



平成22年度
共同研究年報

高齢者がいきいきと働ける職場づくりのために



独立行政法人

高齢・障害・求職者雇用支援機構

バルブ製造業の塗装作業現場における高齢者の作業負担軽減、職場改善手法の確立による70歳まで働ける職場の実現に向けた調査研究

株式会社極東製作所

所在地	福岡県北九州市門司区新門司3丁目42番地
設立	昭和26年9月
資本金	2,000万円
従業員	55名
事業内容	バルブの設計・製作・メンテナンス

研究期間 平成22年8月23日～平成23年3月10日

研究責任者	椋山 十郎	株式会社極東製作所	代表取締役社長
	岡本 久人	九州国際大学客員教授	
	清水 勝也	株式会社極東製作所	製造部長
	野村 淳	株式会社極東製作所	製造部 製造課長
	山口 仁人	株式会社極東製作所	製造部 品質管理課
	坂口 祐基	株式会社極東製作所	製造部 製造課
	柴野 裕二	株式会社極東製作所	工場長
	松尾 信子	株式会社極東製作所	総務部長

目 次

I 研究の背景、目的	282
1. 事業の概要	282
2. 高齢者雇用状況	282
3. 研究の背景、課題	282
4. 研究のテーマ・目的	283
5. 研究体制と活動	283
II 研究成果の概要	284
1. 本研究の経緯	284
2. 研究成果1：高齢者が働きやすい作業方法・安全安心に働ける作業環境の創出	284
(1) 作業環境の改善	284
(2) 高齢者の作業負担を軽減し安全安心に働ける作業機器の開発及び導入	284
3. 研究成果2：職場改善のための教育と体制づくり	284
4. 今後の展開	285
III 研究の内容と結果	286
1. 塗装等バルブ製造仕上げ工程における作業負担軽減及び快適作業環境 づくりに関する調査研究	286
(1) 現状調査、分析	286
(2) 問題点と改善の指針	294
(3) 改善案の策定	299
(4) 改善案の試行・効果測定	307
2. 職場改善のための育成教育・体制づくり	313
(1) 職場改善手法の習得	312
(2) 社内研修の実施	313
(3) 職場改善のための体制づくり	313
IV まとめ	314
1. 本研究の総括	314
2. 今後の課題	314
3. おわりに	314

I 研究の背景、目的

1. 事業の概要

当社は1951年の創業以来、オーダーメイドのバルブ専門メーカーとして、顧客の要望あるいは激動する顧客側の技術環境の変化に対応した製品の研究開発を行い、多品種少量ではあるが特殊仕様の製品について自社技術を中心に開発・設計・製作を行ってきた。

主たる事業内容は、特殊バルブの設計・製作及びメンテナンスであるが、グローバル経済下で市場が国際化する中で、日本メーカーとして当社が先駆的に開拓してきた当該分野での優位性を維持する観点から、当社製品の品質保証と信頼性の向上が重要な意味を持っている。

なお、当社の主たる顧客は鉄鋼・機械関係、電力・地熱関係、ガス・石油・化学関係、セメント・鉱業関係、紙・パルプ関係と多岐に及び、また国内だけでなく先進国・新興国・途上国の境界なく20か国以上の国々との輸出・協力関係がある。

2. 高齢者雇用状況

現在、当社の定年年齢は60歳で、平成17年11月から希望者全員を対象にした65歳までの再雇用制度を導入した。平成22年9月の時点で55名の従業員が在籍しており、そのうち55歳以上が19名と高齢者の割合が35%を占めている。管理職及び技術(設計)・事務(管理・営業)等スタッフ部門を除く技能職の従業員は28名である。技能職従業員のうち9名が55歳以上と、高齢者率は32%である。

今後の5年間で技能職の20%が65歳退職年を迎えることが見込まれるが、それらの従業員は、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。

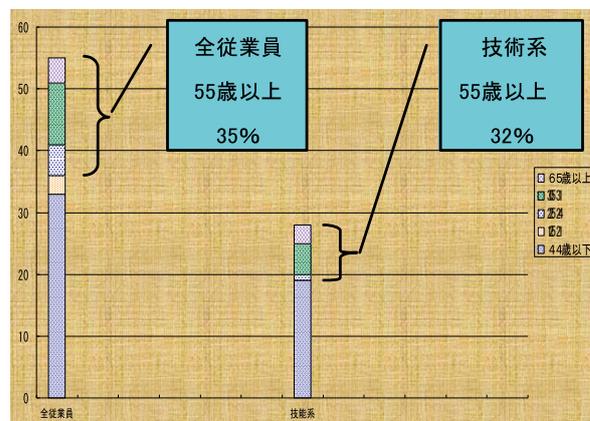


表1 社員年齢構成グラフ

3. 研究の背景、課題

我が国の少子高齢化・人口減少時代の到来とともに、当社が位置する北九州においても製造業の雇用シェアの更なる低下が予測される。その中で専門的な技能を必要とするバルブ産業において若年層の技術者不足に対応するためには、働く意欲のある高齢者の能力を有効に活用していくことが不可欠であると考えている。

今日、日本国内ではバルブ需要が頭打ちとなり、海外に需要の中心は移らざるを得ないのが実情である。一方、アジア各国の企業も競争力を獲得しつつあり、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、熟練技能を有する高齢者にその能力を存分に発揮してもらい高品質の製品を提供していくことが必要である。

しかし、バルブの製造工程には過酷な温熱環境下、重量かつ精密な製品の搬入・加工・積載・搬出作業があり、常に細心の注意を払い安全に留意することが求められる作業環境である。とりわけ製品の品質を保証する最終工程、すなわち検査・塗装の作業においては、精神負荷が大きな要素作業（高圧検査など）、肉体負荷が大きな作業、同じ姿勢での長時間作業、有機溶剤による健康障害が危惧される作業（塗装）など、現状では高齢者にとって身体的負担、精神的負担が大きな作業環境と

なっている。

そのうえ、バルブ関連製品の技術革新は激しく、熟練技術者といえども新たな知識及び技術の習得などの研鑽を積むことが求められる。加えて、蓄積した技能を円滑に次世代に伝承させることが、今後の事業経営を左右すると言っても過言ではない。

4. 研究のテーマ・目的

前述のような背景から、本研究は次の二つのテーマを中心に実施した。

- ①研究活動を通して、改善のための育成教育及び改善活動の組織体系をつくる。
- ②塗装等バルブ製造仕上げ工程において高齢者が働きやすくするために、作業負担軽減及び快適作業環境を研究し、その実現に向けた支援機器の開発導入を目指した。これによって高齢者の肉体的作業負担、精神的作業負担の軽減や、有機溶剤使用職場の環境改善を図ることができる。

本研究を通してバルブ製造業において、高齢者が働きやすい現場への改善ができるようにし、それにより高い技能を有する高齢者が、安定した製品の供給に働き甲斐をもって関わっていけるような職場環境を整備できる。併せ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、円滑な技能伝承の実施にも結びつくような条件整備を目指した。

その上で、70歳までの継続雇用を視野に入れた雇用環境の改善を図れるようにすることを目的にした。

5. 研究体制と活動

本研究の推進に向け以下のような研究体制をつくった。

●研究責任者

(株) 極東製作所 代表取締役社長

○研究者

(株) 極東製作所 取締役総務部長

○研究者

(株) 極東製作所 取締役工場長

○研究者

(株) 極東製作所 製造部長

○研究者

(株) 極東製作所 製造部製造課長

○研究者

(株) 極東製作所 製造部品質管理課

○研究者

(株) 極東製作所 製造部製造課

●外部研究者

九州国際大学客員教授

研究に当たってはテーマごとに研究チームを組み、チーム単位の研究活動や研究者全員での研究会を実施し、個々の研究者についても個別のテーマを持って研究に取り組んだ。



写真1-1 研究会



写真1-2 研究活動



写真2 現場調査：タイムスタディ

II 研究成果の概要

1. 本研究の経緯

高齢者雇用維持・拡大を目的にした本研究の着手時期が8月下旬であり、通常は4月からスタートして年度内に事業を完了する事業計画に比べ、研究期間的制約下の活動であった。従って本研究も通常の研究活動とは異なった手法を展開してきた。

すなわち本来ならば本事業を目的にした職場改善のための教育から着手し、その上で職場改善の体制を整備し、調査研究計画の策定、現場の実態調査、調査結果の分析、改善案（高齢者雇用維持・拡大を目的にした作業方法あるいは機器の開発等）の策定、機器の開発・設計、改善案導入実施と評価・改善、今後の運用展開、等々の手順で展開される。

しかし前述のような研究期間的制約下では、例えば高齢者雇用維持・拡大を目的にした機器の開発では設計・製作・据付・試運転／評価改善・習熟運転には相応の時間を要することは自明であった。そのため改善手法の教育・現場実態調査・分析・改善案策定、等々を同時に並行し展開する手法をとった。案出した改善機器の製作・据付には相応の期間を要するため、場合によっては本研究が終了する平成23年3月までに改善案の実施が間に合わない。そこで対象工程に絞ったすべての研究プロセスを集中的に実施した。その後、すなわち案出した改善機器の製作・据付の期間に、本研究終了後も持続的・自主的に改善活動を展開できるよう、研究プロセスを調整してきた。

この集中型手法で調査研究活動を展開したが、当初に目標にした対象工程が実態作業分析・工程分析の結果、その対象範囲に問題があることも明確になり、対象工程の定義を拡大する必要に迫られた。本研究活動の負担は増大したが、そこで得られた成果は満足できるものであると考える。

2. 研究成果1：高齢者が働きやすい作業方法・安全安心に働ける作業環境の創出

(1) 作業環境の改善

工程分析・作業分析の結果から、高齢者が安全安心に働く上での物流・作業位置等における課題を摘出した。また作業環境を調査分析し、高齢者の負担を軽減するため照明や通風など作業環境の改善を実施した。その結果、レイアウト改善を含め、作業環境全体を高齢者が安全安心に働ける作業環境に改善した。

これにより高齢者の経験や技能を若年者に伝承しつつ、かつ作業中の高齢者の安全を若年者が確認でき、必要に応じて相互補完・協業できるように作業環境全体を改善した。

(2) 高齢者の作業負担を軽減し安全安心に働ける作業機器の開発及び導入

作業分析において、高齢者が作業をする場合を基準に、作業姿勢・肉体負荷・精神負荷を分析した。その結果、高齢者が作業する場合に課題となる作業の負担軽減あるいは課題の排除を目的に、設備・機器を案出した。

創造的なアイデア抽出に加え、自分達には未知であるが異分野で使用される既存機器の応用を前提に、各種分野の周辺機器の調査を展開した。その結果、検査作業及び塗装作業において高齢者の作業負担を大幅に軽減できる設備・機器を開発導入することができた。

3. 研究成果2：職場改善のための教育と体制づくり

前述のように本研究事業では、IE手法・改善手法等の職場改善教育は当初'On the Job'で実施した。その後、すなわち作業改善に向けた設備・機器の発注の後、改めて本研究事業を担当してきた研究チームを対象に、IE、O.R等の基本的考え方から具体的な手法を、また新たな技術や作業方法を創出するためのイノベーション手法（BASE法）等を教育した。さらにその内容は当研究チームだけでなく全社員に向けた研修会等でも実施

した。

当社が生産する特殊バルブ（製鉄プロセスや地熱発電等）は、業態に関わらず常に先端技術の領域である。そのため当社が生産するバルブは仕様から生産プロセス、市場ニーズまで常に変化し、その変化に常にフレキシブルに適応していかなければならない。その観点から本研究で育成された研究チームの意義は大きく、今後は生産プロセスの改善に止まらず企業活動の全領域での改善活動を展開していきたい。当然ながら高齢者の雇用領域は社内のすべての領域におよぶ。

今回、対象としてきた作業工程での各種改善成果も永久不変ではなく、企業環境の変化に応じ常にフレキシブルに適応するために、今後も更に改善を繰り返す必要があるかもしれない。蓄積された技能を有効に生かし、当社の技術の価値保全を図るためには、高齢者が働きやすい作業環境を、常にフレキシブルに創出していく必要がある。

多くの意味から、本研究で培われた「職場改善のための教育と体制づくり」は本社の資産の一部になると考える。

4. 今後の展開

本事業で得られた成果は、本研究を機に構成された研究チーム（今後は改善チームとして）を中心に、今回の対象工程だけでなく他のすべての生産工程、社内すべての部門に応用・展開していく。

また当社の経験が普及・広報を通じて国内の中小規模の企業に参考になれば幸いである。

Ⅲ 研究の内容と結果

1. 塗装等バルブ製造仕上げ工程における作業負担軽減及び快適作業環境づくりに関する調査研究

(1) 現状調査、分析

イ. 製品と製品サイズ構成

① 当社の製品

当社が製造するバルブの用途（顧客）は、製鉄プラント、地熱発電、ガス・化学プラント、発電プラント等において、特に高温、高圧あるいは特殊条件下の化学環境というような分野で使用されるものである。更にそれぞれの分野においてもバルブが使用される設備機器や部位・場所等々において形状・仕様・サイズが多岐にわたる。例えば製鉄プラント向けの例だけでも、数十種類のバルブがある。

このように当社が製造するバルブは、用途により詳細仕様は多岐にわたるが、製造工程の「検査」と「塗装」に限れば、作業態様や作業方法すなわち作業の負荷や負担は、概して口径及び圧力クラス、つまり製品サイズで分類できる。

そこで本研究では、この分類に従って調査・研究を実施した。

② 製品サイズ構成

まず当社の製品の出荷生産実績を過去3年間について集計した。

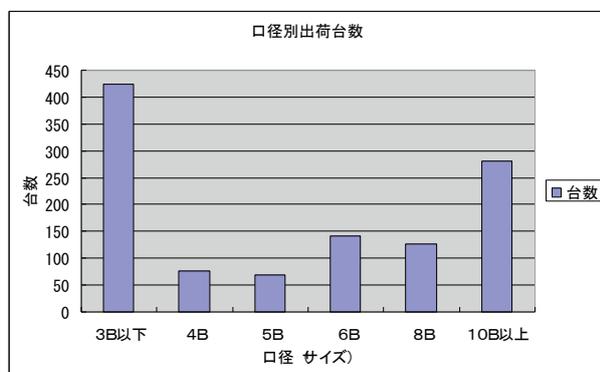


表2 口径別生産実績

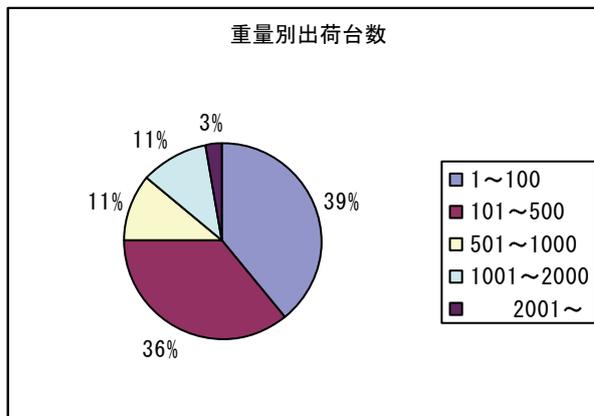


表3 重量別生産実績

これらの表と今後の受注展望から、大型を代表する製品と小型を代表する製品を対象に、データ（タイムスタディ等）収集を実施することにした。

次の写真は「塗装作業」における作業態様を示している。

写真3の大型弁は地熱発電所向け10B—900L bスルーコンジット弁、写真4の小型弁は製鉄所向け2B—1500L bスプレー弁で、それぞれ当社の代表的な製品である。



写真3 代表的な製品／大型弁



写真4 代表的な製品／小型弁

ロ. 作業工程の現状調査と分析

当社の製品の品質を保証する最終工程は、検査・塗装・搬出・梱包の作業がある。この一連の作業工程において当初は、塗装作業だけを研究対象にする考えがあったが、工程分析の結果以下のことが分かった。

いわゆる「塗装作業」の前工程に「検査作業」があり、後工程として「搬出作業」「梱包作業」がある。この一連の作業の観測の結果、作業の連続性・設備の共用・作業者の相互補完・ローテーションから見て、「検

査作業」と「塗装作業」は同じ工程であると考えられるとの指摘を外部研究者から受けた。

「検査作業」と「塗装作業」の現状の方法では両作業場の間に仕切り（検査治具棚・有機溶剤遮蔽壁）が必要だが、この仕切りの存在が、見かけ上で両作業を分けている。しかし実際には両作業は連続し、天井クレーンほか作業治具の共用も多く、更に作業者の相互補完・ローテーションもある。既存の作業方法に捉われて両作業を個々に見ていたが、客観的視点で見ると確かに両作業は同じ工程であることが分かった。

また両作業の間の仕切りは、検査場から塗装場に天井クレーンで製品を移動させる場合、搬送ルートが複雑になり、特に高齢者が作業する場合には危険で精神的な負担が高くなる。加えて塗装作業場で高齢者が単独で作業する場合には、この仕切りが死角になって隣の作業（検査）からはその安全性が見えない。以上の観点から両作業は同一工程と考え、本事業の作業改善の対象をひとつと判断し、その後の調査研究を実施した。

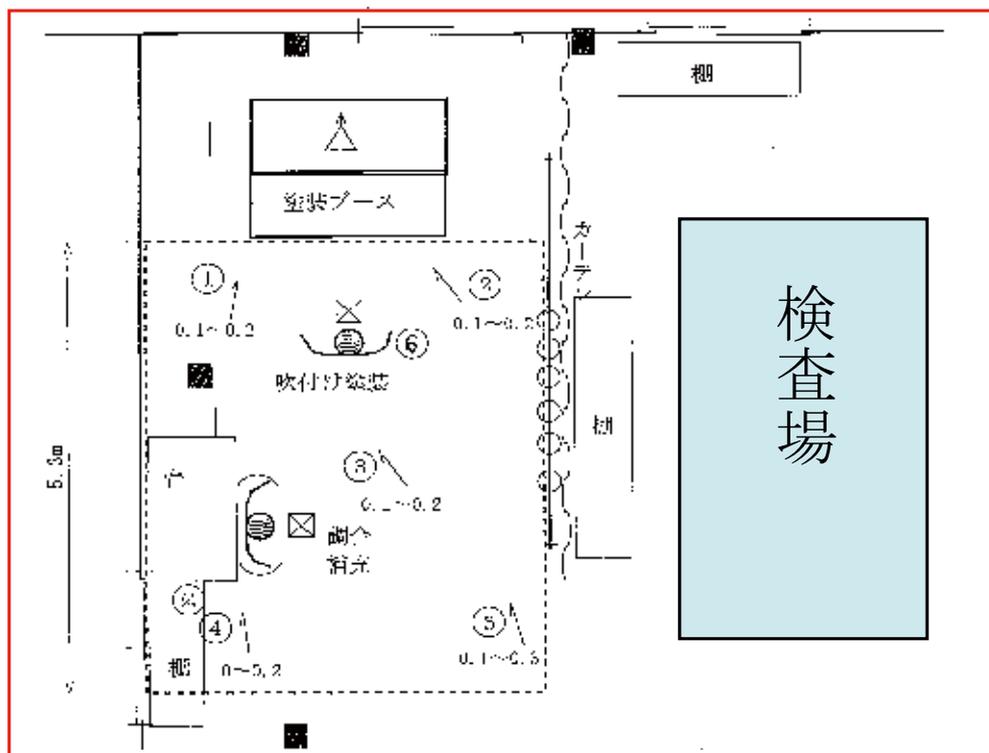


図1 改善前の工程（検査・塗装場）レイアウト



写真5 改善前の工程（検査・塗装）レイアウト

八. 作業分析

A. 検査

①検査作業の目的と作業概要

ここで行われる検査作業は、完成品全数に対して行われる「組立後の耐圧検査」が主である。弁箱など隔壁部の耐圧強度を試験するのを目的とするもので、弁を適切な方法により支持し、弁箱内に水を満たして空気が残らないようにしたあと、規格によって定められた試験圧力を加え一定時間保持して水漏れの有無を試験するものである。

当社では多品種・少量生産であるために水圧検査器具を専用化することが難しく、今日まで1台ずつ、大まかに次のような検査段取りが余儀なくされてきた。

- 1) 弁のフランジ規格（レーティング・サイズ）に合わせたテストフランジを準備
- 2) 検査の都度、テストフランジを持ってきて
- 3) 弁の入出フランジにボルト・ナットで取り付け
- 4) 弁を安定させ支持させるためクレーンによる反転作業を行いながら段取りを行ってきた。

テストフランジも手で持てる範囲なら

まだしも、大多数はクレーンでの運搬が不可欠で、ボルト締めも20kgほどあるインパクトレンチ、さらには大ハンマーでの締め付けが必要であり、作業者とりわけ高齢者には非常に大きな負担が強いられている。



写真6-1 改善前の検査作業場（フランジ付け）



写真6-2 改善前の検査作業場（フランジ締め）

②検査：作業分析

外部研究者から内部研究者全員に対するIE手法の研修の一環として作業分析・タイムスタディの手法を習得した。その結果を得て、「検査作業」の代表サイズ毎に作業分析・タイムスタディを行った。

この作業分析において、検査作業の各要素作業毎に、作業者の作業姿勢、肉体負荷、精神負荷を評価する観測を行った。

観測結果は、複数の観測者の平均値を採用し、かつ要素作業毎の負荷について

は観測後、研究者全員で結果の評価を行った。

表4-1、4-2に示す観測結果のうち、各要素作業の作業姿勢、肉体負荷、精神負荷は3ランクに分けて評価結果を示している。すなわち負荷が大なるものは「赤」、負荷が少ない作業は空白（白）、中間を「黄色」で表示している。

高齢者に向けた作業環境を整備するには、この「赤」あるいは「黄色」で表示された要素作業に着目して改善策を案出する必要がある。

3B-900Lb スルーコンジット弁検査時間分析

従来の方法

要素作業	通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1 入出フランジを取りに行く	0:50	0:50			
2 ボルトを取りに行く	1:17	0:27			
3 弁を倒す(クレーン)	2:27	1:10			
4 入口フランジ取り付け	6:17	3:50			
5 弁を起こす(クレーン)	8:42	2:25			
6 入り側配管取り付け	13:53	5:11			
7 弁操作(全開)	14:53	1:00			
8 水はり	16:43	1:50			
9 出口フランジ取り付け	19:23	2:40			
10 出側配管取り付け	20:33	1:10			
11 逆座テスト	25:33	5:00			
12 弁操作(中間)	28:03	2:30			
13 耐圧テスト	43:03	15:00			
14 弁操作(全閉)	45:13	2:10			
15 出口フランジ取り外し	46:38	1:25			
16 弁座テスト	51:38	5:00			
17 入り側配管取り外し	52:44	1:06			
18 弁を倒す(クレーン)	54:08	1:24			
19 入口フランジ取り外し	55:29	1:21			
20 フランジ、ボルト、工具片付け	57:44	2:15			
計		57:44			

表4-1 タイムスタディ結果(小型一検査)

10B-900Lb スルーコンジット弁検査時間分析

従来の方法

要素作業		通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1	ボルト・ナットを取りに行く	2:03	2:03			
2	入口フランジを取りに行く	4:10	2:07			
3	弁を倒す(クレーン)	5:45	1:35			
4	入口フランジ取り付け(インパクト)	8:55	3:10			
5	弁を起こす(クレーン)	10:05	1:10			
6	入り側配管取り付け	13:40	3:35			
7	弁を水平に安定よく支持	14:30	0:50			
8	弁操作(全開)	15:20	0:50			
9	水はり	20:30	5:10			
10	出口フランジを取りに行く	22:20	1:50			
11	出口フランジ取り付け(インパクト)	26:50	4:30			
12	出側配管取り付け	27:35	0:45			
14	耐圧テスト	42:35	15:00			
15	弁操作(全閉)	43:20	0:45			
16	出口フランジ取り外し	46:35	3:15			
17	出側水抜き	49:05	2:30			
18	弁座テスト	64:05	15:00			
19	圧抜き	67:20	3:15			
20	弁操作(弁開)	68:30	1:10			
21	弁を倒す(クレーン)	71:20	2:50			
22	入り側配管取り外し	73:50	2:30			
23	入口フランジ取り外し	74:30	0:40			
24	フランジ、ボルト、工具片付け	77:05	2:35			
計			77:05			

表4-2 タイムスタディ結果(大型一検査)

B. 塗装

①塗装作業の目的と作業概要

弁の塗装については特に規格はないが、顧客によりそれぞれの塗装仕様書や塗装前の表面処理に関し厳しい規定があることもある。バルブメーカーとして自社の製品の商品価値を高め、バルブを保護するために行われる作業で、手順としては、

搬入→素地調整→マスキング→下塗り→上塗りの順で行われる。作業者は一日中、立ちっぱなしの作業で、製品にもよるが、中腰で1時間とか、クレーンで吊った製品の下から上向きで1時間とかの作業も生じる。このような作業姿勢、有機溶剤使用環境、取り扱い重量物など高齢者にはかなりの負担がかかっている。



写真7 改善前の塗装作業場



写真8 改善前の塗装作業

②塗装：作業分析

検査の作業分析と同様に、塗装作業の各要素作業ごとに、作業者の作業姿勢、肉体負荷、精神負荷を評価する観測を行った。

表5-1、5-2に示す観測結果のうち、高齢者に向けた作業環境を整備するには、この「赤」あるいは「黄色」で表示された要素作業に着目して改善策を案出する必要がある。

3B-1500Lb 豎型スプレー弁塗装時間分析

	要素作業	通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1	塗料を倉庫まで取りに行く	1:42	1:42			
2	吹き付け準備(ガンに塗料を入れる)	4:59	3:17			
3	マスキング	10:29	5:30			
4	キャップ付け	11:20	0:51			
5	クレーン待ち	12:45	1:25			
6	移動(検査場→塗装場)	14:20	1:35			
7	クレーン戻し	14:50	0:30			
8	クレーン吊り替え	15:30	0:40			
9	脱脂	16:13	0:43			
10	休憩	21:06	4:53			
11	面取り	36:15	15:09			
12	脱脂	40:00	3:45			
13	移動	41:38	1:38			
14	下塗り(吹き付け)	55:00	13:22			
15	移動	55:40	0:40			
16	片付け・エアガン掃除	60:00	4:20			
	計		60:00			

表5-1 タイムスタディ結果(小型一塗装)

10B-900Lb スルーコンジット弁塗装時間分析

要素作業		通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1	弁を塗装場へ移動(クレーン)	3:04	3:04			
2	マスキング	18:49	15:45			
3	脱脂(クレーンで吊り上げて)	31:04	12:15			
4	塗料準備	35:40	4:36			
5	塗装準備(マスク等)	36:15	0:35			
6	表面エアブロー	40:35	4:20			
7	塗装	50:25	9:50			
8	塗料補充(1回目)	52:06	1:41			
9	再塗装	66:30	14:24			
10	塗料補充(2回目)	67:43	1:13			
11	休憩	73:42	5:59			
12	再塗装	76:00	2:18			
13	弁をパレットへ移動(クレーン)	81:52	5:52			
計			85:40			

表5-2 タイムスタディ結果(大型一塗装)

二. 塗装作業場の環境調査

①作業場気流の実態調査

対象工程の作業負荷を、作業分析を通して評価した。一方、作業環境が作業者に与える影響についても何らかの指標でその実態を把握しておく必要がある。とりわけ「塗装作業」においては有機溶剤が問題になると思われる。

塗装作業場の有機溶剤の大気中の濃度の検査は定期的に第三者検査で行われているが、塗装作業中の作業者の位置・姿勢・塗装圧・ノズル形状等々の状況によっては動的に変動する可能性がある。特に高齢者が現状の作業環境で一定時間、塗装作業を継続する場合は注意が必要かもしれない。

そこで現状の塗装作業場において、大気

中に拡散した有機溶剤が換気ダクトにどのように吸引されているかを確認するためにスモーカーテスト法による調査を実施した。

これは換気ダクト作動状態で、塗装作業場の各位置の地表付近と150cm(作業者の立ち姿勢)付近の空気の流れをスモーカーを使って確かめる方法である。

次に調査方法を説明するための写真と調査結果、改善案の抽出を示す。



写真9 スモーカーテスト

○調査結果（目視）及び改善案の抽出ア。ポイント①②④⑤（図1 参照）はダクト及び扇風機の効果は無い
（実際にはこの位置で作業することは滅多にない）

- ラップ状のフード設置を検討する。
- イ. 条件C※で効果あり
- 扇風機は上方からダクトに向けて風を送るよう位置を検討する。
- ウ. 条件D※で効果あり
- 現フィルターに代わる性能の良い、取替えが簡易なものを探す。
- ※条件A：現状で扇風機を使用しない
- 条件B：現状で扇風機を現位置（上流）で運転
- 条件C：現状で扇風機の高さを2.5m位置（上流）で運転
- 条件D：排気ダクトのフィルターを1枚減らして運転

②作業場の照度・輝度の実態調査

「塗装作業」は製品の品質仕上げという観点から重要な作業である。塗装してはならない部位への塗装や、本体の塗装ムラは品質保証上での信頼性を著しく落とすことになる。とりわけ高齢者がこの作業に従事する場合は、この意味から精神的な負担が大きくなる。

「塗装作業」の成否は、製品形状・製品の表面特性・ノズルの性状と空気圧・塗料の付着量とバラツキ等々、経験則すなわち熟練によるところが大きい。

しかしこれらは全て目視作業で行われるため、工場照明が極めて重要な要素になる。そこで塗装作業場の現状の照度とその条件下での代表的製品の表面輝度の実態を調査した。特に輝度は製品下面や側面での実態を測定した。



写真10 照度・輝度等の調査



写真11 照度計、輝度計、標準反射板

<測定方法>

位置：気流実態調査と同じ6ポイント（図1の①～⑥）

照度：地上1mの照度を照度計で測定

輝度：地上の表面（標準反射板を上にして）、及び地上1.5mの裏面（標準反射板を下にして）を輝度計で測定する。

測定点	照度 (LUX)					
	改善前			2箇所からライトアップ		
	1回目	2回目	平均	1回目	2回目	平均
①	69	90	79.5	195	200	197.5
②	210	215	212.5	275	275	275
③	200	210	205	325	310	317.5
⑥	185	185	185	320	330	325

表6 照度測定結果

測定点	輝度			
	改善前		ライトアップ	
	地上	1.5m	地上	1.5m
①	4.0	1.0	6.0	3.3
②	5.0	2.0	5.8	3.3
③	5.0	3.0	6.0	3.8
④	5.3	2.5	5.8	2.8
⑤	6.3	3.0	6.3	4.0
⑥	5.5	3.0	6.0	3.8

表7 輝度測定結果

現状の塗装作業場の照度・輝度の測定において、工場照明の一般則に従って若干の追加照明を施し照度・輝度を測定した。表中の「ライトアップ」は、その追加照明による測定結果である。

(2) 問題点と改善の指針

A. 検査

イ. 問題点の指標

①表-4-1及び表-4-2の作業姿勢、肉体負荷、精神負荷等の作業分析の結果からの問題点の抽出を行った。(問題点抽出の視点)

1) 小型弁一検査

作業姿勢

・検査用配管は弁をクレーンで吊ったまま、腰を屈めての取り付け・取り外し作

業である。

・弁が固定されていない状態で床に置かれているため、ハンドル操作は・中腰で不安定な姿勢である。

肉体負荷

・フランジの取り付け・取り外しはボルト・ナットが使用されるため、ある程度の力作業である。

精神負荷

・加圧及び水圧テスト中は吹き出しに備え、慎重に安全に行わなければならない。

2) 大型弁一検査

作業姿勢

・検査用配管は弁をクレーンで吊ったまま、腰を屈めての取り付け・取り外し作業である

・フランジの取り付け・取り外しの際のボルト・ナットは立ったり、座ったりの連続、繰り返し作業である。

肉体負荷

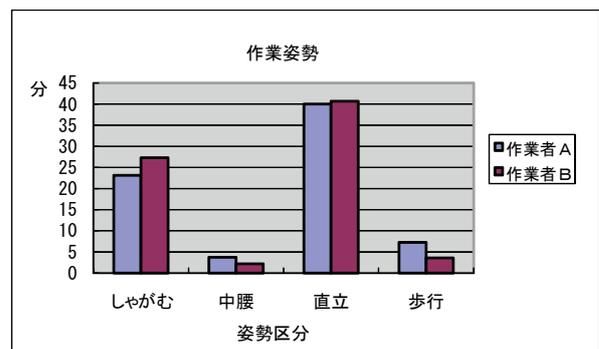
・検査用ボルト・ナットの持ち運び、締め付けの際のインパクトレンチ(約20kg)の使用は高齢者に限らず作業員にとってハードな重筋作業である

精神負荷

・製品(約200Kg)の反転、フランジ(約300Kg)の付け外しは全てクレーンによって行われるが、重量物なので精神負荷は大きい。

・加圧及び水圧テスト中は吹き出しに備え、慎重に安全に行わなければならない。

<分析グラフ>



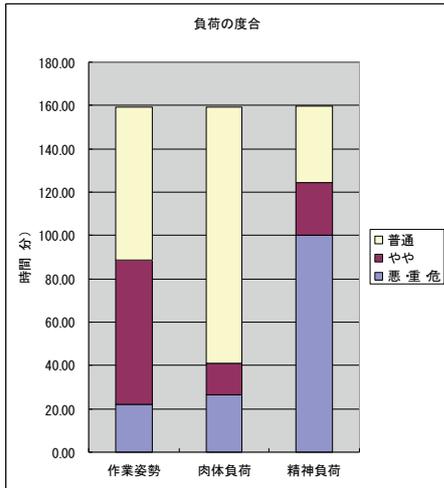


表8 大型弁一検査の要素作業



写真12 ブレインストーミング

ロ. 改善案の抽出

①改善案の考え方・手法

a.ブレインストーミング/BS

まず研究チームは、ブレインストーミングの方法・ルール等の基本的講習を受けた。

次に、表4-1及び表4-2の作業姿勢、肉体負荷、精神負荷等の作業分析の結果から、それぞれの要素作業で負担が大きな部分（まず赤マークの要素作業、次に黄色マークの要素作業）から改善案

b.イノベーションプログラム/BASE法

BASE法は、元々は第2次オイルショック時に新たな省エネ技術を創出するために開発されたVE手法に準じるアイデア創出プログラム (Break-through Approach for Saving Energy) である。研究チームはまずこの手法について研修し改善案を抽出した。

②アイデアリスト

表-9は前項のプロセスを経て抽出された「検査作業」におけるアイデアリストの事例である。

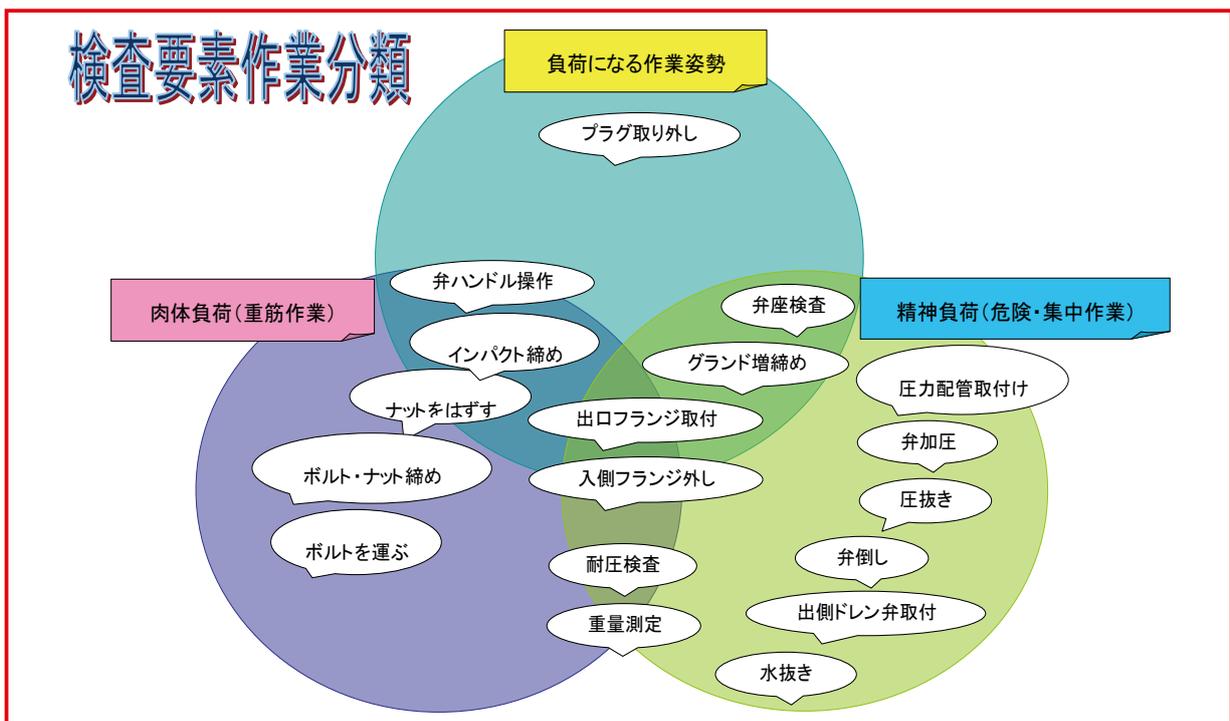


表9 アイデアの体系化事例

ハ. 改善案（実行可能案）の選択

高齢者が働きやすい作業方法、高齢者が安心安全に働ける作業環境の創出を前提に以下のアイデアを具現化することにした。その過程において以下に示す手順の作業を実施した。

①主要なテーマ

表4-1及び表4-2の作業姿勢、肉

体負荷、精神負荷等の作業分析の結果から分かるように、「検査作業」で高齢者にとって一番負担が大きな赤マークの要素作業を排除又は回避することができるアイデアを組み立てた。その結果としては、この要素作業を半自動化し、かつその操作を高齢者が使いやすいように設計することである。

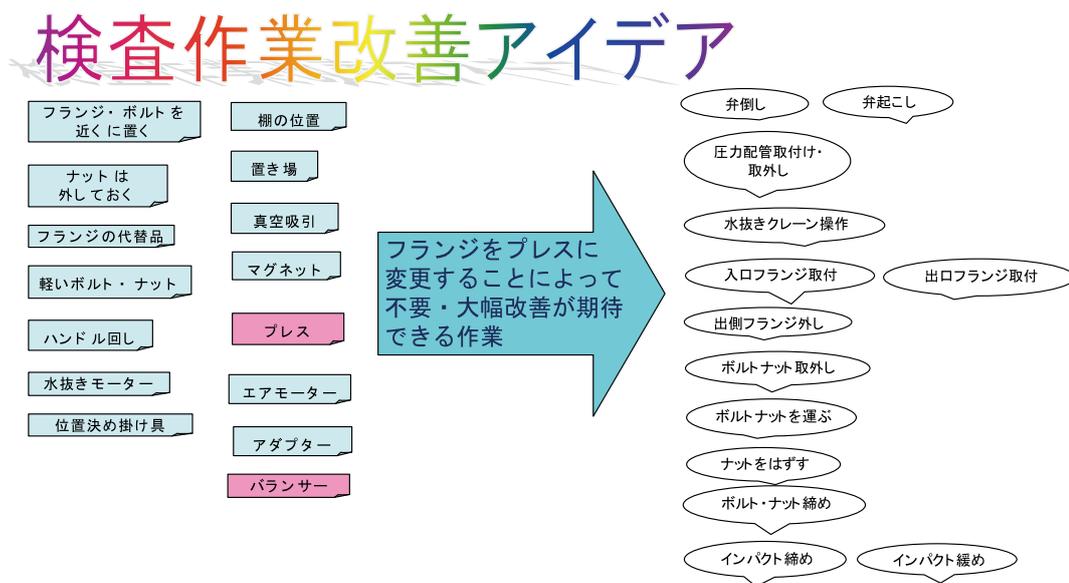


表10 採択アイデア

②類似技術の調査

この検査作業の半自動化・高齢者作業支援という目的に向けたアイデアをより着実に実現するため、アイデアに近い技術・方法・設備・機器等を有すると思われる異業種・他産業等の類似のプロセスについて各種資料・ネット情報等から調査した。

その過程でこの目的に近い技術・方法・設備・機器等を見つけた場合、それに関連するデータを各種資料・ネット情報等から調査し、その実現可能性について研究した。

③実現可能性の調査

社内独自に実現可能なアイデアは、社内で設計し実装するための検討を行った。また類似技術の調査から、案出したアイ

デアに近い技術・方法・設備・機器等を供給できる協業者を訪問又は招聘して、応用できる部分と改善すべき部分等を協働検討し、実現可能な設計をし実装するための検討を行った。

B. 塗装

イ. 問題点の指標

①作業分析の結果からの問題点抽出

前項「検査作業」と同様に、表5-1及び表5-2の作業姿勢、肉体負荷、精神負荷等の作業分析の結果からの問題点抽出を行った。(問題点抽出の視点)

1) 小型弁一塗装

作業姿勢

・製品が小さいためマスキングや脱脂などで立つ・しゃがむ・中腰の繰り返し作業となる。

肉体負荷

- ・吹き付け塗装はガンを持って、立ったままの連続作業である。
- ・塗料、シンナー等の有機溶剤は塗料置き場が定められているため毎日の運搬が必要となる。

精神負荷

- ・小型とはいえ製品の移動は全てクレーンによって行われるが、玉掛け、反転などの操作は神経を使う。

〈分析グラフ〉

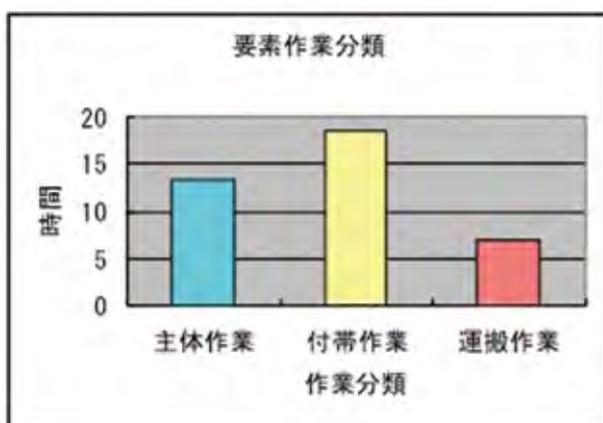


表11 小型弁-塗装の要素作業

2) 大型弁-塗装

作業姿勢

- ・マスクングや脱脂などは立つ・しゃがむ・中腰の繰り返し作業となる。
- ・製品の下部は中腰のままの吹き付けで場合によっては長時間に及ぶ場合もある。

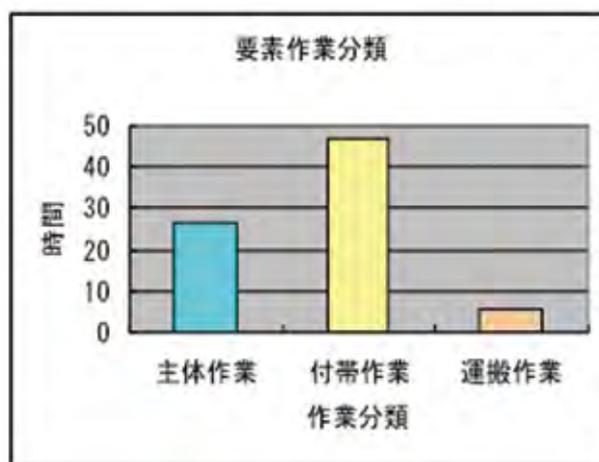
肉体負荷

- ・吹き付け塗装はガンを持って、立ったままの連続作業である。
- ・塗料、シンナー等の有機溶剤は塗料置き場が定められているため毎日の運搬が必要となる。

精神負荷

- ・製品（約2000kg）の移動、反転は全てクレーンによって行われるが、重量物なので精神負荷は大きい。

〈分析グラフ〉



要素作業分類	分	比率(%)
主体作業	26.32	33.3
付帯作業	47.17	59.3
運搬作業	5.52	7.4
計	79.41	100.0

表12 大型弁-塗装の要素作業

②作業環境調査結果から

a. スモークテスト

スモークテストの結果から、工場内外の諸条件の変化で、塗装作業場では換気ダクトの吸引効果が十分でない場合もあり得ることが分かった。すなわち塗装作業の有機溶剤が他の工程に拡散することもあり得る。そのため有機溶剤が飛散しない方策を検討する必要がある。このことは更に、「検査作業場」との間の「仕切り」を排除する場合により重要になる。

b. 照度・輝度

現状の照度は、例えば鉄製品の検査照明に比較すれば十分であるとは思われな

い。その結果、その照度下における製品表面からの光の反射量・輝度も、鉄製品の表面の目視検査の適性レベルに至っていない。とりわけ高齢者が製品の表面性状あるいは塗料付着状況等を目視で確認し続ければ、眼精疲労が蓄積していくことが想定できる。

そのため実態調査時に簡易に追加した照明（ライトアップ）に近いレベルまで、照度の改善を図ることが必要である。しかしこれは単に照明の追加ということだ

けでなく、「検査作業場」との間の「仕切り」の排除により改善される部分も十分に考えられる。

ロ. 改善案の抽出

①改善案の考え方・手法

前項「検査作業」と同様に、作業分析結果を指針にしながら、ブレインストーミング及びB A S E法などでアイデアを抽出した。

また類似技術の調査及び実現可能性の調査も同様に展開した。

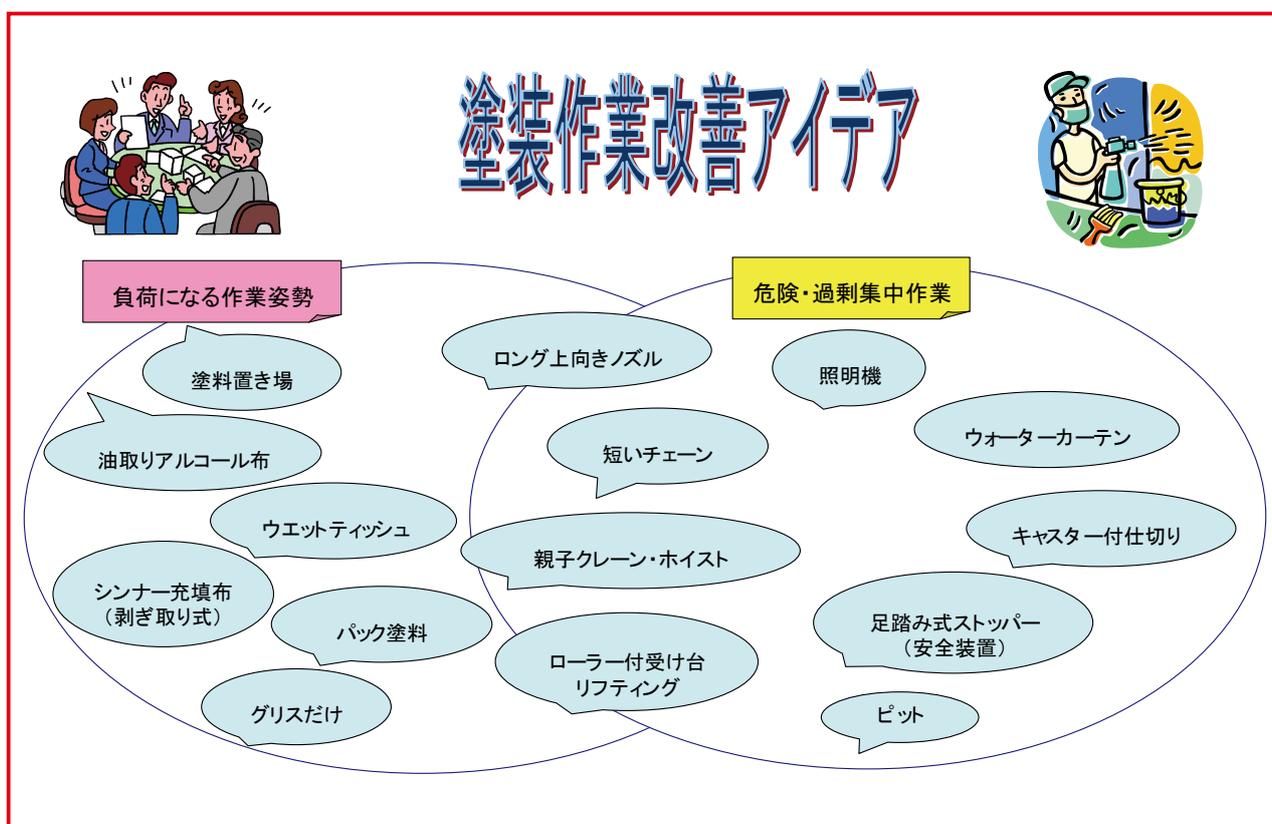


表13 塗装作業アイデアの体系化

ハ. 改善案（実行可能案）の選択

高齢者が働きやすい作業方法、高齢者が安心安全に働ける作業環境の創出を前提に以下のアイデアを具現化することにした。その過程において以下に示す手順の作業を実施した。

表5-1及び表5-2の作業姿勢、肉体的負荷、精神的負荷等の作業分析の結果から分かるように、「塗装作業」で高齢者にとって一番負担が大きな赤マークの要素作業を

排除又は回避することができるアイデアを組み立てた。その結果としては、「塗装作業」では塗装姿勢とりわけバルブ下部の塗装時の作業姿勢を改善できるテーマを採用した。

同時に、高齢者が隣の「検査作業」から仕切りで隔たれ、単独で作業する場合の不安が予測され、両作業場の仕切りを取り除き、双方の作業者が相互確認できるようにすることが不可欠である。

また、塗装作業場の照度の改善も必要であることが分かったので、検査作業に向けた光源の選択、陰影が発生しにくくグレア（まぶ

しさ）が発生しにくい照明具設置位置、作業場全体の照度の改善に向けた方策の実施をする。

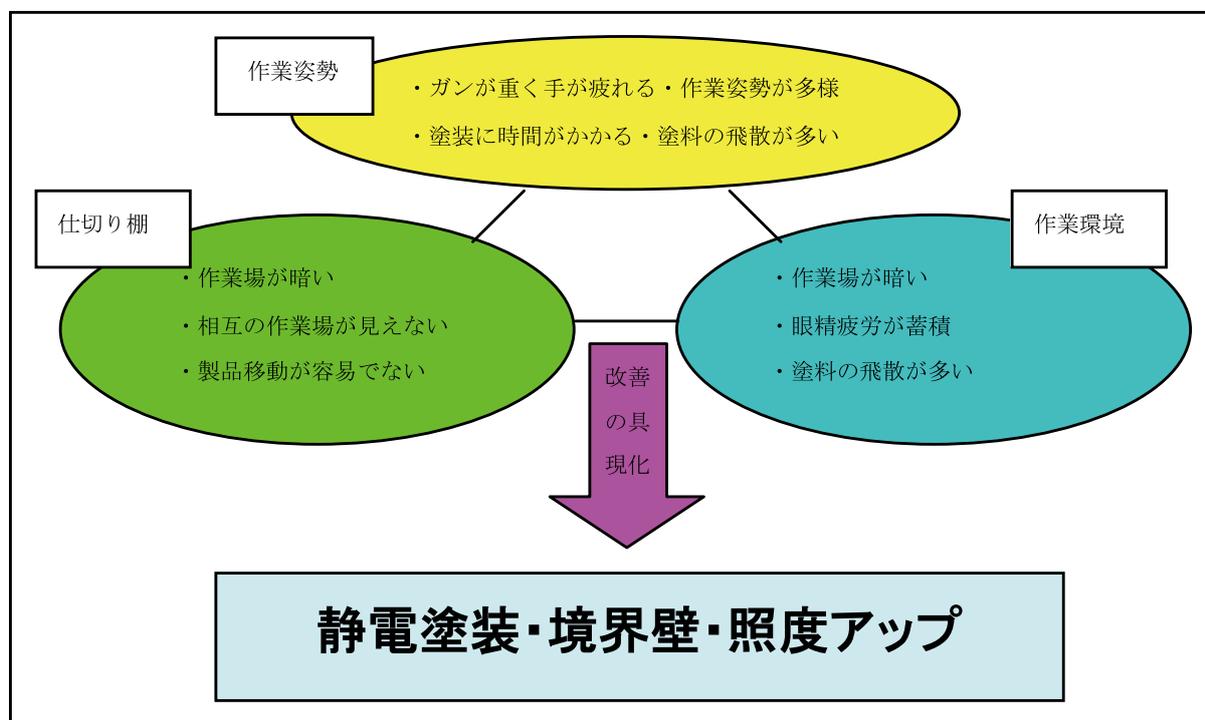


表14 塗装作業／採択アイデア

(3) 改善案の策定

改善案の具現化に向け、社内独自に実現可能なアイデアは、本研究チームを中心に設計し実装するための検討を行った。

また挑戦的なアイデアについては前述のように、それらのアイデアを着実に実装するため、アイデアに近い技術・方法・設備・機器等を有すると思われる異業種・他産業等の類似のプロセスについて各種資料・ネット情報等から調査した。その過程で、関連するデータを各種資料・ネット情報等から調査し、その実現可能性について研究した。

類似技術の調査から、アイデアを具現化するに必要な技術・方法・設備・機器等を供給できる協業者を訪問又は招聘して、応用できる部分と改善すべき部分等を協働検討し、実現可能な設計をし実装するための検討を行った。

A. 検査

イ. 改善案の具現化

前述の「検査作業」の主要な採択案であ

る検査作業の半自動化・高齢者作業支援という目的を達成できる「高齢者が操作しやすいバルブ耐圧試験機」の設計・製作・導入を決めた。しかし検討の結果、当社が製造するバルブのサイズから、これを汎用仕様にするには限界があった。そのため「小型バルブ用」と「大型バルブ用」のそれぞれを具現化・実装する検討を行った。

①小型バルブ

一連の作業分析の結果の中で、高齢者が作業を行う場合に、肉体負荷・精神負荷・危険度が一番高い検査作業の一部を機械化するようにした。既存の他社設備等を参考に調査し、当社の小型弁の大多数に使用できるよう、仕様を改善して導入する。

(ちなみにAPI、JISの規格品で表15の青く塗られたサイズ・クラスの弁に使用でき、これは当社製品の約40%台数にあたる)

D：フランジ径 210～295mm T：フランジ厚 MAX 55mm

API

検査可能

サイズ	150Lb		300Lb		600Lb		900Lb		1500Lb		(2000Lb)		2500Lb	
	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T
1 1/2											195	38		
2									216	44.9	210	45	235	57.4
2 1/2							244	47.9	244	47.9	255	55	267	63.9
3	190	24	210	28.5	210	38.4	241	44.9	267	54.4			305	73.4
4	229	24	254	32	273	44.9	292	50.9	311	60.4				
5	254	24	279	35.5	330	50.9	349	57.4						
6	279	25.5	318	37										

JIS

検査可能

サイズ	10K		20K		30K		40K	
	D	T	D	T	D	T	D	T
80A			200	22	210	28	230	40
100A	210	18	225	24	240	32	270	44
125A	250	20	270	26	275	36	325	50
150A	280	22	305	28	325	38		

表15 小型水圧検査支援機器 使用可能範囲

②大型バルブ

大型弁の検査作業を機械化するには300TONプレスが必要となるため、今回の機械化は断念した。

その代わりに最近の主力製品であり、今後も数多く生産が見込まれる12B-600Lb専用にした検査器具を自社設計・自社製作を行うことにした。

ロ. 改善効果予測

この改善案を「検査作業」に具現化・実装すれば、表5-1及び表5-2で赤マークで示した高齢者の作業負担は次に示す表のように軽減できると予測される。

3B-900Lb スルーコンジット弁検査時間分析

従来の方法による検査

要素作業		通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1	✓ 入出フランジを取りに行く	0:50	0:50		黄	
2	✓ ボルトを取りに行く	1:17	0:27		黄	
3	✓ 弁を倒す(クレーン)	2:27	1:10		黄	
4	✓ 入口フランジ取り付け	6:17	3:50	黄	赤	
5	弁を起こす(クレーン)	8:42	2:25	黄		
6	✓ 入り側配管取り付け	13:53	5:11	赤	黄	
7	弁操作(全開)	14:53	1:00	赤	赤	
8	水はり	16:43	1:50			
9	✓ 出口フランジ取り付け	19:23	2:40	黄	赤	
10	✓ 出側配管取り付け	20:33	1:10	黄	黄	
11	逆座テスト	25:33	5:00			黄
12	弁操作(中間)	28:03	2:30	赤	赤	
13	耐圧テスト	43:03	15:00			黄
14	弁操作(全閉)	45:13	2:10	赤	赤	
15	✓ 出口フランジ取り外し	46:38	1:25	黄	黄	
16	弁座テスト	51:38	5:00			黄
17	✓ 入り側配管取り外し	52:44	1:06	赤	黄	
18	弁を倒す(クレーン)	54:08	1:24			
19	✓ 入口フランジ取り外し	55:29	1:21	赤	黄	
20	✓ フランジ、ボルト、工具片付け	57:44	2:15		黄	
計			57:44			

✓ 小型水圧検査作業支援機器の導入で不要となる作業で、その結果、
 作業姿勢 赤マーク：7:38/13:18=57% 黄マーク：9:05/11:30=79%
 肉体負荷 赤マーク：6:30/12:10=53% 黄マーク：14:55/14:55=100% が軽減される。

表16 小型水圧検査作業支援機器導入の予測効果

10B-900Lb スルーコンジット弁検査時間分析

従来の方法による検査

要素作業		通し時間	正味時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1	✔ ボルト・ナットを取りに行く	2:03	2:03			
2	✔ 入口フランジを取りに行く	4:10	2:07			
3	弁を倒す(クレーン)	5:45	1:35			
4	✔ 入口フランジ取り付け(インパクト)	8:55	3:10			
5	✔ 弁を起こす(クレーン)	10:05	1:10			
6	✔ 入り側配管取り付け	13:40	3:35			
7	弁を水平に安定よく支持	14:30	0:50			
8	弁操作(全開)	15:20	0:50			
9	水はり	20:30	5:10			
10	✔ 出口フランジを取りに行く	22:20	1:50			
11	出口フランジ取り付け(インパクト)	26:50	4:30			
12	✔ 出側配管取り付け	27:35	0:45			
13	耐圧テスト	42:35	15:00			
14	弁操作(全閉)	43:20	0:45			
15	出口フランジ取り外し	46:35	3:15			
16	出側水抜き	49:05	2:30			
17	弁座テスト	64:05	15:00			
18	圧抜き	67:20	3:15			
19	弁操作(弁開)	68:30	1:10			
20	弁を倒す(クレーン)	71:20	2:50			
21	✔ 入り側配管取り外し	73:50	2:30			
22	✔ 入口フランジ取り外し	74:30	0:40			
23	✔ フランジ、ボルト、工具片付け	77:05	2:35			
計			77:05			

✔ 大型水圧検査作業支援器具の導入で不要となる作業で、その結果、

作業姿勢 赤マーク : 3:50/11:35=33%

黄マーク : 30:00/30:00=100%

肉体負荷 赤マーク : 12:58/18:58=68%

黄マーク : 0:00/0:00

精神負荷 赤マーク : 11:05/54:05=20%

黄マーク : 4:42/6:50=69% が軽減される。

表17 大型水圧検査作業支援器具導入の予測効果

八. 図面等

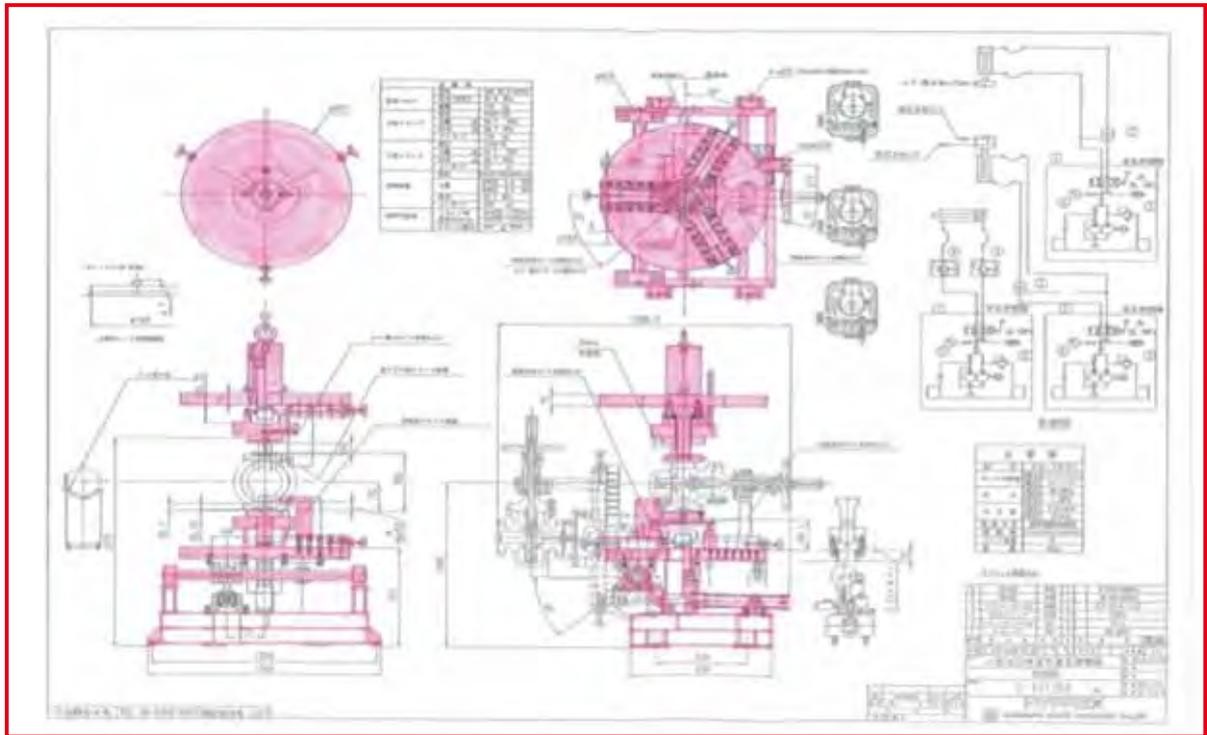


図2 小型水圧検査作業支援機器図面

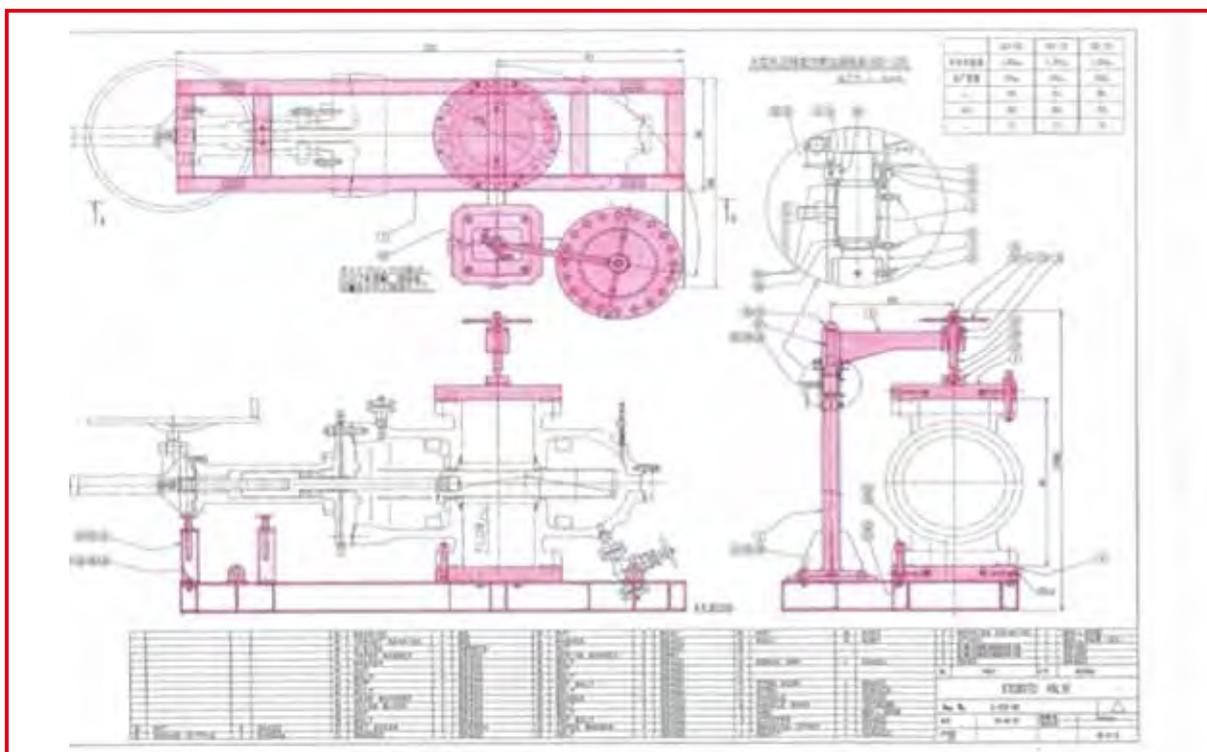


図3 大型水圧検査作業支援器具図面

B. 塗装

イ. 改善案の具現化

前述のように、「塗装作業」では塗装姿勢とりわけバルブ下部の塗装時の作業姿勢を改善でき、同時に高齢者が隣の「検査作業」から仕切りで隔たれ、単独で作業する場合の不安が予測され、両作業場の仕切りを取り除き、双方の作業者が相互確認できるようにすることを改善案の「目的」とした。また塗装作業場の照度の改善も必要である。その二つのテーマを同時に達成できる「手段」が「静電塗装」である。これにより塗料の大気飛散が減少し、また隣接する「検査作業場」との仕切りが小さくなり、作業場全体が明るくなる。

ただし、既存の静電コントローラーは防爆仕様でないため、塗装現場近く（防爆エリア内）での設置ができない。塗装作業場から離れた場所に設置しても高齢者の作業負担を軽減でき、安全・安心に作業できるようコントローラーの機能を次のように改善・付加する。

①外部確認用表示ランプの設置

静電コントローラーの電源・印加・異常のランプが作業場から見え難いため外部設置で電源（青色）・印加（黄色）・異常（赤色）の表示ランプを作業場近くに設置する。

②圧力計の取替え

静電コントローラー、エアーレギュレーターの圧力計が小さく見えにくいので大きく見やすいものに替える。

③エアー調整用レギュレーターの設置場所

調整用エアーレギュレーターをコントローラーから切り離し作業現場近くに設置することにより、その都度、静電コントローラーまで行くことなく、作業性アップの改善と負担軽減が図れる。

また、上記塗装方法の改善と、静電シートを用いた移動式境界壁を設置することにより現在ある検査場との仕切り棚を取り外せば、製品の移動ルートが容易になり、特に高齢者が作業する場合、危険に

対する精神的な負担が軽減できる。

さらに、検査場と塗装場の見晴らしが良くなり隣の作業員（検査）から塗装作業員が安全であるかどうかが見えるようになる効果もある。加えて、検査作業に向けた光源の選択、陰影が発生しにくくグレア（まぶしさ）が発生しにくい照明具設置位置、作業場全体の照度の改善に向けた方策の実施をする。

ロ. 投資が伴う改善案リストと効果予測

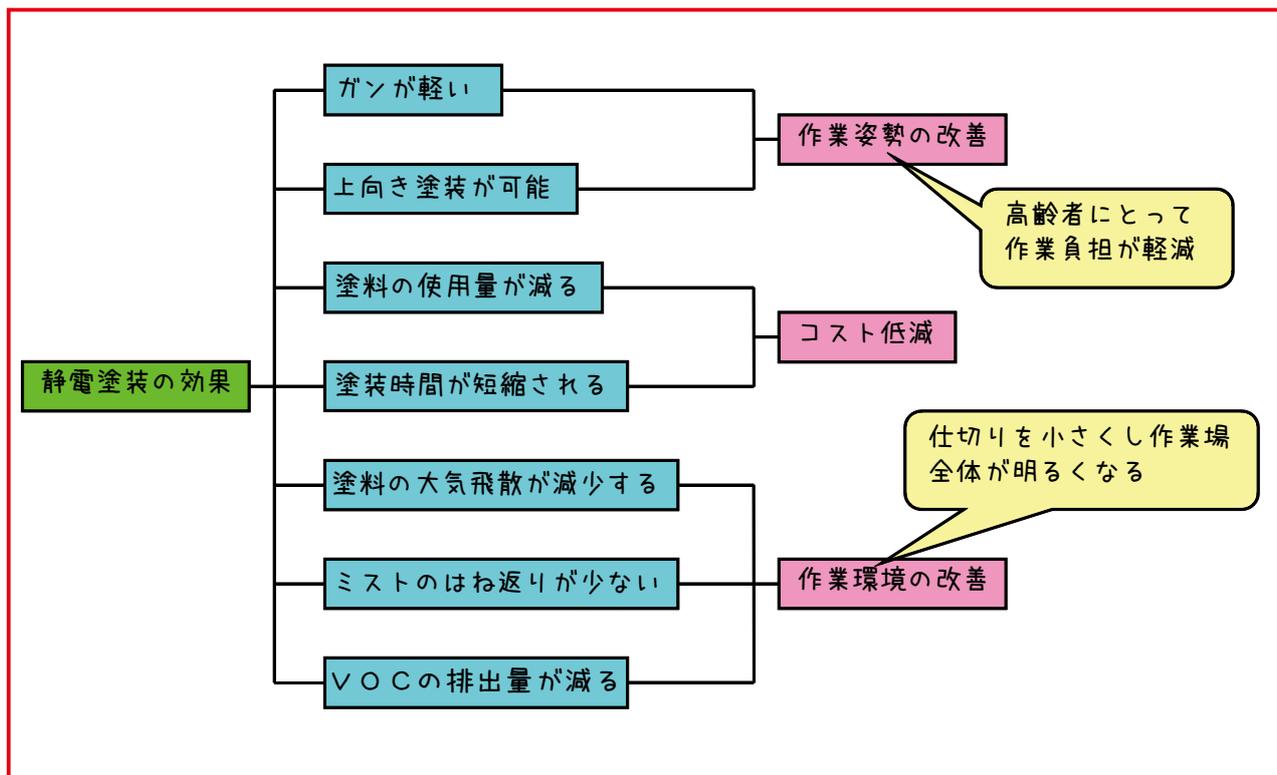


表18 「静電塗装」効果予測

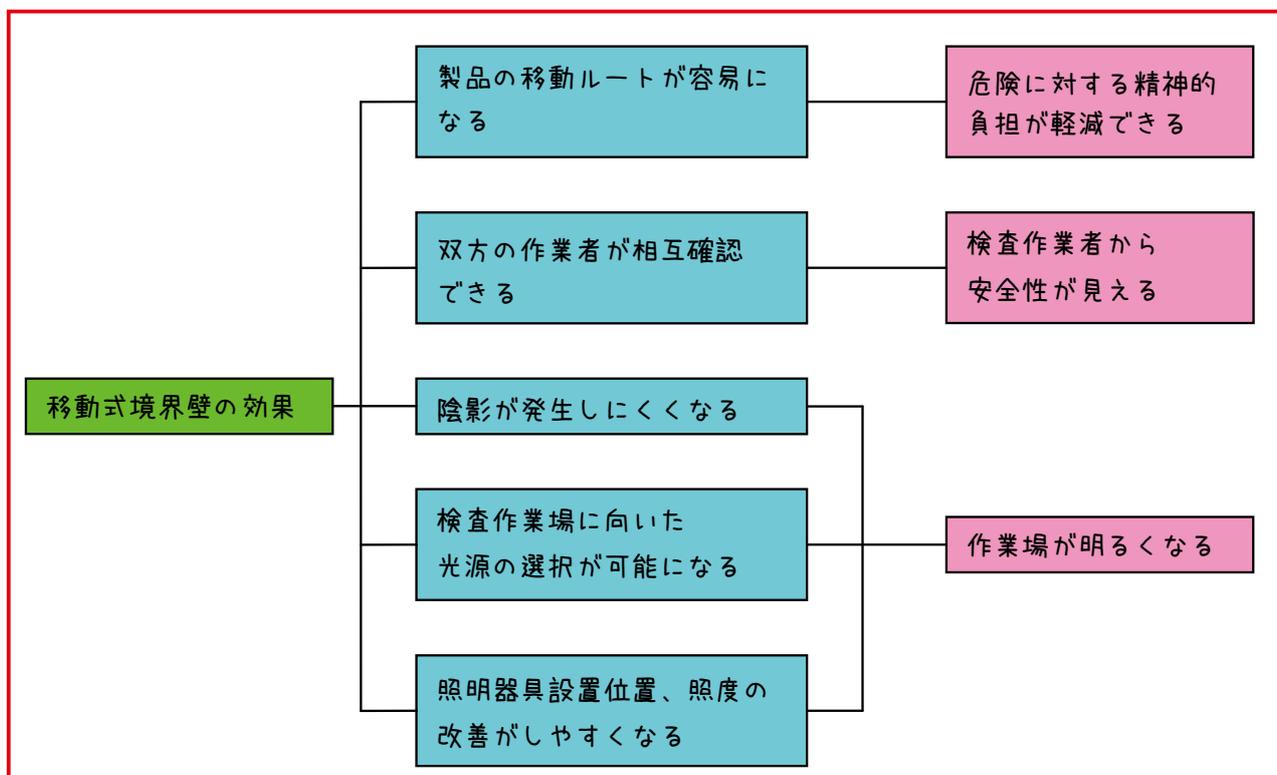


表19 「移動式境界壁」効果予測

ハ. 図面等



写真13 静電塗装システム



写真14 大型表示ランプ

C. 作業環境・レイアウト

以上で述べた「検査」及び「塗装」の作業改善の実施で、結果的に両作業場間のレイアウト上の問題が改善され、両作業場間の物流、見通しが良くなり作業の相互補完と相互確認が容易になり、両作業場で高齢者が安全安心に働きやすい状況ができる。



写真15 境界壁の設置

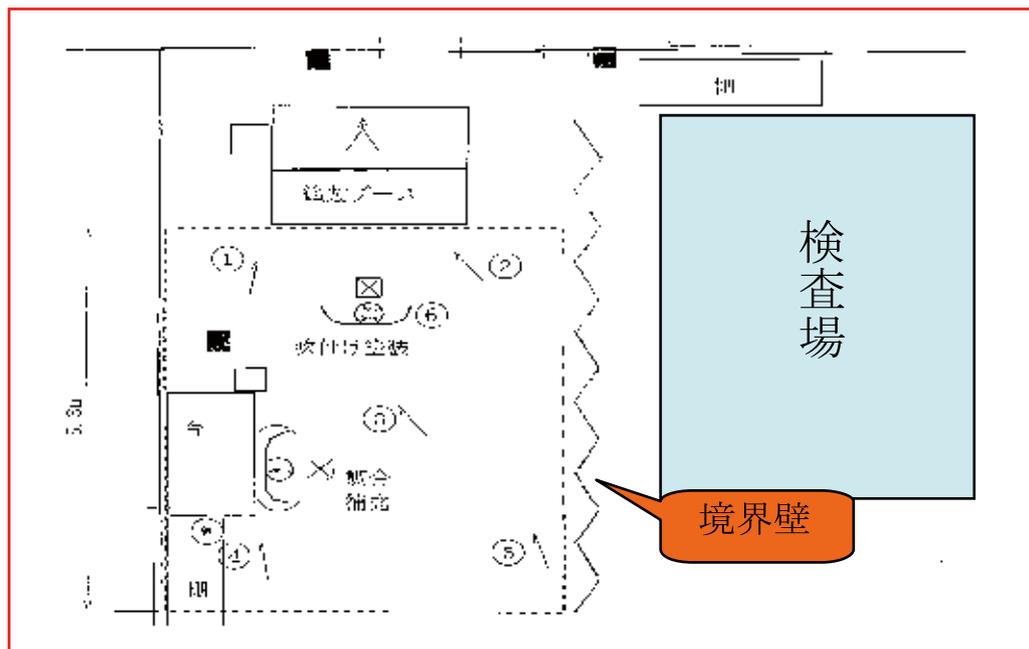


図4 改善後の工程（検査・塗装場）レイアウト

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. 小型水圧検査作業支援機器

①改善前後写真



写真16-1 改善前



写真16-2 改善後

改善効果確認 タイムスタディ

(3B-901Lb スルーコンジット弁検査時間分析)

従来の方法						小型水圧検査作業支援機器での場合					
作業内容	通し時間	3時短短	改善前	改善後	軽減率	作業内容	通し時間	3時短短	改善前	改善後	軽減率
1 入口フランジを取り付ける	0:50	0:50				1 入口フランジを取り付ける					
2 ボルトを締め付ける	1:17	0:27				2 ボルトを締め付ける					
3 弁を閉す(クレーン)	2:27	1:10				3 弁を閉す(クレーン)	2:32	2:32			
4 入口フランジ取り付け	6:17	3:56				4 入口フランジ取り付け					
5 弁を締め直す(クレーン)	8:47	3:24				5 弁を締め直す(クレーン)					
6 入り側配管取り付け	13:52	5:11				6 入り側配管取り付け					
弁操作(全開)	14:52	3:00				弁操作(全開)	4:46	2:14			
7 減圧	16:43	1:51				7 減圧	5:11	0:25			
8 出口フランジ取り付け	19:25	2:40				8 減圧	6:06	0:55			
9 出口側配管取り付け	20:33	3:10				9 弁操作(全開)					
10 試験テスト	25:03	5:00				10 試験テスト	8:11	2:05			
11 弁操作(中間)	28:03	2:30				11 試験テスト	13:11	5:00			
12 減圧テスト	43:00	15:00				12 弁操作(中間)	18:23	1:12			
13 弁操作(全開)	45:12	2:10				13 減圧テスト	25:23	5:00			
14 出口フランジ取り外し	46:38	1:25				14 弁操作(全開)	30:16	0:55			
15 試験テスト	51:38	5:00				15 上部辺り取り外し	32:08	5:50			
16 入り側配管取り外し	52:44	1:06				16 試験テスト	37:08	5:00			
17 弁を閉す(クレーン)	54:09	1:24				17 油圧テスト(準備)	39:31	2:25			
18 入口フランジ取り外し	55:29	1:21				18 油圧テスト(実行)	41:55	2:24			
19 フランジ、ボルト、ナット取り外し	57:44	2:15				19 弁を支援機器から取り外す	43:25	1:50			
計		57:44	11:00	14:05	26:03	計		43:25	2:32	3:53	93.4%

表20 改善効果確認(小型弁検査)

- a. テストフランジ及びテスト配管の運搬・取り付け・取り外しが不要になった。
- b. ボルト・ナットの締め付けが油圧、ワンタッチで可能になった。
- c. 弁が適度な高さで固定された状態でハンドル操作ができる。

その結果、

・作業姿勢

赤マーク：13:18 → 0:00

(100%軽減)

黄マーク：11:30 → 2:32

(78%軽減)

・肉体負荷

赤マーク：12:10 → 0:00

(100%軽減)

黄マーク：14:55 → 2:32

(83%軽減)

以上のように負荷が大幅に軽減された。

③高齢者仕様の工夫

弁は水平でも垂直でも任意の角度に倒せるよう、テーブルの反転機能を持たせた（写真17）。



写真17

計器（圧力計）は見やすいよう、目盛りの大きいサイズにした（写真18）。



写真18

検査時間を知らせるタイマー（ブザー）付きとした（写真19）。



写真19

ロ. 大型水圧検査作業支援器具

①改善前後写真



写真20-1 改善前



写真20-2 改善後

②タイムスタディ比較

改善効果確認タイムスタディ

(10B-901Lb スルーコンジット弁検査時間分析)

従来の方法						大型水圧検査作業支援器具での場合					
要素作業	通し時間	記録時間	作業場別	肉体負荷	精神負荷	要素作業	通し時間	記録時間	作業場別	肉体負荷	精神負荷
1	ボルト・ナットを取りに行く	2:03				1					
2	入口フランジを取りに行く	4:10				2					
3	弁を倒す(クレーン)	5:45				3					
4	入口フランジ取り付け(インパクト)	8:55				4					
5	弁を起こす(クレーン)	10:05				5	弁を起こす(クレーン)	0:55	0:55		
6	入り側配管取り付け	13:40				6					
7	弁を水平に安定よく支持	14:30				7	支援器具に弁を設置後ナット締め	4:00	3:05		
8	弁操作(全開)	15:20				8	弁操作(全開)	4:45	0:45		
9	水はり	20:30				9	水はり	5:55	5:10		
10	出口フランジを取りに行く	22:20				10					
11	出口フランジ取り付け(インパクト)	26:50				11	出口フランジ取り付け(インパクト)	14:20	4:25		
12	出側配管取り付け	27:35				12	出側配管取り付け	15:05	0:45		
13	耐圧テスト	42:35				13	耐圧テスト	30:05	15:00		
14	弁操作(全開)	43:20				14	弁操作(全開)	31:00	0:55		
15	出口フランジ取り外し	46:35				15	出口フランジ取り外し	33:15	2:15		
16	出側水抜き	49:05				16	出側水抜き	35:45	2:30		
17	弁操作(全開)	64:05				17	弁操作(全開)	56:45	15:00		
18	圧抜き	67:20				18	圧抜き	53:55	3:10		
19	弁操作(弁閉)	68:30				19	弁操作(弁閉)	54:40	0:45		
20	弁を倒す(クレーン)	71:20				20	ボルト・ナットを外す	57:22	1:15		
21	入り側配管取り外し	73:50				21	弁を支援器具から降ろす	58:12	0:50		
22	入口フランジ取り外し	74:30				22	弁を倒す(クレーン)	58:37	0:25		
23	フランジ、ボルト、工具片付け	77:05				23	工具片付け	59:02	0:25		
計		77:05	30:00	0:00	6:30	計		59:02	30:00	0:00	16:33
			1:50	19:58	34:00				1:50	13:00	20:33

表21 改善効果確認(大型弁検査)

a. 架台にテストフランジ・ボルト・ナットが予めセットされているため運搬作業が不要になった。

b. 弁を架台に固定できるため、安定した状態でハンドル操作ができ、重量物である製品を反転させる回数も減少した。

その結果、

・ 肉体負荷

赤マーク：18:58 → 13:25
(29%軽減)

・ 精神負荷

赤マーク：54:05 → 36:30
(23%軽減)

以上のように負荷は軽減されたものの、フランジ付け作業は残されており高齢者にとっては依然課題が残されている。

八. エア静電塗装支援器具

①改善前後写真



写真21-1 改善前

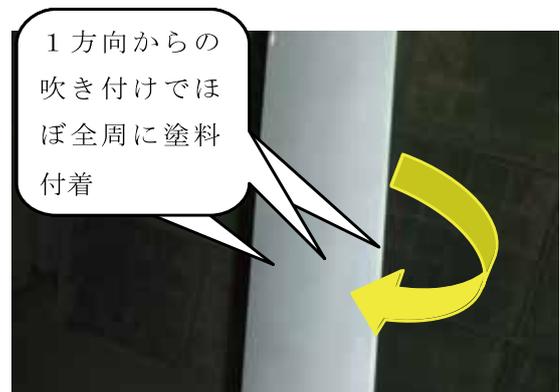


写真21-2 改善後

②塗料の吸着効率の向上

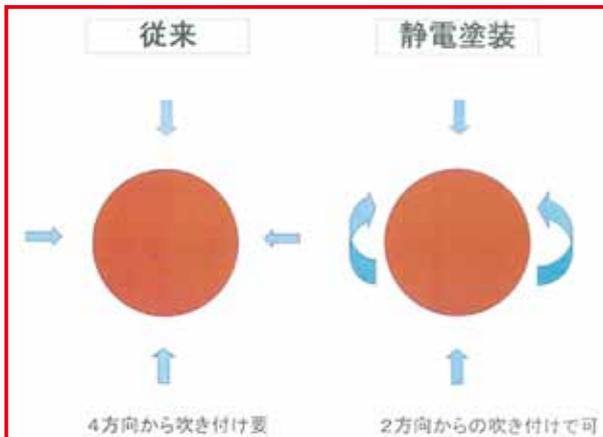


図5 塗装粒子の流れ比較 (塗料が回り込む)

③改善効果

静電塗装とはアースした塗装物を陽極、塗装霧化装置を陰極とし、これに負の高電圧を与えて両極間に静電界を作り、霧化した塗装粒子を負に帯電させて、反対極である被塗物に効率よく塗料を吸着させる方法で、従来の霧化塗装法に比べて次のようなメリットが生み出される。

- ・ガンが軽いうえに、作業姿勢が多様である（上向き塗装が可能となり、身体を屈めた作業が軽減できる）。
- ・塗料の飛散が少なくミストのはね返りも少ない。
- ・塗料の使用量が減り、VOC排出量も減る。
- ・ブースの汚れが減り、廻りの清掃が楽になる。

④高齢者仕様の工夫

a.外部確認用表示ランプの設置

静電コントローラーが離れた場所に設置されても作業場から見えやすくするため、外部設置で電源（青色）・印加（黄色）・異常（赤色）の表示ランプを設置した。



写真22-1 コントローラー



写真22-2 表示ランプ

b.圧力計の取替え

静電コントローラー、エアレギュレーターの圧力計の目盛が小さく見え難いため、大きく見やすいものに取り替える。

c.エア調整用レギュレーターの設置

調整用レギュレーターを作業現場近くに設置することにより、その都度コントローラーまで行くことなく、作業性アップの改善と負荷軽減が図れる。

⑤タイムスタディ比較

改善効果確認 タイムスタディ (3B-1500Lb 型スプレー弁塗装時間分析)						改善後					
改善前						改善後					
作業作業	通し時間	正確時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷	作業作業	通し時間	正確時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1 塗料を倉庫まで取りに行く	1:42	1:42				1 塗料を倉庫まで取りに行く	1:50	1:50			
2 吹き付け準備(ガンに塗料を入れる)	4:59	3:17				2 吹き付け準備(ガンに塗料を入れる)	6:05	4:15			
3 マスキング	10:29	5:30				3 マスキング	11:25	5:20			
4 キャップ付け	11:20	0:51				4 キャップ付け	12:10	0:45			
5 クレーン待ち	12:45	1:25									
6 移動(検査場→塗装場)	14:20	1:35				6 移動(検査場→塗装場)	12:45	0:35			
7 クレーン戻し	14:50	0:30				7 クレーン戻し	15:05	0:15			
8 クレーン吊り替え	15:30	0:40				8 クレーン吊り替え	15:48	0:45			
9 脱脂	18:13	0:43				9 脱脂	14:38	0:50			
10 休憩	21:09	4:53				10					
11 面取り	36:15	15:09				11					
12 脱脂	46:00	3:45				12 脱脂	18:50	4:12			
13 移動	41:33	1:38				13 移動	21:42	2:52			
14 下塗り(吹き付け)	55:00	13:22				14 下塗り(吹き付け)	30:14	9:14			
15 移動	55:40	0:40				15 移動	30:51	0:35			
16 片付け・エアガン掃除	60:00	4:20				16 片付け・エアガン掃除	34:14	3:25			
計(5・10・11は除く)		38:33	23:20	19:00	3:53	計		34:10	10:27	24:51	3:32
			9	1323	9				15	15	15

表22 改善効果確認(小型弁塗装)

改善効果確認 タイムスタディ (10B-900Lb スルーコンジット弁塗装時間分析)						改善後					
改善前						改善後					
作業作業	通し時間	正確時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷	作業作業	通し時間	正確時間	作業姿勢	肉体負荷	精神負荷
1 弁を塗装場へ移動(クレーン)	3:04	3:04				1 弁を塗装場へ移動(クレーン)	3:04	3:04			
2 マスキング	18:49	15:45				2 マスキング	18:49	15:45			
3 脱脂(クレーンで吊り上げて)	31:04	12:15				3 脱脂(クレーンで吊り上げて)	31:04	12:15			
4 塗料準備	35:40	4:36				4 塗料準備	35:40	4:36			
5 塗装準備(マスク等)	38:15	0:35				5 塗装準備(マスク等)	38:15	0:35			
6 表面エアブロー	40:35	4:20				6 表面エアブロー	40:35	4:20			
7 塗装	50:25	9:50				7 塗装	50:25	9:50			
8 塗料補充(1回目)	52:06	1:41				8 塗料補充(1回目)	52:06	1:41			
9 再塗装	66:30	14:24				9 再塗装	66:30	14:24			
10 塗料補充(2回目)	67:43	1:13				10 塗料補充(2回目)	67:43	1:13			
11 休憩	73:42	5:58				11 休憩	73:42	5:58			
12 再塗装	76:00	2:18				12 再塗装	76:00	2:18			
13 弁をパレットへ移動(クレーン)	81:52	5:52				13 弁をパレットへ移動(クレーン)	81:42	5:52			
14 片付け、塗装ガン清掃	85:40	3:48				14 片付け、塗装ガン清掃	85:40	3:48			
計		85:40	12:15	19:45	23:05	計		85:40	10:47	28:12	23:09
			40	17	43	17			38	17	23

表23 改善効果確認(大型弁塗装)

a. 静電塗装により、ガンの軽量化及び身体を屈めての作業が減少し、作業姿勢・肉体負荷が大きく改善された。

b. 境界壁の改善、ライト増設などにより作業場全体が明るくなり作業負荷の軽減につながった。

二. 境界壁（塗装－検査作業場）及び静電シート

①改善前後写真



写真23-1 改善前



写真23-2 改善後

②改善効果

- a.製品の移動ルートが容易になり、特に高齢者が作業する場合危険に対する精神的な負担が軽減できた。
- b.検査場と塗装場の見晴らしが良くなり、隣の作業（検査）から安全が確認できるようになった。

ホ. 塗装場の作業環境

塗装場の現状調査の一環として作業場気流及び作業場照度・輝度の実態調査を実施した。しかしここで提起された課題は、個々の課題への対策としてではなく、前項の諸策により総合的に解決できた。

「エア静電塗装支援器具」 ⇒ 有機溶剤の拡散が無くなった。

「境界壁及び静電シート」 ⇒ 同上及び隔壁が無くなり明るくなった。

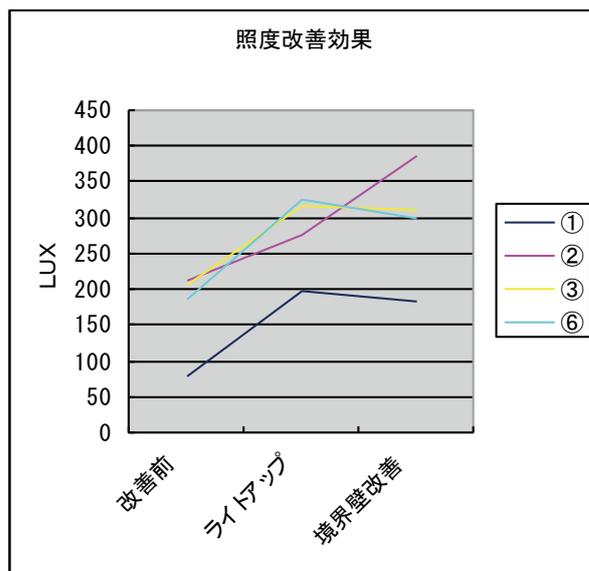


表24 改善効果確認（照度）

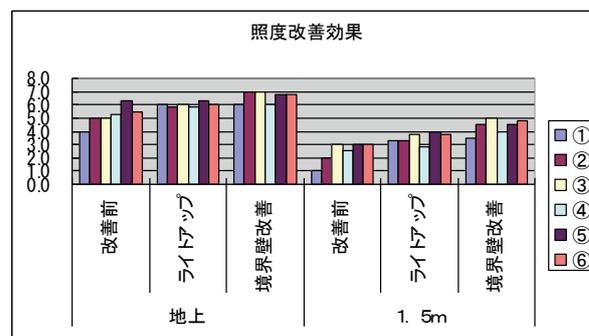


表25 改善効果確認（輝度）

2. 職場改善のための育成教育・体制づくり

(1) 職場改善手法の習得

まず研究チームを中心に本研究の目的を達成するために必要な、工程分析・作業分析・タイムスタディ等IE手法をはじめ作業環境測定など、現場の実態把握に関する基本的な手法を習得した。これにより「検査」「塗装」の両対象作業時において高齢者が作業を安全安心に遂行するための肉体負荷・精神負荷・環境負荷等の課題の大きさを定量的に把握することを理解した。

次にBASE法など改善手法、ブレーンストーミング等によるアイデア抽出手法等を習得した。その上で前述の現状の現場実態のデータを基にして、実際に対象作業の改善案を策定した。

(2) 社内研修の実施

本研究の目的及び今後の他工程への展開を円滑にするために、全社員を対象に社内研修会を実施した。この社内研修会に製造部門以外の社員を含めたのは、高齢者の雇用確保は事務部門・設計部門・営業部門ほか全ての社内業務に及ぶと会社として判断したからである。



写真24 社内研修会の様子

テーマ：「高齢者が活躍できる職場づくり」

- ① なぜこの研究が必要か
- ② 職場改善手法
- ③ IE手法・イノベーション手法

(3) 職場改善のための体制づくり

本研究のために構成された研究チームは、本研究が終了する平成23年3月末以降も、引き続き本研究で目的とした「高齢者が働きやすい職場づくり」を中心に、社内の職場改善活動に従事する。

(株) 極東製作所 職場改善チーム

●チームリーダー

取締役工場長

○チームメンバー

取締役総務部長、製造部長、製造部製造課長、製造部品質管理課、製造部製造課

また、このチームの今後の活動を円滑にするため、社内幹部に対しても別途特別研修会を開催し、今後の社内改善活動に何らかの形で参画できるような環境を整えた



写真25 社内幹部への特別研修会

テーマ：「高齢者が活躍できる職場づくり」

- ① なぜこの研究が必要か
- ② 職場改善手法
- ③ 改善手法と経営戦略

IV まとめ

1. 本研究の総括

本研究は、本来の期間からすれば着手の時期が遅れたため、極めてタイトなスケジュールになった。しかし本研究が目指す趣旨は当社社員全体に理解され、かつ研究結果もこの事業が目指す目的を十分に達成したと考える。

これまで当社において技術を支えてきた社員が徐々に高齢化しつつあるこの時期に、本研究を実施できたことに感謝している。また全国平均に比べ少子高齢化・人口減少の進行が早い北九州市において、加えて北九州市が歴史的に工業都市でありそれを支えてきた中小企業にとって、本研究を実施した意義は大きいと考えている。

本研究の成果である高齢者支援のための設備機器とともに、この機会に編成した研究チームも当社の資産として引き続き改善チームの役割を担う。前述のようにこのチームが工場全体、将来的には会社全体の改善活動を推進し、社業を発展させ、高齢者の更なる雇用の機会を開拓していくと信じる。

この研究活動が他業種・他社にも広く波及し、日本の企業の活力維持と高齢者雇用の拡大に繋がることを祈念したい。当社のこの活動事例が、その展開の一助になればと願う。

2. 今後の課題

ある技術が永久不変でありえないように、本研究で開発導入した設備機器やシステムも時代の要求に沿って自己変革し続けなければならない。すなわちハードもソフトも常に改善され続けねば、その本来の機能を維持し目的を達成できない。

例えば今回の改善案で導入された大型水圧検査支援機器は、研究期間の制約もあり小型水圧検査支援器具に比べ高齢者の作業負担軽減寄与率が低い。この大型水圧検査支援器具は今後も更に改善を加え、高齢者の作業負担をより軽減できるように研究を継続していく必要がある。そのために本研究の成果のひとつとして編成さ

れた研究チーム（改善チーム）が、引き続き高い動機付けとともに、より高い問題解決能力を自己研鑽できるかが課題である。

幸いなことに、2月末に行われた研究活動のディスカッションでメンバーの一人から「半年間やってきて管理、改善のやり方についてようやく解りかけた。

高齢者作業負担軽減に向け、塗装場からさらに広い視点でテーマを取り上げ、改善活動を継続しよう」

と、前向きな発言があり、早速チームを2つに分けそれぞれ次の目標に向かってスタートした。

3 おわりに

「70歳までの継続雇用を視野に入れた雇用環境の改善」をテーマに研究会の発足から7か月の期間を要したが、関連する全部門の担当者が積極的にチャレンジすることにより一応の成果を上げることができたと思っている。

組織・人員に制約のある中小企業にとって、公的機関との共同研究が果たした役割を忘れてはならないと思う。