

共同研究年報

平成10年度

財団法人 高年齢者雇用開発協会

職務再設計

研削盤製造業における中高年齢者の 教育訓練・健康保持と作業負荷軽減 に関する調査研究

株式会社ナガセインテグレックス

所在地 岐阜県武儀郡武芸川町跡部1333-1

設立 昭和25年

資本金 3,500万円

従業員 102名

事業内容 工作機械製造、販売

研究期間	平成10年5月～平成11年3月		
研究責任者	長瀬 登	(株)ナガセインテグレックス	代表取締役会長
	武田 和忠	武田技術士事務所	所長
	桑原 稔	岐阜大学	助手
	武藤 良弘	(株)ナガセインテグレックス	取締役製造部長
	小久保重紀	(株)ナガセインテグレックス	開発部係長
	松下 敏雄	(株)ナガセインテグレックス	製造部係長
	須田 和彦	(株)ナガセインテグレックス	製造部係長
	遠藤 敏之	(株)ナガセインテグレックス	製造部係長
	岡田 武男	(株)ナガセインテグレックス	仕上工
	大塚 孝	(株)ナガセインテグレックス	設計
	野村 佳成	(株)ナガセインテグレックス	組立工
	板津 武志	(株)ナガセインテグレックス	設計

目 次

研究の概要

1. 研究の背景・目的	144
(1) 研究の背景	144
(2) 研究対象の選定	144
2. 研究結果の概要	145
(1) 研究の方法	145
(2) 結果の概要	145

研究の経緯と結果

1. ハード面の研究	146
(1) 現状調査	146
(2) 問題点と改善の指針	148
(3) 改善案	149
(4) 改善案の試行・効果測定	150
(5) 研究成果	152
2. ソフト面の研究	153

将来へ向けての展望・まとめ

資 料	155
-----------	-----

研究の概要

1. 研究の背景・目的

(1) 研究の背景

当社は各種精密研削盤の製造販売を事業としており、特徴的な機能と性能を備えた機種を提供することを特徴として堅実な業界地位を保っている企業である。総従業員数102名中55歳以上の者は20名であり、20%近くの割合に達する。これは経験と熟練を積んだ従業員が高齢化した結果であり、今後もこれ以上の高い比率となっていくことが見込まれる。

また、業務内容においても経験と熟練を要する作業が多く、今後とも中高齢従業員に頼ることが多いであろうと予想される。

このような状況下、継続雇用制度を設けているものの、必ずしも高齢従業員にとって働きやすい環境といえず、職場環境の改善は長年の懸案となっていた。

(2) 研究対象の選定

イ. ハード面

当社の業務において懸案となっていた中高齢者に体力負担となる業務は以下の2つである。

① 研削盤の出荷前の試運転・調整作業

当社は円盤状の砥石を高速回転させて金属の平面部を精密研削する「研削盤」を設計・製造している。研削盤のメーカーとして製品の出荷前の工程に試運転や調整作業を必要としているが、その際に体力負担となる作業が含まれている。

研削盤による通常の作業は、作業者の胸の高さまたは顔の高さに水平に保持された回転シャフトに取り付けた円盤型砥石で研削加工するために、砥石を着脱することから始まるのであるが、砥石が重いため体力を必要とし、シャフトの取付部の精密面の損傷をさけるため、砥石の付け替え作業には体力と神経を集中させなければならない。そして回転砥石は数

kgのものもあるが、10kgを超える砥石が10数種あり、最大50kgにおよぶ。

出荷前の試運転の際にはこれら砥石の取り替えが頻繁に必要となる場合が多い。これらの作業はこれまで記述したように神経と力の集中を必要とするため、経験と熟練の点で中高齢者の能力が発揮される場でありながら、宙に保持しながらの不自由な作業のため体力的に思うに任せない状態である。

② 鋳造製品のバリ取り作業

当社の最近の業務として、鋳造製品のバリ（主として型の合わせ部分における溶湯のはみ出しによる）の除去と粗仕上げ加工の受託業務が発生している。

この業務は重いワークの持ち替えと固定を頻繁に必要とするために、外観よりも大きな体力負担が作業者にかかる。

その意味で前記の砥石取り替え作業と共通しており、この作業における作業負担への対策が当社の重要課題として従来からの懸案であった。

上記①、②の2分野に懸案事項が存在していたが、本研究において両者の改善を同時に行うことはできないため、より切迫性の大きい“②鋳造製品のバリ取り作業”の改善を研究テーマにおくことにした。

その理由としては、第1に研削機の調整作業に比較して鋳造品の粗仕上げ業務が増す傾向にあるということ、第2にこの分野では補助機械を用いて業務を遂行することが少なく（特に当社が受託している作業に関しては、負荷を軽減する機械・設備は既存していない）、電動工具をもった作業員の体力に頼って業務をこなしている実情があるという点があげられる。

ロ. ソフト面

当社での中高齢従業員に対する教育訓練体制及び健康管理体制については改善の余地を有しているとの認識のもと、以下のような研究を実施することとした。

- ① 試作導入した支援機器の作業標準マニュアルを基にした教育訓練体制について検討する。
- ② 現状調査・分析をして、中高齢従業員の健康管理体制の具体策を検討する。

2. 研究結果の概要

(1) 研究の方法

イ. ハード面

作業者にとって体力負担が大きいと考えられる作業の実情を作業者から聞き取り、負担の軽減が可能となるような補助機械の要点機能は何であるかを、研究グループの協議によって結論づけ、その中で技術的、経費的に実行できる課題を追求することとした。

身体的負担を分析するために、作業姿勢の分類と負担の定量化を行うこととした。

手法としては「作業姿勢区分ごとの評価」(添付の資料を参照)を参考にし、(身体

的負担の)「評価点」の大きな姿勢のものに注目して、それを評価点の小さな姿勢に変換できるような補助手段の検討を進めた。その検討をもとに問題解決に役立つ機器の構成や機能動作を具体的に案出した。

その際、加工対象製品の形状やそれを扱う際の姿勢も含めた考察を行った。

ロ. ソフト面

研究会及び研究活動等において検討を重ね、具体案の案出を目指した。

(2) 結果の概要

イ. ハード面

鋳造製品のバリを切削除去することを主体に、粗仕上げ加工に適用する補助装置を一基試作して試用した。補助装置の使用前の作業では、後述する「作業姿勢区分ごとの評価」の評価点4~6の身体的負担の大きい作業姿勢が中心であったが、補助装置の使用後では評価点1~3の作業姿勢が中心となり、従業員の負担軽減が確認された。

ロ. ソフト面

研究会及び研究活動において検討したものの具体案の案出に至らず、今後の検討課題とすることにした。

1. ハード面の研究

(1) 現状調査

イ. 対象

冒頭に述べたように、鑄造製品のバリ部分を手作業で切削除去する業務は、

- ・体力負荷
- ・騒音
- ・粉塵

などが大きい。

これを機械化したい希望は、関係者には従来から強いものであった。

鑄造品の製造や加工は、特殊な精密鑄造を扱う場合でなければ、高度な機械技術が必要とするという理解は関係者以外には少ないが、鑄造品の後加工の機械化というものは困難な種類のものである。その理由は以下の通りである。

- ・一般に比較的少量生産であること
- ・不定形で重量のあるワークは機械による固定や持ち替えが困難であること
- ・バリの出現が形状的にも個所数でも多様であること

このような理由により、鑄造品の後加工への機械装置の導入は困難な課題であるが、一方この作業の全てを人間が実行する場合には、作業は比較的単調な業務に属しており、それだけに補助機械を開発することも容易に実現できる課題であるように考えられてしまう場合が多いのではないかと思われる。

それゆえこの課題が、意識されながら実施されなかったのであろう。

総合的にいえば、この業務は半ば機械により、半ば人間作業によって実行することが適当であると考えられるが、実情は大半を人が、体力の負担を感じながら実行している。しかしながらこれまで述べたように、人間には厳しい条件の職種であり、また厳しいために、この職種は若年者には敬遠さ

れがちであり、中高齢者によって支えられている場面が多い。そしてその中高齢者にとっては体力的な負荷が一層厳しく影響するという、難しい循環現象になっているのがこの分野の現実である。

上記のような状況により、鑄造加工品のバリを除去する業務には従来から適切な支援装置が供給されるべきであったものの、今日まで実現しなかった。本研究ではそれを試み、かつ実証しようとしたものである。

この考え方を基礎にして、今後は自主的な新しい取り組みに努力したいと考えている。

ロ. ワークの状態

多種製品の多様なバリ状態が対象になっているので、典型的な形を単純に示すものはないが、写真1～4にそれらを察知できる事例を示す。

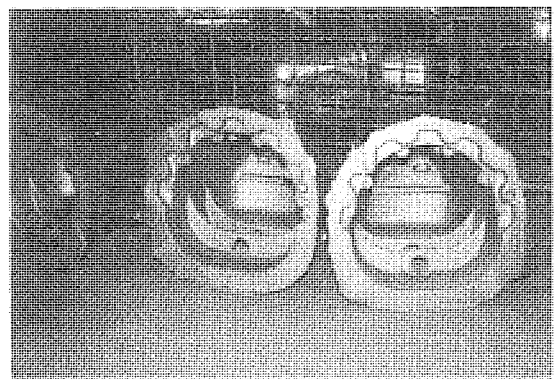


写真1 鑄造物の例

代表的な鑄造製品として、この製品の仕上げ加工の補助機能装置を開発することにした。



写真2 バリの状態

仕上げのために削除が必要なのは、写真右側に目立つような、ヒレ状についたバリと、左側に見えるイボ状の突起として残った溶湯の跡である。

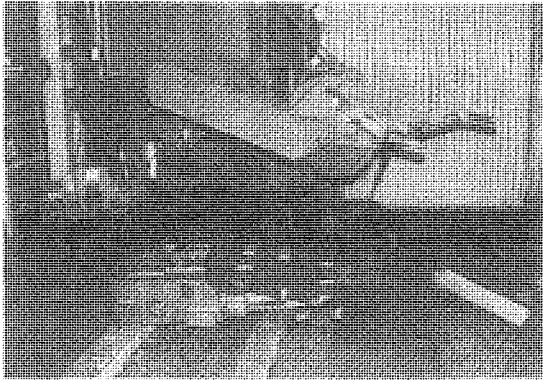


写真3 他の製品例

角形の広がりのある製品は、固定手段の問題はないが、切削のための機械的補助が困難である。宙づりしたグラインダーを抱えるようにして、全身に力を込めて作業に当たることがある。

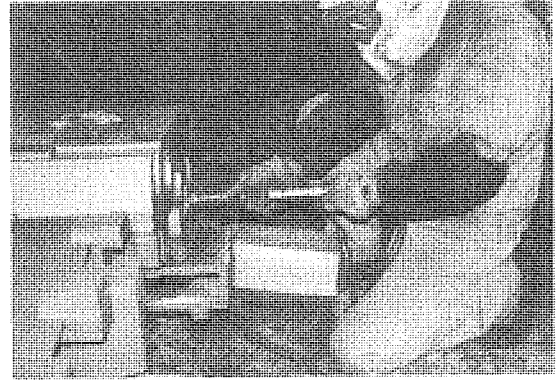


写真4 他の加工例

前出の製品の入り組んだ部分の切削作業。固定の強度は良いが、固定位置が作業姿勢に無理を強いる。

ハ. 従来作業の姿勢区分と負担度評価

作業のフローを図1に、作業の姿勢や動作を図2に示す。

図1に記入されている《1》～《6》は、図2の区分図に対応している。そこに示し

ているように、作業姿勢としてはF、G、H、Iの区分が主体である。即ち評価点が5及び6となるような身体的負担がかかることが多いと観察される。

図1 作業の現状

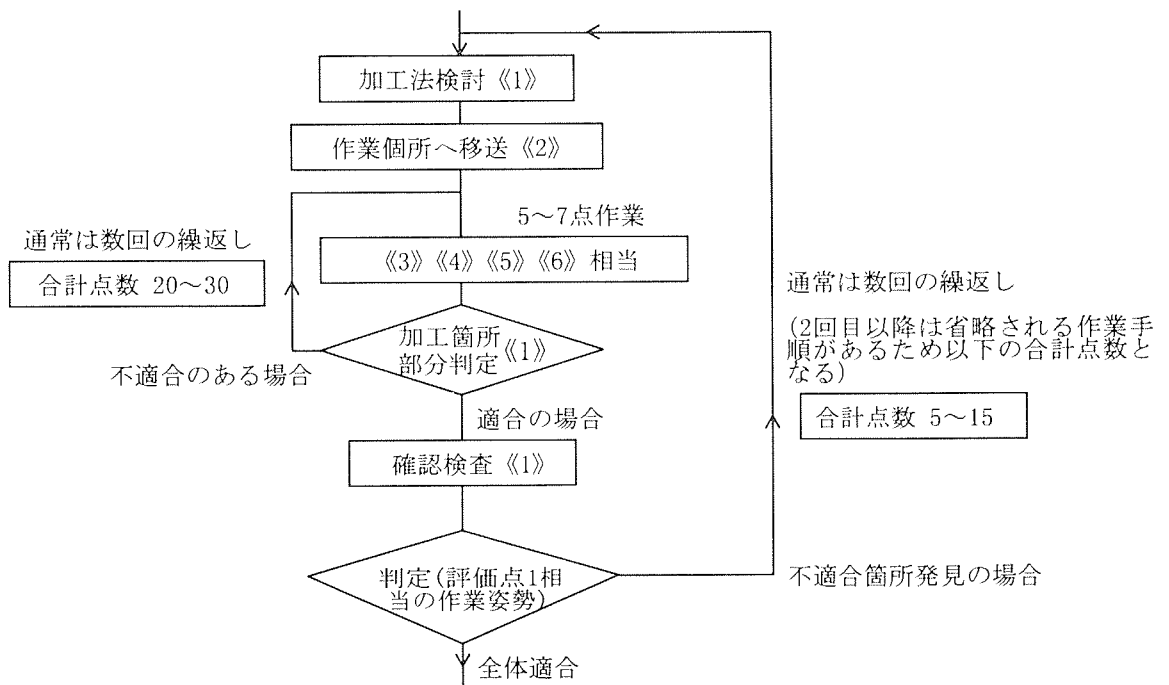


図2 従来作業の姿勢区分と負担度評価
 以下のような作業姿勢及び動作が頻繁に観察される



二. 改善の目標

以上からわかるように作業姿勢の区分として評価点30~50が従来の実態である。これを10~20程度に低減できれば一応の段階を達成できたものといえよう。したがってここに目標をおくこととした。厳密にはそれぞれの作業姿勢をとっている時間を加味して積算する必要があるが、本研究では単純な作業工程の比較であるため、調査負担に鑑み、あえて作業工程ごとの評価点を単純に足しあげることとした。

支援機器開発に当たって注目すべき点は、ワークの固定とワークの形状(円形が多い)である。人間の手作業で最も重要な

のはワークの固定である。僅かな緩みやぐらつきが加工精度と作業能率の低下を招く。したがって補助装置としては巧妙な動作機能よりも、堅固な固定を構造設計の第一とするのがよい。

また円形の製品の多いことが目立つが、円形は手加工の整形は容易でないが、機械動作としては回転すれば可能であるから扱いやすい形状である。総合すれば、回転機能と保持機能の信頼できる補助装置を求めることになる。

(2) 問題点と改善の指針

前述した作業内容の説明から分かるよう

に、当社の扱う修正加工業務においては、従来はほぼ次のような手順が繰り返されていた。

- ① 铸造された製品を観察してバリの箇所を発見する。
- ② 発見箇所のバリに対し切削手作業を行う。
- ③ 再度観察して切削する。

以上①～③を何度か繰り返して仕上げる。

ただし漫然と観察することは普通はない。

- ・決まった製品では決まった箇所にはバリが発生するが多い。
- ・初見の製品でもその形状からバリ発生箇所は推測できる。

ということが多いからである。したがってある程度熟練すれば無駄な作業動作はなくなり、部外者の感覚よりはある程度楽にこなしている。

しかし作業者が中高年齢に達すれば自ずと身体的負担は増すものであり、自覚がなくても能率が低下するのが普通である。

また中高年齢者で初めて従事する場合には、これらの困難性がすべて現れる。今回の研究ではこの状況への対処を目指した。

(3) 改善案

作業姿勢変更の改善案としては、「作業姿勢区分ごとの評価」におけるBやC等の負担の軽い姿勢のみで作業が行われるのではな

く、あえて部分的にDやEも混成する作業の形にすることとした。この程度の作業負担であれば中高年齢者が継続作業することに無理がなく、かつ、適度な緊張を加味した定型作業となり、また、機械設計のレベルとしても実現可能なものとなりうるからである。

前述したように

- ・堅固な保持構造
- ・保持構造部の回転機能
- ・重量物の簡易取り込み機能

を持つことが当初からの計画であった。ロボットアーム式かハングワイヤ式かは問わないが、10～100kgのワークを対象とするものであるから、これもよく使われる機能要素の製品を取り付けることで実現するはずである。

以上を総合した形で、図1の現状作業のフローに倣って改善案としての作業フローを図3に記した。フローの形態は全く同じであるが、機械の補助によって、評価点を半分程度に抑えることを実現したいと考えた(図3に記入されている《1》～《6》は、図4の区分図に対応している)。

なお作業負担の軽減と同時に、今後の工程においては粉塵対策も十分に考えておかななくてはならない。

図3 改善の目標

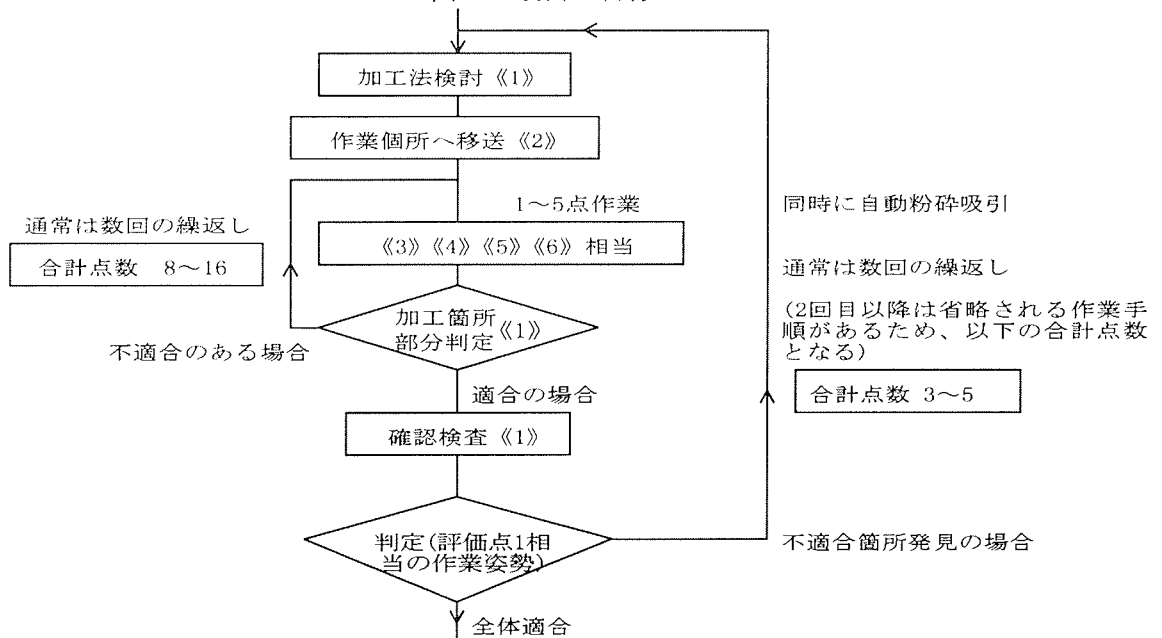


図4 望ましい作業姿勢への改善

ワークの固定保持と回転動作が加工作業の負担を低減する

<p>《1》 製品を観察し 加工の方針を 決める ・単純化分類し た中から選択 ・2個目以降は 更に短時間化</p>  <p>作業姿勢区分表の区分:A 評価点:1</p>	<p>《2》 製品を作業位置 へ移送する ・内装ホイスト を使用 ・短時間 ・2個目以降も 同一時間</p>  <p>作業姿勢区分表の区分:B 評価点:1</p>
<p>《3》 製品を加工固 定個所に保持 してバリ削除 を行う ・中程度の時間 ・2個目以降も 同一時間</p>  <p>作業姿勢区分表の区分:C 評価点:3</p>	<p>《4》 製品を加工固 定個所に保持 してバリ削除 を行う ・中程度の時間 ・2個目以降も 同一時間</p>  <p>作業姿勢区分表の区分:B 評価点:1</p>
<p>《5》 製品を加工固 定個所に保持 してバリ削除 を行う ・中程度の時間 ・2個目以降も 同一時間</p>  <p>作業姿勢区分表の区分:D 評価点:4</p>	<p>《6》 製品を加工固 定個所に保持 してバリ削除 を行う ・中程度の時間 ・2個目以降も 同一時間</p>  <p>作業姿勢区分表の区分:E 評価点:5</p>

ここまでの検討事項をまとめると、ほぼ次のような内容が、補助装置の開発に当たっての計画基準として考えられることになる。

- ①従来の作業に関し、製品の移入前及び移出後の工程には今回は関わらない。
- ②ワークの支えや固定維持等を重点的に堅固な構造とする。
- ③ワーク保持部はしっかりした回転機能を持つものとする。
- ④重量物の取り込み機能を持つものとする。
- ⑤作業姿勢は脚を伸ばして立つことを原則とする。

⑥発生する粉塵は機械吸引する。

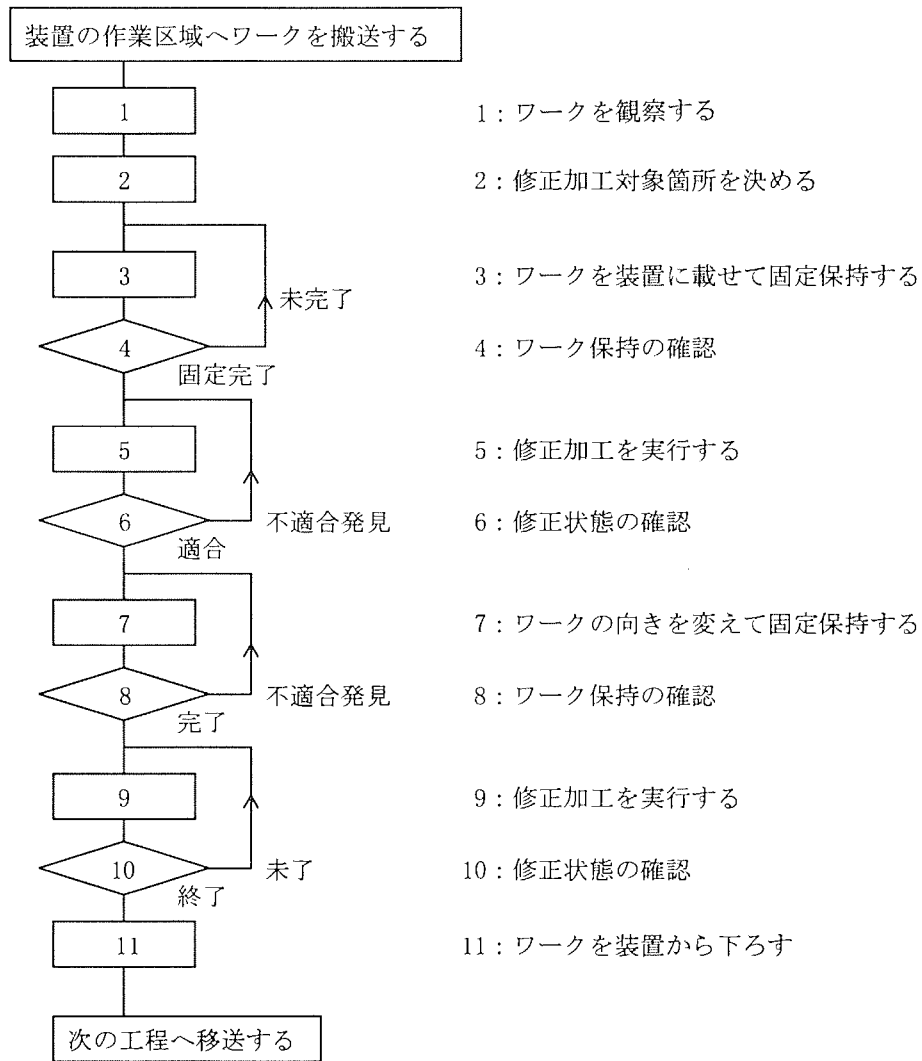
⑦バリの削除を行う工具と方法は従来方法を踏襲する。

即ち②～⑥が開発する補助装置が機能する部分である。①と⑦とは従来方法を踏襲している部分であり、前後の作業とのインターフェースに相当する。

(4) 改善案の試行・効果測定

比較的よく扱うワークに対する、新しい計画作業の流れを考える。図5はその概念と、工程の概略説明である。

図5 補助装置を用いた作業フローの計画



ほぼ計画どおりの作業姿勢の改善を実現し、作業負担の評価点も計画に近いものに改められた。ただし小さ過ぎる製品、強い締めつけに耐えない製品、作業に当たって持ち替

えが頻繁に必要な製品には適用が難しい。

写真5～9に、開発した補助装置とそれによる加工作業の状況を示す。

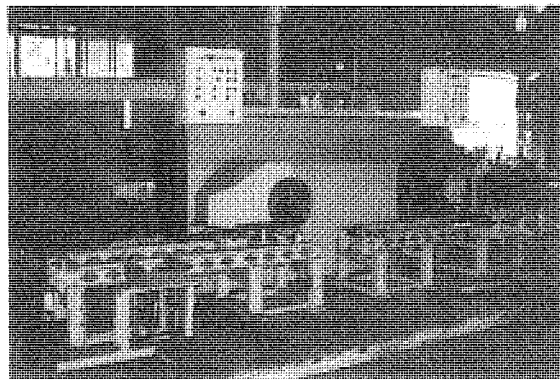


写真5 開発した補助装置の全容

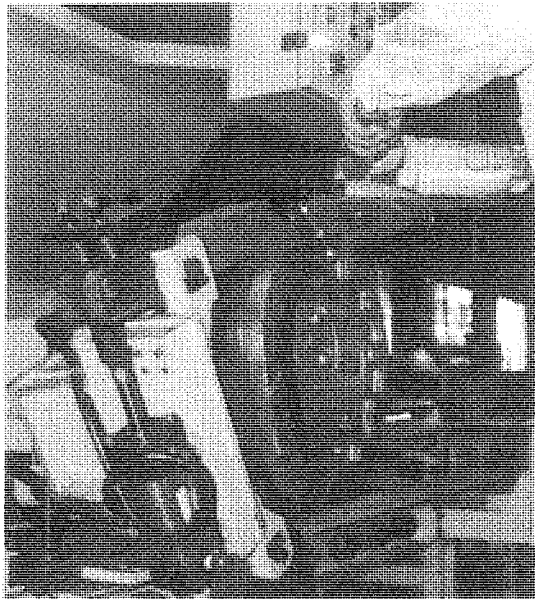


写真6 補助装置を用いた加工(1)

作業姿勢の容易な位置と向きにワークを固定することができるので、体力的な負担が軽減されている。

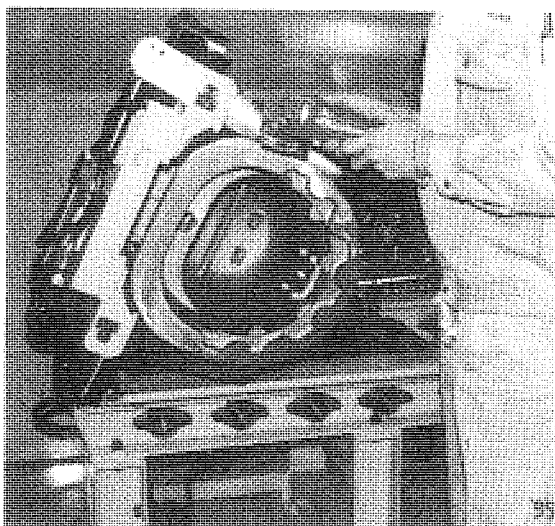


写真7 補助装置を用いた加工(2)

余計な体力負担が除かれると、より良い仕上げに気を配ることができる。

(5) 研究成果

研究成果を厳密に数値によって表現することは困難であるが、結論として以下のことが言えるであろう。すなわち、対象とした業務のうち作業量の30~40%に本研究によって完成させた補助装置を役立たせることができ、補助装置を使用した作業においては「作業姿

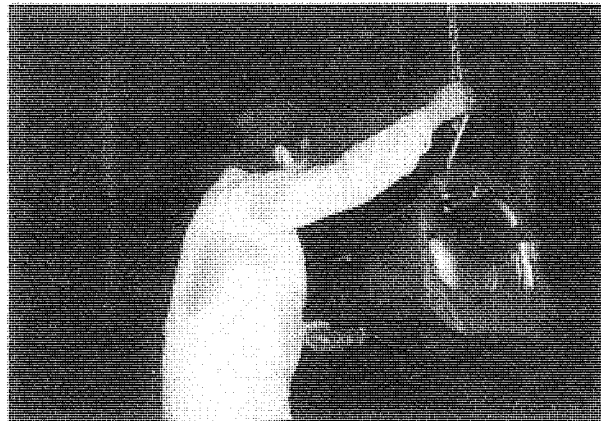


写真8 補助装置を用いた加工(3)

装置に付属した小型電動式ホイストで、容易に固定設定できる。



写真9 補助装置を用いた加工(4)

ワークを持ち替えて反対面を加工する。

勢区分ごとの評価」の評価点の数値がほぼ半減したため、それらの業務を遂行する際の体力負担はかなりの程度軽減された。

当初述べたように、加工対象の製品は形状もサイズも多岐にわたっており、今回の研究成果としての補助装置は総製品数の約40%に対して有効と予想していた。今回の研究はほ

ぼ予想通りの結果となったため、十分な効果が得られたのであるが、現場で聞き取りを行ったところ、必ずしも十分な評価は得られなかった。

その理由としては以下のようなことが考えられる。すなわち、補助装置を使用して作業負担の軽減された作業は、同時に作業効率も改善され、全体に占める作業割合が低下したため、手つかずの工程が作業全体に占める割合が70～80%にまで達し、負担の軽減が見えにくくなったのではないかと考えられる。特に作業量の低減により新たな業務を取り込む傾向が見られるため、この傾向に拍車をかけているものと思われる。

したがって従業員が作業負担の軽減を実感できるようになるためには、改善範囲が40%

にとどまらず作業全体の大部分に達することが必要であろう。今回対象とできなかった業務部分でいかに負担軽減できるかは今後の課題であるが、今回の研究の成果はその端緒として意義をもつものであったといえよう。

2. ソフト面の研究

下記の2点の研究を行うこととし、研究会および研究活動において検討を重ねた。

- ① 支援機器の作業標準マニュアルを基にした教育訓練体制
- ② 中高齢従業員の健康管理体制

しかしながら具体案を案出するまでに至らなかった。ソフト面の開発については今後の課題とすることとした。

将来へ向けての展望・まとめ

この研究においては、複数の問題点を抽出し課題に取り組んだが、大きな成果が得られたといえる。

ハード面の研究については、今回の研究によって、ほぼ意図したとおりの労働負担の軽減が実現したものの、作業者が負担軽減を必ずしも実感していない結果となった。しかしながらその理由は納得できる性質のものであり、今後のさらなる改善の端緒として意義深いものであったといえよう。

鋳造製品のバリを削除成形する加工を機械化する装置の開発は容易であると思われがちであるが、機械装置として困難な部分もあり、ほぼ意図通り実現したと考えられる今回の装置にあっても、改良を必要とする部分は何点か見られた。したがって従業員が補助装置による作業負担の軽減を実感できるようになるためには、克服すべき課題が山積しているといえる。

また、当初の研究対象を選定する際、「研

削盤の出荷前の試運転・調整作業」と「鋳造製品のバリ取り作業」の2つの懸案事項のうち、あえてより困難な後者の研究開発に着手したのであるが、前者の課題については実施技術の評価選択はほぼ結論づけられたため、今後は前者の課題に対応し、その後再びこの課題に取り組むつもりである。

高齢者の作業負担軽減への取り組みは従業員の雇用環境を改善することのみにとどまらず、商品としての装置の開発においても作業負担軽減のための工程改善の技術を生かし得るものであり、その意味において今回の研究が当社に対して与えた直接、間接の効果は大きいものであったといえよう。

ソフト面の研究については不十分なものに終わったが、今後に向けての端緒になったと思われる。

今回の研究の経験を参考にしてさらなる改善をはかり、高齢者の働きやすい職場づくりを推進していく所存である。

資料

作業姿勢区分の評価（評価点が高いほど作業姿勢はつらい）

区分	評価点	姿勢	動作内要	具体例
J	10		膝を深く曲げた中腰で 上体を前屈	かかとが浮いている (水泳のスタート直前の格好)
I	6		膝を伸ばした中腰で 上体を深く前屈	 90度位以上 この姿勢で膝が 曲っていても同じ
H			膝を曲げた中腰で 上体を前屈	 45～90度（腰） 0～45度（膝）
G	5		膝を伸ばした中腰で 上体を深く前屈	 45～90度 足に障害物があっても同じ
F			しゃがんだ姿勢 (かかとがついている)	かかとが浮くと膝が前に 出る———区分(J)
E			膝を伸ばし 上体を軽く前屈	 30～45度 無理な姿勢に見えたら———区分(G)
D	4		膝を軽く曲げ 上体を軽く前屈	 0～30度 立ち姿勢で軽く 膝が曲る
C	3		立ち姿勢で背伸び (かかとが浮いている)	目より高い物を取る格好
B	1		立ち姿勢	 0～30度 背筋が伸びている
A			座った姿勢	 膝が床についた姿勢 も含む