

1. 序 論

梅崎 重夫*, 糸川 壯一*

1. Introduction

by Shigeo UMEZAKI* and Soichi KUMEKAWA*

Abstract; As the aging society becomes actuality in Japan, an expansion of working fields and promoting safety for aged workers have become matters of great concern. For this trend, the specific research on “Development of Devices and Working Systems for Promoting Safety of Aged Workers” was conducted from 1990 to 1994.

This research aimed mainly at promoting safety of aged workers in non-steady operations such as heavy work handling, trouble-shooting, repairing and maintenance. Following research subjects were conducted in this specific research.

- (1) Improvement of environmental conditions for aged workers.
- (2) Evaluation of abilities of aged workers to predict and avoid accidents.
- (3) Improvement of operating equipments for aged workers.
- (4) Development of assisting equipments for heavy work handling.
- (5) Development of safety systems in warehouses for aged workers.

This “Second Report” deals with research subjects (4) and (5), as the “First Report” published in 1993 described results of research subjects from (1) to (3).

Chapter 2 and Chapter 3 are related to the research subject (4). The purpose of Chapter 2 was to develop an automatic work handling manipulator for assisting aged workers who handle heavy works by cranes. A cooperative control system between the crane and the work handling manipulator was designed for positioning heavy works accurately by a balance servo control.

The purpose of Chapter 3 was to develop a supporting equipment for aged workers who operate a cart with full loads. An automatic chasing vehicle system which enables the vehicle to follow an aged worker was developed.

From Chapter 4 to Chapter 7 are related to the research subject (5). The purpose of Chapter 4 was to develop safety systems for automated warehouses which sometimes force aged workers to climb up to the heights, to confirm safety over wide areas by their own eyes, or to carry out their works without stopping stacker cranes.

The purpose of Chapter 5 was to develop a safety device of laser beam type for compensating visual ability of aged workers. The device is to be used for aged workers to confirm safety over wide areas such as automated warehouses and conveyors.

The purpose of Chapter 6 was to develop a start-up alarm system for reducing work load of aged workers. The system sounds the alarm automatically by start operation and permits a machine to start when the system confirms that the alarm sounds without fail.

The purpose of Chapter 7 was to theorize logical structures of guard systems for danger zones in automated warehouses. The entrance guard locking system which locks a door of danger zones until

*機械システム安全研究部 Mechanical and System Safety Research Division

the stacker crane stops completely was necessary for the protection of danger zones.

Keywords; Safety, Safety control, Aged worker, Heavy work handling, Automated warehouse

1. はじめに

我が国が本格的な高齢化社会を迎え、就労者の高齢化が進むと共に、高齢者の安全確保が産業安全の分野のみならず社会的にも重要な課題となりつつある。特に、高齢者ではME（マイクロ・エレクトロニクス）機器の取扱いに困難を伴う場合も多く、このため労働省では昭和61年度から平成元年度までの4年間にわたり「高齢者向けME機器の開発・改善に関する研究」^{1),2)}を実施し、安全性の高いME機器や高齢者のME技術への適応を容易化するための関連ソフトウェアの開発、および加齢によって低下した高齢者の能力を補充する各種ハードウェアの開発等を行ってきた。

上記の研究は、機械作業の中でも定常的な作業に従事する高齢者の安全確保を目的として実施したものである。しかし、近年の労働災害の傾向として、定常的な作業での災害発生の比率が相対的に減少する一方でトラブル処理、保守・点検・補修、清掃等の非定常作業（補足1

参照）時における災害発生の比率が相対的に増大しており、高齢者が行う非定常作業に対する災害防止対策の確立が強く望まれている^{3)~5)}。

非定常作業に関連した災害の原因は、後に具体的な例を挙げて述べることにするが、要約すれば加齢による身体諸機能（たとえば、筋力、柔軟性、身体平衡能力、敏捷性、視聴覚能力等）の低下や、若年者と比較してME機器の扱いが困難である等の要因が重要と考えられる。また、事前の設備対策が困難であるために作業に伴う危険を高齢者自身が認知して回避せざるを得ないことや、作業床の状況や照明、騒音、作業空間等の周辺環境の状況が、安全上重要な影響を与える等の要因も無視できない。

以上の問題に対しては、当研究所においても従来より個別に調査・研究を行ってきたところであるが、今般、高齢者が行う非定常作業の安全確保を図るための人間工学的条件の解明と安全な機器及び作業システムの開発を目的として、平成2年度から6年度までの5年間にわたり、労働省の特別研究として「高齢者の安全確保のための機

Table 1 Number of industrial accidents of aged workers.
高齢者の災害発事件数

年度	合計	50才以上	50才以上の内訳		
			50~59才	60~69才	70才以上
54	340,890 (100.0)	108,671 (31.9)	74,472 (21.9)	30,057 (8.8)	4,142 (1.2)
55	329,729 (100.0)	108,083 (32.8)	74,765 (22.7)	29,056 (8.8)	4,262 (1.3)
56	307,761 (100.0)	102,976 (33.5)	72,434 (23.5)	26,667 (8.7)	3,875 (1.3)
57	288,740 (100.0)	99,449 (34.4)	71,230 (24.6)	24,688 (8.6)	3,531 (1.2)
58	279,955 (100.0)	98,798 (35.3)	71,759 (25.6)	23,736 (8.5)	3,303 (1.2)
59	264,113 (100.0)	94,611 (35.8)	69,264 (26.2)	22,417 (8.5)	2,930 (1.1)
60	256,560 (100.0)	93,969 (36.6)	69,040 (26.9)	21,991 (8.6)	2,938 (1.1)
61	240,979 (100.0)	90,623 (37.6)	66,390 (27.5)	21,620 (9.0)	2,613 (1.1)
62	231,687 (100.0)	89,479 (38.6)	65,603 (28.3)	21,296 (9.2)	2,580 (1.1)
63	223,470 (100.0)	89,455 (40.0)	64,317 (28.7)	22,687 (10.2)	2,451 (1.1)
元	216,118 (100.0)	89,042 (41.2)	62,452 (28.9)	24,050 (11.1)	2,540 (1.2)
2	207,581 (100.0)	89,273 (43.0)	60,726 (29.3)	25,774 (12.4)	2,773 (1.3)
3	196,803 (100.0)	87,371 (44.4)	57,038 (29.0)	27,361 (13.9)	2,972 (1.5)
4	186,532 (100.0)	84,188 (45.1)	53,477 (28.7)	27,635 (14.8)	3,076 (1.6)
5	180,118 (100.0)	82,031 (45.5)	51,130 (28.3)	27,835 (15.5)	3,066 (1.7)

注) ()内は発事件数が占める%を意味する。

器及び作業システムの開発に関する研究」と題して、①高齢者の危険認知能力と危険回避能力の評価、②高齢者の歩行環境の改善、③騒音環境が高齢者の作業特性に及ぼす影響、④高齢者の作業特性を考慮した操作盤の改良、⑤重量物取扱い用の各種支援機器の開発、⑥倉庫関連作業の安全化等の研究を実施してきた。

本報告書は、このうち、主に平成5～6年度に実施した⑤と⑥の研究成果についてまとめたものである。なお、平成4年度までに実施した①～④の研究成果は、既に「高齢者の安全確保のための機器及び作業システムの開発に関する研究（第1報）」⁶⁾で報告しているので、これを参照されたい。

2. 高齢者が行う非定常作業の労働災害分析

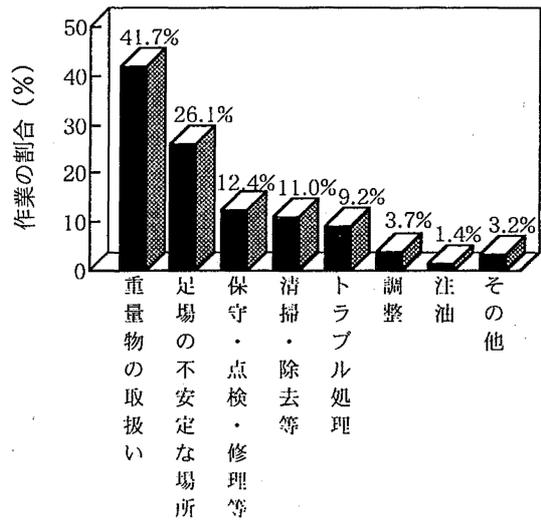
2.1 高齢者による労働災害の現況

我が国の労働災害の中で、高齢者（ここでは、50歳以上の者をいう、以下同じ）が占める比率は年々増加しており、たとえば、休業4日以上労働災害は、昭和54年度には31.9%であったものが平成5年度には45.5%となっている⁷⁾（Table 1 参照）。

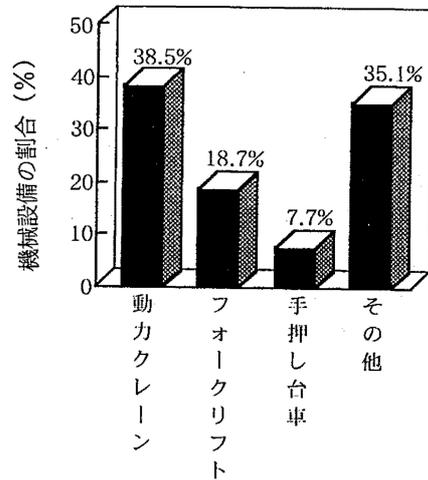
このうち、昭和50年代の発生比率の増加は、主に50～59歳の年齢層で発生比率が増加したことによる。これに対し、昭和60年代から平成までの発生比率の増加は、主に60歳以上の年齢層で発生比率が増加したことによる。特に重要なのは、労働災害全体の発生件数が昭和54年から平成5年までの間に一貫して減少していく中で、60歳以上の労働災害の発生件数は昭和63年頃を境に逆に増加に転じていることである。

次に、平成4～5年度に製造業で発生した高齢者による死亡災害401件⁸⁾（非定常作業に限る）を筆者らが分析した結果によれば、災害の頻発している非定常作業は「重量物を取り扱う作業」（41.7%）、「足場の不安定な場所で行う作業」（26.1%）、「保守・点検・修理等の作業」（12.4%）、「清掃・除去等の作業」（11.0%）、「トラブル処理作業」（9.2%）が特に多く、これらに関連した災害だけで高齢者の死亡災害全体の9割以上を占めている（Fig. 1 (a) 参照）。

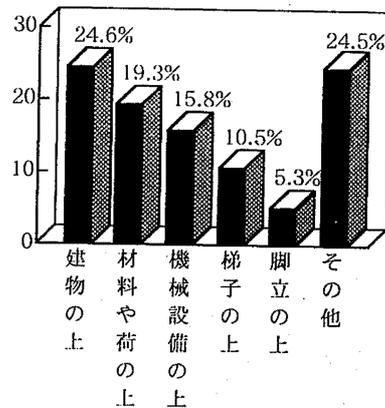
このうち、重量物を取り扱う作業では「動力クレーンによる作業」（38.5%）、「フォークリフトによる作業」（18.7%）が特に多く、「手押し台車による作業」（7.7%）も無視できない（Fig. 1 (b) 参照）。また、足場の不安定な場所で行う作業では「建物の上での作業」（24.6%）、「材料や荷の上での作業」（19.3%）、「機械設備の上での作業」（15.8%）、「梯子の上での作業」（10.5%）等が多い（Fig. 1 (c) 参照）。



(a) 死亡災害の発生した非定常作業の割合
（複数の作業が災害に関連する場合がありますため、総計は100%にならない）



(b) 重量物取扱い作業で死亡災害に関連した機械設備の割合



(c) 足場の不安定な場所で行う非定常作業のうち、死亡災害が発生した作業の割合

Fig. 1 Tendency of industrial accidents of aged workers.
高齢者による労働災害の傾向（非定常作業）

発生原因では、やや古くなるが、昭和 57 年に労働省安全課が実施した調査結果⁹⁾ (昭和 57 年 1 月～58 年 11 月、休業 4 日以上、製造業と建設業を中心とする 1,084 事業場を対象) が参考になる。これによれば、高齢者の災害では「今までの経験に頼ってやった」(64.6%), 「作業手順・方法が決まっていたが、省略して大丈夫と思った」(13.0%), 「正確な作業方法を忘れて自己流でやった」(11.3%) 等の作業知識や技能に起因する災害がまず多い。

次に多いのが、「相手との呼吸が合わなかった」(58.7%), 「作業人員が不足のまま無理に作業をした」(22.8%), 「相手がやってくれると信じ込んだ」(12.3%) 等の共同作業の不適切さに起因した災害である。また、「体のバランスが思うようにとれなかった」(51.1%), 「気持ちが先走り、体がついていかなかった」(17.0%), 「手・足・腰が弱っていた」(12.9%) というような身体平衡機能や敏捷性の低下に起因する災害や、「無理な姿勢での作業」(29.4%), 「力を込めた作業」(18.6%) 等の筋力や柔軟性を必要とする作業に関連した災害も多い。

2.2 高齢者が関連している非定常作業の災害事例

次に、高齢者が行う非定常作業の災害事例、または高齢者比率の高い職場で発生している非定常作業の災害事例を取り上げ、その概要と原因を示すと共に、本研究で検討すべき課題の抽出を行う。

《事例 1：重量物の取扱い作業：クレーンでつり上げた材料が横振れして被災》

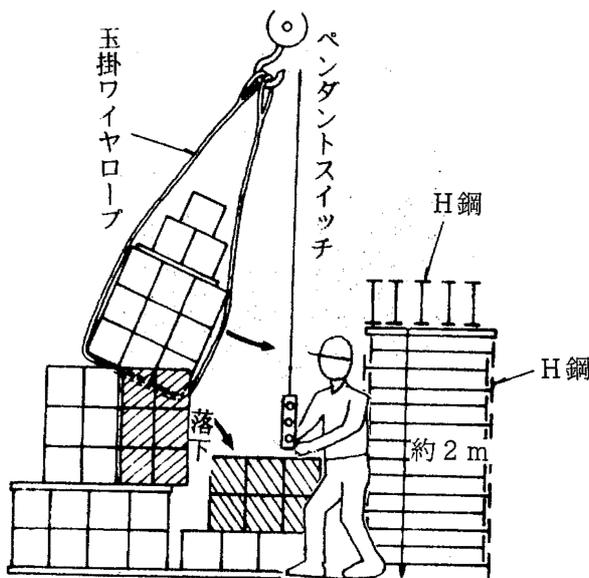


Fig. 2 Non-steady operation in case 1.
事例 1 の非定常作業 (文献 10)

1) 災害の概要

作業者が鋼材倉庫内のレイアウト変更をするために、倉庫内に置かれていた鋼材をホイスト式天井クレーンを利用して他の場所に搬送する作業を行っていたところ、地切りが完了したと同時に突然吊り荷が横振れを起こし、吊り荷と背後の鋼材の山の間に頭部を挟まれた¹⁰⁾ (Fig. 2 参照)。

2) 災害の原因と検討課題

この災害の原因は、クレーンを吊り荷の真上に位置させず横吊りの状態で地切りをしたことと、作業者が吊り荷に接近した状態で作業を行っていたことにある。従って、横吊りを行わず、かつ吊り荷から離れた状態で作業を行うことがこの作業での安全対策の基本となるが、災害の発生した倉庫では鋼材がいたる所に山積されており、吊り荷から離れた状態で作業を行うのは実際上困難であった。

また、クレーン作業では、熟練した作業者であっても時に荷振れを起こすものであり、この根絶を目指すのは容易ではない。むしろ、この場合は仮に荷振れが発生してもこれを最小限に抑えることのできる機構の開発が必要と考えられる。特に高齢者では、身体平衡機能や敏捷性が低下しているので、荷振れが起きたときのとっさの回避行動は若年者と比較して劣ることから、上記のような機構の開発は特に重要である。

《事例 2：重量物の取扱い作業：クレーンで吊り荷を降ろそうとして手を挟まれる》

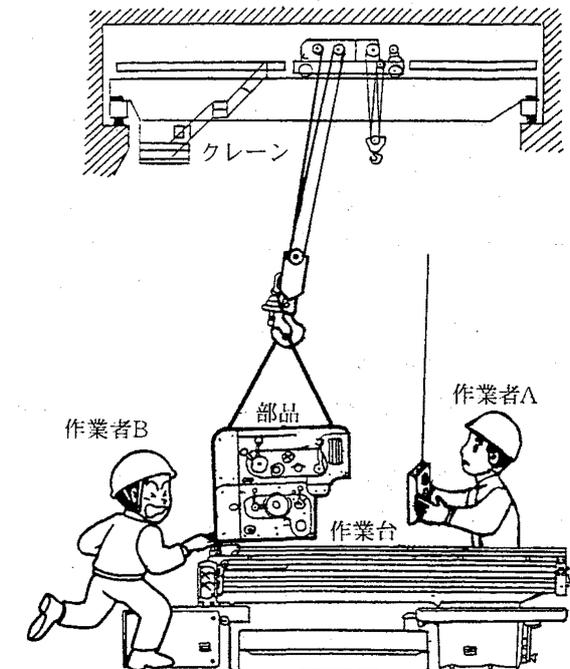


Fig. 3 Non-steady operation in case 2.
事例 2 の非定常作業

1) 災害の概要

作業員 A は、加工用機械の補修作業を行うために、ホイスト式天井クレーンを使用して作業台の上に機械の部品を降ろす作業をしていた。その際、部品を降ろす位置がずれたために、共同作業員 B が位置を直そうとして部品の下に手を入れたところ、突然 A がクレーンを下降させたために作業台と部品の間に手を挟まれた (Fig. 3 参照)。

2) 災害の原因と検討課題

重量物の取扱いは、筋力や柔軟性の低下した高齢者が最も不得手とする作業である。このため最近では、バランスシート等を使用して作業負荷の軽減を図ることも多い。しかし、仮にこのような対策を講じた場合でも、荷降ろし時の位置決め作業などは高齢者が直接荷を誘導して行わざるを得ず、これが上記のような災害を頻発させる要因になっていると考えられる。

現在、このような災害の防止対策としては、適切な作業標準の設定、有資格者以外の就業制限、作業員教育等が一般的であるが、作業の安全を本質的に確保するには、高齢者が直接介在することなく上記のような作業を安全に遂行できる支援機器の開発が重要と考えられる。特に、遠隔操作によって荷降ろし時の位置決め作業ができるならば、危険な荷に接近した状態での作業を根絶できることになり、安全確保上その効果は大きい。

《事例 3：重量物の取扱い作業：手押し台車で製品の運搬作業中に台車が他の作業員と衝突》

1) 災害の概要

工場内のレイアウト変更のために、作業員 A が手押し台車を使用して製品の移動をしていたとき、台車が他の作業員 B と衝突した。このとき、山積みしていた製品が台車から落下し、作業員 B の足に当たり B は足の指を骨折した。

2) 災害の原因と検討課題

この災害は、製品を台車上に山積みしていたために、前方が良く見えず、その結果、台車が他の作業員に衝突し、そのはずみで製品が台車から落下したものである。この種の災害の防止対策では、設備の本質安全化を実施したものは少なく、その多くは、箱 (パレット) 状のものに製品を整然と積み込む等の対策を講じる場合が多い。これは、レイアウト変更等の臨時的作業に対してまで自動化を図るのは非現実的との理由による。

しかし一方で、手押し台車による搬送作業は、高齢者にとっては腰痛等の原因となる作業であり、また他の作業員を回避するときの「とっさ」の行動は、敏捷性の低下した高齢者が苦手とする作業でもある。従って、この種の作業に対しても、技術的に可能であるならば支援機

器 (たとえば、高齢者が直接台車を操縦しなくとも、荷を自在に移動できる装置など) の開発を試みることは重要である。この場合、支援機器は高齢者が指示した任意の位置に移動可能で、かつ作業員との接触防止対策が講じられたものとする必要がある。

《事例 4：不安定な場所での作業：クレーン操作中にバランスを崩し転落》

1) 災害の概要

作業員が、材料移動台を吊り直そうとして、たまたま移動台の横にあった運搬台車の枠の上に乗って、クレーンを操作しようとした。その際、枠の幅が狭かったためにバランスを崩し、ペンダント・スイッチにつかまり転落を防止しようとして誤って操作ボタンに触れた。このため、クレーンが作業員側に向けて約 3m 動き、その結果吊られていた材料移動台が材料置台より落下し、それに押されるように作業員は運搬台車より転落し足を骨折した (Fig. 4 参照) ¹¹⁾。

2) 災害の原因と検討課題

この災害の原因は、運搬台車の枠のような幅の狭い所に乗って作業をしたことにある。また、この作業には作業標準が定められていたが、事故時被災者はこの作業標準によらずに自己流で作業を行っていた。

従って、安定した作業環境で定められた作業標準に従って作業を行うことがこの作業における安全対策の基本となるが、作業の中にはやむをえず狭隘な、または不安定な環境の下で行うものも多い。この場合、作業環境が高齢者の身体平衡機能によって対応できる環境であるかをまず十分確認しておく必要がある。

また、この災害では被災者が誤って操作ボタンに触れたことも原因の一つと考えられるが、これは操作システ

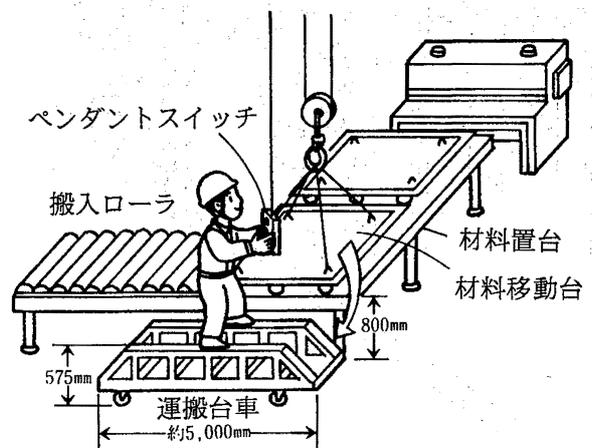


Fig. 4 Non-steady operation in case 4.
事例 4 の非定常作業 (文献 11)

ムの側に適切な意志確認手段（人体の一部が誤って操作ボタンに触れたときに、起動を許可しないための手段）があれば防止できたものと考えられる。

《事例 5：保守・点検・補修等の作業：コンベヤの補修作業中に他の作業者がコンベヤを起動して被災》

1) 災害の概要

作業員 A が、セメント工場内に設置されたベルトコンベヤのキャリア（ころ）を交換する作業を行っていたときに、これと離れた位置で同じコンベヤの清掃作業をしていた作業員 B がコンベヤを起動し、A がコンベヤのベルトに巻き込まれた。

2) 災害の原因と検討課題

この災害は、長大なコンベヤで、2名の作業員が十分連絡をとることなく別々に作業を実施したために発生したものである。従って、起動前の確実な安全確認や警報の発報等がこの災害における安全対策の基本となるが、加齢と共に視野の狭くなる高齢者にとっては広大領域の安全確認は相当な困難を伴う。従って、高齢者の目に代わって広大領域を自動的に確認する装置が必要である。

また、長大なコンベヤでは、仮に警報装置の故障により、警報が鳴らずに機械が起動すると、直ちに重大な災害を起こしかねない。そこで、警報装置が故障したときは、機械が起動できないようにシステムを構成する必要がある。

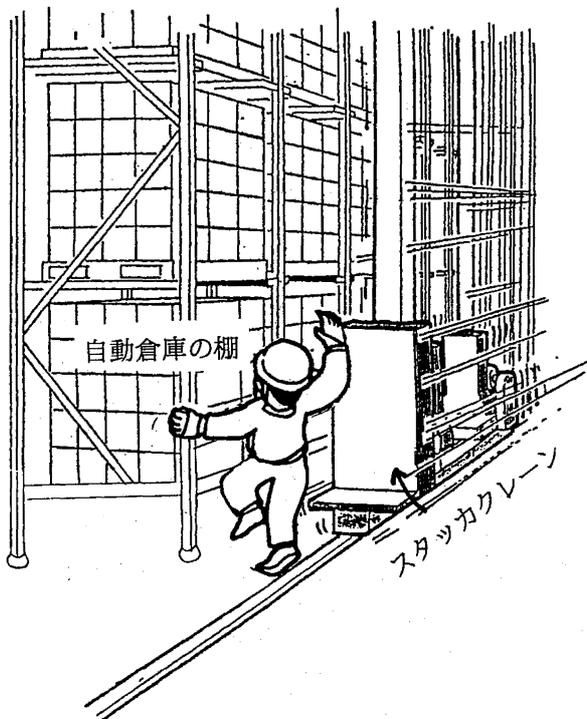


Fig. 5 Non-steady operation in case 6.
事例 6 の非定常作業

《事例 6：倉庫作業：自動運転中のスタッククレーンと棚の柱の間に挟まれる》

1) 災害の概要

作業員が、自動倉庫のスタッククレーンの走行中に製品を返品しようとして自動倉庫内に立ち入り、走行してきたスタッククレーンと棚の柱の間に挟まれた (Fig. 5 参照)。

2) 災害の原因

この自動倉庫の入口には、立入禁止のための安全柵と、非常停止用の押しボタン、それに立入禁止を示す安全標識が設置されていた。また、製品の返品が出た場合には、たとえ少量であっても、その製品のパレットを出庫作業の手順に従って荷受台上に呼び出し、そこでパレットに返品するという作業標準になっていた。

しかし、実際には、作業員が小出し・返品・在庫確認等の目的でスタック・クレーンの通路に入ることは日常茶飯事であった。これは、高齢者では、多少の危険を犯してでも機械を停止せずに要領よく作業をやることに価値を置く傾向があるためと考えられる。この傾向は熟練作業員で特に強い。従って、このような高齢者の心理特性を前提とした安全対策の実施が望まれる。

《事例 7：トラブル処理作業：自動機械のトラブル処理作業中に他の機械が不意に起動》

1) 災害の概要

自動機械を利用して製品を加工した後排出する過程で、製品の送りに異常が生じて製品が正規の位置からずれたため機械が自動的に停止した。このため、作業員が手を出して製品を正規の位置に戻したところ、すぐ横にあった他の送り装置が不意に起動し、この装置に指を挟まれた。

2) 災害の原因

自動機械は、他の設備と連動しながら使用されることが多い。従って、自動機械による災害の中には、ある機械の修理中にすぐ横にある機械が突然動き出したり、機械の故障を修復したところ連動信号が自動的に送信されて、他の機械が急に動き出して危害を受けるといったものが多い。

このような災害が多発するのは、機械相互の連動が正しく設計されていないという問題もさることながら、人間が同時に複数の危険を認知できないという人間特性そのものに由来しているのである。特に高齢者では、責任感の強さからトラブル発生時にはとっさに手を出す傾向が強いが、若年者と比較して危険回避能力が劣るとの報告もあり⁹⁾、この種の災害の被害者となる割合も高いと考えられる。

2.3 災害事例分析に基づく研究課題の抽出

以上、高齢者が関連する非定常作業での労働災害の現況と事例について述べたが、これらの災害の発生原因と研究の対象とすべき課題を列記すれば、次のように要約できる。

《作業環境及び作業内容に関する問題》

(1) 事前の設備対策が困難

非定常作業では事前に設備対策を講じるのが困難な場合が多く、このため作業に伴う危険を認知して回避するという行動は、多くの場合高齢者が自ら行わざるを得ない。しかし、高齢者の危険認知能力や危険回避能力が若年者と比較してどの程度劣るかが現在のところ不明であるため、この問題に対する適切な対策を講じることができない。従って、この能力低下を明らかにするための研究が必要である。

(2) 作業環境の影響を受けやすい

非定常作業では、作業床の状況や照明、騒音、作業空間等の周辺環境を適切に整備しないと、作業性が低下するだけでなく安全上も問題が起こる。しかし、高齢者の場合、特にどのような点に留意して作業環境対策を講じればよいか必ずしも明確でない。従って、この作業環境の影響を明らかにするための研究が必要である。

(3) 重量物取扱い作業に関連した災害が多い

Fig. 1 からも明かなように、高齢者による労働災害が最も多発している作業は、重量物の取扱い作業である。特に、死亡災害は、事例1~2のようなクレーン作業で多く、この作業に対する適切な災害防止対策を講じる必要がある。

また、死亡災害のような重篤な災害は少ないが、比較的災害発生件数の多い作業として、事例3のように高齢者が手押し台車等で重量物を運搬する作業がある。従って、クレーン作業と手押し台車による搬送作業を対象とした安全研究を実施する必要がある。

《高齢者側の問題》

(4) 加齢による身体機能の低下

いずれの災害も、加齢による高齢者の身体機能の低下 (Table 2 参照) が背後要因として関係していると考えられる^{(11),(12)}。たとえば、機械作業では事例1~3のような重量物の運搬を行うことも多いが、これに必要な背筋力は男性の場合30代後半から徐々に低下していき、60歳代では若年時の約2/3まで低下する (Fig. 6(a) 参照)^{(11),(12)}。

また、事例4のような災害を防ぐには、姿勢を適切に保つ身体平衡機能が重要であるが、この機能の評価指標である閉眼片足立ち時間は20代後半でピークとなり、以後は加齢とともに著しく低下する (Fig. 6(b) 参照)^{(11),(13)}。

さらに、最近の非定常作業の中には、事例5のように広大な領域内の安全を確認する作業も多い。しかし、高齢者では、これに必要な視覚能力は、加齢と共に急速に低下することが知られている (Table 2 参照)。

次に、事例6~7のような災害を防ぐには、危険を迅速に回避するための危険回避能力が重要となるが、この能力に関連した指標である全身敏捷性 (これは、たとえば、10秒間あたりのジャンプ・ステップの回数で評価さ

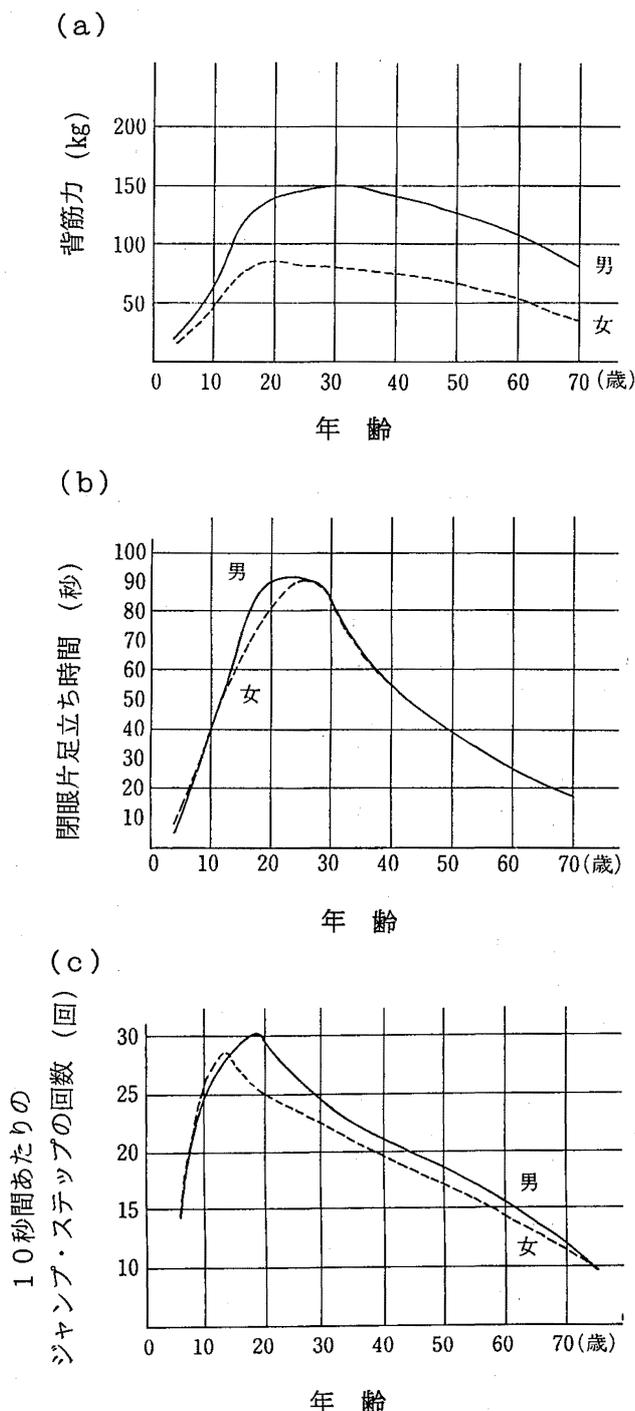


Fig. 6 Physical abilities with respect to age. 身体機能の年齢による変化 (文献 11)

Table 2 Deterioration of human abilities with respect to age.
加齢による身体諸機能の低下 (文献 11)

項 目		指 数	項 目		指 数
筋 力	握 力	75	心 理 学 的 諸 機 能	単純反応速度	77
	屈 腕 力	80		瞬 発 反 応	71
	背 筋 力	75		全身跳躍反応	85
	*伸 脚 力	*63		タッピング速度	85
関 節 可 動	肩 関 節	70		動作速度	85
	脊 柱 側 屈	82		*写 字 速 度	*57
	脊 柱 前 屈	92		*運 動 調 節 能	*59
抗 病 回 復	*夜勤後体重回復	*27		分析判断力	77
	*抗 病 回 復 力	*68		計 算 能 力	76
	*傷病を少なくする能力	*66		*比 較 弁 別 能	*63
知 覚	*視 力	*63		*学 習 能 力	*59
	*薄 明 順 応	*36		*記 憶 力	*53
	*聴 力	*44			
	*皮 膚 振 動 覚	*35			
	*平 衡 感 覚	*48			

注1：*は70%未満に低下する機能
注2：指数は20~24才または最高値に対する55~59才の機能の対比(%)

れる)は、加齢とともに急速に低下する (Fig. 6(c) 参照^{11),13})。

従って、以上の能力低下を補完するための機器や作業システムの開発が必要である。

(5) 高齢者の責任感の強さ

既に事例6でも述べたように、高齢者では、多少の危険を犯してでも機械を停止せずに要領よく作業をやることに価値を置く傾向がある。また、高齢者では、トラブル発生時には、たとえ機械の動作やトラブルの原因がわからなくとも、とっさに手を出す傾向が強い。さらに、高齢者では、作業の手順や方法を「知らない」ことを恥とする傾向が強く、たとえ正規の手順や方法を知らなくとも、自分のそれまでの経験を基に自己流で処理してしまう傾向がある。これらは、いづれも高齢者の責任感の強さを反映したものであるが、この責任感に基づく行為は時として安全上問題となることもあるから、この点を考慮した上で作業システムの設計を行うべきである。

(6) 新技術の習得が困難

知的能力の面而言えば、知能のうちでも結晶性知能 (以前の学習経験を基に得られた判断力や習慣、すなわち結晶化された能力) と呼ばれるものは中高年期にはむしろ増加傾向を示す¹⁴)。

しかし、新技術の習得に必要なのは流動性知能 (結晶化された能力が役に立たないような新しい状況への適応を要するときに動員される能力) であり、この知能は加齢と共に低下する。

これが、高齢者がプログラミングやME機器の操作技術の習得を不得手とする主な理由と考えられる。また、結晶性知能の増大は作業の過程で不適切な予断を生むこともあり、これが災害の背後要因となる場合もある。

たとえば、事例7の例で言えば、自動機械の次の動きを予測するにはME機器に対するある程度の知識が必要であるが、高齢者の場合、時として自己流の経験だけから機械の動きを判断しがちであり、また周辺機器を含めたシステムとしての認識が欠如しやすいために、注意の一点集中化が生じていると考えられる。従って、このような点を考慮して作業システムの設計を行うべきである。

3. 高齢者の安全確保のための主な研究課題

3.1 本研究の概要

以上のように、高齢者が行う非正常作業の安全確保を図るには、高齢者の危険認知能力や危険回避能力の評価、高齢者が特に必要とする作業環境対策の明確化や、加齢による能力低下を補充する機器や作業システムの開発等が必要である。

また、高齢者の責任感の強さや新技術の習得困難性等を考慮した作業システム (操作システムを含む) の最適設計も考慮されなければならない。以上の結果から、本研究で実施すべき課題として、次のような項目を選定し研究を行うことにした。

1) 高齢者のための作業環境の改善

高齢者が非定常作業を安全に遂行できるように、作業床、照明、騒音、作業空間等の周辺環境の改善を行う。また、高齢者で特に必要とする作業環境対策を明確にする。

2) 高齢者の危険認知・回避能力の評価

高齢者の危険認知能力と危険回避能力を、作業開始までに十分な時間的余裕がある場合と、既に作業が開始しており、高齢者が危険な状況の下に置かれている場合に分けて評価し、若年者との差異を明らかにする。

3) 高齢者のための操作システムの改良

高齢者が機械設備の操作盤の操作を行うときの誤操作防止条件を解明する。また、高齢者が安全かつ容易に機械設備の起動操作や停止操作を行えるように操作システムを改善する。

4) 高齢者向け支援機器の開発

高齢者が行う重量物取扱作業の支援機器として、クレーン作業時の荷振れ抑制機能と、荷降ろし作業時の遠隔位置決め機能を持つ支援マニピュレータを開発する。また、高齢者が手押し台車等で重量物を搬送する際の支援機器として、高齢者に自動追従して走行する搬送システムを開発する。

5) 高齢者比率の高い作業の安全化

日本労働研究機構の調査によれば²⁾、高齢者の多い職場は、機械加工職場、組立職場、倉庫職場であり、このうち非定常作業が特に多いのは倉庫職場である。そこで、高齢者が行う非定常作業の典型例として倉庫関連作業（倉庫内作業及び倉庫と倉庫周辺との間で荷を搬入・搬出する作業）を選び、この作業の安全化を図るための各種安全手段を開発する。

3.2 本報告書の構成

以上が本特別研究の概要であるが、このうち、平成4年度までに実施した1)~3)の研究は、既に第1報⁶⁾で報告している。そこで本報告書では、平成5~6年度に実施した4)、5)の研究に関する報告を行った。このうち、4)に該当するのは「重量物組立支援のための重量物搬送システムの開発」(第2章)と「追従型搬送台車機構の開発」(第3章)がある。

前者は、高齢者がクレーンで重量物を運搬する際の支援機器の開発を目的としており、具体的には、クレーン作業時の荷振れ抑制機能と、荷降ろし作業時の遠隔位置決め機能を持つ遠隔操作型支援マニピュレータの開発について述べている。これに対し、後者は、高齢者が手押し台車等で重量物を搬送する際の支援機器の開発を目的としており、作業者に自動追従して走行する搬送台車の構成を述べている。

なお、昭和61年度から平成元年度までの4年間にわ

たって実施した「高齢者向けME機器の開発・改善に関する研究」¹⁾では、玉掛け作業でバランスを自動的にとる装置の開発を報告しており、本研究では、この報告と併せて、クレーンで重量物を取り扱う際の玉掛け、搬送、荷降ろしという一連の作業の安全化を総括的に検討できたものと考えている。

次に、5)に該当するものは「高齢者の人間特性に配慮した自動倉庫用安全システムの試作」(第4章)、「高齢者の視覚能力を補完するレーザー式安全装置の試作」(第5章)、「高齢者の作業負担を軽減する起動時の警報システム」(第6章)、及び「自動倉庫における危険領域防護システムの論理的考察」(第7章)である。

このうち、第4章は自動倉庫の安全対策全般について述べたものである。ここで、倉庫関連設備の中から特に自動倉庫を選定したのは、高齢者が不得手とする高所作業や狭隘な場所での作業、広大領域の安全確認作業、ME機器の操作作業等を有する典型的な設備であり、高齢者支援という観点からも重要な研究対象と考えたためである。

また、第5~7章は、第4章で概説した装置の中から、特に詳しく紹介したい装置を選んで報告したものである。ここでは、倉庫関連設備である自動倉庫、パレタイザ、コンベヤ等に広く適用できる装置として、視覚能力の低下した高齢者に代わって広大領域の安全確認を自動的に行うレーザー式安全装置(第5章)や、警報を発報したことが確認できない限り機械の運転を許可しない警報システム(第6章)の開発を述べた。これらは、高齢者が特に不得手とする共同作業の本質安全化を図るために重要な装置になると考える。

最後の第7章は、自動倉庫の危険領域防護システム(作業者が、スタッカクレーンの運転中にクレーンの走行路内に侵入することを防止するシステム)の構成法について論理的考察を加えたものである。

以上の検討により、非定常作業時には広大な領域で複数の作業者が共同して作業を行うという自動倉庫特有の作業形態に対する安全化手法を確立できたと考える。

[補足 1]

非定常作業の定義について現在確立したものはないが、文献3)~5)と文献9)の内容を参考にすれば、概ね次の4種類の作業が該当すると考えられる。

- ① 一定の期間を置いて定期的に行う点検、検査、調整、注油等の作業。
- ② 突発的に行うトラブル処理や修理の作業。
- ③ 定期的または臨時に行う段取り、清掃等の作業。
- ④ その他、臨時に行う荷の運搬、設備の解体、試運転のように作業頻度が低い作業。

以後、本報では、上記①~④の作業を総じて非定常作

業と呼ぶ。

[補足 2]

本報での議論の参考とするために、付録の表 1 と表 2 に重量物運搬作業で発生した高齢者の死亡災害事例を示す。また、付録の表 3 に自動倉庫で発生した死亡災害事例を示す。ただし、表 3 には高齢者でない人の災害事例も含んでいる。

参 考 文 献

- 1) 糸川・杉本・深谷・江川・梅崎・池田・清水・田嶋・富田, 高齢者向け ME 機器の開発・改善に関する特別研究, 産業安全研究所特別研究報告, RIIS-SRR-90 (1990).
- 2) 高齢者向け ME 機器等の研究開発報告書, 労働省 (高齢者向け ME 機器等の開発に関する研究調整会議) (1990).
- 3) 加藤, 非定常作業の安全管理, 安全, 37-1 (1986).
- 4) 藤田, 非定常作業の災害の現況とその対応, 安全, 45-5 (1994) pp.14-18.
- 5) 中村, 非定常作業のマニュアルの作り方・活かし方, 安全, 45-5 (1994) pp.19-22.
- 6) 深谷・江川・永田・白井・梅崎・池田・清水, 高年齢者の安全確保のための機器及び作業システムの開発に関する特別研究 (第 1 報), 産業安全研究所特別研究報告, RIIS-SRR-NO.13 (1993).
- 7) 昭和 54 年版から平成 5 年版の安全衛生年鑑, 中央労働災害防止協会 (1979~1993).
- 8) 平成 2~5 年に発生した死亡災害発生事例, 中央労働災害防止協会 (1992~1995).
- 9) 西島, これからの安全管理, 中央労働災害防止協会 (1993) pp.578-590, p.441.
- 10) 労働省安全課編, 労働災害の事例と対策, 中央労働災害防止協会 (1984) p.190.
- 11) 高年齢労働者の労働災害防止対策調査研究委員会報告書, 中央労働災害防止協会 (1991).
- 12) 斉藤・遠藤, 高齢者の労働能力, 労働科学業書 53, 労働科学研究所 (1980).
- 13) 石橋, 高齢者の心身能力と交通安全, 交通安全教育, 204 (1983).
- 14) 高橋・波多野, 生涯発達の心理学, 岩波新書 (1990) p.57.

(平成 8 年 3 月 15 日受理)