

機械金属製造業の技術実態調査

羽地龍志 泉川達哉 松本幸礼 安里昌樹 山内章広 當間進一

沖縄県内の機械金属製造業の技術水準をはじめ、企業単独では解決困難な技術的問題・課題とその要因などを的確かつきめ細かに把握し、欠落技術の補強などの技術支援策に繋げることを目的に調査を行った。

調査は企業に関する各種情報源（関連団体が発行している情報誌や企業ホームページなど）から主要製品、保有機器などの情報を収集する手法のほか、製造担当者からのヒアリングを主とする生産現場視察を通して技術的課題を抽出する定性的手法を採用した。

その結果、沖縄県内の機械金属製造業における未成熟な技術分野として、NC加工機を効率的に活用するために必要なCAD/CAMシステムの利用技術や機構解析・構造解析などのCAE利用技術および金型や刃物など金属の熱処理技術などが明らかとなった。また、溶融亜鉛メッキ以外の表面処理技術が欠落した技術分野であることがわかった。

1 はじめに

沖縄県工業技術センター（以下、当センターという）は地域技術の先導的研究機関として沖縄県の自立的経済発展を担い、製造業の技術支援や先端的研究に取り組んでおり、業務運営にあたっては「地域技術の牽引車」、「開かれた研究機関」、「地域技術の交流広場」、「技術情報の発信拠点」という4つの基本理念に基づいて推進している。

当センターの前身である沖縄県工業試験場ではこれまでに、「機械金属製造業実態調査¹⁾（昭和49年度）」および「機械金属製造業の技術実態調査²⁾（昭和59年度）」を行い、機械金属製造業の実態や問題点、技術的動向を把握し、それに対応した技術支援や開発研究に取り組んできた。

前回の調査から20余年が経過した今日、産業技術の高度化（高精度・高信頼・ハイスピード化）および製品開発の短サイクル化の動きはめざましく、それに伴ってものづくりの現場に求められる製品の品質も変化している。今回の調査は、現在の機械金属製造業の実態とその変化および技術的動向を把握し技術支援策に繋げることを目的に実施した。本報告は、調査結果を基にした県内に構築されている技術の多角的展開と未成熟技術や欠落技術の補強について検討を加えたものである。

2 調査方法

2-1 調査方法

資料などによる情報収集と調査員が直接ものづくりの現場へ赴いて実施するヒアリング調査を行った。

情報収集は、関係団体が発行している情報誌³⁾や各企業ホームページおよび製品パンフレットなど各種資料を収集し、主要製品や保有機器リストなどを基に技術水準

などを推察した。ヒアリング調査は、製造業の技術水準や保有機器および企業が抱えている技術的問題・課題をできるだけ詳細に把握するために複数人数で実施した。

2-2 ヒアリング調査対象

ヒアリング調査を実施する対象企業は、機械金属製造業のほか、実態をより詳細に把握することを目的に産業間の連関を考慮し製造機器の発注者となる食品製造業など他業種も調査対象とした。これらの企業の製造技術、製造工程および製造装置を調査し、機械金属製造業の関わり方や今後の装置開発の可能性について検討した。

調査は、製造現場および製造工程を熟知している製造担当者からのヒアリングを主とした。

2-3 ヒアリング調査員

ヒアリング調査は製造現場の問題・課題をより多面的に把握するために、当センター機械金属系研究員を中心に他分野の職員を交えた複数の研究員で行った。

2-4 ヒアリング調査項目

ヒアリング調査項目は主要製品、業績、製造・加工技術、製造・加工機器、測定・分析機器、品質管理、環境対策のほか、調査員の所見や加工工場のレイアウトなどを設け問題や課題を詳細に把握するよう努めた。調査に使用した調査票を資料1に示す。

2-5 調査期間

本報告では平成14年度から平成17年度までに実施した調査結果をまとめた。

3 調査結果

3-1 情報収集

機械金属製造業に関して関連団体が発刊している情報誌、企業名簿および企業ホームページ、商品パンフレットから主要製品や所有機器などの情報を収集し、当センターが所有する企業情報データベースに入力・構築した。現在、データベースに入力した企業数は318社である。この中にはヒアリング調査を実施した機械金属製造業も含まれている。

企業の業種および分類は工業統計によるものではなく、昭和59年度の調査結果を踏まえた製造品目による独自の分類法を用いた。分類、業種および製造品目を表1に示す。前回の調査結果には設定されていなかったⅥ類（表面処理）とⅦ類（樹脂成形）を追加した。

表1 業種と製造品目

分類	業種	企業数	合計	主要製造品目例
Ⅰ	製鋼	1	11	異形鉄筋、普通鉄線
	押出	1		アルミ押出
	鋳物	3		鋳鉄(マンホール鉄蓋、グレーチング)、アルミ鋳物
	鋼材	6		鋼材加工
Ⅱ	鉄工	160	208	鉄骨加工、建築鉄構、プラント製作、門扉
	工作	38		金属加工、機械加工
	農機具	4		農機具、遊具、テント
	造船	6		造船
Ⅲ	配電	7	31	配電盤、分電盤、制御盤
	板金	16		ダクト、薄板加工
	製缶	2		王冠、製缶
	ドア	2		鋼製ドア、ステンドア
	シャッター	4		シャッター
Ⅳ	線材	4	7	普通鉄線、釘、ワイヤーメッシュ
	ボルト	3		ボルト、セパレータ
Ⅴ	サッシ	57	57	アルミサッシ加工
Ⅵ	表面処理	1	1	溶融亜鉛メッキ
Ⅶ	樹脂成形	3	3	発泡スチロール、塩ビ管、ゴム製品
計		318		

Ⅰ類：素形材料を供給する業種

Ⅱ類：溶接、機械加工により製品を製造する業種

Ⅲ類：主に薄板加工を行い製品を製造する業種

Ⅳ類：主に線材を扱う業種

Ⅴ類：アルミサッシの3次加工に関連する業種

Ⅵ類：表面処理に関連する業種

Ⅶ類：樹脂成形品に関する業種

Ⅰ類に分類されるのは他業種において材料となる素形材料を製造・供給する業種で、製鋼企業1社、アルミ押出企業1社、鋳鉄鋳物企業1社、アルミ鋳物企業2社、鋼材関連企業6社である。

Ⅱ類に分類される企業数が最も多く全体の65%を占

めている。その中で最も多い業種は「鉄工」であり、全体の約50%を占める。「鉄工」は企業規模の大小はあるものの、被覆アーク溶接機や半自動溶接機あるいはTIG溶接機などの各種溶接機を用いて鉄骨や鋼構造物の組立・溶接をする企業やプラント製造に関わる企業がほとんどである。社団法人日本溶接協会沖縄県支部によると、溶接材種、板厚、溶接法、溶接姿勢など種々の組み合わせにより167種類の溶接免許があり、現在沖縄県内の溶接技能者数は2,000人を超え、製造業に占める割合は九州各県と比較しても多いとのことである。溶接の施工性、品質、高能率化の観点から溶接ロボットを導入している企業もある。Ⅱ類の中で企業数が次に多い業種は「工作」である。旋盤やフライス盤、研削盤などの汎用工作機械のほか、マシニングセンタをはじめとするNC加工機や放電加工機を用いて機械加工、部品加工を行う業種である。近年における産業技術の高度化と製品開発の短サイクル化、さらに熟練技能者の大量退職に伴う「西暦2007年問題」に迅速に対応するためにはNC加工機の導入が有効であると考えられるが、導入している企業は9社程度に留まっている。この原因として、①機器が高価であること、②新たにNC機器の取り扱い技術を習得する必要があること、などが推察される。

Ⅲ類に分類される企業で多いのは「配電」や「板金」関連企業である。パンチングマシンをはじめCO₂ガスレーザー加工機や粉体塗装装置を導入した企業も見られる。

Ⅳ類に分類されるのは普通鉄線や釘およびワイヤーメッシュを製造する企業や、型枠資材のセパレータやスペーサなどを製造する企業である。

Ⅴ類に分類されるアルミサッシの組立に関する企業でJIS認定製品を製造する企業も多い。

Ⅵ類は表面処理に関する業種である。金属表面に何らかの処理を施して耐食性や耐摩耗性を向上させる「表面処理」に分類されるのは、溶融亜鉛メッキを行う企業1社のみである。金型などの金属製品の最終仕上げに必要な焼き入れ装置や窒化処理装置などの表面処理装置の導入を図る企業も見られるが自社製品の処理がほとんどであり、表面処理技術を専業とする企業は見られない。

樹脂成形に関する業種をⅦ類に分類した。これらの企業では各種発泡スチロール製品をはじめ硬質塩化ビニール管や一般包装資材および農業資材などを生産している。

Ⅱ類とⅤ類に分類される企業数が全体の80%以上を占め、これらの企業は鉄工関連やアルミサッシ加工関連に代表されるように建築あるいは土木との関わりが深く、他の分類に関しても何らかの形で建築・土木と関わっていることがわかる。

3-2 ヒアリング調査

ヒアリング調査を実施した企業数は機械金属系以外の企業を含め延べ137社である。本調査により得られた情報は企業情報データベースに入力し、各項目ごとに検索が可能である。

3-2-1 ヒアリング調査対象業種

ヒアリング調査を実施した業種の内訳を表2に示す。

「食品系」企業には、泡盛製造企業、製塩企業、健康食品製造企業が含まれる。「化学系」企業はガス製造企業などであり、「セラミックス系」企業は琉球ガラス関連企業、焼き物関連企業、セメント製造企業などである。

「その他」に分類したのはリサイクル関連企業や工芸関連企業、縫製関連企業などである。機械金属系企業の詳細な分類を表3に示す。

表2 対象業種別の調査回数

機械金属系	食品系	化学系	セラミックス系	その他	計
69※	35	4	7	22	137

表3 機械金属系調査対象業種

分類	I	II	III	IV	V	VI	VII	計
企業数	6	42	5	2	2	1	3	61※

注)調査を複数回実施した企業があるため、計は一致しない

3-1-2 技術水準

I類の中で自社製品を製造している「製鋼」、「押出」および「鋳物（鋳鉄鋳物）」関連企業は製造ラインを確立し量産体制を整えているほか、原料や製品の化学成分分析装置や形状計測機器、材料試験器を導入しているなど品質管理に対する意識レベルは高く、新規製品の開発や新技術の導入、コスト削減・生産性向上に向けた製造工程の改善などに意欲的である。

II類中の「鉄工」関連企業は鉄骨構造物を製造するフレーム系と容器類などの構造物を製造するベッセル系に大別できる。フレーム系企業にはアーク溶接機や半自動溶接機が多数導入されており、溶接品質や作業高能率化などの観点から溶接ロボットを導入し自動化を図っている企業や、導入を検討している企業も見られた。溶接対象鋼種としては、一般構造用圧延鋼材（SS400）や溶接構造用圧延鋼材（SM400～SM520）の使用頻度が高く、これらの材料に関する溶接技術の集積が図られているが、引張強さ520N/mm²以上の高張力鋼に関する施工経験は少ない。ベッセル系企業にはTIG溶接機や半自動溶接機が導入されており、SUS304、SUS316を使用したステ

ンレス製圧力容器やパイプ配管などプラント製作に関する技術が集積されている。「工作」関連企業に共通する技術は機械加工技術である。旋盤やフライス盤、研削盤などの汎用工作機械による各種製造装置のメンテナンスや部品加工を行う企業がほとんどで、製造装置や加工装置を開発し製品として販売する企業は限られている。マシニングセンタやNC旋盤など各種NC加工機やワイヤーカット放電加工機などの放電加工機の導入を図った企業は数社あるが、3次元形状など複雑形状の設計・加工情報作成やシミュレーションに関するCAD/CAM/CAEシステムを導入している企業は皆無で、フリーの2次元CADソフトを活用している企業が数社見られる程度である。また、加工精度確認に使用する測定機器はノギスやマイクロメータが中心で、あらさ測定機や真円度測定機および三次元測定機などの精密測定機器は見られなかった。

III類に分類されているのは薄板の切断、曲げ加工を得意とする企業である。「配電」関連企業は、パンチングマシンやCO₂レーザ加工機および粉体塗装置を導入しており、配電盤・分電盤の製作や組立、配線、シーケンス制御を一貫して行う技術が集積されている。「板金」関連企業は主に建具を製造する企業と、主としてタンクを製造する企業に分けられる。建具系企業はパワープレス機やパンチング・CO₂レーザ複合加工機および粉体塗装置を整備し、デザイン性の高い外壁パネルなど規格品にはない顧客ニーズに対応した製品を提供する技術が集積されている。また、ステンレス製タンクを主要製品とする企業にはシーム溶接機、スポット溶接機、各種プレス装置などが導入されていた。

IV類の線材を扱う企業では線材二次製品の普通鉄線や釘およびワイヤーメッシュのほか一般構造用角形鋼管などを製造している。建築資材のセパレータやスペーサを製造する企業では射出成形機を複数所有しており幅広い製品展開が可能である。

V類のアルミサッシ組立関連企業では多種多様な形状の打ち抜きプレス用金型を使用し、多数のJIS認定製品を製作しているほか、県内外の顧客ニーズに対応した任意の寸法・形状のアルミサッシも受注している。

VI類の表面処理関連企業は、溶融亜鉛メッキを行う企業である。溶融亜鉛メッキは鉄骨や橋梁など鉄系構造物の防食法として活用されており適用範囲も広い。同企業は腐食環境の厳しい沖縄県で唯一の溶融亜鉛メッキ企業で、11.5m×1.6m×2.5mのメッキ槽を所有している。

VII類は樹脂成形に関する企業である。これらの企業には蒸気発泡成形機や射出成形機および押出装置が整備され、発泡スチロールや塩ビ管およびゴム製品などを製造

している。

3-3 未成熟技術および欠落技術

保有技術を検討する際、現在定着しているが保有企業数が極端に少ない、あるいは将来的な成長が期待される技術を「未成熟技術」とし、現在沖縄県内に定着していない技術を「欠落技術」と分類した。

未成熟技術としては、「工作」関連企業において金型などの精密加工技術およびNC加工機を効率的に活用するための「CAD/CAM/CAEに関する技術」が挙げられる。複雑な形状や自由曲面を呈する金型の加工技術や機構解析・構造解析技術を修得することによって競争力の向上に繋がると予想される。

欠落技術としては、メッキや熱処理など「表面処理」に関する技術が挙げられる。表面処理の目的は、防食性や防錆性向上のほか、硬さ、耐摩耗性、潤滑性、耐酸化性、耐熱性および装飾性の向上などであるが、県内においては防食性向上を目的とする溶融亜鉛メッキ以外の表面処理技術は定着していない。前回の実態調査の結果においても表面処理技術の集積は低いとされていることから、県内では慢性的に欠落した技術といえる。メッキ技術を導入するためには、メッキ処理の際に発生する廃液の処理や環境負荷などクリアすべき課題が多い。従って、メッキ関連企業を創出あるいは誘致するためには行政的な支援も必要だと考えられる。

3-4 他業種との関係

機械金属製造業と他業種との関係に着目し調査を実施した結果、以下のことがわかった。

食品系企業（泡盛製造企業、飲料製造企業、健康食品製造企業など）における製造ラインの配管や容器の製作に関してベッセル系企業が深く関わっており相当数の施工実績を有している。しかしながら、製造装置そのものの設計・製作に関する実績を有しているのは一部の工作関連企業のみに限られており、本土メーカー製装置が導入されていることが多い。これは工作関連企業において装置の機構設計に関する経験が少ないことや、センシング技術・制御技術を得意とする業種との協業体制が十分に確立されていないことに起因すると推察される。また、沖縄食品加工業界に対して実施した調査研究結果⁴⁾では、県内食品製造機械メーカーに対する食品系企業側の見解として、「自社の得意とする技術を活かした営業をかけてほしい」や「製品ラインナップを周知して欲しい」という要望があるなど、食品系企業と機械金属製造業の関係の薄さが浮き彫りになっている。同様な傾向は食品系企業に限らず、他の業種でも見られた。

4 企業ニーズに対する具体的な取り組み

このような現状の打開策の一つとして当センターでは、経済産業省が推進し沖縄総合事務局経済産業部が2002年度から取り組んでいる「OKINAWA型産業振興プロジェクト」の中核的研究会に参画し、産学官ネットワークの形成に努めている。特に、中核的研究会の一つである「ものづくり研究会」は、多数の機械金属製造業者を構成委員として招き、他業種の機器開発ニーズなどに応えるべく活動している。

しかしながら企業現場においては、生産性の向上や製品開発の際に障害となる技術的課題に関して相談先や共同開発先を模索中のケースや、「人」・「物」・「金」に代表されるいわゆる経営資本の面で自社努力では解決困難と結論づけてしまい断念しているケースは予想以上に多く見られた。

技術的課題に関しては、これまでに当センターにおいて実施した開発研究成果や技術支援事例の紹介あるいは他機関の技術情報や各種文献などの情報提供に努めたほか、当センターの支援メニューの一部である依頼試験や開放機器を紹介した。

これらの技術的課題の中には、改善成果や開発成果が大きく将来的な展開が見込まれるものも多く見られた。その内容が当センターの方向性と合致し、研究要素や緊急性、必要性などが認められる課題は研究テーマとして取り上げ、提案公募型研究に応募した。平成14年度から平成17年度までに提案公募型研究に応募した研究テーマは8テーマで、そのうち2テーマが採択された。また、3テーマを県単事業として実施した。

提案公募型研究に応募する際、これまでの傾向としては機械金属系企業同士で研究共同体を形成するテーマが多かったが、最近では食品系企業など他の業種が抱える課題の解決手法として製造装置の開発など新製品の開発を見据え、機械金属系企業と他業種企業を交えた研究共同体を形成するケースも見られ、今後はこのようなテーマの設定が増えると思われる。

まとめ

前回の調査から20余年が経過し、ものづくりの現場に求められる製品品質も劇的な変化を遂げている。今回の調査は、現在の機械金属製造業の状況と技術水準や技術的課題をできるだけ詳細に把握するために情報収集と製造現場でのヒアリングを実施した。その結果、以下のことがわかった。

- (1) 未成熟技術は、NC加工機を効率的に活用するためのCAD/CAMシステム活用技術や機構解析・構造解

析技術など CAE に関する技術である。

- (2) 欠落技術は、メッキや熱処理など表面処理に関する技術である。
- (3) 他業種の製造装置の設計・製作実績は少なく、センシング技術・制御技術を得意とする業種との協業体制が十分に確立されていない。

これらの結果から、県内の機械金属製造業に対して CAD/CAM/CAE システムに関する未成熟技術の補強を提唱するとともに、当センターにおいては関連機器を継続的に拡充し、機器取り扱いに関する技術講習を実施するなど先端技術の啓蒙・指導的役割を担う必要がある。また、金属製品製造の最終段階において重要な工程である表面処理技術は廃液処理や環境負荷などクリアすべき課題が多いことから、メッキ関連企業の創出・誘致に向けた技術的支援はもとより、行政的な支援も重要であると考えられる。機械金属製造業においては他業種で使用する各種製造装置を設計・製作する技術の構築と、他業種への働きかけ（得意とする技術の営業・アピール）に注力する必要があると思われる。

さらに企業競争力の強化に直接繋がる製品のコスト削

減や生産性向上および品質向上などを目標とする既存技術の高度化や、機械金属製造業と他業種のマッチングに関する行政的な取り組みが望ましいと考える。

産業技術の高度化（高精度・高信頼・ハイスピード化）と製品開発サイクルの短縮化の動きはめざましいことから今後も継続的な調査を実施することが必要がある。

参考文献

- 1) 沖縄県工業試験場昭和 49 年度業務報告 機械金属製造業実態調査
- 2) 沖縄県工業試験場業務報告 12 号 機械金属製造業の技術実態調査報告
- 3) 財団法人沖縄県工業連合会 登録会員名簿（平成 15 年度）沖縄県産業振興公社
- 4) 財団法人産業研究所 平成 17 年度調査研究事業 沖縄食品加工業界の機器導入指針作成に関する調査研究（2005.12）
- 5) 株式会社沖縄計画研究所 県産品原材料供給実態調査報告書（2006.3）

資料1 調査票（その1）

企業調査				調査職員名:					
会社・団体名 <hr style="width: 80%; margin: auto;"/>									
基礎情報	1	調査項目		備考	経営体制/企業体力	14	得意技 PR		備考
	2	代表者名				15	従業員数		
	3	担当職員				16	資本金		
	4	地域				17	業績		
	5	郵便番号 〒							
	6	住所							
	7	Tel							
	8	Fax							
	9	mail							
	10	URL	http://www.						
	11	パンフレット							
	12	小分類							
	13	主要製品							

調査票（その2）

製造・加工技術	18	製造・加工技術		
	19	技術的課題		
製造・加工機器	20	製造・加工機器	機器名	メーカー・型式
測定・分析機器	21	測定・分析機器	機器名	メーカー・型式
品質管理	22	品質管理		
品質管理	23	品質管理課題		
環境対策	24	環境対策		
環境対策	25	環境対策課題		

調査票（その3）

<p>その他・所見など</p>	<p>会社レイアウトなど</p>
-----------------	------------------

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。