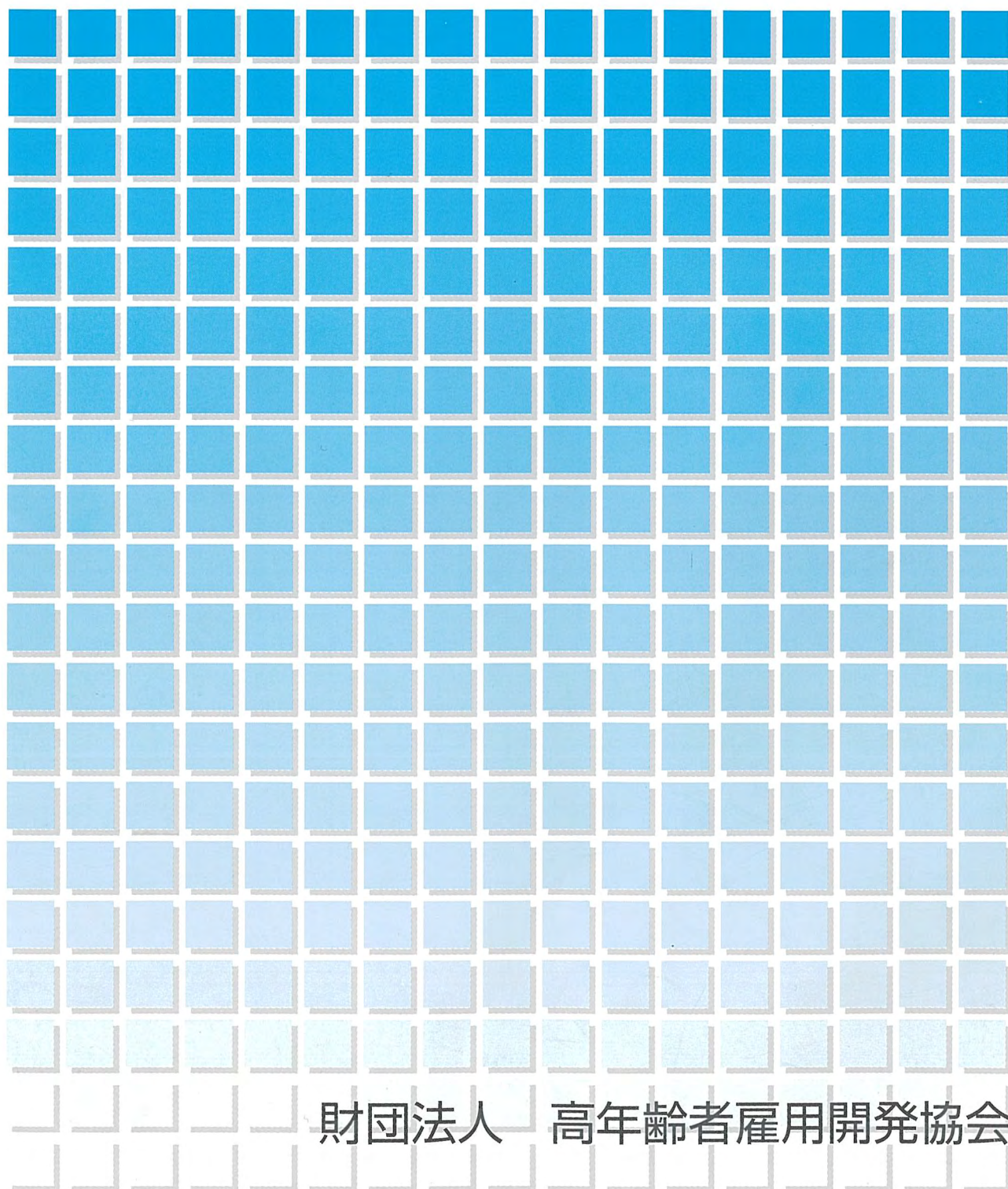


共同研究年報

—高齢者の継続雇用の条件整備のために—

平成13年度



財団法人 高年齢者雇用開発協会

職務再設計・人事賃金管理

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 30百万円

従業員 191名

事業内容 電磁鋼板のスリット加工および梱包ならびにこれに関連する事業、コア加工事業

研究期間	平成13年6月～平成14年3月	
研究責任者	工藤 和也	(株)九州電磁網センター 代表取締役社長
	神代 雅晴	産業医科大学 産業生態科学研究所 教授
	戸鳴 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 マネジャー
	小林 敬寿	(株)九州電磁網センター 取締役 精整事業部長
	大賀 正孝	(株)九州電磁網センター 精整技術部長
	中村 吉男	(株)九州電磁網センター 精整工場長(平成13年6月～平成14年2月)
	浜谷 剛	(株)九州電磁網センター 精整工場長(平成14年2月～平成14年3月)
	政重 隆彦	(株)九州電磁網センター 嘱託
	田中 直春	(株)九州電磁網センター 精整課長
	貞嶋 俊英	(株)九州電磁網センター 精整課 係長

目 次

研究の概要

- 1. 研究の背景・目的..... 248
- 2. 研究成果の概要..... 249

研究の経緯と結果

- 1. 梱包作業の職務再設計..... 250
 - (1) 梱包作業の概要..... 250
 - (2) 調査結果の概要..... 250
 - (3) 調査の詳細結果..... 252
 - (4) 梱包職場の改善策..... 262
- 2. クレーン運転の職務再設計..... 264
 - (1) クレーン運転作業の概要..... 264
 - (2) 調査結果の概要..... 264
 - (3) 調査の詳細結果..... 268
 - (4) クレーン運転作業の改善策..... 272

- ま と め 275

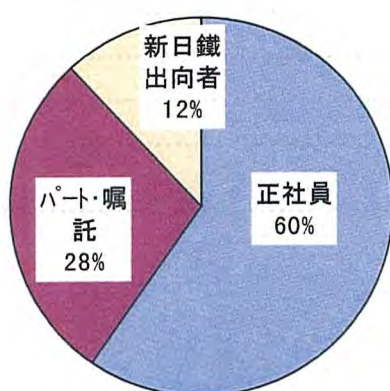
研究の概要

1. 研究の背景・目的

(1) 事業の概要と高齢者雇用状況

当社は、平成元年2月に、電磁鋼板の精整、梱包作業を行うことを目的として、新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所 電磁鋼板工場の精整部門を独立・分社化して、設立された。当時の組織を引き継いで分社化したので、会社の年齢構成も鉄事業のそのままを引き継いだ構成となっている。

図表1 従業員構成



(株)九州電磁鋼センター 従業員構成
(平成13年11月 役員除く191名、正社員には転籍者含む)

当社では、これまで高齢者の雇用に積極的に取り組んできており、60歳で年満退職した社員でも、健康で、引き続き働く意欲があれば、月に11日から14日間の勤務形態でパート社員として継続雇用している。パートでの業務は、それまでの業務を継続することが多い。工場における最高齢者は、69歳のクレーン運転者である。

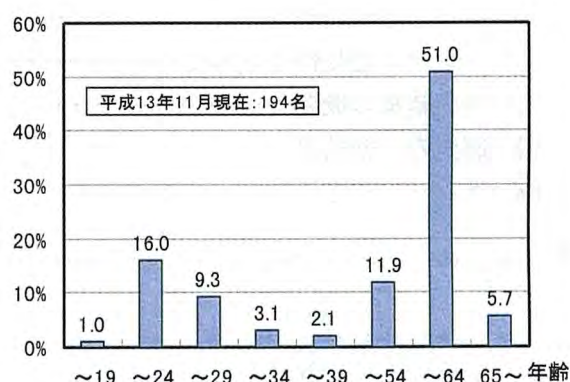
一方で、新卒社員の新規採用ならびに、中堅社員の中途採用も積極的に進めてきた。その結果、平成13年11月現在で、約1/4の社員が30歳未満となっている。

以上の施策の結果、職場年齢構成は、55歳以上の社員が56.7%、34歳以下の社員が29.4%と二極化した(図表2)。

従って、60歳までの社員が働く従来の職場

環境を、60歳を超えた社員でも継続して働ける職場環境につくり替えることが重要な課題となる一方、経験年数が3年に満たない若年層においては、教育・指導する中堅層の人数が少ないこと、経験豊富なベテランがパート社員になり出勤日数が限られることから、従来型の教育訓練では間に合わず、より効果的な教育訓練プログラムを創り出すことが必要になってきた。

図表2 年齢構成



そこで当社は、平成12年度から平成14年度末までの3年間の中期計画の中で、以下の2つの課題を掲げ、その解決策を推進することとした。

- イ. 高齢者がその肉体的衰えのために、生産性を落とすことが無い職場づくり
- ロ. 高齢者の技能を円滑に若年者に継承するためのしくみづくり

(2) 研究の背景・課題

先に述べた中期計画における施策の一つとして、当社は平成14年4月から、職務型人事処遇制度を基礎とし、その更なる発展・応用的人事処遇制度である成果主義型人事処遇制度を導入することを決定している。

一方で加齢に伴う身体的衰えが、処遇に対して大きな不利益とならないよう、職場環境の改善を図る配慮も必要とされている。また、職務能力の評価についても、誰もが納得でき

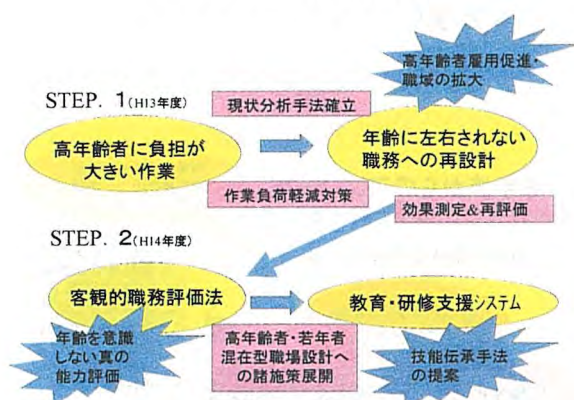
る公平で客観的な評価法を用いていくことも必要である。

(3) 研究のテーマ・目的

本研究は、上記活動の中で、当社の課題をより効果的な施策により、短期間に解決することを目的として着手された。すなわち、以下の二つの課題を解決することが本研究の目的である（図表3）。

- イ. 高齢者とその肉体的衰えのために、生産性を落とすことが無い職場づくり
- ロ. 客観的な職務能力の評価法の開発及びそれに基づく教育・研修支援システムづくり

図表3 研究の目的



(4) 研究体制と活動

社長を研究責任者とし、内部研究者6名を選任し、外部研究者3名の協力を得ながら研究を行った。

2. 研究成果の概要

(1) 研究経緯

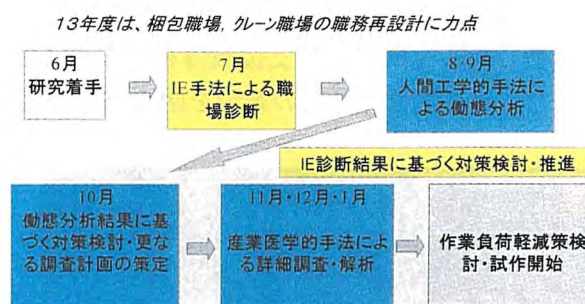
当社は中高齢者の雇用維持・拡大のため、体力・身体機能に大きく依存しなくても働ける職場環境、作業形態等の改善（職務再設計）を積極的に進めてきた。しかしながらそれでもなお業務の一部については、トータル職務再設計の観点から再検討しなければ中高齢者の負担の軽減及び中高齢者による

生産性の向上を図ることができない。一方、職務再設計によって整備された職場環境（中高齢者、若年者混在）においては、年齢に関わらない真の職務能力水準の評価がなされなければならない。

従って、第一段階として包括的な観点で職務再設計の実務を再評価し、第二段階において客観的な職務能力の評価法の開発及びそれに基づく教育・研修支援システムを作ること等が必要であると考えた。

本研究は2ヶ年継続で実施することとし、平成13年度（初年度）は、研究調査の結果、改善が必要と判断された梱包職場ならびにクレーン職場の職務再設計を中心に研究を進めた（図表4）。

図表4 平成13年度の研究経緯



(2) 結果概要

当社のいくつかの職場のうち、改善を要すると判断した、「梱包作業」ならびに「クレーン運転作業」を研究対象として取り上げた。

それぞれの作業について、「IE手法」、「人間工学的手法」、「産業医学的手法」の3種の手法を用いて改善を行った。

その結果、梱包作業では梱包スケジューリングシステム、サポートシステムの導入及び支援機器の開発により、作業負担が軽減された。

また、クレーン職場においては置場管理システムの導入、物流の改善、クレーン運転室の改善等により、作業負担が軽減された。

研究の経緯と結果

1. 梱包作業の職務再設計

(1) 梱包作業について

本研究で取り上げる「梱包作業」とは、電磁鋼板コイル（直径1 m程度）を梱包する作業のことである。製品の性質上、また、輸出等の輸送の関係で嚴重に梱包する必要があるため、紙で全体を包み、目張りをして、緩衝材、鉄板を巻き、バンド、リングで固定しなければならない。この間、立つ・しゃがむを繰り返し行う必要があると同時に、腰を曲げるなど不自然な作業姿勢が頻繁に生じる（写真1）。さらに資材の運搬等の重量物ハンドリングも伴うため、体力の衰えた高齢従業員にとって負担が大かった。そこで当該作業の作業負荷分析を進め、作業支援機器を導入することで、身体的作業負荷の軽減を図った。



写真1 梱包作業（改善前）

(2) 調査結果の概要

職務再設計のための分析手法を確立するため、以下の手法を用いた。手法ごとに調査結果の概要を示す。

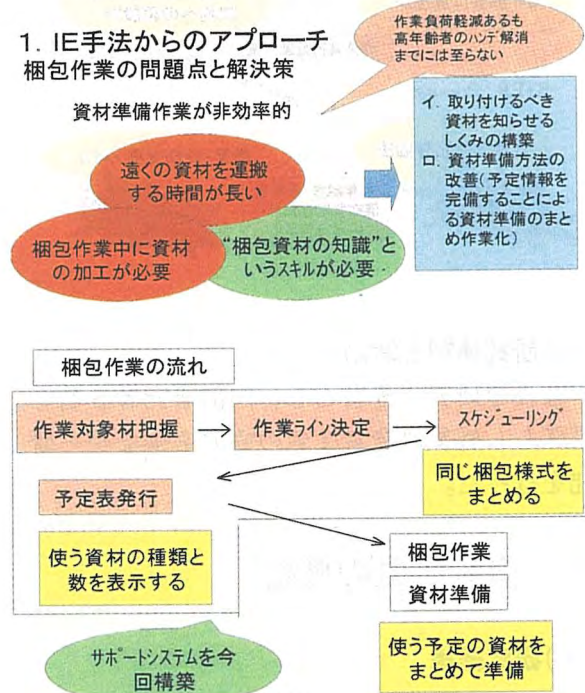
イ. IE手法

準備作業を含む梱包作業の時間分析を行い、作業負荷軽減の視点の発掘を行った。

その結果、資材準備作業を効率化し、負荷を軽減するための対策として、同一梱包様式をまとめて処理するための梱包スケジューリングシステムならびに使う梱包資材の種類と数を表示するためのサポートシステムを導入することとした（図表5）。

図表5

1. IE手法からのアプローチ 梱包作業の問題点と解決策



設備投資を伴わずに、システムサポートにより梱包資材準備作業負荷の軽減（平成14年度負荷軽減評価予定）を図ることができたが、主作業における立つ・しゃがむを繰り返し行う点については、まだ十分な対策とは言えない（図表6）。

図表 6

	評価	コメント
費用	○	設備投資を伴わずにできる
効果	△	まとめる対象が少ないと効果が少ない 準備作業は楽になるが、 <u>主作業の負荷は依然として残る</u>

そこで、人間工学的な手法による分析も試みた。

ロ. 人間工学的手法：働態観察（姿勢観察，行動観察）

OWAS法により作業姿勢分析を行い、不良姿勢を採らざるを得ない作業内容とその負荷を評価した。その結果、IE手法で確認できていた梱包資材準備作業時間の多さ、大変さが再確認できたことに加えて、作業姿勢として、より負荷が高い作業（テープ止め作業等）があることが判明した。

従って、負荷軽減策としては、直接当該

作業を実施せずに済む、あるいは、実施するにしても機械装置的サポートにより、負荷の大きい姿勢をとらずに済む支援機器の設計・導入を行うこととした（図表7）。

この方法は、機械試作費を必要とするものの、高齢者の作業姿勢負担を直接軽減する対策であるため、大きな効果が期待できる。

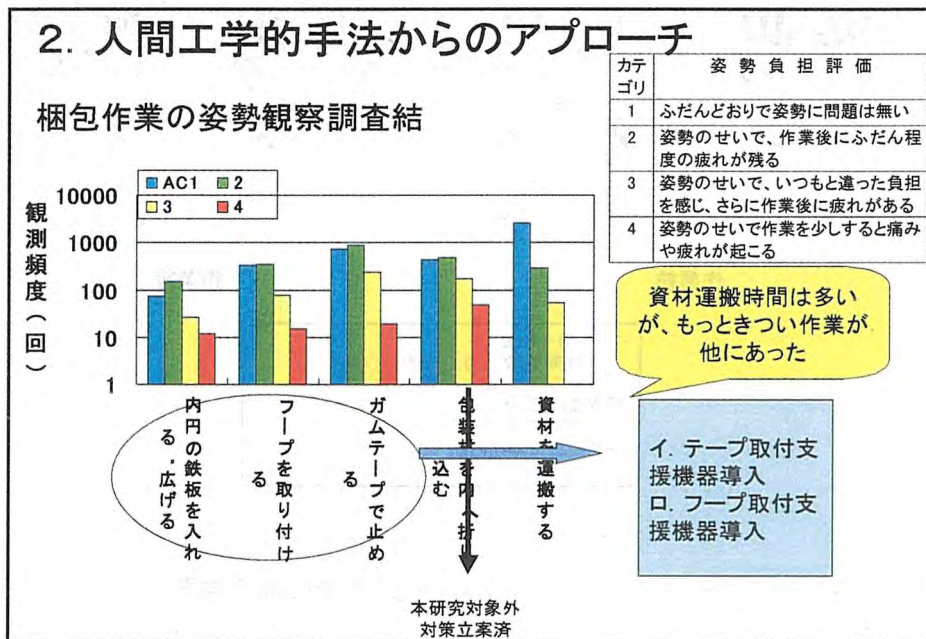
ハ. 産業医学的手法

作業者の疲労の度合いをとらえ、その疲労を増大している負担の要因を調べ、負担を軽減する改善方法を見つける目的で、産業疲労調査を行った。

その結果、今回調査対象者において、全体作業として大きな疲労は残らないものの、高齢者に疲れやすい傾向があり、かつ、足や手の指先にだるさが残っていることがわかった（図表8）。

これは、人間工学的調査において作業負荷が大きいとされた、「梱包資材をコイルに

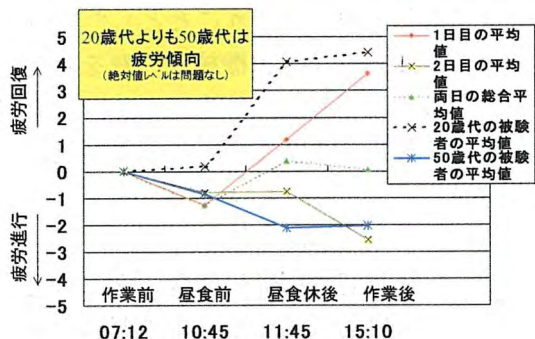
図表 7



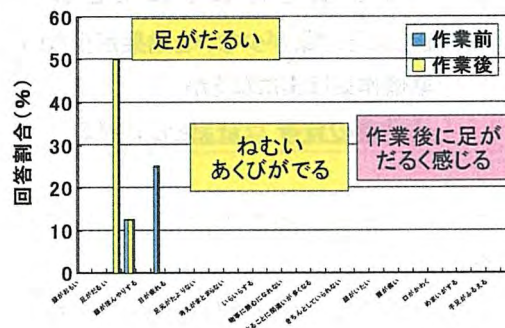
	評価	コメント
費用	△	共同研究費での支援機器試作
効果	◎	<u>姿勢負荷が重い作業が無くなる</u>

図表 8

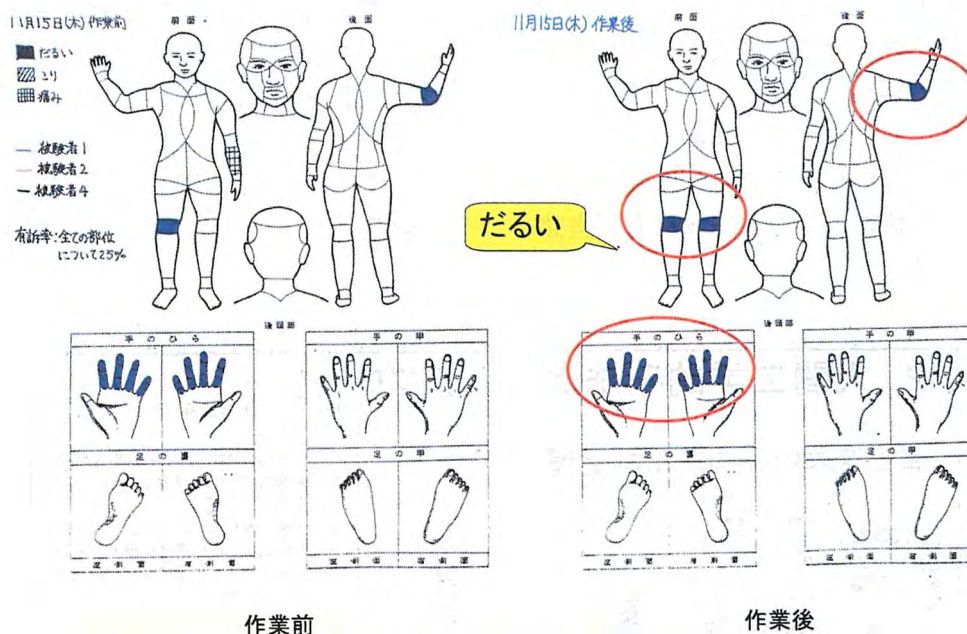
①梱包作業のフリッカー検査結果



②疲労自覚症状調査結果



③身体疲労部位調査結果



・フリッカー検査:
全体業務の疲労度は大きくない。
高齢者が疲れやすい傾向。

・疲労自覚症状:
作業後に足がだるい。

・身体疲労部位調査:
足(膝)、ひじ、手の指先等に疲労が残る。

ガムテープで止める」「鉄フープをコイルに取り付ける」「内円の鉄板を入れる・広げる」等の作業の結果と考えれば理解できる。

以上の調査結果を総合的に勘案し、梱包作業の職務再設計の方針は、人間工学的手法による調査結果から検討した、テープ貼り支援機器の設計・導入を柱とすることとした。

(3)調査の詳細結果

前項で示した調査結果について、以下に詳述する。

イ. I E手法による現状分析結果

作業負荷を軽減するために、要素作業毎の時間分析を行い、図表9に示すような表に取りまとめた。

梱包作業における問題点は、以下の二点

図表9

(n数=3)

作業区分	作業時間	作業時間(秒)	
梱包資材取付け作業	外周紙敷き込み	XX	
	ラベル移動	XX	
	外周ミラー取付け	XX	
	内周ミラー取付け	XX	
	外周紙巻き	XX	
	内周板取付け	XX	
	側板取付け	XX	
	外周紙折り	XX	
	すだれ取付け	XX	
	外周板取付け	XX	
	縦バンド結束	XX	
	テープ貼り	XX	
	外周リング取付け	XX	
	外周リング調整	XX	
	内周リング取付け	XX	
	横バンド結束	XX	
	ラベル貼り	XX	
計	XXX	X分XX秒	
移動作業	受入れ	XX	
	リフト	XX	
	コンベア移動	XXX	
	計	XXX	X分XX秒
資材準備作業	外周紙準備	XX	
	外周ミラー準備	XX	
	内周ミラー準備	XX	
	内周板、側板準備	XX	
	すだれ準備	XX	
	外周板準備	XX	
	外周リング、バンド準備	XX	
	内周リング、バンド準備	XX	
	計	XXX	X分XX秒
情報記録作業	ハンディ/P	XX	
	計	XX	X分XX秒
		XXX	XX分XX秒

であると考えられた。

① 種々の様式のコイルが混在してバラバラ流れてくる(ロットが小さい)ために、作業負荷が頻繁に変化する。

② 取付作業員全員が、コイルが来る度に準備作業(資材加工、運搬)を行っており、運搬頻度が多い。

この問題の解決策として、以下の対策を実施することとした(図表10)。

① 梱包予定を策定し、同じ梱包様式をまとめて作業することで、作業負荷の平準化を図る。

② 資材準備を支援するシステムを導入し、ロットをまとめて資材の準備をすることで、運搬頻度の削減と準備作業の負荷軽減を図る。

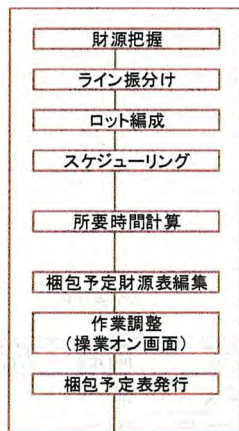
上記対策は、梱包予定化・資材管理システム(新作)を用いて行う。

ロ. 人間工学的手法による現状分析結果

精整工場梱包職場のうち、前工程から連続して半製品が流れてきて、同一梱包様式を続けて行う機会が多い梱包職場の作業者

図表10

<梱包作業指示> ・番毎に行う



* 梱包作業ロット拡大を狙い、作業調整を容易にするため、梱包作業ロット区分を新設し、作業予定範囲を広げる事により先読みを可能とし、梱包工程の資材準備作業負荷を軽減する

・梱包仕掛材、前ライン1 予定材、前ライン2予定材

・4箇所の梱包ライン全て

・ロット編成要素: 梱包仕様等

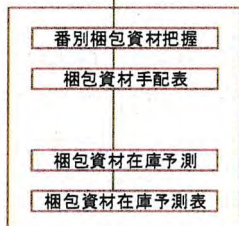
・梱包仕掛材→前ライン1 予定材→前ライン2 予定材
・納期至急材、前工程通板順

・現品単位の梱包所要時間算出
・現品単位の開始時間、終了時間算出

・ロット単位の調整 統合、分割、入替え、ライン変更、確定、特定ロット作成
・ケース単位の調整 分割、入替え、ライン変更、確定

・作成タイミング→番単位(前番が後番以降を作成)
・スケジュール先行度: 1日分程度
・予定情報の有効活用(クレーン運転者、梱包作業員)

<梱包資材管理> ・番毎に行う



* 種類・材質が多様な梱包資材のまとめ準備を可能とし、在庫管理等に手間と時間が掛っている資材管理者のハンド業務を軽減すると共に資材在庫の削減を図る

・梱包様式→梱包資材に変換

・ケースNO単位に表示
・梱包資材の事前準備作業(後番用)に使用

梱包実績

・在庫=在庫+入荷量-使用実績-使用予定 (入荷実績はマン入力)
(在庫修正もマン入力)

・不足資材の発注(マン)

について、OWAS法により30秒ごとの姿勢データを採取し、分析を行った。

この方法の特徴は、作業姿勢の表示と分類にある。すなわち、30秒ごとに、上体の姿勢、上肢の位置、下肢の状態、重量負荷の4つを観察し、4桁のコードで記録し、それを4つのアクションカテゴリー（AC）に分類・評価する方法をとる。OWAS法によるACの分類を図表11に示す。

図表11

AC	姿勢負担評価	改善要否
1	普段通りで姿勢に問題は無い	否
2	姿勢のせい、作業後に普段程度の疲れが残る	否
3	姿勢のせい、いつもと違った負担を感じ、さらに作業後に疲れがある	要
4	姿勢のせい、作業を少しすると痛みや疲れが起こる	要

観察の対象者ならびに観測時間を図表12に示す。対象者は延べ5名であるが、作業内容により、1次梱包（前作業）、2次梱包（中作業）、3次梱包（後作業）の3種類に分類した。

図表12

作業者コード	1	2	3	4	5	
名前	作業者A	作業者B	作業者C	作業者D	作業者E	
年齢	58歳	49歳	29歳	57歳	20歳	
7日	午前	開始	7:47:30	7:40:00	7:55:00	7:55:00
		終了	10:55:00	10:56:30	10:46:30	10:59:00
	午後	開始	11:46:00	11:46:00	11:45:00	11:45:00
		終了	15:02:30	15:00:30	14:57:00	15:11:30
8日	午前	開始	7:13:00	7:12:00	7:50:00	7:00:00
		終了	10:54:45	10:54:45	10:47:00	10:07:30
	午後	開始	11:45:00	11:46:00	11:46:15	11:45:00
		終了	15:10:15	15:09:45	15:04:00	15:00:30
9日	午前	開始	7:06:00	7:06:00	7:23:00	7:16:00
		終了	10:56:45	7:11:45	10:46:45	10:46:45
	午後	開始	11:50:00	作業者Eへ交代	11:51:00	11:50:15
		終了	14:52:30		14:55:45	14:57:00

図表13

作業者の作業内容			
作業	1次梱包	2次梱包	3次梱包
作業内容コード	1	2	3
作業者	作業者A 作業者B 作業者E	作業者C	作業者D

注) 1次梱包作業の3人は同一作業内容

図表14

作業内容コード	カテゴリ				合計	3,4の合計	割合
	1	2	3	4			
作業者A,B,Eの作業	%	62.0	28.6	7.9	1.5	100.0	
	度数	4731	2178	604	117	7630	721
作業者Cの作業	%	67.4	27.6	4.7	0.3	100.0	
	度数	2074	850	145	9	3078	154
作業者Dの作業	%	64.7	27.5	7.1	0.7	100.0	
	度数	2070	881	226	22	3199	248
合計	%	63.8	28.1	7.0	1.1	100.0	
	度数	8875	3909	975	148	13907	1123

観察結果のまとめを図表14に示す。

AC3、4（アクションカテゴリーの分類では改善を要するとされる作業）の観察頻度は全体作業の約8%あり、そのうちの6割以上が前作業者の作業にあたる。

① 1次梱包作業（前作業）の分析結果

前作業者については、作業者のうち、3日間連続で作業をしていた作業者Aの日通しデータを参照し、作業中に出現する作業動作を大きく分類すると、出現頻度順に、以下の通りであった（図表15）。

- 腰背部をまっすぐ、両腕とも肩下、膝を曲げずに立つか曲げて立って梱包作業をするか、資材運搬のために移動する（63.4%）
- 前傾・前屈、両腕とも肩下で、膝を曲げずに立つ、曲げて立つ姿勢で梱包作業をするか、資材の運搬のために移動する（21.0%）
- 片腕または両腕が肩より上で、膝を曲げずに立つ、曲げて立つ姿勢で梱包作業をするか、資材の運搬のために移動する（15.6%）

図表15

腰背部	両腕	観測割合(%)
まっすぐ	肩下	63.4
前傾, 前屈	肩下	21.0
	肩下	15.6

前作業の中で、最も頻度多くあらわれた作業は、包装材を半製品に巻きつけ、内周に折り込み、ガムテープで止める作業である。前作業者全体における作業姿勢には、AC3が7.9%、AC4が1.5%出現

した(図表14)。これは、両膝を曲げての作業の中に、足元から顔の上程の高さまで紙を折り、テープを固定しなければならないことと、半製品の内周に身体を突っ込んで、紙を折り、テープを止め、鉄板をさし込み固定する必要があるためである。

② 2次梱包作業(中作業)の分析結果

中作業を3日間続けて行った作業員Cの日通しデータを参照し、作業中に出現する作業動作を大きく分類すると、出現頻度順に、以下の通りであった。

- a. 腰背部をまっすぐ、両腕とも肩下、膝を曲げずに立つか曲げて立って梱包作業をするか、資材運搬のために移動する(59.7%)
- b. 前傾・前屈、両腕とも肩下で、膝を曲げずに立つ、曲げて立つ姿勢で梱包作業をするか、資材の運搬のために移動する(23.4%)
- c. 片腕または両腕が肩より上で、膝を曲げずに立つ、曲げて立つ姿勢で梱包作業をするか、資材の運搬のために移動する(16.9%)

図表16

腰背部	両腕	観測割合(%)
まっすぐ	肩下	59.7
前傾, 前屈	肩下	23.4
	肩下	16.9

中作業の中で最も頻度多くあらわれた作業は、クレーン運転作業である。これは連続ラインコンベア上から、紙包装が終わった状態の半製品をクレーンで横に吊りだし、外周に緩衝板や鉄板、鉄フープを取りつけてまたもとのラインコンベアに戻す一連の作業の中で出現したものである。この作業については姿勢としては特に問題無いが、コンベア上に戻した半製品に対してビニールテープで目張りを行う作業を中心に、5%程度のAC3の姿勢が観測された(図表14)。

③ 3次梱包作業(後作業)の分析結果

後作業を3日間続けて行った作業員Dの日通しデータを参照し、作業中に出現する作業動作を大きく分類すると、出現頻度順に、以下の通りであった。

- a. 腰背部をまっすぐ、両腕とも肩下、膝を曲げずに立つか曲げて立って梱包作業をするか、資材運搬のために移動する(61.1%)
- b. 前傾・前屈、両腕とも肩下で、膝を曲げずに立つ、曲げて立つ姿勢で梱包作業をするか、資材の運搬のために移動する(23.5%)
- c. 両腕とも肩より上で、膝を曲げて体重をかけているか、膝が床についた姿勢で梱包作業をする(15.4%)

図表17

腰背部	両腕	観測割合(%)
まっすぐ	肩下	61.1
前傾, 前屈	肩下	23.5
	肩下	15.4

後作業の中で最も頻度多くあらわれた作業は、包装材がほぼ全て取り付けられた後の半製品に対して、鉄フープを機械でしばりつける作業である。この作業は、半製品の内径にフープを通す際にかがまなければならないが、AC3が7.1%、AC4が0.7%観測された(図表14)。

④ 分析結果の総括

以上を主作業についてまとめると、図表18、19になる。作業全体で見れば観測頻度が少ないAC3、4も、作業員別に見れば前作業員に集中しており、これらの個別詳細作業を見て改善要否を判断する必要がある。

姿勢負担度からみた梱包作業を図表20に示す。この図より、AC3、4の姿勢を多くとる作業として、紙を折り込む作業、テープを貼る作業(いずれも前作業)、フープでしばる作業(後作業)があることがわかる。いずれの作業も、コイルの

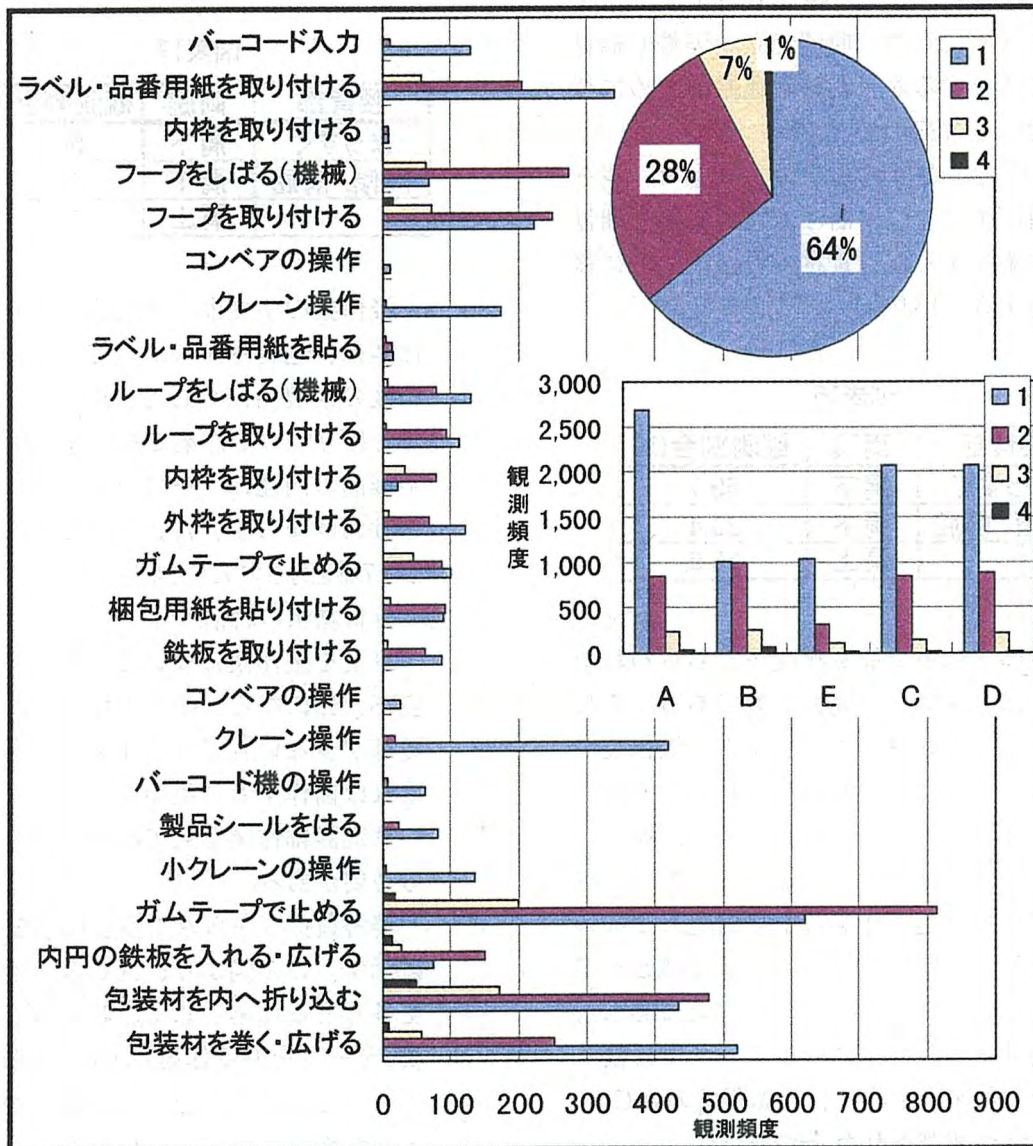
図表18

作業分類		カテゴリ				合計
		1	2	3	4	
作業・準備作業	%	71.2	24.2	4.6		100.0
	度数	47	16	3		66
作業・主作業	%	50.3	38.6	9.7	1.4	100.0
	度数	3990	3065	772	110	7937
作業・付随作業	%	69.4	25.8	4.3	0.5	100.0
	度数	423	157	26	3	609
作業・後始末作業	%	80.9	17.6	1.5		100.0
	度数	55	12	1		68
余裕・作業余裕	%	88.5	9.7	1.8		100.0
	度数	2608	286	53		2947
余裕・職場余裕	%	92.6	6.8	0.4	0.2	100.0
	度数	800	59	3	2	864
余裕・用達余裕	%	100.0				100.0
	度数	13				13
その他	%	75.0	21.5	3.5		100.0
	度数	577	165	27		769

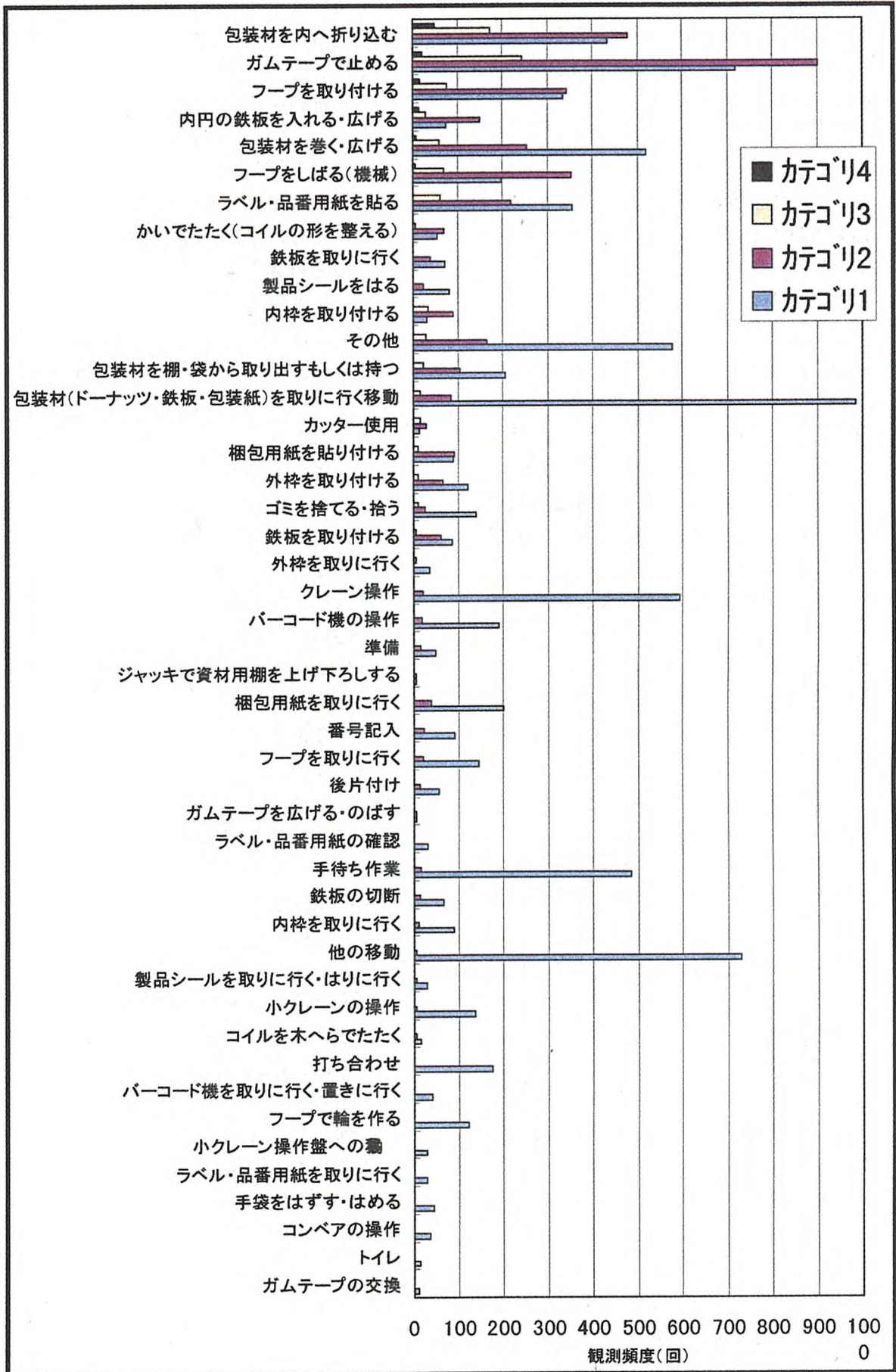
上部、下部に対して梱包資材を取り付ける作業であり、前述のように、立ったり屈んだりする必要があるため、このような結果になったと考えられる。

これらの結果は、IE手法による分析では問題点として捕らえられず、このような姿勢負担度の評価をして初めて問題点として認識することができた。

図表19



図表20



ハ. 産業医学的手法による現状分析結果

作業者の疲労の度合いをとらえ、その疲労を増大している負担の要因を調べ、負担を軽減する改善方法を見つける目的で、産業疲労調査を行った。

① 調査対象者

働態観察を行った梱包作業員5名のうち4名（作業員A, 作業員E, 作業員C, 作業員D；平均年齢41.25歳）について行った。

② 調査期間

平成13年11月15日、16日（2日間）

③ 調査内容

筋的作業では、使用する筋群が大きく、収縮が大きく、また収縮速度の速いほど心拍数の増加は大きい。また、注意集中、緊張などの情動反応によっても心拍数が変化するため、負担の程度を測る目的で心拍数を測定した。

なお、心拍数調査において、休息時の運動の有無が、数値に大きく関わるため、昼食時の行動調査も併せて行った。

中枢神経系を基調とする疲労、主に、視覚情報処理能力の減少を調査する目的でフリッカー検査を用いた。

器具や測定装置で数値、データは得られなくても、作業員の疲労感や苦痛、不満や欲求などに関する訴えから問題点を明らかにするという主観的な視点からの調査として、日本産業衛生学会産業疲労研究会方式の疲労自覚症状調べと、身体疲労部位調査を選んだ。

④ 調査方法

心拍数は、作業前に胸骨最上部、左胸部及びそれに対称的な右胸部の体表3点に電極を作業終了まで貼付した。これによって1分間ごとの心拍数を測定することが可能である。指標としては、8時間労働において、20歳代では、作業時間中平均心拍数は115拍/分、30歳代～40歳代では110拍/分、50歳代では105拍/分、60歳代では100拍/分が疲労を極度に進行させない上限であるとWHOにおいて

報告されている。

フリッカー検査は作業前後、休憩前後の合計4回行った。これは、接眼部をのぞき、スタートスイッチを押して、接眼部内部の中心光が連続光から点滅光に変わり始めたときに、接眼部の上にあるスイッチを押してもらった。これを5回行い、最大値、最小値を除いた3点の平均値を出し、評価した。

疲労自覚症状調べと身体疲労部位調査は、作業前後にそれぞれ行った。調査用紙はI群（ねむけとだるさ）、II群（注意集中の困難）、III群（局在した身体違和感）の3つの群から構成されており、各項目及び各項目群の訴え率を算出し、評価した。また、身体疲労部位調査は、人の形が描かれている用紙に、だるさを感じる部位に○を、こりを感じる部位に△を、痛みを感じる部位に×をつけてもらい、それぞれの訴え率を求めた。

⑤ 心拍数測定結果

作業員E（20歳）については午前、午後を通じて作業開始時に基準値を越える大きな値を示し、徐々に基準値以下に下がっていくというパターンを示した。

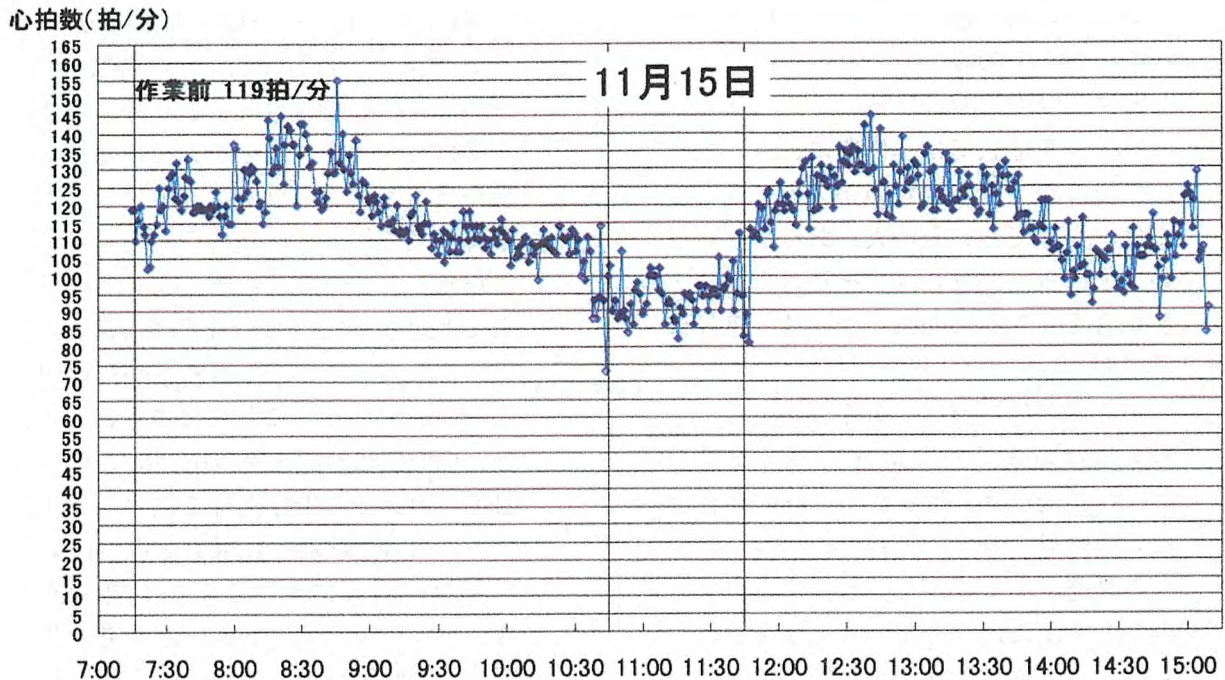
これは、作業開始時に、緊張のため高い値を示し、その後慣れのために落ち着いてきたものと推測される。作業時の平均心拍数は、基準値を少し下回っているだけなので、負担の度合いはそれほど大きくはないと思われる。

作業員A（58歳）については、初日は、休憩時のほうが心拍数が高く、また両日ともに、心拍数の変動幅が大きいと、ノイズを拾っていた可能性が高い。

作業員C（29歳）については、仕事による心拍数の変化があまりなく、基準値前後の数値で安定している。また、初日に比べ、2日目のほうが、平均して10拍/分ほど下がっているため、1日目は検査に対する緊張によるものであったと推測される。

作業員D（57歳）については作業従事

図表21 作業員Eの心拍数の変化（11月15日分）



中と、休憩中との間の心拍数の変化がそれほど見られず、また、基準値の105を常に下回っているため負担は大きくないと思われる。

なお、心拍数の調査結果データの一部を図表21に例示する。

⑥ フリックカー検査結果

一般的にフリッカー値は、作業前に比べ作業後は低い数値を示す。この考え方に基づくと、グラフは、休憩前（10時45分）で下がり、昼食休憩後（11時45分）に上がり、終業時（15時10分）に下がるという型になるはずである。

しかし、1日目は、2人の作業員の値が大きく正の方向にシフトしていた。これは、検査器械に慣れていないため、数値にバラツキがあったのと、基準値となる作業前の測定値が、朝7:00と早く脳が十分に活性化していなかったためではないかと推測される。2日目の値は、バラツキがなく比較的予想に近い形をしている。

一般にフリッカー検査において5%以上の低下が観察されると、明らかな疲労

兆候と解釈される。しかし、本調査では後作業員の一部のデータを除けば5%以上の低下が観察されなかったことから、視覚情報処理システムの疲労については、疲労がさほど蓄積しない作業形態であると考えられる。

また、20歳代の作業員の平均値と50歳代の作業員の平均値を比較すると、前者の方が作業後の値が作業前より高くなった（図表22）。50歳代作業員2名は、長年当該業務ならびに夜勤を含む3交代勤務に習熟している。従って、朝7時勤務に間に合うための早朝起床については、家族も含め十分な準備ができているのに対し、20歳代2名は勤務経験が2年にもならず、早朝ギリギリまで就寝状態からの出勤のため、早朝の脳の活性が十分でないのが作業を行っていくうちに徐々に覚醒するという特徴が現れたものと思われる。

参考までに、本調査日の11月15日、16日は早朝勤務に入って2日目、3日目にあたり、2日目よりは3日目の方が早起きに対して体が慣れてくる傾向にある。1

日目の20歳代2人の検査値が大きく正の方向にシフトしていたのは、前述の機器に対する慣れに加えて、この影響もあるものと考えられる。

⑦ 疲労自覚症状調査結果

疲労自覚症状では、作業前には、あくびが出るが1人、ねむいが2人、作業後では、足がだるいが4人、あくびが出るが1人の訴えが見られ、それらは全てI群に含まれるものであった。II、III群は訴えがみられなかった。

すなわち作業前は、あくびが出る、ねむい等の覚醒状態に対する訴えが見られ、作業後では、足がだるい等の肉体的な訴えが見られた。これは、早朝7時からの勤務であることと、梱包作業が立ったりしゃがんだりして資材をコイルに取り付ける、あるいは資材を持ち歩いて運ぶという主として肉体的な仕事であるためである。

疲労自覚症状のパターンには、以下の3つがあり、次のような判断ができる。

「I > III > II」…… I - dominant型

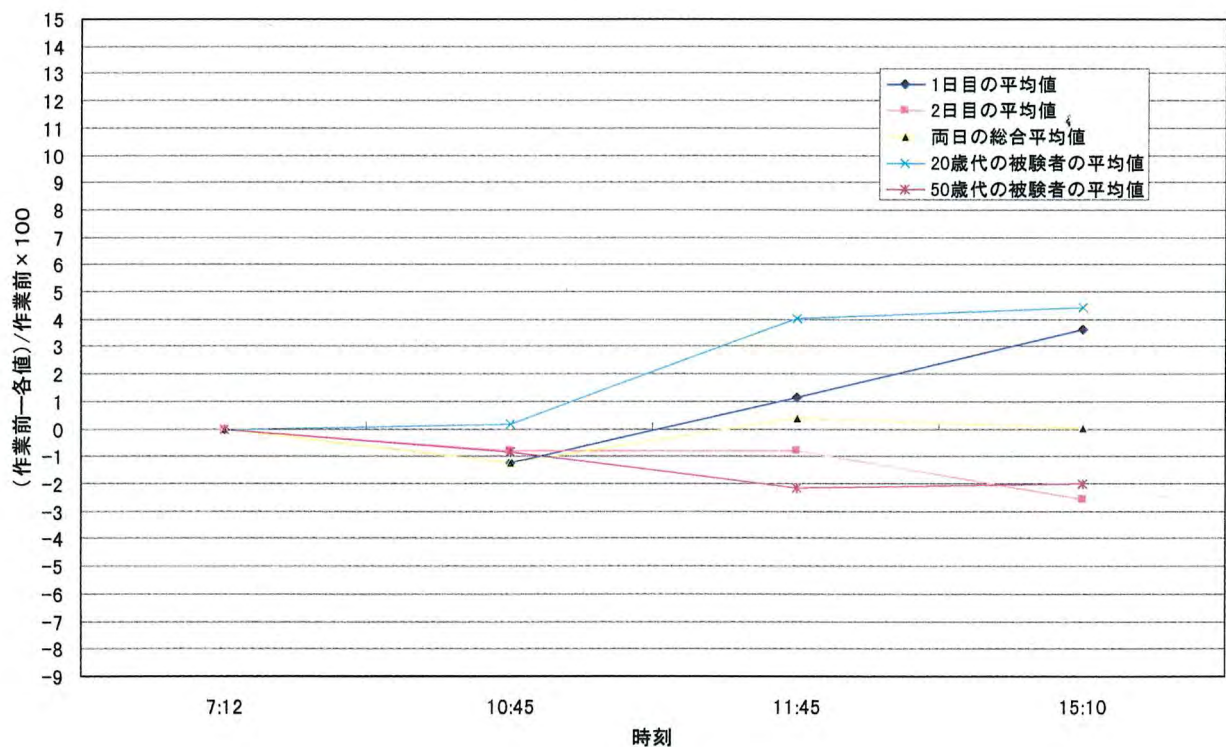
「I > II > III」…… II - dominant型

「III > I > II」…… III - dominant型

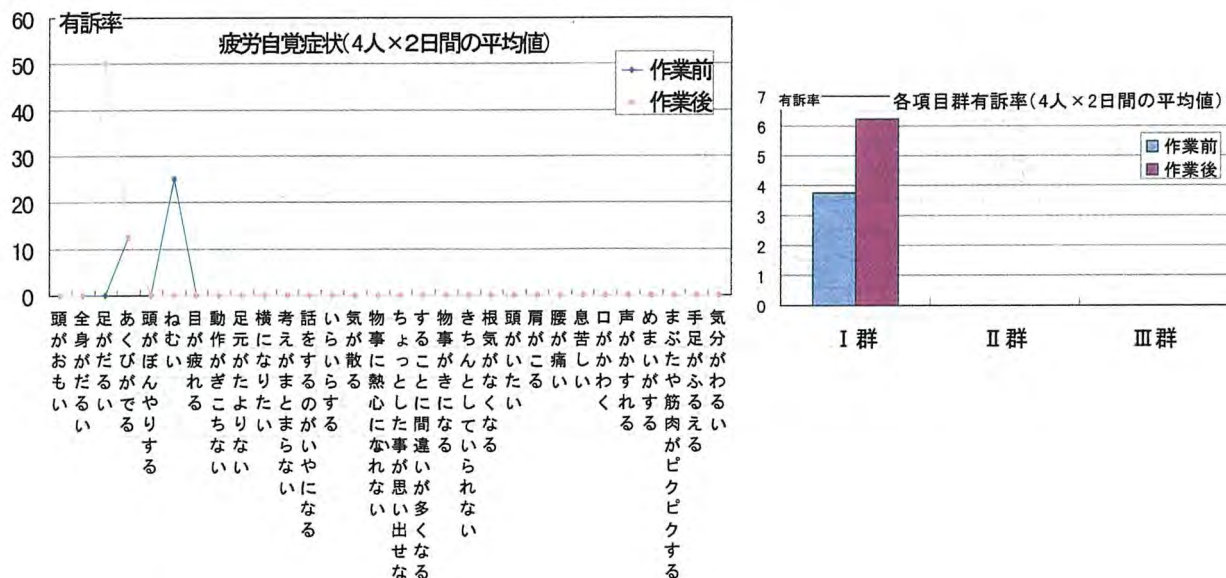
I型は、肉体的作業、精神作業、日勤、夜勤によって特徴はみられない。ゆえにI型は「一般型」といわれている。この型が最も多く見られる。II型はほとんど精神作業の場合に出現する。夜勤後に多く現れることから、「精神作業・夜勤型」であるといわれている。III型は、ほとんど肉体作業の場合であるので「肉体作業型」といわれている。これらのように、I、II、IIIの症状の訴え率の比、及びI、II、III群の訴え率の順序関係を調べることによって、各症状群の特徴があらわれる。

今回の調査における各項目群訴え率は、I群のみにあられ、I > II = IIIになった(図表23)。どのdominantにも属さなかったことから、作業に伴う特別な疲労が蓄積していることは無いと考えられるが、II III群の選択肢は回答者が会社勤務の中で答えにくい項目もあるので、他

図表22 フリッカー検査の平均値



図表23 疲労自覚症状調査結果



の調査も併せて判断する必要がある。

⑧ 身体疲労部位調査結果

2日間ともに、後作業D (57歳) が、手の指先、膝、右ひじにだるさを訴えていた。この状況は作業前後で変わらず、慢性的な疲労をかかえていると考えられる。後作業の主たる作業は、コイルに鉄のフープを取り付け、機械でしばる作業で、立ったりしゃがんだりしながら、常に指先を使うために、前述の部位のだるさにつながっているものと考えられる。

2日目の作業後には、前作業E (20歳) が足首にだるさを訴えていた。早朝勤務の3日目であり、足に疲労が蓄積してきたものと考えられる。主たる作業はコイルに紙を巻きつけ、内周に折り込み、テープで止める作業であり、立ったりしゃがんだりして行う作業が多い。当該作業は、2人で行う前作業の中で若手であるため、資材の運搬等、もう一方の作業A (58歳) を支援して、より動き回り作業する機会が多いことも、二人の作業のうちこの作業だけがだるさを訴えていた一因になっていると考えられる。

以上をまとめると、症状があった部位

の有訴率は、25%であった。

二. 梱包職場の現状分析結果総括

今回調査対象とした梱包職場は、一日の作業で40~50ケースの梱包作業を通常行っている。現状分析調査を行った日の梱包ケース数は40~59ケースであり、ほぼ通常作業を代表していると言える。

産業疲労調査結果から、以下のことが明確になった。

- ① 作業中に極端に心拍数が上がるような、極端に肉体的な負荷がかかる作業では無い。
- ② 作業後にひどい疲れが残り、翌日の作業前にもそれが残るような作業では無い。
- ③ ただし、作業位置固有の作業による、特定身体部位のだるさは残っている。
だるさを訴えた作業員2名は、いずれも梱包の生産性を支えている2名であることが特徴である。

働態分析結果から、以下のことが判明した。

- ① 前作業において、紙を折り込む作業、テープを貼る作業の姿勢負担度が大きい。
- ② 後作業において、フープでしばる作業の姿勢負担度が大きい。

図表24

作業者A(58歳)の アクションカテゴリ	E(20歳)と二人作業の場合		B(49歳)と二人作業の場合	
	観測数	割合(%)	観測数	割合(%)
AC1	1,095	73.6%	1,585	68.0%
AC2	306	20.6%	554	23.8%
AC3	81	5.4%	161	6.9%
AC4	6	0.4%	32	1.4%
合計	1,488	100.0%	2,332	100.0%

	E(20歳)のアクションカテゴリ		B(49歳)のアクションカテゴリ	
	観測数	割合(%)	観測数	割合(%)
AC1	1,039	69.5%	1,006	43.4%
AC2	322	21.6%	1,002	43.3%
AC3	117	7.8%	245	10.6%
AC4	16	1.1%	63	2.7%
合計	1,494	100.0%	2,316	100.0%

働態分析結果は、疲労調査結果とも符合している。前作業者のうち、作業者A(58歳)に疲労自覚症状が無かったのは、同じ作業を2名で行う際の作業者Eが、より姿勢負担が重い作業を担当しているためと考えられる。図表24に、前作業者それぞれのアクションカテゴリ集計結果を示す。A-B(49歳), A-E(20歳)いずれの組合せにおいても、AのAC3, AC4の観測頻度は、B, Eのそれよりも少ないことがわかる。

このような作業分担は、他の3組の作業においても同じ傾向が認められる。その理由は、姿勢負担が重い作業を高齢者が担当すると、作業が遅くなる、あるいは体力的にきつい場合、5日間の連続出勤日のどこかで年休を取らざるを得なくなり、かえって生産性を落とすことが長年の経験でみな承知しているからである。

従って、梱包職場の年齢構成は、1つの組に高齢者が集中することなく、高齢者と中堅・若手を混在させるようにしている(図表25)。

図表25

年齢	A組	B組	C組	D組	合計
10代	1	2	3	0	6
20代	3	4	1	4	12
30代	1	1	0	1	3
40代	0	0	1	0	1
50代	3	1	3	3	10
60代	3	2	3	2	10
合計	11	10	11	10	42

現状の梱包作業は、高齢者が姿勢負担の重い作業にあまり参画できないか、あるいは参画して努力すると疲労が残るような作業になっている。このような作業の負荷を軽減し、年齢により生産性を落とすことのないような職務再設計を行う必要がある。具体的な課題は以下のとおり。

- ① 前作業において、紙を折り込む作業、テープを貼る作業の姿勢負担度を軽減すること
- ② 後作業において、フープでしばる作業の姿勢負担度を軽減すること

(4) 梱包職場の改善策

イ. 改善策の考え方

梱包ラインでは、梱包対象となる鋼板コイルをコンベアーで移動させながら、複数の作業者が紙・テープ・金具・鋼板を順次取り付け、最後に鉄製のフープバンドで締め付けて固定する作業をおこなう。既存のコンベアーを中心としたライン設備は、周囲に余裕のあるスペースはなく、不良作業姿勢を軽減する装置を導入するに当たって、周辺設備との干渉を考慮しても巨大な機械設備を導入することは考えられない。今回の調査研究で判明した、高齢者にとって姿勢負担度の重い作業である「紙を折り込む作業」・「テープを貼り付ける作業」・「フープで縛る作業」を軽減することを目的とした支援機を導入するにおいても、周辺設備との干渉や費用の点からも、既存の機械



写真 2-1 梱包作業支援機器 (テープ貼付装置) 外観

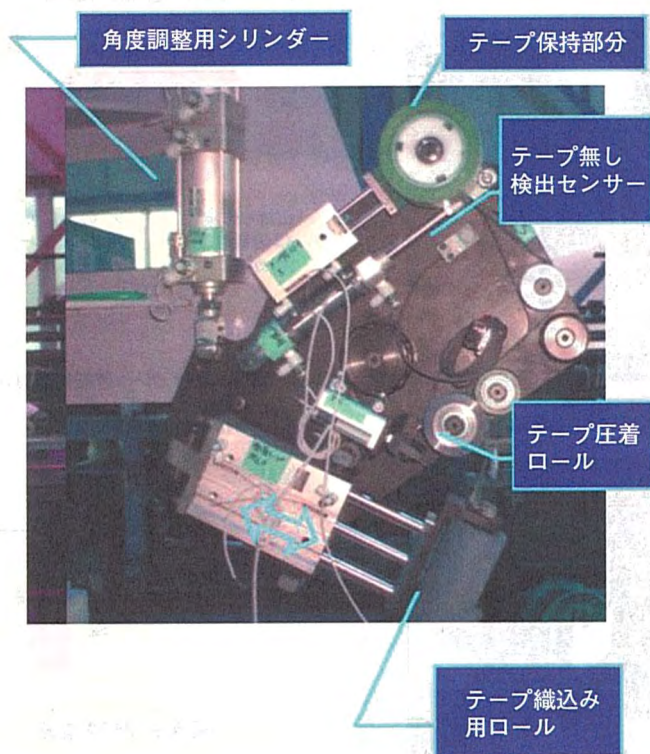


写真 2-2 梱包作業支援機器 (テープ貼付装置) 部品

装置では適当な装置が存在しなかった。「紙を折り込む作業」においては、梱包紙の代替品としてフィルムを代用し、これを機械的に鋼板コイルに巻き付けることを、本研究開始以前より計画・実行中であり、今回の支援機導入作業の対象から除いた。残る「テープを貼り付ける作業」及び「フープで

縛る作業」について、梱包作業機器を製造する会社を調査したが、既存の作業機器では、費用・大きさの面で適当なもの無く、導入梱包ラインへ設置可能な支援機を新たに開発する事とした。

テープ貼り付け装置の、組み立て部品と全体概観を写真 2-1、2-2 に示す。

2. クレーン運転作業の職務再設計

(1) クレーン運転作業の概要

工場内のコイルをクレーンで運搬する作業であるが、既存のクレーンの運転室は人間の視覚等を考慮した設計になっていない。そのため、コイルを吊り、倉庫へ運搬する際には、クレーン作業者が前傾姿勢で運搬物を確認する必要があり、不良作業姿勢による作業負担が大きいと考えられた（写真3）。

また、確認作業等による乗降作業についても改善する必要があると考えた。そこで、対策をより有効なものとするために、様々な手法による作業分析を行い、対策についての一次評価を行った。



写真3 クレーン運転作業（改善前）

(2) 調査結果の概要

職務再設計のための分析手法を確立するため、以下の手法を用いた。手法ごとに調査結果の概要を示す。

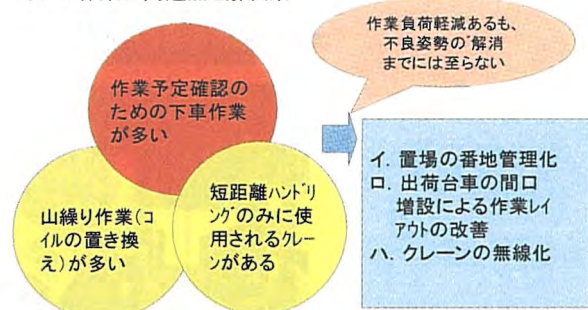
イ. IE手法

作業内容、物流フローを含むクレーン運転作業の時間分析を行い、作業負荷軽減の視点の発掘を行った。

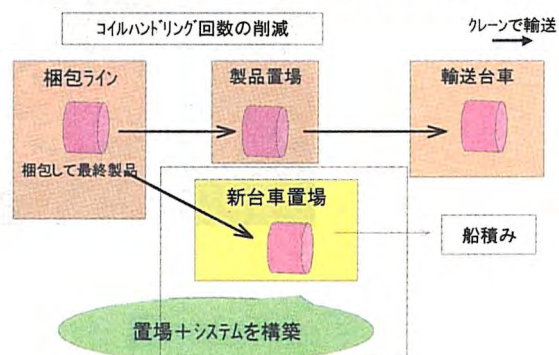
その結果、作業予定確認のための下車作業ならびに山繰り作業（コイルの置き換え）が多く、作業負荷を高めていることがわかった。そこで、コイル置場情報、作業予定情報を、クレーンに乗車した状態で容易に把握できるように、置場管理システムを導入した。また、コイルハンドリング回数を削減するために、出荷台車を置く間口を新設し、製品置場を経由することなく船積みするように物流を改善した（図表26）。

図表26

・クレーン作業の問題点と解決策



・職務再設計: クレーン運転作業負荷の軽減対策



この対策により、コイルハンドリングや、付帯作業に関わる一部作業負荷の軽減を図ることができたが、前傾姿勢でコイルを確認する不良姿勢については、依然として改善する必要がある（図表27）。

そこで、次に人間工学的手法でのアプローチも試みた。

ロ. 人間工学的手法：働態観察（姿勢観察、行動観察）

図表27

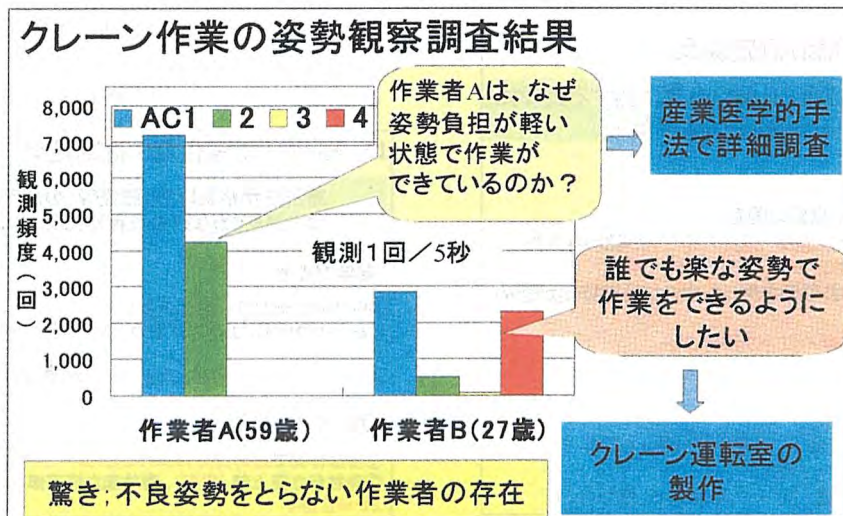
	評価	コメント
費用	△	間口新設ならびに置場管理システム導入に費用を要した
効果	△	ハンドリング回数削減で作業量減少 不良姿勢の頻度は減るが、無くなることは無い

熟練作業員A（59歳）ならびに若年作業員B（27歳）について、OWAS法により作業姿勢負荷を分析した。その結果、作業員Bでは姿勢負荷が重いアクションカテゴリ（AC）4が頻度多く認められたのに対して、作業員Aではそれがまったく認められなかった。（図表28）

作業員Bの実作業の分析から、不良姿勢を無くすための手段として、クレーン運転室の改造による作業時の視野の確保が重要と判断し、改造方案に着手した。この方法は、IE手法で検討した対策よりも、不良姿勢を無くすという意味で効果が大きい（図表29）。

また一方で、両作業員の姿勢差異がなぜ生じるのか、より深く原因を調べる目的で産業医学的調査を行うこととした。この調査では、熟練作業員Aが、なぜ姿勢負荷が軽い状態で作業ができているのか、実際に身体にかかる負荷が軽いのか、を確認ポイン

図表28



図表29

	評価	コメント
費用	△	共同研究費での運転室改造
効果	◎	楽な姿勢での作業を可能にした

トとした。

ハ. 産業医学手法

熟練作業員A、若年作業員Bのそれぞれの視線の動き、前傾姿勢、操作ペダルへの足掛け等について、差異の有無を定量的に把握するために、以下の調査を行った。

- ・ EOG（眼電位図）
- ・ EMG（筋電位図）
- ・ 作業姿勢モニター（屈曲角度）
- ・ 2軸式ゴニオメーター（膝関節角度）

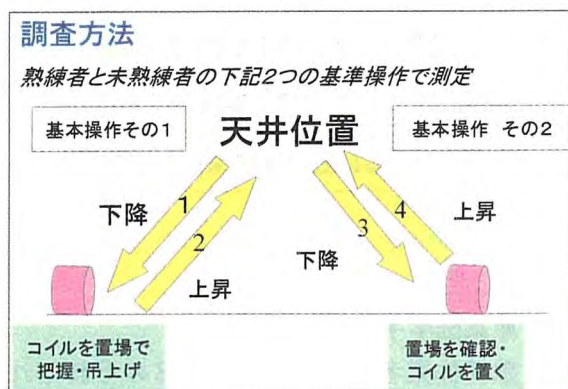
上記調査は、次に示すクレーン基本操作

図表30

クレーン運転作業時の生体情報測定

- ・ベテランはなぜ姿勢が悪くならないのか
- ・視線の動きが違うか？
→ EOG(眼電位図)測定
- ・肉体への筋肉負荷に差異はあるか？
→ EMG(筋電位図)測定
- ・実際の屈曲度はどうか？
→ 作業姿勢モニター、ゴニオメーター

図表31



について行った（図表30、31）。

操作その1：天井位置よりスタート→天井位置を移動しての監視作業→下降→所定のコイルを把握→上昇→天井位置まで上昇し、終了

操作その2：操作1終了地点よりスタート→天井位置を移動しての監視作業→下降→所定の位置にコイルを設置→上昇→天井位置まで上昇し、終了

① EOG（眼電位図）測定結果

熟練作業者と若年作業者を比較して、若年作業者については以下の特徴が認められた（図表32）。

- ・把握・設置過程での視線の固定（最大25.6秒）
- ・把握・設置過程での不連続な視線移動

図表32

イ. EOG(眼電位図)測定結果

運転作業の初期動作: 情報把握に関する動作に大きな差異が認められた

若年作業者

- ①把握・設置過程での視線の固定
⇒ 最大で25.6秒の固視(視線の固定)が認められた。
- ②把握・設置過程で視線が幾度となく大きく飛ぶ
⇒ 特に縦方向、首の移動を伴った大きな視線移動が認められた。
- ③操作間で視線の変動パターンが異なる

熟練作業者

- ①視線が固定することなくリズムカルに動いている
- ②視線が大きく飛ぶことがない
- ③操作間で視線の変動パターンが均一で、崩れない

(特に首を縦方向に大きく動かす視線移動)

- ・操作間における視線の変動パターンの変化

今回の調査範囲では、上記の特徴が若年作業者の未熟練さゆえに生じるものであるのか、個人の無意識の所作の結果であるのかは不明である。

一方、熟練作業者は、小刻みな視線の移動で情報把握ができていているわけであるが、もし、熟練作業者の技能の一端が、この視線の動きによる情報把握にあるとすれば、この両者における差異の原因を突き詰めることが、我々の目的とする技能伝承プログラム作成に有用になる。

② EMG（筋電位図）測定結果

熟練作業者と若年作業者いずれにおいても筋肉への負荷(%MVC)が大きいことがわかった。ただし、両者における負荷のかかり方には相違がある。すなわち、熟練作業者ではほぼ一定の負荷であったのに対して、若年作業者では作業内における負荷変動が極めて大きかった（図表33～35）。

いずれの作業者においても身体への負荷が大きい作業となっていることから、人間工学的手法による分析結果から判断した、座ったままの姿勢での情報把握ならびに作業を可能とする運転室への改造は、全ての作業者にとって有効かつ必要な対策であることがわかった。その際の視点としては、以下の項目が挙げられる。

図表33

ロ. EMG(筋電位図)測定結果

局所筋骨格系障害(腰痛等)の原因につながりそうな筋肉負荷が認められた

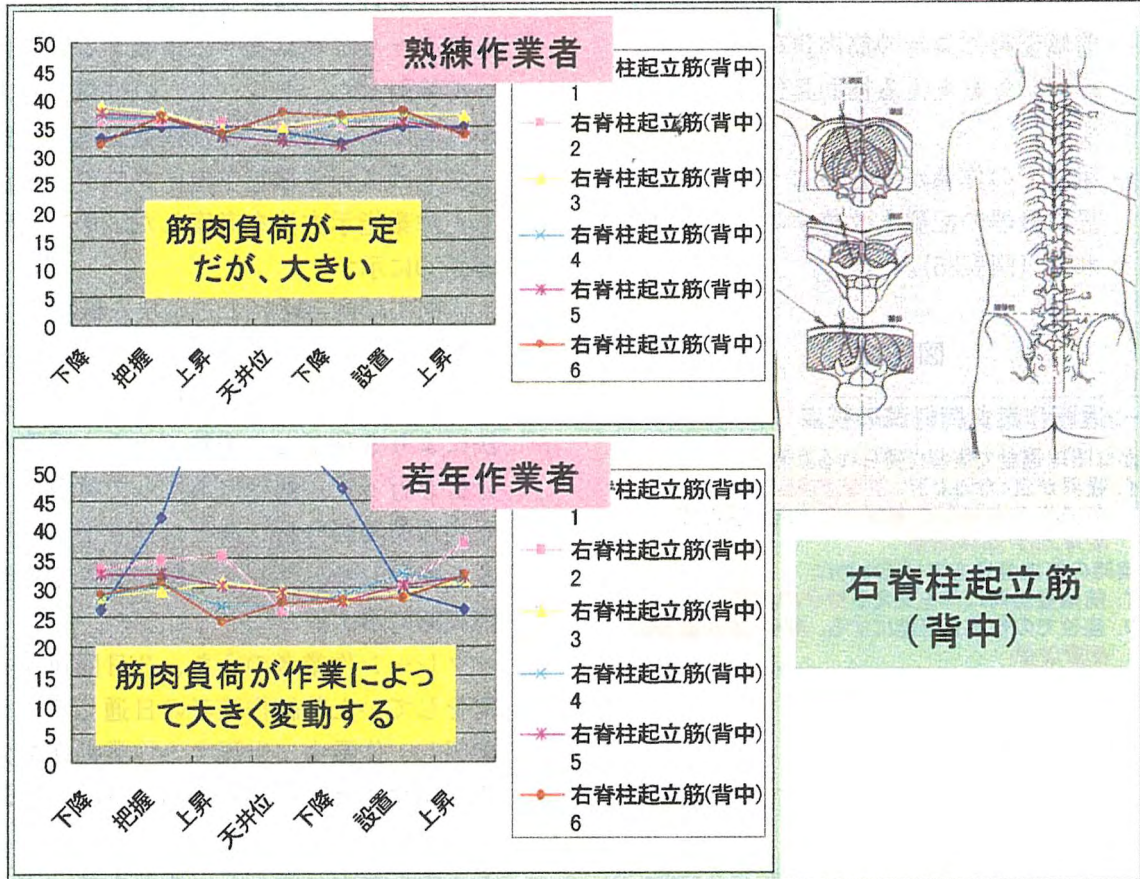
若年作業者

- ①脊柱起立筋上部(背部)の筋肉負荷(%MVC)が高い。
- ②左右の僧帽筋、上腕二頭筋の%MVC値に操作間で2倍近い開きが認められる。
- ③各操作間で%MVC値に大きな差異が認められる箇所がある。

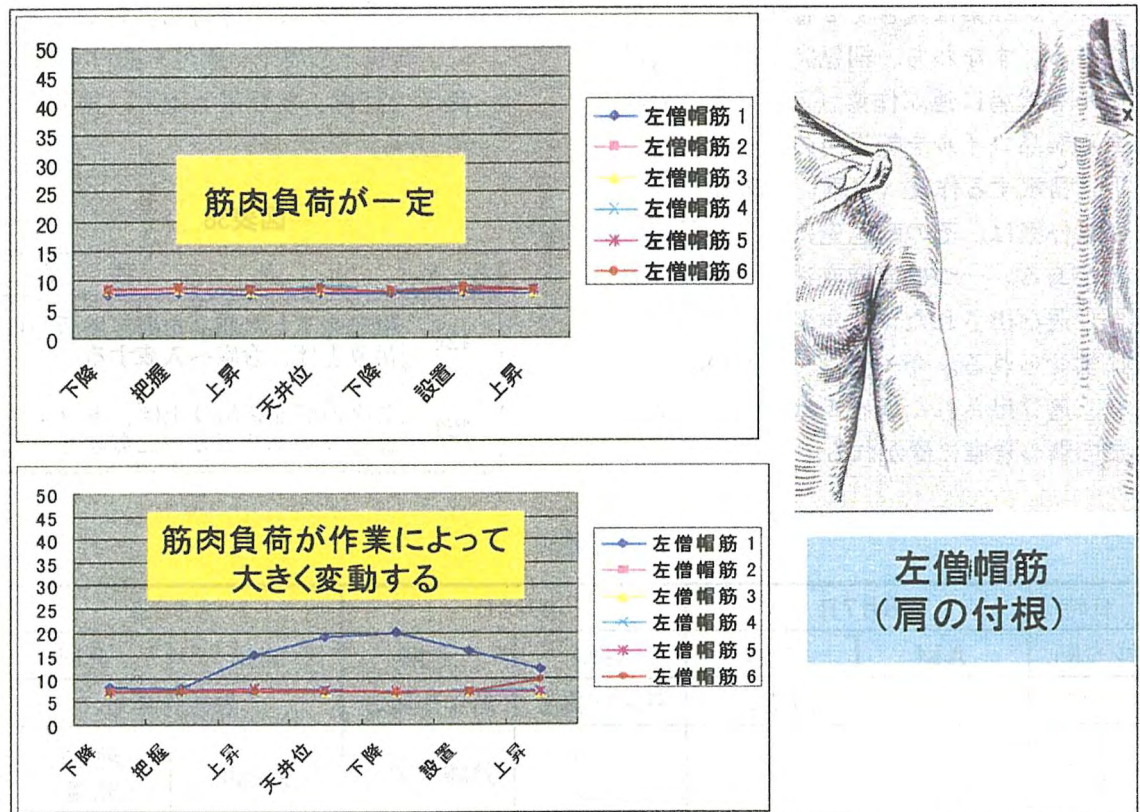
熟練作業者

- ①各操作間で筋肉負荷(%MVC値)が一定である。
- ②脊柱起立筋上部(背部)、脊柱起立筋下部(腰部)の%MVC値が20%台後半

図表34



図表35



- ・細かな眼球運動で情報を得られるように視界を確保する。
- ・前傾姿勢作業時の筋肉負荷を下げるために、体を支える補助具付椅子を設置する。
- ・座位での作業ができるように、椅子・操作機器の配置を改善する等が挙げられる（図表36）。

図表36

クレーン運転作業負荷軽減の視点	
・細かな眼球運動で情報を得られるように	
イ.	視界が良くなるように 運転室を改造
ロ.	熟練者の 観察眼の意味付け と未熟練者の 教育プログラムの開発
・作業時の筋肉負荷を下げるために	
イ.	前傾姿勢時に体を支える 椅子の試作
ロ.	座位での作業を可能にする、 椅子・操作機器の配置改善

(3) 調査の詳細結果

前項で示した調査結果について、以下に詳述する。

イ. IE手法による現状分析結果

作業負荷を軽減するために、要素作業毎の時間分析を行った。

クレーン作業は大きく2種類の作業に分類される。すなわち、梱包完了済みの製品コイルを置場に運ぶ作業（入庫）と、置場にある製品コイルを輸送用のキャリアパレットに積載する作業（出庫）である。

出庫作業は、その輸送先により2種類の作業がある。一つは岸壁直送材であり、置場から運び出されたコイルが、直接船の荷役に供せられる。今一つは、棟換輸送材であり、運び出されたコイルは、船が入港するまで別の倉庫に置かれる。

入出庫作業の簡略化方策として、棟換輸送材に着目し、梱包完了後置場へ運ばずに直接キャリアパレットに積載する方法について検討した。クレーンへの作業指示方法が課題であったが、梱包作業負荷軽減策として進めている梱包予定化システムを活用した作業指示方法を考案した。その概要を図表39に示す。

ロ. 人間工学的手法による現状分析結果

精整工場クレーン職場のうち、図表37に示す作業、作業月日について、OWAS法により5秒ごとの姿勢データを採取し、分析を行った。解析にあたってはOvak式作業姿勢分析システムソフトJOWASを使用した。クレーン毎の主たる作業を図表38に示す。

クレーン作業者のうち、3日間連続で作業をしていた熟練作業者の日通しデータを参照し、作業中に出現する作業動作を大きく分類すると、出現頻度順に下記のとおりであった。

- ① 首を左右に動かし、背部をまっすぐ、両腕とも肩下、椅子座でのクレーンの移動（61.5%）
- ② 首を前傾のまま保持し、背部をまっすぐ、両腕とも肩下、両足を曲げずに立つ、商品の把握、及び吊り上げ、吊りおろし（35.6%）

図表38

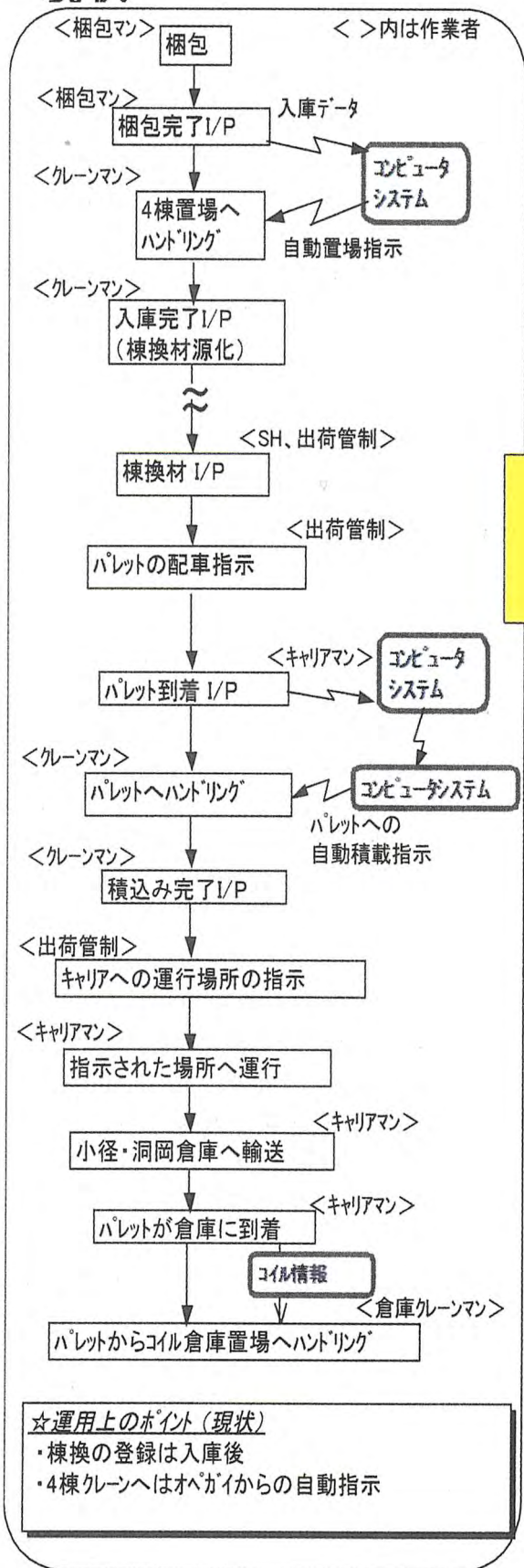
クレーンNo.	主たる作業
126	梱包完了した商品を梱包場所から吊り上げ、倉庫へ入庫する
127	倉庫の商品を吊り上げ、トラックまたはキャリアカーに載せる

図表37

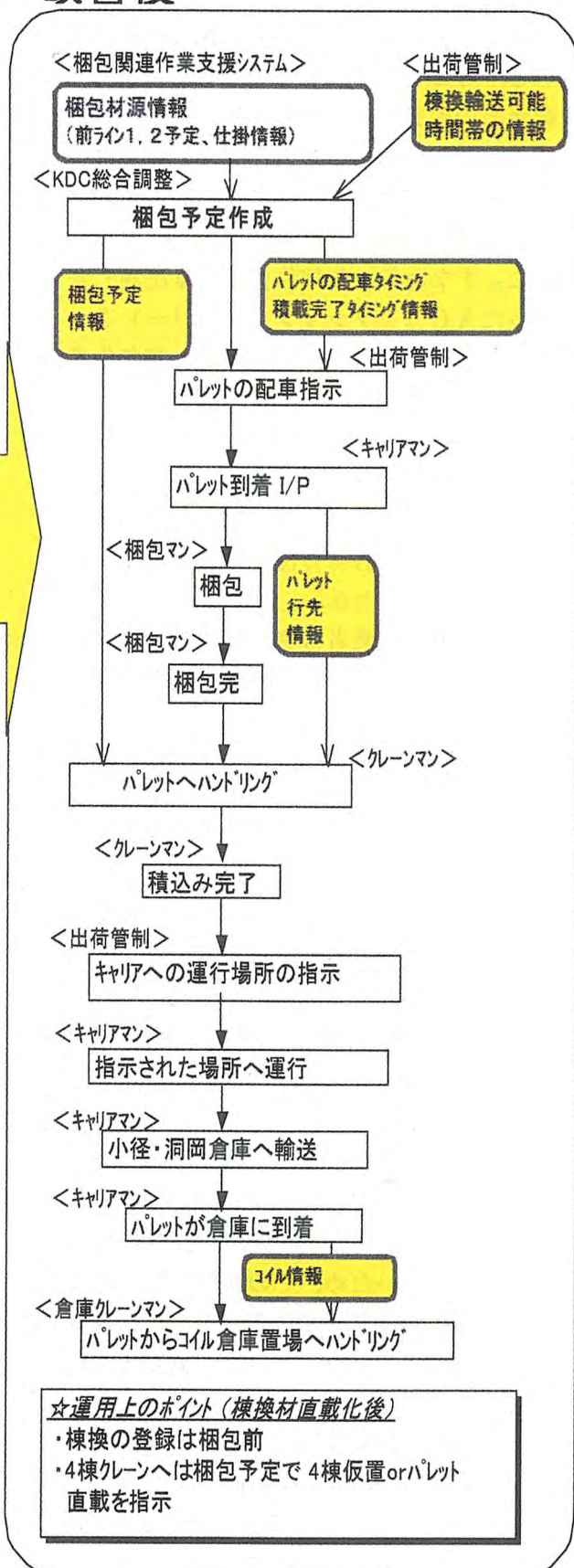
日時	8月7日		8月8日		8月9日	
	AM	PM	AM	PM	AM	PM
クレーンNo.						
126	若年作業員（27歳）		熟練作業員	若年作業員	熟練作業員	
127	熟練作業員（59歳）		熟練B（58歳）	熟練作業員	熟練B	熟練C（58歳）

図表39

現状



改善後



③ 首を右傾のまま保持し、背部をまっすぐ、片腕が肩、椅子座での小型パソコン操作 (2.9%)

今回、対象者を勤務20年を超える熟練作業者と、勤務3年目の若手である若年作業者とすることで、ベテラン作業者と新人作業者との作業姿勢の差異を比較した。その結果、調査期間中の若年作業者の休業により両者の測定サンプル数に違いはあるものの、両者の差異は分析結果に如実にあらわれた。すなわち、熟練作業には出現しなかったAC (アクションカテゴリー) 3、AC 4に分類される作業姿勢が、若年作業ではAC 3が1.1%、AC 4が40.1%出現した。

若年作業者のAC 4は全て、コイルの把握、および吊り上げ、吊りおろしの作業に出現している。各身体部位の特徴をまとめると以下の通りとなる。

- ・首部：若年作業者はクレーン本体の真下を視野に入れるべく、大きく前屈している。
- ・背部：若年作業者はクレーン本体の真下を視野に入れるべく、上半身を大きく前に乗り出す。その際、クレーン前部の窓ガラスが邪魔になり、クレーン外部に身体を乗り出すべく、上半身を大きく右にひねる。
- ・上肢：若年作業者は上半身を大きく前に乗り出すため、腰部関節を90°近く前屈させる。その際、クレーン操作をする上肢を体幹後方に大きくそらせる。(スキージャンパーの飛行時の上肢) また、運転室内が狭いため、その状態で肘を大きく上に上げて肘関節を曲げ、操作レバーを扱っている。(両腕とも肩)
- ・下肢：若年作業者は上半身の過度の前屈に加え、問題の作業に従事する際、常に足踏み式運転ペダルに足をかけている。従って、バランスをと

るために両膝をまげて立っている。

若年作業者に前述の作業姿勢の特徴が出現する理由としては、以下のことが考えられる。

- ① 製品の内径 (円筒が横になった形状) と、その商品を吊り上げるためのクレーンの爪 (爪を商品の内径に差し込んで吊り上げる方式) の外径の差が小さいため、製品を傷つけることなく、爪を差し込もうとするにはかなりのテクニックを必要とする。
- ② 木製のパレットに乗った商品 (円筒が縦になった形状) の吊り上げ作業では、パレット内部にしっかりと爪を差し込まないと不安定で運搬できない上、倉庫内では積み重なって保管されているために、差し込みに失敗すれば、商品の山を崩してしまう。短時間でこれらの仕事をこなすためには、かなりのテクニックを必要とする。
- ③ 熟練作業者は長年の経験から、一瞬の目視により上記の作業がこなせるものの、経験の浅い若年作業者は、常に目視をしながらの作業を強いられる。
- ④ 身をのり出してのクレーン下方の目視に際しては、クレーンの構造上、窓ガラス、操作ボタン台、操作レバー、足踏み式ペダル等、身体をひねり、関節を曲げてよけなければならぬものが多くなっている。

総括すると、視線の動き、前傾姿勢、操作ペダルへの足掛け等について、熟練作業者と若年作業者では差があるように思われる。

ハ、産業医学的手法による現状分析結果

上記の差異を定量的に把握するために、以下の生体情報測定を行った。

- ・EOG (眼電位図)：視線の動きを測定
- ・EMG (筋電位図)：前傾姿勢の筋肉負荷測定
- ・作業姿勢モニター (屈曲角度)
- ・2軸式ゴニオメーター (膝関節角度)：操

作ペダルへの足掛け影響

上記調査は、以下のクレーン基本操作について行った。

操作その1：天井位置よりスタート→天井位置を移動しての監視作業→下降→所定のコイルを把握→上昇→天井位置まで上昇し、終了

操作その2：操作1終了地点よりスタート→天井位置を移動しての監視作業→下降→所定の位置にコイルを設置→上昇→天井位置まで上昇し、終了

上記の作業パターンを、横型梱包コイル3ケース、型梱包（木製パレットに載った）コイル3ケースについて、計6回行った。

① EOG（眼電位図）測定結果

熟練作業者と若年作業者の測定値の比較から、以下のことが判明した。

把握・設置過程での視線の固定時間に差異が見られ、若年作業者は、最大で25.6秒の固視（視線の固定）が認められた。また、把握・設置過程で視線が幾度となく大きく飛んでいた。特に縦方向で首の移動を伴った大きな視線移動が認められた。結果として、操作間で視線の変動パターンが異なることがわかった。

一方、熟練作業者は、視線が固定することなくリズムカルに動いている、視線が大きく飛ぶことがない、操作間で視線の変動パターンが均一で崩れない、等の特徴があった。

今回の調査範囲では、上記の特徴が若年作業者の未熟さゆえに生じるものであるのか、個人の無意識の所作の結果であるのかは不明である。

また、熟練作業者は、小刻みな視線の移動で情報把握ができていくわけであるが、もし、熟練作業者の技能の一端が、この視線の動きによる情報把握にあるとすれば、この両者における差異の原因を突き詰めることが、我々の目的とする技

能伝承プログラム作成に有用になる。

② EMG（筋電位図）測定結果

若年作業者と熟練作業者それぞれに局所筋骨格系障害の原因になると思われる特徴がデータ上に認められた。

若年作業者では、脊柱起立筋上部（背部）の%MVCの値が高く、左右の僧帽筋、上腕二頭筋の%MVC値に操作間で2倍近い開きが認められる。また、各試行間で%MVC値に大きな差異が認められる箇所がある。

一方、熟練作業者では、各操作、各試行間で%MVCの値に全くといっていいほど変化が無く、脊柱起立筋上部（背部）、脊柱起立筋下部（腰部）の%MVC値が20%台後半～40%と常に高くなっている。

いずれの作業者においても身体への負荷が大きい作業となっていることから、座ったままの姿勢での情報把握ならびに作業を可能とする運転室への改造は、全ての作業者にとって有効かつ必要な対策であることがわかった。その際の視点としては以下の項目が挙げられる。

- ・細かな眼球運動で情報を得られるように視界を確保する
- ・前傾姿勢作業時の筋肉負荷を下げるために、体を支える補助具付椅子を設置する
- ・座位での作業ができるように、椅子・操作機器の配置を改善する

二、クレーン運転作業の現状分析結果総括

熟練作業者と若年作業者の作業分析結果から、以下のことが判明した。

- ① 熟練作業者と若年作業者では、情報把握における視線の動きや、作業時の筋肉への負荷変動が異なる。熟練作業者は小刻みな視線の動きで情報を把握し、作業毎の筋肉負荷がいつも一定である。作業姿勢にも特段悪い点は見受けられない。このような熟練作業者の作業方法は、未熟な若年作業者を育成していく上での手本とすべきものと思われ、教育訓練プロ

グラムに反映していきたい。

- ② 熟練作業者と若年作業者いずれにおいても高い筋肉負荷が認められた。不良前傾姿勢を採らない熟練作業者において、高い筋肉負荷がかかる理由は定かでないが、立ったままでの連続作業による緊張がその一因であることは十分考えられる。いずれにしても、より楽な姿勢で作業ができるように改善すべきと考える。

(4) クレーン運転作業の改善策

イ. 改善策の考え方

不良姿勢を改善するためには、クレーン運転室の視界の改善が第一である。従来の運転室では、座った位置での吊り上げ対象物の視認は全く不可能で、吊り上げるフォークの先端が座った位置から全く見えない(写真4、5参照)。従って、クレーン運転

作業者は、常に立ち上がって窓から首を出し下を覗き込む姿勢を取らなければならない。これを改善するために、クレーン運転室の前面の窓レイアウトを改善し、運転室床面までをガラスで覆うことで、運転者に対して右前方下方向にある、吊り上げフォークとその先の吊り上げ対象物を視認しやすくする。

加えて、作業椅子を可能な限り前方へ移動できるようにすることで、前方下側の視野確保がより容易になるような工夫を考えに入れた。狭い運転室での作業であるため、可能な限り快適な姿勢が維持できる運転椅子の選択に十分に調査時間をとり、個々人の体型に合わせた調整機能を有することを条件とした。

また、立ち上がって作業する場合にも、胸当てを設置し、前方への体を傾けて身を



写真4 クレーン運転室からの視野検証 (No.1)

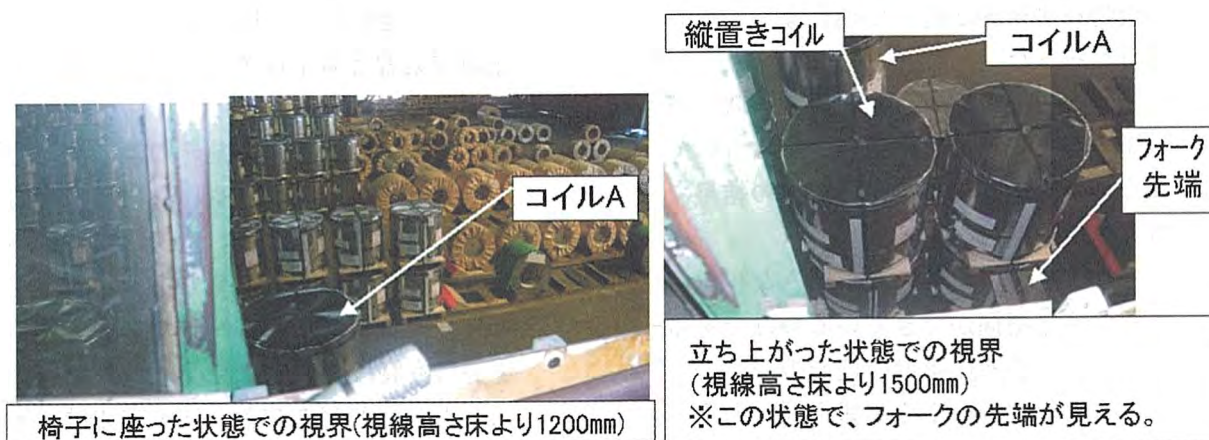


写真5 クレーン運転室からの視野検証 (No.2)

乗り出す場合でも、腰への筋肉負担を軽減すべく補助サポート機構を設置する事とした。

ロ. 運転室レイアウト改善

まず第一に、運転室の大きさを最大限広げられる大きさを検討した。今回対象としたクレーンは、運転室自体が吊り上げ対象物と同じように昇降・前後、左右に移動可能な特殊なクレーンであるため、運転室が動いた際に周辺の設定に当たらない範囲で拡大できる大きさを検討した。この結果、運転者の前方に約250mm、左方向に約300mmの拡大範囲がとれる事が判明し、これを織り込んだ設計とした。

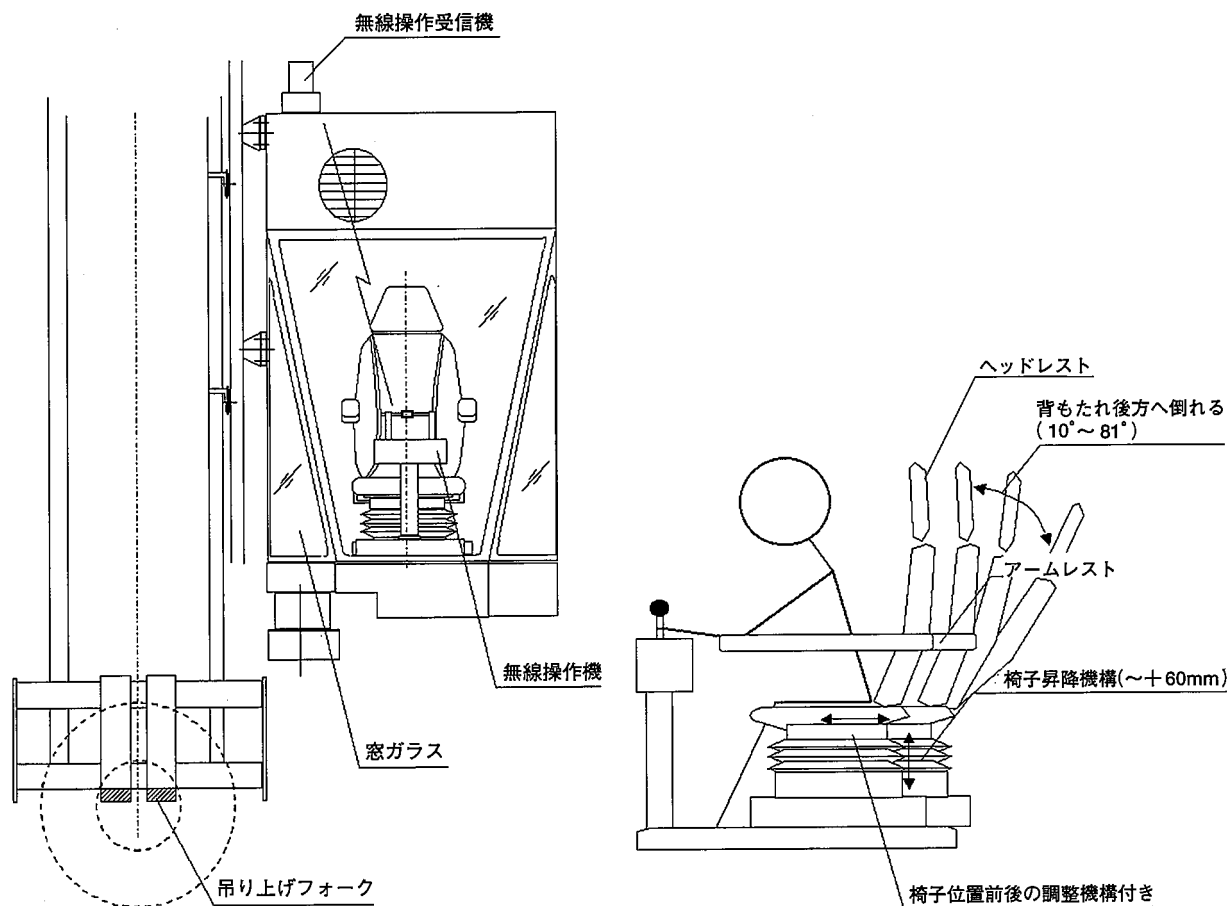
第二に、運転者の視界改善のための窓ガラスレイアウトの検討を行った。改造イメージを図表40に示す。

運転者前方の視界を、特に運転室前方右下の吊り上げフォークを視認するための窓

ガラスレイアウトに十分な配慮を行い、いろいろなレイアウトを検討した結果、前面に台形上に張り出した立体的な窓ガラス形状を採用することで、視界を広げることが可能となった。この窓ガラスのレイアウトは、左右下方向が見やすいように、運転者に対して斜めの窓を設置する事で吊り上げフォークの見やすさを確保する事ができるようになった。

第三の改造ポイントとして、運転席の椅子の選択に重点をおいた。従来の椅子は、固定式であるため全く移動できず、座ったままの位置で目標物が見えない場合は必ず立ち上がって視界を確保しなければならなかった。しかも、椅子の固定されている位置が、作業者の視界を考慮した配置になっておらず、座った位置は運転室のやや後ろ気味に位置する。これは、運転室の最前列に操作レバーと操作ボタンを配置している

図表40



ため、作業者の座る位置スペースを確保すると、必然的に後ろへ配置しなければならないためである。新たに改造した運転室の椅子（図表40参照）は、前後に移動できる機構を持ち作業者は自分の見やすい位置まで前方に椅子を移動させることができる。また、高さ方向の調整機能として、最大60mmまでシート高さを持ち上げる機能を持つ椅子を採用する事により、運転室の下をのぞき込みたい場合にも、座ったままで作業できる範囲の拡大を図った。最後に椅子自体の旋回機能を持たせ、右下前方の吊り上げフォークに対して正面を向いて作業できる姿勢を確保するように、左右に最大90°まで旋回できる機構を持たせた。この旋回機能は、作業者が椅子に乗り降りする際にも役立つ機能である。その他の特徴としては、アームレストの設置により、操作レバーを握る際に肘をついた状態で作業できる姿勢を保持し、肩こりを訴える作業者の要望に応えるとともに、背中中のバックレストも後方へ倒れる機構を利用して、作業のない合間に腰を伸ばす動作ができるように工夫を凝らした。

これらの調整機構に合わせて、操作レバーや操作ボタンの配置も改善した。従来の操作レバーは、物体が大きく、その存在自体が運転者の視界を妨げる障害物となっていた。操作レバーにつながる配線を収納するため必然的に大きくなるためである。今回改造した、運転室では、操作レバーを無線操作式に変更する事で、操作レバー及び操作ボタン類をコンパクトにまとめ、更に操作機器からの配線を省略できることで大幅な視界確保ができるとともに、運転者が前方の操作機器にじゃまされずに、可能な限り前方に椅子を動かし運転作業ができる

こととなった。

第四に立ち作業における腰部分への負担軽減を改善のポイントとした。大部分の作業は、窓ガラスのレイアウトや椅子の工夫により座った姿勢のまま作業可能となったが、トラック等へのコイル積み付け作業はクレーンとトラックとの接触の危険性があるため、微妙なクレーン運転操作が必要とされる。クレーン運転者はクレーン本体とトラックとの接触事故を極力回避すべく、立ち上がってより見やすい位置へ体を乗り出し視野を確保することで、トラックとクレーン本体との間隔を数10cmまで近づけて作業しようとする。このときに前屈みの不良姿勢を取るため、従来と同じく腰痛などの腰への負担が懸念される。そのため胸で自分の体重を支える3点式シートベルトを設置し対策を講じた。この対策は、本研究の一貫として他社のクレーンを見学・調査した際に、運転室内に試作品として設置されていた体重受けの椅子の付属品をヒントに開発した。調査企業において設置されている体重受けは、椅子の背もたれを前側に設置したような、腹部で体重を支える機構であったが、当社の作業は立ち上がった姿勢での前屈姿勢であることに加えて、両腕を自由に動かせるように工夫を加え、ベルト式に変更した。前屈姿勢時の運転者の体重は両肩で支えられ、レバー操作を行う腕で体重を支えることなく運転操作ができる。

この他の改善ポイントとしては、生産コイルの情報収集端末の設置レイアウトやこれに合わせた照明機器、冷暖房機器の導入により運転者の精神的な苦痛にも配慮を施し、狭い運転室内でも長時間の作業が快適に継続できる環境を配慮することができた。

将来に向けての展望・まとめ

本研究は、本年度に引き続いて平成14年度も継続して実施することを予定している。

梱包職場及びクレーン職場へ導入した支援機及び運転室の改造による改善効果測定については、改善後からある程度期間をおいてから行うべきであると判断し、次年度において詳細に実施することとした。

次年度における効果測定では、梱包職場においては、深く腰をかがめてしゃがみ込む負担の重い作業の頻度が減少しているのか否かについて、支援機導入前と同じ条件で作業負荷分析を行い、効果を検証する。クレーン運転室の改造においては、クレーン運転作業者にとって、運転室の作業環境が変化することは、不慣れな作業を強いる事と同じであり、改造直後では改造前より精神的な負担が増えている。当初の計画した改善効果を検証するためには、運転者が新しい運転室のレイアウトに慣れた頃に効果検証を行う。

いずれの職場においても、次年度の効果測定の結果を踏まえ、もう一度問題点を整理し、必要な改善策を講じる事で、平成13年度の研究成果を確実に発揮できるような追加策を講じてゆくこととしたい。

梱包職場においては、今回の支援機導入は3種の作業負荷の重い作業の一つを対象とした支援機であり、一連の梱包作業全体においては、残り2つの悪い姿勢を伴う作業が残されている。この梱包職場において、高齢者が全作業に差が無く働くためには、残りの作業に対しても負荷軽減の対策を講じることを予定している。

クレーン運転作業においては、熟練度による疲労度合いの差の解消を目指すべく、技能伝承手法の確立と、これを支援すべく技能水準診断システムを開発し、それを基にした教育・訓練システムの骨子を構築することを予定している。