延実機による摩擦係数の差が、どの程度あるのかを明らかにしなければならない。

(3) NEVIシステムの開発

(3) - 1 NEVIシステム概要

NEVIシステムとは簡単に言うと、予め設定した「適正混合度」と「実混合度」を比較し、適正混合度波形からの逸脱により、システム異常の検知ができるシステムである。

平成22年度の段階で、NEVIシステムは概ね完成させた。平成23年度は、実使用を考慮したシステム構築を図った。実使用に向けた操作性の向上、また混合度可変ミキサーとの連携で、混合度の自動調整機能を盛り込んだシステムを完成させた。

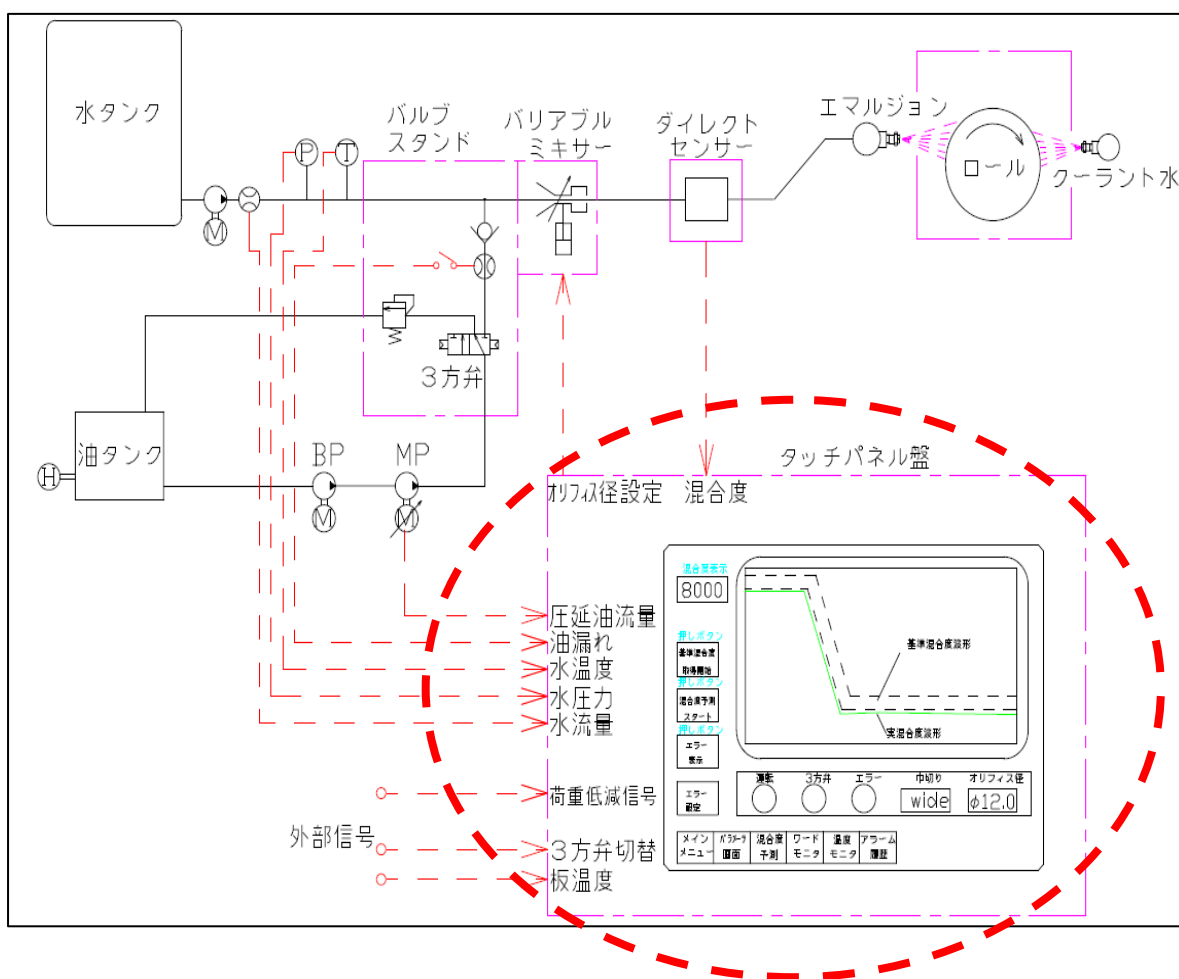


図2-3-5 NEVIシステム イメージ

(3) - 2 油圧延の現状とNEVIシステム完成後の比較

現状	NEVIシステム 完成後
混ざり具合を変える場合は、 操業停止時に、固定オリフィス を交換する。	適正混合度値あるいは適正トルク に向けて、操業中に自動で オリフィスを調整する。
圧延後の板を見て、 ノズル詰まりや ポンプ類の故障を判断する。 熟練作業者が発見。	各種センサーからの信号、 及び適正混合度値からの逸脱 から、システム異常を検知し、 原因の特定を行う。 異常を表示させ、発見を容易 にする。

(3) - 3 完成写真



図 2 - 3 - 6 NEVIシステム完成写真

(3) - 4 考察

現時点までに、改良型NEVIシステムのフローチャート、ラダープログラム、タッチパネル画面といったNEVIシステム本体が完成した。今後は、圧延実機と荷重低減度測定装置の摩擦係数の比較を行ったデータをもとに、適正混合度値の決定方法を探る。また、各製鉄所での操業条件に合わせたシステムを構築していく必要がある。

最終章 全体総括

(1) 複数年の研究開発成果

①サブテーマ1 長時間対応の光センサー（ダイレクトセンサー）の開発

ダイレクトセンサーの心臓部となるセンサー部材の選定を行い、初年度では材質Aのセンサー部材が適しているとの結果になった。2年目では、より実機に近い環境下で耐久テストを行い、問題なく作動することが実証された。よって、ダイレクトセンサーを用いることによって混合度の連続計測が可能になった。最終的に残った懸念事項としてはスチームページの熱による劣化であったが、透明かつ耐熱性に優れている材質Eを採用することによって解決した。

今後やるべき事は、ダイレクトセンサーのデモ機を製作し、製鉄所の実機にてフィールドテストを行い、成功させる事である。そのためにも、今まで悩まされてきた圧延油によるセンサーの曇りを克服しなければならない。本プロジェクトにて、油污れや洗浄シリンダーのピストン動作に対する耐久テスト等を実施してきたが、厳しい環境下でも耐えられる点を実証するため、さらなるラボテストが必要であると考えられる。

②サブテーマ2 混合度可変ミキサーの開発

本プロジェクトにて、ラバータイプメカニカルミキサーとメカニカルタイプミキサー2種類のプロトタイプが完成できたといえる。初年度ではゴム製オリフィスを使用したラバータイプミキサーとメカニカルタイプミキサーを製作し、作動試験を行った。どちらもオリフィス部分が可変可能で、混合度を変えることができたが、混合度の安定性が悪く、実使用にはまだ向かないといった結果であった。特にメカニカルタイプミキサーは制御性が著しく悪かったため、2年目には新型のメカニカルタイプミキサーを開発・製作した。まだ開発途中段階だが、今後の改良により制御性、安定性のあるメカニカルミキサーを開発する予定である。

複数年の結果としては、バリエブルミキサーで混合度を調整することが可能となったが、実用化に向けて開発を進めなければならない。

③サブテーマ3 NEVIシステムの開発

初年度にてNEVIシステムがほぼ完成したが、2年目は操作性を向上させ、実使用に向けた改良型NEVIシステムを製作した。しかし、製鉄所によって設備や、操業条件が異なるので、様々な操業条件に合わせてNEVIシステムの運営方法を検討する必要がある。荷重低減度測定装置を使用した摩擦係数 μ の測定実験では、様々なパラメータが存在し、テスト条件や設備条件での試行錯誤が続いたが、ある一定のデータを収集することができた。まとめると、混合度が摩擦係数 μ と密接な関係を持ち、制御のパラメータとして有効であることが確認された。

今後は、荷重低減度測定装置と圧延実機とを比べて、どの程度の違いがあるのかを追求し、実用化に近づけていくことが必須とされる。上記3項目の製品に関して、新興国のユーザーによってデッドコピーを作られるのを防ぐため、構造の改造やパテントの取得等を抜かりなくしなければならない。

(2) 研究開発後の課題・事業化展開

①今後の課題

川下ユーザーは、それぞれ異なった油種を使用している。国内の場合、一社として同じ油種は使用していないことが判っている。従って、今後は川下ユーザーから支給される油を使用して、それぞれのデータを作成する必要がある。油によっては、水と油の混ざり具合が付着に無関係な油も、海外では使用されていることが判っている。

また、油も次々と新製品が開発されているので、油メーカーとのタイアップも必要となってくる。

今後の研究開発方針としては、上述した様々な油に対応する、フレキシブルなキーデバイスの開発に取り組んでいき、デッドコピーのされにくい技術の開発にも力を注いでいく。

②事業化展開

まず最初に、国内の川下ユーザーをターゲットに、デモ機を5セット製作し、複数のユーザーに無償貸与する。貸与後は、6ヶ月程度実機で使用し、その反応を見る。良好な反応があった場合は、熱間圧延機1ラインには平均10セット取り付けるとして、国内には11ラインあるので、総数110セットが見込まれる。これを約3年かけて受注・納入するとして、平均36セット/年となる。

最初の1年は10セット/年として、現有の国内外注先と、当社の現有の人員でメンテナンスも含めて対応していく。順調に推移すると仮定して、2年目からは中国・ベトナムへ機械加工を依頼すると同時に、現地要員を2名採用し、1年間教育した後に実働要員として計算に入れる。

国内の受注活動と平行して、韓国・台湾・中国・へもPRし、約5年かけて納入実績を築いていくが、4年目からは製作工程の90%をベトナムへ移す。10%の国内製作は、技術の伝承を途切れさせない為である。