

Specific Research Reports of the National Institute
of Industrial Safety, NIIS-SRR-NO.26 (2002)
UDC 331.461: 62-192: 62-531: 62-781: 65.011.56: 539.42

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 were used in many industrial field, a comprehensive safety measure for these systems has become great concern for industrial safety. The specific research on “Development of Comprehensive Safety Control Measures for Production and Construction Systems” was conducted from 1997 to 2001 for above 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 system for construction robots
- (6) Development of safety control system for factory automations

This “Forth Report” deals with newly added extent results in this research.

Chapter 2 and 3 were related to the research subject (2). The purpose of Chapter 2 and 3 were to develop a extraction method of human-error accidents in chemical plants. The searching method developed in this research was not influenced by researcher’s judgement criteria and ability.

Chapter 4 and 5 were related to the research subject (3). The purpose of Chapter 4 was to introduce a hazard evaluation method for scaffolds using wind tunnel. The quantitative analysis result considering wind velocity and direction was obtained by the experiment using the simulator. The purpose of Chapter 5 was to introduce a probabilistic fracture analysis by the first-order reliability method(FORM). The breakdown probability could be evaluated at the sufficient accuracy by FORM.

Chapter 6, 7 and 8 were related to the research subject (5). The purpose of Chapter 6 was to propose a risk reduction process and safety designing for construction robots. Safety independent layers were introduced to safety control systems of construction robots to realize human-robot cooperation. The purpose of Chapter 7 was to propose a navigation vision system for construction robots. Safety and flexible travel control was implimented by PC based vision system. The purpose of Chapter 8 was to propose a immunity system for construction robots. The general purpose software which could simulate a conducted disturbance on the shop floor was developed.

Chapter 9 and 10 were related to the research subject (6). The purpose of Chapter 9 was to introduce a constitution method of the safety control system considering the coexistence of availability and safety. The drastic improvement in availability was achieved by clarifying and eleminating causes of machine stops. The purpose of Chapter 10 was to propose a safe design support system for man-machine systems. The automatically analyzed validity system such as the machine layout, maintenance easiness or workload was developed in this research.

Keywords ; Hazard evaluation, Safety control, Human error, Chemical plant, Constructiution robot, Factory automation

* 機械システム安全研究グループ Mechanical and System Safety Research Group

1. はじめに

近年の技術革新に伴って、コンピュータ制御された自動生産システムや大型建造物等の施工システムが我が国の産業現場にも広く導入されるようになってきた。しかし、これらのシステムは、生産に従事する作業者の問題も含めてシステム全体の危険性が十分解明されていないために、これまでに経験しなかった未知の災害が発生するケースも想定される。また、大規模な生産・施工システムでは、一旦災害が発生すると社会的な連鎖的被害及び経済的損失も甚大となり、大きな社会問題となりかねない。

このような背景から、大規模な生産・施工システムに対する総合的な安全対策を早急に確立しなければならず、このためには材料や制御装置の高信頼化に代表される個別的安全対策（要素技術）も重要であるが、生産・施工システム全体にわたって危険性を系統的に評価し、この結果に基づいて適切な安全制御システムの構築を行い、最後に安全制御システムの妥当性を論理的に検証する総合的安全対策（システム安全技術）の確立も急務になっている。

そこで、本研究では、産業界等の協力の下に、大規模な生産・施工システムを対象としたシステム安全技術の検討を実施した。

2. 研究概要

本研究で実施したテーマは以下の通りである。

2.1 大規模生産・施工システムの実態調査及び安全制御技術等の仕様調査¹⁾

大規模な生産・施工システムの現状、安全上の問題点等を調査した。また、当該システムにおける安全制御技術の仕様等を調査した。

2.2 化学プラントを対象とした危険性評価技術の確立

化学プラントを対象とした災害予知技術及び危険度評価技術として、化学プラントで発生するヒューマン・エラーの解析手法を開発した。

2.3 大規模施工システムを対象とした危険性評価技術の確立²⁾

大規模施工システムを対象とした災害予知技術及び危険度評価技術として、大規模建造物周辺の施工

環境を模擬できる施工環境シミュレータを製作した。また、このシミュレータを用いて、超高層建築物周辺の風環境がシステム全体の危険性に及ぼす影響を実験的に評価した。

さらに、最近の破壊力学的知見を用いて、大型建造物を構成する構造部材の破壊確率を定量的に評価する手法を確立した。

2.4 建設用ロボットを対象とした安全制御技術の開発²⁾

建設用ロボットを対象とした安全制御技術として、人間とロボットの共存を前提とした作業システムの構成、画像情報を用いた作業環境の監視手法、電磁ノイズ環境に対するロボット制御システムの耐性評価手法などに関する研究を行った。

また、建設現場で屋内配管作業や内装作業を行う施工作業用ロボットを対象に、安全制御システムを開発した。

2.5 大規模生産システムを対象とした安全制御技術の開発³⁾

大規模生産システムを対象とした安全制御理論として、コンピュータを利用した安全制御システムの最適設計手法を検討した。

また、広大領域内の安全確認を自動的に行う安全確認装置、人体と物体の識別装置、ロボットの暴走検知システム、物流機械用安全確認システムなどの開発を行った。

さらに、マンマシンシステムの最適設計手法に関する研究として、生産性に配慮した安全制御システムの検討、及び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行う支援システムの開発を実施した。

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2.2節に該当するものとして「化学プラントを対象としたヒューマンエラーに起因する災害事例の抽出手法の研究」（第2章及び第3章）、2.3節に該当するものとして「施工環境シミュレータによる風荷重に対する足場の危険性評価」（第4章）及び「一次近似信頼性手法による周方向貫通き裂付き配管の確率論的弾塑性破壊評価」（第5章）、2.4節に該当する

ものとして「建設ロボットのリスク低減プロセスと安全設計手法の検討」(第6章),「建設ロボットにおけるナビゲーション用ビジョンシステムの開発」(第7章),「建設ロボットを対象とした電磁環境に即した伝導性ノイズイミュニティシステムの開発」(第8章),2.5節に該当するものとして「稼働率に配慮した安全制御システムの構築法に関する基礎的考察」(第9章),「マンマシンシステムの最適設計を目的とした安全設計支援システムの開発に関する研究」(第10章)がある。これらのうち,2.3～2.5節に関する内容は既に文献2),3)でも詳述したので,併せて参照されたい。

本報が大規模な生産・施工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。

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:大規模施工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).
- 3) 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3報:大規模生産システムを対象とした安全制御技術の開発),NIIS-SRR-NO.24(2002).

(平成14年8月9日受理)