

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

・研究開発の背景・目的

金属材料の高機能化法として熱処理法があげられる。熱処理の基本は、金属材料を高温に加熱することと、これを冷却することである。なかでも冷却の過程は、金属材料の高性能化にとって重要な要因である。本研究は、この冷却過程をミスト噴霧によりコントロールし、高性能金属材料を得ることを目的としている。

・研究開発の目標

八田工業(株)は熱処理における低歪化を追求しており、現状の歪の低減率は約 20%を達成しているが、多様なユーザーのニーズに応えるには、更なる低減が緊急の課題である。この課題を解決するためにミスト冷却技術を開発している(株)社 IHI 機械システム、学校法人関西大学と共同で新しい冷却剤、冷却工法、冷却装置の開発をすることにより歪の半減化を目指す。

今回の技術は、大気中ではなく圧力容器中で液循環を行い、かつこの冷却法の処理材表面の可視化が可能である点を生かして、急冷領域に於ける冷却コントロール技術を確立させることが特徴である。ミスト冷却は気化潜熱を利用した冷却のため、油冷却の沸騰段階と同等の能力が期待できる。このミスト冷却システムの構築には、液化タンクから液体ポンプにより送られた液をミスト化する。そのミストを加熱した処理品に吹き当て、処理品から熱を奪いミストが気化する。気化した物を熱交換器等で凝縮させ、液化タンクに収納する循環機構を構築し、検証可能な装置形態にする。課題は凝縮メカニズムを明確化する事である。この点は、伝熱工学資料に基づく理論計算により熱交換器の伝熱面の表面積を見極め、実験により効率を見極める。このミスト冷却装置の検討を行い、ミスト冷却室システムを具現化することを目的とする。

ミスト噴霧機構、噴霧冷媒についても検討を行い、冷却装置の設計・製造・試運転を行う。加熱室と搬送装置を冷却室に付加することで、実際に流通している処理品で検証可能な処理能力の設備を製作し、低焼入れ性材料へのミスト冷却効果を検証することを開発目標とする。ミスト冷却は、ミスト密度の調整により冷却能力の自由度があり、また表面温度の測定が可能になるので、この温度をトリガ - として冷却コントロールを行うことが出来る。実用化のためには温度計測技術の構築が必要となる。

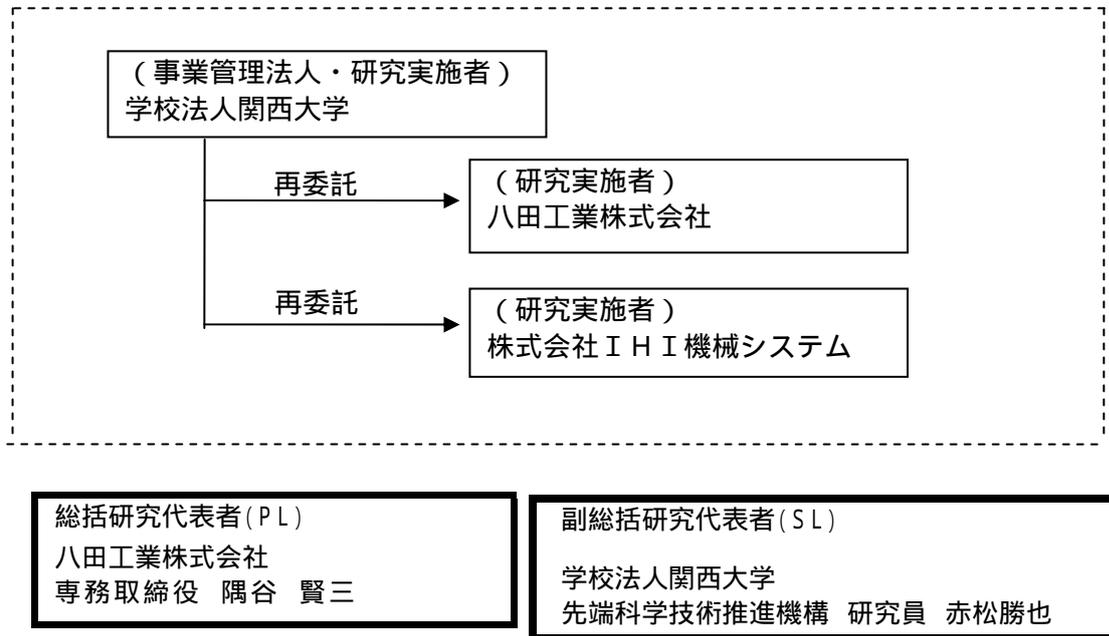
ミスト冷却に関しては、ミストの吹き位置や吹き方などの最適値を得るためのテストを行う。テストは基本処理材による冷却形態を見極める方法と実際に流通している処理品を利用する方法の 2 通り行う。有効性の検証方法は基本処理材による冷却速度分布を測定し、より有効な条件を導き出す。学術部門からのアウトプットは基本冷却パターンに関して、例えば吐出量をパラメータとして数種類の冷却曲線を採取し、逆計算法により熱伝達率を同定する。この結果により、吐出量と熱伝達率の関係線を導くなどにより、今後の冷却シミュレーションのノウハウを蓄積する。

また、可視化による冷却メカニズムの検証も試みる。冷媒に関しては水を基本とするが、水の条件に近い不活性な液体を数種類抽出し、同様の実験を試みる。処理材内 / 処理材間に温度分布の発生した場合の改良方法として、パルス冷却法により、ソルトバスに近いマルクエンチも検証する。逆計算法より導かれた熱伝導率を用い、時間毎に熱伝達率を変化させることでパルス冷却法のシミュレーションも行う。

1-2 研究体制（研究組織・研究管理体制、研究者氏名、アドバイザー）

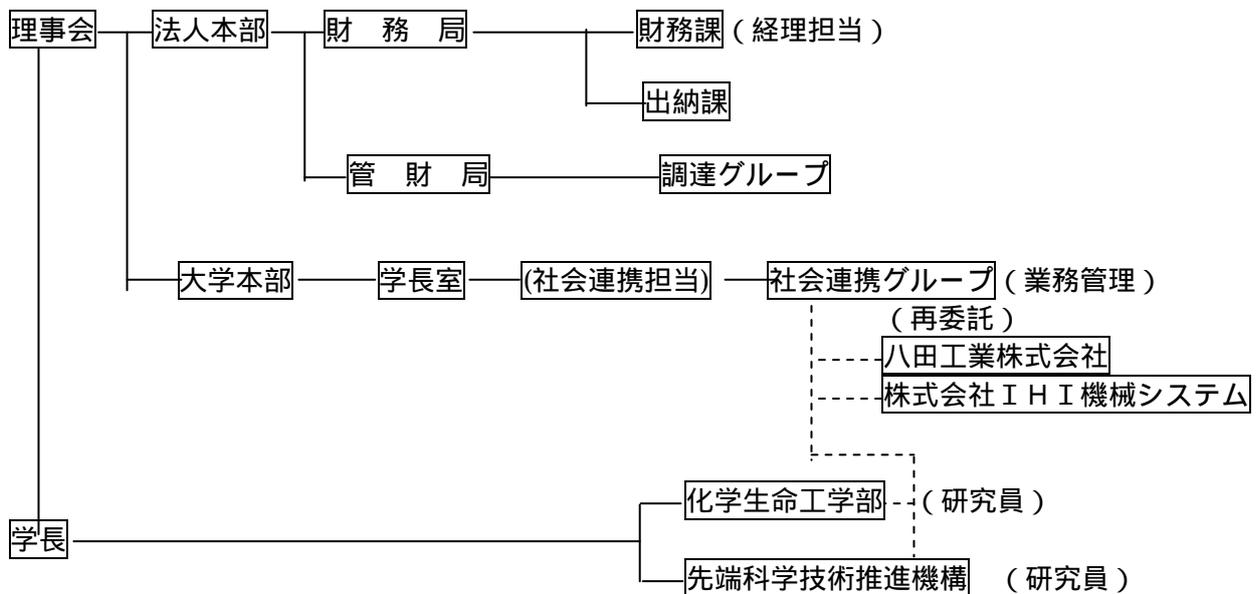
研究組織・管理体制

1) 研究組織（全体）



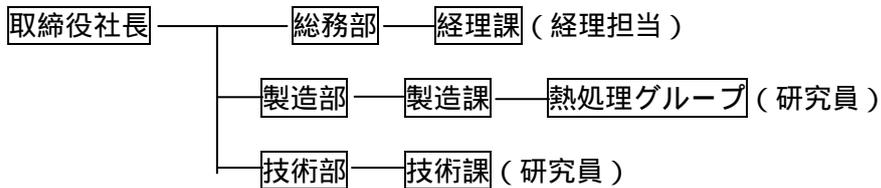
2) 管理体制

業務管理法人 [学校法人関西大学]

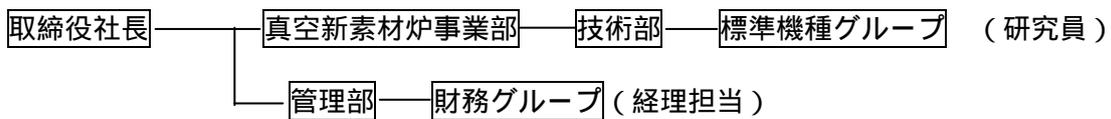


再委託先

[八田工業株式会社]



[株式会社 IHI 機械システム]



3) 研究者氏名

【事業管理者】 学校法人関西大学

研究員

氏名	所属・役職	実施内容
赤松 勝也	先端科学技術推進機構 研究員	・低焼入れ性材料へのミスト冷却効果の検証 ・冷却コントロールの検討
西本 明生	化学生命工学部化学・物質工学科 准教授	

プロジェクト管理員

氏名	所属・役職	実施内容
石川 正司	先端科学技術推進機構長	・プロジェクトの管理・運営
島貫 未来夫	学長室社会連携グループ長	
山田 恭子	財務課長	
浦田 和之	学長室社会連携グループ グループ長補佐	
熊澤 佳織	学長室社会連携グループ	
八尾 聡美	学長室社会連携グループ	
北 憲祐	学長室社会連携グループ	

【再委託先】

八田工業株式会社

氏名	所属・役職	実施内容
隅谷 賢三	専務取締役	<ul style="list-style-type: none"> ・低焼入れ性材料へのミスト冷却効果の検証 ・ミスト冷却のシミュレーション ・冷却コントロールの検討
森川 経夫	技術部 部長	
徳山 信吉	製造部 部長	
八木 勲	技術部 顧問	
前久保 光弘	製造部	
梅田 浩二	製造部	
青木 辰之	技術部	

株式会社 IHI 機械システム

氏名	所属・役職	実施内容
勝俣 和彦	技術部 標準機種グループ 部長	<ul style="list-style-type: none"> ・低焼入れ性材料へのミスト冷却効果の検証 ・ミスト冷却のシミュレーション ・冷却コントロールの検討
井上 純治	技術部 標準機種グループ	
永田 喬裕	技術部 標準機種グループ	
嶋田 嵩久	技術部 標準機種グループ	

アドバイザー（任意）

機関名	所属・役職	氏名
国立大学法人宇都宮大学	工学研究部・准教授	奈良崎道治
学校法人智香寺学園 埼玉工業大学	工学部・教授	巨東英
国立大学法人大阪大学	接合科学研究所・教授	中田一博
国立大学法人京都大学	工学研究科材料工学専攻 教授	落合庄治郎
大阪府立産業技術総合研究所	材料技術部・主任研究員	水越朋之
独立行政法人 科学技術振興機構	技術参事 科学技術コーディネータ	石神逸男
公立大学法人大阪府立大学	マテリアル工学分野・助教	千星聡

山陽特殊製鋼株式会社	研究・開発センター 軸受・構造用 G 主任研究員	藤松威史
住友スリ - エム株式会社	電子製品事業部 マネージャー	糸久篤
日産自動車株式会社	パワートレイン生産技術本部 工法開発グループ・主担	守屋悟
株式会社日本アルミ	技術開発部・担当部長	伊藤清文
ホンダエンジニアリング株式会社	パワートレイン研究開発部 技術主任 1 K ブロック	猿山将臣
(株)恵美須屋工具製作所	取締役・製造本部長	栗野實
光洋機械工業(株)	工作機械事業部長・理事	宮邊直樹
(株)シマノ	生産技術部・部長	大津智弘
日本精工(株)	石部工場・管理課 主務・課長	大島一浩
(株)ベツセル福知山	技術課・課長	塩見靖司
和伸工業(株)	取締役・営業部長	三輪康二
三谷伸銅(株)	技術部 品質保証課・課長	満留剛

1-3 成果概要

現在、焼入設備に求められている能力は、油冷却とガス冷却の利点を併せ持ち、さらに低歪焼入れのため被処理品の内部温度をほぼ等温に冷却する方法であると考えられる。これらの条件を満たし、かつ環境やコスト面にも配慮した新たな冷却方法として、ミスト冷却法を用いることとした。

ミスト冷却は、被処理品に冷媒をミスト噴霧する冷却法である。焼入冷却の3段階のうち、沸騰段階において冷却速度がもっとも大きくなる。ミスト冷却は、この沸騰段階においても処理品表面を常に濡れた状態にすることによって高い冷却性能を持つことになる。

ミスト冷却の特徴として、潜熱を利用した高い冷却性能、噴霧量制御による自由な冷却コントロール、危険作業が最小限、装備、ランニングコストが安価という点が挙げられる。

初年度は、ミスト冷却装置の検討（ミスト噴霧機構の検討、冷却装置の基本構造の決定）、ミスト冷却装置の製作（ミスト冷却装置の設計・製造、試運転）、ミスト噴霧冷媒の検討（ミスト噴霧冷媒の選定）を行った。

二年目は、加熱装置(真空炉)を作成(加熱装置の設計・製造・試運転)し、ミスト冷却装置と加熱装置(真空炉)を組み合わせ、熱処理用装置として完成し、真空加熱(焼入・焼戻)とミスト冷却を一体で行い、低焼入れ性材料へのミスト冷却効果の検証(冷却品質の高度化)、ミスト噴霧冷媒の検討(ミスト噴霧冷媒の選定)、ミスト挙動の予測(ミスト挙動の試験・予測)を行った

最終年度は、昨年度に引き続き、低焼入れ性材料へのミスト冷却効果の検証を中心に、熱電対を用いた加熱装置・冷却装置の2室にわたる温度測定を連続して行い、熱伝導率を同定させ、冷却中の処理品の中心温度を測定しながら冷却シミュレーションを行った。また、冷却コントロールの検討のため、ミスト冷却中の処理品温度を、非接触温度計を用いて常時把握しながら、短時間で測定誤差の少ない測定方法を見出すことにした。

一方加熱装置から冷却装置に搬送された各種試料および製品について、ミストを各種条件で噴霧冷却させた。具体的には冷却剤として、純水と水道水を用いて噴霧した。

- (1) ノズルの取付けについて上方向、下方向およびそれらの取り付け角、数量、さらに冷却する製品までの距離の調節
- (2) 噴霧水量と水圧について、その適量を調査
- (3) 冷却室内の圧力について、その適量を調査
- (4) 噴霧時間の調整

等を行った。それぞれの条件で冷却された試料およびいくつかの製品について硬さ測定と変形度の測定を行い、ミスト冷却の有効性について検討した。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

学校法人関西大学

〒564-8680

大阪府吹田市山手町 3 - 3 - 3 5

学長室社会連携グループ長 島貫 未来夫

TEL : 06-6368-1245 FAX : 06-6368-1247