

平成 15 年 戦略的基盤技術力強化事業  
研究開発成果報告概要

事業管理 法人名	M&D テクノ 研究協同 組合	代表者名	長島 弘之	所在地	〒372-8502 群馬県伊勢崎市寿町 20 番地 Tel : 0270-22-1321
-------------	-----------------------	------	-------	-----	--

管理番号 技術分野：金型分野

15K-2 技術区分：新素材加工金型技術 / 金型加工技術

技術開発課題：鋳造技術を用いた新素材(半凝固)の加工を可能とする金型技術及び  
金型加工技術

鋳造技術及びプレス/鍛造加工を複合化した切削レス(ネット  
シェイプ)金型技術と金型設計のナレッジ化

テーマ名：「鋳造品切削レスを実現する精密複合ネットシェイプ金型と多数個  
取りセミソリッド工法」に関する研究開発

研究開発期間：平成 15 年 8 月 25 日～平成 16 年 2 月 27 日

### 1. 委託事業実施の背景と委託事業の概要

自動車メーカーはグローバル競争に勝ち抜くため、タイムリーに新車を販売する新ビジネスモデルの構築や地球環境問題に対応する技術開発を進めており、自動車部品サプライヤも世界の自動車メーカーの新ビジネスモデルに対応した高品質部品を最速かつ低コストで提供することが急務となっている。

中でも品質を作り込むコア技術とされる金型産業は、海外への技術流出という大きな問題を抱えながらも、これらの要求に積極的に応えるため、コスト低減や生産性改善を図る、より生産性の高い新工法や新金型の研究開発が必要である。

そのため金型業界における「高品質・短納期化・低コスト化」の市場要求と技術革新による国際競争力強化を目的として「多数個取りセミソリッド鋳造工法」、「精密複合ネットシェイプ金型」、「設計のナレッジ化」の研究開発を行なう。

### 2. 委託事業全体の内容と目標

(1) 技術の内容と新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性

技術の内容

自動車エアコン用コンプレッサ主要部品の製品設計から生産までのプロセスにおいて「鋳造品切削レスを実現させるネットシェイプ金型技術」を実用化する。そのサブテーマは【多数個取りセミソリッド鋳造工法の実用化】【精密複合ネットシェイプ金型の実用化】【ナレッジ設計の金型適用とシステム化】の3つのテーマで構成される。

技術の新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性

〔サブテーマ1〕多数個取りセミソリッド鋳造工法の実用化

本提案はアルミ部品の鍛造から鋳造化を実現するためにセミソリッド鋳造工法を採用し、材料・工程・歩留り問題解消を狙った多数個取りを実現する新規性の高い開発である。これによる生産性改善・量産化技術構築で50%コスト低減を図る。また、同コンプレッサのシリンダヘッド・シリンダブロックについては、現状のアルミダイカスト鋳造からセミソリッド鋳造工法への転換で、工程短縮と内部欠陥の低減を行い、これまで製品品質を確保して生産性50%改善を図るものである。

〔サブテーマ2〕精密複合ネットシェイプ金型の実用化

本提案ではセミソリッド鋳造の高粘性・低温溶湯という利点を生じた「鋳バリ」や「過熱による焼付き・カジリ」等の低減で、複雑なアンダーカット処理や0.5°の抜き勾配設置を可能にし、金型のニアネットシェイプ技術構築を目指す。更に金型を構成する上で必要な「抜き勾配」のゼロ化、シール端面の表面粗さを確保するための異製法の機構も加味した開発を行ない、完成品(ネットシェイプ)として仕上げることを目的とするものである。

〔サブテーマ3〕ナレッジ設計の金型適用とシステム化

本研究の狙いは製品開発の初期段階で、金型設計に関する技術的な要件を満足させ、後戻りのない製品設計を実現させるという画期的で新規性の高い取組みである。開発の後半で発生している設計変更や調整作業をなくすもので、このアプローチは製品開発プロセス

刷新で、フロントローディング化を実現させるものである。

## (2) 技術目標値

### [サブテーマ1] 多数個取りセミソリッド鑄造工法の実用化

1. 自動車エアコン用コンプレッサにおいて、鍛造用アルミ合金 A4032 に相当する、引張り強度(400N/m<sup>2</sup>)、0.2%耐力(315N/m<sup>2</sup>)、疲労強度(110N/m<sup>2</sup>)、ガス含有量(1cc以下/Al100g)を確保したセミソリッド鑄造用アルミ合金開発と評価基準作成。
2. 多数個取りセミソリッド鑄造金型開発。
3. 精密温度管理金型のセンシングコントロール技術の実用化。
4. コンプレッサ部品への応用展開。

### [サブテーマ2] 精密複合ネットシェイプ金型の実用化

1. 鑄造品 = 完成品(切削レス)
  - ・位置決め部：穴径公差 - 0.01 ~ +0.02
  - ・シール端面：平面度公差 0.02、平行度 0.08、表面粗さ Ra1.6
  - ・摺動部：穴径公差 0 ~ +0.02、軸径公差 ±0.03、直角度公差 0.005、同軸度公差 0.005、円筒度公差 0.005、表面粗さ Ra0.8
2. 鑄造部品生産性：50%向上
3. 鑄造部品コスト：50%低減

### [サブテーマ3] ナレッジ設計の金型適用とシステム化

1. 構造設計から金型設計にかかる設計リードタイムの短縮
  - ・従来比 7分の1の設計スピード
2. 開発試作の繰り返し回数の低減
  - ・設計不良による後戻り工数の発生ゼロ化
3. 金型設計にかかるトータル費用の削減 従来比 50%

## 3. 委託事業全体における技術目標値を達成するための課題と解決方法

### [サブテーマ1] 多数個取りセミソリッド鑄造工法の実用化

#### <課題>

1. セミソリッド鑄造用アルミ合金の開発
2. セミソリッド鑄造用金型開発(多数個取り鑄造方案・金型構造・温度管理)

#### <解決方法>

1. 鍛造製品のセミソリッド鑄造化試作で、規格合金の Cu 配分を増加させることで効果が確認されたことを応用し、各種の元素配分量変更や新たな元素添加による特性評価実験を中心に合金開発を進めていく。
2. 現在開発を進めている金型温度測定センサー内臓金型で蓄積しはじめた温度管理手法の応用とシミュレーション技術を活用し、最適方案と温度制御開発を進めていく。

### [サブテーマ2] 精密複合ネットシェイプ金型の実用化

#### <課題>

1. 抜き勾配の最小化、微小凹凸部の金型構成
2. 金型の精密化(鑄造寸法精度 ±0.02 mm以内)によるズレ・段差・鑄肌面精度向上
3. 金型及び製品の熱・圧力変形解析及び抑制(鑄造寸法精度 ±0.02 mm以内)
4. 余肉処理・変形制御技術(鑄造寸法精度 ±0.02 mm以内)
5. 複合システム開発(トランスファ機構・スクラップ処理)

#### <解決方法>

抜き勾配の最小化への取組みとしては型内冷却強化や各種変形解析による応力除去、更に微小凹凸加工や金型切削面精度を向上させる加工技術研究で解決を図っていく。

また、前述の要因系の解明と併せて金型内に構成できるアンダーカット機構を拡大させる必要があるため、機構開発も進めていく。複合システムについては、鑄造後の加圧工程による変形が予測されるため、余肉処理・変形制御技術をサンデン(株)内の鍛造技術を活用し解決を図る。

〔サブテーマ3〕ナレッジ設計の金型適用とシステム化

<課題>

1. 構造/金型設計に関する設計知識の獲得とルール化（設計手順の最適化）
2. 構造及び金型設計の連携と人間的判断（融通性、冗長性）の実現
3. 金型設計モジュール化（金型パーツモジュール化、モジュール組替え時の変更対応）

<解決方法>

設計専門家からの知識の獲得はストラクチャドインタビュー法で、またナレッジ設計のシステム化方法については、既に自動化システム群の開発を完了しているため、これを応用した開発を進めていく。

4. 当該年度における技術目録の達成状況と意義（実績）

〔サブテーマ1〕多岐にわたる技術課題の達成状況と意義（実績）  
本開発材料の結果、疲労強度は、鍛造用材料と比較して約 50%であった。一方、引張強度は、伸びを除いて鍛造用材料と同等であることを確認。疲労強度が改善ポイントとして明確になる。  
「方案解析実験」に基づいた鋳造法案で試作した4個取り金型で試作した素材で熱処理後の品質評価から工法の基本検証は出来た。課題はプリスターや切削外観巣を激減させる高歩留り多数個取り方案の研究深耕と型温コントロール技術が次のポイント。  
耐久試験により、耐久性比較対象の熱間鍛造素材の耐久試験実績と同等レベルであることが確認出来た。

〔サブテーマ2〕精密複合ネットシェイプ金型の実用化

当該年度は第一段階として、金型と鋳造品の製品転写性に着目し、その影響度調査により阻害因子の抽出と高寄与率因子の特定を行なう。これにより、所望する製品規格を実現するため金型をどういう設定にすべきか、またアンダーカット処理範囲の拡大と製品微小凹凸形状を金型に構成させうる基礎の確立ができ、目標達成に向けた方向性が明確となる。

<達成の状況>

品質機能展開による絞り込みにより「金型および鋳造品の熱因子」と「金型精度因子」に影響因子を大別。  
当該製品金型の「芯ズレ」現象における規則性の確認と、加工基準面精度の重要性把握。  
同現象解明に向け、解析モデル金型実験による金型動的精度と静的精度の相関把握及びデータ（金型内温度分布、金型表面粗さと鋳肌面転写の実態把握）の収集。

〔サブテーマ3〕ナレッジ設計の金型適用とシステム化

製品設計、金型設計、鋳造方案設計の各工程における専門家の持つ、設計ノウハウ、固有値、経験則をヒアリング主体とした調査により体系化することが当該年度の最大の課題である。各設計パートの基本原則を明確にし、コンセプトモデルを完成。

<達成の状況>

設計専門家からの知識の獲得（体系化・ルール化）  
ストラクチャドインタビュー法により、各設計パートの専門家から、現状の設計方法に関する一連の知識を獲得。設計手順を体系的に理解し整理した。  
自動化処理の判定に用いる、データベースの獲得  
製品設計側：8つのデータベース、金型設計側：6つのデータベースをそれぞれ完成させた。今後の研究の中で、データベースの充実を進める。  
自動化処理を行なう基本プログラム（コンセプトモデル）の完成  
製品設計側：I-CADによるシステム開発  
金型設計側：CATIA V5によるシステム開発  
製品設計側における「推論処理」の論理回路の決定  
上記項目の製品データベースに基づく、推論処理の開発  
上記項目の製品データベースにおける「成立性判定」の基準値の決定  
上記項目の製品データベースに基づく、成立性の判定処理の開発

特に一連の設計処理において、設計問題の判断基準並びに優先順位の設定（ルール化）は、計算処理速度を決定する重要な因子である。また専門家から獲得する設計知識の優劣

は設計精度を左右する重要な因子である。計算処理速度の高速化については、サンプルシステムの開発により実用性を評価し、設計知識の優劣、妥当性については、製品（構造 / 金型）設計のナレッジ要件評価技術員会にて結するものとする。

5. 事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化  
提案書の作成時、たが、現状で鍛造から半凝固造法に巻く環境変化  
効果予測を立上げてきたが、現状で鍛造から半凝固造法に巻く環境変化  
向に今年度以上を研究するに、16年度は、鍛造から半凝固造法に巻く環境変化  
験中、今年度以上を研究するに、16年度は、鍛造から半凝固造法に巻く環境変化  
とした。以上を研究するに、16年度は、鍛造から半凝固造法に巻く環境変化

〔サブテーマ1〕  
16年度以降は型内凝固を促進する熱伝導把握と制御に着目し活動を進めたいと考  
る。更に、それぞれのサブテーマとリンクさせるため、既存ダイカスト製造部品を対  
した材料開発と工法の確立を目指したいと考える。

〔サブテーマ2〕  
16年度以降は、転写性影響因子に関するデータの収集と悪さ加減を統計的に分析し、収  
縮を含めた「熱解析」に焦点をあてて活動していきたいと考える。

〔サブテーマ3〕  
新しい金型工法（設計技術）に適用させることが最終目的であり、ナレッジをどのよう  
に適用させるか重要な課題となる。そのためには数値解析などの導入による、設計の確  
かさ予測する技術の確立を目指したいと考える。