

産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1996

平成 8 年度

大阪産業安全技術館落成



挨拶する伊藤労働省労働基準局長（平成8年8月30日）



大阪産業安全技術館新庁舎

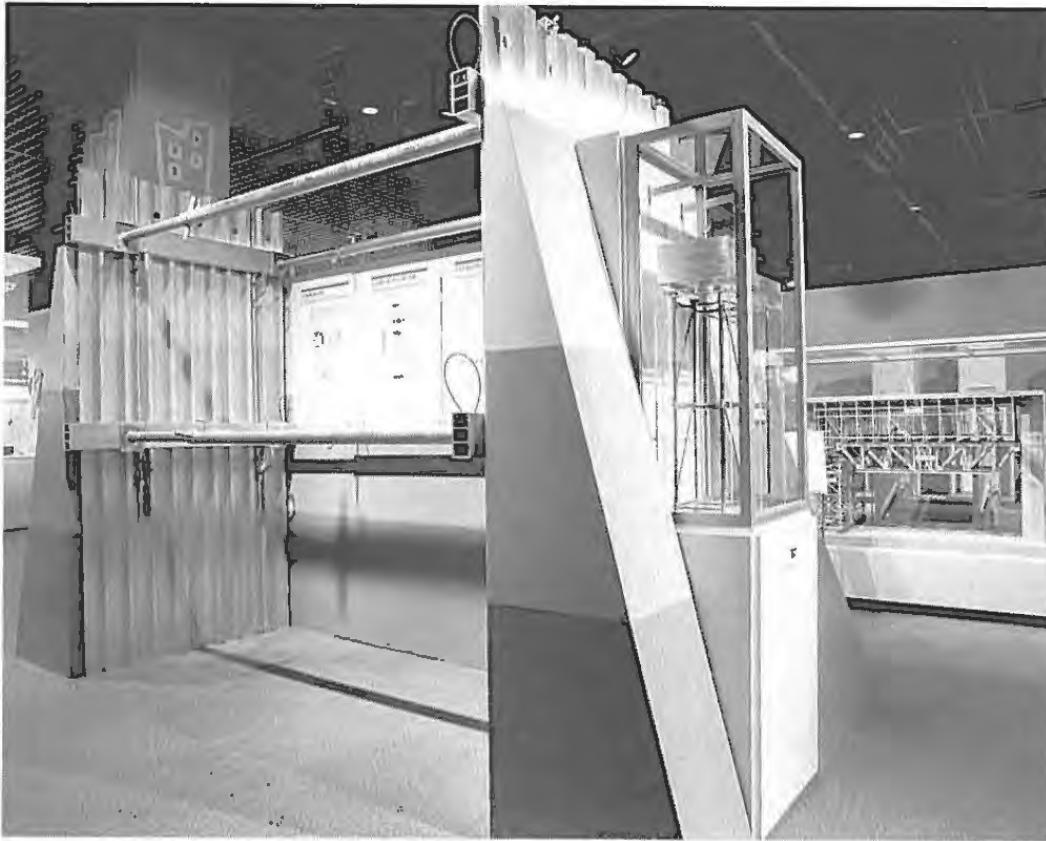
大阪産業安全技術館の新しい常設展示場



機械安全コーナー



安全人間科学コーナー



建設災害防止コーナー



保護具コーナー

マレーシア国総理府人的資源局長産業安全研究所を視察



化学安全の研究室を視察中の Ms. F. M. Tahir 局長
(平成9年3月14日)

海外からの研究者



静電気放電による粉じん爆発防止研究に取り組む
科学技術庁のフェロー Dr. W. L. Cheung

新規に導入された実験設備



傾斜作業面での滑りの研究に用いる滑り試験装置



可燃性ミストの静電気着火危険性の研究に用いる
噴霧粒度分布測定装置



クレーンの振動特性に関する現場実測試験の実施状況
(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
1.9 その他	9
1) 人事異動	9

第2章 研究業務

2.1 平成9年度の研究課題	10
1) 経常研究	10
2) 特別研究	11
2.2 平成8年度の研究成果の概要	12
2.3 研究成果の発表	49
1) 誌上発表	49
2) 口頭発表（国内）	51
3) 国際研究集会口頭発表	55

第3章 関連業務

3.1 産業安全研究所主催行事	56
3.2 行政機関等に対する協力	57
1) 災害調査等における協力	57
2) 委員会活動等における協力	58
3) 研修講師派遣等による協力	58
4) その他	58
3.3 外部機関との協力	59
1) 学協会の委員会活動等への協力	59
2) 技術指導, 研究協力等	59
3) 外部機関の研究員の招へい	60
4) 外部機関への研修	61
5) 外部機関の研究生の受託	61
6) 国際協力, 海外派遣等	62

第4章 産業安全技術館業務

4.1 産業安全技術館の活動	64
4.2 大阪産業安全技術館の活動	65

付 録

1) 産業安全研究所年譜	66
2) 産業安全研究所案内図	68

第1章 総 説

1.1 研究活動等の概要

当研究所は、平成7年度に研究部の改組を行うとともに研究施設の大幅な拡充を図った。これを契機に、材料、構造、設備、プロセス等の安全に関するハードウェアの研究のみならず、人間科学、安全診断、システム安全等のソフトウェア及び学際領域の研究にも重点を置き、種々の視点から災害防止研究に取り組んでいる。また、科学技術基本計画に示されている国立試験研究機関としての基盤を構築するため、情報ネットワークの整備及び産業安全技術館の改装を図り、最新の研究成果を内外に発信、公開するとともに、海外との研究交流を積極的に行い、災害防止研究の国際化を推進している。

平成8年度は、今後の安全技術指針・基準等の策定にあたり、その基礎資料となる研究として、構造部材の強度・劣化特性の解明、破壊・倒壊・爆発防止技術の開発、電磁ノイズによる電子システムの誤作動防止対策等に関する研究、及び当研究所の新しい研究の主軸であるヒューマン・エラー、リスク・アナリシス、危険予知、安全情報・災害事例のデータベース化等に関する研究を経常研究として取りあげ、約40課題の研究を実施した。また、行政機関との連携のもとに、災害防止計画に沿った重点研究を特別研究として実施しており、平成8年度には、継続課題も含め、以下に示す研究を行った。

- (1) 静電気による新原材料の爆発・火災の防止（労働省）
- (2) 高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究（労働省）
- (3) 地震に対するクレーン等の安全対策の確立（労働省）
- (4) 自動機械用インターロック・システムの故障解析法と安全設計手法に関する基礎研究（科学技術庁）
- (5) 機能性超微粉体の爆発災害防止技術の開発（日本－米国二国間の国際共同研究）
- (6) 活性炭に吸着された有害物質の放電プラズマによる無害化処理技術の開発（環境庁）

このように、経常研究及び特別研究とも、当研究所の研究は研究分野が広範であり、行政機関、産業界等から要請される研究課題も多岐にわたっている。このため、内外の種々の分野の研究機関との共同研究及び所内の研究部の協力によるプロジェクト研究を推進している。例えば、平成8年度には、産業界との共同により深層混合処理工法による地盤の安定性の研究、大学との共同でコンピュータ・グラフィックスによる建設現場の視覚化の研究を始め、合わせて8課題の共同研究を行った。また、プロジェクト研究としては、放電着火に及ぼすOHラジカルの影響、マンーマシン系のリスク・アナリシス等、5課題の研究を実施した。

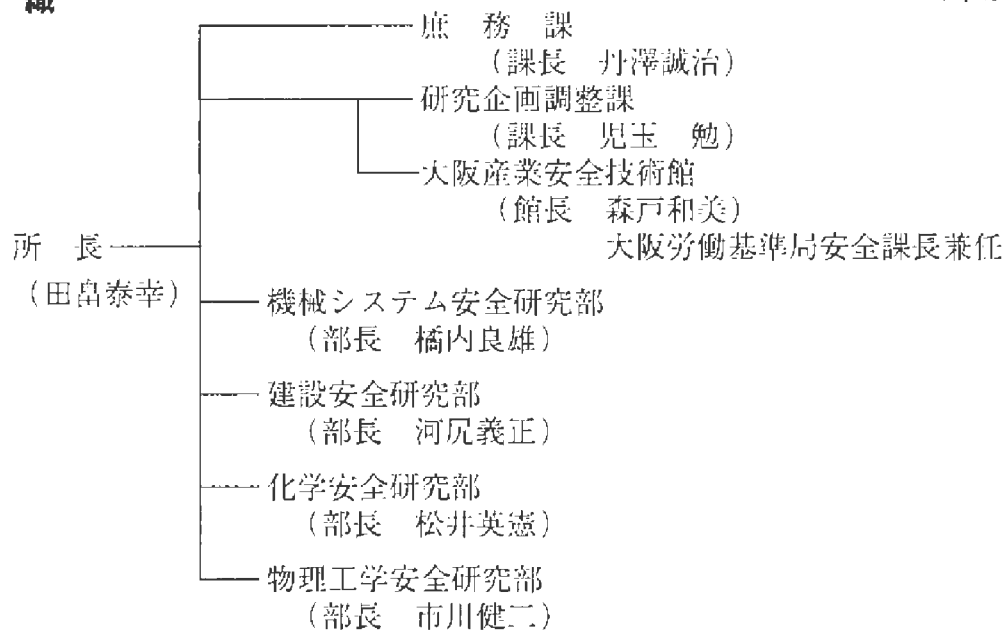
さらに、研究の国際化と研究交流の促進に向け、平成8年度には、2名の研究員の海外留学を始め、海外との共同研究及び先進国の研究活動の実態調査、研究成果の国際会議での発表等のために、研究員を海外に派遣した。また、インド、英国からそれぞれ1名の長期研究員を、欧州、アジアの国々から短期研究員をそれぞれ受け入れ、主として安全技術の国際整合、国際規格の制定資料等への反映を目的とした研究に取り組んでいる。

一方、研究の質的向上と活性化を図るため、大学教授や安全の専門家から構成される研究効率化専門家会議を開催し、当研究所の研究のあり方について具体的な提言を仰いでいる。前年度までは「施工中の倒壊・崩壊に関する安全研究への取り組み方」についての指導を受け、貴重な提言を得たので、平成8年度には、新しく「物理工学の分野で取り組む研究のあり方」についての意見、指導を受けており、平成9年度には成果をまとめる計画で進めている。また、現在実施している研究についても、安全の専門家等を流動研究員として迎え、指導を受けたり、意見交換を行っているが、平成8年度には、地震波のような低周波振動に対する構造部材の耐震特性、土壌の崩壊特性等に関する実験指導、シミュレーション解析等について協力を得た。

なお、平成8年8月には、平成6年度に着工した大阪産業安全技術館の建物が落成し、展示の全面的な改装も完了した。産業安全技術館は、大阪、東京とも、産業界の安全技術者だけではなく、一般の方々へも安全技術を提供することを目的としており、当研究所の研究成果の展示のみならず、情報ネットワークを整備し、内外の安全技術情報の提供にも努めている。

1.2 組 織

(平成9年4月1日現在)



1.3 定 員

(平成9年4月1日現在)

俸給表別 区 分 定 員	指定職 所 長	研 究 職				行 政 職 (一)					行政職(二)	合 計
		部長等 研究員	室長等 研究員	研 究 員	計	課 長	係 長	専 門 職	一 般 職 員	計	技術職員 (乙)	
	1	12	15	13	40	1	4	1	4	10	1	52

1.4 土地および建物

(平成9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19,813	
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中央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 8 年 度			平成 9 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	334,756	93,471	428,227	339,791	90,742	430,533
研 究 費	45,540	248,860	294,400	143,851	278,029	421,880
経常研究費	45,540	134,980	180,520	47,203	152,807	200,010
特別研究費	—	113,880	113,880	96,648	125,222	221,870
(静電気による新原材料の爆発・ 火災の防止に関する研究)	—	36,544	36,544	—	—	—
(高所作業における墜落危険性 に関する人間科学的な研究)	—	37,740	37,740	—	40,957	40,957
(地震に対するクレーン等の安 全対策の確立に関する研究)	—	39,596	39,596	—	39,456	39,456
(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)	—	—	—	—	44,809	44,809
(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)	—	—	—	96,648	—	96,648
依頼試験・検定経費	777	—	777	790	—	790
産業安全技術館経費	—	37,634	37,634	—	29,236	29,236
その他の経費	25,850	132,665	158,515	28,078	149,389	177,467
(小計)	406,923	512,630	919,553	512,510	547,396	1,059,906
(移替予算)						
国立機関公害防止等試験研究費	15,338	—	15,338	—	—	—
(活性炭に吸着された有害性物 質の放電プラズマによる無害 化処理技術の開発)	15,338	—	15,338	—	—	—
(小計)	15,338	—	15,338	—	—	—
合 計	422,261	512,630	934,891	512,510	547,396	1,059,906

平成 9 年度特別会計に含まれる上記以外の当所関係予算 (カッコ内は平成 8 年度予算額)

産業安全研究所施設設備費 474,524 (318,925)

共同実験棟建築工事 474,524 (318,925)

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

2) 設備

(1) 特別会計

設 備 の 名 称	
電子計算機システム	レーザー顕微鏡
エンジニアリングワークステーション	CNC旋盤
10トン横型引張試験機	非接触人体接近検出装置
横型真空焼鈍炉	100トン構造物疲労試験機
走査型電子顕微鏡	空間座標測定装置
500トン万能試験機	万能疲れ試験機
電気油圧式疲労振動試験装置	赤外線応力パターン計測システム
X線マイクロアナライザー	軟X線光電子分光装置
光電測光式発光分光分析装置	地盤破壊演算装置
応力腐食割れ試験装置	振動三軸圧縮試験機
高温箱型電気炉	重心位置測定装置
テレメータシステム装置	視点視野測定装置
腐食疲労試験機	動作自動解析システム
産業用ロボット, モートマンLiow	遠心載荷装置用加振装置
工業用ロボット, トスマンIX-15	曲げ・圧縮試験機
破壊じん性試験機	建材試験装置
構造部材疲労試験機	ハイスピードビデオカメラ
高温高圧水循環装置	ワークシミュレータシステム
ワイヤロープ疲労試験機	構造物振動試験機
電磁共振型疲労試験機	視聴覚刺激呈示装置
透過型電子顕微鏡	立位姿勢保持能力検査装置
赤外線応力画像解析システム	注視点検出装置
微小部X線解析装置	携帯用揺れ測定装置

設 備 の 名 称

<p>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 超高速現象可視化装置システム 反応熱量計</p>	<p>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 多チャンネルデータ記録装置 高速度現象デジタル直視装置 高速データ収録装置 光弾性実験装置 遠心载荷装置用掘削装置 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</p>
--	--

(2) 一般会計

設 備 の 名 称

<p>赤外線分光光度計 高圧熱天秤 粒径計測装置 高速液体クロマトグラフ 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</p>	<p>放電波形解析装置 有害ガス処理装置 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 データ収録装置 吸着式ガス除害装置</p>
---	---

1.7 図 書

(1) 単行本

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

(2) 平成8年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	6 5
洋 雑 誌	8 7
計	1 5 2

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-95	年 刊	7 0 0
産業安全研究所研究報告	NIIS-RR-96	年 刊	7 0 0
産業安全研究所安全資料	NIIS-SD-NO.14	不定期	5 0 0
産業安全研究所年報	平成7年度版	年 刊	1, 5 0 0
安研ニュース	Vol.20, No.2～Vol.21, No.1	隔月刊	8 0 0
産業安全技術館だより	Vol.1, No.1	年 3 回	2, 0 0 0

1.9 その他

1) 人事異動

発令年月日	新官職	氏名	旧官職
平 8 . 4 . 1	労働基準局労災保険業務室 電子計算第二係主任	村 上 竹 弘	庶務課
	庶務課	塚 本 裕 一	中労委事務局調整第三課
	労働基準局安全衛生部計兩課	川 崎 健	庶務課
	庶務課	大 橋 誠	滋賀労働基準局
	労働保険徴収課労働保険徴収業 務室	中 澤 典 士	庶務課
	庶務課	佐々木 崇	総務課
	庶務課会計係主任	宮 口 真 二	庶務課
平 8 . 4 . 16	庶務課会計係長	宮 口 真 二	庶務課会計係主任
平 9 . 3 . 31	定年退職	琴 寄 崇	化学安全研究部主任研究官

第2章 研究業務

2.1 平成9年度の研究課題

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干渉条件の評価
 - 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（機械システム安全研究部）
 - a) 高温用材料の損傷量評価
 - 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
 - c) ワイヤロープの損傷特性に対する実用環境の影響
 - d) S N C M 4 3 9 鋼のフレッティング疲労強度
 - e) 切断砥石の回転側圧強度の評価法
- (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
- (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) コンピュータ・グラフィックスによる建設労働現場の視覚化システムの開発（建設安全研究部）
 - c) 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）
- (5) 建設工事用設備等の安全化（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
- (6) 地盤強度と土砂崩壊の防止（建設安全研究部）
 - a) 土止め支保工の変形及び崩壊挙動の解析
 - 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) 動的荷重による地盤－仮設構造物系の崩壊挙動の解明
 - d) 深層混合処理法により改良された傾斜複合地盤の水平荷重に対する安定性
- (7) 可燃性ガス・粉じん等の爆発危険性
 - a) 金属系粉じんの爆発危険性（化学安全研究部）
 - b) 高压気体により急速圧縮を受けた液体・気体の発火限界（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) 代替フロン等難燃性液体蒸気の最小着火エネルギーの測定（化学安全研究部）
 - e) 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（化学安全研究部）
 - a) 自己発熱性物質の経時温度変化予測手法の開発
- (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
 - b) 反応暴走から熱分解へ進展する可能性の判定
- (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

- (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) 腐食性ガス雰囲気下で使用される配線板等の絶縁低下現象の解明
 - b) 誤動作・焼損を誘発するラインノイズのフィルタリング技術の研究
 - c) 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
 - d) F R P の貫層方向の絶縁耐力試験方法の検討
- (13) 労働災害の分析と安全管理手法の開発
 - a) 産業災害リスクの構造変化に関する研究（建設安全研究部）
 - b) 数量化分析による労働災害の背景要因の抽出（建設安全研究部）
 - c) 事業所における安全性評価診断システムに関する調査研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - d) 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）
- (14) 安全情報の整備とデータベースの開発
 - a) 高齢者を中心とした安全に関連する人間の特性のデータベース化（機械システム安全研究部）

2) 特別研究

(1) 労働省

- a) 高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - ・墜落災害の人的要因の分析
 - ・高所作業に及ぼす心理的な負担要因の解明と作業改善
 - ・揺れと墜落危険限界に関する研究
 - ・傾斜作業面での滑りと作業限界に関する研究
 - ・屋根用墜落防護工の具備条件
- b) 地震に対するクレーン等の安全対策の確立に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
 - ・地震に対するクレーンの振動特性
 - ・クレーン構造部材及びマスト支持材の強度評価
 - ・被災したクレーン等機械設備の再使用基準の確立と補修・補強対策
- c) 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）
 - ・ショベル系掘削機を対象としたV R装置の開発
- d) 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

圧力容器用鋼の高温高圧水中と水素中の疲労き裂進展挙動の比較

機械システム安全研究部 橋内良雄, 田中正清

1. 研究目的

圧力容器やボイラ等の寿命の評価に資するため、これまで材料の腐食き裂進展速度 da/dN を高温高圧水中で調べてきた。その結果、 da/dN は応力比が高く、繰返し速度が遅いときに加速することが判明した。 da/dN が加速する機構として、すべり溶解機構と水素脆化機構が考えられる。もしも、水素脆化機構によりき裂の進展が加速されるのであれば、水素環境中ではより明瞭に加速効果が得られることが期待される。それを検証するため、高温・高圧水中および水素環境中で疲労試験を行い、両環境中でのき裂進展挙動の比較を行った。

2. 供試材および実験方法

供試材はA533B鋼であって、機械的性質は降伏点562MPa, 引張り強さ637MPa, 伸び23.8%である。試験片は幅が51mm, 板厚が10mmのCT試験片であって、供試材のL-ST方位から作製した。高温高圧水中の疲労試験は、循環装置付きのオートクレーブ中で288℃, 8MPaで行った。水素環境中の試験は、透明なアクリル樹脂で作製した試験槽中で行った。いずれの試験も応力比 R が0.1と0.5, 繰返し速度が0.5と0.05Hz, 荷重波形が正弦波で行った。

3. 実験結果

図1は水素環境中の da/dN に及ぼす応力比 R および繰返し速度 f の関係を示したもので、室温と水素中の0.05Hzの場合には R の増加に伴い da/dN も増加している。しかし、0.5Hzの場合には $R=0.1$ の方が $R=0.5$ よりも da/dN が増加しており、また、 $R=0.1, f=0.5$ Hzの条件のもとで da/dN が最も加速している。 $R=0.5$ において $f=0.5$ と0.05Hzの da/dN を比較すると、 $R=0.1$ と同様0.5Hzの場合の方が早く、水素中では0.5Hzの場合に環境感受性が高くなっている。図2は高温水中および水素中の幾つかの da/dN を比較したもので、水素中の $R=0.5, f=0.5$ Hzの da/dN が $\Delta K > 30\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ において最も加速している。また、高温水中の $R=0.5, f=0.5$ Hzおよび $R=0.1, f=0.05$ Hzの da/dN と、水素中の $R=0.5, f=0.5$ Hzの da/dN はほぼ一致している。高温水中の $R=0.1, f=0.5$ Hzの da/dN は最も低下しているが、この da/dN は室温大気中の da/dN と概略一致している。

水素環境中の高 ΔK で加速の著しい $R=0.1, f=0.5$ Hzの破面では、MnSとその近傍から発生している擬劈開が大部分を占めていた。 $R=0.5, f=$

0.5Hzの水素中の破面では若干のストライエーションと擬劈開が形成されていた。 $\Delta K > 30\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ で加速の見られた $R=0.5, f=0.5$ Hzや $R=0.1, f=0.05$ Hzの高温高圧水中の破面では、MnSを起点とした擬劈開が支配的になっていた。高温水中と水素中で擬劈開破面の明瞭さは若干異なるが本質的には類似しており、したがって高温高圧水中の da/dN の加速は、MnS介在物の露出とその近傍での水素の発生、き裂先端からの水素の進入と格子間への水素の拡散、MnS介在物近傍の水素の集積、MnSと母材界面での微小領域の脆性破壊、主き裂との合体という一連の過程で発生すると推察される。

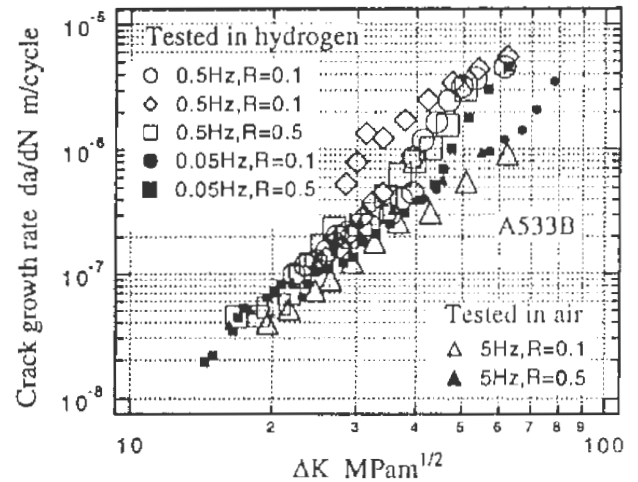


図1 室温および水素中の疲労き裂進展速度と ΔK

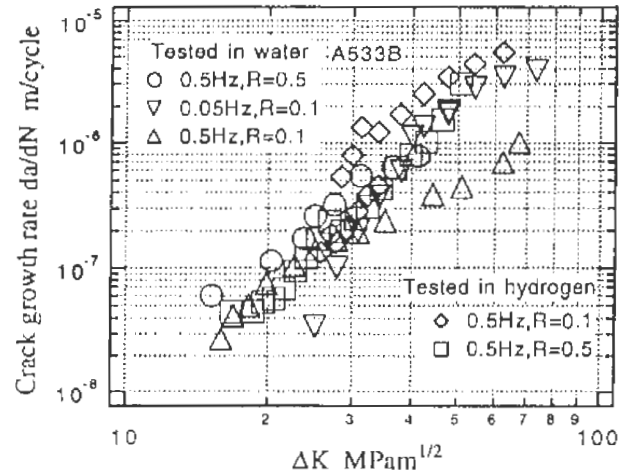


図2 高温水中と水素中の疲労き裂進展速度と ΔK

4. まとめ

- (1) 高温水中では応力比 R が高く、繰返し速度が低い場合に da/dN が増加するが、水素中では $R=0.1, f=0.5$ Hzの場合に da/dN が最も増加し、 da/dN に及ぼす R や繰返し速度の影響は環境によって異なっている。
- (2) $\Delta K > 30\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ において da/dN に加速が見られた破面は、高温水中と水素中のいずれにおいてもMnS介在物を起点とした擬劈開破面が支配的であって、高温水中と水素中の破面形態は本質的に等しい。

機械システム安全研究部 吉久悦二
Muthuswamy Kamaraj

1. はじめに

化学プラント等に用いられる機器・装置の強度評価を行う場合、機器の起動・停止動作等によって機械的負荷と温度変動双方が同時に生じる熱疲労特性が重要になってくる。本研究ではステンレス鋼(SUS316)を対象に、両振り三角波のひずみが温度と同位相で変化するIn-phase熱疲労試験を実施すると共にクリープひずみ速度の測定を行って、材料の熱疲労寿命をひずみ範囲分割法を用いて予測し、試験結果との比較を試みた。

2. ひずみ範囲分割法

高温下での材料の非弾性変形には塑性、クリープによるもの2種類があるが、熱疲労寿命に及ぼすこれらの影響度には大きな違いがある。ひずみ範囲分割法はこの影響度の違いを考慮した寿命評価法である。理論的には分割ひずみ範囲として4成分が挙げられるが、In-phase試験では、ひずみ増加時に塑性ひずみとクリープひずみが生じ、ひずみ減少時にはクリープひずみが殆ど認められないことから、考慮すべき分割ひずみ範囲は $\Delta\epsilon_{pp}$ と $\Delta\epsilon_{cp}$ の2成分のみで、非弾性ひずみ範囲は次のように分割される。

$$\Delta\epsilon_{in} = \Delta\epsilon_{pp} + \Delta\epsilon_{cp}$$

ここで、 $\Delta\epsilon_{in}$ は試験中の安定期の応力-ひずみ関係から求められる非弾性ひずみ範囲、 $\Delta\epsilon_{pp}$ はひずみ増加時に生じた塑性ひずみがひずみ減少時の塑性ひずみで相殺される成分、 $\Delta\epsilon_{cp}$ はひずみ増加時のクリープひずみがひずみ減少時の塑性ひずみで相殺される成分である。

Halford等が提案しているInteraction Ruleを用いて、 $F_{pp} = \Delta\epsilon_{pp} / \Delta\epsilon_{in}$ 、 $F_{cp} = \Delta\epsilon_{cp} / \Delta\epsilon_{in}$ とおけば、予測される寿命 N_{pr} は次式で与えられる。

$$1 / N_{pr} = F_{pp} / N_{pp} + F_{cp} / N_{cp}$$

ここで、 N_{pp} はひずみ増加、減少両過程とも塑性ひずみのみが生じる条件の疲労試験での寿命、 N_{cp} は増加時でクリープひずみのみ、減少時で塑性ひずみのみが生じる疲労試験での寿命である。SUS316では、分割ひずみ範囲と疲労寿命の関係が温度に不敏感なことから、 N_{pp} 、 N_{cp} には、比較的多数存在する温度一定下の低サイクル疲労試験のデータを用いる。ひずみ範囲分割法の利点は、種々の荷重、温度条件で使用される実際の機器についても、負荷サイクルについて塑性ひずみ、クリープひずみの様相が把握できれば、簡単に疲労寿命が予測できること

にある。

3. 実験結果

以前の試験温度範囲(200~550℃)ではクリープひずみが小さいことから、本年度は300~700℃とし、サイクルタイムも600秒と長くして、クリープの影響をより大きくした試験を行った。図1は非弾性ひずみ範囲が1, 1.5%の時の定常クリープひずみ速度の測定結果と温度変化を示したものであり、横軸は圧縮ひずみのピーク(その時の温度は下限の300℃)からの経過時間である。時間軸150~450秒の範囲が引張ひずみ状態となり、300秒で引張ひずみのピーク(温度の上限)となる。温度が600℃(時間軸では230秒)を越えるあたりからクリープが生じ始め、温度がピークを過ぎると応力が急減し、クリープも急速に認められなくなる。先に述べたように、圧縮ひずみ状態では、クリープひずみ速度がほぼ0であった。なお、図から求めた引張時のクリープひずみは非弾性ひずみの7~8%程度になっていた。図2にクリープひずみの測定結果を基にひずみ範囲分割法を用いて予測した寿命と実際の寿命の関係を示す。実際の寿命は予測結果よりも若干長寿命側になるが、図に示したFactor of 2の範囲内に入っている。今後は、溶接金属単体、溶接金属-母材接合体の熱疲労寿命を検討する予定である。

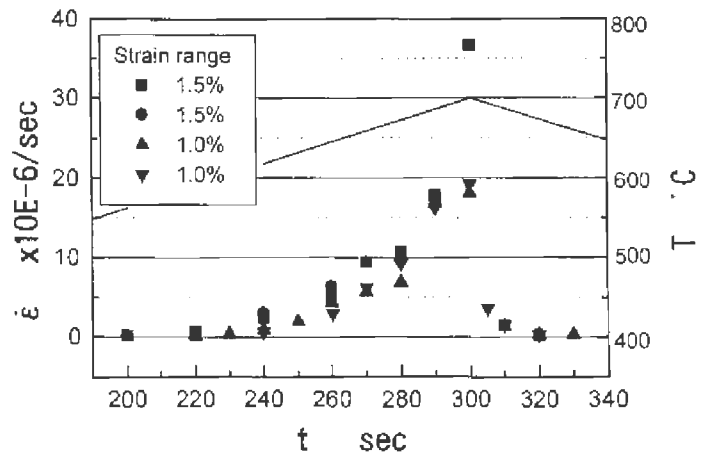


図1 1サイクル中のクリープひずみ速度の変化

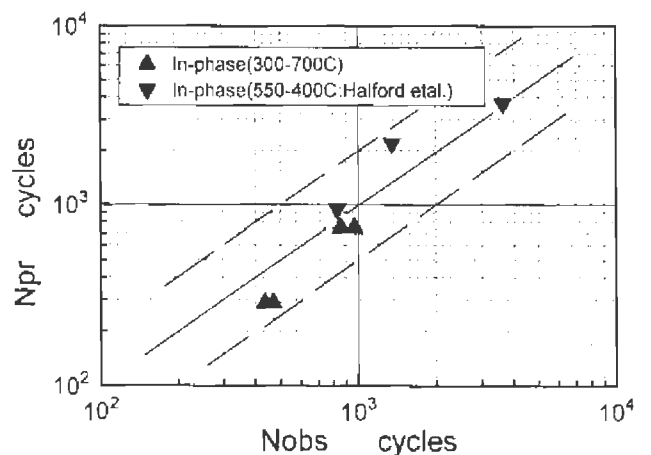


図2 実験で得た熱疲労寿命と予測寿命の関係

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 —ロープ張力および繰返し速度の影響—

機械システム安全研究部 田中正清

1. はじめに

クレーンのジブ起伏および巻上げ用に多用されているロープ心入り (IWRC) ワイヤロープの破断事故の原因として注目されている内部先行性損傷の発生特性究明のため、この種のワイヤロープについて S 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いる。

昨年度までの実験によって、クレーン構造規格で定められている定格荷重のレベルの厳しい負荷 (張力) 条件のもとでは、事故調査結果等から予想されるような内部先行性の断線損傷が生じることを明らかにするとともに、その内部損傷発生特性に対してシーブ直径とロープ直径の比 D/d がどう影響するかを調べた。

本年度は、さらに S 曲げ疲労におけるロープ張力および繰返し速度がこの内部損傷発生特性にどのような影響を有するかを検討した。

2. 供試ワイヤロープおよび実験方法

供試ワイヤロープはこれまでの実験と同様 IWRC 6×Fi (29) および IWRC 6×WS (31) である。これらを、ロープ張力は定格荷重相当 (破断荷重の 1/5)、繰返し速度 10cpm を標準として、それから 1/2 および 1/4 に低下させ、 $D/d=16$ は一定とした穏やかな条件にて繰返し S 曲げ疲労試験し、可視断線数 10% の段階での素線断線状態を、断線位置による違いも含め詳細に検討した。

3. 実験結果および考察

ワイヤロープの重要な特性である破断寿命は、IWRC 6×Fi (29) に比べ IWRC 6×WS (31) の方が約 3 倍と長くかなりの違いがあり、 D/d の増大につれて単調にべき乗関数的に増大することは先に報告した。本実験によると、寿命は張力の減少によって大幅に増大するが、繰返し速度の影響はほとんど見られなかった。

図 1 は両種のロープについて、完全に S 曲げ疲労を受ける部分についてのロープ 1 ピッチ当たりの位置別の平均素線断線数に対するロープ張力変更試験の結果を示す。これによれば、張力を減少させても底部断線および谷部断線を合わせた内部断線の割合は両ロープともとくに減少しておらず、この因子を変更するという方法での内部損傷の回避は不可能な

ことが分かる。

図 2 は両種のロープについて、完全に S 曲げ疲労を受ける部分についてのロープ 1 ピッチ当たりの位置別の平均素線断線数に対する S 曲げ繰返し速度の影響を示す。この因子は寿命に対してと同様内部損傷先行特性にもほとんど影響を与えておらず、結局ロープ張力と同様それを変更することにより内部損傷を回避することはできないことが明確となった。

以上の結果を先に検討した D/d についての検討結果と合わせ考えると、容易に実現できそうな使用条件の範囲では検討対象である IWRC 型のワイヤロープの内部損傷先行特性を回避することは非常に困難であると結論される。

したがって今後はこの種のロープの使用に当たっては、従来の様に肉眼観察にたよった検査ではなく内部損傷を前提としてそれを適確に検出することのできる様な手法の採用が不可欠と判断される。

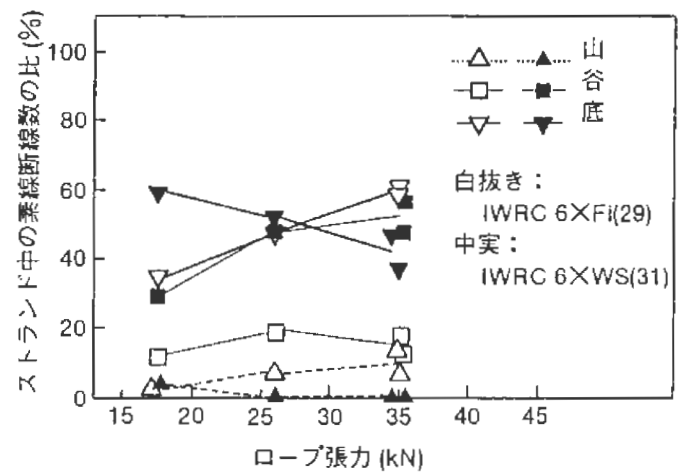


図 1 平均素線断線数に対するロープ張力の影響

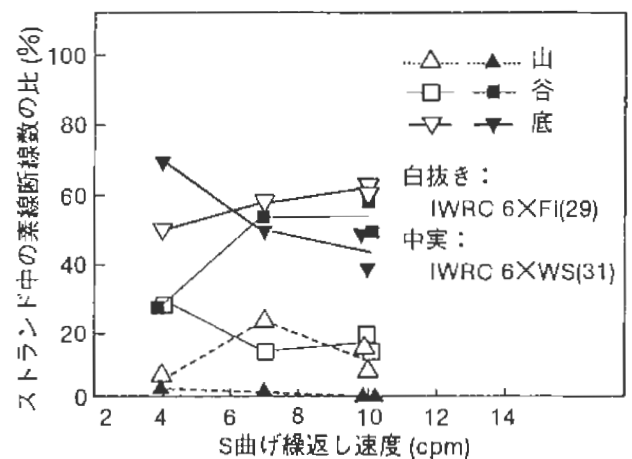


図 2 平均素線断線数に対する繰返し速度の影響

1. はじめに

電気粘性流体 (Electro-Rheological Fluid; 以下, 単にERF) の示すビンガム流動特性は, ずり速度により粘性率が変化する非線形なものであり, 線形制御理論では扱いにくい。しかし, 非線形な特性を持つデバイスは, それに見合う制御方法を導入することで, 線形デバイスに見られない特性を発揮する場合があります。分散系ERFに適した制御方法を模索する必要がある。

本研究では, ロボット等機械が人間と協調作業を行うためのアクチュエータとして, 正逆転する駆動円筒からERFを介してトルクを制御する拮抗回転駆動式トルク変換装置を提案している。

2. 拮抗回転駆動式トルク変換装置

2.1 装置の構成 拮抗回転駆動式トルク変換装置の構造を図1に示す。モータにより正逆転方向に同速度で回転する上下2つの駆動円筒と回転自在な従動円筒とから構成されており, 各円筒間に充填されたERFに電界を印加することで, 任意の回転とトルク出力の制御が可能である。上部に設置されたポテンショメータとひずみゲージ式トルクセンサにより, 従動円筒の回転角とトルクが観測できる。

2.2 トルク出力特性 本実験では, 炭素系ERF (ブリジストン社製) を使用した。印加電界をパラメータとして, 駆動回転数に対するトルク出力を図2に示す。無電界時の粘性の影響は非常に小さく, 回転数に依存しない特性で任意のトルク出力が可能である。一方, ステップ入力 (2.5kV/mm印加) に対する高圧電源出力とトルク出力についてはここに示さないが, 高圧電源の制定時間1msを含めても, トルクの立ち上がり時間 (90%値) が6msと, 非常に高応答であることが測定で確認されている。

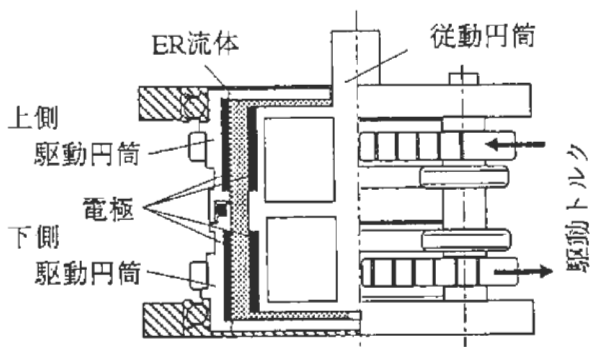


図1 拮抗式回転トルク変換装置

正逆回転方向をON/OFFすることによって位置決めを行ったところ, リミットサイクルを生じた。ここに, ERFが低回転数で粘性無限大として振る舞い, 従動円筒が瞬時に正回転数 ω (または逆回転数 $-\omega$) に収れんするものとすれば, リミットサイクルは電界切り替えの遅れにより生じると考えられる。よって目標位置 θ , 通過時から電界切り替え時までをむだ時間 t_E とおくと, リミットサイクルの振幅 a は次式で表される。

$$a = \omega \cdot t_E \dots \dots \dots (1)$$

回転数が十分低い場合, a は, 電界 E_c の大きさに関係なく, 回転数 ω に比例して増大するはずである。電界 E_c を変化したときの ω に対する a の変化は, ここでは示さないが, 低回転数でかつERFの誘起せん断応力が十分に大きい範囲では, 系の挙動は駆動回転速度にほぼ比例する。実際の遅れ時間はこの倍であるが, t_E の仮定でERF駆動の特徴を表現できることが分かる。また, さらに回転数を上げると式(1)が成立しない範囲となるが, その範囲では, a は慣性と誘起せん断応力から定まる一定値となっており, ずり速度に依存しないERFの流動特性によって理解される。

3. おわりに

人とロボットとの干渉の形態は, 一方が位置を定め, 他方がその位置に順応するという関係を基本とし, ロボットには, 位置によらず求められる干渉力を出力するコンプライアンス無限大の特性と外力に対し位置が変動しないコンプライアンス零の特性が同時に要求される。ERFを利用した停止状態は, 誘起せん断応力を超えない範囲では変位を生じず, これを超えた後には一定の反力を示し, 上記の要求を満たす。共存型ロボットに必須となる塑性流動に基づく'柔らかさ'が, ERF駆動方式アクチュエータの最大の特長である。

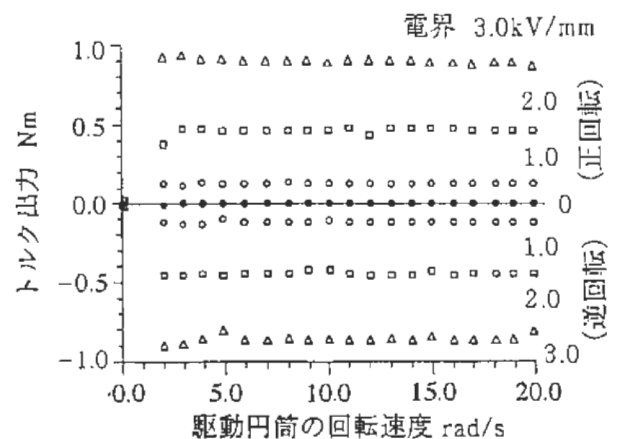


図2 トルク出力特性

自動機械用インターロックシステムの故障解析法と安全設計手法に関する基礎研究

機械システム安全研究部 池田博康, 梅崎重夫
杉本 旭

1. はじめに

インターロックシステムは、作業者が自動運転される機械へ近接する場合の安全対策として必須であり、機械の停止により作業者の安全を確保する重要な設備である。そのため、インターロックシステムが異常や故障等により誤って、運転中の機械と作業者が干渉することのないように、安全性の検証と設計手法について検討した。

2. 光線式安全装置によるインターロック

危険な機械の典型例としてプレス機械を対象として、作業者が係わるプレスの自動運転作業（安全装置を用いる自動起動システム-PSDI）を想定した。この場合、インターロックシステムの中心となる光線式安全装置には、作業者が光線を遮光したらプレス機械を急停止させるという本来の機能以外に、透光条件がそのまま起動条件となるため、高稼働率が期待できる反面、光線式安全装置の安全性検証はより重要となる。

そこで、まずこのような作業者と連携するインターロックシステムに必要とされる構成条件を、式(1)の事故発生率Aから明らかにした。

$$A = \frac{k}{\lambda - \beta} \{ \lambda (1 - e^{-\beta t}) - \beta (1 - e^{-\lambda t}) \} \quad (1)$$

ここで、光線式安全装置の故障率、故障の非対称率を各々 λ 、 k 、作業系における異常作業発生率を β とし、事故は時刻 t で光線式安全装置が危険側故障した後、異常作業が起こった場合に発生するものとしている。

例えば、1人の作業者が1台のプレス機械で一生の間、数千万回のプレス作業を続けるとし、仮に「万一」の許容リスクを導入すると、事故発生率Aは 10^{-11} オーダーが要求されることになる。しかし、光線式安全装置に係わる変数 λ 、 k の内、現実には高信頼化（すなわち $\lambda \rightarrow 0$ ）には限界があり、また、仮に高信頼化の限界を極めたとしても、結局Aは k に依存することになる。したがって、光線式安全装置は、故障を認めて、たとえ故障が起こっても必ず安全側になるような構造（すなわち $k \rightarrow 0$ ）が求められる。

3. 光線式安全装置の故障解析

実際にプレス機械に適用される光線式安全装置は、電子回路の集合であり、個々の回路要素は十分に吟味されて、想定される故障モードを予め仮定し、故障時でも安全を確保するための措置が求められている。

今回は、前述の故障の非対称率 k を明らかにするため、故障モード効果評価手法を適用して、ダイナミックなフェールセーフ信号処理技術によるもの（非CPU）と冗長CPU技術によるものの2種類の光線式安全装置の故障解析を試みた。ここには詳細な解析結果は示さないが、解析に当たって利用された代表的な電子回路要素の故障モードの仮定を表1に示す。これらの仮定には既の実証された結果も含まれている。そして、このような実証結果を基に集積化されたモジュール（IC等）がフェールセーフ素子としていくつか実用化されており、モジュール単体の解析結果が利用できる。

ダイナミックなフェールセーフ信号処理技術による光線式安全装置の場合、構成回路の故障モードは基本的には表1に従い同定・解析される。そして、得られた故障の結果は全て、安全側（信号出力停止側）故障か潜在故障（ただし現れるときは安全側）に分類され、危険側故障は皆無であった。すなわち、故障の非対称率 k は0と見なすことができる。

一方、冗長CPU技術による光線式安全装置の場合は、ブラックボックス化ICとソフトウェアが絡むため全ての故障モードの同定は不可能である。そのため、 k は不定であり安全性検証は不可能である。しかし、2重化不一致検知等の常套手段は既に安全関連用途への使用が認められており、 k を0に近づける方策が採られている。今後、このような安全確保技術の検証、評価が必要となると考えられる。

表1 電子回路要素の故障モード例

要素	縮退故障	状態変化故障
抵抗体	断線のみ	-5%~+∞（拡散抵抗は短絡もあり）
コンデンサ	短絡・断線	電解型は電極板蒸発による容量変化あり
コイル（トランス）	断線のみ	絶縁被覆のピンホールでも被覆厚分絶縁
ダイオード	短絡・断線	逆電圧減少と逆電流増加あり
トランジスタ	短絡・断線	逆電圧減少と逆電流増加 増幅度低下と+30%までの上昇

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干渉条件の評価

機械システム安全研究部 池田博康

1. はじめに

自動機械における非定常作業ばかりでなく、人間との積極的な協調作業を目的とした労働支援機械の導入により、人間と機械が隔離して作業できない状況が今後増加すると予測されている。このような作業環境では、人間と機械の干渉時でも人体へ挟圧等の危害を及ぼしてはならない。そこで、人間と機械との安全な接触状態を解明するため、人体の静的、動的な硬さ特性（インピーダンス特性）の分布を測定して、人間の耐性や機械の安全な構造について検討することを目的とする。

2. 人間と機械の干渉時における人体の耐性

人体表面の硬さが何らかの数値として表現されていれば、機械側の力学特性は明らかなので、人間と機械の干渉状態が記述できる。しかし、これまで様々な測定やモデル化が試みられてきたが、人体は非線形で不均一な粘弾性体のため表現方法は確立されておらず、また、未然に事故を防ぐための予防安全の観点から耐性値のような閾値に関する検討はほとんどない。

人間と機械の接触状態において、人間は触覚、圧覚、痛覚により接触の程度を判断する。どこまでを人間側の安全な接触状態とすべきかを判断するには、人間の痛みが利用できる。痛みは安全な接触と傷害の間に介在し、それが耐えられる限界（すなわち痛覚耐性値）を安全な干渉の閾値として見なすことが期待できる。

そこで、接触から痛覚耐性までの人体皮膚の変位を安全を保証する接触空間（いわゆるコンプライアンス空間）を測定して、その空間特性と限界値を検討する。

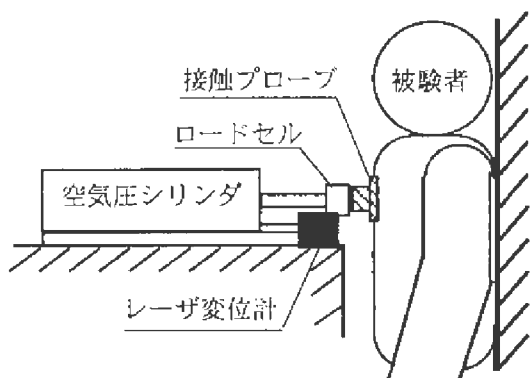


図1 静的接触力測定装置の構成

3. 静的接触力の測定

まず、静的な機械接触に対する人体皮膚の変位—力（反力）特性と痛覚耐性限界を調べるため、簡易測定装置を試作した。これは、図1に示すように加圧するために空気圧シリンダを利用し、シリンダロッド先端にロードセルと接触プローブを装着して、接触力とロッド変位を記録するものである。シリンダロッドは十分低速で人体の測定部位へ接触プローブを押し当て、被験者が痛みの限界を感じて停止スイッチを押すと、初期状態へ復帰する。被験者は服装を統一した16名で、感情的な痛みの修飾を極力排除するような測定環境とした。また、測定部位は12箇所とし、接触プローブはφ10、30、50mmの金属円盤を用意した。

図2はφ10の接触プローブを用いて測定した結果であり、耐性値の平均値は65~146N、最小値は13~46Nであった。これらは部位毎の変動が少ない特徴を有していることから、主観的な痛みの判断が侵害受容感覚としての客観性を示唆するものと考えられる。なお、プローブの接触面積と耐性値との関係は、人体表面が平面ではないためか明確ではなく、圧力による耐性値の記述には再考を要する。

また、測定部位により変位—力特性は異なり、人体表層だけではなく筋、骨等の内部組織の影響が現れる非線形性を呈する。ただし、傾向としてはおよそ同じパターンを示しており、変位の増加に伴い力はなだらかに上昇し、ほぼ線形なバネ特性域を経て再び非線形となる。これをモデル等で記述するには、皮下の組成を勘案して検討する必要がある。

4. おわりに

静的な変位—力測定により、静的な安全接触条件を痛覚の耐性値として評価できる可能性を示した。今後、粘弾性特性の測定による全身のインピーダンス分布と動的耐性について検討する予定である。

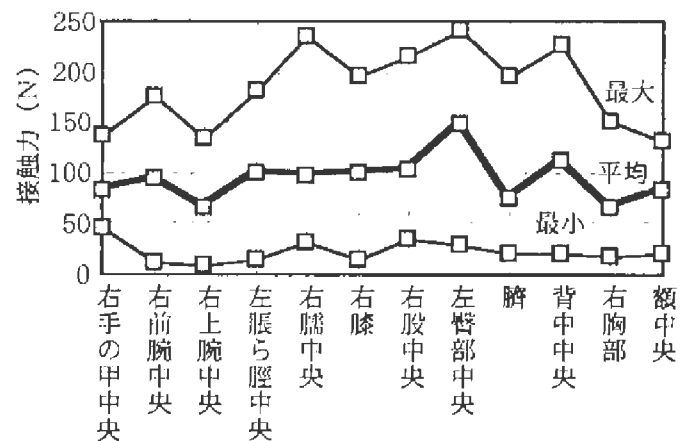


図2 静的接触力に対する耐性値(φ10プローブ)

海外安全規格の現状と国内規格との対応に関する調査

機械システム安全研究部 桑川壮一、梅崎重夫
杉本 旭、池田博康

1. はじめに

欧州連合（EU）では、EU内での製品の自由な流通が各国毎の安全規制という障壁によって阻害されるのを防ぐために、EU全域に適用する共通規格（欧州規格）の制定を進めてきた。

この規格は、今後の我国の安全技術水準の向上を図る上できわめて参考になる内容を含んでいる。また、この規格の中には現在既にISO規格の原案として国際規格化が進められているものもあり、今後の我国では欧州規格の内容を考慮した設備安全対策の実施が必須と考えられる。そこで、本報では、主に技術的な観点から、機械安全に関連した欧州規格の概要を示すと共に、機械プレスを対象に欧州規格と我国の安全関係法令の比較検討を行った。なお、調査結果は、産業安全研究所安全資料「機械安全に関する欧州規格の現状と国内法規との対応に関する調査」（NIIS-SD-NO.14）にまとめた。

2. 調査の概要

2.1 欧州規格の概要調査

欧州規格制定の背景、機械安全に関する欧州規格の概要、モジュール方式による適合性評価とCEマーキングの意義等について調査した。また、海外における規格整合化の取り組みと我国の対応について調査した。

2.2 基本安全規格とグループ安全規格の調査

機械安全に関する主要な基本安全規格として、EN 292「基本概念と設計の一般原則」とpr EN 1050「リスクアセスメント」の内容を調査した。

また、機械安全に関する主要なグループ安全規格として、EN 294「上肢が危険域に届くのを防止するための安全距離」、EN 349「人体各部の圧砕危険を防止するための最小隙間」、pr EN 953「ガードの設計と構造に関する要求事項」等の内容を調査した。

2.3 我国関係法令との比較検討

主要な個別安全規格であるEN 692「機械プレスー安全」と我国関係法令の比較を行った。この結果、欧州規格では、プレス機械の安全対策として全周囲防護やFailure to safety（故障時に機械が停止側となるように制御すること）の原則が強調されていることが分かった。

また、安全装置では、ガード式、光線式、両手操作式安全装置等の構造要件、手引き式や手払い式安全装置の使用の可否など両者で異なる点も多い（表1参照）。

上記以外にも、法体系、対象とする危険と防護範囲、制御機構、部品類の安全要件等についても比較を行い、これらの結果を一覧表として上記安全資料にまとめた。

2.4 機械安全に関する今後の検討課題の検討

今後の課題として諸外国との相互認証制度、欧州規格との整合化、我国から欧州やISOへの提案、欧州水準の安全対策を実施するための技術開発、安全立証のための情報提供等について検討した。

表1 安全装置の比較

種類	欧州規格	我国のプレス関係法令
ガード式	<ul style="list-style-type: none"> ・制御ガードや早期開放ガードが認められている ・ポジティブ・クラッチ式プレスの適用されるガードロック付きインタロックガードがある 	<ul style="list-style-type: none"> ・制御ガードや早期開放ガードに関する規定はない
光線式	<ul style="list-style-type: none"> ・連続遮光幅で性能規定 ・手の速度は2.0 m/s ・進入深度を考慮 ・カテゴリ4以上の故障対策 ・PSDIに関する規定あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・光軸間隔で性能規定 ・手の速度は1.6 m/s ・進入深度は考慮せず ・カテゴリの規定なし ・PSDIに関する規定なし
両手操作式	<ul style="list-style-type: none"> ・離隔距離は550mm以上 ・同時性判定が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・離隔距離は300mm以上 ・同時性判定は不要
手引き・手払い式	<ul style="list-style-type: none"> ・禁止されている（欧州規格に規定なし） 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用が認められている

機械システム安全研究部
梅崎重夫, 深谷潔, 清水尚憲

1. 研究目的

機械による挟まれ・巻き込まれ災害は、我国の休業災害の約2割、障害を伴う災害の約半数を占めている。このような災害を防止するには、工学的安全対策の真の欠陥を抽出できる手法の開発が不可欠であるが、現在の「事故の型」、「起因物」を主体とした統計的分析手法では、災害の一般的傾向を把握できるだけで、真の問題点を必ずしも抽出できない場合がある。そこで、本研究では、要因分析の過程で自ずと工学的欠陥を明かすことができる手法等について検討した。

2. 研究概要

2.1 システム工学的観点からの要因分析手法の検討

本研究では、要因分析手法として定性的手法と定

量的手法の2つの方法を考案した。

このうち、前者は、生産工学の分野で使われている5W法(5回続けて「なぜ」と聞いていくことにより、生産技術上の真の問題に到達する方法)を応用することにより、災害の真の原因に到達しようとする手法である。これに対し後者は、災害の発生状況や原因と関連する「用語」の人工知能(AI)をあらかじめ作成しておき、新たな災害を登録する毎に用語間の関連を強化または疎遠化させ、災害防止のための最適な人工知能を構築して行こうとするものである。

2.2 シミュレーション等への活用を目的とした典型的災害事例の抽出

本研究では、労働災害防止に関する仮説の検定やシミュレーション等への活用を目的として、全災害の90%近くをカバーする典型的災害事例を抽出している(図1参照)。これは、行政的な優先順位の設定、試作した安全装置の災害防止上の効果、対策事例集の作成、KYT等へも活用できる。

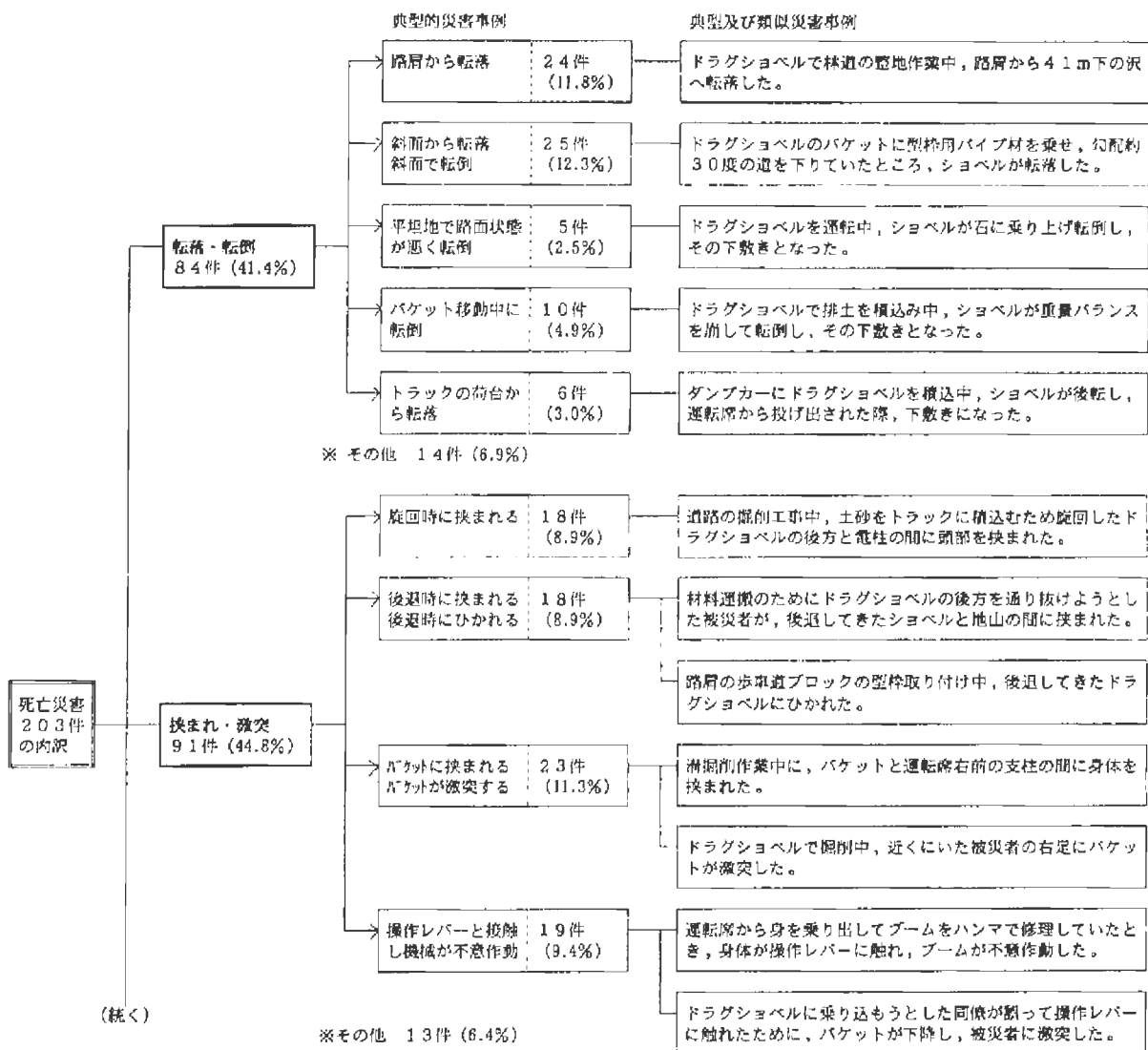


図1 ドラグショベルの典型的災害事例(一部を省略)

1. はじめに

墜落防護用保護具として安全帯があるが、安研においてその構造指針ができてから20年近く経つ。その間に、新しい形式の墜落防護用保護具が出現したり、海外の規格も大きく変化した。そのため、現在の構造指針ではこれらに対応することが困難になり、構造指針の見直しが必要となった。

構造指針の改訂のためには、新しい構造の安全帯の評価方法、新しい形式の墜落防護システムの評価方法の技術的検討が必要である。また、指針の陳腐化を防止するためには、何を評価すべきかという原則を示す必要がある。そのため、従来の安全帯に囚われず墜落防護のためには何が重要かという原点に立ち戻って、墜落防護用保護具に必要な要件を検討した。

2. 主要な検討項目と検討結果

墜落防護用器具は、基本的には次の3つの部分から成る。すなわち、人間の身体を保持する部分（ベルト等）、人間と構造物をつなぐ部分（ロープ等）、構造物との接続部分（スライド、フック等）である。この3つの部分について、主に以下の項目について検討した。

2.1 身体保持の形式の検討

従来の日本の安全帯は腰部でのみ身体を保持していたが、欧米の規格は全身を保持する落下傘型の安全帯（ハーネス）が標準となっている。

衝撃吸収のためには、広く荷重を分散した方が有利であり、この意味で、従来の腰のみで荷重を受けるよりは、落下傘におけるように補助帯を股掛けしてここで荷重を受ける方式の方が明らかに好ましい。それを直接示すものではないが、身体保持方式による墜落阻止後の吊るされた状態での耐久時間がハーネス式が最も良いという文献がある。その結果を表1に示す。

ハーネスは、現在の指針では認められていないのでこれを指針に導入することが必要である。

2.2 連結部分の検討

連結部分は、落下時に落下阻止するとともに、衝撃を吸収して人体にかかる負担を小さくする機能を有する。これについて以下の2点の検討が必要となった。

2.2.1 規準体重

現在の指針では75kgの体重の人の落下を基準にして衝撃値を決定しているが、この20年間での体位の向上を考慮するとこの体重について見直しが

必要とである。

そのため、安全帯を使用している電工作業者や建設作業員を中心に体重測定を行った。その結果は、日本人の体重の分布とほぼ同じであった。

この結果から、日本人男子の体重分布の3σの体重である85kgを基準とすることが適切と思われる。

2.2.2 許容される最大衝撃荷重

従来は、動物実験を基に9kNまで許容できるということが定説であった。しかし、この値の再検討の結果、北米では8kN、欧州では6kNにすべきという考えが主流となった。そのため、これについて検討した。

衝撃荷重値を下げると落下時の伸びが長くなるという力学的関係があるが、落下距離をあまり大きくしないですむように、衝撃荷重値を北米にならい8kNとすることが適当と思われる。

2.3 固定部の検討

構造物との連結部には、固定式の取り付け部による他、垂直親綱やスライド器具等によるものがある。これらは安全帯と併に使用して墜落防護システムを構成するものであるが、従来の指針に規定がなかった。そのため、これについて検討した。

スライド、リトラクタについて、墜落阻止時に、安全帯のフックを構造物に掛けたときと同等の性能を持たせるための、構造、機能、強度等の規定とその評価方法の検討を行った。また、その機能を確認するためのロック試験方法や、衝撃吸収性を確認するための落下試験方法を実験的に検討した。その実験結果の一例を図1に示す。

3. おわりに

これらの検討を基に、現在指針の見直しを行っている。これにより、従来の問題点を解決できるものと思われる。

表1 支持方式による耐久時間の差

支持方式	腰ベルト	胸ベルト	ハーネス
支持部位	腰	胸、腰	胸、腰、腿
耐久時間	0.3-5分	0.6-13分	5-30分

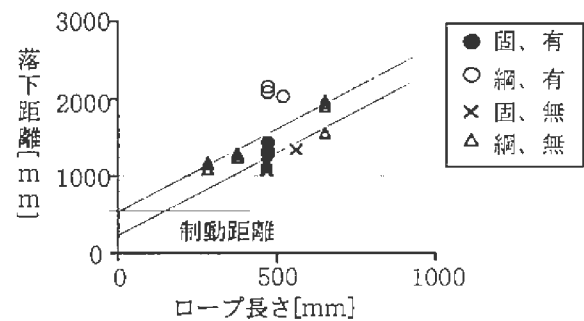


図1 スライドのロープ長ささと落下距離

語音聴取能力を調べる聴力検査法

機械システム安全研究部 江川義之

1. はじめに

語音聴取能力が低下すると、相手方の作業情報が正確に伝わらず、それが原因で労働災害が発生する場合も考えられる。そこで、語音聴取能力を調べる検査法を検討した。本年度はこの能力を調べるための検査として、従来から定期検査で実施されているオーディオメータによる検査のみで充分であるかを検討し、さらに追加すべき検査法の提案を行なった。

2. 研究方法

オーディオメータを用いて、語音聴取に係る250～4000Hzの最小可聴閾値の検査を行なった。さらに検査結果を低音域(250,500Hz)、中音域(1000Hz)、高音域(2000,4000Hz)に分類した。日本オーディオロジー学会が制定した標準語音聴力検査用テープを用いて語音聴取能力検査を行なった。

3. 検査結果

オーディオメータを用いた検査の結果、それが良好な被験者とそうでない被験者に分類された。良好な被験者とは最小可聴閾値が低く、かつ低・中・高音域のバランスがとれている被験者であり、良好でない被験者とは最小可聴閾値が高い、あるいは低・中・高音域のバランスが悪い被験者である。

さらに語音聴取能力検査の結果、それが良好な被験者とそうでない被験者に分類された。良好な被験者とは音圧レベルが50～60dBで語音明瞭度が100%に達する被験者であり、良好でない被験者とは音圧レベルを100dB程度まで上昇させても、語音明瞭度が100%に達しない被験者である。

ここで、オーディオメータによる検査と語音聴取能力検査結果の関連性を調べると、オーディオメータ検査結果は良好であるが、語音聴取能力検査結果は良好でない被験者が存在した。

その検査結果を図1および2に示した。この被験者は、オーディオメータによる検査結果は最小可聴閾値が低く、かつ各音域のバランスがとれている。しかし、語音聴取能力検査結果は音圧レベルを100dB程度まで上昇させても、語音明瞭度が100%に達していない。

そこで、新たな検査法の検討を行なった。語音は短時間に周波数が急激に変化するのに着目し、ある時間内における周波数の変化、すなわち周波数弁別閾値を調べる検査を行なった。図3は図1・2に

示した被験者の周波数弁別閾値検査結果である。語音聴取能力の良好な被験者は20msで60Hz程度の周波数変化を弁別できるが、この被験者は同じ時間内に150Hz程度周波数が変化しないと弁別出来ない。この結果より、語音聴取能力を調べるために、オーディオメータによる検査のみでは不十分であり、周波数の弁別検査も必要であることが明らかになった。

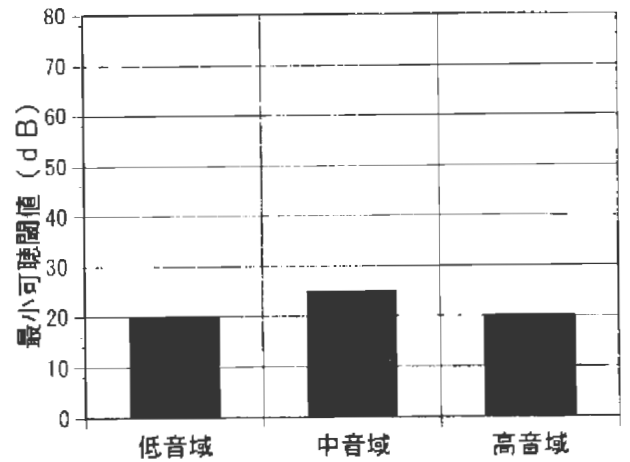


図1 オーディオメータによる検査結果

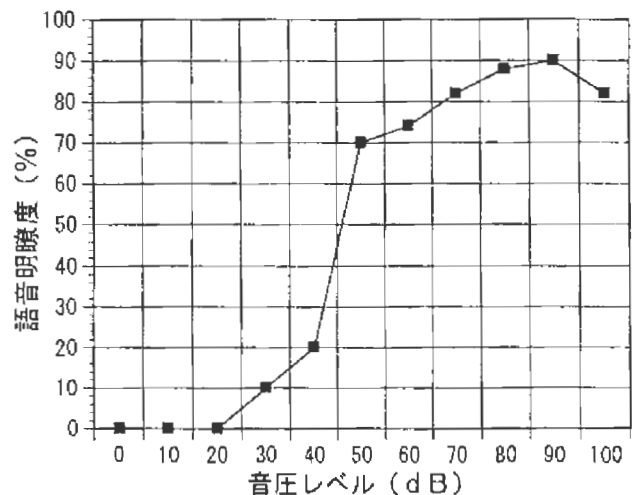


図2 語音聴取能力検査結果

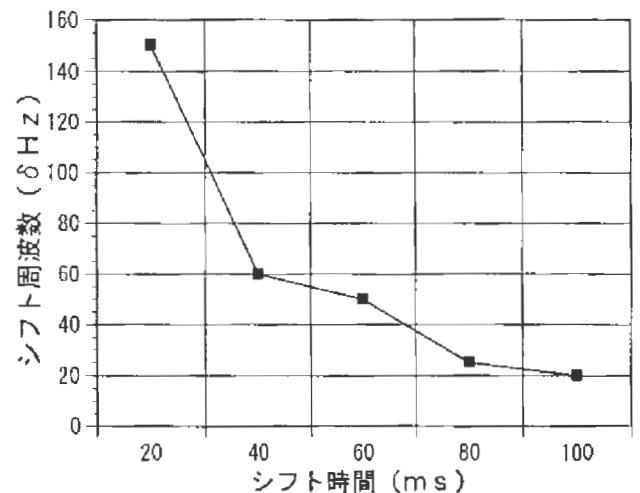


図3 周波数弁別閾値検査結果

くさび結合式型枠支保工の安全性 — 水平剛性と座屈荷重の関係について —

建設安全研究部 河尻義正, 大嶋勝利, 小川勝教

1. はじめに

支柱式型枠支保工の倒壊災害には連けい材（水平つなぎ材や斜材）の欠陥により支柱が座屈したものが多。こうした災害を防ぐには、連けい材の強度特性（例えば水平剛性）と座屈荷重の関係を明らかにして効果的な連けい方法の基準を設ける必要がある。そこで、くさび結合式型枠支保工の四角塔構造の水平剛性と座屈荷重の関係を理論的・実験的に検討した。

2. 実験の方法

- (1) 水平加力実験:くさび式結合部を有する実大の供試体（支柱材60.5mm, 水平材42.7mmφの鋼管, 専用斜材, 結合部の構造はフランジ型とボックス型の2種類）を用い, これを2層1スパン（スパン長はフランジ型は917mmと1240mm, ボックス型は900mm, 層高はフランジ型1800mm, ボックス型1700mm）の四角塔構造に組み上げ, 上端に一方の水平荷重を与えて最大荷重と水平剛性を求めた。
- (2) 垂直加力実験:(1)と同じ供試体を2, 5, 7層の四角塔に組み上げ, 上端に鉛直荷重を与えて座屈強度を求めた。(写真1)

3. 理論

水平荷重Qを受ける四角塔の水平変位δは,

$$\delta = Q\ell / GF + Q\ell^3 / 3EI \quad \dots\dots(1)$$

となる。座屈荷重 P_{cr} は, 四角塔が剪断力の影響を含んだ全体座屈をするとした場合,

$$P_{cr} = 1 / \{ (1/P_f) + (1/GF) \} \quad \dots\dots(2)$$

個材座屈するとした場合, $P_{cr} = 4P_g \quad \dots\dots(3)$

(GF:四角塔の剪断剛性, EI:同 曲げ剛性, ℓ :同 高さ, P_f :同 曲げ座屈荷重, P_g :水平材間隔を座屈長とする支柱1本の曲げ座屈荷重)となる。

4. 実験結果と考察

水平加力実験の結果, 水平剛性（水平荷重/層間水平変位）は, フランジ型ではスパン長917mmの場合約100kgf/cm, 1240mmの場合約143kgf/cm, ボックス型では約244kgf/cmとなりフランジ型に比べてボックス型で大きい値を示した。

垂直加力実験の結果, フランジ型ではスパン917mmの場合, 層数に関係なく剪断型の全体座屈形を示し座屈荷重はほぼ一定となったが, 1240mmの

場合は, 座屈荷重は層数の減少とともに多少増加した。また, ボックス型では7層でもほぼ水平材位置を反曲点とする個材座屈形を示した。

両実験より, 座屈荷重は水平剛性が小さい場合に剪断座屈として, 水平剛性が増加するにつれて曲げ（個材）座屈の影響を含んだ座屈として決まることがわかった。また, 図1は(2), (3)式による座屈荷重の理論値と実測値を比較したものであるが, 実測値はフランジ型では両式の間値を示し, ボックス型では(3)式に近い値を示すことがわかった。

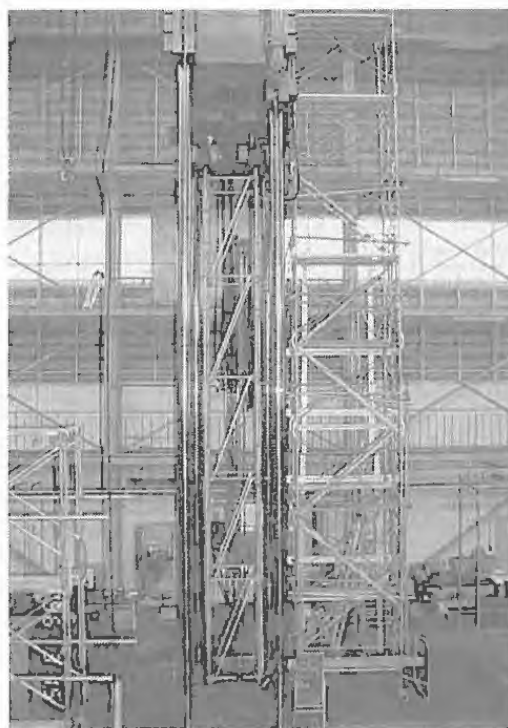


写真1 垂直加力実験状況

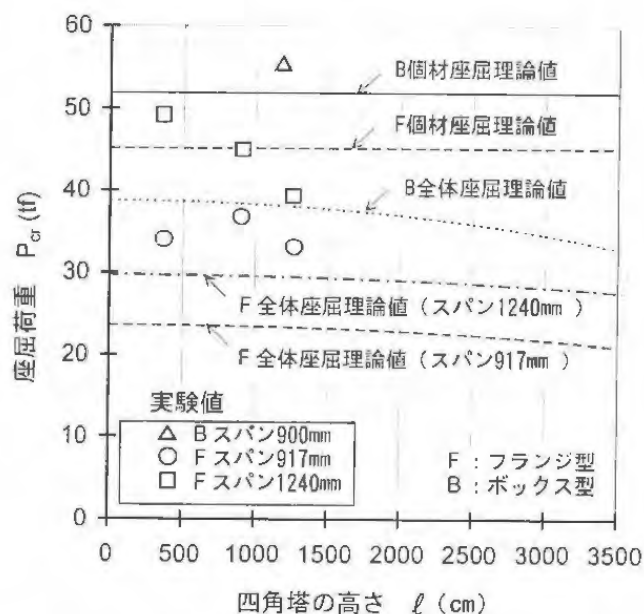


図1 四角塔の高さと座屈荷重の関係

深層混合処理工法により改良された傾斜複合地盤の水平荷重に対する安定性

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡

1. はじめに

軟弱地盤上に盛土を築造すると、盛土荷重によってすべりや大変形が生じることがある。これを防止する工法の一つに深層混合処理工法がある。今回、混合処理の位置が軟弱地盤の改良効果に与える影響について調べるため、改良体を挿入した模型軟弱粘土地盤の遠心模型実験を実施したのでここに報告する。

2. 実験概要

模型地盤と計測概要を図1に示す。実験には、支持層、表層、盛土として豊浦標準砂、軟弱粘土地盤としてNSFカオリン($\phi' = 30^\circ, w_L = 66.8\%, w_p = 26.4\%, I_p = 40.3$)を用いた。

[模型地盤] 模型地盤の支持層として豊浦標準砂を相対密度約75% ($\rho_d = 1.55\text{g/cm}^3$)となるように土槽内に空中落下させ、その後通水して飽和砂地盤を作製した。次に約2週間脱気させたスラリー状のカオリン($w = 120\%$)を土槽内に投入し、1G場で予備圧密を行った。その後、表層として飽和砂地盤を支持層と同様に空中落下法で作製し、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。模型粘土地盤の自重圧密時間は、3t法により判断して16時間とした。また、別途実施した遠心場でのコーン貫入試験結果から、模型粘土地盤は深さ方向に地盤強度がほぼ直線的に増加しており、地盤強度は模型軟弱粘土地盤中心で $q_c = 118.7\text{kPa}$ であった。

[改良体] 模型改良体は、NSFカオリン、珪砂8号、早強セメント、水を重量比1:1:1.6:3.6となるように混合し、内径16mmの塩ビパイプを型枠として水中養生し作成した。この改良体の一軸圧縮強度は約 $\sigma_{c27} = 1.12\text{MPa}$ (12kgf/cm^2)である

[実験条件] 実験条件は改良無しと改良有りとした。改良有りの場合では、模型改良体位置を1) 盛土のり尻直下、2) 盛土のり肩直下とし、それぞれ改良体を模型粘土地盤中に千鳥に位置する2パターンとした(図2)。破線で示した範囲を全改良範囲とすれば、改良率 a_s は10%である。

[実験方法] 自重圧密終了後、改良有りの場合は改良体を地盤内に設置した。次に豊浦標準砂を用いて盛土($\rho_d = 1.55\text{g/cm}^3$)を作製し、盛土上に 0.4kN/m^2 のフーチングを載せた。計測器取付け終了後、遠心載

荷装置に載せ、計測器確認のため10Gで15分载荷したのち、75Gまで急速载荷を行った。

3. 実験結果

図3に地表面変位を示す。载荷加速度40G程度までは、のり尻改良と無改良では顕著な違いは見られないが、それ以降の载荷加速度での変位量はのり尻改良の方が無改良に比べ少ない。

のり肩改良では、改良体は盛土荷重の影響から圧縮力が支配的となるためせん断に抵抗でき、また盛土荷重の一部を支持層まで伝えたため、粘土地盤は大変形を生じなかったのではないかと考えられる。

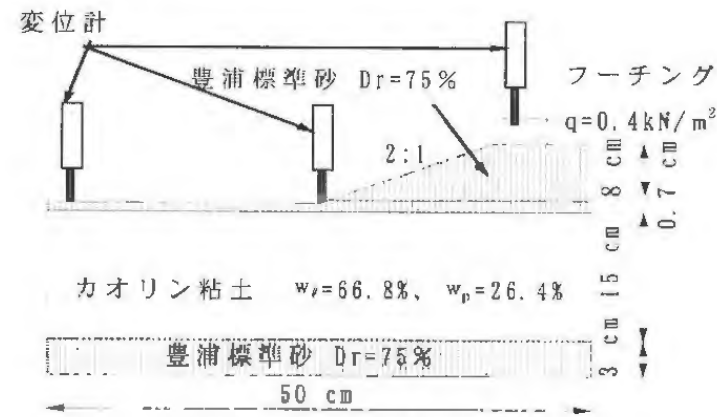


図1 模型地盤と計測概要

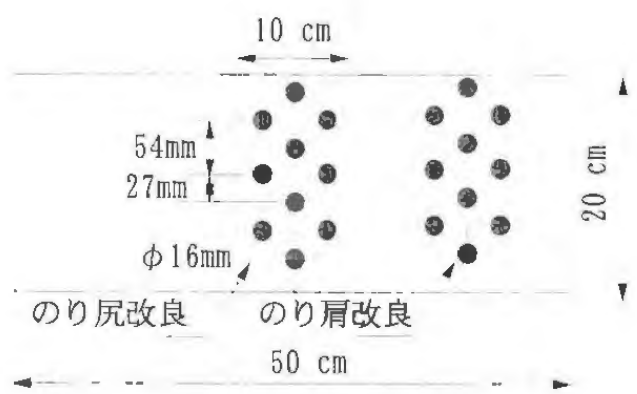


図2 改良体配置位置

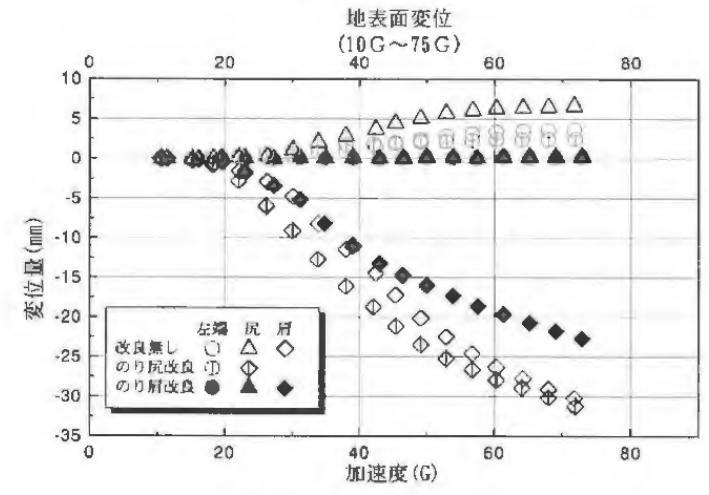


図3 地表面変位

遠心模型実験による控え矢板を有する土止めの崩壊メカニズムの検討

建設安全研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡

1. 研究目的

掘削工事において偏土圧が発生する場合などでは切梁の代わりにタイロッドを控え矢板に繋ぐ工法が採られることがある。この工法では敷地利用の制限等からタイロッドが短くなった場合には崩壊の危険性が大きくなる。実際にこの工法での崩壊災害も報告されているが、崩壊のメカニズムは十分には解明されていない。そこでタイロッドで繋がれた控え矢板を有する土止め矢板の崩壊のメカニズムを解明することを目的として遠心模型実験を行い、模型地盤が崩壊するまでの模型地盤の挙動等を解析した。

2. 遠心模型実験概要

実験にはデルフト工科大学の半径1.1m, 最大加速度300Gの性能を有する遠心载荷装置を使用した。模型実験には箱型の試料容器(内寸18x10x9cm)を用いた。模型地盤は陶器用粘土(K140)を成形して作成した。当粘土の粘着力はおおよそ25kN/m²である。それぞれの模型地盤について遠心加速度の上昇時および切梁の除去時等の崩壊状況を観察した。なお、橋脚下部等の杭基礎を想定して根切り底部の地盤内に半径2.1mmの上下固定の柱を6本設置した。

遠心载荷装置上に設置したCCDカメラにより崩壊に至るまでの模型を撮影し、ビデオ録画と同時にその画像を随時パソコンに取り込み、イメージプロセッシング処理により画像解析を行った。

3. 実験結果及び考察

実験W1と実験W2は他の条件は変えずタイロッドの長さのみを変え、W2では控え矢板の位置を土止め矢板から倍の距離を離れた。両者とも控え矢板部分で亀裂が発生するため引張りが亀裂部分に集中し、亀裂の拡大とともに倒れ込むような変形が見られた。実験W1では控え矢板部から亀裂が生じ、80G前後で控え矢板と土止め矢板で挟まれた部分が一体となって倒れ込むように崩壊した(写真1参照)。実験W2では写真2のように120G前後で控え矢板部分の亀裂が大きくなり変形した。控え矢板と土止め矢板との距離が大きく、つまりタイロッドが長く、すべり線の延長線より掘削側に亀裂の発生する控え矢板がないことが土止めの安定性を向上させていると考えられる。

実験W3は特殊条件での掘削模型である。片側の地盤が傾斜している川岸などでの掘削において非対称な偏土圧が発生する場合を想定している。矢板天端の反力が期待できないためタイロッドを繋いだ控え矢板を用いている。この実験では100Gまで遠心加速度Gの上昇後、2段設置した切梁のまず下段を除去し、次いで上段の切梁を取り除きそれらの影響を観察した。100Gまでは変形もなく安定しており切梁の効果が大きいといえた。写真3は上段切梁の除去の影響をイメージプロセッシングを用いて表したものである。この写真上で明瞭に写っている部分が変形があった箇所である。これにより上段切梁がはずれた場合の影響する範囲を明瞭に把握できる。

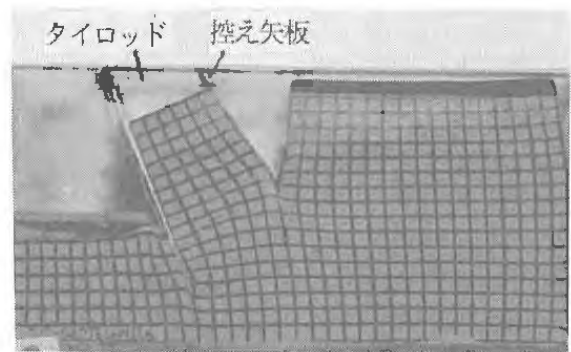


写真1 控え矢板が掘削部に近い場合 (タイロッドが短い場合) の崩壊状況 (実験W1)

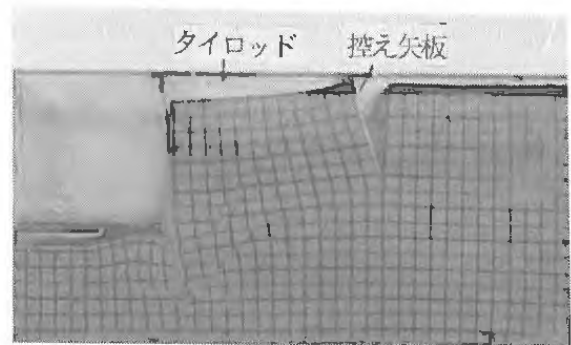


写真2 控え矢板が掘削部から離れた場合 (タイロッドが長い場合) の崩壊状況 (実験W2)

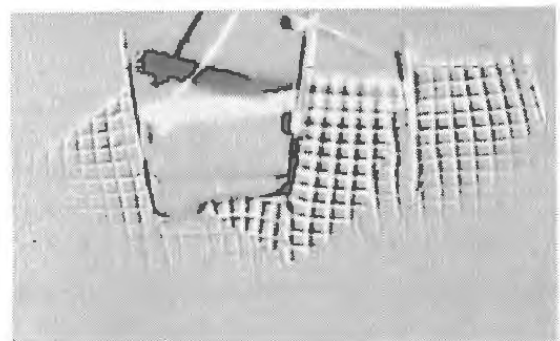


写真3 イメージプロセッシング処理による切梁除去時の変形領域の可視化 (実験W3)

地盤破壊による移動式クレーンの転倒に関する基礎的研究

建設安全研究部 玉手 聡, 堀井宣幸, 豊澤康男

1. はじめに

移動式クレーンの転倒災害が多く発生している。災害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のフロート部分が地盤にめり込むことによってモーメントの釣り合いが崩れ、転倒に至る例が多く見られた。そのため、地盤破壊による移動式クレーンの転倒を防止するための研究を行っている。本報告では関東ロームを用いて作製した模型地盤にアウトリガーフロートを想定したフーチング模型を使用して支持力実験を行い地盤の強度-変形特性を調べたので、その結果を述べる。

2. 実験方法と実験条件

実験に使用した土試料は関東ロームである。試料は2mmのふるいを通したものをを使用した。模型地盤は最適含水比(85%)となるように含水量を調整して作製した。試料は高さ約5cm毎に所定の圧縮圧力で予備圧縮し、合計の高さは約25cmで一様強度を有する地盤を作製した。地盤の側面には変形を観察するための格子線を描き、光学ターゲットを格子交点に埋め込んだ。支持力実験の条件を表1に示す。半円形状のフーチングを使用した実験は、三次元支持力条件における地盤内破壊の観察の試みとして行った。実験ではフーチングの貫入抵抗と変位を測定すると共に沈下量が5mm毎に地盤を写真撮影して変形状況を記録した。

表1 支持力実験条件

実験コード	備圧縮応力 (kgf/cm ²)	含水比 (%)	フーチング形状	フーチングの大きさ
FT_1D15	1.5	89.9	半円形	直径5cm
FT_1E15	1.5	84.7	半円形	直径10cm
FT_1E20	2.0	98.1	半円形	直径10cm

3. 地盤の荷重-沈下特性

フーチングの地盤貫入時に計測した荷重はフーチングの面積で除して応力(q)とした。また、沈下量(s)はフーチングの直径(B)を代表値として、これで除して無次元化した。図1は各実験の応力(q)と無次元化した沈下量(s/B)の関係を示す。各試験に共通して応力は貫入の初期に高い剛性で直線的に増加しており弾性的な挙動を示す。貫入量(s/B)が0.05程度から徐々に勾配を変え、沈下量の増分に対する

応力増分は小さく塑性的な破壊が進行しているものと思われる。応力-沈下関係において明確な折れ点は見られない。また、応力に明瞭なピークは現れておらず局所せん断破壊時の挙動に類似している。これらは不飽和状態にある関東ローム地盤の支持力特性を示しているものと思われる。フーチングの大きさが異なるFT_1D15とFT_1E15を比較すると、応力-沈下関係はほぼ重なっており大きな差異は見られず、今回比較した範囲ではほとんどスケール効果による差異は見られない。また、予備圧縮圧力が異なるFT_1E15とFT_1E20の比較では、FT_1E20の方が全体的に応力は大きく現れており、初期の剛性も高くなっている。

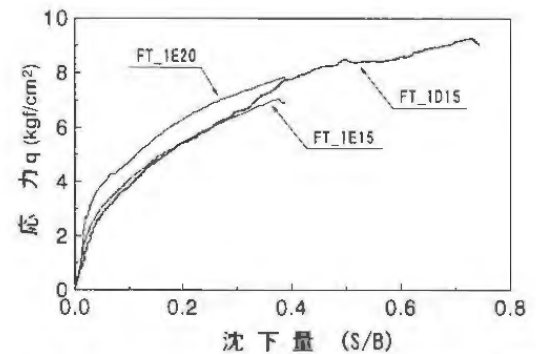


図1 半円形フーチングの応力-沈下関係

4. 地盤の変形状況

撮影した写真フィルムからデジタイザーを用いて、格子交点のターゲットの座標を測定して解析を行った。図2は実験FT_1E15におけるターゲットの変位の軌跡を表しており、フーチングの貫入量が0~50mm ($s/B=0\sim0.5$)の時のものである。フーチングの沈下に伴う地盤内の変形は、その直下に集中してみられ、鉛直方向に移動している。貫入量が50mm ($s/B=0.5$)とかなり貫入しているにもかかわらず地盤表面での膨れ上がりや亀裂は見られず、パンチング的な破壊性状を示している。フーチング下方には、くさび状に変位が卓越する部分が見られる。

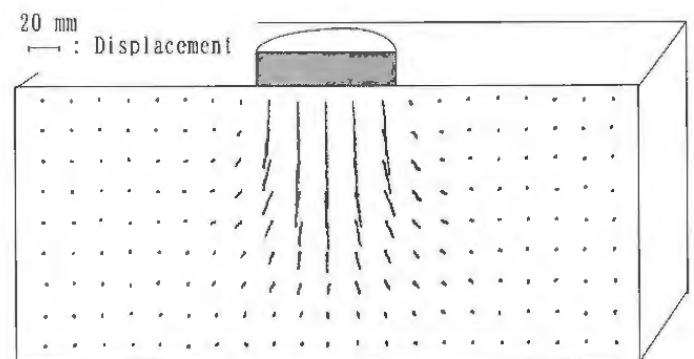


図2 半円形フーチングの貫入に伴うターゲットの変位 (貫入量 $s=0\sim50$ mm, フーチング直径 $B=100$ mm)

1. まえがき

両対数紙上において、災害による被害規模を横軸にとり、ある被害規模を越える災害の頻度または超過確率を縦軸に描いた曲線を被害規模曲線あるいはリスクカーブと呼んでいる。リスクカーブは、災害による被害の確率分布を求めたり、特定被害規模災害の平均発生間隔を求めたりするなど、リスク分析を行ううえで重要な役割を果たしている。リスクカーブは、また、被害規模とその被害をもたらす災害の発生頻度との関係を示しており、とくにその傾きの絶対値はフラクタル理論におけるフラクタル次元を表わし、この値が大きいほど大規模災害が起こりにくいことから、リスクカーブの傾きをシステムの安全性を統計的に明示する尺度として利用できると言われている。

ここでは、リスクカーブを用いて、各種自然災害の構造、とくに災害による被害規模が時代とともに変化しているかを明らかにする分析を試みた。分析の結果、台風・風水害による被害規模が、1961（昭和36）年を境に比較的明瞭に変化していることをとらえることができたので、以下にその結果を述べることにする。

2. 災害の構造変化に関する分析

地震・津波災害あるいは台風・風水害に対して、我国ではこれまで長期にわたり防災対策が実施されている。とりわけ、1959年の伊勢湾台風による大災害を契機に制定された災害対策基本法以降本格的な防災対策が実施されるようになった。そこでここでは、台風・風水害による死亡者数の被害規模が、災害対策基本法が制定・施行された1961年以降とそれ以前とでどのように変化したかについて分析を行った。

分析では、台風・風水害による被害規模データを、1960年以前とそれ以降とに分け、災害による被害の実数を基準化したのち、それぞれのグループのリスクカーブを求めた。図1はその結果である。同図から、両グループの災害とも、その被害規模と発生頻度との関係は両対数紙上の直線（パレート分布）で表現されること、および1960年以前とそれ以降ではリスクカーブの傾きに明瞭な差があることが見てとれる。

また、被害規模分布のパラメータ（リスクカーブの傾き）が変化していることを統計学的に評価するため、および少ない災害データ（台風・風水害災害：61年間、120件）から推定されるパラメータの変動

を考慮するために、ベイズ方式によって被害規模分布がパレート分布に従うときのパラメータ推定を行った。

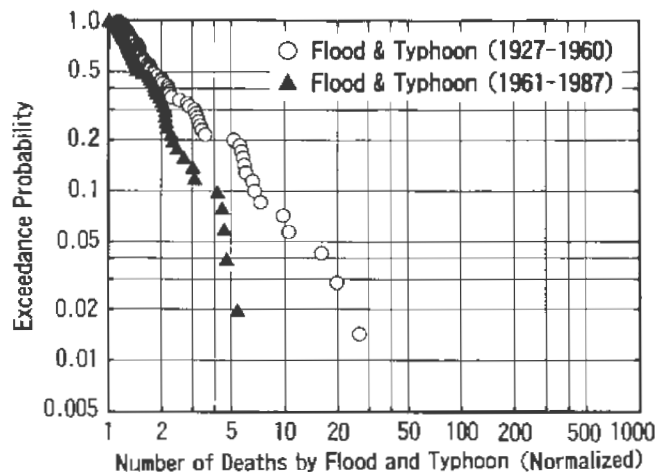


図1 年代別台風・風水害 災害規模—発生頻度の関係（基準化値）

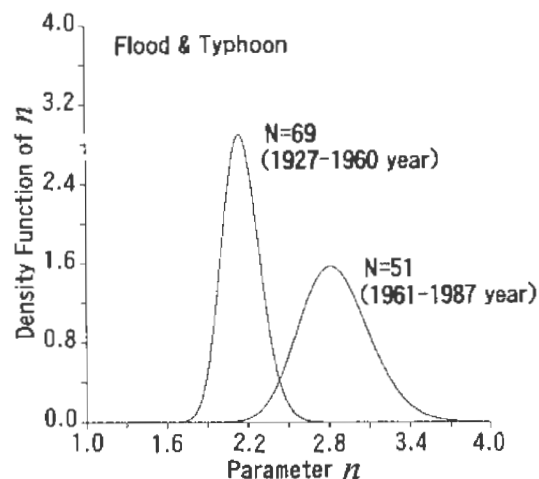


図2 年代別台風・風水害被害規模パラメータの分布

図2は、台風・風水害災害について、両グループの被害規模分布のパラメータの分布を、ベイズ方式によって事後分布として求めた結果である。同図より、1960年以前は E （期待値） $=2.16$ 、 σ （標準偏差） $=0.14$ 、1961年以降は $E=2.85$ 、 $\sigma=0.26$ となっており、また、1960年以前の分布に比べて、1961年以降の分布は災害数が少ないので分散が大きくなっている。両分布の重なる部分が少ないので、パラメータの期待値は2.16から2.85へと変わったと考えるが良い。このように、ベイズ方式によってパラメータ分布を求め、被害規模の変化を統計的に評価することによって、災害の構造変化を捉えることができる。なお、地震・津波災害による人命被害規模に関しては、パラメータに明確な変化が見られないことから、関東大震災以来今日まで、依然として一定のリスク構造下にあることが示された。

1. はじめに

有機溶媒の危険性としては、これまで引火による火災・爆発の発生が問題とされることが多かったが、溶媒によっては分解危険性や溶質との反応危険性などに起因する事故を引き起こすことがある。

筆者は先にクロロヒドリン類のうちエピクロロヒドリン (ECH) のジメチルスルホキシド (DMSO) 溶液の熱危険性を検討し、さらにモノクロロヒドリンあるいはジクロロヒドリンとDMSOとの混合液の熱危険性についても報告した。ここでは、ECHとDMSOとの混合液への水あるいは塩酸の添加による熱危険性の変化を測定し、反応機構を検討した結果を報告する。

2. 実験方法

熱危険性の測定には、TAインスツルメンツ社製の2920型DSC装置を用いた。試料容器はセイコー電子工業社製のステンレス密封容器を用い、試料量は1～3 mg、昇温速度は10℃/minとした。

3. 実験結果

図1は、ECHとDMSOとの混合液(重量比33対67)に対して、水を5%または10%添加した場合及び36%塩酸を10%添加した場合のDSC曲線である。

いずれの混合液も2段階の発熱を示すが、ECHとDMSOとの混合液では1段目の発熱のピーク温度が224℃であるのに対して、水を5%添加すると218℃に低下し、水を10%添加すると213℃へとさらに低下する。

また、塩酸を10%添加した場合のピーク温度は204℃まで低下する。塩酸を10%添加することは、塩化水素3.6%と同時に水6.4%を加えることに相当するが、発熱開始温度及びピーク温度の低下は水を10%添加した場合よりも大きく、塩化水素による影響があることが分かる。

図2は、ECHとDMSOとを20対80、33対67及び50対50の重量比で混合した液のDSC曲線を、それぞれECH1gあたりに換算して示したものである。1段目の発熱ピークは、DMSOの割合を変化させても影響を受けておらず、ECHとDMSOとの反応によるものではないと考えられる。

以上から、ECH/DMSO混合液のDSC曲線の1段目の発熱は、図3の(1)～(3)式によるジクロロヒドリンの生成によるものであると推定される。

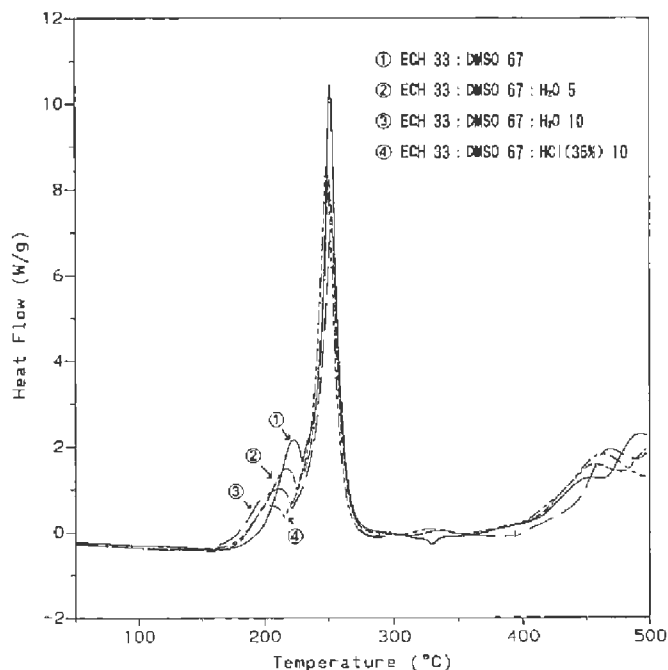


図1 水または塩酸の添加によるECH/DMSO混合液のDSC曲線の変化

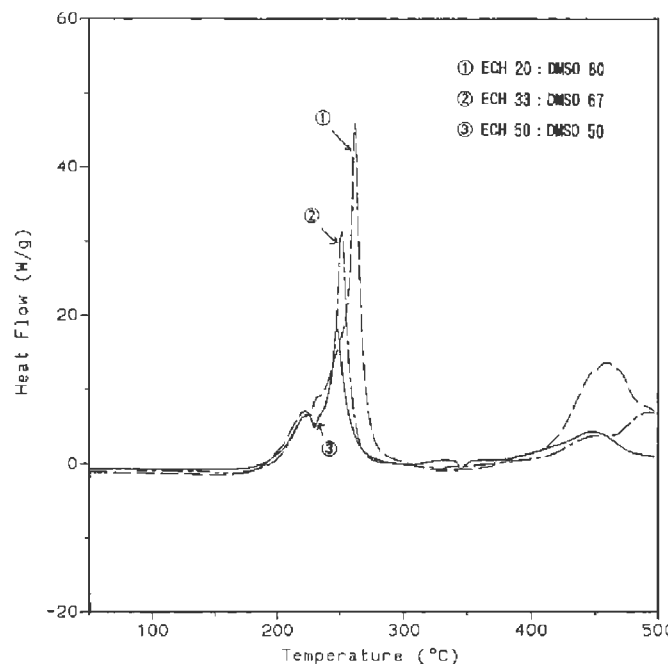


図2 ECHの単位重量当たりで表したECH/DMSO混合液のDSC曲線

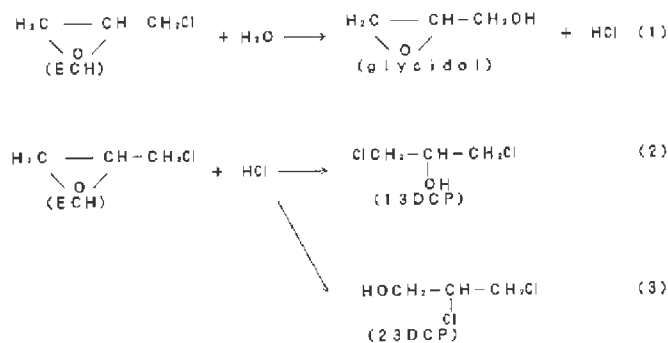


図3 ECH/DMSO混合液の初期の反応機構

化学安全研究部 琴寄 崇

1. 真のAC型の薬品とは

硝酸エステル類やニトロ化合物等の熱分解挙動においてよく知られているように、ある程度の高温 T_s ($[K]$, s はstarting) に保持しても直ちに発熱を開始することなく長時間その温度に留まり、その間 NO_2 ラジカルのような自触媒を少しずつ生成し蓄積させて行き、やがて自触媒の濃度が限界値に達すると緩慢に自己発熱を開始し、その後次第に自己発熱を加速させて行く薬品類が真のAC (autocatalytic decomposition, 自触媒分解) 型である (図1参照)。

この種の薬品に対しては曝露開始から薬品の自己発熱が始まるまでの経過時間 Δt [minute]と T_s の間に(1)式が成立することを利用して定温貯蔵試験によりSADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature,

自己加速分解温度 $[^{\circ}C]$ の略;薬品が丁度7日後に発熱を開始する雰囲気温度) を実測することができる。

$$\ln \Delta t = a/T_s + b \quad (1)$$

ここに、 a 及び b は定数である。

定温貯蔵試験については、産業安全研究所研究報告 (平成八年度) 中の報文「疑似自触媒分解型固体有機薬品類のSADT値」を参照されたい。

2. 真のAC型の薬品類のSADT値測定結果

図2に7種類の化合爆薬に対する定温貯蔵試験結果、すなわち (1) 式に基づく ($\ln \Delta t : 1/T_s$) のプロット、を一括して示す。得られた結果に基づき、表1にこれらの爆薬類のSADT値を、比較のためいくつかの対応する実測値とともに、一括して掲げる。

表1 化合爆薬類のSADT値($^{\circ}C$)

爆薬名	本測定値	既報値
ニトログリセリン	60	50~60
強硝化綿	76.1	
弱硝化綿	77.4	
PETN	118	
テトリル	118.1	106
TNT	162.7	
ピクリン酸	163	

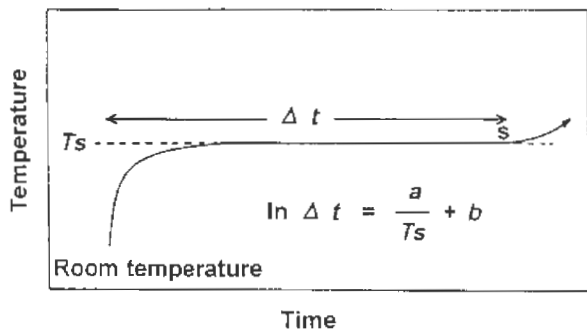


図1 真のAC型の薬品類の自己発熱挙動

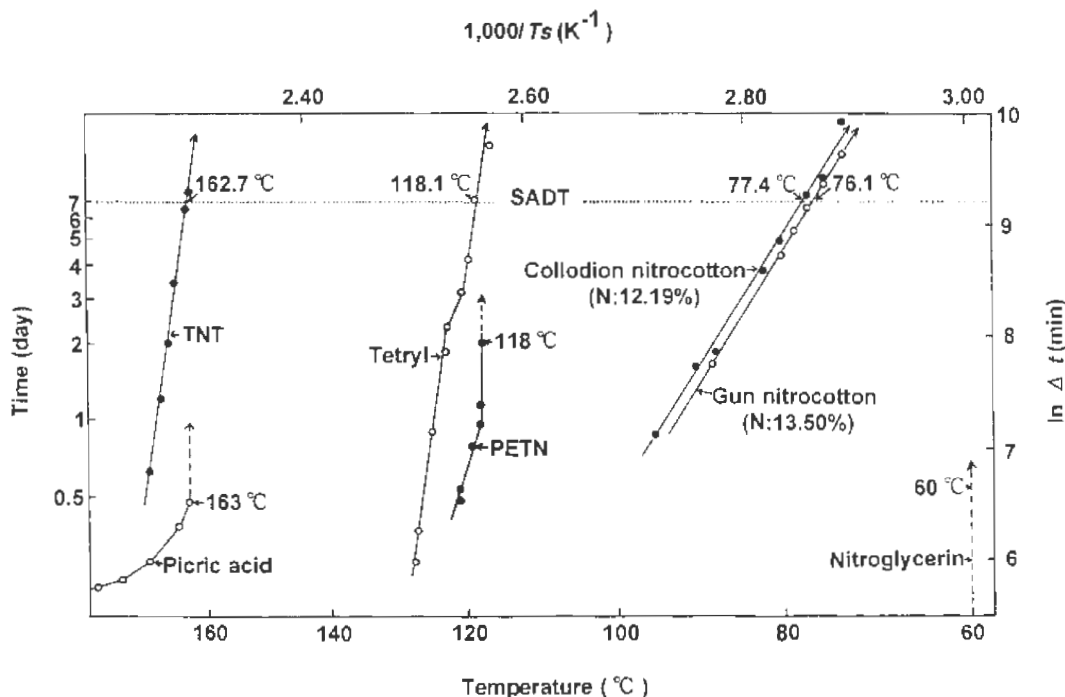


図2 7種の化合爆薬類に対する長期定温貯蔵試験結果

1. はじめに

高压の酸素や空気を使用している配管や容器のバルブの開閉を急激に行うと、断熱圧縮と呼ばれる現象により、局部的に温度が急上昇する。もし、油類の付着、あるいは、可燃性ガスの混入などがあると、場合によってはそれらが発火し、配管や容器の爆発・破裂を起こすことがある。ところが、この温度上昇は理想的ではなく、発火の有無を理論的に推定することは困難である。そこで、引火性液体が存在する空間を高压酸素で急速に圧縮し、発火に必要な高压酸素の限界圧力比の実測を試みた。

2. 実験装置と方法

装置は、図1に示すように高压側と低压側の2つの円筒容器、及び、それらをつなぐ配管と弁からなる。

実験方法は、まず、低压側に酸素を流して気体を置換した後、試料を保持した脱脂綿片を手早く容器の末端部にセットした。次に高压側の酸素の圧力を調整してから弁を開き、高压酸素を流入させると同時に低压側容器内の圧力と発光を計測した。判定は同一条件での測定5回のうち少なくとも1回発光する場合を発火とみなした。以上の操作を繰り返し、試料量ごとに発火が認められる最低の高压側と低压側の絶対圧力の比を求めた。そして、得られた圧力比の中で最も低い値を急速圧縮による発火限界圧力比とした。

3. 実験結果と考察

3.1 試料量の影響

図2は、引火性液体試料として飽和炭化水素(P：ペンタン H：ヘプタン D：デカン)を選び、低压側容器は、直径と長さを変え、弁から低压側容器への配管は、長さ65mmで容器と同一直径のものをを用い、低压側の初期圧を大気圧とした時の試料量が限界圧力比に及ぼす影響を示した図である。横軸は低压側

容器内の圧縮前の酸素量に対する試料量を当量比で表示した。発火限界圧力比が最も低くなる試料量は、当量比で0.25~0.75の範囲にあった。これは、発火が局所的に起これば良く、試料全体が一様に同時に発火する必要はないためではないかと考えている。

3.2 初期圧の影響

低压側容器を直径10mm長さ100mm、弁からの配管を長さ65mm直径7mmとし、その初期圧を大気圧よりも低くしたところ、図3に示すように、発火限界圧力比は、70kPa程度までは大きな変化はないが、さらに減圧すると上昇する。これは、発火限界圧力比を与える試料濃度があまり変化せず、低压側容器内の酸素量が少なくなるにつれて試料量が減少する結果、発火の際の総発熱量が少なくなり、相対的に熱損失の影響が増すためと思われる。

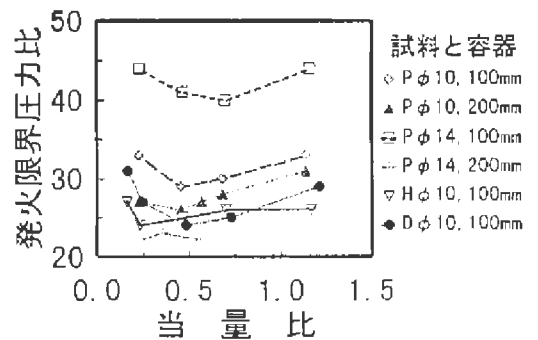


図2 当量比と発火限界圧力比の関係

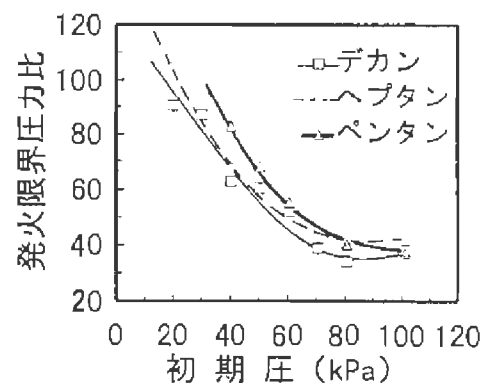


図3 初期圧と発火限界圧力比の関係

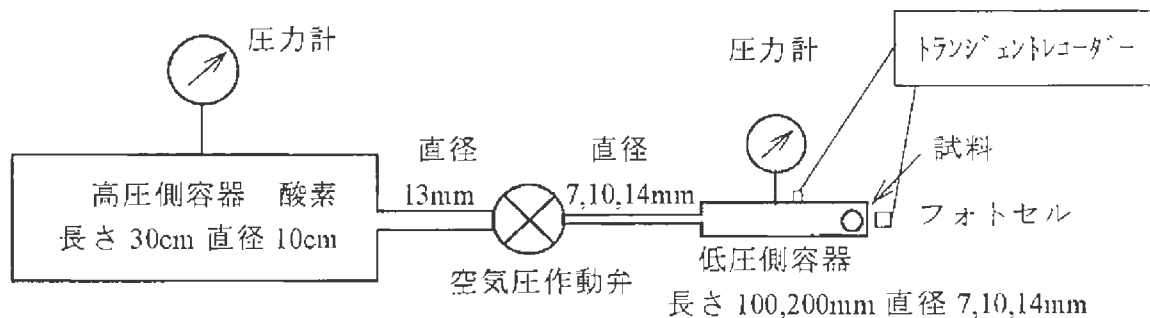


図1 実験装置概略図

1. はじめに

化学物質を保管貯蔵する場合、熱分解によってどのような反応速度でどの程度の反応熱が出るかを知ることが、危険予知の観点から非常に重要なことである。ところが、融点と熱分解開始温度がきわめて近いような物質の場合、吸熱と発熱が同時に起きるため反応速度と反応熱の片方すらも見積もることが困難である。本研究では、そのような物質の熱分解を、発生した気体による圧力変化と熱流量を同時に測定することにより、解析する手法を考案した。

2. 実験方法

密封セルに試料（LPO，過酸化ラウロイル）200mgを入れ、差圧センサー（SDP-133）につなぎ、真空ポンプを用いて試料側，参照側の両方を真空引きした後，C80D熱量計で一定温度に保持して圧力と熱流量の両方を時系列に記録する。これを融点より少しだけ低い温度（51℃から52℃）において，温度を変えて繰り返した。

3. 実験結果

51.07℃での定温保持の実験結果を図1に示す。吸熱ピークに引き続いて発熱がピークに達し，圧力も発熱ピークの部分で急増していることが分かる。

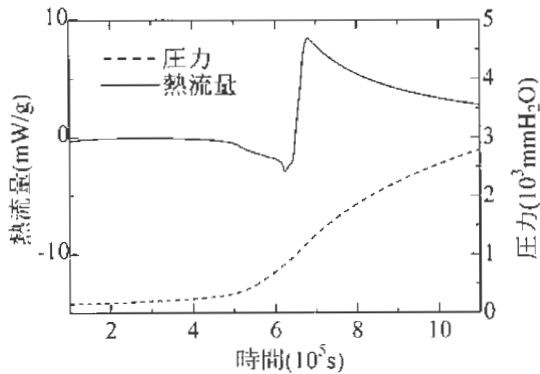


図1 51.07℃における熱流量と圧力の時間的変化

図2は，融解が終わって発熱がピークに達した後では，反応（分解）した物質の量と発熱量（熱流量の積分値）とがほぼ完全に比例していることを示している。反応した物質の量は，圧力増加分を終圧 P_{∞} と初圧 P_0 の差で除したものと試料量の積 $M_0(P-P_0)/(P_{\infty}-P_0)$ から計算した。反応した物質の量と発熱量との直線関係の比例定数から，液体のLPOが分解する時の発熱量が708J/gと決定できる。その値をもとに，全てが液体から分解したと仮

定して計算される発熱量と，実際の発熱量との差から融解熱が157J/gと計算できる。

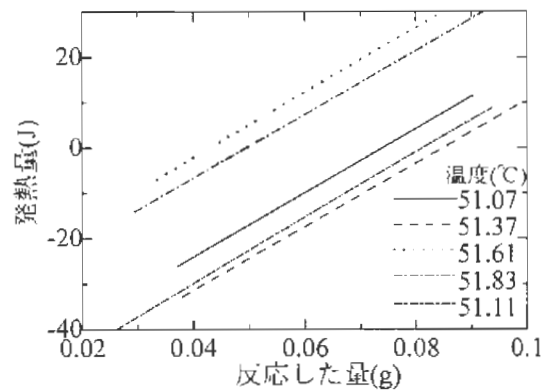


図2 反応量と発熱量（発熱ピーク後）

熱流量を単位質量当たりの発熱量で除して実際の反応速度が得られ，未反応の量が $M_0(P_{\infty}-P)/(P_{\infty}-P_0)$ で得られるので，中間生成物を仮定するような反応機構を用いて以下の式で近似し，反応速度定数を得た。

$$\ln(q/y) = -k_y t + C$$

q : 熱流量

y : 未反応率 $= (P_{\infty}-P)/(P_{\infty}-P_0)$

k : 反応速度定数

t : 時間

図3は前記の解析により得た反応速度定数の対数と，温度の逆数とをプロットしたものである。この直線の傾きから，液体LPOの分解の活性化エネルギーが213kJ/molと決定できる。

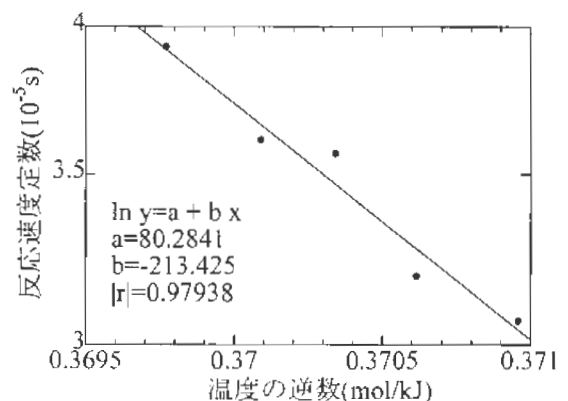


図3 反応速度定数と温度の逆数の関係

4. まとめ

熱流量とともに圧力変化を測定することにより物質の反応量が分かるため，反応開始温度と融点とが非常に近い物質についても融解と分解発熱を分離して解析することが可能となった。

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い。ここでは攪拌条件が適切ではなかったために未反応物が残り、その結果として反応暴走状態に陥ったと推定される事故（過塩素酸水溶液を触媒としてエピクロロヒドリンに滴下して重合を行う反応中の事故）について、反応熱量計RC-1を用いて再現を試みた実験の結果を報告する。

2. 実験結果

エピクロロヒドリン1リットルと水40gの入った反応容器に、60%過塩素酸水溶液20gを60℃で10分間で滴下した。また、反応温度を一定（60℃）に保つように冷却水温度を制御（反応温度制御モード）した。この実験を攪拌速度を120rpmから40rpmまで変化させて行った。この反応は酸添加中に大きな発熱を示し、添加終了後も長時間にわたって発熱が継続した。120rpmにおける発熱速度の時間変化を図1に示す。

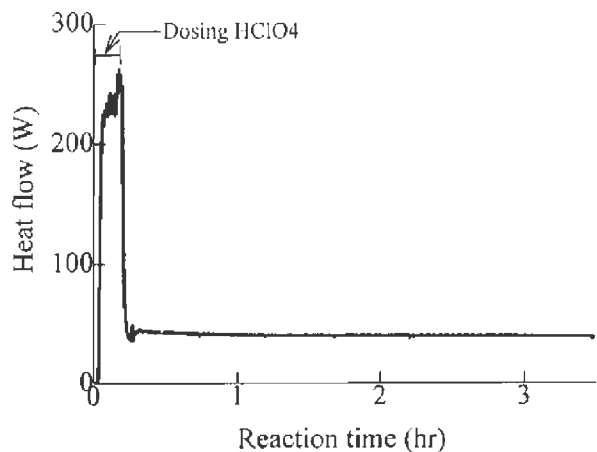


図1 攪拌速度120rpmにおける発熱—時間曲線

この反応は完全に終了するまで数十時間必要なため、本実験では酸添加終了後から発熱終了までの総熱量の代替指標として、酸添加終了から30分経過した時点の熱流束の値を用いた。図2はその熱流束の値を攪拌速度に対してプロットしたものである。攪拌速度を遅くしていくと徐々に発熱が増加し、60rpm付近で極大となる。酸添加終了直後のエピクロロヒドリンの濃度を分析したところ、120rpmの時は約60%であるのに対して、60rpmの時は約70%

であった。攪拌速度が遅いと酸添加中の反応が充分進行せず、酸添加終了後の反応量が増えるために発熱速度が大きくなったと考えられる。攪拌速度60rpm以下で、酸添加後の発熱が小さくなるのは、熱の拡散速度が重合反応速度（発熱速度）よりもかなり遅くなるために、発生した熱量を完全に熱電対で感知できていないか、あるいは反応種であるカチオン（水中に存在）が上部に留まったままで、拡散していかないためではないかと推測している。

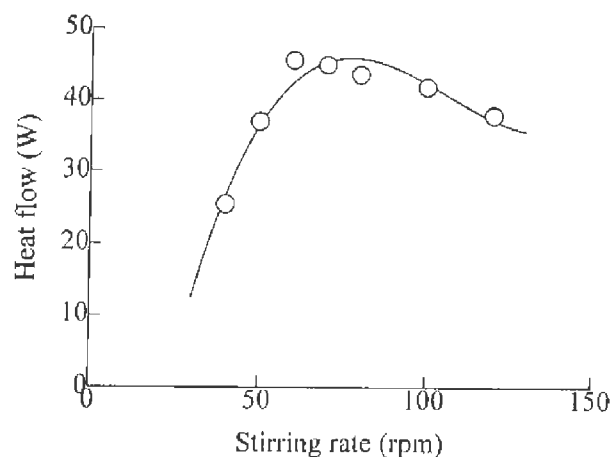


図2 過塩素酸添加終了後30分経過時点の発熱に及ぼす攪拌速度の影響

事故の時には、酸添加終了後に冷却水を止めているので、これに似た状況を再現するために酸添加終了後に断熱制御にした場合の温度変化を攪拌速度120rpmと60rpmと測定した結果が図3である。

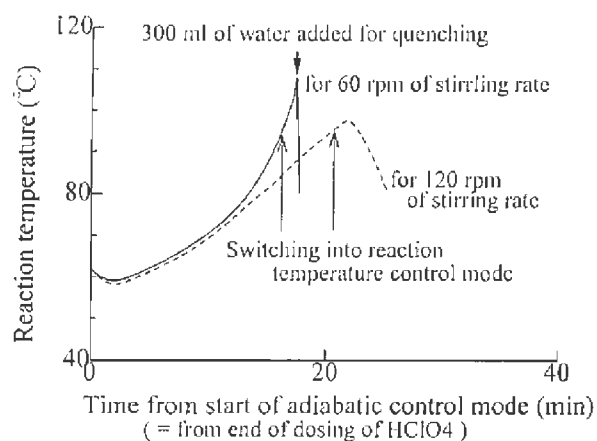


図3 酸添加終了後に断熱制御にした時の反応温度の時間的变化

いずれの実験においても、反応温度が95℃を越えたところで断熱制御から反応温度制御モードに切替えたが、攪拌速度120rpmでは温度が下降に転じたのに対して、60rpmの時は温度はそのまま急激に上昇を続けて暴走状態を呈した。

1. はじめに

ジルカロイはジルコニウム合金の一種で、高融点、水蒸気に対する耐食性などの点で優れた工業材料であり、産業界では原子炉などで広く利用されているが、それらの廃棄処理段階では、金属微粒子が発生する場合があります。粉じん爆発の危険性が考えられる。その粉じん爆発特性を明らかにするため、ジルカロイ微粉を作製して、空気中における爆発特性を検討したところ、試料粉を圧縮空気中で分散する過程で、すでに発火、爆発に至ることがわかった。そこで、窒素希釈雰囲気中における粉じん爆発限界酸素濃度を測定し、あわせて限界酸素濃度に及ぼす水分含有の影響について検討した。

2. 実験装置と測定方法

粉じん試料は、粒子径約50 μ m以下のジルカロイ粉を使用した。試料の中位径は約13 μ mで、SEM観察によると、大きな粒子表面に小粒子がいくつか付着・凝集している場合が多い。

爆発実験は、内容積30Lの球形耐圧容器からなる粉じん爆発試験装置を使用した。爆発容器内の底辺に置いた秤量済み試料粉を圧縮空気（分散ガス）で分散して、粉じん雲を形成するものである。

着火剤は、混合火薬（7.5kJ）を使用した。

3. 実験結果と考察

乾燥物、水分5%及び水分15%含有物の各試料について、窒素希釈雰囲気中の種々の酸素濃度における粉じん濃度（最大：2kg/m³）と爆発圧力の関係を測定した。

[A] 乾燥物の場合:分散条件によっては、分散途中で粉じんが発火する場合があります。酸素濃度を10vol.%に減じて、分散圧力10kg/cm²・Gにおいて、粉じん7.5~30gを分散させたが、発火は生じなかった。粉じん量を37.5gまで増したところ、途中発火が起きた。このように、分散途中で発火するかどうかは、分散ガス中の酸素濃度、分散ガス圧力、粉じん濃度（量）によって決まる。しかし、分散ガス圧力をあまり低下させると、任意の濃度の浮遊粉じんの形成が困難になる。ここでは、酸素濃度6vol.%以下で、分散ガス圧力を10kg/cm²・Gとして以下の実験を行った。なお、着火剤近傍での局所的な燃焼を考慮して、0.4bar（着火剤の発生圧力を含めた場合、0.9bar）以上の爆発圧力が達成された場合

を爆発したと判定した。かくして、窒素希釈雰囲気中の種々の酸素濃度における爆発圧力と粉じん濃度の関係から、限界酸素濃度は、2vol.%であった（図1参照）。

[B] 水分5%の場合:この場合の限界酸素濃度は、乾燥物と同じく2vol.%であったが、酸素濃度3~3.5vol.%において、乾燥物の場合よりも高い爆発圧力が記録された。

[C] 水分15%の場合:爆発圧力と粉じん濃度の関係は著しいバラツキを示した。試料が高含水物であるため、いわゆる浮遊粉じんとは成り難く、強制的に分散された試料凝集体が着火剤によって局所的に加熱されるためと考えられる。加熱の結果、水蒸気を放出するが、酸素濃度が低いと、薄茶色の窒化物を形成する。さらに、酸素濃度が3vol.%以下の低い窒素希釈雰囲気中で乾燥物よりも高い爆発圧力が記録されたことから、爆発容器内の爆発跡ガスのガスクロ分析を行ったところ、酸素濃度1.0vol.%及び窒素雰囲気中とも、水分15wt.%、粉じん濃度2000g/m³条件で水素ガスが多量に形成されることが分かった。

以上の結果から、ジルカロイ粉を3kg/cm³程度の圧縮空気中で分散しただけで発火する危険性があること、水分なしの試料および5wt.%水分含有物の試料ともに、空気中の酸素を窒素で置換した場合の限界酸素濃度は2 vol.%であったが、水分15wt.%含有試料では強力な着火剤を使用したため、窒素中で水素を放出して圧力が発生すること、などが判った。

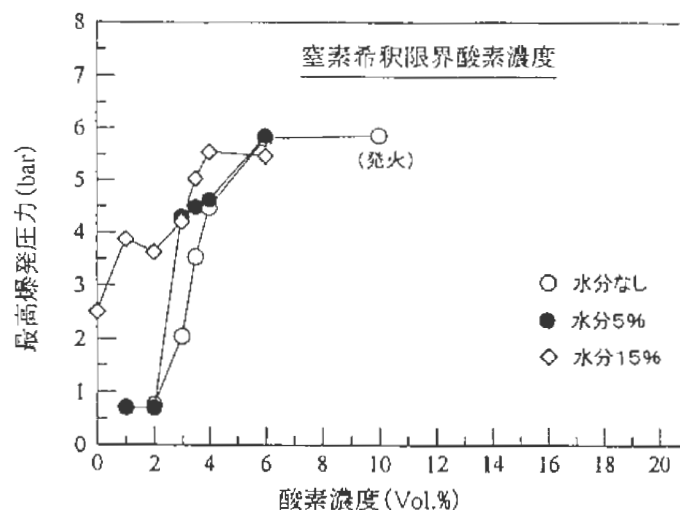


図1 最高爆発圧力と酸素濃度の関係

物理工学安全研究部 大澤 敦, 田島泰幸
 化学安全研究部 松井英憲

1. はじめに

放電による着火・爆発現象の着火に至るまでのエネルギー輸送過程を解明するため、放電-着火-爆発に至るまでの期間において発光分光測定およびその時空間分解測定を行った。

2. 実験結果および考察

メタン (85 Torr) および酸素 (165 Torr) の混合ガスの放電着火の発光波形 (分光なし) およびOHラジカル ($A^2\Sigma^+, v'=0-X^2\Pi, v''=0$ at 306.4nm) の発光波形を図1(a), (b) に示す。その他の励起原子・分子としては $C_2, CO, CO_2, CH, CH_2, CH_3, CH_2O, H, H_2, OH, H_2O, O, O_3$ 等からの発光が観測され、強度の相違はあれど波形の形状はよく似ていた。

図1の波形の時間0sに放電スパークによる発光を示すヒゲ状のピークがあり、このピークは発光強度が最も強く、時間の幅は約 $6\mu s$ である。分光したすべての発光波形にこのピークが存在することから、この期間では電子衝突によって励起・電離・解離が起こっている段階であり、電子のエネルギーが原子・分子の励起・電離・解離・エネルギーに輸送される段階である。その後発光は一時消えたように見え、およそ0.8ms付近から徐々に再び発光が観測され始め、1.0ms付近で一度急峻に発光し、更に $1.2\mu s$ 付近になるとその約3倍の強度をもった光が放出されピークに達し、振動するように徐々に収束していく様子が分かる。この振動はその周期と器壁までの往復距離から求めた速度が音速に近いことより、器壁に到達した衝撃波の反射によるものと考えられる。

また、図2(a)-(g)に発光の時空間進展を示す。図

2(a)が放電スパークによる発光画像である。この放電終了後 $50\mu s$ 付近まで同様の発光形態を維持し (図2(b)), $50-80\mu s$ で徐々にその発光が弱まり (図2(c)), $100\mu s$ 付近からまた発光が強くなり始め (図2(d)), その後、発光が飛躍的に進展していることから (図2(e),(f)), およそ $80-100\mu s$ の期間がこの条件下における着火時間であると推測することができる。その後火炎は約 $800\mu s$ 付近 (図2(g)) で器壁に到達している。

3. まとめ

放電着火のエネルギー輸送のメカニズムは以下のようであると推測される。まず、放電によって生成された電子のエネルギーが原子・分子の励起・電離・解離エネルギーへと輸送される。次の段階では発光が弱く発光部の進展がみられないことから、この段階は熱化学反応が支配的であるとは考えにくく、放電によって生成された様々な励起種がそうでない原子・分子と衝突することによるランダム加熱が起こっているものと想像される。その後、このランダム加熱により熱平衡化が促進され、十分な温度に達したとき、熱化学反応が支配的となり着火に至ると考えられる。

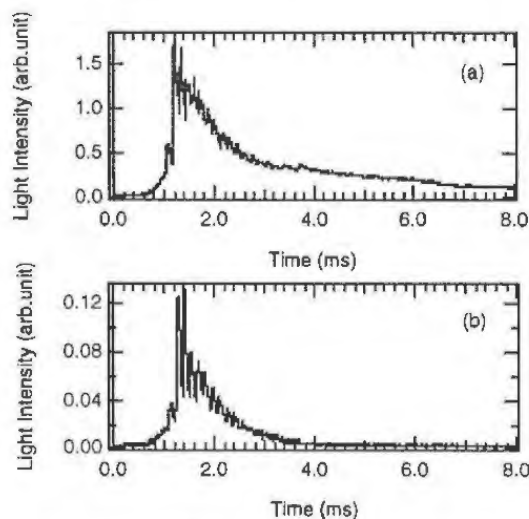


図1 放電着火・爆発の発光波形
 (a)分光なし, (b) OH (306.4nm)

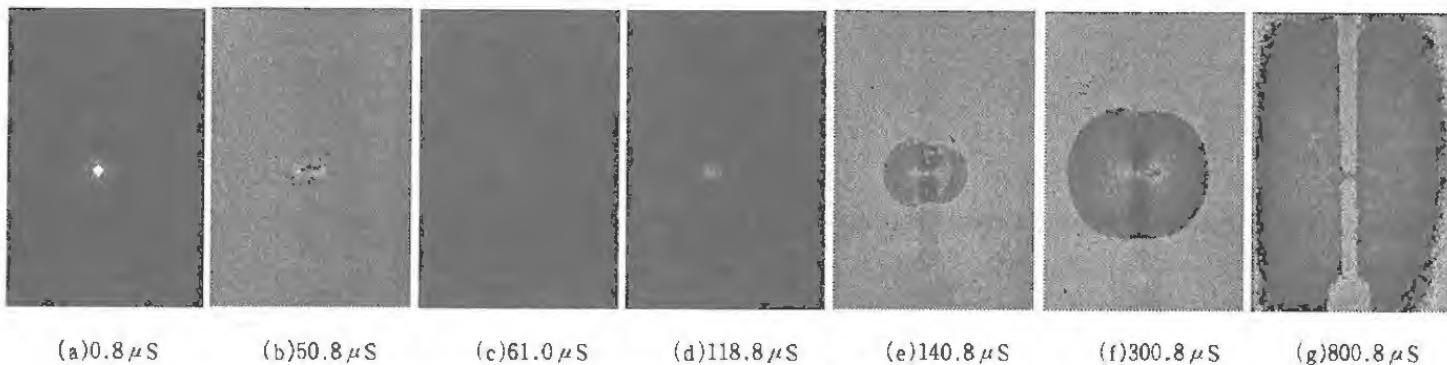


図2 CH_4-O_2 混合ガスにおける放電着火発光の時分解画像

マイグレーション生成物の三次元形状

物理工学安全研究部 本山建雄, 市川健二

1. はじめに

産業機器の小型化・高機能化に伴い、配線板の絶縁低下に伴う故障が増えている。また、SO₂のような腐食性ガスなどが存在する雰囲気中での報告は多い。その原因の一つとして、イオンマイグレーション生成物による配線間の橋絡がある。この場合、生成物の導電性は温度や湿度などによって変化し、再現性の少ない故障となることから、重大な災害を誘引しやすい。

ここでは、マイグレーション生成物の導電性と形状との関連を検討するため、SO₂雰囲気中において生じた銀のマイグレーション生成物の三次元形状を求めた。なお、銀は接点材料として使用されており、マイグレーション生成物を発生しやすい材料である。

2. 実験方法

検討の対象としたマイグレーション生成物は図1に示すような樹枝状の銀または銀の化合物である。これは、ガラス板上に一对の銀線を約0.4mm離して平行に配置し、40℃、相対湿度95%、SO₂ガス濃度約20ppmの恒温恒湿槽中において銀線間に直流50Vの電圧を240時間印加したときに生じたものである。

生成物の三次元形状は走査型のプローブ顕微鏡に

より求めた。この装置はプローブと試料表面に働く力が一定になるようにプローブを移動し、試料表面の形状を求める顕微鏡である。

また、同様の条件のもとで空気雰囲気中において生じた生成物についても三次元形状を求めた。

3. 実験結果及び検討

図2はマイグレーション生成物の三次元形状の例として、図1の①の部分を示したものである。図2に示すように、ガラス板上に生じた銀の生成物はこぶ状の外観をしており、多くのクビレがあることがわかる。また、図1の他の部分及び空気雰囲気中の生成物も同様の形状であることが確認された。

表1は生成物の太い部分のうち、例として4箇所を高さで示したものである。表1から、生成物の断面は高さを半径とする半円に含まれるような形状になると推定された。一方、クビレの部分は数十nmから数百nmであり、かなり薄いことも明らかになった。

これらのことから、生成物のクビレの部分の抵抗は湿度や温度など雰囲気の影響を受けやすいと考えられ、これが故障に再現性に関係すると予想された。

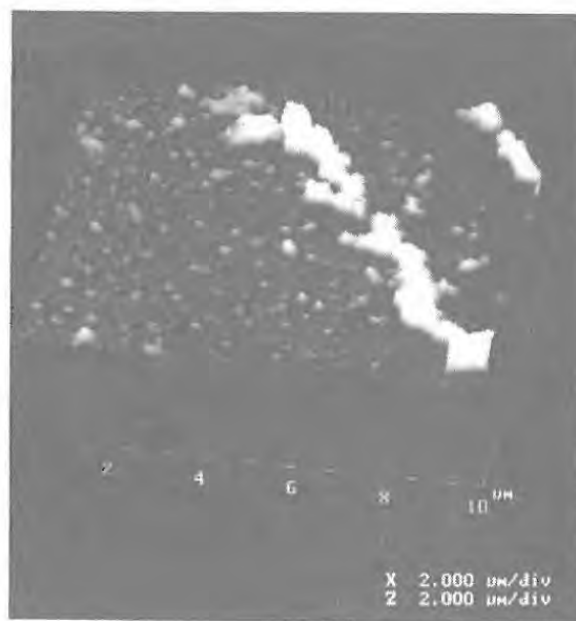


図2 マイグレーション生成物の三次元形状 (図1の①の部分)

表1 マイグレーション生成物の高さと同幅

高さ(μm)	幅(μm)
0.74	1.35
0.31	0.66
0.77	1.2
2.1	4.3

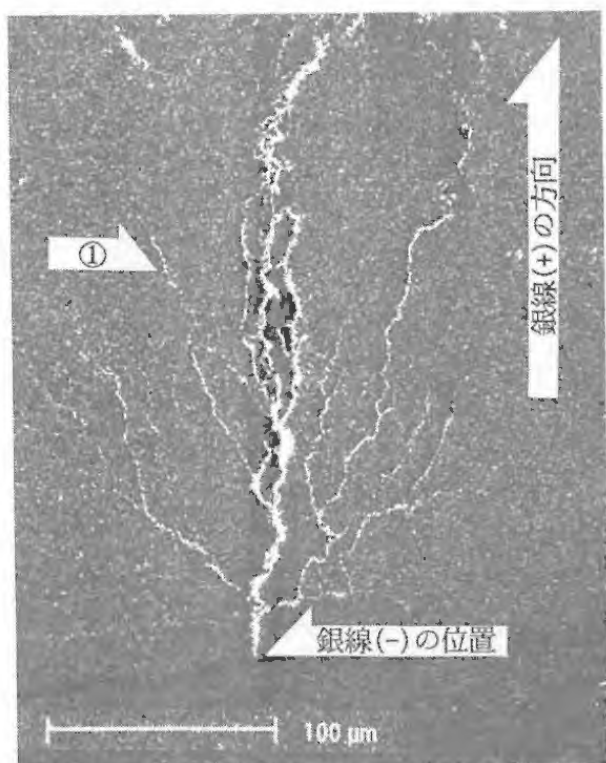


図1 ガラス板上に生じたマイグレーション生成物

電源線ノイズフィルタの低周波域における減衰特性とコイルの磁心との関係の検討

物理工学安全研究部 山野英記, 富田一
市川健二, 本山建雄

1. はしがき

近年、低圧電源線には商用周波正弦波の電圧・電流のほか各種のノイズが含まれており、これが制御機器等の誤動作を生じ、労働災害の元となることがある。このようなノイズの減衰を目的に電源線用フィルタが市販されているが、そのおもな減衰帯域(30~40 dB以上)の下限は150 kHz前後となっていることが多い。その理由には、150 kHz以下のノイズについて規制がなかったことのほか、技術的な問題のあることが挙げられる。しかし、このような低周波のノイズも多く生じており、各種トラブルを生ずるといふ報告も少なくない。ここでは、LC型フィルタの減衰帯域を低周波側に拡張しようとする時の二三の問題について調べた。

2. ノーマルモード(対称モード)コイル

図1は電源線用のLCフィルタの一つの型で、 L_1, C_1 で構成される部分是对称モードノイズに対するフィルタ、 L_2, C_2 の部分は共通(または非対称)モードノイズに対するフィルタである。フィルタには、インピーダンス整合等の全体としての問題のほか、コイル(インダクタ)に起因する問題がある。

まず、電源線用フィルタのコイル巻線には大きい電流(電源電流を主とする対称電流)が流れるが、この時に磁束は飽和の範囲になければならない。

ここでは、飽和磁束 ϕ_s の0.8倍の磁束 ϕ_u とこれに対応する起磁力 F_u を平常使用の上限と考え、磁化力正弦波条件で求めた5種類のコアの50Hz交流ヒステリシス($\phi-F$)曲線から、起磁力上限を求めた。その結果、使用最大起磁力 F_u は空隙付き鉄基アモルファスコアで最大で $F_u=1150 \text{ A}\cdot\text{turn}$ となり、定格電流(30 Arms, 50 Hz)に対する最大巻数27 turn、この時のインダクタンス $L_1=142 \mu\text{H}$ で他のコアに比べ最大となった。

また、同一型式の試料2では、 F_u に対応する L_1 は $162 \mu\text{H}$ となり5 A前後で極大($221 \mu\text{H}$)となった。

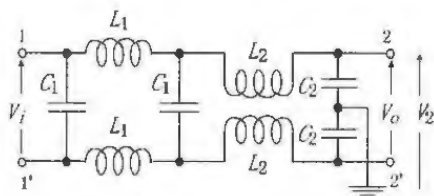


図1 電源線用LC型フィルタの概要

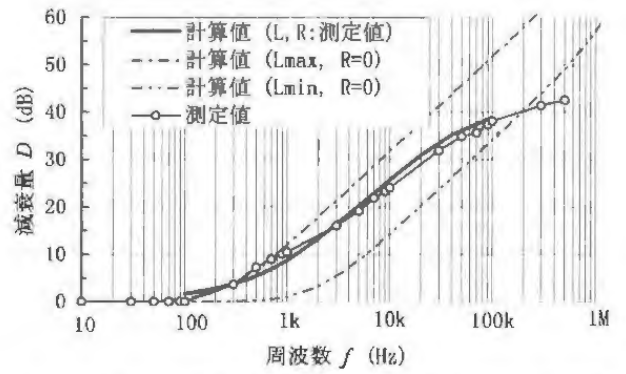


図2 フィルタの減衰特性に対するコイルの影響

商用周波に対してはインダクタンスは小さい方がよいが、 $162 \mu\text{H}$ によるインピーダンスは 0.051Ω 、電圧降下は1.5 Vとなり多少大きめである(寸法・巻数により調整可)。言換えれば、電圧降下が制限条件となるが、これを満たし比較的線形性のある磁心が調達可能である。 C_1 は $0.22 \mu\text{F}$ とした。

3. コモンモード(共通モード)コイル

共通モードコイルでは、対称電流による磁束が磁心内で相殺されるように巻線が施される。このため、想定されるノイズにもよるが、使用最大起磁力は小さくても、透磁率の大きいファインメットのような磁心が使用可能となる。

共通モードコイルのインダクタンスは図1の上下各線上に独立なインダクタンスとして分離され、さらに共通成分に作用する $L_c=L_2+M$ と対称成分に作用する $L_n=L_2-M$ に分けられる。ファインメットコアでは $M>0.999\cdot L_2$ であった。ただ、 L_2 は15 turnのとき最大45 mHと大きく、 L_n の値は約 $7 \mu\text{H}$ となった。 C_2 は対地漏れ電流の制約(1mA)から 3.3 nF (0.2mA)とした。

4. 減衰量の周波数特性

図2に試作した電源線用ノイズフィルタの共通ノイズに対する減衰量(挿入損失)の周波数特性を示す。測定回路は、信号源(電力増幅器に 50Ω を直列接続)を短絡された端子1-1'に接続、2及び2'はそれぞれ 50Ω を介して接地したいわゆる 50Ω 系で、2-GND間の電圧 V_2 を測定する。基準となるのは、フィルタを除き、端子1-2間、1'-2'間を直結した対照回路の2-GND間の電圧 V_1 であり、減衰量は $D=20\cdot\log(V_1/V_2)$ である。

L を一定として減衰特性を計算すると、破線のように、周波数の高いほうで20 dB/decの傾きになるが、実際の傾きは小さい(図2)。これはおもに共通モードコイルのインダクタンス L_c が周波数とともに減少することによる。その原因としては巻線の分布キャパシタンスとともに磁心特性の影響が考えられる。

物理工学安全研究部 市川健二, 本山建雄

1. 研究目的

ガラス繊維強化プラスチック(FRP)の絶縁破壊はガラス繊維と樹脂の界面を進む傾向があり、繊維方向の絶縁破壊電圧(BDV)を正確に測定することは優れた絶縁材料の開発のためだけでなく、劣化評価の上からも非常に重要である。昨年度までに、棒-平板電極において棒電極と試料との隙間に試料より多少大きい比誘電率の絶縁媒体を入れた方が高いBDVを示すことを明らかにした。今年度は、棒電極と穴の形状について、BDVへの影響を調べた。

2. 試験電極の構成

図1に実験に供した電極構成を示す。図1-aは、棒-平板電極としてJIS K6911に定められた構成で、先端がflatな直径6mmの穴に、先端が半球状の直径5mmの棒電極を挿入したもの(以下、JIS法という)である。これに対して、図1-bは棒電極が穴にぴったり密着するように棒電極の直径を5.95mmにしたもの(以下、改良形No.1という)、図1-cは図1-bの構成で穴の先端flat部分のedgeを丸めたもの(以下、改良形No.2という)、図1-dは図1-bの構成で穴の先端形状を棒電極の先端形状と同じく半球状にしたもの(以下、改良形No.3という)である。

3. 実験結果及び考察

図2に実験結果を示す。棒電極と試料の隙間にシリコン油(比誘電率 $\epsilon'=2.7$)を入れた場合、JIS法

及び改良形No.1とも、ほぼ同じ値になった。しかし、改良形No.1で隙間に $\epsilon'=14$ の液体(ポリプロピレングリコール)を入れた場合は、シリコン油が入った場合より高い。すなわち、改良形No.1は、絶縁破壊が試料にあけた穴の側面で起き難くした効果はあるが、実際の絶縁破壊が穴の底部で起きるため、絶縁媒体の影響は当然あると考えられる。

次に、改良形No.1では穴の底部にedgeがあり、ここに電界が集中して部分放電が起りやすく、結果的にはBDVの低下が考えられる。そこで、edge部分を丸めた改良形No.2を用いた結果は、改良形No.1よりばらつきが少なく、値も多少高くなる傾向が見られたが、あまり大きな違いがない。これは、絶縁媒体にポリプロピレングリコールを入れた場合、改良形No.1でも隙間部分で部分放電が起り難くなっているためと考えられる。

また、edge部分が全くなく棒電極先端と穴の先端が密着するようにした改良形No.3を用いた結果は、隙間がなくても穴の内面に塗った絶縁媒体によってBDVが影響されることなどが明らかになった。

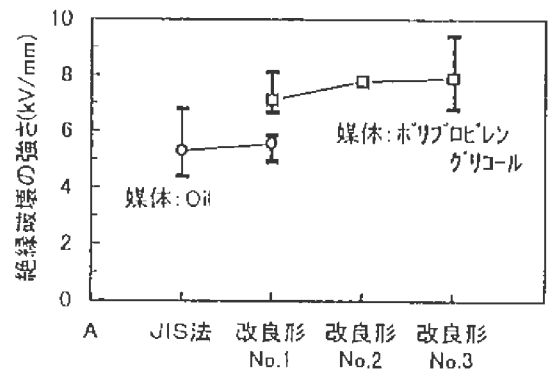


図2 電極構成とBDV

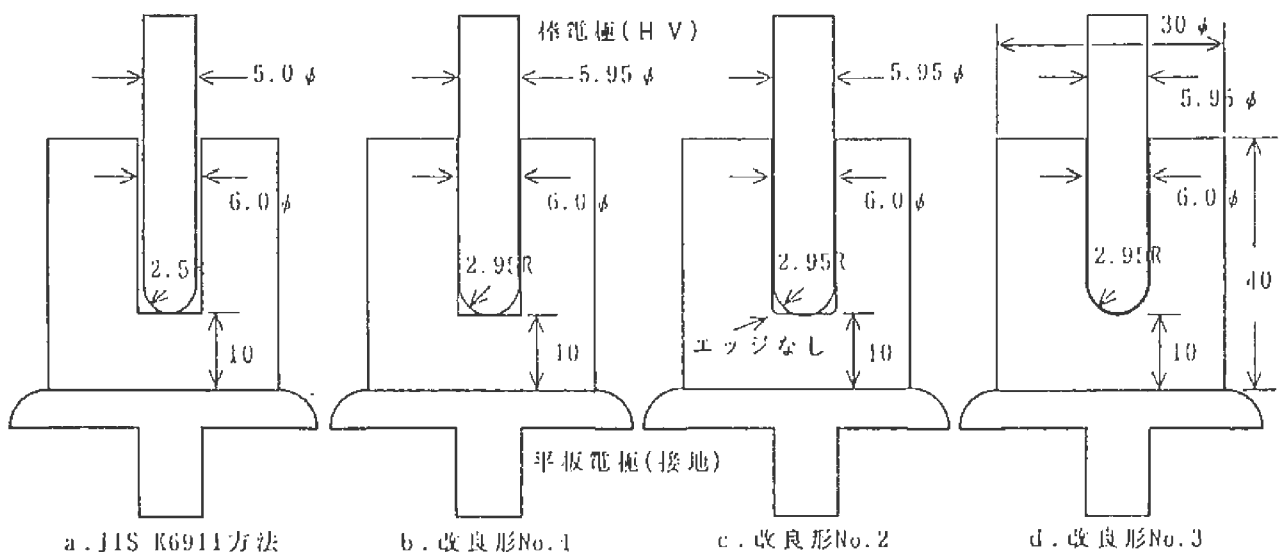


図1 試料及び電極構成

機械システム安全研究部 前田 豊, 橋内良雄,
吉久悦二

建設安全研究部 大幡勝利, 河尻義正

1. はじめに

本研究は、タワークレーンに関する耐震基準の作成に助するデータを蓄積するため、地震時のタワークレーンの応答を計算機シミュレーションにより解析することを目的とする。

地震による振動が負荷された時のクレーンの応答を解析するためには、クレーンの固有振動特性、減衰特性など、機械に特有の特性値が必要となる。このため、実機のタワークレーンを用いてその振動特性を求めるための加振実験を行うこととした。今回は、実機に対する加振方法の優劣を調べ、また計測箇所の選定のため、各種の方法により加振、もしくは振動の発生を試みることにした。

2. 実験方法

実験には図1に示すJCC-200形クライミングクレーンを用いた。当機はジブが全7段の長さ41m、マストは2段で12mであり比較的短くて自立したクライミングクレーンである。定格荷重（遅巻時）は作業半径15mまでが11.0t、最大作業半径の35mでは5.0tである。このクレーンに対し、以下の6種類合計13通りの方法により振動を発生させ、振動が停止するまでの機体各部の振動加速度を測定した。

- (1) 地切り。作業半径を最大の35mとし、ジブ方向を変えた2通りについて実施。
- (2) 巻き上げ後停止。作業半径を最大の35mとし、ジブ方向を変えた2通りについて実施。
- (3) 巻き下げ後停止。作業半径を最大の35mとし、ジブ方向を変えた2通りについて実施。
- (4) ジブ起伏（伏せ）の後停止。ジブ方向は2通りとし、それぞれにつき作業半径が15mになるまでジブを倒し停止させる場合と、33mまで倒して停止させる場合の2通りの組み合わせで、計4通りについて実施。
- (5) 旋回後停止。作業半径を最大の35mとし、旋回方向を変えた2通りについて実施。
- (6) マスト上端付近をロープで水平に引っ張ってから張力を解放。

ただし、通常の状態では、マスト頂部はクライミ

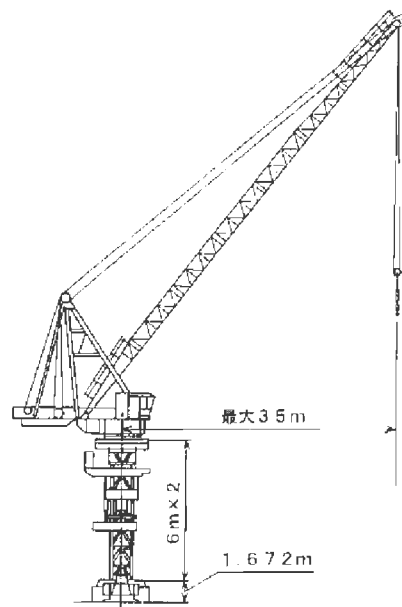


図1 供試機のタワークレーン

ングしているクレーンに隠れているため、ロープを取り付けることができない。このため通常の半分の長さの3mマストを頂部に継ぎ足し、その上部からワイヤロープを水平に引き出した。ワイヤロープは84m離れた位置から最大2000kgfの張力で引っ張り、切り離し装置により瞬間的に張力を解放した。

振動加速度の計測点数は、ジブについて3カ所7点、マストについて2箇所4点、基礎部について上下方向6点とした。

3. 結果

表1に最大加速度の大きさの例を示す。これ以外の場合はいずれも100galを超える加速度は観測されなかった。なお、ジブ根元データでは、ジブのガタによる衝突に起因すると思われるパルス状の加速度が観測されたが、除外して考えた。

表1 加速度の最大値の例

計測番号	動作	最大加速度 (gal)	方向
505	右旋回停止	200	左右
506	右旋回停止	310	左右
507	左旋回停止	310	左右
508	左旋回停止	330	左右
603	横荷重(500kgf)解放	30	上下
607	横荷重(1500kgf)解放	80	上下
609	横荷重(2000kgf)解放	110	上下
610	横荷重(2000kgf)解放	110	上下

建設用タワークレーンの振動特性に関する基礎的研究

建設安全研究部 大嶋勝利, 河尻義正
機械システム安全研究部 吉久悦二

1. はじめに

阪神・淡路大震災において、多くの建設用タワークレーンが倒壊するなどの重大な損傷を受けた。しかし、タワークレーンに関しては耐震設計基準が示されていないため、耐震性の検討が急務となっている。そこで、本研究ではタワークレーンの耐震設計基準を作るための基礎資料を得ることを目的として、実際に倒壊したタワークレーンの模型に対する振動実験を行った。

2. 研究方法

実際に倒壊したタワークレーンの寸法比1/30の振動模型を製作し、写真1に示すように振動試験機で地震波を与えた。対象としたタワークレーンは、マストと建設中の建物が支持材によりつながれていたが、この支持材が地震により切断されたかどうかで被害状況が異なっていた。切断されたタワークレーンは倒壊しなかったが、切断されなかった方は支持材上部が倒壊し地面に落下していた。このため、図1に示すように支持材の有無の2ケースについて振動実験を行った。

実験に用いた地震波は、阪神・淡路大震災時に神戸海洋気象台で観測された南北波と上下波で、それぞれ振動試験機の水平方向と鉛直方向に与えた。

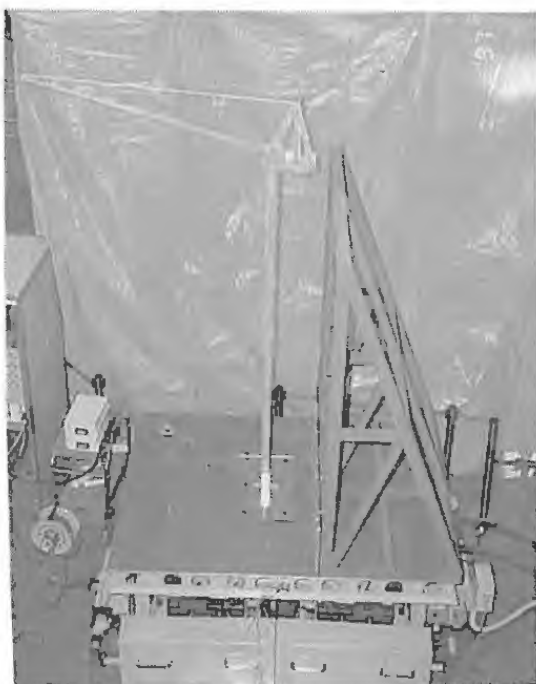


写真1 タワークレーンの模型に対する振動実験

3. 実験結果と考察

実験の結果、両ケースとも最大加速度はジブ先端の上下方向で発生していた。図2、3にその時の加速度応答を示すが、支持材が無い場合は最大約1500 galであったのに対し、支持材が有る場合には約2600 galにも達していた。これは、阪神・淡路大震災での被害状況と一致しており、支持材が切断されなかった場合に、より大きな地震力が加わり倒壊したものと推定される。

この原因は、地震時に卓越した振動周期がタワークレーンの固有周期と一致したためであり、その時の振動モードにより支持材上部に大きな力が加わったためである。このため、実際の設計時には種々の地震に対し振動周期と振動モードを考える必要があり、支持材上部など大きな力が作用すると予想される部材は補強する必要がある。

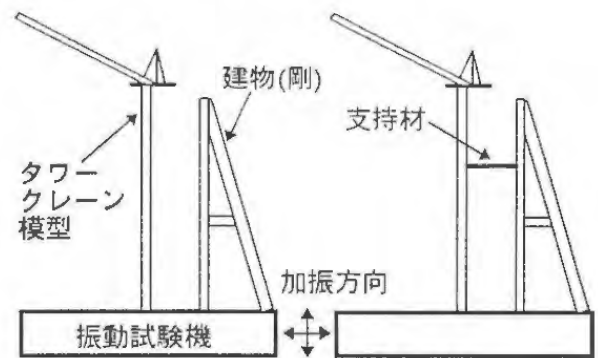


図1 支持材の有無に対する振動実験

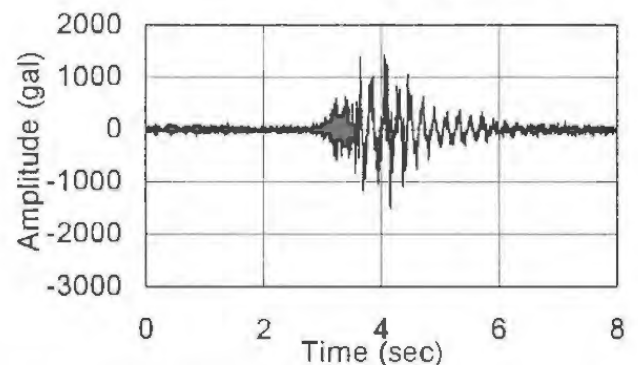


図2 支持材が無い場合のジブ先端の加速度応答

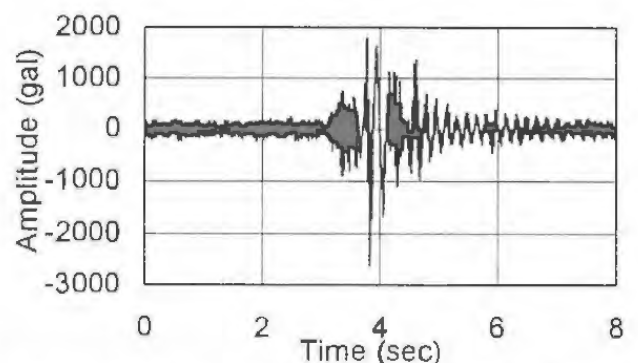


図3 支持材が有る場合のジブ先端の加速度応答

1. 研究目的

供用下にあるクレーン等の鋼構造物にき裂状の損傷が発見された場合、き裂の先端にドリル孔をあけて応力集中を緩和するストップホール法が適用される場合がある。このストップホールを高力ボルトで強く締め付ければ、一層き裂の再発生期間を延長することが可能となるが、ボルトの締め付け荷重とき裂発生寿命の定量的な関係は明らかにされていない。本研究では、負荷形式、ボルト軸力、板厚、円孔径等がストップホール補修法の疲労寿命に及ぼす影響について検討した。

2. 試験片および実験方法

供試材は板厚が19mmのSM490A鋼であって、降伏点402MPa、引張り強さ520MPa、伸び27%である。供試材の圧延方向と直角にき裂が進展するようにして、切欠きの先端にキーホールを有するCTとCCT試験片(図1)を作製した。これらの試験片のキーホール底(円孔壁)には、ひずみゲージを貼り付けた。キーホールの締め付けは市販の高力ボルトを用い、その軸部にひずみゲージを貼付け実験に供した。試験片への負荷は、容量196kNのサーボ疲労試験により与えた。疲労試験は、荷重波形正弦、繰返し速度5および10Hzで行った。

3. 実験結果

図2は板厚および円孔径の異なるCT試験片に、177MPaの繰返し応力範囲を負荷した場合に、円孔壁に生じる最大応力範囲 ΔS_{max} とボルトの締め付け力Fの関係を示したもので、円孔径が10mmの試験片では16mm他のものより若干高い応力が生じる傾向があるが、全体的には締め付け力増加に連れて減

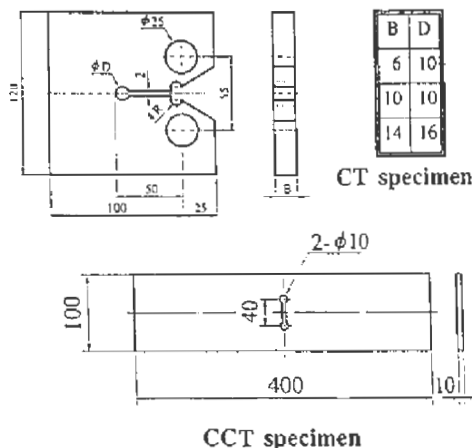


図1 試験片の形状

少しており、特に29.3kNの締め付けでは、締め付けがないときの約1/2まで応力範囲が減少している。なお、 ΔS_{max} とFの回帰結果は以下のように表される。

$$\Delta S_{max} = 417.20 - 19.623F + 0.375F^2$$

図3は疲労試験結果を示したもので、円孔壁の応力測定の場合と同様、CCT試験片ではCT試験片よりも疲労強度が低下している。なお、データの近傍の数値はボルト締め付け力である。締め付け力や試験片の寸法によってかなりのばらつきが見られるが、CT試験片ではボルトを締めない場合(○印)に比べて1.4倍以上疲労強度が向上している。

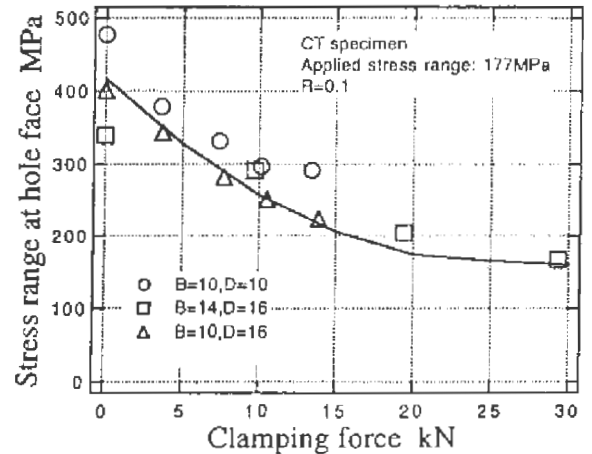


図2 ストップホール壁の応力範囲とボルト締め付け力

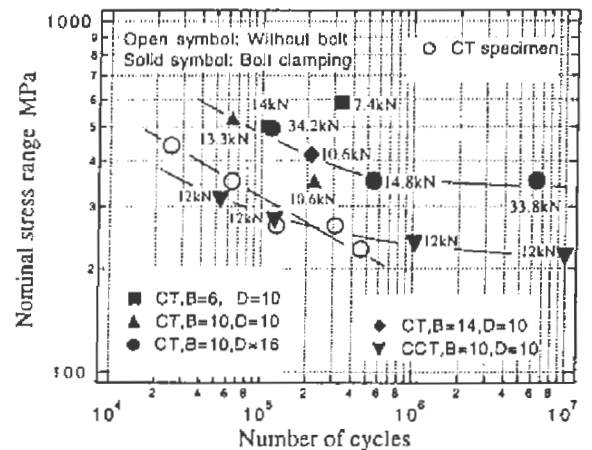


図3 疲労強度に及ぼすボルト締め付け力の影響

4. まとめ

- (1) 繰返し応力範囲が一定のCT試験片の場合、板厚や円孔径によらず円孔壁の応力はボルト締め付け力の増加に連れて減少し、30kNの締め付け力では締め付けない場合に比べて約1/2に応力を軽減できる。
- (2) 締め付け力が等しい場合のCTとCCT試験片の疲労強度は、CT試験片の方が高い。なお、CT試験片ではボルトの締め付けにより、疲労強度が1.4倍以上増加する。

墜落災害の人的要因に関する数量化分析

建設安全研究部 鈴木芳美, 臼井伸之介
機械システム安全研究部 江川義之

1. はじめに

本研究では、前年度に引き続き、155件の墜落災害の調査復命書内容について、人的要因の観点から考察を加えた。前年度では各事例について、被災者が墜落に至るまでの行動パターンの分類、198項目の災害発生要因項目についてのチェックを行って、コミュニケーションの問題が災害発生に関与していることなど、問題点の幾つか明らかにすることができた。そこで今回はさらに、土木工事・ビル建築工事・木造建築工事など工事内容の差異に着目した上で、上記災害発生要因項目について、数量化Ⅲ類およびクラスター分析を適用し、各事例で墜落災害発生に関連した人的要因に係わった背景要因を抽出・整理することを試みた。

2. 分析内容

各工事別（土木工事41事例、ビル建築工事60事例、木造建築工事54事例）に、各災害事例と災害発生要因198項目との関係について数量化Ⅲ類を適用した分析を行った。さらに、その結果得られた各災害発生要因についてのカテゴリスコアを用いてクラスター分析を通して各災害発生要因項目のグループ化を行うことにより、墜落災害の背景要因を抽出し、各工事別にそれらを整理することを行った。

3. 分析結果

数量化Ⅲ類を用いた分析の結果、各工事別に前年度チェックされた198項目の災害発生要因項目について、各々のカテゴリスコアに基づく散布図を作成した。また、これらにクラスター分析の結果を加味

して各要因項目の散布状況を考察し、各工事ごとの背景要因として下記の様な要因軸を抽出した。

すなわち、木造工事における墜落災害の場合では、作業の流れに関係した要因軸、作業者の経験に関係した要因軸、現場管理に係わる事項の要因軸などで、またビル建築工事における墜落災害の場合では、安全教育関連、作業の流れ関連、情報伝達関連の各要因軸でまとめられる結果が得られた。さらに、土木工事における墜落災害の場合では、作業者の経験、作業の流れ、作業者の個人的な要因に各々まとめられる要因軸が考えられた。しかしこの土木工事については、未だ分析事例が少ないため、橋梁・道路と言った工事内容の多様性に起因する差異を特定するまでには至っていない。

図1には、ビル建築工事における墜落災害の分析結果の一例を示した。ここでは、右端に情報伝達・打合せ等にまとめられる各クラスター、左端に安全带使用・高齢等の個人的要因に係るクラスターなどが、また上側には作業計画段階に関連する各クラスター、下側に作業実施時に関連する各クラスターなどが附置するなど、上述した要因軸の特色を明瞭に把握することができる。

これらの結果を見比べると、単独作業の多い木造建築工事、各種の工程や作業が輻輳するビル建築工事、また作業場所が広範囲にわたり工事内容に多様性のある土木工事など、各々の工事種類の性格の差異に基づいた諸条件が、各々に墜落災害の背景要因として反映していると考えられる。しかし一方で、各々に「作業の流れ」・「作業者の経験」等の要因軸が共通して浮き彫りになっているとも考えられる。これらの問題については、今後さらにアンケート調査等を含めて検討を継続する予定である。

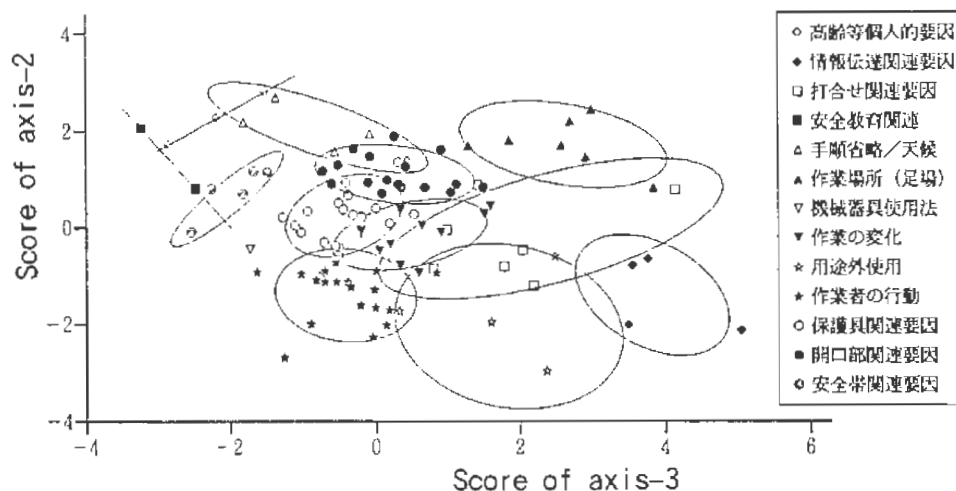


図1 ビル建築工事での墜落災害事例における災害発生要因項目の数量化Ⅲ類分析結果（クラスター別散布状況）

質問紙法による墜落災害の人的要因の分析

建設安全研究部 臼井伸之介, 鈴木芳美
機械システム安全研究部 江川義之

1. はじめに

前年度研究では155件の墜落による災害調査復命書内容について、人的要因の観点から分析を行った。その結果、安全带等保護具装着の問題、開口部における手摺り等安全施設設置の問題、打合せの不徹底等作業のコミュニケーションの問題が墜落災害に係わる主要な問題点として浮かび上がった。そこで本研究では主にそれら3点に焦点を絞り、その出現背景を明らかにするための質問紙を作成、建設現場作業員に配布することにより、分析を加えた。ここではその集計結果の一部を記す。

2. 調査方法

質問項目：前年度研究結果、過去の文献、現場作業員の面接等を通して質問紙案を作成した。質問紙は安全带未使用・開口部放置・開口部手摺り取外し・情報伝達不徹底が生じる具体的背景、安全带を必ず使用する状況性、作業省略が発生しやすい・発生しにくい状況性、フェイスシート（性、年齢、経験、職種、所属会社の規模）等20項目から構成される。

調査手続き：調査に先立ち足場組立・解体業者2社において予備調査を実施し、現場作業員の意見に基づき質問紙内容を一部修正した。本調査では道路建設工事会社、足場組立・解体業者、足場リース業者の3社の協力を得て質問紙を配布した。回収方法は個人毎に、記入した用紙を所定の封筒に入れて郵送してもらい、記入内容の守秘性を確保した。配布数は337、回収数は224（回収率66.5%）であった。調査は1996年10月～12月に実施した。

3. 結果

フェイスシートの分析：回答者の年齢構成は10代5.4%、20代46.5%、30代24.6%、40代11.2%、50歳以上6.2%であり、53.1%が職長・親方クラスと回答した。職種は鳶工が34.4%、足場組立工が20.5%、現場職員が31.7%、その他7.9%であった。

安全带、開口部に関する質問項目結果：安全带を使用しない具体的背景および安全带を必ず使用する状況性についての質問項目結果を表1、表2に示す。安全带未使用の背景には「13.作業の邪魔になる」「9.何度もつけ替える必要がある」という本作業の能率や安全带の装着性の問題、また「5.作業位置が低い場合」「1.普段から使用していない場合」とい

う作業経験による思い込みの問題が主に関与している。また逆に安全带を必ず使用するのは「身を乗り出す作業」「掴まるものがない場合」というかなり危険な状況を示す項目で回答率が高いが、「悪天候の場合」は26.8%と意外に低い結果を示している。

開口部放置の背景に関する質問では「他の作業員が取り外してしまった場合」(58.9%)が最も高く、また開口部手摺り取外しの背景に関する質問では「手摺りが作業の邪魔になる場合」(90.2%)「一時的に取り外す場合」(71.9%)が高い。すなわち作業の邪魔になるため一時的に手摺りを取り外した場合、それが周知されなかったり放置されることにより、不安全状態が発生するという過程がうかがえる。

4. おわりに

今後は年齢や経験、職種別の分析や項目の多変量解析、また安全带使用に関する自由記述等の分析を実施することにより、墜落災害発生の背景にある人的要因をさらに明らかにする予定である。

表1 安全带を使用しないと考えられる場合
(該当するケース5つに○印)

	回答率
1. ふだんから安全带を使用していない場合	56.7
2. 親綱が張られていない場合	30.8
3. 安全ネットが張られている場合	22.3
4. 安全带を携帯していない場合	33.9
5. 作業位置が低い場合	68.3
6. 工程が遅れている場合	14.3
7. 作業が一段落(休憩前など)する場合	24.6
8. 工事が完成に近づいた場合	7.6
9. 何度もつけ替えなければならない場合	57.1
10. だれも見えていない場合	12.5
11. 急いでいる場合	42.4
12. 雨が降りかけてきた場合	4.9
13. 作業の邪魔になる(能率の落ちる)場合	69.6
14. 疲れている場合	4.5
15. その他	8.0

表2 必ず安全带を使用する場合
(該当するケース3つに○印)

	回答率
1. 上下でものをやりとりする場合	13.4
2. 身を乗り出す作業の場合	72.8
3. かなり高所での作業の場合	57.1
4. バランスを崩しても掴まるものがない場合	70.1
5. 悪天候(風雨など)の場合	26.8
6. 重量物を扱う(クレーンの荷下ろしなど)場合	5.4
7. ルールや規則がきびしい現場の場合	40.6
8. その他	4.0

1. はじめに

作業者が立っている床面をスライドさせて、立位姿勢のバランスを崩す限界の加減速の大きさから評価する方法を考案した。本検査法の活用範囲を広げるために、本研究では従来からおこなってきたステップ波状刺激でなく半波の単一正弦波状の外乱刺激を与えた場合の立位姿勢の保持限界特性を解明した。なお、開発した作業姿勢の安定性評価試験機は全長3.2mで走行台の最大スライド距離が2.0 mである(写真1)。

被験者は高齢者10名(男子5名,女子5名)で平均年齢69.2歳(65~73歳)である。平均身長は153.0cm,平均体重は55.1kgである。高齢者の実測結果との比較のために、若年者は5名(男子2名,女子3名)についても実測を行った。平均年齢18.8歳(18~19歳)である。平均身長は167.4cm,平均体重は60.8kgである。

2. 実験結果と理論的な考察

実験結果によれば半波の単一正弦波では刺激時間の逆数値が 1.0 s^{-1} 以上に限って、ステップ波状の場合と同様に限界値と一次の関係となった。つまり、この領域では限界値を $\alpha \text{ cm/s}^2$ 刺激時間を T 秒とすると次式で表現できる。ただし、一次式の傾きを a , 切片を b とする。

$$\alpha = \frac{a}{T} + b \quad (1)$$

この直線性を示す範囲で実測値の高齢者と若年者の平均限界の大きさを比較すると、高齢者は若年者の85%となっている。既に得られているステップ状の刺激力に関する若年者の b 値 60.6 cm/s^2 , a 値 13.7 cm/s を用い、高齢者は若年者の15%減として仮定すると、高齢者の b 値は 51.5 cm/s^2 , a 値が 11.6 cm/s と算定される。

ステップ波状外乱刺激に関する立位特性を表す式(1)から式(2)が求められる。この式(2)を本実験で用いた正弦波状の刺激力で置き換えると式(3)のようになる。

$$(\alpha - b) \cdot T > a \quad (2)$$

$$P = \int \left(\alpha_{\max} \cdot \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) - b \right) dt > a \quad (3)$$

左辺を求めるには、限界値 α_{\max} を求めてから、次に刺激値が b 値以上となる時間区間を算定して定積分の範囲を定めて、式(3)の P 値を計算する。立

位バランスを失う時には左辺の量は常に a 値以上となるはずである。

式(3)を用いて減速刺激に関して P 値を算定した結果を図1に示す。立位姿勢の立ち直り効果が現れないステップ波状の刺激力の場合では、立位バランスを崩す量はグラフ上で一定となるが、本研究で実施した単一正弦波の場合では、刺激時間が1秒以上になると増加し、姿勢制御によりエネルギーを吸収していると推察される。

ステップ波では P 値が一定となるが、正弦波では刺激時間が1秒以上になると姿勢の立ち直り制御反応が間に合い、それだけ大きな刺激量に耐えられるようになる。このように、式(3)を用いて立位姿勢の立ち直りの効果を一般化して論じることができる。

3. まとめ

正弦波に関する基本的知見により、ステップ波だけでなく半波の単一正弦波を用いて立位姿勢の安定性と姿勢制御反応の評価ができる可能性を示すことができた。開発した試験機の応用範囲を更に広げることができたばかりでなく、正弦波刺激が与える作業員への影響を理論的に考察する方法を見出すことができた。本基礎理論は揺れの研究にも応用できると考えられる。

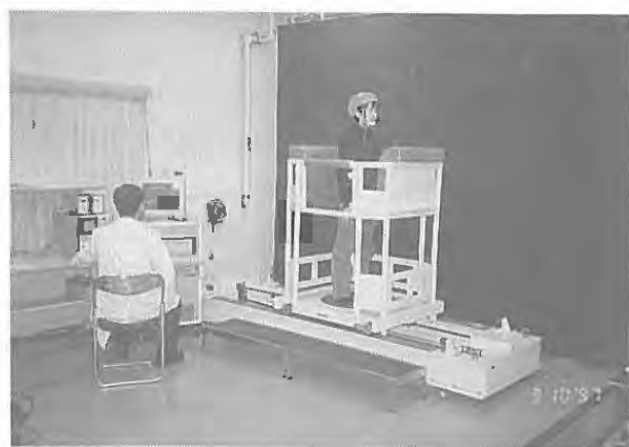


写真1 開発した作業姿勢の安定性評価試験機

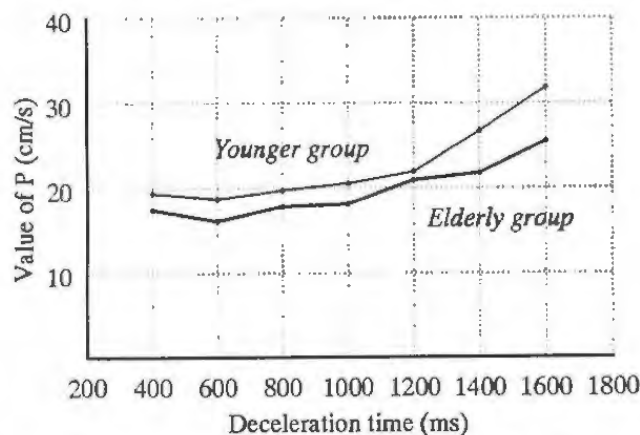


図1 半波の単一正弦波刺激の場合の算定値

建設安全研究部 大嶋勝利, 永田久雄, 河尻義正

1. はじめに

橋梁主塔架設時などにおいて、構造物の作業床では風により長周期大振幅の水平方向の揺れが発生している。この条件下での作業性に関する基本特性を求めため、被験者に一方向単発の正弦波加速刺激を与える実験を行い、直線描き作業の限界を調べた。本報では、直線描き作業の限界時における頭部および腰部の変位を測定し、人体の動揺と作業性について検討した。

2. 実験方法

男子5名の被験者を対象に、リニア・アクセラレータを用いて実験を行った。実験では、被験者の横方向と前方向へ0.125~2.0Hzの8段階の周波数別に、一方向単発の正弦波加速刺激を与えた。徐々に加速度を大きくしながら繰り返し行い、直線が真っ直ぐ描ける限界の加速度を求めた。その際、写真1に示すように、被験者の頭部のヘルメットと腰部のベルトにワイヤー式の変位変換器をそれぞれ取り付け、頭部と腰部の変位を測定した。

3. 実験結果と考察

実験の結果を、周波数と直線描き作業の限界時における頭部および腰部の変位（平均値）の関係として、それぞれ図1, 2に両対数表示する。同様に、周波数と限界加速度の実効値の関係を図3に両対数表示する。



写真1 頭部および腰部の変位の測定

図1, 2より、直線描き作業の限界時における頭部および腰部の変位は、0.125~2.0Hzの間では周波数の上昇とともに直線的に減少している。すなわち、ゆっくりとした揺れの中では、頭部および腰部が大きく変位しても直線は真っ直ぐ描けるが、揺れが早くなるにつれて小さな変位でも直線が描けなくなるといえる。

一方、図3より限界加速度は0.5Hzを中心にV字型の分布をしている。図1, 2より考えると、周波数と限界加速度の関係は変曲点のない直線または曲線となるはずである。V字型になった原因は、周波数が0.5 Hz以下のゆっくりとした揺れに対しては人体が反応でき、姿勢を保持しようとする力が働くためと考えられる。

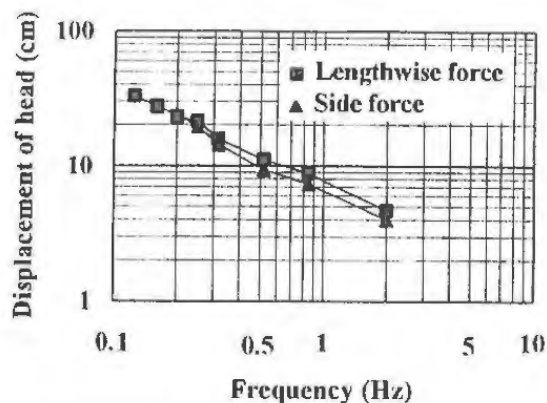


図1 直線描き作業の限界時における頭部の変位

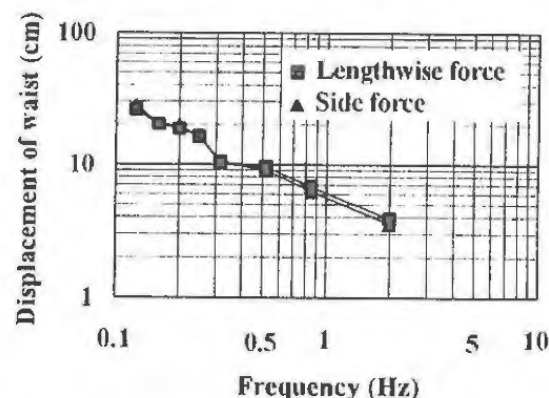


図2 直線描き作業の限界時における腰部の変位

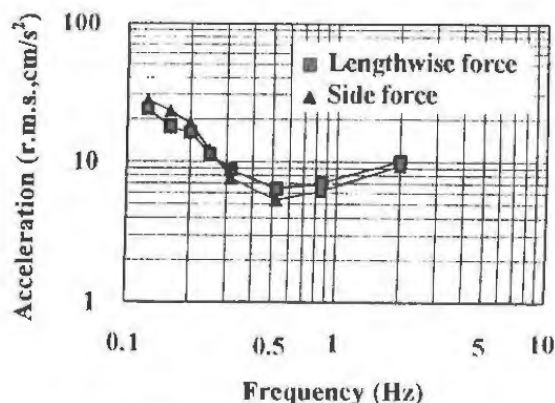


図3 直線描き作業の限界加速度

粒子法による帯電粉体のシミュレーション

物理工学安全研究部 大澤 敦, 児玉 勉, 田島泰幸

1. はじめに

今日, 粉体は多様化し, 広範囲の産業分野で利用されている。これらの粉体の処理過程ではその帯電電荷による静電気危険性が潜在的にあり, これが原因による事故が未だ絶えず, 特に帯電粉体の輸送およびタンク内への投入時に多発している。そこで, 本研究ではこの帯電粉体による静電気危険性の評価のため, 帯電粉体がタンク内に投入される時の粒子挙動と動的な電界分布を粒子法によるシミュレーションを用いて求めた。

2. モデリングとシミュレーション結果

粒子法は個々の粒子の運動をいくつかの粒子を代表する粒子(超粒子)によってシミュレートし, その粒子の分布から電界を計算するので自己無撞着なシミュレーションが可能となる。この粒子法の利点は粉体を微視的に見ているため, 流体モデルシミュレーションとは異なり, 個々の粒子の追跡や粉体の粒径分布の考慮なども可能となることである。

シミュレーションは軸対称二次元で粒子法にそって行った。シミュレーションに用いたタンクは高さ1.0 m, 半径0.5mの金属製円筒タンクであり, このタンクは接地されている。粉体粒子は粒径分布が対数正規分布をもった球とし, 乱数で粒径を決定した。粒径分布は表2に示す4種類について行った。この粉体は比重が1.0, 比誘電率が2.0の物質とした。電荷量は $1.0 \mu\text{C}/\text{kg}$ とし, 個々の粒子の電荷はその表面積に比例するとし, 時間的に変化しないとした。粒子は初速度 0.5 m/s (偏向角, 方位角を乱数で決定)でタンクの上部の中心に開けた直径10 cmの穴から毎dtごとに投入され, 投入量は 1.0 kg/s とした。堆積する粉(ヒープ)の安息角は 40.0° とした。

図1-3にその結果の一例として, 10秒後の粒子分布, 電界強度分布およびエネルギー密度分布を示す。

表2 シミュレーションに用いた粉体の粒径

	Dp50%*	Dp15.9%*	average
I	50 μm	100 μm	63.6 μm
II	1 mm	2 mm	1.27mm
III	500 μm	1 mm	636 μm
IV	500 μm	2 mm	1.31mm

*Dp50%とDp15.9%はふるい上分布の50%と15.9%粒径

3. まとめ

これらの結果からヒープ表面の中心軸上付近において(粉体Iでは投入口付近も含む)着火性の放電が起きうることがわかった。また, 粉体の投入にともなう静電気現象は粉体の粒径だけでなく, 粒径分布にも依存することが示された。

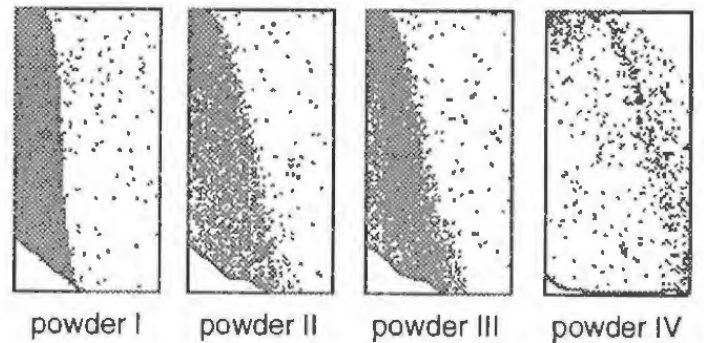


図1 粒子分布

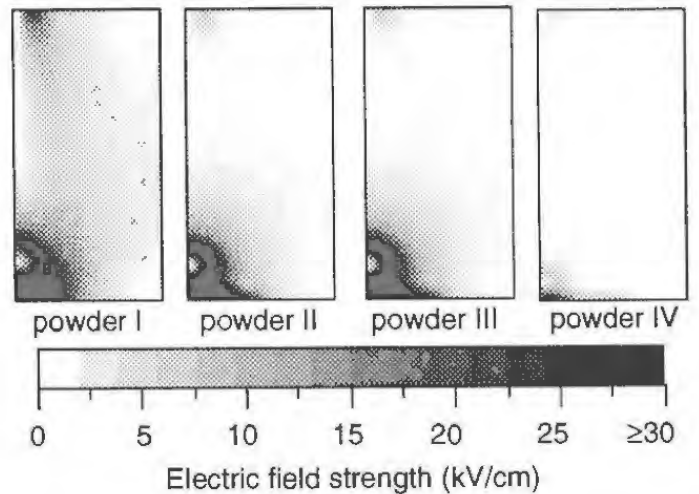


図2 電界強度分布

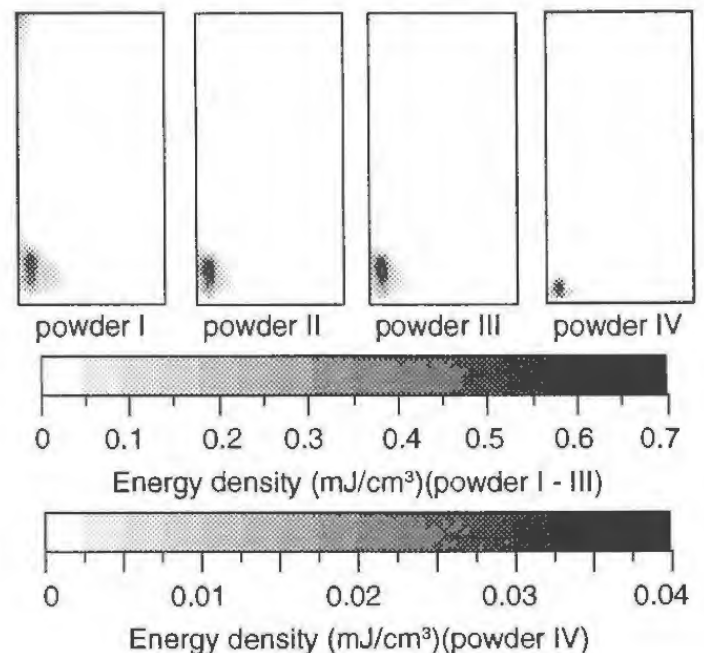


図3 エネルギー密度分布

1. 研究目的

フレキシブルコンテナ（フレコン）から粉粒体原材料を排出するとき、摩擦帯電したフレコンから発生した静電気放電が可燃性溶剤・粉体の着火源となったと推定される爆発や火災が多発し、その対策が問題となっている。そこで、一般のフレコンの帯電危険性の把握及び静電気対策品の安全評価を目的として実規模実験を行った。

2. 実験方法

実験では、500kgのポリプロピレン（PP）ペレットを充填した試験フレコンをホイストクレーンにより吊り上げ、フレコンの排出口の紐をほどくことによって、金属パイプ枠組み内に設置された受け用のフレコンへペレットを排出し、その間のフレコンの帯電電位及びペレットの帯電量を測定した。ここで、周囲を金網で囲ったパイプ枠組みは、テフロンシートの上に敷いた金属板の上に置くことによって床から絶縁し、ペレットの帯電電荷を測定するためのファラデーケージとして用いた。フレコンの帯電電位及び排出後の受け入れフレコン内のペレットの帯電電位は静電気測定器を用いて測定した。

3. 研究成果

試験に用いたフレコンの種類、素材、抵抗率及び実験結果並びに帯電防止効果の評価を表1に示す。ここで、クロスはPP又はポリエチレン(PE)製のテープを平織りしたワンウェイタイプで、ターポリンは高分子繊維製の基布にポリ塩化ビニル (PVC)、エチレン・酢酸ビニル共重合体 (EVA) 等の樹脂を塗布したランニングタイプのフレコンである。導電繊維入りクロスは、金属繊維入り導電糸を2.5cmピッチの格子状に縫い込んだクロスである。

実験結果を要約すると、帯電防止していないPPクロス及びPVCターポリンは、粉粒体の排出時に帯電電位が-30kV以上となり、可燃性溶剤蒸気が存在する場合はその着火源となる危険性がある。ただし、カーボン入りの導電性内袋を接地して使用すると帯電防止される。表面抵抗率が $1 \times 10^{10} \Omega$ 程度以下の帯電防止剤入り及びカーボン入りのフレコンは、適切に接地して使用する限り帯電防止効果がある。導電繊維入りフレコンは、コロナ放電により帯電防止するので、フレコンが帯電防止されるだけでなく、粉体の帯電防止効果も認められる。そのほか、表には示されていないが、絶縁性内袋を使用すると、その内面に静電気が蓄積するため、条件によっては可燃性の溶剤だけでなく微粉体の着火源となる放電を起こす危険性があることも示唆された。

表1 実験結果及び帯電防止効果の評価

フレコン			内袋	フレコン帯電		ペレット帯電		
種類 素材	上：表面抵抗率 下：体積抵抗率	備考		帯電電位 (kV)	評価	電荷量 (nC/kg)	帯電電位 (kV)	評価
PPクロス	$7.4 \times 10^{14} \Omega$ $3.3 \times 10^{13} \Omega \cdot m$	絶縁	なし	-48	×	4.8	12	×
			絶縁PE	-33	×	12	39	×
			導電PE	-6	○	23	19	×
PVCターポリン	$2.3 \times 10^{13} \Omega$ $4.8 \times 10^9 \Omega \cdot m$	絶縁	なし	-116	×	48	35	×
			絶縁PE	-64	×	10	47	×
導電可塑剤入り PVCターポリン	$5.4 \times 10^{10} \Omega$ $2.4 \times 10^7 \Omega \cdot m$	接地	なし	-2.5	◎	57	57	×
帯電防止剤入り EVAターポリン	$1.3 \times 10^{13} \Omega$ $3.3 \times 10^{12} \Omega \cdot m$	接地	なし	-16	△	30	45	×
			絶縁PE	-8	△	23	20	×
カーボン入り PEクロス	$2.8 \times 10^8 \Omega$ $7.1 \times 10^8 \Omega \cdot m$	接地	絶縁PE	0	◎	16	40	×
導電繊維入り PPクロス	$1.4 \times 10^5 \Omega$ $3.6 \times 10^4 \Omega \cdot m$	接地	なし	0	◎	4.6	1.6	○
			絶縁PE	-0.8	◎	9.2	15	△
		絶縁	なし	-6.4	△	5.0	8.5	△

環境温度:20~23℃, 湿度:40~50%, 帯電防止効果の評価:◎効果大 ○効果あり △効果中間 ×効果なし

静電気による新原材料の爆発・火災の防止に関する研究

—可燃性ミストの帯電特性と着火限界の測定—

化学安全研究部 大塚輝人, 松井英憲

1. 研究目的

本研究においては、ほとんどデータが得られていない可燃性液体の噴霧状態における帯電特性やミスト雲の着火限界エネルギーを測定することにより、ミストの静電気による着火危険性を明らかにすることを目的としている。本年度は、超音波噴霧器による各種引火性液体ミストの最小着火エネルギーの測定を行った。

2. 実験装置及び方法

直径20mmのチタン酸バリウム製超音波振動素子（振動数：1.66MHz）の表面に、定量ポンプを用いて試料液を一定時間滴下し、爆発筒（直径67mm、高さ50mm）内にミスト雲を形成する。ミストの平均粒径は約 $5\mu\text{m}$ である。着火電極間の容量放電により、火炎伝播が生ずる最小のエネルギーを求める。エネルギー値は、 $CV^2/2$ で評価した。実験装置の概略を図1に示す。

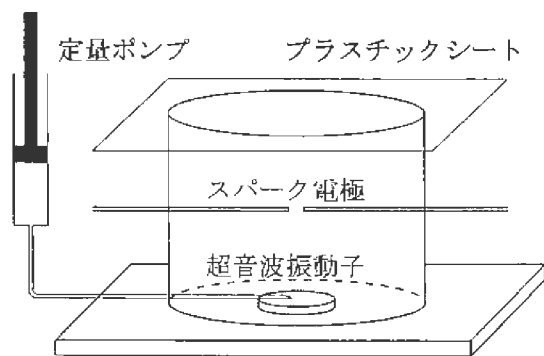


図1 実験装置の概略

3. 実験結果

3.1 エタノール／水混合液ミストの着火エネルギー

エタノール／水混合液ミストの着火エネルギーを測定した結果、エタノール20容量%以下では、0.5Jのエネルギーでは着火せず、静電気による着火の危険性はほとんど無いといえる。エタノール40容量%以上では、着火エネルギーは5mJ以下となり、静電気による着火の危険性があり、一般の可燃性ガス・蒸気と同程度の着火性があることが推定される。

3.2 飽和炭化水素のミスト濃度と最小着火エネルギー

飽和炭化水素について、ミスト濃度を変えて着火エネルギーを測定した結果、炭素数C9～C11では、

量論組成付近の濃度で最小値を、C12～C14では過濃側で最小値を示した。

3.3 飽和炭化水素の炭素数と最小着火エネルギー

C1～C7までの炭化水素ガス又は蒸気の最小着火エネルギーは、約0.25mJで一定であることが知られている。C6以下では、室温ではガス又は蒸気濃度が爆発上限界を超えるためミスト爆発は起こらない。C7～C9では、ミストの蒸気濃度に応じ、ガス・蒸気の着火エネルギー（約0.25mJ）より大きなエネルギーを与えれば着火する。C10以上では、蒸気濃度の影響がほとんど無くなり、最小着火エネルギーは、約4mJで、ミスト固有の一定値となる（図2参照）。

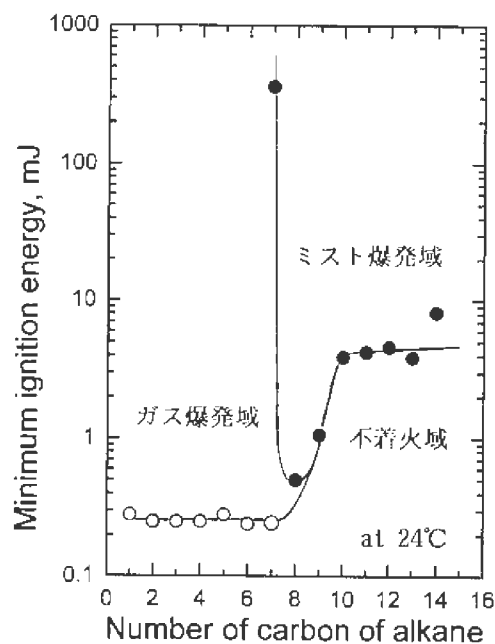


図2 飽和炭化水素の炭素数と最小着火エネルギー

3.4 ハロゲン化炭化水素類のミストの着火エネルギー

ペンタフルオロプロパノール及びトリクロロエチレンは、0.5Jのエネルギーでも火炎伝播は生じなかった。

4. まとめ

引火温度より低い液温でも、ミスト状態では引火爆発の危険性がある。引火点が常温より低い液体では、可燃性ガスと同等の最小着火エネルギー（1mJ以下）で着火危険性を評価する必要がある。不揮発性の可燃性ミストでは、最小着火エネルギーは、約4mJの一定値を示した。この値は、一般の可燃性ガス・蒸気より1桁大きく、粉塵より1桁小さい。水等の不活性溶剤で可燃性液体を希釈することにより、ミスト爆発の危険性を軽減し得る。難燃性液体のミストの最小着火エネルギーは大きく、通常の静電気スパークでは着火し得ないことなどが明らかとなった。

活性炭に吸着された有害物質の放電プラズマによる無害化処理技術の開発に関する研究

物理工学安全研究部 山隈繁蔵, 大澤 敦
見玉 勉

1. はじめに

薬品、塗料等の各種化学製品の製造、塗装、洗浄等の工程においては有機溶剤等が廃棄物として大量に発生する。これら廃棄物は、活性炭の吸着力を応用して回収されているが、吸着能力を失った活性炭は何ら処理されることなく廃棄されることが多いため、やがては大気中に再飛散する。本研究は、使用済みの活性炭から有害物質を脱着させ、更にその有害物質を無害化するために放電プラズマの熱的、化学的作用を応用した処理技術を開発することを目的としている。本年度は、活性炭脱着のために必要な熱エネルギーの回収および難分解性の物質の分解効率向上に関する実験および考察を行った。

2. 実験装置の概要

放電プラズマ実験装置の概要を図1に示す。まず、蒸気・ガス発生部において被処理ガス（数種のガス・蒸気混合気）を任意の濃度・流量で発生させ、放電プラズマ処理部へ送る。放電プラズマは高周波沿面放電電極による大気圧放電により得られ、更に、電極周辺には冷却および熱エネルギーの回収のための水冷式冷却機構が設けられている。プラズマ処理後のガスはGC-MS等により定性および定量分析した。

3. 実験結果

一般に、ハロゲン系溶剤蒸気は解離エネルギーが大きいので、化学反応が起こるには大きなエネルギーを与えなければならない。

そこで、消費エネルギーの節約対策として、OHラジカル等の活性種の効果を期待して、ハロゲンガスに可燃性ガス（メタンおよびプロパン）を添加した場合の分解率の変化を図2に示す。これによれば、可燃性ガスの添加の効果はほとんど認められなかった。一方、放電電流の増加を目的としてアルゴンガスを添加したところ、若干のエネルギー効率の改善が認められた（現在、混合比等の条件を調整し追加実験中）ので、放電電流増大の観点からエネルギー効率の改善対策を行う方が効果が高いと考えられる。

また、プラズマ放電電極からの熱エネルギーの回収効率を冷却水の温度上昇から計算したところ、放電エネルギーの90%以上が熱エネルギーとして回収できることが判明した。同量の物質に関しては、脱着に要するエネルギーは分解に要するエネルギーに比較して $10^{-2} \sim 10^{-3}$ 倍程度であることから、ロス分を考慮に入れても脱着に必要な熱エネルギーの回収は容易であると結論できる。

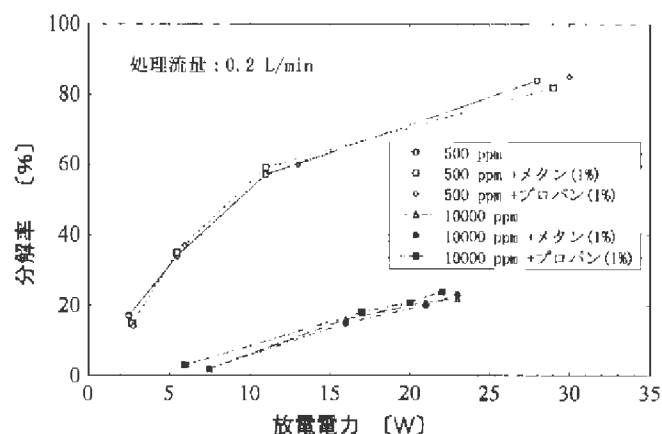


図2 ハロン分解特性（可燃性ガス添加の効果）

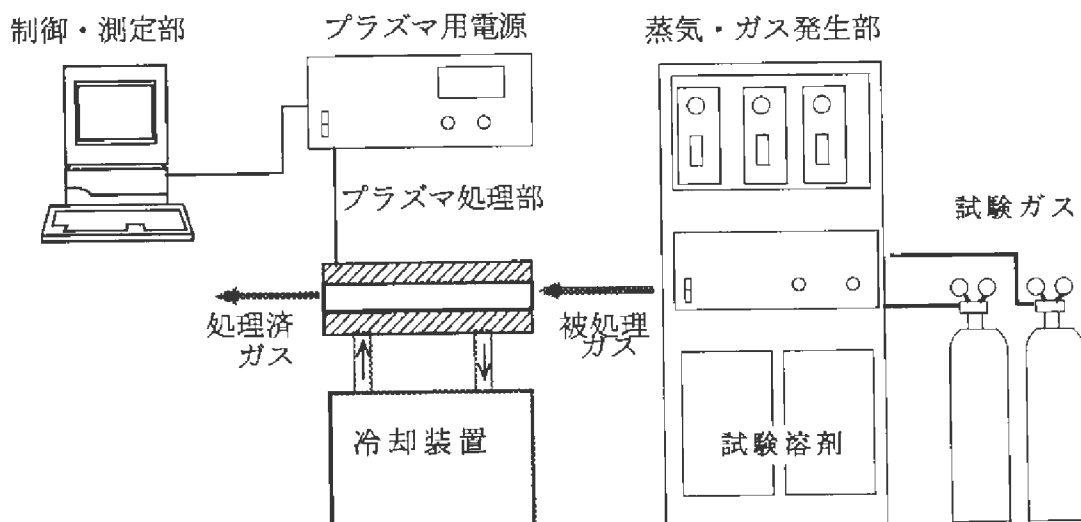


図1 活性炭・有害物質処理用プラズマ実験装置

2.3 研究成果の発表

1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
電気粘性流体(E R F)を用いた順応型アクチュエータに関する研究	産業安全研究所研究報告 NIIS-RR-96(1997)	杉本 旭
建設工事労働災害の発生状況の記録における情報構造に関する多変量統計解析	同上	鈴木 芳美
液状化地盤の側方流動解析法の開発	同上	玉手 聡
擬似触媒分解型固体有機薬品類のS A D T値	同上	琴寄 崇
液相反応における攪伴条件の発熱速度への影響(2) —エピクロロヒドリンの重合反応—	同上	藤本 康弘
電磁ノイズの電子回路への影響と半導体素子の静電気破壊防止について	同上	富田 一 田島 泰幸
プレス用光線式安全装置の伝導性ノイズに対するイミュニティ	同上	富田 一
機械安全に関する欧州規格の現状と国内法規との対応に関する調査	産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.14	梅崎 重夫 桑川 壮一
活性炭に吸着された有害性物質の放電プラズマによる無害化処理技術の開発	平成8年度環境庁調査研究報告	児玉 勉 山隈 繁蔵 大澤 敦
掘削溝の崩壊はこうして起こる 爆発・火災災害の要因分析	安全スタッフ, No.1672, 6~18 安全衛生コンサルタント, Vol.16, No.38, 38~41	豊澤 康男 板垣 晴彦
感電事故の現状と防止対策 はりわくで支持されたわく組足場の安全確保について	電設資材, Vol.25, No.6, 37~42 仮設機材マンスリー, No.141, 2~3	本山 建雄 小川 勝教
天候が塔状建造物の施工および作業性に及ぼす影響	土木学会論文集, No.534/VI-30, 125~134	大幢 勝利 他機関共同
絶縁用保護具・防具に関連した法規等 樹脂ライニング配管の静電気発生に関する実規模実験	電気と工事, Vol.37, No.8, 26~32 配管技術, '96.9, 1~5	市川 健二 児玉 勉 他機関共同
爆発・火災災害はどのように起こるのだろうか 作業省略による災害の背景にあるヒューマンファクターの分析	安全スタッフ No.1681, 6~15 仮設機材マンスリー, No.144, 2~3	板垣 晴彦 白井伸之介
天井クレーン模擬プログラム荷重下のガセット溶接継手の疲労強度	日本機械学会論文集(A編), Vol.62, No.600, 1779~1786	橋内 良雄 前田 豊
F R Pの絶縁破壊特性に及ぼす内部マイクロ界面の影響 静電気障災害概論	電気学会論文誌 A, Vol.116, No.10, 886~892 静電気学会誌, Vol.20, No.5, 266~ 269	吉久 悦二 市川 健二 本山 建雄 児玉 勉
キリンジャッキを有する支柱の座屈強度 危険認知回避能力の評価 —感覚による違いと年齢による違い—	仮設機材マンスリー, No.146, 2~3 クレーン, Vol.34, No.10, 2~7	大幢 勝利 深谷 潔

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
誤操作防止手段に関する研究 —操作スイッチの改善—	クレーン, Vol.34, No.11, 2~7	深谷 潔
コンピューターグラフィックスによる建設現場の視覚化	建設マネジメント研究論文集, Vol.4, 69~76	花安 繁郎
高齢化と安全対策の基本	安全, Vol.47, No.10, 10~14	永田 久雄
我が国と欧州の安全の基本的な考え方	安全, Vol.48, No.1, 8~9	桑川 壮一
廃棄物破碎設備での火災・爆発の現状と防止対策	日本火災学会誌, Vol.46, No.6, 13~17	板垣 晴彦
我が国の各種リスクの現状と安全工学の今後の役割と方向に関する考察	土木学会安全問題討論会 '97研究論文集 1997.3, 111~118	花安 繁郎
Failure characteristics of a sheet pile wall in centrifuge tests	Proceedings of the International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground (London, 1996), 225~230	Y. Toyosawa N. Horii, S. Tamate et al.
兵庫県南部地震によるクレーンの被害状況可燃性液体の引火温度範囲	クレーン, Vol.35, No.3, 7~14 災害の研究, Vol.28, 297~309	橘内 良雄 松井 英憲 大塚 輝人 他機関共同

2) 口頭発表 (国内)

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
赤外線法によるストップホール近傍の応力評価	日本機械学会第73期通常総会講演会	8.4.2	橋内 良雄 本田 尚
ひずみゲージを用いた継ぎ手模擬試験片の疲労き裂モニタリング	同上	4.4	佐々木哲也 他機関共同
母音判別能力を評価するための聴力検査法に関する研究	日本人間工学会第37回大会	5.18	江川 義之
リニア・アクセラレータを用いた長周期・大振動の揺れに関する基礎的な研究	同上	5.18	永田 久雄 大幡 勝利
加速度刺激に対する立位姿勢の安定性に関する研究 (その5) 外乱に対する姿勢維持反応のメカニズム	同上	5.18	永田 久雄 他機関共同
衝撃加速刺激の作用方向と転倒方向	同上	5.18	永田 久雄 他機関共同
空間監視による人間-ロボット作業システムの運用	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'96	6.21	池田 博康 杉本 旭
E R 流体を用いた直動型及び回転型機構の原理と評価	同上	6.21	杉本 旭 他機関共同
A 5 3 3 B 鋼の高温純水中と水素環境中の疲労破面形態の比較	日本材料学会第9回フラクトグラフィシンポジウム	6.26	橋内 良雄 田中 正清 本田 尚
ワイヤロッドのフレッキング疲労とフラクトグラフィ	同上	6.27	橋内 良雄 本田 尚 M. Kamaraj
建設機械および天井クレーンの疲労損傷と試験装置の応力腐食割れ	同上	6.27	橋内 良雄 前田 豊
墜落災害のヒューマンファクター分析	産業・組織心理学会第41回研究会 (作業部門)	6.29	白井伸之介
軟弱粘土地盤上に築造した盛土の遠心模型実験	第31回地盤工学会研究発表会	7.17	堀井 宣幸 豊澤 康男 他機関共同
地盤破壊によるクレーン車転倒に関する研究	同上	7.18	堀井 宣幸 他機関共同
上部に切梁を設置した矢板の崩壊挙動	同上	7.18	豊澤 康男 堀井 宣幸 他機関共同
液状化地盤の流動解析手法の開発	同上	7.19	玉手 聡 他機関共同
電撃死の許容限界の周波数特性及び交流持続時間特性を表す回路モデル	平成8年度電気設備学会全国大会	9.5	山野 英記

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
走査型プローブ顕微鏡によるデンドライ トの形状観察と成長過程の一考察	電気学会誘電・絶縁材料研究会	8. 9.11	本山 建雄 市川 健二
くさび結合式型枠支保工の安全性（その 4:四角塔の水平加力実験）	1996年度日本建築学会大会（近畿）	9.14	大幢 勝利 河尻 義正 小川 勝教
くさび結合式型枠支保工の安全性（その 5:水平剛性と座屈荷重の関係について）	同上	9.14	河尻 義正 小川 勝教 大幢 勝利 他機関共同
建設工事墜落災害における人的要因に関 する一考察	土木学会第51回年次学術講演会	9.17	鈴木 芳美 臼井伸之介 江川 義之
労働災害による被害規模の予測分布につ いて	同上	9.17	花安 繁郎
阪神・淡路大震災による工事用設備等の 被害状況について	同上	9.18	堀井 宣幸 大幢 勝利 豊澤 康男 河尻 義正 小川 勝教
建設工事における長周期大振幅の水平動 揺下での作業性・安全性に関する基礎的 研究	同上	9.19	大幢 勝利 永田 久雄
上端を支持した土留め矢板の崩壊挙動	同上	9.19	豊澤 康男 堀井 宣幸 他機関共同
鋼心入りワイヤロープのS曲げ疲労にお ける内部損傷特性について	日本機械学会第74期全国大会	9.21	田中 正清
赤外線法による応力拡大係数範囲の決定	同上	9.22	橋内 良雄 本田 尚
ハイヒール歩行の危険性について	第10回日本靴医学会	9.28	永田 久雄
ストップホールのボルト締め付力が疲労 き裂発生寿命に及ぼす影響	日本機械学会'96材料力学部門講 演会	10. 3	橋内 良雄 M.Kamaraj
A533B鋼の高温高圧水中と水素環境 中における疲労き裂進展挙動の比較	同上	10. 4	橋内 良雄 田中 正清
機械類の国際安全規格の構成と基本的な 考え方について	第26回安全工学シンポジウム	10. 8	糸川 壮一
工事用設備等の阪神・淡路大震災による 被害状況について	同上	10. 8	堀井 宣幸 大幢 勝利 豊澤 康男 河尻 義正 小川 勝教

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
くさび結合部を有する型枠支保工の座屈強度	第26回安全工学シンポジウム	10.8	大嶋 勝利 河尻 義正 小川 勝教
地盤破壊による移動式クレーン車の転倒について	同上	10.8	玉 手 聡 他機関共同
作業集中を阻害する騒音の特性	同上	10.8	江川 義之
ネオジム・鉄合金の反応性	同上	10.8	大塚 輝人 林 年宏
光線式安全装置の伝導性ノイズに対するイミュニティ	同上	10.9	冨田 一
ダイナミックDSCによる反応性物質の熱危険性評価	火薬学会1996年度秋季大会	10.24	安藤 隆之
自触媒分解型固体有機薬品類のSADT値	同上	10.24	琴寄 崇
フレキシブルコンテナバグの帯電測定	第20回静電気学会全国大会	10.28	児玉 勉 山隈 繁藏 他機関共同
可燃性液体の流動帯電における電導率の影響(II)	同上	10.28	児玉 勉 田畠 泰幸
人体の除電方法	同上	10.28	田畠 泰幸 他機関共同
粒子法による帯電粉体タンク内の粒子挙動と電界分布の計算	同上	10.29	大澤 敦
液相反応における攪拌条件の発熱速度への影響	第2回RCユーザーフォーラムジャパン	10.30	藤本 康弘
安全制御システムの論理的研究(第2報-寸動動作による安全条件の生成)	第14回日本ロボット学会学術講演会	11.1	杉本 旭 他機関共同
抑制制御方式の特性改善に関する研究(インパルス状抑制力発生機構の開発)	同上	11.3	杉本 旭 他機関共同
Fretting fatigue behaviour of wire rope and SNCM 439 steels	日本材料学会第23回疲労シンポジウム	11.25	M.Kamaraj 橋内 良雄
ストップホールによる疲労き裂進展阻止効果	同上	11.26	橋内 良雄 M.Kamaraj 本田 尚
面外ガセット溶接継手の疲労強度に及ぼす寸法の影響	同上	11.26	橋内 良雄 本田 尚 M.Kamaraj
高圧気体により急速圧縮を受けた液体の発火限界	第29回安全工学研究発表会	12.5	板垣 晴彦
マグネシウム合金の粉じん爆発危険性	同上	12.5	松田 東栄

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
ジルカロイファインの爆発限界酸素濃度と水分の影響	同上	12. 5	松田 東栄 他機関共同
液状物質の引火・爆発危険性簡易測定法	第29回安全工学研究発表会	12. 5	松井 英憲 大塚 輝人
疑似自触媒分解型固体有機薬品類のS A D T 値	同上	12. 5	琴寄 崇
建設労働災害の現状と問題点	第39回リスク・アナリシス研究会	12. 7	花安 繁郎
動く歩道・エスカレーターの安全性について	日本人間工学会第26回関東支部大会	12.15	永田 久雄
衝撃加速刺激の作用方向と転倒方向	同上	12.15	永田 久雄
電気粘性流体（ERF）の機構と応用	第46回応用力学連合講演会	9. 1.27	杉本 旭
フレキシブルコンテナの帯電測定と帯電防止	1997年度第1回静電気学会研究会	3.14	児玉 勉
放電着火の時空間分解分光測定	同上	3.14	大澤 敦 他機関共同
ハル等廃棄物の高圧縮試験（Ⅱ）	原子力学会1997年春の年会	3.26	松田 東栄 他機関共同
イオンマイグレーション生成物の三次元形状	平成9年度電気学会全国大会	3.26	本山 建雄 市川 健二
F R P の繊維方向絶縁耐力試験方法に関する検討	同上	3.28	市川 健二 本山 建雄 他機関共同
S N C M 4 3 9 鋼のフレッチング疲労強度	日本機械学会第74期通常総会講演会	3.29	M.Kamaraj

3) 国際研究集会口頭発表

題 目	研 究 集 会 名	発表年月日	発 表 者
The SADT values of solid chemicals of the pseud-AC type	The OECD-IGUS Energetic and Oxidising Substances Working Group Meeting, Delft, Netherlands	8. 5.22	T.Kotoyori
The determination of stress concentration factors and stress intensity factors by means of thermoelastic effect	LOCALISED DAMAGE 96, Fukuoka, Japan	6. 4	Y.Kitsunai, T.Sasaki and T.Honda
Deformation and failure characteristics of vertical slopes in centrifuge tests	Seventh International Symposium on Landslides, Trondheim, Norway	6.20	T.Toyosawa, N.Horii, S.Tamate and S.K.Ampadu
Dust explosibility of magnesium and its alloys	7th International Colloquium on Dust Explosions, Bergen, Norway	6.26	T.Matsuda
Prediction of large-scale accidents in construction industry	International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, Crete, Greece	6.26	S.Hanayasu et al.
General characteristics of a newly developed bipolar static charge eliminator	The Institute of Electrostatics Japan and Electrostatic Society of America 1996 Joint Symposium on Electrostatics, Tokyo, Japan	10.31	Y.Tabata, T.Kodama, W.L.Cheung et al.

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8年度には「人間と機械の安全」をメインテーマとして、10月16日に当研究所の大講義室において次の演題により講演会を開催し、127名の参加者があった。また、講演会のあと、参加者による環境安全実験棟及び機械システム安全実験棟の研究施設の見学が行われた。

- | | | |
|------------------|-------------|-------|
| 1) ヒューマンエラーと労働災害 | 建設安全研究部 | 白井伸之介 |
| 2) マン・マシンシステムの安全 | 機械システム安全研究部 | 梅崎 重夫 |

(2) 大阪産業安全技術館改築記念講演会

当研究所に付属する大阪産業安全技術館が改築され、8月30日に新装開館したことを記念して、10月9日に同技術館6階講堂において次の演題により講演会を開催し、77名の参加者があった。また、講演会のあと参加者により、特別展示場において開催中の「技術革新と保護具」展及び常設展示場の展示の見学が行われた。

- | | | |
|-----------------|-------------|-------|
| 1) 新装展示と機械災害の防止 | 機械システム安全研究部 | 桑川 壮一 |
| 2) 新装展示と建設災害の防止 | 建設安全研究部 | 河尻 義正 |
| 3) 新装展示と爆発災害の防止 | 安全技術課 | 松井 英憲 |

(3) 研究効率化専門家会議

当研究所においては、研究業務を効率的に推進するために、学識経験者、研究者、企業の安全実務者等から構成される専門家会議を設置し、研究体制、研究課題等について検討を重ねている。

平成8年度には、下記委員よりなる「物理工学の分野で取り組む研究のあり方の検討会議」を発足させた。

委員長	川口 邦供	(社)産業安全技術協会 会長
委員	合原 一幸	東京大学工学部 教授
同	柿倉 正義	東京電機大学工学部 教授
同	門谷 建蔵	日立化成工業(株)山崎工場 主管技師長
同	佐藤 吉信	東京商船大学商船学部 教授
同	竹谷 是幸	中立電機(株) 専務理事
同	仁田 周一	東京農工大学工学部 教授
同	蓬原 弘一	日本信号(株)技術研究センター 部長

(4) 所内講演会

当研究所の研究員全員が参加する研究討論会においては、研究の活性化を図るために、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8年度には下記の講演会を開催した。

平成8年10月18日 「IHIにおける研究推進の仕組みと国立研究機関への要望」

石川島播磨重工業(株)技術研究所 研究推進部長 北川 正樹 氏

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
栃木労働基準監督署	発泡ウレタンの引火温度等に関する鑑定嘱託	8. 4. 1	林 年宏 藤本 康弘 板垣 晴彦
広島労働基準局	火薬工場の爆発事故調査協力	4.23	琴寄 崇
千葉労働基準局	天井クレーンボックス形ガータ折損事故の原因調査	4.19	橋内 良雄 佐々木 哲也
加古川労働基準監督署	地震後に補修したアンローダ倒壊事故の原因調査	5.17	橋内 良雄
会津労働基準監督署喜多方支署	橋梁落下に関する捜査関係事項照会	3. 1	花安 繁郎 大幢 勝利
京都府田辺警察署	もたれ式擁壁倒壊に関する捜査関係事項照会	6. 3	堀井 宣幸
大垣労働基準監督署	集じん機の爆発事故にかかる粉じんサンプルの分析	5. 8	藤本 康弘 大塚 輝人
北九州東労働基準監督署	合成反応中の爆発事故にかかる試料の分析	6.21	藤本 康弘
科学警察研究所	高気圧酸素治療装置の爆発火災事故原因の究明実験協力	7. 5	松井 英憲 大塚 輝人
中野労働基準監督署	土砂崩壊災害に関する捜査関係事項照会	10.28	堀井 宣幸
大分労働基準局	農薬製造工場における爆発事故の現地調査協力	11.26	松井 英憲 大塚 輝人
中国通商産業局労働省	TNT硝化工室爆発事故調査委員会	12. 2	林 年宏
	木粉合板工場における爆発災害調査チーム	12. 5	林 年宏 松井 英憲 松田 東栄 児玉 勉 板垣 晴彦
大町労働基準監督署	土石流災害の現地調査協力	12. 6	堀井 宣幸
熊谷労働基準監督署	文化センター新築工事における型枠支保工倒壊災害調査協力	12.10	河尻 義正 大幢 勝利
熊谷労働基準監督署	型枠支保工等の倒壊原因に関する鑑定嘱託	12.16	河尻 義正
埼玉県警察本部	新築工事の垂れ壁崩落の原因に関する鑑定嘱託	12.10	河尻 義正
長野労働基準局	長野県蒲原沢土石流災害の現地調査協力	12.24	堀井 宣幸
船橋労働基準監督署	移動式クレーンの倒壊事故原因の調査	9. 2.27	田中 正清 前田 豊

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	小川 勝教
	化学安全対策会議	林 年宏
	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員	研究員 9名
通産省	日本工業標準調査会委員	森崎 繁
	日本工業標準調査会臨時委員	田島 泰幸
郵政省	不要電波問題対策協議会委員	田島 泰幸
建設省	U J N R 防火専門部会国内部会委員	琴寄 崇
人事院	労働基準監督官採用試験専門委員	吉久 悦二
	同上	富田 一
横浜地方海難審判庁	参審員	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
労働研修所	工学の基礎知識（力学）	8. 5.20	永田 久雄
労働研修所	工学の基礎知識（化学）	5.22	安藤 隆之
労働研修所	電磁ノイズ対策	7.10	富田 一
労働研修所	自動化と安全	7.18	杉本 旭
労働研修所	力学の基礎、クレーン等の構造力学	8.29	前田 豊
法科学研修所	機械構造物の破壊について	9.30	橋内 良雄
神奈川労働基準局	安全確認型システムの基本的考え方	11. 8	杉本 旭
富山労働基準局	掘削工事における土砂崩壊災害の分析	11.25	堀井 宣幸
労働研修所	爆発・火災防止対策	9. 2. 3	安藤 隆之
労働研修所	電気災害の防止対策	2. 7	山野 英記
労働研修所	土砂崩壊災害の防止対策	2.24	堀井 宣幸
労働研修所	仮設構造物の強度計算（Ⅰ）	2.25	永田 久雄
労働研修所	仮設構造物の強度計算（Ⅱ）	2.25	河尻 義正
埼玉労働基準局	型枠支保工の倒壊災害の防止	3.14	河尻 義正

4) その他

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
労働研修所	産業安全専門(Ⅱ)研修の研修生 8名が来所，研究施設を視察。	8. 7.18
労働省	労働基準局安全衛生部南本安課長が当所研究業務視察のために来所。	8. 2
労働省	大臣官房中野会計課長が当所研究業務視察のために来所。	10. 2
労働省	労働基準局五十畑安全衛生部長が当所研究業務視察のために来所。	10.22
日立労働基準監督署	山口次長ほか日立労働基準協会一行 10名が当所の研究施設を視察。	9. 3. 7

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7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、日本学術会議、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、日本ボイラー協会、日本労働安全衛生コンサルタント会

○その他の団体

宇宙開発事業団、エネルギー総合工学研究所、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

2) 技術指導、研究協力等

(1) 共同研究

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
仮設工業会	型枠支保工の水平荷重に対する安定性	6.10.1 ～9.3.31	小川 勝教 河尻 義正 永田 久雄 大嶋 勝利
旭化成(株)基礎研究所	順応型機械のためのアクチュエータの開発	7.11.1 ～9.3.31	杉本 旭
東急建設(株)技術研究所	深層混合処理工法（DMM工法）により改良された傾斜複合地盤の水平荷重に対する安定性	7.11.1 ～10.3.31	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡
Y K K (株)黒部事業所	長尺物加工用プレス機械の本質安全化	7.12.1 ～9.3.31	梅崎 重夫
東京大学工学部土木工学科	コンピュータグラフィックスによる建設労働現場の視覚化システムの開発	8.2.1 ～10.3.31	花安 繁郎
武蔵工業大学工学部土木工	移動式クレーン車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	8.12.1 ～11.3.31	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡

(2) 技術指導等

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
神奈川県消防学校	消防職員専科教育の講師「粉じん爆発」	8.9.11	松田 東栄
神奈川県産業技術総合研究所	安全・防災対策講演会講師「最近の化学工場災害について」	9.3.13	林 年宏

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
Remaining Life Assessment of High Temperature Components	EWAC Alloys Ltd., India Research Engineer	Mar.1,1996 ~Feb.28,1997	Dr. M.Kamaraj
Explosion prevention during the handling of volatile liquids and inflammable powders	University of Southampton, United Kingdom Research Fellow	June 15,1996 ~June 14,1998	Dr.W.L.Cheung
Explosion prevention of functional super-fine powders	University of Rochester, United States of America Professor	Oct.27 ~Nov.7,1996	Dr. T. B. Jones

(2) 流動研究員

研 究 テ ー マ	所 属・職 名	氏 名
地震に対するクレーン等の安全対策の確立に関する研究	上智大学理工学部機械工学科教授	曾我部 潔
地震に対するクレーン等の安全対策の確立に関する研究	(株)竹中工務店東京本店技術部機械課課長代理	坪田 章
動的荷重による地盤-仮設構造物系の崩壊挙動の解明	武蔵工業大学工学部土木工学科講師	末政 直晃
クレーン構造部材およびマスト支持材の強度評価	東洋大学工学部環境建設学科講師	鈴木 崇伸
活性炭に吸着された有害物質の放電プラズマによる無害化処理技術の開発に関する研究	東京大学工学部電気工学科教授	小田 哲治

4) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
国内留学生	東京工業大学工学部 機械宇宙学科宇宙構造制御学講座	赤外線による各種構造物の応力測定法の検討と非破壊検査法の確立	8. 4. 1～9. 3.31	玉手 聡
科学技術庁 長期在外研究員	カリフォルニア州立 大学バークレー校	新AI技術による機械・構造物の破壊予測と安全性評価手法に関する研究	8. 9. 1～9. 8.31	佐々木哲也
科学技術庁 中期在外研究員	ケンブリッジ大学 及びデルフト大学	遠心模型実験による土砂崩壊発生機構に関する研究	8. 9.24～9. 3. 1	豊澤 康男
学芸員資格取得	東京農業大学	学芸員専門研修アドバンスト・コース	8.10.28～8.11. 1	清水 尚憲

5) 外部機関の研究生の受託

区 分	受託件数	人員数
大学関係の研究生（国内）	8	13
大学関係の研究生（海外）	2	2
大学関係を除く機関の研究生（国内）	2	6
大学関係を除く機関の研究生（海外）	1	1
合 計	13	22

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、I S O国際会議（クレーン関係）に出席のためフランスへ出張。	8. 4.14 ～4.21
工具、工作機械及び製造技術に関する公立材料試験所（ドイツ）	機械システム安全研究部糸川壮一が、欧州安全規格 p r E N 1 4 5 4（携帯用手持ち式エンジンカッターの安全）に関する国際集會に出席のためドイツへ出張。	5. 7 ～5.13
韓国産業安全研究院	機械システム安全研究部糸川壮一が、韓国産業安全研究院の招きにより、動力プレス機械による災害防止のための技術講演会の講師のほか研究協力のため韓国へ出張。	7. 1 ～7. 6
カリフォルニア州立大学バークレー校	機械システム安全研究部佐々木哲也が、科学技術庁長期在外研究員派遣制度による研究員として、新 A I 技術による機械・構造物の破壊予測と安全性評価手法に関する研究のため、米国カリフォルニア州立大学バークレー校へ出張。	9. 1 ～9. 8.31
ケンブリッジ大学及びデルフト大学	建設安全研究部豊澤康男が、科学技術庁中期在外研究員派遣制度による土砂崩壊発生機構に関する研究のため、英国ケンブリッジ大学及びオランダ・デルフト大学へ出張。	9.24 ～9. 3. 1
中央労働災害防止協会	建設安全研究部花安繁郎が、O S H A（米国労働安全衛生庁）の活動状況等の調査のため米国へ出張。	10.19 ～11. 2
産業安全技術協会	化学安全研究部長林 年宏が、海外の防爆電気機器検定機関における研究の実状調査のため英国及びドイツへ出張。	11. 9 ～11.19
日本クレーン協会	機械システム安全研究部田中正清が、欧州における移動式クレーンの E N 規格制定状況等の調査のためドイツ及び英国へ出張。	11.16 ～11.28
フランス国立安全研究所ほか	機械システム安全研究部梅崎重夫及び池田博康が、科学技術庁重点基礎研究（自動機械用インターロックシステムの故障解析法と安全設計手法に関する基礎研究）のため、フランス国立安全研究所及びドイツの安全装置メーカーへ出張	12.10 ～12.18
韓国静電気研究会	物理工学安全研究部児玉 勉及び山隈繁蔵が、韓国静電気研究会の招きにより、静電気災害予防セミナーへの参加等のため韓国へ出張	12.17 ～12.21
ロチェスター大学	物理工学安全研究部長田畠泰幸及び大澤 敦が、科学技術庁国際共同研究（機能性超微粉体の爆発災害防止技術の開発）のため米国ロチェスター大学へ出張	9. 1. 7 ～1.16

(2) 海外からの来訪者

機関等の名称	協力事項等	年月日
中央労働災害防止協会	ホンコン政府住宅省技師 Mr.K.C.Yuen が、高層ビル建設工事に関する安全研究の現状視察のために来訪。	8. 4. 2
国際協力事業団	インドネシア労働安全衛生教育拡充計画に係る労働安全衛生教育（運営管理）の研修ため、同国労働省労働安全衛生局安全衛生開発計画課 Nasrul Sjarief 係長が来訪。	6.24
中央労働災害防止協会	中華人民共和国労働部職安局陳百年処長を団長とする中小企業労働安全衛生視察団一行9名が来訪。	7.15
産業安全技術協会	台湾勞工安全衛生研究所の張銘坤氏ほか3名が来訪。	7.19
Pilz Gmbh & Co.	コンピュータ制御システムの自己診断機能の安全性分析に関する研究のため、ドイツ Pilz Gmbh & Co. の Mr.M.Schumach を機械システム安全研究部へ受け入れ。	7. 1 ～9.30
韓国釜慶大学校	不安定物質の熱分解に関する研究のため、韓国釜慶大学校安全工学科副教授 Dr.Nae-Woo Lee を化学安全研究部へ受け入れ。	7.25 ～8.24
中央労働災害防止協会	日経連国際協力センターのマレーシア労働安全研修生 Mr.Yong Min Tet, Daryl が来訪。	10.29
中央労働災害防止協会	平成8年度労働安全セミナー（JICA）の外国人研修生20名が来訪。	10.30, 11.8
北京理工大学	爆発災害の防止技術に関する研究のため、北京理工大学爆発災害予防と制御国家重点実験室の汪佩蘭教授を物理工学安全研究部へ受け入れ。	9. 1.20 ～4.25
建設業労働災害防止協会	建設業における労働災害の防止のための研究などに関する研修のため、台湾行政院勞工委員会勞工安全衛生研究所の張研究員ほか3名が来訪。	2.21
産業安全技術協会	工業用ロボットの安全保護技術に関する研修のため、台湾行政院勞工委員会勞工安全衛生処の藍専門委員ほか3名を機械システム安全研究部へ受け入れ。	3. 5 ～3.19
労働省	マレーシア国との技術協力に係る視察のため、同国総理府経済企画庁人的資源局長 Ms. Faizah Binti Mohd. Tahir が来訪。	3.14
産業医学総合研究所	研究所施設の視察のため、ベトナム国立労働保健研究所の Nguen An Luong 所長ほか3名が来訪。	3.28

第4章 産業安全技術館業務

4.1 産業安全技術館の活動

当研究所では付属施設として産業安全技術館を設け、当研究所における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、安全技術情報の普及と提供を図るとともに、安全技術相談にも応じている。

産業安全技術館の施設の概要は次のとおりである。

第一展示場（1階）	336㎡	第二展示場（2階）	573㎡	図書室（1階）	95㎡
第三展示場（2階）	376㎡	特別展示場（2階）	333㎡	見学指導室（1階）	146㎡

1階の第一展示場では主に機械安全に関する展示を行っており、機械的な潜在危険性の認識に関する基礎的な展示に始まり、プレス機械に関する安全問題の変遷、プレス機械や木工機械に対する各種の安全装置を展示している。また、危険な機械から隔離するための防護柵の間隔測定、電磁ノイズによる誤動作などに関する体験装置や作業能率比較体験装置など、来館者が実際に操作できる装置も設けられている。

2階の第二展示場では、「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）の実験装置、産業安全に関するクイズに挑戦する対話型質問装置（Q & A）、安全衛生教育用各種ビデオテープを内蔵したビデオシアター、各種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機構や、ガス・蒸気・粉じんの爆発を実験で理解する実演装置と防爆電気機器モデルルームを設けている。

また、2階の第三展示場では、仮設構造物コーナー、自動機械安全コーナー、電磁環境安全コーナーなどの、より専門的な安全技術の展示を行っている。

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んで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、来館者が自由に利用できるほか、安全に関する技術的な相談にも応じている。

平成8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

第一、第二及び第三展示場において前述の展示を行った。

2) 特別展示

平成8年7月1日～10月7日 '96安全衛生特別展「見つめ直そう！安全・健康・快適職場」（中央労働災害防止協会主催）

3) 安全に関する技術相談と解説

展示資料その他安全一般に関する技術相談（311件）に応じたほか、団体来館者に対して安全教育としての見学指導・解説を行った。

4) 施設の公開

科学技術庁主催の科学技術週間にちなみ、平成8年4月17日の10時（一般コース）及び14時（専門コース）の2回にわたり、当研究所の研究施設を公開した。見学者は合計111名であった。

5) 開館日数及び来館者数

開館日数 245日（平成8年4月1日～平成9年3月31日）

来館者数 32,790名（うち団体140組、1,987名）

6) 国外からの来館者及び主な国内来館団体

(1) 国外からの来館者

韓国新世界デパート、海外技術者研修協会、韓国国際戦略産業研究院、台湾検定技術研修団、中華人民共和国労働部労働安全衛生使節団、韓国一般見学者、JICA国際安全衛生実務研修員、ソウル市立大学校、ベトナム政労使上級指導者、中災防労働安全衛生セミナー研修員、ASEAN政労使上級指導者、APOセミナー研修員、モンゴル保険社会保障省訪日団、全米機械工・航空宇宙労働組合若手指導チー

ム、関西海外技術者、研修協会、韓国産業人力管理公団、台湾行政院勞工委員会研修生、日・タイ経済協力協会(合計235名)

(2) 主な国内来館団体

○教育・研究・行政機関等

海上自衛隊、会計検査院、法務省矯正研修所、東京電子専門学校、杉野女子大学、川越市役所環境部、順天堂大学スポーツ健康科学部、高等海難審判庁

○一般事業場

興研(株)、極東開発工業(株)、(株)シンワ、(株)シモン、(株)中央テクノ、(株)エステック、東武電設工業(株)、富士電機総設(株)、JR東日本訓練センター、東京電力(株)東京南支店、東京電力(株)銀座支店、日本メックス(株)、(株)三和エレクトリック、東京電力(株)品川支店、朝日ビール(株)茨城工場、東京高速道路(株)、東洋製糖(株)、電気化(株)(株)学工業(株)、JR東日本電気部、建災防埼玉県支部、日本軽金属協力会、日本総合住生活(株)埼玉支社、日産(株)、ビルネット(株)、日本テレコム(株)、(財)KSD中小企業経営者福祉事業団、東京電設サービス(株)神奈川支社、(株)東芝京浜事業所、都社会保険労務士会葛飾支部

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、かねてから改築中のところ、平成8年8月30日落成し、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。

展示ホール(1階) 79m² 特別展示場(2階) 75m² 事務室(2階) 79m² 図書室(2階) 32m²
見学指導室(2階) 77m² 常設展示場(3階) 395m² 講堂(6階) 194m²

1階展示ホールには、産業現場で見られる様々な機械の要素をイメージしたボールサーカスを用いた、目を楽しませるシンボルディスプレイがある。3階の常設展示場には8つの展示コーナーを設け、安全に関する装置の実物や模型、映像等を用いた体験型・対話型の展示資料を主体として安全技術の解説を行っている。各コーナーにおける主な展示資料は以下のとおりである。

機械安全コーナー : 実物ロボットによる模擬工場、プレス実機と安全装置、プレスのシミュレータ

爆発災害防止コーナー : デーヴィの安全灯、火花エネルギー発生装置、自動ガス爆発
実演装置、粉塵爆発実演装置、可燃性ガス検知器、防爆構造の電気機械器具、安全器類

静電気安全コーナー : 静電気帯電除電模擬装置、摩擦帯電・静電誘導実験装置、各種静電気対策品

感電災害防止コーナー : 感電危険実演装置、漏電遮断器動作模型、各種計器類

建設災害防止コーナー : 型枠支保工、土留め支保工、座屈柱、ゴンドラ模型、安全ネット、Q&A対話装置

安全人間科学コーナー : 視覚・聴覚診断評価システム、自立機能評価システム、階段・スロープ体験装置

保護具コーナー : 各種保護具

ビデオシアター : 各種安全教育ビデオをボタン選択による自動上映する。

平成8年度の大阪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

前述の展示を行った。

2) 企画展示

平成8年9月2日～11月29日 「技術革新と保護具展」

平成9年2月2日～3月31日 「災害・事故等の写真展」

3) 安全に関する技術相談など

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38件で、主な内容は、保護具の性能・構造・検査法・選定、防爆電気機械器具の構造・適用・検定申請手続き、静電気の発生・除去対策、電磁波障害、騒音対策、乾式安全器、プレスの検定などに関するものであった。

4) 安全衛生教育研究会(講演と安全教育ビデオの上映)

安全教育研究会「ヒューマンエラー発生の管理責任と対策」 6月28日、参加者 65社、101名

労働衛生教育研究会「職場巡回相談を中心とした健康管理」 9月25日、参加者 30社、38名

付 録

1) 産業安全研究所年譜

- 昭和16年 伊藤一郎氏その他民間有志から国立安全研究機関の設立について提唱され、安全研究所の開設を具体化するため、官民合同の設立委員会が設置される。
- 昭和17年 1月30日 厚生省産業安全研究所が開設され、初代所長に厚生技師武田晴爾が就任。
- 昭和17年11月 1日 厚生省研究所産業安全部と改称される。
- 昭和18年 9月 8日 附属産業安全参考館の開館式を挙行、同10日より一般公開が開始される。
- 昭和22年 9月 1日 労働省の発足と共に厚生省より移管され、労働省産業安全研究所と改称される。組織は所長、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 大阪市森之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附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48年 1月16日 電子計算機システムFACOM F230-35が導入される。
- 昭和49年 6月 4日 上月所長退官し、機械研究部長秋山英司が所長に就任。
- 昭和52年 3月22日 清瀬実験場に機械実験棟が竣工。
- 昭和52年 4月 1日 秋山所長退官し、北海道労働基準局長川口邦供が所長に就任。
- 昭和58年 4月 1日 川口所長退官し、土木建築研究部長森宜制が所長に就任。
- 昭和59年 3月31日 清瀬実験場に機械安全システム実験棟が竣工。
- 昭和60年 2月 1日 森所長退官し、機械研究部長前郁夫が所長に就任。
- 昭和60年 3月28日 清瀬実験場に化学安全実験棟が竣工。
- 昭和60年 6月25日 第1回産業安全研究所安全技術講演会が田町庁舎8階講堂で開催される。
- 昭和60年 9月17日 田町庁舎内産業安全技術館一階部分が改装される。
- 昭和61年 5月29日 皇太子殿下清瀬実験場へ行啓、研究施設等を御視察になる。
- 昭和62年 1月19日 田町庁舎内産業安全技術館2階の建設安全関係の展示室が改装される。
- 昭和63年 3月29日 田町庁舎内産業安全技術館2階の化学・電気安全関係の展示室が改装される。
- 昭和63年 5月31日 清瀬実験場に建設安全実験棟が竣工。

- 平成2年4月1日 前所長退官し、田中隆二が所長に就任。
- 平成2年10月25日 清瀬実験場に電気安全実験棟及び環境安全実験棟が竣工。
- 平成3年3月31日 田中所長退官。
- 平成3年4月1日 土木建築研究部長木下鈞一が所長に就任。
- 平成4年4月30日 清瀬実験場に材料・新技術実験棟が竣工。
- 平成4年5月30日 清瀬実験場に総合研究棟が竣工。
- 平成4年6月19日 総合研究棟および材料・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。
電子計算機システムをFACOM M740/10に更改。
- 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。

2) 産業安全研究所案内図

(1) 産業安全研究所

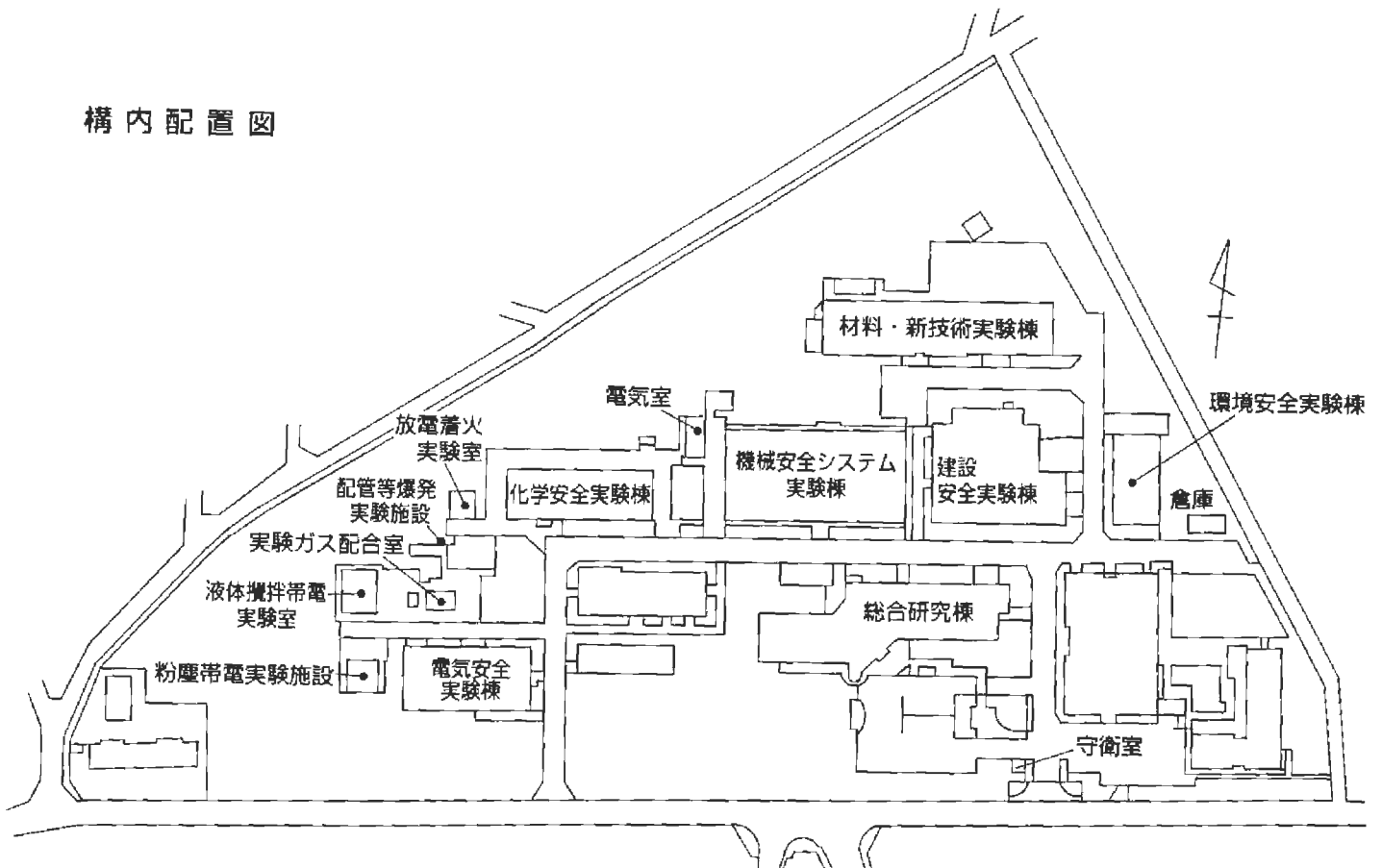
〒204 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号
 Tel. (0424)91-4512(代表)
 Fax. (0424)91-7846

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

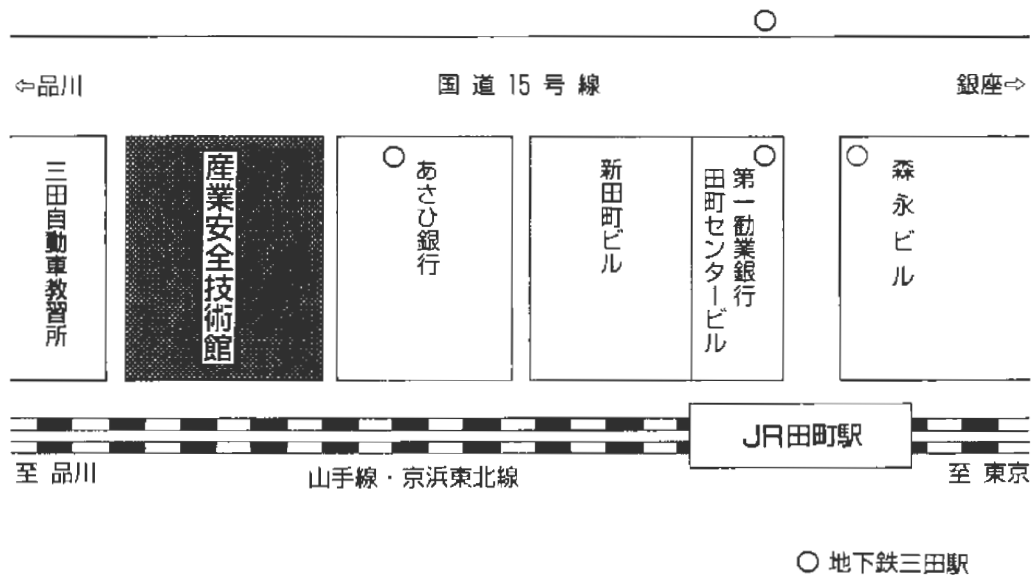


(2) 産業安全技術館

〒108 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

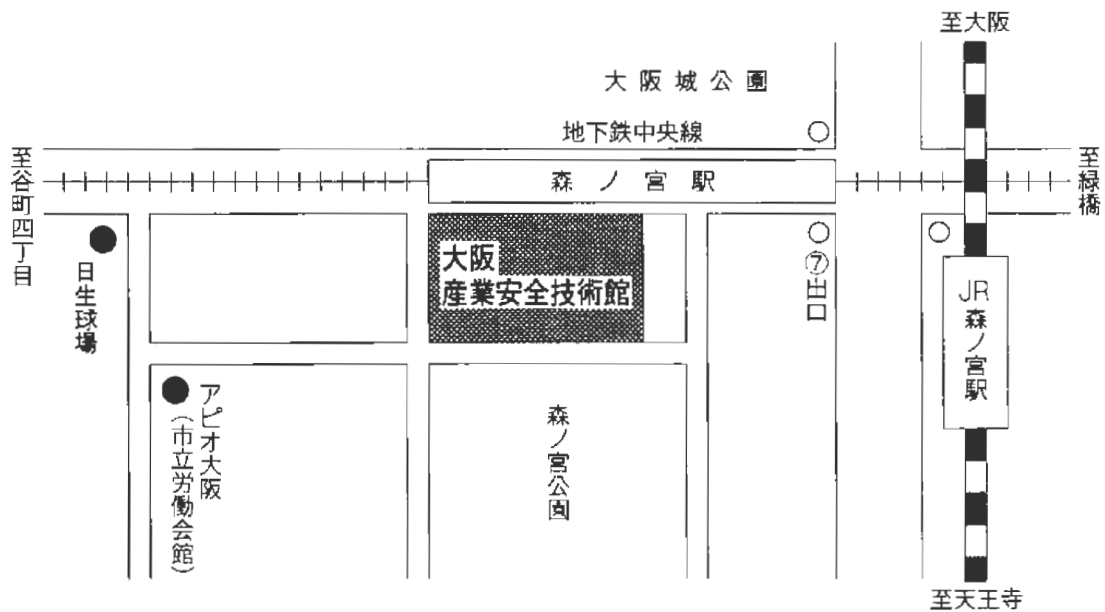


(3) 大阪産業安全技術館

〒540 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 8 年度版

発 行 日 平成 9 年 5 月 30 日

発 行 所 労働省産業安全研究所

〒204 東京都清瀬市梅園1-4-6

電 話 0424-91-4512(代表)

印刷所 (有)祥栄堂

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1996
