

産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

2000

平成12年度

独立行政法人産業安全研究所

野寺労働基準局長 研究所を視察



野寺労働基準局長の視察の様相（平成12年6月8日）

外部研究評価会議を開催



外部研究評価会議で挨拶する黒田議長（平成12年12月5日）

安全技術講演会を開催



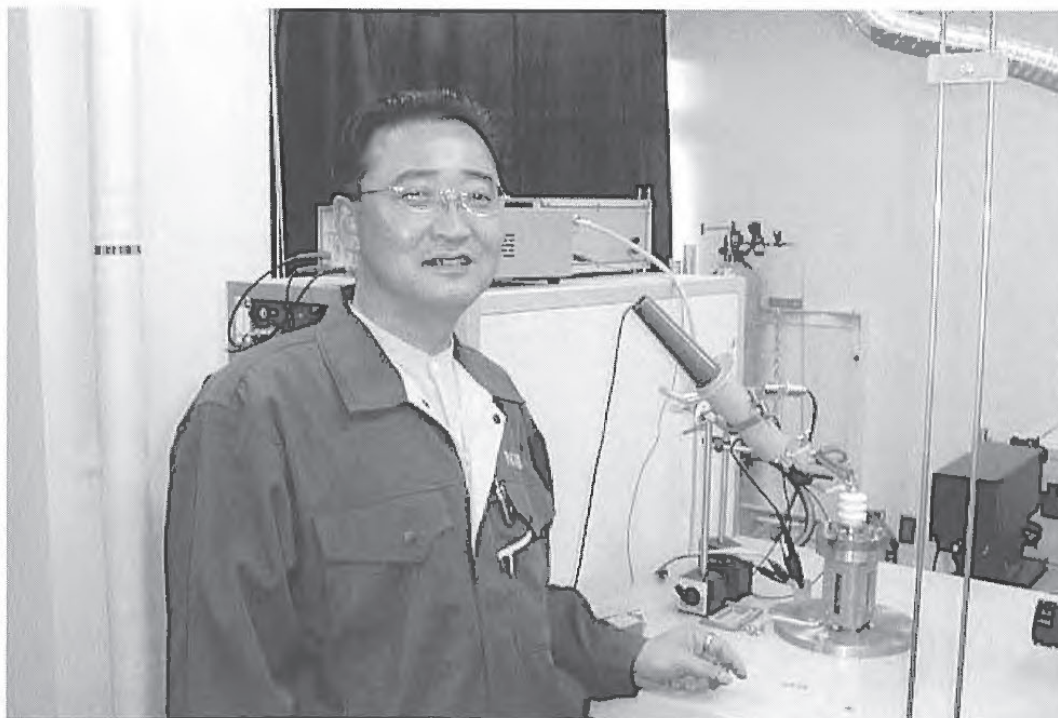
安全技術講演会の模様（大阪会場 平成12年10月17日）

科学技術週間に研究施設を一般公開

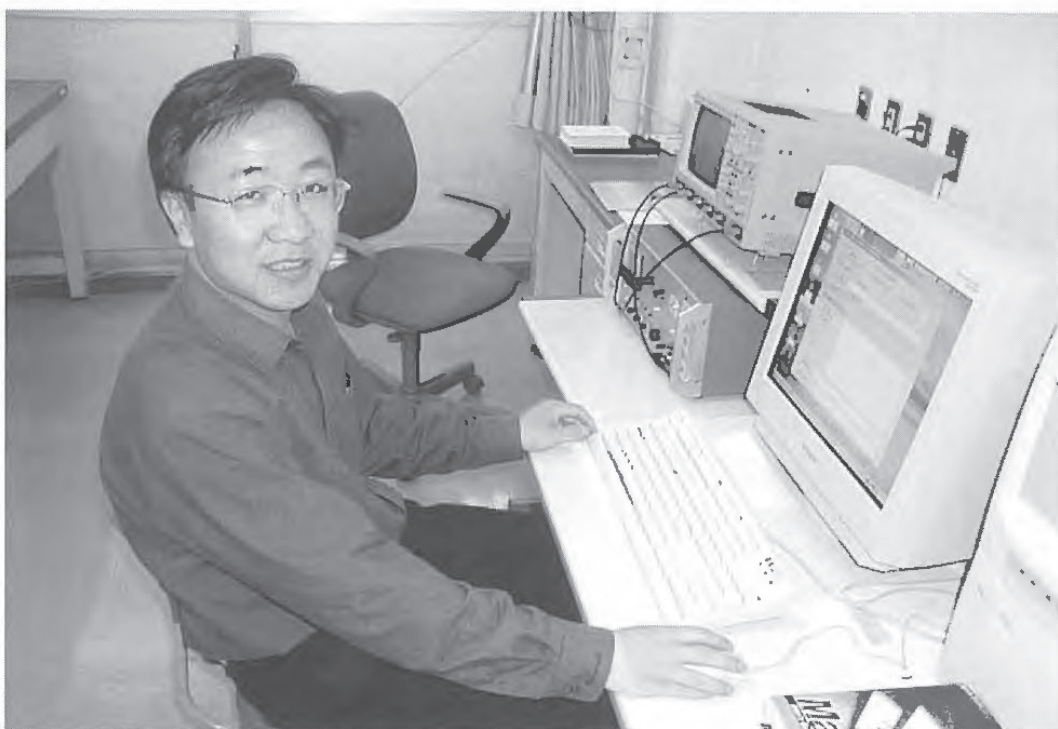


研究施設一般公開の一場面（平成12年4月12日）

海外からの研究者



静電気による着火危険性に関する研究に取り組むSTAフェロー Dr. Sang-Won Choi



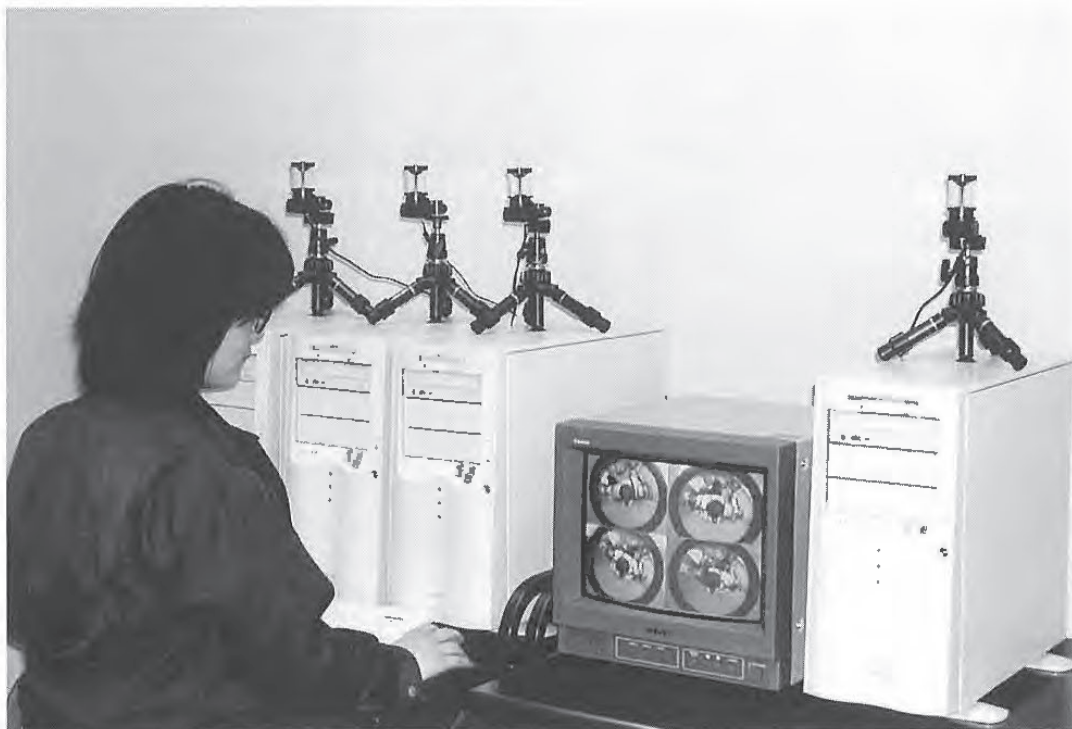
材料の非破壊損傷評価に関する研究に取り組むSTAフェロー Dr. Shiwei Ma

所内研究討論会における招聘研究者の講演



ポーランド プロツラフ工科大学 R. Kacprzyk 助教授の講演風景（平成12年9月19日）

新規に導入された実験設備

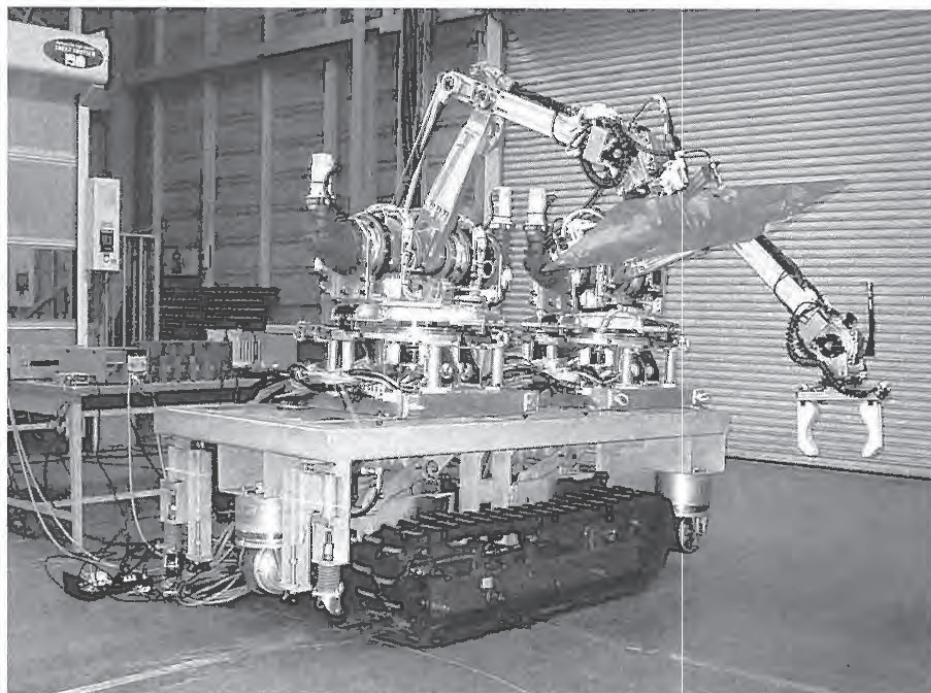


作業環境の自動認識に関する研究に用いる高速画像処理システム



視覚情報処理過程とヒューマンエラーに関する研究に用いる運転行動測定装置

特別研究の実施状況



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
—移動機構と双腕マニピュレータを持つ施工作業用ロボットの開発—



土石流等による土砂崩壊災害防止技術に関する総合的研究
—警報・避難・救助システムの検討のための避難実験—



化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究
—化学プラントダイナミックシミュレータの検証実験—

目 次

第1章 総説

1.1 研究活動等の概要	3
1.2 組織	4
1.3 定員	4
1.4 土地および建物	4
1.5 予算	5
1.6 主要試験研究施設および設備	6
1) 施設	6
2) 設備	6
1.7 図書	8
1.8 広報	8
1.9 表彰等	8

第2章 研究業務

2.1 平成12年度の研究課題	9
1) 経常研究	9
2) 特別研究	10
2.2 平成13年度の研究課題	11
1) プロジェクト研究	11
2) 基盤的研究	11
2.3 平成12年度の研究成果の概要	13
2.4 研究成果の発表	48
1) 誌上発表	48
2) 口頭発表（国内）	52
3) 国際研究集会口頭発表	57
4) 著書	59
5) 特許	60

第3章 関連業務

3.1 外部研究評価会議	61
3.2 研究所主催行事	61
1) 安全技術講演会	61
2) 所内講演会	62
3) 研究施設の公開および見学	62
3.3 行政機関等に対する協力	63
1) 災害調査等における協力	63
2) 委員会活動等における協力	64
3) 研修講師派遣等における協力	64
4) その他	65
3.4 外部機関との協力	65
1) 学協会の委員会活動等への協力	65
2) 技術指導、研究協力等	66
3) 外部機関の研究員の招へい	68

4) 外部機関への研修	68
5) 外部機関の研究生の受託	68
6) 国際協力, 海外派遣等	69
第4章 産業安全技術館業務	
4.1 産業安全技術館の活動	71
4.2 大阪産業安全技術館の活動	72
付 録	
1) 産業安全研究所年譜	74
2) 産業安全研究所案内図	76

第1章 総 説

1.1 研究活動等の概要

当研究所は、職場における労働者の安全を確保することを使命として、科学と技術の面から事業場における労働災害の防止に係る調査研究を推進している。我が国の労働災害は長期的には減少傾向にあるものの、今なお年間50万人余りが死傷し、約1800人が死亡している。また、建設現場での倒壊・崩壊災害や化学プラントにおける爆発災害のような一度に多くの死傷者を伴う重篤な災害が依然として数多く発生している。特に、最近ではこれまで比較的安全性が高いと思われてきたプラントや職場での事故や災害が多発し、社会の安全に対する関心が高まっており、安全研究の中核機関としての当研究所の役割はますます増大している。

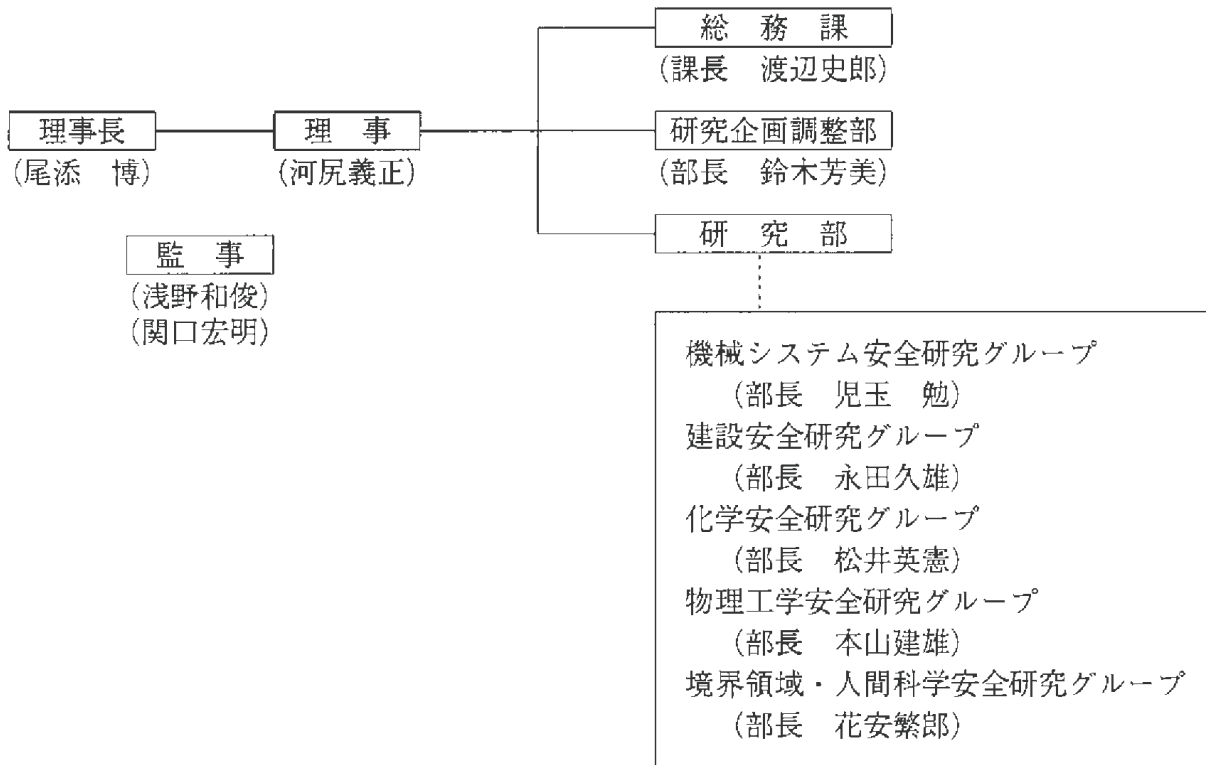
ここ数年我が国では情報科学（IT）を始めとする先端技術の発達等に伴って社会経済、産業構造が大きく変化し、それらへの対応から国の科学技術政策においても変革が強く求められており、平成8年度には第一期科学技術基本計画が5カ年計画としてスタートした。平成13年1月には、我が国全体の科学技術を俯瞰し、科学技術政策の企画立案と総合調整を行うことを目的に、内閣府に総合科学技術会議が新設され、その下で第二期科学技術基本計画の策定作業が進められ、3月30日に閣議決定された。労働省（平成13年1月から厚生労働省、以下同じ。）においては、平成10年度に第9次労働災害防止計画がスタートし、これに基づいて各施策への本格的な取り組みがなされている。当研究所においては、平成10年に制定された中央省庁等改革基本法、平成11年に制定された独立行政法人通則法および独立行政法人産業安全研究所法に基づいて、平成13年1月6日付けで厚生労働省産業安全研究所と名称が変わるとともに、平成13年4月からは独立行政法人産業安全研究所に移行した。

このような背景から、当研究所においては、平成12年度は、従来の調査研究活動に併行して、独立行政法人化への移行作業に取り組んだ。まず、研究活動については、労働省の特別研究として昨年度から継続して「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」、「土石流等による土砂崩壊災害防止技術に関する総合的研究」、「化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究」の三つの課題について、研究成果を行政や労働現場に迅速にかつ着実に還元するため、全所的な研究実施体制を強化するとともに、一部については外部との共同研究を実施することにより、研究を効率的に推進した。経常研究については、独立行政法人化後に基盤的研究への取り組みが円滑にスタートできるように、その試行期間と位置づけて課題を整理統合して実施した。また、国内の大学、企業等との間で9件の共同研究を積極的に推進するとともに、国際研究協力協定を締結している英国HSLおよび韓国産業安全保健研究院との間で情報交換、研究員の相互訪問を通して、将来の共同研究実施に向けて検討を行った。人的な面では、昨年から引き続いて科学技術特別研究員1名および重点研究支援協力員5名を受け入れるほか、新たにSTAフェロー2名の受け入れが認められた。国際交流としては、海外の著名な研究者を招聘して研究情報交換や講演会の開催を行ったほか、国際研究集会へも積極的に参加して19件の研究発表を行うことにより研究の国際化に努めた。一方、研究成果は当研究所の研究報告、学協会の論文や口頭発表により公表したほか、安全技術講演会を東京と大阪で開催して研究成果の一般への普及を図った。また、研究所の一般公開や付属の産業安全技術館における展示による成果の紹介・安全技術相談を通して研究成果の社会への還元を図った。さらに、研究成果の活用促進のため、特許権の取得を積極的に進め、13件の特許出願を行った。そのほか、労働本省や地方労働局署からの要請により、8件の災害調査に参加して原因究明を行うとともに、3件の鑑定・照会依頼に対して回答を行った。また、行政機関、安全関連団体、学協会等の依頼により国内外への研修講師や委員の派遣を行って安全技術情報の普及に貢献するとともに、国内外の大学や企業から14名の研究生を受け入れて若手研究者や技術者の育成にも貢献した。

平成9年度から実施している外部研究評価会議においては、特別研究2課題の事後評価、平成14年度から実施予定のプロジェクト研究2課題の事前評価を実施するとともに、独立行政法人化後の基盤的研究についてご意見やご提言をいただいた。独立行政法人化関連業務としては、労働本省に設けられた独法化プロジェクトチームに参加するとともに、研究所内に作業部会を設けて、中期目標期間（平成13～17年度）における中期計画および平成13年度計画の策定、規程整備等を行った。

1.2 組 織

(平成13年4月1日現在)



1.3 定 員

(平成13年4月1日現在)

役職別 区分 人数	役員職			研 究 職				行 政 職				合 計
	理 事 長	理 事	監 事	部 長 等	主 任 研 究 官	研 究 員	計	課 長	係 長	一 般 職 員	計	
	1	1	2	6	18	14	38	1	3	7	11	53

1.4 土地および建物

(平成13年4月1日現在)

名 称	所 在 地	敷地面積 (m ²)	建物面積 (m ²)
独立行政法人産業安全研究所	東京都清瀬市梅園1-4-6	35,301.92	延16,795.32

1.5 予 算

区 分	平成 12 年 度			平成 13 年 度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
	千円	千円	千円	千円	千円	千円
人 件 費	346,264	121,391	467,655	524,270	199,440	723,710
研 究 費	178,757	250,655	429,412	153,565	278,979	432,544
經常研究費	58,379	157,609	215,988	54,788	159,582	214,370
特別研究費	120,378	93,046	213,424	98,777	119,397	218,174
(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)	120,378	—	120,378	98,777	—	98,777
(土石流等による労働災害防止対 策に関する総合的研究)	—	58,649	58,649	—	0	0
(化学プロセスにおける爆発災害 防止技術に関する総合的研究)	—	34,397	34,397	—	33,718	33,718
(建設機械の保守管理システム高 度化のための損傷評価技術の開 発)	—	—	—	—	40,263	40,263
(建設労働災害の発生原因として のヒューマンエラー防止に関す る研究)	—	—	—	—	45,416	45,416
依頼試験・検定経費	767	—	767	0	—	0
産業安全技術館経費	—	27,171	27,171	—	0	0
その他の経費	77,198	157,340	234,538	29,295	143,749	173,044
(小 計)	602,986	556,557	1,159,543	707,130	622,168	1,329,298
(移替予算)						
科学技術振興調整費						
(機能性金属粉体の静電気による 爆発危険性の解明に関する研究)	6,050	—	6,050			
(爆発燃焼反応挙動の解明)	4,197	—	4,197			
(小 計)	10,247		10,247			
合 計	613,233	556,557	1,169,790	707,130	622,168	1,329,298

1.6 主要試験研究施設および設備

1) 施設

施設 の 名 称	
ガス配合室	建設安全実験棟
配管等爆発実験施設	電気安全実験棟
粉じん帯電実験施設	環境安全実験棟
遮音実験室	放電着火実験室
液体攪拌帯電実験施設	総合研究棟
機械安全システム実験棟	材料・新技術実験棟
化学安全実験棟	共同研究実験棟

2) 設備

設 備 の 名 称	
電子計算機システム	温度可変装置及び試料ミキシング装置
エンジニアリングワークステーション	非接触人体接近検出装置
熱線流速計システム	100トン構造物疲労試験機
横型真空焼鈍炉	空間座標測定装置
走査型電子顕微鏡	万能疲れ試験機
500トン万能試験機	赤外線応力パターン計測システム
電気油圧式疲労振動試験装置	軟X線光電子分光装置
X線マイクロアナライザー	地盤破壊演算装置
光電測光式発光分光分析装置	振動三軸圧縮試験機
応力腐食割れ試験装置	重心位置測定装置
高温箱型電気炉	視点視野測定装置
テレメータシステム装置	動作自動解析システム
周辺視野投影システム	遠心載荷装置用加振装置
産業用ロボット	曲げ・圧縮試験機
工業用ロボット	建材試験装置
破壊じん性試験機	ハイスピードビデオカメラ
構造部材疲労試験機	ワークシミュレータシステム
高温高圧水循環装置	構造物振動試験機
ワイヤロープ疲労試験機	視聴覚刺激呈示装置
電磁共振型疲労試験機	立位姿勢保持能力検査装置
透過型電子顕微鏡	非接触電子工学式変位測定装置
赤外線応力画像解析システム	中空ねじりせん断試験機
微小部X線解析装置	転倒耐力測定装置
レーザー顕微鏡	超小型テレメータ装置

設 備 の 名 称

動的高圧力試験装置	イメージコンバータ超高速カメラシステム
最高血圧自動連続測定装置	雰囲気制御走査型トンネル顕微鏡
アイマークレコーダ装置	低湿度型恒温恒湿装置
平衡機能測定装置	表面形状精密解析装置
生体情報システム装置	最小着火エネルギー試験装置
自然発火試験装置	紫外線照射試験装置
マツハツエンダー干渉計	インバータ漏電観測装置
フーリエ変換赤外分光光度計	高速度現象デジタル直視装置
熱拡散率測定装置	光弾性実験装置
暴走反応熱測定装置	遠心载荷装置用掘削装置
高温伝導微少熱量計	噴霧粒度分布測定装置
元素分析装置	生体負担解析装置
高速液体クロマトグラフ	クレーン振動模型
レーザー誘起蛍光分析装置	粉体電界監視装置
BAM式蓄熱貯蔵試験器	浮遊粒子挙動監視装置
液体クロマトグラフ質量分析計	ショベル系掘削機の模擬体感装置
超高速現象可視化装置システム	フルデジタル制御油圧疲労試験機
反応熱量計	圧力計測システム
熱流束式自動熱量計	風速計測システム
動的示差走査熱量計	土石流検知ユニット
化学発光計測装置	3次元土木解析システム
高圧熱酸化分解ガス発生装置	頭部搭載型画像表示装置
赤外線分光光度計	プラズマ化学処理装置
施工環境シミュレーター	試験ガス・蒸気発生システム
電磁界監視解析装置	接触角測定装置
床反力解析システム	ヘリウム用高気圧下短絡実験装置
ドラムカメラ	環境試験装置
連続サンプリング付マスアナライザー	内部摩擦測定装置
差動型高圧示差熱天秤	吸着式ガス除害装置
ガスクロマトグラフ質量分析計	ヒューマンエラー予測評価装置
高圧発火エネルギー測定装置	汎用小型旋盤
放電波形解析装置	フライス盤
三次元動作解析システム	多分力検出器
小型分光器用プローブ	オシロスコープセット
任意波形ゼネレータ	土石流安全通報器
CT試験片疲労試験ユニット	汎用計測・解析処理システム
熱分析システム	DEM不連続体解析システム

1.7 図 書

(1) 単行本

区 分	平成12年度受入数	蔵 書 数
和 書	1, 0 8 0	1 4, 2 1 6
洋 書	7 0	3, 0 0 4
計	1, 1 5 0	1 7, 2 2 0

(2) 平成12年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	6 9
洋 雑 誌	8 6
計	1 5 5

1.8 広 報

刊 行 物 名 称		刊行区分	発行部数
産業安全研究所研究報告	NIIS-RR-2000	年 刊	7 0 0
産業安全研究所特別研究報告	NIIS-SRR-No.22～No.23	不 定 期	7 0 0
産業安全研究所年報	平成11年度版	年 刊	2, 0 0 0
安研ニュース	Vol.24, No.2～Vol.25, No.1	隔 月 刊	8 5 0
産業安全技術館だより	Vol. 4, No.2～Vol. 5, No.1	年 3 回	2, 0 0 0

1.9 表彰等

表彰名及び表彰内容／学位取得及び論文名	氏 名
平成12年度科学技術庁長官賞（研究功績者賞） 転倒・転落事故要因の解明と安全評価技術に関する研究	永 田 久 雄
大阪大学より学位授与（人間科学博士号） 空間的注意配分特性と安全性：掘削機操作の場合	中 村 隆 宏
第45回洪澤賞 電気安全研究及び電気主任技術者業務を通じての電気保安確保に関する功績	本 山 建 雄

第2章 研究業務

2.1 平成12年度の研究課題

* 第9次労働災害防止計画支援研究

1) 経常研究

- (1) 機械設備等の安全化（機械システム安全研究部）
 - *a) ボイラーの安全弁の新機構の研究・開発に関する研究
 - b) 順応型アクチュエータによる協調制御に関する研究
- (2) 機械・構造物等の損傷・破壊防止（機械システム安全研究部）
 - a) 超音波法による高温疲労損傷の検出
 - b) 赤外線計測による構造部材の非破壊損傷検出技術の開発
 - c) マルチサイト疲労損傷部材の寿命予測技術の開発
 - d) ワイヤロープの疲労損傷と素線応力の関連性
 - e) つりチェーンの疲労破壊特性と損傷検出技術に関する研究
 - f) クレーンに関する国際規格の調査研究
 - g) 時系列周波数解析とウェーブレット解析による材料の非破壊損傷評価
- (3) 作業者の人間科学的特性の解明と作業環境の安全化
 - a) 産業場面におけるコミュニケーションが安全に及ぼす影響に関する研究（機械システム安全研究部、建設安全研究部）
 - *b) 建設機械オペレータの危険回避能力に関する研究（建設安全研究部、機械システム安全研究部）
 - c) 高齢作業者の転倒災害防止のための安全技術に関する基礎的な研究（建設安全研究部）
 - *d) 屋根作業の安全化に関する研究（建設安全研究部）
 - *e) 墜落保護具の性能向上に関する研究（機械システム安全研究部）
 - f) 人間・機械系のための作業環境自動認識に関する基礎研究（物理工学安全研究部）
- (4) 建設工事用設備等の安全化
 - a) 建設用タワークレーンの地震応答性状に関する研究（建設安全研究部、機械システム安全研究部）
 - b) くさび結合式足場の安全性に関する研究（建設安全研究部）
 - c) 強風時における足場等の倒壊・飛来物災害防止に関する研究（建設安全研究部）
- (5) 地盤強度と土砂崩壊の防止（建設安全研究部）
 - a) 急激な沈下特性を有する地盤が移動式クレーンの転倒に及ぼす影響
- (6) 可燃性ガス・粉じん等の爆発危険性
 - *a) 微粒子粉体の発火・爆発危険性（化学安全研究部）
 - b) 高温・高圧下における気体物質の爆発危険特性（化学安全研究部、物理工学安全研究部）
 - c) 新規化学物質等の爆発危険特性の解明とデータベースの構築（化学安全研究部）
 - d) 最小着火エネルギー試験法の開発と試験基準に関する研究（物理工学安全研究部）
- (7) 静電気による災害の防止（物理工学安全研究部）

- *a) 粉体プロセスにおける静電気による着火防止技術に関する研究
- b) グロー放電を用いた新方式除電システムの開発
- c) 新原材料の静電気による着火危険性の評価技術に関する研究
- (8) 電撃危険性とその防止（物理工学安全研究部）
 - a) 交流アーク溶接作業における感電防止技術の改善に関する研究
- (9) 電気材料・機器・設備等の安全化（物理工学安全研究部）
 - a) 計測制御用プリント配線板のサージ耐性に関する研究
 - b) クレーンの誘導電流に起因する電磁障害対策に関する研究
- (10) リスク分析と安全管理手法の開発（建設安全研究部）
 - a) 安全意識の醸成に関わる組織要因に関する研究
 - b) 定量的リスク評価を指向した新しい災害統計分析手法の確立

2) 特別研究

(1) 厚生労働省（旧労働省）

- *a) 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（機械システム安全研究部，化学安全研究部，物理工学安全研究部）
 - ・化学プラントを対象とした危険性評価技術の開発
 - ・大規模施工システムを対象とした危険性診断技術の開発
 - ・建設用ロボット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の開発
- *b) 土石流等による土砂崩壊災害防止技術に関する総合的研究（建設安全研究部，物理工学安全研究部）
 - ・土石流発生 of 早期検知システムの開発
 - ・警報・避難・救助システムの検討
 - ・総合的安全管理の検討
- *c) 化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究（化学安全研究部，機械システム安全研究部，物理工学安全研究部）
 - ・化学プロセスの爆発危険性の評価手法の開発
 - ・化学プロセスの安全制御と爆発防護技術の開発
 - ・爆発災害防止支援システムの開発

(2) 文部科学省（旧科学技術庁）

- a) 化学物質安全特性予測基盤の確立に関する研究（化学安全研究部）
 - ・爆発燃焼反応挙動の解明
- b) 機能性金属粉体の静電気による爆発危険性の解明に関する研究（物理工学安全研究部）

2.2 平成13年度の研究課題

* 第9次労働災害防止計画支援研究

1) プロジェクト研究

- (1)*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（機械システム安全研究グループ，化学安全研究グループ，物理工学安全研究グループ，境界領域・人間科学安全研究グループ）
 - ・ 化学プラントを対象とした危険性評価技術の開発
 - ・ 大規模施工システムを対象とした危険性評価技術の開発
 - ・ 建設用ロボット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の開発
- (2)*化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究（化学安全研究グループ，機械システム安全研究グループ，物理工学安全研究グループ）
 - ・ 化学プロセスの爆発危険性の評価手法の開発
 - ・ 化学プロセスの安全制御と爆発防護技術の開発
 - ・ 爆発災害防止支援システムの開発
- (3)*建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発（機械システム安全研究グループ）
 - ・ 移動式クレーンの荷重モニタリング
 - ・ 構造部材の損傷検出技術の高度化
 - ・ 接合部材の疲労損傷モニタリング技術の開発
- (4)*建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究（境界領域・人間科学安全研究グループ）
 - ・ 建設作業現場における不安全行動の発現とその対策に関する研究
 - ・ 建設作業現場における視覚情報処理過程とヒューマンエラーに関する研究
 - ・ 建設作業現場における不安全行動と安全情報の伝達に関する研究

2) 基盤的研究

- (1) 機械等の安全制御技術の開発（機械システム安全研究グループ）
 - a) 機能性流体によるロボット制御技術に関する研究
- (2) 機械等の破損による災害の防止（機械システム安全研究グループ）
 - a) 時系列周波数解析とウェーブレット解析による材料の非破壊損傷評価に関する研究
- (3) クレーン等の転倒・倒壊防止（建設安全研究グループ）
 - a) 支持地盤の不安定要因による移動式クレーンの転倒防止に関する研究
 - b) 各種クレーンの耐震安全性に関する研究
- (4) 建設工事における地盤災害の防止（建設安全研究グループ）
 - a) 土石流流下シミュレーション手法の開発に関する研究
 - b) 掘削時における地盤変形・側圧変化及び崩壊現象に関する研究
 - c) 鋼矢板控え壁を使った自立式土留工の安全性の確保及び向上に関する研究
- (5) 仮設構造物に係る災害防止（建設安全研究グループ）
 - a) くさび結合式足場の安全性に関する研究
 - b) 強風時における支柱式足場の倒壊防止に関する研究

- (6) 墜落・転倒災害の防止
 - *a) 墜落防護具の性能向上に関する研究（境界領域・人間科学安全研究グループ）
 - b) 高齢作業者の転倒災害防止のための安全性評価に関する基礎的な研究（建設安全研究グループ）
 - c) 階段通路の視環境の評価に関する研究（建設安全研究グループ）
 - *d) 低層建築物の屋根工事における墜落防止のための足場の必要条件に関する研究（建設安全研究グループ）
- (7) 化学物質の爆発危険性の解明（化学安全研究グループ）
 - a) 爆発燃焼反応性予測手法開発に関する研究
 - *b) 微粒子粉体の発火・爆発危険性に関する研究
 - c) 高温・高圧下における気体物質の爆発危険性に関する研究
 - d) 新規化学物質等の爆発危険性の解明とデータベースの構築に関する研究
- (8) 化学プロセスの安全化（化学安全研究グループ）
 - a) 爆発・火災災害データベースの高機能化に関する研究
- (9) 電気機械器具等における障害・災害の防止（物理工学安全研究グループ）
 - a) 交流アーク溶接機用自動電撃防止装置の要求性能に関する研究
 - b) 計測制御用プリント配線板のサージ耐性に関する研究
 - c) 中波による大型クレーンへの誘導電流の低減に関する研究
 - d) 電圧入力型電撃危険性判別回路に関する研究
- (10) 静電気障害・災害の防止（物理工学安全研究グループ）
 - *a) 粉体プロセスにおける静電気による着火防止技術に関する研究
 - b) 新方式除電システムの開発に関する研究
 - c) 最小着火エネルギー試験法の開発と試験基準に関する研究
 - d) 新原材料の静電気による着火危険性の評価技術に関する研究
- (11) 作業環境の安全化（境界領域・人間科学安全研究グループ）
 - a) 人間・機械系のための光学式作業環境自動認識に関する基礎研究
- (12) セーフティアセスメント・マネジメント手法の高度化（境界領域・人間科学安全研究グループ）
 - a) 等価リスク曲線による被害低減評価に関する研究

2.3 平成12年度の研究成果の概要

生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発

一大規模システムの破壊に対する安全性・信頼性評価手法の開発一

機械システム安全研究部 佐々木哲也

1. 緒言

大規模システムの破壊は重大な災害をもたらすと考えられるため、強度的に十分な安全裕度を有している必要がある。しかし、実際に大規模システムを構築し、維持していくためには経済性の問題を無視できないから、破壊に対する信頼性を定量化し、適切な安全裕度を設定することが必要とされる。そこで本研究では、大規模システムの破壊を主たる対象として、信頼性の定量化を可能にするための手法を開発している。本年度は、構造信頼性の評価に際して重要な制約条件付き非線形最適化アルゴリズムの計算効率を高める手法について検討し、従来法と比較した。

2. 構造信頼性評価用非線形最適化アルゴリズム

$u, G(u)=0$ をそれぞれ独立標準正規確率空間に変換した破壊に関与する確率変数、限界状態曲面とすると、構造信頼性評価に際して重要な設計点 u^* を見出すための問題は、次のような制約条件付き非線形最適化問題に帰着される。

$$\begin{aligned} \sqrt{u^T u} &\rightarrow \min. \\ \text{subject to } G(u) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

設計点 u^* が求まると、原点から設計点までの距離として信頼性指標 β が求まる。また、FORM/SORMや設計点を重み中心とする重点サンプリング・モンテカルロシミュレーションによって破壊確率 P_f を評価することも可能となる。

3. 提案する最適化アルゴリズム

従来、収束が早く、かつロバスト性に優れた構造信頼性評価用アルゴリズムとして、修正HL-RF (MHL-RF)アルゴリズムが提案されている。このアルゴリズムでは、メリット関数

$$m(u) = \frac{1}{2} \left| u - \frac{\nabla G(u)^T u}{\nabla G(u)^T \nabla G(u)} \nabla G(u) \right| + \frac{1}{2} c G(u)^2 \quad (2)$$

が導入されている。ここで、 c は適当な正の定数である。しかし、式(2)のメリット関数を評価するためには、 $G(u)$ のgradientを計算する必要があり、収束効率が低下する恐れがある。また、定数 c の最適な値が事前に

事前には分らないという問題もある。そこで、本研究ではメリット関数として、

$$m(u) = G(u)^2 \quad (3)$$

を用い、HL-RF法の繰返し過程で解が2回続けて改善されない場合のみ、式(3)を用いる手法を提案した。この方法を単純化修正HL-RF (SMHL-RF)法と呼ぶ。

4. 非線形最適化アルゴリズムの比較検討

比較の対象としたアルゴリズムは、Penalty Function法, Augmented Lagrangean法, 逐次2次計画 (Sequential Quadratic Programming; SQP)法, HL-RF法, MHL-RF法と今回提案するSMHL-RF法の6種類である。ただし、今回用いたPenalty Function法とAugmented Lagrangean法は、BFGS公式による準ニュートン法をベースにしている。

図1に示すような不静定梁の曲げ破壊に対して、各非線形最適化アルゴリズムを使用して信頼性指標の評価を行い、各アルゴリズムのロバスト性や収束効率について検討した。ただし、限界状態関数は次式で表されると仮定した。

$$g(x) = x_1 x_2 - 78.12 x_3 \quad (4)$$

表1は収束の有無と、収束までに $\nabla G(u)$ と $G(u)$ を計算する関数が呼び出された回数を示したものである。本例に対する限り、SMHL-RF法が最も収束効率が高い。SMHL-RF法は他の例題に対しても良好な収束効率とロバスト性を示しているが、その妥当性については今後更に検討する必要がある。

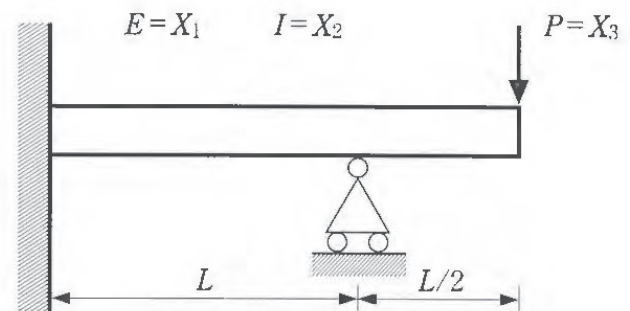


図1 解析した不静定はりのモデル

表1 各アルゴリズムによる評価結果

Optimization Method	Convergence	$\nabla G(u)$	$G(u)$
Penalty Function	Converged	-	-
Augmented Lagrangean	Converged	93	565
SQP	Not Converged	9	75
HL-RF	Converged	10	96
MHL-RF		799	3,196
SMHL-RF		11	45

生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発 — 施工作業用ロボットの機構開発 —

機械システム安全研究部 池田博康, 清水尚憲

1. はじめに

人間と共存する環境で作業する施工作業用ロボットは、通常の産業用ロボットにはない移動と協調という動作形態を持つ。このような人間への接触を前提とするロボットでは、本質安全設計の導入と安全防護技術の確立が求められる。そこで、これまでの試作ロボットシステムによる検討を基に、階層化安全防護手段を搭載するロボット移動機構と、本質安全設計を指向するマニピュレータの開発を行った。

2. 3輪走行とクローラ走行可能な移動機構の開発

施工作業用ロボットの移動機構は、試作ロボットシステムの移動機構を踏襲して、平地走行用の3車輪と10度までの傾斜地走行用のゴムクローラの切替による構造とした。ただし、3車輪のうち2つはウレタンタイヤに内蔵されたダイレクトドライブモータで駆動される動輪で、操舵用モータも内蔵される。残る1つは遊輪として、ブレーキのみ内蔵する。このような構成により、旋回やスピントーン、横行といった自在な移動を可能としている。

一方、クローラ機構は、油圧シリンダを用いるリンク機構によって、車輪を浮かせるように張り出して機能する。駆動はバッテリー駆動の油圧モータによる。

図1は移動機構の構造を示しており、手動ジャッキによるアウトリガはマニピュレータ動作時にかかる荷重を監視するものである。

なお、移動機構はその慣性のために急停止できないため、非接触障害物検知手段と接触式障害物検知手段を階層的に走行/停止制御系に組み込んだ。前者の手段は、反射型の赤外線センサと超音波センサの異種冗長構成とし、人間を含む障害物を早期に検知して、移動機構に減速や回避動作を指示するものである。後者の手段は、前年度に開発した柔軟歪みセンサを用いる軟接触式バンパとし、人間との衝突時は移動機構を緊急停止させるとともに衝撃を緩衝させる。

3. 双腕マニピュレータの開発

移動機構上に搭載されるマニピュレータは、パイプ等の長尺物のハンドリングを可能とし、なおかつ、微妙な位置と力の制御を可能とする双腕の5自由度パンタグラフアーム構成とし、アーム先端には空気圧駆動の開閉ハンドか吸着パッド付きハンドを装着できるようにした。各腕の主要3軸には、人間との接触時に過

大な衝撃と力を人間へ伝達しないための要素として、ブレーキとクラッチを各関節軸に組み込んだ。これらの要素は、マニピュレータの動作モード及びアクチュエータ速度、出力トルク等の情報に応じて制御され、安全かつ機能的なマニピュレーションを実現する。写真1に、開閉ハンドを装着した双腕マニピュレータを示す。

マニピュレータの各軸は独立したドライバを持ち、位置、速度等のセンシング情報をフィードバックする専用制御システムによって制御されるが、安全上重要なセンシング情報は、センサインタフェースを介して独立した安全コントローラへも送られる。異種多重化プロセッサを持つ安全コントローラは、安全の判断を担うものであり、アクチュエータ出力をインタロックする機能を実行できる。

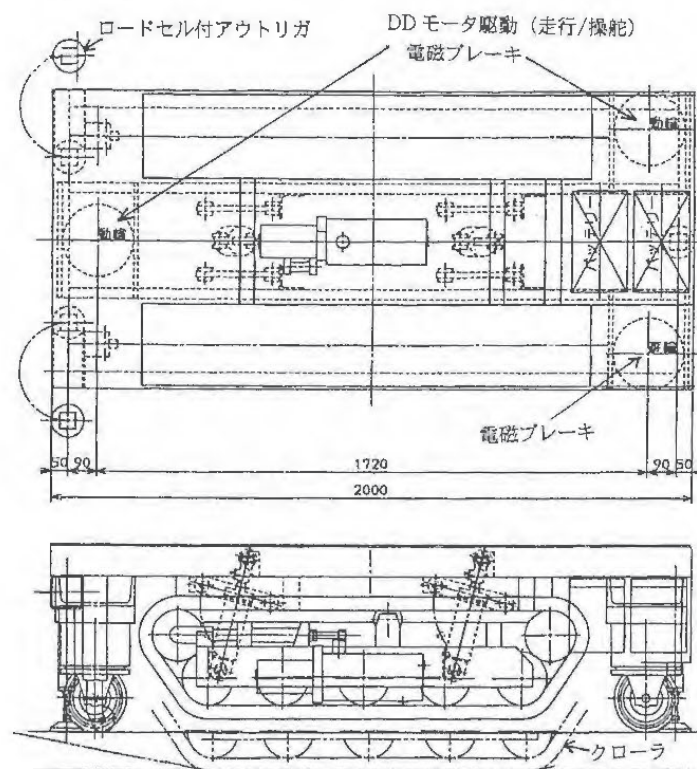


図1 施工作業用ロボットの移動機構構造

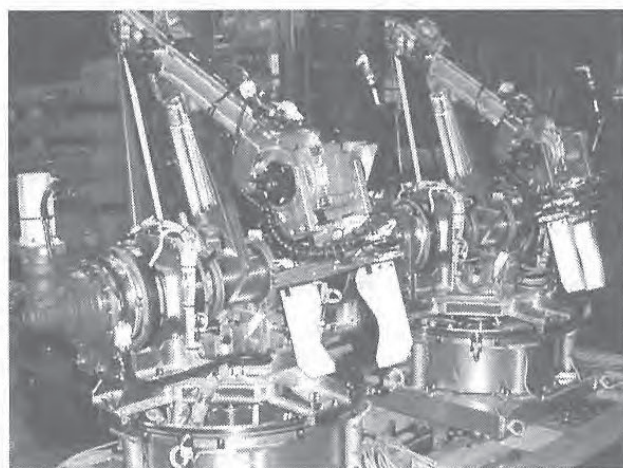


写真1 施工作業用ロボットの双腕マニピュレータ

1. はじめに

本研究では、施工作业ロボットの走行安全及び周辺作業者の安全を確保するための画像式センシング技術の確立を目的として、障害物検出と標識認識の二種の機能からなる施工作业ロボット用環境認知機能の開発を行っている。本年度は、主に、立体視を用いた障害物に対する3次元計測方法の開発及び計測精度の向上を図るための改良を行った。ここで、改良後の3次元計測方法を説明する。

2. 立体視原理

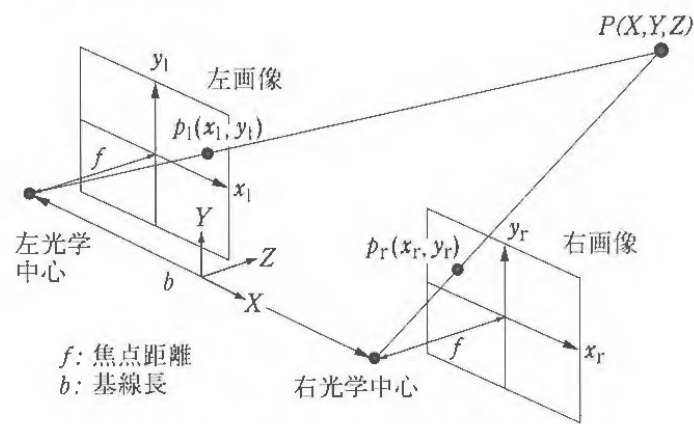


図1 立体視原理

立体視の基本的な原理は三角測量である。もっともシンプルな構成は、焦点距離が等しいカメラ2台が、光軸がお互いに平行で、かつ各々の画像面が同一平面上に乗るように配置される場合である。図1に示すように、World座標系(X, Y, Z)と各々の画像における画像座標系を決めた時、空間中にある点P(X, Y, Z)が、各々の画像上(x₁, y₁), (x_r, y_r)に投影されたとすれば、よく知られているように、以下の関係式が成立する。

$$X = \frac{b(x_1 + x_r)}{2d} \quad (1)$$

$$Y = \frac{b(y_1 + y_r)}{2d} \quad (2)$$

$$Z = \frac{bf}{d} \quad (3)$$

ただし、fは焦点距離 (focal length), bは基線長 (baseline), dは視差 (disparity)で、

$$d = x_1 - x_r \quad (4)$$

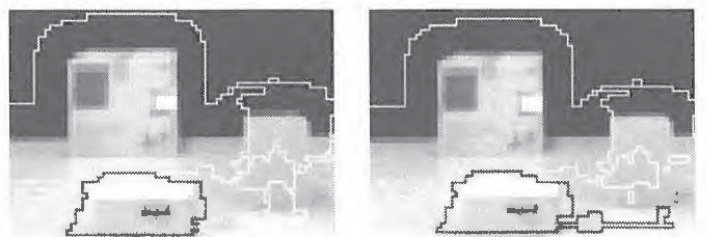
である。従って、fとbが既知のもとで、左右の画像上の投影座標(x₁, x₁)と(x_r, x_r)から、もとの3次元位置(X, Y, Z)が計算される。特に、奥行きZは、視差のみから決定される。

3. 3次元計測方法

立体視を用いた3次元計測方法は次のとおりである。

- 1) 左右の2台のカメラが異なる角度から同時撮影し、各々エッジ画像を計算する。左側のエッジ画像の画素(x_l, x_l)に対し、右側のエッジ画像の中から、対応画素(x_r, x_r)をテンプレートマッチングで探し出し、視差dを式(4)で計算する。
- 2) 視差dが画素とする画像に対し、近傍の画素の間に、視差の近いものを同一領域に属するような画像分割処理を行う。これは、同一目標物に対応する画素を同一領域へ分類するための処理である。
- 3) 上述2)で得られた領域に対し、凸領域分割を行う。距離の近い異なる目標物に対応する画素は2)で同一領域に分類される可能性があるため、このステップは異なる目標物に対応する画素を異なる領域へ分類するための処理である。
- 4) 上述3)で得られた領域のなかに、面積がある閾値以上の各領域に対し、各々の重心画素に対応する座標(X, Y, Z)を求め、その領域に対応する目標物の位置の3次元計測値とする。領域境界の全画素に対応する(X, Y, Z)座標から、min|X|, max|X|, min|Y|, max|Y|, min|Z|, max|Z|を求め、対応する目標物の(X, Y, Z)座標の最大値と最小値とする。最後に、DX=max|X|−min|X|, DY=max|Y|−min|Y|, DZ=max|Z|−min|Z|を求め、領域に対応する目標物の大きさの3次元計測値とする。

凸分割の効果を示す例として、図2(a)は凸分割あり、図2(b)は凸分割なしの分割結果である。図2(a)に、床面に置いてある一番手前のダンボールは、単独の領域(黒い曲線の裏側の部分)として分割された。図2(b)に同じダンボールは周辺の床面の一部と一緒に一つの領域(黒い曲線の裏側の部分)に分割され、領域重心を用いた後の3次元計測は誤差が大きくなる。



(a) 凸分割あり (b) 凸分割なし

図2 凸分割の効果

生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発
 ーライフサイクルコストの最小化に配慮した物流
 機械用安全システムの開発ー

機械システム安全研究部 梅崎重夫

1. 研究目的

安全制御システムの開発にあたっては、システムの設計、製造、改造等に要するライフサイクルコストの最小化が不可欠である。しかし、従来のリレー回路を使った安全システムでは、安全の条件が複雑になると、電気配線も膨大となる。また、いったん回路を製作した後の変更はきわめて困難であった。これらは、ライフサイクルコストの増大要因となりかねない。そこで、本研究では、従来のリレー回路に代わってプログラマブル・コントローラ（PLC）を使用し、これらの問題の解決を試みた。

2. システムの概要

図1に、本研究で開発した安全制御システムのロジックを示す。このシステムでは、PLCの故障や電磁ノイズの影響によって作業者の安全が確保できなくなる場合がある。そこで、PLC及びこれに接続されたセンサーや安全部品（電磁リレーや電磁弁など）に対して異種冗長化（独立性を持つ複数の異なる手段の冗長化）と自動監視（システムを構成する要素が正常

であることを定期的に監視する。セルフチェックとも言う）を施し、安全制御システムの故障対策水準の向上を図っている。

また、本システムでは、センサーや安全部品と近接した位置にリモートI/O（入出力信号を取りまとめる機器）を設け、PLCとリモートI/O間の情報を単線の電気配線である専用のバスラインを介して通信する方式として、電気配線の省線化を図っている。さらに、本システムでは、センサーや安全部品のインターフェースを国際標準化された通信規約OSI（Open Systems Interconnection）としている。これにより、システムの改造時においても、プログラムや電気配線の大幅な変更を生じることなく、センサーや安全部品の機種変更を可能としている。

3. ライフサイクルコストの削減効果

以上の対策の実施によって、電気配線の量を従来の20%近くまで削減できた。また、従来リレーを使って電氣的に構成した回路をプログラム・ロジックで組むことができるため、設計・製造に要する工数を50%近く削減できた。さらに、最近の安全制御システムでは数ヶ月に一回の改造を行うことも珍しくないが、この改造に要する時間も50%近くの削減が可能と考えられる。以上より、ライフサイクルコストの少なくとも50%削減が可能と推察される。

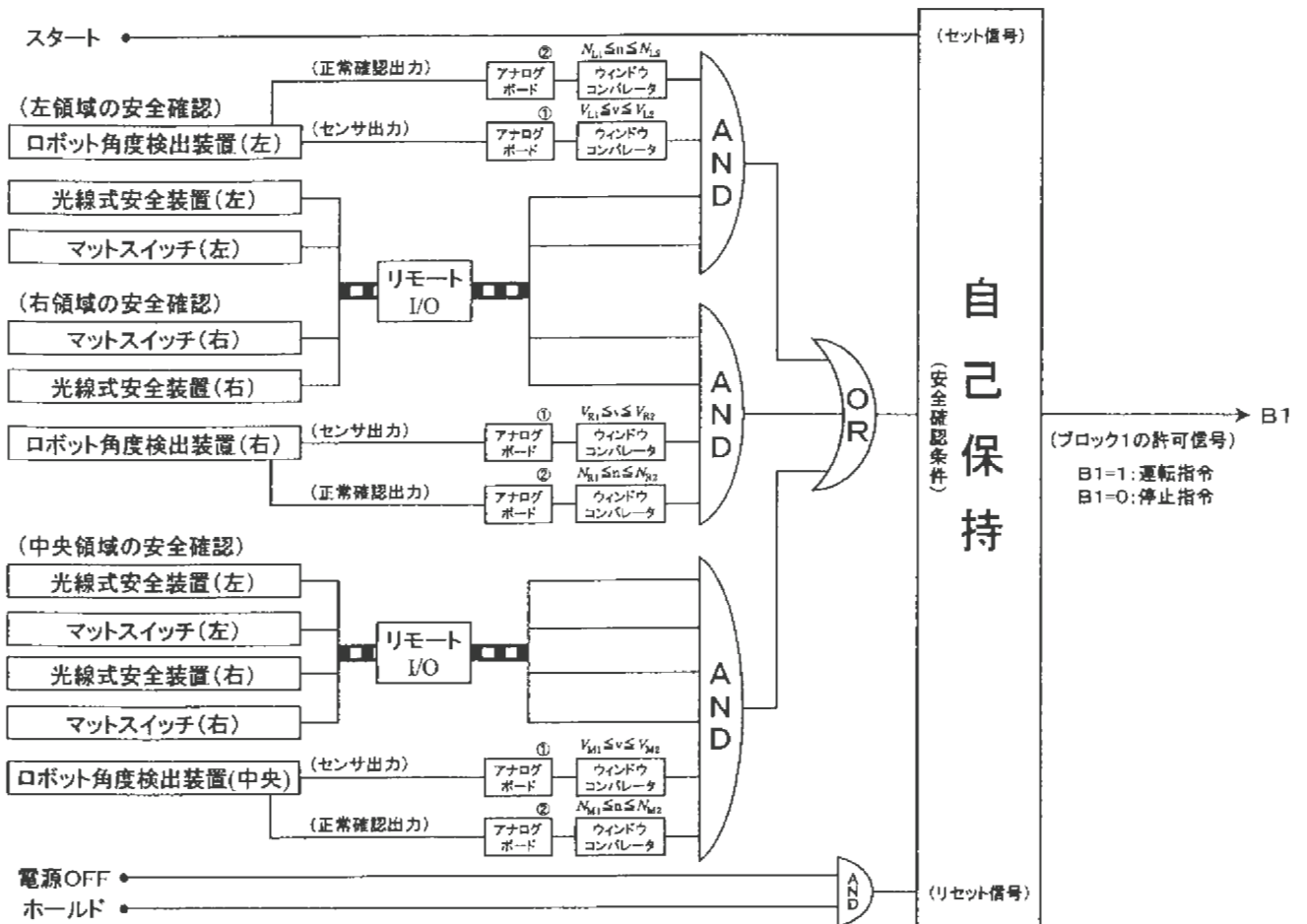


図1 開発した安全制御システム

超音波法による高温疲労損傷の検出

機械システム安全研究部 吉久悦二, 本田 尚

1. はじめに

化学プラントで使用されるボイラ、圧力容器等の機器では、部材の高温環境下での疲労による劣化損傷が問題となり、非破壊的な劣化損傷検出技術の確立が望まれている。そこで、高温疲労の一つである熱疲労を対象に、超音波法を用いた劣化損傷検出を試みた。

2. 供試材および実験方法

供試材は、高温機器部材によく使用されるSUS316鋼の母材と溶接金属である。熱疲労では表面に発生した主き裂が内部に伝播し、最終的な破壊に至るが、特に溶接金属では、内部に発生していたミクロなき裂と主き裂の合体が頻繁に起こる。ここでは、振幅1%のひずみと温度変化(ひずみと同位相, 700~300℃)を繰返し負荷し(1サイクル10分)、表面き裂の早期検出と主き裂発生以前の試験体内部の変化を捉えることを目的に、試験前と試験過程で試験を中断し、高周波(周波数35,50MHz)探触子を用いた超音波計測を行った。

図1(a)に示すように、表面き裂検出は焦点を持った探触子による水浸法で、焦点が試験体表面に来るように探触子の位置を調整した。また、き裂からのエコーのみを捉えるために探触子を約25°傾け、平滑な表面のエコーが探触子に帰って来ないようにした。

試験体の内部劣化の検出には、表面き裂検出と同じ探触子による水浸法で、超音波の減衰を調べた。図1(b)に示すように探触子と試験体を正対させ、焦点が表面下ほぼ1mmの位置になるようにして測定した。

3. 実験結果

図2は超音波により検出された母材表面き裂のレプリカである。き裂の表面長が約5mmであり、試験体疲労寿命の末期にあたる時期のものである。溶接金属も含めて、これ以前のき裂については検出されておらず、より早期の小さなき裂を検出するには、探触子の周波数特性の改良等が必要と思われる。

図3は、溶接金属に対する超音波の減衰(底面と表

面のエコー強度の比)の変化する状況を、疲労寿命の70%程度まで示したもので、データのばらつきが大きいが、試験進行と共に減衰が小さくなる傾向が見られる。結果は示していないが、母材では減衰が大きくなる傾向にあり、溶接金属と結果が逆になるようである。図3に示した熱時効の結果は、内部の組織変化の影響を表しているものと思われるが、これが熱疲労と定性的に同じ傾向にあることから、図3の熱疲労での超音波の減衰は、疲労による劣化損傷と組織変化双方の影響によるものであり、溶接金属の熱疲労での劣化損傷評価には、その分離が必要になると考えられる。

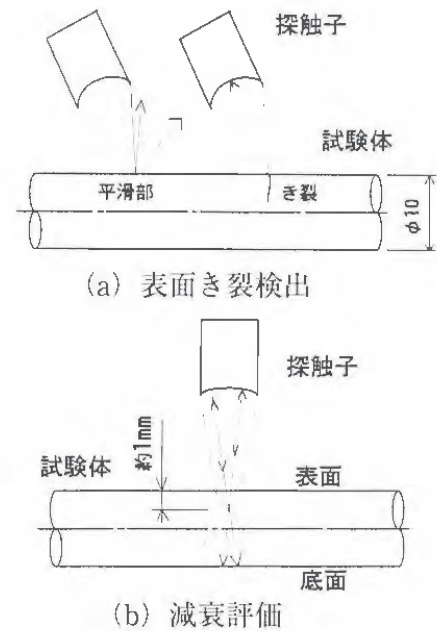


図1 超音波計測

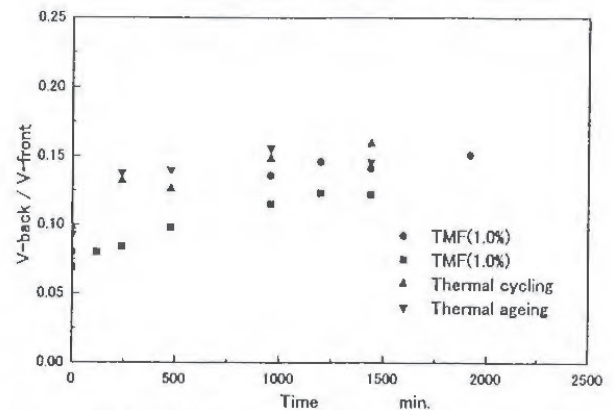


図3 溶接金属での超音波の減衰(探触子: 50MHz)

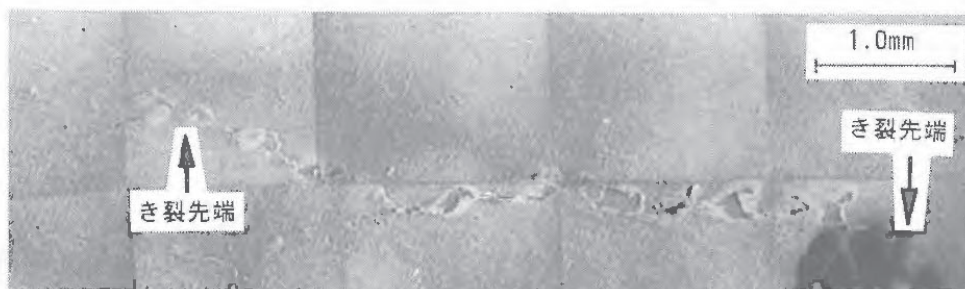


図2 検出された表面き裂(母材, 探触子: 35MHz)

機械システム安全研究部 本田 尚, 佐々木哲也

1. はじめに

物体が断熱的に変形する際には温度変化を生じ（熱弾性効果），周囲へ赤外線を放射する。この放射された赤外線を計測することにより，構造部材に作用する荷重を評価することができる。

本研究では熱弾性効果を利用し，構造物の経年損傷の一つである疲労き裂の評価を行ってきたが，損傷を過小評価する傾向があった。そこで，数値計算を援用することで損傷評価精度の向上を図った。

2. 数値計算を援用した疲労損傷評価

熱弾性効果を利用して，疲労き裂の応力拡大係数を評価した場合，応力拡大係数算出に最も重要であるき裂近傍の応力値が，き裂近傍の塑性変形や熱伝導の影響により正確に測定できず，このため応力拡大係数を実際より低く評価してしまう。

そこで有限要素法(FEM)を用いて，塑性変形や熱伝導の影響のない部分の測定値から，き裂近傍の応力を推定する手法を考案した。

図1に示すように，測定画像の一部分について有限要素モデルを作製する。このモデルの境界の一点 j ($j=1\sim N$) に，法線もしくは接線方向に単位力が作用するとし，この単位力により i 点に生じる応力を σ_{ij}^* とする。この点に実際に作用している力を P_j とすると，重ね合わせの原理により， i 点における応力 σ_{ij} は

$$\sigma_{ij} = \sum_{j=1}^N \sigma_{ij}^* P_j, \quad i=1\sim M, \quad j=1\sim N \quad (1)$$

で表される。そこで最小二乗法により，誤差の二乗和 S を

$$S = \sum_{i=1}^M \left(\sigma_{ij} - \sum_{j=1}^N \sigma_{ij}^* P_j \right)^2 \quad (2)$$

最小にする P_j を求める。もっともな P_j は次式を満足することから，

$$\partial S / \partial P_j = 0 \quad (3)$$

(3) 式の N 元連立方程式を解くことにより， P_j を決定することができる。したがって， M 個の応力情報から P_j を求め，この境界条件の下でFEMによる応力解析を行うことで，き裂近傍の応力値を推定することができる。通常は $M \geq 2N$ にするのが望ましいとされている。

3. 推定結果

図2に示すように，き裂先端から十分離れた位置の応力値から P_j を推定し，き裂近傍の応力の推定を行った。ただし，今回は参照値として測定値ではなく，FEM解析値を使用した。図3に推定結果を示す。

図3をみると，推定値は参照した応力値とほぼ一致している。この推定値から外挿法により応力拡大係数を求めたところ，解析解の $16.3 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ に対し， $15.9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ と非常によく一致した。

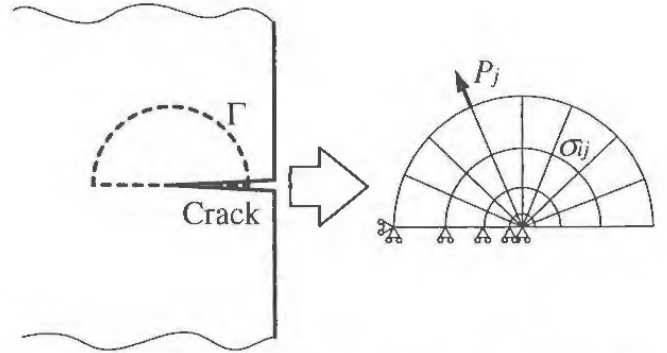


図1 数値計算を援用した疲労損傷評価法の概念図

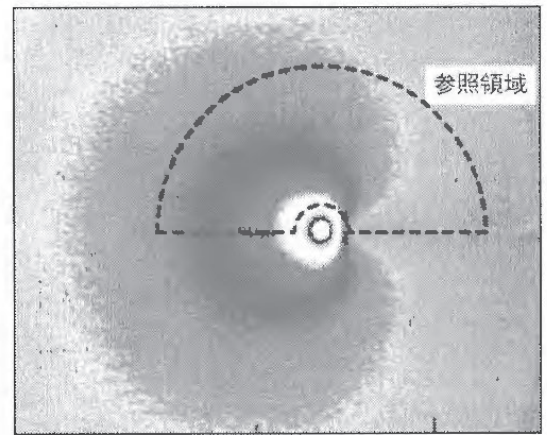


図2 応力情報参照領域

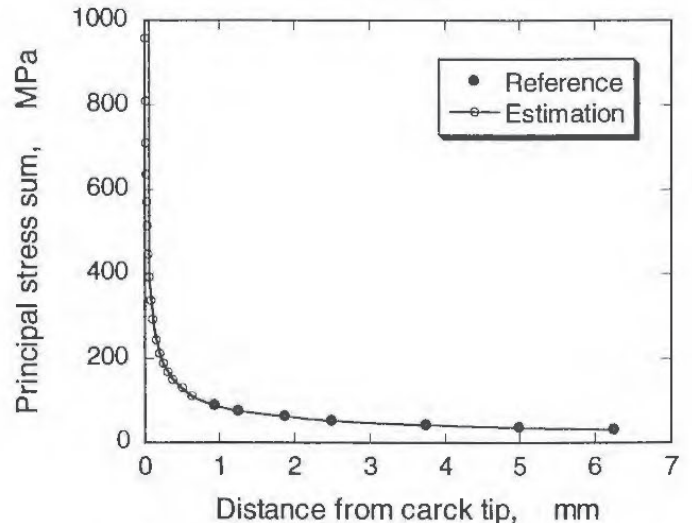


図3 参照応力値と推定応力値の比較

マルチサイト疲労損傷部材の寿命予測手法の開発

機械システム安全研究部 佐々木哲也, 本川 尚

1. 緒言

マルチサイト損傷は、繰返し荷重を受けるリベット接合部やボルト摩擦接合部において、隣り合う複数のリベット穴やボルト穴からはほぼ同時に疲労き裂が発生するとともに、それらが成長・合体することによって急速に破断に至るような現象であり、近年航空機等で事故事例が報告されているが、既存の機械や構造物の設計時には考慮されていない。

そこで本研究では、マルチサイト損傷を考慮した疲労寿命予測を行うために、リベットやボルトの締付け力に着目し、それらがリベット継手やボルト摩擦接合継手の疲労強度やマルチサイト損傷の発生の有無に及ぼす影響を明らかにすることを試みている。本年度は、2本のボルトを使用した摩擦接合継手において、ボルト締付け力を変化させた疲労試験を行い、ボルト締付け力が継手の疲労強度に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

本研究で使用した試験片は図1に示すような継手模擬試験片で、供試材はアルミニウム合金2024-T3である。疲労き裂の発生箇所を限定するために、ボルト頭部が接触している板材のボルト穴だけに、切欠きを導入した。ボルトには軸力測定用のひずみゲージが埋込まれており、締付け時にひずみゲージ出力をモニタリングすることによって、3種類の締付け力 $F=8\text{kN}$, 12kN , 16kN を与えた。これらの値は、前年度に実施したトルクレンチによるボルト締付け力のばらつき測定結果の下限値, 平均値, 上限値に対応している。

この継手模擬試験片に応力振幅 $\Delta\sigma=40\text{MPa}$, 応力比 $R=0.1$, 周波数 10Hz の正弦波状繰返し荷重を負荷して疲労試験を行い、ボルト穴の切欠き部から発生する疲労き裂の進展を観測した。

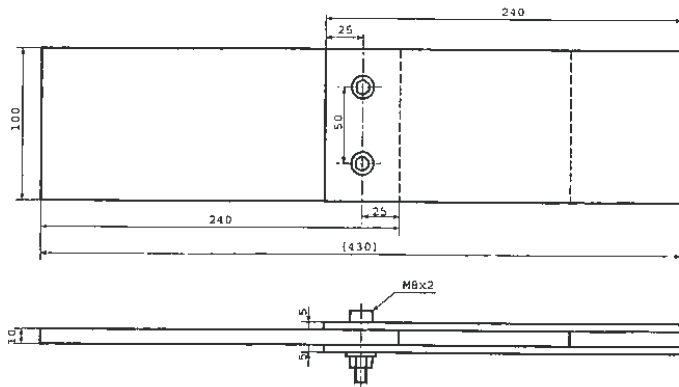


図1 継手模擬試験片の形状

3. 実験結果と考察

疲労試験を行った結果、いずれの締付け力の場合も、観察面のボルト穴に設けた4箇所の切欠きから順次き裂が発生し、マルチサイト損傷となった。各切欠きから発生したき裂は、図2に示すような進展挙動を示し、多くの場合2本のボルトの間に発生したき裂は合体した。また、通常の疲労き裂進展実験とは異なり、き裂が荷重軸と垂直に進展しなかったため、き裂を図2のように定義した x 軸, y 軸に射影し、それぞれの長さを a_x , a_y とした。

ボルト軸力を変化させたときの疲労き裂進展特性の変化を図3に示す。横軸は x 軸に射影したき裂長さ a_x であり、縦軸は荷重繰返し数である。この図からボルト軸力を増すほど疲労強度が増すことがわかった。この実験結果から、リベット接合継手やボルト摩擦接合継手の疲労破壊を防止するためには、締付け力を適切に管理する必要があることが明らかになった。

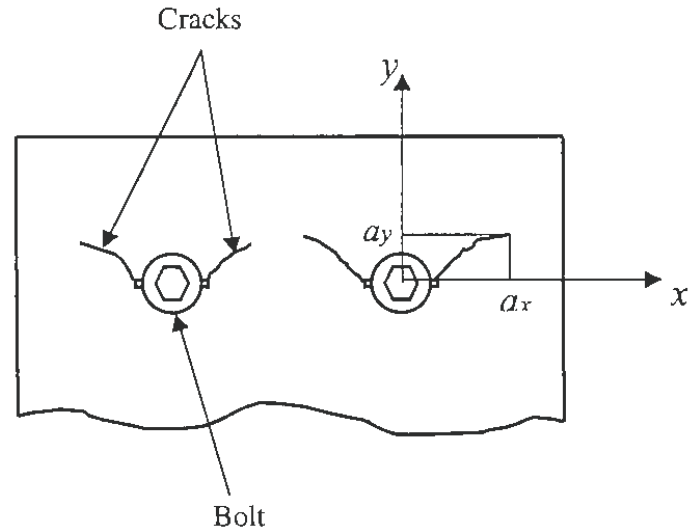


図2 き裂進展の様子とき裂長さの定義

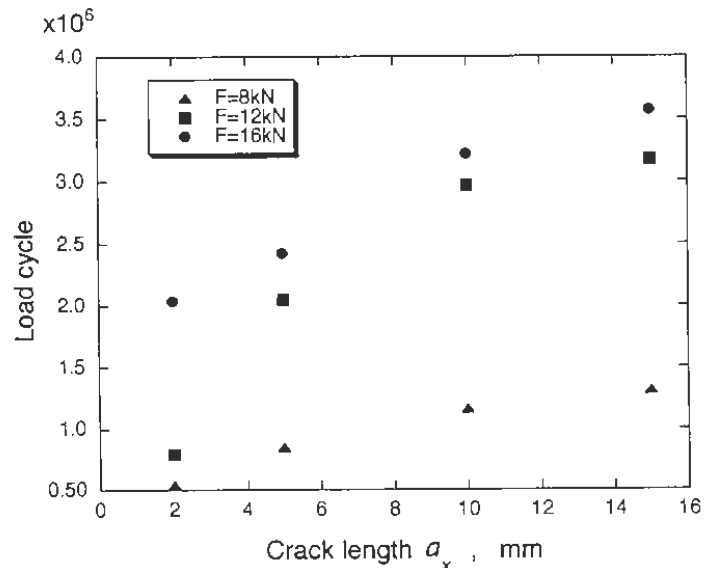


図3 ボルト軸力による疲労き裂進展特性の変化

1. はじめに

近年の規制緩和の流れから、つりチェーンの安全基準が見直されている。しかしながら、つりチェーンの疲労破壊特性について詳細に研究した例はなく、また定期検査の際に、疲労損傷を検出する有効な検査法も確立されていない。そこで、つりチェーンの破損による労働災害の防止を目的として、つりチェーンの大气中での疲労破壊特性を調査した。

2. つりチェーンの疲労試験

疲労試験は、JIS B-8812に定められたリンクチェーンDT-10を使用して行った。図1につりチェーンの疲労試験結果を示す。縦軸は負荷荷重、横軸は破断までの繰返し数で、両軸とも対数をとっている。

全体に負荷荷重による疲労寿命のばらつきは小さいが、JISに定められた定格最大荷重（24.5kN）付近では、疲労寿命にばらつきがみられ、試験片によっては定格荷重内でも疲労限とされる 2×10^6 回より小さい、 5.7×10^5 回の繰返し数で破断するものがあった。

3. 破面観察

図2に $\Delta P = 22.5, 55, 72$ kNにおけるつりチェーンのマクロな破断面を示す。き裂は、いずれの荷重の場合も図中左から右に進展している。破面右側の三日月状の部分は破断時に形成された延性破面で、それ以外の部分が疲労破面である。

負荷荷重が増加するに従って、疲労破面の領域が小さくなり、延性破面領域が増加している。また、疲労破面も $\Delta P = 22.5$ kNではきめ細かな破面を呈しているのに対して、 ΔP が増加するのに伴い粗くなっている。

さらに疲労破面のミクロな特徴を調査するために、走査型電子顕微鏡により破面観察を行った。図3に $\Delta P = 55$ kNの破面写真を示す。図3(a)は疲労破面初期の領域であり、疲労破面の典型的特徴であるストライエーションが観察されている。このストライエーションは、疲労き裂が進展するに連れて減り、代わりに図3(b)のように延性破面の特徴であるポイドと混在した破面となる。

$\Delta P = 22.5$ kNでは、応力拡大係数が小さいため、ストライエーションは破断直前まで観察されなかった。一方 $\Delta P = 72$ kNでは、応力拡大係数が大きいため、ストライエーションは疲労のごく初期にしか観察されず、その後はポイドが支配的な破面様相となった。

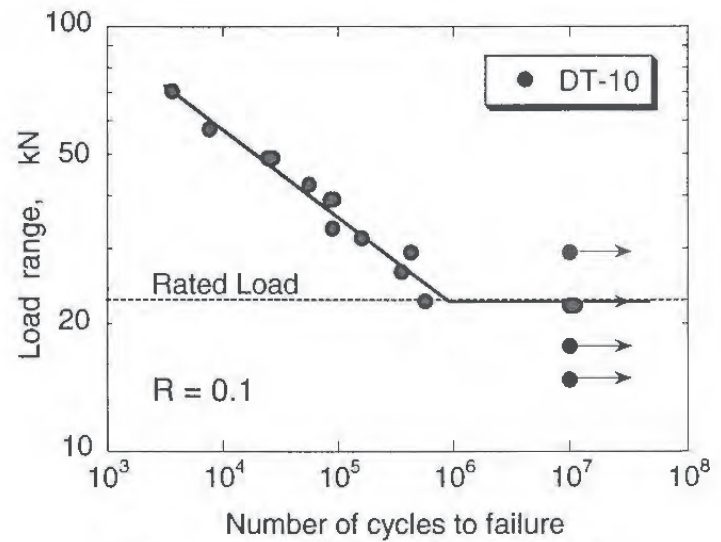
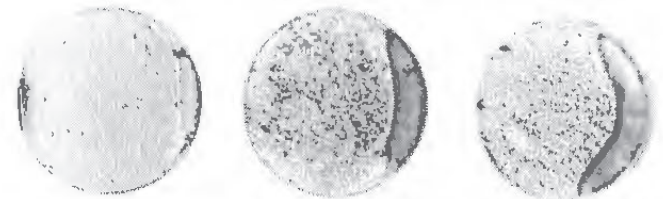
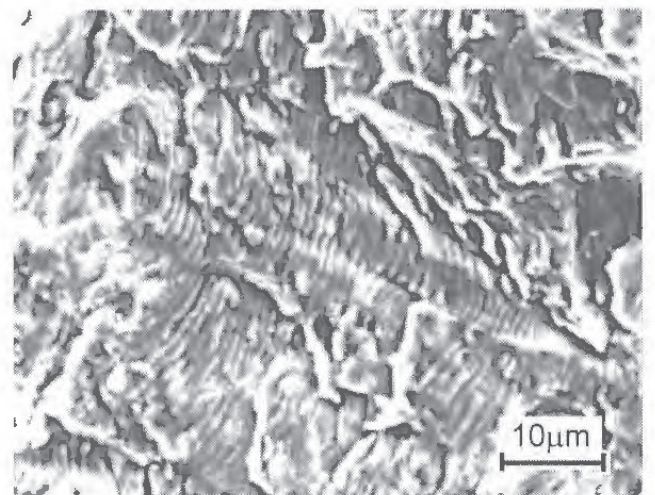


図1 リンクチェーンの疲労試験結果

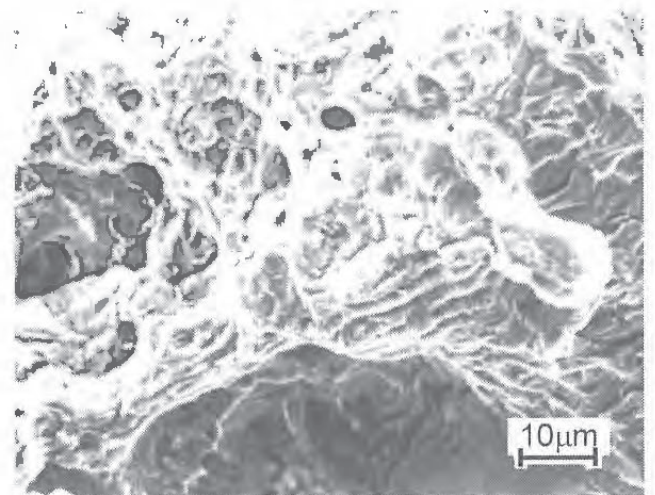


(a) $\Delta P = 22.5$ kN (b) $\Delta P = 55$ kN (c) $\Delta P = 72$ kN

図2 破断したつりチェーンの破断面



(a) 疲労初期



(b) 疲労後期

図3 疲労破面の電子顕微鏡観察結果 $\Delta P = 55$ kN

共同作業時における安全確認行動としてのコミュニケーションに関する研究

機械システム安全研究部 江川義之
建設安全研究部 庄司卓郎, 中村隆宏

1. はじめに

建設業全体の労働災害において、相手とのコミュニケーションがうまくとれず発生した労働災害が、全体の約1割生じている。そこで安全確認のためのコミュニケーションをとる必要のある状況を設定して実験を行った。

2. 実験目的

2名からなるA・B両チームに組立作業を行わせ、各チームの組立作業台、部品置場、組立図置場を図1のように配置した。ここでAチームのメンバーが組立部品を取りに行く時、Bチームの領域の一部を通過しなければならないと、このとき斜線で示したクロス域を設定して、このエリアにはAチームとBチームのメンバーが同時に進入してはいけないルールを課した。このクロス域に両チームのメンバーが同時進入しようとする時、安全確認のためのコミュニケーションを採らなければならないとした。そこでのコミュニケーションの状況やルールが破られる過程の観察を行った。

3. 実験条件

本年度は2つの条件での実験を行った。一つはクロス域2名同時進入禁止というルールのみを教示した実験（以下、ルール教示条件という）である。他の一つは被験者に対してルールが破られエラーが発生する過程をビデオで見せて行った実験（以下、エラー発生提示条件という）である。

4. 実験結果および考察

実験中のエラー発生件数を比較すると、ルール教示条件では26件、エラー発生提示条件では5件で、ルールが破られる過程を示した実験条件の方がエラー発生件数は少なかった。

これらの実験観察を行うと、エラー発生提示条件で、クロス域進入直前に周囲の安全確認を行う行動が顕著に増加した。

そこで安全確認行動を対象にして、被験者が単独で行う行動と、被験者相互間でコミュニケーションを採り行う行動に分類して調べた。

被験者が単独で行う安全確認行動にはクロス域進入直前における、一時停止・減速・左右確認などが観察され、これらの行動はすべてエラー発生提示条件で増加していた。しかしコミュニケーションによる安全確認行動は、二つの条件間で相違が見られなかった。

これらの実験結果より次のことが考察される。

ルール教示条件に比較して、ルールが破られる過程を示したエラー発生提示条件の方が、エラー発生件数は減少し、それは安全確認行動の増加に原因がある。この安全確認行動は階層的に行われており、まず被験者が単独で安全確認を行い、次にコミュニケーションを用いて安全確認を行う。エラー発生提示条件では、まず単独で行える安全確認行動が増加する。しかし、コミュニケーションを用いて行う安全確認行動については、相手との位置関係などが影響するため、二つの条件間で相違が見られなかった。

本年度の実験室実験から、次には実際の建設作業現場実験へと発展させることを企画している。現場実験では安全確認行動としてコミュニケーションを必要とする2人協調作業等を対象にした実験を考えている。

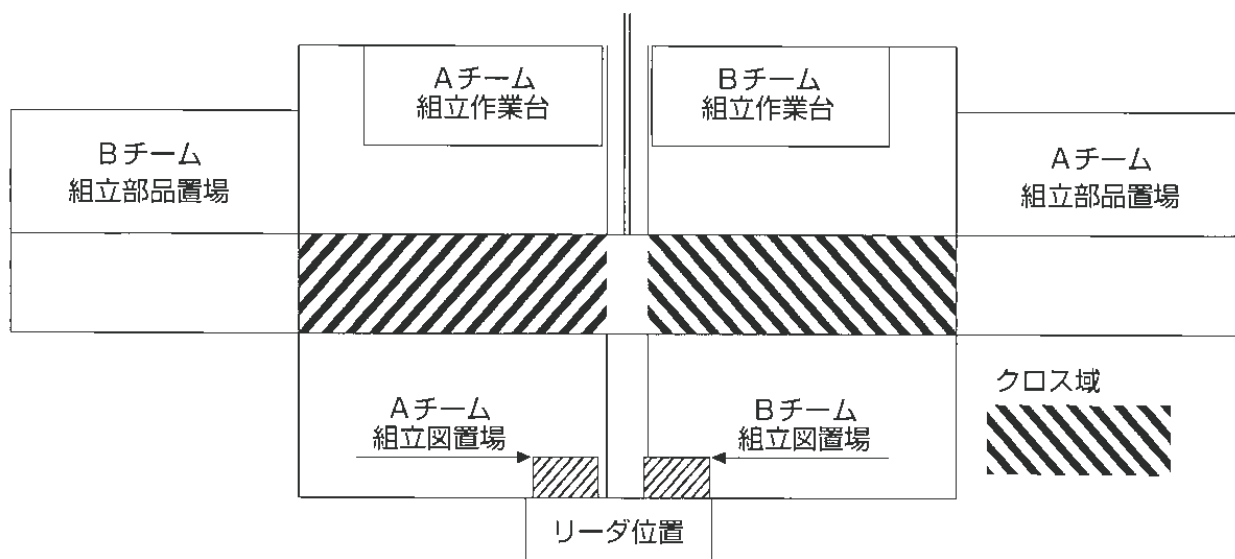


図1 実験平面図

掘削機械オペレータの危険回避能力に関する研究

建設安全研究部

中村隆宏

機械システム安全研究部 深谷 潔, 江川義之

重点研究支援協力員

輿水ヒカル

1. 研究目的

労働環境の多様化・複雑化・高度機械化の進展に伴い、産業活動の現場における危険要因も多様化・複雑化する傾向にある。事業者・労働者には、こうした状況に適切かつ迅速に対応する能力が要求される。このような背景から、本研究は以下を目的として行うものである。

- ・危険回避能力に係わる諸要因の解明および危険回避行動メカニズムの解明
- ・人間工学的・認知心理学的アプローチからの産業活動現場における人間の情報処理過程、判断・行動過程の明確化
- ・危険回避能力向上に向けた支援装置の開発および効果的教育プログラム開発の検討
- ・教育および訓練効果に関する検証

2. 研究成果

平成12年度においては、以下の1)～3)に関する予備実験等を実施した。

1) 後方監視モニターの視認性に関する実験

後方監視モニターの視認性検証実験を行うためのシミュレーションプログラム変更および監視用TVモニターの取付けを行い、被験者4名(日常的に掘削機を使用した作業に従事する有資格者)を対象に予備実験を行った。実験では眼球運動の測定を行い、モニターに対する注視行動と検出対象に対する反応(発見および危険感の程度等)を記録した。現在、実験データの解析作業を行っている。

2) ショベル系掘削機オペレータの空間的注意配分に関する実験

先行研究においては、掘削の操作と周辺の作業環境にランダムに提示されるマーカーの検出課題を組み合わせることによって、掘削機操作を行う際の有効視野について検討を行った。その結果、経験年数や操作方式に対する習熟度などがマーカーの検出パフォーマンスに影響を与えることが確認された。しかし、実際の作業現場において検出すべき対象は周辺環境に存在する障害物や作業員であり、これらの対象をいち早く検出し回避出来るか否かは災害防止の観点から極めて重要である。これらの危険対象はこれまでの実験において提示された検出標的(マーカー)とは視覚情報とし

ての意味性に大きな隔たりがあるため、より高次の認知的処理段階(予期・予測, 記憶, 意図, 等々)に関する検討は不可能であった。そのため、掘削機オペレータの危険回避行動について検討を行うには、より実地的な状況における危険対象の検出率および危険感受域の測定が必要であった。

こうしたことから、本研究においては従来の実験装置に改良を加え、シミュレーション作業環境において掘削機の周辺を作業員が移動・接近する実験プログラムの開発を行った。さらに、被験者4名を対象とした予備実験を行った。現在、実験データの解析作業中である。

3) 掘削作業の安全化を目的としたシミュレーションの有効性に関する検討

実機を用いた現実の作業行動とシミュレータを用いたシミュレーション行動を比較し、シミュレーション実験の妥当性について検討した。視覚的な情報の獲得に関して眼球運動の測定結果を比較した結果、注視点分布範囲、飛越距離、および注視対象など、シミュレーション実験と実機実験の間には複数の共通点が見いだされており、シミュレーション実験の妥当性が確認された。また、シミュレータ実験における視覚刺激提示方法の違いによる影響を把握するため、HMD方式シミュレータ「運転行動測定装置」(図1, 2)の開発を行った。今後は当該装置を使用して、シミュレーションを利用した教育・訓練方法に関する検討を行う予定である。

なお、本研究課題は計画に一部変更を加え、「建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラーに関する研究」(プロジェクト研究, 平成13~16年度)に移行を予定している。



図1 運転行動測定装置

図2 ヘッドマウントディスプレイ(右下)

高齢労働者の安全な通勤環境づくりに関する意識調査

建設安全研究部 永山久雄, 李 善永

1. はじめに

高齢労働者が多く就業するビルメンテナンス業においては、通勤災害の占める割合が高くその中でも、通勤途上の転倒事故が多いことから、調査では、ビルメンテナンス業で働く60歳以上の労働者を対象にして調査を行った。ビルメンテナンス業では、他の業種と比較して労働力の高齢化が進んでおり、特に、乗り物を利用して通勤する労働者の転倒事故の占める割合が高い。

2. 調査方法

○調査地域：東京都下、○調査対象：ビルメンテナンス事業所で働く60歳以上の労働者、○対象事業所数：645カ所、○抽出台帳：全国ビルメンテナンス協会名簿、○事業所あたり最大5人、○調査方法：郵送法

3. 調査項目

○対象者の属性(年齢、性別、職種、経験年数)、○通勤時の乗り物、○通勤時間、○到着時刻(始業時刻何分前)、○会社の遅刻の取り扱い、○遅刻と業務への影響度、○時差出勤、○40歳代と比較しての通勤負担、○40歳代と比較してのバランス能力・歩行の速さ、○通勤途上で転倒の危険を感じる場所、○転倒事故発生場所、○事故時の出退勤別、○休業日数、○傷害部位、○傷害の内容、○事故時の通勤経路、○事故発生場所、○事故時の混雑度、○転倒の原因、○事故時の歩行状態、○事故時の手荷物

4. 調査成果

回答者の属性

645事業所のうち224事業所(回収率34.7%)から702票の回答を得ることができた。全回答者702人のうち、男子が514人(平均年齢64.6歳)、女子が188人(平均年齢64.4歳)で、全回答者の73.2%は男子、26.8%は女子である。また、回答者の年齢は「60~64歳代」が58.1%を、「65~69歳代」が33.9%を占めており、70歳以上は8.0%である。

有効回答者694人の職種別構成割合は、「一般清掃」36.2%、「事務」24.1%、「保安警備・駐車場管理」16.1%、「設備管理」13.3%である。性別で見ると「一般清掃」の57.4%、「事務」の21.0%が女子で、他の職種は男子が9割以上を占めている。

経験年数は、「5~9年」が最も多く有効回答者696人の30.6%、次いで「1~4年」が27.9%、「10~19年」24.0%、「20~24年」4.3%、「25年以上」13.2%である。合計すると10年以内は58.5%となる。

危険を感じる場所と転んだ経験

「混雑している時に、人とすれ違いや、追い越しをされて転ぶ危険を強く感じる場所」で、「ない」と回答したのは676人中154人(22.8%)である。「ある」と回答(複数選択可)したのは522人で、全回答の65.6%が「階段」、次いで、16.3%が「狭い通路」、7.6%が「傾斜路」、7.5%が「エスカレータ」である。

「通勤途上でいままでに転んだことのある場所」に対する回答結果は、「ない」が346人である。「ある」と回答した247人(有効回答者の41.7%)の全回答の35.9%が「駅構内の階段」、次いで20.4%が「歩道」、8.4%が「歩道と車道の区別のない道路」である。

通勤途上の転倒事故

「通勤途上で転倒してケガをしたか」に対する回答結果で、「ある」と回答したのは85人(12.1%)で、「ない」は616人(87.9%)である。無回答者4人を除いた81人の有効回答結果によれば、事故による休業日数は「0日」40.0%、「1~3日」20.0%、「4~7日」10.0%、「8~29日」8.8%、「30~59日」13.8%、「60日以上」7.5%であり、「30日以上」のケガは合計すると、21.3%となる。

ケガの部位別に見ると、「脚と足」39.6%で、「腕と手」31.1%、「頭部」10.4%、「背・腰・尻」9.4%である。内容別に見ると「打撲」37.6%、「骨折」27.7%、「創傷・裂傷」17.8%、「捻挫・脱臼」15.8%、「その他」1%である。転倒事故時の出退勤別割合を見ると、回答者80人の60.0%が「出勤時」である。

事故時の通勤経路は、回答者78人の38.4%が「駅構内あるいは停留所」、29.5%が「自宅から駅(停留所)まで」、21.8%が「駅(停留所)~勤務先まで」、3.8%が「乗り物内」、6.4%が「その他」である。

場所別の事故割合では、有効回答者79人の全回答の31.6%が「駅構内の階段」、21.5%が「歩道」、8.9%が「歩道と車道の区別のない道路」である。

周囲の混雑度は、有効回答者78人の55.1%が「混雑していない」、44.9%が「混雑していた」である。「かなり」あるいは「非常に混雑していた」は合計すると23.0%である。

歩行時の状態は、有効回答者79人の32.9%が「少し急いでいた」、6.3%が「かなり」、3.8%が「非常に」である。「急いでいた」を合計すると43.0%となる。

「ケガをした時に手にバッグ、カバン、雑誌など何か持っていたか」に対する回答者78人の26.9%が「持っていない」、69.2%が「片手に」、3.9%が「両手に」であった。「転んだ原因は何か」では、有効回答者76人の40.8%が「つまずいて」、22.4%が「すべって」、18.4%が「踏み外して」、15.8%が「押されて、あおられて」、2.6%が「不明」であった。

建設安全研究部 李 善永, 永田久雄

1. はじめに

高齢者が楽しく暮らせる社会を築くには、住宅だけではなく、住宅の外の社会のあるべき姿についての検討が必要である。家の中に閉じこもるのではなく、外に出たくなる地域の生活環境が望まれるのである。

近年、駅などを始めとする、公共空間のバリアフリー化が進められている。高齢者の転倒事故が増加する傾向にあることから、階段を対象とする高齢者のための多くの研究がなされているが、階段研究においては、滑りや転倒などの身体的な安全性の評価だけではなく、利用者にとって楽しく利用できているのかの心理的評価も重要であると考えられる。本研究では、駅の階段を対象とし、快適な環境とはどのような視点、配慮が必要なのか検討していく。

一般の人々がどんな観点からどのように駅階段の視環境を評価しているか、駅階段の視環境に関する評価構造を把握することを目的として、60歳以上の高齢者と若年者の二つのグループを対象として評価グリッド法による面接調査を行った。この分析を通して、高齢者・若年者の被験者属性による評価構造の差について考察した。

2. 調査概要

本調査では、駅階段のカラー写真をエレメントとして用いた。東京都の地下鉄の駅階段を撮影してきた92ヶ所の写真から、階段の幅、高さ、壁の様相などの視環境的な要素が多様に変化している25ヶ所の写真を選定した。調査に用いた評価対象の例を図1に示す。

被験者は高齢者21名、若年者25名である。被験者には、呈示された写真の駅階段の視環境が「好ましい」かを評価基準に5段階に分類させ、その分類した理由を被験者自身の言葉で語ってもらった。次に、被験者が自発的に使用した評価項目についてラダーリングを行い、好ましい理由（上位評価項目）とそうあるための具体的な条件（下位評価項目）を抽出した。



図1 評価対象の例

3. 調査結果および考察

面接調査の結果、被験者自身の言葉で表現されたすべての評価項目の内容を分析し、表現が異なるものの内容が同一であるとみなしえる評価項目をまとめた。次に、ラダーリングにおいて両者間の因果関係に言及した被験者の数を計算し、2人以上のものについて、若年者と高齢者の評価構造モデルを作成した。若年者の場合は、〈開放的〉、〈圧迫感がない〉等の開放感の面、〈安心感がある〉、〈落ち着く〉等の心理的安心感の面、〈上がりやすい〉、〈楽である〉などの機能的面、高齢者と障害者に配慮されているかどうかの身体的面、〈きれい〉、〈新しい〉、〈面白い〉などのデザインの面の、大きく5つの面から階段の視環境を見ていることがわかった。

被験者が自発的に使用した評価項目を見ると、10人以上の被験者が使用した項目は〈明るい〉、〈広い〉、〈きれい〉などである。これは、階段の視環境評価において重要な観点であることを意味する。さらに、これらに関係する具体的な条件をみると、〈全体をムラなく照らす〉、〈照明の量を増やす〉、〈壁を明るくする〉などの照明に関する項目が多数得られた。このことから階段の視環境において照明が重視されていることが分かる。特に、壁の明るさに大きな重みを置いており、壁が明るくて白いと、デザイン的にも良く、開放感もあるとしている。

高齢者の場合も、若年者の評価構造とはあまり変わらず、〈開放的〉の開放感の面、〈ほっとする〉、〈安心感がある〉などの心理的安心感の面、〈上がりやすい〉、〈分かりやすい〉などの機能的面、〈腰に負担がかからない〉、〈体の支えになる〉などの身体的面、〈清潔〉のデザインの面に関する評価項目が抽出された。しかし、若年者の場合は、全体にわたって言葉の数が多く、抽象的な言葉から物理的な言葉まで詳しく答えている傾向があるが、高齢者は言葉の数が全体として少なく、特に、デザインの面に関する言葉の数が若年者に比べて少ない。また、高齢者の場合は、〈体の支えになる〉、〈膝に負担がかからない〉、〈背の低い人が捕まりやすい〉などの身体的面に関する項目が詳しく答えられ、階段の視環境評価において若年者より身体的なことを深く認識していることがわかった。

また、高齢者の場合は、手すりに重みを置いており、手すりがあると、心理的安心感を持つとしている。これに対して、若年者の場合は、手すりがあると〈通りやすい〉、〈楽である〉と評価している。すなわち、若者の場合は、手すりがあると便利であると感じていることが分かる。さらに、高齢者は、通行方向や案内の表示が書いてあると安心感をもつことがわかった。

すべり転倒時の足部の最大すべり加速度，すべり距離，すべり時間について

建設安全研究部 永田久雄

1. はじめに

本研究は実際のすべり転倒時の足の動きを分析して、すべりによる歩行環境の危険性を評価する方法を見出そうとするものである。

吊り下げ式安全帯を使用して歩行すべりによる転倒実験（高齢者5人，若年者5人）を行い，その結果について分析した。段降り動作，障害物またぎ動作，疑似水たまりのまたぎ動作時ごとのすべり実験を行い，転倒を引き起こす「すべり」を，すべり発生直後の足のすべり速度，すべり時間，加速度などによって評価しようとするものである。なお，歩行路にはテフロン樹脂加工したすべりやすい床を使用している。

2. 解析結果

歩行動作は，水たまりのまたぎ，障害物のまたぎ，段降り動作があるが，段降り動作時のみの分析結果を図1～4に示す。図1は踵部の水平速度(HM)の時間経過である。速度0の時は足が床に着地して停止している時である。着地直前に足がすべり，図1の実線のようなSlip-peakを示す。すべり開始からすべり最大速度までの特性を見ると，すべりが発生したときからSlip-peakまでの時間をすべり時間 Δt ，そのときの速度をすべり速度 ΔV とする。すべり加速度 α と Δt の関係は，下式となる。

$$\alpha = \Delta V / \Delta t \quad (1)$$

このことは，加速度 α の矩形波状の加速刺激が Δt 時間負荷された時にすべり転倒することを意味している。この時のすべり時間は，実験結果から250ms以下であり人間が姿勢バランスを立て直すには不可能なほど瞬時の現象である。図2，3に時間と加速度，すべり距離との関連をプロットして見ると，関連性があることが見いだされた。プロット点より上の領域が転倒危険域を表す。

図4は，すべり時間，すべり加速度，すべり距離で転倒した条件を3次元座標軸上に描いたものである。すべり時間が短い場合には，より大きなすべり加速度でも転倒を引き起こさないが，すべり時間が長い場合には，低い加速度で転倒を引き起こす。この加速度と時間との関係は，当研究所で実施した水平加速負荷刺激による立位姿勢保持のバランス保持限界特性と類似する。このことから，すべりによる転倒特性と，立位姿勢に水平加速刺激を負荷したバランス限界特性には関連性が見出せると推察された。

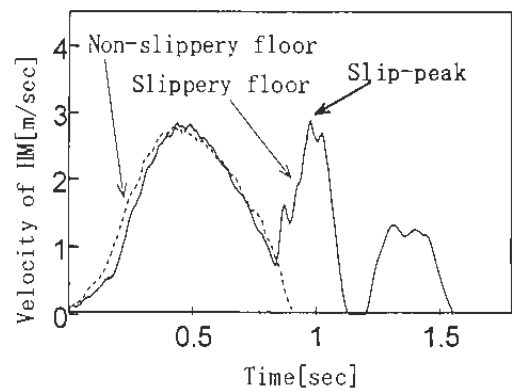


図1 すべり発生時の踵の速度と加速度

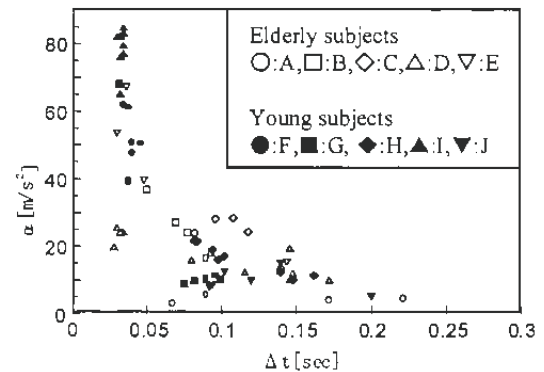


図2 すべり時間と加速度の関係

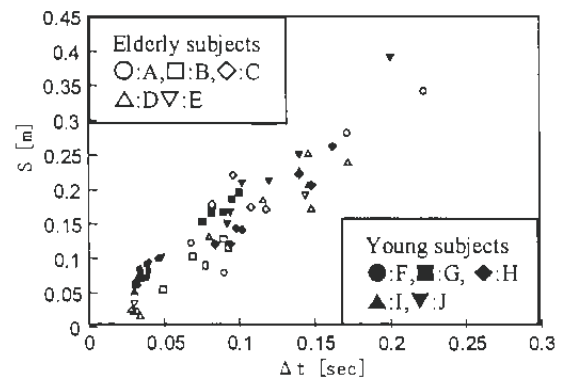


図3 すべり時間とすべり距離

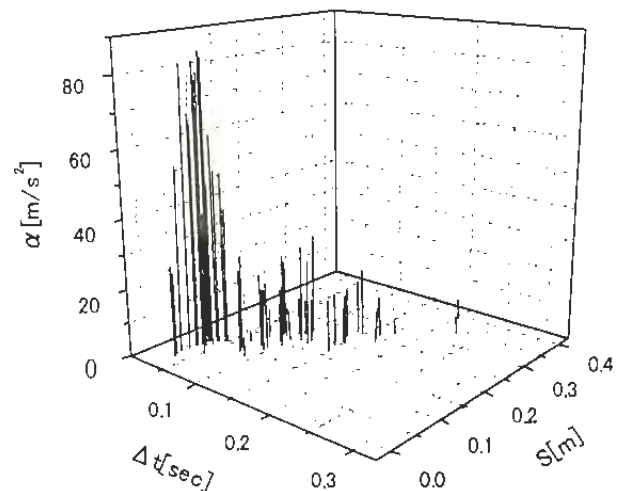


図4 すべり加速度・時間・距離による表示 (段降り動作時のすべり)

屋根面からの滑落に関する実験

建設安全研究部 永田久雄, 高梨成次
河尻義正

1. はじめに

建築工事の中でも木造建築工事での墜落災害が38%を占めており、多くは「梁、母屋」や「屋根など」からの墜落が多い。本研究では、屋根面上から滑り落ちる事故の防止を目的に、滑落特性の解明に関する研究を行った。晴天時・雨天時を想定したダミーの滑落時の滑り特性を実験的に求めるだけでなく、履物、工具、建築材料などの滑落特性も明らかにした。

2. 実験方法

1) 屋根の設定勾配とダミーの滑り抵抗係数

トタン葺屋根と合板下地屋根に関して計測した。設定勾配は、0.45(24.2度), 0.5(26.6度), 0.6(31.0度), 0.7(35.0度), 0.8(38.7度), 0.9(42.0度)である。

2) 屋根葺材料別のダミーの滑り抵抗係数

作業服を着用させた人体ダミー(写真1)を屋根葺き材料別に滑落させる実験(写真2)を行った。トタン葺屋根、瓦葺屋根、スレート瓦葺屋根、下地状態での摩擦特性を調べるために、防水シート敷屋根、合板下地屋根での滑落实験を行った。設定勾配はそれぞれ滑り抵抗係数の大きさに応じて計測した。

3) 履物別の滑り抵抗係数

履物は、ゴム底の地下足袋、ウレタン底の安全靴、ゴム底のスニーカー靴に関して計測した。地下足袋の靴底模様は、波状になっている。安全靴は星形のトレッドパターン、スニーカーは小さな長方形トレッドパターンであり、かつ、トレッドのエッジは丸みのない直角な作りになっている。

3. 実験結果

1) 実験屋根の設定勾配とダミーの滑り抵抗係数

測定時の設定勾配に大きな影響を受けることなく、滑り抵抗係数がほぼ一定となる。実測では測定対象物の滑り抵抗係数より幾分大きな屋根勾配に設定することにした。ダミーの軒先からの飛出し速度は、屋根勾配にほぼ比例して増大している。

2) 屋根葺材料別のダミーの滑り抵抗係数

実験結果を図1に示す。乾き、濡れ共に、最も低い滑り抵抗係数となったのはトタン葺屋根である。最も高いのが防水シート敷屋根で、次いでスレート瓦葺屋根である。乾きと濡れ別の滑り抵抗係数の違いを見ると、スレート瓦葺屋根は乾き状態の時は0.684と高いが、濡れ状態では0.411となり40%ほど滑り抵抗



写真1 人体ダミー



写真2 実規模屋根

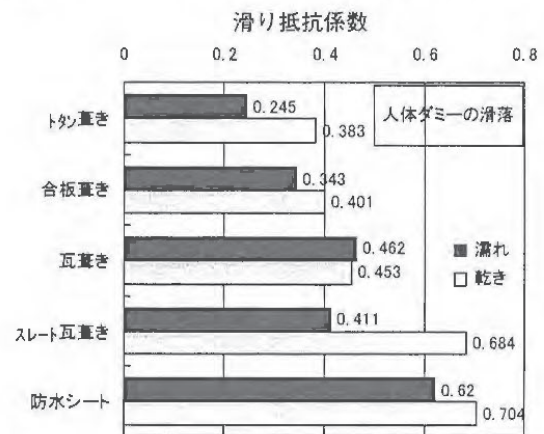


図1 人体ダミーの滑落特性

係数が減じている。この比率は濡れによる滑り抵抗係数の減少度をその時の乾いた表面状態での滑り抵抗係数で除して百分率で表示した値である。以下、この割合を滑り抵抗低減率と記す。トタン葺屋根は、0.383から0.245と36%減じている。瓦葺屋根では、乾き、濡れ別の滑り抵抗係数の差がほとんどない。瓦葺屋根からの滑落では、瓦の凹凸により、ダミーが波打つように滑落する状態が観察された。

3) 履物別の滑り抵抗係数

滑り抵抗係数の比較的低いトタン葺屋根と合板下地屋根について、靴底材別に滑り抵抗係数を計測した。乾きでは滑り抵抗係数にほとんど履物差は見られない。いずれも滑り抵抗係数は0.774から0.840までの高い範囲内にある。しかし、濡れると滑り抵抗係数が大幅に減じている。合板下地屋根よりトタン葺屋根の方が滑りやすい。特に、トタン葺屋根では地下足袋で最も滑りやすく、スニーカーで最も高い値となっている。滑り抵抗の低減率が大きいのはトタン葺屋根で、地下足袋、安全靴、スニーカーの順となっている。合板下地屋根では、滑り抵抗低減率は約56~64%の範囲内で、大きい方から安全靴、スニーカー、地下足袋の順となっている。

1. はじめに

当研究所の安全帯の構造指針を2年前に改訂したが、それを基に安全帯の構造規格の改訂作業が労働省を中心に行われ近々公布される予定である。この構造指針と対をなす安全帯の使用指針の改訂が必要となってきた。使用指針で取り上げなければならない課題がいくつかあるが、そのうち劣化の問題と選択の問題について、その必要性の背景・調査の途中経過等について報告する。

2. 経年劣化の課題

2.1 課題の必要性の背景

ものには耐用年数があることは明らかであり、特に安全帯のランヤードのロープ/ストラップは摩耗や紫外線による劣化による強度低下の影響が他の部分より大きく問題となる部分である。そのため、従来から構造指針にも、ロープの屋外暴露試験の結果や廃棄基準の一例をのせて注意を促している。

ランヤードは日常的な点検を要する部分であるが、現実には必ずしも十分な点検が行われていなかったと思われる。ある建設会社で安全帯のランヤードの一斉点検を行ったところ、落下阻止しようとする破断するものもあった(図1参照)。

この一事を以てしても経年劣化を問題にすべきことは明らかであるが、さらに構造指針の改訂に伴って材料の指定を廃止したので、その重要性は一層高まった。経年劣化に影響する主な要因には材料、構造、使用状況があり、使用状況によって劣化の進行が異なるので、劣化の問題は元々構造指針にはなじまなかったが、材料等の制約を外したことで全面的に使用指針でカバーする必要性がでてきた。

2.2 廃棄基準・点検基準の作成

既に述べたように劣化の進行は使用条件によって異なるため単純に使用年数で区切ることはできない。そのため、定期的な点検を行い、痛んだものについては廃棄/ランヤードの交換を行うことになる。

その際に問題となるのは劣化を外見から判断できるかということである。すなわち、劣化には摩耗などの機械的な強度の劣化以外に紫外線による化学的な劣化が考えられ、後者は外見で判断しにくいと考えられる。しかし、使用中のナイロンロープを引張り試験して残存強度を測定した結果では、おおむね強度は磨耗の程度で判定できる。新しい材質のロープの場合は、その

ようなデータの蓄積がないので、定期的にメーカー等で試験をする等の管理が必要となる。

3. 安全帯の選択

安全帯の構造指針において、従来からある胴ベルト型の1種安全帯の他にフルハーネス型の2種安全帯を導入した。一本つりの用途に1種安全帯と2種安全帯の両方を認めているが、これらの使い分けを明確にすることが必要となる。

フルハーネス型の方が墜落時の衝撃を全身で受ける分、胴ベルト型のものより身体的負担は少ない。一方、フルハーネスの方が構造が複雑な分、着脱の手間や質量は大きくなる。安全性と扱い易さ・経済性のトレードオフとなる。

欧米では、安全性を重視し、安全帯はフルハーネスのみであり、胴ベルトのものは認められていない。もっとも、欧米では安全帯を着用している作業者は少なく、本当に墜落災害が心配な場合にしか着用していないそうである。そうだとすると、日本でもフルハーネスを必要とするのは一部の作業・職種に限られると考えられる。また、リスクの考え方では危険性が高い場合には対策のレベルを上げる必要があるが、この場合は、墜落危険性の高い作業にはフルハーネスを義務付けるということになる。

ただし、リスクが小さいからといって負荷が大きくて良いとは必ずしもいえないので、最終的にはユーザーの選択に委ねなければならない。

4. 今後の方針

使用指針については、技術的な側面だけでなく経済的な側面等が多くの判断基準に関与するので、必ずしも唯一の正解が得られるとは限らない。複数の判断基準の間の重み付けはパブリックアクセプタンスによらねばならないと考えられるので、衆知を集めるアプローチが必要となる。

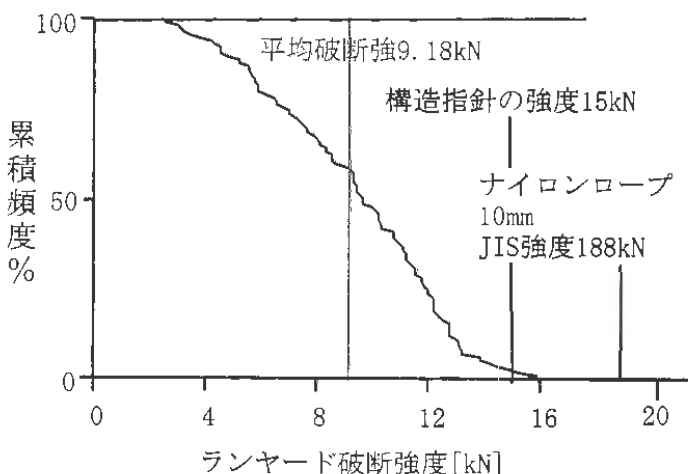


図1 劣化したロープの強度

土石流等による土砂崩壊災害防止技術に関する研究
 一土石流による労働災害の防止対策に関する
 アンケート調査一

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡
 武蔵工業大学 大野陽子

1. 研究目的

1996年12月6日, 長野県小谷村の蒲原沢で土石流が発生し, 下流で作業をしていた工事関係者14名が死亡する労働災害が発生した。日本は急峻な河川が多く, かつ降水量も多いため, このような土石流災害が発生しやすい傾向にある。現在, その被害を防ぐため, 砂防ダムをはじめとする土石流対策工や各種防災システムの設置が行われているが, 全国的に土石流発生危険溪流の数が多く, その対策は十分とはいえない状況にある。そこで本研究では, アンケート調査により, 土石流危険河川における建設工事現場での土石流災害の防止・対策に関する現状について調査した。

2. アンケート調査

アンケート調査の目的, 対象, 内容は次のとおりである。

- (1) 目的一現場での土石流災害に対する防止対策の現状把握
- (2) 対象一全国の土石流危険河川における建設工事現場226箇所
- (3) 内容一①工事内容と規模, ②現場の状況, ③警報避難設備, ④土石流発生時の避難

本報では, 調査内容③の警報避難設備について報告する。

土石流検知警報システム(以下,「システム」という)等の有無について図1に示す。システムを設置している現場は26%, 設置していない現場は74%であった。また, システムも監視人もないと回答した現場が47%で半数近くを占めていた。システムは設置せず監視人のみ配置している現場が27%であるが, これらの現場の半数以上が, 監視人により直接警報器を鳴らせないことや, 監視人を1人しか配置していないなど, 監視体制が必ずしも十分に整っていないという現状であった。

土石流検知警報システムを設置している現場を対象に, 土石流検知警報システムの点検は, 設置したメーカーが行うよりも自分達で行うとしたものが多く, 点検頻度は1ヶ月に1度が最も多かった。維持管理方法は, 警報器を鳴らしてみる等の動作確認, 又は目視による確認がほとんどを占めていた。この結果より, ①1ヶ月に一度の動作確認ではその間の故障には気づか

ない可能性があること, ②目視ではシステム内部の点検ができず, 電気系統に異常があった場合は警報できないこと, などの問題が挙げられる。

システムの信頼性, 必要性について図3, 4に示す。信頼性については, ほぼ信頼しているという回答が54%と半数以上を占めている。必要性については, あったほうがよいと回答した現場が76%で最も多くなっている。土石流検知警報システムは, コスト低下と同時に高い信頼性が得られれば, 普及率は上がると思われる。また, 当該システムを有効に保持するには適切な維持管理手法が必要である。

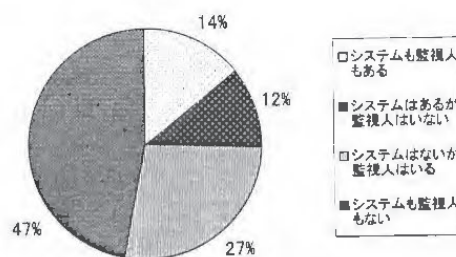


図1 システムと監視人の有無

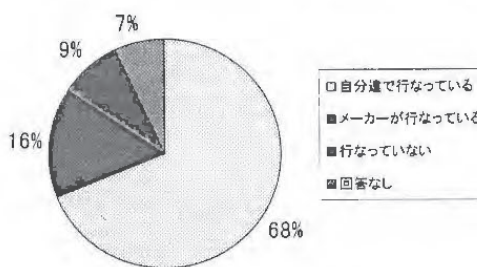


図2 システムの点検

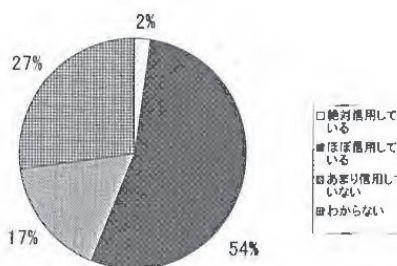


図3 システムの信頼性

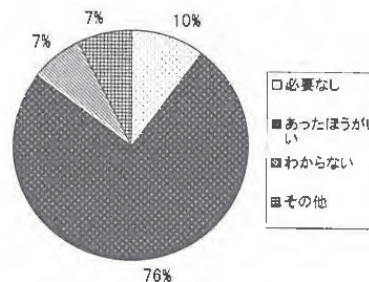


図4 システムの必要性

土石流等による土砂崩壊災害防止技術に関する研究 —フェールセーフ型土石流検知警報システムの 試作—

建設安全研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡
機械システム安全研究部 梅崎 重夫

1. はじめに

土石流による災害の防止のため、予知・予測から避難まで多岐に渡った様々な対策が実施されている。これらの対策のなかで、土石流災害を防止するために最小限必要な事項を挙げると次に示す3点に絞られる。

①発生した土石流を検知すること、②避難を行うように警報すること、および③作業者が安全な場所に避難すること。上記①および②を確実に実施するための土石流検知警報システムの必要な要件について検討するとともに、その要件を満たすシステムを試作した。

2. フェールセーフ型土石流検知警報システムフロー

土石流検知警報システムは、土石流の発生を見逃すことがないシステムである必要がある。そのためには、危険を検出して警報する危険検出型システムより、危険がないことを常に確認する安全確認型システムであることが望ましい。さらに、システムが故障した場合でも、これを起因として災害が発生することがないようにフェールセーフ型であることが重要である。

従来のワイヤセンサーを用いたシステムは、ほとんどがワイヤセンサーが切断した時のみ作動し警報するシステムであった。本研究では、ワイヤセンサーを用いた土石流検知警報システムをフェールセーフ化することについて検討した。図1のシステムフローに示すとおり、当該システムは次の4項目について常時確認している。

- ①ワイヤーが断線していないこと。
- ②警報器が正常であること。
- ③バッテリーの電圧が正常であること。
- ④コントローラや配線が正常であること。

さらに、当該システムは、これら①～④の項目がすべてYESの信号を出した時に安全を通報する。また、①～④項目のいずれかがNOの信号を出した時は、それぞれ異なった警報表示をすることができる。したがって、故障時でも故障箇所を瞬時に特定できるようになっている。

3. フェールセーフ型土石流検知警報システムの試作

試作したフェールセーフ型土石流検知警報システム(図2参照)の特徴は次のとおりである。

- ①土石流が発生していないことを常時動作して確認し、安全であることおよびシステムが正常であることを

通報する安全確認型システムである。

- ②図2に示すとおり、センサー部に2つの抵抗を設けて一定の電圧をかけ、その電圧を主コントローラで監視している。電圧の値が一定範囲にある場合を安全とし、土石流発生時のワイヤーの断線や他の要因により一定範囲より外れた場合に警報を発する。
- ③コントローラを二重化することによってフェールセーフ化し、主コントローラが故障した場合でも警報することができる。
- ④定期的に警報器からチェック音(警報器の立ち上がり音)を鳴らし、マイクでその音を拾って、主コントローラで警報器音が正常に鳴ることを確認している。
- ⑤警報器に関しても二重化し、一方の警報器が故障した場合でも、予備の警報器で警報することができる。
- ⑥常時安全を通報することで維持管理を自動化している。したがって、システムを容易に維持管理できる

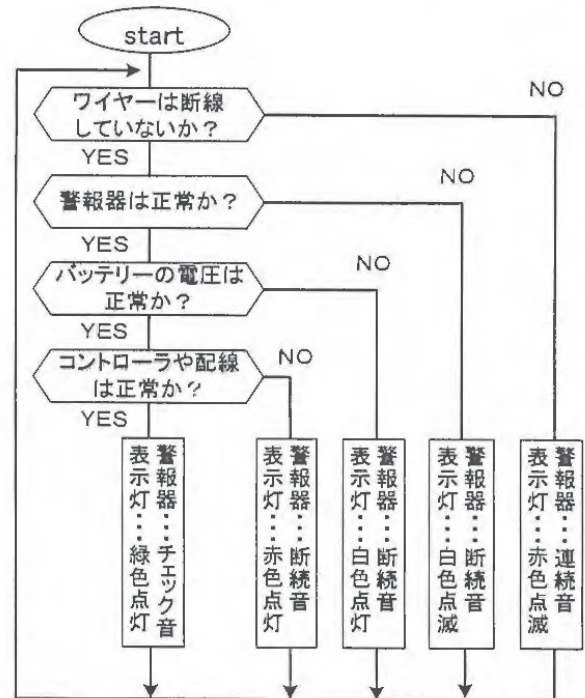


図1 フェールセーフ型土石流検知警報システムフロー

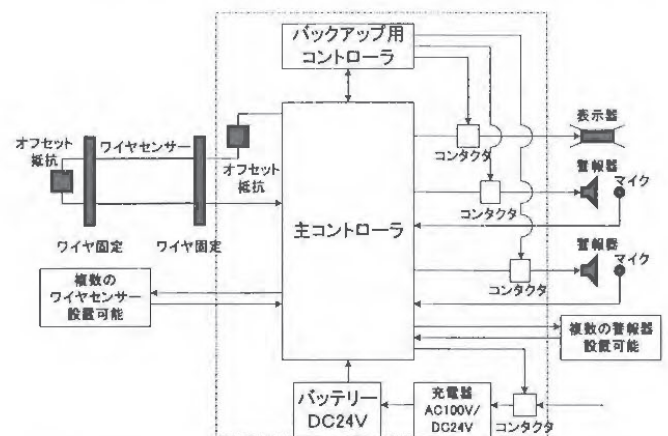


図2 フェールセーフ型土石流検知警報システム

画像情報を用いた土石流検知手法の検討

物理工学安全研究部

濱島京子

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡

1. はじめに

土砂崩壊災害に遭遇する可能性が極めて高い砂防工事や災害復旧現場では、対策として監視人または検知機器の設置が求められている。検知機器にはワイヤセンサが用いられる事が多いが、設置時に危険領域への立入を要する点や連続検知不能等の問題点があるため、それらを補う画像検知センサの開発が求められている。ただし、画像検知方式では土石流流下地点より遠方に監視カメラを設置するため、カメラ前方に工事用車両等の移動障害物が侵入し、誤検知を生ずる事がある。誤検知を避けるためには移動障害物の発生抑制等の対策が必要となるが、このためにはまず、移動障害物の発生を検知できなければならない。本研究では移動障害物を考慮した土石流検知法について検討を行った。

2. 提案検知手法

観測領域を土石流流下領域および非流下領域の2種に分類する。流下領域上では背景差分による土石流検知処理を実行する。背景画像（土石流非発生状態）と観測画像との差分を計算し、差分値が閾値を超えた場合に土石流として検知する。さらに環境変動に頑健な

差分を実現するため適応的背景推定処理を実行する。画像内での障害物の大きさはカメラまでの距離により変化するが、双方の領域にまたがる大きさで出現する事が多いため、非流下領域上で背景画像および観測画像間の類似度を測る相関係数により障害物を検知する。本手法では、流下領域上のみ障害物が発生した場合でも、それらは土石流として検知される。流下領域上では異常な動きは全て土石流として捉える必要があるためこのような手法を採用した。

3. 実験結果

実際の土石流映像および一般の屋外環境に対する検知実験の様子を図1、図2に示す。図1は水無川流域で発生した土石流映像に対する実験結果である。図中央付近の4つの四角枠は土石流検知用領域であり、検知時には色が変化しメッセージを表示する。また4つの白枠領域は障害物検知用領域で、非検知時には画面右下に白地に黒文字で安全メッセージを、検知時には黒地に白文字で警告メッセージを表示する。図1では2フレーム目から順に土石流が検知され、タイムカウンタの変化が障害物として検知された。図2は林の奥に存在する一般道を通る乗用車を土石流、林前面を通る移動体を障害物と仮定した際の実験結果である。乗用車の通過領域の手前に林が存在するという比較的観測条件の悪い状況で実験を行ったが、通過した乗用車および障害物の全てが検知可能であった。



図1 実際の土石流映像（水無川）を使用した検知実験



図2 屋外環境における移動体検知実験

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震によって、建設用タワークレーンが多数被災した。本報では、自立型タワークレーンの耐震安全性について検討する。自立型タワークレーンは主に、中低層の建物を建設する時に使用される。

2. 被災状況

地震発生時、阪神・淡路地区には100台を越すタワークレーンが設置されていた。地震発生後、それらタワークレーンの被災状況を調査した。

タワークレーンの被災部位を大別すると、マスト、ジブ、ステー、基礎に分けられる。自立型タワークレーンでの被災部位はジブ、基礎に限定され、ステー付きタワークレーンでは、マスト、ステーに限定された。自立型タワークレーンで基礎が被災した例では、基礎が移動した以外に沈下したクレーンが1台あったが、全て倒壊には至らなかった。ジブが被災した例では、折損したジブが落下するという、大災害に直結するであろう例があった。図1にタワークレーンの揚重能力とジブ長さの関係を示す。

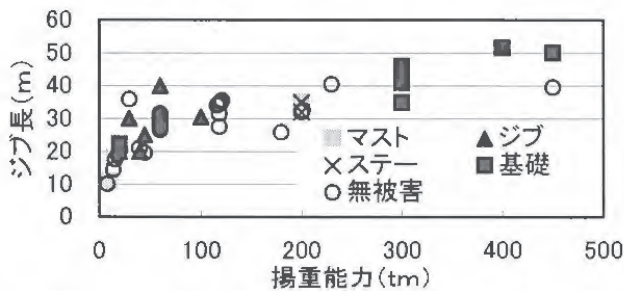


図1 被災したクレーンの揚重能力とジブ長さの関係

自立型のタワークレーンの被災例である基礎の被災は、揚重能力300tm以上の大型クレーンに集中し、ジブの被災は、揚重能力100tm以下の中規模以下のクレーンに集中している。図2にタワークレーンの揚重能力、ジブ長さおよびマスト高さの関係をジブ被災の有無に分けて示す。ただし、以下の条件に該当するタワークレーンの調査結果は省略した。推定最大地動速度が0.4m/s以下の地点に設置されていたクレーン、ジブ長さが40m以上のクレーン、揚重能力が100tm以上のクレーン。

図2より、ジブの長さが比較的長く、揚重能力が比較的高く、マスト高さが比較的低いタワークレーンに被災が集中していることが分かる。

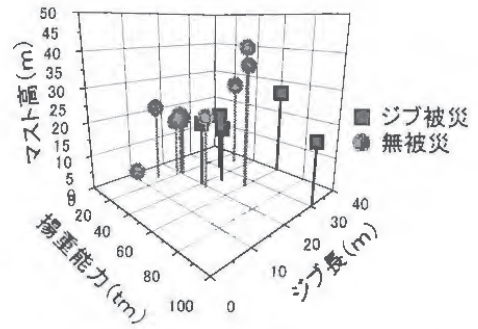


図2 タワークレーンの被災と各パラメータの関係

3. シミュレーション解析

シミュレーション解析に先立ち、振動台実験を行いその結果より、解析シミュレーションの妥当性を検証した。図3に解析モデルの概念図を示す。解析モデルは、質点系モデルとした。

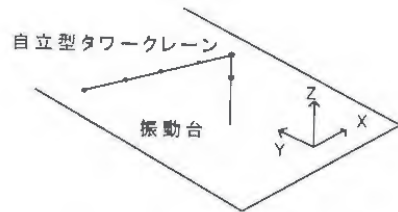


図3 解析モデル概念図

タワークレーンの地震応答は、主にマストのねじり剛性、ジブの曲げ剛性、旋回体の回転慣性、ジブと旋回体の質量に依存するため、図3に示した座標のY方向の並進運動、X、Z軸回りの回転運動の3自由度モデルを解析モデルとした。

図4にジブの仰角を変動因子として、地震波入力時にジブに発生する最大曲げモーメントの比較を示す。入力地震波は、兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された地震波のEW、NS成分の元波形とした。また、クレーンモデルの減衰定数は、0%とした。解析結果より、同じ入力地震波に対して、ジブに発生する最大曲げモーメントは、クレーンの仕様(揚重能力、ジブ長、マスト高)の他、ジブの仰角によっても大きく異なることが分かった。

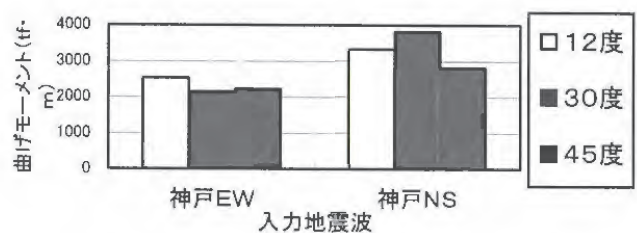


図4 ジブ最大曲げモーメントの比較

くさび結合式足場の座屈実験

建設安全研究部 大嶋勝利, 高梨成次
口野泰道, 河尻義正

1. はじめに

近年, 建設工事現場においてくさび結合式の足場が開発され使用されているが, これらの足場に対しては使用基準が明確にされていない。くさび結合式足場は, 通常, 単管足場の基準に従って組み立てられているが, 単管足場とは結合部の強度特性が異なっているため, 組み立てたときの強度には不明な点が多い。このため, くさび結合式足場の強度を単管足場と比較することにより, 安全性を確認する必要がある。

そこで, くさび結合式足場の構造並びに組立・使用時の安全性を確立するための基礎資料を得ることを目的として, くさび結合式足場と単管足場の座屈実験を行った。

2. 実験方法

支柱および布材を使用して四角塔に組み立てた構造物に対し, 300t垂直荷重試験機により圧縮荷重を載荷する実験を行った。その際, 図1および図2に示すように, 供試体の水平断面は幅 b (600mmと1200mm), 奥行き1800mmとして, 上下端にナイフエッジを取り付け, 両端ピンとした時の座屈荷重を調べた。くさび結合式足場については, 結合部の構造の異なるA, B, C, Dの4種類について, 高さを2層と3層として実験を行った。また, 単管足場については高さが2層についてのみ実験を行った。

3. 実験結果と考察

表1に実験結果を示す。表1より, 同種類のくさび結合式足場について比較すると, 高さが2層と3層では, 3層の方が座屈長が長くなるため, 当然のことながら座屈荷重が小さくなった。幅 b の違いについては, 600mmの場合より1200mmの方が5~8%座屈荷重が大きくなった。

また, くさびを緩めに打ち付けた場合の実験をA, C, Dについて行ったが, Dでは座屈荷重にほとんど変化がなかったものの, AとCでは座屈荷重が大きく低下していた。このため, くさびは正規の方法で確実に打ち付ける必要がある。

くさび結合式足場と単管足場の座屈荷重を, 高さ2層 (CとDは単管足場と同じ1.8m×2層に換算) の場合に比較すると, くさび結合式足場の種類によっては単管足場より座屈荷重が小さくなるものもあった。このため, くさび結合式足場の座屈に対する補強方法について検討する必要がある。

300t垂直荷重試験機

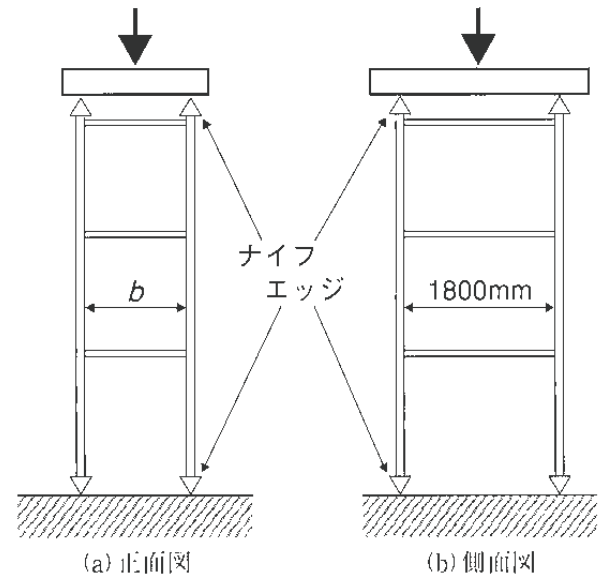


図1 高さ3層の供試体

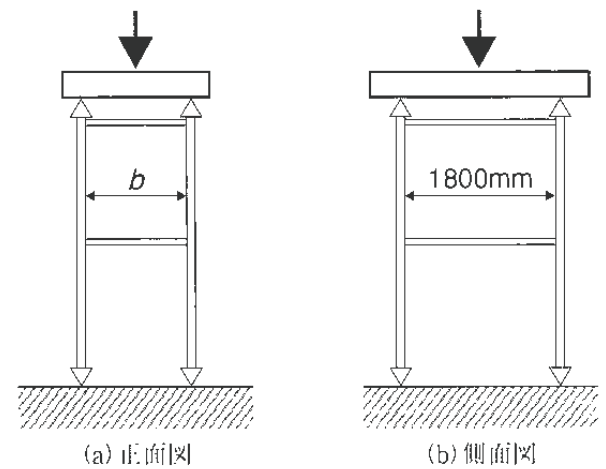


図2 高さ2層の供試体

表1 実験結果

種類	高さ	幅 b (mm)	座屈荷重 (kN)	平均 (kN)
A	1.8m×2層	600	80.20	85.18
			90.15	
	1200	*59.35	*59.35	
		89.45	89.45	
1.8m×3層	600	73.55	73.55	
	1200	85.05	85.05	
B	1.8m×2層	600	80.70	80.70
	1.8m×3層	600	54.55	54.55
C	1.9m×2層	600	63.60	70.86
			*53.45	*59.55
D	1.9m×2層	600	63.15	72.87
			67.65	
	1200	*65.50	*72.98	
		70.40	78.44	
1.9m×3層	600	49.60	55.26	
	単管	1.8m×2層	72.70	77.88
83.05				

*くさびを緩めに打ち付けた場合

**CとDの平均は1.8m×2層に換算

風による足場の倒壊の確率的評価

建設安全研究部 大幢勝利, 日野泰道
重点研究支援協力員 米山義範

1. はじめに

足場の外周部は、墜落や飛来・落下物災害防止を目的として、メッシュシート等で囲まれていることが多い。このため、足場に作用する風荷重が増大し、強風時に多くの倒壊災害が発生している。これらの倒壊災害について事例調査した結果、1箇所の壁つなぎが破壊したことをきっかけに、他の壁つなぎに2次的、3次的な破壊が連鎖的に発生し、最終的に大規模な倒壊に発展したケースが多く見られた。しかしながら、壁つなぎの2次的、3次的な破壊による倒壊現象について検討されたことはほとんどなく、このような足場の連鎖的な倒壊に対する危険性評価がなされたことはない。

そこで、本研究では足場の風による倒壊災害防止の基礎資料を得るために、風荷重により足場の壁つなぎが連鎖的に倒壊していく現象を、並・直列システムによりモデル化し信頼性解析を行い、構造システム全体の危険性を確率的に評価した。

2. 解析方法

本解析では、実際に倒壊した足場を対象に解析を行い、この足場の連鎖的な倒壊に対する危険性を確率的に評価した。図1に解析モデルを示すが、このモデルに風速の変動による変動荷重を考慮した風荷重を、図2に示すように作用させて解析した。

図1に示す足場の倒壊について考えると、多くの破壊モード（倒壊の形状）が存在するが、 β -unzipping法により卓越した破壊モードのみ求めた。各破壊モードを並列システムとして、これらを直列システムで結びつけた並・直列システムにより、解析モデルに対するシステム破壊確率を求めた。

3. 解析結果と考察

解析結果を表1に示す。表1より、破壊モードを見ると、壁つなぎが図1の1, 2, 3, 4の順に破壊するモード、すなわち左上段の壁つなぎから右側に破壊が進行していくモードが最も卓越していた。この破壊モードは、倒壊災害発生時の目撃者の証言と一致している。よって、実際の倒壊状況と同じ破壊モードを再現できることが確認できた。

また、表1には、災害に伴う死亡者数と発生頻度より算定したConstruction Industry Research and Information Association (CIRIA)の提案した許容破壊確率を示すが、本解析モデルのシステム破壊確率は 7.87×10^{-4} と同表に示す許容破壊確率 5.0×10^{-4} を超えていた。よ

って、この足場の危険性はCIRIAの提案した許容値を上回っており、倒壊災害発生時には危険な状態であったことがわかった。

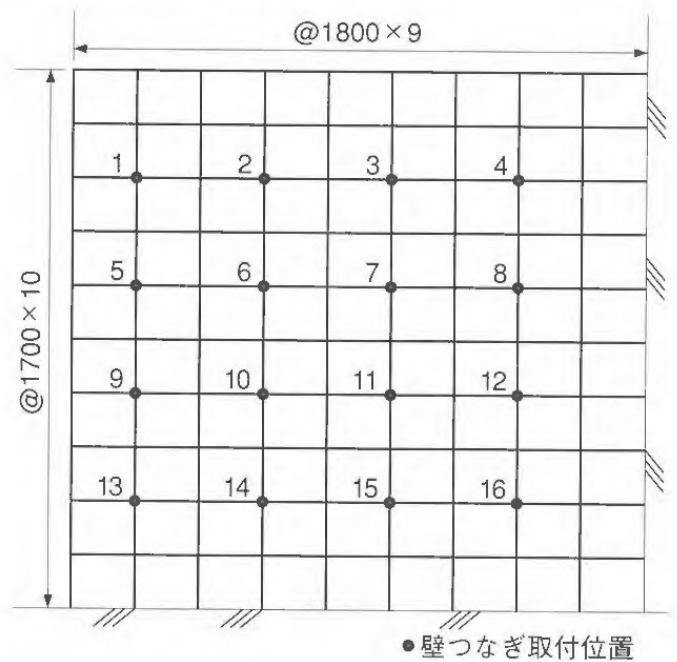


図1 解析モデル（立面図）

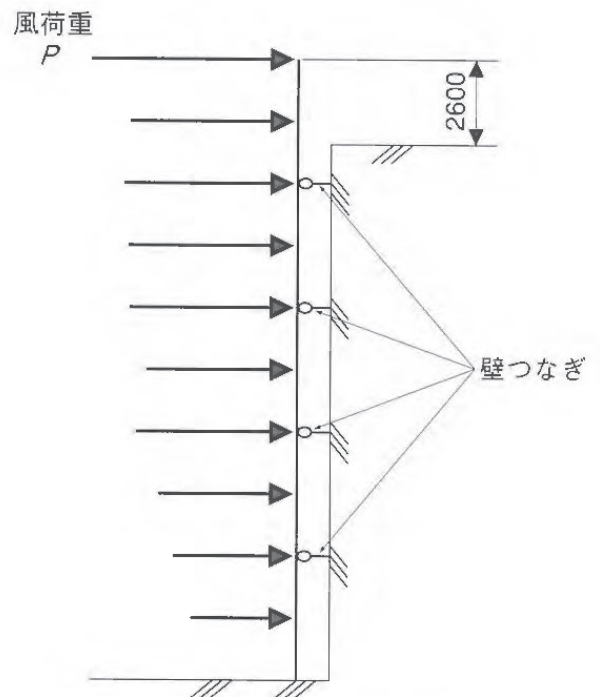


図2 風荷重（側面図）

表1 解析結果

破壊モード	モード別破壊確率	システム破壊確率
1-2-3-4	3.60×10^{-4}	7.87×10^{-4}
5-6-7-8	3.05×10^{-4}	
9-10-11-12	1.09×10^{-4}	
13-14-15-16	2.53×10^{-4}	
CIRIAの提案した許容破壊確率		5.0×10^{-4}

風洞実験室における風速分布の把握に関する検討

建設安全研究部 日野泰道, 大幡勝利
重点研究支援協力員 米山義範

1. はじめに

風に起因する災害等の諸現象を風洞実験により再現するためには、実験対象となる構造物等を適切にモデル化することのみならず、自然風の性状を損なうことなく風路内で風速の分布性状をモデル化する必要がある。そこで、各実験で自然風のモデル化を行うための基礎資料を得ることを目的として、当研究所における風路内の平均風速分布および乱れ強さ分布について実験的に検討を行った。

2. 実験概要

当研究所における風洞は閉鎖型風洞であり、四方に壁面を有しているため、壁面付近において摩擦抵抗の影響により、風路中央と比較して風速が小さくなることが考えられる。このことから風路内における平均風速分布は均一とならない可能性が考えられる。このことから、壁付近において計測点数を多くし、平均風速および乱れ強さが均一となる範囲について検討を行った。なお、乱れ強さとは標準偏差と平均風速の比で定義される指標で、この値が小さい程各計測点における時間変化に伴う風速の変動が少ないことを示している。

計測方法としては、基準圧力計を壁面に設置して風速の計測を行い、この計測データの平均値を風路内における基準平均風速と定義した。一方、基準圧力計は高周波成分の応答に鈍感であるため、時間変化に伴う変動風速の計測が困難である。このことから高周波成分に対しても精度良く計測可能な熱線風速計をトラバース装置に取付け、これを用いて風路内における風速の計測を行った。一方、熱線風速計から計測されるデータは風速データと直接関係付けることができないため、本実験に先立ち予備実験を実施し、熱線風速計からの出力データの平均値と基準平均風速との関係式を導いた。そして本実験で得られた熱線風速計からの出力データの平均値を関係式に代入して各計測点における平均風速を算定した。

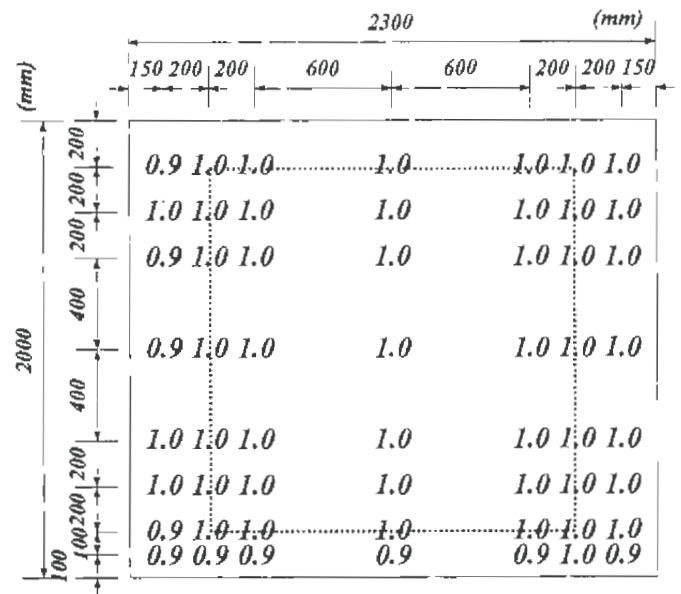
3. 実験結果

図1に当研究所の風路断面形状と基準平均風速10m/sにおける風路内の平均風速分布を示す。なお図中の値は熱線風速計から計測されたデータに基づく平均風速と基準平均風速の比で表わされている。計測位置を試行錯誤により変化させ、平均風速が均一となる範囲について検討を行った結果、上下方向に関しては、高さ

200mm~1800mmの範囲、左右方向に関しては両壁面から350mmより風路中央側の範囲において、平均風速がほぼ均一となることが分かった。図2に基準平均風速10m/sにおける乱れ強さ分布を示す。なお、図中の値は標準偏差と平均風速の比に関して百分率(%)で表している。乱れ強さ分布が均一となる範囲は、平均風速が均一となる範囲より上下方向で若干小さく、高さ400mm~1600mmの範囲となり、乱れ強さは、0.5%~0.9%程度になることが分かる。

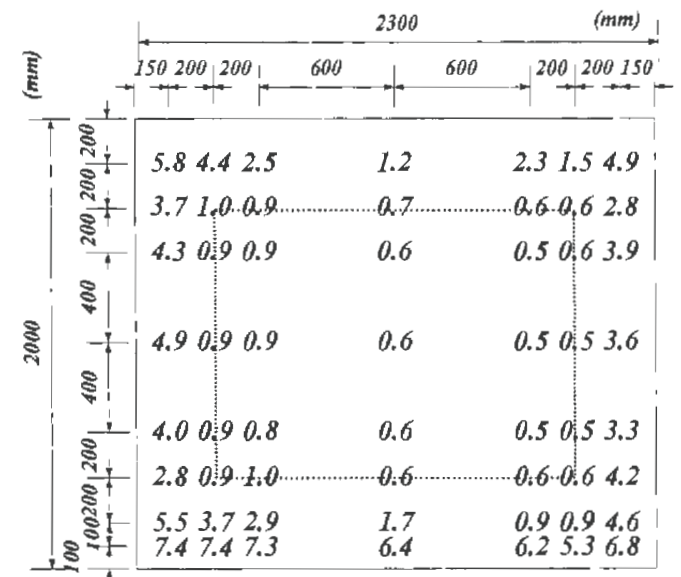
4. まとめ

当研究所における風路内における平均風速分布および乱れ強さ分布について実験的に検討を行い、平均風速分布が均一となる範囲を明らかにした。またこの範囲における乱れ強さ分布は、0.5%~0.9%程度であることが明らかとなった。



図中の値：平均風速／基準平均風速

図1 風路断面における平均風速分布(風速10m/s)



図中の値：(標準偏差／平均風速)×100(%)

図2 風路断面における乱れ強さ分布(風速10m/s)

支持地盤の不安定性による移動式クレーンの転倒挙動に関する実験的解析

建設安全研究部 玉手 聡

1. はじめに

アウトリガーの沈下挙動とクレーン機体の不安定化を実験的に検証するための模型クレーンを開発し、遠心力载荷装置に搭載して転倒をシミュレートする実験を行った。本報告ではロームからなる一様な地盤とローム地盤の上部に固い表層が存在する2層地盤の2種類の地盤における転倒挙動の実験的解析結果について報告する。

2. 模型クレーンによる転倒シミュレーション実験

実験に使用した土試料は関東ロームである。転倒挙動を比較する事例は、最適含水比に調整したローム試料を147kPaで静的に圧縮して締め固めて作製した一様な地盤における実験(名称CT_1)と一様な地盤の表層に固結層を有する2層地盤における実験である。2層地盤は、アウトリガーフロートの直径(D)3cmに対して表層厚(t)が $t/D=0.5$ 及び 1.0 であり、それぞれの実験をCT_2とCT_3と呼ぶ。固結した表層はロームとセメントの混合試料によって再現した。試料を147kPaで締め固めた一軸圧縮強さ(q_u)は、ロームが67kPaであるのに対してセメント混合土は598kPaである。

模型クレーンはつり上げ能力が20トン級のホイールクレーンの約1/20スケールである。機体を地盤上に支持するアウトリガーは機体の4隅に20cmの間隔で配置し(アウトリガー張り出し幅)、アウトリガーフロートを介して接地圧を伝達する。転倒シミュレーションは、一定の遠心力場において遠隔操作によってジブ起伏角を減少させて転倒モーメントを発生させる。クレーンが転倒に至る動態挙動とこの時のアウトリガーに作用

する荷重と沈下の関係を解析した(写真1参照)。

3. 実験結果と考察

模型クレーンが転倒に至るまでの機体傾斜角とジブ起伏角の関係を図1に示す。機体傾斜角はアウトリガーの張り出し幅に対する沈下量の関係から求めた。上側の横軸に経過時間、下側はジブ起伏角を示す。ジブ起伏角は初期状態である約75度からほぼ一定速度で減少する。△印は転倒支点に対して反対側のアウトリガー接地荷重がゼロとなった時を示す。この時の機体傾斜角を以下、仮想転倒角と呼び θ_a で表す。CT_1の一様な地盤におけるアウトリガーの沈下はジブ起伏角の減少とともに発生し、機体は徐々に傾斜した。仮想転倒時の沈下量 s/D は0.15であり、 θ_a は1.3度である。沈下による機体の傾斜角速度は約0.1deg/secでほぼ一定である。仮想転倒時のジブ起伏角は35度であり、沈下による機体の傾斜を考慮して算出したジブと地盤の相対角度は33.7度である。一方、CT_2においては、ジブ下降開始から約16秒後の55度付近においてアウトリガーの沈下が発生し、その速度は一様な地盤に比べて約17倍であった。またCT_3では、下降開始から約26秒後のジブ起伏角46.5度において、アウトリガーが急激に沈下し、機体は5.8度傾斜して転倒に至った。ジブと地盤の相対角度は40.7度であり、CT_1の33.7度に比べて7度大きな値を示した。

静的安定限界と動的安定限界をそれぞれ一点鎖線と二点鎖線で示す。転倒に必要な機体傾斜角を両者で比較すると例えば、ジブ起伏角が47度において約10倍の差異を示す。CT_1及びCT_2の θ_a (△印)は静的安定限界の近傍に位置し、両者は静的な不安定化によって転倒に至ったことがわかる。一方、CT_3の θ_a はCT_1及びCT_2に比べて曲線の内側下方に位置し、静的な安定限界に比べて少ない機体傾斜角で転倒したことを示す。このためCT_3では、静的な不安定化に加えて動的な不安定化が生じたために転倒したと考えられる。

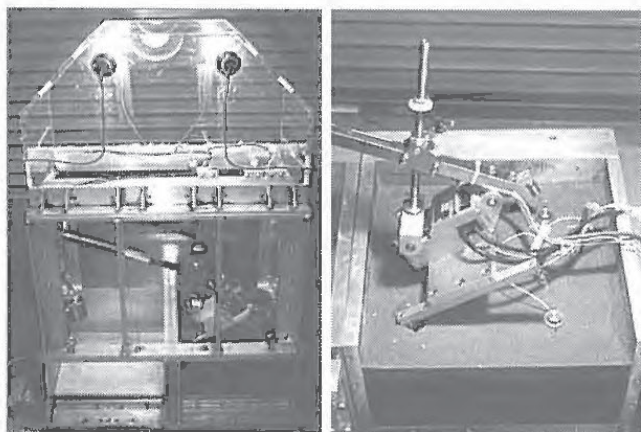


写真1 実験土槽に搭載した模型クレーン(左)及びアウトリガーが地盤にめり込んで転倒した模型の様子(右)

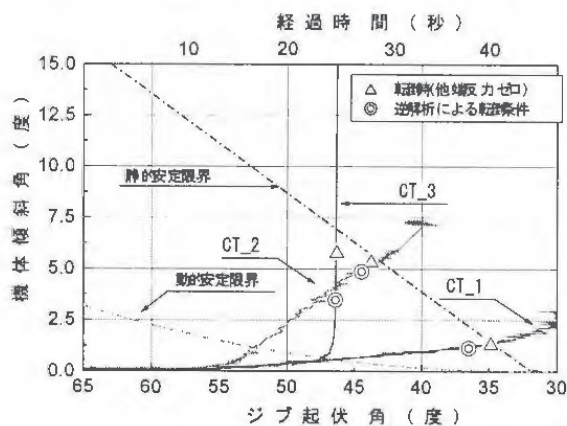


図1 アウトリガーの沈下による模型クレーン転倒時のジブ起伏角と機体傾斜角の関係

化学プロセスにおける危険性（事故）予測のためのシミュレーション技術の開発

化学安全研究部 藤本康弘, 安藤隆之
大塚輝人, 水谷高彰
重点研究支援協力員 韓 宇燮

1. はじめに

化学プロセスにおいては、最初はささいな間違いと言えるような不適切な反応条件の設定あるいは設備の故障等が次々に連鎖していき、反応の暴走等を引き起こし、大事故に至った例が少なくない。

本研究はこのように異常事態が連鎖的に広がって事故に至るプロセスを評価する手法の開発を目的として行なっている、特別研究「化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究」のサブテーマ「化学プロセスの爆発危険性の評価手法の開発」の一環として行っているものである。本研究項目においては、事故に結びつきかねない種々の反応設定や操作をコンピュータ上に再現した仮想の化学プロセスに与え、シミュレーション計算で異常事態を予測する手法の確立を試みる。シミュレーション計算でプロセスの異常事態を再現できれば、実際のプラントにおいて、そのプロセス全体で起りうる（これまでには幸いにして起こらなかった）数々の異常事態をシミュレーションで洗い出し、そのプラントの安全操業に大いに寄与しうる。

ここでは、計算ソフトとして既存のプラントシミュレータをベースにするが、まずその計算結果の信頼性、あるいはその適用限界を明らかにしておく必要がある。20リットルスケールのベンチプラントに対してこのシミュレータを適用する実験について報告する。

2. 実験結果

既存の20リットルのベンチプラントを本研究で利用できるように、不具合部分の整備といくつかの新たな測定装置の設置を行った。本プラントは、以前ニトロ化反応の危険性評価に利用したもので、図1のように比較的シンプルなフローとなっている。プラントの中心は、中2階に設置された内容積約20リットルの反応容器であり、加熱、冷却のためのジャケットに覆われており、反応容器内部は油圧モーターで攪拌される。原料タンクは3系統あり、内2系統は重力で2階から自然落下するようになっている。残りの1系統は定量ポンプにて1階から供給される。反応器下部に空気圧で作動する放出弁が備えてあり、緊急時には反応容器内部の液を水などの反応停止剤を張った200リットルの水槽に排出して反応を停止させるようになっている。

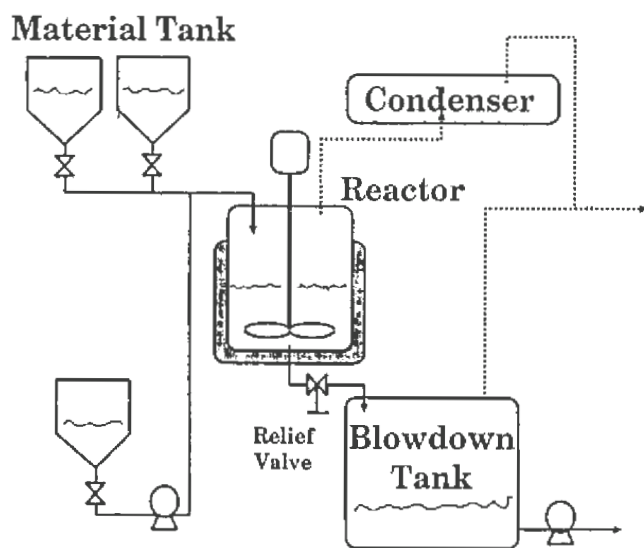


図1 プラントフロー

現在、マニュアル運転が可能な状態まで改修を行い、今後、入出力を制御するソフトの導入等によって、より扱いやすく改修していく予定である。

今年度は、まず水運転によって、流速や温度、容量のキャリブレーション、そしてシミュレーション計算に最低限必要とされるプラントの基礎データ（伝熱係数）の測定実験を行い、そのデータを用いて簡単なシミュレーション計算を実施したが、実測値と良い一致が見られた。

実験では、まず反応容器内に温度センサーが上部、下部、そしてその中間の3本設置してあるので、温水を容器内に送入して行ってそれぞれのセンサーまでの容量を測定した。その結果、下部センサーまでの容量が7.2L、下部センサーから中間センサーまでが6.8L、最後に中間センサーから上部センサーまでが5.9Lと求められ、上部センサーまでの総量は19.9Lであった。また、定量ポンプの流量は、それぞれの温度センサーまで送入するのに要する時間から、8.1~8.3ml/sという値が得られた。また、反応容器に設置してある温度センサーは、一定の温度で安定している反応容器内の水温を別の温度計で測定することで、補正係数を求めた。そして、温水をジャケットに通して、冷水を暖めるという実験から反応容器内の水溶液の時間-温度曲線を得て、総括伝熱係数×伝熱面積=218.47kcal/s·deg、ジャケット温度57.5degCの計算値が得られた。

以上の実験結果から、シミュレーションによって水を加熱するプラントを運転してみたところ、実測された温度変化と良く一致した計算結果が得られた。今後は、還流の影響や反応熱などについての基礎実験を通してシミュレーション計算の適用範囲を明らかにしていくと共に、実際の事事例をベースにした実験と計算を計画している。

ヒドロキシルアミン水溶液のDSC測定結果に及ぼす試料容器の影響

化学安全研究部 安藤隆之

1. はじめに

DSC（示差走査熱量測定）による測定値は、昇温速度、測定時の雰囲気ガスの種類、雰囲気圧力、試料量、試料容器等の種々の要因によって影響を受けるため、測定結果の解釈には十分な注意が必要である。

ここでは、半導体製造工程において剥離剤として用いられているヒドロキシルアミン(NH₂OH, 以下HA)水溶液の安定性評価の過程で明らかとなった、DSC測定結果に及ぼす試料容器の材質の影響について検討した結果を報告する。

2. 実験

HA水溶液は、アルドリッチ社から購入した濃度50%の高純度（不純物濃度0.001%）試薬をそのまま用いた。試料容器は、①ステンレス、②アルミニウム、および③ガラスの3種類を用いた。①および②はセイコー電子工業製の肉厚密封容器であり、③はTAインスツルメント社製のキャピラリー容器である。DSC測定にはTAインスツルメント社製2920型装置を用いた。試料量は約1mg、昇温速度は10K・min⁻¹とした。

3. 結果

図1は、3種類の容器によるDSC測定結果である。(1)のステンレス容器を用いた測定では、44℃から開始し130℃にピークを持つ緩慢な発熱が認められる。(2)のアルミニウム容器を用いた測定では、112℃から開始し133℃でピークを持つ小さな発熱の後、160℃から開始して222℃でピークを持つ発熱が認められる。251℃でDSC曲線が急激に発熱側に転じているが、これは試料容器の内圧が容器の耐圧を越えたために内容物が急激に噴出し反動で試料容器が転落したためであって、内容物の分解等によるものではない。(3)のガラス容器による測定で発熱が認められるのは133℃からである。発熱ピークの温度は222℃であって、これは(2)のアルミニウム容器の場合と同じ値である。

(1)から(3)の3つの結果を比較すると、HA水溶液の本来の熱分解特性を示しているのはガラス容器によるものであり、ステンレス容器の場合にはHAとステンレスとの反応によって発熱ピークが低温側にずれてしまっていることが分かる。アルミニウム容器の場合の低温側のピークもHAとアルミニウムとの反応によるものと考えられるが、その反応の程度はステンレスの場合と同じになっている。

4. まとめ

DSCによる化学物質の熱危険性測定においては、昇温の過程で試料が蒸発してしまっ見掛けの発熱が小さくなり危険性を過小評価することを避けるために、肉厚のステンレス製密封容器を用いることが多い。ところが、ここで示したように、化学物質の種類によっては試料と試料容器との発熱反応によって危険性を過大評価してしまう場合もあるため、可能な限り複数の材質の試料容器を用いて測定し、結果を比較検討することが好ましい。一方、これを逆に利用して、容器材質と化学物質との反応性の検証に役立てることもできる。

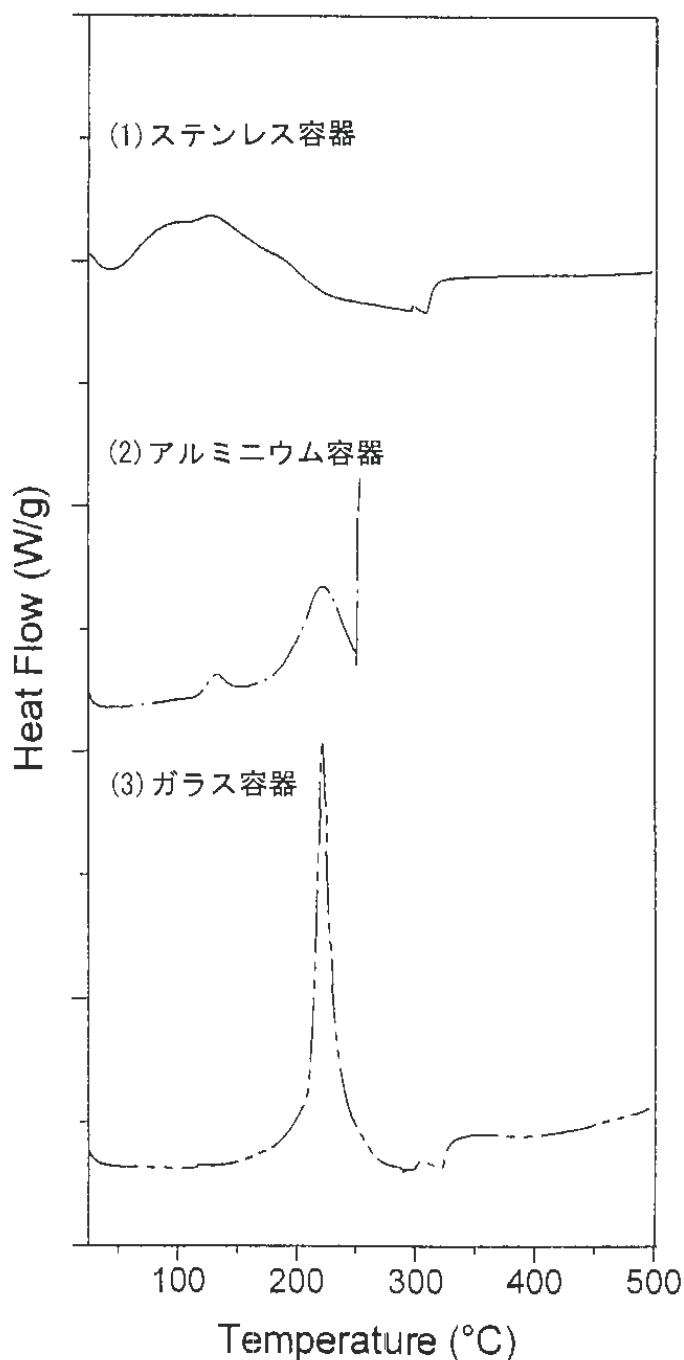


図1 ヒドロキシルアミン50%水溶液のDSC測定結果

堆積した金属粉体層に沿った燃え拡がり —対向気流速度、雰囲気組成の影響—

化学安全研究部 八島正明, 松田東榮

1. まえがき

最近の粉じん爆発・火災においては、金属粉による災害の割合が増加している。その多くはアルミニウムやマグネシウムなどの軽金属であるが、新材料の開発とともに、それら以外の金属粉についても爆発・火災が見られるようになってきた。金属粉の場合には、浮遊状態で燃焼する粉じん爆発の可能性よりもむしろ地面に堆積した状態で燃焼する火災の可能性が高いと言われる。

本研究では、金属粉が堆積した際の燃え拡がりの危険性評価、予測を最終目的とするが、昨年度に引き続き、本年度はマグネシウム、チタン、タンタル粉の燃え拡がりに及ぼす周囲気流速度と雰囲気組成の影響を調べた。

2. 実験装置および実験方法

図1は実験装置の概略であるが、粉を堆積させた試料台を風洞内に設置し、強制対流中を燃え拡がる様子を観測できる。流路断面は高さ55mm、幅60mmであり、250mm長さの観測部は、上面、手前と向こう正面が光学ガラスで構成されている。燃え拡がり速度の測定は、主に上方に設置したビデオカメラによって行った。流れに設置した試料台は、ステンレス製の溝付き平板(コンテナ)、セラミックファイバ製の断熱材、それらを載せるスタンドから構成される。堆積層の燃焼領域は幅10mm、長さ160mm、深さdが2mmである。

実験では、燃え拡がりに及ぼす以下の項目について調べた。

- (1) 燃え拡がりに対向する気流速度の影響
- (2) 不活性ガスによる消炎限界

空気流中に不活性ガスを添加した際の消炎限界(濃度)を調べる実験では、不活性ガスとしてアルゴン(Ar)

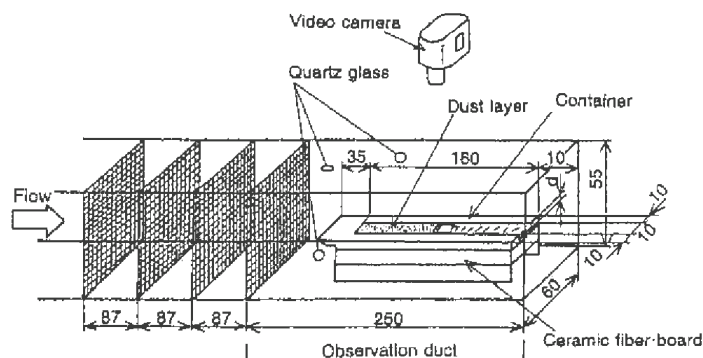


図1 実験装置

と窒素を用いた。窒素は、金属粉の燃焼に対して必ずしも不活性ではないが、Arとの比較のために用いた。実験では、まず空気のみを流した状態で着火を行い、安定して燃え拡がることを確認した後、予め設定した流量の不活性ガスを空気流れに混合させた。

3. 実験結果

図2は、対向気流速度 V_0 に対する平均燃え拡がり速度 V_p をそれぞれの金属粉ごとに示したものである。いずれも、対向気流速度の増加に対して燃え拡がり速度が増加する傾向が見られる。このような傾向は、紙、木材、プラスチックなど有機物粉に沿った燃え拡がりとは逆の傾向である。

表1は、空気中にArを添加した際の消炎限界(体積濃度 $\Omega_{Ar,e}$)を整理した結果で、空気中の酸素濃度 $\Omega_{O,e}$ に対しても併せて示した。Ti粉について、気流速度 V_0 を2.1m/sまで変化させた範囲では、 V_0 が増加すると、低いAr濃度で消炎することがわかる。Ta粉の場合は、 $\Omega_{Ar,e}$ が100%、すなわち、空気(酸素)を含んでいると消炎しないことがわかった。ここで注意しなければならないのは、消炎に至るまでには、ある時間継続してArを流す必要があることである。Ta粉の場合、堆積層表面が消炎しても内部で燃焼が進行していることが多いことがわかった。

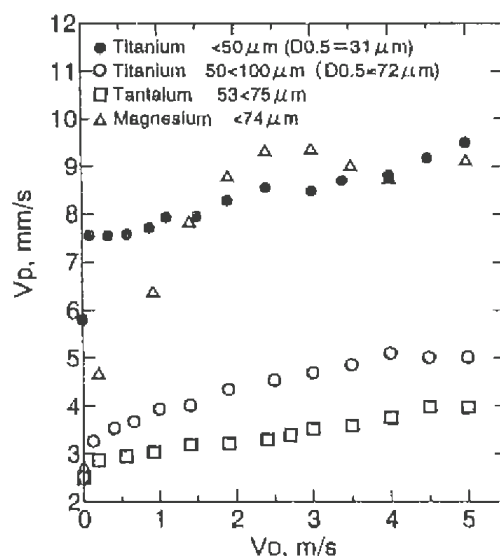


図2 対向気流速度に対する燃え拡がり速度

Dust samples	Free stream velocity, V_0 (m/s)	Extinction limit by Argon, $\Omega_{Ar,e}$ (vol. %)	Extinction limit of Oxygen, $\Omega_{O,e}$ (vol. %)
Titanium ($D_{0.5}=31\mu\text{m}$)	0.69	70	6.4
	1.5	68	6.7
	2.1	65	7.4
Titanium ($28\mu\text{m}$)	0.25	(~100)	—
Magnesium ($62\mu\text{m}$)	1.3	83	3.6

表1 消炎濃度

密閉容器による可燃性液体の発火温度の測定

化学安全研究部 板垣晴彦

1. はじめに

化学プロセスにおいては、様々な可燃性液体が高温高圧下で取り扱われており、この可燃性液体が自然発火を起し火災となる事例がしばしば見受けられる。現在、広く用いられている発火温度測定は、定められた試験機器と手順に従ってなされおり、大気圧下の測定データが多数公表されている。しかし、高圧下における発火温度の測定データは乏しく、高圧下の発火危険性は十分に解明されているとは言えない。

そこで、従来の開放型の試験容器に代えて、密閉容器を用いて発火温度を測定する実験を試みた。

2. 実験装置と方法

図1に密閉容器を用いた発火温度試験装置を示す。試験容器は、上部、側面、底部に設けられた3つのヒーターにより加熱される。ヒーターへの電力は、それぞれの熱電対による測定値に応じて別々にPID制御され、試験容器の温度が調整される。この部分は、可燃性液体の発火温度測定に広く用いられているASTM方式の発火温度測定装置にほぼ準拠している。

本研究では、従来の装置に、ガスの充填と排出、および試料滴下用の3つの配管を有する栓を試験容器の上部に追加し、試料の滴下とガスの出入りが強制的に行えるよう改造してある。

実験の手順は、まず、試験容器を所望の温度に調整し、試験容器内に新鮮な空気を満たす。次に、試料を定量流量ポンプで必要量だけ送り込む。その後、試験容器内において、火災が認められるか否かを肉眼および光電素子により観察する。試験容器内に火災が認められた場合には、試料の滴下から発火までの発火遅れ時間を記録する。試験後は、発火の有無にかかわらず新鮮な空気で容器内を洗浄し、次の試験に備える。

発火が認められない場合には、同一条件で試験を繰り返し、3回の試験でいずれも発火しない場合には不発火と判定した。

3. デカンの発火領域の測定結果

図2は、試験容器に500mlの丸底フラスコを用いた開放型のASTM法（従来法）による発火領域と、フラスコを密閉しておいて配管のバルブを開き、圧力は常圧のままとした方法（半密閉法）により測定された発火領域を比較した図である。

最低発火温度を示す試料量は、従来法では0.7ml付近であったのに対し、半密閉法では0.3ml付近とほぼ

半減した。これに対応して発火領域は全体的に試料の少ない側に移動するとともに縮小した。また、最低発火温度の測定値は、半密閉法の方が従来法よりも約6℃高くなった。これらの原因は、従来法では発火に至る前に開口部から反応前の試料と反応生成ガスの一部が散逸しており、半密閉法ではこれが大幅に抑制されるためと考えられる。

なお、発火する場合には、従来法では容器外の空気とも混合して火炎が継続して生成することが多いが、密閉型の場合には、試験容器内の空気量が限られているため火炎の生成は一瞬であり、その確認にあたっては細心の注意が必要であった。

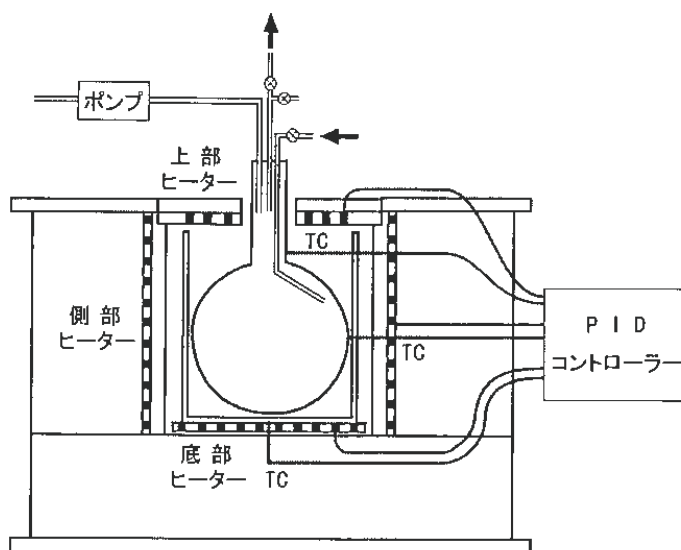


図1 密閉型の発火温度試験装置

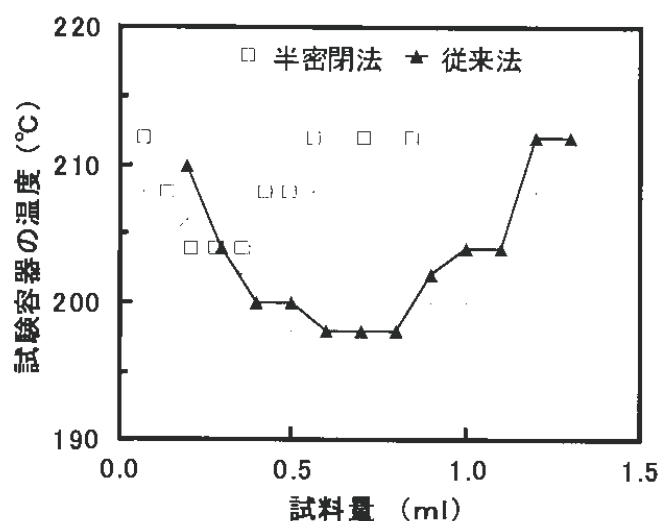


図2 デカンの発火領域の比較

1. はじめに

炎の構造を明らかにすることは爆発・災害の研究者にとって非常に有用である。しかしながら、理論、実験ともに発達した現在においてすら構造の決定はまだまだ容易ではない。一方、近年Particle Image Velocimetry (PIV)法がコンピュータ、CCD、レーザー等の改良により流れの場の解析ツールとして広く使われるようになってきている。本研究では、PIV法を用い炎の構造を見る場合の問題点とそれを克服する手法を検討した。

2. 実験方法

実験は、上から400mmの点を中心に80×60mmのガラス窓を両面に、窓と垂直な両脇面の中央に60×3mmのスリットを設けた1500×80×40mmの管を垂直に立てて行った。スリット部分から導入された平面状のレーザーが管の中央を横切るとき、あらかじめ導入されたトレーサ粒子によって散乱され、窓側からその光を撮影することで粒子位置を画像として得る。本研究ではメタン-空気系において大気圧、常温、上部閉鎖、下部開放の条件で酸化マグネシウムをトレーサ粒子として、下部末端からろうそく状の炎で着火し測定を行った。

3. 解析における問題点とその解決方法

通常PIV法では、きわめて短い時間差をつけて撮られた2枚の画像A、Bに対し画像A内の領域Rに最も似た領域R'を画像Bから相関法を用いて探し出し、その領域の移動距離を時間差で割ることで速度ベクトルを得る。しかしながら、参照領域の中で粒子の分布に大きな濃淡がある場合、粒子密度の高い部分が相関の計算に主に寄与してしまうため、結局は高濃度部分の速度を、その領域での速度として帰属してしまう。炎において、燃焼面の前後で粒子速度と方向が大きく変わるので、この濃度差は常に現れる。層流燃焼における典型的な解析の誤りを図1に挙げる。

問題点が濃度差に起因するものであることから、濃度によって画像を分割し解析結果を統合すれば問題を避けることができると考えられる。測定によって得られているのは0-255の値を輝度としてもつ画像であるため、移動平均の手法、すなわち参照点周りの輝度の総和が閾値を超えるか否かで画像の高輝度部分と、低輝度部分を分割する方法を用いた。分割後、各々の相関をとり結果を組み合わせたものが図2である。図1

と比べ、上から7、8列目の中央周辺のベクトルが修正され、上向きから下向きになっている。

4. 手法の利点

本研究における手法は

- ・相関が高い領域は同種の輝度を持っているので、分割に関して相関以上の前提条件を必要としない。
 - ・補助的な測定が必要ない。
 - ・通常は相関計算用にFFTを用いるため領域は正方形であることが望まれるが、分割により不要部分をマスクできるので、流れの異方性が考慮できる。
 - ・N段分割へ容易に拡張ができる。
- などの利点を持つ。

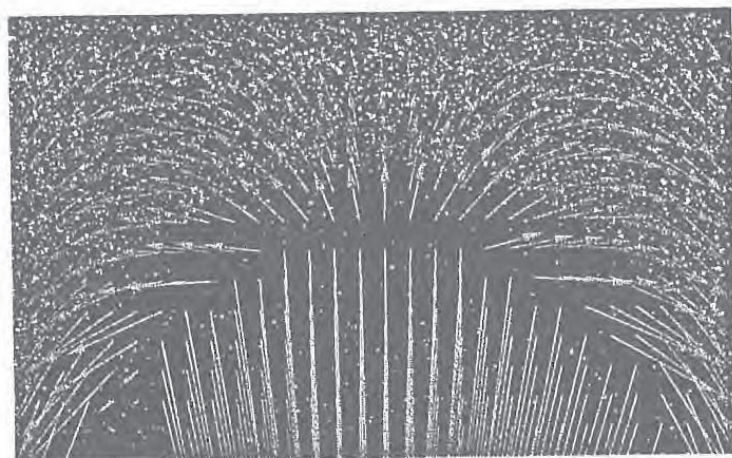


図1 典型的な解析の誤り

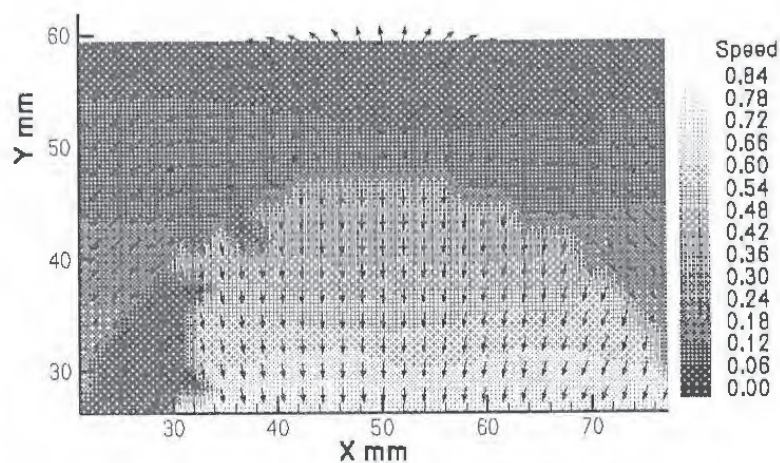


図2 本研究の手法による解析結果

高濃度オゾンの分解火炎伝ば特性

化学安全研究部 水谷高彰, 松井英憲

1. はじめに

オゾンには強力な酸化作用があり、水処理をはじめとして、様々な用途に用いられてきている。近年、オゾナイザーの技術の進歩と共に、生成できるオゾンの高濃度化が進んでおり、酸素ガスからオゾンを生成する方法では、14 vol.%といった高濃度のオゾンが比較的容易に得られるようになってきた。一方、オゾンは熱などの要因により急速に分解して酸素を生成することが知られている。この分解燃焼には発熱と圧力上昇を伴うため、高濃度のオゾンを取り扱う場合、十分な安全性を確保する必要がある。そこで本研究では、可燃性混合ガスの爆発危険性を評価する手法を用いて、オゾナイザーにより酸素ガスから生成される高濃度オゾンの分解火炎伝ば特性について検討した。

2. 実験

まず、燃焼を断熱定容燃焼とし、反応生成物としてO, O₂, O₃を仮定して化学平衡計算を行った。次に、純酸素をオゾナイザーによりオゾン化し、大気圧~1.0 MPa, 0~20 vol.%のオゾン/酸素混合ガス(以降、試料ガスと記す)を得た。着火源にはパワーイグナイター(約15kV, 50mAの放電を発生する装置)を用い1秒間、電極間に空間放電を発生させることで着火エネルギー源とした。爆発圧力は動歪み型の圧力計で測定し、最大圧力、昇圧速度等を求めた。爆発容器には、円筒容器(容積1.0L, 直径106mm, 長さ114mmの円筒形)および管状容器(内径25mm, 長さ5mの管状容器)を用いた。不可視のオゾンの分解火炎を観測するため、シュリーレン装置を用い、火炎を可視化した。また、シュリーレン装置の導入が難しい管状容器では熱電対(直径0.3mm, K型)を用いて火炎の位置を検知した。

3. 結果

高濃度オゾンの分解火炎伝ば特性の測定結果を図1および図2に示す。本研究により、現在のオゾナイザーによって得られるオゾン濃度0~20 vol.%のオゾン/酸素混合ガスの分解燃焼特性について、以下のことが明らかとなった。

- (1) 分解火炎伝ば特性は1.0MPa以下の範囲内で初圧の影響をほとんど受けない。
- (2) 着火位置は最高圧力に殆ど影響を及ぼさないが、着火下限濃度が大きく変化する。
- (3) 着火下限濃度付近では、着火源より上方のみが反応する部分燃焼が発生する。

- (4) 上方伝ばはオゾン濃度が高濃度から着火下限濃度に下がるに従い、球状からキノコ状に変化する。
- (5) 下方伝ばは常に水平な火炎面を維持して伝ばする。
- (6) オゾン濃度14 vol.%では、円筒容器内の火炎伝ば速度は0.5m/s程度、管状容器内の火炎伝ば速度は最大で1m/s程度であり、他の可燃性ガスの爆発に比べて格段に小さい。
- (7) 着火直後を除き、管路でも火炎は加速せず、一定の火炎伝ば速度に落ちつく。
- (8) 爆燃から爆ごうへの転移は発生しない。
- (9) 今回の実験範囲(~20 vol.%)を超えてオゾン濃度が高くなると、最高圧力・火炎伝ば速度が急に増加し危険性が増すことが予想される。

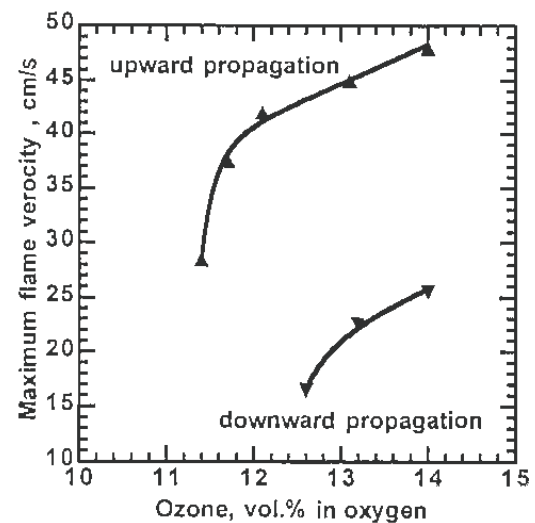


図1 円筒容器内・大気圧下での上方および下方伝ば火炎における最高火炎伝ば速度とオゾン濃度

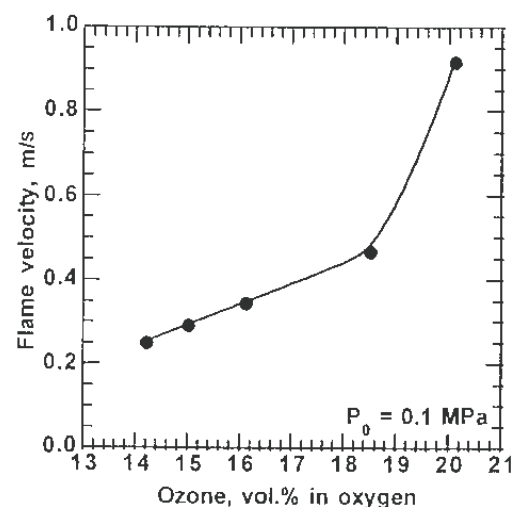


図2 管状容器内・大気圧下におけるオゾンの火炎速度とオゾン濃度

粉体サイロ用ノズル型除電器の除電特性

物理工学安全研究部 児玉 勉

1. はじめに

化学工場等では粉体状原材料の空気輸送が多く行われるが、配管内壁との摩擦によって帯電した粉体を受け入れるサイロ内で静電気放電を着火源とする粉じん爆発の発生が危惧されている。そこで、本研究ではサイロ用除電装置の開発を目的として、サイロ内投入配管に取り付けるノズル型除電器の除電特性について実規模実験による検討を行った。

2. 実験方法

実験には昨年度年報に概要を示した実規模大の空気輸送帯電実験装置を使用した。粉体試料には粒径が4～5mmのポリプロピレンペレット約400kgを用いた。実験では、ペレットをサイロ底部からロータリーバルブを経由して4インチ空気輸送配管に導き、これを再びサイロ上部から受け入れる循環運転を行った。ノズル型除電器は、4インチ径のPVC又はSUS製の短管(ハウジング)の外周に8個のイオン生成ノズルを取り付けたもので、図1に示すように、サイロ上部の粉体投入配管の末端に取り付けた。イオン生成ノズルには、直列高抵抗の付いた放電針電極を設け、これに直流又は交流の高電圧を印加してコロナ放電を起こさせた。各ノズルには250kPaの圧縮空気を供給して、放電電極への粉体の付着を防止するとともに、除電用の空気イオンを配管内粉体に吹き込んだ。サイロ天井の覗き窓には、イメージインテンシファイア付きの光学カメラ又はビデオカメラを取り付けて、サイロ底部に堆積したペレット表面で発生する静電気放電を観察した。

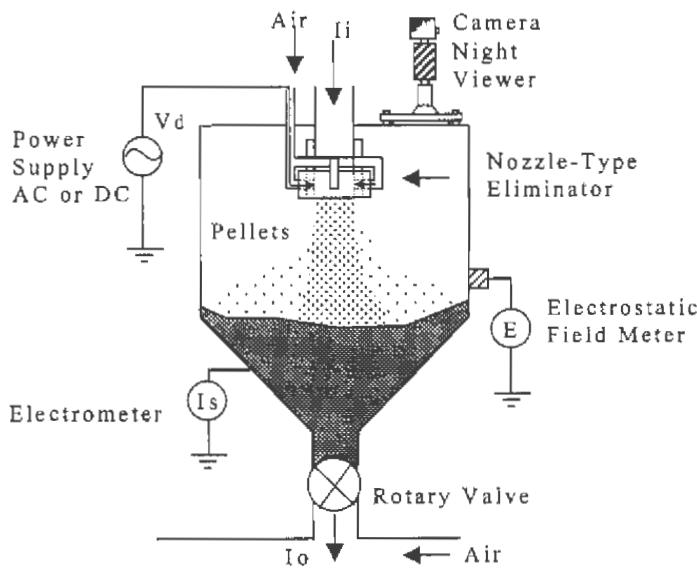


図1 実験サイロの概要

3. 実験結果

除電電極に50Hz交流又は正極性直流の高電圧を印加した場合の除電実験の結果を表1に示す。表中の表面電位指示値は、循環運転終了直後にサイロ壁マンホールの蓋を開け、堆積したペレット表面の電位を測定した際の、ハンディタイプの静電気測定器の指示値である。ここで、真の表面電位は、測定距離が所定の0.1mの場合は指示値に等しいが、測定距離が0.6mでは指示値の約6倍になる。

表1に示されるように、除電器に電圧を印加しない場合、ペレット表面電位は-300kV以上で、その表面で放電発光が起こるが、交流除電では、印加電圧が7kVになると、放電発光はなくなるものの、ペレット表面電位は-180kV以上と依然として高く、除電能力が不足気味である。一方、直流除電では、印加電圧が+2.5kVのとき、放電発光がなくなるとともに、ペレットの表面電位も+1.5kVと低く、十分に除電される。ただし、印加電圧が+5.5kVに増加すると、表面電位が+300kV以上の逆帯電を示し、再び放電発光が起こる。

直流除電における逆帯電の原因の一つとして、イオン生成ノズルを取り付けた短管(ハウジング)内面の摩擦帯電が考えられた。そこで、これを模擬するため、ハウジングの内面に金属箔電極を張り付け、これに直流高電圧(グリッド電圧)を印加して、その影響を上述と同様の除電実験で調べた。その結果、直流除電ではグリッド電圧が+0.3kVのとき、また、交流除電ではグリッド電圧が-3kVのとき、最も優れた除電特性が得られた。結論として、交流除電では負の摩擦帯電を起こさせるためハウジングをPVC製短管とし、また、直流除電では摩擦帯電を防止するためハウジングを金属製短管(接地)とすべきであることが示唆された。

表1 除電器の印加電圧と除電効果

印加電圧 ^a (kV)	表面電位 指示値 ^b (kV)	測定距離 (m)	放電発光
AC 0	(-) >50	0.6	あり
AC 3.0	(-) >50	0.6	あり
AC 5.0	(-) 40	0.6	ほとんどなし
AC 7.0	(-) 30	0.6	なし
DC 0	(-) >50	0.6	あり
DC +3.5	(+) 1.5	0.1	なし
DC +5.5	(+) >50	0.6	あり
DC +6.0	(+) >50	0.6	あり

^a 除電器のハウジング：AC印加はSUS短管，DC印加はPVC短管

^b ()内は帯電極性，指示値は測定距離が0.1mのとき真値に等しい。

1. はじめに

帯電粉体を容器等に投入するとき、その電荷の蓄積によって着火性の放電が生ずることがある。これまで、筆者はこの危険性を評価するためのシミュレーションの開発および粉体諸特性の危険性への影響を報告してきた^{1),2)}。現在は電荷緩和と放電を考慮し、より現実に近いシミュレーションを開発中である。電荷緩和は堆積粉体の電荷を消滅させ、放電はエネルギーが着火エネルギーより小さい限り着火源とならず、電荷を中和させるのでこれらの現象は安全側に働く。したがって、以前の電荷緩和と放電を無視したモデルでは危険性を過大評価する問題があった。ここでは、電荷緩和と放電を考慮したモデルとそのモデルをシミュレーションに適用した結果を報告する。

2. 電荷緩和モデル

堆積した粉体の電荷緩和が線形、すなわち電荷緩和時間 τ (粉体の体積抵抗率と誘電率の積) できまる指数関数であると仮定する。時間 t の堆積したある粉体粒子の電荷 $q_p(t)$ は Δt 秒前の電荷を用いて以下のように表すことができる。

$$q_p(t) = q_p(t - \Delta t) \exp(-\Delta t / \tau) \quad (1)$$

この計算を堆積した粒子すべてについて行い、電荷緩和を計算した。

3. 放電モデル

放電自体を模擬することは電子、イオンに関する計算を追加させることになるので計算時間が膨大となる。そこで、以下に示すような擬似的な放電モデルを用いることにした。空気の絶縁破壊電界 E_b 以上になると放電が起き、絶縁破壊電界以下になるための中和電荷を計算することによって放電を模擬した。このモデルは、静電気放電は電荷と蓄積された静電エネルギーをソースとして起こり、放電電荷は中和した電荷分に相当することに基いている。

電界はタンク内を d_r と d_z で分割したグリッド上で計算するので、堆積粉体上部の空間で起こる放電ではグリッド上の電界 E_{jk} が、絶縁破壊電界より大きいときに放電が起きるとし、堆積粉体表面ではグリッド上の電界から内挿により求めた堆積粉体表面の電界 E_h が絶縁破壊電界より大きいときに放電が起きるとした。このとき、放電によって影響される (電荷が減少する) 粒子は、空間の放電ではグリッドの周辺の4つのメッシュ内の粒子であり、堆積粉体表面の放電は幅 d_r で表面から平均粒径内の深さにある粒子とした。

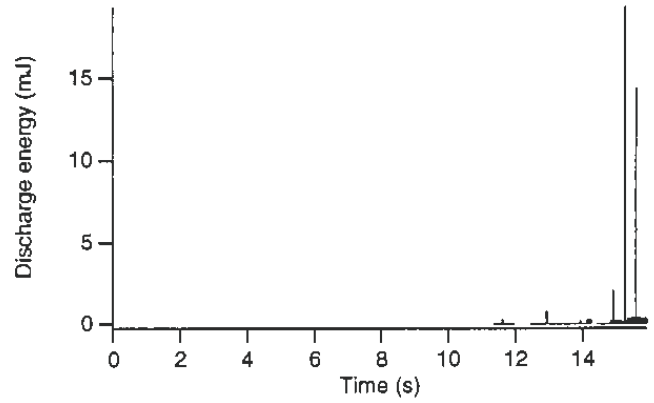


図1 放電が起きたときの放電エネルギー

ここで、堆積粉体内部では、空気の間隙が狭いため絶縁破壊電界がさらに大きくなること、また、実験的にも確認されたこと³⁾ から無視して良いであろう。

空間で起こるときの放電電荷量 q_d は

$$q_d = -q_{jk} \frac{E_{jk} - E_b}{E_{jk}} \quad (2)$$

とし、対象となる各粒子の放電電荷量 q_{pi} は粒子の位置の関数の電荷配分の重率 $w^{(1)}$ を用いて、

$$q_{pi} = w q_d \quad (3)$$

とした。この結果得られる電荷密度分布から、放電が起こったグリッド上の電界を再度計算し、絶縁破壊電界以下になるまで、この処理を繰り返すことにより放電電荷量を求めた。堆積粉体表面の放電電荷量は

$$q_d = \epsilon_o (E_b - E_h) dS \quad (4)$$

とし、対象となる各粒子に均等に配分した。同様に絶縁破壊電界以下になるまで、この処理を繰り返すことにより放電電荷量を求めた。放電エネルギーはエネルギー保存則より放電の前後の全静電エネルギーの変化から求めることができる。

4. シミュレーション結果

本モデルを直径1m、高さ1mの円筒容器、粒径1mm、電荷密度 $2\mu\text{C}/\text{kg}$ の粉体、流量 $1\text{kg}/\text{s}$ および電荷緩和時間100秒に適用した。放電が起きたときの放電エネルギーを図1に示す。放電は11.355秒後から開始し、実験からも明らかなように、その後連続的に起こることが示されている。数十mJという可燃性粉じんが着火可能な放電エネルギーも観測されている。

文 献

- 1) A.Ohsawa, J. Electrostat., 43,187(1998).
- 2) A.Ohsawa, J. Electrostat., 46,153(1999).
- 3) A.Ohsawa, J. Phys. D: Appl. Phys., 33, 1487(2000).

1. はじめに

コロナ放電は、局所的に高電界となった部分で発生する比較的マイルドな気中放電であり、少ない消費電力ながら豊富にイオンを産出することから、除電器、電気集塵機等の産業用機器に幅広く応用されている。従来コロナ放電は、針対平板、細線対同心円筒のように曲率の大きな放電電極と比較的平坦な形状を有する接地電極の組み合わせで発生することが一般的であったが、本研究では、小さな穴を多数穿った絶縁性薄板を利用した新しい放電方式を試みている。まだ開発途中ではあるが、従来型と比較して性能改善とともに多くの利点があることが判明したので紹介する。

2. 新型コロナ放電装置

図1に示すようにPET製の絶縁性のフィルムに例えば5mmの間隔で小孔(ピンホール)を開け、これを金属板に貼り付けた。これを、①従来の針対平板電極系の接地側として用いるもの(Aタイプ)および②図2に示すように二組を対向させ、一方に直流高電圧を印加し他方を接地するもの(Bタイプ)、という二つの方式で放電装置を製作し、放電の観測および基本的な特性の測定を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 放電の観測

Aタイプの接地側で得られた放電の様子を図3に示す。同(a)は針電極側に正極性電圧を印加時、(b)は負極性電圧を印加時に観察されたものである。従来タイプと違い、接地側でも小孔からコロナ放電が生じており、しかも、印加電圧と逆極性である。これは、針電極で発生したイオンがフィルムの表面に蓄積し、小孔近傍に強力な電界を作るためである。Bタイプは、従来のような放電電極が存在しないため、印加電圧を高くしていくとやがて火花放電が発生した。しかし、その後火花放電は急速に終息し、コロナ放電へと移行した。放電の状況は図3と酷似しており、それぞれの電極で異なった極性のコロナ放電が発生したことを意味する。火花放電によって生じた正負両極性イオンが別々の電極に向かって移動してフィルムの表面に付着し、Aタイプの接地側で見られたものと同じ現象が発生したものと考えられる。

A, B両タイプとも単一極性の電源を用いながら、両極性の放電が得られており、この放電方式が例えば高性能除電器へ可能なことを示唆する結果といえよう。

(2) 電流電圧特性

Aタイプ, Bタイプともに従来の針対平板型のコロナ放電タイプと比較して、同じ印加電圧においてより多くの放電電流が得られた。これは、従来型と異なり、高電圧側と低電圧側の双方から放電が発生するために放電空間に存在する荷電粒子が増加したためと考えられ、放電特性の改善を意味する。

(3) その他の特性

本方式の産業応用の可能性を探るために、Bタイプを用いてオゾンの発生量を測定したところ、特に、低流量においては従来型に比べて発生濃度が非常に高くなることが判明した。流量が多くなるとオゾンの発生能力は低下するが、それでも放電電力が低い領域では依然として従来型よりも高濃度を維持した。このように、オゾナイザとしての用途も可能と考えられる。

4. まとめ

穿孔薄板を利用して放電電極系を形成することにより、従来型よりも高性能で、かつ、種々の新しい特長を有する放電装置を開発することができた。今後は、産業機器への応用を念頭に改良を試みる予定である。

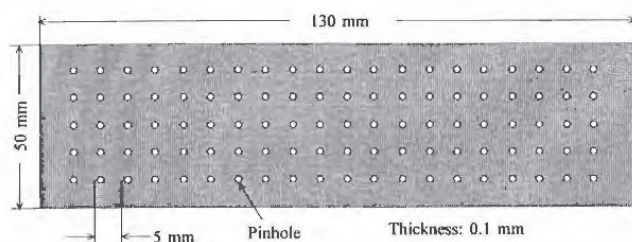


図1 穿孔した絶縁性フィルム

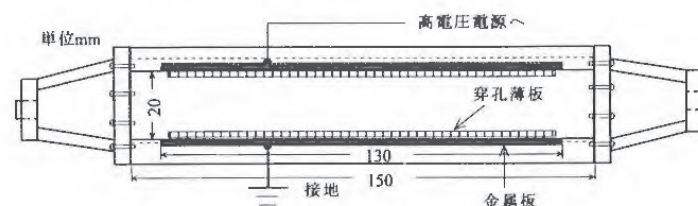
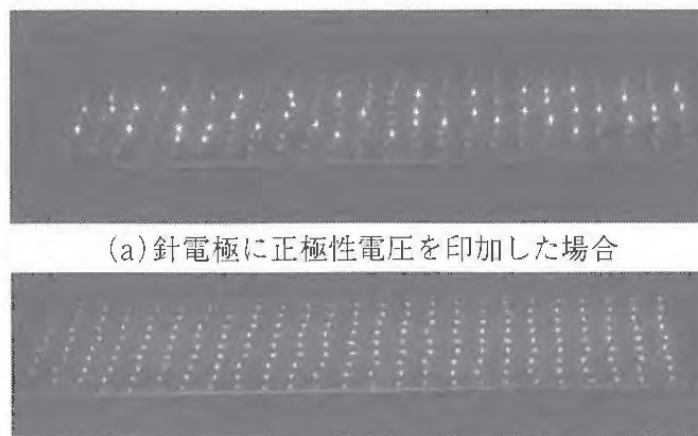


図2 穿孔薄板対向型放電装置 (Bタイプ)



(a) 針電極に正極性電圧を印加した場合

(b) 針電極に負極性電圧を印加した場合

図3 穿孔薄板上(接地側)でのコロナ放電の様子

交流アーク溶接作業時における感電災害の検討

物理工学安全研究部 本山建雄, 富田 一
山野英記

1. はじめに

交流アーク溶接機用自動電撃防止装置（以下、電防装置と記す。）は交流アーク溶接作業を行う上での電圧を低減する安全装置として使用されている。原理は、溶接棒と被溶接部材との間の抵抗が始動感度(500Ω以下)以下となった場合に、溶接機出力電圧を溶接機の無負荷電圧に上昇させ、また溶接作業を中断あるいは終了した後、1.5秒以内に溶接装置の出力電圧を30V以下にする装置である。

この装置の使用によって、交流アーク溶接作業時における感電被災者は大きく減少したが、ここ数年、増加傾向が見られた。このような状況から、本研究では交流アーク溶接機による感電災害と電防装置との関連を検討することを目的として、感電災害事例の調査、電流経路の抵抗の推定等について検討している。

2. 災害事例の調査

交流アーク溶接機を使用し、手溶接の作業時に発生した感電災害のうち、電流の通過点が明確である12の事例についてその通過点をまとめると図1のようになる。図1から、電流の通過点は胸、手を中心が発生していることがわかる。

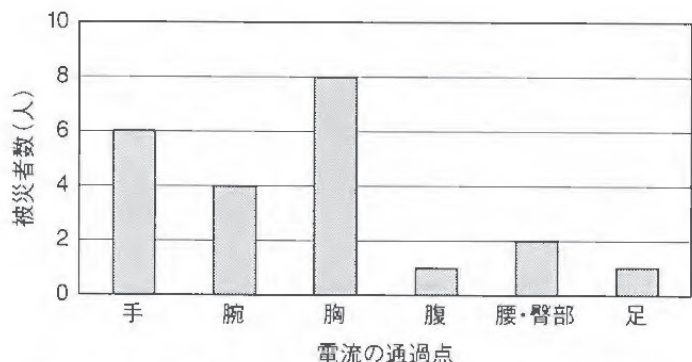


図1 溶接作業時における感電時の電流の通過点

3. 作業着の抵抗

災害事例を調査したところ、当該感電災害は夏期に多く、かつ、作業着が汗で濡れている場合がほとんどであった。そこで、作業着が感電防止にどの程度効果があるかを検討するために作業着が乾燥している場合および汗で濡れている場合を想定して、0.9%、10%食塩水で濡れている場合の作業着の抵抗を測定した。また、背中等人体の一部が鉄骨に触れている場合および溶接棒が接触した場合を想定し、直径20mmおよび約

2.6mmの電極を測定に使用した。作業着の抵抗は汗などの濡れ具合によって大きく異なるが、測定値の一例を示すと表1のようになる。なお、乾燥している状態では作業着の抵抗は大きく、測定していない。

表1に示されるように、塩水濃度によって作業着生地抵抗値は異なるが、直径約2.6mmの電極が触れた場合には数十Ω、また、直径20mmの場合には数Ωとなる場合があり、汗で濡れている作業着は感電防止にほとんど有効ではないことになる。

表1 作業着の抵抗

直径2.6mmの電極が接触した場合の布の抵抗 (Ω)		
塩水濃度	布の種類	
	綿100%	ポリエステル75%, 綿25%
0.90%	104	55
10%	24	22

直径2.6mmの電極が接触した場合の布の抵抗 (Ω)		
塩水濃度	布の種類	
	綿100%	ポリエステル75%, 綿25%
0.90%	8	5
10%	2	2

4. 感電被災時における抵抗の推定

感電時に電流の経路となる部分の抵抗は、作業着の抵抗、人体の抵抗、そして溶接母材および溶接棒と溶接機間のケーブルの抵抗あるいは接続抵抗である。ケーブルや接続抵抗は条件によって異なるが、一般には十分に小さいことから省略すると、図2に示すように電流の経路となる部分の抵抗は、作業着の抵抗と人体抵抗（人体の皮膚の抵抗、人体の内部抵抗）から構成される。人体の部位間抵抗は、手から足までの抵抗に対する割合としてIEC495-1に示されている。

以上のことから、感電時に予想される電流経路の抵抗を推定すると、皮膚が損傷した場合においては、500Ω以下になることもあり得ると考えられる。

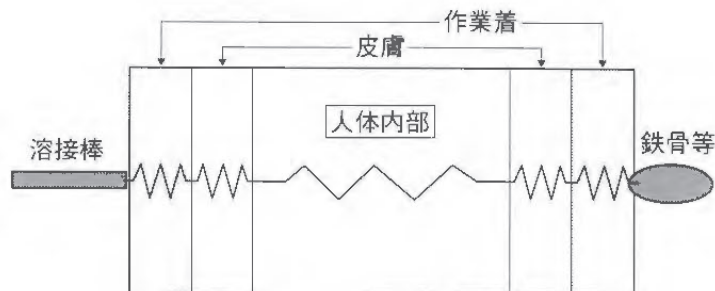


図2 感電被災時における抵抗

中波による大型クレーンへの誘導電流等の数値計算

物理工学安全研究部 富田 一

1. はじめに

中波送信所から数km以内の場所で大型クレーンが使用されるとき、中波の周波数が大型クレーンの共振周波数であると、クレーンには大きな誘導電流が流れる。誘導電流に起因して過負荷防止装置の誤動作、フック部に誘起される高電圧による玉掛け作業士の電撃等が発生する可能性がある。これらの電磁波障害対策の基本となる現象の把握を目的に、ここでは、数値計算によって中波による大型クレーンへの誘導電流、クレーン近傍の電磁界等の数値計算を行った。

2. 数値計算モデルおよび結果

大型クレーンの電磁波障害事例を参考に図1のモデルを用いた。ブーム、ジブ、ワイヤ長はそれぞれ、50.5m, 26m, 48mとし、これらの断面は一辺が50cmの正方形と単純化した。モデルクレーンの材料は鋼材を想定し、導電率、比透磁率を各 $0.58 \times 10^7 \text{S/m}$, 1000とした。このモデルには水平ジブタワークレーンが該当する。解析には汎用電磁界ソフトウェアJMAG Worksを用いた。モデル全体の要素数、接点数は113288, 119650である。

このとき中波がモデルクレーンに対し、マスト側(方向(I))、ワイヤ側(方向(III))およびクレーンで構成される面に対し垂直方向から照射された場合(方向(II))について計算した。照射される中波はマスト軸に偏波されている。電磁波障害の報告されている典型的な事例を参考に、計算モデルに印加される電界強度は1V/mとした。これは、出力100kWの中波送信所から1km離れた地点での電界強度の目安が約1.7V/mであることによる。

図2は中波周波数が640kHzで、方向(II)より中波が照射された場合にクレーン近傍に発生する磁界分布を示す。このときマスト、ジブ、ワイヤの全長(=124.5m)はほぼ照射される中波波長の1/4(=117.1875m)となっている。磁界はマスト基部で約0.09A/mと最大となり、フック部に近づくとともに小さくなる正弦波状分布となる。磁界の成因となる電流の分布も磁界と同様な正弦波状となり、マスト基部における電流最大値は約0.1Aとなる。電界はフック部と地上間が約460V/mと最大であり、このときフック部は約870Vとなる。

中波周波数とフック部の電圧との関係を図3に示す。マスト、ジブ、ワイヤの全長が照射される中波波長の

約1/4のときに共振によって高電圧が発生している。

以上の結果より、大型クレーンの共振周波数付近でのクレーン誘導電流、クレーン近傍の電磁界分布、フック電圧の概略を把握することができた。

今後は、数値計算モデルを縮小したモデルによる実験を行い、数値計算結果の妥当性等について検討することとしている。

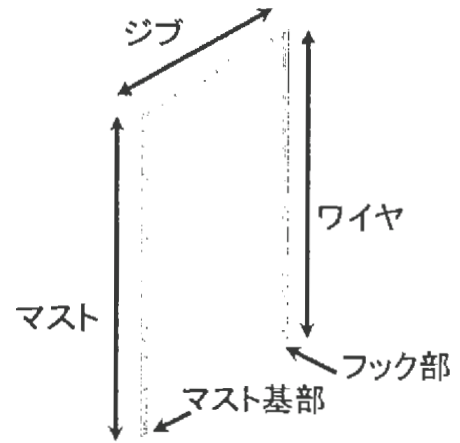


図1 数値計算モデル

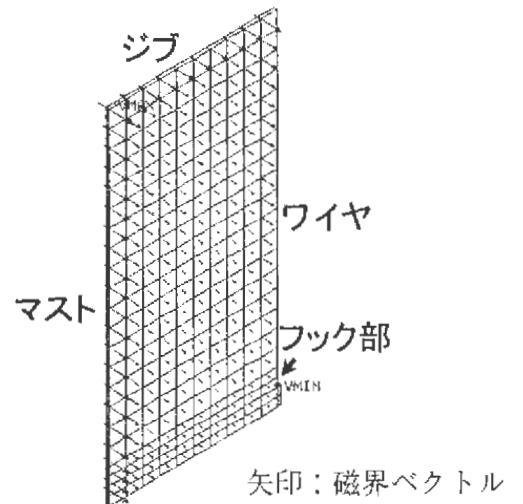


図2 磁界分布(中波周波数=640kHz)

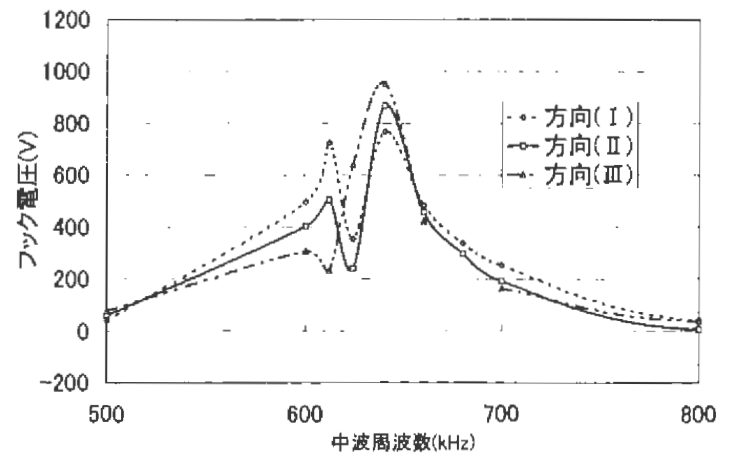


図3 中波周波数とフック部電圧との関係

作業現場の風土と作業員の安全意識の関係

建設安全研究部 庄司卓郎, 鈴木芳美

1. はじめに

作業環境の整備, 機器の改良等によるこれまでの努力の結果, 一昔前に比べて労働災害発生件数は少なくなっているが, ここ数年は横這い状態である。今後さらに災害を減少させるためには, これまでの対策とは異なった新たなアプローチとして, 作業員の安全に対する意識を向上させることも必要であり, そのためには組織レベルで安全を重視する風土の存在が重要であると言われている。本研究では, 建設作業現場の安全風土の構造を把握するとともに, 作業員の安全意識に及ぼす影響について検討した。

2. 研究方法

前年度に引き続き, 大手建設会社12社の作業現場で働く現場職員と協力会社の職長(各300部)を対象に行った質問紙調査票データのより詳細な解析を行った。なお, 回収率は約82%であった。

3. 研究成果

1) 現場風土の因子構造

因子分析(最尤推定法, 斜交回転)を行った結果, 建設作業現場の風土に関して, 表1に示す5因子が抽出された。各因子はそれぞれ, 「和や協調」, 「信頼と協力」, 「安全への積極的姿勢」, 「安全工程重視」, 「あうんの呼吸」と命名された。

2) 安全管理活動が作業現場の風土に及ぼす影響

企業の安全管理に関する諸活動(安全衛生担当部署の活動, 現場の安全活動, 現場の安全制度)と現場風土の因子スコアの間には有意な正の相関がみられた($p < 0.01$)。その中でも安全衛生担当部署の活動との間に, 高い相関が観察された($r=0.64$:「和や協調」, 0.71 :「信

頼と協力」, 0.68 :「安全への積極的姿勢」)。これらのことから, 企業の安全管理活動は作業現場の風土の形成に何らかの影響を与え, 特に組織として安全衛生に取り組む姿勢が安全風土の醸成に効果を及ぼす可能性があると考えられる。

3) 現場風土と作業員の安全意識の関係

現場風土の因子と前年度の研究で得られた作業員の安全意識の因子の各スコアについて相関分析を行った結果, 表2に示すように多くの項目間で有意な相関が見られた($p < 0.01$)。その中でも特に, 「和や協調」, 「信頼と協力」, 「安全への積極的姿勢」等の風土と「作業前の安全に対する心構え」の意識の間で高い相関が得られた。一方, 安全に関する負の意識のうち「早く仕事を終わらす」, 「他人ごと」については, 風土の影響をあまり受けていないものと考えられた。

今後はさらに, 作業現場での面接調査などを通じて風土と作業員の意識の因果関係を明らかにしていく予定である。

表1 建設作業現場の風土に関する因子分析結果

因子名	主要な項目
和や協調	・メンバー間の和や協調が大切にされている ・家族的な雰囲気大切にされている
信頼と協力	・職場において, 作業員は技術力能力を信頼されている ・お互いに協力しあって作業する雰囲気がある
安全への積極的姿勢	・新しいことに取り組む雰囲気がある ・現場での日常会話で安全について話題になる
安全工程重視	・安全作業手順・規則を守る ・迷ったら作業を止めてでも安全を確認する
あうんの呼吸	・暗黙の約束ごとと決まりごとがおおい ・あうんの呼吸で仕事が進む

表2 作業現場の風土と作業員の安全意識の関係(相関関係)

	現場風土1: 和や協調	現場風土2: 信頼と協力	現場風土3: 安全への積極的姿勢	現場風土4: 安全工程重視	現場風土5: あうんの呼吸
安全意識因子1: 作業前の安全に対する心構え	0.545 **	0.558 **	0.519 **	-0.181 **	0.286 **
安全意識因子2: 効率重視	-0.164 **	-0.191 **	-0.229 **	0.418 **	0.020
安全意識因子3: やりがい	0.369 **	0.273 **	0.357 **	-0.193 **	0.155 **
安全意識因子4: 事故防止意識	0.149 **	0.143 **	0.243 **	-0.008	0.171 **
安全意識因子5: 作業中の安全に対する心構え	0.171 **	0.292 **	0.194 **	-0.089	0.193 **
安全意識因子6: 早く仕事を終わらす	-0.053	-0.057	-0.018	0.148	0.006
安全意識因子7: 他人ごと	-0.013	-0.017	0.006	0.219 **	-0.017

** $p < 0.01$

2.4 研究成果の発表

1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
機能性流体を用いた順応型アクチュエータの制御モデルとサーボ機構の構成	産業安全研究所研究報告 NIIS-RR-2000	杉本 旭 他機関共同
穿孔法による残留応力測定の有要素解析	同上	本山 尚
1リットル球形容器を用いた可燃性液体の発火温度の測定	同上	板垣 晴彦
オゾン/酸素混合ガスの分解火炎伝ば特性	同上	水谷 高彰 松井 英憲
帯電防止型フレキシブルコンテナと絶縁性内袋の併用時に起こり得る沿面放電の特徴とその対策	同上	山隈 瑞樹 児玉 勉
堆積した金属粉体層表面に沿った燃え拡がり	同上	八島 正明 松田 東栄
エア封入袋体による地盤崩壊防止効果の遠心模型実験による検討	同上	豊澤 康男 堀井 宣幸 玉手 聡 他機関共同
高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究	産業安全研究所特別研究報告 NIIS-SRR-NO.22	
1. 序論		河尻 義正 鈴木 芳美 永田 久雄
2. 墜落災害の背景にあるヒューマンファクターに関する調査		鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎 他機関共同
3. 高所作業における生理・心理的負担要因		江川 義之 他機関共同
4. 高層構造物の建設時における風による揺れと作業限界および墜落に関する安全性の限界		大幡 勝利 永田 久雄
5. 傾斜屋根面からの滑落特性		永田 久雄 高梨 成次 河尻 義正
バーチャルリアリティによる掘削機械作業の安全化に関する研究	産業安全研究所特別研究報告 NIIS-SRR-NO.23	
1. 序論		深谷 潔 梅崎 重夫

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
2. 掘削機作業シミュレータの開発		深谷 潔 梅崎 重夫 呂 健 中村 隆宏 江川 義之
3. 掘削機操作における眼球運動と有効視野		中村 隆宏 深谷 潔 呂 健 江川 義之 興水 ヒカル
4. 画像認識・計測を用いた危険領域への侵入検出方法の検討		呂 健 深谷 潔
5. 掘削機への接近防止対策 組織面・意識面からみた安全文化構築に関する調査研究－その2 組織要因と安全度に関する異なる業種間での比較検討（本社レベル）－	電力中央研究所報告, 12年3月	鈴木 芳美 庄司 卓郎 他機関共同
Tantalum Dust Deflagration in a Bag Filter Dust-Collecting Device	J.Hazardous Materials, A77(2000), 33~42	松田 東栄 山隈 瑞樹
産業現場における粉じん爆発・火災	燃焼研究, 4月号, 79~90	八島 正明
高齢社会での労働環境づくりに関する基礎的な調査	日本建築学会計画系論文集, 2000.4 Vol.530, 87~94	永田 久雄 Sun-Young Lee
「中小企業における安全と生産性に関するAPEC会議」に参加して	労働基準, 4月号, 32~33	豊澤 康男
国際規格による機械安全(6)－安全防護物の適用によるリスク低減－	クレーン, 4月号	梅崎 重夫
米国の産業用ロボット安全規格の考え方(2)－規格の適用と用語の定義, 製造の要求事項－	ロボット, 2000.5, No.134	池田 博康
建設工事における風による構造物の揺れと作業性・安全性に関する研究	土木学会論文集, No.651/VI-47, 2000.6, 117~128	大嶋 勝利 永田 久雄
An investigation of a dc dielectric barrier discharge using a disc of glass beads	Journal of Physics D: Applied Physics, Vol.33, No.12, June 2000, 1487~1492	大澤 敦 他機関共同
Thermomechanical and isothermal fatigue behavior of type 316 stainless steel base metal, weld metal, and joint	Science and Technology of Welding and Joining, Vol.5, No.3, 2000, 174~182	古久 悦二 他機関共同

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
建設機械関連災害の防止とヒューマンファクター管理	建設機械, 2000, 7月号, 1~5	中村隆宏
建設施工段階におけるリスクマネジメントの現状と問題点	土木学会誌, Vol.90, No.7, 2000, 31~34	花安繁郎
矢板壁の施工と労働災害	基礎工, 7月号, 15~18	豊澤康男
静電気災害・障害と防止対策	生産と電気, 7月号, 19~24	児玉 勉
化学物質の熱危険性評価技術	ペトロテック, 8月号	安藤隆之
転倒・転落を防ぐ一事例検討と予防策	ナーシング・トゥデイ, 8月号	永田久雄
Recent development of standardization of testing methods for dust explosion in Japan	Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2000.13, 243~251	松田東栄 他機関共同
Behavior of flames propagating through lycopodium dust clouds in a vertical duct	同上, 449~457	Ou-Sup Han 八島正明 松田東栄 松井英憲 他機関共同
建設業における企業の安全対策とその効果に関する調査研究	安全衛生コンサルタント, 2000, Vol.20 No.55, 44~49	庄司卓郎
風と施工	建築技術, 2000.7, NO.605, 190~194	大幢勝利
組織面・意識面からみた安全文化構築に関する調査研究—その4 現場従業員を対象としたアンケート調査の結果—	電力中央研究所報告, 12年8月	鈴木芳美 庄司卓郎 他機関共同
土木工事用機械が発生する変動型衝撃騒音の低減対策の評価に関する研究	土木学会論文集, No.658/VI-48, 2000.9, 153~165	江川義之 花安繁郎 他機関共同
第30回安全工学シンポジウム報告	安全衛生コンサルタント, 第56号, 2000.10	江川義之
爆発・火災の傾向と対策	化学工業, 10月号, 1~5	松井英憲
溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止(その1: 死亡災害の分析結果)	仮設機材マンスリー, 10月号, No.193	豊澤康男
溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止(その2: 土止めの設計法について)	仮設機材マンスリー, 11月号, No.194	豊澤康男
国際標準における日本の考え方—ISO/DIS 12100-1を中心に	標準化と品質管理, 11月号	杉本 旭

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
構造部材の信頼性評価システムの開発	JCOSSAR 2000 論文集, 2000.11	佐々木哲也
定量的リスク評価を指向した新しい災害統計分析手法	JCOSSAR 2000 論文集, 2000.11	花安繁郎 他機関共同
人間と共存するロボットの本質安全化—国際安全規格に基づく危険源除去のプロセス—	システム制御情報学会論文誌, 2000, Vol.13, No.12, 575~584	池田博康 杉本 旭
労働環境における共生特性に関する研究	科学技術庁成果報告書 (平成9~11年度) 平成12年11月, 95~115	永田久雄
プレス機械を対象とした災害防止対策の考察	安全工学, 2000, Vol.39, No.6, 393~398	梅崎重夫
機械設備の安全技術に関する基礎知識—ISO 12100に基づく安全方策—	フルードパワー, Vol.15 No.1	梅崎重夫
第3回爆発災害防止に関する国際シンポジウムに参加して	火薬学会誌「Explosion」, 2001, Vol.11, No.1	松井英憲
機械安全の国際化と安全確認システム	オートメーション, 2001, 2月号, 17~25	杉本 旭
風による足場の倒壊災害防止対策	建設労務安全, 2001, 2月号, 6~13	大幢勝利
二酸化硫黄ガス雰囲気中におけるイオンマイグレーションの加速とそのメカニズム	電気学会基礎・材料・共通部門誌, 3月号	本山建雄
A study of flame propagation mechanisms in lycopodium dust clouds based on dust particles' behavior	Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2001, Vol.14, No.3, 153~160	Ou-Sup Han 八島正明 松田東栄 松井英憲 他機関共同

2) 口頭発表 (国内)

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
可変ビンガム流体を用いた人間共存型ロボットのリスク低減	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会	12. 5.12	杉本 旭
堆積した金属粉体層に沿った燃え拡がり	平成12年度日本火災学会	5.22	八島正明 松田東栄
二段式アンカー土留めの掘削に伴う変形・崩壊挙動	第35回地盤工学会研究発表会	6.13	豊澤康男 堀井宣幸 玉手 聡
セメントと混合ロームの一軸圧縮強さに及ぼす含水比の影響	同上	6.14	玉手 聡 堀井宣幸 豊澤康男 他機関協同
土石流抑止構造物の剛性が土石荷重に及ぼす影響	同上	6.15	堀井宣幸 豊澤康男 玉手 聡 他機関協同
作業時間が異なる過度加速度の統一的評価法	日本人間工学会第41回大会	6.28	永田久雄
VRシミュレータを用いた掘削作業場面における眼球運動	同上	6.28	中村隆宏 深谷 潔 呂 健 江川義之 興水ヒカル
コミュニケーション・エラーの発生の可能性に関する実験的検討	同上	6.28	江川義之 庄司卓郎 中村隆宏
「作業手順書（マニュアル）の意義と人間工学面考察」における「安全関連マニュアルとグローバルスタンダード」	同上	6.29	杉本 旭
異種冗長化技術を応用した産業用機械の安全設計法の定量化に関する一考察	第18回設計シンポジウム	7. 4	梅崎重夫 他機関協同
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	第30回安全工学シンポジウム	7.13	梅崎重夫 他機関協同
ロボット安全設計のための停止時間の決定法	同上	7.13	池田博康 杉本 旭

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
結合・減結合回路の任意電磁ノイズ波形印加への適用の一検討	第30回安全工学シンポジウム	7.13	富田 一
建設業における組織レベルの安全施策とその効果に関する調査研究	同上	7.14	庄司卓郎 鈴木芳美
一本棒の柵による人間の進入防止効果について	同上	7.14	深谷 潔
異なるチーム間におけるコミュニケーション・エラーに関する実験的検討	同上	7.14	江川義之 深谷 潔 花安繁郎 鈴木芳美 庄司卓郎 中村隆宏
ガスクロマトグラフィーによるフェールセーフ検知システム	日本機械学会2000年度年次大会	8. 4	杉本 旭
高齢労働者の安全な通勤環境づくりに関する意識調査	産業・組織心理学会	8.30	永山久雄 Sun-Young Lee
二硫化硫黄ガス雰囲気中におけるイオンマイグレーションの加速とそのメカニズム	平成12年度電気学会基礎・材料・共通部門大会	9. 8	本山建雄
建築用タワークレーンの耐震性に関する研究(その4 タワークレーンの応答性状に及ぼす建物の影響)	日本建築学会	9. 8	高梨成次
鉄骨ブレース架構が偏心配置された鉄筋コンクリート造骨組の弾塑性ねじれ応答性状	同上	9. 8	日野泰道
高齢社会での労働環境に関する意識調査(その1, アンケート調査結果 その2, 自由記述の結果と分析)	同上	9.10	永山久雄 Sun-Young Lee
VRシミュレータを用いた掘削作業場面における有効視野	日本応用心理学会第67回大会	9. 9	中村隆宏
天井吊下げ型自由移動装置の走行特性ー走行抵抗のパラメータについてー	第18回ロボット学会学術講演会	9.12	杉本 旭
人間共存のためのロボットの停止形態と安全条件	同上	9.14	池田博康 杉本 旭

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
プリント配線板用ガラスエポキシの撥水性の温度依存性	電気学会誘電・絶縁材料研究会	9.13	本山 建雄
穿孔薄板を用いたコロナ放電装置の基礎特性	第24回静電気学会全国大会	9.13	山隈 瑞樹
グリッド付きノズル型除電器の除電特性	同上	9.13	児玉 勉 他機関共同
導電性ガラスライニング機器の帯電防止効果（Ⅲ）	同上	9.13	児玉 勉 他機関共同
上石流含有物の大きさが流下速度と土石流荷重に与える影響	土木学会第55回年次学術講演会	9.21	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡
強風時における仮設足場の倒壊防止に関する確率的評価	同上	9.21	大幢 勝利 他機関共同
急激な基礎の沈下による移動式クレーンの不安定性	同上	9.22	玉手 聡 堀井 宣幸 豊澤 康男 他機関共同
エア封入式袋体による土留め効果を検証するための遠心載荷模型試験	同上	9.22	豊澤 康男 堀井 宣幸 玉手 聡 他機関共同
粘性土地盤における二段式アンカー土留めの掘削に伴う変形・崩壊挙動	同上	9.22	豊澤 康男 堀井 宣幸 玉手 聡 他機関共同
建設作業員の墜落災害防止に対する意識について	同上	9.23	鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎
我が国における建設労働安全管理の考え方と問題点	同上	9.23	花安 繁郎
温度勾配のある流れ場における微粒子の発火	日本機械学会関東支部茨城講演会	9.22	八島 正明
産業用機械を対象としたリスクアセスメント手法に関する一考察	同上	9.22	梅崎 重夫

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
曲げ疲労におけるIWRCワイヤロープ素線応力について	資源素材学会秋期大会	10. 5	田中正清
クレーン用ワイヤロープの破断事例と対策	機械学会M&M2000材料力学部門講演会	10. 8	田中正清
画像情報を用いた土石流検知手法の検討	第10回インテリジェント・システム・シンポジウム	10.29	濱島京子 堀井宣幸 豊澤康男 玉手 聡
クローラクレーンのつり荷走行時における衝撃荷重の測定	第21回全国クレーン安全大会	11.10	前田 豊
チェンブロック用リンクチェーンの破断事故解析	第25回疲労シンポジウム	11.21	本田 尚 田中正清
粉じん雲中を伝ばする火炎の伝ば特性	第38回燃焼シンポジウム	12. 1	八島正明
超音波とメッシュを使用する粉塵最小着火エネルギー測定装置の基礎特性	平成12年度電気学会東京支部茨城支所研究発表	12. 2	山隈瑞樹 児玉 勉 他機関共同
剛体モデルによる人間の転倒特性の基礎的解析	日本人間工学会第30回関東支部大会	12. 3	永田久雄 他機関共同
双火炎核法による粉じん伝ば火炎の燃焼速度測定	第33回安全工学研究発表会	12. 4	八島正明
画像情報を用いた土石流検知手法の検討 (第二報 移動障害物を考慮した検知手法)	同上	12. 4	濱島京子 堀井宣幸 豊澤康男 玉手 聡
交流アーク溶接作業における感電と作業着の抵抗	同上	12. 5	本山建雄 山野英記 冨田 一 他機関共同
攪拌槽における静電気帯電防止方法に関する検討	同上	12. 5	児玉 勉 他機関共同
316ステンレス鋼溶接金属, 溶接継手の熱疲労及び高温低サイクル疲労強度	第36回高温強度シンポジウム	12. 8	吉久悦二 本田 尚
人間機械協調システムの最適設計法に関する基礎的考察	日本機械学会第9回交通・物流部門大会	12.14	梅崎重夫

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
磁気駆動スイッチを用いたロボット移動 角度検出装置	日本機械学会第9回交通・物流部門 大会	12.14	梅崎重夫 他機関共同
移動式施工ロボット用ロボットビジョン システムの開発	同上	12.14	呂 健 池田博康 梅崎重夫
テルハのリンクチェーン破断事故解析	同上	12.15	本田 尚 田中正清 前田 豊 佐々木哲也 吉久悦二
建設企業における組織の安全対策が職員 の安全行動に及ぼす影響について	災害科学研究会工場災害部会	13. 1.16	庄司卓郎
A New Apparatus for Forming Dust Clouds Using Ultrasonic Vibration for Electrostatic Spark Ignition of Fine Pow- ders for MIE Measurements	2001年度静電気学会春期講演会	3. 9	児玉 勉 山隈瑞樹 他機関共同
土石流による労働災害の防止対策に関す る調査	第28回土木学会関東支部技術研究発 表会	3.15	豊澤康男 堀井宣幸 他機関共同
掘削時における地盤変形と側圧変化に関 する研究	同上	3.15	豊澤康男 他機関共同
可変ブランキング機能を備えた光線式安 全装置の開発	電子情報通信学会総合大会	3.27	梅崎重夫

3) 国際研究集会口頭発表

題 目	発 表 会 名	発表年月日	発 表 者
Reliability Analysis of Construction Scaffolding Systems under Wind Storms	8th ASCE Joint Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, U.S.A	2000. 7.26	K.Ohdo et al.
Behavior of Combustion Zone Propagating through Metal Dust Clouds in Dust Explosions	28th International Symposium on Combustion, UK	7.31	M.Yashima
Past, Present and Future of Construction Safety Management in Japan, (Key Note Lecture)	Construction Engineering and Management Symposium 2000, Thailand	8.22	S.Hanayasu
Properties of a DC Dielectric Barrier Discharge Using a Disc of Glass Beads	X III International Conference on Gas Discharges and Their Applications:GD2000, UK	9. 4	A.Ohsawa et al.
Safety Control Mechanism for Construction Working Robots Working in Collaboration with Human Workers	17th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Taiwan	9.18	H.Ikeda N.Sugimoto
Static Charge Elimination on Pellets in a Silo Using a New Nozzle-Type Eliminator	4th IEJ/ESA Joint Symposium on Electrostatics, Kyoto	9.26	T.Kodama et al.
Preventive Methods for the Propagating Brush Discharge Occurring on Insulating Materials of Flexible Intermediate Bulk Containers	4th IEJ/ESA Joint Symposium on Electrostatics, Kyoto	9.26	M.Yamaguma T.Kodama
Prevention of Incendiary Discharge in a Silo by Using a Newly Developed Electrostatic Eliminator	2000 IEEE-IAS Annual Meeting, Italy	10.10	T.Kodama et al.
Observation of Propagating Brush Discharge on Insulative Film with Antistatic Materials	2000 IEEE-IAS Annual Meeting, Italy	10.10	M.Yamaguma T.Kodama
Characteristics of the Vibrating-Mesh Minimum Ignition Energy Testing Apparatus for Dust Cloud	3rd International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Tsukuba	10.23	M.Yamaguma T.Kodama et al.

題 目	発 表 会 名	発表年月日	発 表 者
Some Aspects in Testing and Assessment of Metal Dust Explosions	3rd International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Tsukuba	10.23	T.Matsuda M.Yashima
Behavior of Combustion Zone Propagating Through Tantalum Dust Clouds	3rd International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Tsukuba	10.24	M.Yashima T.Matsuda
Particle Image Velocimetry (PIV) Analyze of the Flame Structure	3rd International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Tsukuba	10.24	T.Ohtsuka et al.
Decomposing Detonation and Deflagration Properties of Ozone/Oxygen Mixtures	3rd International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Tsukuba	10.27	T.Mizutani H.Matsui
Instability of Mobile Cranes Due to Penetration of Outriggers Induced by Brittle Failure of Ground	Year 2000 Geomechanics, Geotechnical Engineering Conference, Thailand	11.27	S.Tamate N.Horii Y.Toyosawa et al.
Simulaton Failure Mechanism of Anchored Sheet Pile Walls in Centrifuge	Year 2000 Geomechanics, Geotechnical Engineering Conference, Thailand	11.27	Y.Toyosawa N.Horii S.Tamate
On Generalized Frequency Distribution of Accidents Considering Their Damage Magnitude	5th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM5), Osaka	11.27	S.Hanayasu et al.
A Study on the Effect of Organizational Factors on Work Site Safety in the Construction Industry in Japan	5th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM5), Osaka	11.27	T.Shoji et al.
Centrifuge Model Tests on the Stability of a Clayey Ground Improved by Deep Mixing Method with a Low Improvement Ratio	4th International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, U.S.A.	2001. 3.30	N.Horii Y.Toyosawa S.Tamate

4) 著 書

書 名 等	著 者 名	出 版 社 名
<p>「情報システムを活用した安全衛生教育講座」</p> <p>I 安全衛生総論</p> <p>2章3節 災害統計・記録作成等</p> <p>①災害統計分析の意義, ②災害統計分析の応用</p> <p>II 安全管理編</p> <p>5章 機械設備の安全対策</p> <p>1節 機械設備の安全化 ④安全措置</p> <p>2節 安全のための関連技術 ②人間工学</p> <p>3節 使用機械設備の安全対策 ③木工機械 ⑧ロール 機械</p> <p>6章 電気による災害の防止 2節 静電気</p> <p>7章 爆発火災の防止</p> <p>1節 化学設備等の安全対策</p> <p>2節 粉じん・可燃性ガス・蒸気による爆発等の防止</p> <p>3節 事業場における火災の防止</p>	<p>鈴木 芳 美</p> <p>梅 崎 重 夫</p> <p>江 川 義 之</p> <p>杉 本 旭</p> <p>大 澤 敦</p> <p>安 藤 隆 之</p> <p>松 井 英 憲</p> <p>八 島 正 明</p>	<p>中央労働災害防止協会</p>
<p>「労働災害をバーチャルリアリティでシミュレーション」</p>	<p>深 谷 潔</p> <p>江 川 義 之</p>	<p>オーム社</p>
<p>「環境・災害・事故の事典」</p> <p>－産業災害－</p>	<p>松 井 英 憲</p> <p>安 藤 隆 之</p> <p>河 尻 義 正</p> <p>田 中 正 清</p> <p>花 安 繁 郎</p> <p>堀 井 宣 幸</p> <p>松 田 東 栄</p>	<p>丸善株式会社</p>
<p>「次世代燃焼基盤技術の国際動向調査研究 (第1期)」</p> <p>火災・安全分野</p>	<p>八 島 正 明</p>	<p>日本燃焼学会</p>

5) 特 許

区 分	出 願 番 号	発 明 の 名 称	発 明 者
特 許 出 願	特願2000-132364	車椅子転倒防護用エアバッグ	深 谷 潔 他機関共同
特 許 出 願	特願2000-198466	ブランキングシステム (補正)	梅 崎 重 夫 他機関共同
特 許 出 願	特願2000-212683	重機用接触衝撃吸収装置	深 谷 潔 他機関共同
特 許 出 願	特願2000-278074	回転体用リング型信号伝送装置	玉 手 聡
特 許 出 願	特願2000-299642	地耐力測定方法およびその装置	玉 手 聡
特 許 出 願	特願2000-392533	回転体用リング型信号伝送装置 (補正)	玉 手 聡
特 許 出 願	特願2000-339816	タワークレーンの耐震支持装置	前 田 豊 高 梨 成 次 他機関共同
特 許 出 願	特願2000-339818	タワークレーンの耐震支持装置	前 田 豊 高 梨 成 次 他機関共同
特 許 出 願	特願2001-070177	コロナ放電装置	山 隈 瑞 樹 児 玉 勉
特 許 出 願	特願2001-101059	吊下げ移動装置用天井構造	杉 本 旭 他機関共同
特 許 出 願	特願2001-101060	吊下げ移動装置用天井構造	杉 本 旭 他機関共同
特 許 出 願	特願2001-101061	吊下げ移動装置用天井構造	杉 本 旭 他機関共同
特 許 出 願	特願2001-101062	吊下げ移動装置用天井構造及び吊下げ移動装置	杉 本 旭 他機関共同

第3章 関連業務

3.1 外部研究評価会議

当研究所は、平成7年に制定された科学技術基本法、及びこれを受けて策定された科学技術基本計画の主旨に則り、外部の有識者に当研究所の国立研究機関としての役割と調査研究活動について評価を受け、これらの結果を今後の研究所の運営・研究管理に反映させることを目的に、平成9年度から「産業安全研究所外部研究評価会議規程」に基づいて「外部研究評価会議」を開催している。平成12年度には、平成13年4月より特定独立行政法人産業安全研究所としての新たな出発を目前に控えた12月5日に、下記委員から構成される評価会議を開催し、2つの新規提案プロジェクト研究課題の事前評価と2つの特別研究課題の事後評価、及び独立行政法人化後の基盤的研究についての提言を受けた。これらの結果については報告書としてとりまとめ、その概要をインターネットにより公表している。

議長	黒田 勲	日本ヒューマンファクタ研究所長
委員	安達 洋	日本大学理工学部 教授
同	飯塚 義明	三菱化学株式会社横浜総合研究所生産工学研究所 リサーチフェロー
同	上原 陽一	横浜安全工学研究所長（横浜国立大学 名誉教授）
同	大久保 堯夫	日本大学生産工学部 教授
同	小川 鑛一	東京電機大学理工学部 教授
同	小林 英男	東京工業大学大学院理工学研究科 教授
同	重松 開三郎	株式会社重松製作所 取締役会長
同	末岡 徹	大成建設株式会社技術研究所 企画部長
同	高田 博尾	清水建設株式会社技術研究所 主席研究員
同	竹谷 是幸	中立電気株式会社 専務理事
同	仁田 周一	東京農工大学工学部 教授
同	深倉 寿一	株式会社東芝 電力・産業システム技術開発センター 首席技監
同	蓬原 弘一	日本信号株式会社研究開発センター 安全研究室長・理事
同	若倉 正英	神奈川県産業技術総合研究所資源生活工学部 専門研究員

3.2 研究所主催行事

1) 安全技術講演会

当研究所の研究成果は、産業安全研究所研究報告等及び学協会における誌上発表・口頭発表により公表するほか、昭和60年以来毎年、安全技術に関する講演会を開催し、研究成果の平易な解説や安全技術情報の提供を行っている。平成12年度には、「新しい解析手法による安全研究」をメインテーマとして、10月12日に産業安全技術館（東京）において、また10月17日には大阪産業安全技術館において、下記の演題により講演会を開催した。参加者数は、東京会場が107名、大阪会場が66名、計173名であった。

(1) 赤外線を用いた構造部材の非破壊検査法について 機械システム安全研究部 本田 尚

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------|
| (2) シミュレーションによる粉体サイロの静電気爆発危険性評価 | 物理工学安全研究部 | 大澤 敦 |
| (3) 特別講演「韓国の化学プラントにおけるヒューマンエラーの統計解析」 | | |
| | 韓国産業安全公団産業安全保健研究院 | 金 斗煥 |
| (4) 建設企業における安全管理と職員の安全行動に関する実態調査 | 境界領域研究グループ | 庄司卓郎 |
| (5) 強風による建設用仮設足場の倒壊災害の防止 | 建設安全研究部 | 大嶋勝利 |

2) 所内講演会

当研究所の研究員全員が参加する研究討論会においては、研究の活性化を図るため、研究所外から各分野の専門家を講師として招いて所内講演会を開催している。平成12年度には下記の講演会を開催した。

平成12年9月19日 「不均衡エレクトレットの圧電特性」

ポーランド プロツラフ工科大学 助教授 Dr.R.Kacprzyk

3) 研究施設の公開および見学

(1) 研究施設の一般公開

科学技術庁主催による科学技術週間における活動の一環として、研究施設の一般公開を平成12年4月12日に実施した。当日は一般コース（午前）と専門コース（午後）に分けて18の研究施設公開を行った。参加者数は企業の安全担当者、学生、団体見学者等を含めて、延べ174名（一般コース：83名、専門コース：91名）であった。

(2) 施設の見学

内外団体等から依頼があった場合、研究活動に支障を及ぼさない範囲で研究施設の見学に応じた。平成12年度の主な見学者は次のとおりである。

(i) 国外来訪者

韓国産業安全公団、JICA労働安全セミナー研修生、韓国産業安全保健研究院、韓国先端科学技術研究所、インドネシアカウンターパートJICA研修生、フランスブルージュ工科大学、韓国法制研究院、タイ労働安全衛生センターJICA研修生、中国光明日報、モンゴル職場指導者労働安全代表団、インドネシア労働安全衛生監督局、英国安全衛生庁、フィンランド労働衛生研究所、中国南京理工大学、ILOマルチバイ技術協力/労働及び雇用政策フェローシップ視察団、他

(ii) 国内来訪者

早稲田大学人間科学部、国立健康・栄養研究所、厚生労働省、神奈川県産業技術総合研究所、労働研修所、尾島町議会厚生環境委員会、鉱業労働災害防止協会、東京大学大学院工学研究科、日本大学生産工学部大学院、広島市役所、火薬学会火工品部会、愛知労働局、他

3.3 行政機関等に対する協力

1) 災害調査等における協力

行政機関等名称	協 力 事 項	年月日	氏 名
熊本労働局	保管庫棚崩壊災害の原因調査	12. 5. 8	田中正清
		～5. 9	吉久悦二
労働省安全衛生部安全課	日進化工株式会社群馬工場におけるヒドロキシルアミン蒸留塔爆発事故調査	6.11	松井英憲
		6.22	安藤隆之
			藤本康弘
			板垣晴彦
			水谷高彰
八幡東警察署	株式会社スペースワールド設置のスペースショットに関する捜査関係事項照会に対する回答	6.13	田中正清
仙台労働基準監督署	東北石油株式会社仙台精油所における火災災害調査	7. 6	板垣晴彦
北九州西労働基準監督署	金属粉の火災・爆発災害に係る調査測定依頼	7.10	松山東栄
太田労働基準監督署	日進化工株式会社群馬工場における爆発事故調査	7.17	藤本康弘
厚木労働基準監督署	有限会社鈴木製作所における労働災害原因調査	10.23	山隈瑞樹
太田労働基準監督署	日進化工株式会社群馬工場における爆発事故調査	11.30	安藤隆之
			藤本康弘
姫路労働基準監督署	虹技ロール株式会社姫路西工場における豎形遠心铸造機の溶湯飛散事故の調査	13. 1. 9	吉久悦二
		～1.10	板垣晴彦
千葉労働局	三井造船千葉機工エンジニアリング株式会社におけるクレーンワイヤロープ切断原因の調査	2. 7	田中正清
太田労働基準監督署	日進化工株式会社群馬工場における爆発事故調査	3.16	八島正明
網干警察署	内金型及びボルトが固着するトップコア鑑定	3.21	吉久悦二
八王子労働基準監督署	交流アーク溶接機にかかる鑑定	3.21	山野英記
			本山建雄
			富田 一
下館基準監督署	コンクリート製品工場における圧力容器破裂災害事故の原因調査	3.22	田中正清
			吉久悦二
			本田 尚

2) 委員会活動等における協力

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
労働省	大規模建設工事計画審査委員会委員	河尻義正
労働省労働基準局	大規模建設工事に係る審査委員による現地調査	河尻義正
労働省労働基準局	足場等の安全対策検討会	河尻義正
通商産業省	日本工業標準調査委員会	尾添博
通商産業省	事故原因技術解析ワーキンググループ	江川義之
人事院	安全専門委員	尾添博
人事院	平成13年度労働基準監督官採用試験専門委員	山隈瑞樹 佐々木哲也
消防庁消防研究所	OECD-IGUS-EOS Adhoc 国際委員会	藤本康弘

3) 研修講師派遣等における協力

行政機関等名称	講 演 課 題 等	年月日	氏 名
労働研修所	化学設備の基本的知識	12. 5.16	八島正明
労働研修所	土砂崩壊災害の防止対策	5.17	豊澤康男
労働研修所	土砂崩壊災害の防止対策	5.17	玉手 聡
労働研修所	仮設構造物の強度計算	5.18	永田久雄
労働研修所	仮設構造物の強度計算	5.18	河尻義正
労働研修所	工学の基礎知識	5.19	大幢勝利
労働研修所	工学の基礎知識（化学）	5.24	藤本康弘
千葉労働局	工作機械等の制御機構のフェールセーフ化に関するガイドライン	6.22	梅崎重夫
労働研修所	自動化と安全	7.13	杉本 旭
東京農工大学	事故の科学－安全な商品を作る	7.18	杉本 旭
岡山労働局	フェールセーフについて	7.19	杉本 旭
労働研修所	力学の基礎	8.30	吉久悦二
労働研修所	クレーン等の構造力学	8.31	前田 豊
科学警察研究所	機械構造物の破壊	10.24	田中正清
愛知労働局	仮設足場の管理上の留意点等について	11.14	大幢勝利
運輸省港湾技術研究所	我が国における建設労働安全管理の考え方と問題点	11.21	花安繁郎
国際協力事業団	建設安全マネジメントにおける関連法規について	11.24	豊澤康男
青森労働局	土砂崩壊災害の防止対策	12.22	豊澤康男
労働研修所	フェールセーフ	13. 1.25	杉本 旭
労働研修所	電気災害の防止対策	3. 1	山隈瑞樹
労働研修所	爆発火災の防止対策	3. 2	藤本康弘

4) その他

行政機関等名称	協 力 事 項	年月日
労働省	野寺労働基準局長ほか1名が研究業務視察のために来所	12. 6. 8
国立健康・栄養研究所	職員4名が研究業務打ち合わせ及び研究施設見学のために来所	6.14
神奈川県産業技術総合研究所	職員2名が研究打ち合わせ及び研究施設見学のために来所	6.16
労働省	伊藤安全課長ほか1名が研究業務視察のために来所	6.23
労働省	杉浦計画課長ほか2名が研究業務視察のために来所	6.27
労働研修所	都道府県労働基準局安全・衛生課職員21名が研修のために研究施設を見学	7.18
尾島町議会厚生環境委員会	議長ほか8名が研究業務視察のために来所	8.17
広島市役所	職員ほか3名が研究業務視察のために来所	13. 1.17
労働研修所	厚生労働技官33名が研修のために研究施設を見学	1.23
厚生労働省	坂本安全衛生部長ほか1名が研究業務視察のために来所	2.20
愛知労働局労働基準部	安全課長が研究業務視察のために来所	3.14

3.4 外部機関との協力

1) 学協会の委員会活動等への協力

学協会への協力としては、産業安全に関する調査・研究、規格・基準作成の委員会活動、講演会等に参加して当研究所の研究成果を反映するなど、学術・技術の面で学協会等の事業に協力しており、平成12年度には主として以下の学協会等に協力した。

○学会・協会

安全工学協会、応用物理学会、火薬学会、高圧ガス保安協会、資源・素材学会、静電気学会、全国指定教習機関協会、実践教育訓練研究協会、電気学会、電気設備学会、電子情報通信学会、土質工学会、土木学会、日本化学会、日本学術会議、日本火災学会、日本機械学会、日本規格協会、日本靴医学会、日本建築学会、日本材料学会、日本心理学会、日本騒音制御工学会、日本人間工学会、溶接学会

○防災関連団体

安全衛生技術試験協会、仮設工業会、建設業労働災害防止協会、鉱業労働災害防止協会、合板仮設安全技術協会、産業安全技術協会、産業安全コンサルタント協会、中央労働災害防止協会、東京労働基準協会連合会、日本クレーン協会、日本ボイラ協会、日本労働安全衛生コンサルタント会

○その他の団体

宇宙開発事業団、エネルギー総合工学研究所、神奈川県工業技術研修センター、金属材料技術試験所、

原子力安全システム研究所，研削砥石工業会，鋼材倶楽部，国際協力事業団，四国地区電力需要者協会，製品安全協会，全国火薬類保安協会，総合安全工学研究所，損害保険料率算定会，電気絶縁材料工業会，動力炉・核燃料開発事業団，日本海事検定協会，日本化学工業協会，日本機械工業連合会，日本橋梁建設協会，日本工作機械工業会，日本鋼索工業会，日本産業機械工業会，日本産業用ロボット工業会，日本材料試験技術協会，日本鍛圧機械工業会，日本電気協会，日本電気技術者協会，日本電機工業会，日本電子部品信頼性センター，日本電設工業協会，日本能率協会，日本非破壊検査協会，日本粉体工業技術協会，日本保安用品協会，日本マグネシウム協会，日本溶接協会，廃棄物研究財団

2) 技術指導，研究協力等

(1) 国内共同研究

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
横浜国立大学工学部物質工学科	定量的リスク評価を指向した新しい災害統計分析手法の構築	10. 5. 1 ～13. 3.31	花 安 繁 郎
鹿島建設株式会社	転倒衝撃吸収用エアータグの開発及び評価に関する研究	11. 5.14 ～12. 7.31	深 谷 潔
神鋼電機株式会社	施工作業用ロボットシステムの開発に関する研究	11. 6. 1 ～13. 3.31	梅 崎 重 夫 池 田 博 康 清 水 尚 憲 富 田 一 呂 健
藤倉化成株式会社	ゴムセンサを用いる接触検知用バンパーの開発	11. 6. 1 ～13. 3.31	池 田 博 康 清 水 尚 憲
仮設工業会	くさび結合式足場の安全性に関する研究	11. 8. 1 ～13. 6.30	河 尻 義 正 大 幡 勝 利 高 梨 成 次
住友化学工業株式会社	人体検出用静電容量センサーの開発に関する研究	12. 3. 1 ～13. 3.31	梅 崎 重 夫
住友化学工業株式会社	人体と物体の識別装置の高度化に関する基礎的研究	12. 4. 1 ～13. 3.31	梅 崎 重 夫
産業安全技術協会	新規化学物質等の爆発危険性の解明とデータベースの構築に関する研究	12. 8.31 ～15. 3.31	松 井 英 憲 松 田 東 栄 板 垣 晴 彦 水 谷 高 彰
産業安全技術協会	最小着火エネルギー試験法の開発と試験基準に関する研究	12. 8.31 ～15. 3.31	児 玉 勉 山 隈 瑞 樹 大 澤 敦

(2) 国際共同研究（研究協力協定を含む）

協力先機関名	協力事項	年月日
The Health and Safety Laboratory (英国)	暴走化学反応，ガス爆発及び粉じん爆発等による爆発災害防止に関する研究	10. 1.14 ～13. 1.13
韓国産業安全公団産業安全保健研究院	共同研究，共同セミナー，人的交流，情報交換等の実施	11.11.2 ～14.11. 1

(3) 技術指導等

協力先機関名	協力事項	年月日	協力者氏名
旭化成工業株式会社延岡支社	安全教育教材導入に関する技術指導について	12. 6.23	清水尚憲
エイジレスエンバイロメント・テクノロジー研究会	ビデオ制作(来るべき超高齢社会のために)	8.17	永田久雄

(4) 科学技術特別研究員・STAフェロー・支援協力員等

研究テーマ	所属・職名	期間	氏名
労働環境における高齢者のための照明環境評価に関する研究	科学技術特別研究員	12. 4. 1 ～13. 3.31	Sun-Young Lee
仮設建造物の耐風性に関する研究	重点研究支援協力員	12. 4. 1 ～13. 3.31	米山義範
VR技術を応用したマン・マシンシステムの危険性評価に関する研究	重点研究支援協力員	12. 4. 1 ～13. 3.31	輿水ヒカル
コンピュータシミュレーションによる化学プロセスの危険性評価に関する研究	重点研究支援協力員	12. 4. 1 ～13. 3.31	Ou-sup Han
自動生産システムを対象としたフェールセーフデバイスの高度化に関する研究	重点研究支援協力員	12. 4. 1 ～13. 3.31	小林茂信
制御装置の電磁ノイズ耐性評価技術の開発に関する研究	重点研究支援協力員	12. 4. 1 ～13. 3.31	小松順磨
新原材料の静電気による着火危険性の評価技術に関する研究	STAフェロー	13. 1.10 ～15. 1. 9	Sang-Won Choi
時系列周波数解析とウェーブレット解析による材料の非破壊損傷評価に関する研究	STAフェロー	13. 2.21 ～15. 2.20	Shiwei Ma

3) 外部機関の研究員の招へい

(1) 海外研究員

研究テーマ	所属・職名	期間	氏名
放電プラズマによる環境汚染防止技術に関する研究	韓国済州専門大学環境工学科 助教授	12. 7.24 ～ 8.19	Hyun-Choon Kang
機能性金属粉体の静電気による爆発危険性の解明に関する研究	ポーランドブロッラフ工科大学 電気工学科助教授	12. 9.18 ～10. 1	Ryszard Kacprzyk
機能性金属粉体の静電気による帯電特性に関する研究	韓国仁荷大学校電気工学科 博士課程(Winter Institute)	13. 1.15 ～ 2.22	Jung-Il Jeong

4) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
科学技術庁派遣長期在外研究員	ポーランドワルシャワ工科大学熱工学部	希土類金属の反応性評価法の開発に関する研究	11. 9. 1 ～12. 8.31	大塚輝人

5) 外部機関の研究生の受託

区分	受託件数	人員数
大学関係の研究生（国内）	8	8
大学関係の研究生（海外）	2	2
大学関係を除く機関の研究生（国内）	3	4
合計	13	14

6) 国際協力, 海外派遣等

(1) 海外派遣

機関等の名称	協力事項等	年月日
ソウル産業大学安全工学科	物理工学安全研究部兎玉勉, 山隈瑞樹が, 天然ガス噴出時の静電気の発生及び危険性評価に関する研究に対する諮問のため, 韓国へ出張	12. 4.18 ～ 4.23
ISO/TC96国際会議	機械システム安全研究部前田豊が, 日本クレーン協会の依頼によりISO/TC96国際会議に出席のためイタリアへ出張	5. 8 ～ 5.16
アジア工科大学	研究企画調整課花安繁郎が, アジア工科大学主催による国際シンポジウムにおける基調講演及び同大学での講義のためにタイへ出張	8.20 ～ 8.26
韓国安全公団産業安全保健研究院	化学安全研究部松井英憲が, 韓国産業安全公団における研究セミナーでの特別講演及び共同研究に関する協議のため韓国へ出張	11. 2 ～11. 5
ESAB(スウェーデン)及びTWI(英国)	物理工学安全研究部本山建雄が, 産業安全技術協会の依頼により交流アーク溶接機用自動電撃防止装置に関わる海外調査のためスウェーデン及び英国へ出張	12. 9 ～12.15
NILP(ベトナム)	機械システム安全研究部杉本旭が, 国際協力事業団の依頼により平成12年度の個別派遣専門家・ベトナム・労働災害対策専門家としてベトナムへ出張	13. 1. 8 ～ 1.20

(2) 海外からの来訪者

機関等の名称	協力事項等	年月日
韓国産業安全公団産業安全保健研究院	職員 4 名が研究協力協定に基づく打ち合わせのため来訪	12. 4. 7
タイ労働安全衛生センター	職員 Ms.ThongpuchungがJICAカウンターパート研修生として安全衛生展示の研修のため来訪	4.13
韓国先端科学技術研究所	職員 3 名が研究業務視察のため来訪	5. 8
モンゴル職場指導者労働安全代表団	代表団 5 名が研究業務視察のため来訪	5.24

機関等の名称	協力事項等	年月日
インドネシア労働省安全衛生局	職員 Mr.MujiyonoがJICAカウンターパート研修生として機械安全研修のために来訪	6. 5
フランスブルジュ工科大学	研究員 Dr.Boudon ほか1名が産業安全研修のために来訪	7. 3
マレーシア国立労働安全衛生センター	所長 Dr.Basri が研究業務視察のために来訪	7.12
韓国法制研究院	職員1名が日本の安全制度の研修のために来訪	7.18
インドネシア労働省安全衛生局	職員 Mr.Sutanto がJICAカウンターパート研修生としてクレーン安全研修のために来訪	8. 8
韓国産業安全公団産業安全保健研究院	全斗煥主席研究員を共同研究、共同セミナー等の企画、運営に関する協議と実施のため招へい	10.11 ～10.18
JICA労働安全衛生セミナー	研修員19名及びコースリーダー1名が産業安全研修のために来訪	10.19
英国安全衛生庁(HSE)	HSE主席監督官Dr.Byrom及び英国大使館一等書記官Mr.Stuartが研究業務視察のために来訪	10.23
韓国産業安全公団産業安全保健研究院	李萬浩主席研究員ほか1名が建設安全の研修のために来訪	10.24
インドネシア労働省安全衛生局	職員 Mr.Armanda ほか2名がJICAカウンターパート研修生として仮設機材安全研修のために来訪	11.17
フィンランド労働衛生研究所	職員 Ms.Laiten ほか2名が研究業務視察のために来訪	11.28
中国南京理工大学	陳副教授ほか3名が研究業務視察のために来訪	12. 7
韓国釜慶大学	睦演珠教授ほか3名が研究討議のために来訪	13. 1.30
タイ労働安全衛生センター	職員 Mr.Jetyanuwatr がJICAカウンターパート研修生として電気安全の研修のために来訪	2.13 ～ 2.16
ILOマルチバイ技術協力プロジェクト視察団	労働及び雇用政策フェローシップ視察団11名が研究業務視察のために来訪	3.14

第4章 産業安全技術館業務

4.1 産業安全技術館の活動

産業安全研究所では付属施設として産業安全技術館を設け、研究成果並びに災害防止に関する各種の資料を整備し、広く安全知識や安全技術情報の提供と普及を図るとともに、各種の安全技術相談に応じている。

産業安全技術館（東京）の施設の概要は次のとおりである。

第1展示場	1階	336㎡	第2展示場	2階	573㎡	図書室	1階	95㎡
第3展示場	2階	376㎡	特別展示場	2階	333㎡	見学指導室	1階	146㎡

1階第1展示場は主に機械関係の展示で、機械的な潜在危険の認識に関する展示に始まり、プレス機械の安全問題の変遷、最新のフェールセーフ型を始め各種型式のプレス機械や木工機械の安全装置、及び防護柵の間隔測定、電磁ノイズ誤動作に関する体験装置、並びに作業能率比較体験装置などから構成されている。

2階第2展示場では、「高齢者の災害防止」の一環として、身体機能を来館者自身がチェックできる「立つ」（平衡感覚）、「聞く」（聴力）、「見る」（視力）の体験装置、産業安全に関するクイズに挑戦する対話型質問装置（Q and A）、安全衛生教育用各種ビデオを自動上映するビデオシアター、保護具をはじめ建設、感電、静電気、爆発などの各種災害防止のためのコーナーがあり、ここでは静電気の発生やガス、蒸気、粉じんの爆発を実験で理解させる装置と防爆電気機器のモデル展示などを行っている。また、2階第3展示場では、仮設構造物安全コーナー、自動機械安全コーナー、安全人間科学コーナー、電磁ノイズ対策コーナー、材料安全コーナーを設け、より専門的な安全技術の展示を行っている。さらに、2階特別展示場では労働災害の動向や新しい災害に対する安全技術など、時期に応じたテーマを選び、一定期間特別展示を実施している。安全技術情報コーナーでは、安全に関する技術資料、雑誌などを収集し、自由に利用することができる。

平成12年度における産業安全技術館の主な活動は次のとおりである。

(1) 常設展示

第1、第2及び第3展示場にて常設展示を行った。

(2) 特別展示及び展示協力等

平成12年4月1日～4月30日 前年度に引き続き、特別展「産業現場における安全標識」を開催した。

平成13年1月11日～12日 展示会「ユニバーサルデザインと高齢社会」の展示協力を行った。

(3) 安全に関する技術相談

安全に関する技術相談（322件）に応じたほか、団体来館者に対して見学指導・解説を行った。

(4) 開館日数及び来館者数

開館日数 245日（平成12年4月3日～平成13年3月30日）

来館者数 37,439名（うち団体 168組、2,528名 個人 34,911名）

(5) 国外からの来館者及び国内来館団体

(i) 国外からの来館者

タイ労働安全衛生センター，インドネシア労働安全衛生局，中国国家炭鉱安全監察局，ベトナム国家労働保護研究所，JICA安全衛生セミナー研修生，マレーシア労働安全衛生センター，韓国産業安全保健研究院，フィリピン保健省，スリランカ労働省，タイ保健省，タンザニア労働衛生サービスセンター，ジャマイカ保健省，中国国家経済貿易委員会，香港OSHC調査団

(ii) 主な国内来館団体

(ア) 教育・研究・行政機関

厚生労働省，神奈川県相模原商工労働センター，国際郵便局，東京都建築教育研究会，海上自衛隊，横浜国立大学，順天堂大学，東洋大学，東京電気専門学校，文京区建設業協会，栃木足柄鉄工業協会，千葉建設労働組合，社会保健労務士会，日本住宅都市整備公団，中小企業国際人材育成事業団，大蔵省印刷局虎の門工場，千葉県立京葉工業高等学校，山形県鶴岡中学校，宮城県宮城中学校

(イ) 一般事業場

アルバファインテック(株)，JR東日本総合研修所，JR川崎，総合住宅生活(株)，東京ガステクノサービス(株)，富士石油(株)，武田機工(株)，テイトデンキ，日野自動車(株)，森永エンジニアリング(株)，東京電力(株)，川崎電設(株)，日本メッセ(株)，興研(株)，昭和エンジニアリング(株)，桂木建設(株)，川岸工業(株)，中部電力(株)

4.2 大阪産業安全技術館の活動

東京産業安全技術館と同様な目的で大阪産業安全技術館が設立されており，平成8年8月30日に新庁舎が竣工するとともに新装オープンした。

大阪産業安全技術館の施設の概要は次のとおりである。

1階展示ホール	79㎡	2階特別展示場	75㎡	2階事務室	79㎡	2階図書室	32㎡
2階見学指導室	77㎡	3階常設展示場	395㎡	6階講堂	194㎡		

1階展示ホールには，様々な機械の要素をイメージしたボールサーカスによるシンボルディスプレイがある。2階の特別展示場では，労働災害の動向に応じた最新の安全技術など，時期に応じたテーマについて一定期間展示している。見学指導室・図書室では，安全に関する技術資料，雑誌などを収集し，来館者は自由に利用することができる。3階の常設展示場には，8つの展示コーナーを設け，安全に関する実物の装置や模型，映像等による体験・対話型の展示資料を主体とした安全技術の解説を行っている。各コーナーにおける主な展示資料は以下のとおりである。

機械安全コーナー	実物ロボットによる模擬工場，プレス実機と安全装置，同シミュレータ
爆発災害防止コーナー	デーヴィの安全灯，スパークエネルギー発生装置，自動ガス爆発装置，粉塵爆発実演装置，各種ガス検知器類，防爆電気機器類，安全器類
静電気安全コーナー	帯電除電模擬装置，摩擦帯電・静電誘導実験装置，各種測定器・対策機器材

感電災害防止コーナー	感電危険実演装置，漏電遮断器動作模型，各種計器類
建設災害防止コーナー	型枠支保工，土留め支保工，座屈柱，ゴンドラ模型，安全ネット，Q & A対話装置
安全人間科学コーナー	視覚・聴覚診断評価システム，自立機能評価システム，階段・スロープ体験装置
保護具コーナー	各種保護具の展示
ビデオシアターコーナー	各種安全教育ビデオのボタン選択による自動上映

平成12年度の大阪産業安全技術館の主な活動は以下のとおりである。

(1) 常設展示にて常設展示を行った。

(2) 安全に関する技術相談

安全に関する技術相談（86件）に応じたほか，団体来館者に対して見学指導・解説を行った。技術相談の主な内容は以下のとおりである。

保護具の性能と選定について，危険場所における携帯電話の使用について，FAガードについて，流体継手カプラの危険場所での使用の可否について，電気製品の防爆構造について，トナーの粉塵爆発の危険性について，危険場所の判定について，足場の壁繋ぎの取付方法について，活線作業用器具について，局所排気装置付切断機の性能について，電磁波防護用シートについて等

(3) 安全教育研究会及び労働衛生教育研究会

(i) 安全教育研究会

開催日時：平成12年 6 月25日

内 容：安全教育シリーズビデオ作品3本上映

講演「非定常作業に適用した監督指示の方法を身に付けさせるには」

参加者：47社，55名

(ii) 労働衛生教育研究会

開催日時：平成12年 9 月19日

内 容：労働衛生教育シリーズビデオ3本上映

講演「衛生スタッフの行う健康診断のフォローとプライバシー対応」

参加者：46社，52名

(4) 開館日数及び来館者数

開館日数 245日（平成12年 4 月 3 日～平成13年 3 月30日）

来館者数 4,337名（うち団体36組，1033名，個人3304名）

付 録

1) 産業安全研究所年譜

- 昭和16年 伊藤一郎氏その他民間有志から国立安全研究機関の設立について提唱され、安全研究所の開設を具体化するため、官民合同の設立委員会が設置される。
- 昭和17年 1月30日 厚生省産業安全研究所が開設され、初代所長に厚生技師武田晴爾が就任。
- 昭和17年11月 1日 厚生省研究所産業安全部と改称される。
- 昭和18年 9月 8日 附属産業安全参考館の開館式を挙行、同10日より一般公開が開始される。
- 昭和22年 9月 1日 労働省の発足と共に厚生省より移管され、労働省産業安全研究所と改称される。組織が所長、庶務課、安全科、機械科、土木建築科、化学科と改められる。
- 昭和24年 6月20日 安全科が参考館課と改称される。
- 昭和24年 8月27日 武田所長退官し、化学課長中島誠一が所長に就任。
- 昭和27年 3月20日 中島所長退官し、福島労働基準局長高梨湛が所長に就任。
- 昭和27年 9月 1日 組織が所長、庶務課、指導課、機械課、土木建築課、化学課、電気課と改められる。
- 昭和27年11月15日 開所10周年記念式典が当所講堂で労働大臣ら臨席のもとで行われる。
- 昭和28年12月16日 産業安全参考館が産業安全博物館と改称される。
- 昭和29年 3月16日 組織が所長、庶務課、特殊技術指導部（指導課、博物館課）、研究部（機械課、土木建築課、化学課、電気課）に改められる。
- 昭和36年 4月 1日 土木建築課が土木課、建築課に改組される。
- 昭和36年 4月12日 大阪市森ノ宮東之町に大阪産業安全博物館を開設し、一般公開が開始される。
- 昭和39年 7月 1日 高梨所長退官し、労働省労働基準局安全課長山口武雄が所長に就任。
- 昭和40年 4月 1日 研究部に防爆課が新設される。
- 昭和41年12月23日 東京都清瀬市の日本鋼管付属病院敷地を買収し、屋外実験場とする。
- 昭和42年 1月17日 旧田町庁舎改築のため、屋外実験場の一部を仮庁舎として移転。
- 昭和43年 6月15日 山口所長労働省安全衛生部長に転任し、労働省安全衛生部安全課長住谷自省が所長に就任。
- 昭和45年 5月 1日 組織が所長、機械研究部、土木建築研究部、化学研究部、電気研究部の4研究部、博物館課及び庶務課の2課に改められる。
- 昭和45年 5月18日 住谷所長退官し、電気研究部長上月三郎が所長に就任。
- 昭和46年 3月31日 産業安全会館竣工。
- 昭和46年 4月23日 産業安全博物館を産業安全技術館と改称し、博物館課を安全技術課と改称する。
- 昭和46年10月 1日 産業安全技術館が田町新庁舎に開館される。
- 昭和49年 6月 4日 上月所長退官し、機械研究部長秋山英司が所長に就任。
- 昭和52年 3月22日 清瀬実験場に機械実験棟が竣工。
- 昭和52年 4月 1日 秋山所長退官し、北海道労働基準局長川口邦供が所長に就任。
- 昭和58年 4月 1日 川口所長退官し、土木建築研究部長森宜制が所長に就任。
- 昭和59年 3月31日 清瀬実験場に機械安全システム実験棟が竣工。
- 昭和60年 2月 1日 森所長退官し、機械研究部長前郁夫が所長に就任。
- 昭和60年 3月28日 清瀬実験場に化学安全実験棟が竣工。

- 昭和60年 6月25日 第1回産業安全研究所安全技術講演会が田町庁舎8階講堂で開催される。
- 昭和60年 9月17日 田町庁舎内産業安全技術館一階部分が改装される。
- 昭和61年 5月29日 皇太子殿下清瀬実験場へ行啓，研究施設等を御視察になる。
- 昭和62年 1月19日 田町庁舎内産業安全技術館2階の建設安全関係の展示室が改装される。
- 昭和63年 3月29日 田町庁舎内産業安全技術館2階の化学・電気安全関係の展示室が改装される。
- 昭和63年 5月31日 清瀬実験場に建設安全実験棟が竣工。
- 平成 2年 4月 1日 前所長退官し，田中隆二が所長に就任。
- 平成 2年10月25日 清瀬実験場に電気安全実験棟及び環境安全実験棟が竣工。
- 平成 3年 3月31日 田中所長退官。
- 平成 3年 4月 1日 土木建築研究部長木下鈞一が所長に就任。
- 平成 4年 4月30日 清瀬実験場に材料・新技術実験棟が竣工。
- 平成 4年 5月30日 清瀬実験場に総合研究棟が竣工。
- 平成 4年 6月19日 総合研究棟及び材料・新技術実験棟落成式並びに設立50周年記念式典挙行。
- 平成 4年 7月 1日 産業安全研究所を田町庁舎から清瀬実験場に移転。
- 平成 5年 5月 1日 改築のため大阪産業安全技術館が仮庁舎に移転。
- 平成 6年 4月 1日 木下所長退官し，化学研究部長森崎繁が所長に就任。
- 平成 7年 4月 1日 4研究部が機械システム安全研究部，建設安全研究部，化学安全研究部及び物理工学安全研究部に改められる。
- 平成 7年 7月 7日 産業安全技術館が全面改装され，記念講演会が開催される。
- 平成 8年 8月30日 大阪産業安全技術館が改築竣工。
- 平成 9年 4月 1日 安全技術課が研究企画調整課に改組される。
森崎所長退官し，物理工学安全研究部長田島泰幸が所長に就任。
- 平成11年 1月27日 共同研究実験棟が竣工。
- 平成12年 3月31日 田島所長退官。
- 平成12年 4月 1日 福岡労働基準局長尾添博が所長に就任。
- 平成13年 1月 6日 厚生労働省の発足とともに，厚生労働省産業安全研究所となる。
- 平成13年 3月31日 尾添所長退官。
- 平成13年 4月 1日 独立行政法人通則法の施行に伴い，独立行政法人産業安全研究所となる。
尾添博が理事長，河尻義正が理事に就任。
組織が理事長，理事，監事（非常勤），総務課，研究企画調整部，研究部（機械システム安全研究グループ，建設安全研究グループ，化学安全研究グループ，物理工学安全研究グループ，境界領域・人間科学安全研究グループ）に改められる。

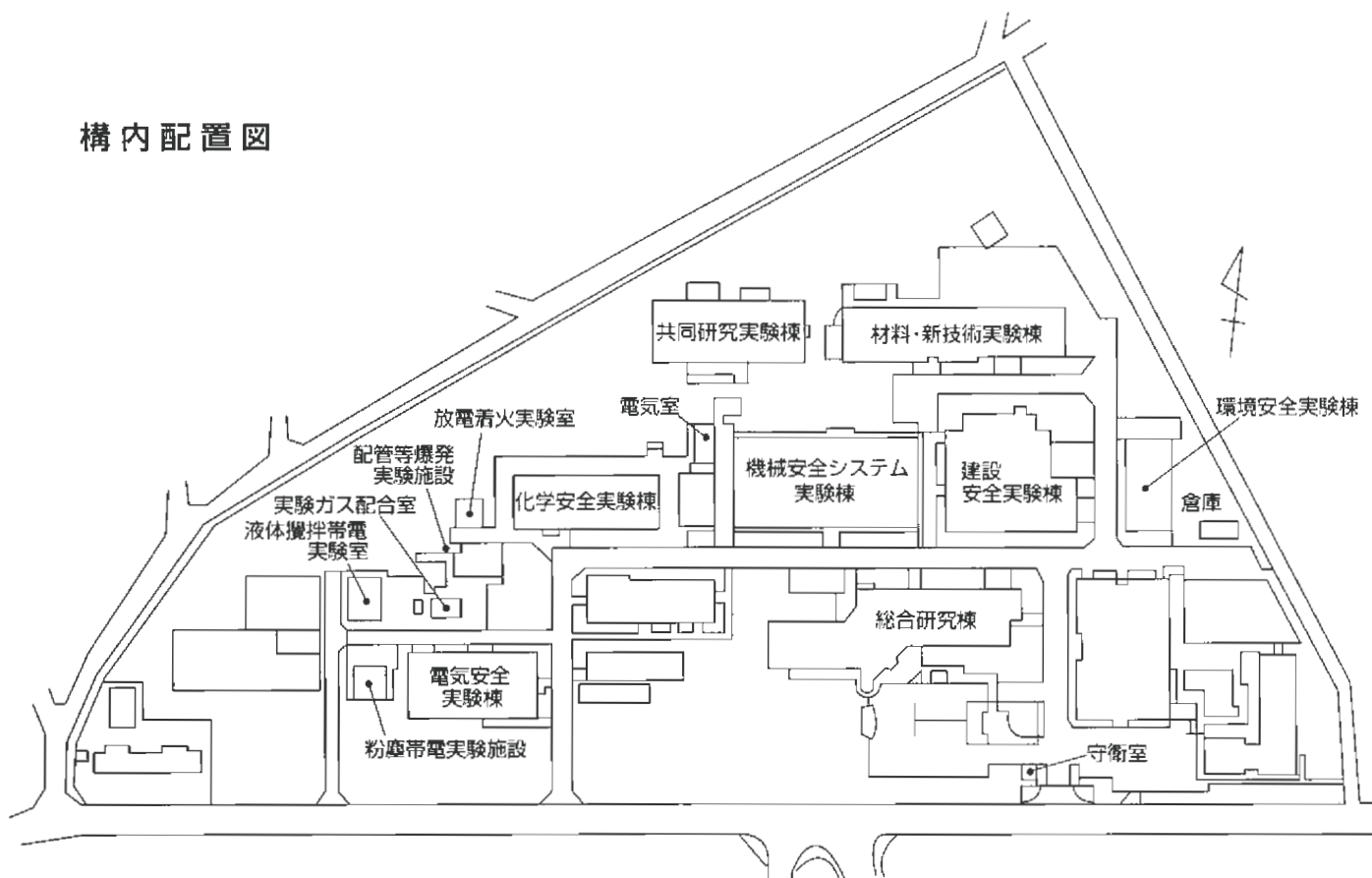
2) 産業安全研究所案内図

独立行政法人産業安全研究所
 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号
 Tel. (0424)91-4512(代表)
 Fax. (0424)91-7846
 ホームページ <http://www.anken.go.jp/>

交通機関
 西武池袋線清瀬駅南口下車，バス停2番乗車，
 東京病院下車（所要時間7分）



構内配置図



産業安全研究所年報

平成12年度

発行日	平成13年5月30日
発行所	独立行政法人産業安全研究所 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6 電話 0424-91-4512(代表) FAX 0424-91-7846 ホームページ http://www.anken.go.jp/

印刷所 (有)祥栄堂

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

2000