

平成23年度

共同研究年報



独立行政法人

高齢・障害・求職者雇用支援機構

高齢者がいきいきと働ける職場づくりのために



熟練した高齢技術者集団が働く合成ゴム精錬工場における作業負担軽減のための生産システム改善に関する調査研究

株式会社丸昇

所在地 茨城県下妻市鎌庭 2052-124

設立 昭和 25 年1月

資本金 1,150 万円

従業員 14 名

事業内容 樹脂・エラストマーの特殊加工

研究期間 平成 23 年 4 月 20 日～平成 24 年 3 月 9 日

研究責任者	小菅 俊和	株式会社丸昇	代表取締役
	原 信孝	株式会社丸昇	工場長
	川上 満幸	首都大学東京	システムデザイン学部 教授
	澁谷 正弘	首都大学東京	システムデザイン学部 准教授
	山中 仁寛	首都大学東京	システムデザイン学部 准教授
	内川 和則	元株式会社荒井製作所	生産管理部長
	倉持 忠良	株式会社丸昇	開発部長
	星野 光世	株式会社丸昇	経理担当

I	研究の背景、目的	165
1.	事業の概要	165
2.	高齢者雇用状況	165
3.	研究の背景、課題	165
4.	研究のテーマ・目的	165
5.	研究体制と活動	166
II	研究成果の概要	167
1.	樹脂改質材生産工程の調査研究	167
2.	高齢者の作業負担軽減のための支援機器の開発導入	167
(1)	混練機排出物移動作業支援装置	167
(2)	ドラム缶計量作業支援装置	167
(3)	S P M出口品種切替作業支援装置	167
(4)	混練機投入作業支援装置	167
(5)	ゴム切断計量作業支援装置	167
(6)	粉体計量作業支援装置	168
(7)	粉碎品打粉・冷却・袋詰作業支援装置	168
III	研究の内容と結果	169
1.	樹脂改質材生産工程の調査研究	169
(1)	現状調査・分析	169
(2)	問題点と改善の指針	169
(3)	改善案の策定	169
2.	混練機排出物移動作業支援装置の開発導入に関する調査研究	170
(1)	現状調査・分析	170
(2)	問題点と改善の指針	170
(3)	改善案の策定	170
(4)	改善案の試行・効果測定	171
3.	ドラム缶計量作業支援装置の開発導入に関する調査研究	171
(1)	現状調査・分析	171
(2)	問題点と改善の指針	172
(3)	改善案の策定	172
(4)	改善案の試行・効果測定	173
4.	S P M出口品種切替作業支援装置の開発導入に関する調査研究	173
(1)	現状調査・分析	173
(2)	問題点と改善の指針	174
(3)	改善案の策定	174
(4)	改善案の試行・効果測定	174
5.	混練機投入作業支援装置の開発導入に関する調査研究	175
(1)	現状調査・分析	175
(2)	問題点と改善の指針	177

(3) 改善案の策定	177
(4) 改善案の試行・効果測定	178
6. ゴム計量作業支援装置の開発導入に関する調査研究	181
(1) 現状調査・分析	181
(2) 問題点と改善の指針	183
(3) 改善案の策定	183
(4) 改善案の試行・効果測定	184
7. 粉体計量作業支援装置の開発導入に関する調査研究	185
(1) 現状調査・分析	185
(2) 問題点と改善の指針	186
(3) 改善案の策定	186
(4) 改善案の試行・効果測定	187
8. 粉碎品打粉・冷却・袋詰作業支援装置の開発導入に関する調査研究	188
(1) 現状調査・分析	188
(2) 問題点と改善の指針	189
(3) 改善案の策定	190
IV まとめ	193
1. 研究活動の背景と効果	193
2. 研究活動における影のテーマ	193

I 研究の背景、目的

1. 事業の概要

当社は昭和 25 年に葛飾区四つ木に個人商店のゴム材料問屋として発足。昭和 29 年に株式会社へ移行して以来、至誠・徳業・報恩をモットーにゴム業界発展のため微力を尽くし、地道な前進を続けてきた。

昭和 60 年に有限会社ケイソ工業所を設立し、ゴム・樹脂エラストマーのフィラー混練加工販売に進出、平成 10 年に合併、平成 11 年 4 月に本社機能を現在地に移転した。

顧客からの要望に即時、細やかな対応がとれる化学品加工開発体制を持つ、ゴム・樹脂エラストマーマスターバッチの生産販売・ゴム資材商社として、主に関東、東北地区の顧客に、近年はさらなる躍進を目指し、ゴム・樹脂関連はもとより多岐にわたる新規商品の開発にチャレンジし、中部、関西方面にも販売を広げお客様に奉仕している。

2. 高齢者雇用状況

平成 12 年 6 月期より 60 歳定年制を導入した。定年到達者については、本人の希望を聞き就業時間などの労働条件を見直し、再雇用を行っている。従業員 14 名の内 6 名が 60 歳以上で 42.8%を占め、平均年齢 55 歳と高齢化が進んでいる。67 歳の高齢者もおり、30kg/袋の原料ゴムの開梱、計量作業にも従事している。

3. 研究の背景、課題

生産は受注生産型で、自動車部品の原料となる合成ゴムを中心に多品種少量のバッチ生産をしている。工場建屋も製品特性に応じて 3 つに分散している。配合薬品は 1 品種あたり 10 種類から 20 種類使用し、数 g から数十 kg に計量・混練をして製品化している。

その原料は 1 袋あたり 20kg から 35kg の重量物であり、これらの配合材を組合せて 1 バッチあたり 50kg から 100kg の製品を作る集約型産業である。重量物を加工移動する作業

が中心であり、その中には中腰や不安定な姿勢での作業が多く含まれている。

ゴム、樹脂エラストマーの製品は、製品間で粘着する性質があり、これを防止するために水性離型剤を使用する物とドライ離型剤を使用するものがある。ドライ離型剤を使用すると作業場に粉塵が立ちこめ、作業環境が悪化する。補強剤として配合される殆どが粉体品で、計量時にはドライ離型剤同様に粉塵を飛散させている。

通常、混練機で加工された物は 50kg から 100kg のブロック状品で、圧延ロールでシート化し冷却、梱包される。樹脂用改質材は、混練排出後シート化し、短冊状に裁断・冷却後、別建屋に移動し粉碎機にかけフレーク状に加工する。フレーク品にブロッキング防止剤（ドライ離型剤）を混合し、攪拌・冷却・計量・パッキングして出荷される。これらの作業は全て人力によるもので作業者の負荷が非常に大きい。また、ドライ離型剤を使用するために粉塵が発生し大きな負担となっている。この作業の多くは立ち作業と変則姿勢で行うので、人的負担が大きく作業者から改善の要求があるが対応できてないのが現状である。

そのため、慢性的な肩こりや腰痛といった症状に悩まされている。重量物運搬、変則作業姿勢による作業者の負荷を軽減し、高齢者が健康でいきいきと働ける職場を作るための支援装置等の研究・開発を行い、70 歳雇用を目指した業界でのモデル工場となるように取り組むこととした。

4. 研究のテーマ・目的

高齢者の継続雇用のための負荷軽減を目的として、

- (1) 場内物流の現状分析及び作業者へのヒアリング調査を行い、意見・要望を吸上げ作業者の負担と作業環境に関する問題点の抽出を行う。

- イ. 生産工程を改善することにより、生産工程途中での別棟工場に半製品を移動する作業、手作業による打粉、扇風機による冷却、コンテナへの積み替え、人力による移動等の負担を軽減する。
 - ロ. 混練機への原料配合材投入、混練機から排出されたブロック状の重量物取扱い等の改善をする。
 - ハ. ゴム精練における各工程で発生する粉塵飛散を抑え、作業環境改善の分析をする。
- (2) 抽出された問題点に対して作業者の負担を改善できる生産システムを構築する。
 - (3) 構築した生産システムの有効性について、作業能率の向上並びに作業者負担軽減を明らかにする。

5. 研究体制と活動

研究責任者を中心に首都大学東京の先生方のご指導を得ながら、従業員の意見の吸上げ、各工程の現状把握、問題点の絞込み、具体的な改善案の検討、実施をした。

当初の計画に従って樹脂改質材工程の研究を進めたが、支援機器の導入と効果検証が研究期間内に間に合わないものがあつたため、改善点を再検討しながら研究を実施した。

Ⅱ 研究成果の概要

1. 樹脂改質材生産工程の調査研究

- (1) 研究テーマの絞込みとして提案のあった本テーマについて、研究会メンバー全員で生産現場の実態検証をし、研究対象を樹脂改質材混練品排出工程から粉碎品パッキング工程の範囲とすることにした。
- (2) 疲労自覚症状調査、作業工程分析、作業工程分析、主力機器の待ち時間調査を実施した。
- (3) 支援機器の具体的案の検討と推定効果の算出。
 - イ. 混練機以降に支援機器を導入することにより、1トンの生産あたり、『重量物移動距離 13,967m、移動時間 11 時間』が削減でき、作業者の労働条件が大幅に改善されると仮定し、具体的に検討した。
 - ロ. 支援機器の導入設置が当初計画よりも遅くなり、試運転、効果確認を考えると無理がある。また対象品種が少ないという理由で本テーマの主力機部の改善については見送ることとし、問題点の再抽出をすることとした。

2. 高齢者の作業負担軽減のための支援機器の開発導入

(1) 混練機排出物移動作業支援装置

混練機から排出された半製品は 100℃から 250℃あり、簡易式移動バケットを使用して SPM（押出圧延機）用バケットに移動する作業が不安全で、50kg から 100kg の重量物を反転させる腰や腕に負荷のかかる重労働である。本支援機器導入により、従来 2 人で行った作業が 1 人でできるようになり、またほとんど負担無く作業ができるように改善された。

(2) ドラム缶計量作業支援装置

1 本、180kg から 250kg のドラム缶入り液体原料を計量するために、2 人もしくは 3 人がかりでドラム缶を動かし、簡易スタンドに

載せ横転する計量準備作業がある。

その多くは特殊用途向けで、ゴム関連工場と離れたクリーンな部屋での作業である。

重いドラム缶を取り扱う事は、指、手、背中、足腰に負担のかかる作業であった。本支援機器導入により 1 人で足腰等に負担なく作業できるようになった。

(3) SPM 出口品種切替作業支援装置

SPM（押出圧延機）と圧延ロール間が狭く作業し難い状況で品種切替時、不安定な姿勢で清掃作業をしていた。かつ作業内容は不完全で品質上の問題もあった。本支援装置の導入により、動力で機器を移動し作業スペースを確保できるようになった。その結果、不安定な作業姿勢が改善され、品質の向上にも効果があった。

(4) 混練機投入作業支援装置

混練品の原材料は 5 kg から 35kg ある物を数種類から約 10 種類使用する。その重い原材料を床に置かれたパレットより階段を 2 段上った 56 cm 上の作業台に人力で持上げ仮置きし、さらに 1 m 上の投入口に持上げて投入していた。袋物の重い物は、膝の上に載せて持上げていた。本支援装置導入により、混練り作業者の足、腰、腕にかかる負担の多い作業がなくなった。作業者の負担が大幅に改善されたことにより、就業意欲を高めることができた。

(5) ゴム切断計量作業支援装置

ゴム切断機・計量器は床置き型で床に立ち膝をついて、変形姿勢で固形ゴムの切断計量作業をしていた。35kg の固形ゴムの準備や計量物の仮置き作業では中腰姿勢を強いられていた。

また、一度精練された 30kg/袋の原料をパレットより下ろし、開梱・計量する作業があり、腕・腰の負担となっていた。

本支援装置導入により固形ゴムの準備、切断計量を通常の立ち作業で出来るようになり、一度精練された原料の開梱作業では中腰作業

が緩和され、足・腰・腕の負担を軽減できた。

(6) 粉体計量作業支援装置

補強材や充填材は粉体品で真比重が2から5と重いのが、計量作業により空気が混じると嵩比重が0.1から0.3等となり、微細な粉塵が発生し、作業者の負担となっていた。本支援装置導入により粉塵を回収でき、作業者の粉塵による負荷を軽減できた。

(7) 粉砕品打粉・冷却・袋詰作業支援装置

本テーマは、当初計画の樹脂改質材生産工程の一部で粉砕工程以降の中腰作業、持上げ作業、粉塵作業からの解放を狙ったものである。基本構想を作り、各機器の能力確認実験を重ねたところ、冷却揚昇コンベアの設計上、角度を確保することがぎりぎり、揚昇工程に疑問があると判明した。また、製品の冷却効果が未確認状態で、今回の研究期間内での導入は難しくなり、見送ることとした。

Ⅲ 研究の内容と結果

1. 樹脂改質材生産工程の調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 原材料入荷から製品出荷までの作業工程分析
- ロ. 作業工程分析
- ハ. 主力機器待ち時間と作業内容調査

ニ. 作業者疲労自覚症状調査

上記の調査と作業現況調査により改善点を絞りこんだ。

(2) 問題点と改善の指針

混練機排出から製品袋詰間に絞って調査研究をする。

作業工程分析の抜粋 1t(トン)生産時のデータ

	計量	混練	圧延・冷却	取出	粉碎	冷却・包装	計
総移動距離 m	338	248	320	4,448	1,226	253	6,833
%	5	4	5	65	18	4	100
総移動時間 分	53	227	429	252	920	30	1,911
%	3	12	22	13	48	2	100
問題点			腰・腕の疲労	足・腕・指・腰の疲労	足・腕・腰の疲労	足・腕・腰の疲労	
研究範囲			←————— —————→				
対策・目標			支援機器を開発し人的作業をなくするまたは軽減する。				

図表 1

イ. 混練機排出物移動作業

混練物をSPMバケット部に反転し移動する作業が身体的に負担であるため、人力作業から動力を使用した作業にする。

→このテーマを混練機排出物移動支援機器として研究した。

ロ. 圧延シート化、冷却、短冊カット、打ち粉、粉碎作業

これらの作業は、製品をフレック化するためのもので、人海戦術によるまさに3K作業であるため、これらの工程を一括処理し省略化する装置を導入する。

ハ. 粉碎品のブロッキング防止剤の打粉、2次粉碎、冷却作業

これらの作業は人的作業によるもの

で、粉塵の中での製品の移動作業が多く含まれているため、新規生産システムを開発する。

ニ. 製品の袋詰め作業

冷却された製品をスコップで袋に詰め計量する粉塵の中での繰り返し作業で足腰、腕など作業者の負担となっている。

冷却機器等を組合せることにより手作業による負担を解消する。

(3) 改善案の策定

イ. 混練機排出物移動作業

混練物をSPMバケットに移動でき動力で反転移動できる装置を作る。

原案としては、現行簡易移動機の反転部を動力化した物とする。

ロ. 圧延シート化、冷却、短冊カット、打

ち粉、粉碎作業

本工程に適した押し機を作り、ペレット化するにより改善する。

ハ. 粉碎品のブロッキング防止の打粉、2次粉碎、冷却作業、製品の袋詰作業

ペレット化した製品に機械的に均一に打ち粉をして製品の高熱時のブロッキングを 방지、冷却水の通った攪拌機と冷却能力のあるコンベアで冷却し、製品を充填袋の位置に上げ袋詰、計量をする装置を作る。

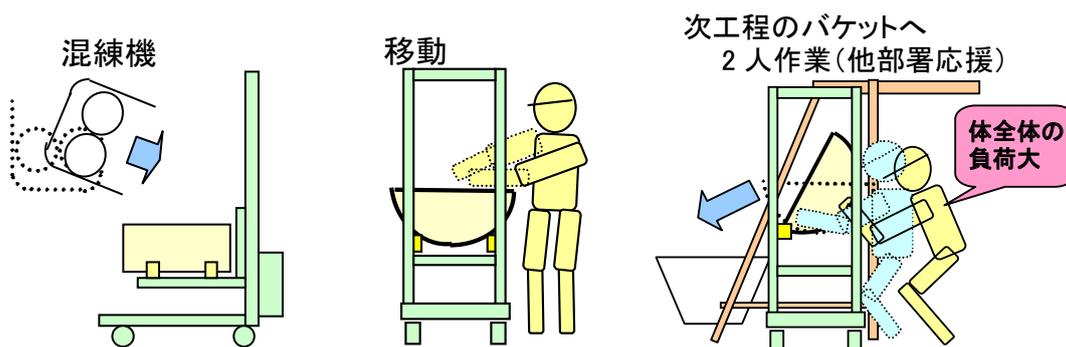
本支援機器の詳細仕様書の作成から設置据付、効果の検証を考えた時、研究期間内での完結は無理であると判断した。対象製品（部品）の数が現時点で少なすぎる事、及び技術的に効果の確認検証に時間を要することなどの

理由で本研究では見送ることとした。

2. 混練機排出物移動作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 混練機から排出された物は 50kg～100kg/回、100℃～250℃ある。1トンの生産する為に 20 回繰り返し作業をしている。
- ロ. 次工程へ簡易バケット付きリフトを使用して1人で押して移動している。
- ハ. 次工程の受バケットに、他部署の1人が応援に来て2人作業で簡易バケットを反転する作業をしている。
- ニ. 簡易バケットの反転は、指・腕・腰・足と体全体に負荷のかかる狭い場所での作業である。



図表 2 混練機排出物移動作業

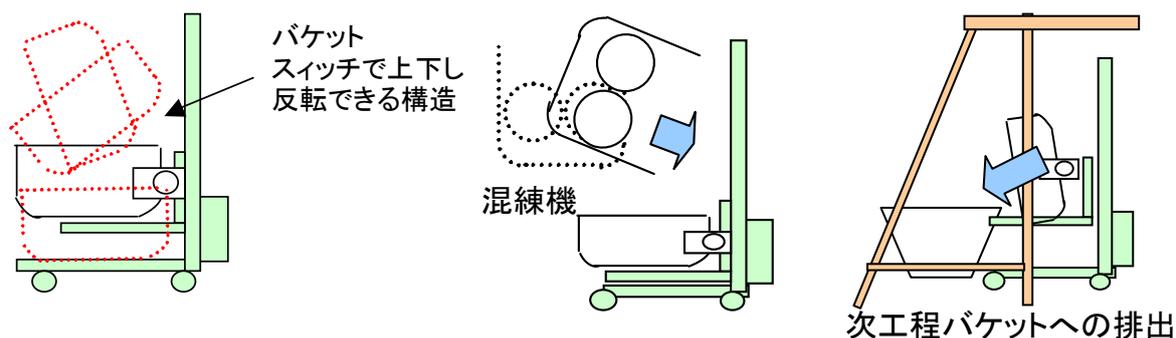
(2) 問題点と改善の指針

- イ. 混練機より受ける作業⇒現行サイズで問題無し。
- ロ. 手押しによる移動作業⇒現行作業より推定し特に問題無し。
- ハ. 次工程バケットへの反転・排出⇒この工程が問題であり、1人でスイッチ1つで作業できるようにする。

(3) 改善案の策定

- イ. 手押しによる移動作業を動力式にするか検討⇒動力式にすると自重が重くなる。手押し式の方が狭い場所での小回りが効くとの理由で手押し式とした。

- ロ. バケットを反転・排出作業は動力とする。バッテリー式にすると自重が大幅に増加する。⇒反転・排出場所にコンセントを設けることにした。作業を含めた現場における想定実験を行い、作業に支障が発生しない事を確認した。それらの結果をもとに、担当作業者の意見等を反映した仕様の機器を作成した。



図表3 混練機排出物移動作業支援機器の概要

(4) 改善案の試行・効果測定

- イ. 動力により反転排出できるようにしたので、1人で簡単に作業できるようになった(写真1)。
- ロ. 移動作業については、簡易リフトを

改造したので自重が増加した為か重く感じる。⇒外部研究者より使い方の問題とのアドバイスにより、使い方を工夫するとともに改善の課題が残った(写真2)。



手元スイッチで操作

写真1



このハンドルを両手で押す

写真2

3. ドラム缶計量作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 180kg～250kg/本のドラム缶入り液体を計量するために、2人～3人がかりでドラム缶を動かして簡易スタンドに載せ横転し計量準備をしていた(写真3、4)。
この作業は、手・腕・腰・足に負担

のかかる作業であり、また安全面においても心配であった。

- ロ. 作業量としては2ドラム缶から6ドラム缶/日であるが、新規商品の立ち上がりがあり増加傾向にある。
- ハ. ドラム缶入り液体は、主力商品のゴム用と新規特殊品があり、特殊品についてはクリーンな部屋での作業となり段差、高さ等の制約がある。



写真3 (改善前)



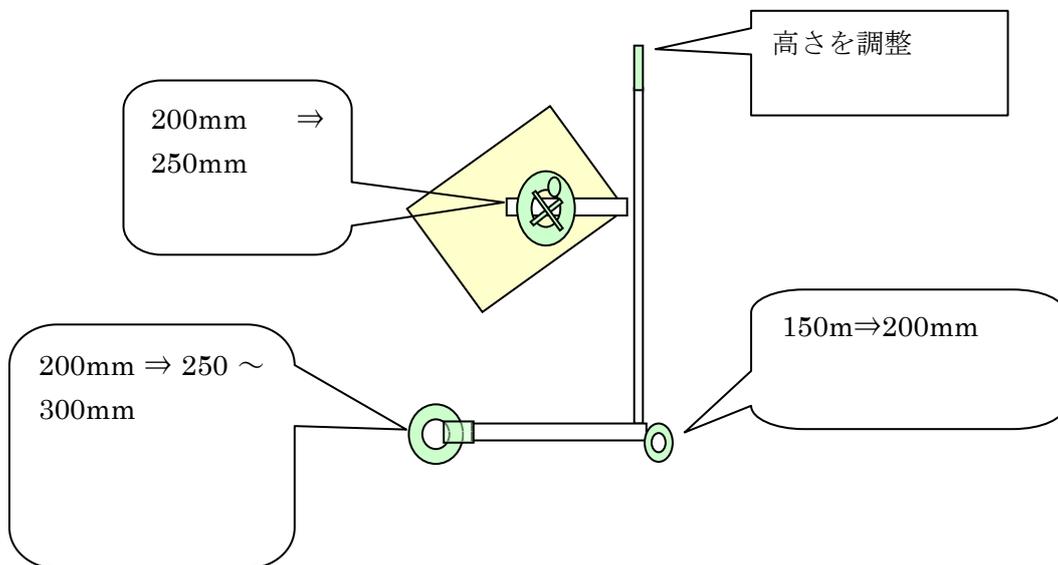
写真4 (改善前)

(2) 問題点と改善の指針

- イ. ドラム缶を1人で簡単に横転・高さ調整のできる構造にする。
- ロ. 横持ち移動が簡単にできる構造にする。

- ハ. 少しの段差のある場所でも移動できる構造にする。
- ニ. クリーンな部屋に入る構造にする。

(3) 改善案の策定



図表4 ドラム缶計量作業支援装置の概要

- イ. 回転ハンドル径を大きくした。
- ロ. 主キャスター、自在キャスターとも径を大きくした。
- ハ. リフトの高さを調整した。

(4) 改善案の試行・効果測定



写真5 (改善後)



写真6 (改善後)

- イ. 支援機器により簡単にドラム缶を持ち上げ、横転できるようになった。
- ロ. 重いドラム缶の横転を大きいハンドルにより少ない力でできるようになった。
- ハ. 大きいキャスターにより横移動が楽になったが、250kgドラム缶を使用した時、小さな障害物は2人作業でないと少し無理があった。

4. SPM出口品種切替作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

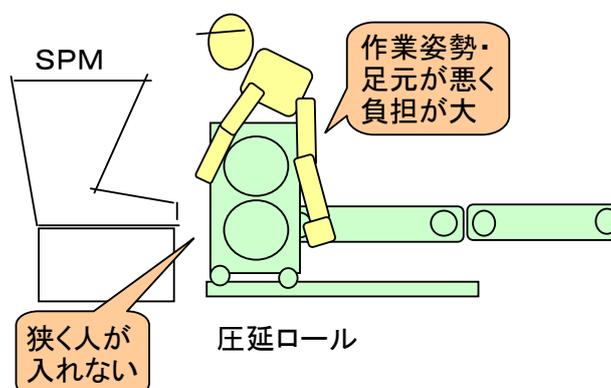
- イ. 混練品を押しシート化するSPMと圧延ロール間が狭く人が入れない。清掃する時はロールの上から不安定な姿勢での作業となり、腰・腕・手・首

等に負担がかかっていた(図表5)。

- ロ. SPMとロール間の作業スペースを確保するには、工具をセットし数人で1時間近くかかる作業となり、トラブル時以外は使用されていなかった。
- ハ. この作業は5~10回/日行われ、肩こり、背中、足腰の痛みを発生させていた。

実質、この姿勢の作業時間は、サンプリング測定により、4,122分の内数約910分/月と推計した(図表6)。

- ニ. 作業スペースがなく見難い部分であるために、品質上のトラブルを発生させ、顧客はもとより後工程の作業者との信頼関係に支障をきたす事もあった。



図表5 SPM出口品種切替作業 (改善前)

2011年7月1日～31日の切替状況

	同一色		色替え		計	
	分	回数	分	回数	分	回数
7月合計	1890	122	2232	63	4122	185
平均	15	-	35	-	22	-
最大値	56	-	65	-	65	-
最小値	0	-	17	-	0	-
標準偏差	13	-	11	-	15	-

図表6 SPM出口品種切替作業状況（改善前）

(2) 問題点と改善の指針

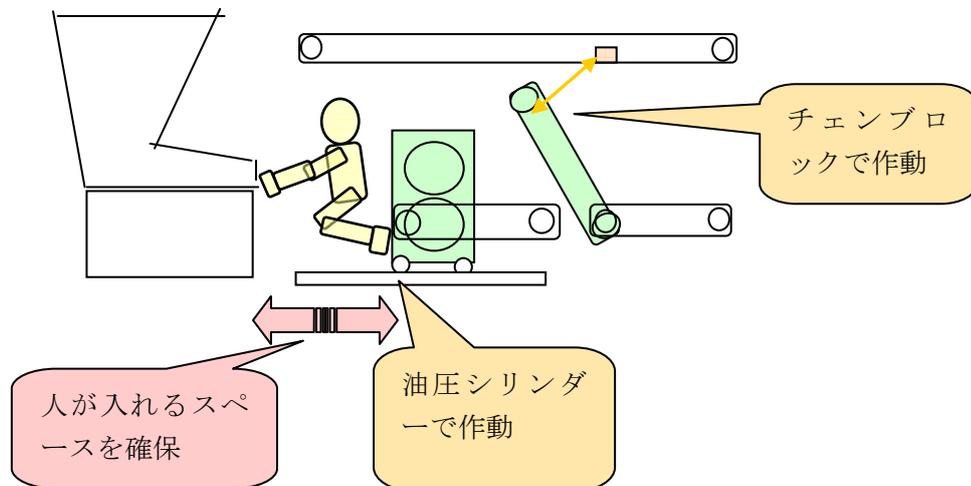
- イ. 現行設備を最大限活用しスイッチを操作するだけで作業スペースを作る。
⇒楽な姿勢で品種切替作業ができるようにする。
- ロ. 作業し易くする事により作業環境・品質改善につながるようにする。

(3) 改善案の策定

- イ. ロール取出しコンベアを持ち上げ、スペースを作り、そこにロールが移動で

きるか実験をした結果、ロールの移動が可能であることが分かった。

- ロ. 支援装置はロール取り出しコンベアを上下させる装置とロールを移動する2つの装置とした。
- ハ. コンベアの上下作動には、チェンブロックを使用した。
- ニ. ロールの移動には油圧シリンダーを採用した。



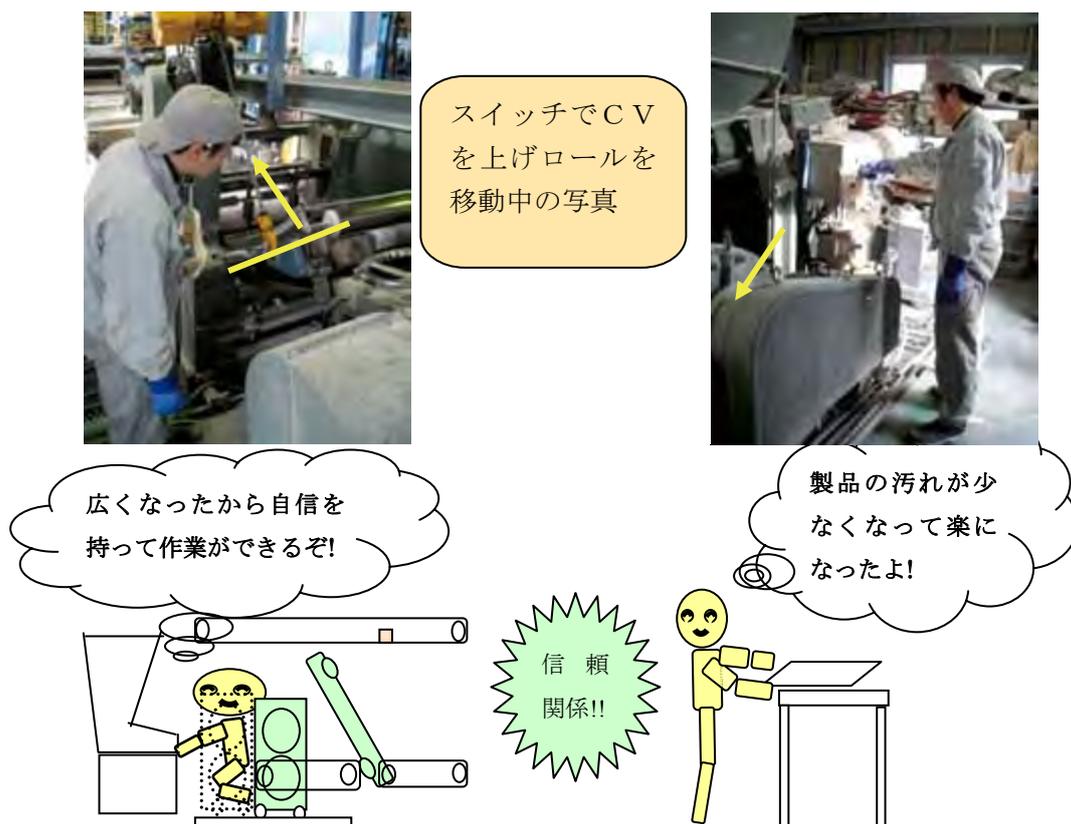
図表7 SPM出口品種切替作業支援装置の概要

(4) 改善案の試行・効果測定

- イ. スイッチだけの操作で作業スペースを確保でき、足元が悪く前かがみの辛い姿勢の作業（185回・910分/月）から解放された（図表8）。
- ロ. 作業スペースを確保できた事により職場環境の改善にもつながった。

- ハ. 作業スペースが確保されたことで、スムーズに品種切替ができ、トラブルが減少し品質も向上した（図表9）。

また、それにより作業者の就業意欲を高めることができた。



図表8 SPM出口品種切替作業（改善後）

	汚れトラブル発生状況		件数
	丸昇/月換算	改善後月換算	差
重大事故	0.1	0.0	-0.1
中程度	2.8	0.0	-2.8
軽度	29.3	10.5	-18.8
計	32.2	10.5	-21.7

図表9 SPM出口品種切替作業汚れトラブル発生状況

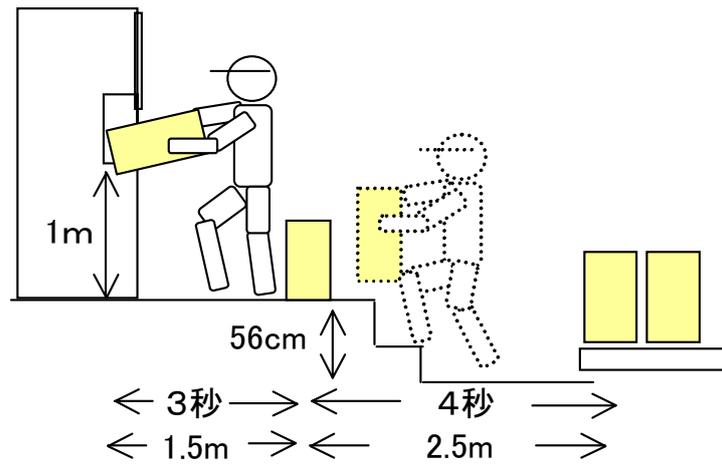
5. 混練機投入作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 混練機に投入される原料は1バッチあたり、1個5kg～35kgある物を数種類から10数種類使用している。その重い原材料を床に置かれたパレットより56cm上がった作業ステージに階段を使って一旦持上げ仮置きをして、さらに1m高い投入口まで持上げて

投入していた。

これらの作業は、重量物を持って階段を2段上り、さらに重量物を1m持ち上げるという動作の繰り返りで、作業者の負担となっていた（図表10、11、写真5、6）。



図表 10 混練機投入作業図（改善前）



腕や足に負担のかかる作業



足・腕・指・腰への負担が大きい。

写真 5（改善前）

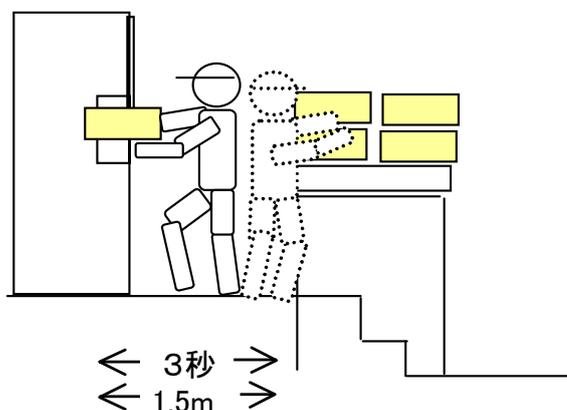
写真 6（改善前）

2011年7月1日～31日

重量	回数	10kg以上 計
1kg～9.9kg	795	
10kg～19.9kg	428	762
20kg～	334	
計	1557	

図表 11 作業量調査結果

- ロ. 混練機に投入する原料には、一度精練された物を使用製品も多くある。作業ステージ脇に固定式の台があり、その上にパレットに載った一度精練された原料を仮置きしていた。その原料は



図表 12 一度精練された原料を使う品種の作業状況

30kg/袋あり、パレットから取り出して移動投入を繰り返し行うものであり、特に指・腕に負荷のかかる作業であった（図表 12、13）。

2011年7月1日～31日	
重量	回数
～59kg	40
60kg～79kg	197
80kg～	46
計	283

図表 13 作業量調査

(2) 問題点と改善の指針

- イ. 重量物を持って階段を上がる作業を無くす。⇒腕・足・腰・指等が疲れないようにする。
- ロ. 作業ステージの仮置き、投入口への持ち上げ作業を改善して、足・腕・腰等の負担を軽減する。
- ハ. 一度精練された原料投入時の重量物の持ち上げ移動作業を緩和して、手・腕等の負荷を軽減する。
- ニ. 体を使った原料移動動作を削減し、肉体的疲労を削減する。時間的余裕を作りその時間を混練監視作業にあて、良い製品を多く生産できるように労働の質を上げ、達成感が高まる職場にする。

(3) 改善案の策定

- イ. 改善案の策定にあたっては、上記(2)を達成するためにダンボールで型紙を作り、設置後の作業状況を推測、議論して決めた。
- ロ. 袋物を使う品種の対策（図表 14）
- ・原料を投入できる高さまで上げる

装置とした。

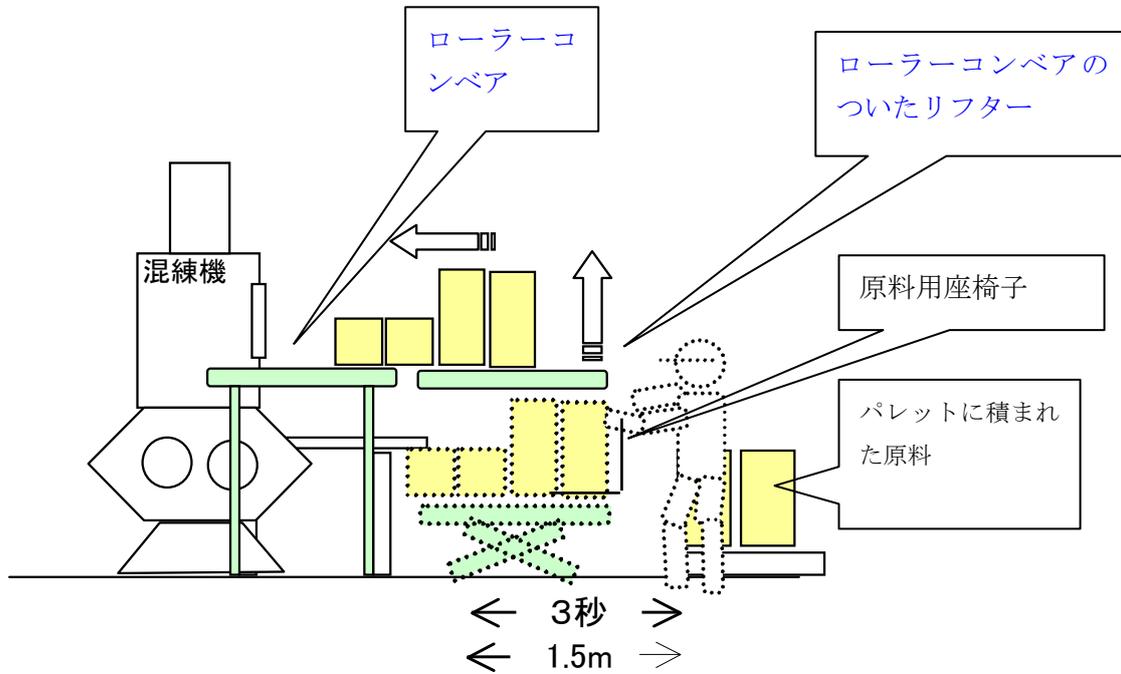
- ・横移動はローラーコンベアを使用した。
 - ・袋物投入が楽にできるようにローラーコンベアと投入口の高さに段差を作り槌の力を利用できるようにした。
 - ・袋物はローラーコンベアの移動時、凸凹でトラブルが発生するので原料の座椅子のようなソリを作った。
- ハ. 一度精練された原料対策（図表 16）
- ・上記イの装置を使うとパレットから揚昇装置に積み替え作業が新たに発生することが判明し、作業者と協議をして揚昇装置を跨ぐ大きさの移動式のパレット仮置き台を作った。投入口への移動は前記イのローラーコンベアを使うことで横持ち作業をしない装置とした。

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. 袋物を使う品種の対策効果

- ・重い原料を持って階段を上り置き作業がなくなり足・腰・腕・指の負荷がなくなった(写真7)。

・2011年7月の作業回数調査と比べると、作業者の移動距離が約4km、重量物を持っている時間が103分/月削減できた(図表15)。



図表 14 混練機投入作業支援装置の概要

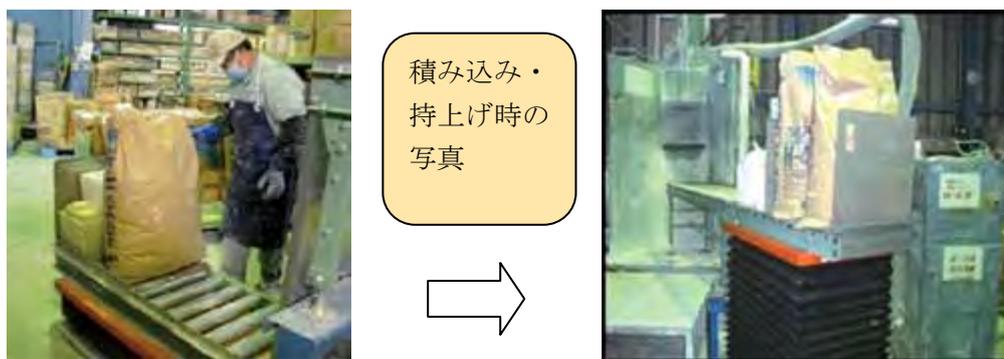


写真 7 混練機投入作業(改善後)

項目	改善前	改善後	効果/回	回数/月	効果/月	記事
移動距離 m	4	1.5	-2.5	1557	-3,893	
時間 秒	7	3	-4	1557	-6,228	103分

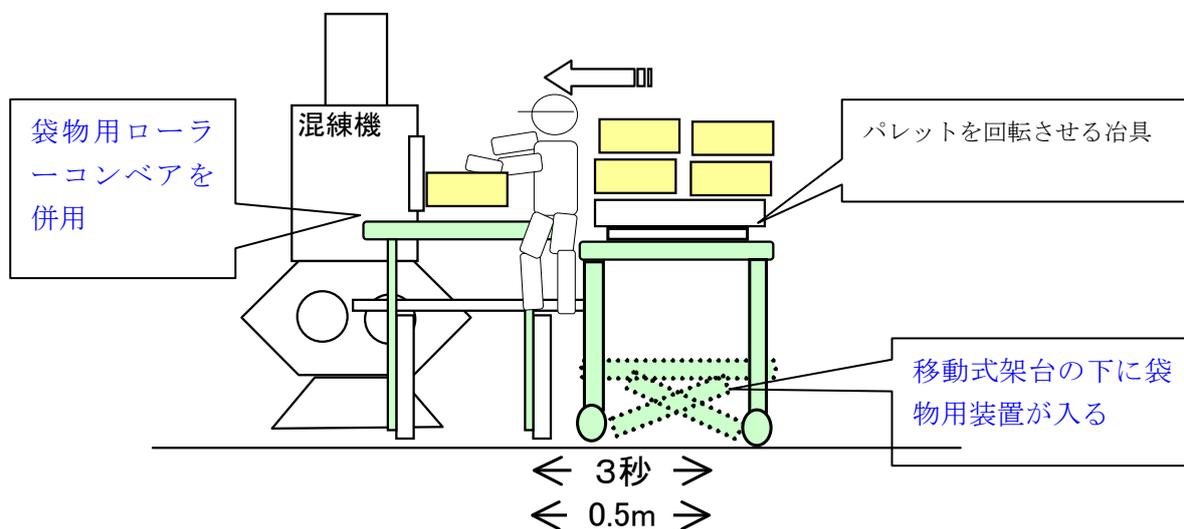
図表 15 混練機投入作業改善効果

ロ. 一度精練された品種対策効果

- ・この装置により新たな積み替え作業の発生を防ぎ、重量物の移動作業を削減した。その結果、作業者の腕・手・腰の負担を軽減できた

(写真8)。

- ・2011年7月の一度精練された原料取扱い回数に比べると 283m/月の移動距離を削減できた(図表17)。



図表 16 混練機投入作業(精練原料)支援装置の概要

項目	改善前	改善後	効果/回	回数/月	効果/月
移動距離 m	1.5	0.5	-1	283	-283
時間 秒	3	3	0	283	0

図表 17 混練機投入作業(精練原料)改善効果

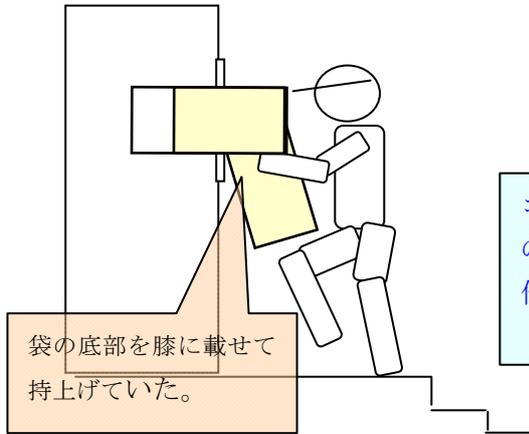


写真 8 混練機投入作業(精練原料・改善後)

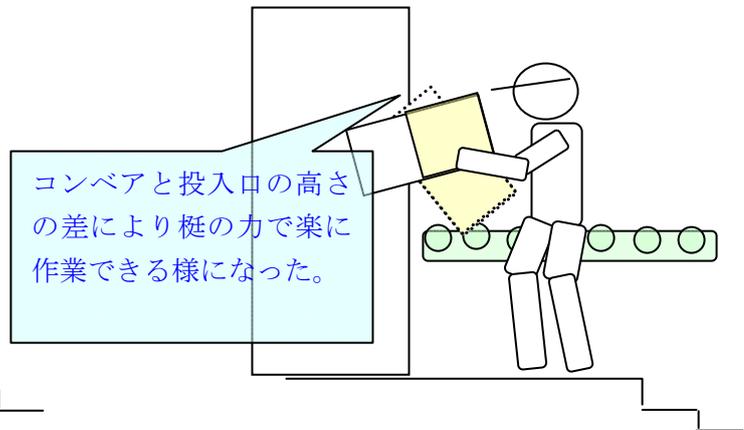
ハ. 投入口作業の改善効果

2011年7月の10kg/個以上の投入回

数に比べると、726m、726回/月の持上げ作業を削減できた(図表18~20)。



図表18 支援装置導入前



図表19 支援装置導入後

項目	改善前	改善後	効果/回	回数/月	効果/月
持上距離 m	1	0	-1	726	-726
時間 秒	3	3	0	726	0

図表20 混練機投入作業(投入口)改善効果

二. 支援装置導入による改善効果(図表21、22)

重量物移動距離削減

項目	単位	改善前	改善後	効果/回	回数/月	効果/月	記事
原材料投入物移動	m	4	1.5	-2.5	1557	-3,893	
混練品移動	m	1.5	0.5	-1	283	-283	
原材料投入物持上	m	1	0	-1	726	-726	
計	m					-4,902	

図表21

重量物移動時間削減

項目	単位	改善前	改善後	効果/回	回数/月	効果/月	記事
原材料投入物移動	秒	7	3	-4	1557	-6,228	
混練品移動	秒	3	3	0	283	0	
原材料投入物持上	秒	3	3	0	726	0	
計	秒					-6,228	103.8分

図表22

ホ. 作業者の反応

- ・改善前はわずか2段の階段であるが、重い原料を持って移動する作業を繰り返すのは辛かった。この装置で足腰の痛みと疲労が大幅に減少した。
- ・一度精練された原料投入も移動距離が短くなり楽になった。
- ・重い大きい袋物は梶の原理で投入できるので腕・足の疲労がなくなった。
- ・今までは、重い原料を移動する作業割合が多かったが、混練時間とか、記録計監視とか品質に関わる作業に力を入れられるようになった。
- ・作業者は、自分たちの意見を汲み取った装置を導入してもらい、目的通

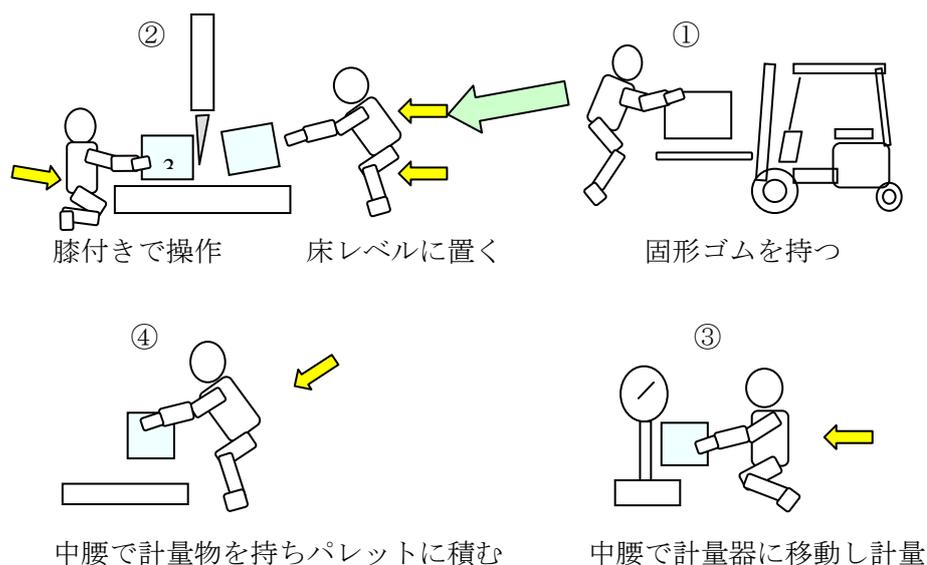
りの効果を実感し喜んでいる。

6. ゴム計量作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 原料ゴムには固形ゴムと一度精練されたゴムの2つの形態がある。
- ロ. 固形ゴムは切断機で切断し計量している。その切断機・計量器は床置き式で中腰・膝付き作業と持ち上げ・下ろす作業が多く、足・腰・腕の負荷が大きい(図表23、写真9、10)。

35kg/袋の固形ゴムを動かす作業が276回/月、計量物を移動する作業が408回/月発生していた(図表24)。



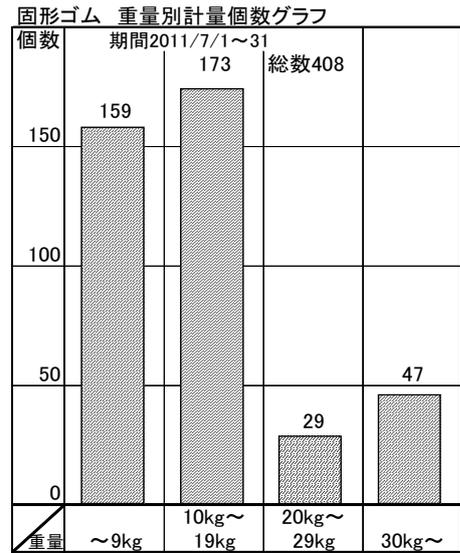
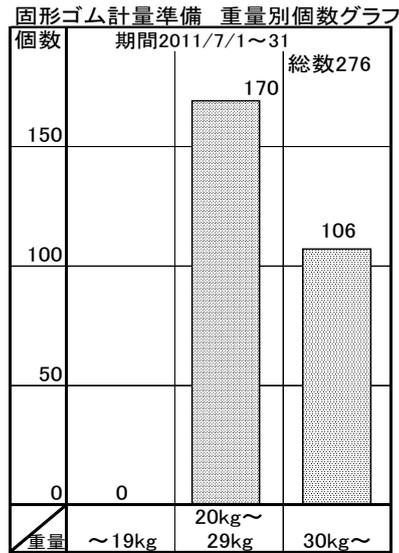
図表 23 固形ゴム計量作業図 (①~④)



写真 9 作業①の写真



写真 10 ②の写真

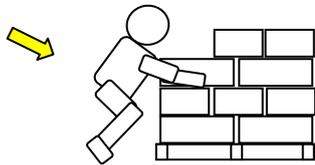


図表 24 固形ゴム計量作業分析

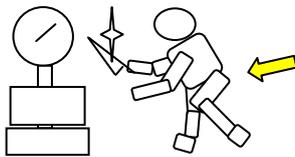
ハ. 一度精練された原料の計量・準備はパレットに積まれた物を開梱・計量をしてパレットに積んでいる。その移動

は 350 回/月行われており、重いものの移動作業は腕・腰・足の負担となっている (図表 25)。

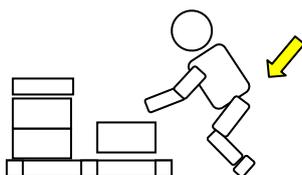
①持上げる



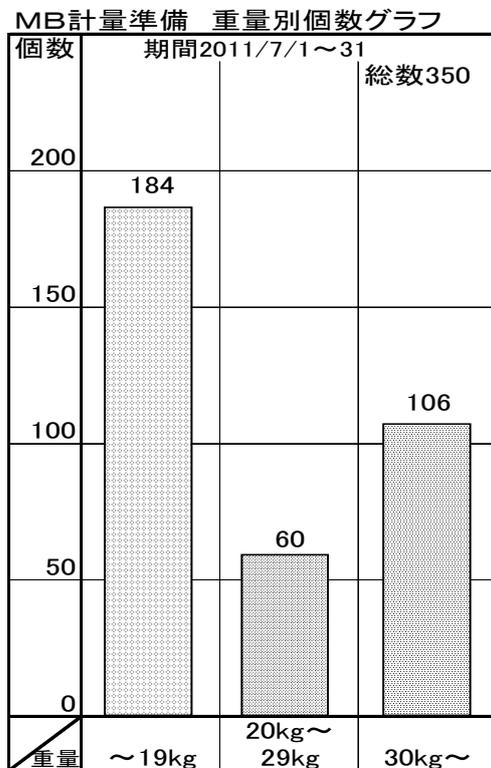
②床に近いレベルでの計量



③パレットに積む



図表 25 精練原料計量作業図 (①~③)



図表 26 精練原料計量分析

(2) 問題点と改善の指針

- イ. 固形ゴムの準備・切断・計量の作業位置を立ち作業でできる高さにして、足・腰の負荷を軽減する。
- ロ. 一度精練された袋詰め原料に関する作業は、固形ゴム支援装置の一部を移動可能な装置にして兼用して腰・腕の負荷を軽減する。

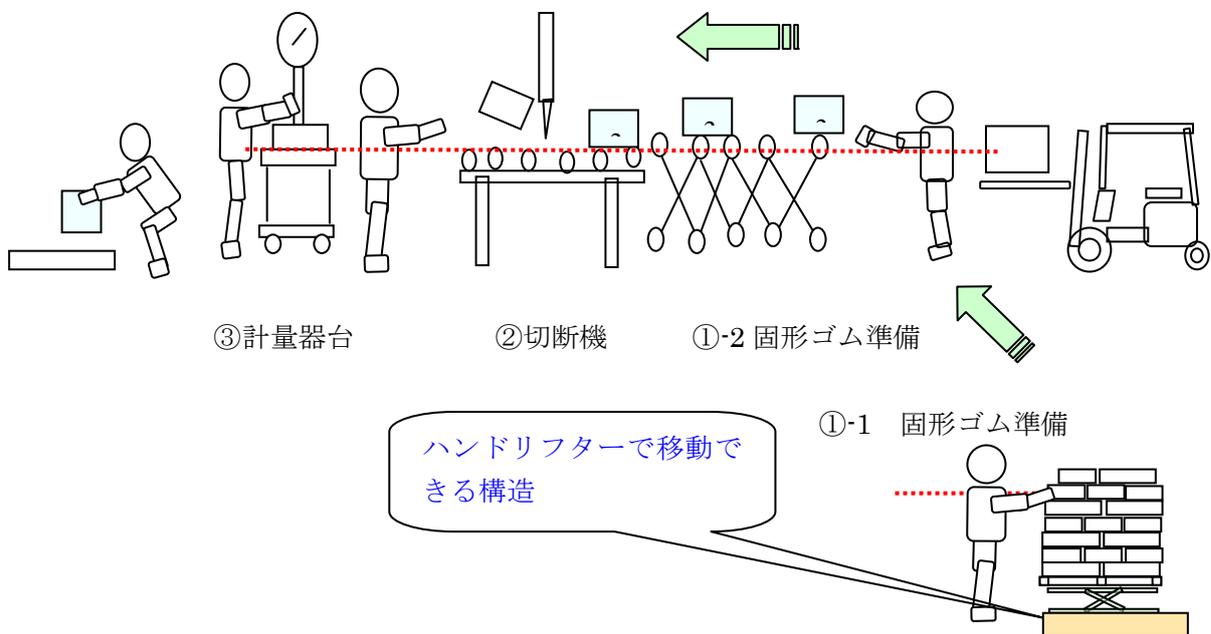
(3) 改善案の策定

イ. 固形ゴム用

- ・作業位置を立った姿勢で作業できるように図表 27 の赤点線の位置で作

業できる装置を作った。

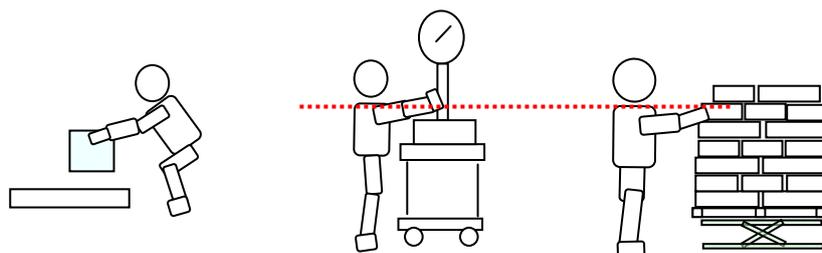
- ・①-1 固形ゴムをパレットごと載せ高さを調整できる装置で且つハンドリフターで移動できる装置とした。
(一度精練された原料用と兼用できる。)
- ・①-2 ①-1 を一度精練された原料に使っている時の代用とする収縮式ローラーコンベアを使い、重いゴムの作業レベル移動を可能とした。
- ・既設の計量器を載せる作業位置を合わせるための計量台を作成した。



図表 27 ゴム計量作業支援装置（固形ゴム用）の概要

ロ. 一度精練された袋物原料用

- ・固形ゴム用装置と兼用で使用する。



図表 27 ゴム計量作業支援装置（精練原料用）の概要

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. 固形ゴムの計量

- ・原料ゴムの中腰移動作業が立ち作業でできるようになり、腰の負担がなくなった。
- ・膝つき姿勢の固形ゴム切断作業が立ち作業でできるようになり、足・腰・腕の疲労が軽減された。

- ・膝つき姿勢の計量作業が立ち作業ができるので足・腰・腕の負担が減少した。
- ・作業者は足腰が楽になったと喜んでいる。
- ・本支援装置導入により、作業場が狭くなったため、整理・整頓を含めて作業スペースの確保について検討することにした。



切断後、この計量器で測定していた



写真 11 固形ゴム計量作業風景（支援機器導入前）

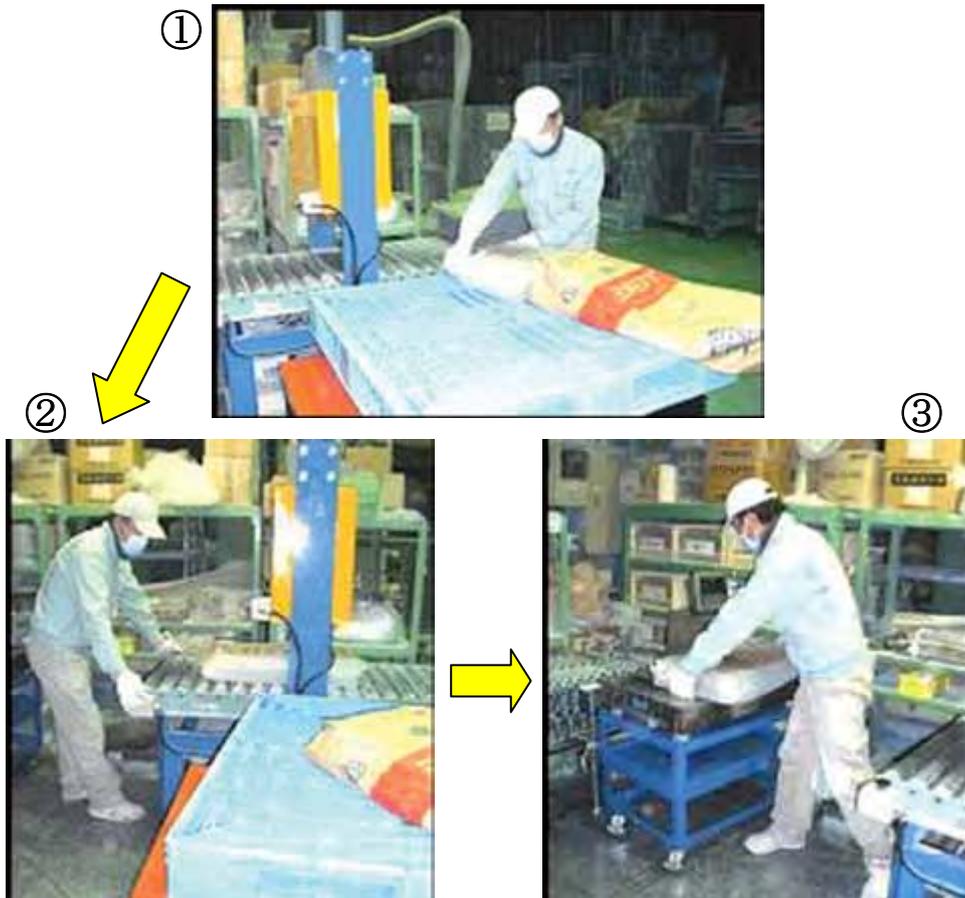


写真 12 固形ゴム計量作業風景（支援機器導入後）

ロ. 一度精練された袋物原料

- ・低位置からの持ち上げ作業が減少し、腰・腕の負担が減少した。
- ・立ち姿勢での開梱・計量作業ができるようになり、腕・腰等の負荷が減少し



写真 13 精練ゴム計量作業風景（改善前）

た（写真 14）。

- ・支援機器が固形ゴムと兼用のため、移動が面倒また、作業場所が狭い、との苦情が発生した。⇒作業場のレイアウトを検討する。



写真 14 精練ゴム計量作業風景（改善後）

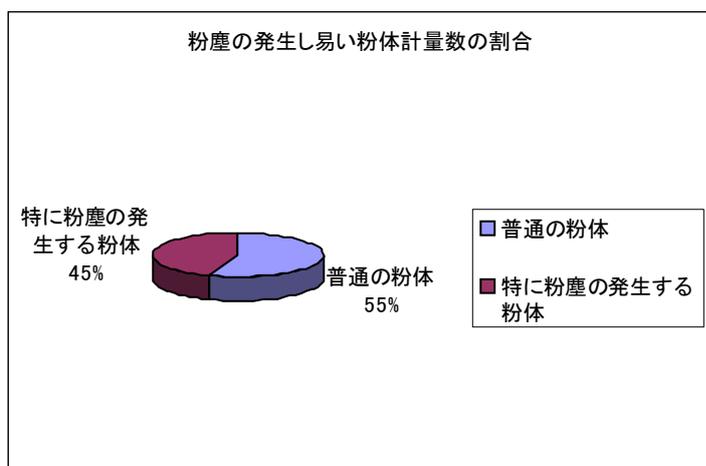
7. 粉体計量作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 製品の原料の1つに薬品、補強材、充填材等がありその多くは粉体である。その粉体は真比重が2～5と重い、計量作業により空気が混じると、嵩比重が0.1～0.3となり、微細な粉塵とし

て作業場に舞い、作業者の負担となっている。

- ロ. この作業は、30回～50回/日繰り返している。作業者はマスクや防塵メガネを着用しているが、目や呼吸の負担となっており、近辺で作業している者にも悪影響を与えている（写真 15）。



図表 28



写真 15 粉体計量作業（改善前）

測定回	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
定常時	4146	4443	3864	2831	2875	3631.8	740.00
改善前	26215	51156	54950	75582	52424	52065.4	17539.60

図表 29 粉塵発生状況（改善前） ※パーティカルカウンターPC120 で測定

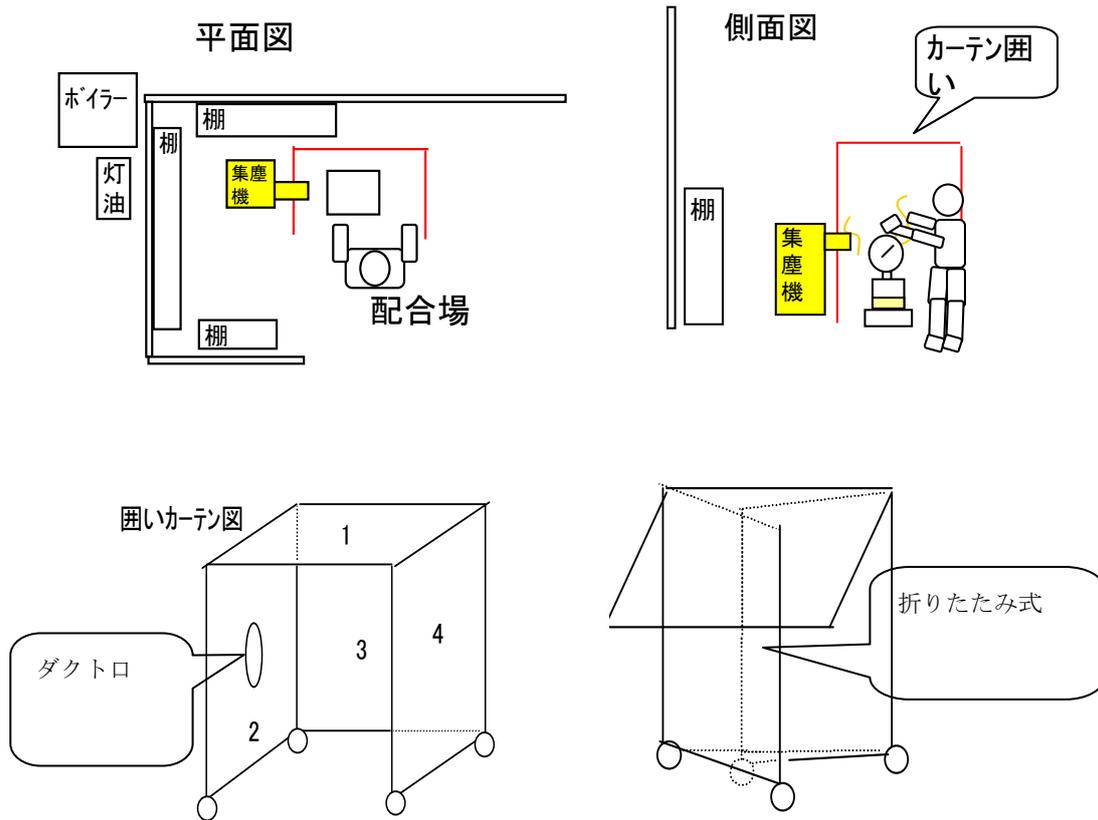
(2) 問題点と改善の指針

- イ. 粉体と薬品の2箇所での計量作業をしているが、今回は目視で明らかに粉塵の多い粉体計量場を研究範囲とした。
- ロ. 今回の結果により薬品計量にも水平展開する。

(3) 改善案の策定

- イ. 効果的な集塵機能システムを導入することとした。

- ロ. 当初の段階では集塵機の能力を2.2kw 60m³と仮定していたが、作業面を除く4面をカーテンで囲うことで、集塵能力が高まるのが外部研究者より提案された。その結果、0.75 kw 15 m³の集塵能力で対応することとした。
- ハ. 囲いカーテンは移動できる様に折りたたみ可能な物とした。



図表 30 粉体計量作業支援装置の概要

(4) 改善案の試行・効果測定

イ. 改善効果

- ・従来の作業環境より粉塵を約 75%削減

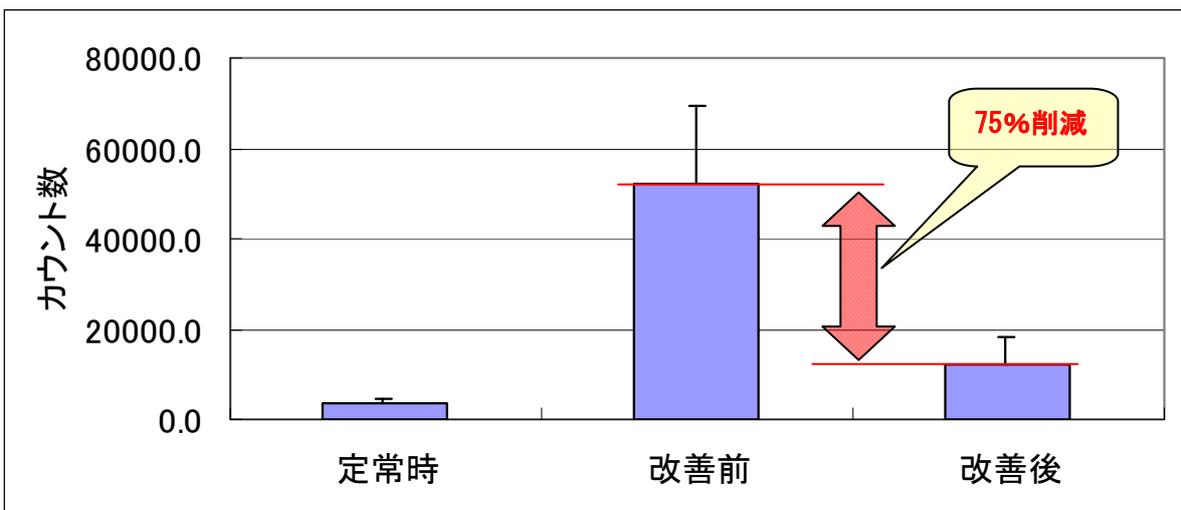
することができた (図表 31、32)。

- ・周辺の作業場の粉塵による汚れが減少した。



測定回	1	2	3	4	5	平均	標準偏差	増加率
定常時	4146	4443	3864	2831	2875	3631.8	740.00	—
改善前	26215	51156	54950	75582	52424	52065.4	17539.60	14.34
改善後	4236	8720	17076	17375	14253	12332.0	5705.69	3.40

図表 31 粉塵発生状況 (改善後) ※パーティカルカウンターPC120 で測定

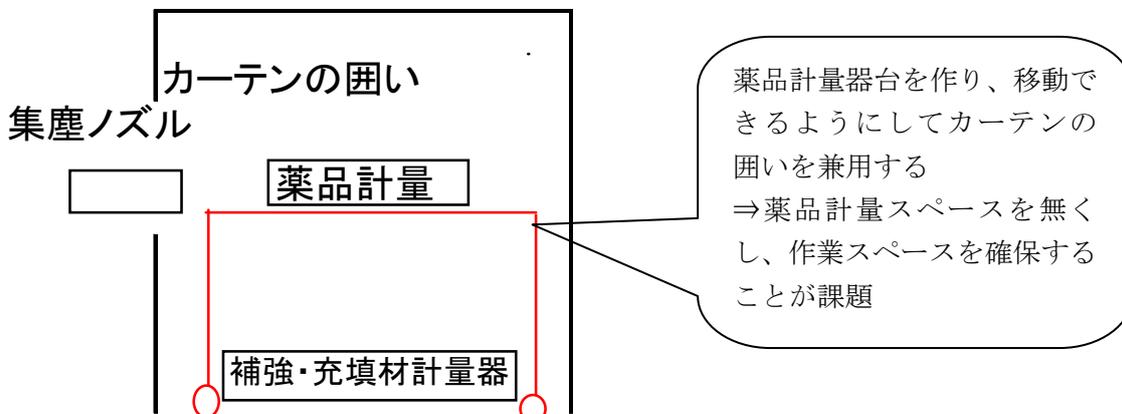


図表 32 粉塵発生量比較表

ロ. 課題

- ・狭い作業スペースに囲いカーテン付きの集塵機を設置したため、作業スペースがさらに狭くなってしまった。

⇒本装置内で薬品計量も兼用できるように作業スペースを広げることが今後の課題として残った（図表 33）。



図表 33 粉体計量作業スペース改善イメージ図

8. 粉碎品打粉・冷却・袋詰作業支援装置の開発導入に関する調査研究

(1) 現状調査・分析

- イ. 本テーマは、当初計画の樹脂改質材生産工程の一部で、粉碎工程以降部分の中腰作業、持上げ作業、粉塵作業か

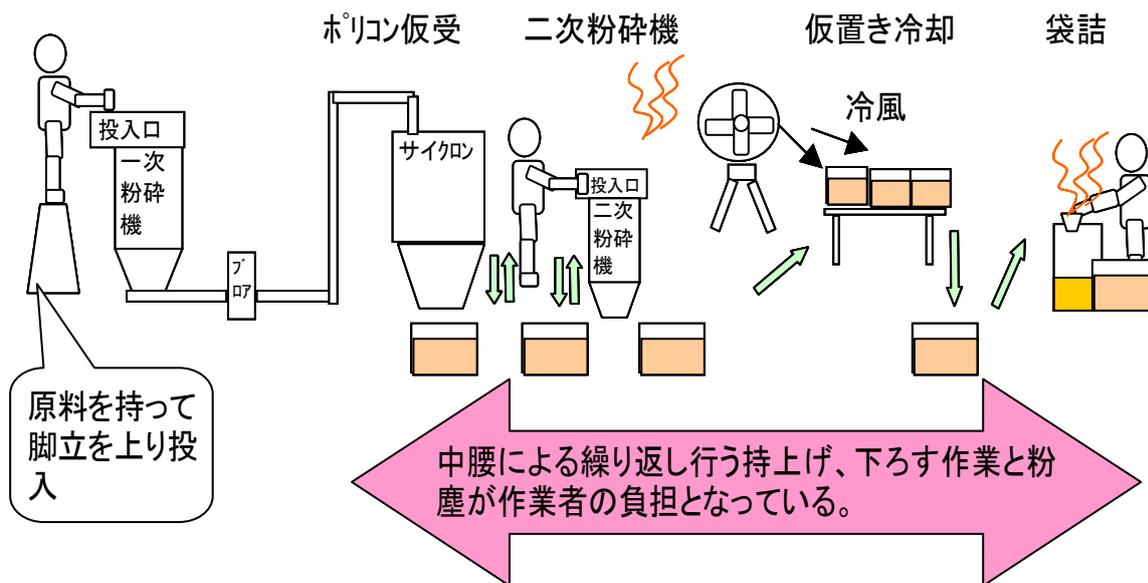
らの脱出を狙ったものである。

- ロ. 作業分析の結果、図表 34 の No.1～3 の作業については、製品を加工するための中間作業で、代替または削減可能な作業であることが分かった。

1次粉碎品をタンクより取り出し⇒袋詰間の仕事量
1t(トン)生産に必要な作業実態

No	作業名	作業姿勢	作業量			距離		作業時間		目的
			10kg/回	回数	総作業量 kg	移動 m	総移動m	分/回	総時間分	
1	サイクロンの下よりコンテナを入替え	中腰	10	100	1000			0.166	16.6	ブロッキング防止
2	2次粉碎機に移動	持上下	10	100	1000	3	300	0.166	16.6	ブロッキング防止
3	2次粉碎	持上	1	1000	1000				420	ブロッキング防止
4	2次粉碎品の仮置き冷却	持上	10	100	1000	3	300	0.166	16.6	ブロッキング防止
5	袋詰計量(スコップで袋に入れる作業)	持上下	1	1000	1000			0.083	83	本来の仕事
計					5000		600		552.8	

図表 34 粉碎品打粉・冷却・袋詰作業分析結果



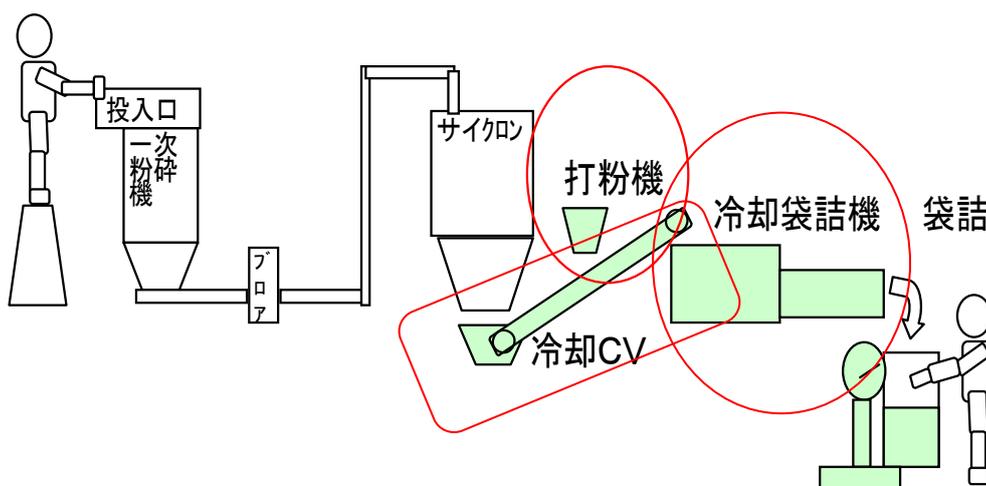
図表 35 粉碎品打粉・冷却・袋詰作業イメージ図（改善前）

(2) 問題点と改善の指針

- イ. 打粉機・冷却コンベア・冷却袋詰の工程で1トﾝ生産時に延べ5トﾝの量を取扱い、500m移動し552分かかっている中腰・持上げ下げ作業を無くす。
- ロ. 打粉機はサイクロンタンクから排出した製品がブロッキングしないように

粉を均等に振り掛ける装置とする。

- ハ. 冷却コンベアは冷却袋詰装置に持ち上げるコンベアで冷却能力を持つ構造の装置とする。
- ニ. 冷却袋詰機は冷却能力があり袋詰できる構造の装置。



図表 36 粉碎品打粉・冷却・袋詰作業支援装置導入イメージ図

(3) 改善案の策定

イ. 打粉機の検討

- ・冷却コンベアの上に設置し、冷却コンベア上の製品が移動する上に粉が定量かつ均等に振りかかるようにインバーターでコントロールをする。
- ・粉詰まりが発生しない構造とする。
- ・冷却コンベアより打粉がはみ出ない幅とする。
- ・冷却コンベアと打粉機は連動する制御とする。

ロ. 冷却コンベアの検討

- ・搬送能力 150kg/時間以上。
- ・冷却能力 製品温度 60°C⇒40°Cに下げることがあること。
- ・設置場所が狭いので3m内に入る装置とする。
- ・次工程の冷却袋詰機に投入できる装置。(高さ 1.66m)
- ・冷却コンベアの設置角度の算定(安息角以下)⇒一般に、安息角以上あるとコンベアより滑落するため、製品を山

状に積み、その設置角度を測定したところ、30度であった(写真17)。



写真17 安息角の測定

- ・冷却能力が一番高いとされるスチールコンベアで実験をし、揚昇角度等の確認をした。

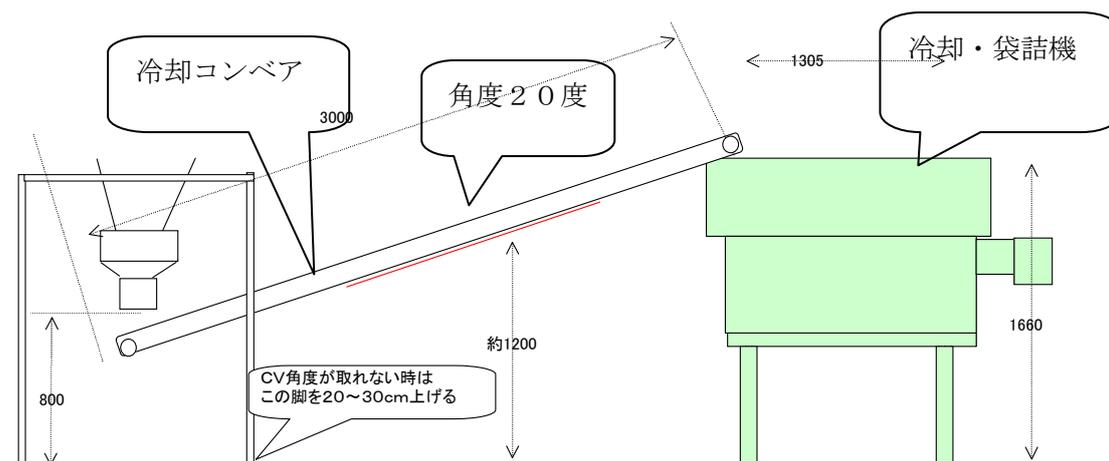
ハ. スチールコンベアの実験結果(図表37)

- ・コンベアの角度が20度以下なら使用可能であることが分かった。
- ・冷却能力については室温15°Cの滞留時間2分で55°Cから47.5°Cになることが分かった。冷却能力不足分については後工程でカバーすることにした。

昇降テスト結果

角度	20度	25度	30度	30度ゴムテープ積	30度ブラストCV
結果写真					
結果	問題なく昇降した。	途中まで昇降するが滑り落ちる。	滑って昇降しない。	ゴムテープの積の部分に少し引っ掛かる程度の昇降。	SUSCVの表面が細かい梨地の為多少良いが途中で滑り落ちる。広幅のCVは製造できない。
判定	合格	不合格	不合格	不合格	不合格

図表37 スチールコンベアにおける揚昇角度等確認結果



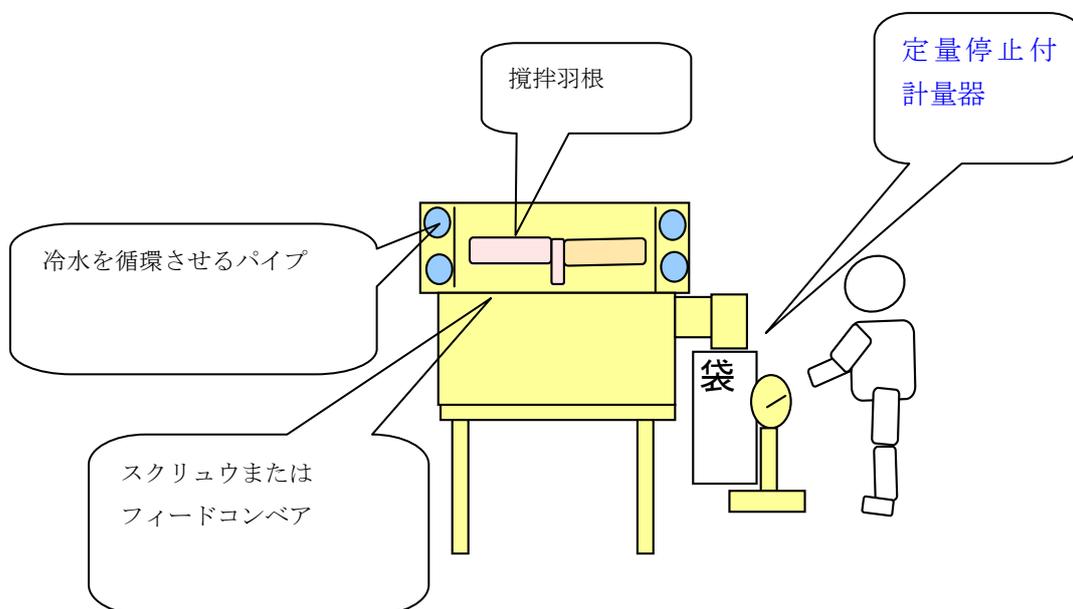
図表 38 粉碎品打粉・冷却・袋詰作業支援装置の概要

二. 冷却袋詰機の検討

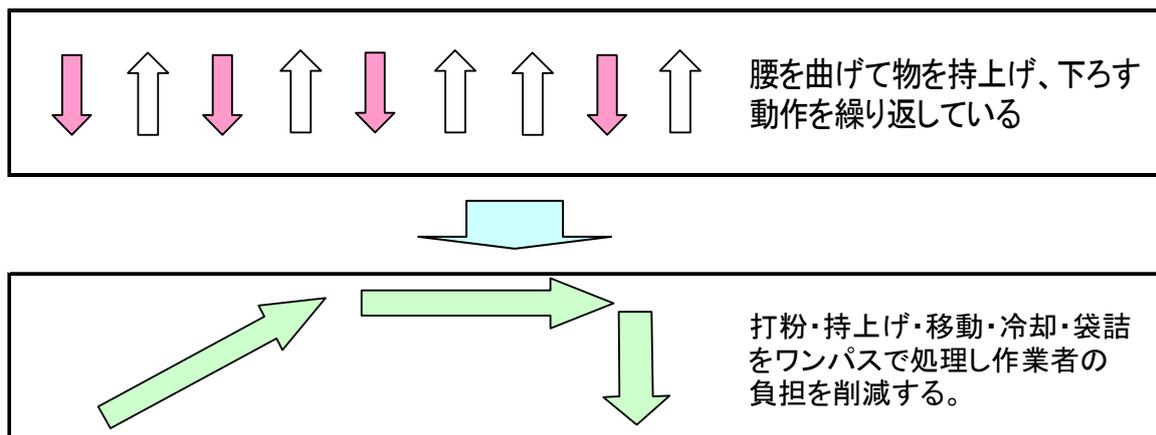
- ・冷却効果を確実なものにするためにタンクの側面に冷水を通すことにした。⇒冷却能力の確認が必要。
- ・冷水が通った側面に製品がより接触す

るように攪拌羽根をつける。

- ・タンク底部にスクリュウまたはフィーダーコンベアを設け、排出物を紙袋に充填し定量で停止する構造とする（図表 39）。



図表 39 冷却・袋詰機の想定図



図表 39 支援装置導入による推定効果

ホ. 支援装置導入の見送り

本テーマについては冷却袋詰装置の冷却能力が未知数であること、支援装置の仕様書の作成が遅れたこと、一部の装置（部品）の納品が発注後 120 日かかること等により、本研究期間中の効果測定までの実施が難しい事が判明した。

その結果、本装置の導入については本研究では見送ることとした。

IV まとめ

1. 研究活動の背景と効果

自動車産業を中心に生産工場の海外シフトが全産業に進んでいる。弊社は自動車産業の傘下にあるゴム製品のパーツメーカーが主力顧客であり、ゴム加工製品が主力商品となっている。

10 数年前より国内の産業空洞化は避けられないとマスコミ等で報じられていた。大手メーカーは、いろいろな手段で生産・販売活動を継続発展させている。

弊社のような小規模事業者では右上がりどころか、右下がりとなり、最悪のパターンとなることを避けるために、ゴム加工製品に近い樹脂改質材・特殊ゴム加工品・特殊樹脂加工等々、他社が『やれない、ならない研究』を続けている。研究の成果が顧客に認められ商品化された物も多数ある。これらの製品加工方法の多くは従来の加工作業の延長線にあり、試行錯誤の部分も多くある。新しい製品の生産には製造方法が確立されないものもあり、足・腰・腕などに負担となる事が多くあり、高齢者の負担となっている。

優秀な技能を持ち、新しい業務にも率先して取組む意欲のある高齢者は大切な戦力であり会社の財産である。彼らの力を十分に発揮できる職場、定年以降の作業で体力的な不安が発生しない職場、高齢者を含む新規採用ができ、働きやすい職場にしたいと考えていたものの、現実的には何もできていなかった。

本研究において、多くのテーマを掲げ研究活動を実施できたことは当社にとって新たな考え方への第一歩となった。

2. 研究活動における影のテーマ

本研究を機に、『これからも継続しなければならない職場の改善』を繰り返し実施し、自然にこのような思考と行動ができる体質への第一歩としたいと考えていた。

外部研究者のご指導により、職場改善に関する多くの基礎的手法を学ぶことができた。

これらを会社のノウハウとして残すために、日常業務の中に、今回学んだ考え方や手法を組み込み、活用することとした。

働く人の意見を聞き、現場を見て、改善案のシミュレーションをし、さらに問題点を深掘りし、解決案を盛り込んだ支援機器を開発した。工場に支援機器を設置し、試運転を行った時、作業者はニコッと笑い、研究成果としての喜びを実感することができた。

作業負荷の軽減ばかりに捉われすぎて、設置・使用環境まで深く突っ込んだ議論をしなかった機器については、作業負荷軽減という目的はほぼ達成したが、作業スペース等の検討課題も残った。しかし、職場改善活動に参加した多くの作業者が喜びを感じた事は事実である。

このようなことを繰り返し実施することで、職場の総合的な体力が付き、働きやすい職場になると確信している。そして研究成果の支援機器と本研究で身に付けた職場改善の考え方が弊社の大きな財産となった。

