

## 1. 序 論

梅崎重夫\*

## 1. Introduction

by Shigeo UMEZAKI\*

**Abstract:** As large scale computerized industrial systems such as chemical plants, factory automations and automated building construction systems are being used in many industrial fields, comprehensive safety measures for these systems have become great concern for industrial safety. The specific research on "The Development of Comprehensive Safety Control Measures for Production and Construction Systems" was conducted from 1997 to 2001 for this reason.

This research aimed mainly at establishing systematic hazard evaluation methods, safety control measures and safety validation methods for many automated and computerized industrial systems. Following research subjects were conducted in this specific research:

- (1) Survey of actual conditions and specifications for industrial systems
- (2) Establishment of hazard evaluation methods for chemical plants
- (3) Establishment of hazard evaluation methods for large scale construction systems
- (4) Development of a human-error prediction estimator
- (5) Development of safety control systems for construction robots
- (6) Development of safety control systems for factory automations

This "Third Report" deals with research subjects about (6), as the "First Report" published in 1999 and the "Second Report" published in 2000 described results of research subjects (1)~(5).

Chapter 2 is related to safety control methods by programmable electronic equipment. The triple diverse and redundant CPUs with self-checking function was required to achieve the accident occurrence rate less than  $10^{-11}$ /hour.

Chapter 3 and Chapter 4 are related to discriminating devices between products and human bodies. The purpose of Chapter 3 was to propose a new blanking system which can distinguish the human body from the object with the solid shape. It permitted the machine actuation only when specified light beams of photo-electric safety sensor were obstructed by products. The triple redundant and diverse controller with self-checking function was used for this system. The purpose of Chapter 4 was to propose a new floating system which can distinguish the human body from the object with the plane shape. It permitted the machine actuation only when the blinded light beam number was less than the set number.

Chapter 5 and Chapter 6 are related to safety confirmation devices for large scale working areas. The purpose of Chapter 5 was to propose a new laser sensor that has fail-safe characteristics and can detect the object located in a long way at least 30m. The purpose of Chapter 6 was to propose a new safety control system for work area where many operators cooperate with the moving machines.

Chapter 7 and Chapter 8 are related to runaway protection systems for industrial robots. The turning angle monitor and the stop-hold monitor sensor using power reed magnetic switches were

developed.

The purpose of Chapter 9 was to develop a new safety control system for logistic machinery considering not only safety but also life cycle cost. The concept of the “distributed and safety-bus control” was proposed for replacing conventional safety control.

**Keywords**; Safety control, Factory automation, Safety device, Safety evaluation, Programmable controller

## 1. はじめに

我が国の生産技術は、NC 工作機械や産業用ロボットに代表される要素技術と、TQC 等の現場管理技術で優位に立っており、これが製造業の国際競争力の源となっている。

一方、欧米では、企業活動全体を広義のシステムとして捉え、この最適化を図る中で製造業を強化するというコンセプト指向形のシステム技術が主流となりつつある。この典型例に、ISO9000 (品質), ISO14000 (環境) などのマネジメントシステムがある。

このようなコンセプト指向形のシステム技術へのパラダイムシフトによって、一時劣勢になったかに見えた欧米企業は、ここ 10 年ほどの間に急速に競争力を回復してきた。そして、最近では欧州安全規格や ISO/IEC 規格の提案に見られるように、コンセプト指向形のシステム技術は機械安全の分野にも急速に導入され、機械設備における安全方策のあり方を根本的に変えるまでになってきている。

このような状況の中で、労働安全の分野でもコンセプト指向形のシステム安全技術が強く要望されるようになってきている。そこで、本研究では、今後、我が国からコンセプト指向形安全技術の提言を行う際に最も重要となる事項として、生産システムを対象にコンピュータを利用した最新の安全制御技術とその応用例などについて重点的に検討を行った。

## 2. 研究概要

本研究で実施したテーマは次の通りである。

### (1) 安全制御理論の検討

生産システムを対象とした安全制御理論として、最近の技術革新や安全技術の国際化を踏まえた上で、コンピュータを利用した安全制御システムの最適設計法などの検討を行う。

### (2) 安全手段の開発

生産システムを対象とした安全手段として、広大領域内の安全確認を自動的に行う装置、人体と物体の識別装置などの開発と評価を行う。

### (3) 安全制御システムの開発

生産システムを対象とした安全制御システムとして、産業用ロボットを対象とした暴走検知システムと、安全性とライフサイクルコストの両面に配慮した物流機械用安全確認システムの開発と評価を行う。

### (4) マンマシン系の最適設計法の確立と安全設計支援システムの構築

最新のコンピュータ技術を利用して、大規模生産システムの安全立証を支援するシステムを構築する。

## 3. 本報告書の構成

以上が本研究の概要であるが、このうち本報告書では (1) に該当するものとして「プログラマブルな電子制御装置を利用した安全制御システムの最適設計法に関する基礎的考察」(第 2 編) を掲載した。

また、(2) の人体と物体の識別に該当するものとして「人体と立体的形状を持つ物体の識別を目的とした二次元プランキングシステムの開発と評価」(第 3 編)、「人体と平面的形状を持つ物体の識別を目的としたフローティングシステムの開発と評価」(第 4 編) を掲載した。

さらに、(2) の広大領域内の安全確認装置に該当するものとして、「広大領域内の安全確認を目的としたレーザー式安全装置の開発と評価」(第 5 編)、「広大領域内の安全確認を目的とした複数作業用安全確認システムの開発と評価」(第 6 編) を掲載した。

(3) に該当するものとして、「産業用ロボットへの適用を目的とした旋回角度監視装置の開発と評価」(第 7 編)、「産業用ロボットへの適用を目的としたホールド停止監視装置の開発と評価」(第 8 編)、「安全性とライフサイクルコストの両面に配慮した物流機械用安全制御システムの開発と評価」(第 9 編) を掲載した。ここで、旋回角度監視装置とホールド停止監視装置は暴走検知システムの主要構成要素である。

以上の成果は、『リレー制御を中心とした伝統的な安全制御技術』から『コンピュータを利用した最新の安全制御技術』へのパラダイムシフトを図るものであり、今後、我が国からコンセプト指向形の安全制御技術に関する提言を行う際のキーテクノロジーになると筆者ら

は考えている。

本報が生産システムを対象とした災害防止対策に広く活用されることを期待する。なお、本報告では、内容をコンピュータを利用した最新の安全制御技術の提案に限定したことから、これ以外の内容は大部分を省略している。この残余の成果及び(4)の成果については別途報告を行う予定である。

### 謝 辞

本研究の実行にあたっては、明治大学理工学部情報科学科の向殿政男教授、日本大学理工学部電子情報工学科の中村英夫教授、北九州市立大学国際環境工学部環境機械システム工学科の杉本旭教授、日本信号株式会社研究開発センター理事の蓬原弘一氏、中央労働災害防止協会技術支援部次長の糸川壮一氏の諸氏と、厚生労働省労働基準局安全衛生部、中央労働災害防止協会、社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会、社団法人日本電気制御機器工業会からの御指導を頂いた。

また、ピルツジャパン株式会社の三平律雄社長と山下昌弘氏、株式会社日邦エレクトロニクス社の植田泰久氏、株式会社オプトロンの渡邊慧社長、森田幸三郎氏、廣瀬巧氏、日本大学大学院生の井土伸彦氏、東京電機大学

大学院生の佐藤正雄氏の諸氏からは、装置試作の点で御協力を頂いた。

さらに、研究管理の点では、当研究所の尾添博理事長、河尻義正理事、児玉勉機械システム安全研究グループ担当部長、田島泰幸前所長、田中正清前部長、橋内良雄元部長の諸氏に御尽力を頂いた。また、深谷潔主任研究官、富田一主任研究官、藤本康弘主任研究官、佐々木哲也主任研究官、高梨成次研究員、呂建研究員、小松順磨支援研究員からは、貴重な御助言と御協力を頂いた。

紙上を借りてこれらの諸氏に深い感謝の意を表する。

### 参 考 文 献

- 1) 産業安全研究所特別研究報告，生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発に関する研究（第1報：実態調査），NIIS-SRR-NO.19 (1999).
- 2) 産業安全研究所特別研究報告，生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発に関する研究（第2報：大規模システムの危険性評価技術と建設用ロボットの安全制御技術の開発），NIIS-SRR-NO.21 (2000).

(平成 14 年 1 月 10 日受理)