

産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1998

平成10年度

共同研究実験棟落成



落成した共同研究実験棟の全景



実験棟内の風洞実験設備の送風機



VR(バーチャルリアリティ)実験施設

科学技術週間に研究所を一般公開



研究所一般公開の風景（平成10年4月15日）

外部研究評価会議を開催



外部研究評価会議の風景（平成10年11月11日）

所内研究討論会における招聘研究者の講演



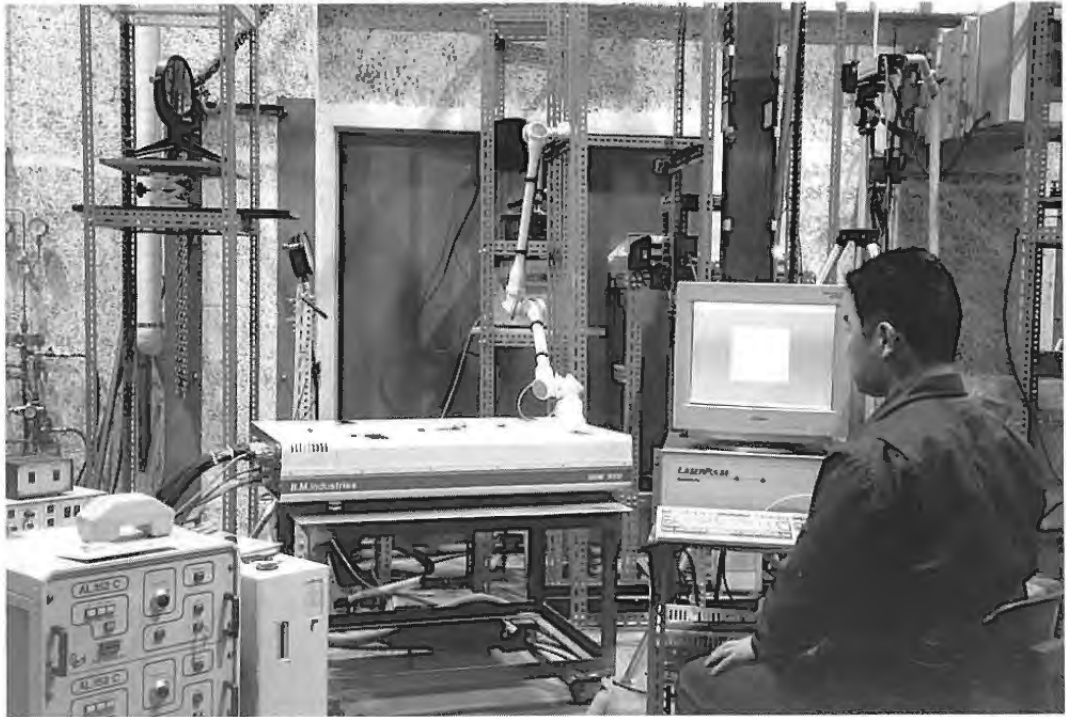
ケンブリッジ大学M.Bolton教授の講演（平成10年9月21日）

海外からの研究者



労働環境の共生特性と視環境について研究する
科学技術特別研究員 李 善永 博士（工学）

特別研究の実施状況



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実施状況
(労働省特別研究)



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実施状況
(労働省特別研究)

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

第2章 研究業務

2.1 平成10年度の研究課題	9
1) 経常研究	9
2) 特別研究	10
2.2 平成11年度の研究課題	12
1) 経常研究	12
2) 特別研究	13
2.3 平成10年度の研究成果の概要	14
2.4 研究成果の発表	50
1) 誌上発表	50
2) 口頭発表(国内)	54
3) 国際研究集会口頭発表	58
4) 著書	60
5) 特許	60

第3章 関連業務

3.1 産業安全研究所主催行事	61
3.2 行政機関等に対する協力	64
1) 災害調査等における協力	64
2) 委員会活動等における協力	64
3) 研修講師派遣等による協力	65
4) その他	66
3.3 外部機関との協力	67
1) 学協会の委員会活動等への協力	67
2) 技術指導, 研究協力等	67
3) 外部機関の研究員の招へい	69
4) 外部機関への研修	70
5) 外部機関の研究生の受託	70
6) 国際協力, 海外派遣等	70

第4章	産業安全技術館等業務	
4.1	産業安全技術館の活動	72
4.2	大阪産業安全技術館の活動	73
4.3	特別展の開催	74
4.4	安全技術講演会の開催	74
4.5	研究施設の見学及び公開	74
付 録		
1)	産業安全研究所年譜	75
2)	産業安全研究所案内図	77

第1章 総 説

1.1 研究活動等の概要

当研究所は、科学と技術の面から労働安全行政を支援することが使命であるため、これに係る調査研究業務を核にしている。しかし、ここ数年は、来世紀に向けての国家組織の改革を始め、社会・産業構造の変化、経済基盤の整備、国際化の進展等、種々の分野において目覚ましい革変が加速度的に進んでおり、当所においても、調査研究業務とその体制整備を中心に、改革・転換を目指した種々の取り組みに挑戦している。特に、平成10年度は、科学技術基本法に基づいて平成8年に閣議決定された科学技術基本計画の3年目という5年計画の中期にあっており、国立試験研究機関は、基本計画への取り組みと今後の見通しが問われていた。また、労働省においても、21世紀を担う人々が安全で健康に働ける職場の実現を目指し、新たに第9次労働災害防止計画が策定された。

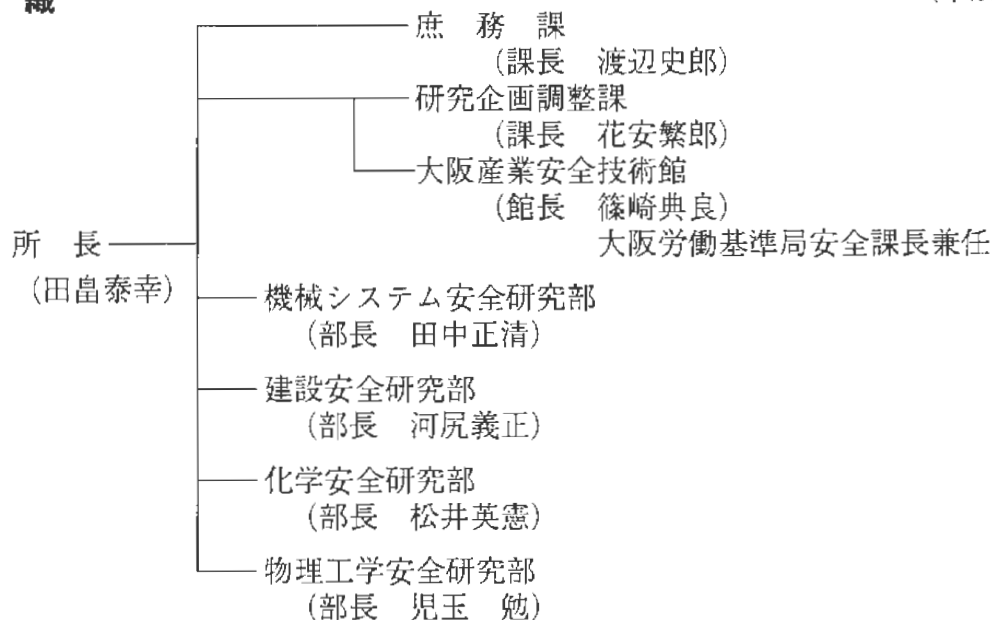
このような背景から、当所も、平成10年度は、経常研究、特別研究の一部の課題を、新規課題が中心であるが、第9次労働災害防止計画に係る研究として明確に位置づけ、将来の研究の萌芽となるような基礎的研究等とは取り組みを異にして実施した。具体的な研究課題は別掲の通りで、大型・高度生産・施工システム、土石流、化学プロセスの災害防止に関する特別研究等は、労働災害防止計画を支援する研究として位置づけた課題であり、かつ、当所の研究の軸の一つであって、課題に応じて研究プロジェクトチーム、外部の有識者も参加した研究委員会を結成し、土砂崩壊の発生機構、建設用ロボット・CIM等のハイテク施設の安全およびヒューマンエラーの防止等に関する調査研究に着手した。また、来世紀の産業安全の基盤となる科学と技術の創出を目指して、新しいコンセプトに基づいた科学安全・安全文化に関する研究、遺伝的アルゴリズムによる災害の予知・評価に関する研究等、将来の礎となる新規の基礎研究にも着手した。さらに、当所に限らず国立試験研究機関は、行政改革の理念であるアウトソーシングによって研究員の増員が期待できないため、研究員のパワーアップを目的に、内外の外部研究機関との共同研究を積極的に推進した。去年は、国際共同研究協定を締結している英国のHealth and Safety Laboratory(HSL)と爆発災害の防止技術に関する共同研究を始め、海外の研究機関・大学と4件、国内の大学と3件、業界団体と2件、民間の研究機関等と6件の共同研究を実施した。また、共同研究については、長年の念願であった共同研究実験棟が完成し、バーチャルリアリティ、大型風洞等の研究施設が整備されたため、これらの施設を活用した建設災害の防止研究を中心に、外部機関との共同研究をさらに推進する体制に整備した。

一方、当所の研究成果、研究資産等を広く還元するため、産業安全技術館では、最近の研究成果の展示、内外の見学者への案内、技術指導のほか、平成10年度も9年度に引き続いて安全技術講演会、特別展を開催するとともに、産業界等から要請される安全技術情報の提供、技術相談等に迅速に対応するため、当所のホームページのほかに、産業安全技術館専用の通信ネットワークを整備した。また、研究の効率化・高度化等と成果の還元・評価等を目的に、外部有識者から構成された外部研究評価会議を、平成10年度は研究分野別に開催し、各分野の研究方針、研究課題、成果等についての評価を得た。さらに、外部研究評価会議では、平成11年1月に決定した中央省庁等改革大綱を受けて、当所の独立行政法人化を想定し、当所の将来ビジョン、研究業務の在り方、今後の構想等についても意見を拝聴した。当所の独立行政法人化については、既に、移行を想定しての対応について労働省とも協議を重ねてきているが、今後の安全研究について広範な視点から提言を頂く趣旨で、外部研究評価会議でも有識者の意見を伺った。

なお、平成10年度も、国際交流および安全技術のグローバル化を推進するため、海外の研究者を招聘して、公開講演会、特定の課題についての研究会の開催を始め、去年は、アジア圏を中心に海外から研究者を受け入れ、国際共同研究のみならず、研究者の相互交流等の一層の強化を図った。また、長期・中期海外留学を始め、海外の研究機関の調査、国際研究集会・国際会議への参加、国際共同研究等の業務で当所の研究員を海外に派遣し、国際貢献にも努めた。

1.2 組織

(平成11年4月1日現在)



1.3 定員

(平成11年4月1日現在)

俸給表別	指定職	研究職				行政職 (一)					合計
		部長等	主任研究官	研究員	計	課長	係長	専門職	一般職員	計	
区分定員	1	5	22	13	40	1	4	1	5	11	52

1.4 土地および建物

(平成11年4月1日現在)

名称	所在地	敷地面積 (㎡)	建物面積 (㎡)	備考
労働省産業安全研究所	東京都清瀬市梅園1-4-6	43,247	延21,338	
労働省産業安全研究所産業安全会館	東京都港区芝5-35-1	6,273	延13,568	
労働省産業安全研究所大阪産業安全技術館	大阪府中央区森ノ宮1-15-10	(831)	延2,127	敷地は大阪労働基準局所属

1.5 予 算

区 分	平成10年度			平成11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	341,026	92,343	433,369	344,778	127,636	472,414
研究費	158,576	264,722	423,298	179,779	262,748	442,527
経常研究費	48,210	145,975	194,185	55,484	151,340	206,824
特別研究費	110,366	118,747	229,113	124,295	111,408	235,703
(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)	110,366	—	110,366	124,295	—	124,295
(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)	—	42,131	42,131	—	39,448	39,448
(土石流等による労働災害防止対策に関する総合的研究)	—	39,411	39,411	—	42,990	42,990
(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)	—	37,205	37,205	—	28,970	28,970
依頼試験・検定経費	790	—	790	767	—	767
産業安全技術館経費	—	29,236	29,236	—	27,181	27,181
その他の経費	26,658	157,443	184,101	24,005	157,728	181,733
(小 計)	527,050	543,744	1,070,794	549,329	575,293	1,124,622
(移替予算)						
科学技術振興調整費						
(赤外線による構造部材の非破壊損傷検出技術の開発に関する基礎研究)	5,256	—	5,256			
(静電気による微粉体の着火危険性評価技術の開発)	4,238	—	4,238			
(移動式クレーンの転倒災害防止のための地盤支持力機構に関する研究)	5,143	—	5,143			
(希土類金属合金粉の発火機構の解明と粉体爆発抑制技術の開発)	4,802	—	4,802			
(デジタル・イメージ・プロセッシングによる土砂崩壊予知)	5,790	—	5,790			
(労働環境における共生特性に関する研究)	12,724	—	12,724			
(化学物質爆発危険性予測手法に関する研究)	9,076	—	9,076			
(小 計)	47,029	—	47,029			
合 計	548,251	547,396	1,095,647	549,329	575,293	1,124,622

1.6 主要試験研究施設および設備

1) 施設

(1) 特別会計

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

2) 設備

(1) 特別会計

設 備 の 名 称	
電子計算機システム エンジニアリングワークステーション 熱線流速計システム 横型真空焼鈍炉 走査型電子顕微鏡 500トン万能試験機 電気油圧式疲労振動試験装置 X線マイクロアナライザー 光電測光式発光分光分析装置 応力腐食割れ試験装置 高温箱型電気炉 テレメータシステム装置 周辺視野投影システム 産業用ロボット, モートマンLiow 工業用ロボット, トスマンIX-15 破壊じん性試験機 構造部材疲労試験機 高温高圧水循環装置 ワイヤロープ疲労試験機 電磁共振型疲労試験機 透過型電子顕微鏡 赤外線応力画像解析システム 微小部X線解析装置	レーザー顕微鏡 温度可変装置及び試料ミキシング装置 非接触人体接近検出装置 100トン構造物疲労試験機 空間座標測定装置 万能疲れ試験機 赤外線応力パターン計測システム 軟X線光電子分光装置 地盤破壊演算装置 振動三軸圧縮試験機 重心位置測定装置 視点視野測定装置 動作自動解析システム 遠心載荷装置用加振装置 曲げ・圧縮試験機 建材試験装置 ハイスピードビデオカメラ ワークシミュレータシステム 構造物振動試験機 視聴覚刺激呈示装置 立位姿勢保持能力検査装置 注視点検出装置 携帯用揺れ測定装置

設 備 の 名 称

生体情報無線電送装置 非接触電子工学式変位測定装置 生体負荷測定装置 中空ねじりせん断試験機 転倒耐力測定装置 超小型テレメータ装置 最高血圧自動連続測定装置 アイマークレコーダ装置 平衡機能測定装置 生体情報システム装置 自然発火試験装置 マッハツェンダー干渉計 フーリエ変換赤外分光光度計 熱拡散率測定装置 暴走反応熱測定装置 高温伝導微少熱量計 元素分析装置 高速液体クロマトグラフ レーザー誘起蛍光分析装置 B A M式蓄熱貯蔵試験器 液体クロマトグラフ質量分析計 超高速度現象可視化装置システム 反応熱量計	熱流束式自動熱量計 動的示差走査熱量計 化学発光計測装置 高圧熱酸化分解ガス発生装置 動的高圧力試験装置 圧力容器付耐アーク性試験器 イメージコンバータ超高速度カメラシステム 雰囲気制御走査型トンネル顕微鏡 低湿度型恒温恒湿装置 表面形状精密解析装置 最小着火エネルギー試験装置 紫外線照射試験装置 インバータ漏電観測装置 高速度現象デジタル直視装置 光弾性実験装置 遠心載荷装置用掘削装置 噴霧粒度分布測定装置 生体負担解析装置 クレーン振動模型 粉体電界監視装置 浮遊粒子挙動監視装置 ショベル系掘削機の模擬体感装置 フルデジタル制御油圧疲労試験機
--	--

(2) 一般会計

設 備 の 名 称

赤外線分光光度計 施工環境シミュレーター 電磁界監視解析装置 床反力解析システム ドラムカメラ 連続サンプリング付マスアナライザー 差動型高圧示差熱天秤 核磁気共鳴測定装置 ガスクロマトグラフ質量分析計 高圧発火エネルギー測定装置	放電波形解析装置 三次元動作解析システム プラズマ化学処理装置 試験ガス・蒸気発生システム 接触角測定装置 ヘリウム用高気圧下短絡実験装置 環境試験装置 内部摩擦測定装置 吸着式ガス除害装置 ヒューマンエラー予測評価装置
--	---

1.7 図 書

(1) 単行本

区 分	平成10年度受入数	蔵 書 数
和 書	4 4 2	1 2, 5 0 6
洋 書	8 7	2, 8 0 7
計	5 2 9	1 5, 3 1 3

(2) 平成10年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	6 7
洋 雑 誌	9 0
計	1 5 7

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-98	年 刊	7 0 0
産業安全研究所技術指針 NIIS-TR-No.35～No.36	不 定 期	5 0 0
産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-No.16-98	不 定 期	5 0 0
産業安全研究所年報 平成9年度版	年 刊	1, 5 0 0
安研ニュース Vol.22, No.2～Vol.23, No.1	隔 月 刊	8 0 0
産業安全技術館だより Vol.2, No.2～Vol.3, No.1	年 3 回	2, 0 0 0

第2章 研究業務

2.1 平成10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) 長尺物加工用プレス機械の本質安全化
 - b) 人体の機械インピーダンス分布を用いた人間と機械の安全な下渉条件の評価
 - c) 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
 - a) 高温用材料の損傷量評価（機械システム安全研究部）
 - b) 圧力容器用鋼並びにボイラ用鋼の高温水および水素環境下での腐食疲労強度（機械システム安全研究部）
 - c) ワイヤロープの損傷特性に対する実用環境の影響（機械システム安全研究部）
 - d) 切断砥石の回転側圧強度の評価法（機械システム安全研究部）
 - e) 振動を受けるジブクレーンの強度に関する研究（機械システム安全研究部）
 - f) タワークレーンの耐震対策に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
- (3) 機械・構造部材の損傷診断と信頼性解析（機械システム安全研究部）
 - a) 穿孔法を用いた構造物中の残留応力分布推定手法の開発
 - b) 遺伝的アルゴリズムによる構造物の信頼性指標の評価
- (4) 作業者の人間科学的特性の解明と作業環境の安全化
 - a) 高齢者の音声聴取能力評価に関する研究（機械システム安全研究部）
 - b) 共同作業時におけるコミュニケーション・エラー発生の可能性に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
 - c) 衝撃吸収用エアバッグの開発及び評価に関する研究（機械システム安全研究部）
 - * d) 墜落災害防止における建設作業員の意識構造に関する研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - e) すべりの時間経過パターンを考慮したすべり評価法に関する基礎的な研究（建設安全研究部）
 - * f) 屋根作業の安全化に関する研究（建設安全研究部）
- (5) 建設工事前設備等の安全化（建設安全研究部）
 - a) 新方式の仮設機材の性能評価方法に関する研究
 - b) 建設用タワークレーンの地震応答性状に関する研究
- (6) 地盤強度と土砂崩壊の防止（建設安全研究部）
 - * a) アンカーによる土止めの変形及び崩壊挙動
 - b) 移動式クレーンの転倒防止のための地盤支持力機構に関する基礎的研究
 - c) 造成工事における地盤災害防止のための深層混合処理工法に関する研究
 - * d) 掘削土止め工の安定問題に関する実験的研究
- (7) 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) プレヒート法を用いた高温可燃性液体の発火に関する研究（化学安全研究部）
 - c) 放電によって生成されたOHラジカルの着火への影響（物理工学安全研究部・化学安全研究部）

- d) ガス爆発駆動式火炎抑止装置の開発 (化学安全研究部)
- (8) 化学物質の分解危険性とその防止
 - a) 自己発熱性物質の経時温度変化予測手法の開発 (化学安全研究部)
 - b) 放電プラズマ化学反応を利用した危険・有害物質の安全処理技術の開発 (物理工学安全研究部)
- (9) 反応危険の防止 (化学安全研究部)
 - a) 反応液の物性が発熱速度に及ぼす影響の実験的評価
- (10) 静電気による災害の防止 (物理工学安全研究部)
 - * a) 可燃性微粉体の静電気による着火特性評価技術の開発
 - b) 帯電防止材料の性能評価方法に関する研究
- (11) 電撃危険性とその防止 (物理工学安全研究部)
 - a) 商用電力系統に連系した直流システムの地絡保護に関する基礎的検討
- (12) 電気材料・機器・設備等の安全化 (物理工学安全研究部)
 - a) 配線板等の絶縁低下に及ぼすSO₂ガスの加速性の検討
 - b) 労働災害に及ぼす電気機器・設備等の関与実態に関する調査
 - c) 試験電圧の種類による絶縁材料の破壊強度への影響
 - d) 産業機器用安全装置の電磁ノイズ耐性と耐性向上に関する研究
- (13) リスク分析と安全管理手法の開発
 - a) 労働分野における組織の安全文化に関する基礎的研究(建設安全研究部・機械システム安全研究部)
 - 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構築 (建設安全研究部)
 - c) 工作機械関連作業のリスク低減のためのアセスメント手法に関する調査(機械システム安全研究部)

2) 特別研究

(1) 労働省

- * a) 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 (機械システム安全研究部・建設安全研究部・物理工学安全研究部)
 - ・ショベル系掘削機を対象としたVR装置の開発
 - ・VR装置による人間工学的安全条件の解明
- * b) 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・建設安全研究部・物理工学安全研究部)
 - ・大規模生産・施工システムの構造と災害要因の分析及び危険性診断技術の開発
 - ・コンピュータ制御による大規模生産・施工システムの災害予知と危険度評価技術及びシステム安全制御技術の開発
- * c) 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)
 - ・土石流発生危険度の評価手法及び土石流発生メカニズムの検討
- * d) 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) 科学技術庁

- a) 赤外線による構造部材の非破壊損傷検出技術の開発に関する基礎研究 (機械システム安全研究部)
- b) 高齢社会における製品・生活環境のユニバーサル化に関する研究 (建設安全研究部)
 - ・労働環境における共生特性に関する研究
- c) 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

- d) 希土類金属合金粉の発火機構の解明と粉体爆発抑制技術の開発（化学安全研究部）
- e) 静電気による微粉体の着火危険性評価技術の開発（物理工学安全研究部）
- f) デジタル・イメージ・プロセッシングによる土砂崩壊予知（建設安全研究部）
- g) 移動式クレーンの転倒防止のための地盤支持力機構に関する研究（建設安全研究部）

2.2 平成11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
 - 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
 - a) 超音波法をによる高温疲労損傷の検出（機械システム安全研究部）
 - 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（機械システム安全研究部）
 - c) 圧力容器用鋼並びにボイラ用鋼の高温水および水素環境下での腐食疲労強度（機械システム安全研究部）
 - d) マルチサイト疲労損傷部材の寿命予測技術の開発（機械システム安全研究部）
 - e) ワイヤロープの疲労損傷と素線応力の関連性（機械システム安全研究部）
 - f) 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（機械システム安全研究部）
 - g) 振動を受けるジブクレーンの強度に関する研究（機械システム安全研究部）
 - h) タワークレーンの耐震対策に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
- (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) 共同作業時におけるコミュニケーション・エラー発生の可能性に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
 - * b) 墜落災害防止における建設作業員の意識構造に関する研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - c) すべりの時間経過パターンを考慮したすべり評価法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) 労働環境における高齢者のための照明環境の評価に関する研究（建設安全研究部）
- (4) 建設工事用設備等の安全化（建設安全研究部）
 - a) 建設用タワークレーンの地震応答性状に関する研究
- (5) 地盤強度と土砂崩壊の防止（建設安全研究部）
 - * a) アンカーによる土止めの変形及び崩壊挙動
 - b) 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
 - c) 造成工事における地盤災害防止のための深層混合処理工法に関する研究
- (6) 可燃性ガス・粉じん等の爆発危険性（化学安全研究部）
 - * a) 微粒子粉体の発火・爆発危険性
 - b) プレヒーティング法を用いた高温可燃性液体の発火に関する研究
 - c) 可燃性ガス・蒸気の加温・加圧下における最小着火エネルギー
 - d) ガス爆発駆動式火炎抑止装置の開発
- (7) 化学物質の分解危険性とその防止（物理工学安全研究部）
 - a) 放電プラズマ化学反応を利用した危険・有害物質の安全処理技術の開発
- (8) 反応危険の防止（化学安全研究部）
 - a) 反応液の物性が発熱速度に及ぼす影響の実験的評価
- (9) 静電気による災害の防止（物理工学安全研究部）
 - * a) 空気輸送粉体サイロにおける静電気による着火性放電の防止
 - b) 帯電防止材料の性能評価方法に関する研究
- (10) 電撃危険性とその防止（物理工学安全研究部）

- a) コンバータ電路の地絡検出に関する検討
- (11) 電気材料・機器・設備等の安全化（物理工学安全研究部）
 - a) 配線板等の絶縁低下に及ぼすSO₂ガスの加速性の検討
 - b) 電波によって大型クレーンに誘起される高電圧の抑制技術の開発
- (12) リスク分析と安全管理手法の開発
 - a) 労働分野における組織の安全文化に関する基礎的研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - 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構築（建設安全研究部）

2) 特別研究

(1) 労働省

- * a) 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（機械システム安全研究部・建設安全研究部・物理工学安全研究部）
 - ・VR装置による人間工学的安全条件の解明
 - ・各種安全装置の要件の解明と評価
- * b) 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・建設安全研究部・物理工学安全研究部）
 - ・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性制御技術の開発
 - ・大規模生産システムを対象とした安全制御技術の開発
- * c) 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）
 - ・土石流発生早期検知システムの開発
- * d) 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) 科学技術庁

- a) 仮設構造物の耐風安定性に関する基礎研究（建設安全研究部）
- b) 高齢社会における製品・生活環境のユニバーサル化に関する研究（建設安全研究部）
 - ・労働環境における共生特性に関する研究
- c) 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

2.3 平成10年度の研究成果の概要

SUS316鋼溶接継手の熱疲労及び高温低サイクル疲労挙動

機械システム安全研究部 吉久 悦二, 本田 尚
S.Ganesh Raman

1. はじめに

高温下で使用される機器では機械的負荷と温度が同時に変化する熱疲労(TMf)が生じ、破壊事故が起きることがある。そこで、SUS316鋼溶接継手の熱疲労試験を行ってきたが、溶接継手の熱疲労寿命は高温低サイクル疲労寿命より短くなった。寿命にこのような相違が起こる理由を明らかにするため、今年度は走査電顕による破面観察を主とした検討を試みた。

2. 試験片および実験方法

溶接部の試験に用いたのは、TIG多層溶接によって接合したSUS316鋼板から削り出した、標点間中央に接合界面を持つ溶接継手試験片、標点間すべてが溶接金属の溶接金属試験片である。熱疲労試験では温度を300~700℃の範囲で機械的負荷と同位相で変化させて、また高温低サイクル疲労試験は700℃で行った。

3. 実験結果

図1は高温低サイクル疲労及び熱疲労試験での寿命Nfを $1/2 \cdot N_f$ 時の非弾性ひずみ範囲 $\Delta \epsilon_{in}$ で整理したものである。なお、溶接継手の破断はすべて接合界面から離れた溶接金属内で起こっていた。母材の高温低サイクル疲労、熱疲労及び溶接金属、溶接継手の高温低サイクル疲労での寿命の違いは大きくないが、溶接材の熱疲労寿命は、これらと比較して1/3~1/5以下と著しく寿命が短くなっている。このように溶接材での熱疲労寿命の短くなる原因を明らかにするために、走査電顕による破面観察を行った。図2は溶接金属試験片の破面の微視的様相を示したもので、同様の破面は溶

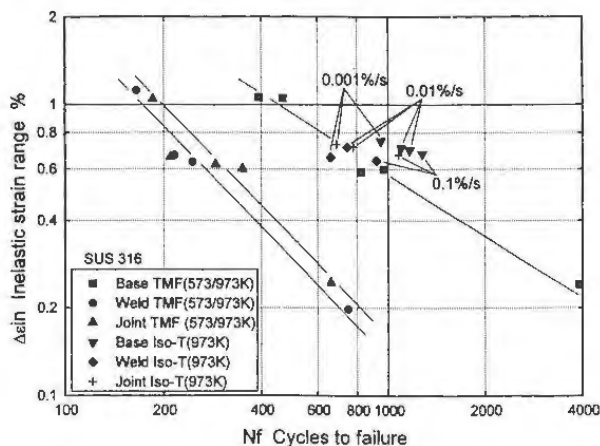
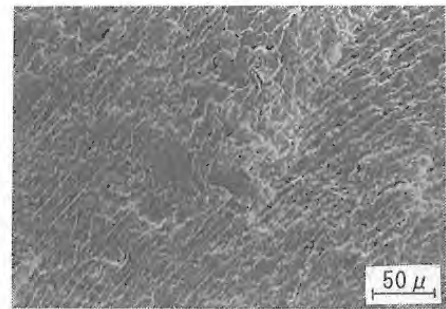
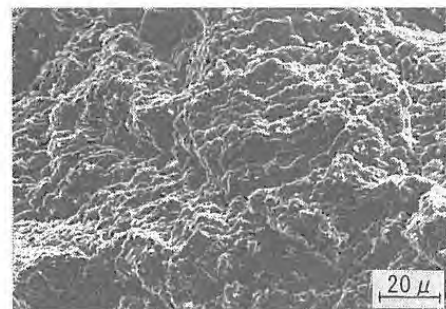


図1 $\Delta \epsilon_{in}$ とNfの関係

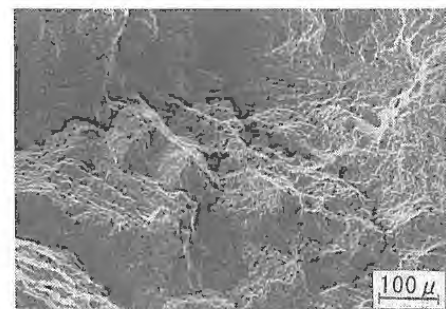
接継手試験片でも見られた。図2(a)は高歪み速度(0.1%/sec)の高温低サイクル疲労のもので、明瞭なストライエーションが見られ、疲労き裂が結晶粒内を伝ば(粒内破壊)している。これは母材のすべての試験片に見られたものである。図2(b)は低歪み速度(0.001%/sec)のもので、ストライエーション状模様と粒界破壊の両方の混合モードの破壊である。この場合、粒界破壊によりき裂進展寿命が若干短くなると考えられる。図2(c)に示したものは、機械的ひずみ範囲が0.6%の熱疲労試験で得られた破面である。粒界破壊が特に顕著であり、ストライエーション形成機構でき裂が進展する場合よりもき裂進展寿命がかなり短くなっているものと予想される。疲労寿命についてはき裂発生寿命の影響を考慮しなければならないが、低サイクル疲労ではき裂進展寿命が全寿命の中の無視できない部分を占めることから、これらのき裂進展機構の違いによってき裂進展寿命に長短が生じ、これが図1に見られる疲労寿命の相違の一因となったと考えられる。



(a) 高温低サイクル疲労(700℃, $\Delta \dot{\epsilon} = 0.1\%/sec$)



(b) 高温低サイクル疲労(700℃, $\Delta \dot{\epsilon} = 0.001\%/sec$)



(c) 熱疲労(300~700℃, $\Delta \dot{\epsilon}_m = 0.6\%$, 同位相)

図2 溶接金属試験片の破面

1. はじめに

残留応力測定法の一つである穿孔法は、供用中の構造物の実応力測定への適用が期待されているが、この方法は貫通孔を持つ無限平板の2次元理論解を測定原理として適用していることから、板厚方向に応力が分布するような場合、測定精度が低下することが知られている。そこで有限要素法 (FEM) による解析解を利用し、残留応力の深さ方向の分布を推定する方法について検討を行った。

2. 応力分布推定方法

二軸の応力が作用する有限板を穿孔する際の、解放ひずみの変化 $\epsilon(h)$ は以下の式で表される。

$$\epsilon(H) = \frac{1+\nu}{E} \int_0^H A(h,H) \{ \sigma_1(h) + \sigma_2(h) \} dh + \frac{1+\nu}{E} \int_0^H B(h,H) \{ \sigma_1(h) - \sigma_2(h) \} \cos 2\theta(h) dh \quad (1)$$

ここで、 E はヤング率、 ν はポアソン比、 σ_1 、 σ_2 はそれぞれ最大および最小主応力、 θ は最大主応力とひずみゲージがなす角、 A 、 B は等二軸応力場および純せん断応力場における、穿孔深さ H の時の任意の深さ h に働く単位応力によって生じるひずみである。穿孔に伴うひずみの変化を有限要素法により求めた場合、(1)式は以下のような離散式になる。

$$\epsilon_i = \frac{1+\nu}{E} \sum_{j=1}^i A_{ij} (\sigma_{1j} + \sigma_{2j}) + \frac{1+\nu}{E} \sum_{j=1}^i B_{ij} (\sigma_{1j} - \sigma_{2j}) \cos 2\theta_{ij} \quad 1 \leq j \leq i \leq n \quad (2)$$

ここで、 ϵ_i は i 番目の穿孔深さにおける解放ひずみ、 σ_j は j 番目の穿孔増分にかかる応力、 A_{ij} 、 B_{ij} は i の深さにおける j 番目の穿孔増分の単位応力に対する解放ひずみである。そこで有限要素解析により A_{ij} および B_{ij} を求めておけば、連立方程式を解くことで深さ方向の応力分布を近似する事ができる。しかしながら、この方法では測定点を増やし、測定精度を向上させるためには要素分割を細かくする必要があり、また連立方程式の係数行列が正方行列になるため、測定誤差に非常に弱いという欠点があった。そこで(1)式における関数 A 、 B を (3)式のような連続な関数で近似することで、(1)式の積分を可能にし、これらの欠点の解

決を図った。

$$A(h,H) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{m-1} a_{ij} H^i h^j \quad (3)$$

3. 解析結果

図1に等二軸応力場におけるひずみ応答曲面を示す。サンブナンの原理からも明らかのように、作用する応力の深さ h が大きくなるにつれて、単位応力あたりに生じるひずみが小さくなっているのが分かる。図2にこのひずみ応答関数 A 、 B を用いて求めた穿孔に伴うひずみ変化と、FEMによる解析結果を比較したものを示す。等二軸、純せん断、両応力場とも、推定値と解析値はよく一致しており、この推定方法が板厚方向の応力分布推定に有効であることが確認された。

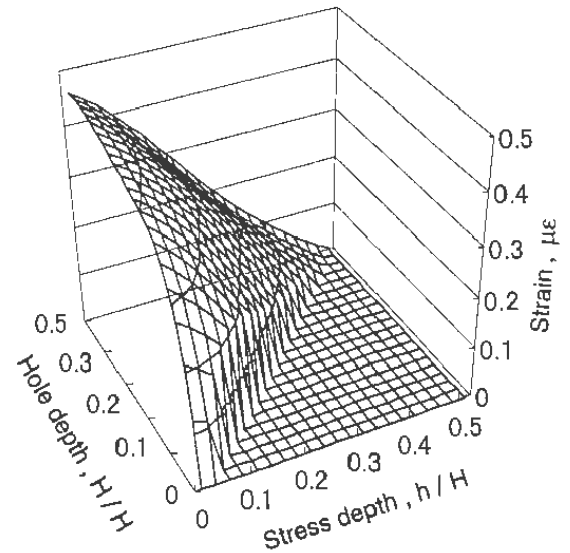


図1. 等二軸応力場におけるひずみ応答曲面

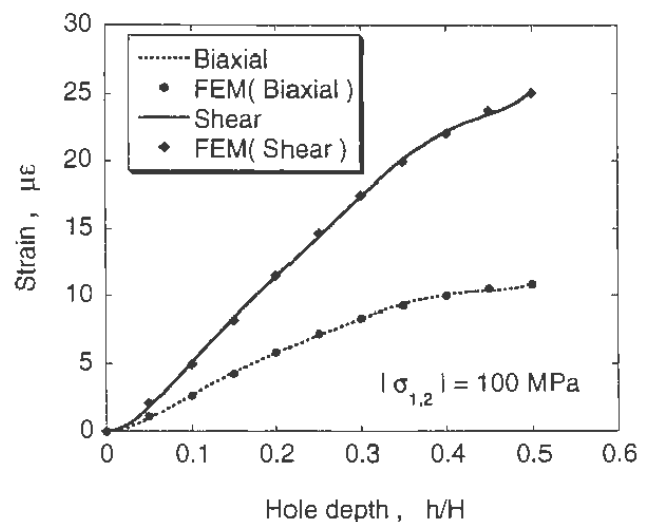


図2. 等二軸および純せん断応力場における推定値と解析値の比較

鋼心入りワイヤロープの疲労損傷発生特性に関する研究 — U曲げでの素線応力の実測 —

機械システム安全研究部 田中正清

1. はじめに

クレーン等に多用されている鋼心入り (IWRC) ワイヤロープの破断事故の主な原因の一つとして注目されている内部損傷発生特性の究明のため、この種のロープについて曲げ疲労試験を実施し、損傷状態に対する各種条件の影響を検討してきた。

これまで、この種のロープには、許容される広範な力学的条件下、および食塩水等の環境条件下で内部損傷先行特性があることを確認しているが、本年度は曲げ方式を変えた条件の影響を検討すると共に、断線損傷特性と素線応力との関係を明らかにするための素線応力の測定の予備的実験を実施した。以下では後者についてその概要を報告する。

2. 供試ワイヤロープ及び実験方法

供試ロープは既報と同じ市販のIWRC 6×Fi(29)である。これについてシーブ径とロープ径の比 $D/d=16$ の下で、これまでのS曲げ疲労に代わってU曲げ条件下で、ロープがシーブを通過するときの素線応力を、図1に示すような位置に貼付した特製の微小ひずみゲージにて測定した。ロープ張力は定格荷重を基本とした。測定部のシーブ通過速度は10cm/s程度である。ブリッジボックスからのひずみ情報は4チャンネルのインターフェースボードを介してパソコンに取り込み記録した。

3. 実験結果及び考察

IWRC 6×Fi(29)ワイヤロープについて、図1に示すA点の応力を測定した結果を図2に示す。図2では、ロープに定格荷重相当の張力が掛かった状態を0

点にとり、ロープがシーブを通過して曲げられたあと再び直線状になる場合の応力値を示している。

この結果によれば、シーブ溝中央から最も遠い位置にあるA点の応力は、測定位置がシーブに接触する前に一旦わずかに低下した後振動してから急激に上昇し、過渡応答的にピークを示してから安定した値となっている。シーブから離れる場合はそれとほぼ対称的に(逆順に)一旦ピークを示してから急激に低下し、振動して元の0位置で安定している。この場合は同等の位置に貼付した二つのゲージのデータはよく一致している。

なお、ロープがシーブに接触する直前およびシーブから離れる場合の応力の振動は、このような位置ではストランド同士あるいはストランドの中での素線同士の張力の配分が不連続にかなり大きく変動していることによると推測される。それは、図1のB1からB4までの位置での応力変動の測定結果が、同等の位置でもまた測定ごとにもかなりばらつくことからもうなづける。

今後はそのばらつきを考慮に入れて、高応力発生部分を決定し、素線断線状態との関連性を明らかにしていく予定である。

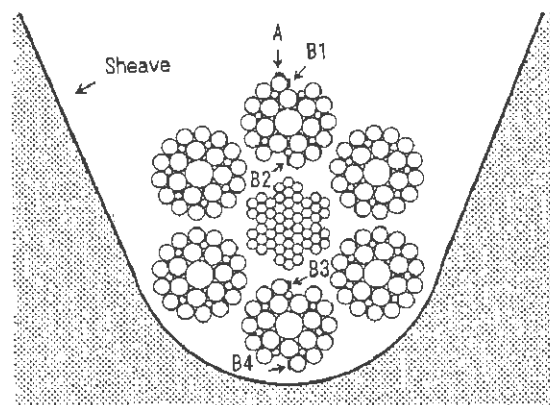


図1 ひずみゲージの貼付位置

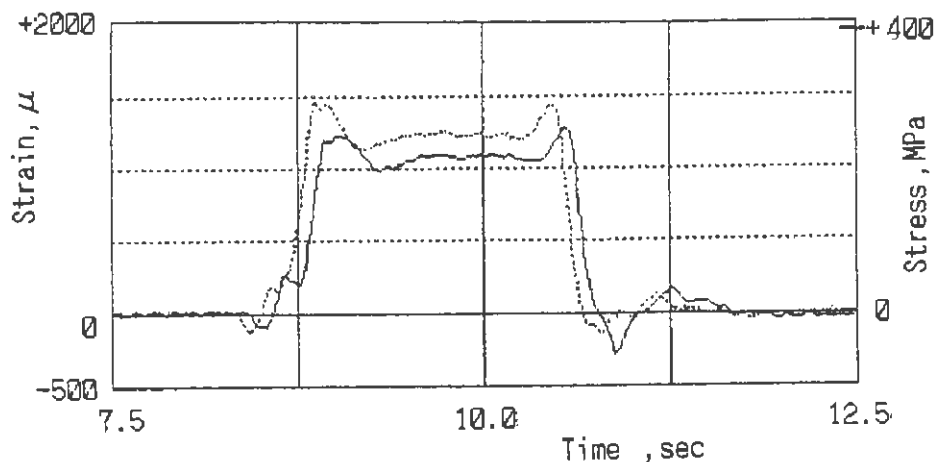


図2 シーブ通過時の素線応力変動

ロッキングによるクレーン脚部の折れ曲がり防止の検討

機械システム安全研究部 前田 豊

1. はじめに

ジブクレーンやコンテナクレーンなど、支点間距離に比較して重心の高いクレーンは、地震によりロッキングを生じることがある。また、クレーンの中には、レール間隔の誤差等による不静定力を逃がすため、一方の脚を回転自由とした、いわゆる揺脚を採用した構造とすることがある。このため、ロッキングが生じた時に揺脚側の関節が折れ曲がり、倒壊した事例が多く存在する。

ロッキングの際、揺脚が地盤に当たる瞬間の衝撃力が脚の軸上を通るように、揺脚側をあらかじめ開いた状態に保っておき、脚を折れ曲げるモーメントの発生を防ぐ方法を考案した。

2. 揺脚側衝突時の解析

右側が剛脚で左側が揺脚であるクレーンを図1のようにモデル化する。衝突前のクレーンがRを中心に ω_0 の角速度で回転していたとする。

重心Gの速度を (u_{g0}, v_{g0}) とすると、

$$\begin{cases} u_{g0} = -r\omega_0 \cos \alpha \\ v_{g0} = -r\omega_0 \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

脚部の関節部Qの速度 (u_{q0}, v_{q0}) は、

$$\begin{cases} u_{q0} = -q\omega_0 \cos \beta \\ v_{q0} = -q\omega_0 \sin \beta \end{cases} \quad (2)$$

衝突時に力積 I_x, I_y がクレーン本体側に作用するとすると、衝突後の重心の速度 (u_{g1}, v_{g1}) は

$$\begin{cases} u_{g1} = u_{g0} + I_x/m \\ v_{g1} = v_{g0} + I_y/m \end{cases} \quad (3)$$

衝突後の角速度 ω_1 は、

$$\omega_1 = \omega_0 + \frac{I_x h q - I_y b_s}{m k^2} \quad (4)$$

衝突による跳ね返りがないものと仮定すると、衝突後のQの速度が0になる条件の時、揺脚は動かないと考えられる。

衝突後のQの速度は、

$$\begin{cases} u_{q1} = u_{g1} + s\omega_1 \sin \beta \\ v_{q1} = v_{g1} - s\omega_1 \cos \beta \end{cases} \quad (5)$$

であるから、これをともに0とおくと、

$$\begin{cases} u_{g1} + s\omega_1 \sin \beta = 0 \\ v_{g1} - s\omega_1 \cos \beta = 0 \end{cases} \quad (6)$$

(6)に(1)~(4)を代入して整理すると、次の連立方程式が得られる。

$$\begin{cases} a_{11} I_x + a_{12} I_y = \omega_0 m k^2 a_{13} \\ a_{21} I_x + a_{22} I_y = \omega_0 m k^2 a_{23} \end{cases} \quad (7)$$

ここで

$$\begin{cases} a_{11} = k^2 + s h q \sin \beta \\ a_{12} = -b s \sin \beta \\ a_{13} = r \cos \alpha - s \sin \beta \\ a_{21} = -s h q \cos \beta \\ a_{22} = k^2 + s b s \cos \beta \\ a_{23} = r \sin \alpha + s \cos \beta \end{cases} \quad (8)$$

これから

$$I_x = \omega_0 m k^2 \frac{\begin{vmatrix} a_{13} & a_{12} \\ a_{23} & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}} \quad (9)$$

$$I_y = \omega_0 m k^2 \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}} \quad (10)$$

したがって

$$I_y / I_x = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{13} & a_{12} \\ a_{23} & a_{22} \end{vmatrix}} \quad (11)$$

となる。この値は衝突前の回転角速度 ω_0 とクレーンの質量 m には関係せず、クレーンの寸法と重心位置だけで決定される。

すなわち、クレーンの揺脚の開き角度 γ を

$$\gamma = \tan^{-1} \left(\frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{13} & a_{12} \\ a_{23} & a_{22} \end{vmatrix}} \right) \quad (12)$$

と設定しておくことによって、揺脚関節部の折れ曲がり防止ができる。

3. 終わりに

ロッキングにより揺脚部が衝突した瞬間の折れ曲がり(12)による構造とすることで防止できる。揺脚側だけで立っている間の折れ曲がりについては今後の検討課題である。

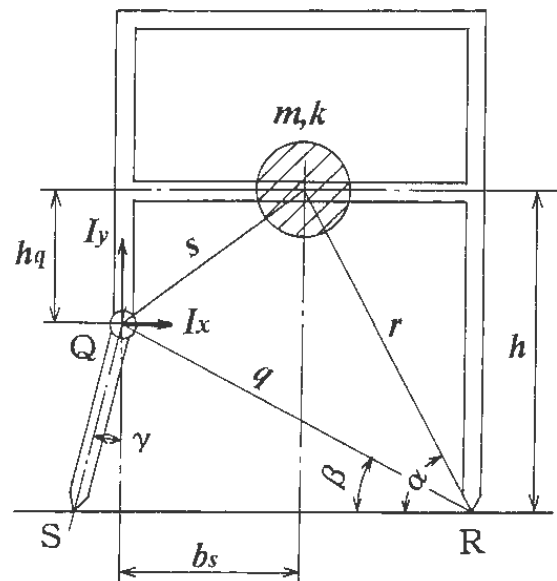


図1 クレーンのモデル化

1. 緒言

機械や構造物に作用する荷重や材料強度には大きなばらつきがあるから、破壊に対する安全性を議論するためには、信頼性指標 β のように確率論に基づく指標が必要となる。しかし、その評価は必ずしも容易ではないため、本研究では遺伝的アルゴリズム (GA) による β の評価を試みている。本年度は、昨年度の成果を基に、評価の高速化や同一破壊条件式に対して破壊モードが複数存在する場合の評価法について検討した。

2. 問題の定式化とGAプログラムの概要

信頼性指標 β の評価は、

$$\begin{aligned} &\text{minimize } \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2} & (1) \\ &\text{subject to } h(u_1, u_2, \dots, u_n) \leq 0 & (2) \end{aligned}$$

なる制約条件付き非線形最適化問題として定式化される。ただし、 \mathbf{U} は独立標準正規確率空間上での破壊に関与する確率変数、 $h(\mathbf{U}) = 0$ は限界状態関数(破壊条件式)である。

GAの適用に際し、実数は2進数ベクトルでコード化した。そして、GAオペレータとしては一点交叉及び任意のビットを反転させる突然変異を用い、再生にはランク選択とエリート保存戦略を併用した。また、制約条件式はペナルティ関数法によって取扱った。

3. 評価の高速化

GAによる β の評価を高速化するために、ローカルサーチの付与を試みた。すなわち、数世代経過しても β の値が改善されない場合は、探索範囲を狭めて、遺伝子長の短い別のGAで β を評価するようにした。

自由端に集中荷重 P が作用する長さ $3L/2$ の片持ち不静定梁に対し、最大たわみ ν_{\max} に関する破壊条件式

$$\nu_{\max} = \frac{5PL^3}{48EI} \geq \frac{L}{30} \quad (3)$$

(E : ヤング率, I : 断面二次モーメント) を考え、 β を評価した。図1, 図2は、それぞれローカルサーチの有無による世代経過と信頼性指標 β の関係を示したものである。ローカルサーチを行うことにより、 β の収束速度、収束の安定性ともに大幅に改善されることがわかる。

4. 複数破壊モードの評価

同一の破壊条件式に対して破壊モードが複数存在する場合、通常のGAでは最も破壊しやすいモードに対する β しか評価できない。そこで、図3に示すように、

別の破壊モードと思われる領域が発見される度に、新たなGAルーチンを起動するようにしたところ、一応の解決を見た。しかし、この方法では次元数の増加とともに全ての β を評価できるまでの世代数が急増するため、更なる改良が必要であると思われる。

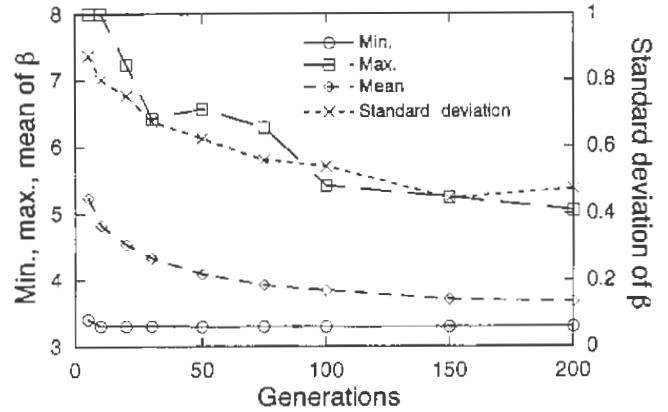


図1 β の評価結果 (ローカルサーチなし)

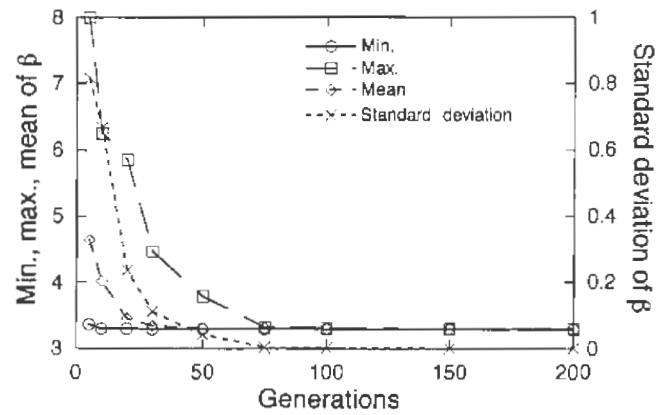


図2 β の評価結果 (ローカルサーチあり)

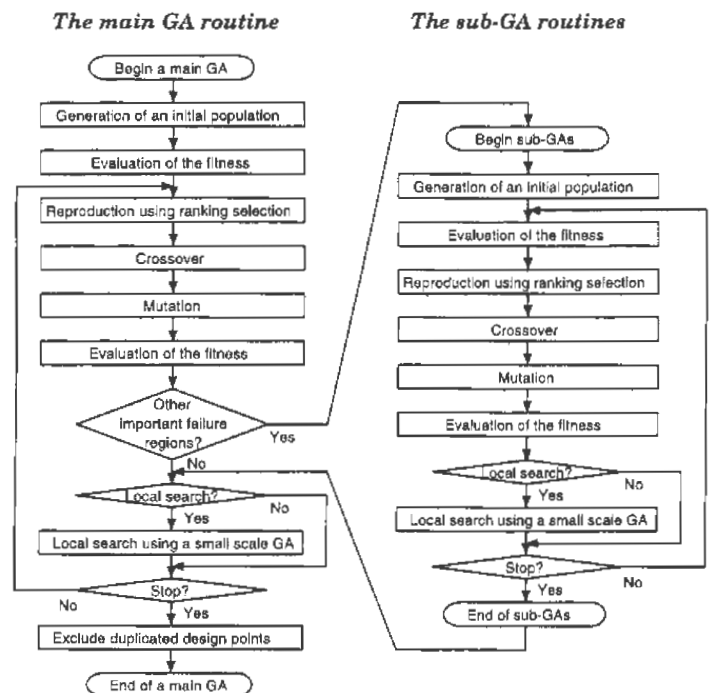


図3 複数破壊モード評価のためのGAプログラム

人体の痛覚耐性値に基づくロボットシステムの検討

機械システム安全研究部 池田博康, 杉本 旭

1. はじめに

人間とロボットの共存は、人間への就労支援の実現のみならず、生産現場における作業の生産性の向上をもたらすものと期待されている。そのような共存型ロボットを運用する場合、人間の安全確保を最優先することが求められ、人間とロボットとの接触を前提としたロボットシステムの構築が必要となる。

そこで、人体の痛覚耐性値を採用して、これに基づいて人間との接触と非常停止を予防安全空間内で実行するロボットシステムを検討した。

2. 痛覚耐性値と接触シミュレーション

人間の予防安全空間は、人間とロボットが接触していても人間が傷害を受けることなく、事故を未然に防ぐことのできる範囲と見なせる。この空間は人間側から定められ、人間が受ける機械的刺激に対する痛覚耐性が、この空間の限界を示すものとした。

痛覚耐性値は、被験者16名に対して静的挟圧力、動的衝撃力を与えた場合の痛覚レベルの限界値として求め、衝撃持続時間に対する衝撃力の実効値の関係を痛覚耐性曲線として表現することができた。そして、測定人体部位において、衝撃の持続時間に依存しない痛覚耐性値として50Nを定めた。ただし、接触面積の条件は79mm²以上である。

人間とロボットが接触する際には、この痛覚耐性値を越えないようなロボットシステムを設計しなければならない。そこで、2リンクのロボットアームを人体に衝突させるシミュレーションを行ったところ、図1に示すような接触力の時間的変化を得た。なお、ロボットの移動速度は、人間に心理的恐怖を与えないことを条件にして、0.6m/sとした。

シミュレーションの結果、ロボットシステムの設計要件として、①接触初期の衝撃力が痛覚耐性値を越えないための緩和機能、②接触後徐々に増加する接触力が痛覚耐性値を越える前に停止させる機能が必要であることが分かった。

3. ロボットシステムの設計方法の検討

まず、接触力が増加する前にロボットを停止させる機能として、外乱オブザーバを利用した接触検知と停止判断のシステムを検討した。外乱オブザーバは、ロボット自身の正常な動作を内部モデルとして把握しており、ロボット関節における計算トルク値とコントローラからのモニタトルク値との差分を求めるものである。したがって、この差分を比較器によって監視することで、触覚センサ等の外界センサを用いずに人間との接触による過大な外力は検出でき、ロボットは停止制御を実行する。

次に、初期の衝撃力の緩衝機構として、柔らかいロボットの被覆を検討した。人体とロボットの接触部形状をモデル化すると、剛体と見なした人体部位と粘性、弾性の並列要素と見なした被覆との接触状態を表現することができる。接触力と被覆材料の粘弾性係数の関係を時間関数で表し、衝撃力の緩和を満足する境界条件(全ての時刻で接触力が50N以下)、及び動的な接触検出のための接触感度を満足する境界条件を適用すると、被覆に要求される弾性係数と粘性係数の範囲が求められる。また、ロボットの停止に要する時間から被覆の厚さが定まる。

以上の設計要件を2リンクのロボットアームに適用して、人間の上腕部との接触停止のシミュレーションを行うとともに、外乱オブザーバとウレタンフォームの被覆を持つロボットアームの接触実験を行ったところ、図2に示すように、接触力が25N以下でロボットは停止することが確認された。

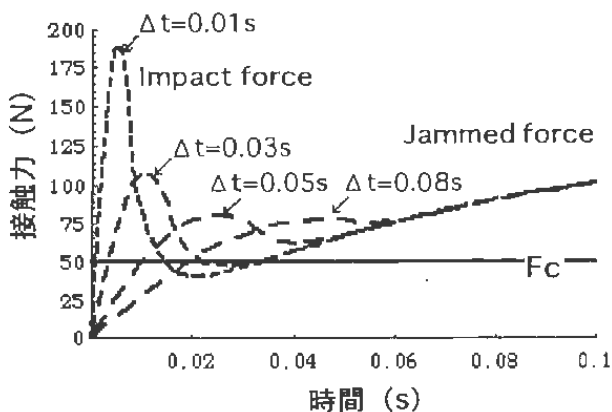


図1 人体とロボットの衝突シミュレーション

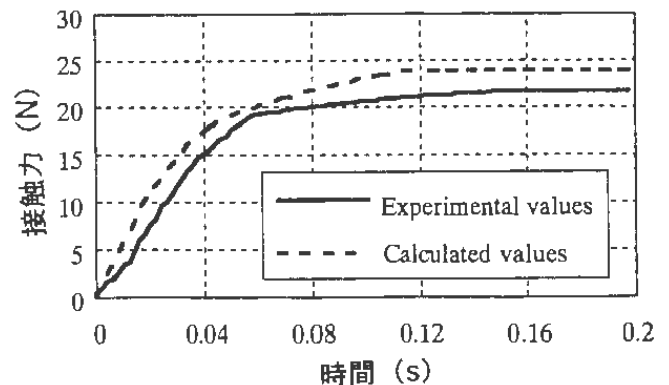


図2 接触停止シミュレーションと実験結果

1. はじめに

墜落災害防止のためには、墜落を防止することがまず必要であるが、墜落防止手段が常に使用できるとは限らない。例えば、植木の手入れ等において、足場の整備や安全帯の使用は困難である。このような場合の対策として、地面との衝突を緩和することで障害を低減するエアバッグの開発を、外部機関との共同研究で行っている。このエアバッグの緩衝性を中心に評価をおこなった。

2. エアバッグの概要

墜落防護用エアバッグシステム（写真1参照）は、緩衝を行うためのエアバッグ本体、墜落時にエアバッグを膨らませるガス充填システム、墜落したことを検知する墜落センサ、およびこれらをひとまとめにして着用するためのベストからなる。

3. 落下試験の方法

エアバッグの緩衝性能評価のため、加速度計を装着したダミーを落下させ、エアバッグがあるときとないときの地面との衝突の衝撃加速度を測定した。なお、落下の際には、事前にエアバッグを展開し、主にエアバッグが当たるように水平に落下させた。

この測定波形から、最大衝撃加速度や衝撃継続時間、自動車の衝突の評価に用いられているHIC等を計算し評価を行った。

4. 落下試験の結果

各落下高さごとのエアバッグがあるときとないときの最大衝撃加速度を図1に示す。図から明らかなようにエアバッグの緩衝効果が認められる。

各落下高さごとのHICを図2に示す。エアバッグがあるときはないときに比べHICが減少しているが、落下高さによっては、限界値の1000を大きくオーバーしている。

5. 考察

5. 1 エアバッグ本体の緩衝性能

エアバッグがあるときはないときに比べて条件がよいときには、衝撃が半分近くに減らせることが確認できた。しかしながら、その絶対的衝撃値は、まだ高くHIC等の指標から判断すれば、落下高さが大きくなれば障害は避けられない。

5. 2 エアバッグシステムの評価

エアバッグによって墜落を防護するためには、墜落したということを検出することが不可欠である。墜落と飛び下り等を識別しなくてはならないという本質的

な困難があるが、実用的な検出性能の見通しを得た。現在実用化に向けて研究評価中である。

6. おわりに

本エアバッグシステムは、完全な防護性能を求めるのではなく、防護性能が不十分でも常時着用できるという性格を持つものである。ユーザーにこのことを理解させ、墜落防護システムの一環として活用を図ることが重要である。



写真1 エアバッグの展開時の状況

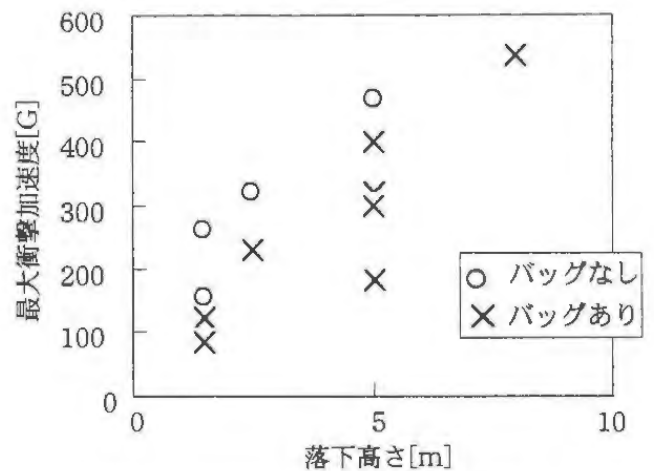


図1 落下高さと最大衝撃加速度

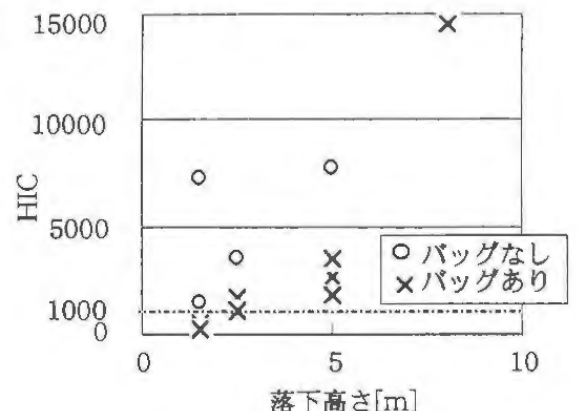


図2 落下高さとHIC

機械システム安全研究部 梅崎重夫

1. 研究目的

人間機械システムの安全対策では、機械の停止によって作業者の安全を確保する。しかし、大規模生産システムのように前工程と後工程が密接に関連したシステムでは、たった一台の機械の停止によってさえ、システム全体が稼働不能となることも多い。

このため、実際の現場では、生産性に配慮した安全制御システムの構成法が強く要望されているが、この問題に関する研究は、現場では要望が強いにもかかわらず、研究ベースで行われたものは非常に少ない。そこで、本研究では、生産性に配慮した安全制御システムの構成法について検討を行った。

2. 自律分散形の安全確認システム

人間機械システムの安全対策では、安全が確認できないときは直ちに機械の運転を停止させる安全確認システムが必須である。しかし、大規模生産システムのような複雑なシステムでは、安全確保のためにすべての機械を停止させてしまうと、稼働率が著しく低下し、実用上問題を生じる。

そこで、人間に対して危害を及ぼすおそれのある機械だけに停止を限定する。このためには、個々の機械が独立したセンサとコントローラを持ち、このセンサからの情報にしたがって自律的に機械を自動停止させるシステムを必要とする。これが、自律分散形の安全確認システムである。

3. 状態遷移図による稼働率向上対策の定量化

自律分散形の安全確認システムの適用は、システムの稼働率をある程度向上させる。しかし、大規模生産システムのように前工程と後工程が密接に関連したシステムでは、たった一台の機械の停止によってシステム全体が稼働不能となることも多い。また、このようなシステムでは、停止後の復帰操作に相当な手間を要する場合もある。

従来、このような場合の稼働率向上対策は、現場担当者の勘と経験に依存して対応するが多かった。しかし、大規模生産システムのような複雑なシステムでは、このような対応には明らかに限界がある。そこで、本研究では、人間機械システムの挙動を図1のような状態遷移図で表現することによって、大規模生産システムの稼働率向上対策を定量的に評価し、稼働率低下の原因となっている問題点を抽出できるようにした。

図で、 η は危険側移行率（発生するすべてのトラブルに対する危険側となるトラブルの比）、 λ はトラブル発生確率（人間の誤りや機械の故障に起因する）、 ϵ は早期異常検出率（機械停止に至るトラブル要因を早期に検出して回避できる比）、 μ は修復率、 H_L はハイリッヒ的な偶然性を意味する。

このうち、安全対策上優先的に採用されるのは η の著しい低減であり、 H_L の低減はきわめて補助的かつ限定的でしかない。また、生産性向上には λ と ϵ の改善が優先的であり、 μ の改善はこれが容易でない場合の次善の策として位置づけられる。

以上のうち、 η は安全技術者、 λ と ϵ は信頼性技術者、 μ は生産技術者が担う指標であり、この3者の協調によって安全で生産性の高い制御システムの構築が可能であることを意味している。

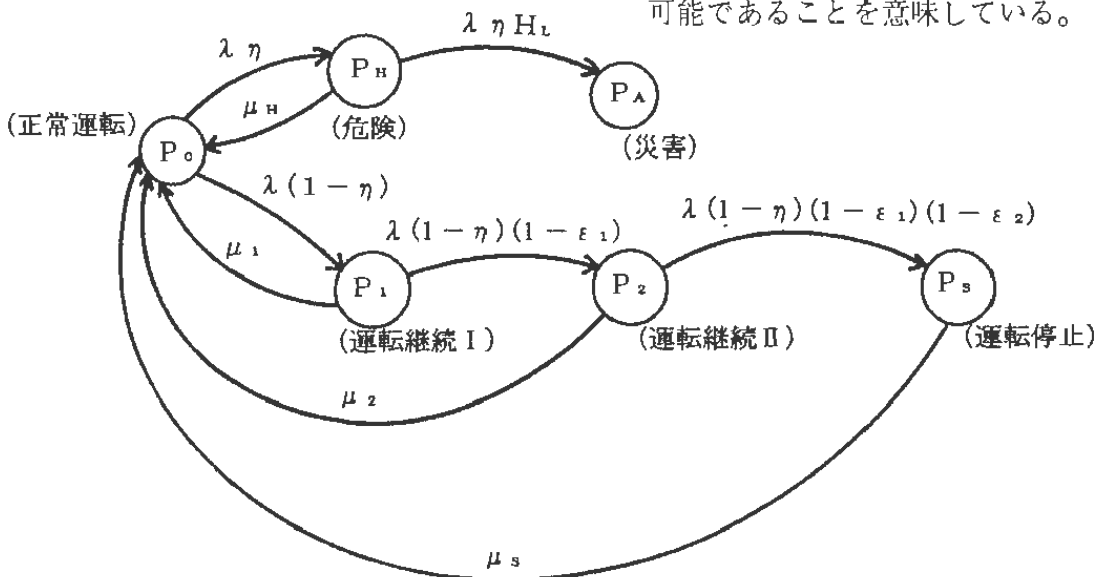


図1 状態遷移図による稼働率向上対策の定量化

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-施工作業用ロボット移動機構

機械システム安全研究部 池田博康, 清水尚憲

1. はじめに

近年、ビル自動施工システムの運用により、建設・施工作業のFA化が進められる一方、屋内配管作業や内装作業は完全な自動化が困難とされている。そのため、人間と協調しながら施工作業を行うロボットが注目されているが、ロボット周辺の人間の安全を確実に確保する技術は確立されておらず、マニュアルマニピュレータの形態しか実現されていない。

本研究では、作業者と協調しつつ、ある程度自律的に施工作業を遂行できるロボットシステムの開発を目的とする。本年度は、施工作業用ロボットの移動機構を中心に検討を行った。

2. 移動機構の開発

施工作業用ロボットは、建設途上のフロアを自在に走行できるように車輪とゴムクローラを併用する移動機構とした。この移動機構は、平坦面では3輪で操舵可能なスムーズな走行を行い、段差や障害物を回避できない場合は、クローラを車輪に代えて接地させて乗り越えるものであり、既存の電動台車のメカニズムを利用した(図1)。

さらに、走行距離と走行速度および操舵角度と操舵速度を得るためのセンサを組み込み、外部より自律走行制御が可能のようにインタフェースを搭載した。これにより、外部コンピュータで作成した走行プログラムを実行できるようになった。

なお、移動機構上にはスライド式フランジを取り付けて、マニピュレータ使用時の重心バランスを調整できるようにしている。また、転倒防止用装置として、傾斜センサや路面距離センサを装備する。

3. 衝突防止用接触センサの検討

移動機構は最高4km/hの走行能力があり、このときの制動距離は平均425mmであった。したがって、移動機構が人間と接触した場合、確実にその接触を検出して緊急停止させる機構と制動距離以上の緩衝機構が必要である。フェールセーフな非接触人体検知センサは実用化されていないため、フェールセーフなバンパ式の接触センサは衝突防止の切札となる。

そこで、通常のア接点型のテープスイッチに替わる接触センサとして、伸張型のゴムセンサをバンパに適用する方法を検討した。このセンサは、シリコンゴムベース上に導電性塗料を塗布したもので、図2に示すように、伸張させるとその抵抗値が変化する特性を持

つ。(図2は電圧変化で示している。)この特性を利用して、3値の窓検定を行えばフェールセーフな接触センサを構成できる。すなわち、少し伸ばした状態を正常状態としてセットして監視する(ON出力)ことで、接触時の抵抗値増大のみならず、破断や断線、短絡、セット不備等の故障状態も抵抗値の窓逸脱でOFF出力となり停止制御される。

このゴムセンサを利用してバンパを形成するために、図3に示すような楕円状の板バネの中(長辺)にダンベル状のゴムセンサを張る構成とした。柔らかい板バネの利用により衝突時の緩衝性を確保するとともに、人間への接触力も抑えられる。なお、ゴムセンサの再現性は4倍伸張時でも良好であった。

今後、マニピュレータの開発とともに、このバンパ等の移動機構用安全機能の検証を行う予定である。

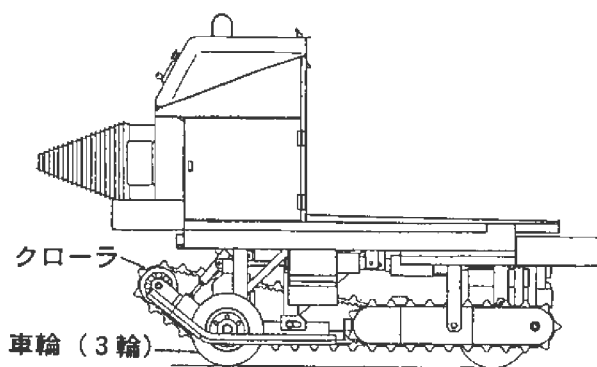


図1 移動機構の構造

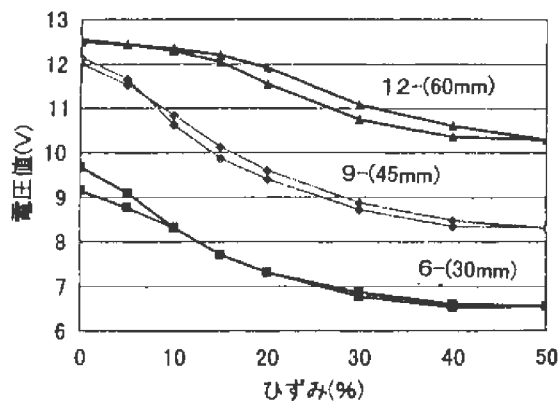


図2 伸張型ゴムセンサの伸張特性

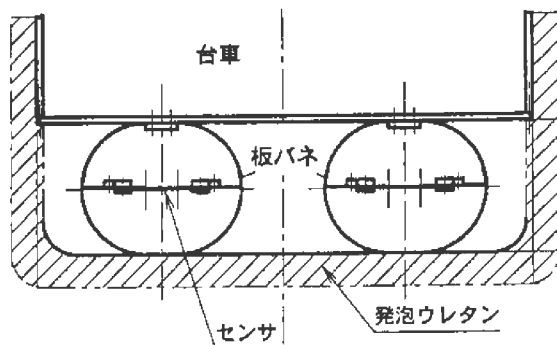


図3 バンパ型接触センサの構造

建設用タワークレーンの振動性状に関する研究

建設安全研究部 高梨成次, 河尻義正, 大幢勝利

1. はじめに

阪神・淡路大震災によって、建設用タワークレーンが多数被災した。最も深刻な被害は、タワークレーンのマスト部分が破損し、クレーン本体が地上へ落下するという災害であった。本研究では、現在使用されているタワークレーンに特別な補強を施さず、制震装置を利用することによって、耐震性能の向上を計ること及び、解析モデルの妥当性を検証することを目的とする。

2. 建設用タワークレーンの縮小模型実験

写真1に実験で用いたタワークレーンの縮小模型を示す。縮小模型は、実大タワークレーンの1/36縮尺とした。加力方法は、振動台による強制加振とした。本実験では、比較的大型のタワークレーンを想定して、ステアーを2段に設置した。摩擦ダンパは、上段ステアーにのみ組み込んだ。タワークレーンの実機には、ステアー部分に1 cm程度の遊びがあるが、縮小模型では無視した。振動台実験での入力地震波は、4種類の地震波を採用した。これらの地震波を最大速度が50cm/sとなるように基準化して入力した。

3. 実験結果及び解析結果

図1に摩擦ダンパを組み込んだ場合及び摩擦ダンパを組み込まない場合のマスト部材各部に生ずる最大応力を棒グラフとして示す。最大応答値は、地震波の特性により異なったが、マストに生ずる応力が最大になるのは、地震波の特性に依らず、上段ステアー部分であった。実機のタワークレーンのマストは、この部分の応力レベルを基にして設計耐力がマスト全体に渡り一律に設定されている。

ステアーに摩擦ダンパを組み込むことによって、上段ステアー部分のマストの応力レベルは、摩擦ダンパを組み込まない場合に比べ34%~60%に低減されている。これに対し、下段ステアー部分及びマスト基礎部のマストの応力レベルは大きくなっており、下段ステアー部分では1.6~2.0倍であり、基礎部分では、約4倍にまで大きくなる場合があることが分かった。ただし、応力レベルの絶対値は小さく、上段ステアー部分の応力レベルを基にマストが設計されているため、これらの箇所での応力レベルがマスト部材の設計に及ぼす影響はないものと考えられる。これらの、応答低減は、摩擦ダンパによって、振動エネルギーが消費されたことに起因している。

図2に旋回体部分の応答加速度を実験結果と解析結

果を比較して示す。解析モデルは、質点系モデルとし、摩擦ダンパ部は、完全弾塑性型の履歴モデルとした。解析結果は、実験結果とよく合致しており解析モデルの妥当性が確認できた。



写真1 タワークレーンの縮小模型

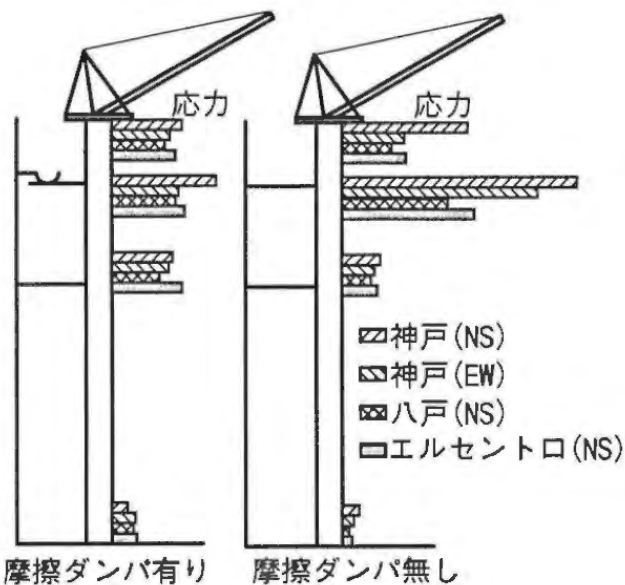


図1 マスト部材の最大応力

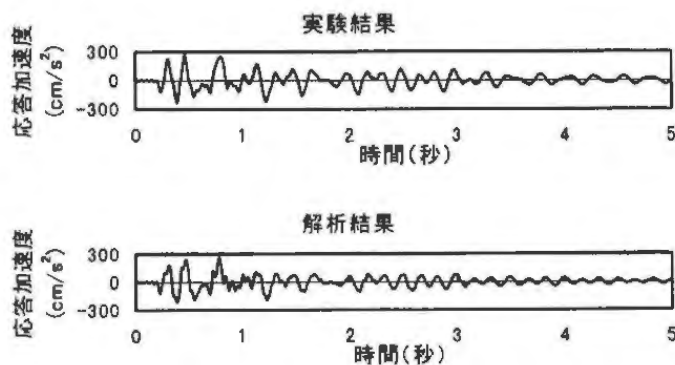


図2 実験結果と解析結果の比較

新方式の仮設機材の性能評価方法に関する研究
 ーロングジャッキとつり足場用チェーンの評価ー

建設安全研究部 大嶋勝利, 高梨成次, 河尻義正

1. はじめに

近年、仮設構造物は新しい構造・材質のものが数多く開発され実用化されている。その中には、構造規格に適合しない製品もあり、規格自体の見直しが求められている。また、規制緩和の一環として、仮設構造物の強度評価も構造規格から性能規格への転換が叫ばれており、新しい評価方法の確立が望まれている。

このため、本研究は仮設工業会との共同研究として、新方式の仮設機材の中で安全上特に重要なものを取り上げ、使用状態を調査して具備すべき性能を明らかにし、さらに、性能評価方法を確立することを目的として試行的に実験を行っている。今年度は、昨年度に引き続きロングジャッキとつり足場用つりチェーンの性能評価法の検討を行った。

2. ロングジャッキの性能評価

ロングジャッキは、通常単体で強度評価が行われているが、ロングジャッキの性能を実際の使用状態に近づけて評価する方法として、建わくの下端にロングジャッキを設置して圧縮試験を行った。その際、ジャッキの使用長を5通りに変化させて、標準ジャッキ（使用長3通り）を設置した場合の試験結果と比較した。

その結果、ジャッキの使用長と最大荷重の関係は図1のようになったが、この性能評価法により新たに以下のことがわかった。

- ① ロングジャッキの使用長が250mm以上の場合、使用長の増加とともに最大荷重は低下していく。
- ② ロングジャッキの使用長が500mmの場合に、ジャッキの代わりにナイフエッジを設置した場合の最大荷重を下回った。
- ③ 従来の設計では、枠組の許容荷重はナイフエッジを設置した場合の強度に基づいているため、ロングジャッキの使用長が500mmの場合には、枠組の許容荷重を低く見積もる必要がある。

3. つり足場用つりチェーンの性能評価

つり足場用つりチェーンは、図2に示すようにループ状(チェーン2本分)にして使用される場合が多いが、通常の強度評価はチェーン1本の両端を引っ張る方法で行われている。しかし、チェーンをループ状で使用した場合、端部に大きな応力が生じるためチェーン1本の強度の2倍以下で破断することもあると考えられる。そこで、図2に示すように実際の使用状態に近づけた性能評価方法を提案し、この方法で実験を行った。

実験の結果を表1に示す。表1よりクランプで破壊する場合は2770～3020kgfの強度があるが、チェーンで破壊する場合は強度が750～850kgfしかなかった。よって、この性能評価方法によりチェーンの端部での不良を発見できる場合もあることがわかった。

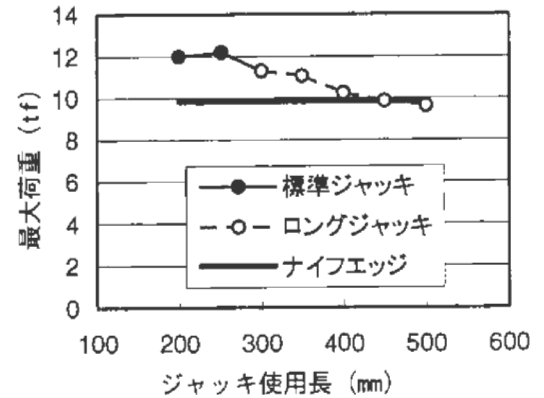


図1 ロングジャッキの性能試験結果

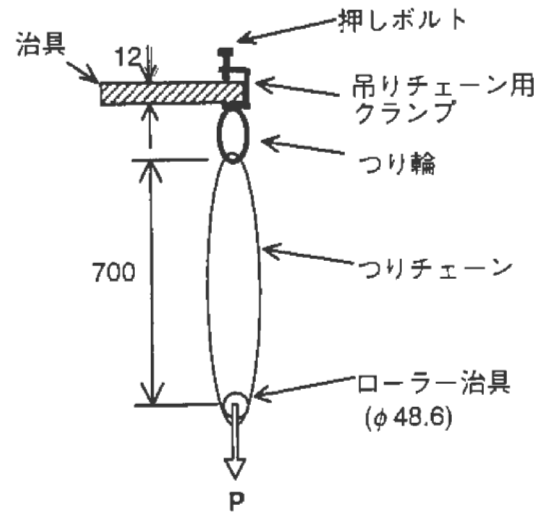


図2 つり足場用つりチェーンの性能試験

表1 つり足場用つりチェーンの性能試験結果

チェーン \ No.		1	2	3	4	5
		A	強度 (kgf)	2770	2970	2810
A	破壊箇所	クランプ	クランプ	クランプ	クランプ	クランプ
B	強度 (kgf)	2870	2820	2790	2920	2990
B	破壊箇所	クランプ	クランプ	クランプ	クランプ	クランプ
C	強度 (kgf)	2800	2810	870	750	2870
C	破壊箇所	クランプ	クランプ	チェーン	チェーン	クランプ

造成工事における地盤災害防止のための深層混合処理
工法に関する研究

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡
東急建設技術研究所 橋爪秀夫

1. はじめに

最近の造成工事では、軟弱地盤上に盛土を築造し宅地を開発するケースが増えている。このような工事では、地盤が軟弱なため盛土荷重によってすべりや大変形が生じ、地盤災害となる危険性も高い。

盛土築造に伴うすべりや大変形を防止する方法の一つに深層混合処理工法による地盤改良がある。本研究では、遠心場で盛土築造過程をシミュレートできる砂降らし装置（図1参照）を開発し、盛土築造に伴う地盤の変形挙動を詳細に検討することによって、混合処理工法による地盤補強のメカニズムを解明するための研究を実施した。

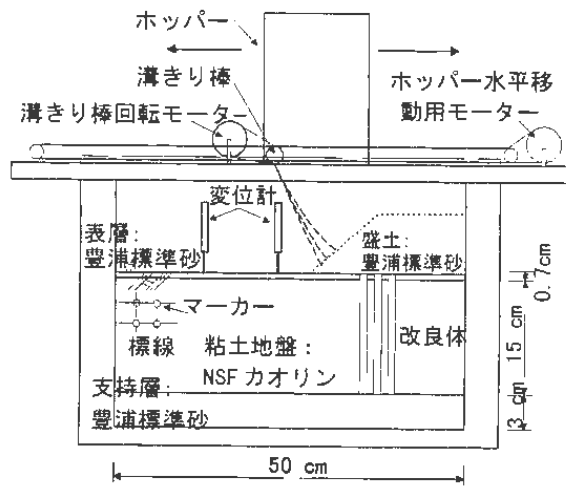


図1 模型地盤と実験装置

2. 実験概要

模型地盤作製用試料として、支持層、表層、盛土には豊浦砂、軟弱粘土地盤にはNSFカオリン ($\phi' = 30^\circ$, $w_L = 66.8\%$, $w_p = 26.4\%$, $I_p = 40.3$) を使用した。空中落下法によって豊浦砂で作製した支持層の上に、スラリー状のカオリン ($w = 120\%$) を投入し、遠心場で表層が粘土地盤に与える圧密応力に相当する荷重を1G場で載荷し予備圧密を行った。その後、表層となる飽和砂地盤を支持層と同様の方法で作製し、加速度約56Gの遠心場で自重圧密させ正規圧密地盤を作製した。表-1に実験条件を示した。

case 1の無改良地盤では、砂降らし装置を土槽上面に載せ、自重圧密と同じ56Gのもとで再載荷を行った。再載荷によって粘土地盤内に発生した間隙水圧が定常状態となるのを確認した後、砂降らし装置により急速

表1 実験条件

	case1	case2	case3
改良の有無	無改良	のり尻改良	のり肩改良
改良位置	—	のり尻直下	のり肩直下
改良角度	—	0	0
改良率(%)	0	10	10

$$(\text{改良率}(\%)) = \text{改良体面積} / \text{改良範囲} \times 100$$

に盛土を築造した。case 2, case 3では自重圧密終了後1G場において、ドリルで地盤に改良体と同じ径の穴を削孔し、改良体を埋め込んで改良地盤を作製した。その後、case1と同じ手順で実験を行った。

3. 実験結果

図2, 図3, 図4はそれぞれ、無改良地盤, のり尻改良地盤およびのり肩改良地盤の盛土築造に伴う地盤の変形挙動を示したものである。case3では盛土築造に伴う地盤変位が最も小さく、のり肩直下に改良体を設置した場合、変形に対する抑止効果が高かった。

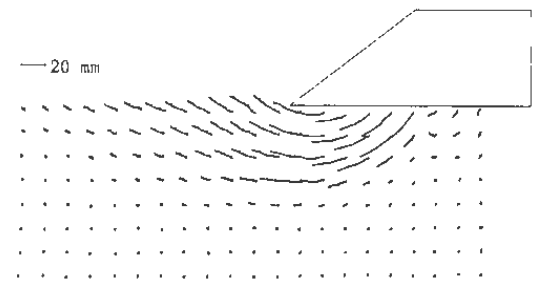


図2 無改良地盤の変位ベクトル

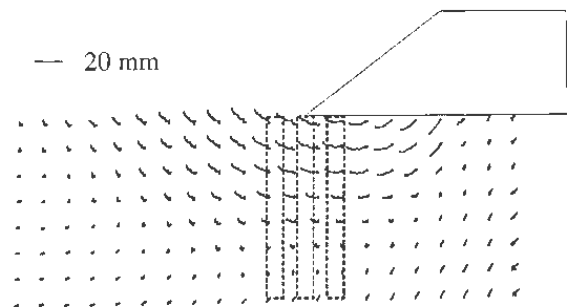


図3 のり尻改良地盤の変位ベクトル

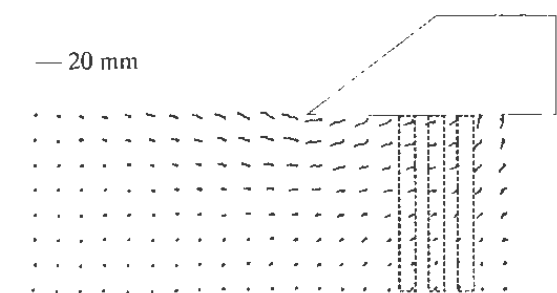


図4 のり肩改良地盤の変位ベクトル

粘性土地盤におけるアンカー土止めの変形・崩壊挙動

建設安全研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡

1. 研究目的

掘削工事においてアンカーは広く利用されているがその変形・崩壊のメカニズムの研究は必ずしも多くない。本研究では、粘性土地盤における一段式アンカー土止めについて掘削工事の過程を遠心模型実験により再現し、地盤変形・崩壊の発生メカニズムに関する基礎的知見を得ることを目的とした。

2. 実験概要

実験で用いた試料容器の内寸は幅450mm、高さ272mm、奥行き100mmである。模型矢板には幅99mm、高さ200mm、厚さ2mmのアルミニウム板を使用した。アンカーは一段式とした。試験試料にはNSFカオリン(IP24.5)を使用し、含水比90%で攪拌しながら脱気した後、試料容器に投入し表1の圧密荷重で一次元圧密し、その後成形した。模型地盤を遠心力載荷装置に搭載し遠心加速度を50Gまで上昇させ、50Gに保った状態で掘削装置を用いて受働側を4段階に分けて掘削した。Case-3では矢板の沈下を妨げるため矢板下端にアルミニウム片を設置した。またCase-4では地盤すべり線が発生した時点で掘削を止め、その後、アンカーの抜け出しを再現するためアンカーを緩めた。表1に実験条件及び地盤挙動状況を示す。

3. 実験結果及び考察

Case-1, Case-2とも第3回目掘削時においてすべり線が発生し、掘削がほぼ終了した段階ですべり線に沿って地盤が矢板とともに斜め下部方向に変位した。矢板の鉛直方向への変位は、アンカーにかかる張力を低下させるように働くため、地盤変形をさらに進ませる結果となった。一方、矢板の根入れ部分の支持力を増加させたCase-3では地盤の崩壊が見られなかった。矢板の沈下はアンカーの張力や、矢板に生じる土圧の鉛直成分の働きによって生じる。これらの鉛直荷重に対して矢板が沈下しないことが、地盤変形の抑止に非常に効果があることが確認された。

矢板に作用する土圧分布及び矢板のひずみ分布を見

ると、今回の全ケースで掘削を開始した直後から、主働側、受働側ともに土圧は減少した。Case-1では地盤に変化が見られた3回目掘削時に主働側、受働側ともに矢板下端の土圧が上昇し、それに伴い矢板のひずみの値も上昇した。

Case-4ではアンカーを緩める過程で複数のすべり線が生じ、矢板が倒れるとともに地盤は大きく崩壊した(写真1)。この時、矢板下端において土圧が急上昇していた。

表2に根入れ深さをL、地表から矢板下端までの距離をHとし、Rankine土圧及び極限つりあい法により求めた安全率が1となる時のL/Hを示す。実験では掘削を縦方向に分割して行い、解析では地盤を水平に掘削したと仮定したため直接的な比較は困難ではあるが、極限つりあい法により求めた値の方が実験から得られた結果に近い値となった。

4. まとめ

粘性土地盤における一段式アンカーの掘削時の変形・崩壊挙動について掘削過程を再現する遠心模型実験を行った結果、次の事項が確認できた。

- 1) 矢板が支持されて沈下しないことが地盤の変形の抑止に非常に効果がある。
- 2) 一段式アンカーによる土止めでは、アンカーが効力を失うと矢板下端において土圧が上昇して直ちに矢板の倒壊を伴う土砂崩壊につながる危険性がある。

表2 安全率が1となるL/Hの値

case	Rankine土圧	極限つりあい法	実験値
1	0.56	0.20	0.18
2	0.38	0.18	0.15

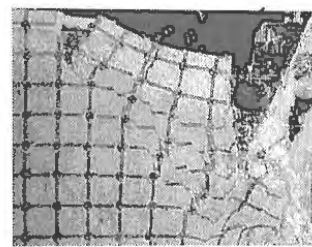


写真1 アンカーの抜け出しによる崩壊状況 (Case 4)

表1 実験条件及び実験結果

Case	載荷圧密	地盤高	実験条件	地盤挙動
1	1.0kgf/cm ²	170mm		65度のすべり線、矢板沈下・崩壊
2	1.5kgf/cm ²	165mm		60度のすべり線、矢板沈下・崩壊
3	1.5kgf/cm ²	165mm	矢板沈下なし	70Gまで上昇させたが崩壊せず
4	1.5kgf/cm ²	170mm	アンカー抜け出し	複数のすべり線、矢板倒壊、横方向に崩壊

地盤破壊による移動式クレーンの転倒をシミュレートするための実験模型の開発

建設安全研究部 玉手 聡, 堀井宣幸, 豊澤康男

1. はじめに

移動式クレーンによる労働災害が多く発生している。なかでも転倒災害は移動式クレーンによる死亡災害の約1/4を占める。この転倒災害の原因を調査してみると、機体を安定させるために使用するアウトリガーフロートが、地盤にのめり込んで転倒に至る場合が多く見られる。アウトリガーが地盤にめり込むと機体が傾斜する。これに伴ってクレーンのブーム起伏角(図1, θ)が減少するために、モーメント半径が増大(図1, ΔR)し、転倒モーメントが増加する。さらに、アウトリガーが地盤に急激にめり込む場合は、上記の不安定化に加えて回転運動が発生し、慣性力によって転倒する可能性があると考えられる。そのため、移動式クレーンの安定性はアウトリガーの沈下量のみならず、その沈下挙動が大きく影響するものと思われる。また、移動式クレーンの安定性はブーム長、ブーム起伏角、アウトリガー張り出し幅やつり荷質量などの作業条件によっても影響される。本研究ではこのような支持地盤の不安定性とクレーンの幾何学的な不安定性の相互関係を明らかにするための模型実験を検討している。本報告では、移動式クレーンのアウトリガーが地盤にめり込んで転倒する現象をシミュレートするために製作した移動式クレーン模型の概要を報告する。

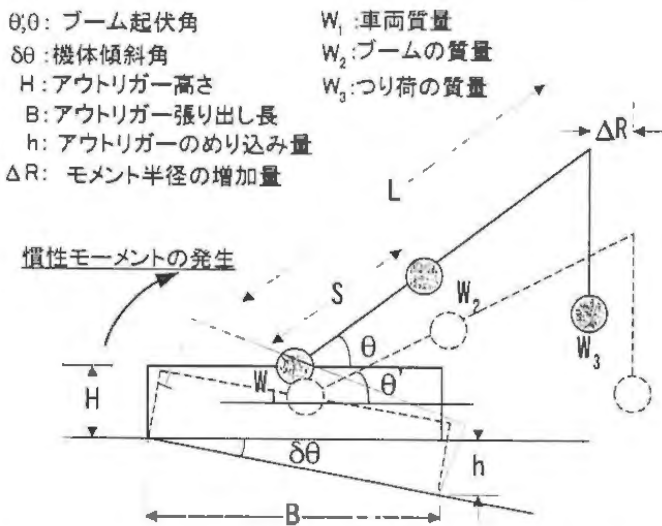


図1 アウトリガーのめり込み(沈下)による移動式クレーンの不安定化の概要

2. 移動式クレーン模型

転倒シミュレーションは実験の再現性を確保するとともに、模型のアウトリガーフロート直下で発生する

接地圧力を実機とほぼ同じレベルにするために遠心力載荷装置を使用して行っている。製作したクレーン模型を写真1に示し、実機との主要緒元の比較を表1に示す。クレーン模型はつり上げ能力が20トンのホイールクレーンを参考にその約1/20に作製した。模型は下部のアウトリガーを含む台座部と上部のクレーン機構部により構成する。上部クレーン部はブームとその角度を増減させる可動部により構成される。ブームを遠心場で昇降させるための動力には定格出力100Wのサーボモータを備える。ブームは長さが異なる3種類(50, 60, 90cm)のものに付け替えることが可能である。模型下部の台座は縦10cm×横20cmであり、その両端に長さ20cmのビームを介してアウトリガーを取り付けている。このビームの長さはアウトリガー張り出し幅に相当し、異なる長さのものに付け替えることが可能である。模型の4隅に配置するアウトリガーにはロードセルとワイヤー式変位計を配置する。ロードセルの接触部は球座でありアウトリガーとの結合はヒンジである。ブーム起伏角の減少によって発生する転倒モーメントとアウトリガーにおける荷重-沈下の相互関係を明らかにするとともに地盤の不安定がクレーンの転倒挙動に及ぼす影響を実験的に検証する。

表1 移動式クレーン模型と実機の主要緒元の比較

	実機	模型
ブーム長	6.7~25m	50, 60, 90cm
車両(機体)寸法	5.0×2.2m	20cm×10cm
アウトリガー張り出し幅	2.2~5.1m	10, 15, 20cm
クレーン機体の重量	19.2tonf (188kN)	4.6kgf (45N) (1G場)
アウトリガーフロート径(φ)	40cm	2.5, 3.0cm
フロートにおける接地圧力	3.81kgf/cm ² (373kPa)	3.25kgf/cm ² (318kPa) (20Gの遠心場)



写真1 製作した模型クレーン

土石流等による土砂崩壊災害の防止技術に関する総合的研究

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡
東急建設技術研究所 橋爪秀夫, 大河内保彦

1. はじめに

平成8年12月に蒲原沢で発生した土石流では、作業中の労働者14名が死亡、7名が負傷するという重大災害となった。流下する土石流の流速は5~20m/secと高速であり、また、流下質量も大きいためその破壊力は強大なものである。

土石流による荷重は、流体力と礫などの衝突による衝撃力から構成される。土石流中の礫が持つ衝撃力に関連する研究は、理論的アプローチや鉄球の落下などによる衝撃载荷実験が中心であり、実際に近い土石流を流下させて衝撃力を測定する研究はほとんど行われていない。本研究では、土石流対策を考える上での基礎資料を得る目的で、土石流の流動特性と礫等による衝撃力を解明するために、遠心模型実験による土石流流下実験を行ったので報告する。

作動させて攪拌した後、ミキサーの底板を解放し、模擬土石流をV字型流路上に流下させた。

3. 実験結果

図-2は、模擬土石流と流下重量の関係を示したものである。水だけの場合は、流下重量が増加するほど流速も増加している。これは、流下重量の増加により攪拌ミキサー内での水位が高くなるため、位置エネルギーが増加するためと考えられる。一方、砂、粘土および礫などを混入した場合は、これらの混入物の割合が大きくなるほど流速は低下する傾向が見られる。この理由は、混入物の割合が大きいほど模擬土石流の粘性が増加すること等の影響が考えられる。実験で測定した流速は、水だけの場合は21~33m/sec、砂等を混入した場合は16~24m/secであった。図-3は荷重測定器で計測した土石流の衝撃荷重である。衝撃荷重は3個のロードセルで測定しており、3個のロードセルで測定した荷重の合計値を衝撃荷重とした。衝撃荷重は非常に早い時間でピークに達する衝撃的な荷重特性を示している。

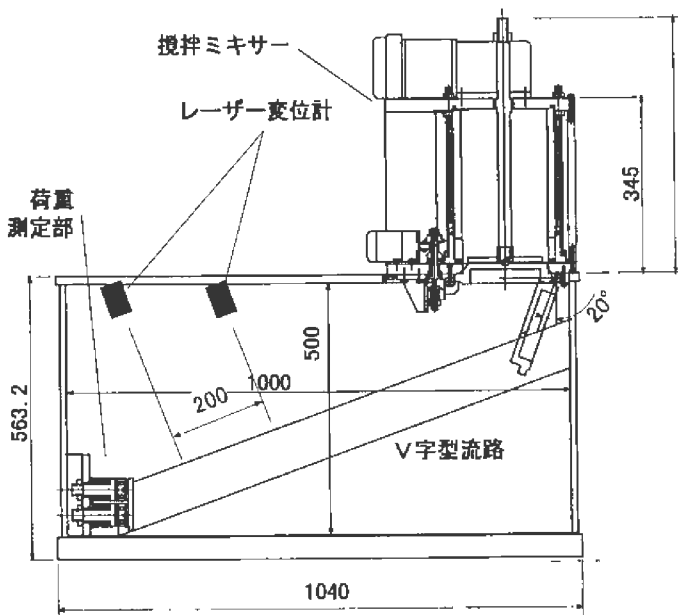


図1 流下実験装置

2. 実験概要

図1は流下実験に使用した流下実験装置である。土槽の上部には、水と礫等を均一に混ぜ合わせるための攪拌ミキサー、土槽内部には模擬土石流を流下させるV字型流路と土石流荷重を測定するための荷重測定器が設置されている。また、土石流の流速を測定するためレーザー変位計を20cm間隔で2個設置している。流下実験は、土石流を模擬した水と砂等の混合物を攪拌ミキサーに投入し、50Gの遠心場で攪拌ミキサーを

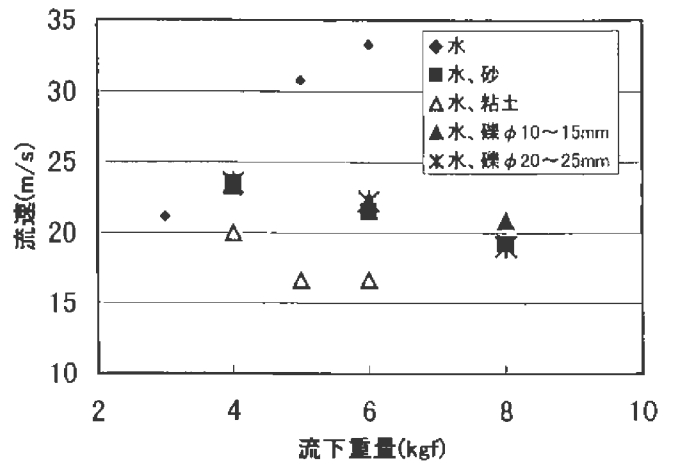


図2 流速と流下重量の関係

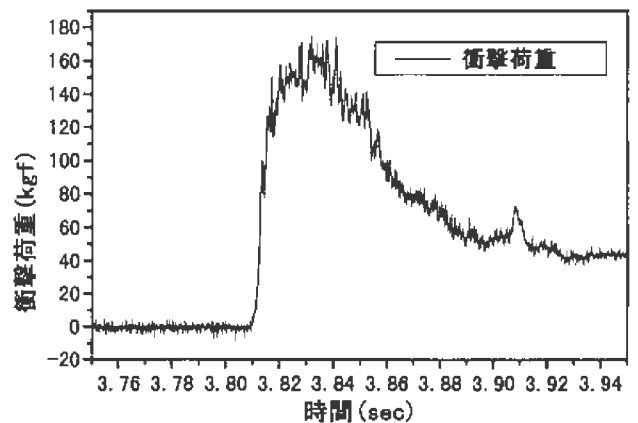


図3 衝撃荷重曲線

建設安全研究部 永田久雄, 李 善永

1. はじめに

日本の労働力人口は急速な勢いで高齢化しており、その変化に対応した労働環境や労働形態の新たな構築が模索されている。職場で高齢労働者を積極的に受け入れる社会的合意と職場改善のための技術的方法論の確立が緊急課題となっている。

本報では、高齢労働に関して安全衛生といった領域からだけでなく、職域拡大なども視野に入れて、高齢者と青壮年者とが安心して共生して働くことのできる労働環境づくりを幅広い視点から論じようとするものである。ただし、ここで扱う基本的な問題は、ジェンダー・フリーな労働環境づくりとも共通しているが、年齢差に焦点をあてて論じている。

2. 調査方法

高齢者に対して対面調査を行い、今の高齢者のおかれている現況を調査した。併せて、10～20年後の高齢社会においてさまざまな問題に直面すると予測される40歳代労働者に対して郵送方式によるアンケート調査を実施した。調査対象となった高齢者数は66人（60～81歳、平均68.5±5.2歳）、40歳代労働者数は430人であった。

3. 調査結果と考察

調査結果をまとめると次のようになる。

①高齢期での就労：40歳代労働者の半数近くは、「65歳まで」現在の仕事を続けられると考え、約4割が難しいとしている。また、40歳代の約2割、高齢者の約6割が70歳以上の就労を希望している。

②高齢期での労働障壁：40歳代労働者が懸念する労働障壁は、「配置換え・職種変更に伴う精神的な負担」、「作業にかかる身体的・生理的な負担」、「通勤にかかる負担」などである。

③心身機能の衰えへの懸念：40歳代は、「視力」、「判断力など」、「足腰の筋力」、高齢者は、「判断力など」と「敏捷性など」が高い割合を示している。40歳代から見た高齢労働者の身体機能の問題点は、「記憶力」、「とっさの判断」、「作業速度」、「体の動きが遅い、敏捷性の衰え」、「小さな文字が読めない」などである。

④腰痛：高齢者だけでなく、40歳代にも共通する。40歳代の6割、高齢者の8割が経験者である。

⑤希望する作業グループ：40歳代も高齢者と同様に多くが高齢期には青壮老が混在するグループ(約8割)

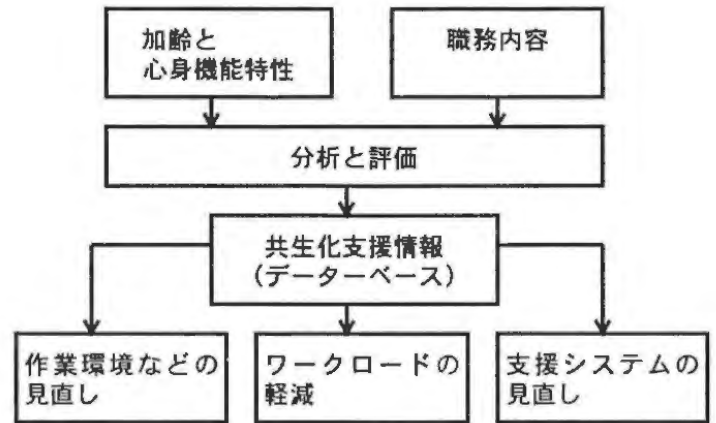


図1 高齢社会における労働環境づくり

で働くことを希望している。

⑥将来の高齢者像：一般的傾向として、パソコン、ワープロに慣れ、企業で高齢者が戦力となって働いていると考えられている。一方、現在の高齢者による回答結果によれば、今の高齢者と比較して身体機能（健康、筋力、聴力、視力）が優れているとは言えない。特に、「根気」に関しては、低い評価がなされている。

高齢社会においては、介護老人をかかえた労働者や病後から職場復帰までの生活支援を基本としなければ、高齢者と若者が共に安心して働ける職場づくりを真に支援することは難しい。高齢労働問題の解決のためには、総体的な連携による問題解決が求められている。しかし、労働人口が高齢化してゆくことに対して、現在は各事業所ごとの個別の改善・工夫に留まっており、労働界、産業界全体での十分な対応ができていないと言いがたい。現在、日本固有の社会・文化に根ざした社会システムの新たな構築が求められている。

対策の基本的な方法としては、図1に示すように、心身機能レベルと職務内容との関連情報を分析評価して、作業環境、作業負荷、作業支援システムに分けて対策を実施する。高齢労働者と青壮年者の共生を促進するには、双方の心身機能の特性差とそのバラツキ度合いをデータとして収集する。その上でカバーできる範囲を決定し支援機器、労働環境のデザインを行う。日常生活用品の購入ではエンドユーザーに選択権があるが、労働環境では個人的な選択権は限られてくる。そのために、事業主や職場管理者に適切な情報を提供してゆく必要がある。今後は、本基礎調査結果を踏まえて、特に、超高齢社会で問題となる労働環境を取り上げて進めてゆく予定である。

なお、本調査結果の詳細については平成10年度の安研研究報告を参照されたい。

大規模施工システムの耐風性に関する研究

一 施工環境シミュレーターの開発一

建設安全研究部 大幡勝利, 高梨成次, 河尻義正

1. はじめに

近年、強風により足場など施工中の建造物の倒壊災害が数多く発生し、多くの被害を及ぼしている。特に、足場は外周部をシート等で覆うことが多いことから、風荷重に対する安定性が問題となっており、写真1に示すような災害が発生している。また、最近になって全天候型施工システムなど仮設屋根を用いた工法が開発され数多く供用されているが、これらの工法では悪天候時でも作業が行える反面、強風時には仮設屋根が直接風荷重を受けることになり、その耐風安定性も問題となっている。

このため、本研究では風による倒壊災害について現況把握するための調査を行うとともに、施工中の建造物の耐風安定性を調べるための施工環境シミュレーターを開発・導入した。

2. 風による倒壊災害の現状

風による倒壊災害について、1988年から97年までの過去10年間に発生した重大災害を対象に調査した。その結果として、重大災害発生件数を災害の種類ごとに表1に示す。表1より重大災害の発生件数は交通事故が最も多く464件となっている。その次は、墜落77件、倒壊76件の順になっている。しかし、墜落の大半は建造物の倒壊に起因する墜落であることから、倒壊災害は交通事故に次いで発生件数が多いものと考えられる。

このような状況の中、風による重大災害について災害の種類別に調べてみると、ほとんどが倒壊災害であり9件あった。これを、倒壊全体の中で風による災害の占める比率で見ると10%以上にもなり、大きな割合を占めていることがわかった。

3. 施工環境シミュレーター

施工中の建造物の風荷重に対する安定性を調べるため、施工環境シミュレーターを開発導入した。写真2は、施工環境シミュレーターの送風機を示すが、本シミュレーターはこの送風機と二つの測定胴からなる回流式の風洞実験装置で、第一測定胴は断面が2.3×2.0m、最大風速25m/sの性能を有し、正確な風の流れを再現できるように設計されている。一方、第二測定胴は断面が4.0×4.0mと非常に大きく、最大風速も10m/s前後確保されており、人間を対象として強風に対するバランスを調べるなど、多目的な用途で実験を行うことができるようになっている。

今後、第一測定胴では主に足場や全天候型施工システムに対する模型実験を行い、これらの風荷重に対する安定性を調べる予定である。また、第二測定胴では強風によるあおられなど墜落災害防止のための人間工学的な実験を行うとともに、足場や全天候型施工システムなどに使用される実物大のメッシュシートに対し、強風時に受ける風荷重などのシートの形状による特性の変化を調べる予定である。

写真1 風による足場の倒壊災害

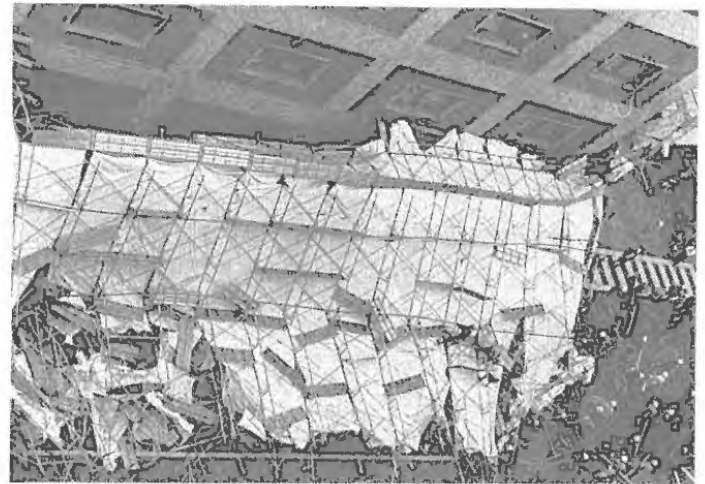


表1 我が国の建設業における重大災害発生件数

災害の種類		倒壊	墜落	土砂崩壊	交通事故	その他	合計
発生件数	全体	76	77	39	464	197	853
	風	9	1	0	0	1	11
	比率(%)	11.8	1.3	0.0	0.0	0.5	1.3



写真2 施工環境シミュレーターの送風機

1. はじめに

可燃性粉じんの爆発特性を測定する方法として、国際規格ISO-6184をはじめいくつかの試験方法が制定されているが、爆発容器の容積、着火源の大きさ、粉じん混合気の乱れの影響、下限濃度の判定方法など、現行の測定方法には問題点が少なくない。本研究では、試料粉として、金属粉（ジルコニウム又はタンタル）を用いた場合の発火予防の効果、又は高圧空気分散によって生じる試料粉の細粉化について検討し、測定法上での試料の取扱い方について考察した。

2. ジルコニウム粉の発火防止効果

圧縮空気でジルコニウム微粉を分散すると、分散途中において試験容器部品との接触時の摩擦で発火することがある。そこで、不活性粉体との混合と粒子表面加工による発火防止について実験して検討した。

粉じん爆発試験は30ℓ球形爆発試験装置を使用し、試料粉は試験容器底部に敷き広げ、それを高圧空気分散する。初めに、不活性粉体として酸化ジルコニウムを混合した場合（Zr及びZrO₂の中位径は、24及び7μm）、酸化物50wt.%以下では分散途中で発火してしまい爆発特性値を測定することはできなかった。図1は、混合率と最大爆発圧力の関係を示す。次に分散改良剤として超微粉（0.03μm）のAl₂O₃、TiO₂、Fe₂O₃試料との混合物の爆発試験をそれぞれ行ったところ、酸化物8wt.%ではいずれの混合物でも分散途中で発火し、20wt.%ではAl₂O₃との混合物のみが不爆であった。異種粉体の混合方法も影響すると考えられるが、次に、炭素コーティング試料を作成して、爆発実験を行なった。その結果、ジルコニウムの粒子径にもよるが、1wt.%以下のコーティング量で発火を防止できる場合もあったが、この処理方法は高価である。

3. タンタル粉の細粉化

昨年度報告したように、タンタルは比重及び燃焼熱がともに大きく、この金属粉の粉じん爆発事故が発生している。粒子は珊瑚状の複雑な形状でマイクロ空間を有する粒子で表面積が大きい（図2）。比表面積は、平均粒子径に依存せず、ほぼ一定である（9,080～9,250 cm²/g）。このような形態が燃焼危険性及び電気的特性に大きな影響を与えているばかりでなく、実は、粒子は脆弱で壊れやすいということが分かってきた。タンタル粉試料の粒子径分布をレーザー回折式粒子径測定装置によって測定したところ、使用した測定装置によって大きく異なる結果が得られた。測定中に粒子

分散用として使用される回転ブラシや攪拌翼による粒子の破壊が生じることに原因があった。

20ℓ粉じん爆発試験装置を用いて、上記タンタル試料粉の粉じん濃度を変化させて爆発圧力、及び最大圧力上昇速度を標準の試験方法に従って測定した。しかし、同装置では分散用高圧空気2MPa（ゲージ）による分散時における試料粉の破壊が起こる。実際、粉じん爆発を起こす最大（平均）粒子径はかなり大きくなるようである。爆発容器中で、高圧空気を用いて試料粉を分散する現行の粉じん爆発特性測定方法では、試料粉の損傷（発火や細粉化）に配慮する必要がある。

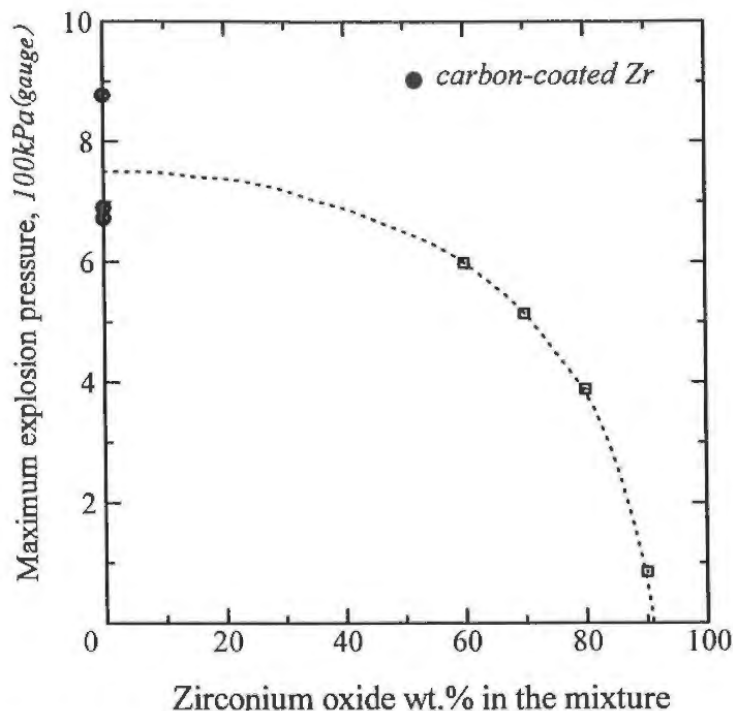


図1 最大爆発圧力と酸化ジルコニウムの混合割合の関係

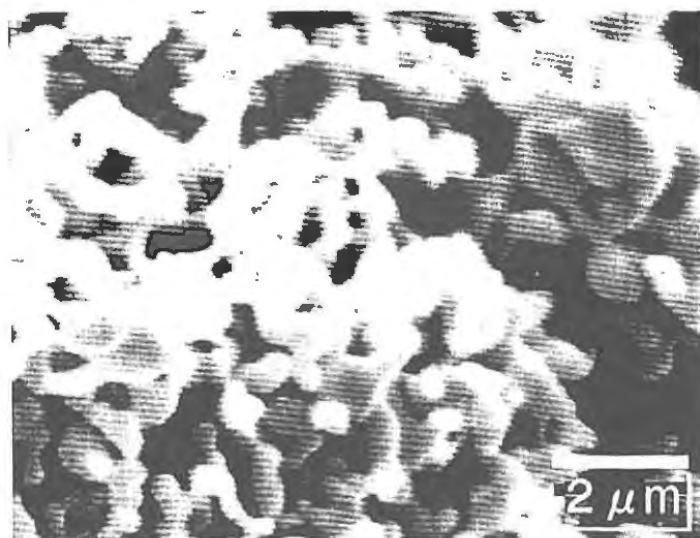


図2 タンタル粉の電子顕微鏡写真

鉛直管内を上方に伝ばする石松子粉じん火炎

化学安全研究部 八島正明, 松田東榮, 松井英憲

1. はじめに

これまで粉じん爆発の研究では、爆発危険性の評価のために、爆発限界、爆発圧力、最大昇圧速度などを特性値として測定することに主眼がおかれ、粉じん爆発の際に見られる、粉じん雲中を火炎が伝ばするという現象については、十分に調べられてこなかったように思われる。粉じんが発火し、爆発に至らないように、爆発（燃焼）限界、発火温度、最小着火エネルギー、不活性ガスの添加効果などを調べることは必要不可欠とされるが、爆発とは予期せずして発生するものである。何らかの原因により発火した場合、火炎がどのように伝ばするのか、その伝ばの様子を詳細に調べ、伝ば機構を明らかにすることが必要である。

本研究では、まず現象把握のために、鉛直に設置した燃焼管内を上方に伝ばする石松子粉じん火炎の挙動をビデオカメラを使って調べた。

2. 実験装置及び実験方法

図1に本研究で使用した実験装置を示す。装置は、燃焼管、シャッター、点火装置、流動層（粉じん雲発生装置）から構成される。燃焼管は、長さ1850mm、断面150×150mmの正方形となっている。燃焼管上部はシャッターによって開閉できる。試料としては、粉じん爆発性試験の標準粉体としてよく用いられている石松子（ヒカゲノカズラの胞子、平均粒径 $32\mu\text{m}$ ）を用いた。

実験では、初め燃焼管上部のシャッターを開けた状態で、一定圧力の空気を一定時間だけ流動層に送り、均一な粉じん雲を作る。それが上方へ流動し、燃焼管全体を満たすようになったとき、空気の供給を停止し、流動層ユニットを除去する。そのことで燃焼管下部は開くが、逆に上部はシャッターで閉じるようにした。そして、ある時間遅れで点火をおこなった。平均粉じん濃度は、実験前後における流動層内にある粉じんの減少量から求めた。

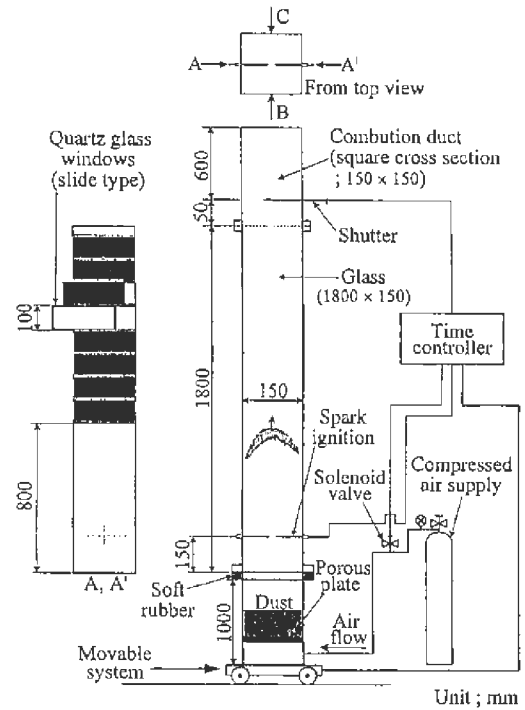


図1 実験装置

(正面B壁；ガラス製，A，A'，C壁；鉄製)

3. 実験結果

図2は、燃焼管上部閉一下部開、平均濃度 $47\text{g}/\text{m}^3$ の粉じん雲中を上方に伝ばする火炎の様子をビデオカメラにより撮影したものである。この濃度は、燃焼下限界に近い燃焼条件である。火炎は、放物形をしており、全体ではその形状を保ったまま、一定速度で上方に伝ばしている。このときの火炎伝ば速度は、約 $40\text{cm}/\text{s}$ である。予め管内の局所的な粉じん雲の濃度を測定した結果、高さが増加するにつれて濃度は多少減少することがわかっている。しかし、火炎は、ほぼ一定速度で伝ばすることが特徴的である。また、図2より、2次火炎の発生が見られる。これは、一連の図の右から10枚に見られ、この火炎は、上方へ向かう火炎と分離するように、下方に向かって伝ばしている。このような現象の解明については、局所的な火炎（燃焼帯）の動きと粉じん粒子の動きを調べる必要がある。

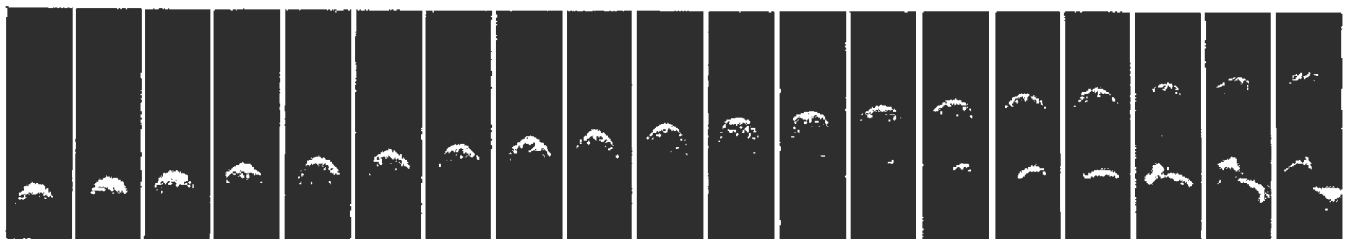


図2 石松子粉じん雲中を火炎が伝ばする様子（時間進行は左から右）
（濃度 $47\text{g}/\text{m}^3$ ，1/30秒ごと，ビデオカメラのシャッター速度1/1500秒）

化学安全研究部 大塚輝人, 松井英憲

1. はじめに

一般に水は不活性と考えられ、消火剤として広く用いられている。しかしながら、多くの金属に関しては水（水蒸気）との反応性を持っている。様々な場面においてこの認識のずれが、重大な爆発災害の引き金となることがある。本研究では、このような金属と水との反応性を超高温高压を有し、かつ非常に再現性の良い定常爆ごう波を利用することにより、多種の金属について評価する。

2. 実験方法

水素と酸素を圧力比2：1で混合したガスを図1に示す爆ごう管に所定量入れ、バルブを閉じた後、左管端部のスパークプラグで点火し、挿入されたら旋コイルにより爆ごう転移を起こさせる。この時純粋に前記ガスのみを封入した場合、得られるのは水のみであり、常温での水の蒸気圧が非常に低いことから爆ごう管内部の最終的な圧力はほぼ真空を示す。

それに対して金属粉体を爆ごう管底部にアングルを用いて均一に敷いたのち前記の操作を行うと、爆ごう波によって巻き上げられた金属粉体が生成した高温（最大4000℃）かつ高压（最大6MPa）の水と反応して酸化され、再度水素が遊離する。この遊離した水素により最終圧力はある値をとる。この時の圧力により、金属粉体と水との反応性を評価する。

3. 実験結果

図2はネオジム-鉄合金、鉄、マグネシウム、シリコンについて、 $2H_2+O_2$ の混合ガスの初期絶対圧を変えて行った実験の結果である。残念ながら、各々のサ

ンプルの粒子径分布は完全にそろえることがかなわないため正確に金属種に対する評価は下しがたいが、図からマグネシウム、シリコンに比して、鉄、及びネオジム-鉄合金は反応性に乏しいことが推定される。シリコンについては、ガスの増量に対する残存圧力の増加に頭打ちの傾向が見られるものの、比較的直線性の良い結果が得られた。そこで1次関数で近似したものを図中に示した。反応時間が極めて短い時間であることから、近似した1次関数の傾きは金属粉体と水との反応速度定数に比例すると考えられる。各々の傾きを表1に示す。

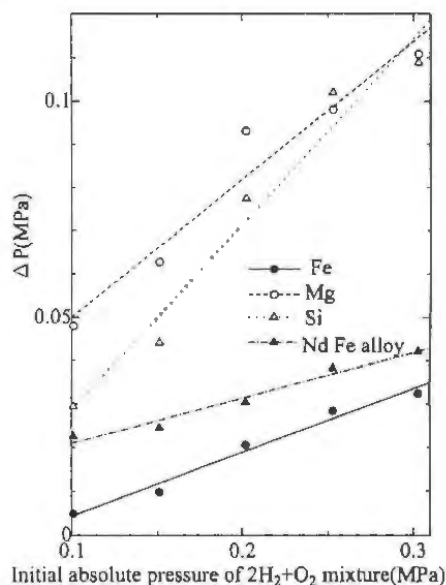


図2 各種金属粉体と水との反応性

Metal	Fe	Mg	Si	Nd-Fe
傾き	.145	.318	.429	.105

表1 金属種と傾き

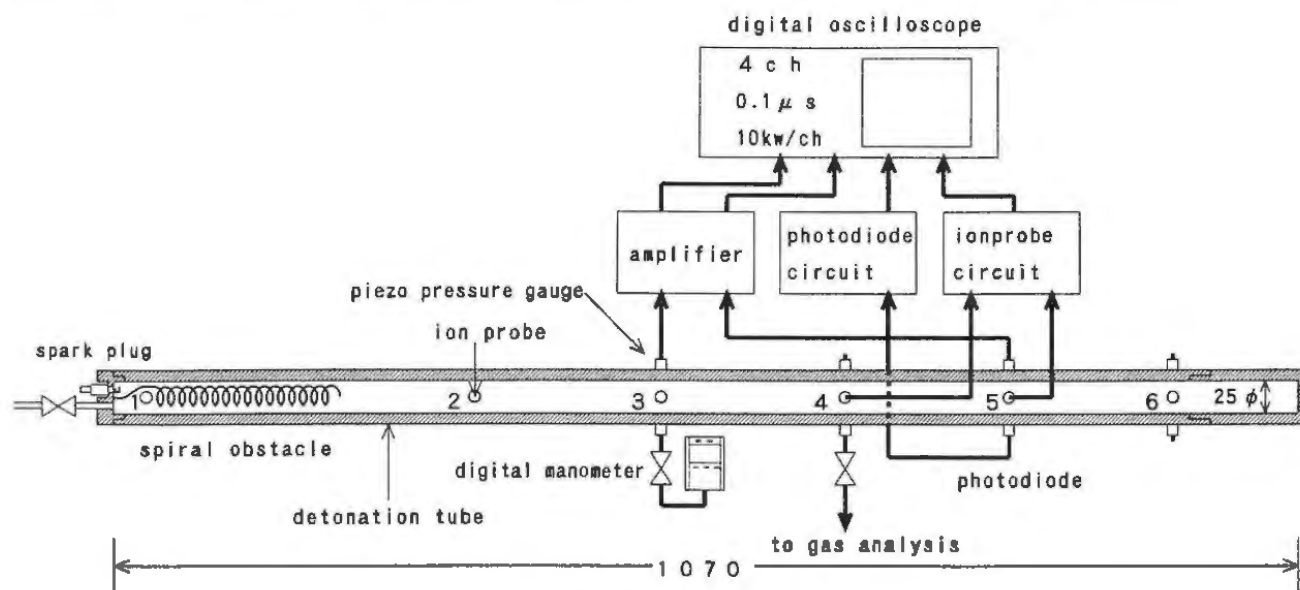


図1 実験装置の概略

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、しばしば可燃性液体を高温高圧下で取り扱うが、この高温液体が漏洩した際に自然発火を起こすことがある。従来の発火温度測定は、低温の試料を急速に加熱する方法であるため、高温可燃性液体の発火危険性が正確に捉えられていないことが考えられる。そこで、試料を高温に予熱した後に所望の温度に調節した空間に放出し、その際の発火の有無を観測する実験を行った。

2. 実験装置と方法

装置は、図1に示すように試料を予熱しながら放出できる試料加熱部、発火の有無を観測する発火試験部、および、各部の温度調節を行う制御部から構成されている。なお、発火試験部は、可燃性液体の発火温度測定に広く用いられているASTM式発火温度測定装置に準拠している。

実験手順は、まず、試料加熱部と発火試験部を所望の温度に調整する。次に、注射器で測り取った試料を注入すると同時にバルブを開き、空気圧によって試料加熱部を通過させる。試料が発火試験部に導かれたらバルブを閉め、その後、発火試験部において、火炎が認められるか否かを観察する。発火が認められた場合には、注入から発火までの発火遅れ時間を記録する。

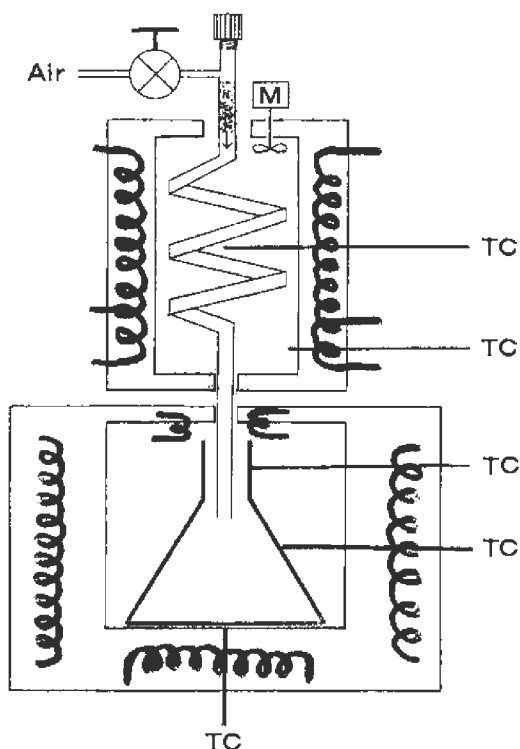


図1 実験装置概略図

3. 実験結果

3.1 発火領域

図2は、直鎖の飽和炭化水素の1つであるデカンを試料とし、試料量と発火試験部の温度を変化させて、発火の有無を観測し発火領域を示した図である。

室温の試料を用いる従来法に比べると、発火が起こる最低温度には、変化はなかったが、従来法よりも試料量が多い範囲にまで発火領域が広がった。

3.2 発火遅れ時間

図3は、従来法と予熱法においてそれぞれの最低発火温度を示す試料量の0.2mlと0.4mlの場合での発火遅れ時間を示す図である。

予熱することによって発火遅れ時間が10~30秒程度短くなった。これは、試料が沸点以上に予熱されるため、最初の蒸発熱による熱損失がなく容器壁面の温度低下がないこと、および、気体同士のため混合が速やかに起こるためではないかと考えている。

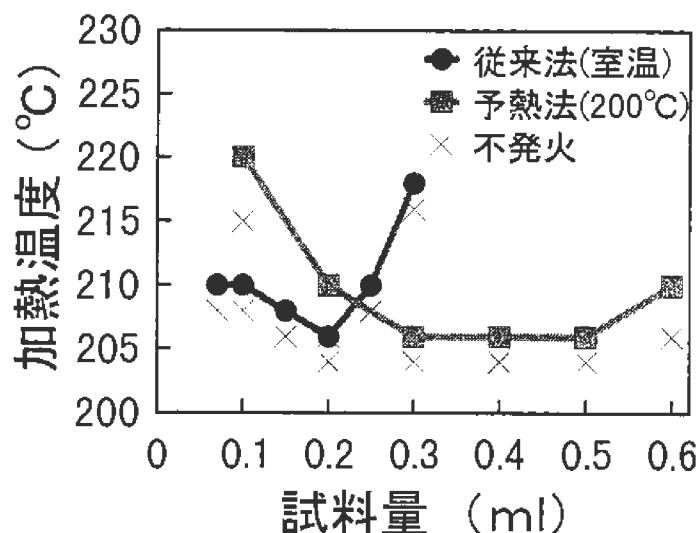


図2 デカンの発火領域

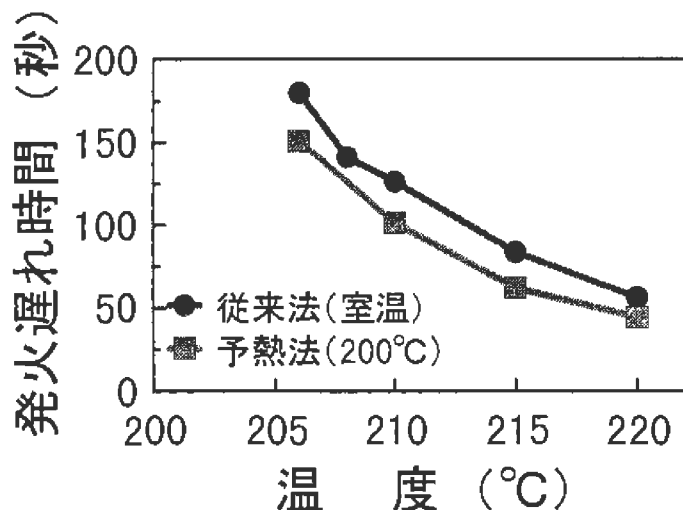


図3 デカンの温度と発火遅れ時間の関係

高濃度オゾンの分解燃焼特性

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、14vol%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為、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燃焼特性について検討した。

2. 装置と実験方法

オゾン分解燃焼させてその圧力特性を測定し、測定結果からオゾンの爆発危険性を評価した。オゾンは酸素ガスから円筒電極無声放電型オゾナイザーを用いて生成した。実験開始前に初期状態のオゾン濃度を確認した。反応容器には、容積が0.98ℓで、ナベ型の、ほぼ縦横比が1:1の容器を用いた。着火源には、線径0.3mmのニクロム線を用い、12V、10Aの直流電流を0.5秒間流すことで着火エネルギー源(60J)とした。また、分解燃焼による圧力上昇特性を測定するため、歪み式動圧力測定器により、着火後の試料ガスの圧力変化を測定した。

3. 実験結果及び考察

図1にオゾン濃度0~14vol%、初圧0.1~1.6MPaの範囲内の試料ガスの分解燃焼による最高圧力を初圧で割って整理したデータを、計算で求めた値と共に示す。オゾン濃度7vol%未満ではどの初圧でも分解燃焼は観測されなかった。最高圧力/初圧比は初圧にはほとんど影響を受けず、オゾン濃度が上昇すると共に増加することが分かる。同条件の可燃性混合ガスの爆発最高圧力/初圧比7~8と比べると、この濃度でのオゾン分解燃焼による最高圧力は低いことが分かる。

昇圧速度を K_G 値/初圧で整理したデータを図2に示す。本研究では、 K_G 値を初圧でその値を割ることにより、大気圧下のみで用いられる K_G 値を大気圧以外のデータの評価にも利用出来るよう拡張した。大気圧下のデータでは1atm≒1barとなることから、従来の K_G 値をそのまま評価の基準として利用できる。オゾン濃度0~14vol%の範囲内では K_G 値/初圧は最

大で1.4m/sであり、可燃性ガスの K_G 値(メタンなど可燃性混合ガスで60~100bar·m/s程度)の約1/100と、非常に緩やかな分解燃焼であることが分かった。この値はオゾン濃度の上昇と共に指数的に増加した。また、最高圧力/初圧比の結果と同様に K_G 値/初圧は初圧の影響をほとんど受けなかった。

4. まとめ

現在のオゾナイザーによって得られるオゾン濃度0~14vol%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分かった。

- 1) 分解燃焼による圧力上昇は1.6MPa以下の範囲内で初圧に対し比例的に増加する。
- 2) オゾン濃度8vol%以下では着火しない。
- 3) 最高圧力/初圧比は最大で3.5程度である。
- 4) K_G 値/初圧は最大で1m/s程度であり、爆発威力は他の可燃性ガスの爆発に比べて格段に小さい。

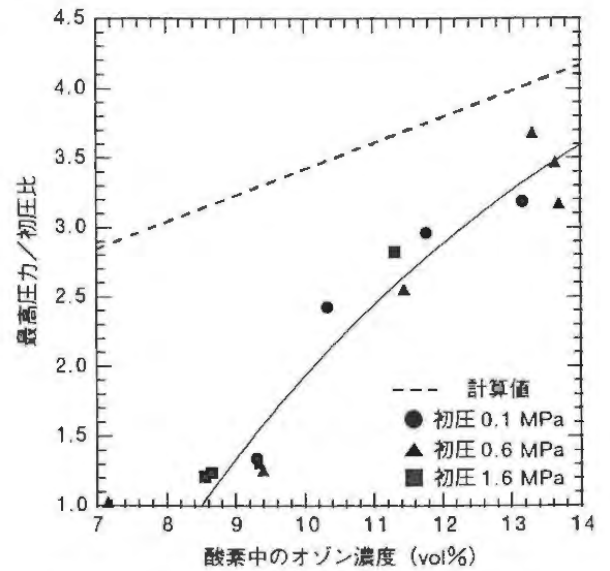


図1 最高圧力/初圧比とオゾン濃度

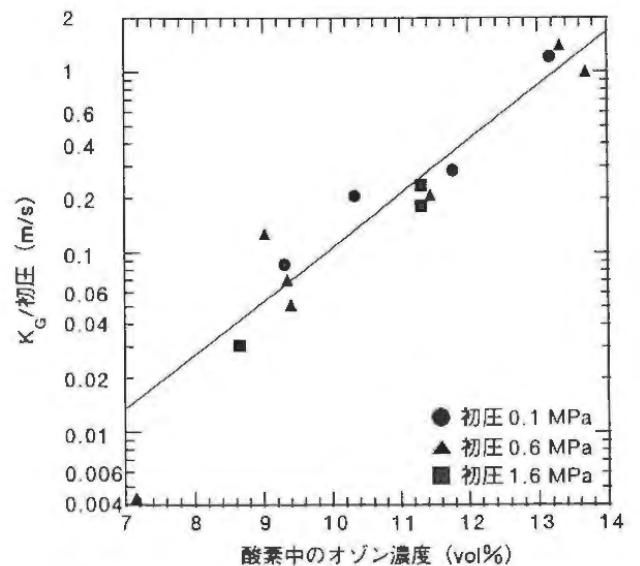


図2 K_G 値/初圧とオゾン濃度

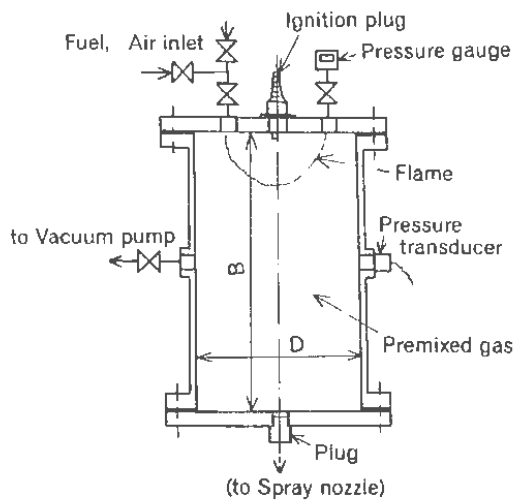
1. はじめに

本研究は、ガスあるいは粉じんの爆発に適用できる消火剤高速噴霧式の火災抑止装置の開発を目的とする。このガス爆発駆動式では、消火剤を噴出するための駆動圧力として、予め高圧ガスを容器に充填しておくのではなく、予混合気を容器に入れておき、燃焼に伴う圧力上昇によって急速に高圧ガスを生成し、それを噴射圧として利用するものである。ここでは、抑止装置試作の前段階、予備実験として基礎的知見を得るために、密閉燃焼管における水素-空気とメタン-空気予混合燃焼に伴う圧力変化を調べた。

2. 実験

実験では、円筒形、直径と長さが異なる寸法を持つ二つの燃焼管を用いた(図1)。燃料気体としては、燃焼速度の大きい水素を主に用い、比較のためにメタンも用いた。円筒形の燃焼管は鉛直に立てて使うが、点火プラグが上面に取り付けてあるので、点火後、火炎は下方に伝ばする。下面には栓がしてあり、容器密閉状態の圧力変化が圧力変換器(21kHz)を使って測定される。

図2は、燃焼に伴う管内の圧力上昇を示した模式図である。図3は、100A燃焼管、初圧0.1MPaについて、最大圧力 P_{max} の99%に達するまでの時間 $t_{0.99}$ を当量比 ϕ を変えて調べた結果である。 $\phi=1.0$ について見ると、 P_{max} の99%に達する時間は、メタン-空気の場合には310msを要するが、水素-空気の場合には110msほどである。



(1)100A Combustion chamber;
B=510 mm, D=102 mm, Volume =4.17L
(2)150A Combustion chamber;
B=300 mm, D=153 mm, Volume =5.52L

図1 燃焼管(円筒形)

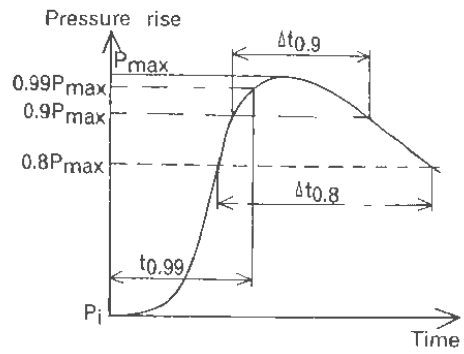


図2 燃焼に伴う管内の圧力上昇の模式図

図4は、 P_{max} の80%あるいは90%にある時間を示したものである。なお、 P_{max} 値は、水素-空気の場合、 $\phi=1.1$ において0.47MPa、メタン-空気の場合、 $\phi=1.0$ において0.49MPaであった。水素-空気予混合気を用いた燃焼では、圧力上昇速度が大きく、圧力最大値に達するのは早いですが、その最大値に達するとすぐに圧力が減少するので、高い圧力を保持するのが難しいことがわかった。すなわち、この予混合気の燃焼に伴う圧力を駆動源にして消火剤をある時間だけ安定して噴射するには、試作に先立ち、さらに検討を加える必要がある。

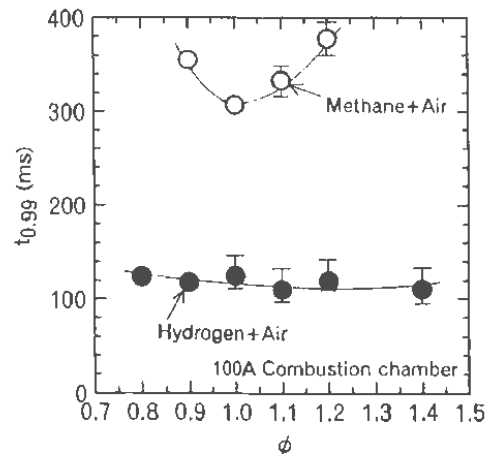


図3 最大圧力の99%に達するまでの時間

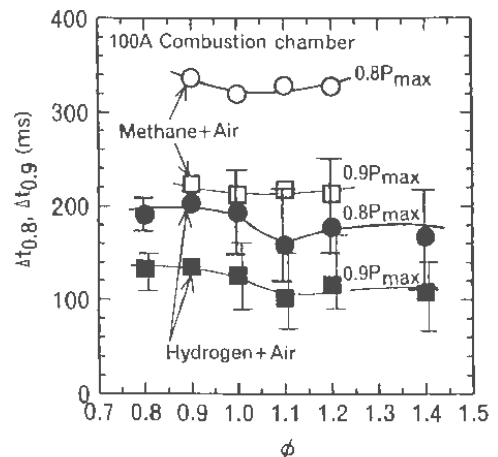


図4 最大圧力の80%あるいは90%にある時間

自己反応性物質の熱測定標準化に関する検討 — 複数の機関によるDSC測定結果の比較 —

化学安全研究部 安藤隆之

1. はじめに

示差走査熱量計 (DSC) は、化学物質の熱的危険性の評価に有用な手法の一つであり、消防法による危険物第5類「自己反応性物質」の試験法としても採用されている。しかしながら、測定に使用する装置、試料容器の材質や形状、昇温速度等の測定条件が測定結果に及ぼす影響については明らかでない部分があり、測定データの解析の仕方についても、必ずしも統一された標準的な基準は明確となっていない。そのため、各々がそれぞれの流儀に従ってDSCによる測定を行い、結果の解釈を行っているのが現状である。

本研究は、当研究所、神奈川県産業技術総合研究所、及び横浜国立大学の3機関において、同一の試料について同一の測定条件で測定を行い、得られた結果を比較検討することによって、それぞれの機関で用いているDSC試験法の相違点及び問題点を明らかにし、標準的な手法の確立の一助とすることを目的とする。

ここでは、代表的な自己反応性物質であるジアゾ・アジド化合物6種類及び有機過酸化物5種類について検討した結果を報告する。

2. 実験

試料、試料量、及び昇温速度は3機関で統一した。DSC装置及び試料容器は、各機関で通常使用しているものを用いた。

3. 結果

測定結果には、概ね以下のような傾向が認められた。

- (1) 同一化合物について同一条件で測定を行った場合には、各機関による測定結果は類似した値を与えるものが多い。
- (2) 発熱開始温度 T_a (ベースラインからの立ち上がりで定義) 及び発熱終了温度 T_e は、DSC曲線を目視して定めているため、測定者の判断によって値が変動しやすく、各機関によるばらつきが多い。
- (3) 発熱開始温度 T_o (DSC曲線の立ち上がりに対する接線とベースラインとの交点で定義) は、DSC装置のデータ解析用ソフトウェアによって求められるため比較的ばらつきが少ない。ただし、図1のように発熱曲線の立ち上がりには肩があるような場合には、どこで接線を引くかによって値が大きく異なってくる場合がある。
- (4) 発熱のピーク温度 T_p は、DSC曲線から一意的に定まるため各機関によるばらつきが少ない。

(5) 発熱量 Q は、ベースラインが安定していて積分範囲 ($T_a \sim T_e$) の決定にばらつきが少ない場合には、各機関でそれほど大きな差はない。ベースライン自体が大きく変動していたり、発熱ピークの前後でベースラインが変化する場合には、どの範囲で発熱が生じているかの判断によって値が大きく異なっている。また、図2のように融解による吸熱の直後に分解による発熱が起こる化合物などでは、ソフトウェアによってはベースラインの引き方が妥当でないものがある。

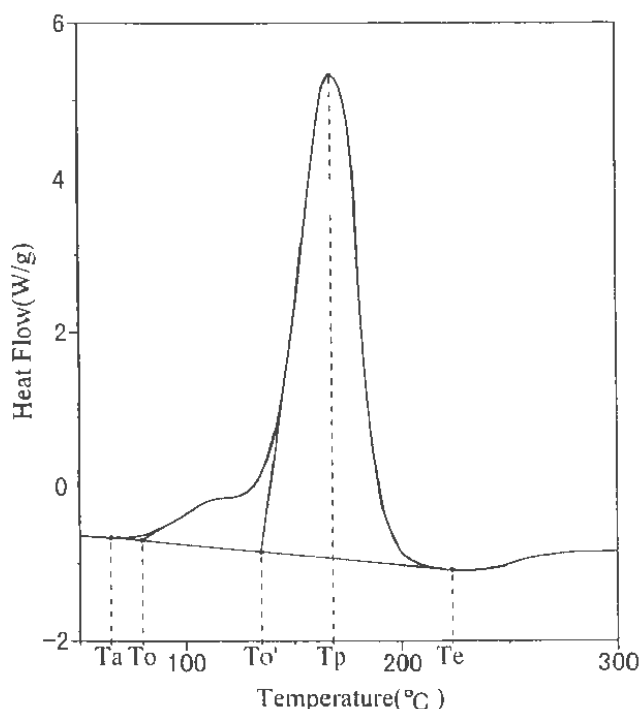


図1 立ち上がりに肩を持つDSC曲線の例

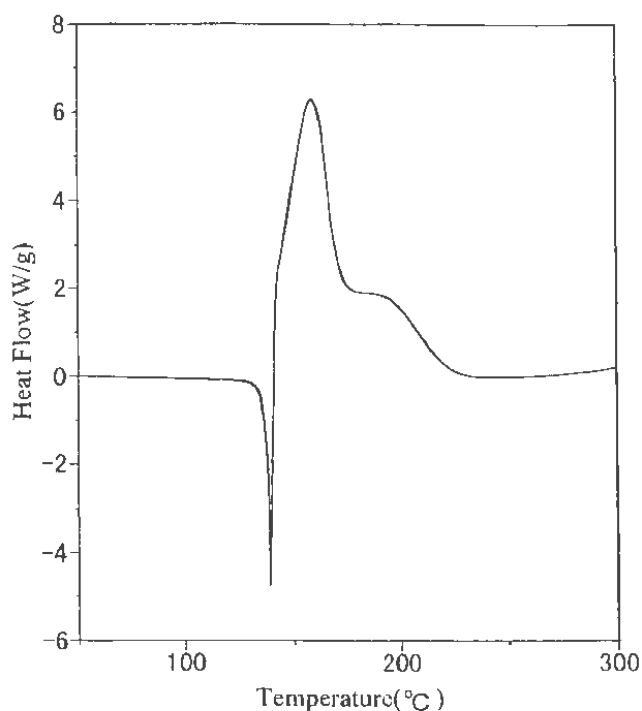


図2 融解と同時に発熱が認められるDSC曲線の例

1. はじめに

化学物質が発熱し実際の災害にいたるには様々なプロセスがある。その事前過程から災害を予測することは産業の現場において非常に重要かつ有益なことである。本研究では、その事前の過程を温度を通して観測し、その観測過程の中で線形化適応カルマンフィルタを用いて濾波と同時に予測に必要な物理量も推定し、予測を行うことによって災害を未然に防ぐ手法について検討を行った。

2. 実験方法

昨年の結果を受けて、系を拡大、汎用化すべく、内径3 cm, 高さ5 cm, 肉厚2 mmの円筒形容器を作成した。その容器中に試料を充填し、側面上部, 側面下部, 中央下部, 中央の4個所に熱電対を設け、オイルバスにより一定温度に保った外部温度とともに記録した。その五点の測定値を利用し、カルマンフィルタをかけて濾波、予測を行う。

今回用いた試料は、関東化学製のm-クロロ過安息香酸である。この試料の熱分解時におけるC80 (昇温速度0.5℃/min) で測定した発熱曲線を図1に示す。過酸化物の特徴であるO-Oの結合がラジカル的に解離することで反応が始まる。分解による生成物はm-クロロ安息香酸, m-クロロフェノール等が考えられる。図1から反応開始温度は75℃, 発熱量は約500cal/gである。反応の前後で白色から黄色に変色する。

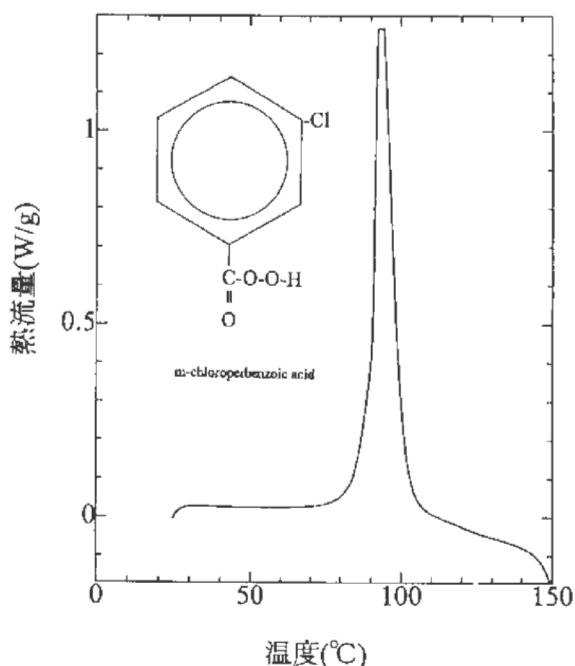


図1 m-クロロ過安息香酸の発熱曲線

3. 予測手法

基本的に前年と同じで計算のために以下の仮定を置く。

1. 試料容器は円筒形。従ってその容器の対称性から問題は2次元すなわち、鉛直方向と動径方向による分析が必要となる。
2. 計算のために試料容器を微小セルに分解したとき、セル内は均一温度, 均一濃度。
3. セルは等間隔。
4. 伝熱係数, 比熱, 分解熱は全て定数。
5. 反応は1次で, 反応速度定数はアレニウスの式に従う。

4. 結果

オイルバスの設定温度45℃におけるそれぞれの点の温度プロフィールは図2に示すような結果となった。側面下の部分が最高温度を示した。試験後の試料を見てみると、下部の黄変が顕著であり予想外に反応が進んでいることが推定される。

熱伝導と発熱項のみ考えた場合、外部温度より高い点において、側面下部が中央下部を上まわるとは考えられず、したがって何らかの別のファクターが反応に関与していることが考えられる。加圧下におけるm-クロロ安息香酸のDSC測定結果から、分解に先立って融解がおきていることが推定される。これは揮発成分が結晶中に多く残存するために見られる凝固点降下と考えられる。常圧の場合、そのような融解ピークは見られないが、ラジカルとなって反応活性となった一部が、液体として重力により鉛直方向に移動することが考えられる。この場合、実験時のわずかな傾きにより、側面下部測定点に活性物質が集中し、温度上昇が起こったものと考えられる。残念ながら、物質移動を考慮したカルマンフィルタは動的予測というには遠く及ばず、またその予測精度も十分ではなかった。今後の計算機の進歩が待たれる結果となった。

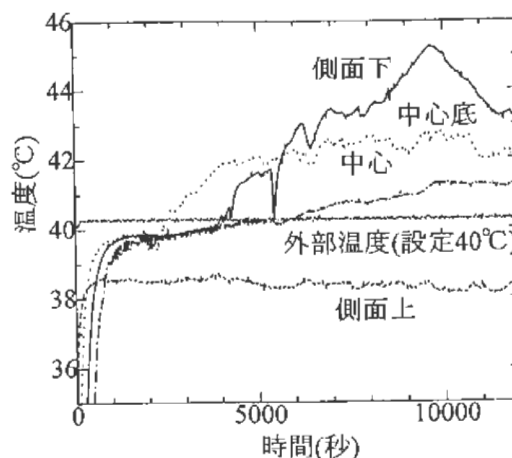


図2 測定結果

反応液の物性が発熱速度に及ぼす影響の実験的評価

化学安全研究部 藤本康弘

1. はじめに

化学プラントでは、不適切な反応条件の設定あるいは設備の故障等の設備・操作面でのトラブルが暴走反応を引き起こし、大事故に至った例が少なくない。本研究では、相互に溶解しない2液が攪拌が停止した状態で混じりあい、その後で攪拌されることで急激な反応が開始して暴走反応状態におちいる事態を想定し、2液の攪拌時の混合状態に及ぼす液の物性値の影響を実験的に評価することを目的とする。

反応試料が温度の上昇によって蒸発、沸騰した場合にそれを還流、凝縮させる必要があるため、本年度は、還流器を新たに設置しその効果を確認したので、その結果を報告する。

2. 実験結果

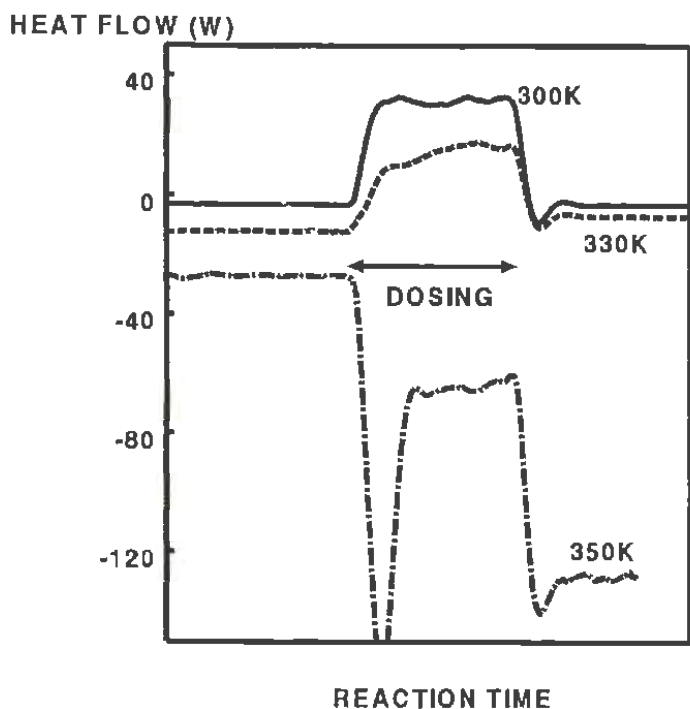


図1 各反応温度における発熱曲線

攪拌速度180rpmにて、1mol/l水酸化ナトリウム水溶液800mlを入れた反応容器に、酢酸の15%ベンゼン溶液200gを10分間かけて滴下する実験を、反応温度(滴下時の温度)一定のモードで、その温度を、300K(27℃)、330K(57℃)、350K(77℃)と変えて3種類実行し、それぞれ、反応熱量を測定、計算した。なお、滴下するベンゼン溶液は、室温(~300K)である。反応温度が300K、および330Kでは、反応時(滴下時)も反応終了後も、ベンゼンの還流はほとんどみられな

い。350Kでは、反応時から系中のベンゼンが沸騰し、

還流器、反応容器蓋で凝縮、還流しているのが観察される。発熱曲線は、図1のようになる。300Kでの結果と比べると、330Kでは、低温のベンゼン溶液が添加されるので、見かけの発熱量が若干小さくなる。また、350Kでは、それに加えて、ベンゼンの還流による吸熱があるので、見かけ上は、発熱反応でなく吸熱反応となる。なお、ここで示している発熱曲線は、反応液温とジャケット温度の温度差と容器の総括伝熱係数から得られる熱流量値(Qflow)である。

この実験結果を使って、還流器のデータ補正を行わないこれまでの評価方法(Qrefluxを使わない)と、還流器のデータ補正を行う方法とで、反応熱を計算すると、図2の結果が得られる。ここで、Qaccumは、反応溶液への熱の蓄積量、Qdosは、添加薬品の影響量、Qlossは、反応容器の蓋などからの熱の放散量を示す。

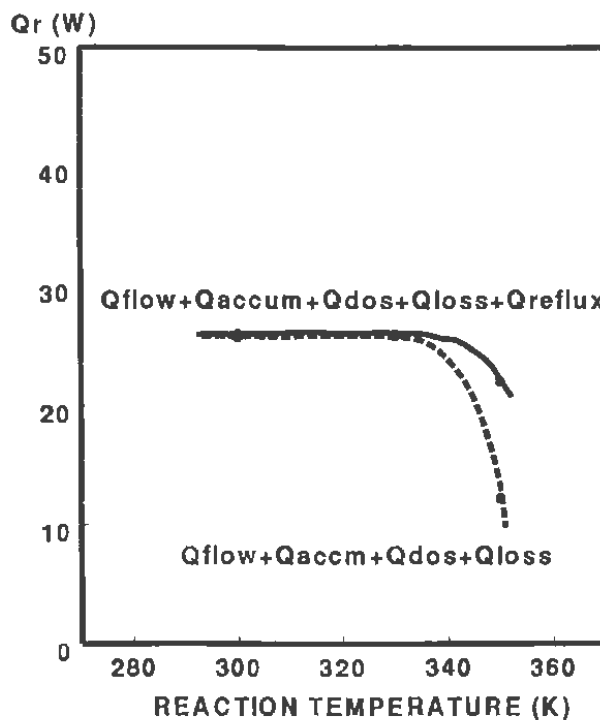


図2 補正計算して得られる発熱量

300K、330Kでは、ほとんど還流していないことから、違いはほとんどないが、350Kでは、還流器のデータ補正を行わないと、得られる発熱量は、300K、330Kでの値の半分以下になる。それに対して、還流器のデータ補正を行うと、9割程度の値が得られるようになる。残りの1割は、反応容器の蓋の部分での還流による影響と考えられる(Qlossの計算が、単に室温と液温の温度差にある係数をかけるというものであり、蒸気の凝縮を考慮していない)。今後、蓋を断熱材で保護したうえで、確認を行いたい。

配線板の絶縁不良に及ぼす二酸化硫黄雰囲気の影響

物理工学安全研究部 本山建雄, 市川健二

1. はじめに

安全装置, 制御装置などの産業機械が湿度の高い雰囲気中で使用されると, それらを構成しているプリント配線板や端子盤などの絶縁性が劣化し, 絶縁不良による産業機械の誤動作や火災に至ることがある。このような災害のトリガーとなる現象の一つとしてイオンマイグレーション (electro-chemical migration) がある。これは水分・電界・電解質の作用で, 水に溶けだした配線金属が配線間を移動し, 配線間に析出して配線間の絶縁性を劣化させる現象である。特に, 結露が発生する雰囲気中, 二酸化硫黄ガスのように水に溶けて電解質を形成するようなガスが存在する雰囲気中ではイオンマイグレーションの進展が加速される。

結露は, 機器の移動や気候の急激な変化など気温が短時間に大きく変わる条件下で発生しやすい。また, 二酸化硫黄ガスのような酸性ガスの雰囲気は, 化学工場や幹線道路に近接した工場においても存在する。このような雰囲気中で使用される電子制御機器にはイオンマイグレーションによる故障等の被害が見られる。

ここではこのような絶縁劣化に起因する災害を防止するため, 二酸化硫黄ガスが存在し, 結露が発生する雰囲気中での配線板の絶縁劣化について検討した。

2. 実験方法

試験片は図1に示すように, 5種類の配線間距離を有する15組 [0.16mm (4組), 0.4mm (4組), 1.0mm (3組), 2.5mm (2組) および 6.3mm (2組)] のパターンからなるガラスエポキシ樹脂の基板である。実験は二酸化硫黄ガスが混合されている環境槽に試験片を入れ, 外部から上下の端子間に直流50Vを印加し, 電流制限用抵抗 R_d (100k Ω) に発生する電圧を測定し, 配線間の抵抗を算出する方法で行った。

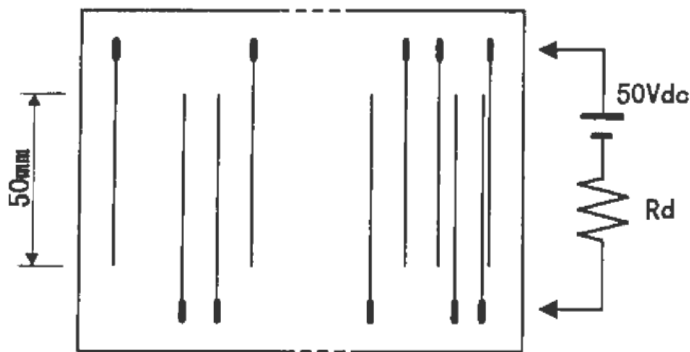


図1 試験片及び実験の概要

環境槽の温度/湿度条件は1サイクルを40分とし, 5 $^{\circ}$ C/60%RHを20分, 25 $^{\circ}$ C/90%RHを20分とした。この条件では, 結露は温度が5 $^{\circ}$ Cから25 $^{\circ}$ Cに変化するときには発生すると考えられる。25 $^{\circ}$ C/90%RHに変化した直後から約10分間, 配線間の抵抗は $10^7 \Omega$ 程度になるが, 実験の初期では5 $^{\circ}$ C/60%RHにおいてほぼ回復し, 乾燥状態に戻ると推定される。

3. 実験結果及び検討

配線板周囲の温度/湿度が短時間で上昇すると配線板に結露が発生するが, その後配線板の温度が周囲の温度に近づくと水分は蒸発し乾燥状態に近づく。ここでは, 水分が蒸発した後も絶縁性が回復しない場合を絶縁不良が発生したと仮定し, 5 $^{\circ}$ C/60%RHにおける絶縁抵抗が $10^7 \Omega$ 以下となるサイクル数をその目安とした。

図2に, 乾燥時 (5 $^{\circ}$ C/60%RH) の配線間の抵抗が $10^7 \Omega$ 以下となるサイクル数と配線間の距離の関係を, SO_2 ガス濃度をパラメータとして示す。

この実験結果から, 配線間の距離が0.16mmでは, SO_2 ガス濃度が変化しても配線間の抵抗が $10^7 \Omega$ となるサイクル数は小さく, ガス濃度による変化が表わされていない。これは配線間距離が短い場合, 結露が絶縁低下の主たる要因であることを示している。

一方, 配線間の距離が大きくなるにしたがい, SO_2 濃度の影響が現れており, たとえ配線間距離が6.4mmであっても, 12.6ppmの二酸化硫黄雰囲気中では回復性のない絶縁不良が300回以下のサイクル数において発生することが示された。

また, 絶縁低下した試験片には樹枝状の析出物と硫化物の結晶が見られ, 絶縁低下の主たる原因はマイグレーションによる析出物と推定される。

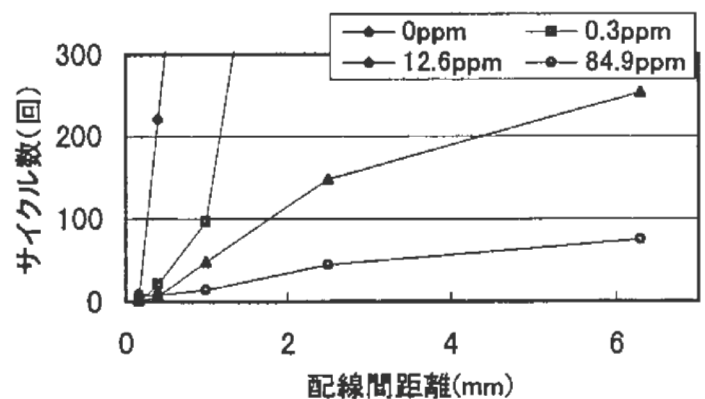


図2 配線間の抵抗が1サイクル通じて $10^7 \Omega$ 以下に低下するサイクル数

放射無線周波電磁界に対する交流アーク溶接機用自動電撃防止装置の耐ノイズ性

物理工学安全研究部 富田 一

1. はじめに

産業機器の電子化は、複雑な動作等を可能とし、生産性の向上等に寄与しているが、電子化に伴って回路に使用される信号電圧、電流が小さくなり、電磁ノイズによる誤動作が懸念されている。その対策の一環として、すでにEUでは、耐ノイズ性等に関するEMC指令が1996年より実行に移され、対象となる機器は指令を満足しないと流通できない状況にある。我が国では、機器の耐ノイズ性について法的な規制がなされていないため、工業会等が自主規制により確認している現状にある。

電子化は安全装置にも及んでおり、安全装置の電磁ノイズ問題が懸念される。そこで、プレス機器に対する光線式安全装置、交流アーク溶接機用の自動電撃防止装置について伝導性ノイズに対する耐ノイズ性を実験的に調査してきた。今回は、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置（以下、電防装置という）について、電磁ノイズとしての放射無線周波電磁界による影響を一部実験的に調査したので、その結果を報告する。

2. 実験方法及び結果

無線周波電磁界の放射部の概要を図1に示す。増幅器には最大出力が50Wの電力増幅器を用い、放射用のアンテナには対数周期アンテナを用いた。試験方法はIEC規格に準拠したものであり、放射した無線周波電磁界の周波数は電磁界放射部の使用機器の特性から280～500MHzである。また、電防装置に印加される電界を一様にする必要があるため、実験を行う電波暗室内の対数周期アンテナと電防装置を載せるテーブル間の床面に電波吸収体を敷いた。その後、アンテナと電防装置との距離を1.5mとし、電防装置の位置における電界強度が10V/mとなるように電磁界放射部を調整した。この条件下での、電防装置の位置における電界強度の周波数特性を測定すると図2の通りである。

図2に示す電界強度下で、表1に示す外付けタイプの電防装置2機種別の動作試験を実施した。以上のような実験状況を図3に示す。

今回の実験で、いずれの電防装置も電界強度が10V/mの電界強度下でも正常に動作することを確認できた。今後の課題としては、印加する電界強度を上げて耐性レベルを把握すること等を検討している。



図1 無線周波電磁界放射部の基本構成

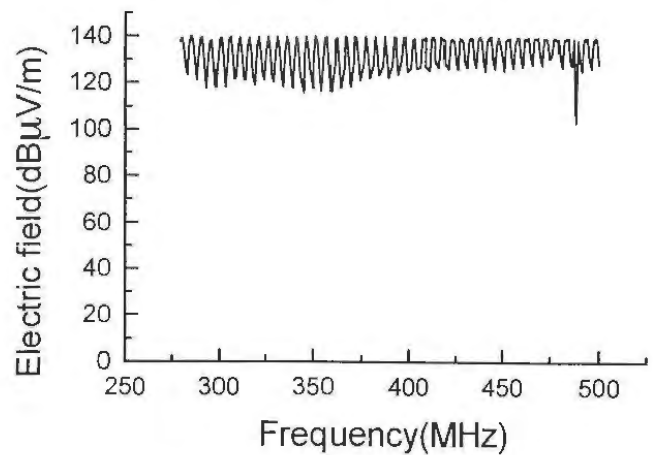


図2 電界強度の周波数特性

表1 電防装置の主な仕様

	運動時間	始動感度	安全電圧
A	1秒	300Ω	20V未満
B	—	300Ω	25V未満

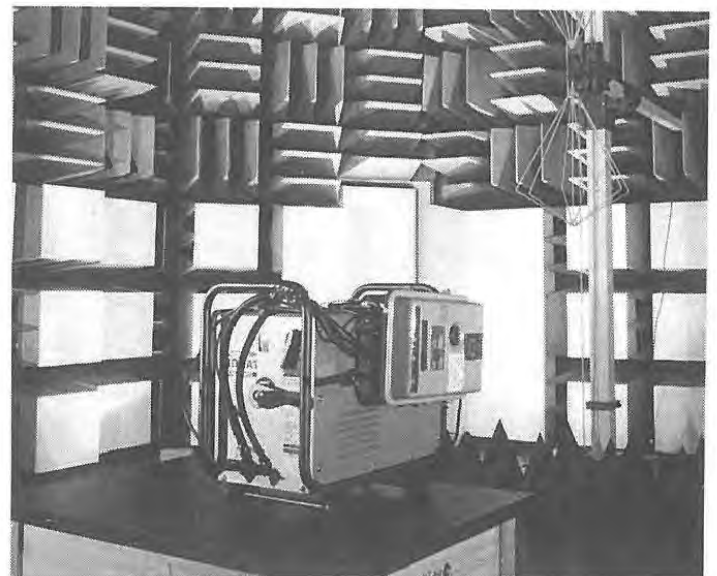


図3 放射無線周波電磁界に対する耐ノイズ性の実験状況

放電プラズマ化学反応を利用した危険・有害物質の安全処理技術の開発

物理工学安全研究部 山隈瑞樹

1. はじめに

本研究は、生産・労働現場で排出される各種の危険または有害な物質（有機溶剤蒸気、窒素酸化物等）を対象に、放電プラズマ化学反応を利用して効率的かつ安全に処理する技術の開発を目的とするものである。

本年度は、放電プラズマを利用したNO_xの処理効率向上を目的として、プラズマ反応場に特殊な活性炭を置いた反応器を作り、その特性を調べた。この反応器は、NO分解時に副生成物として発生するNO₂を減少させ、結果的にNO_x（NOとNO₂の合計）の総量を減少させるというものである。

2. 実験装置および方法

本研究で用いたプラズマ反応器の構造を図1に示す。アクリル製筐体上方にタングステン針アレイ（3×21本）を有するコロナ放電電極を、また下方にステンレス製の接地電極を配置した反応器を2個製作し、そのうちのひとつには図のように両側板にO₃（オゾン）除去用活性炭ペレット（商品名Sekado）を並べて取り付け付けた。

これらの反応器に、窒素および乾燥空気をベースにNO（一酸化窒素）を所定の濃度となるよう混合した模擬NO_xガスを導入し、正極性コロナ放電により処理を行い、NO_xの濃度変化等を測定した。なお、ここではNO_xをNOとNO₂のいずれか一方または両方を含むものと定義した。

3. 実験結果および考察

窒素のベースガスに酸素約5%，NO約22ppmとなるよう調合した試験ガスを毎分2Lの流量で処理した結果を図2および図3に示す。前者は活性炭を含まないもの（以下、標準型という）、後者は活性炭を取り付けたもの（以下、活性炭併用型という）によるNO_xおよびその成分であるNOとNO₂の濃度変化を示している。これらの図を比較して明らかに異なるのは、NO₂の濃度変化パターンである。被処理ガス中のNOは、反応器のプラズマ領域で発生した窒素ラジカル、オゾン等の活性種と化学反応を起こし、一部はNO₂になることが知られているが、標準型では放電エネルギーが低い領域において、NOの減少量に相当する分のNO₂の生成が見られるのに対し、活性炭併用型ではNO₂の生成量は比較的低レベルに留まっている。NO_xの総量でも活性炭併用型での減少が顕著である。

活性炭併用型におけるNO₂生成量の減少の理由として、放電プラズマ中で生成されたO₃が活性炭によって速やかに除去されるので、NO+O₃→NO₂+O₂という反応が抑制されたものと考えられる。なお、NO₂自体も活性炭によって除去されることがわかっているが、別途実験で確認した結果、その量を勘案してもなおO₃除去の効果が顕著に認められることが判明した。

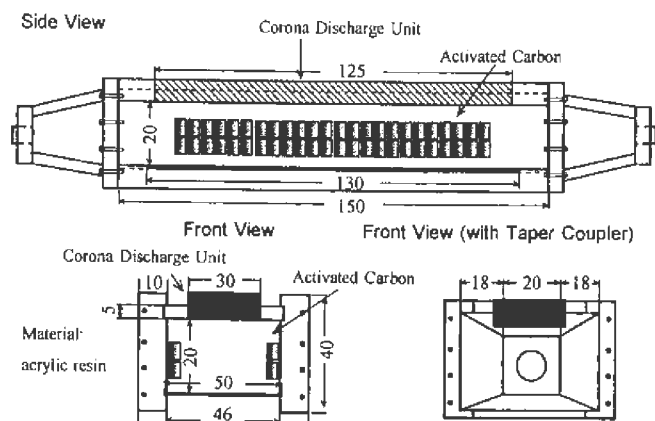


図1 放電プラズマ反応器（コロナ放電型）の構造

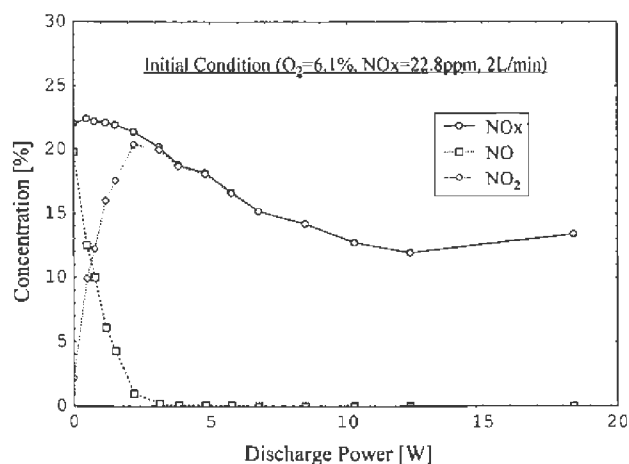


図2 標準型反応器によるNO_xの分解特性

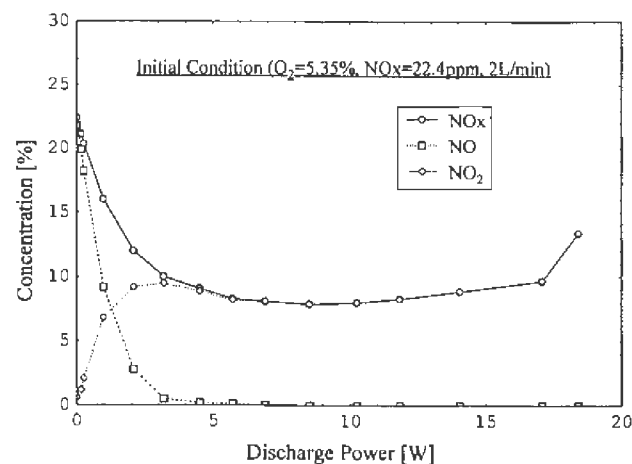


図3 活性炭併用型反応器によるNO_xの分解特性

振動型粉体最小着火エネルギー試験装置の特性

物理工学安全研究部 山隈瑞樹, 児玉 勉
Wai Lam Cheung

1. はじめに

可燃性粉じんの最小着火エネルギー(以下、MIEという)を測定する方法として、従来、吹き上げ式の着火試験装置(ハルトマン式)が用いられており、既に多くの粉体のMIEがデータベース化されている。一方、近年、粉体の製造技術の進歩に伴う微細化および新原料の開発等から多種・多様の可燃性粉じんが製造・使用されてきており、安全管理上、これらのMIEを迅速に測定する必要があるが、在来方式は操作上の熟練を要すること、製造コストが高価であること等から広く普及するに至っていない。本研究では、在来型試験装置の欠点を解消し、特別な知識や熟練がなくとも精度の高い試験結果が得られる装置の普及を目的として、新たな発想に基づく振動型粉体着火エネルギー試験装置の開発を行っている。本年度は、代表的な試験粉体についてMIEの測定を行い、在来型との整合性の評価を行った。

2. 実験装置および方法

実験装置の構成を図1に示す。振動型着火容器は、試験粉体用ホッパーがより簡便なものに改造されていることを除けば、前年度に報告したものとほぼ同一である。ホッパー下部のメッシュを通してふるい落とされ、容器内でシート状の粉じんを形成した試験粉じんに、それを挟むように配置された放電電極で火花放電を発生させ、着火試験を行った。

IEC規格に準拠した放電方法とするために、放電電極として先端を約60度の円錐状に加工したステンレ

ス棒(直径2mm)を、また、放電回路としてはLCの直列回路($L=0.94\text{mH}$, $C=100\sim 1000\text{pF}$)を採用した。放電エネルギー W は、放電前のキャパシタ C の充電電圧 V を測定し、 $W=1/2CV^2$ を用いて計算した。

また、試験粉体についても、IEC規格に指定されている三種類の校正用粉体(石松子, ポリアクリルニトリル, アントラキノン)を用いた。

3. 実験結果および考察

振動型試験装置を利用して得られたMIE測定結果の一例を表1に示す。石松子およびポリアクリルニトリルは在来型(ハルトマン式)とほぼ同様のMIEとなっているが、アントラキノンではかなりの差がある。これについては、アントラキノンの粒径分布が重要な役割を有していると考えられる。表1にはメッシュを通過した粉体の粒度分布(レーザ式粒度分布測定装置を用いて実測)から得られたメディアン粒径が示されているが、アントラキノンのみが $178\mu\text{m}$ と他の物質よりもかなり大きな値となっている。アントラキノンの試験粉体は、予め100メッシュ(隙間 $150\mu\text{m}$)の篩を用いて粒径が調整されているので、もっと小さな値となるはずである。したがって、アントラキノンの場合には、メッシュ通過時に粉体が凝集して見かけの粒径が増大し、放電エネルギーの伝達が阻害されたものと推定される。

表1 新型と在来型のMIEの比較

Substance	Median Diameter [μm]	MIE [mJ]	
		Vibrating Mesh	Hartmann Tube
Lycopodium	38	23~29	10~30
Anthraquinone	178	29~34	1~3
Polyacrylonitrile	73	34~41	10~30

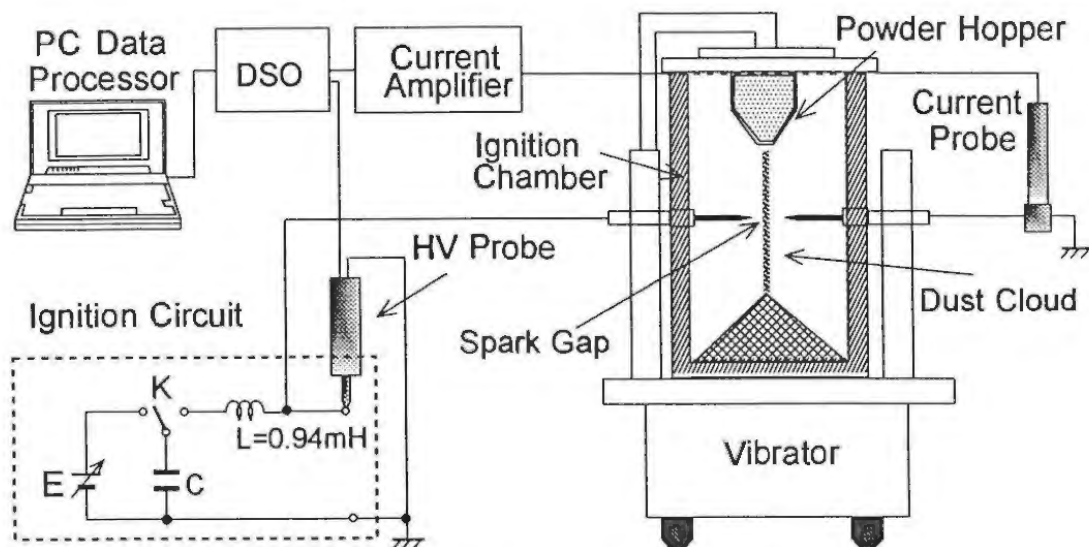


図1 振動型粉体最小着火エネルギー試験装置の構成

生産施工システムの総合的安全制御技術に関する研究
 ー画像認識による作業員位置検出方法の開発ー

物理工学安全研究部 呂 健

1. はじめに

自動倉庫等のような広大な領域を占有する機械の安全制御には、作業員等の位置の確認とその3次元計測が重要である。本研究では、画像のパターン認識技術を用いて、現場に設けられた監視カメラのビデオ映像から、作業員の存在とその位置を検出できる方法を開発することである。

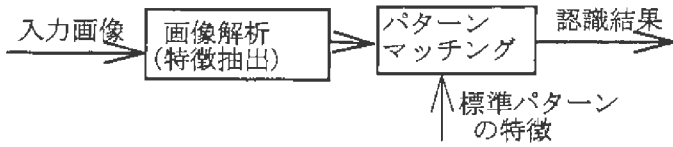


図1 画像のパターン認識

画像のパターン認識の一般的な手法は、図1に示すように、1)入力画像からその画像に関する特徴を抽出し、2)その特徴を予め設定した標準パターンの特徴とマッチング(照合)することにより検出・認識を行う。画像に関する特徴としては、画像の内容によって異なるが、カラー、濃度、形状などの特徴が考えられる。

生産ラインの製品検査システムなど、対象物の形状が固定的である場合、登録した標準パターンとのマッチングによって対象物を検出するのは比較的容易である。これに対し、本研究が目的としている作業員・人体の検出では、人体の形状が複雑な不定形物であるために、固定な形状パターンに基づく検出は容易ではない。そこで、人体に対する直接的な検出ではなく、作業員が作業帽を着用することを仮定し、作業帽の色や形状等のパターンを認識するにより、作業員の存在とその位置を検出する方法を提案した。ここでは、この方法の概要を説明し、実験及び結果について述べる。

2. 方法の概要

1) システム構成

画像認識による作業員検出システムの構成は図2に示す。

- ・ パソコン：400MHz PentiumII CPUを持つWindowsNTワークステーション
- ・ 画像解析ソフト：Adcis社のAphelion
- ・ 画像認識ソフト：マシンビジョン用開発ソフトXcaliperを用いて作成したプログラム

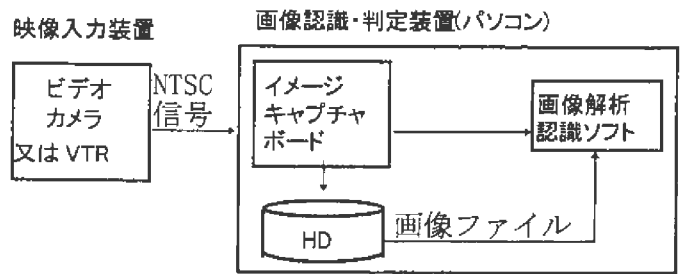


図2 システム構成

2) パターンの学習とパターン認識

生産ラインの製品検査などのパターン認識アプリケーションの対象物と比べると、作業帽パターンの学習とその応用(認識)には工夫が必要である。具体的に、次の手法を採用した。

- (1) パターンの変化にも適応できるように、標準パターンの拡大縮小、回転を教師付方法で学習する。
- (2) マッチングの程度を評価するために、標準パターンとの相関値の閾値を利用し、その閾値を教師付学習により設定する。

3. 実験結果

上述方法を用いて、自動倉庫の周辺領域に存在する作業員の動画像シーンに対して作業員検出実験を行った。実験の結果は次の通りである。

- (1) 400MHz PENTIUM のCPU で実行したところ、1フレームあたりの処理時間は50msである。つまり、秒間フレームレートは20である。
- (2) 動画像シーンの作業員がある65フレームの画像に対して、72%のフレームに作業員が検出された。つまり、検出率は72%である。

4. 考察

- (1) 72%の検出率は一部フレームに作業員がありながら、正確な検出ができないことを示す。しかし、動画像のフレームの間に、時間的な相関が存在するため、正確に検出ができないフレームに対して、前後にある検出したフレームの結果の補間により、検出率の改善が期待できる。
- (2) 複雑なパターンの使用やパターンの種類を増加するなど手法で、検出率を上げることも可能である。
- (3) 20フレームの秒間フレームレートは30フレームのビデオレートと近いので、実用的と言える。しかし、(1)と(2)の検出率を向上する手法を利用すれば、処理時間の増大も予想される。そこで、色、形状、オプティカルフローなど複数の特徴の併用により検出率を上げ、各特徴ごとの並列処理で高速処理を図る手法を検討している。

組織要因が企業の安全風土と安全レベルに及ぼす影響に関する調査研究

建設安全研究部 庄司卓郎, 鈴木芳美, 中村隆宏
花安繁郎

機械システム安全研究部 江川義之, 深谷 潔

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。しかし, ここ数年は横這い状態であり, 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が求められている。

本研究では, 作業員の安全に対する意識を高め, 安全行動を誘発する職場のあり方, すなわち企業の安全文化, 安全風土に着目し,

- ・安全制度, 安全活動等の施策が企業の安全風土形成に及ぼす効果
- ・企業の安全風土が社員の行動に及ぼす影響
- ・上記要因の企業の安全レベルによる差異

を明らかにし, 作業の安全に関係する要因を抽出することを試みた。これらを通じて, 組織レベルでの安全対策のあり方について検討することを目的とする。

なお, 本研究は(財)電中研HFCとの共同研究である。

2. 研究方法

1) 予備調査の解析

共同研究者が前年度に行った大手建設業者を対象にした質問紙調査の解析を実施した。

2) 質問紙調査票の作成

1) の予備調査の解析結果及び過去の研究の文献調査を基に安全文化を構成する概念的仮説モデルを構築した。同モデルに基づき, 安全文化を構成する要因を明らかにするための質問紙調査票を作成した。

3. 研究成果

1) 予備調査の解析

組織風土に関する回答について, 因子分析(主成分法, Varimax回転)を行った結果, 表1に示す5因子が抽出された。

これらのうち, 第1因子の「安全管理への自信」は, 安全推進施策の実施度, 安全制度数, 企業で行っている安全活動数のいずれとも有意な相関が見られ, 企業レベルでの安全施策の充実度が組織風土の軸として明確に現れていると言える。また, 安全レベルが高い企業と低い企業の間で同因子のスコアに有意な差がみられた。

これらのことより, 組織レベルで活発な安全対

策, 安全活動に取り組んでいる企業では, 自社の安全レベルに自信を持つという風土が形成される傾向があり, さらに, 事故率の低減につながる可能性のあることがうかがえた。

2) 質問紙調査票の作成

前述した作業の安全を規定すると考えられる要因から構築した概念モデルを図1に示す。このモデルにおいて, 組織要因については, 安全制度, 安全活動等の施策だけでなく, 安全に関する組織構成なども取り入れている。また, 組織風土については, 概念的な部分と具現的な部分の両面を含む多次元の構造を仮定している。個人が組織風土から受ける影響は, 「個人の知覚」→「意識」→「態度」→「行動」の段階を踏んでとらえている。

今後, 本質問紙票を大手建設会社及びその協力会社に配布する。回収後, 多変量解析を行い, 企業風土の形成過程, 社員の意識, 態度や行動への影響及び企業の安全レベルとの関係等の因果関係の構造を明らかにしていく予定である。

表1 組織風土項目の因子分析結果

	安全管理への自信	開発重視	伝統重視	アットホーム	穏やかな進歩
安全管理制度に自信	0.85	0.28	0.06	-0.11	0.14
安全管理に厳しい	0.84	0.19	0.18	-0.09	0.02
安全管理意識が根付く	0.80	-0.01	0.20	0.23	0.01
安全管理行動に自信	0.76	0.42	-0.07	-0.04	0.12
理念と行動が一致	0.58	0.50	0.36	-0.07	0.16
新しいことに取組む	0.26	0.74	-0.05	0.04	0.02
社内コミュニケーション	0.12	0.71	0.03	-0.03	0.20
経営環境重視	0.33	0.64	0.30	-0.04	-0.08
技術開発が重視	-0.07	0.63	0.22	0.17	-0.06
行動を重視	0.31	0.56	0.03	0.01	0.28
企業カラー	0.39	0.46	0.29	0.23	-0.07
伝統重視	0.13	0.07	0.79	0.26	0.01
創業者の精神	0.20	0.30	0.64	-0.17	0.21
社訓が社員に徹底	0.34	0.47	0.50	-0.10	0.30
暗黙の約束事	-0.20	-0.37	0.41	0.40	0.09
あうんの呼吸	0.04	0.11	-0.04	0.77	0.11
家族的な雰囲気	0.25	0.08	0.10	0.67	0.19
理想と現実のギャップ	-0.33	-0.04	0.08	0.58	-0.05
業績向上	-0.01	0.04	0.05	0.13	0.86
和を重視	0.28	0.16	0.36	0.23	0.58
累積寄与率	19.33	36.44	46.66	56.07	63.34

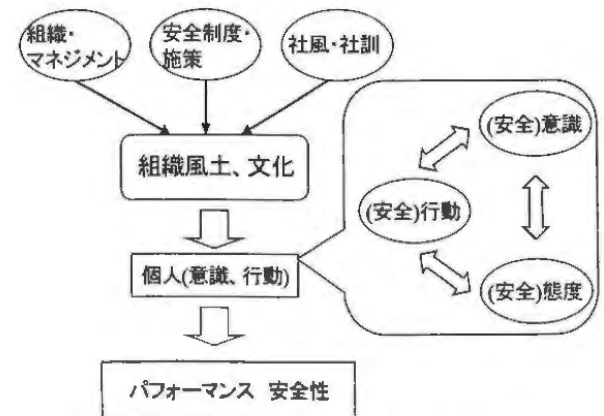


図1 本研究における概念モデル

1. はじめに

労働現場において音声はコミュニケーションの伝達手段として重要な役割を果たしており、音声聴取能力が低下したことが原因で労働災害の発生する場合も考えられる。そこで、音声聴取能力を評価するため、検査法の開発を試みた。

2. 研究方法

日本オーディオロジー学会が制定した語音弁別能力検査用テープを用いて音声聴取能力検査を行った。被験者は若年者10名、高齢者10名である。この検査で聴取することが困難であった語音の特徴を調べて、音声聴取能力検査法を検討した。

3. 研究結果

図1に語音弁別能力検査結果を示す。横軸は語音再生音圧レベル、縦軸は正しく弁別出来た百分率すなわち語音判別度である。

検査の結果被験者は、音圧レベルを増加すると60～70dBで100%の判別度が得られたAグループ（図1上）と、音圧レベルを増加しても100%の判別度が得られなかったBグループ（図1下）とに分類され、高齢者10名中8名はBグループに含まれていた。

そこでBグループが、音圧レベルを80～100dBに増加しても弁別出来なかった語音を調べると、それらは/de//ne//ba//ha/の4語音であった。波形分析の結果、これらの語音は30～60msの極短時間に周波数が変化しており、この変化を検出出来ることが語音判別可能性につながることを明らかにした。

音声は極短時間に周波数が急激に変化することに着目し、音声聴取能力検査法の検討を行なった。図2に示すように、5つの音を聴取し、ある時間に周波数の変化している音は何番目の音であるか返答するテストを開発した。

図3に周波数変化検出テスト結果を示した。横軸は各5音の提示時間、縦軸はその時間内にシフトした周波数である。

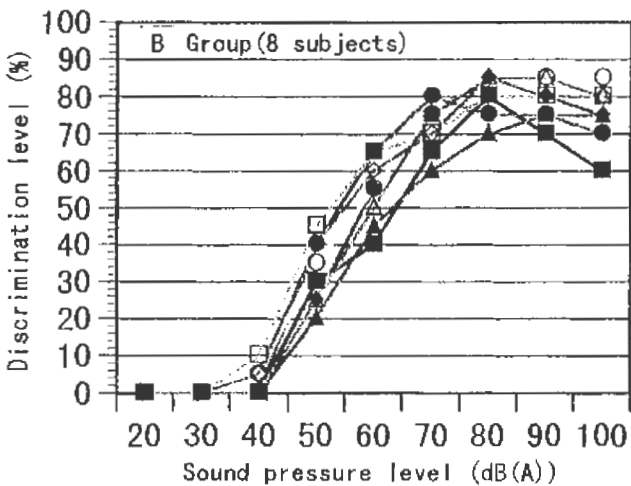
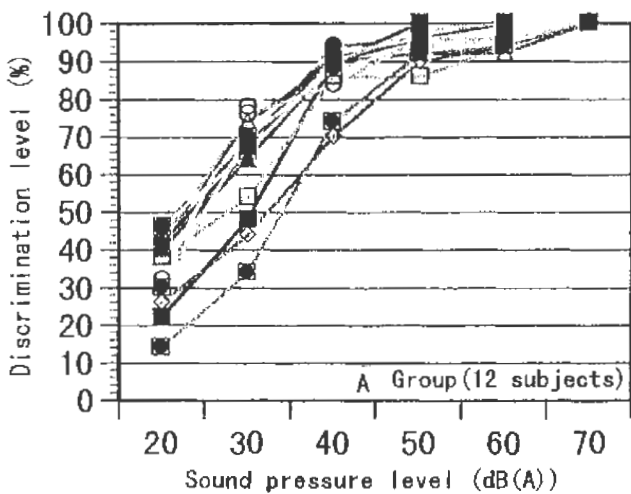


図1 AグループとBグループの語音弁別能力検査結果

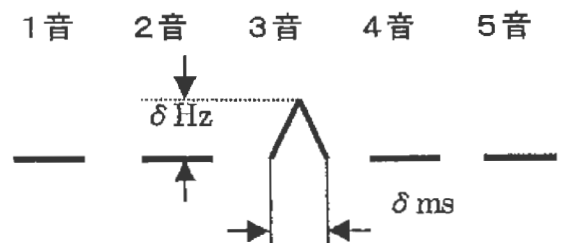


図2 周波数変化検出テスト法

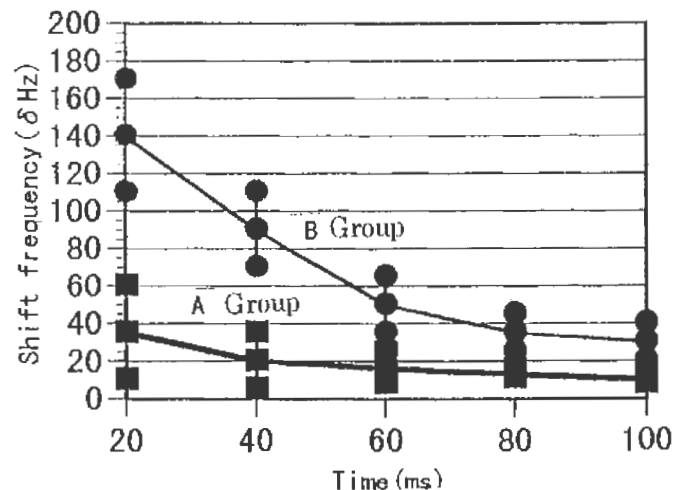


図3 周波数変化検出テスト結果

墜落災害防止に関する建設作業員へのアンケート調査

建設安全研究部 鈴木芳美 庄司卓郎
機械システム安全研究部 江川義之

1. はじめに

建設工事での墜落災害の背景要因を探るため、建設現場の作業員を対象としたアンケート調査を、大阪大学人間科学部と共同で、昨年度に引き続き、調査対象の職種を拡大して実施した。アンケート配布数は1140部、最終回収数は817部（回収率71.7%）であった。

2. 分析内容

アンケート内容は昨年度と同様、全20設問（フェースシート関係8問、安全帯関係4問、開口部関係3問、情報伝達関係3問、作業省略関係2問）で構成し、うち2問は自由記述回答型の設問、他の18問は選択肢回答型の設問である。

選択肢回答型設問の回答結果に対しては多変量統計解析を適用した背景因子抽出など、また、自由記述回答型設問の回答結果に対しては回答内容の分類・集約などを継続している。

3. 分析結果

3-1 アンケート回答者の状況

回答者を職種別に見てみると、現場職員（26%）、大工（23%）、薙工（14%）、鉄骨・鉄筋・溶接工（9%）、足場組立解体工（6%）、塗装・配管工（5%）など（図1参照）である。これら職種別に見たアンケート回収数は、現在の我が国の職種別の推計労働者数に照らして、ほぼ妥当な構成割合であった。

3-2 選択肢回答型設問に対する回答結果の例

選択肢回答型設問に対する回答の単純集計結果の一例として、「連絡が十分伝わらない場合がある」とすればどのような場合か」という質問に対する結果を図2に示した。高回答率の項目として、「作業前ミーティングが行われなし」（58%）、「作業指示があいまい」（57%）など、作業実施中の問題が指摘されている。また、「作業の途中から参加した場合」（47%）が高率だったように、作業の途中から持ち場に配属される場合の連絡徹底の問題が浮き彫りにされている。

3-3 自由記述回答型設問に対する回答結果の例

「安全帯を使用するにはどのようにすればよいと思うか」について自由記述を求めたところ、計623の具体的な記述回答が得られた。これらの内容を類似したもの同士でまとめた結果、7つの大分類群にまとめられた（図3）。特に回答数の多かった大分類群としては「組織・管理者による管理の強化」（30%）、「作業環境の改善」（22%）、「安全教育」（17%）が挙げられた。

また、それ以外にも「業界構造の問題」（6%）として建設業界特有の重層下請け構造に基づく受注単価の問題や作業工程の厳しさなどを指摘した回答も少なからず見られた。

これらの自由記述回答の内容は、職種によってかなり偏りが見られ、例えば、現場職員は、「作業環境の改善」や「作業員の相互管理」を、また、薙工では「業界構造の問題」を指摘している割合が、他職に比べてかなり高い結果となっている。

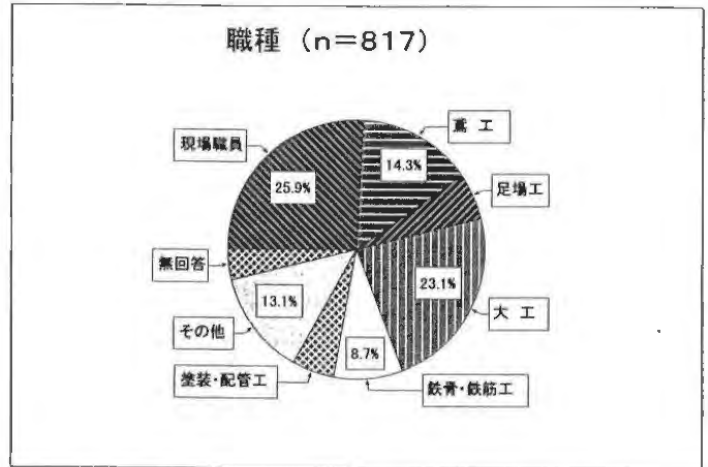


図1 アンケート回答者の職種別構成

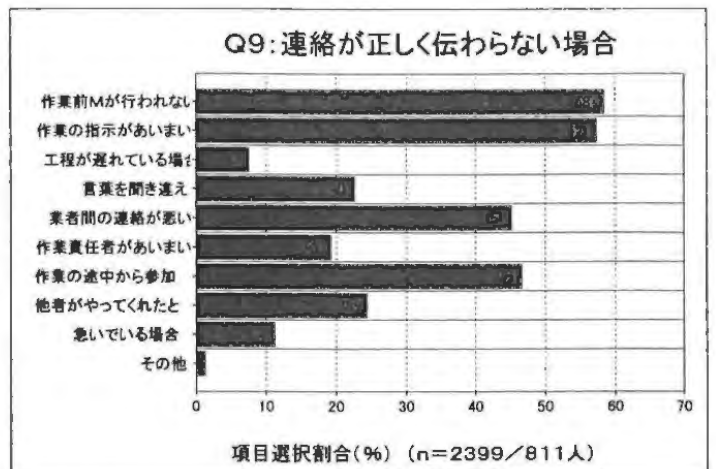


図2 連絡が正しく伝わらない場合の回答

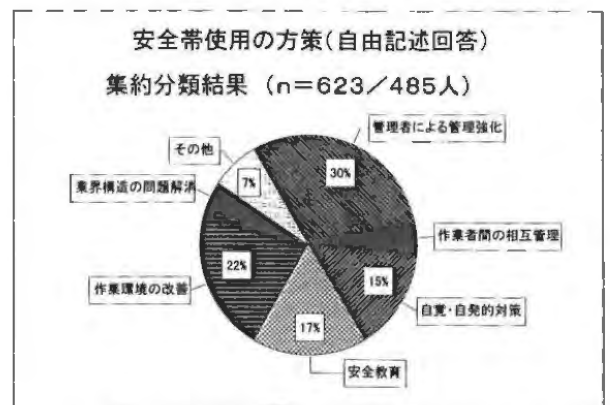


図3 自由記述回答の分類結果の例

掘削機シミュレータによる注意配分の測定

機械システム安全研究部 深谷 潔, 江川義之
建設安全研究部 中村隆宏, 花安繁郎
理工工学安全研究部 呂 健

1. はじめに

近年、土木建設工事の機械化施工が著しい進歩を遂げるとともに、これに起因する労働災害も多発している。車両系建設機械による災害は、建設業における死亡災害の約15%、土木工事業における死亡災害の約25%を占めている。なかでも、シャベル系建設機械は、車両系建設機械の死亡災害の約70%、休業災害の約50%を占め、発生件数が多いだけでなく、重篤度も極めて高い。

シャベル系建設機械の災害のうち「挟まれ、ひかれ、激突」は、死亡災害では45%、休業災害では64%を占める。そのため、シャベル系建設機械による災害のうち接触災害を防止するための安全対策の研究を行っている。その研究の一環として、運転者の特性を明らかにするためのシャベル系建設機械の運転シミュレータを開発した。

2. VRシステムの必要性と概要

2.1 人間特性の評価の必要性

建設機械は運転者によって操作されるものであり、今なお事故防止を運転者に依存する部分が多い。そのため、運転者の挙動を解明することは、安全対策をたてる上から重要である。特に、事故直前の人間特性を知ることが、人間に事故回避を依存するシステムにおいては欠くべからざるものである。

事故直前の状況における人間の挙動を実験的に把握する必要があるが、実物を用いては危険が伴うため実行が困難であり、そのためバーチャルリアリティ技術を用いて掘削作業のシミュレーションを行うシステム（VRシステム）を開発した。

2.2 VRシステムの概要

この装置は仮想の作業空間と現実の操作環境から成る。

没入感をあげるためには、視野に占める仮想空間の割合が大きく影響するので、120インチの大形スクリーンを4画面用いて前方の画面を構成した。これには、立体視の機能を組み込み、遠近感の認知ができるようにした。また、建設機械では後退等も多いので、側面・後方の視界を表示するスクリーンも設けた。

実際の建設機械と類似の操作装置と座席を設け、運転操作が可能ないようにした。ショベルカーの運転においては、バケットの地面との接触に伴う運転席の動揺

等の情報が重要であるので、これを模擬できるように運転席を動揺台の上に設置し、映像と同期して動揺できるものとした。

3. 今後行う実験の概要

このシミュレータを用いて、運転者の人間特性を明らかにするための実験に着手している。実験は、被験者にVRの掘削機を操作させて掘削作業を行わせ、その際の運転操作者の視点をアイマークカメラによって測定するものである。そのとき、近接した場所でバーチャルの作業者に作業を行わせたり、バーチャルの歩行人に近くを通らせたりすることで、操作者の注意する箇所がどのように変わるかを調べる。近年の安全対策は、災害防止の役割を人間に負わせるのではなく、機械設備側に負わせる方向にある。建設機械においても人間との接触防止のための接近センサ等が研究されている。これらの、安全装置を用いた場合の注意の挙動についても調べる。これらの実験によって、必要な安全対策の条件の明確化が期待できる。

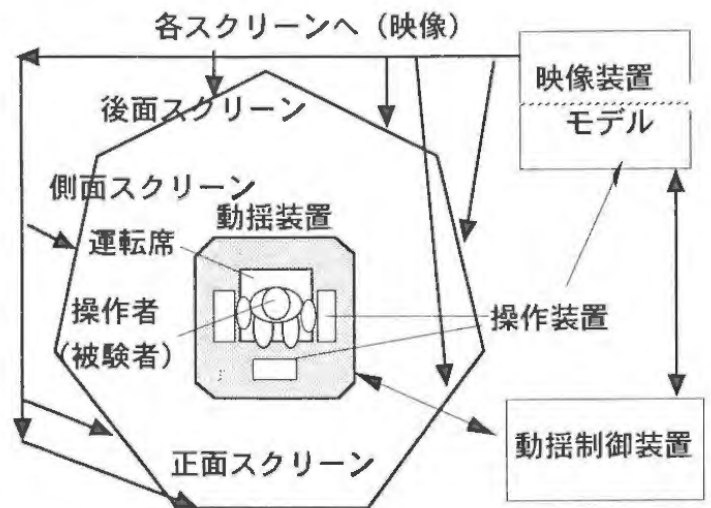


図1 掘削機シミュレータシステムの概要



写真1 注視点測定の様子

共同作業時におけるコミュニケーション・エラーに関する実験研究

機械システム安全研究部 江川義之, 深谷 潔
 建設安全研究部 花安繁郎, 鈴木芳美, 庄司卓郎
 中村隆宏

1. はじめに

建設労働災害を対象にしてコミュニケーション・エラーによる労働災害のモデル化を試み、その結果、これら災害は「場所」「時間」「作業目的」という3つのKey Wordで分類、モデル化が可能なことを明らかにした。本年度は導出した労働災害モデルに基づき、コミュニケーション・エラー発生に関する実験室実験を行った。

2. 実験目的

コミュニケーション・エラーによる労働災害モデルのうち、同一の「時間」と「場所」で、異なる「作業目的」をもつ2チームが作業を行い、チーム相互間の連絡がうまく機能せず災害が発生したモデルを対象にして、コミュニケーション・エラーの発生過程を調べるための実験を行った。

3. 実験方法

実験は、同一の時間に、同じ場所でAチームとBチーム（各2名で構成）にそれぞれ異なる目的で組立作業を行わせた。図1に示したように、各チームの組立作業台、組立図置場、組立部品置場を異なる場所に配置し、一方のチームが組立部品を取りに行く時、他方のチームの領域の一部（以下、クロス域という）を通過しなければならず、このクロス域に2名同時に侵入した時、エラーの発生とみなした。

4. 実験結果

エラーを起こした者同士間でのコミュニケーションの有無とエラーの関連性を調べると、コミュニケーション

がありエラーの発生した状況が68%、コミュニケーションが無くエラーの発生した状況が32%あった。

これらエラーを形態別に分類すると図2に示す4種類となり、その出現頻度を調べた。

衝突型は、両者同時にクロス域に侵入しようとした時のエラーであり、進入方向の相違によりaとbに分類した。見越型は、一方がクロス域から出るものと見越して他方がクロス域に侵入した時のエラーであり、同じく進入方向の相違によりaとbに分類した。

コミュニケーションがありエラーの発生した状況は、その95%が見越側面型であった。コミュニケーションが無くエラーの発生した状況は、衝突側面型20%、見越側面型70%、見越後面型10%であった。

さらに、コミュニケーションがあったためエラーを防げた状況を調べてみると、すべて衝突型であり、側面型と正面型が各々50%であった。

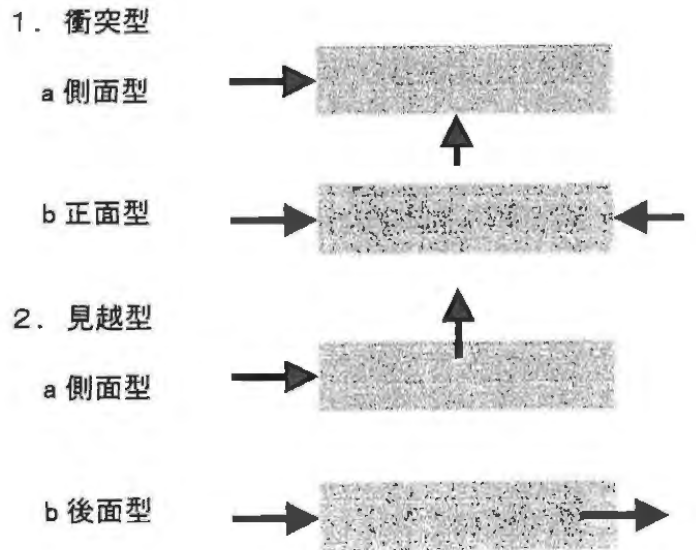


図2 コミュニケーション・エラー形態

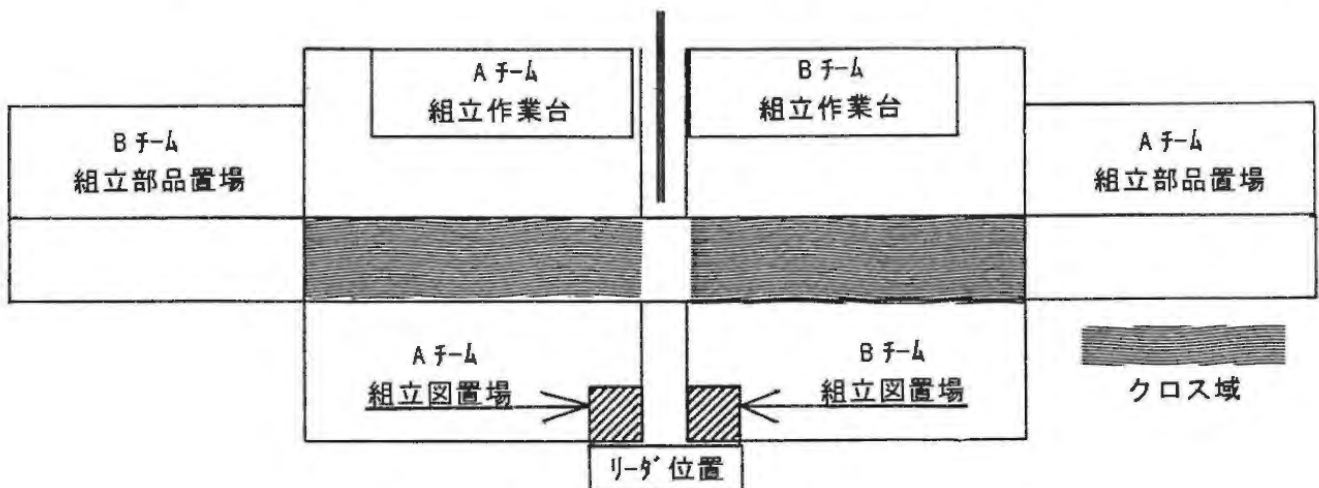


図1 実験領域の平面図

2.4 研究成果の発表

1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
異種放電の重畳による放電プラズマ反応器の効率改善の試みー沿面・直流コロナ放電重畳型反応器の特性ー	産業安全研究所研究報告 NIIS-RR-98(1999)	山隈 瑞樹 他機関共同
火花放電による電磁ノイズの発生現象ー火花電圧と放電電流及び誘導電圧との相関性ー	同上	富田 一
地盤破壊によるアウトリガーのめり込みが移動式クレーンの転倒に及ぼす影響	同上	玉手 聡
音声聴取能力評価に関する研究	同上	江川 義之
墜落防護用エアバッグの評価に関する研究	同上	深谷 潔
高齢社会対応の労働環境づくりに関する意識調査	同上	永田 久雄 李 善永 他機関共同
高圧気体により急速に圧縮を受けた可燃性液体の発火限界	同上	板垣 晴彦
水を噴霧した場合の管内伝播火炎の消化挙動	同上	八島 正明
墜落災害防止に関する建設作業員への質問紙調査	同上	鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎 他機関共同
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	NIIS-SRR-NO.19	梅崎 重夫 深谷 潔 富田 一 池田 博康 佐々木 哲也 清水 尚憲 高梨 成次 呂 健
吊り上げ用具類の新検査技術に関する研究	NIIS-SRR-NO.18	田中 正清 他機関共同
静電気による新原材料の爆発・火災の防止	産業安全研究所特別研究報告 NIIS-SRR-NO.17	田嶋 泰幸 兒玉 勉 松井 英憲 松田 東栄 富田 一 山隈 瑞樹 大澤 敦 大塚 輝人 他機関共同
工作機械関連作業のリスク低減のためのアセスメント手法に関する調査	産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.16	糸川 壮一 杉本 旭

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
安全帯構造指針及び解説	産業安全研究所技術指針 NIIS-TR-No.35	深谷 潔 他機関共同
集じん機及び関連機器における粉じん爆発防止技術指針	NIIS-TR-No.36	松田 東 栄 他機関共同
最近の墜落・転落災害の傾向と災害要因の分析	安全, Vol.49, No.4, 10~15	鈴木 芳 美 他機関共同
足場上の歩行動作における生理的・心理的負担について	安全, Vol.49, No.4, 16~19	江川 義 之
帯電金属円板の放電電流と磁界の一測定	電気学会論文誌 A, 118巻5号, 575~576	富田 一
機械の安全システムを学ぶ	安全衛生の広場, 1998.5, 18~28	清水 尚 憲
電気と安全	安全衛生の広場, 1998.6, 18~28	市川 健 二
災害防止への情報の活用	クレーン, Vol.36, No.5, 1	田 島 泰 幸
移動式クレーンの旋回サークルボルトの破断について	実務展望, No.182, 32~37	前田 豊
加速刺激の方向に対する人間の転倒方向についての検討	人間工学, Vol.34, No.3, 117~127	永田 久 雄 他機関共同
Self-consistent Particle-in-cell Simulation of Charged Powders Entering a Vessel	Journal of Electrostatics, Vol.43, No.3, 187~201	A.Ohsawa
産業安全研究所爆発火災データベースに基づく爆発火災災害の現状と要因分析	安全工学, Vol.37, No.3, 178~184	板垣 晴 彦
労働省産業安全研究所研究施設紹介	安全工学, Vol.37, No.3, 197~198	安藤 隆 之
支持地盤の不安定性が移動式クレーンの転倒に及ぼす影響	土木学会論文集, No.596/Ⅲ-43, 163~174	玉手 聡 堀井 宣 幸 豊澤 康 男 他機関共同
感電災害の現状と安全対策	電設資材, Vol.27, No.8, 40~45	本山 建 雄
機械安全の基本と技術基準の動向	製品と安全, Vol., No.69, 6~14	糸川 壯 一
静電気災害に観る循環の理法	安全工学, Vol.37, No.4, 289~290	田 島 泰 幸
土砂崩壊災害の事例と対策	安全衛生コンサルタント, Vol.18, No.47, 47~50	堀井 宣 幸
建設機械と労働災害（安全衛生をとりまく事故・災害情報について）	月刊建設機械, Vol.34, No.8, 1~3	花安 繁 郎
地盤の現場値耐力測定法	クレーン, Vol.36, No.8, 33~37	堀井 宣 幸
クレーン用ワイヤロープの破断事故防止	月刊安全, Vol.49, No.9, 54~55	田中 正 清
重大災害から学ぶ 強風によるタワー式クローラクレーンの倒壊	月刊安全, Vol.49, No.10, 54~55	前田 豊
放電電極間での電荷の中和現象による放電電流と発生する磁界の測定	EMC, No.125, 104~109	富田 一
確定論による安全原理と国際規格（安全認証制度と説明責任）	品質, Vol.28, No.3, 39~46	杉本 旭
知っておきたいクレーンの電気安全（5） —電磁ノイズ対策—	クレーン, Vol.36, No.10, 11~18	富田 一

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
知っておきたいクレーンの電気安全 (6) －絶縁材料の劣化と診断－	クレーン, Vol.36, No.11, 13～17	市川 健二
地盤破壊によるアウトリガーの沈下が移動式クレーンの転倒に及ぼす影響 －転倒災害の発生状況に関する調査と考察－	クレーン, Vol.36, No.10, 8～10	玉手 聡
地盤破壊によるアウトリガーの沈下が移動式クレーンの転倒に及ぼす影響 －アウトリガーフロート模型による地盤の支持力実験－	クレーン, Vol.36, No.11, 8～12	玉手 聡
墜落災害防止に関する建設作業員へのアンケート調査結果 機械災害防止のための本質安全化	日経コンストラクション, 1998, 10.23, 94～95 セイフティエンジニアリング, Vol.25, No.3, 6～10	鈴木 芳美 他機関共同 桑川 壮一
天井クレーン模擬プログラム荷重下の溶接補修材の疲労強度	日本機械学会論文集 (A編), 64巻, 626号, 87～93	前田 豊 吉久悦二 本田 尚 他機関共同
安全管理のキーワード フェールセーフ 赤外線法による応力集中係数及び応力拡大係数範囲の決定	安全, Vol.50, No.1, 52～53 日本機械学会論文集 (A編), 64巻, 627号, 114～119	杉本 旭 本田 尚 佐々木哲也 他機関共同
静電気対策	労働安全衛生広報, Vol.30, No.713, 7～16	山隈 瑞樹
夜勤・交代制勤務と主体的勤務 労働災害における工場火災の推移と要因分析 H形鋼支柱式型枠支保工に作用する荷重の実測調査 英国における最近の安全衛生政策動向について	職場適応工学, 147～167 火災, Vol.48, No.6(1998), 6～10 仮設機材マンスリー, No.173, 2～5 安全工学, Vol.38, No.1, 29～38	庄司 卓郎 板垣 晴彦 大嶋 勝利 花安 繁郎 他機関共同
墜落防護用保護具の動向	セイフティエンジニアリング, Vol.25, No.5, 1～4	深谷 潔
機械安全技術の標準化とフェールセーフ 仮設構造物の倒壊災害防止対策 建築用タワークレーンの地震に対する安全化 A533B圧力容器用鋼の高温水中における疲労き裂進展挙動に及ぼす熱時効の影響	製品と安全, Vol.71, 13～21 労働基準 1999, 1月号 同上 日本機械学会論文集 (A編), 65巻, 630号, 129～133	杉本 旭 大嶋 勝利 高梨 成次 田中正 清 本田 尚 G.S.Raman 他機関共同
研削作業の安全化に関する研究 VRによるショベル系建設機械の災害防止技術の研究	労働基準 1999, 2月号 同上	桑川 壮一 深谷 潔
ロボットの安全確保技術に関する研究	同上	池田 博康 清水 尚憲

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
<p>安全確認技術とフェールセーフ化に関するガイドライン</p> <p>電気設備工事業界21世紀への挑戦</p> <p>エンジニアリング・サイエンスに基づいた災害防止への挑戦</p> <p>Effect of Static Electricity Discharge Condition on MIE of Suspended Dust.</p> <p>フレキシブルコンテナの静電気災害事例と帯電防止</p> <p>可燃性ガス・蒸気の爆発防止</p> <p>粉じん爆発の危険性</p> <p>A Study on Electr-Rheological Motion Control Using an Antagonistic Rotary Actuator.</p>	<p>同上</p> <p>電気新聞 (11.2.23)</p> <p>仮設機材マンスリー , No.174, 1</p> <p>Progress in Safty Science and Technology, 675~679</p> <p>セーフティダイジェスト, Vol.45, No.2,3~7</p> <p>労働基準, 1999, 3月号</p> <p>同上</p> <p>Electro-Rheological Fluids</p> <p>Magneto-Rheological Suspensions and their Applications, 787~796</p>	<p>杉本 旭 梅崎 重夫 市川 健二 田 畠 泰幸</p> <p>児玉 勉 山隈 瑞樹 他機関共同</p> <p>児玉 勉</p> <p>松井 英憲 松田 東栄 杉本 旭 他機関共同</p>

2) 口頭発表 (国内)

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
遺伝的アルゴリズムによる構造物の信頼性指標の評価	日本機械学会第75期通常総会	10. 4. 3	佐々木哲也
穿孔法による残留応力測定の有限要素解析	同上	4. 3	本田 尚 他機関共同
米国OSHAにおける自主的安全衛生管理プログラムおよび最近の安全衛生に関する政策動向について	第43回リスク・アナリシス研究会	4.11	花安繁郎
粉体の爆発危険性について	火薬学会1998年度春季研究発表会	5.14	松井英憲
コミュニケーション・エラーにより発生した労働災害の分類	日本人間工学会第39回大会	5.16	江川義之 鈴木芳美 深谷 潔 庄司卓郎
加速刺激に対する立位姿勢の安定性に関する研究その7ー脚部関節を固定した場合の安定性ー	同上	5.17	永田久雄 他機関共同
身体平衡機能の計測・分析技術に関する研究ー水平加速外乱を用いた新型の立位姿勢評価試験機ー	同上	5.17	永田久雄 他機関共同
消費生活用製品の事故原因に関する研究1	同上	5.17	永田久雄
消費生活用製品の事故原因に関する研究2	同上	5.17	永田久雄
消費生活用製品の事故原因に関する研究3	同上	5.17	永田久雄
管内を伝ばする予混合火炎の水噴霧による消炎	平成10年度日本火災学会	5.20	八島正明
¹⁷ Oラベルしたポリ(L-アラニン)のコンホメーションと ¹⁷ O NMR化学シフト	第47回高分子学会年次大会	5.28	水谷高彰
FMEAを用いた故障解析シミュレータ	日本信頼性学会第6回発表会	5.29	杉本 旭
安全の整合化と安全確認システム	交通・電気鉄道研究会	6.29	杉本 旭
垂直管内を伝ばする石松子粉じん層流火炎伝ば挙動	第28回安全工学シンポジウム	7. 2	八島正明 松田東栄 松井英憲 他機関共同
高圧酸素により急速圧縮を受けた可燃性液体の発火限界	同上	7. 2	板垣晴彦
グラウンドアンカーによる土留めの変形・崩壊挙動について	第33回地盤工学研究発表会	7.14	豊澤康男 堀井 宣幸 他機関共同
山留め架構を持つ掘削作業での事故について	同上	7.14	豊澤 康男 他機関共同

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
大径補強体を用いた仮土留め補強の遠心力模型実験(その1)全体概要と変形モードについて	同上	7.15	堀井 宣幸 豊澤 康男 他機関共同
傾斜した砂地盤中の杭の地震時挙動	第33回地盤工学研究発表会	7.16	堀井 宣幸 他機関共同
遠心模型実験における盛土作成時期が粘土地盤の変形に与える影響	同上	7.16	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡 他機関共同
遠心模型装置を用いた移動式クレーンの転倒実験	同上	7.16	玉手 聡 他機関共同
地盤破壊による移動式クレーンの転倒シミュレーション実験装置	同上	7.16	玉手 聡 堀井 宣幸 豊澤 康男 他機関共同
墜落災害の背景にあるヒューマンファクター	電子情報通信学会	7.24	鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎 他機関共同
切断砥石の強度評価法に関する一考察(第2報) - 一回転側圧強度に対する側面負荷位置の影響 -	1998年度砥粒加工学会学術講演会	8. 6	桑川 壮一
VR技術を用いた掘削機シミュレータの開発	日本バーチャルリアリティ学会第3回大会	8.21	深谷 潔 梅崎 重夫
高齢社会対応の労働環境づくりに関する意識調査	産業・組織心理学会第14回大会	8.21	永田 久雄
墜落災害の背景にあるヒューマンファクター - 質問紙調査結果 -	同上	8.28	鈴木 芳美 江川 義之 他機関共同
イオンマイグレーション試験時に発生した生成物の観察と分析	誘電・絶縁材料研究会	9. 9	本山 建雄 市川 健二
建築用タワークレーンの耐震性に関する研究	1998年度日本建築学会	9.13	河尻 義正 高梨 成次
ゆらぎ動作選択許可方式を用いた確動アクチュエータの二次元移動	第16回ロボット学会学術講演会	9.18	杉本 旭 他機関共同
天井吊下げ型自由移動装置の開発に関する研究	同上	9.18	杉本 旭 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	第22回静電気学会全国大会	9.28	児玉 勉 他機関共同

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
振動型粉体最小着火エネルギー測定装置の特性	同上	9.28	山隈 瑞樹 児玉 勉 W.L.Cheung
沿面・コロナ複合放電型反応器の特性	同上	9.28	山隈 瑞樹 他機関共同
帯電粉体のタンク投入における粒子挙動と静電気危険の電荷量依存性	同上	9.28	大澤 敦
帯電金属円板の放電電流と磁界の放電間隔依存性	電気情報通信学会ソサイエティ大会	10. 2	冨田 一
遺伝的アルゴリズムによる構造物の信頼性指標の評価 (第2報複数重要破壊領域の評価)	日本機械学会第76期全国大会	10. 2	佐々木哲也
タワークレーンの耐震性解析のための振動特性計測	同上	10. 3	前田 豊 高梨成次 他機関共同
橋梁工事における長周期大振幅の水平動揺下での作業性に関する研究	土木学会平成10年度全国大会	10. 4	大幢 勝利 永田久雄
建設工事墜落災害防止に関する質問紙調査結果について	土木学会第53回年次学術講演会	10. 6	鈴木芳美 江川義之 庄司卓郎 他機関共同
米国OSHAにおける最近の労働安全衛生政策動向	同上	10. 6	花安繁郎
IWRCワイヤロープの内部断線損傷促進因子について (第4報水環境及び曲げ方式の影響)	資源・素材学会秋期大会	11. 7	田中正清
国際規格における非常停止とその改善	日本機械学会第8回設計工学・システム部門講演会	11.11	杉本 旭 他機関共同
IEC62046におけるPSDI (Presence-Sensing DeviceInitiation) システムの論理的構造	同上	11.11	杉本 旭 他機関共同
圧力検知マットの高カテゴリー化規格の提案	同上	11.11	杉本 旭 他機関共同
可燃性液体に沿った燃え拡がりにおける火炎先端の挙動	第36回燃焼シンポジウム	11.20	八島 正明
SUS316鋼の熱疲労及び高温低サイクル疲労挙動	日本機械学会材料力学部門講演会	11.22	吉久悦二 本田 尚 G.S.Raman
赤外線応力測定の実験精度に影響を及ぼす諸因子について検討	同上	11.22	本田 尚 佐々木哲也
管内を伝ばする火炎の消火剤噴霧による消炎	第31回安全工学研究発表会	12. 3	大塚輝人 八島 正明

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
粉じん爆発特性測定上の問題点について	同上	12. 3	松田 東 栄
IWRCワイヤロープの内部断線損傷促進因子	同上	12. 3	田中 正 清
自己反応性物質の熱測定の標準化に関する検討	同上	12. 4	安藤 隆 之 松井 英 憲 他機関共同
リスク分析からみた労働災害の特徴と課題	確率・統計的思想決定に関するシンポジウム	12. 8	花安 繁 郎
生産性に配慮した安全制御システムの検討	第7回交通・物流部門大会	12.11	梅崎 重 夫 呂 健
マルチセンサー技術を用いた対象物の検出と計測		12.11	呂 健 梅崎 重 夫
高濃度オゾンの分解燃焼特性	第8回日本オゾン協会年次研究講演会	11. 3. 3	水谷 高 彰 松井 英 憲 他機関共同
電撃による心室細動のしきいを表す1回路モデル	平成11年度電気学会全国大会	11. 3.21	山野 英 記
イオンマイグレーション試験雰囲気下におけるプリント配線板の撥水性	同上	3.21	本山 建 雄 市川 健 二
帯電金属円板からの放電電流と誘電電圧の充電電圧波形依存性	電子情報通信学会1999年総合大会	3.25	冨田 一

3) 国際研究集会口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
Some Factors Affecting the Accuracy of the Infrared Stress Analysis Method	5 th International Conference Localised Damage'98, Bologna, Italy	1998.6.8 ~10	T.Honda
Factors Governing Electro-Rheological Motion Control and its Application to High Precision-Positioning	6th International Conference on New Actuators-ACTUATOR98, Bremen, Germany	1998.6.17	N.Sugimoto
Trial of Electrostatic Safety Evaluation for Pneumatic Powder Transport	1998 ESA-IEJ Joint Symposium on Electrostatics, California, USA	1998.6.25	T.Kodama et al.
Development of Vibrating Measurement Apparatus for Minimum Ignition Energy for Powder	1998 ESA-IEJ Joint Symposium on Electrostatics, California, USA	1998.6.25	W.L.Cheung T.Kodama M.Yamaguma
Development of Conductive Glass-Lined Equipment Preventing Accumulation of Static Charge	1998 ESA-IEJ Joint Symposium on Electrostatics, California, USA	1998.6.25	T.Kodama et al.
Computational Assessment of Electrostatic Hazards in Vessel During the Filling of Charged Powder Particles	1998 ESA-IEJ Joint Symposium on Electrostatics, California, USA	1998.6.25	A.Ohsawa
Characteristics of Leading Flame Edge over the Surface of Moving Gas Ejecting Plate and Combustible Liquid	27th International Symposium on Combustion, Colorado, USA	1998.8.2 ~8.7	M.Yashima et al
Quantification of the Importance of Leg joints for Postural Balance	Third World Congress of Biomechanics, Hokkaidou, Japan	1998.8.4 ~8.9	H.Nagata et al
Limits of Construction Work under Low-Frequency Horizontal Motions	IABSE Symposium Long-Span High-Rise Structures Engineering Challenges for the 21st Century, Kobe, Japan	1998.9.2	K.Ohdo H.Nagata
Structural Change Analysis of Accident Situation by Frequency-Magnitude Curve	PSAM4 International Conference Probabilistic Safety Assessment and Management, New York, USA	1998.9.12 ~9.20	S.Hanayasu et al.

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
Explosion of Rave Earth Metal Dust in Nitrogen-Water Vapor Atmosphere	The Eight International Colloquium on Dust Explosions Chicago, USA	1998.9.21 ~9.25	H.Matsui et al.
Recent Development of Standardization of Testing Methods for Dust Explosions in Japan	The Eight International Colloquium on Dust Explosions Chicago, USA	1998.9.22	T.Matsuda et al.
Failure Mechanism of Anchored Retaining Wall	International Conference CENTRIFUGE98, Tokyo, Japan	1998.9.24	Y.Toyosawa N.Horii S.Tamate et al
Simulating the Overturning of MobileCranes due to Penetration of Out-riggers	International Conference CENTRIFUGE98, Tokyo, Japan	1998.9.24	S.Tamate N.Horii Y.Toyosawa et al
Study on the Behavior of Soft Ground Improved Using Deep Mixing Method by Low Improvement Ratio	International Conference CENTRIFUGE98, Tokyo, Japan	1998.9.24	N.Horii Y.Toyosawa S.Tamate et al.
Stability of Composite Ground Improved by Deep Mixing Method	2nd International Conference on Ground Improvement Techniques Singapore	1998.10.7 ~10.9	N.Horii
Example and Counter measures of Explosion Accidents in Chemical Plant	3rd RC USER FORUM JAPAN, Kyoto	1998.11.4 ~11.6	H.Itagaki Y.Fujimoto
Spatio-temporal measurements of optical emissions and OH radicales during spark in a methane/oxygen gas mixture: effect of OH radicals produced by discharge on ignition	The 22nd Ainese Plasma Science and Technology Conference, Manning Clark Center, Australian National University, Canberra	1999.2.8	A.Ohsawa
Philosophy of Constrction Safety Management in Japan	2nd International Conference Implementation of Safety and Health Construction Sites, Honolulu, Hawaii	1999.3.24 ~3.27	S.Hanayasu

4) 著 書

書 名 等	著 者 名	出 版 社 名
安全基礎工学入門	糸川 壯一	工業調査会
基礎編 第1章 安全の基礎	八島 正明	
第3章 3.2 火と安全	杉本 旭	
応用編 第5章 機械の安全	前田 豊	
	河尻 義正	オーム社
新版静電気ハンドブック		
序編 1章 科学技術文明と静電気	田島 泰幸	
2章 静電気と学術	〃	
3章 静電気学会の沿革と活動	〃	
I編 5章 5.1 静電気の発生と帯電	児玉 勉	
5.2 放電による障災害	大沢 敦	
5.3 力学作用・高電界による障 害	〃	
6章 6.1.2 可燃性粉体の着火危 険性	松田 東栄	
6.2.1 ガス・蒸気の最小着 火エネルギー	松井 英憲	
6.2.2 可燃性粉体の最小着 火エネルギー	松田 東栄	
6.3 放電による着火	大沢 敦	
9章 9.3 絶縁物の帯電防止	児玉 勉	
9.7 計測による安全管理	山隈 瑞樹	
10章 10.2 障災害の事例と分析	山隈 瑞樹	

5) 特 許

区 分	登 録 番 号	発 明 の 名 称	発 明 者
特許登録	特許第2716085号	姿勢安定性評価装置	永田 久雄

第3章 関 連 業 務

3.1 産業安全研究所主催行事

(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として発表する一方、学協会等における誌上・口頭発表により公表しているが、そのほかに、昭和60年以来毎年安全技術に関する講演会を開催し、研究成果の発表や安全技術情報の提供を行っている。

平成10年度には「災害事例・分析と対策」をメインテーマとして、10月14日に大阪の産業安全技術館において、また、10月21日には東京の産業安全技術館において、次の演題により講演会を開催し、両会場合わせて273名の参加者があった。

1) 静電気災害事例と対策	物理工学安全研究部	山隈 瑞樹
2) 化学プロセスにおける爆発災害事例と対策	化学安全研究部	板垣 晴彦
3) ワイヤロープの切断による災害事例と対策	機械システム安全研究部	田中 正清
4) 土砂崩壊災害事例と対策	建設安全研究部	堀井 宣幸
5) 建設工事における墜落災害の人的要因の分析	建設安全研究部	鈴木 芳美

(2) 研究施設の一般公開

当研究所では、毎年、科学技術週間にちなみ、研究施設の一般公開を実施しているが、平成10年度は、4月15日に実施した。当日は、一般コース（午前）と専門コース（午後）に分けて公開が行われ、両コース合わせて227名の参加者があった。

(3) 特別展

当研究所においては、附属の産業安全技術館において、研究所の研究成果ならびに災害防止に関する資料を常設的に展示して安全技術情報の普及につとめているが、これと並行して、労働災害の動向あるいは新しい災害に対処する安全技術など、時機に応じたテーマをとらえて、特別展と称する期間限定の展示を行って新しい情報をタイムリーに提供している。

今回は、平成11年3月1日～4月30日まで、「作業現場における安全標識」をテーマに東京の産業安全技術館において、開催した。また、同じテーマで大阪の産業安全技術館において開催することを計画している。

(4) 外部研究評価会議

当研究所においては、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趣旨に従い、外部の専門家に当研究所の国立研究機関としての役割と研究課題について評価をして頂き、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「外部研究評価会議」を設置した。平成10年度は、下記委員から構成される会議を合計3回開催した。第1回は、11月11日に、化学・物理工学分野の研究活動と課題の評価について、第2回は、11月20日に、機械・建設・境界領域分野の研究活動と課題の評価について、それぞれ分科会として実施し、第3回は、平成11年3月16日に課題と機関評価について実施した。これらの審議の結果は報告書としてとりまとめられる予定である。

議 長	長田 英世	九州工業大学 名誉教授
委 員	安達 洋	日本大学理工学部海洋建築工学科 教授
同	上原 陽一	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管理工学科 教授
同	奥村 幾正	大同信号(株)信号事業部 研究開発センター長
同	黒田 勲	日本ヒューマンファクター研究所 所長
同	小林 英男	東京工業大学工学部機械宇宙学科 教授
同	重松 開三郎	(株)重松製作所 取締役会長
同	末岡 徹	大成建設(株)技術研究所 土質研究室長
同	高田 博尾	清水建設(株)技術研究所 特別プロジェクト主席研究員
同	中村 英夫	日本大学理工学部電子工学科 教授
同	西川 康二	(元)住友化学工業(株)環境保安部長
同	仁田 周一	東京農工大学工学部機械システム工学科 教授
同	深倉 寿一	(株)東芝電力・産業システム技術開発センター 技監
同	村田 雄司	東京理科大学理工学部電気工学科 教授

(5) 建設用ロボットの安全制御に関する検討会

当研究所においては、平成9年度より特別研究「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」を実施しており、特に施工システムについては、現状の自動施工システムや建設用ロボットにおける安全上の問題点や技術上の課題を把握することを目的として、平成10年度に下記の外部専門家からなる検討会を4回開催した。審議の結果は、本特別研究の中間報告書の一部として取りまとめられる予定である。

委員長	木下 鈞一	(株)熊谷組環境安全本部 副本部長
委員	上野 隆雄	東急建設(株)技術研究所メカトロ研究室 技師
同	奥山 信博	清水建設(株)建築本部機械部 課長
同	柿倉 正義	東京電機大学工学部電子工学科 教授
同	新野 義仁	鹿島建設(株)建設総事業本部機械部 担当部長
同	藤井 卓美	(株)竹中工務店技術研究所生産研究開発部 主任研究員
同	吉武 亮二	(株)フジタ建築本部生産技術部 担当課長
同	吉野 恭司	(株)大林組技術研究所建築第一研究室 主任研究員

(6) 所内講演会

当研究所では、研究の活性化を図るため、当所及び外部研究者の参加のもとに研究所外から各分野の専門家を講師として招いて、講演会を開催している。平成10年度には下記の講演会を開催した。

平成10年9月21～22日	「地盤に係わる安全工学研究講演会」
	「The problem of standardizing safety in geotechnical works」
	ケンブリッジ大学 教授 M. Bolton
	「Geotechnical researches in the UWA」
	西オーストラリア大学 教授 M. F. Randolph
	「Some applications of imaging technologies in experimental geotechnics」
	デルフト工科大学 助教授 H. G. B. Allersma
平成11年1月19日	「Combustion and greenhouse effect」
	ワルシャワ工科大学 教授 P. Wolanski
平成11年3月18日	「安全科学技術研究センターの紹介と中国の安全研究事情について」
	中国国家経済貿易委員会安全科学技術研究センター副主任 呉 宗之

(7) 科技厅特研に係る討論会

当研究所においては、平成11年度科学技術庁重点基礎研究「赤外線による構造部材の非破壊損

傷検出技術の開発に関する基礎研究」を実施したが、その一環として、平成11年2月3日に下記学識経験者、研究者および当研究所の材料関係研究員による討論会を実施した。この討論会では、最近の材料強度、破壊力学分野における研究成果をもとに、機械や構造物の破壊事故防止法が議論された。

Albert S. Kobayashi

浦辺 浪夫

橋内 良雄

白井 孝治

高木 愛夫

寺田 博之

松原 雅昭

University of Washington Professor Emeritus

鋼管計測(株) 技監

(社)日本クレーン協会 調査分析・情報管理室長

(財)電力中央研究所我孫子研究所 主任研究員

東京電力(株)電力技術研究所 主任研究員

科学技術庁航空宇宙技術研究所 室長

群馬大学工学部 助教授

3.2 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
北海道労働基準局	北海道横断自動車道千歳ジャンクションCランプ橋における災害調査の回答	10. 4.28	高 梨 成 次
愛媛労働基準局	来島大橋架設桁落下災害調査	6.10 ～ 12 7. 2 ～ 4 8.17 ～ 19	河 尻 義 正 田 中 正 清
茨城労働基準局	住金ケミカル(株)鹿島事業所における爆発火災原因の調査	7. 6	安 藤 隆 之
上野労働基準監督署	感電死亡災害における鑑定	7.31	山 野 英 記 市 川 健 二 冨 田 一
中央労働基準監督署	感電死亡災害における鑑定	9. 9	本 山 建 雄 市 川 健 二
島田労働基準監督署	碍子金具を包んでいたビニルシートの耐電圧性能に関する鑑定	10.21	本 山 建 雄 市 川 健 二
三重労働基準監督署	ワイヤロープ破断事故に関する鑑定	11.13	田 中 正 清
兵庫労働基準局	神戸市営地下鉄建設工事現場における型わく支保工倒壊災害の調査	11.29 ～ 30	河 尻 義 正 大 幢 勝 利
富山労働基準局	燐化学工業爆発事故調査	12. 8 ～ 10	安 藤 隆 之 藤 本 康 弘
千葉労働基準局	つりチェーンの切断事故に係る調査	12.21	田 中 正 清
福岡労働基準局	日興技化(株)爆発災害原因現地調査	11. 2.20 ～ 21	松 井 英 憲 水 谷 高 彰 山 隈 瑞 樹
兵庫労働基準監督署	型枠支保工の崩壊に関わる捜査関係事項の照会に係る回答	3.19	河 尻 義 正 大 幢 勝 利

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	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員	所 長 他 研 究 員
労働省	来島大橋架設桁落下災害調査委員会	河 尻 義 正 田 中 正 清

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
通産省	第3回化学物質安全特性予測基盤の確立に関する研究運営委員会	安藤隆之
人事院	第4回化学物質安全特性予測基盤の確立に関する研究運営委員会	安藤隆之
人事院	安全専門委員	田島泰幸
人事院	労働基準監督官採用試験専門委員	吉久悦二
科学技術庁研究開発局	高齢社会における製品・生活環境等のユニバーサル化に関する研究の総合推進委員会	山隈瑞樹
横浜地方海難審判庁	参審員	河尻義正
		田島泰幸

3) 研修講師派遣等による協力

行政機関等名称	講 演 課 題 等	年月日	氏 名
労働基準局	蒲原沢土石流災害の概要	10. 4.23	堀井 宣幸
労働研修所	仮設建造物の強度計算 (I)	5.13	永田久雄
労働研修所	仮設建造物の強度計算 (II)	5.13	河尻 義正
労働研修所	工学の基礎知識 (力学)	5.18	永田久雄
労働研修所	工学の基礎知識 (化学)	5.20	安藤隆之
労働研修所	土砂崩壊災害の防止対策 (I)	5.21	堀井 宣幸
労働研修所	土砂崩壊災害の防止対策 (II)	5.21	豊澤康男
労働研修所	電磁ノイズ対策	7. 8	富田 一
宮城県土木部	12.6蒲原沢土石流災害とその再発防止対策について	11.17	堀井 宣幸
京都労働基準局	自動化と安全「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」	11.25	杉本 旭
福井労働基準局	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	12. 3	杉本 旭
高根労働基準局	建設工事における墜落災害の人的要因の分析	12. 3	鈴木 芳美
山形労働基準局	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	12. 4	梅崎 重夫
岡山労働基準局	工作機械の制御機構のフェールセーフ化	11. 1.29	杉本 旭
北海道労働基準局	最近の墜落・転落災害の傾向と災害要因の分析	2. 2	鈴木 芳美
福島労働基準局	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と運用上の留意事項	2. 4	梅崎 重夫
労働研修所	爆発・火災の防止対策	2.18	安藤隆之
労働研修所	電気災害の防止対策	2.18	山野 英記
東京労働基準局	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	3.26	桑川 壮一 杉本 旭

4) その他

行政機関等名称	協 力 事 項	年月日
労働省 労働研修所	労働基準局安全衛生部計画課井原課長が研究業務視察のため来所。 地方産業安全専門官産業安全専門（Ⅱ）研修生25名が研修のため研究施設を見学。	10. 5.11 7.15
労働省 大阪地方検察庁	労働基準局安全衛生部計画課中野課長が研究業務視察のため来所。 公安部梶山検事ほか4名が労働安全衛生法違反事件捜査参考のため研究施設を見学。	8. 7 12. 1
長野労働基準局	安全衛生課地方労働衛生専門官が業務研修のため当所研究施設を見学。	12.21
労働省	労働基準局安全衛生部建設安全対策室西本室長ほか4名が研究業務視察のため来所。	11. 1.18
労働省	労働基準局庶務課菊入課長補佐ほか1名が研究業務視察のため来所。	1.18
新潟労働基準監督署	藤田次長及び労災防止指導員2名が業務研修のため研究施設を見学。	1.20
岡谷労働基準監督署	田中署長ほか1名が業務研修のため来所。	1.21
栃木労働基準監督署	大森署長ほか1名及び栃木労働基準協会の一行32名が業務研修のため研究施設を見学。	1.21
労働研修所	地方産業安全専門官産業安全専門（Ⅰ）研修生32名が研修のため研究施設を見学。	1.28

3.3 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10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、電気学会、電子情報通信学会、電気設備学会、土質工学会、土木学会、日本化学会、日本火災学会、日本学会議、日本機械学会、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

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、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、安全衛生技術試験協会、産業安全コンサルタント協会

○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、海洋科学センター、神奈川県工業技術研修センター、原子力安全システム研究所、鋼材倶楽部、四国地区電力需要者協会、損害保険料率算定会、電気絶縁材料工業会、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、日本材料試験技術協会、日本産業機械工業会、日本産業用ロボット工業会、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、日本溶接協会、廃棄物研究財団、国際協力事業団、金属材料技術試験所、研削砥石工業会、総合安全工学研究所、動力炉・核燃料開発事業団、建築保全センター、製品安全協会、日本電子部品信頼性センター

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
鹿島建設(株)	衝撃吸収用エアバッグの開発及び評価に関する研究	9. 8. 1 ～10. 6.30	深谷 潔
(社)仮設工業会	新しい仮設機材の性能評価に関する研究	9.10.20 ～11. 3.31	河尻 義正 大幢 勝利 高梨 成次
(株)竹中工務店	タワークレーンの耐震対策に関する研究	9.11. 1 ～11. 3.31	橋内 良雄 前田 豊 吉久 悦二 佐々木哲也 本田 尚 河尻 義正 大幢 勝利 高梨 成次

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
大阪大学人間科学部	墜落災害防止における建設作業員の意識構造に関する研究	10. 4.20 ～12. 3.31	鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎
東急建設(株)技術本部技術研究所	造成工事における地盤災害防止のための深層混合処理工法に関する研究	10. 5. 1 ～12. 3.31	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡
東急建設(株)技術本部技術研究所	土石流の流下特性の解明と対策技術に関する研究	10. 5. 1 ～12. 3.31	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡
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 ～12. 3.31	花安 繁郎
(財)電力中央研究所ヒューマンファクター研究センター	労働分野における組織の安全文化に関する基礎的研究	10. 5.15 ～12. 3.31	花安 繁郎 鈴木 芳美 深谷 潔 江川 義之 庄司 卓郎 中村 隆宏
住友化学工業(株)生産技術センター	人体検出用静電用量センサの開発に関する研究	10. 7.30 ～11. 3.31	梅崎 重夫
テンパール工業(株)	商用電力系統に連系した直流システムの地絡保護に関する基礎的研究	10. 7.30 ～11. 3.31	山野 英記

(2) 国際共同研究

協力先機関名	協 力 事 項	年 月 日
The Health and Safety Laboratory	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

(3) 技術指導等

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
京都大学防災研究所	欧米の労働安全に関わるリスクマネジメントの実状について	10.12.21	花安 繁郎

(4) 科学技術特別研究員

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	科学技術振興事業団 科学技術特別研究員	11. 1. 1 ～ 11. 3.31	李 善永

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
高温高压水中におけるA533B鋼における疲労き裂進展挙動に及ぼす材料異方性の影響	ASHOK LEYLAND LIMITED 副主任	9.11. 1 ～11.10.31	S.G.S.Raman
可燃性液体・粉体の取扱中の爆発防止	サザンプトン大学助手	8. 6.15 ～10. 6.14	W.L.Cheung
崩壊すべり層付近の砂質土の変形・強度特性に関する研究	ケンブリッジ大学教授	10. 9.19 ～ 9.30	Malcolm Bolton
移動式クレーンの転倒災害防止のための地盤支持力機構に関する研究	西オーストラリア大学教授 同講師	9.20 ～10. 4	Mark Randolph Doug Stewart
デジタル・イメージ・プロセッシングによる土砂崩壊予知	デルフト工科大学助教授 同助手	9.21 ～10. 5	H.G.B.Allersma Arjen Kort
プラズマ反応による可燃性物質の安全処理に関する研究	国立釜慶大学校安全工学科 助教授	11. 1.18 ～12. 1.17	崔 載旭
希土類金属合金粉の発火機構の解明と粉体爆発抑制技術の開発	ワルシャワ工科大学熱工学研究所 教授	1.17 ～ 1.24	Piotr Wolanski
赤外線による構造部材の非破壊損傷検出技術の開発に関する基礎研究	ワシントン大学教授	2. 1 ～ 2.10	A.S.Kobayashi
静電気による微粉体の着火危険性評価技術の開発	ソウル産業大学校安全工学科 教授	2.22 ～ 2.26	鄭 載喜
	仁川大学校産業安全工学科 専任講師	2.22 ～ 2.26	黄 明煥
	ソウル産業大学校安全工学科 大学院生	2.22 ～ 3. 1	崔 光石
工業火災，爆発危険性評価手法に関する研究	中国国家経済貿易委員会安全 科学技術研究センター副主任	3.14 ～ 3.28	吳 宗之

(2) 流動研究員

研究テーマ	所属・職名	氏名
反応液の物性が反応速度へ及ぼす影響の実験的評価 化学プロセスにおける制御回路や機器の劣化診断技術の開発 土石流等による労働災害防止対策に関する総合的研究	横浜国立大学工学部物質工学科講師	三宅 淳巳
	東京理科大学理工学部電気工学科講師	首藤 克彦
	武蔵工業大学工学部土木学科助教授	片田 敏行

4) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
科学技術庁中期在外研究員 科学技術庁日豪科学技術交流研究員	英国労働安全衛生研究所	暴走化学反応の危険性評価技術の開発	10.7.1 ～ 10.10.31	藤本 康弘
	豪州連邦科学産業研究機構	放電中の電子エネルギー輸送過程に関する研究	10.10.31 ～ 11.10.30	大澤 敦

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）	9	12
大学関係の研究生（海外）	1	1
大学関係を除く機関の研究生（国内）	10	15
合計	20	28

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
日本クレーン協会	機械システム安全研究部前田 豊が、ISO/TC96国際会議に日本代表として出席のためロシア連邦サンクトペテルブルグ市へ出張。	10.5.17 ～5.28
ホフストラ大学ほか	建設安全研究部永田久雄が、ユニバーサルデザインに関する国際会議での情報収集及び討議のためアメリカへ出張。	6.16 ～6.21

機関等の名称	協力事項等	年月日
英国安全衛生研究所	化学安全研究部藤本康弘が、科学技術庁中期在外研究員制度により暴走化学反応の危険性評価技術の開発に関する研究のためイギリスへ出張。	7.1 ～10.31
英国安全衛生研究所	建設安全研究部永田久雄が、科学技術庁二国間協力専門家派遣制度によりイギリスへ出張。	9.1 ～9.31
デルフト大学ほか	建設安全研究部堀井宣幸、豊澤康男、玉手 聡が、科学技術庁二国間型国際共同研究に係る討議のためオランダ、イタリア、スイスへ出張。	9.1 ～9.10
ワルシャワ工科大学	化学安全研究部松井英憲、八島正明、大塚輝人が、科学技術庁二国間型国際共同研究に係る討議のためポーランド、ドイツへ出張。	10.10 ～10.18
アジア工科大学	建設安全研究部花安繁郎が、依頼講義のためタイに出張。	10.26 ～10.31
豪州連邦科学産業研究機構	物理工学安全研究部大澤 敦が、科学技術庁日豪科学技術交流研究員として、放電中の電子のエネルギー輸送過程に関する研究のためオーストラリアへ出張。	10.10.31 ～11.10.30
ソウル産業大学、仁川大学、釜慶大学 産業安全技術協会	物理工学安全研究部児玉 勉、山隈瑞樹が、科学技術庁二国間型国際共同研究に係る討議のため大韓民国へ出張。 機械システム安全研究部糸川壮一が、機械の危険情報の開示に関する調査のためイギリス、ドイツへ出張。	11.1.8 ～1.15 2.21 ～2.28
CSIRO/UWA	田島泰幸所長、建設安全研究部豊澤康男、玉手 聡が安全研究活動に関する情報交換及び国際共同研究に係る討議のため、豪州連邦科学産業研究機構及び西オーストラリア大学へ出張。	2.21 ～2.27

(2) 海外からの来訪者

機関等の名称	協力事項等	年月日
岐阜大学工学部	岐阜大学で研修中の国際協力事業団高等教育開発計画インドネシア研修生2名が来訪。	10.5.28
中央労働災害防止協会	平成10年度国際協力事業団労働安全衛生セミナー参加の外国人研修生22名が来訪。	9.18
労働省／中央労働災害防止協会	平成10年度国際協力事業団タイ国労働安全衛生センター拡充プロジェクト／カウンターパート研修・安全衛生監督官研修員 Mr.Kiattisak Boonsanong, タイ国労働安全衛生教育拡充計画／カウンターパート研修員Ms.Ladda Tangjintana, およびインドネシア労働安全衛生教育拡充計画／カウンターパート研修員（一般教育）Mr.Tjutju Suhendarが来訪。	11.2.25

第4章 産業安全技術館等業務

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、研究成果ならびに災害防止に関する各種の資料を整備して、広く安全知識、安全技術情報の提供と普及を図るとともに、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。

第一展示場	1階	336m ²	第二展示場	2階	573m ²	図書室	1階	95m ²
第三展示場	2階	376m ²	特別展示場	2階	333m ²	見学指導室	1階	146m ²

1階第一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、およ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、ならびに作業能率比較体験装置などから構成されている。2階第二展示場では、「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、ここに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、第三展示場では、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。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、一定期間展示している。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10年度の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 前述の通り

2) 特別展示

(1) 産業安全研究所特別展の実施。詳細は4.3のとおり。

(2) '98安全衛生特別展「ここからスタート 安全・健康・快適職場」を7月1日～10月7日に中央労働災害防止協会の主催で実施。

3) 安全に関する技術相談・解説

展示資料その他安全一般に関する技術相談（306件）および団体来館者に対する見学指導・解説を行った。

4) 産業安全技術館来館者数

開館日数 245日（平成10年4月1日～平成11年3月31日）

来館者数 35,802名（うち団体 119組, 1,720名）

5) 国外来館者および主な国内来館団体

(1) 国外からの来館者

JICA国際安全衛生実務研修員、中災防労働安全衛生セミナー研修員、労使関係行政セミナー、台湾行政院劳工委員会、海外技術者研修協会、台湾安全研修生、韓国一般見学者、台湾一般見学者、ベトナム政労使上級指導者（合計183名）

(2) 主な国内来館団体

①教育・研究・行政機関等

東京都水道局、会計検査院、府中技術専門学校、川崎高等職業専門学校、横浜高等職業専門学校、神奈川県立神奈川工業高等学校、都立足立専門学校、東京都交通局、高等海難審判庁、順天堂大学スポーツ健康科学部、東京電気専門学校、東洋大学大学院、神奈川県横浜水道局、川越市役所、

東京国際郵便局，江戸川監督署，三田監督署，愛知県西尾市立東部中学校，岩手県西根市立西根中学校

②一般事業場

新和(株)，シモン(株)，興研(株)，東武電設工業(株)，富士電気総設(株)，川岸工業(株)，極東開発工業(株)，川崎陸送(株)，JR東日本横浜支社，山武ハネウエル(株)，東京電力平塚工務所，日本総合住宅浦和支社，日本総合住宅千葉支社，エムエフ・ビルマネジメント(株)，NTT-TE東京，昭電川崎工場，関東車両整備(株)，トヨタ自動車(株)，科学工芸社(株)，本田技研工業(株)栃木工場，アドメルコ(株)，昭和電工(株)

4.2 大阪産業安全技術館の活動

東京の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する。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，八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ようである。

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，同シユミレータ
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・対策機器材料
感電災害防止コーナー ：感電危険実演装置，漏電遮断機動作模型，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10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 前述のとおり
- 2) 安全に関する技術相談

当研究所の研究情報，その他安全一般に関する安全技術相談件数は35件で，その主な内容は，プレスの安全装置，安全靴の性能，バグフィルターの静電気対策，電気機器の防爆構造，VDT作業と電磁波の影響に関する資料，眼の安全対策，静電気安全用品の試験，防爆電気機器の検定などに関するものであった。

3) 安全衛生教育研究会

安全教育研究会（ビデオ3作品，及び講演「監督者教育の効果を高める安全スタッフの役割」）を6月26日に開催。参加者数は51社，69名。

労働衛生教育研究会（ビデオ3作品，及び講演「快適な作業環境を維持・管理するには」）を9月29日に実施。参加者数は11社，13名。

4) 大阪産業安全技術館来館者数

開館日数 245日（平成10年4月1日～平成11年3月31日）

来館者数 3260名（個人 2788名，団体 21組 472名）

4.3 特別展の開催

産業安全技術館（東京）において下記の特別展を開催した。なお、大阪会場においても同じテーマの特別展を平成11年度に開催する計画である。

- 1) テーマ 「作業現場における安全標識」
- 2) 開催期間 平成11年3月1日～4月30日（東京会場）
- 3) 開催の趣旨

社会の情報化・ハイテク化が進むとともに、作業者の安全への認識が希薄となり、一方で安全性の基準はより高いレベルが要求されるようになってきた。このような背景のもとに、安全はハイテク機器や厳しい基準だけで守られるものではなく、作業者自身による安全への認識があって始めて実現するものであるとの観点から、安全意識を向上させるため様々な作業環境で使用されている安全標識に関する特別展を開催した。

- 4) 概要

安全標識・用品の製造・販売会社等の協力を得て、現在使用されている大部分の安全標識・用品の展示を主体として、(1)安全標識の実際、(2)安全用品関係、(3)安全標識の歴史、(4)安全標識の作成過程、の構成で展示を行った。

4.4 安全技術講演会の開催

当研究所では、研究成果が産業活動における災害防止に活用されることを意図して、研究成果等を一般向けに平易に解説する安全技術講演会を東京と大阪の会場で毎年開催している。平成10年度は「災害事例の分析と対策」をテーマとして講演会を開催した。

- 1) 東京会場

10月21日に産業安全会館講堂で実施した。講演題目および講師は3.1に示すとおりで、参加者数は139名であった。

- 2) 大阪会場

10月14日に大阪産業安全技術館講堂で実施した。講演題目および講師は3.1に示すとおりで、参加者数は134名であった。

4.5 研究施設の見学および公開

- 1) 研究施設の一般公開

科学技術庁が主催する科学技術週間にちなみ、4月15日の午前（一般コース）、および午後（専門コースⅠおよびⅡ）に研究施設の一般公開を実施した。参加者数は企業の安全担当者、地域住民、団体見学者を含めて、一般コースが147名、専門コースが80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、研究活動に著しく支障を及ぼさない範囲で一部研究施設の見学を実施した。平成10年度の主な見学者は次のとおりである。

- (1) 国外からの来訪者

JICA 高等教育開発計画研修員、JICA 労働安全衛生セミナー研修生、タイ国労働安全衛生センター拡充プロジェクトカウンターパート研修員、タイ国労働安全衛生教育拡充計画カウンターパート研修員、インドネシア労働安全衛生教育拡充計画カウンターパート研修員

- (2) 国内来訪者

清瀬市民記者、建設業労働災害防止協進会、大阪地方検察庁、新潟労働基準協会、栃木労働基準協会、地方産業安全専門官産業安全専門研修生

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。組織は所長、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 2部及び博物館課を設置し、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）に改組される。
- 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 2部7課を廃止し、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、機械研究部長前都夫が所長に就任。
- 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。

2) 産業安全研究所案内図

(1) 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

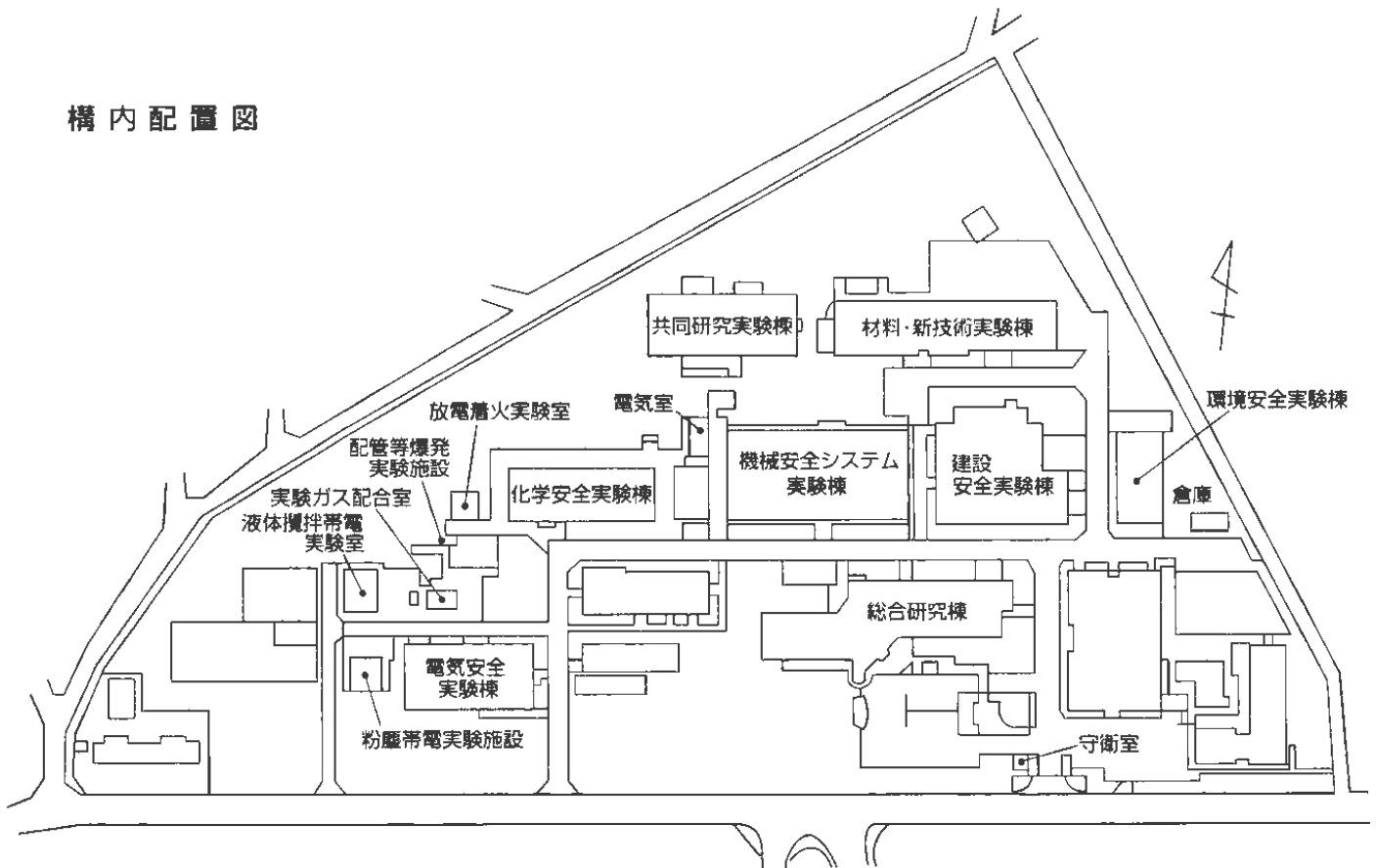
ホームページ：<http://www.anken.go.jp/>

交通機関

西武池袋線清瀬駅南口下車，バス停2番乗車，
東京病院前下車（所要時間7分）



構内配置図



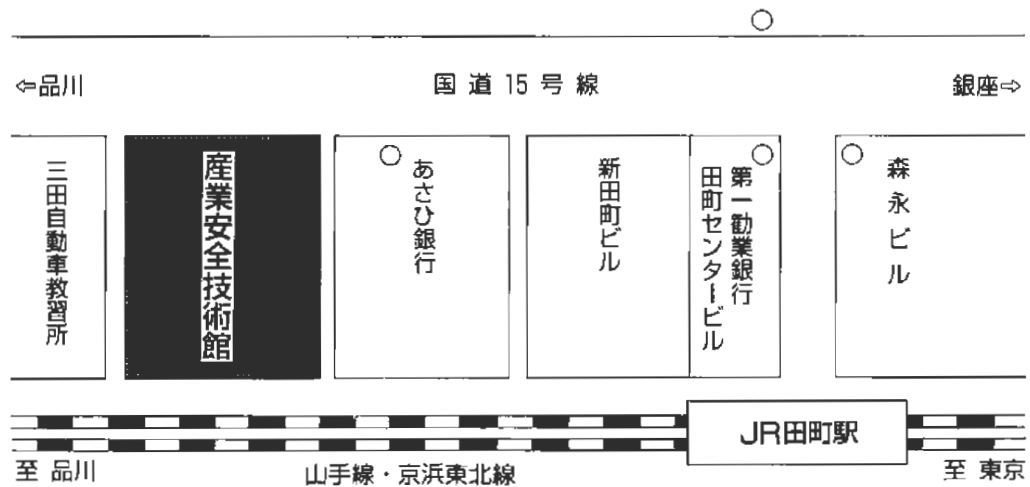
(2) 産業安全技術館

〒108-0014 東京都港区芝5丁目35番1号 (産業安全会館内)

Tel. (03)3453-8441

Fax. (03)3452-6565

ホームページ: <http://www.anken.go.jp/>



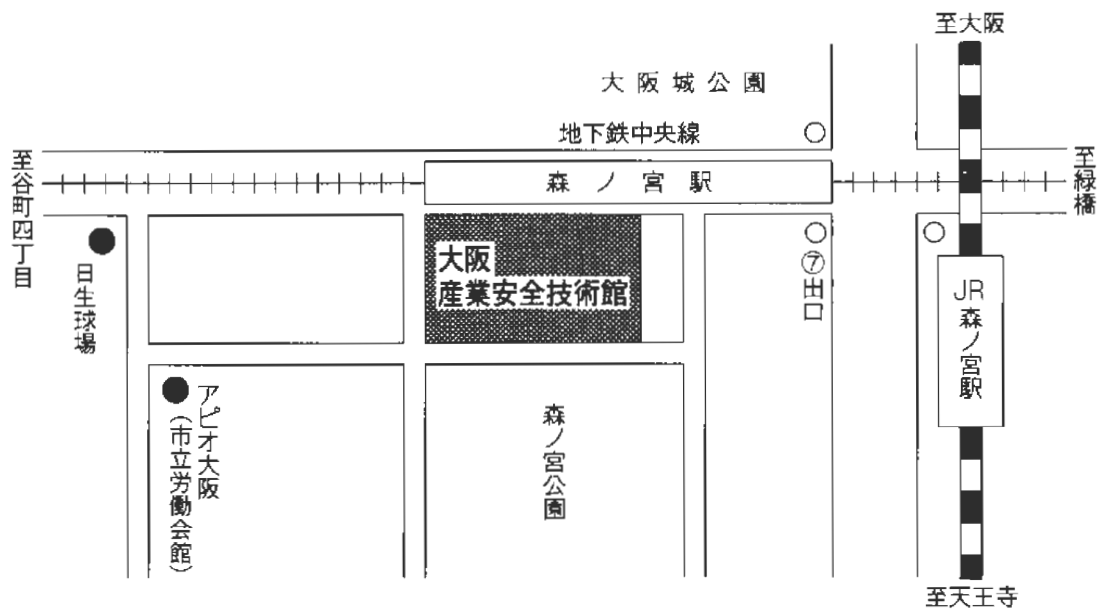
○ 地下鉄三田駅

(3) 大阪産業安全技術館

〒540-0003 大阪府中央区森ノ宮中央1丁目15番10号

Tel. (06)942-3868

Fax. (06)942-3869



産業安全研究所年報

平成10年度版

発行日	平成11年6月30日
発行所	労働省産業安全研究所 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6 電話 0424-91-4512(代表) 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

1998
