

研究テーマ	工学研究科重点研究としての次世代自動車部品製造基盤技術に関する総合研究	
研究代表者	機械工学専攻・教授	岩井 善郎
研究分担者	機械工学専攻・教授	竹下晋正, 白石光信, 服部修次, 安東弘光
	機械工学専攻・准教授	伊藤隆基, 本田知己, 永井二郎
	機械工学専攻・講師	田中 太
	原子力・エネルギー安全工学専攻 准教授	福元謙一
	工学部技術部・専門職員	幸川光雄

○ 研究成果の概要

研究の背景

福井県では新たな産業クラスター形成を目指す分野として次世代自動車部品を挙げ、産学官連携による技術開発を積極的に推進する方針を示している。このような地域の要請に対して、機械工学専攻では2004～2006年度に福井大学学長裁量経費研究（プロジェクト研究）の採択を受けて、自動車部品製造技術に関する専攻内プロジェクト研究をスタートさせ、それに関するプロジェクト研究を今年度も継続して実施した。

研究の目的および特色

自動車部品製造に係わる基盤技術として、機械工学専攻に集積する優位な評価と製造に関する学術的・工業的知的財産を融合し高質化して、

- ① 自動車部品を対象とした材料評価技術の高度化と部品材料の機能・強度の評価
- ② 自動車部品の製造技術における各種評価技術と製造技術の高度化

を実現し、工学研究科における重点研究としての確立および福井県における次世代自動車部品産業クラスター計画の研究拠点を構築することを目的とした。

本プロジェクト研究は、以下に挙げる特徴を有している。すなわち、

- I. 専攻の多数の教員による総合研究であり、工学研究科の重点研究としての実績を蓄積し、さらに本学の重点研究を目指している。
- II. 地域と時代の要請に応え、本学および工学研究科における産学官連携や産学共同研究の一層の発展に寄与する点。

である。

研究の成果

本プロジェクト研究では、以下の2グループの個別課題について研究を行なった。いずれの研究も導入部（第1フェーズ）は昨年度に概ね終了しており、その成果を基盤にして発展させた。

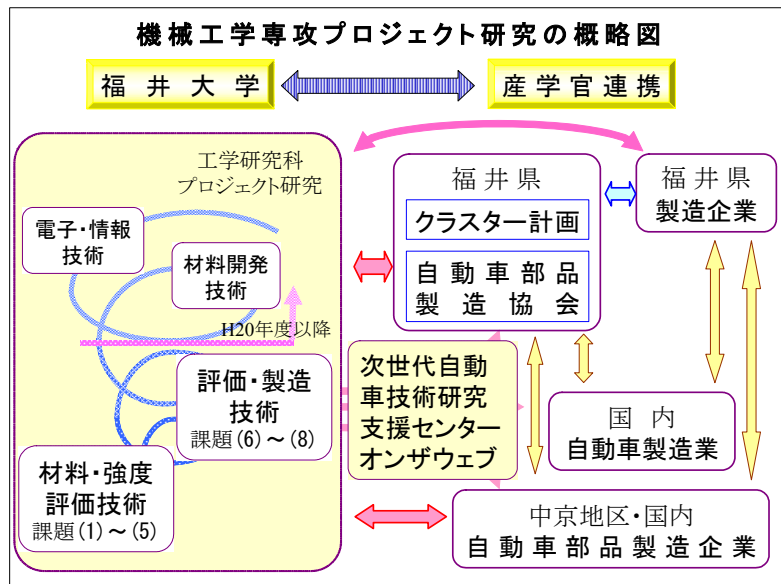
- ① 自動車部品を対象とした材料評価技術の高度化と部品材料の強度・機能の評価
- (1) 焼入れ時の熱伝達率の評価 (竹下)
 - (2) 5000系アルミニウム合金の固液共存状態における機械的特性評価 (服部・幸川)
 - (3) 自動車の構造部材・部品に作用する多軸負荷状態の把握と疲労強度の評価 (伊藤)
 - (4) 金型工具用硬質皮膜の耐摩耗性の評価 (岩井)
 - (5) 自動車部品製造金型用の水溶性離型剤の高温面付着の評価 (永井・安東・田中)
- ② 自動車部品製造における各種評価技術と製造技術の高度化
- (6) 自動車用カバーのサーボプレスによる低荷重鍛造技術 (白石)
 - (7) 低フリクション自動車部品しゅう動面の創製技術 (本田)
 - (8) 先進表面観察法による自動車製造技術の諸問題へのアプローチ (福元)

各研究課題の概要および成果は、紙面の制限により別紙に示すが、総合的な成果を下記に示す。

- ・ 個々の研究が高度化し、その成果を学術的また工業的に強いシーズとして本学から発信できた。
- ・ 各課題の有機的な繋がりを明確にし、総合研究として体系化できる見通しがついた。すなわち、次年度より各課題の横の繋がりを強化してプロジェクト研究としての強化を計る。
- ・ 工学研究科の重点研究課題としての基盤を整備し、他専攻分野からの参入と融合も視野にいれた次の飛躍の足がかりが確立できた。

さらに、今年度までの成果を踏まえて、次年度よりデータベース「次世代自動車技術研究支援センターオンザウェブ」を構築するに至り、その準備を開始したところである。

本プロジェクト研究の軸とする評価と製造の技術は、ものづくりにおける車の両輪の関係である。したがって、右図のように各研究課題のさらなる融合による高度化と共に新規分野も取込んで部品製造技術のスパイラルアップを目指す。



○配分額及び経費の支出額内訳

円
円

○その他特記事項

各研究課題の成果概要は別紙に示す。

別紙

○ 各研究課題の概要

No.	課題名	担当者	概要
① 自動車部品を対象とした材料評価技術の高度化と部品材料の強度・機能の評価			
(1)	焼入れ時の熱伝達率の評価	教授 竹下 晋正	<p>自動車関連部品の塑性加工に使用される金型は言うまでもなく、自動車関連の鋼材部品に対しても、その機能を高めるために焼入れ・焼戻し処理が施されることが多い。しかしながら焼入れ時には、不均一な冷却に起因する熱応力やマルテンサイト変態に伴う変態応力によって焼入れ変形、あるいは焼き割れが発生しやすい。この問題を回避するには、焼入れ時により均一な冷却状態を実現することが重要である。</p> <p>そこで本研究では、焼入れ時の冷却状態に密接に関連する熱伝達率の評価を下記の手順で試みた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 焼入れ後の試験材表面から内部に涉っての硬さ分布を実験的に得る。 2) 試験材表面での熱伝達率をパラメータとして種々変化させ、焼入れ時の冷却過程に関する数値シミュレーションを行う。 3) 数値シミュレーション結果から、焼入れ後の試験材表面から内部に涉っての硬さ分布を解析的に得る。 4) 実験的に得られた硬さ分布結果を解析結果と比較し、実験結果に最も良く適合する解析結果から、試験材表面での熱伝達率を評価する。
(2)	5000系アルミニウム合金の固液共存状態における機械的特性評価	教授 服部 修次 技術専門員 幸川 光雄	<p>アルミニウムは軽量性や加工性、強度特性、電気・熱の高伝導性などの様々な優れた物理的・化学的諸特性を生かし、自動車部品、飲料缶、家庭用品、高速輸送機器、宇宙航空機器、OA機器、建築資材など多岐にわたる分野に用途を広げている。さらに、軽量であるため自動車部品や輸送の分野で省エネルギーにつながり、需要が増える可能性のある材料である。近年、種々の合金組成及び形状、寸法の鋳塊を製造している生産工場や自動車部品工場では、鋳造の凝固過程、すなわち固相・液相共存領域で発生する鋳造割れが致命的な欠陥となり問題になっている。しかし、多くのアルミニウム合金については、鋳造割れの発生をあらかじめ予測できるデータベース構築には未だ至っていない。</p> <p>そこで、各種アルミニウム合金の固相・液相共存状態における固相率増加に伴う破断強度や破断伸びなどを測定し機械的特性を調査し、ある一定の有益な成果を得た。</p>

(3)	自動車の構造部材・部品に作用する多軸負荷状態の把握と疲労強度の評価	准教授 伊藤 隆基	<p>本研究では、実車材料に作用する負荷履歴を把握し、多軸負荷を考慮した最適疲労強度評価法の構築を試みた。また、提案した強度評価法を既存設計基準やCAD・CAE構造解析等への応用を図るために調査を実施した。その結果、自動車での繰返し多軸負荷状態は十分に把握されておらず、従来の設計基準が安全／非安全側設計かの判断ができない状況にあることが判明し、さらなる調査・研究が必要であることが明らかとなった。すなわち、多軸疲労強度研究は、これまでも複数の組織で個別に行われてきたが、いずれも初期の発展途上にあり、潜在する諸問題が明らかにされていない。したがって、多軸疲労強度設計基準を構築する上で、研究者と設計現場が抱えている諸問題の把握や国際的な動向等の調査、また、多軸疲労研究の成果の鍵を握る実験研究の企画・調査が必要である。</p>
(4)	金型工具用硬質皮膜の耐摩耗性の評価	教授 岩井 善郎	<p>自動車部品製造に用いられる金型では、TiC、TiCNなどの硬質皮膜の被覆により、金型の寿命のみでなく加工製品の精度や表面形状の向上が期待される。しかし、硬質皮膜の選定指針や皮膜表面に発生するかじりや摩耗を改善するための皮膜構造や成膜条件などは不明である。</p> <p>本研究では、実機金型に発生した表面損傷を走査電子顕微鏡で詳細に観察し、その損傷形態を分類して発生メカニズムを考察した。また、硬質皮膜の成膜条件（PVDとCVDの違い、成膜メーカーの違い等）による表面性状の違いをナノインデーション硬さやX線回折による組成・配向性との関係から調べ、併せて評価試験法を検討して摩擦摩耗特性（摩擦係数と摺動面に発生する凝着とはく離等）の違いを明らかにした。これらの結果は、実機金型における硬質皮膜の表面損傷とその改善の評価技術の基礎となる。</p>

<p>(5)</p>	<p>自動車部品製造金型用の水溶性離型剤の高温面付着の評価</p>	<p>准教授 永井 二郎 教授 安東 弘光 講師 田中 太</p>	<p>アルミニウムダイキャストによる自動車部品製造工程において、焼付きを防ぐために高温金型面に水溶性離型剤が吹き付けられる。しかし、金型表面温度 T_w がどの程度高温まで液滴が接触するのか、あるいは離型剤成分がどの程度表面に付着しているのかは不明であった。</p> <p>そこで本研究は、蒸発曲線の測定、液滴挙動の高速ビデオ撮影、固液間電気抵抗計測による固液接触時間変動把握、表面化学分析による離型剤付着状況の計測を行い、固液接触と離型剤付着の関係を実験的に検討した。その結果、以下のことが分かった。低温域 ($T_w < 210^\circ\text{C}$) では、固液接触は常時発生し、離型剤付着面積も比較的大きい。遷移域 ($210^\circ\text{C} < T_w < 270^\circ\text{C}$) では、固液接触は間欠的となり、固液接触面は数 ms の短時間で縮小され、離型剤付着量は低温域と比べて少なくなる。高温域 ($T_w > 270^\circ\text{C}$) はライデンフロスト温度より高温の領域であるが、液滴衝突直後に極短時間 (1ms 未満) の固液接触が発生する。離型剤付着面積は遷移域よりさらに減少するが、単位面積当たりの付着量は比較的大きい。すなわち、極短時間でも固液接触が発生すれば、離型剤は付着することが分かった。</p>
------------	-----------------------------------	---	--

② 自動車部品製造における各種評価技術と製造技術の高度化

<p>(6)</p>	<p>自動車用カバーのサーボプレスによる低荷重鍛造技術</p>	<p>教授 白石 光信</p>	<p>本研究では、板材から鍛造によりリブ付管体を成形する方法として提案している部分鍛造法を用いて自動車用カバーを成形するための基礎技術の確立を目指している。ここでは、圧下と同時にリブと側壁を成形する方法について、圧下部や圧下部内側にリブ成形溝を設けたポンチ及び板押えを製作し鍛造実験を実施することにより、リブ成形が成形品表面および側壁に及ぼす影響などについて検討した。その結果、リブを同時成形することにより筐体表面に発生する窪みを大幅に減少できること、リブが交差する部分及びリブと側壁が突き合う部分においてその裏面（製品表面）にひけが生じることなどが明らかになった。</p>
<p>(7)</p>	<p>低フリクション自動車部品しゅう動面の創製技術</p>	<p>准教授 本田 知己</p>	<p>自動車エンジンなどのしゅう動材料の表面形状が、油だまりやなじみ・初期摩耗に大きく影響することは、従来の研究によりよく知られている。 本研究では、潤滑摩耗におけるなじみ挙動に及ぼす表面形状の影響を明らかにするとともに、摩擦損失の低減と耐摩耗性向上に有効なしゅう動面創製法を開発した。</p>
<p>(8)</p>	<p>先進表面観察法による自動車製造技術の諸問題へのアプローチ</p>	<p>准教授 福元 謙一</p>	<p>ジルカロイやステンレス鋼等の鉄鋼材料中の定量水素濃度分析手法の開発研究を行った。ジルカロイ合金やステンレス鋼等の鉄鋼材料に水素を添加して水素濃度を調整した試験片を作製し、レーザープラズマ分光分析法による水素スペクトル検出手法について検討を行った。ジルカロイ合金では50-8000wppm において再現性の良い検量線が得られ水素定量分析技術を確立した。鉄鋼材料では測定下限値が 30-75wppm 程度であることが見込まれ、更なる表面水分除去技術の導入により定量水素分析が可能になると考えられる。</p>