

平成23年度

共同研究年報



独立行政法人

高齢・障害・求職者雇用支援機構

高齢者がいきいきと働ける職場づくりのために



非鉄金属鑄造業における 70 歳継続雇用の実現に向けた現場改善体制の確立と高齢者の作業負担軽減および技能伝承に関する調査研究

株式会社戸畑製作所

所 在 地 福岡県北九州市小倉南区新曾根8番 21 号
設 立 昭和 23 年2月
資 本 金 3,500 万円
従 業 員 127 名
事業内容 非鉄金属の鑄造・溶接・加工

研究期間 平成 23 年 7 月 20 日～平成 24 年 3 月 9 日

研究責任者	松本 和朗	株式会社戸畑製作所	代表取締役社長
	岡本 久人	九州国際大学	客員教授
	小河原 明	株式会社戸畑製作所	取締役 製造部長
	松井 幹生	株式会社戸畑製作所	取締役 溶機部長
	松本 敏治	株式会社戸畑製作所	取締役 技術センター長
	矢野 祥二郎	株式会社戸畑製作所	製造部 専門部長
	中村 芳喜	株式会社戸畑製作所	溶機部 作業長
	枡本 欣之	株式会社戸畑製作所	製造部 鑄造工場作業長
	鳴海 公仁	株式会社戸畑製作所	製造部 加工工場作業長
	長友 秀樹	株式会社戸畑製作所	溶機部 マネージャー（主任待遇）
	山本 周平	株式会社戸畑製作所	製造部 鑄造工場マネージャー （主任待遇）
	寺岡 次郎	総務部	課長

I	研究の背景、目的	265
1.	事業の概要	265
2.	高齢者雇用状況	265
3.	研究の背景、課題	265
4.	研究のテーマ・目的	265
(1)	高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究	266
(2)	高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究	266
(3)	高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究	266
5.	研究体制と活動	266
II	研究成果の概要	267
1.	高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究	267
2.	高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究	267
(1)	現状調査・分析（概要）	267
(2)	問題点と改善の指針（概要）	267
(3)	改善案の策定（概要）	267
(4)	改善案の試行・効果測定（概要）	267
3.	高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究	268
(1)	現状調査・分析（概要）	268
(2)	問題点と改善の指針（概要）	268
(3)	改善案の策定（概要）	268
(4)	改善案の試行・効果測定（概要）	268
(5)	今後の展開	268
III	研究の内容と結果	270
1.	高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究	270
(1)	現状調査・分析	270
(2)	問題点と改善の指針	270
(3)	改善案の策定：研究チームの編成と導入教育	270
(4)	改善案の試行・効果測定	270
(5)	今後の展開	271
2.	高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究	272
(1)	現状調査・分析	272
(2)	問題点と改善の指針	275
(3)	改善案の策定	276
(4)	改善案の試行・効果測定	280
3.	高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究	286
(1)	現状調査・分析	286
(2)	問題点と改善の指針	286
(3)	改善案の策定	286
(4)	改善案の試行・効果測定	288

(5) 今後の展開	288
-----------	-----

IV まとめ

1. 高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究	289
2. 高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究	289
3. 高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究	289
4. おわりに	289

I 研究の背景、目的

1. 事業の概要

当社は 1948 年に創業した純銅・銅合金・チタン・マグネシウムを主体とした非鉄金属合金の鑄造・加工・溶接メーカーであり、鉄鋼・非鉄金属精錬等を中心に幅広く産業界に製品を提供している。主力である純銅による鑄造・溶接・加工製品はその熱伝導率の高さを生かした水冷による熱交換を目的とし、鉄鋼業では高炉、転炉、電気炉等、非鉄金属業では精錬等を中心に金属の溶解・精錬等、熱負荷の高いプラント等で用いられている。主な事業内容は、高炉用羽口及び転炉用ランスノズル等を中心とした純銅による砂型鑄造製品の設計・製作・販売、高炉用銅ステーブを中心とした溶接・製缶製品の設計・製作・販売であり、全ての製品は多品種少量生産となっている。

これらの製造は全て社内の鑄造工場、加工工場、溶機工場の 3 工場において行われ、鑄造工場は純銅・銅合金を対象に鑄型・中子の製造、溶解、鑄造の工程を担当しており、当社における主力製品製造の根幹をなす工場である。

2. 高齢者雇用状況

現在、当社の定年年齢は 60 歳で、平成 18 年 4 月から希望者を対象に一定条件（過去 1 年間の出勤率が 80%以上、勤続年数 10 年以上、等）の下で 65 歳までの再雇用制度を導入した。122 名の従業員が在籍しており、そのうち 55 歳以上が 35 名と高齢者の割合が 28.7%を占めている。スタッフ部門や管理職を除く従業員数は 87 名、そのうち 55 歳以上が 29 名で、高齢者比率は 33.3%である。今後 5 年間で従業員（技能職）の 20.7%が定年を迎え、かつ、それらの従業員（技能職）は、各製造現場においては熟練技能者といえる能力を有している。

特に鑄造部門については特殊技能を有する高齢者及び近い将来 60 歳を超える社員が多

く在籍している。これは製品の用途及び材質の特殊性や形状の複雑さに起因する作業難易度の高さのため、熟練作業が必要とされる重要工程が多く存在するためである。

3. 研究の背景、課題

少子高齢化社会の到来という差し迫った現実に対応するためには、働く意欲のある高齢者への雇用機会の確保・提供は、時代の要請であるとともに企業としての存立・発展にも深く関わってくる問題である。事業経営者として今後の人材の確保、事業の発展に向けて、高齢者の活用は必須の要件であると認識している。

とりわけ、特殊技能が伴う鑄造部門の雇用維持と、その間に後世代への技術移転を進める必要があるが、そのためには、熟練作業者が経験上のノウハウとして保有している技能を作業条件として標準化・定量化することによる、円滑な技能伝承、及び作業精度・再現性の向上を進めることが重要である。

4. 研究のテーマ・目的

当社が属する鑄造業は労働集約型産業であるため、ローコスト化を背景にグローバル化が進み、国内生産の対象は高付加価値製品に限定される中、当社においても製品の用途・材質面での特殊性（高炉向け純銅鑄造は国内 2 社）、幅広い寸法・重量、複雑形状といった技術性の高い分野で競争力を保持している。このような事業環境の中での競争に対抗していくためには、経験蓄積による高い技能を有する高齢者が働きやすい工場の実現と雇用機会の創出が時代背景から急務となっている。

当社の主力事業である砂型による純銅鑄造製品は、工程に造型作業、鑄型・中子等の重量物の運搬作業、型合わせ作業（鑄型・中子の組み立て）等の中に中腰の作業姿勢や肉体負荷・精神負荷が高い作業が多く、現状では高齢者にとって負担が大きい作業環境となっ

ている。新たな製品形状が次々に求められる業界にあって、熟練技能者といえども新たな知識及び技能の修得などの研鑽を積むことが求められるとともに、蓄積した技能を円滑に次世代へ伝承させることは、当社にとって重要な課題である。

本研究では、砂型による純銅鑄造製品の製造に係る鑄悴・鑄型・中子等の重量物搬入・積載・搬出、型合わせ作業姿勢からくる腰痛などの身体的負荷及び精神的負荷を軽減することによって、労働災害の防止などの安全性の向上や作業効率の改善が図られるだけでなく、運搬作業の効率化と位置合わせ作業精度の向上を兼ね備えた手法を確立することを目指す。これにより技能伝承が容易となり、新たな人員配置等における円滑な対応が可能となることで、職業人生の長期化に対応し 70 歳までの継続雇用の実現を目指す。

上記の目的を達成するために、本研究事業において以下の研究テーマを設定した。

（１）高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究

生産製品の高精度化、多品種化とともに生産方式の変革等により、要求される技能・技術も多様化、高度化しているため、作業内容の変革に対応可能な現場改善手法について、高齢者を含む社員が継続的に展開できるシステムの確立を積極的かつ体系的に推進し、着実に実践するための研究を行う。

（２）高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究

重量物の運搬、作業姿勢による肉体的負担が過大な鑄悴・鑄型・中子等の搬送作業や特に精神的・肉体的負担が大きい型合わせ作業において、これらの負担を軽減させ、作業の安全を図るための各種支援装置の開発を行う。

（３）高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究

生産製品とともに複雑化、高精度化が要求される鑄型・中子及びこれらの組み立て工程である型合わせ作業において、作業条件の標準化・定量化による技能伝承を推進するための研究、及びこれらの作業精度・再現性向上

を行うための各種支援装置の開発を行う。

上記３項のテーマを推進することによって本研究の目的を達成することを目指した。

５．研究体制と活動

当社が関わる分野では、常に製品の高精度化、多品種化とともに生産方式の変革等により要求される技能・技術も多様化、高度化している。そのため、作業内容の変革に対応可能な現場改善を迅速かつ組織的に検討できるような仕組みが必要である。

このような課題に対応していくために、技能伝承者としての高齢者を含む社員を各職場から招集し、研究体制を構築した。この体制は事業の終了後も機動的タスクフォースチームとして、高齢者（技術伝承者）の雇用環境維持を含む、問題発掘、改善提案、試行、導入等、一連の活動を継続的に展開できるように進めてきた。

このような体制を確立し、このチームが標記の活動を、積極的かつ体系的に推進し、着実に実践できるようにするための研究を行った。

Ⅱ 研究成果の概要

本事業の研究計画書に掲げた3項の主要なテーマについて研究成果の概要を以下に要約する。

1. 高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究

当社は、これまで定期的に外部講師を招き職場改善活動やQC活動等、継続的な職場改善活動を実施してきた。だが、その活動単位は基本的に各工場単位・職場単位であったため、本研究の目的を全社規模で達成するために、社内横断的な組織体制を検討した。

本業界においても製品の高精度化・多品種化とともに生産方式の変革等が激しく、技能・技術の多様化・高度化が要求される。そのため生産現場において、求められる変革に即応的に対応できるように支援するための組織体制が必要であった。本研究を機に、各職場からこの任に期待できる社員をメンバーとして招集し、現場改善手法に習熟し、迅速かつ組織的に検討できるような組織体制を確立することができた。

必要な導入教育を経て、鑄造工場において、現状分析・問題抽出・改善提案・試行・導入等々一連の実践を経て、この「研究チーム」は本研究が目指す協働テーマを完結させるという目的を達成できた。本研究を通じて、高齢者の雇用継続を前提に、劇的に変化する事業環境に積極的かつ体系的に対応できる現場改善体制の基礎を確立できた。

2. 高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究

(1) 現状調査・分析（概要）

本研究では、高齢者が製造工程で最も重要な技能を有する鑄造工場を研究対象とした。その主要な作業は、作業姿勢・肉体負担・精神負担がともに高く、これまでもそれらの負担軽減策を検討してきた。

鑄造工場の主要な作業について総合的・体

系的に、作業者、とりわけ高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究を展開することができた。

(2) 問題点と改善案の指針（概要）

まず、全製品を代表する主要な作業を選定し、それぞれの作業について作業分析・タイムスタディ・作業負担評価（作業姿勢・肉体負担・精神負担）を行った。当初はチームメンバー全員で現場作業の観測を行ったが、多数の観測者の存在が現場作業の障害になるため、その後はビデオで録画した動画を見ながら、時間測定及び作業負担評価を行った。

なお、この観測対象は、鑄造工場の主要作業全体の70%をカバーしていると考えてよいものである。

(3) 改善案の策定（概要）

上記のタイムスタディ・作業負担評価の結果をもとに、高齢者に負担が大きい要素作業を選定し、負担軽減のためのアイデア抽出を行った。定期的に対象作業を決め、ブレインストーミング的な解放された雰囲気の中で自由闊達なアイデアを出し合った。

そのアイデアの中から、高齢者に対する負担軽減効果の有効性と実現可能性から、改善案の策定を行った。この過程で、研究チームのメンバーはそれぞれに、同業・異業に関わらず幅広い分野の事例調査やネット情報調査等を展開し、改善担当者としての視野・知見を高めて意見を交わし合い、可能な限り協議を行った。

改善案の選択は、高負担作業への改善案（無条件で選択）・複数の作業に共通利用できる改善案・負担は低い長時間続く作業への改善案等を優先的に選択した。

(4) 改善案の試行・効果測定（概要）

イ. 改善案の試行

改善案を統一的にまとめた支援機器として、以下の①～③の機器を開発導入することとした。

①中子搬送作業支援装置

②鋳型・中子搬送作業支援装置

③中子吊用治具

ロ. 効果測定

前項で述べた本研究の3テーマにおける支援機器の設計・(製作)・据え付け・試運転・日常運転は、計画通り順調に進行した。日常運転後に再度、タイムスタディ及び作業負荷等の調査・分析を行った結果、個々の機器は設計通りの機能を果たしていることを検証できた。

本研究の実施により、社内でも作業負荷が大きい鋳造工場全体の作業負担を大幅に軽減できる環境が整った。とりわけ当社の重要な技能を有する高齢者の雇用を継続するための作業環境が整備されたことは会社の持続的発展を確保する上で重要であった。

3. 高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究

(1) 現状調査・分析 (概要)

これまでの鋳造工場の作業は、肉体負荷・精神負荷が極めて高く、過酷な現場とわれてきた。しかし一方で、そこで求められる技能・技術・経験・勘等々は作業員個人に帰属するため、職人としての他者からの評価が高く、誇り高い職業、つまり「きついがやりがいのある仕事」として自他ともに認識されてきた。

とりわけ鋳造工場の中核をなす「造型作業」はその典型である。製品の大小にかかわらず、木型内に鋳物砂を込める作業は製品の品質を左右する究極の技能である。つまり、経験を積んだ高齢の熟練技能者がノウハウを蓄積している作業である。

この熟練技能者が有する造型作業の作業負担を軽減し、加えて後継者にその熟練技能を伝承できるようにするための改善案を検討した。

(2) 問題点と改善案の指針 (概要)

前項と同様に、造型作業について作業分析・タイムスタディ・作業負荷評価(作業姿勢・肉体負荷・精神負荷)を行った。その結

果に基づいた作業負荷軽減に加えて、木型内の鋳物砂を込め、冷し金を設置する手順や手法が外部から見やすく、また熟練技能を客観的・定量的に把握することを指針に改善案を策定することにした。

(3) 改善案の策定 (概要)

前述の「2. 高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究」と同様にタイムスタディ・作業負荷評価を行い、造型作業に関する多数の改善アイデアの中から、以下のように改善案を絞り込んだ。

イ. 中型・大型の木型を上下に二分割する。

理由：作業負担の軽減とともに木型内部の作業手順を見えやすくするため。

ロ. 木型を床面直置の作業から、昇降&傾動可能な「造型作業支援装置」を利用した作業にする。

理由：作業負担の軽減とともに、将来は装置を介して熟練技能のデータを収集するため。

(4) 改善案の試行・効果測定 (概要)

イ. 改善案の試行

前項の改善案を実施するため、支援機器として造型作業支援装置を導入した。

ロ. 効果測定

前項で述べた各支援機器の設計・(製作)・据え付け・試運転・日常運転は、計画通り順調に進行した。日常運転後に再度、タイムスタディ及び作業負荷等の調査・分析を行った結果、個々の機器は設計通りの機能を果たしていることを検証できた。

本研究の実施により、社内でも作業負荷が大きい鋳造工場全体の作業負担を大幅に軽減できる環境が整った。特に勘と経験に左右されやすい砂を込める作業を対象に、作業精度・再現性向上が見込める作業環境が整備されたことは、ノウハウの標準化・定量化による技能伝承を進める上で重要であった。

(5) 今後の展開

本研究の成果から、高齢の熟練技能者がノウハウを蓄積している造型作業の作業負担を大幅に軽減することが可能となった。だが、

作業支援機器を導入しても、製品の複雑化、高精度化への要求は今後も続くため、根本的な解決のためには、この勘と経験の部分を経験的な技術に転換する必要がある。

今後は、この造型作業支援装置をベースに、たとえば垂直方向の位置決め方法や傾斜角の設定方法などを、熟練者が有する技能のデータやノウハウ等の収集が可能になる。それらをもとに、作業精度・再現性向上を行うため、角度や位置を可能な範囲で数値化し、作業内容を数値管理したりすることができると考える。これにより、造型作業における作業条件の標準化・定量化による技能伝承、及び作業精度・再現性向上を更に向上するための新たな支援装置の開発を行うことができると期待している。

Ⅲ 研究の内容と結果

1. 高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

当社は、これまでも定期的に外部講師を招き職場改善活動やQC活動等、継続的に職場改善活動を実施してきた。しかしその活動単位は、基本的に各工場単位・職場単位であったため、本研究の目的である「高齢者の積極的な活用に向けた現場改善」を全社規模で達成するために、社内横断的な組織体制を検討した。

(2) 問題点と改善の指針

これまで述べてきたように、当社が関わる業界では、製品の高精度化・多品種化とともに生産方式の変革等が激しい。これにより要求される技能・技術も多様化・高度化しているため、生産現場における作業内容の変革に即応的に対応できるように、現場改善手法に習熟し、迅速かつ組織的に検討できるような仕組みが必要であると考えてきた。そのため、本研究を機に、当社の各部門・各職場からこの任に期待できる社員を選抜し、社内全部門の業務を横断的に展開する、職場改善チームを編成した。(本研究においては「研究チーム」)

(3) 改善案の策定：研究チームの編成と導入教育

各工場の現場作業員及びスタッフから編成された研究チームに対し、研修会を実施し、調査研究に必要なIE(インダストリアルエンジニアリング)、VE(バリューエンジニアリング)等の手法について、外部研究員が基礎的な教育を実施した(写真-1)。



写真-1 研修会の様子

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. 改善案の試行

①現状調査・分析等、手法の体得と職場改善技術の確立

共同研究の対象工程である鑄造工場において、要因解析、作業担当者へのヒアリングから、IE、VE等の手法を用いて個々の作業ごとに、作業分析／タイムスタディ等、現状調査の習熟訓練を行った。

その結果、メンバー全員の現状調査・分析等、手法の体得を確認できたので、その後は、鑄造工場の生産スケジュールに合わせて、代表的製品の主要作業を網羅的に観測できた。

なお、この過程で、鑄造工場の作業現場に多数の観測者(改善チームメンバー)が出入りすることは、作業の障害になり、また安全上の面でも問題があるので、途中から代表メンバーが現場作業をビデオ撮影し、メンバー全員が後日その映像を観測し、次項で述べる作業負荷の評価も同時に行った。

観測結果から、代表的製品の主要作業の問題点を「高齢者が作業をする視点」から、個々の作業の問題点を摘出した。その際、高齢者の立場に立った作業負荷を、「作業姿勢」・「肉体負荷」・「精神負荷」を指標にし、これに「一

要素作業の継続時間」も加えて、作業負荷を評価する共通的な判断基準をメンバー全員が習得した。

②改善案の検討・具体化・評価等、実践的手法の獲得

本研究事業の対象である鋳造工場において、上記の調査・分析（作業負荷評価など）のデータをもとに幅広い視点から改善案を抽出した。

導入教育時の BASE 法やブレインストーミング等をベースに、闊達なアイデア抽出活動を展開できた。例えば、あるアイデアを軸にして、必要に応じインターネット等で関連情報を収集し、さらにその情報にアイデアを加えたり、別の情報やアイデアを組み合わせるなど、アイデアの抽出から具現化に向けた実践的手法をチームとして獲得できた（写真－２、３）。



写真－２ アイデアの抽出



写真－３ 改善案検討

ロ. 効果測定

この研究チームは、現状調査・課題分析を行い、改善案を策定した。上述の現状分析・問題抽出・改善提案・試行・導入等、一連の実践を通して、高齢者の雇用維持に向けた職場改善の考え方と技法・手法を、チームとして獲得した。具体的には本研究の対象である鋳造工場において、標記の目的に向けた調査・研究活動を展開した。作業改善・設備改善の案件は平成 23 年 12 月末までに導入・設置し、平成 24 年 1 月からその効果を確認した。

本研究事業の終了後（平成 24 年 4 月以降）も、鋳造工場でのフォローアップに限らず、社内全体を対象にしたタスクフォースチーム（本研究における「研究チーム」を出発点とし、メンバーは流動的で案件ごとに適任者をメンバーとして召集する「改善チーム」）として活動が継続される予定である。この改善チームを中心に、社内全体の改善活動を横断的に推進できる組織の基軸を形成できたと考える。

（５）今後の展開

これらすべては研究チームで推進されてきたが、平成 24 年 4 月以降は担当部門及び上述のタスクフォースチーム「改善チーム」で推進される予定である。研究チームは導入教育を経て、本研究の対象工場において、現状分析・問題抽出・改善提案・試行・導入等々、一連の実践を経て、本研究の目的を達成できた。本研究での経験を通し、研究を行った改善体制、すなわち高齢者の雇用継続を前提に、劇的に変化する事業環境に積極的かつ体系的に対応できる現場改善体制の基礎を確立できた。

以上の経緯から、「高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究」の目的は達成できたと考える。

2. 高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

対象となる鑄造工場の現場での実態調査に入る前に、当該工程で取り扱われる製品と作業内容を調査した。すなわち対象工程の全作業を俯瞰し、製品ごとに、また発生（生産）頻度等を調査し、その中からより全体を代表できる対象作業を、研究期間中の生産計画表から選択し、実態（タイムスタディ等）調査を行った。

イ. 造型作業について

鑄造工場では、特殊技能の維持という観点から、多くの作業において自動化等の検討が遅れていた。

とりわけ鑄造工場の中でも、作業負担が大きな工程は「造型」である。造型は溶融金属を鑄込む前の砂型を作る工程である。砂型は最終的な鑄物製品の形状に合わせて砂型ができるように準備された木型に合わせることで出来上がる。さらに最終的な鑄物製品の形状にするためには、複数の砂型を組み合わせる（「型合わせ」）という微妙な作業が必要である。本研究の対象は、このような作業を行う「造型工程」を中心にした。

この工程の作業実態調査の結果、数十～数千 kg の重量物の運搬や中腰、前屈、しゃがみ姿勢など肉体的負担が過大な作業が多かった。とりわけ壊れやすい砂型／鑄枠・鑄型・中子等の搬送作業は、取り扱う製品特性から作業精度を求められ、接触等による破損の不安がつきまとうなど精神的負担も大きい。それらの中でも特に精神的肉体的負担が大きい作業を対象に、これらの負担を軽減させ作業の安全を図るための各種支援装置の開発を行った。

ロ. 対象工場（鑄造工場）の作業工程と製品

この対象工場の最終製品は純銅鑄物である。銅は熱伝導率が高いため、水冷を中心に冷媒を用いた熱交換（冷却）を

行うことで融点（1083℃）以上の高温環境下でも使用することができる。このため、当社の主要顧客である高炉メーカーをはじめ、鉄鋼、非鉄金属精錬等、金属材料の溶融プロセスを中心に高熱負荷環境で用いられる。本研究で対象となる「羽口」「ランスノズル」は当社の主力製品であり、水冷効率を高めるために水路が複雑化し、このため製造する鑄型の形状が非常に複雑になっている。

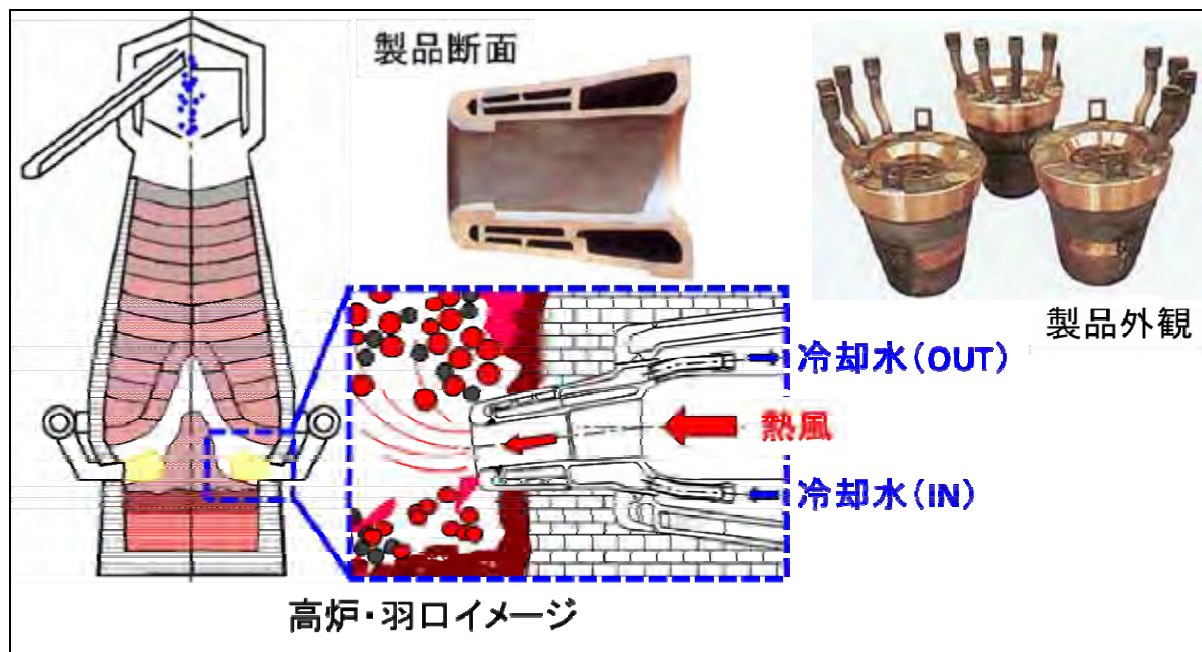
このような対象工場及び製品の特殊な事情を説明するために、以下に工程の作業フローと製品の関係を要約する。

①羽口の作業工程と製品（中間製品）の流れ要約

a. 羽口概要

羽口とは金属溶融炉に空気等のガスを送り込む送風口のことで、本稿では高炉向け羽口を指す。製鉄工程の一部である高炉は縦に長いシャフト型の炉で、内部に鉄鉱石とコークスを交互に積層するように装入して、炉の下部から約 1200℃の空気（熱風）を吹き込み、鉄鉱石に含まれる酸化鉄を還元し、銑鉄（後述の転炉で精錬し、鋼を製造する製鋼プロセスの材料となる）として取り出す設備である。

この熱風吹き込み口が羽口で、各高炉にはそれぞれ 40 本前後の羽口が取り付けられている。製品重量は 250kg 程度であり当社内では中型鑄物の分類であるが、高炉内では寿命 1 年程度の消耗品として扱われる。羽口の冷却効率は内部冷却水の速度に依存するため、冷却水量・圧力が一定であれば水路面積が小さい方が冷却効率は向上する。このため、羽口の水路は高炉内に露出する先端部分を中心に複雑なスパイラル（渦巻き）状になっており、このことが原因となり羽口を製作するための鑄型（砂型）は非常に複雑な形状となる。以下、図－1 に羽口の概念図を示す。



図－１ 羽口の概念図

b. 羽口の製造・作業工程

当社の鋳物は砂型鋳造法により製作されるため、木型を原型として砂型（鋳型）を製造する。木型の空隙部に砂を充填することで砂型を作製し、鋳物は金属溶湯を砂型の中空部位（キャビティ）に充填することにより成形を行うため、製品及び木型に対して砂型は雄雌が反転した状態となり、中子は水路等の製品における中空部位を形成するために用いられる。

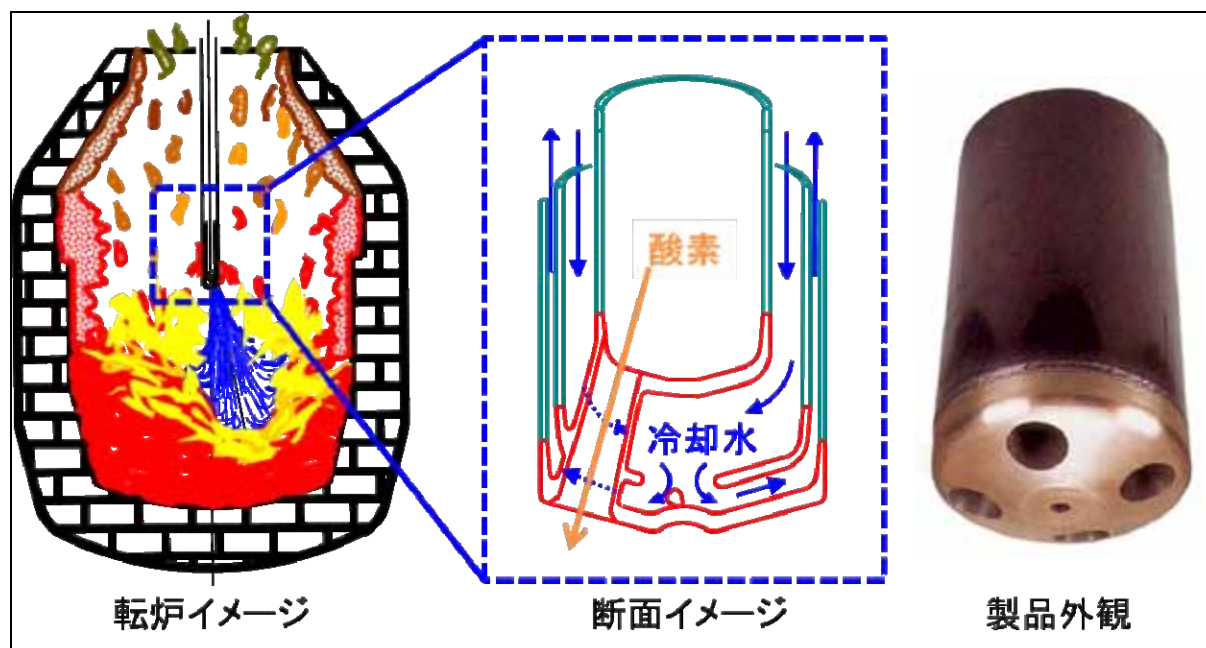
製品は砂型を用いて製造されるため、「木型から砂型」及び「砂型から鋳物」の順序で形状が付与される。本研究において対象となる作業は砂型の製造工程であり、木型から砂型の形状付与が中心となる。

②ランスノズルの作業工程と製品（中間製品）の流れ

a. ランスノズル概要（図－２）

ランスノズルとは、精錬を主目的として溶解炉内の金属溶湯へガス等を吹き込むパイプ先端のノズルのことで、本稿では転炉向けランスノズルを指す。

製鋼工程の一部である転炉は、前述の製鉄工程で製造された銑鉄を精錬する炉で、転炉内の溶解した銑鉄に高压酸素を吹き込むこと（吹錬）により炭素分を除去し成分調整を行い、各種の鋼を製造する設備である。ランスノズルの製品重量は 100kg 以下で、当社内では小型に分類されるが、複数の吹錬用吹き出し孔と冷却水路を兼ね備えた、給水・排水・酸素ガスの三重管による構造という複雑な形状になるため、製作用鋳型（砂型）形状も複雑になる。



図ー２ ランスノズルの概念図

b. ランスノズルの製造・作業工程

羽口と同様に砂型鑄造法により製作されるため、木型を原型として砂型を製造する。製品は砂型を用いて製造されるため、「木型から砂型」及び「砂型から鑄物」の順序で形状が付与される。本研究において対象となる作業は砂型の製造工程であり、木型から砂型の形状付与が中心となる。

ハ. タイムスタディ等実態調査の考え方・方法

前述のように代表製品ごとに造型工程の一連の作業について作業分析・時間分析を実施した。研究チームには鑄造工場以外のメンバーも多いため、現場でのタイムスタディに先がけ、当日の観測対象である製品及び作業内容について説明を受け、相応の事前理解を得て現場での観測に臨んだ。

当初においては研究チーム全員で現場観測を実施したが、現場の作業環境から、多数の観測者の存在が現場作業の障害になること、あるいは安全上の問題等も危惧された。そのため研究チーム全員が現場の作業環境と作業実態について、

ある程度の認識を得た時点から、観測方法をビデオ方式に切り換えた。

このビデオ映像を見ながら、研究チーム全員が後で室内において作業分析・時間測定を実施した。また必要に応じて現場に赴き確認や補足観測を行った。

二. 評価の考え方・方法

観測（作業分析・時間測定）の過程において、同時に作業者の作業負荷の評価も行った。作業負荷の評価は、「作業者が高齢者である」ことを基準に評価する。すなわち観測対象の作業者が若年者であっても、「その作業者が高齢者であるならば」と想定して作業負荷を評価する方法である。厳密には労働医学的あるいは人間工学的な専門技術を応用し、定量的に作業負荷は測定できる。しかしながら本研究の時間（期間）と予算の関係から、観測者（研究チーム・メンバー）の官能評価とし、以下の基準で判断した。

<作業負荷基準>

作業負荷 大 ⇒ ◎

作業負荷 中 ⇒ ○

作業負荷 無 ⇒ ノーマーク（無印）

ホ. 調査結果（タイムスタディ結果）

前項の考え方・方法に従った、鑄造工場・造型工程の代表作業についての調査結果を後述する効果確認の結果（Ⅲ章）と合わせ、表－３～表－６に示す。作業分析は研究チーム全体で、また時間測定は各チームメンバーの観測結果の平均値とした。また作業負荷の評価基準には、時間測定の結果から、要素作業（継続）時間が長い作業も作業負荷を評価した。一つの作業（要素作業）の継続時間、及びその作業姿勢・肉体負荷・精神負荷の評価は、高齢者が作業遂行することを前提に評価した。評価は前述のように高齢

者が作業を遂行することを前提に、基本的に各観測者の官能判断による。その場合、観測者の評価結果が相互に影響しないよう独立的に評価判断を個別記入する方法をとった。

各チームメンバーの作業負荷は、調査結果をまとめるにあたり下記のルールで総合評価を行った。各観測者（チームメンバー）の時間測定（要素作業の範囲）は全体の平均値を採用した。また評価結果は、上記の指標◎を２点、○を１点に置き換え、観測者全員（N）のデータを表－１の方法で総合評価として決めた。

評価方法 ○:1点 ◎:2点 採点者人数(N)に対する表記基準は以下の通り ・黄色 : $\geq N/2$ ・赤色 : $\geq N$ 時間測定は、平均もしくは動画編集により算出	◎	: 負荷大
	○	: 負荷中
		: 負荷小(無印)
		: 高負荷作業
		: 共通作業
		: 長時間作業

表－１ 作業評価方法

またその後、作業負荷については現場で実際に作業している担当者に対し、同様な調査を行った。その結果は、表に示したこれらの一連の評価結果に大きな偏りは見られなかった。従って評価結果の客観性は確保できたと考える。

（２）問題点と改善の指針

イ. 改善対象の抽出

要素作業（継続）時間及びその作業姿勢・肉体負荷・精神負荷をベースにした評価基準から高齢者にとって作業負荷が大なる作業を問題点として抽出した。

後述の表－２中の負荷状況「赤」は、前述のように作業負荷（作業姿勢・肉体負荷・精神負荷のいずれか）が「極めて高い」と評価されたという意味である。改善案はこの「赤マークがついた要素作業」すなわち高齢者にとって作業負荷が大なる作業を改善対象として選んだ。こうして要素作業（継続）時間及びその作

業姿勢・肉体負荷・精神神負荷を評価基準にしてアイデア抽出すべき対象作業を絞り込んだ。

ロ. 改善案の選定

改善対象になる要素作業（高齢者を基準に負荷が大きい）の負荷軽減のためのアイデア抽出を行った。アイデア抽出のための研究会を定期的に関き、研究会毎に対象作業を決め、ブレインストーミング的な解放された雰囲気の中で自由闊達なアイデアを出し合った（写真－４）。

こうして抽出されたアイデアの中から、効果の有効性（高齢者を基準に）と実現可能性から改善案の策定を行った。この過程で、研究チームのメンバーはそれぞれに、職種に関わらず幅広い分野の事例調査やインターネット情報調査など展開し、改善担当者としての視野・知見を高めて意見を交わし合い、可能な限り協議した。



写真－４ アイデア抽出検討会

(3) 改善案の策定

イ. 改善案の選定

多数の改善案の中から実行案件として選択する基準は、高負荷作業への改善案（無条件で）、複数の作業に共通利用できる案、負荷は低いが長時間続く作業への案等を優先基準として選択した。

このような経過を経て実現可能な改善案を表－２にまとめた。

※赤字は本研究で導入した支援機器による実施内容

番号	要素作業名	負荷内容	負荷状況	改善手段
共通	木型準備（取り出し・運搬）	作業姿勢	赤	レイアウト変更 ジブクレーン
1-3-(17,18)	抜型・反転 型合せ場へ移動	肉体負荷	赤	吊り治具 サーキットホイスト
1-3-(19,20)	中子（ジャケット芯）の手入れ、 中子への塗型、着火、消火	作業姿勢	赤	中子パレット
1-4-(12)	木型に冷金を当てながら砂を 込める	作業姿勢、肉体・ 精神負荷	赤	昇降傾動テーブル 木型改造
1-4-(15)	木型の反転	肉体負荷	赤	吊り治具 サーキットホイスト
1-4-(17)	棒芯を型合せ場へ移動	肉体負荷	赤	吊り治具 サーキットホイスト
1-4-(21)	刷毛で油塗布	作業姿勢	赤	中子パレット
1-5- (30～34)	棒芯セット	作業姿勢、肉体負 荷、精神負荷	赤	バランサー
1-5-(37,38)	湯口ワッパに重しをセット 棒芯に重しをセット	作業姿勢、肉体負 荷	赤	バランサー
2-2-(24)	ランス押湯型合せ場への移動	肉体負荷	赤	鋳型・中子搬送台車
2-3-(6,8)	中子手入 中子組合せ	肉体負荷	赤	中子パレット
2-3-(9～11)	中子反転	作業姿勢、肉体	赤	反転・運搬治具

表－２ 改善案一覧

ロ. 改善案の具現化

①具現化のためのアイデア抽出

ラフな改善案（アイデア）を、現場で実際に使え、使い続けていける「改善手段」に仕上げるまで、更に調査・検討を行った。この段階では職種を問わず、そのアイデアを実現可能案にするために、文献・カタログ・ネット等々で情報収集し、議論を重ねることで、それらの知見の組み立て・再編成を繰り返し、具体的な改善案を得ることができた。

表－２に示した「改善手段」は、多くの要素作業の作業負荷を共通的に解決する（多くの目的を同時に達成する／可能な限り汎用的に利用できる）支援機器として設計した。

この表に示す改善手段により、鑄造工場における主要な作業において高齢者の作業安全確保と作業負担軽減を、ほぼ達成できると考える。その目安を以下に示す。

負荷大・・・赤色 ⇒**50%**（6／12 件）を
「負荷無し（ノーマーク）」にする。

・・・赤色 ⇒**50%**（6／12 件）を
「負荷中（黄色）」にする。

ハ. 共同研究改善案

前項で示した多数の実行改善案を、本研究で実施するテーマ案件と社内独自で推進するテーマ案件とに分けた。「高齢者の作業負担軽減」を基準に選別を行ったが、結果的には全ての案件がそれにつながるものであった。

本研究での改善テーマは、その中でも特に改善効果が見込まれる以下の３項目としたが、それ以外についても、高齢者の作業安全確保と作業負担軽減を目的に社内で順次実施していく。

<本研究における改善テーマ>

①中子搬送作業支援装置の開発導入

②鑄型・中子搬送作業支援装置の開発導入

③中子吊用治具の開発導入

二. 改善案の実施

高齢者の作業負担軽減に向けた３件の改善テーマの実施状況は以下のとおりである。前項の仕様に従って、実機を平成23年12月末までに工場内に設置した。その概要を以下に写真で示す。

①中子搬送作業支援装置



写真－５ 全景①



写真－６ 全景②

②鑄型・中子搬送作業支援装置



写真－７ 台車駆動部



写真-8 台車上面



写真-9 パレット外観

③中子吊用治具



写真-10 治具（単体）



写真-11 使用時外観

ホ. 作業の変更点の確認
中子搬送作業支援装置、鋳型・中子搬

送作業支援装置、中子吊用治具の導入後
の作業の変更点について確認した。

〈中子搬送作業支援装置及び中子吊用治具を使う作業〉

対象作業：No.1－3－17, 18 抜型・反転・移動



写真-12 改善前



写真-13 改善後

対象作業：No. 1－4－15 木型の反転



写真－14 改善前



写真－15 改善後

対象作業：No. 1－4－17 棒芯を型合わせ場に移動



写真－16 改善前



写真－17 改善後

〈鋳型・中子搬送作業支援装置（台車・パレット）を使う作業〉

対象作業：No. 1－3－19, 20 中子の手入れ・塗型



写真－17 改善前



写真－19 改善後

対象作業：No. 1－4－21 刷毛で油塗布



写真－20 改善前



写真－21 改善後

対象作業：No. 2－2－24 型合わせ場への移動



写真－22 改善前



写真－23 改善後

対象作業：No. 2－3－6， 8 中子手入れ・組み合わせ



写真－24 改善前



写真－25 改善後

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. タイムスタディ&評価の改善前後の比較

各支援機器（中子搬送作業支援装置、
鋳型・中子搬送作業支援装置、中子吊用

治具）の導入後、実際にこれらを使用した作業について再度タイムスタディと作業負荷評価を行った。以下の表－3～6より、改善前後の状況を比較し、研究の成果を検証した。

羽口中子製作工程

No. 1-3

時間分析				アイデア抽出・整理				実施状況		効果確認		
作業分類	要素作業	通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負担	精神負担	アイデア	改善手段	実施状況	作業時間	作業姿勢	精神負担
木型準備	1 木型倉庫へ移動	0:00:10	0:00:10	0	0	0						
	2 木型検査	0:00:20	0:00:10	0	0	3						
	3 木型取り出し	0:00:30	0:00:10	2	8	1						
	4 工場へ移動	0:01:20	0:00:50	3	12	1	・使用頻度の少ない木型の片付け、台車の使用 ・使用頻度が高い製品→レイアウト変更に伴う保管場所確保+ジブクレーン設置	レイアウト変更 ジブクレーン	設置(対象外)			1-1-3,4で実施
ハイク準備	5 ハイク位置、本数確認(方案書含)	0:02:15	0:00:55	0	0	2						
	6 ハイク置き場へ移動	0:02:20	0:00:05	0	0	0						
	7 ハイクを持って来る	0:02:50	0:00:30	1	3	0						
	8 ハイク切断	0:04:05	0:01:15	4	1	2						
	9 ハイクの穴明け	0:07:00	0:02:55	3	2	2						
	10 ハイクのワッし	0:12:17	0:05:17	8	8	2						
	11 ハイクの曲げ	0:17:48	0:05:31	6	4	7						
	12 本物、ハイク、砂の計量、混練	0:25:04	0:07:16	2	4	2						
造型	13 木型にハイクをセット	0:38:50	0:13:46	3	0	4						
	14 木型内に砂を詰め、ウチ棒にて砂を叩	1:12:20	0:33:30	1	2	7	・振動テーブル、昇降台		対象外			
	15 砂表面を平滑にならす	1:14:45	0:02:25	1	0	0						
	16 ハイク周りの砂付き成形、ガスかけ	1:21:45	0:07:00	0	0	2						
手入れ	17 振型、反転	1:26:15	0:04:30	8	10	8	・抜型の反転作業を失くすため、ハイク部を掴み宙に浮かす	支援機器 吊り器具 支援機器 ホイスト	設置	0:02:13	0	0 1
	18 型合せ場へ移動	1:26:50	0:00:35	5	8	5						
	19 中子(シヤカ芯)の手入	1:30:55	0:04:05	11	2	3	・高さの改善→作業者の身長に合わせて調整可能(羽口中子専用台)	支援機器 ハレット	設置	0:08:28	1	0 0
	20 中子への塗型、着火、消火	1:42:21	0:11:26	11	3	3				0:16:52	2	0 0
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28											
	29											
	30											
	31											
	32											
	33											
	34											
	35											
	36											
	37											
	38											
	39											
	40											
	41											
計		1:42:21										
計												
評価方法		メモ・備考										
① ②		③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿										
作業負担		・冷房器具設置→暑さ軽減(全体共通) ・振動テーブル 大:羽口主型 小:ランズ主型 羽口先端等 →振幅(ストローク)、冷やし金のズレについて検討										
検討対象		・高負荷作業 ・共通作業 ・長時間作業										
時間測定は、平均もしくは動画編集により算出												

表-3 効果測定結果 No. 1-3

羽口機芯製作工程 時間分析

No. 1-4

時間分析				アイデア抽出・整理				実施状況		効果確認					
作業分類	要領作業		通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷	アイデア	改善手段						
	作業	時間													
木型準備	1	木型倉庫へ移動	0:00:10	0:00:10	0	0	0								
	2	木型検査	0:00:20	0:00:10	0	0	3								
	3	木型取り出し	0:00:30	0:00:10	1	6	0								
	4	工場へ移動	0:01:13	0:00:43	3	10	1	使用頻度が高い木型の片付け、台車の使用	レイアウト変更 ジブクレーン	設置(対象外)	1-1-3,4で実施				
冷し金準備	5	方量書の確認	0:01:18	0:00:05	0	0	2								
	6	冷し金庫へ移動	0:01:30	0:00:12	0	0	0								
	7	コナジに入れる	0:01:50	0:00:20	1	2	0								
	8	造型場へ移動	0:02:00	0:00:10	1	3	0								
砂準備	9	スーパーミキサーへ移動	0:02:10	0:00:10	0	0	0								
	10	砂を計量、混練する	0:04:05	0:01:55	0	1	2								
	11	砂を造型場へ移動	0:04:20	0:00:15	0	3	1								
造型					32	19	23	傾斜、昇降、回転台→木型の作業角度調整台(フットスイッチ取付) 冷し金をはめる方法→外で冷し金を組立、裏さが倍の冷し金、封金に銅粉・鉄・カーボン・バチンコ玉を使用 木型上下2段、木型を半切り、木型の素材を変える、鋳型上下2段 砂の供給装置→コンベアで落とす、バキューム(下から真空で引く) ロボット、ノズル+スタンピング、運込みカ、木型振動	交換機器 テーブル 木型改造	設置 実施	0.26:08	0	1	2	
	13	砂表面を平滑にならす	0:28:09	0:01:16	2	0	1								
	14	CO2ガスかけ	0:31:05	0:02:56	10	1	7								
	15	木型の反転	0:31:59	0:00:54	18	19	7	木型の反転を失くす	交換機器 吊り治具 交換機器 ホイスト	完了(作業自体をなくす)					
抜型	16	抜型	0:32:42	0:00:43	7	3	8								
	17	棒芯を型合せ場へ移動	0:33:05	0:00:23	11	32	10	搬送機使用	交換機器 吊り治具 交換機器 ホイスト	設置	0.01:46	0	1	0	
手入れ	18	棒芯の手入	0:34:12	0:01:07	18	5	2								
	19	棒芯への差型、着火、消火	0:36:44	0:02:31	8	3	8								
	20	焼型ヤケ前の棒芯乾燥	0:37:58	0:01:15	1	1	2								
	21	剛毛で油塗布(錆付き防止のため)	0:39:03	0:01:05	9	1	0	リフター使用(高さ調整可)	交換機器 / ベルト	設置	0.01:40	3	0	0	
	22														
	23														
	24														
	25														
	26														
	27														
	28														
	29														
	30														
	31														
	32														
	33														
	34														
			計	0.39:03											
評価方法													メモ・備考		
◎:1点 ○:2点				作業負担	◎	負荷大	冷房器具設置→暑さ軽減(全体共通)								
採点者人数(N)に対する表記基準は以下の通り				検討対象	○	負荷中	・補助テーブル 大:羽口主型 小:フラス主型、羽口先端等 →振幅(ストローク)、希やし垂のズレについて検討								
・黄色:△N/2 ・赤色:△N				検討対象	△	高負荷作業									
時間測定は、平均もしくは動画編集により算出				検討対象	△	共通作業									
				検討対象	△	長時間作業									

ランス主型製作工程 時間分析

No. 2-2

時間分析				アイデア抽出・整理		実施状況	効果確認		
作業分類	作業内容	通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷		作業時間	作業姿勢	精神負荷
木型準備	1 木型倉庫へ移動	0:00:15	0:00:15	0	0				
	2 木型検査	0:00:25	0:00:10	0	0				
	3 木型取り出し	0:00:30	0:00:05	1	0	レイアウト変更 ジブクレーン			
	4 工場へ移動	0:01:19	0:00:49	1	4	使用頻度が高い製品→レイアウト変更に伴う保管場所確保 + ジブクレーン設置 設置(対象外)		1-1-3,4で実施	
冷し金準備	5 方眼量確認	0:02:02	0:00:43	0	0				
	6 冷金庫へ移動	0:02:07	0:00:05	0	0				
	7 冷金通別コンナに入れる	0:03:40	0:01:33	0	2				
	8 造型場へ移動	0:04:00	0:00:20	1	3				
	9 木型を定置にセオ	0:04:05	0:00:05	0	0				
	10 金枠をセオ	0:05:35	0:01:30	5	3				
	11 砂を込める, 冷金を当てる, 仕様でつく	0:16:45	0:11:10	7	8	前半の低位置は振動テーブル, 1ミキサー設置, バランサー 砂入れの改善(現状スコップを使用)	振動テーブル バランサー + スコップ		対象外
	12 砂裏面を平滑にする	0:17:13	0:00:28	0	0				
主型造型	13 CO2ガスをかけ固める	0:20:35	0:03:22	0	0				
	14 金枠の反転	0:21:27	0:00:52	1	1				
	15 抜型	0:23:20	0:01:53	0	5				
	16 手入れ	0:23:58	0:00:38	0	0				
	17 型合せ場へ移動	0:25:10	0:01:12	0	0			0:01:13	0 0 0
	18 金枠を定置にセオ	0:25:32	0:00:22	0	0				
	19 押管用木型を定置にセオ	0:26:00	0:00:28	0	0				
	20 砂を込める, 仕様でつく	0:27:22	0:01:22	0	4	前半の低位置はバイクレータ, 1ミキサー設置, バランサー 砂入れの改善(現状スコップを使用)	バランサー + スコップ		
押型造型	21 抜型	0:27:32	0:00:10	1	0				
	22 CO2ガスをかけ固める	0:29:07	0:01:35	0	0				
	23 手入れ	0:29:22	0:00:15	0	0				
	24 型合せ場へ移動	0:29:42	0:00:20	3	8	手持ちで運搬→搬送機の使用	支援機器 台車	2-2-17において効果確認を代替	
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41	計	0:29:42							

評価方法
○:1点 ◎:2点
採点者人数(N)に対する表記基準は以下の通り
・黄色 : ≧N/2
・赤色 : ≧N
時間測定は, 平均もしくは動画編集により算出

作業負担
◎: 負荷大
○: 負荷中
○: 負荷小(無印)
○: 常負荷作業
○: 共通作業
○: 長時間作業

メモ・備考
・冷房器具設置→湯さ取減(全体共通)
・振動テーブル 大: 羽口主型 小: ランス主型, 羽口先端等
・振動(ストロー), 冷やし金のスレについて検討
・バランサー + スコップの検討

表-5 効果測定結果 No. 2-2

近畿圏建設工事会社連合会

No. 2-3

時間分析								アイデア抽出・整理				実施状況		効果確認					
作業分類	要素作業			通し 時間	正味 時間	作業 姿勢 負荷	肉体 負荷	精神 負荷	アイデア	改善手段		作業 時間	作業 姿勢 負荷	肉体 負荷	精神 負荷				
主型 ・押湯 手入れ	1	主型、押湯手入	0:01:41	0:01:41	6	4	0												
	2	主型、押湯空型	0:03:43	0:02:02	5	2	0												
	3	着火	0:03:54	0:00:11	0	0	1												
	4	消火	0:05:05	0:01:11	0	0	0												
中子 手入れ	5	銷込場へ移動	0:06:34	0:01:29	0	2	0												
	6	中子手入	0:10:55	0:04:21	9	10	2												
	7	中子空型	0:17:28	0:06:33	9	5	1												
	8	中子組合せ	0:28:24	0:10:56	14	15	13												
型合 わせ	9	中子反転	0:28:51	0:00:27	14	15	7												
	10	中子銷込場へ移動	0:29:16	0:00:26	9	13	1												
	11	中子を主型にセキ	0:29:31	0:00:15	10	12	9												
	12	押湯をセキ	0:30:26	0:00:55	7	8	1												
	13	射栓と押湯の枠を設定する	0:32:02	0:01:36	7	6	3												
	14	鋸型内部清掃	0:32:50	0:00:48	0	0	0												
	15	銷込側「バー」乾燥	0:34:10	0:01:20	3	1	3												
	16																		
	17																		
	18																		
	19																		
	銷込み 準備	20																	
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
			計	0:34:10															
評価方法 ○：1点 ◎：2点 採点者人数(N)に対する表記基準は以下の通り ・黄色：≧N/2 ・赤色：≧N 時間測定は、平均もしくは動画編集により算出								作業負担								◎ : 負荷大 ○ : 負荷中 ● : 無印(無い) ■ : 需負荷作業 □ : 共通作業 △ : 長所短所あり			
								校討対象								・冷房器具設備一層さ軽減(全林共通) ・中子反転治具(台)の検討			
								メモ・備考											

表一6 効果測定結果 No. 2-3

ロ. 作業者へのアンケート結果

改善後の作業負担の軽減効果を作業者に確認するためにアンケート調査を実施した。アンケート調査の内容と調査結果は以下の表－７に示すとおりである。

まだ導入した設備機器に習熟した段階ではないが、この調査結果からみても本研究の結果は現場の作業者の感覚からも目的を達成できたと考える。

職場の作業負担軽減に向けた改善に関するアンケート調査（結果）

今回の設備機器導入が、

（１）今の仕事で腰痛防止や肉体的負担軽減に役立っていますか？

対象：13名

回答の選択肢	一つを選んで○をつけてください
大いに作業負担が軽減された	5
どちらかというとなんか楽になった	8
どちらとも言えない	0
どちらかと言えば前と変わらない	0
まったく作業負担は軽減されていない	0
何か意見があれば自由に書いてください	■ 多少、（段取り等に変更があったため）時間のかかる作業が増えました。【型合わせ】 ■ 中子の塗型やチル（冷し金）に油を塗る時に手間がかかります。【型合わせ】 ■ （通行時に旋回性の良い）一回り小さな電動台車がもう一台あったら良いと思います。【主型造型】

（２）貴方が定年後の年齢になった時に役立つと思いますか？

対象：13名

回答の選択肢	一つを選んで○をつけてください
大いに作業負担が軽減される	7
どちらかというとなんか楽になると思う	6
どちらとも言えない	0
どちらかと言えば変わらないと思う	0
まったく作業負担は軽減されない	0
何か意見があれば自由に書いてください	

御協力ありがとうございました。

表－７ 職場の作業負担軽減に向けた改善に関するアンケート調査結果

3. 高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

従来から鑄造工場の作業は、肉体負荷・精神負荷が極めて高く過酷な現場と思われてきた。しかし一方で、そこで求められる技能・技術・経験による勘・等々は作業員個人に帰属するため、職人としての他者からの評価が高く、誇り高い職業つまり「きついがやりがいのある仕事」として自他ともに認識されてきた。

今回の成果から、肉体負荷・精神負荷を大幅に軽減することが可能となった。だが作業支援機器を導入しても、当該工程の多くの作業では、微妙な位置決めや、傾斜角度等を目視で確認しながら内側に鑄物砂を寸分たがわず着実に込める等の熟練技能が求められる。新製品の形状は複雑化し、作業の更なる高精度化が要求されるなか、勘と経験の部分を普遍的な作業に転換する必要がある。とりわけ鑄造工場の中核をなす「造型作業」はその典型である。製品の大小にかかわらず、木型内に鑄物砂を込める作業は製品の品質を左右する究極の技能である。つまり経験を経た高齢の熟練技能者がノウハウを蓄積している作業である。

本研究では、鑄造工場の起点になるこの造型作業を対象に、将来、作業条件の標準化・定量化による技能伝承を推進可能にするための研究調査を行った。

(2) 問題点と改善案の指針

造型作業は、最終的に鑄込まれた金属が凝固した時の形状に合わせて作られた木型及び鑄枠内に鑄物砂を充填する作業である。「造型作業」では木型及び鑄枠内への鑄物砂を込める作業が製品の品質を左右する究極の技能であるが、砂型最表面（外側面）に鑄物砂を込め、同時に冷し金を取り付ける手順や手法は各作業員固有の技能であり、本件の対象である作業1-4-12（羽口棒芯の造型作業）を例に、図-3に示すように木型内側で行われる場合、手作業であるため外部からは技能が見えない。また、手順や手法あるいは木型の

傾け方や作業姿勢も個々の作業員により特色がある。

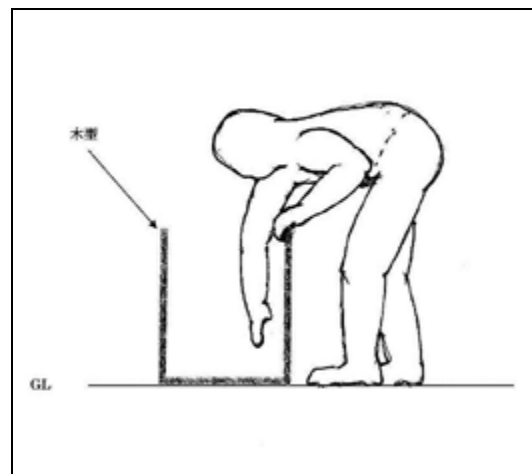


図-3 改善前のイメージ

この熟練技能者が有する造型作業の作業負担を軽減し、加えて後継者にその熟練技能を伝承できるようにするための改善案を検討した。

前項と同様に造型作業について作業分析・タイムスタディ・作業負荷評価（作業姿勢・肉体負荷・精神負荷）を行った。その結果に基づいた作業負荷軽減に加えて、木型内に鑄物砂を充填し、同時に冷し金を取り付ける手順や手法が外部から見やすく、また熟練技能を客観的・定量的に把握することを指針に改善案を案出することにした。

(3) 改善案の策定

前項で示した調査結果（タイムスタディ、作業負荷分析、評価）の延長上で、造型作業に関する多数の改善アイデアが抽出された。その中から、羽口棒芯の造型作業における高齢者の熟練技能の伝承のための改善案として次の2案に絞り込んだ。

イ. 改善案

① 中型・大型の木型を上下に二分割

中型～大型製品の場合、当然ながら木型も大型化し前項のイメージ図のように作業員は前傾姿勢になり、木型内部を覗き込むように作業をする。そこで負担の軽減とともに、木型内部の作業手順を見えやすくするために、大型製品の木型を

上下に二分割し、最初は下段（底部）の作業をし、次に木型上段を組み合わせ、作業を行う。こうすることで高齢者の熟練技能の作業の詳細を外部から、つまり第三者が観察しやすくなる。

また、将来は作業者のヘルメットカメラやアイマーク・レコーダー等から、ノウハウとなる作業手順や視点・視野などのデータを収集できるようになる。

②床面直直を昇降・傾動可能な「造型作業支援装置」を利用した作業に変更

この装置は作業負担の軽減を図ると同時に、将来はこの装置を介して熟練技能の作業時における作業台の傾斜角や位置決めなどのデジタルデータを収集できるようになり、高齢者が有するノウハウを定量的に把握・分析・管理・応用できるようになることが期待できる。



図-4 改善後のイメージ①：分割木型の下段部の作業



図-5 改善後のイメージ②：分割木型の上段部の作業

ロ. 改善案の実施

高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究の実施は、前項の仕様に従って、実機を平成23年12月末までに工場内に設置した。その概要を以下に写真で示す。

<造型作業支援装置>



写真-26 傾動部外観



写真-27 操作部



写真-28 上下二分割した木型

ハ. 作業の変更点の確認

造型作業支援装置の導入後の作業の変更点について確認した。

＜造型作業支援装置を使う作業＞

対象作業：No. 1－4－12 木型に砂を込める。



写真-29 改善前



写真-30 改善後
(分割木型下段部の作業)



写真-31 改善後
分割木型上段部の作業

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. タイムスタディ & 評価の改善前後の比較

前項で述べた3件の設備機器と同様に、

この設備機器を使用した作業について再度タイムスタディと作業負荷評価を行った。前述の表-4から改善前後の状況を比較し、研究の成果を検証した。

ロ. 高齢者の熟練技能伝承：記録・定量化への対応

この設備はX・Y・Zの各軸の機械的な動きを計測できる。このことから、将来、各軸の動きを検出するシステムを装備すれば、熟練技能を有する高齢者の動作の一部をデータとして記録できる。

また、大型の木型を二分割したことで、将来、熟練技能を有する高齢者の動作の視野・視点を記録するヘルメットカメラ等を使用すれば、熟練技能を有する高齢者の手先・指先等の動作や詳細な動作手順まで記録することも可能だと考えている。

本研究では、これらの諸条件を装着するための目的を達成した。

(5) 今後の展開

将来はこれらの熟練技能を有する高齢者のノウハウを計測・記録のための装置開発を行う必要がある。本研究の成果として得た作業改善・設備改善をベースにして、角度や位置を可能な範囲で数値化し、作業内容を数値管理する、鋳型に対する傾斜角の設定方法など、熟練者が有する既存の製品データやノウハウの再現性確保が可能になる。これにより、造型作業における作業条件の標準化・定量化による技能伝承、及びこれらの作業精度・再現性向上を更に向上するための更なる各種支援装置の開発を行うことができる。

このようにして、高齢者が有するいわゆる勘と経験の技能分野を判明することができれば、高齢者の熟練技能の伝承のための作業ノウハウ等をまとめた作業手順書を作成することができる。その熟練技能を有する高齢者から次世代に技能伝承すべき具体的な技能を、OJT、OFF-JTを通して展開することが可能になる。

Ⅳ まとめ

本研究で取り組んだ以下の3つの研究テーマについては、当初の目的を達成できたと考ええる。

1. 高齢者の積極的な活用に向けた現場改善体制の確立に関する調査研究

製品の高精度化・多品種化とともに生産方式の変革等が激しく、技能・技術の多様化・高度化が要求される鑄造工場の生産現場において、求められる変革に即応的に対応できるように支援するための組織体制を、必要な改善手法の習得と実践を経て、確立できた。

必要な導入教育を経て、鑄造工場では、現状分析・問題摘出・改善提案・試行・導入・等々一連の実践を経て、協働テーマを完結させるという目的を達成できた。本研究で、高齢者の雇用継続を前提に、劇的に変化する事業環境に積極的かつ体系的に対応できる現場改善体制の基礎を確立できた。

今後は社内全体・他の工場・工程でも、作業者の作業負担を大幅に軽減できる環境が整ったので、当社の重要な技能を有する高齢者の雇用を継続するための作業環境が整備されたことは、会社の持続的発展を確保する上で重要である。

2. 高齢者の作業安全確保と作業負担軽減に関する調査研究

鑄造工場の造型工程の作業における、作業姿勢の課題・重量物の運搬・肉体的負担及び精神的負担が過大な作業について、これらの負担を軽減させ、作業の安全を図るための各種支援装置の開発を行うことができた。

ここで開発した3テーマの支援機器の設計・（製作）・据え付け・試運転・日常運転は、計画通り順調に進行した。支援機器導入後に再度、タイムスタディ及び作業負荷等の調査・分析を行った結果、個々の機器は設計通りの機能を果たしていることを検証できた。

3. 高齢者の熟練技能の伝承に関する調査研究

本研究の成果から、高齢の熟練技能者がノウハウを蓄積している造型作業の作業負担を大幅に軽減することが可能となった。

今後は今回開発導入した造型作業支援装置をベースに、たとえば垂直方向の位置決め方法や傾斜角の設定方法などを、熟練者が有する技能のデータやノウハウ等の収集が可能になる。それらをもとに、作業精度・再現性向上を行うため、角度や位置を可能な範囲で数値化し、作業内容を数値管理したりすることができると考える。これにより、造型作業における作業条件の標準化・定量化による技能伝承、及び作業精度・再現性向上を更に向上するための新たな支援装置の開発を行うことが期待される。

4. おわりに

本研究では、身体的負荷及び精神的負荷を軽減する点、作業の定量化から技能伝承を進める点に着目し、70歳までの雇用実現を目標に様々な取り組みを行い、一定の効果を上げることができた。今後は、社内全体の改善を行う「改善チーム」を軸に、同様の研究・改善活動を継続することが重要である。

最後に、本研究の機会を得たことに感謝するとともに、この研究成果が他業種を含め広く波及し、高齢者雇用の拡大への一助になることを切に願うものである。

