

# 共同研究年報

高齢者の継続雇用の条件整備のために

平成14年度

職務再設計



能力開発



健康管理



人事・賃金管理



独立行政法人



高齢・障害者雇用支援機構

Japan Organization for Employment of the Elderly and Persons with Disabilities (JEED)

職務再設計・能力開発

電磁鋼板精整・梱包作業における中高年齢者のための職務再設計実務の再評価及びそのアプローチの確立と適正作業負荷環境下における職務能力水準の評価に関する調査研究

株式会社 九州電磁鋼センター

所在地 福岡県北九州市八幡東区大字前田字洞岡  
2142番地  
設立 平成元年  
資本金 3,000万円  
従業員 203名  
事業内容 電磁鋼板のスリット加工及び梱包並びにこれに関連する事業、コア加工事業

---

研究期間 平成14年4月～平成15年3月

---

【研究責任者】	工藤 和也	(株)九州電磁鋼センター 代表取締役社長
【外部研究者】	神代 雅晴	産業医科大学 産業生態科学研究所教授
	戸嶋 博文	新日本製鐵(株) 八幡製鐵所生産技術部能率グループグループリーダー
	長 誠一郎	新日本製鐵(株) 八幡製鐵所電磁鋼板工場マネージャー
【内部研究者】	小林 敬寿	(株)九州電磁鋼センター 取締役 精製事業部長
	井戸 勝利	(株)九州電磁鋼センター 総務課長
	田中 信	(株)九州電磁鋼センター 嘱託
	中地 正利	(株)九州電磁鋼センター システム企画担当課長
	浜谷 剛	(株)九州電磁鋼センター 精整工場長
	政重 隆彦	(株)九州電磁鋼センター 嘱託
	田中 直春	(株)九州電磁鋼センター 精整課長
	貞島 俊英	(株)九州電磁鋼センター 精整課 係長
【事務・経理】	加藤由美子	(株)九州電磁鋼センター 総務部 経理担当

---

# 目 次

## I. 研究の概要

1. 研究の背景・目的	8
(1) 事業の概要	8
(2) 当社の高齢者雇用状況	8
(3) 研究の背景・課題	8
(4) 研究のテーマ・目的	9
(5) 研究体制と活動	9
2. 研究成果の概要	9
(1) 作業負荷軽減（職務再設計）の実行	9
(2) 筋骨格系障害と職務満足度の実態調査と改善	10
3. 研究の流れ	10

## II. 研究（職務再設計）の内容と結果

1. 現状調査・分析	12
(1) スリット作業の作業姿勢評価	12
(2) 「腰痛」実態調査	12
(3) 職務満足度（メンタルヘルス）の調査	14
(4) 梱包職場の職務再設計のための現状分析	16
(5) クレーン運転職場の職務再設計のための現状分析	17
2. 問題点と改善策の指針	18
(1) 現状調査のまとめ	18
(2) 改善策の指針	18
3. 改善案の策定	19
(1) 梱包職場のテープ貼り付け作業の改善策	19
(2) クレーン運転職場の運転室レイアウト改善策	24
4. 改善策の効果測定	29
(1) 梱包職場における改善策の効果測定	29
(2) クレーン運転職場における改善策の効果の検証	30

## III. 将来へ向けての展望とまとめ

## I. 研究の概要

### 1. 研究の背景・目的

#### (1) 事業の概要

当社は、電磁鋼板の精整・加工部門の専門会社として平成元年に新日本製鐵株式会社八幡製鐵所の電磁鋼板部より分社化、独立し設立した会社である。新日鐵八幡製鐵所の電磁鋼板工場スリット加工部門と関連協力会社に委託されていた梱包作業、及びそれぞれの職場へコイル搬送を行うクレーン職場を統合し、電磁鋼板の精整・出荷作業を一貫して担う会社として設立された。

所在地は、福岡県北九州市の新日鐵八幡製鐵所敷地内に位置し、24時間稼働させる製鐵所の操業体制にあわせ、当事業所の勤務形態も夜間勤務を含む4組3交替制シフトの勤務制度を適用している。

スリット加工部門では、幅が1,000mm以上で厚みが0.2mm~0.7mmの電磁鋼板を、丸刃を用いたスリッターラインで顧客から指定された幅と重量に剪断加工し品質検査を行う。加工製品を梱包職場にて、紙や金属板で梱包し輸送における錆や衝撃による製品へのダメージを防止する。梱包はコイル状に巻き取られた電磁鋼板で、最大重量15t、幅が約1m外径1.5mという巨大なコイルを対象とする。こうして生産された電磁鋼板を、製鐵所敷地内の港湾岸壁から船積みし出荷する。出荷するタイミングに併せて、工場と岸壁間を輸送する車両に電磁鋼板製品を積み込む作業がクレーン職場の代表的職務である。

#### (2) 当社の高齢者雇用状況

従業員は平成元年の会社設立当初から高齢者の占める割合が高かった。これまで高齢者の雇用には積極的に取り組んでおり、10年以上前から60歳定年退職者の再雇用制度を適用している。現在では、定年60歳の全員を対象に健康で継続勤務を希望する者全員を再雇用の形で継続雇用している。

勤務形態が、夜間勤務を含む3交代シフトであることに加えて、立ち作業を中心とした重労働という労働条件、及び重量物の搬送と巨大設備が動く環境下での作業による危険性の高い職場環境であることから、高齢者の体力面での配慮を講じ、勤務を1ヶ月に11~14日程度に限定したパート社員として継続雇用している。この制度により、再雇用継続勤務を希望する高齢者も年々増し、また継続雇用期間も無理なく長く勤めることが可能となり、現在では最高齢者である69歳の梱包作業者を筆頭に、従業員全体の約40%が60歳以上の再雇用パート社員が占める。また約10%を占める58歳~59歳の高齢者の多くも継続して働く意志を表明している。

#### (3) 研究の背景・課題

当社の若年者の雇用は、全国的な若年労働者の減少と同じ傾向にあり、新卒・中途社員の採用を積極的に進めるも会社設立当初からの作業者は高齢に達している。一方で、ここ数年間に入社した若年者も増えたため、全作業者の年齢構成は、職務経験年数が3年にも満たない若年層と、再雇用パート社員を含む高齢者に2極分化した形となっている。このような中で、本研究開始前から高齢者・若年者混在型の職務設計を進めてきたが、高齢化が進み、重筋労働作業を若年者が担い、軽作業を高齢者が担うという役割分担では全体の作業負荷の配分が満たされなくなり、高齢者も重筋作業を担う必要が生じた。一方で、経験と技能に優れた高齢作業人も、若年作業との共同作業においては、体力面の衰えによる作業ペースの違いから、自分のペースで仕事が進められないことにより、極端な疲労の蓄積や身体的な傷病につながる面が見られる。加えて、高齢者の作業負担を配慮し自らの作業範囲以外を補おうとする若年労働者のオーバーワークも無視できない状況となっていた。

経験と技能を有する高齢者に可能な限り多

くの職場を整え、また継続雇用期間を無理せず長く勤めることができるように、若年者との混在型作業において、高齢者・若年者の双方に過度な負担がかからない職場環境の整備を目指し職務再設計に取り組んだ。

#### (4) 研究のテーマ・目的

##### イ. 作業負荷軽減（職務再設計）の実行

本研究初年度の平成13年度の共同研究では、「梱包作業」と「クレーン運転作業」を対象に姿勢分析を中心とした疲労負担の原因とその改善策の立案、作業支援機の導入を図った。平成14年度の研究は、平成13年度の共同研究で導入された作業支援機による作業の改善効果を定量的に把握・検証することを第一の目的とした。

第二の目的として、この検証結果をもとに「梱包作業」と「クレーン運転作業」において、高齢者に対する職場環境整備に必要な更なる改善策を実行する。具体的には、「梱包職場」において、昨年の作業分析や姿勢分析により改善が必要とされる作業で、1年目に改善策がとれていない作業の改善策を追加し、効果の検証を行う。「クレーン職場」においては、1年目に導入した運転室のレイアウト改善効果を検証し、改善効果及び不都合箇所を修正し、同型のクレーンを対象に更なる改善案を加えた運転室の改造を実行した。

##### ロ. 高齢者における筋骨格系障害と職務満足度の実態調査と改善

若年者と高齢者が同じ環境で働く母集団を対象として、年齢や職場別に「腰痛」の実態を調査した。平成13年度の作業姿勢分析の結果から得られた前傾屈曲姿勢の発現頻度から、日本における業務上の疾病で最も多いといわれる「腰痛」が、当事業所においても関わりが強い事が予想され、その実態を調査し、予防策及び改善策の立案を職務再設計に取り入れることを目的とした。加えて、同集団を対象とした職務満足度の意識調査を行い、再雇用制度及び職場環境を始めとした、同僚や上司の支援、仕事の

量的負荷などの要素から職業性ストレスア一及び仕事への満足度の実態調査を行った。特に、年齢別の職務満足感、ストレスアの違いから高齢者と若年者混在型の作業における職場環境や仕事の量的負担における問題点を明確にした。

##### (5) 研究体制と活動

研究責任者である代表取締役社長を筆頭に、事業部長以下製造現場の管理職を内部研究員とした。事態調査や調査結果の解析について、新日鐵八幡製鐵所の能率グループより、支援機導入にあたっては、同電磁鋼板工場より外部研究員を加え、総括的な研究指針の策定において産業医科大学人間工学研究室 神代雅晴 教授を加えた研究会のなかで共同研究を進めた。

## 2. 研究成果の概要

### (1) 作業負荷軽減（職務再設計）の実行

#### イ. 梱包作業の職務再設計

電磁鋼板コイルの梱包作業は、紙や金属板でコイル全体を包み込みテープの目張りや鋼板バンドで結束作業を行う。腰を曲げた前屈姿勢を取るなど不良姿勢が数多く出現することが平成13年度の研究で明確になっていた。梱包作業を単一作業に分類した結果、作業姿勢の悪い状態を多く取る作業にテープを貼り付ける作業があることが明確になり、当該作業に作業支援機を導入した。機械製造メーカーとの共同開発により外周側のテープ貼り装置を完成させることができた。2年目の研究では、同装置の導入による作業負担の軽減効果を検証するとともに、生産能率の向上を確認した。加えて、この装置では改善されなかった不良姿勢を要する他の作業を改善すべく、テープ貼り付け技術を応用して内周側のテープ貼り支援機を開発し導入した。両支援機導入による作業負担軽減効果を検証し高齢者に疲労負担の少ない職場環境の整備を成し遂げる事ができた。

## ロ. クレーン作業の職務再設計

クレーン作業は、運転室が狭く、吊り上げ対象物の視認が非常に困難な作業視野の問題があった。これが原因となり前傾姿勢を取る作業姿勢が頻度多く観測された。1年目の研究でこの原因と身体的負担の定量化を実施し、運転室のレイアウトを改造し視野を改善した。2年目の本研究では、運転室レイアウト改造による視野改善の効果を検証するとともに、前傾姿勢の発現頻度の減少とそれに伴う腰への負担軽減効果を確認できた。

一方で、改善後の運転室のレイアウトでも作業者の視野に問題点があることがわかり、加えて、作業環境を改善すべく導入した椅子も、その大きさにより、逆に作業性を阻害する要因となっていることが判明した。これらの問題点の更なる改善のため、同型のクレーン運転室を対象にし、検証の結果得られた知見を加えて運転室レイアウトの改善を行った。

最終的には、狭いクレーン運転室の中でも従来のような作業がほとんどなくなり、また腰に負担がかからない姿勢の取れる椅子の導入により、高齢者が長時間作業をする上でも苦痛なく作業に従事できる環境を整えることができた。

## (2) 筋骨格系障害と職務満足度の実態調査と改善

当事業所の3職場の全作業者を対象に「腰痛」についての実態を調査した。調査方法は、作業者を個別に問診し、日本整形外科学会のJ O A調査票を用いて腰痛の程度を評価した。同時に、日常生活習慣や職務履歴・過去の疾患についても調査を行い、これらの要素と腰痛発症の程度との関連性も調べ、腰痛防止について基礎的な知見を得た。

問診調査の結果、全作業者の70%以上が、現在腰痛を持っているか、又は過去に腰痛の経験があることがわかり、当工場の作業環境と腰痛発症との関係は無視できないことが確認された。腰痛の原因となる作業不良姿勢で

は、前屈姿勢をとる作業の発現率が高いことも統計的に確認された。腰痛を訴える作業者の程度をJ O Aスコアの指標で評価すると、J O Aスコア11以上の中症～軽症の区分になり、早急に治療を要する重症に区分される作業者は存在しなかった。

スリッター職場では、経験年数に伴い腰痛経験者が増加していること、クレーン職場では、作業経験年数が少なく若年齢であるにも関わらず腰痛を訴える作業者が多い等の特徴が見られた。

この結果、加齢に伴う腰痛発生への作業環境の配慮が必要であることと、未熟練作業への正しい姿勢等の教育が不足していることが明らかになった。

職務満足度(メンタルヘルス)については、N I O S H (アメリカ国立職業保健研究所; National Institute for Occupational Safety & Health) の職業性ストレス調査票を用いて、自記式問診紙形式で調査を行った。先行事例のストレスに対する全国平均との比較や、仕事のストレスによりどの程度健康問題が発生する可能性があるかを評価した「健康リスク」を評価した。「健康リスク」の評価においては、全国平均より良好な結果となり、60歳以上の高齢者は、若年労働者より良好で、勤務日数の条件緩和など高齢者の加齢に伴う作業負担に併せた勤務形態・職場環境の改善への取り組みが効果を得ていることを確認できた。一方で、若年者の職務満足度が低く、特に梱包職場の職務満足度が低かった。これは、高齢者の在籍比率が高いこと、重筋作業を伴う職場であることと、仕事量のピークダウンの差が他の職場に比べて極端に大きいことが影響していると推定される。これらの基本的な知見を生かして職場環境改善に取り入れていく。

## 3. 研究の流れ

本研究は、平成13年度の協同研究に引き続き行われたものであり、2カ年の研究の流れと関連性をまとめて図表1のフロー図に示す。





## Ⅱ. 研究（職務再設計）の内容と結果

### 1. 現状調査・分析

#### (1) スリット作業の作業姿勢評価

スリット作業職場は、丸刃を備えた剪断機で需要家からの指定寸法に合わせて、厚みが0.2mm~0.7mmで幅が1mを越える電磁鋼板の幅と長さを切りそろえる作業を行う。

機器や装置の調整においては細かい作業を立ったままの姿勢で行う。また、作業時間中のほとんどは歩行を伴う作業で、立ち止まることが少ないため、足腰への疲労は大きい。

昨年共同研究における梱包作業やクレーン運転作業と同じく、スリッター作業における作業姿勢評価も、OWAS法（Ovako Working Posture Analysing System）により評価した。

3桁の姿勢コードに重量物の取り扱いを加えた4桁の数字は、4つの姿勢負担評価に分類される。4段階の評価はアクションカテゴリー（AC）と呼ばれ、各カテゴリーに応じて作業姿勢改善の緊急性の目安として活用できる。

それぞれの職場ごとに各アクションカテゴリーの出現率を図表2にまとめた。

これらは全て95%信頼度、精度0.01以下を満たしている。梱包作業とクレーン作業でAC2以上の出現率が高くなっていることがわかった。また、梱包作業職場では、AC3の出現率が、クレーン職場では、AC4の出現率

が高い。職務再設計の対象作業として3職場を比較した結果では、梱包職場とクレーン職場を選択することが正しいことが確認された。

#### (2) 「腰痛」実態調査

腰痛の実態調査は、産業医科大学の医師5名が作業者を個別に問診し、日本整形外科学会のJOA調査票を用いて腰痛の程度を評価した。

イ. JOAスコアによる職場別腰痛実態評価

図表3に示すように、各職場に70%以上の腰痛経験者が認められ、当事業所の作業環境や作業姿勢と腰痛発生の関係は無視できないと考えられ、各職場ごとの腰痛に関する詳細な回帰分析を行った。

腰痛経験の有無は、年齢・作業経験年数ともに回帰式の有意性が認められ、その傾向が職場により異なることが認められた。

ロ. 不良姿勢の出現頻度と腰痛発生との関係調査

当事業所3職場のOWAS法による姿勢分析評価から、どの職場においてもアクションカテゴリー2以上の姿勢出現率が高く、また腰痛経験者の比率が70%を越えている実態から、不良姿勢による腰部の筋骨格系への負荷の繰り返しストレスが原因で慢性腰痛に至る可能性が高いと考えられる。

この発症予防対策としては、日常作業において作業者に不良姿勢を取らせないこと

図表2 各職場毎のOWAS法による作業姿勢評価結果

	DATA数	AC1	AC2	AC3	AC4
スリッター	(n= 22,455)	80.7%	15.4%	3.3%	0.7%
梱包	(n= 10,088)	67.2%	25.7%	6.1%	1.0%
クレーン	(n= 5,756)	49.6%	9.1%	1.1%	40.2%

図表3 現在の作業と腰痛経験状況

	DATA数	腰痛になつたこと無し	過去に腰痛になつたことあり	現在腰痛がある
スリット作業	(n= 44)	29.5%	34.1%	36.4%
梱包作業	(n= 33)	24.2%	39.4%	36.4%
クレーン運転	(n= 31)	29.0%	32.3%	38.7%
合計	(n= 108)	27.7%	35.2%	37.1%

70%以上の作業者が  
腰痛経験者

が重要である。「重量物取り扱い教育」「不良作業姿勢の改善」「自動化・機械化」などの予防策が有効であるが、最も効果の高い「自動化・機械化」については、機器設置費用の負担が重く、とても全ての不良姿勢解消には至らない。そのため、当事業所における作業不良姿勢の出現量を推定し、作業現場における姿勢教育や作業管理の指標となる基礎的知見を確立し腰痛予防対策に役立てられる知見をまとめた。

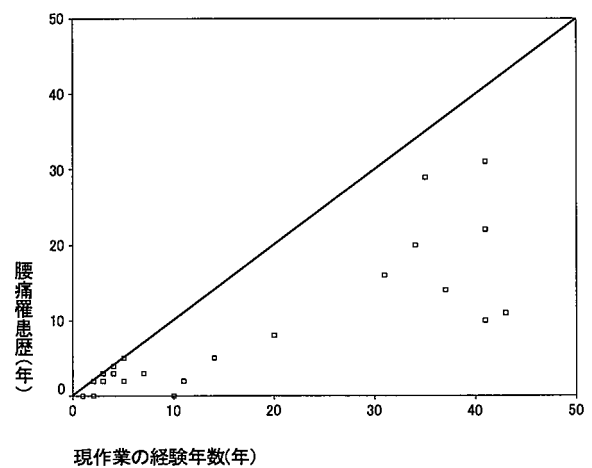
腰痛の出現が、現在の作業に従事したこと限定される32名について、年齢及び現作業の経験年数と腰痛罹患暦との関係を整理した。

この結果、若年者層が現作業に就業し、早い段階で腰痛に罹患していることが、経験年数10年未満の作業者のデータから判明した。一方で、現作業の経験年数が30~40年と長い高齢者は、経験年数の半分程度の期間内で腰痛に罹患し、以後継続して腰痛を患っていることがわかる。高齢者の腰痛程度は、個人差が大きく、これは、前屈から中立姿勢への移動において、疲労する筋肉の背筋の疲労と回復の程度が個人により異なることと、脊椎・脊椎周辺組織の加齢による変化が個人により大きく異なる影響が現れていると考えられる。

#### ハ. 日常生活習慣の腰痛へ与える影響

「腰痛」問診においては、就労動作以外の腰痛の要因を調査するために、日常生活

図表4 作業経験年数と腰痛罹患暦との関係



習慣についても問診を行った。日常生活における嗜好の有無については、下記の5項目について質問を行った。

- ①飲酒の有無と頻度、
- ②喫煙の有無と喫煙経験、
- ③日常生活での運動の有無
- ④過去に運動していた経験、
- ⑤休日の過ごし方(外出しているか、家で過ごすか)、
- ⑥作業に充分慣れているか、
- ⑦仕事の疲れが次の日までとれないことがあるか

日常生活の嗜好に対して、腰痛の要因として調査した結果は、日常生活での運動の有無を問う質問に対して腰痛との関連性が見られなかったにも関わらず、過去の運動をどの程度していたかを問う質問に対して、腰痛を経験したことがある者と、腰痛の経験がない者との間に有意な差が見られたことと、喫煙の有無について有意な差が認め

られた。

しかし、仕事の疲れが翌日までとれないと回答した者に腰痛経験者が多く見られることから、日常生活よりも仕事による影響の方が腰痛発生に大きく影響している可能性が高いと考えられる。

### (3) 職務満足度（メンタルヘルス）の調査

#### イ. 職業性ストレス、職務満足度の調査方法

当事業所男性従業員142名を対象に、自記式質問紙形式で調査を実施した。質問項目としてNIOSH（米国国立職業安全保健研究所；National Institute for Occupational Safety & Health）職業性ストレス調査票の「職務満足感」、厚生労働省が開発した仕事のストレス判定図の「仕事の量的負担」「仕事のコントロール」「上司の支援」「同僚の支援」を用いた。質問項目は、「職務満足感」について4問、仕事のストレス判定について12問の合計16項目についての質問を用意し、それぞれ与えられた回答項目を選択する形式である。

#### ロ. 年齢別にみた職務満足度、職業性ストレスの違い

「職務満足感」は、評価数値が高いほど満足感が高く、数値が小さい場合は不満を表す。仕事のストレス判定では、量的負担の評価が高い場合に、一方、仕事のコントロールの評価が低い、また上司・同僚支援の評価が低い場合に強いストレスを感じている事を表す。

年齢構成3群の「職務満足度」を比較す

ると、45歳未満群に比べて45～60歳群、60歳以上群にて職務満足度が高い有意な差を示した。特に継続再雇用の60歳以上の群について最も高い値を示している。職業性ストレスについて比較すると、「仕事の量的負担」に対するストレスが、60歳以上の高齢者が高く、45歳未満の若年齢者と有意な差が現れた。「仕事のコントロール」「上司の支援」「同僚の支援」に関しては、年齢による差異は認められなかった。

高齢者の職務満足度は高く、特に60歳以上の高齢者が「仕事の量的負担」へのストレスが強くないことがよく分かる。60歳以上の継続雇用では、定年退職前と職種を変更し、軽度の作業内容に変更していることも一部にはあるが、大部分の高齢者は定年退職前の職務を引き続き継続することが多い。夜間勤務を含む交替勤務制度のなかで、高齢者が「仕事の量的負担」にストレスを感じていないのは、一ヶ月の勤務日数を11～14日間とし、ストレスが緩和される仕事以外の時間を十分取ることができる効果が大きいと考えられる。一方で、「仕事のコントロール」の側面においては、60歳以上の再雇用者において、定年退職前に職場主任として裁量を与えられていた作業者が定年退職後にその責任を外れ、出勤日も不定期的となるため、仕事に関する決定への参加の機会が極端に少なくなるにも関わらず、「仕事のコントロール」へのストレスについては、若年齢者以上に高く良い結果を示している。出勤日数の緩和は、加齢による身体的負担の軽減に効果をもたらす一方

図表5 年齢別区分による「職務満足感」と「仕事のストレス判定」比較

年齢	職務満足感			仕事の量的負担			仕事のコントロール			上司の支援			同僚の支援		
	平均	δ	Data数	平均	δ	Data数	平均	δ	Data数	平均	δ	Data数	平均	δ	Data数
19-44	9.3	1.5	45	9.2	1.5	46	9.1	2.1	46	8.2	1.9	46	9.0	2.0	45
45-59	10.3	1.8	47	8.8	1.5	49	9.1	2.3	49	7.9	1.8	49	8.5	1.8	47
60-69	11.1	1.7	44	7.9	1.5	45	9.7	1.7	43	8.4	1.6	43	8.7	1.4	41
合計	10.2	1.8	136	8.7	1.6	140	9.3	2.1	138	8.2	1.8	138	8.7	1.8	133

図表6 職種別の職務満足感、職業性ストレス

職種	職務満足感			仕事の量的負担			仕事のコントロール			上司の支援			同僚の支援		
	平均	$\delta$	Data数	平均	$\delta$	Data数	平均	$\delta$	Data数	平均	$\delta$	Data数	平均	$\delta$	Data数
スリッター	10.4	1.6	42	8.5	1.1	44	9.7	2.0	44	8.4	1.8	42	8.8	1.8	42
梱包	8.8	1.5	34	8.9	1.7	34	8.3	2.5	32	7.7	2.0	34	8.3	1.9	32
クレーン	11.0	1.7	30	9.0	1.8	31	9.4	2.1	30	8.1	1.5	31	8.9	1.6	29
その他	10.9	1.6	30	8.3	1.7	31	9.6	1.5	32	8.4	1.7	31	8.9	1.7	30
合計	10.2	1.8	136	8.7	1.6	140	9.3	2.1	138	8.2	1.8	138	8.7	1.8	133

で、仕事の裁量の範囲を狭めてしまうため、刺激が乏しくなり能力を萎縮させてしまう可能性が考えられる。しかし、本職場における若年作業者との混在型職場では、経験の少ない若年齢者が、高齢者の支援や助言を必要とし、それらを求められる刺激が、高齢者の「仕事のコントロール」に対するストレスを増加させない効果となっていることが考えられる。

#### ハ、勤務形態別に見た職務満足感、職業性ストレスの違い

当事業所は、4組3交替シフトの交替勤務制をとっているが、一部の事務的職務と機械工作や設備メンテナンスに関する職務を昼間の勤務だけの通常勤務として配置している。

今回の調査において、有効回答数133名のうち、25名の通常勤務者と、108名の交替勤務者の職務満足感および職業性ストレスを比較した。

「職務満足感」には、勤務形態による差異が認められた。交替勤務者は通常勤務者と比較して、満足感の低さに有意な差が現れた。しかし職業性ストレスでは、「仕事の量的負担」「仕事のコントロール」「上司の支援」「同僚の支援」のいずれにおいても有意な差は見られなかった。

#### ニ、職種別に見た職務満足感、職業性ストレスの違い

当事業所における職種は、スリット作業職場、梱包作業職場、クレーン運転職場、その他の職場と4つの職種に分けることができる。その職種別に職務満足感と職業性ストレスを比較した結果を図表5に示す。

職種別の観察結果では、梱包職場の職務満足感が他の職場と比較して有意に低い結果となった。職業性ストレスにおいては、職種間に有意な差は見られなかった。

高齢者における「職務満足感」「職業性ストレス」のいずれも、梱包職場が他の職場に比べて劣位の訴えを示しているが、これは次のような要因が考えられる。1つ目に、仕事の量の緩急が激しいことである。梱包作業用のコイルを供給する前工程の稼働により、ピーク時は閑散時の2倍以上の作業量が必要とされ、その仕事量は、供給工程の稼働により必然的に決まり作業員自身に選択する余地がない。2つ目の要因として、若年作業者との作業ペースの違いが考えられる。クレーン運転職場では、1台のクレーンを個人が運転するので、高齢者も自分自身の能力に合わせて作業ペースを作ることができる。スリット作業職場では、若年作業者と高齢者が混在し、連携をとって作業をしているが、個人単位の職務範囲が明確に分かれているため、高齢者に作業のペースをコントロールできる余地がある。一方、梱包作業職場では、高齢者と若年労働者との作業分担は無く、全く同じ作業をしているためお互いの作業ペースが合わない場合にストレスを感じる可能性がある。

#### ホ、職種別に見た「健康リスク」の比較

当事業所の4つの職場であるスリット作業職場、梱包作業職場、クレーン運転職場、その他の職場について、仕事のストレス判定図を作成した。

「健康リスク」は、仕事の量—仕事のコントロール、職場の支援、総合の3項目か

ら構成されており、職場別に「健康リスク」を評価した。

「健康リスク」の評価数値は、先行研究の労働者のデータを解析した結果に基づいて、仕事のストレスによる健康障害の発生するリスクを全国平均であれば100とし、評価値が120であれば、職業性ストレスと関係が深いと考えられている健康障害により、ストレス反応、医療費、疾病休業率が通常より20%高くなる可能性を表している。特に「健康リスク」が150を越える場合は、健康問題が顕在化していることが多く、早急なストレス対策が必要な状態であると考えられている。

#### (4) 梱包職場の職務再設計のための現状分析

鋼板を円筒状に巻き取ったコイルを、コンベアーで移動させながら3人～4人の作業者

が順番に紙や金属板を取り付けて包装してゆく。コンベアーの移動は連続ではなく、各作業者の作業が完了した時点で一定間隔を移動させながら作業が進められてゆく。梱包の型式は、需要家の要望により異なり40種類以上の様式がある。加えて、梱包に使用する紙や金物、木製パレットの資材も100種以上があり、これらを正確にコイルに装着する必要がある。

この職場の作業能率や姿勢分析は、平成13年度の共同研究で調査が完了している。

##### イ. 梱包作業の作業能率分析

職務再設計のための梱包作業の時間分析を行い、作業負荷改善の視点の発掘を行った。

梱包資材取り付け作業には、必ず資材を資材置き場から作業するコイルの位置まで運搬する作業が発生し、これを資材準備時間として、作業時間と別に調査した。上記の調査結果、作業時間の約24%が資材を準備するために使用されていることが分かった。

##### ロ. 梱包作業の作業姿勢分析

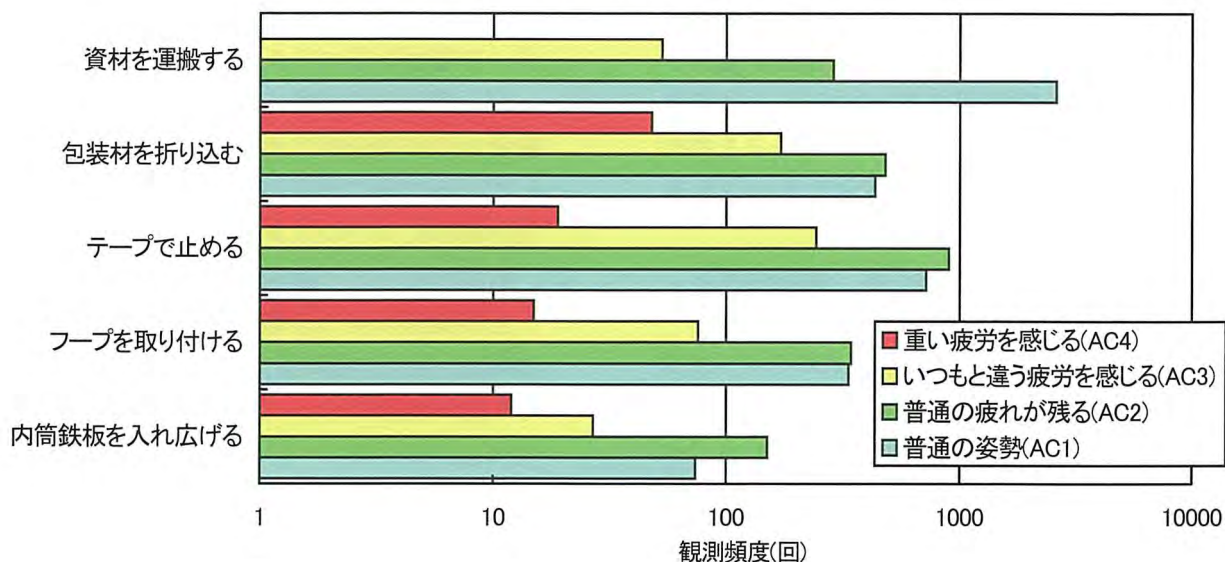
梱包作業の作業姿勢は、4名の作業者の姿勢を15秒間隔でOWAS法により観測した。

観測においては、姿勢評価と同時に何の作業をしているかを記録し、単位作業分類別の姿勢負担を比較した。OWAS法によって得られた結果をアクションカテゴリー別に分類し、カテゴリーの高い評価が多い作業を図表8に示す。

図表7 職種別にみた健康リスク

	健康リスク		
	量-コントロール	職場の支援	総合
スリット	84	86	72
梱包	98	97	95
クレーン	90	88	79
その他	84	85	75

図表8 梱包作業の姿勢観察結果



観測された姿勢調査結果より、最も作業姿勢の負担が重い(アクションカテゴリーAC3、AC4)の観測頻度が高い「包装材を折り込む」作業については、共同研究以前より改善施策を検討しており、本調査以後に姿勢負担の軽減策は完了した。また、作業能率分析で多くの時間を費やしていることが判明した「資材を運搬する」作業においては、OWAS法による姿勢分析においても出現頻度が高かったが、作業姿勢の負担度から観測すると身体への負荷が少ない作業であることが判明した。

ハ. 梱包作業における疲労負担の調査

極度に疲労負担のかかる作業ではないことと、フリッカー検査から、就業時間中に疲労が大きく蓄積していないことを確認した。しかし、疲労自覚症状の調査と疲労部位調査から、作業終了後に「足がだるい」ことを訴える高齢者が存在し、疲労部位と

して、指先、膝、ひじにだるさを訴える回答が得られた。これは、梱包作業において立ったりしゃがんだりする作業が多く、この動作に起因する足への負担が高齢者の身体的負担になっていることが判明した。

ニ. 梱包作業職場における作業負荷軽減支援機の導入

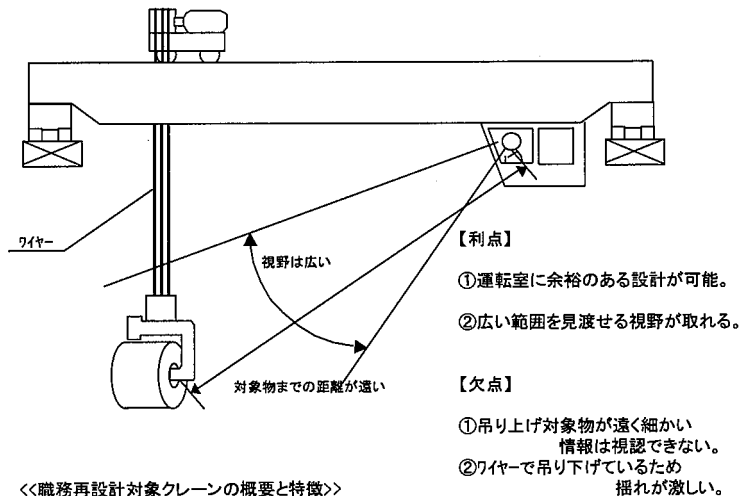
作業姿勢分析及び疲労負担度合いの調査結果から、OWAS法姿勢分析において負担が重いとされた作業である「テープを貼り付ける」作業に対して支援機の導入を図った。円筒状態のコイルの外周コーナ一部にテープを貼り付ける「テープ貼り装置」を梱包機器製作メーカーと共同で開発し導入した。

(5) クレーン運転職場の職務再設計のための現状分析

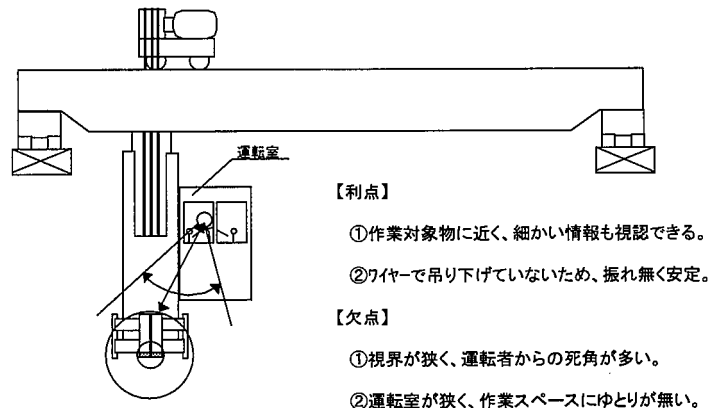
本研究における職務再設計の対象としたク

図表9 レーンの形式と機能上の特徴

<<一般的な天井移動式クレーンの概要と特徴>>



<<職務再設計対象クレーンの概要と特徴>>



レーンの構造的な特徴を一般的な天井移動式クレーンと比較すると、図表9のようにまとめられる。

#### イ. クレーン運転職場の作業姿勢分析

調査によって得られた、最も重要な知見は熟練作業者と未熟練作業者の作業姿勢の違いであった。

吊り上げ対象物への接近操作で数cm単位の微妙な操作をするために、高度な運転技能を要することと、経験をもたない若年作業者は、これを補うべくより近い位置で、吊り上げフォークの位置と吊り上げ対象物であるコイルとの位置を確認し、位置を合わせようとする。一方で、熟練作業においては、経験による運転技能で大まかな目視による情報で、位置を合わせることができると若年作業者のように無理な姿勢を取ってまで目視をしないと考えられる。

#### ロ. クレーン運転作業の疲労負担調査

クレーン運転者の疲労負担調査のため、EOG（眼電位測定）とEMG（筋電位測定）を実施した結果、クレーンを操作する操作レバーを動かす動作よりも、クレーン下方をのぞき込むために体を支える背中と腰への負担がクレーン運転者の感じる筋肉負担であることがわかった。

#### ハ. クレーン運転室の視野改善

OWAS法による作業姿勢分析と、EOG、EMGによる疲労負担調査の結果より、クレーン運転作業における改善策の考え方として、運転室の視界の改善が最も重要であることがわかった。平成13年度の共同研究では、上記調査結果にもとづき視野を改善した運転室の改造を実行した。

## 2. 問題点と改善策の指針

### (1) 現状調査のまとめ

前項の現状調査の結果、当事業所3職場の作業姿勢調査結果から、AC3、AC4の出現率が高い梱包作業職場とクレーン運転職場の職場環境改善が重要であることがわかった。さらに、「腰痛」実態調査の結果から、70%以

上の作業者が腰痛の経験を持ち、その原因が前傾姿勢等の不良作業姿勢の出現が多いことが判明した。

職務満足感の調査から、高齢者が現在の職務への不満や職業性ストレスを強くは持っていないことが確認された。一方で、梱包作業職場においては、年齢に関わらず他の職場に比べて職務満足感が低く、職業性ストレスについても高齢者においては、他の職場に比べてストレスが高く、職場環境の改善を他の職場より優先すべき対象職場であることが確認された。

梱包職場の姿勢分析と疲労負担の調査結果より、作業単位の姿勢調査より「包装材を折り込む」「テープを貼り付ける」「フープを取り付ける」作業で、作業姿勢の悪い状況が観察され、立ったり座ったりを繰り返す作業が、足腰に疲労を蓄積させていることが明確になった。

クレーン運転職場では、熟練者と未熟練者の作業姿勢と疲労負担の調査から、クレーンの下方をのぞき込む前傾姿勢が背中と腰に強い筋肉の負担を生じさせ、その姿勢を取る原因が運転室の視界の問題であることが明確になった。

### (2) 改善策の指針

腰痛の実態調査から、梱包職場とクレーン職場を対象とした作業負荷軽減を低減する支援機導入を実施するとともに、若年作業者も含めた不良作業姿勢と腰痛に関して教育を実施するとともに、「職務満足感」の低い梱包作業においては、作業スケジュールの平準化による仕事量の負担感の軽減と職場ローテーションを考え、職業性ストレスを継続的に感じる環境が続かないような配慮を施すことで健康リスクの低減を図る事とした。

梱包作業職場とクレーン運転職場の支援機導入による職務再設計については、改善指針の詳細を以下に示す。

イ. 梱包作業職場への作業支援機導入の検討  
梱包作業職場においては、前傾姿勢を取ることによる腰痛や、立ったりしゃが

んだりする作業を繰り返すことによる足腰への疲労の蓄積が問題であることが調査の結果明確になった。OWAS法の作業姿勢分析で負担が重い「包装材を折り込む」作業については、共同研究調査以前より改善策を検討しており完了した。2番目に姿勢負担の大きい「テープを貼り付ける」作業を対象として、作業支援機導入による職務再設計を行うこととした。テープを貼り付ける作業には、コイル外周コーナー部分に包装材の破れを補強する目的でテープを貼り付ける作業と、コイル内周コーナー部に包装材の継ぎ目から、輸送中に雨水が進入することを防ぐことを目的としたテープの貼り付け作業が存在する。支援機導入にあたっては、機械の設計からの検討が必要であった。機構的に容易と考えられる外周コーナー部分へのテープ貼り付け機の導入を最初に検討し、その機械の機能を検証し、テープ貼り付け機構を応用・改造し内周コーナー部分のテープ貼り装置を開発した。

それぞれの、支援機導入前後で作業数の増減と生産能率への効果を検証することとした。

- ロ. クレーン運転職場への支援機導入の検討  
クレーン運転作業においては、視野の狭さを解消すべく、運転室のレイアウトを改造することで、座ったままの姿勢で作業が続けられることを目的とした。運転室の広さを可能な限り大きくすること、窓ガラスを可能な限り大きくとること及び作業椅

子に個々人の体型に合わせた調整機構を備えることで、見やすい位置に移動できるような工夫を考えることとした。

対象とするクレーンは2台あり、1台目に考えられる最大限の改善策を折り込み、その視覚や作業姿勢改善への効果を検証することで問題点を見出し、更なる改善策を検討し2台目の運転室改造の設計へ反映することとした。

### 3. 改善案の策定

#### (1) 梱包職場のテープ貼り付け作業の改善策

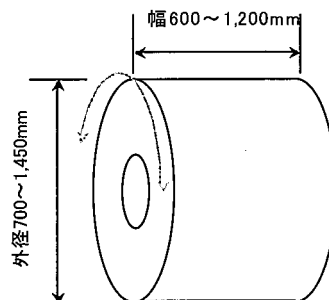
##### イ. 外周テープ貼り付け作業の改善

テープ貼り機の設計における対象コイルの寸法と設計上のポイントをまとめて図表10に記述する。

第一に、360°1周テープを貼り付けるためにコイルを回転させることとした。2本のロールの上にコイルを載せて、モーターでロールを回転させることで、コイルが回転し全周貼り付けることが可能となる。第二にコイルの外径が異なることに対応するために、テープを巻きほどこきコイルに圧着させて折り込む機構部品を一カ所にまとめ、上下に昇降する機能を持たせた。第三にこの貼り付け機構部を対象に2対製作し、左右に開閉させることで、幅が異なるコイルの寸法に合わせて、機械がコイルの幅に合わせられるように移動できる機構とした。

図表10 テープ貼り付け装置の必要機能

テープ貼り付け対象コイルの寸法



#### 装置開発・設計上のポイント

- 1周全部貼らなければならない。
- コイル外径に合わせて高さ調整しなければならない。
- コイル幅に左右のテープ貼り付け位置を合わせなければならない。
- 側面部分を折り込む。
- 外径の変化により曲率が異なる。

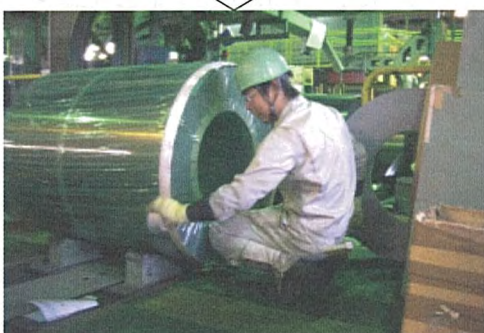
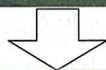




①腰を深くかがめて前傾姿勢でテープを広げ、コイルの下面から、円周のコーナーに合わせて、テープを貼り付け始める。



②状態をおこし、膝立ちの状態バランスを保ちながら、コイル外周のコーナーに沿って、テープを貼り合わせる。



③1周まわしたテープをカッターで切り、半分側面にはみ出たテープを押しさえつけながら折り込み貼り付ける。

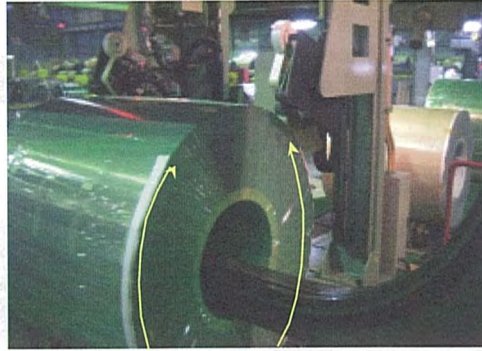
写真1 改善前のテープ貼り作業



写真2 テープ貼り付け機構部拡大



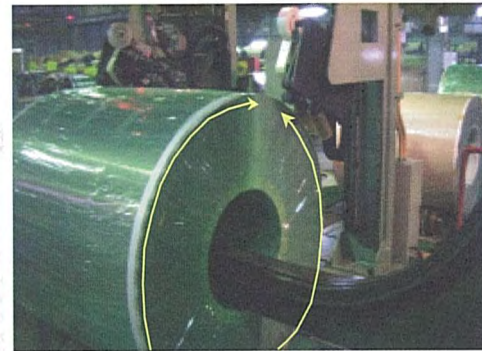
①テープ貼り付け開始



④貼り付け角度約270°



②貼り付け角度約15°



⑤ほぼ全周貼り付け完了



③貼り付け角度約180°



⑥テープ貼り付け作業完了

写真3 改善後の外周テープ貼り付け作業

ロ. 内周テープ貼り付け作業の改善

コイル内周部のテープ貼り付けは、包装用紙や包装用外装鋼板を外周に巻き付けた物と、側面に取り付けた鋼板やボード板との繋ぎ目からの搬送中の浸水を防止するた

めに、目張りをする目的で貼り付けられる。幅75mmのビニール製テープをコイル中心に空いている円筒の両端コーナー部分に沿って円周状に貼り付けられなければならない。

改善前の作業状況を、写真4に示す。



①テープを伸ばして貼り付ける。



④1周貼りつけてカッターで切る。



②内周円に沿って貼り付けてゆく。



⑤テープを内側に折り込む。



③下側を貼るときにひねりの姿勢が生じる。



⑥完成。

写真4 改善前の内周テープ貼り作業

コイルの側面にテープを持ってしゃがみこみ、円筒の縁にあわせて丸くテープを貼り付ける。この際、テープの幅半分は後から折り込む折り代として縁からはみ出した状態で貼り付ける【①】。テープの伸びを利用して中心円筒の縁に沿って丸く貼り付ける【②】。丸く貼り付けるため、左下側を貼り付ける作業になると、しゃがんだままでひねりの姿勢も生じる【③】。1周貼り終えたところで、テープをカッターで切る【④】。テープの半分はみ出した部分を内側に折り込む【⑤】。以上の作業でテープの貼り付けは完了する【⑥】。片側の内周テープ貼り付け作業は、時間にして約20秒程度であり、一つのコイルに左右両側2回ずつ行う。つま先立ちでしゃがんだまま、上半身のバランスを取り貼り付けるため、下半身と足先に負担がかかるとともに、途中のひねりの姿勢や前傾姿勢は腰部に負担がかかる。更に、ビニールテープを引き延ばしながら貼り付けるため、握力も必要であり手先や指先に疲れを訴える作業もある。テープを貼り付ける機構は、前項の外周テープ貼り装置の開発で完成していたためこれを応用し装置の設計に当たった。

コンベアでコイルを移動させながら、包装資材を取り付けてゆく梱包作業ラインであるため、既存のコンベアのレイアウトから、前項の外周テープ貼り付け作業と同じステーションで、内周のテープ貼りも同時に行うことを検討した。しかし、設備の組合せとして設置スペースに入らず、また機械製作費用の面からもそれぞれの装置を個別に製作した方が有利であることが分かり、先に設置した外周テープ貼り付け機とは異なるステーションに設置することとした。

コイルの内径は、大部分のコイルが内径508mmで統一されているため、外周テープ貼り付け装置のように、曲率を調節する機構は必要ないものの、コイルの外径による高さの調整とコイルの幅にあわせた左右の位置調整は必要であった。これらの調整機構も、外周テープ貼り付け装置とほぼ同じ考え方で設計できた。しかし、内周のテープ貼り付け装置の

設計において、最も難しい点は装置の大きさの制約であった。内径508mmの円筒内側にテープを貼り付けるためには、テープを巻きほどく機械、コイルにテープを圧着する機械、内側にテープを折り込む機械を、直径508mmの円とほぼ同じ大きさに納めた設計を必要とした。

装置試作の結果、テープがめくれ上がり人間が貼るようなきれいな貼り付け状態が再現できない状況が続いた。テープの幅半分を内径円筒の縁からはみ出させて貼り付けることはできるが、側面へ折り込む際にシワがよるため、続けてテープを貼り付けるとめくれ上がってしまうことが問題であった。内径は、直径508mmと曲率が小さく、また外周に貼り付けるテープと違い、柔らかいビニールテープを引き延ばしながら貼り付ける点が外周テープ貼り装置と異なる点で、めくれ上がる問題の原因でもあった。

試作当初、テープ貼り付け機の動作は、最初に内面にテープを幅半分はみ出した状態で貼り付け、側面方向に折り込む動作をさせていた。外周テープ貼り付け装置と同じ順番で作業する設計であった。梱包作業者が貼り付ける動作は、いつも側面を先に貼り付け、内側へ折り込む動作をさせていたことから、機械のテープ貼り付け手順も人間の動作と同じ順番にすべく、側面へテープを貼り付け、内周円筒にはみ出した幅半分のテープを円筒内側へ折り込む動作に改造し、当初のシワ状の発生とテープのめくれ上がりが解消することが出来た。

内周テープ貼り付け装置も、外周テープ貼り付け装置と同様にコイルを搬送するコンベアを中心に左右に2対設置した。事前にテープを貼り付ける対象コイルの幅と外径の寸法を入力し、その情報からテープ貼り付け位置を計算し、高さと幅を調整する。これらの機構は、外周テープ貼り付け装置と同じ構造とした。外周テープ貼り付け装置から、2ステーション分コンベアが移動した後ろに設置し、梱包作業者の歩行の移動に障害とならないように、設置スペースを少なくするために天井からの吊り下げ方式で設置した。テー

テープを貼り付ける対象コイルが、内周テープ貼り付け装置のステーションまでコンベアで移動してくると、コイル寸法情報にあわせて、左右2対のテープ貼り付け装置がコイルを挟み込むように近づく。同時に、コイル外径にあわせて内径円筒のある位置までテープの貼り付け機構を備えた円盤の高さを調整し、自動的にテープを貼り付け始める。外周テープ貼り付け装置は、貼り付けられる対象物のコイルを回転させて360°全周テープが貼り付けられるような機構としたが、内周テープ貼り付け装置は、テープ貼り付け機構の装置自身が回転することで、全周分貼り付けることが出来る。全周テープを貼り終えると、テープをカットし装置は自動的に停止する。

## (2) クレーン運転職場の運転室レイアウト改善策

### イ. クレーン運転室のレイアウト変更①

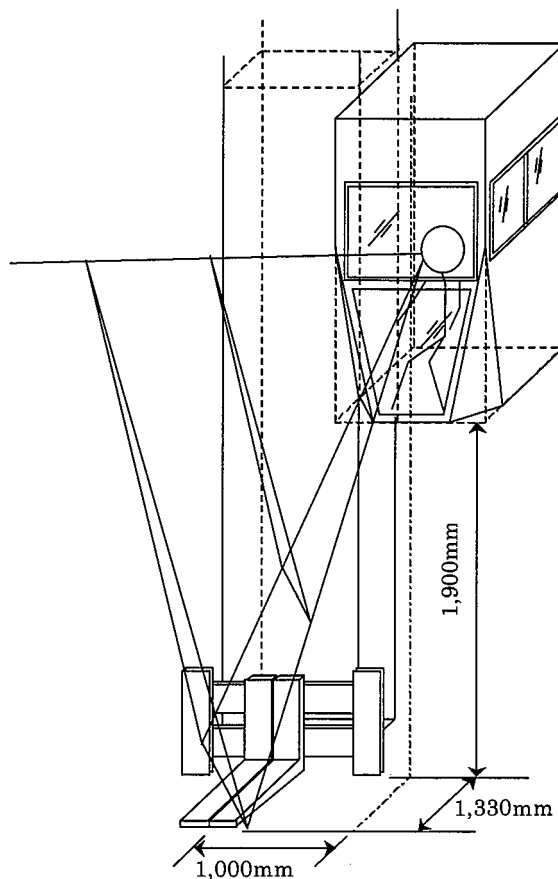
運転者は1時間に約20~30回ほど立ち上がり、下をのぞき込む姿勢を取る。1日の8時間における作業の累計で計算すると、約160~240回の頻度で下をのぞき込む姿勢を取っていると推定される。

運転室のレイアウト改善は基本的な構造から新たに設計し、運転室全体を新たに造り直すこととした。新たな運転室の設計においては、窓のレイアウトを可能な限り広く取ることと作業者の視線に合わせた窓の

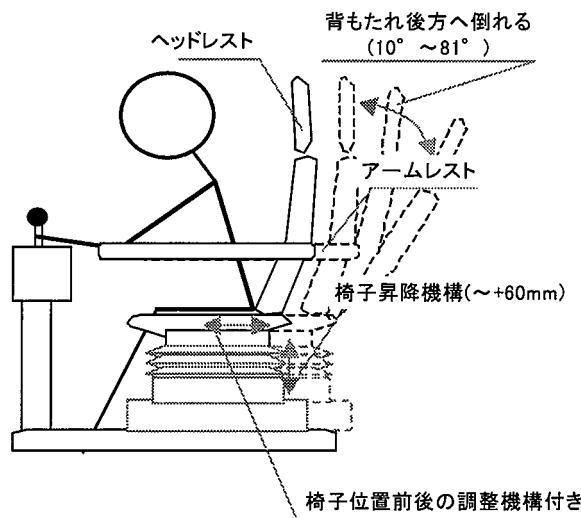


写真5 下を覗き込む姿勢

図表11 クレーン運転室窓レイアウト検討図



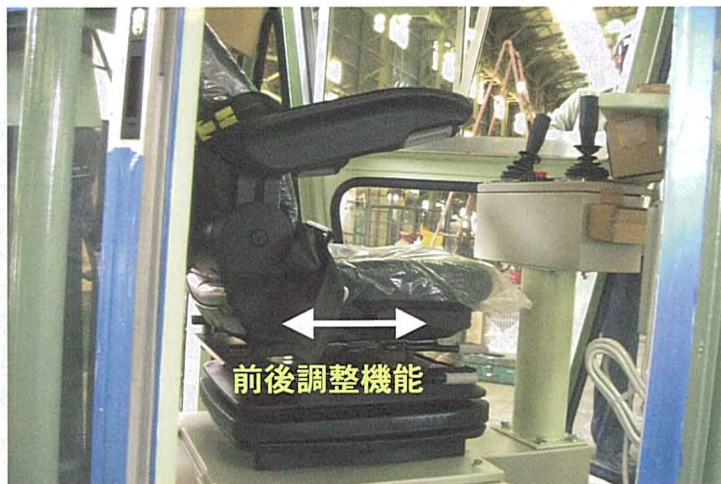
図表12 椅子の検討図



レイアウト変更を中心に考えることとした。また、運転室内に設置されている椅子は、単純な丸椅子で背もたれもなく、クレーン運転者は椅子に座ってくつろぐ姿勢を取ることができなかったため、運転室のレイアウト改造に合わせて長時間のクレーン運転



①運転室設置正面から



②運転室設置横から



④側面から乗車姿勢



③後方からリクライニング機能

### 写真6 運転室レイアウト改造後の椅子

操作レバー機器の改造は、無線化により極力小さくした。また、椅子と一緒に台座に乗せ、椅子の回転に合わせて操作機器も一緒に動く構造とした。従来の運転室は、操作機器が前方の視覚の障害になっていたが、改造により視界を遮ることがないほど小さくできた。

を快適に作業できる椅子の選定にも重点をおいた改善を行った。

第一に、運転室の大きさを最大限広げることが検討した。

第二に、窓ガラスのレイアウトを変更した。図表11に示すように運転者の位置から右前方の約2m下に吊り上げフォークがあり、運転者にとって最も重要な確保すべき視界は、運転室前方右下の位置であることがわかる。

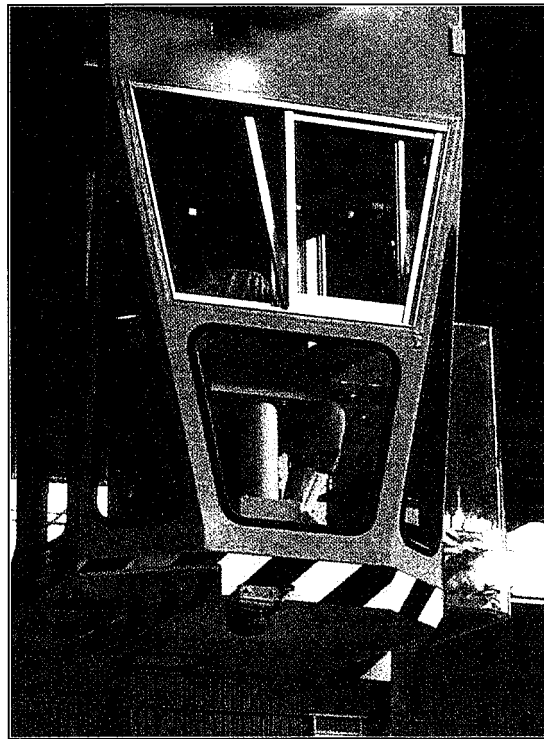
第三に運転者の椅子を長時間座ることを

考慮した種類の椅子の選定を行った。

第四に、操作レバーと操作端末の配置も改善した。従来の操作レバーは、運転者の左右に2本のレバーが独立して設置されており、前後方向のクレーン移動と横方向の移動を一つのレバーを十字に操作することでクレーンを動かすことができ、もう一つのレバーで昇降と旋回を操作することができる。これに加えて、運転席前面中央に、電源ボタンや警報、フォークの角度調整、運転室の高さ調整などを操作するボタンを



①改造前外観写真



②改造後外観写真

写真7 運転室改造前後の概観比較

並べた端末が設置されており、これら3つの操作機器が存在するため作業者の前方の視界を妨げる障害物になっていた。

運転室レイアウトの改善にあたっては、この操作機器を極力小さくすることで、前方の視界の障害にならないように設計した。改造により大きく変更した点は、操作機器を全て無線化し操作レバーや操作端末につながる電気配線を省略することである。電気配線の省略によりこれらを収納するスペースを運転者の前方に配置する必要がなくなり、大幅に操作機器を縮小することができる。また、操作機器が小さくなった空間を活用し、運転者の座る位置をより前方に移動させることが可能となり、目標物を見やすい位置に椅子の設置できるようになったことも利点であった。

運転室レイアウト改善前後の外観写真を写真7に示す。

#### ロ. クレーン運転室レイアウト改造効果の検証

改造した運転室を使って、作業者の視線の動きと視線の障害となる運転室の構造の

検証及び脊柱起立筋の負荷を測定し、レイアウト改造の効果と問題点を検証することとした。

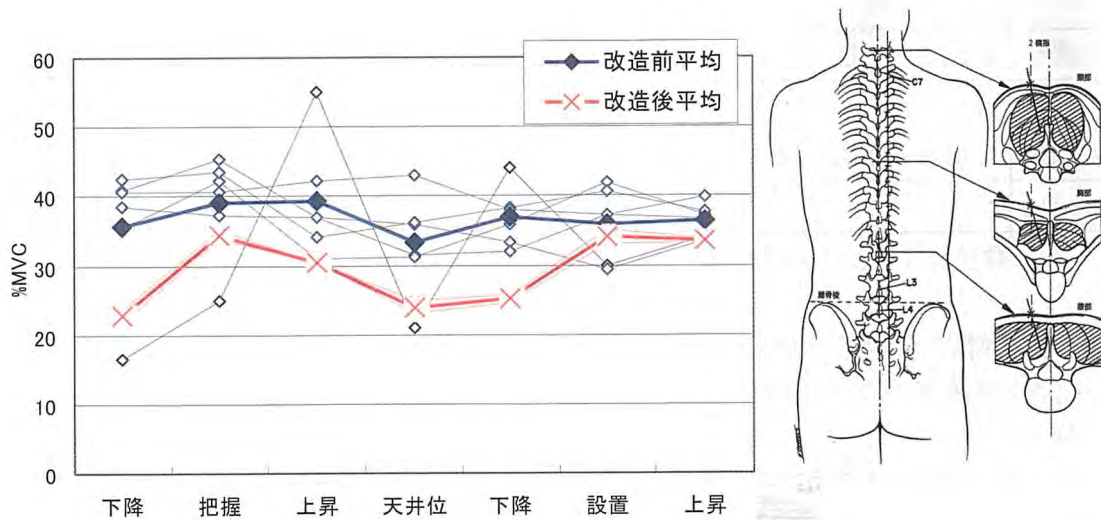
#### ① 運転室レイアウト改造後の視線及び腰部負担の調査方法

運転室レイアウト改善の効果を検証するために、従来の運転室において作業者の疲労負担程度を調査したEMG（筋電位測定）と視線の移動を調査したEOG（眼電位測定）により同じ調査を実施し、運転室改造前後の変化を検証した。

#### ②クレーン運転室改造後の視線と腰部負担調査結果

図表13に示すEMG測定結果は、クレーン運転室レイアウト改善前後の左脊柱起立筋の腰部%MVC値である。調査対象者は、クレーン運転経験3年の未熟練作業者であり運転室改善前後とも同じ作業者に同じ運転操作をさせた結果である。複数回の操作を繰り返し運転室改造前後の平均値を見ると、運転室改造後の腰部の負荷は運転室改造以前の負担より改善していることがわかる。改造後の測定結

図表13 左脊柱起立筋背部EMG調査結果



果では、特に施行回数毎の%MVCデータ値のバラツキが少なく、繰り返し同じ作業をした場合、作業者は同じ動作を維持しながら作業ができていることを表している。これは、運転室のレイアウト再設計による視野の確保が容易になり、クレーン運転の微妙な調整を行わなくとも作業ができる状態に改善されたと推定される。ちなみに、施行回数毎のバラツキが少ない特徴は、運転室改造前の従来の運転室で、熟練作業者が示したデータ値に見られた特徴で、新規クレーンの再設計で未熟練者にも熟練者と同様の安定した作業ができる環境を整えられたと考えられる。同じくEOGの調査結果からも、従来のクレーン運転室を使用した先行調査に置いて、同じ未熟練作業者に見られた長時間の視線の固定(約20秒)や、頻発に観測された急激な視線の変化(急速な眼球運動)も認められなかった。この点からも、クレーン運転室の再設計により吊り上げ対象物を視認する視界が確保されたために、必要な情報が大きな眼球運動をすることなく得られるようになったことを表している。

一方で、EMG測定結果において「把握」課程に続く上昇過程と「設置」課程に続く上昇過程で%MVC値が30%を超

える値を示す結果が観測されている。%MVC値が30%を越える状態が長時間続く場合は、血行が阻害され筋肉疲労を発生させるとされている。この課程では、作業者が目標物を捕らえるために座ったままの状態での視界では不十分であると判断し、立ち上がって前傾姿勢で下をのぞき込む姿勢を取ることに起因している。したがって、今回の運転室レイアウト改善は、全ての作業を座ったままの状態でも十分な視界が確保できるまでに至らなかった事も明確になった。

「把握」「設置」工程で、作業者が目標物を捕らえるために必要な視界の情報が不足と感じる原因を調べるために、作業者の視線を追従しビデオカメラに納めるアイマークカメラを使用して、作業者の視線に障害となる運転室の構造物を特定した。作業者の視線を遮る障害物を以下の4項目に分類しそれぞれの構造物がアイマークに出現する頻度から、視線を遮る対象物を調べた。視線を遮る障害物には、【1】前方に取り付けられた左右に開閉する窓の中央にある、窓の棧(以後、前方遮断と記す)。【2】右側方に位置する斜めのクレーン支柱(以後、側方遮断)【3】正面下に位置する前面上の窓と下の窓を区切る横方向の構造補強支柱(以



図表14 クレーン運転者の視線遮断観測頻度

	上昇	下降	天井位	把握	設置
前方遮断	2.2(1～3回)		3.9(1～7回)		
側方遮断	1.5(1～2回)	0.4(1～2回)	3.2(1～6回)	1.7(1～3回)	0.8(0～1回)
下方遮断	0.8(0～1回)	1.7(1～3回)	2.5(1～5回)	2.3(1～5回)	3.6(1～7回)
その他				2.4(1～4回)	2.3(1～3回)

数値は平均出現回数。カッコ内数値は（最少出現回数～最大出現回数）

後、下方遮断)【4】その他の視線障害物を定義し各運転の過程で何回出現するかを調べた。

クレーン運転の上記5つの過程の中で、作業者が視界に注意を要するのは「下降」と吊り上げ対象物を吊り上げる動作の「把握」と対象物を降ろす「設置」の過程である。工場内建屋上方には障害物はなく、上昇する過程や天井を移動する過程では、特別に周囲に注意を払うべき障害物はないため、作業者も集中して視線を合わせる必要はない。一方、下降の過程と把握、設置過程では下方の障害物への吊り上げ対象物と運転室自身を衝突させないために、運転室下方の障害物への注意を十分に払わなければならない。したがって、上昇と天井位の過程で視線を遮断する前方遮断物は、作業者の視界に入るものの作業の障害になる視線の遮断ではなく出現頻度にかかわらず改善の必要はない。下降、把握、設置過程で出現頻度の高い、側方遮断と下方遮断は吊り上げ対象物の視認と位置合わせおよび障害物の把握のためわずかな位置合わせをする操作に対して、部分的にでも視線をさえぎる障害物は作業に支障を生じ、これらの遮断物により視界に不都合を感じた場合は、作業者は立ち上がり、前屈姿勢で下方の視覚情報を得る。以下アイマーク調査で得られた観察結果の特徴をまとめる

- a. 前方遮断・側方遮断は、上昇～天井位での移動工程で多く出現する。これは次の運搬対象コイルを広い工場内から探し

出すために、工場全体を見渡すため、左右前後の広い範囲での視線の移動が必要になることと考えられる。

- b. 下方遮断は天井位での移動工程の終了直前、および把握・設置の過程で出現する。これは、下降する前のコイル上空での位置決め、およびコイルの取り扱いに際してクレーンのほぼ真下を視認することが必要になるためと考えられる。
- c. 把握・設置の工程でのその他の遮断の出現は、コイルの把握終了段階および設置の初期段階でクレーン吊り上げフォーク根元を確認する際に出現している。
- d. クレーン操作作業時の特徴的な視線遮断としては、
  - ①天井位での左方向への旋回、移動時前方遮断が頻発する。
  - ②天井位での左右真横への移動では下方遮断が頻発する。
  - ③大きさの小さいコイル、縦積みコイル運搬時では、大きさの大きいコイルや横積みコイルの運搬時と比べて把握・設置工程で下方遮断が頻発する。

以上のことから、新しいクレーン運転室を使用した効果検証の結果、2台目の運転室改造に反映すべき改善点は、右側方2本の支柱を1本にまとめる。正面下方に位置する補強用鉄板を視界の範囲外へずらすことが必要であることが得られた。

- ハ. クレーン運転室レイアウト変更②

前項の運転室レイアウト改造効果の検証結果を受けて、1台目と同じ職場にある同



写真8 視線調査障害物区分

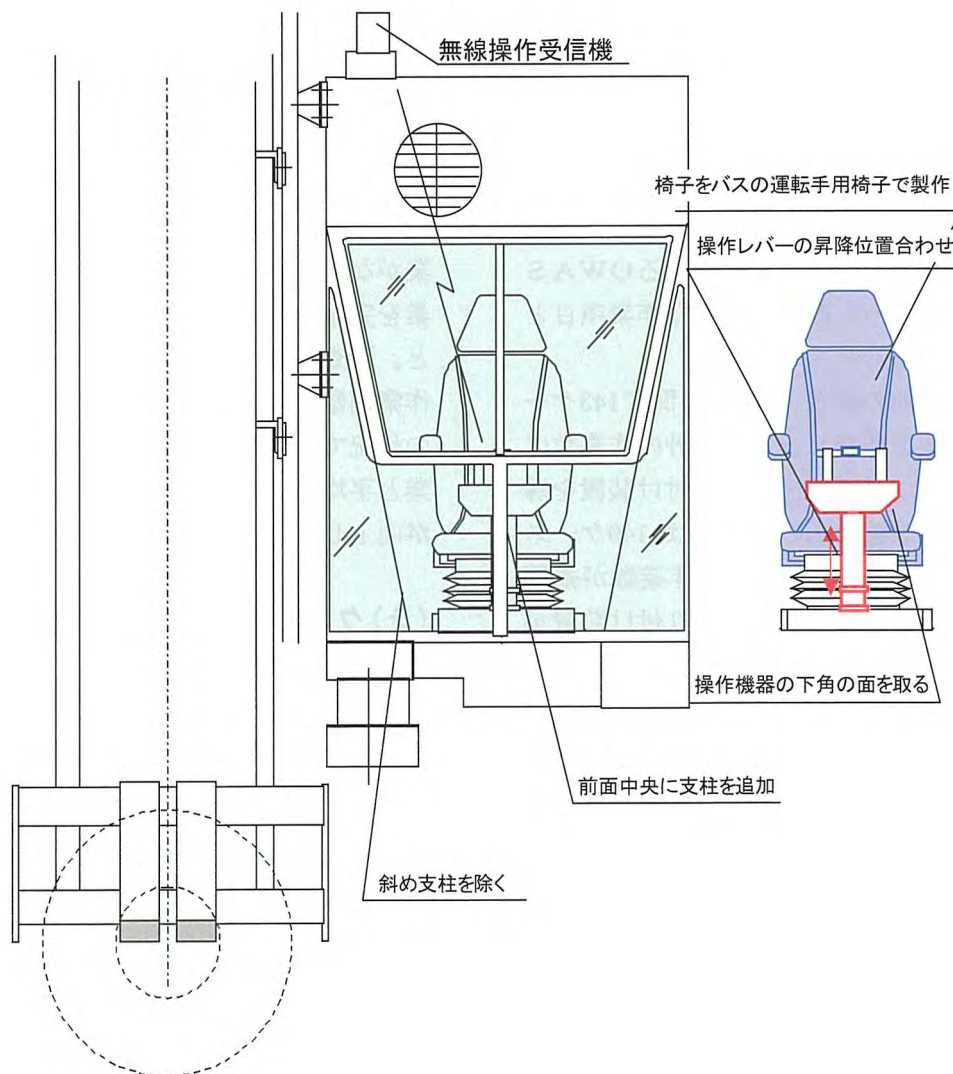
型クレーンの運転室のレイアウト変更を検討した。1台目の運転室に対して、2台目の運転室に新たに採用した改善点をまとめて図表15に示す。

#### 4. 改善策の効果測定

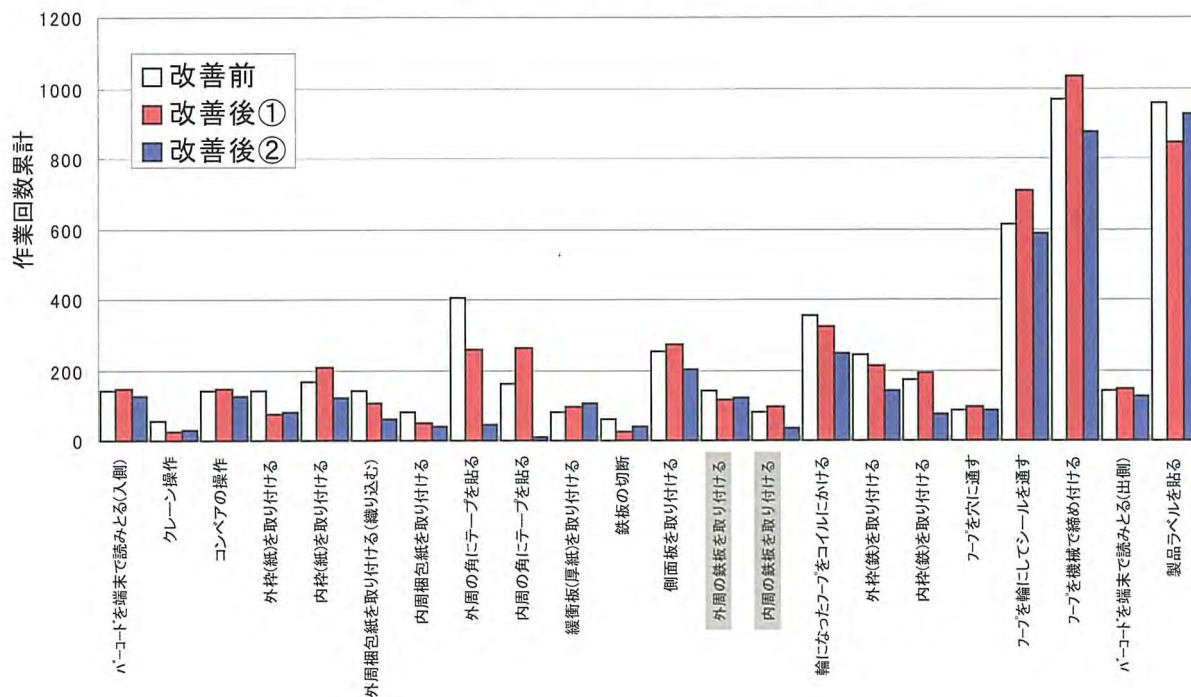
##### (1) 梱包職場における改善策の効果測定

今回の梱包作業職場における、作業負荷軽減策は最初の実態調査の時点で不良作業姿勢の出現頻度が高いものを優先的に選択し改善策を講じた。作業頻度が高く深くかがみこむ姿勢をとる外周テープ貼り付け作業と内周テープ貼り付け作業について、貼り付け機を導入し作業負荷の軽減を図った。この効果を検

図表15 運転室レイアウト改造検討図



図表16 梱包職場の改善策実施前後の差行数比較



証するために、1シフト8時間を2日間に渡って観測し改善策前後を比較することで、定量的に改善効果を測定した。

比較データーを同じ条件とするために、1シフト当たりの梱包作業数が50ケースを越える比較的忙しい作業日を選んで測定した。作業単位の定義は、実態調査におけるOWAS法姿勢分析を行った際に分類した作業項目と同じ項目を採用した。

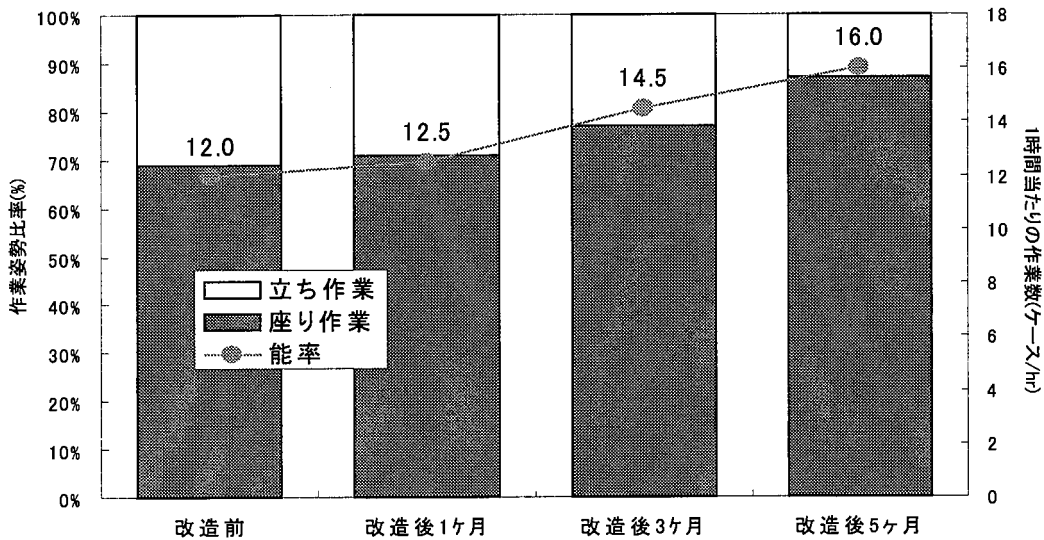
改善策実施前の調査では、2日間で143ケースの梱包作業を観測し、4名合計の作業数は5,822であった。外周テープ貼り付け装置を導入したあとの改善後①の調査では、149ケースを梱包する作業の中で5,551の作業数が観測された。さらに、内周テープ貼り付け装置が導入され、外周と内周のテープ貼り付け作業が両方とも支援機の補助を受けられる改善後②の状態では、126ケースの梱包作業において4,082回の単位作業が観測された。この中でデーターを比較する際に、改善策実施前と改善後①の状況との間には、本研究実施以前から計画されていた、「紙を折り込む」作業について作業負荷軽減策が講じられているため、この効果も含めた検証となった。検証結果を図表16に示す。

検証の結果、テープを貼り付ける作業は、外周にテープを貼り付ける作業が40%、内周にテープを取り付ける作業は100%全てが支援機の活用により軽減できることが検証できた。また、テープを貼り付ける幾種類かの作業の中で、最も深く腰をかがめて前傾する作業がなくなった。一方で、1ケースの梱包作業を完了するために必要な作業数を比較すると、調査対象とした2日間のデーターで平均作業回数が、改善前の40.7作業から改善後①の状況で37.1作業、改善後②の状況で32.5作業と平均約7回の作業数が少なくなり生産性が向上したことが検証できた。

## (2) クレーン運転職場における改善策の効果の検証

クレーン運転職場における運転室レイアウト変更は、作業者が吊り上げ対象物を視認するため、立ち上がり前屈姿勢で下を覗き込む負荷を軽減するために行った。クレーン運転作業は、三年間の経験をもつ作業者が熟練作業者に比べて運転技術に差が見られるように、その運転技術の会得の難しさのため、改善策を実行した直後に効果が現れるとは限らない。そこで、効果検証にあたっては、運転室のレ

図表17 クレーン運転室レイアウト改善による作業負荷軽減効果の検証



レイアウト変更前と変更後一ヶ月、三ヶ月、五ヶ月、経過後に測定することで、作業者が新しい操作機器への習熟度を増すことにより、本研究の効果が明確になる過程を調査することとした。

調査方法は、ビデオ撮影により作業者の姿勢を撮影する。撮影したビデオを基に、作業者が立ち上がって作業している時間と座って作業している時間を集計する。同時に、立ち上がって下を覗き込む作業の種類を分析した。

調査の対象としたクレーンは平成13年度の共同研究で先に手がけたクレーンであり、前方右下の支柱を取り除いた、更に視界が改善された運転室のクレーンについては、導入直後に検証を実施している。これは、先に導入した運転室も、後から更に視野を改善したクレーンも同じ作業者が交代で運転するため、2台目の運転室レイアウト改善後は、既に導入されているクレーンの運転により習熟度が高くなっていることから時間経過の検証を必要としないためである。図表17に示すように、レイアウトを変更した運転室を導入後、一ヶ月では導入前と作業姿勢の比率がほとんど変化していない。つまり、立ち上がって作業している時間に変化がほとんど無く、導入効果は確認できない。しかし三ヶ月後、五ヶ月後の効果測定では、明らかに座って作業している時間が長くなっている。これは、一人のク

レーン運転作業者は、複数台のクレーンを運転するため、毎日必ず運転室のレイアウトを変更したクレーンに乗るとは限らず、一ヶ月程度では視界の確保が従来と同じ覗き込む姿勢をとらないと、目標物との相対的位置の把握ができないためであると考えられる。

また、操作レバーも運転室の改造とともに変わり、操作の習熟に時間を要した要因と考えられる。

三ヶ月を過ぎると、新しい運転室での操作性にも慣れ、運転位置と視野及び吊り上げ対象物との距離感が養われてきて、姿勢改善効果も現れてくる。1時間当たりの作業数（1時間当たりの運搬ケース数）が改善前より向上しているのは、能率向上のために工場内の搬出トラック留置置き場を拡大した効果もあり、運転室の視野改善によるものとは限らないが、搬送ケース数が増え吊り上げ及び設置の回数が増加し従来の運転室ならば立ち上がる回数が比例して増えていたが、新しい運転室の導入により座ったままの作業時間が増加している。五ヶ月後以降の増加は習熟の速度が個人別に違うもののほぼ全員の作業者が新しい運転室のレイアウトと操作性に慣れた結果が明確になったと思われる。

運転室の改善により、作業環境の改善を喜ぶ声も多く聞かれる。特に夏場の工場内の上部は極度に気温が上昇し長時間の運転には暑

さによる疲労も無視できない環境であった。また、冬場は足元に簡単な暖房機を備えていたが、室内全体を暖めるには至らず、作業者は厚着をしてクレーンを運転するため、レバー操作に邪魔になる服装をしなければならなかった。また、全体的に運転室のスペースが

広がり、特に天井に備えられていた電源メーターやスイッチボックスは小さくなり立ち上がって昇降する際にも腰をかがめることなく容易に乗り降りできるようになった点も改善の効果があった。

### Ⅲ. 将来へ向けての展望とまとめ

高齢者の働くことができる職域の拡大を目指す当事業所の方針の中で2年間に渡って行われた共同研究は数多くの成果を収めることができた。

1年目は、再設計の視点を捕らえる手法としてIE手法、人間工学的手法、産業医学的手法の積み重ねで、課題及び問題点を明確にすることができ効果的な改善策へとつなげることができる分析手法を確立できた。この手法を用いて、明らかになった課題と問題点に対する支援機の導入を試みた。

支援機導入にあたっては、テープ貼り付け作業に対して既存の機械には無い新しい支援機を開発・設計し導入することができた。2年目にあたる平成14年度の研究においては、1年目に開発したテープ貼り付け機構を応用した内周側のテープ貼り付け機を導入することができた。クレーン運転職場においては、運転室の視界の改善という視点から2台のクレーンの運転室を改造し、1台目の改造結果を検証し更なる改善を施した2台目の運転室を導入することができた。特に2年目の平成14年度の共同研究においては、視野を改善した運転室の効果を長期にわたり検証し、導入

直後には操作性の変化による不慣れで検証できなかった作業姿勢の効果を、5ヵ月後、7ヵ月後の作業性の検証により明確にすることができた。

また、ソフト面では、当事業所の「腰痛」に関する実態把握を行い不良姿勢に伴う腰痛発生率の高さが明確になり、腰痛に対する作業姿勢の教育が不足している面も明らかになった。また、職務満足感の調査からはピーク作業の負荷が高い梱包職場から、特に高年齢者から支援面や仕事の裁量範囲における不足感が認識でき、今後の改善点であることがわかった。

60歳定年退職後の継続雇用制度を取り入れている当社にとって、高齢者がより長く継続して働くことができる環境を整えられることができるか、そして約1/3を担う高齢者と若年齢者との混在する職場の中で、双方に負担のかからない職務再設計を今後も継続して行く。

特に梱包作業職場においては、まだ姿勢負担の重い作業が残っており、時間はかかるものの、今後もこれまでと同様に支援策を講じて行く。