

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 has been used in many industrial fields, 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" is planned from 1997 to 2001 for this reason.

This research aims mainly at establishing systematic hazard evaluation methods, safety control measures and safety validation methods for many automated and computerized industrial systems. Following research subjects are planned 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 "Second Report" deals with research subjects about (3),(4) and (5), as the "First Report" published in 1999 described results of research subject (1).

Chapter 2 and Chapter 3 are related to the research subject (3). The purpose of Chapter 2 is to simulate the collapse of scaffolds due to wind and to evaluate the reliability of the scaffolding system in large scale construction systems. The new layout design of wall ties is proposed in this study when mesh sheets or solid sheets are used.

The purpose of Chapter 3 is to propose new non-linear optimization algorithms for structural reliability analyses in large scale construction systems. The proposed algorithms have not only efficiency but also superior generality, robustness and calculating capability.

Chapter 4 is related to the research subject (4). The purpose of Chapter 4 is to develop a human-error prediction estimator for factory logistic systems, automated building construction systems, etc. The function, structure and operation procedure for this estimator are described.

Chapter 5 and Chapter 6 are related to the research subject (5). Chapter 5 is the report of the committee for safety control measures of construction robots held in 1999. Present safety technologies and future research subjects are described in this report.

The purpose of Chapter 6 is to develop new safety control systems for construction robots. Safety systems for man-machine cooperation are proposed in this study. Inherent safe actuations and a hierarchical safety control are also proposed.

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

Keywords; Hazard evaluation, Human-error, Reliability analysis, Safety control, Factory automation, Automated building construction system, Construction robot

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波及効果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（システム安全技术）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术の検討を行うことにした。

2. 研究概要

本研究で予定している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する。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する。

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、化学プラント用運転操作評価システムを整備する。また、この装置を用いて化学プラントで発生するヒューマン・エラーの実験的評価を行う。

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

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する。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する。

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する。

2.4 ヒューマン・エラー予測評価装置の開発

大規模な生産・施工システムを対象に、発生するヒューマン・エラーの態様、レイアウトの欠陥、保全作業の容易性、安全装置の効果等に関する事前評価が可能なヒューマン・エラー予測評価装置を開発する。

2.5 建設用ロボットを対象とした安全制御技術の開発

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う。

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する。

2.6 大規模生産システムを対象とした安全制御技術の開発

大規模生産システムを対象とした安全制御技術として、広大領域内の安全確認を自動的に行うレーザースキャン式安全確認装置、人体と物体の識別装置、物流機械用安全確認システムなどの開発を行う。

また、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、安全制御システムの非対称誤り特性の改善手法の解明、大規模生産システムを対象とした包括的安全方策の確立、生産性に配慮した安全制御システムの検討などを行う。

さらに、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を整備する。

3. 本報告書の構成

以上が本研究の全体の概要であるが、このうち本報告書では2.3節に該当するものとして「風による足場の倒壊に関する危険性評価」(第2章)及び「構造信頼性解析用非線形最適化アルゴリズムの改良」(第3章)、2.4節に該当するものとして「ヒューマン・エラー予測評価装置の開発」(第4章)、2.5節に該当するものとして「建設用ロボットの安全制御システムの開発」(第6章)がある。

また、本研究では、研究と平行して民間の技術者等を含めた委員会を組織し、研究業務の活性化を図っている。この委員会に「建設用ロボットの安全制御技術に関する検討委員会」がある。この委員会の成果は、今後の建設用ロボットの安全化を促進する上できわめて有用と考えられる。

そこで、本報告書では、この委員会の成果を「建設用ロボットの安全制御技術に関する検討委員会報告と今後の課題」(第5章)として併記した。

以上の研究成果の中には中間報告段階のものも含まれるが、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対して重要な情報を提供できると考える。

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).

(平成12年1月14日受理)