

# 産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT  
OF  
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1987

昭和62年度

労働省産業安全研究所



中村労働大臣，産業安全研究所視察  
(昭和 63 年 1 月 13 日)



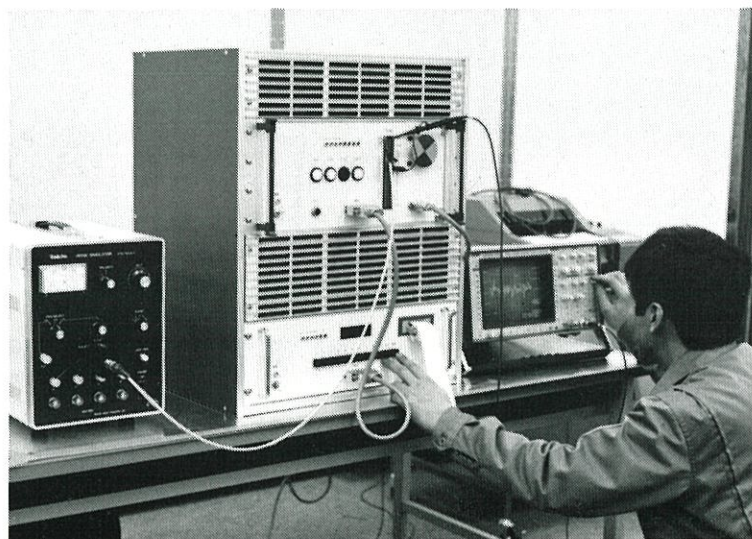
竣工間近い建設安全実験棟

## 特別研究の実施状況

### 1. 高齢者向け ME 機器の開発, 改善に関する研究

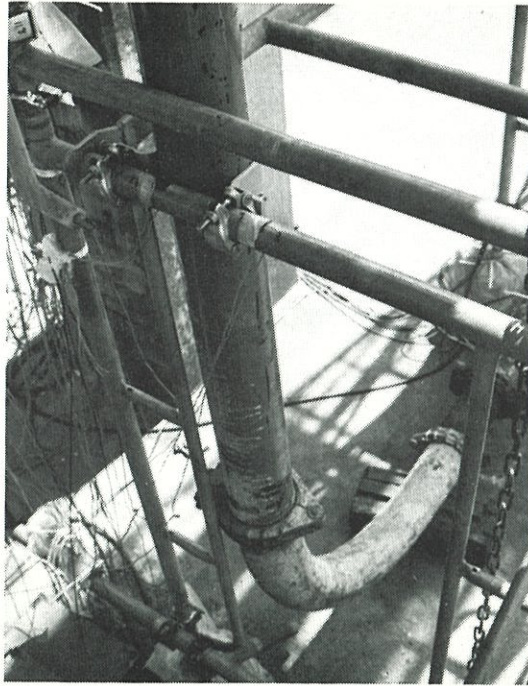


メカウインドウスイッチによるロボットの不意起動の防止実験



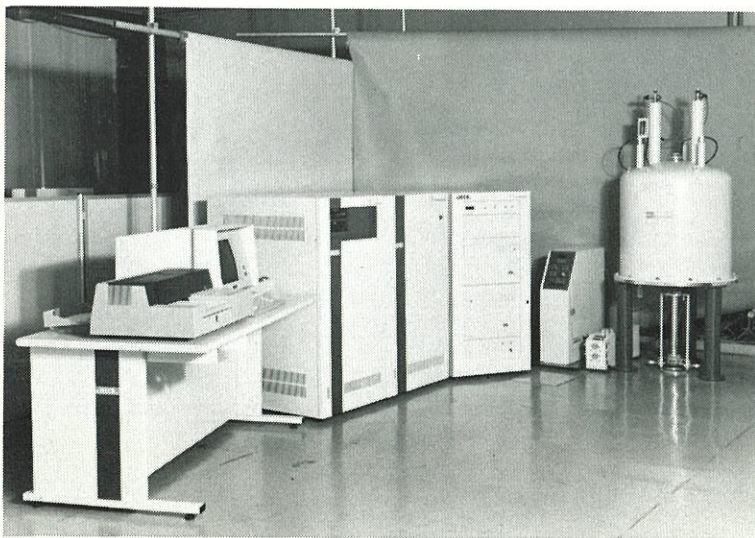
自己故障診断用2重CPUの特性実験

## 2. 仮設構造物の倒壊防止のための力学的評価法に関する研究



コンクリート圧送時における足場など  
仮設構造物に作用する荷重の実験

## 3. 反応性物質による爆発危険性の評価手法に関する研究



核磁気共鳴実験装置

産業安全技術館（2階） 化学・電気安全関係展示室改装  
（昭和63年3月29日再開）



爆発災害防止コーナーと爆発テスト装置



防爆電気設備のショールーム

# 目 次

<b>第 1 章 総説</b>	
1.1 研究活動の概要	3
1.2 組織	4
1.3 定員	4
1.4 土地及び建物	4
1.5 歳入	5
1.6 歳出予算	6
1.7 主要研究施設及び設備	7
1) 施設	7
2) 設備	7
1.8 図書	8
1.9 広報	9
1.10 その他	9
1) 人事異動	9
2) 表彰等	9
<b>第 2 章 研究業務</b>	
2.1 昭和 63 年度における研究テーマ	10
1) 経常研究	10
2) 特別研究	11
2.2 昭和 62 年度における研究成果の概要	12
2.3 研究成果の発表	39
1) 誌上発表	39
2) 口頭発表	41
3) 国際会議, 国際研究集会への参加	44
4) 著書	44
5) 特許	44
<b>第 3 章 関連業務</b>	
3.1 産業安全研究所主催行事	45
3.2 行政機関等に対する協力	45
1) 災害調査等に対する協力	45
2) 委員会活動における協力	46
3) 研修講師派遣等における協力	46
3.3 外部機関との協力	47
1) 学協会等における委員会活動	47
2) 技術指導, 研究協力等	51
3) 外部機関主催講演会等協力	51
4) 外部機関研究員の招へい	53
5) 外部機関への研修	54
6) 外部機関の研修員の受託	54
7) 依頼試験及び検定	54

---

<b>第4章</b>	<b>産業安全技術館業務</b>	
4.1	産業安全技術館の活動	55
4.2	大阪産業安全技術館の活動	56
<b>付</b>	<b>録</b>	
1)	産業安全研究所年譜	57
2)	産業安全研究所所在地，案内図	58

# 第1章 総 説

## 1.1 研究活動等の概要

産業安全研究所は労働省の施設等機関の一つであり、わが国における労働災害防止に関する研究の中心的役割を果たす国立研究機関として、安全行政の支援ならびに安全技術の水準向上を図り労働者の福祉に貢献すべき使命を有している。

当研究所における研究は、あらゆる産業分野において発生する労働災害を対象とし、災害現象の解明、防止技術の確立を目ざした広範な工学領域におよんでいるが、最近の生産技術の急速な発展、労働人口の高齢化等の社会構造の変化に伴う労働災害の多様化、複雑化に対応した高度な安全研究を推進している。すなわち、産業用ロボット等に代表される生産機械のME化、自動化に伴う安全対策、多発する建設工事関連の災害防止対策、化学工業における新しい物質の危険性の解明および火災・爆発の防止対策、最近とくに問題とされている静電気に起因する災・障害対策等についてハード技術のみでなく、システム安全、安全人間工学等のソフト技術を含む多角的な研究が課題として取り上げられている。

これらの研究成果は、労働安全衛生規則、構造規格、技術指針等の制定または改正に際し参考とされるほか、行政機関が行う災害原因の調査や監督指導に当って、技術的根拠を与える資料として活用されている。また関連学協会における研究発表、技術講演会ならびに産業安全技術館への展示等を通じて各方面に利用され、わが国の安全技術の向上に寄与している。なお、最近は産業安全に関する海外諸国の関心も高まっており、先進国および開発途上国からの来訪者も多く、情報交換、資料提供、研修等を通じ国際協力にも役立っている。

昭和62年度に実施した主要な研究は、特別研究として「仮設構造物の倒壊防止のための力学的評価法に関する研究」（3年計画の2年度）、「反応性物質による爆発火災危険性の評価手法に関する研究」（2年計画の最終年度）、「高齢者向けME機器の開発、改善に関する研究」（労働省関連機関との共同研究、4年計画の2年度）、「海洋環境における機械設備等の劣化防止に関する研究」（科学技術庁：海洋開発調査研究促進費、4年計画の初年度）、「建設工事用小型圧縮空気機械の低騒音化に関する研究」（環境庁：国立機関公害防止等試験研究費、3年計画の最終年度）及び「静電気除電用ルームアイオナイザーの研究」（科学技術庁：科学技術振興調整費による重点基礎研究）の6課題があり、各課題ともそれぞれ計画に沿って研究が進められた。

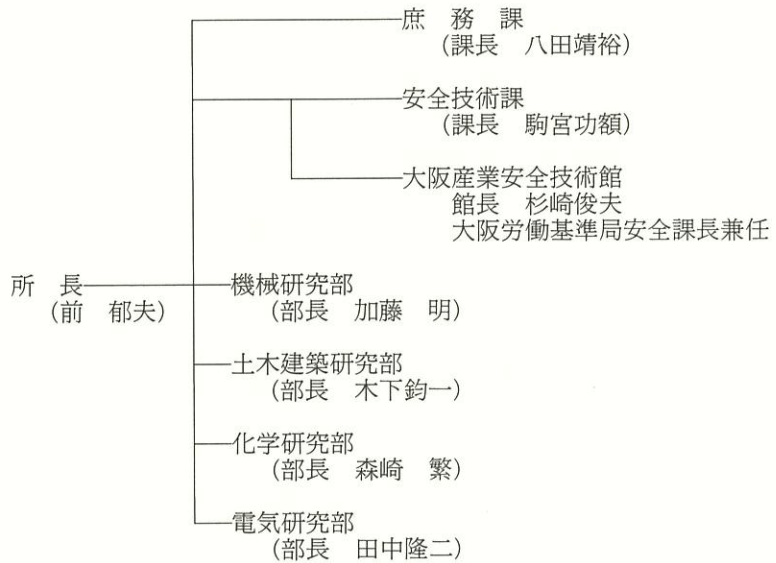
経常研究としては継続、新規併せて30課題を実施したが、いずれも行政・社会のニーズの高い基礎的研究および応用開発研究に属する課題が選定されており、金属材料の疲労破壊、保護具に関係するゴム、高分子材料の劣化を取扱う材料研究、土砂崩壊災害防止のための土質力学研究、粉じん爆発をはじめ各種爆発火災現象の解明に係る研究、水中電撃防止装置の開発等電撃防止研究、安全管理手法、災害統計分析の研究等それぞれの専門分野に属する研究員によって行われている。

また、産業安全技術館においては、常設展示として災害の歴史や各種災害の防止技術に係る情報をパネル、模型等により展示し、安全技術の普及、指導に努力しているが、昭和60年度、61年度に引続き本年度も2階部分の爆発火災、電気災害に関する展示について最新の情報を盛込んだパネルや静電気発生の実演装置等を設置するなど改装を行い、内容の充実と教育効果の向上を図った。これにより産業安全技術館の改装は計画通り終了したことになる。

なお、清瀬実験場には建設安全実験棟が竣工予定となっており、63年度以降はこの施設により、構造力学、土質力学を中心とする実験研究の飛躍的拡大が期待できることとなった。



1.2 組 織 (昭和63年4月1日現在)



1.3 定 員

(昭和63年4月1日現在)

俸給表別	指定職	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	技能職員(乙)		
区分	所長												
定員	1	9	18	11	38	1	4	1	4	10	1	50	

1.4 土地および建物

(昭和63年3月31日現在)

名 称	所 在 地	敷地面積 (m <sup>2</sup> )	建物面積 (m <sup>2</sup> )	
労働省 産業安全研究所	東京都港区芝 5-35-1	6,235	延 15,373	
労働省 産業安全研究所 清瀬実験場	東京都清瀬市梅園 1-4-6	43,466	延 10,386	
労働省 産業安全研究所 大阪産業安全技術館	大阪市東区森之宮中央 1-15-10	(832)	延 893	敷地は大阪労働基準局所属

## 1.5 歳 入

### 1) 依頼試験

区 分	年 度				
	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度
研削盤の研削といしの強度試験	48件	43件	37件	31件	17件
安全靴の安全性能試験	7	3	4	2	2
安全帯の安全性能試験	4	4	4	5	5
パイプサポートの性能試験	0	0	0	0	0
建わくの性能試験	0	0	0	0	0
吊り具の安全性能試験	6	5	0	8	4
研削盤の研削といしの覆の強度試験	8	4	1	1	4
その他の試験	1	0	8	0	0
成績書副本交付手数料	0	0	0	0	0
合計	74	59	54	47	32
歳入金額	1,425千円	1,183千円	915千円	1,052千円	791千円

### 2) 検定

区 分	年 度				
	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度
防爆電気機械器具A	1件	0件	0件	0件	0件
” B	2	0	0	0	0
” C	10	0	0	0	0
” D	6	0	0	0	0
” E	27	0	0	0	0
本質安全防爆構造との組合せ	0	2	0	0	0
更新手数料	0	0	0	0	0
合計	46	2	0	0	0
歳入金額	4,832千円	192千円	0	0	0

## 1.6 歳出予算

区 分	昭和 62 年度			昭和 63 年度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
人 件 費	千円 230,414	千円 64,476	千円 294,890	千円 234,321	千円 68,794	千円 303,115
研 究 費	40,703	134,554	175,257	40,796	136,428	177,224
経 常 研 究 費	40,703	92,812	133,515	40,796	94,142	134,938
特 別 研 究 費	—	41,742	41,742	—	42,286	42,286
( 仮設建造物の倒壊防止のため の力学的評価法に関する研究 )	—	22,369	22,369	—	20,612	20,612
( クレーン構造部材の経年損傷 による倒壊防止に関する研究 )	—	—	—	—	21,674	21,674
( 反応性物質による爆発火災危 険性の評価手法に関する研究 )	—	19,373	19,373	—	—	—
依 頼 試 験 ・ 検 定 経 費	745	—	745	745	—	745
産 業 安 全 技 術 館 経 費	—	28,066	28,066	—	28,010	28,010
そ の 他 の 経 費	25,179	59,966	85,145	24,910	59,048	83,958
小 計	297,041	287,062	584,103	300,772	292,280	593,052
( 移替予算 )						
国 立 機 関 公 害 防 止 等 試 験 研 究 費	13,199	—	13,199	21,519	—	21,519
( 静電気による粒子状物質の環 境への飛散防止に関する研究 )	—	—	—	10,799	—	10,799
( 建設工事用小型機械 (コンク リートカッター) の低騒音化 に関する研究 )	—	—	—	10,720	—	10,720
( 建設工事用小型圧縮空気機械 (コンクリートハンドブレー カ) の低騒音化に関する研究 )	13,199	—	13,199	—	—	—
海 洋 開 発 調 査 研 究 促 進 費 ( 海中における電撃危険性とそ の防止に関する研究 )	3,201	—	3,201	3,201	—	3,201
小 計	16,400	—	16,400	24,720	—	24,720
合 計	313,441	287,062	600,503	325,492	292,280	617,772

上記の外特別会計に含まれる当所関係予算

62年度 高年齢者向けME機器の開発, 改善に関する研究 (4年計画の2年次)

53,109千円

産業安全技術館展示施設改装工事費

25,887千円

建設安全実験棟 (仮称) 設置費

639,592千円

63年度 高年齢者向けME機器の開発, 改善に関する研究 (4年計画の3年次)

70,073千円

## 1.7 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	高圧ガス粉じん系爆発実験施設
鋼アーチ支保工実験施設	粉じん帯電実験施設
安全帯実験施設	運搬建設機械安定度試験実験施設
高所作業観測施設	遮音実験室
大型密閉爆発実験施設	液体攪拌帯電実験施設
防爆実験揚重施設	機械安全システム実験棟
配管等爆発実験施設	化学安全実験棟
	建設安全実験棟

#### (2) 一般会計

施設の名称
引張試験機実験室

### 2) 設備

#### (1) 特別会計

設 備 の 名 称	
可搬型データレコーダ	高速度現像デジタル直視装置
10トン横型引張試験機	恒温恒湿セル
横型真空焼鈍炉	超小型テレメータ装置
液体誘電率導電率測定装置	静電気データ記録装置
粉じん爆発特性実験装置	耐水試験機
電子計算機システム	最高血圧自動連続測定装置
走査型電子顕微鏡	動的高圧力試験装置
X線解析装置	高温箱型電気炉
デジタル記憶装置	レーザー流速計
圧力容器付耐アーク性試験器	デジタルオシロスコープ
自然発火試験装置	アイマークレコーダ装置
500トン万能試験機	超音波流速計測装置
赤外線炭酸ガス分析装置	テレメータシステム装置
データロガー	熱拡散率測定装置
マハツエンダー干渉計	注意配分力検査装置
写真計測処理装置	暴走反応熱測定装置
レーザー装置	トラバース装置
電気油圧式疲労振動試験装置	非接触電子光学式変位測定装置
仮設構造物多点荷重発生装置	平衡機能測定装置
心電波形分析装置	シグナルプロセッサ
高速度カメラ	振動三軸圧縮試験機

生体負荷測定装置 試験用移動式クレーン 最小着火エネルギー測定装置 高圧熱酸化分解ガス発生装置 X線マイクロアナライザー 光電測光式発光分析装置 中空ねじりせん断試験機 固体可燃物燃焼特性装置 ハイスピードビデオカメラ 残留応力測定装置 化学発光計測装置 空間座標測定装置	腐食疲労試験機 生体情報システム 地盤破壊演算装置 産業用ロボット, モートマン Liow 工業用ロボット, トスマンIX-15 重心位置測定装置 波形分析装置 視点視野測定装置 万能疲れ試験機 赤外線応力パターン計測システム 動作自動解析システム 破壊じん性試験機 高温伝導微小熱量計
---	---

(2) 一般会計

設 備 の 名 称	
赤外分光光度計 ヘリウム用高気圧下短絡実験装置 放電波形解析装置 高圧発火エネルギー測定装置 流動帯電量試験装置 高圧熱天秤 質量分析装置 高真空蒸着装置 環境試験装置 瞬間加熱赤外線加熱分解炉 データ収録装置	水熱反応用高圧示差熱分析器 高速液体クロマトグラフ ドラムカメラ 高濃度排液処理装置 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 小型廃棄物処理実験装置 フッ素有機排ガス分解処理装置 内部摩擦測定装置 核磁気共鳴測定装置 ガスクロマトグラフ質量分析計

1.8 図 書

(1) 単行本

区 分	昭和 62 年度受入数	蔵 書 数
和 書	231	7399
洋 書	53	1759
計	284	9158

(2) 昭和 62 年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	63
洋 雑 誌	112
計	175

## 1.9 広 報

昭和 62 年度発行分

刊 行 名 称	刊行区分	発行部数
産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-87	年刊	600
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-87	不定期	600
産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-87, No.1, No.2	不定期	500
産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-87	不定期	500
産業安全研究所年報 昭和 61 年度版	年刊	2,000
安研ニュース '87 Vol.11 No.2~Vol.12 No.1	定期(隔月)	3,600

## 1.10 その他

### 1) 人事異動

発令年月日	新 官 職	氏 名	旧 官 職
62.4.1	土木建築研究部	豊澤 康男	職業能力開発局技能振興課技能検定官
	機械研究部	梅崎 重夫	柏崎労働基準監督署
	電気研究部	池田 博康	新規採用
	庶務課会計係	本 田 勉	新規採用
	職業能力開発局技能振興課技能検定官	中屋敷勝也	土木建築研究部
	東京労働基準局安全課	高田 昌幸	電気研究部
	大臣官房会計課記録係	内山 照雄	庶務課会計係
62.5.21	併任 産業安全研究所安全技術課	西 田 勉	労働基準局安全衛生部安全課中央産業安全専門官
	庶務課庶務係	廣瀬 正晴	東京労働基準局庶務課人事係
62.6.2	労働基準局労災管理課経理係	橋 口 忠	庶務課庶務係
	機械研究部長	加 藤 明	山形労働基準局長
62.10.1	群馬労働基準局長	保田 秀則	機械研究部長
	庶務課長	八田 靖裕	栃木労働基準局庶務課長
	環境庁企画調整局環境研究技術課	吉 田 哲	土木建築研究部
	静岡労働基準局庶務課長	成澤 道男	庶務課長
	婦人局庶務課予算助成係	原田 守康	庶務課会計係

### 2) 表彰等

なし

---

## 第2章 研究業務

### 2.1 昭和63年度における研究テーマ

#### 1) 経常研究

- (1) 機械設備等の安全化 (機械研究部)
  - a. 金属材料の破壊防止
    - a) 構造材の水及び水素環境中での腐蝕疲労損傷の発生とその防止
  - b. 高速回転機械の安全化
    - a) 特殊研削砥石の疲れ強さ
- (2) 作業環境, 保護具の安全化
  - a. 作業環境の人間工学的改善 (機械研究部)
    - a) 衝撃騒音の評価法設定
  - b. 保護具の安全化 (機械研究部)
    - a) 安全帽の耐用年数の推定
  - c. 高齢作業者を対象とした作業設備等の開発 (土木建築研究部)
    - a) 作業靴の滑り試験機の実用化
- (3) 建設工事用設備等の安全化 (土木建築研究部)
  - a. 仮設備の安全化
    - a) メッシュシートの落下物防護性能
- (4) 掘削工事における土砂崩壊の防止 (土木建築研究部)
  - a) 降雨時における土砂崩壊発生機構の解明
  - b) 粘性土の単純せん断時の強度及び変形特性
  - c) 溝掘削工事等小規模開削工事における土砂崩壊の防止
- (5) 可燃性粉じん爆発危険性とその防止 (化学研究部)
  - a) 大型試験装置による粉じんの爆発特性の評価
  - b) 超微粉体粉じんの爆轟特性
- (6) 化学物質の分解危険性の評価 (化学研究部)
  - a) 熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係
- (7) 反応危険の防止 (化学研究部)
  - a) 暴走反応の解析と防止対策
  - b) 化学工程の異常時に生成する物質の構造と危険性の解明
- (8) 静電気による危険性とその防止 (電気研究部)
  - a. 静電気による着火危険性とその防止
    - a) 固液二相系の攪拌・混合時の静電気帯電現象の解明
    - b) 高周波放電による可燃性ガスへの着火抑制
  - b. ME 機器のノイズ防護
    - a) 信号伝送路の信頼性向上
- (9) 高気圧環境下における電気設備の安全化 (電気研究部)
  - a. 固体有機絶縁材料の耐アーク性

- 
- (10) 電撃危険性とその防止 (電気研究部)
- a. 送配電線における電撃の危険性とその防止
    - a) 高電界における絶縁材料の劣化特性
  - b. 電場における電撃危険性とその防止
    - a) 水中での可随限界への長時間暴露の影響・人間の離脱可能性
    - b) 遮へいによる漏電場の電界緩和
    - c) 水中での電気の使用に関する実態調査
- (11) 労働災害の分析と安全管理手法の開発
- a. 建設工事における労働災害の分析と安全管理手法の開発 (土木建築研究部)
    - a) 災害頻度率のばらつきを考慮した災害発生時間数の評価
    - b) CTA の安全管理への応用
  - b. マン-マシンシステムにおける安全性の評価
    - a) 移動知能ロボットにおける潜在危険制御系の概念設計 (機械研究部)
    - b) ファジイを適用した人間-機械系モデル (電気研究部)

## 2) 特別研究

### (1) 労働省

- a. 高齢者向け ME 機器の開発, 改善 (機械研究部, 電気研究部)
  - a) ME 関連作業における安全性向上
  - b) ME 関連機器の操作方法の適正化
  - c) 順応型マニピュレーティングシステムの開発
  - d) 移動機構の開発と適用
- b. 仮設建造物の倒壊防止のための力学的評価法 (土木建築研究部)
  - a) 橋梁工事用コンクリート支保工の安定性
  - b) 橋梁工事用コンクリート支保工に作用する荷重の実測調査
- c. クレーン構造部材の経年損傷による倒壊防止 (機械研究部)
  - a) クレーン構造部材に作用する実働応力の評価
  - b) 溶接欠陥材の疲労強度の評価

### (2) 科学技術庁

- a. 大陸棚有人潜水技術の研究開発
  - a) 機械設備等における金属材料の劣化防止 (機械研究部)
  - b) 機械設備等における電気絶縁材料の劣化防止 (電気研究部)
- b. 自己反応性物質の溶解時における挙動の解明 (化学研究部)
  - a) 自己反応物質の融解前後の分子内及び分子間構造の変化
  - b) 自己反応性物質の融解にひき続く分解機構
  - c) 溶融自己反応性物質の限界発火温度

### (3) 環境庁

- a. コンクリートカッターの低騒音化 (機械研究部)
  - a) 音源別騒音特性と振動モードの評価
- b. 静電気による粒子条物質の環境への飛散防止 (電気研究部)
  - a) 荷電による凝集効果とその効果的条件の解明



## 2.2 昭和 62 年度における研究成果の概要

### 低温環境下における高張力鋼溶接継手の疲労き裂伝播寿命の予測

機械研究部 橋内良雄, 吉久悦二

#### 1. 研究目的

低温環境下で繰返し荷重を受ける溶接構造物や機器に対して、適切な保守・検査を定めることを目的として、HT 80 鋼溶接継手の疲労き裂伝播挙動を室温から 93 K の範囲について調べた。また、残留応力が疲労き裂伝播速度  $da/dN$  に及ぼす影響を応力比  $R$  の効果と等価であると仮定して、残留応力を考慮した有効応力拡大係数範囲  $\Delta K_{effR}$  を算出し、 $da/dN$  と  $\Delta K_{effR}$  の関係を用いて溶接継手の疲労き裂伝播寿命の予測を行った。

#### 2. 試験片および実験方法

突合せ溶接を行った HT 80 鋼から、溶接金属中をき裂が伝播するように切欠きを付けた CT と CCT 試験片を作製し、実験に供した。疲労き裂伝播試験は、低温槽を装着した電気油圧式サーボ疲労試験機を用いて、室温、223, 173, 123 および 93 K の温度で試験を実施した。

#### 3. 実験結果

室温から 173 K の範囲の溶接継手の  $da/dN$  は、温度より試験片の形状に依存していた (図 1)。すなわち、き裂の先端に圧縮残留応力が誘起される CT 試験片では、 $da/dN$  が母材よりも低下しているのに対して、き裂の先端に引張の残留応力が誘起される CCT 試験片の  $da/dN$  は、母材のそれとほぼ等しいかあるいは若干増加していた。123 K 以下に温度が低下したときは、疲労き裂の伝播過程でへき開が周期的に介在するために、 $da/dN$  は著し増加した。

残留応力場をき裂が伝播する場合、残留応力の解放に

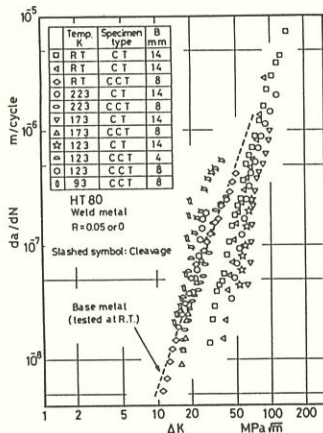


図 1 溶接継手の  $da/dN$  と応力拡大係数範囲  $\Delta K$  の関係

$$R_{res} = \frac{(K_{min} + K_R)}{(K_{max} + K_R)} \quad (1)$$

残留応力が  $da/dN$  に及ぼす影響を母材の応力比効果と等価であると仮定すると、残留応力を考慮した有効応力拡大係数範囲  $\Delta K_{effR}$  は、式(2)で与えられる。

$$\Delta K_{effR} = (\gamma + \delta R_{res}) \Delta K \quad (2)$$

ここで、式(2)の定数  $\gamma$  と  $\delta$  は、母材の実験

結果から、室温では 0.85 と 0.25、低温では 0.73 と 0.15 とした。また、式(1)の  $K_R$  は、CT 試験片では片側切欠きを、CCT 試験片では中央切欠きを有する有限板のき裂面に、集中荷重が作用する場合の解を用いた。図 2 は、図 1 の  $da/dN$  を  $\Delta K_{effR}$  に対して再プロットした結果であって、へき開が介在しない場合の  $da/dN$  は、式(3)で示す直線を中心とした狭い散布帯上に表示される。

$$da/dN = 2.22 \times 10^{-11} (\Delta K_{effR})^{2.66} \quad (3)$$

式(3)を式(4)に示すように、初期欠陥寸法  $a_i$  から最終き裂長さ  $a_f$  まで積分すれば、寿命  $N$  が求められる。

$$N = \int_{a_i}^{a_f} \frac{1}{2.22 \times 10^{-11} (\Delta K_{effR})^{2.66}} da \quad (4)$$

図 3 は、図 2 に示した 2~3 の試験片に上記の手法を適用して、疲労き裂伝播寿命の予測を行った結果を示したもので、繰返し数が 30 万回以下の短寿命側では、予測結果と実験データは良く一致しており、本手法が有効であることがわかる。なお、長寿命予測で一致しないのは、寿命予測に使用した残留応力分布と、 $da/dN$  を実測した試験片の残留応力分布が若干異なるためである。

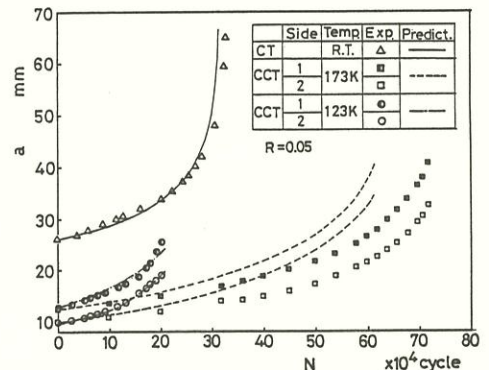


図 3 溶接継手の疲労き裂伝播寿命の予測

構造用鋼の水素ガス中での高応力疲労き裂伝ば特性  
—溶接部を対象として—

機械研究部 田中正清

1. 研究目的

大形の機械・構造物は雨水や海水、水素や硫化水素など、材料にとって有害な環境中で大きな荷重が比較的ゆっくり繰返される低サイクル疲労条件で使用されることが多い。このような条件での部材の信頼性（強度・寿命）を適切に評価し、破壊災害を防止することを目的とした研究として、前年度まで構造用低炭素鋼の低サイクル疲労き裂伝ば特性に対する水および水素ガス環境の影響を検討した。本年度はより実際の条件として同種構造用鋼の溶接部を対象に選び 1 atm 水素ガス雰囲気の影響について検討した。

2. 試験片および実験方法

供試材は厚さ 6 mm の市販軟鋼 SB 42 板材である。実験対象は母材と突合せ溶接部、および残留応力除去の効果を調べるためその両者を焼鈍 (620°C × 2h) したものである。溶接は特別ボイラー溶接士の資格を有する専門業者に依頼し、被覆アーク法によった。これらの材料から

4 T × 70 W × 250 L, 中央に 4 L × 0.2 W のスリットを付した平板形試験片を作成した。溶接試験片は中央スリットが溶接金属中央および溶接線から 2 mm 離れた熱影響部 (HAZ 部) に位置するように採取した。

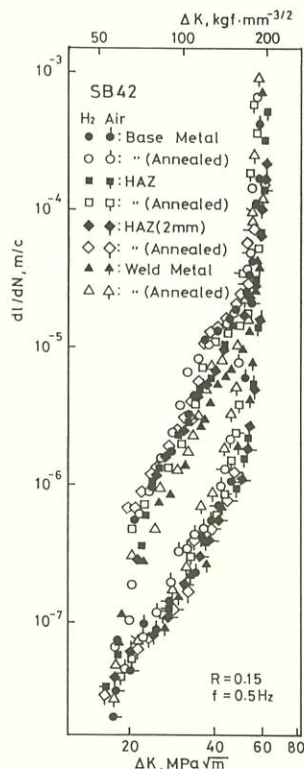


図 4 SB 42 溶接材のき裂伝ば速度に対する水素の影響

疲労き裂伝ばは油圧サーボ疲労試験を用いて 25 ± 2°C の乾燥空気、1 atm 水素ガス雰囲気中で実施した。荷重条件は応力比  $R=0.15$ 、荷重繰返し速度  $f=0.5$  Hz である。破面観察には走査型電顕を用いた。

3. 研究結果

図 4 には SB 42 各種試験片について参照環境としての乾燥空気と、水素ガス中とで求めた疲労き裂伝ば速度  $dl/dN$  と応力拡大係数変動幅  $\Delta K$  との関係を示す。溶接金属および HAZ 部の  $dl/dN$  はひずみ除去焼鈍の有無に無関係に乾燥空気中に比べ水素中で約 10 倍程度とかなり加速されているが、母材の場合を超えることはなかった。詳細には加速の程度は母材が最大で HAZ 部、溶接金属の順に小さくなっている。

ところで溶接部の近くの材料の硬さ分布を調べると図 5 のごとく溶接金属中央は HAZ 部および母材と同程度であるがその両側で非常に高くなっている。これはき裂伝ば位置の違いによる上記のようなわずかな  $dl/dN$  の差と関連していると思われる。すなわち、溶接金属中央をき裂が伝ばする場合その両側、そして HAZ 部を伝ばする場合は片側が母材に比べて硬いためき裂先端部での繰返し塑性変形が生じにくくなり、その塑性変形に乗って侵入する水素の量が少くなるということの説明できそうである。

溶接部の微視的破面形態については、HAZ 部の場合母材に比べ結晶粒が小さいことを反映して水素中で生じる擬へき開破面の小平面 (ファセット) の大きさが若干小さいこと、溶着金属中の場合、破面に球状介在物が数多く観察されると共に延性ストライエーションが形成された平坦面の広さが母材および HAZ に比べかなり小さいことなど微妙な差が観察されたが、基本的には殆んど母材と同じであり、空気中での延性ストライエーション形成領域が水素中では擬へき開破面となっている。

このような破面形態の基本的類似性は、先述したように溶接部におけるき裂伝ば速度が空気中では勿論水素中でも、母材と大差がない状況をよく説明しているものと考えてよいであろう。なお本実験では残留応力の効果を除く目的から焼鈍を行ったが、薄い試験片のためその効果は顕著でなかった。

以上の結果は、限られた条件内ではあるが、もし良好な溶接がなされるならばこの種の継手の水素中での危険性は母材のそれを超えないことを示唆している。

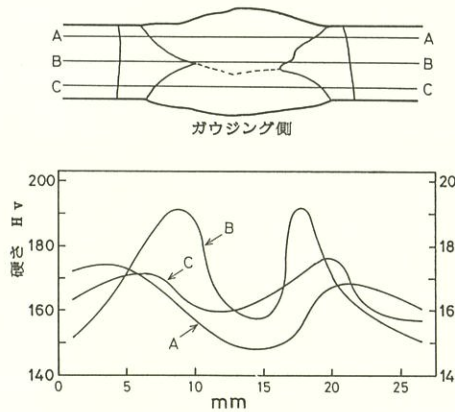


図 5 溶接部の硬さ分布 (A, C は表面から 1mm, B は厚さ中央位置, 母材は 155 Hv

## 建設工用小型圧縮空気機械（コンクリートブレーカ）の低騒音化に関する研究

機械研究部 橋内良雄, 前田 豊, 吉久悦二, 江川義之

### 1. はじめに

前年度までにブレーカ騒音低減のために実施した主な対策は、排気マフラーの吸音性能を高めることおよびチゼル、ピストン等の振動減衰能を向上させることの二つであり、これらを市販ブレーカに適用すれば、20 dB(A)程度の騒音の低減が見込めることが明らかになっている。

本年度は、これらの対策に対して、騒音面のみならず、重量増加等による作業性悪化および耐久性等の強度変化といった面からの検討を加えた。

### 2. 排気音低減策

排気音対策として用いたマフラーは、一重式および二重式の軟鋼円筒に吸音材（グラスウール）を内張りしたもので、強度面での問題はない。排気音のレベルは各々88、83 dB(A)程度であり、排気音だけを考えると、二重式マフラーの方が優れている。しかし、国内では取扱いの容易さから軽量である20 kg級（全重量20 kg）のブレーカが好んで用いられ、30 kg級以上のものはあまり使われないという状況がある。また打撃・破碎音のレベルが現在までに開発された騒音低減策を用いても90 dB(A)程度にとどまっておらず、ブレーカ全体の騒音レベルはこの打撃・破碎音のレベルに支配されている。したがって、対象としている20 kg級のハンドブレーカに、重量が約8 kgで、一重式マフラーと比較して2倍以上になる二重式のものを用いても意味はなく、一重マフラーで十分である。このマフラーは、市販の高性能型マフラーと比較して、排気音はあまり低くなっていないが、ブレーカ筐体への固定方法が確実であり、排気気流等によって振動を引起こして高周波騒音を発生することはない。

### 3. 打撃・破碎音低減策

打撃・破碎音に対して採った基本的な考え方は、騒音発生源（振動源）であるピストンとチゼルの制振化と振動源からの振動伝播（ブレーカ筐体等にはピストンとチゼルの衝突等によって振動が伝播してきており、その表面振動は騒音源として無視できない。）の抑制である。

使用した制振金属はFe-Cr-Al系強磁性合金（サイレントロイ）で、0.2%耐力と硬度が軟鋼と同程度であるため耐久制等の強度面の問題が生じ、チゼル等衝突を繰返して、厳しい応力状態で使用される部品にそのまま用いていることはできない。したがって、実施した具体策は、ピストンについてSNCM材、チゼルについては、SKS材製の凹型の外筒内部に制振金属を挿入すること、また応力条件の厳しくないブレーカ筐体は、それ自体を制振金属製にすることである。

ピストンはシリンダにガイドされて往復するので、曲げが発生せず、主に圧縮状態下にあるため、外筒に制振金属を圧入後、その境界部にスポット溶接を施したもので十分な疲労寿命が得られている。

チゼルは曲げ等の複雑な応力状態になり、最も耐久性が問題となる部分である。写真1にチゼルを示す。接合面に接着材を塗布して圧入する。ピストン等の衝突によって、使用開始時に制振金属の表面が塑性変形を起こし、外筒との嵌合がきつくなるので接合面が剥がれることはない。写真2、写真3は耐久試験の様子と破断部の一例である。制振金属の段付部に発生した疲労き裂が成長して破断に至っており、疲労寿命に強く影響するのは段付部の形状によって変化する応力集中の度合である。現在、この形状を種々に変えて実験を行い、制振金属部分の最適な形状を検討している。

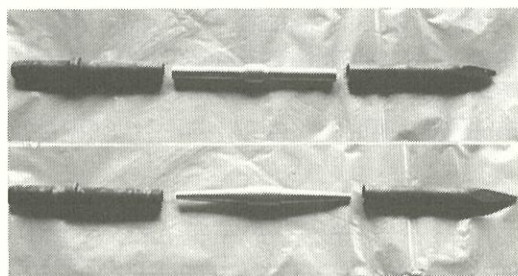


写真1 チゼル（接合前）

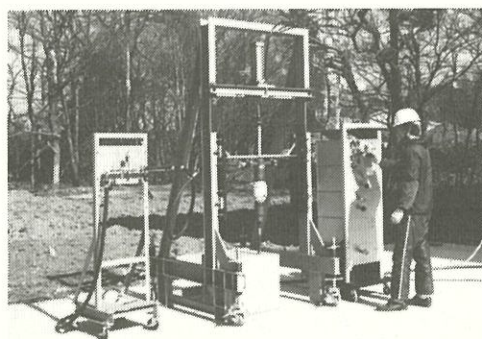


写真2 チゼルの耐久試験

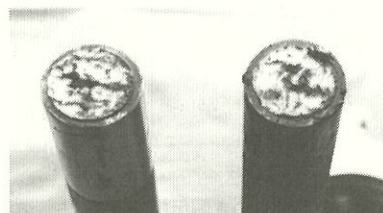


写真3 破断部

# 光源測色法を用いた制御パネル盤・表示ランプの色光評価に関する研究

機械研究部 江川義之

## 1. はじめに

メカトロニクス機器等において用いられている制御パネル盤は、マン・マシン・インターフェースの役割を果たしており、これらのパネル盤上においては、表示ランプの色光の相違を用いて、機器の正常・異常状態等幾つかの安全に関する情報を、作業員側に伝達している。

しかし、これらの表示灯に関しては、白熱ランプ・ネオンランプ・LED等多くの種類が出回っており、又同じ種類のランプであっても、さらに赤・黄・緑等のキャップを被せることにおいてかなり多くの色光が表現されるというのが現状である。

そこで本研究は、制御パネル盤を設計する際、表示ランプ等の選択基準を設定することを前提に、次に示すような目的についての研究を行った。

## 2. 研究目的

- I. 現在どのような種類のランプ及びキャップ・フィルターが出回っているか？市場調査を行い、それらを使用目的に照らし合せて整理する。
- II. 作業員にとって見間違えやすい色光（ランプとキャップ・フィルターの組合わせ）の条件について列挙する。又、新材料を用いた表示ランプを対象にして、その利点・欠点等を検討する。

## 3. 研究方法

パネル盤上の各種表示灯の色光を計測するため CIE(国際照明委員会)で標準化されている光源測色法を用いた。計測システムは、色彩輝度系(TOPCON BM7)とマイクロコンピュータ(PC9801 VX)とを RS232C で接続し、色彩輝度計の三刺激値をコンピュータ内で CIE 演算法に基づき計算結果を出力させた。

## 4. 研究結果

目的 I の市場調査を行った結果について記す。

表 1 は各種ランプの特性比較表である。発色に関して述べると、白熱ランプそのものは発色しない。ランプ自体が発色するのは、ネオンランプ・LED である。しかし制御パネル盤等に用いられる小型のものは色が限定されており、ネオンランプは橙・緑、LED は赤・黄・緑に限られている。それ故、白熱ランプやネオンランプで赤を表示させる場合は赤色のキャップあるいはフィルターを被せることになる。

メーカーではこれらの関係について発光表示と発光発色表示に分類している。発光表示は赤で述べると消灯時赤点灯しても赤と発光するだけである。発光発色表示は消灯時乳白色、点灯して始めて赤に発光発色する。当然発

光発色表示に白熱ランプは用いられない。

次に、制御パネル盤等にこれらが用いられる用途別の分類を試みてみる。

用途別には、パイロットランプの様な純然たる表示ランプと照光式押しボタンスイッチとがある。表示ランプは消灯時より点灯時において色の識別がつきやすいものでなければならず、又その中には、機器の正常稼働を常時点灯状態で作業員に伝達するものと、異常・危険状態を消灯から点灯への切替わりで伝達するものがある。照光式押しボタンスイッチは作業員が作動させるスイッチ故、消灯時においても色によるスイッチの識別が出来なければならぬ。

表 1 各種ランプの特性

白熱ランプ	ネオンランプ	発光ダイオード
5, 14, 28 V 直流	100, 200 V 交流	電流制御 5~20 mA
2~3 年 耐久性あり	2 年程度耐久性あり	5~10 年耐久性あり。米粒大であるのでひとつのピースに複数個投入
ランプは発色せず	ランプ発色 橙・緑	ランプ発色 赤・緑・黄
色光はキャップ色フィルターで表示	色光はランプ色とキャップ・フィルターとの組合わせ	色光はランプ色とキャップ・フィルター色との組合わせ

目的 II の見間違えやすい色光の条件について記す。

前述した様に、ネオンランプ発色は橙と緑しかないため赤表示には橙に赤キャップを装着させ用いている。

図 6 はその様な条件を再現させるため、橙のネオンランプに赤キャップと橙色キャップとを被せたものを比較した  $xy$  色度図である。

この図からわかる様に、消灯時においてはキャップ色の相違による色差が見られるが、点灯時には色差が少なくなり、色光の相違が見られにくい結果が得られた。

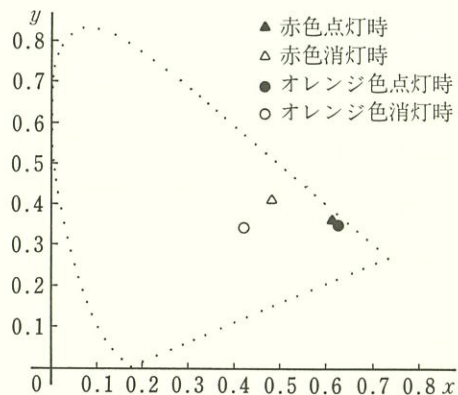


図 6  $xy$  色度図上におけるネオンランプ色光の相違

## 特殊研削砥石の疲れ強さに関する研究

機械研究部 象川壯一

### 1. 研究目的

近年コンピュータ機器等の精密研削加工や、自動車産業をはじめ多くの産業において複合材料部品の研削加工が行われている。これらの新しい材料部品の加工には、各種の有機質原料の特殊結合剤の研削砥石が多く使用されるようになってきた。これらの加工分野で使用される研削砥石は粒度が 600 番から 3000 番、5000 番という非常に細かい砥粒が用いられており、かつ結合度も低く、従来から多く使用されている一般の研削砥石とは非常に異なる特性を有するものである。

これらの特殊研削砥石の使用が多くなっている傾向の中で、その回転中における破壊事故の発生も増えつつあるのが現状である。

ところで、研削砥石については昭和 46 年に研削盤等構造規格が施行され、研削砥石の安全性の要件が規定された。例えば、最高使用周速度の決定法及びそれを基準とした 1.5 倍の速度における回転試験（製品の強度保証のための非破壊試験）等が規定されているが、当時は上述したような特殊な砥石は開発されていず、一般の研削砥石を対象とした規定である。従って、近年多用されるようになってきた特殊砥石の繰返し荷重下における強度特性を把握することは、今後における適正な規制基準の整備のために必須であり、また、その安全な使用方法を国が始動するためにも必要なデータとなる。

このような必要性から、特殊研削砥石の疲れ強さに関する研究を開始し、特殊砥石の繰返し荷重下における破壊強度の挙動を実験的に究明することとした。

### 2. 理論および実験方法

一般に平形砥石の回転強度は無負荷で回転させた時に生ずる遠心力による破壊回転速度をもって評価するが、この場合には回転中の平形中の平形砥石に周方向応力と半径方向応力が主応力として発生し、このうち周方向応力  $\sigma_{\theta}$  の分布は図 7 に示す如く中心孔の縁で最大値を採り、その値  $\sigma_{\theta \max}$  は一軸引張応力として(1)式によって求められる。

$$\sigma_{\theta \max} = \frac{3+\nu}{4} \frac{\gamma}{g} \omega^2 \left( b^2 + \frac{1-\nu}{3+\nu} a^2 \right) \quad (1)$$

ここに  $a, b$  : 砥石の内、外半径,  $\gamma$  : 砥石の単位体積重量,  $\nu$  : 砥石のポアソン比,  $\omega$  : 砥石の回転角速度,  $g$  : 重力の加速度

そして、最大応力説では、この  $\sigma_{\theta \max}$  の値が平形砥石の回転破壊に最も大きく関与する。

一方、図 8 の直径方向圧縮荷重を受ける中心孔を有する円板においては、孔の荷重方向の点 A で圧縮荷重 P に

垂直な一軸引張応力  $\sigma_{x \max}$  が発生し、P の増加に伴って、その  $\sigma_{x \max}$  は増大していき、ついには AB に沿って破壊するものと考えられる。そして、点 A に発生する一軸引張応力は、次の近似式によって与えられる。

$$\sigma_{x \max} = K \frac{P}{2(b-a)t} \quad (2)$$

ここに  $K$  :  $a/b$  の関数である応力集中係数,

$t$  : 円板 (砥石) の厚さ

すなわち、図 7 の  $\sigma_{\theta \max}$  と図 8 の  $\sigma_{x \max}$  は、共に最大の周方向の一軸引張り応力であり、破壊の形態も両者共に、これらの一軸引張り応力に垂直な方向に亀裂が進行し破壊に至るので、アナロジーとして周方向の一軸引張り応力を考えることができる。そこで、本研究においては直径方向圧縮の繰返し荷重方式を採用した。

### 3. 実験結果

本報で用いた供試体は、外径 255 mm × 厚さ 20 mm × 内径 127.5 mm、砥粒 GC、粒度 800、結合度 F のレジノイド砥石である。現在、実験継続中であるが、図 9 に繰返し圧縮試験において得られたデータの一部を示した。これらのデータの範囲で結論を明らかにすることはできないが、供試体に加えた荷重振幅が大きくなるにしたがって、破壊に到るまでの荷重繰返し数が減少する傾向がみられている。

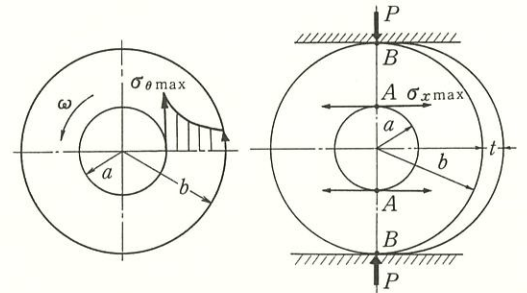


図 7 回転中に発生する周方向応力

図 8 圧縮荷重による最大引張応力

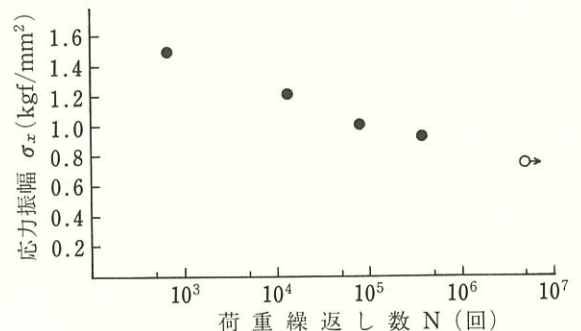


図 9 繰返し圧縮試験結果の一部

## 産業用ロボットの安全システムの構成

機械研究部 糸川壯一, 杉本 旭, 深谷 潔  
清水尚憲, 梅崎重夫

電気研究部 池田博康

### 1. はじめに

これまで、産業用ロボットに接近する場合は、駆動エネルギーを遮断する必要があった。しかし、最近、駆動源ダウンによる作業性の低下が指摘され、ホールド停止中の作業を可能とする安全システムの必要性が指摘されている。本報告では、まず安全システムを具体的に構成するための安全構造の論理について述べる。次に、ホールド停止中の作業の安全を確保する安全システムとして、この論理に基づいて開発したメカウィンドウ監視方式を提案する。

### 2. 安全制御における構造の論理

安全システムを構成する場合、安全であることを何らかの状態量をもって知る必要がある。その状態量は情報として伝達され、出力情報が安全を示すときだけ作業の実行が許可される。この様な安全システムを工学的に達成するには、「安全である」という情報をエネルギーの高い状態に、「安全でない」という情報をエネルギーの低い状態に設定できるメカニズムを構成しなければならない。それは、エネルギーの高い状態が故障によってエネルギーの低い状態に変わることはあっても、エネルギーの低い状態が故障によってエネルギーの高い状態に変わることは、外部からエネルギーを与えない限り物理的にありえないという特性によるものである。

### 3. メカウィンドウによるホールド位置監視

本装置は、制御装置によりホールド停止状態（現在の姿勢を保ったまま停止した状態）に制御された関節軸を機械的に記憶し、それと駆動軸とを常時比較する。そして、故障等により許容し得る範囲を越えて駆動軸が回転したとき、それを検出して駆動源を遮断するものである。

本装置の構造の概略を図 10 に示す。電磁コイルの通電により従動軸は、圧縮バネに抗して変位するため、駆動軸と独立に可動状態となる。それに取り付けたアームは、復帰用バネによって中立位置をとる。ホールド信号により駆動軸が回転を停止し、また、電磁コイルの通電が停止すると、圧縮バネにより従動軸が駆動軸と機械的に結合され、停止位置の記憶状態となる。この状態から誤って駆動軸が回転すると、アームが旋回し、マイクロスイッチに触れてその接点を OFF にし、駆動源を遮断する。ここで、マイクロスイッチの接点が閉じて流れる電流をもって、安全を示す情報としていることに注意されたい。従って、この接点につながっている非常停止回路は、電流遮断（エネルギーが低い状態）のとき非常停止とする回路

となる。

定常運転時に故障が起こった場合、

- (1) マイクロスイッチの接点における接触不良の時は、電流が流れないので非常停止がかかる。
- (2) 断線等、電磁コイルへの通電の停止に対して、ホールド停止監視が実行される。
- (3) その他の部分に断線が生じたとしても、センサによって安全なときのみ運転が許可される。

つまり、故障が生じた場合も安全側に故障するように設計されている。

### 4. 実験結果

以上の構成に基づき、簡単な実験を行った。ロボットの最高速度が 1400 mm/s の場合、暴走発生時刻からメカウィンドウスイッチの接点が開くまでの時間は 0.11 sec、停止するまでの動作角は 6.1 度となった。これは、ロボットアーム先端変位 101 mm に相当する。今回は、メカウィンドウスイッチを関節軸に取り付けたが、電動機軸又は減速機軸に取り付けることによって、さらにロボットアーム先端変位を小さくすることも可能である。

### 5. まとめ

メカウィンドウ監視方式を用いた産業用ロボットの安全装置を提案した。今後の課題は、多種の産業用ロボットに本方式を適用していくことである。

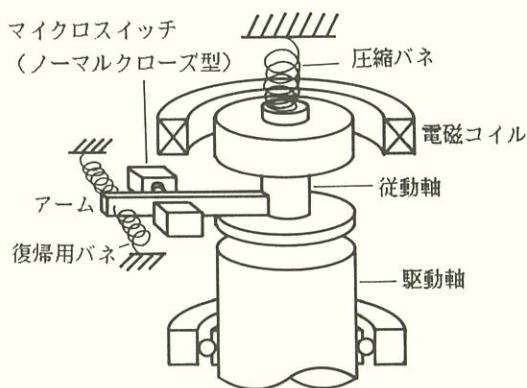


図 10 メカウィンドウスイッチの構造

## フェールセーフ論理の考え方

機械研究部 杉本 旭, 糸川壯一

### 1. はじめに

安全システムでは、機械の運転が安全を示す情報（安全情報）に基づいて実行される。したがって、安全情報には誤りを含んではならない。すなわち、安全システムでは、安全の確認ができない事態に対して、むしろ危険の通報を行なう。

安全情報の伝達にフェールセーフな手段を必要とする。それは正常な動作状態にあるときのみ情報（信号）を伝達する特性をもつ。ここでは、安全情報のフェールセーフな情報伝達の基本構成について述べる。

### 2. 安全システムの構成

例えば、機械の危険作業点に接触して発生する災害を防止するための命題を次のように考える。

（命題）—安全であるとき機械のエネルギーは出力されるときは限らないが、機械のエネルギーが出力されるときは必ず安全でなければならない—

この命題を論理的に表わせば、 $S$ を安全を示す論理変数（ただし、安全であるときを論理値1、そうでないときを0）とし、 $M$ を機械エネルギーの出力を示す論理変数（出力ありを論理値1、出力なしを0）とすると、次式のようになる。

$$M \leq S \quad (1)$$

これは安全を検出する手段により、次式のように実行される。

$$M = H_{OP} \wedge S \cdot S^* \quad (2)$$

ここに、 $H_{OP}$ は人間やコントローラなどから出力される機械エネルギーの出力の要求（即ち、運転命令であり、誤って危険な運転指令が出されることがある）を示す論理変数（ただし、運転指令ありを論理値1、なしを0）とし、 $S^*$ は安全の検出手段の状態を示す論理変数（ただし、正常なときを論理1、そうでないときを0）とすれば、上記の命題は、安全の検出手段が故障したとき（即ち  $S^*=0$ ）、安全情報を発生させないことを規定している。（即ち  $S \cdot S^*=0$ ）。これを分かりやすく言えば、安全情報には誤りを含んではならず（誤って危険を示す情報に変わることは許される）、そのためには、安全情報は、安全であることを示す情報（即ち  $S=1$ ）だけでなく、情報を処理する装置が正常であることを示す情報（即ち  $S^*=1$ ）を内容としてもつものとなる。

安全情報によって保証すべき安全は次の2つであり、安全情報が1（即ち、 $S \cdot S^*=1$ ）を示すときには合目的安全が、また、危険又は故障により安全情報が0（ $S=0$  または  $S^*=0$ ）を示すときには無条件安全が保証されねばならない。

(a) 無条件安全…安全確認なしに保証される安全（機械の運転停止による）

(b) 合目的安全…安全の確認によって保証される安全（安全確認による機械の運転）

### 3. フェールセーフシステムの事例

図11は簡単なアームの駆動システムである。これは安全情報の伝達システムとして見ることができる。例えばアームの周囲に「人間がいない」ことを検出するセンサの出力  $s_i$  が正しい安全情報  $S_i$  となるには、センサが正常である（即ち  $S^*=1$ ）という情報が必要であり、これは逆に、故障したときは必ず0になるセンサを要求している。この安全情報はワイヤ  $W$  によって伝達されるが、ワイヤの故障（断線）は安全情報の出力を生じない。同様に、スイッチ、モータ、アームのいずれも故障に対して安全情報は伝達されず、アームからエネルギーは出力されない。この構成は次の論理式によって表現される。

$$M = s \cdot G^* \cdot W^* \cdot S_w^* \cdot D^* \cdot A^* \cdot H_{OP} \quad (3)$$

ここに、もし、安全情報がエネルギーを伴うものとする、機械の出力エネルギーは安全情報のもつエネルギーそのものとなり、安全の確認を伴った機械出力となる。安全システムは「安全」を示すエネルギーを安全情報として検出・伝達・出力するシステムである。

### 4. おわりに

一般的に、機械の大きな動力を得るには安全情報のエネルギーを増幅して利用する。この場合の増幅手段も安全情報のエネルギー入力を停止した場合、誤って出力を生じないフェールセーフな構造としなければならない。

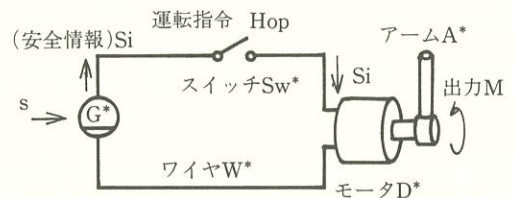


図11 アーム駆動システムにおける安全情報の伝達

# 多層巻きドラムにおける乱巻きの発生条件について

機械研究部 前田 豊

## 1. はじめに

クレーンの高揚程化や、巻上げ機構のコンパクト性への要求により、ワイヤロープをドラムに多層巻きにして使用する必要性が増加している。しかし、巻きが乱れた場合は、ワイヤロープを傷めるばかりでなく、巻きの不連続的な解放により衝撃荷重が発生し、機体自体を損傷させることもあり得る。

乱巻きを防止するためには、ワイヤロープがドラムの回転軸に対し垂直の方向に伸ばされている必要があり、その最大偏位角はフリートアングルと言われ、構造規格にその最大値が定められている。しかし、多層巻きドラムに対する規定はあいまいであり、またフリートアングルを決定する理論根拠も乏しいのが現状である。

そこで、多層巻きドラムを単純化してモデル化し、フリートアングルの理論的根拠を与えるための基礎資料とすることを試みた。

## 2. 式の誘導及び結果

次の仮定を置く。

- (1) ワイヤロープは円筒状であり、自在に屈曲できる。
- (2) 摩擦係数は零である。
- (3) 多層巻きの2層目以降を対象とする。
- (4) 対象とする層の1層下の巻きは、ドラムの回転軸に対し直角である（スパイラル状ではない）。
- (5) 巻きのピッチはワイヤロープの径  $d$  に等しい。

このときの巻きドラムの断面を図 12 に示す。図中、破線で示した位置に巻かれるべきワイヤロープが、斜めに

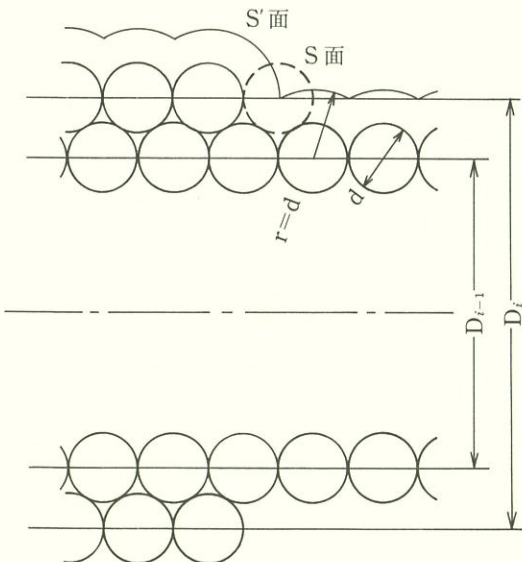


図 12 モデル化した多層巻きドラム

巻き取られるため右側あるいは左側の位置に移ってしまうときを乱巻きと考える。このワイヤロープの中心は、常に  $S$  面（あるいは  $S'$  面）上にあり、また、仮定からその面上の最短コースをとる。

図 13 に  $S$  面（あるいは  $S'$  面）上のワイヤロープ中心の軌跡を示す。

$$f(\eta, \eta') = \sqrt{(R + r \cos \eta)^2 + r^2 \eta'^2}$$

として、変分法における Euler の方程式は、

$$f - \eta' \frac{\partial f}{\partial \eta'} = C_1$$

となる。これを解き、定数を決定すると、乱巻きの発生条件が、

$S$  面を通る場合は

$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{D_i/d}{D_i/d + 2 - \sqrt{3}} \right)$$

$S'$  面を通る場合は

$$\theta' = \cos^{-1} \left( \frac{D_i/d}{D_i/d + 2} \right)$$

と決定される。これを図 14 に示す。

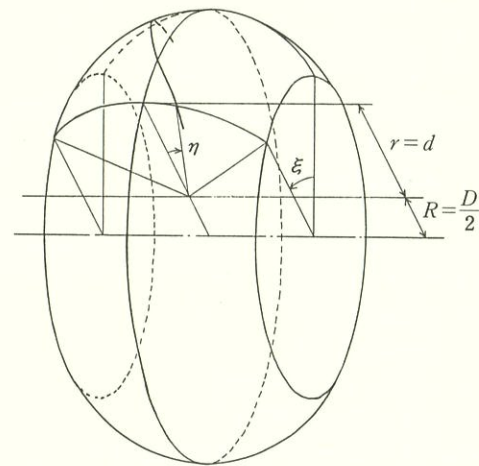


図 13  $S(S')$  面上のワイヤロープ中心の軌跡

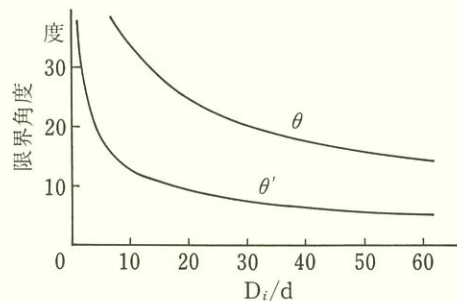


図 14 乱巻き発生限界角度



## 潜在危険制御システムの構成原理と概念設計法

機械研究部 佐藤吉信

### 1. はじめに

安全技術用語「Fail-safe」は今日多くの工学分野で用いられているが、その概念は各工学体系間で異なったものとなっている。この概念のくい違いは、異なる工学分野間での安全論議にしばしば混乱をもたらしている。ロボットなど、包括的な工学体系によって構成されるメカトロニクスの安全計画では、異なる工学体系にも共通して適用可能となるように、安全技術の概念が普遍化され、安全技術の適用原理が明らかにされることが重要である。本研究では、包括的災害発生理論でもある A-C モデルに基づき、上記要件を満たす潜在危険制御システムの構成原理と概念設計法を検討した。

### 2. 潜在危険の抑制原理

災害防止過程すなわち潜在危険の抑制過程は、A-C モデルによると次の原理に分類・体系化される：

- (1) 作用源の排除
- (2) 変化の抑制
- (3) 作用連鎖生成相遷移の禁止
- (4) 発現しつつある連鎖の解離

抑制原理(3)、(4)は、系にいわゆる潜在危険制御システムを構成することによって実現される。

### 3. 潜在危険制御系の構成原理

潜在危険抑制原理(3)、(4)の実現は、作用鎖の解離理論として一般化される。作用鎖の解離は次の解離原理に分類・体系化される：

- $P_1$ ：作用源の制御
- $P_2$ ：作用経路の制御
- $P_3$ ：作用源と作用経路の制御
- $P_4$ ：不履行機能の代替制御

解離原理と解離される作用鎖との関係は：

[定理1]  $a, b, c, d, e$  形の作用鎖は、解離原理  $P_1, P_2, P_3$  のいずれかにより、 $f$  形の作用鎖は  $P_4$  によってのみ解離される。

解離を実現するための必要条件となる解離作用は次のように分類・体系化される：

- ( $a'$ )；エネルギー伝播型
- ( $b'$ )；情報伝達型
- ( $c'$ )；作因物転移型
- ( $d'$ )；供給阻止型
- ( $e'$ )；存在形態型
- ( $f'$ )；機能停止型
- ( $g'$  &  $g''$ )；機能代替型

解離原理とそれを実現する解離作用との関係は：

[定理2] 解離原理  $P_1, P_2, P_3$  は、 $a', b', c', d', e'$  (およ

び/または)  $f'$  の解離作用により実現され、 $P_4$  は、 $g'$  &  $g''$  の解離作用によってのみ実現される。

解離作用を発生させるための抑制連鎖は、抑制作用鎖からなる連鎖で、抑制作用は解離作用と同様に  $a'', b'', c'', d'', e'', f''$  型に分類・体系化される。

システム要素が抑制あるいは解離作用の発生に失敗することにより生じる反転作用は、作用と同様に  $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}, \bar{f}$  型に分類・体系化される。

[定理3]  $a', b', c', d', e', g' & g''$  型の解離作用、または  $a'', b'', c'', d'', e''$  形の抑制作用が反転すると  $\bar{f}$  形の反転作用が生じ、 $f'$  または  $f''$  型が反転すると  $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}$  形の反転作用のうち少くともひとつが生ずる。

抑制作用鎖の反転、反転連鎖、反転作用鎖の解離に関して次の定理が得られる：

[定理4] 抑制連鎖を構成する任意の要素に引金変化が発生すると、その要素からの抑制作用鎖が反転することにより、そこから反転作用が生成され、解離は実現されなくなる。

[定理5]  $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}$  形の反転作用鎖は、解離原理  $P_1, P_2$  または  $P_3$  によって、 $\bar{f}$  は  $P_4$  により解離される。

[定理6] 定理4において生じた反転連鎖の、ある反転作用鎖が解離されると、他に引金変化および反転連鎖が生じていない条件下で、そこから部分的に抑制連鎖が復活し、作用連鎖の解離が再び可能となる。

作用の性質や強度が単一の変動する抑制または解離作用を単方向制御作用、複方向に変動するものを複方向制御作用と言う。潜在危険制御系に複数の複方向制御作用鎖があり、一方の作用制御の変動方向が、他方の変動方向に依存するとき、前者を外依複方向制御作用鎖という。

[系15] 潜在危険制御システムに外依複方向制御作用鎖が存在するとき、それとそれが依存する複方向制御作用鎖を結ぶ、複方向制御作用鎖からなる抑制連鎖が存在しなければならない。

[定理7] 単方向制御作用鎖は、任意の型の解離または抑制作用鎖によって構成され得るが、複方向制御作用鎖は、 $f'$  または  $f''$  型の解離または抑制作用鎖では構成できない。

従って、潜在危険制御システムにおいて、信号系を狭義のフェイルセーフとして構成できるための必要条件は、信号系を構成する系の要素からの抑制作用が単方向制御作用鎖として構成できることとなる。

### 3. 潜在危険制御系の概念設計事例

軌道走行ロボット、救助ロボット、木工丸のこ盤を例として、潜在危険制御システムの構成が、上記概念設計法を用いて示された。

# ねじり単純せん断による砂の変形・強度特性

土木建築研究部 堀井 宣幸

## 1. 研究目的

斜面や盛土などの土構造物の安定や地盤の支持力を考える場合、その破壊（せん断）モードは、単純せん断変形が主体であると考えられる。単純せん断変形の定義は、図-15.bの座標系で表すと、 $\dot{\epsilon}_r=0$ 、 $\dot{\epsilon}_t=0$ のまま $\sigma'_a$ 作用面が回転しないという条件で $\dot{\gamma}_{at}$ が変化する変形状態をいい、とくに $\sigma'_a$ 一定の場合には等圧（排水）単純せん断変形という。従って、現場での土構造物の変形、沈下の予測あるいは支持力の推定などには、単純せん断試験により求められた応力-ひずみ特性を用いるのが合理的である。本研究は、中空ねじりせん断試験機を用いた自動単純せん断試験システムによる、砂の単純せん断変形・強度特性の解明を目的とする。

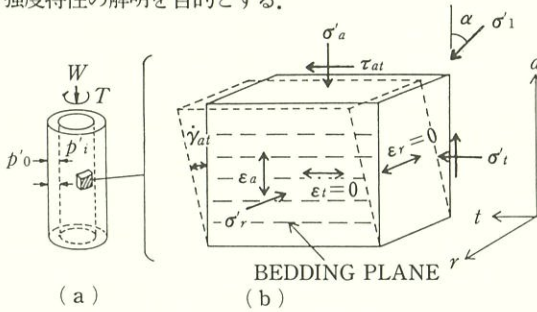


図 15 ねじりせん断での単純せん断変形

## 2. 試料および試験方法

実験に用いた砂は、豊浦標準砂( $e_{max}=0.977$ 、 $e_{min}=0.605$ )である。空中落下法により作製した供試体は、所定の圧密圧力で異方圧密したのち、ひずみ制御( $\dot{\gamma}_{at}=0.02\%/min$ )で排水ねじりせん断試験を行った。実験条件は $e_{0.05}=0.658\sim 0.798$ 、両端面はPorous Stone+Edge（高さ1.5mm）のものを用いた。

## 3. 試験結果

図-16は $e_{0.05}=0.708$ 、 $0.755$ 、 $0.798$ の3個の単純せん断試験の応力比( $\tau_{at}/\sigma'_a$ )、 $R(\sigma'_1/\sigma'_3)$ 、および体積ひずみ( $\epsilon_v$ )～せん断ひずみ( $\gamma_{at}$ )関係を示したものである。同図より、密な供試体では明確なピークが認められる、これは密度の大きいものほど、明瞭なShear Bandが入り、このShear Bandにひずみが集中し、ひずみ軟化傾向を示すためと考えられる。一方密度の低い供試体では、複数のShear Bandsが発生するためひずみが一ヶ所に集中せず、軟化傾向は小さくなる。また、せん断ひずみが大きくなるに従い、一定の応力比に収束する傾向がみられるが、体積ひずみは依然として負の増加傾向を示しており、まだ残留状態には至っていないようである。図-17は、密な供試体における、 $\alpha(\sigma'_1$ 方向と鉛直軸

とのなす角)が $45^\circ$ 、 $56^\circ$ の平面ひずみ圧縮試験(PSC)および単純せん断試験(TSS)における、応力～ひずみ関係を示している。これによると $\alpha=56^\circ$ (単純せん断試験での破壊時の $\alpha$ にほぼ等しい)の平面ひずみ圧縮試験における応力～ひずみ曲線は単純せん断試験での応力～ひずみ曲線に類似していることがわかる。単純せん断試験ではせん断中、主応力の回転が起こるが、せん断ひずみ $\gamma_{at}$ が1%以内で回転の大部分が終了しており、この間の主応力比Rの増加は小さい。このため、応力～ひずみ関係に及ぼす主応力の回転の影響は小さいと考えられる。

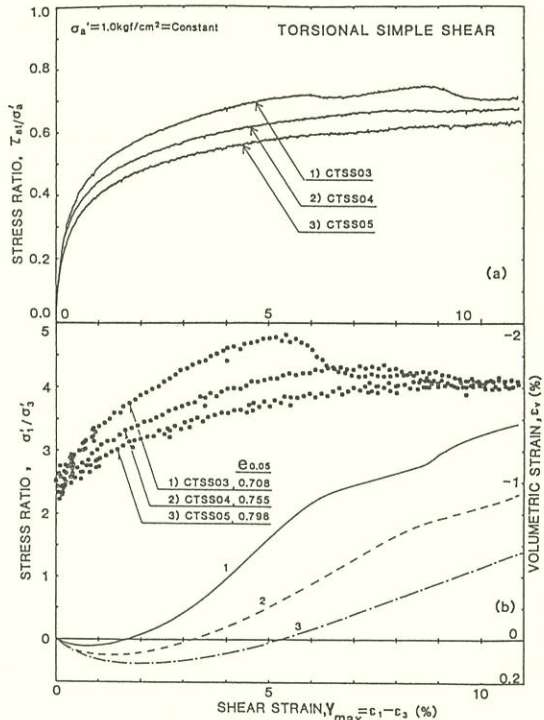


図 16 応力比とせん断ひずみの関係

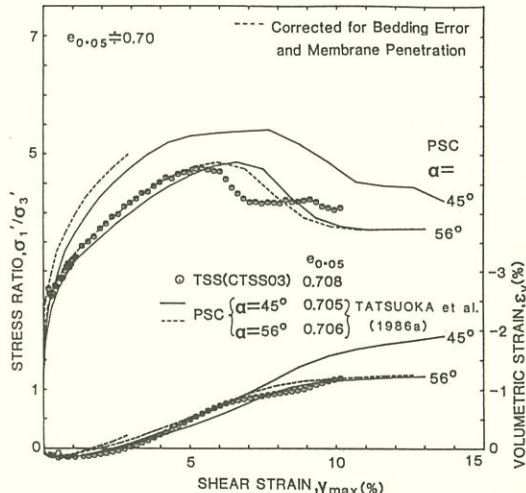


図 17 PSC と TSS の応力～ひずみ曲線の比較

## 溝掘削工事における土砂崩壊災害の調査分析

土木建築研究部 豊沢康男, 堀井宣幸

### 1. はじめに

土砂崩壊災害防止の基礎的な知見を得るため、土砂崩壊災害のうち「溝掘削工事」における土砂崩壊災害を取り上げ、基礎的な分析を行った。分析に用いた資料は、昭和56年～59年の4年間に発生した死亡災害69件の災害調査復命書である。

### 2. 分析の結果

#### 2.1 工事の種類・発注者

図18に工事の種類を、図19に災害発生工事の発注者を示した。

#### 2.2 被災者の属性等

被災者は、中高年齢者で経験年数の長い者が多く、そのほとんどが小規模事業所に所属している。

#### 2.3 掘削・崩壊の規模等

##### (1) 掘削の深さ・崩壊土量

図20は、掘削の深さ(溝の深さ)と崩壊土量の関係である。1.5m<sup>3</sup>未満のごく小規模な土砂崩壊が全体の約4割を占めている。掘削の深さは、1.5m-3.0mの間に8割弱が入っている。

##### (2) 土止め支保工の有無

図21に土止め支保工の有無を示した。土止め支保工を設置せずに被災している事例が6割弱あった。また、支保工があっても、崩壊を起こした事例が15%あった。

一方、設置中に被災した事例は、24%であった。土止めが不完全な状態の溝の中で、切りばり、腹起こしを設置している最中などに被災した災害である。

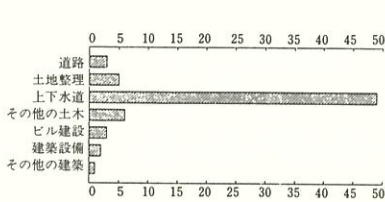


図18 工事の種類



図19 災害発生工事の発注者

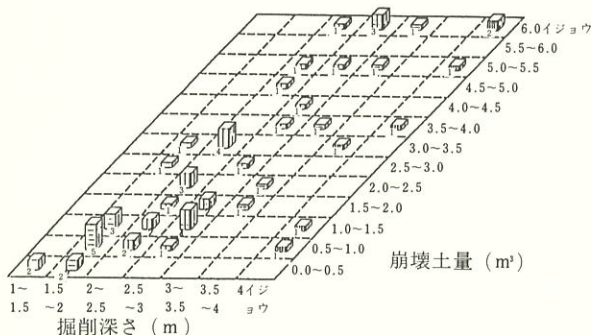


図20 掘削の深さ(溝の深さ)と崩壊土量

### (3) 崩壊地山の地質

崩壊地山について、自然の地山とそれ以外の地山(埋戻し土、盛土等)に分類したのが、図22である。埋戻し土等が8割、自然の地山が2割であった。

### 2.4 死亡原因・埋没部位

図23に、死亡原因と埋没部位(被災者が崩壊土砂によって埋没した身体の部分)の関係を示した。

死亡原因は、窒息、骨折(頭部の骨折が多い。), 圧迫、内臓破裂、ショックの順であった。全身埋没した事例が4割あり、そのうち窒息死した事例は約3分の2であった。また、首、胸、腹部まで埋没して、圧迫、内臓破裂等で被災した事例が3割あった。

### 3. 結論

(1) 溝掘削工事における土砂崩壊災害は、地方自治体発注のなかでも、特に「市」レベルの発注の上下水道工事で多く発生している。

(2) 崩壊の規模は小さく、全身が埋没しない場合でも土砂の衝撃や重量によって、骨折、圧迫、窒息等により被災している。

(3) 土止め支保工を設置せず、または設置していても不十分であった事例が多い。安全な土止め支保工の設置が不可欠である。さらに設置に当たっては、作業を安全な状況で行う必要がある。

(4) 埋戻し土、盛土等、自然の地山以外での掘削中の崩壊が多い。市街地の上下水道工事などでは、埋戻し箇所を再度掘削することが多い。ガス管・水道管等の既設埋設物の有無を調査し、埋設物近辺の掘削には十分に注意を払う必要がある。既設埋設物の他、建物の基礎部分、盛土、造成地等を掘削する場合も同様である。

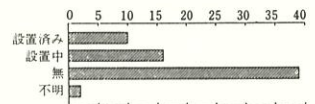


図21 土止め支保工の有無

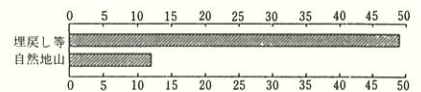


図22 崩壊地山の地質

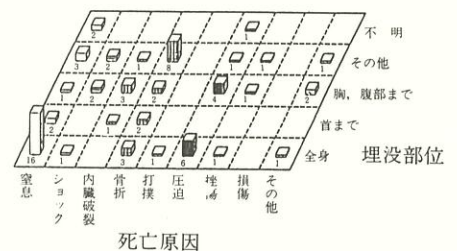


図23 死亡原因と埋没部位

# 労働災害事例検索データベースシステムの試行開発

土木建築研究部 鈴木芳美  
機械研究部 前田 豊

## 1. 目的

労働災害の事例に関する諸情報は、以後の類似災害の防止あるいは広く災害防止安全技術の発展向上の面で、有効に活用を図ってゆかねばならない。そのためにも、これらの情報のデータベースが必要とされている。

しかし、データベースシステムの構築にはプロトタイプシステムによる検討が、システム開発上不可欠なものとされている。そこで、様々な方法で労働災害事例の検索が可能な比較的小規模なプロトタイプシステムを試行的に開発することとした。

本システム開発にあたっては、『産業災害情報データベースに関する調査研究報告書(昭 61, 3)』に示された『産業災害情報データベースシステム』(図 24)の内容を考慮し、整合性を図ることに留意した。

## 2. 開発

本システムで取り扱うデータソースとしては、災害調査復命書・死傷病報告書を念頭に置いた。各資料が有する情報の内容・性質・問題点などを検討し、情報項目・データベースの構造などの設定を行った。また当面のハードウェア・ソフトウェア・DBMS などについては、当研究所に既存のもので対処することとした。

『産業災害情報データベースシステム』では取り扱う情報の形態として、図 24 に示すように、ひとつひとつの災

害事例に対して A~D の四種類の情報を用意することとしている。今回の『災害事例検索データベースシステム』では、災害調査復命書の第一頁目に記載されている諸項目の内容についてデータベース化を試行することとしたが、これらの情報はほとんどが上記の B 情報に相当すると考えられる。今後、機密事項の扱い等に関して、データの構造やデータ項目について詳細な検討が必要ではあるものの、『産業災害情報データベースシステム』との整合性・移行についても比較的容易に対照が可能であると考えられる。

データベースの創成や更新にあたっては、資料から得られる情報内容を一度、中間ファイルに入力する方式とした。これは、データの入力作業を独立させて、本データベースシステムにおけるデータ入力の作業性を確保するとともに、データベースの運用・管理の面での分業化・簡便化を図ったためである。

また、データ入力作業を軽減化するため、専用のデータ入力プログラムの開発を行った。本プログラムは、メニュー方式のデータ入力画面を用いることにより、対話形式で比較的容易に長文の日本語データなどの入力を可能にしたものである。

本データベースでは、数値項目(災害発生日・被災者数など 38 項目)、日本語インデックス項目(起因物・事故の型・事業場名など 58 項目)、日本語文章項目(災害発生状況・発生場所など 3 項目)およびそれから自動的に切り出したキーワード項目の合計 100 項目について、種々の検索が可能である。

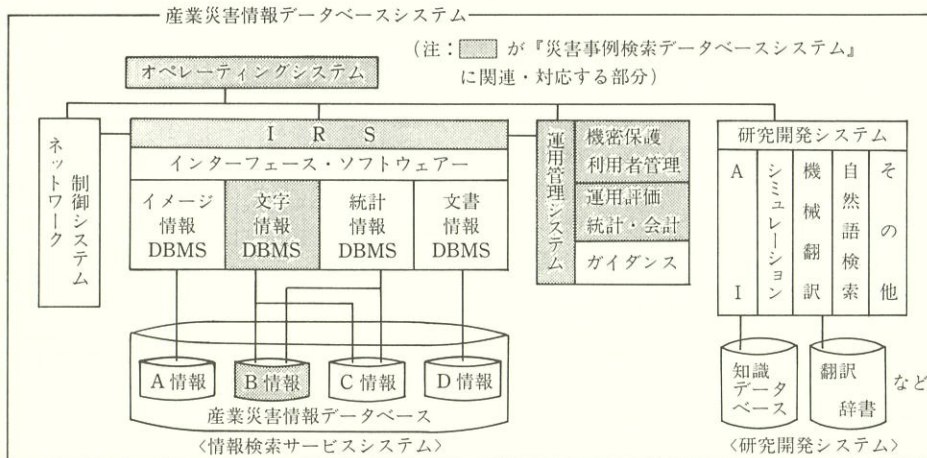


図 24 『産業災害情報データベースシステム』の概念図

## 新幹線建設工事における労働災害の統計分析

土木建築研究部 花安繁郎, 鈴木芳美

### 1. まえがき

近年の建設工事は大型化、高度化、あるいは労働者の高齢化など、工事をとりまく環境は大きく変化しつつあり、これに伴い労働災害の発生形態や災害要因も変化を遂げようとしている。本研究では上越新幹線建設工事労働災害を事例に統計分析を行い、近年の大型工事での労働災害の発生特性を明らかにするとともに、上越新幹線に先立って建設された山陽新幹線工事での災害と比較を行い、災害の発生形態の変化について考察を加えた。

### 2. 工事概要および分析資料

分析対象とした工事は、上越新幹線（大宮～新潟間）約 275 km であり、全長の約 5 割近くが高架橋工事、4 割がトンネル工事であった。特にトンネル工事を中心に大規模かつ難工事が多数施工された。分析資料には、労働者死傷病報告および災害調査復命書を利用し、収集した災害件数は 2150 件うち死亡災害は 89 件であった。

### 3. 分析結果と考察

分析を行った主な内容と結果を以下に簡単に示す。

- 1) 工事の種類別ではトンネル工事災害が 74%、高架橋工事災害が 15% を占めていた。トンネル工事では元請職員や実際の指揮をとる工長らが被災する例が多かった。
- 2) 年齢別の分析では上越、山陽とも、災害実数としては 40 才代の中年層に多く発生しているが、発生率では若年層や高齢者層が平均より数倍高い値を示した。
- 3) 経験年数別による分析では、経験年数が少ない作業員ほど災害発生数、災害発生率がともに大きくなる傾向があることが示された。
- 4) 時刻別に労働災害の発生状況を調べると、夜間から早朝にかけての災害も少なくなく、全体の 27% を占めていた。また作業開始あるいは休息を挟んで 2～3 時間後に発生数のピークがみられるとともに、災害発生率は時間帯別の災害発生数と同じパターンで推移していた。
- 5) 在来トンネル工事工法による災害と、NATM 工法による災害とを比較すると、広い坑内作業空間が確保される NATM 工法にあっては、ずり出し・資材運搬、履工作业での災害が減る一方で、ボルト打設・モルタル注入作業時の災害が増えていることが示された。
- 6) いくつかの労働災害について CTA 分析を行い、労働災害に関連した 5 つの要因（人的要素、作業内容要素、設備要素、作業環境要素、管理的要素）の出現率や相関関連について、災害発生時間帯別やトンネル工事の作業別などで分析を加えた。その結果、例えば作業別での分析では、掘削作業や支保工建込作業で作業環境要素 (Ep) が大きな出現率を示すことや、作業ごとの災害発生過程

に相違があること、また、時間別の分析では、要素出現率には差がないものの、昼方と夜方では災害発生過程に差があることなどが明らかになった。(表 2 参照)

7) 労働災害による傷害程度（休業日数）とその超過頻度分布との間には、図 25 に示したように両対数紙上で直線となる関数関係が存在した。もし図中の直線の傾きが  $-1$  以上であれば  $\infty$  までの傷害程度（死亡災害）を含んでも、期待傷害程度を有限値で表すことができる。上越新幹線トンネル建設工事では傾きが  $-1$  より大きく、死亡災害を含めた災害 1 件当りの期待傷害程度は 90 日であった。また、山陽新幹線トンネル建設工事でも同様なことが示され、個々の労働災害の傷害程度に関しては両工事災害とも大きな変化はないことがわかった。

8) 1 件の災害で負傷した労働者数（災害規模）の分布特性を調べると、上越新幹線トンネル工事は山陽新幹線トンネル工事に比べて大規模な災害が発生しやすくなっており、災害の大規模化への原因は、火災が大きな役割を果たしたことが明らかにされた。なお、40 人が被災する規模の災害の再現期間は約 250 年と推定された。

表 2 上越新幹線トンネル工事災害要素出現率一覧

分類項目	分析資料数(件)	要素別出現率 (%)					
		I	T	M	Ep	Es	
トンネル工事のみの合計	159	13	37	37	12	2	
トンネル工区別	D-トンネルu工区	9	26	29	32	10	3
	I-トンネルk工区	20	14	34	40	10	2
	S-トンネルu工区	29	9	30	52	6	4
	S-トンネルk工区	23	13	36	30	18	3
	S-トンネルs工区	14	9	41	33	14	2
	M-トンネルm工区	18	10	38	38	12	3
	M-トンネルk工区	12	15	36	37	10	2
トンネル工段階別	U-トンネルm工区	35	12	46	27	16	0
	ずり出し・運搬作業	34	17	38	35	8	2
	掘削作業	33	11	34	35	16	4
	支保工建込作業	36	6	40	29	25	1
	覆工作业	18	16	40	36	5	4
時間帯別	修理・整備等作業	24	9	40	49	2	1
	移動・その他	14	18	28	38	14	3
	昼方(7~12 Hr)	73	16	36	37	11	1
昼方(13~18 Hr)	53	11	38	38	11	3	
夜方(19~6 Hr)	32	7	39	35	14	4	

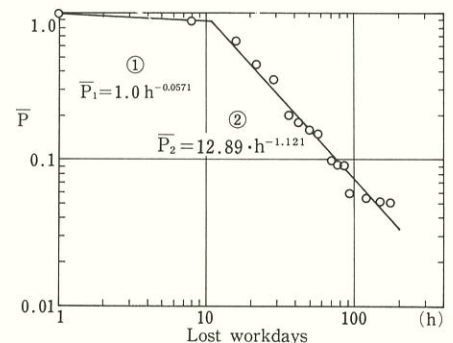


図 25 上越新幹線トンネル工事災害傷害程度累積分布

## 安全靴の防滑性能の評価方法に関する研究

### 一 研究の基本的手法について

土木建築研究部 永田久雄

#### 1. 研究の背景

安全靴の国際規格を作成する際に、現在、最も問題となっているのが、安全靴の防滑性能の評価法の統一である。滑りに関する研究は、歴史が深く、数多くの測定法が考案されながら、いまだに、世界的に承認された試験方法が、確立されていない。評価法の統一が難しい根本的な問題として、次の3点が挙げられるであろう。

○ 滑り抵抗の測定値が、各測定方法、測定条件によって異なった傾向を示すために、各測定機は、特殊性をおびたものになり、他の測定機の計測値と直接に比較することができないといった欠点がある。

○ 各国ともに、長年にわたり多大の研究労力を費やし、高価な測定機を開発しているために、自国の測定機の使用を堅持する傾向がある。

○ 最大の欠点は、測定機から得られる計測値が真に滑りの度合を表しているかどうかの検証が充分になされていない。言い換えると、測定機の妥当性の検証方法が確立されていない点である。

#### 2. 滑りの概念と測定法の基本的差異

安全の分野で問題となる滑りには、「滑って転ぶ」と言った時の「すべり (slip)」と、「滑り易い」と言った時の「すべり (slipperiness)」に大別できる。そのどちらかに主眼を置くかによって、測定手法が大きく変わってくる。

後者のすべり (slipperiness) を問題とする測定法は、建物内の床材選択時の評価に適用されている。この測定方法では、動き出した時の最大水平力をもとにして滑り抵抗値を算定する、いわゆる最大静止摩擦係数を求める方法である。

すべり (slip) を問題としている場合は、「バナナの皮効果」と言われる滑り現象に着目する必要がある。バナナの皮を踏みつけて、足が滑り始めると急激な滑り抵抗値の減少傾向が見られる。もし、このときに、穏やかに滑り抵抗値が減少してゆくならば、すべり (slip) で体のバランスが崩されたとしても立ち直ることが可能である。つまり、安全靴の防滑性能の評価では、滑り始めではなく、すべり (slip) が発生しているときの滑り抵抗値を特に問題とする必要がある。つまり、いわゆる動摩擦係数を求める必要がある。

このように滑りは、slip と slipperiness に大別でき、それぞれの測定機の構造は、根本的に異なる。それにもかかわらず、防滑性能の評価にあたってこの区別が曖昧のままにされて論じられている。

#### 3. 測定機の妥当性の検証方法の基本

測定機から得られる計測値が真に、現実の滑りの度合を表しているかどうかを検証する必要がある。今ここで、仮に滑りによって発生する転倒事故の発生頻度R (危険率) を、安全靴と床面状態の種々の組合せごとに、表すことが出来るとすると、計測値とR値との対応が全く違った傾向を示している測定機は、信頼性が低く、利用すべきでないことになる。

このような方法により測定機の信頼性を検証し、その上で、各測定機の相互比較を尺度Rを介在させて、行うことが出来るのである。

#### 4. 精神物理学の利用

実際に、無数の靴と床面の状態の組合せごとに、滑りによる事故の発生率を予測するのは多大の労力と費用を必要とする。そこで、人間の判断から、すべりによる危険をある程度予測させる方法がある。例えば、油で覆われた床面上を安全靴で歩行する場合に、安全靴AとBではどちらが危険であるかを、着用者自身に評価させる方法である。評価判断値は、当然ばらつくが、数多く試行された判断は、正規分布に従うと考える。検査から得られた数多くの判断をもとにして、正規偏差量を求めその値を判断の数量化の根拠となす。

#### 5. 実測例

図26に、被験者10人による油面歩行時の安全靴10種の実測結果例を示す。また、一対比較判断値と歩行可能な最大傾斜面角とは、相関があることが実証された。つまり、傾斜面角を危険率Rの代表値とみなすことができる。

このように、危険率をどのようにして求めるかということが本研究の基本問題となるのである。

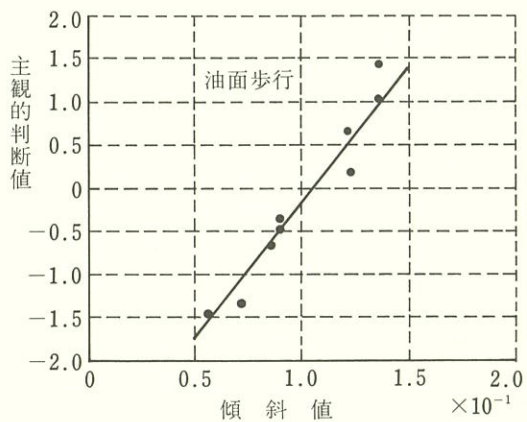


図 26 安全靴と評価値と傾斜角 (傾斜面歩行)

## コンクリート圧送時に足場に作用する荷重等について

土木建築研究部 小川勝教, 河尻義正, 木下鈞一

### 1. はじめに

建物の建築工事においてコンクリート打設を行う場合、通常ポンプによりコンクリートを圧送するが、打設場所が高所の場合に既設の作業足場を圧送用の輸送管の支持構造物として利用することがある。この方法では圧送時にかなり大きな衝撃力が足場に作用することが考えられるが、実際にこれが原因で配管の取付け部分の足場の横架材が変形したり破断した例が報告されている。従って、これらを足場全体の倒壊事故に発展させないためにはなんらかの安全対策が必要と思われるが、現在これに関するデータは皆無である。このためコンクリート打設時に足場に作用する荷重などについて実大実験を行った。

### 2. 実験方法

実験は実大の足場に取り付けた輸送管にコンクリートを圧送するとき足場に作用する荷重等を測定する方法によって行った。圧送方法はミキサー車からのコンクリートをポンプ車により輸送管を通して建物屋上まで圧送し、更にホースにより地上のミキサー車に回収する方法で実際の打設工程に模擬させた。供試足場は、既設建物に沿って建てた5スパン15層の枠組足場である。(図27)

測定は、足場の壁つなぎの反力、支柱の軸力、横架材の応力、輸送管を足場に取り付ける吊りチェーンの張力、足場の変位および加速度について行い、各検出器からの出力をアンプを介してサンプリング周波数200HzでAD変換し、磁気テープに収録した。なお打設時に足場に作用する荷重等は、足場の支持方法、輸送管の取り付け方法、コンクリートの材質、圧送圧力などにより異なるので、これらの条件を組み合わせると合計134回の実験を行った。

### 3. 実験結果

図28は、コンクリートポンプの1回の吐出サイクルにおける各量の経時変化の一例である。これらによれば、各量の波形共吐出時の衝撃部分とそれに続く減衰部分からなっており、周波数分析の結果によれば各量とも5Hz以下の比較的低い周波数の衝撃であることが分かった。また壁つなぎには最大値で約120kgの圧縮または引張力、支柱には自重を除いて約2100kgの圧縮力、横架材には約3400kg/cm<sup>2</sup>の最大曲げ応力度、吊りチェーンには約2000kgの張力、輸送管上端の水平X方向、鉛直方向にはそれぞれ±3G、±5G以上の加速度が生じており特に配管を取り付けた足場の横架材に大きな負荷がかかることが分かった。さらに各実験条件が衝撃の大きさ(衝撃部分のP-P値)に与える影響について考察した結果を以下

に示す。

(1) 各計測値ともコンクリートのスランプが大きい方が大きく、またポンプの吐出量が増加するとほぼ直線的に増加する。(図29)

(2) 支柱の圧縮力および横架材の応力は、輸送管を足場からチェーンで吊る方法に比べ足場に金具で固定する方法の方が大きい。

(3) 壁つなぎに作用する衝撃力は、チェーンで吊る方法では輸送管の下端を角材で支えた場合に、また金具で固定する方法では支えない場合に大きい。

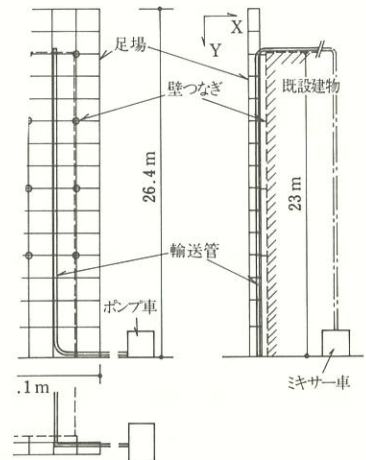


図27 供試足場

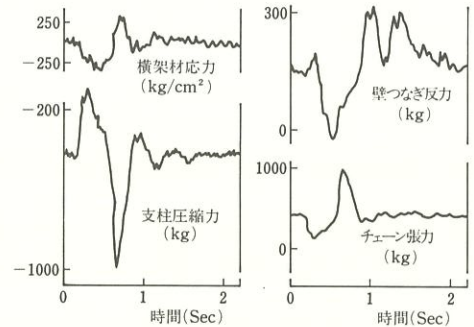


図28 各量の経時変化の例

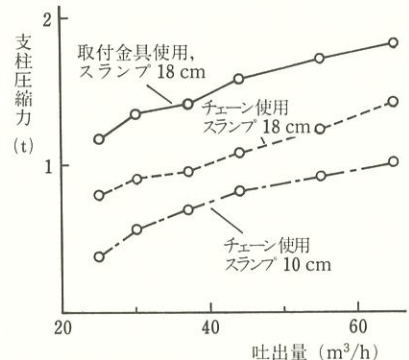


図29 支柱圧縮力と吐出量の関係

## メッシュシートの安全性

### —天然曝露による劣化について—

土木建築研究部 小川勝教, 河尻義正  
木下鈞一

#### 1. まえがき

建築工事現場の足場の外側面に、飛来落下物防止用として帆布製シートにかわりメッシュシートが使用されている。このシートの新品時の落下物防護性能については、帆布製の一類と同等のものが使用されることになっており、問題はないが、経年品は、使用期間中に受ける種々の要因、特に太陽光による強度劣化がありその落下物防護性能が低下する。そこで、天然曝露によるメッシュシートの落下物防護性能劣化の程度について調べた。

#### 2. 研究方法

一定期間、天然曝露した供試体について、シート地の引張試験と耐落下物試験を行なった。供試体は、ポリエステル繊維の織物の表面を防災樹脂加工したI～IV、ナイロン繊維を塩化ビニールで被覆したV、VIの6種類とし、寸法はタテ方向5.1m、ヨコ方向1.8mである。

天然曝露は、昭和59年5月～昭和61年4月まで千葉県東葛飾郡閑宿町の某建設会社の資材センターにて、南面向きで水平面に対し45度の角度で行なった。

引張試験は、供試体より採取した幅3cmの試験片について、チャック間20cm、引張速度20cm/minの定速で行なった。試験には定速伸張型試験機を用いた。

耐落下物試験は、水平面に対し30度傾斜している支持枠に取付けた供試体上に、落体(外径48.6mm、厚さ2.3mm、重さ4.8kgfの鋼管)を垂直に自由落下させ、それが供試体を貫通するまでの落下高さを調べた。

#### 3. 研究結果

図30は、供試体のシート地の引張強さについて、曝露期間による変化を新品時比でみたものである。曝露期間の増加に伴ない引張強さも低下する。中にはI・II・III

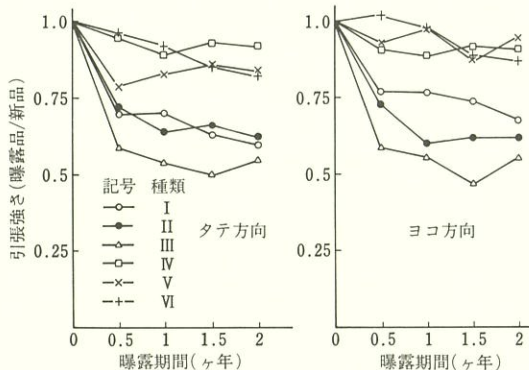


図30 天然曝露されたメッシュシート地の引張強さ

のように、最初の0.5年で30～40%の急激な低下をするものもあり、供試体によって減少の割合は一定でない。図31は、耐落下物試験における供試体の貫通高さを示したものである。新品時に比べ曝露された供試体は貫通高さも低く、破れ易い傾向にあるが、曝露期間との関係は明白でない。0.5年の供試体の貫通高さが高くなっている。これは落体の先端の角が、他の場合に比較し丸みがあったことによるものと推察される。図32は貫通高さと同供試体シート地の引張強さ、図33はタフネス(引張強さ×伸び量)との関係を示したものである。貫通高さと同引張強さ、タフネスとの間にはある程度相関性があり、落下物防護性能をシート地の引張強さとタフネスで評価できる。そのため、経年品でも引張強さ、タフネスを調べることで、落下物防護性能をある程度推定できる。

図31 メッシュシートの劣化と貫通高さ

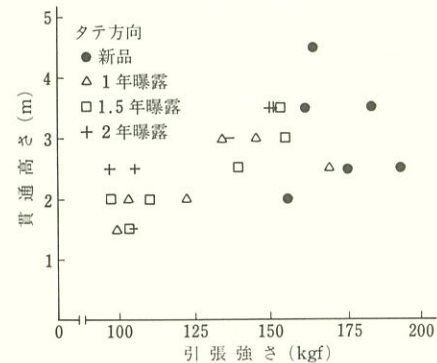


図32 引張強さと貫通高さ

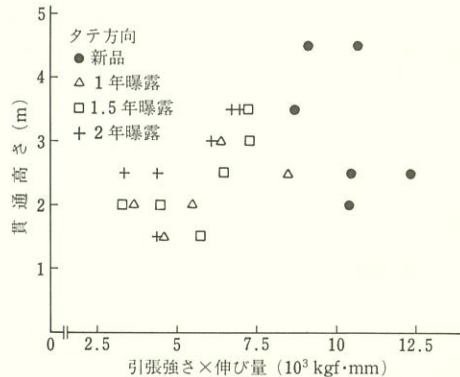


図33 タフネスと貫通高さ



メッシュシートに作用する風圧力の三次元数値解析  
— 工事中の建物の外周に養生用として張る場合 —

土木建築研究部 木下鈞一

1. はじめに

シートおよび金網類についての設計用風力係数は、仮設工業会がまとめた「風荷重に対する鋼管足場などの安全技術指針」に示されているが、この指針をまとめた当時養生用として使用されていた養生用資材を対象としているため、網状のものは充実率  $\varphi$  が 0.36 までのものについて定めているが、 $0.36 < \varphi < 1.0$  のものは不明確であった。

しかし、最近の養生用網としてメッシュシートが多用されており、これらの充実率は、0.50~0.80 程度のものであるため、早急に設計用風力係数を定め、上記の技術指針の改訂を行う必要がある。本研究では様々な場合を想定して、数値解析により風力係数を求めてきており、今回は、工事中の建物の四周にメッシュシートを張った場合について計算を行い、これまでの成果を併せ、設計用風力係数の参考値を示すこととする。

2. 計算の概要

図 34 に計算領域の大きさおよび建物、足場の断面を示す。計算の方法は、前年報と同様に、 $k-\epsilon$  モデルを採用し、三次元非圧縮性乱流運動方程式、 $k$  および  $\epsilon$  に関する乱流輸送方程式それに連続方程式を連立させ、MAC 法により計算する。なお、網を貫流する流れについては、前々報と同じである。格子数は、主流  $X$  方向 40、垂直  $Z$  方向 18、主流に直角  $Y$  方向 28 である。また、建物の外

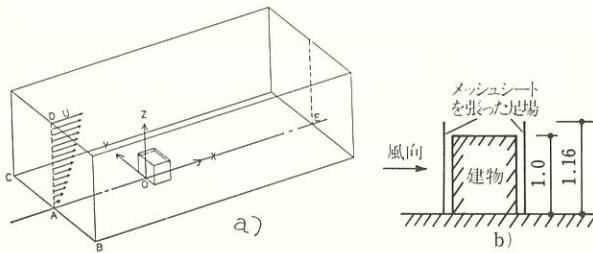


図 34 数値解析の計算領域 a) と建物、足場の高さ b)

壁とメッシュシートの内側面との間は、1 格子間の空間を考慮この空間にも風の流れを考慮している。

3. 計算の結果

計算の結果のうち、上流側正面のメッシュシートを張った足場面の風力係数を図 35 に示す。工事中の建物は無窓として考えているので、建物内部に風が流入ししないとしている。このため、メッシュシートの表裏間の圧力差は小さくなり、風力係数は建物の中央部から下方にかけて小さな値となる。また、足場の上部の突出部には大きな風力係数となるが、充実率  $\varphi$  が小さくなるにつれ風力係数も小さくなることわかった。

4. メッシュシートの風力係数 C についての参考値

これまでの計算結果を利用し、メッシュシートの設計用風力係数についての参考値を図 36 に示す。

前述の安全技術指針において、養生シート類を張った足場を単独に組み立てたとき、エキスパンドメタルを用いたネットフレームで  $\varphi=0.36$  のとき、風力係数  $C=0.7$  であり、また  $\varphi=1.0$  のシートのとき、 $C=1.30$  としている。一方、前々年報では、独立足場の場合を計算しており  $0.36 < \varphi < 1.0$  では、 $C$  図 36 の点線に示すようにこの 2 点を結んだ線に近い値となる。

さらに、建物の外壁に沿って設置された足場の場合には、独立足場の場合と同様、 $\varphi=0.36$  のときの  $C=0.65$  と、 $\varphi=1.0$  のときの  $C$  を直線で結び、 $0.36 \leq \varphi < 1.0$  に対する値を与えてもよいことが、これまでの数値解析結果から確かめられた。よって、使用しようとするメッシュシートの充実率がわかれば図 36 から  $C$  は定められる。

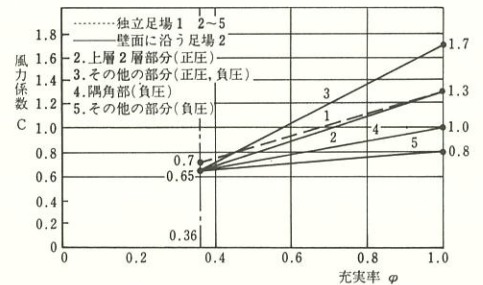


図 36 設計用風力係数の参考値

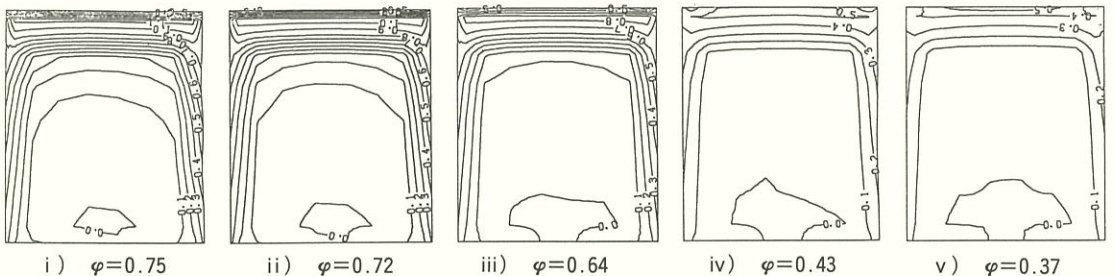


図 35 各種の充実率のメッシュシートに正面から風が吹きつけるときの風力係数

## サイクロン中における粉じん爆発危険性

化学研究部 松田東栄, 林 年宏

### 1. まえがき

各種集じん機の中で、現在最も広く使用されているサイクロン型集じん機は、遠心力と重力を利用した形式のものであり、比較的粒径の大きい粉粒体の捕集に用いられることや、渦流による粉じん濃度の偏りが大きいことから、その中では爆発は起きないものと産業界では見なしてきている。しかし、その機構上大きな渦流が形成されるので、その中で粉じんが発火した場合に激しい爆発に至るとも考えられ、最近、それを示唆する爆発災害も発生した。そこで、これらの危険性を検討するため、実大規模の開放サイクロン系での粉じん爆発実験を試みた。

### 2. 実験

実験装置は、図 37 に示すように、サイクロン、消炎容器、ファンおよび配管から成る。粉体の供給は定量粉体供給機により行い、長さ 7.5 m の 3" 又は 4" 管を通してサイクロン入口 6" 配管に接続した。消炎容器は水膜による火炎の消火とフィルターによる水切りを行うために設けたもので、蝶番付爆発扉 2 枚 (開放面積  $V1: 0.3\text{ m}^2$  および  $V2: 0.1\text{ m}^2$ ) が装備してある。サイクロン本体の容積は  $0.35\text{ m}^3$ 、下部集じん容器のそれは  $0.15\text{ m}^3$  である。着火は  $[\text{Al}+\text{Mg}]+[\text{BaO}_2+\text{Ba}(\text{NO}_3)_2]$  混合物を点火玉で起爆する方法によった。試料粉じんは、ABS 樹脂 (平均粒径 183 ミクロン) またはエチレン・酢酸ビニル共重合体ポリマー (EVA, 平均粒径 42 ミクロン) の二種類である。実験は、ファンの駆動および停止の場合について行い、系内の各所における爆発圧力を比較した。ファン停止の場合は、サイクロン容器内での粉じんの分散は内径 28 mm の長さ 1.7 m および 1.2 m の二本の穴あきパイプ (穴の径 6 mm, 穴の数 150 および 100) から圧縮空気によって試料粉じんを噴出させる方法によった。

### 3. 実験結果

#### 3.1 実験(A): ファン駆動の場合

粉じん濃度は粉体供給量と空気流量から求め、平均空気速度は着火源 X1 の位置で測定した。放散口 V1 を閉鎖した実験では消炎容器に変形を生じたので、以後の実験では爆発扉 V1, V2 を同時に作動させた。図 38 は空気速度 13.4 m/s の場合の結果で、空気速度を二倍以上としても爆発圧力の増加は約  $0.1\text{ kg/cm}^2$  であった。また、二種類の粉じんの濃度を変えた時の最大圧力には大きな差はなく、実験した濃度範囲で記録された最大圧力は  $0.42\text{ kg/cm}^2$  であった。着火後の火炎はサイクロン内へ伝ばするが、容器内での爆発に伴う熱膨張の結果火炎は上流側およびファン側へ伝ばまたは噴出する。

#### 3.2 実験(B): ファン停止の場合

ここでは圧縮空気溜めと粉じん試料容器の間に設けた電磁弁を「開」としてから 50~250 ms 後に着火起爆させたが、この着火遅れ時間によって異なる爆発圧力および波形が記録された。これは濃度の不均一性と乱れの影響に依ると思われ、粉じん濃度や着火遅れ時間を種々に変化させて測定したが、これらに明確な関係は得られなかった。この装置で達成された最大圧力は ABS 樹脂粉じんの場合の  $1.48\text{ kg/cm}^2$  であった。次に、比較実験としてメタン-空気混合ガス (静止状態) の爆発実験を行った。この場合には、サイクロン容器の上流側とファン側ダクトの途中をポリエチレン・シートで仕切り、この範囲内に混合ガスを満たして着火したが、このシートの静的破断圧力は  $0.04\text{ kg/cm}^2$  であり、ほぼ開放系と見なせる。以上の比較実験の結果、ファンを駆動させた場合の方がかなり低い圧力を示し、ファンの排気機能が大きな役割を果たすことがわかった。

### 4. 結語

ファン駆動の場合のサイクロン系内での爆発圧力は、予想よりも低かったが、弱い構造の部分に変形または破損をもたらすには十分であることがわかった。また、爆発火炎はファン側へ吸引されるとともに集じんダクトの方へも逆火する危険性が見られた。

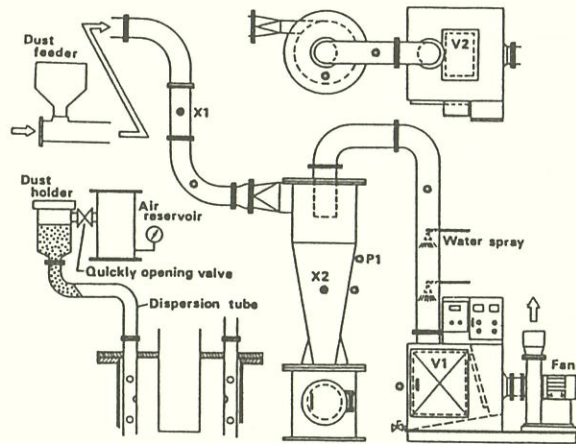


図 37 実験装置

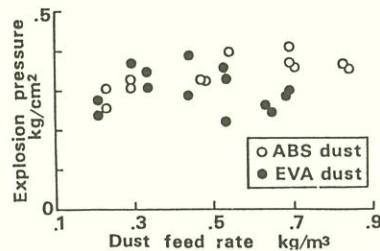


図 38 粉じんの種類と爆発圧力

## 反応性物質製造プラントの危険性評価に関する特別研究 —塩素化芳香族アミン類の爆発に至るまでの反応過程—

化学研究部 琴寄 崇, 林 年宏, 松井英憲  
松田東栄, 安藤隆之, 森崎 繁

### 1. はじめに

標記の特別研究については、本年度は前年度にひきつづきニトロ化反応の暴走条件について研究を続行したほか、主として蒸留工程の危険性に関する研究—特に、塩素化芳香族アミン類の爆発に至る反応過程に関する研究—を実施したので、本報においてはこれを報告することとする。

### 2. 研究目的

塩素化芳香族アミン類は医薬品類の合成原料の一種であるが、これらは合成後減圧蒸留によって精製される。その際、蒸留温度管理の失敗等により、槽内が僅かに高温側に傾くことがあると、この種の物質が本来有している、塩酸(HCl)を脱離する反応が促進され、当該アミンやその脱塩素ないし脱塩酸生成物の塩酸塩等からなるアミン塩酸塩類が生成する結果となる。こうして生じた塩酸は、アルカリ共存等の対策がとられていないと、槽の材質や合成に用いられた後蒸留液に随伴してくることのある金属触媒等と反応して金属塩化物を生じるが、これら金属イオン類は塩素化芳香族アミン類の脱塩酸分解重合反応に対して強力な触媒作用を示すことが多いためこの反応は大いに加速され結果として蒸留槽の内容物はほとんどアミン塩酸塩類に変質してしまうまでになる。

一方、この脱塩酸分解重合反応は僅かながら発熱反応なので、作業員らが異常事態の生じたことに気付かずにいると、槽内は次第に高温となって行く。究極において槽内温度が二百数十度Cに達すると、これらアミン塩酸塩類は爆発的に塩酸ガスを放出する反応を生じ、槽内圧が高まることにより、蒸留装置等を破裂させ、また塩素含有内容物の噴出による環境汚染事故等をもたらす結果となる。

上述のように、この種のアミン類の蒸留の際の爆発に至るまでの反応過程については相当程度理解が深められているものの、なお、

a. 百数十度Cの蒸留温度においてCu<sup>++</sup>やFe<sup>+++</sup>イオンが共存すると、塩素化芳香族アミン類は本当に発熱的に分解するであろうか、もしもそうであるとして、その発熱速度はどの位か。

b. 塩素化芳香族アミンの塩酸塩が二百数十度において爆発的に分解して塩酸ガスを放出する、その反応機構は如何なるものか。

という実験的に解明を要する課題が二つ残っている。

### 3. 上記の二つの課題に応えるための実験とその結果

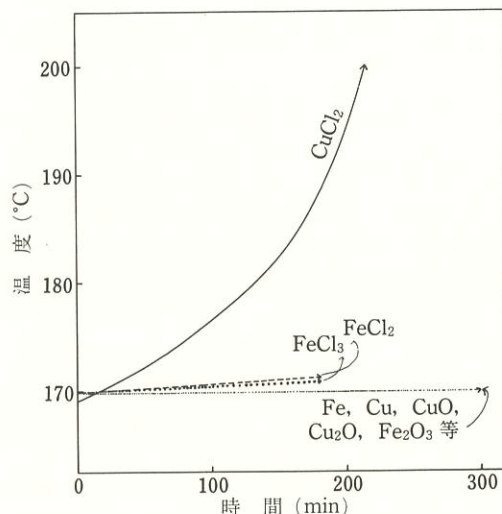


図 39 CMA-金属化合物混合系の断熱昇温曲線

#### 3.1 a. についての実験とその結果

モデル物質として 2-Methyl-4-chloroaniline (以下 CMA) を選び、このものに種々の金属化合物を適量添加した混合物につき 170°C にて SH-SIT (密封セルを用いる SIT 測定) を行うことにより、断熱条件下における混合物の発熱状況を測定した。

その結果、CuCl<sub>2</sub> のみ CMA の発熱的脱塩酸分解重合反応を激しく促進することが明らかに示された (図 39)。その他の Cu<sup>++</sup> イオン含有物もほとんど同様な促進効果を示すことが確認された。

かくして、蒸留温度レベルにおいて CMA に、このものの事故当時と同様、Cu<sup>++</sup> イオンが共存することがあるならば、槽内温度は次第に上昇して行き、数時間以内に二百数十度Cに達する可能性は十分存在することが立証されたことになる。

#### 3.2 b. についての実験とその結果

CMA 塩酸塩、及び、より簡単な分子構造をもつアミン塩酸塩として、アンリン塩酸塩と *o*-トルイジン塩酸塩の 3 種の物質を選び、各々真空のガラス管内に封入した後、295°C の塩浴に 20 分間浸漬する実験を試みた。

その結果、アミン塩酸塩類はそれらの融点以上に熱せられると、爆発的に塩酸ガスを放出して自らは遊離の当該アミンに変わること；その際の封管内の発生ガス圧は容易に数十 kg/cm<sup>2</sup> に達し得る程度のものであること；しかし、管内に封じ込めたまま常温に冷却すると、アミンは再び塩酸ガスを吸収して塩酸塩に戻ること；等が AgNO<sub>3</sub> 水溶液中での封管破碎実験等により見出された。

かくして、高温時におけるアミン塩酸塩類の爆発的塩酸解離反応がこの種の事故における蒸留槽の圧破裂をもたらす原因であったことが明らかにされたことになる。

## 堆積すす粉じん爆ごう波の波面構造

化学研究部 松井英憲

### 1. 研究目的

可燃性の微粉体が支燃性気体中に浮遊、分散しているとき、着火源があると粉じん爆発を生ずることは良く知られている。最近では、新素材の開発、超微粉化技術の発展に伴って、シリコンなどのサブミクロンの超微粉体を取り扱われるケースが増えている。このような物質では、従来の粉じん爆発とは異なる爆ごうを生ずる危険性が予測される。本研究では、前年度において、アセチレンの分解によって生ずる超微粉のすす（カーボン）が、管路に堆積した状態から生起する堆積すす粉じん爆ごう波の伝ば特性について知見を得た。ここでは、これらの爆ごう波の波面構造、伝播機構解明の実験を行った結果について示す。

### 2. 研究方法

実験装置及び方法は、基本的には前年度に行ったものとはほぼ同じである。今回の実験の特色は、内径 28 mm の爆ごう波管の終端近くで、管路の同一円周上で、水平及び垂直方向に 4 箇所、イオンプローブ、ピエゾ圧力素子及び光ビーム発生用豆電球と光検知用フォトダイオードを種々組合せて取り付け、主として爆ごう波面構造の解析を行ったことである。フォトダイオードによる光ビームの誘過光量の測定から、波面でのすす粒子の分散状況がわかる。イオンプローブは、管路の上、下壁面のほか、イオンプローブの一つを管中心部まで突出させ、管軸部での火炎面の検知を行うことにより、爆ごう波の火炎面の二次元的な形状を推定することができる。また、管壁上、下面での圧力波形の測定から、爆ごう波面背後の圧力波の挙動を知ることができる。支燃性ガスには、酸素～窒素混合ガス ( $\beta = O_2 / (O_2 + N_2)$ ) を用い、実験は、常温、大気圧下で行った。

### 3. 研究結果

管路の同じ位置で、管壁の上、下部及び管中心軸上でのイオンプローブの出力と、管側壁面での圧力波形を測定し、爆ごう波の衝撃波面と火炎面の位置関係及び火炎面の形状を推定した結果を図 40 に示す。 $\beta = 0.25 \sim 0.3$  の比較的遅い爆速域では、先頭衝撃波と火炎面の平均距離は、10 cm 以上離れており、かつ、火炎面はすすの堆積の多い管底部を先端として、緩やかに傾いている。爆速  $D$  が 1,300~1,400 m/s の領域 ( $\beta = 0.4$ ) では、管上壁近くの火炎面も衝撃波面に近付き、多くの場合、管中心部よりも管壁近くの火炎面が先行するようになる。これは、先頭衝撃波の速度が速いほど、管上壁面に付着していたすすの分散量が増し、管上部空間にも可燃濃度の粉じん雲が形成されるためと考えられる。もし、可燃性

粉じん層が管底部のみであれば、火炎面は一方方向に傾いたまま、爆速の増大と共に傾きを急にしながら衝撃波面に近づくであろう。 $\beta = 0.6$  では、すす粒子の分散は更に速くなり、火炎面はほぼ垂直で、衝撃波面まで数 cm に近づく。 $\beta = 1.0$  では、衝撃波面と火炎面の間隔は数 mm となり、ほぼ両者は合体した状態で爆ごう波が伝ばするようになる。

管壁上、下部における爆ごう波面圧力及び光ビームの透過光量を測定した結果、爆ごう波面背後では、図 41 に示すように、管底面では、粉じん分散層内の圧力波の反射による過大な振動圧に続いて、管内を上下方向に反射する圧縮波による一定周期の振動圧が見られる。管上壁面では、粉じんが希薄なので過大な圧力は見られず、波面背後の管内を上下に反射する圧縮波が見られるのみである。火炎面は先頭衝撃波の後方で傾いた形状をなしている。更に速い爆速では、粉じんの分散が瞬時に行われるため、粉じん層内の圧力波は見られなくなり、最初から管内を上下方向に反射する圧力波の一定周期の振動圧が、管上下壁で交互に観測されるようになる。

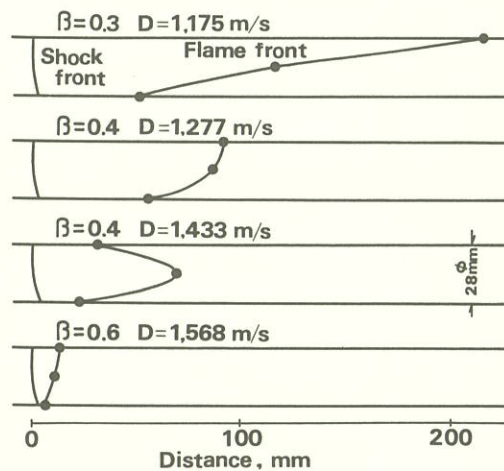


図 40 堆積すす粉じん爆ごう波の火炎面の形状

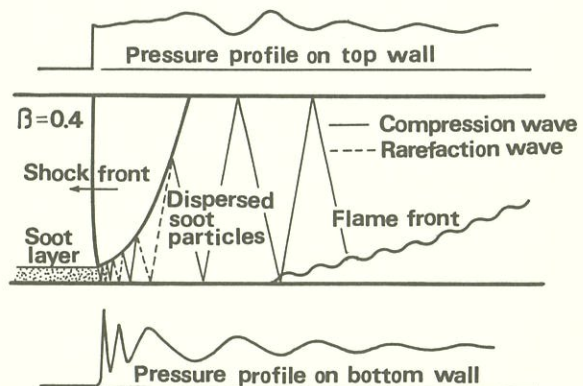


図 41 堆積すす粉じん爆ごう波面構造モデル

## 反応性物質の熱分解特性と化学構造の関係

### —ニトロフェニルヒドラジンの熱分解中間生成物—

化学研究部 安藤隆之, 森崎繁

#### 1. 研究目的

反応性物質の分解温度, 分解熱等の熱分解特性とそれらの物質の化学構造との関係について把握することにより, 実測が困難な物質や新しく開発される物質の熱的危険性を推定, 予測することが可能となる。本研究では, 種々の反応性物質を化学構造により分類し, その熱分解特性を測定することにより上記の関係についての知見を得ることを目的としている。

本年度は, 複数の段階を経る *o*-ニトロフェニルヒドラジン (以下, ONPH と略称) の熱分解特性, 及びその過程における中間生成物と推測される 1-ヒドロキシベンゾトリアゾール (HOBT) について, 加圧 DSC (示差走査熱量計) 及び ARC (暴走反応測定装置) によって検討した結果を報告する。

#### 2. 実験方法

DSC による測定はデュボン社製 910 型加圧 DSC 装置を用いて行なった。試料容器は, 内径 5 mm, 深さ 1.5 mm の蓋付アルミニウム製で, 容器の蓋にピンホールを開けたものを用いた。試料量は, 1~2 mg とし, 昇進速度は 10°C/min とした。雰囲気は, アルゴンで 34 kg/cm<sup>2</sup> に加圧した。

ARC による測定は, CSI (コロンビア・サイエンティフィック) 社の装置を用いて行なった。試料容器はハステロイ C の材質のものを用い, 試料量は 0.5 g 程度とした。雰囲気はアルゴンとし, 加圧は行わなかった。

制御条件は, 初期設定温度を 30°C, 自己発熱検出感度を 0.02°C/min とし, また, 自己発熱が検出されないときの段階的な昇温速度を 5°C とした。

#### 3. 実験結果

図 42 及び図 43 は, それぞれ ONPH 及び HOBT の加圧 DSC 曲線を示したものである。図 42 の ONPH についての結果では, 2 段階の発熱が認められており, 2 段目の発熱のピーク温度 221°C が, 図 43 の HOBT のピーク温度 220°C とほぼ一致している。

図 44 及び図 45 は, それぞれ ONPH 及び HOBT の ARC 測定における自己発熱速度の変化を示したものであり, 図 44 の ONPH についての結果では, 加圧 DSC 測定の場合と同様に 2 つのピークが認められ, 2 段目のピーク温度 209°C と, 図 45 の HOBT のピーク温度 218°C とが近い値となっている。

以上の結果から, ONPH の熱分解は, まず脱水反応によって HOBT が生成し, これがさらに分解するという 2 つの段階を経て起きるものと考えられる。

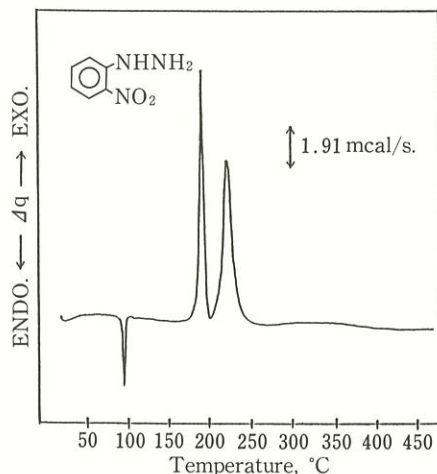


図 42 ONPH の加圧 DSC 曲線

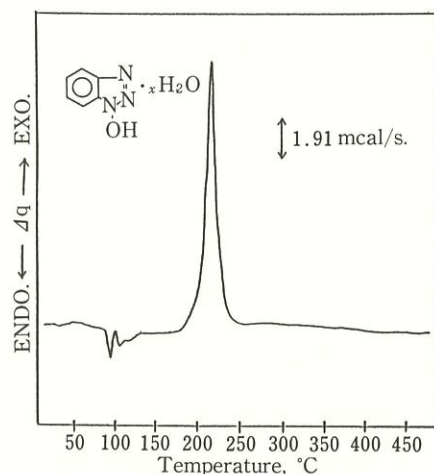


図 43 HOBT の加圧 DSC 曲線

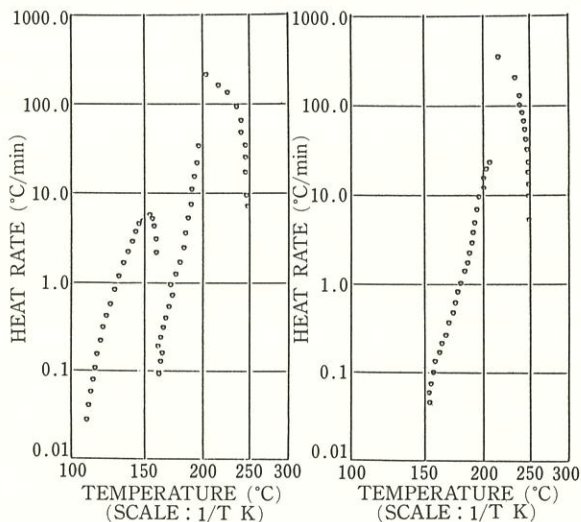


図 44 ONPH の ARC による自己発熱速度

図 45 HOBT の ARC による自己発熱速度

## 水中電撃の防止

### 一漏電電流遮へい用金網と水との界面で生じるインピーダンス

電気研究部 本山建雄, 山野英記, 田中隆二

#### 1. 研究目的

プールや池などで使用する照明器具の金属製容器には接地が、また、配線は金属管工事により行うことが義務づけられている。これらは、漏電時に漏電遮断器の動作を確実にする機能のほか、漏電電流の帰路という役目を担っている。この考え方から、電気機器の絶縁の損傷や劣化などによって水中に漏電が生じた場合に、漏電電流の大部分を漏電部周辺の金網に流入させ、金網に接続してあるケーブルを漏電電流の帰路とすることによって水中電撃を防止するという方法が考えられる。金網をこのように使う場合の、金網の漏電電流を流入する特性について検討してきた。その結果、淡水中においてはほとんど問題にならないが海水のように導電率の高い水中では、金網の漏電電流を流入する特性に金網と水との界面において生じるインピーダンス（以下、界面のインピーダンスとする）が大きく影響すること及びこの影響は金網の材質によって異なることが確認された。

そこで、第一段階として、電流密度が小さい場合の界面でのインピーダンスを測定した。

#### 2. 界面でのインピーダンス

ここでは、電極反応や電気二重層などに基づく金網表面のインピーダンス及びその近傍において生じるインピーダンスを界面のインピーダンスとする。

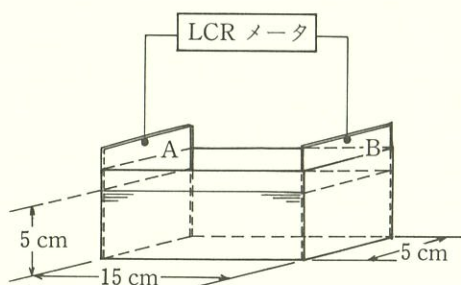


図46 測定装置の概要

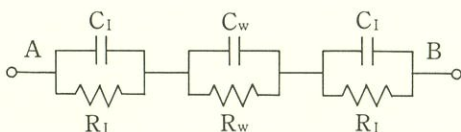


図47 界面のインピーダンス

#### 3. 測定方法

測定は図46に示すように、直方体の水槽（内径：縦15cm、横5cm、高さ8cm）の両端に金網に対応する金属の板A、Bをいれ、水を5cmまで満たし、市販のLCRメータにより水槽全体の抵抗分とリアクタンス分を測定した。このときの等価回路は図47のように表わされる。図47において、 $Z_1 (= S_1 + jC_1)$ は界面のインピーダンスを、 $Z_w (= R_w + jC_w)$ は水の部分のインピーダンスを表わす。LCRメータの測定値から水のインピーダンス $Z_w$ を除いたものが界面のインピーダンスになる。なお、 $R_w$ は水の導電率から算出した。また、 $C_w$ は $R_w^{-1}$ に比べて十分小さいことから省略した。

金属の板は表面の汚れやサビなどをナイロンたわしで落として、使用した。また、水の導電率は食塩の量により調節した。

#### 4. 測定結果

##### 1) 通電時間による界面のインピーダンスの変化

約1時間連続して電流（周波数100Hz、界面での電流密度 $7.04 \times 10^{-6}$ A/cm）を流し、その間に界面のインピーダンスを測定した。このときの水温は $19^\circ\text{C} \sim 21^\circ\text{C}$ 、水の導電率は $3.9\text{ S/m}$ である。測定結果は図48のようになる。図48によると、通電時間によるインピーダンスの変化はステンレスにおいて小さいが、アルミニウム、銅、鉄においては徐々に減少し、約10分で一定値に落ち着くことがわかる。

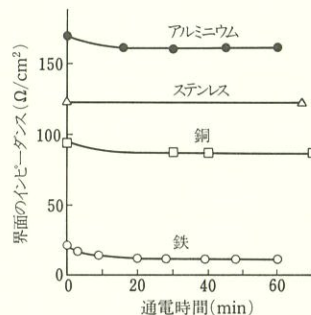


図48 通電時間と界面のインピーダンス

$3^\circ\text{C}$ 、水の導電率は $3.9\text{ S/m}$ である。測定結果は図48のようになる。図48によると、通電時間によるインピーダンスの変化はステンレスにおいて小さいが、アルミニウム、銅、鉄においては徐々に減少し、約10分で一定値に落ち着くことがわかる。

##### 2) 周波数による界面のインピーダンスの変化

LCRメータの測定周波数を変えて界面のインピーダンスを測定した。測定条件は、電流密度 $16.4 \times 10^{-6}$ A/cm、水温 $18^\circ\text{C}$ 、水の導電率 $3.9\text{ S/m}$ である。測定結果は図49のようになり、周波数がおおきくなるに従い、界面のインピーダンスは小さくなること

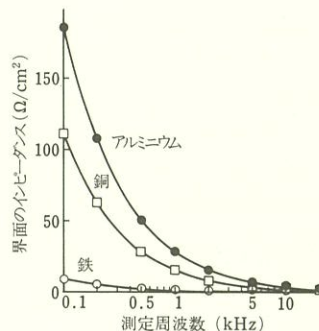


図49 測定周波数と界面のインピーダンス

い、界面のインピーダンスは小さくなること

## 水中用漏電遮断器の電撃死防止効果 (II)

電気研究部 山野英記, 本山建雄, 田中隆二

### 1. 研究目的

先に, 水中電路用の直流動作型漏電遮断器を開発したが, 本研究では, これと高抵抗接地方式とを組み合わせた地絡保護方式の水中における電撃死の防止効果について検討した。

表3は, 水中の地絡故障を条件によって分類し, 各場合の電撃死防止効果を推測した結果である。表中の「?」の場合, すなわち, 2線地絡で, 人間が電撃危険領域に位置する場合は, 電撃による即死の生じる可能性がある。しかし, その程度については推測困難である。したがって, この場合について実験を行なうこととした。

### 2. 実験方法

図50に実験方法の概要を示す。実験では, 地絡スイッチを投入して模擬地絡(ウサギにとっては電撃)を起こし, 試作した漏電遮断器が作動した後のウサギの状態を観察する。地絡試験は, 同じ条件下で50回以上行い, また比較のため漏電遮断器のない場合についても実験を行なった。

### 3. 実験結果

表4に実験条件及び結果の概要を示す。遮断器作動の条件下で, 塩水・100Ω及び塩水・10Ωの場合は, 電撃による即死は起こらなかった。特に塩水・100Ωのときは, 電撃は小さく, 通電時のウサギの反応も識別できないことが多かった。塩水・0Ωの場合と水道水の場合には, それぞれ2回と1回, 死亡につながるものがある重篤な異常(ある程度持続的な徐脈と呼吸数減少の併発)が発生したが, その他は即死の危険なしと判断された。したがって, 即死の可能性は, かなり小さいと言えるが, 無視はできないものである。

漏電遮断器のない場合は, すべて心室細動が発生してウサギは即死した。この場合の電撃の持続時間は, 1, 3, または7.2sのいずれかである。この結果と比較すれば, 漏電遮断器が電撃死の防止に大きい効果を有することは明らかである。

塩水・100Ωの場合を除き, ウサギは実験後ある程度の時間を経て死亡したことが多い。これは, おもに電撃の繰り返しによるものと考えられるが, 実際には繰り返し電撃を受けることは非常にまれであり無視できる。

### 4. むすび

この検討によって, 想定した地絡保護方式は水中漏電による電撃死の防止に大きい効果を有することが確かめられた。ただし, どんな場合にも電撃死が防止されるわけではなく, ある条件下では, 漏電遮断器が正常に作動したとしても, 電撃死の起こる可能性のあることが判明

した。

したがって, 本方式だけで完全に電撃死が防止できるとは言いがたい。にもかかわらず, この種の安全装置を設置することは非常に重要と考えられる。

表3 水中用漏電遮断器の電撃死防止効果の推測

故障の型	1線地絡		2線地絡		
	↓	大	小		
故障発生の時間差	↓	大	小		
故障進行の速さ	↓	↓	緩	急	
故障箇所	↓	↓	↓	器体内	器体外
人間の位置	↓	↓	↓	電撃危険領域外	電撃危険領域内
防止効果	○	○	○	○	?

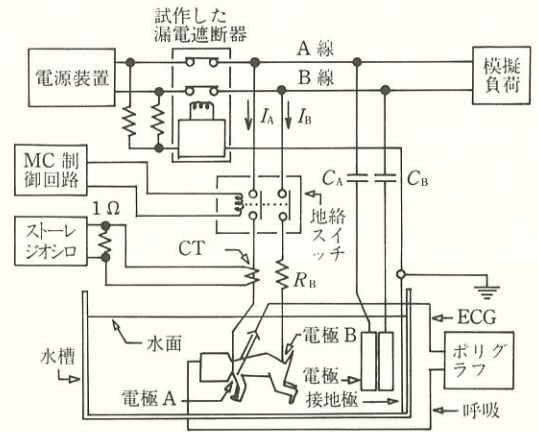


図50 実験方法の概要

表4 実験条件及び結果

水の種類	塩水 3.5%			水道水	
	100Ω	10Ω	0Ω	10Ω	0Ω
地絡抵抗 $R_B$	100Ω	10Ω	0Ω	10Ω	0Ω
ウサギ数	3	2	5	2	4
体重 (kg)	3.50	2.69	3.19	3.47	3.02
水の導電率 (区間)	5.87 S/m (5.6~6.0)	5.83 S/m	6.03 S/m (5.9~6.1)	25 mS/m (24~26)	21 mS/m (16~26)
水温 (°C)	30.0	30*1	30.5	30.3	30.2
実験度数	3	2	6	2	4
通電試験度数	64	50	52	10	51
故障電流 $I_A$ (s.d.)	0.895 A (0.016)	8.40 A (0.11)	34.6 A (2.5)	133 mA (10)	108 mA (13)
電撃持続時間 (s.d.)	69.2 ms (8.4)	72.8 ms (4.0)	61.8 ms (10.0)	71.1 ms (9.2)	72.2 ms (13.5)
即死	0回	0回	(2回*2)	(1回*2)	0回
電極間電圧	10.5 V	16.0 V	100 V	98.7 V	100 V
平均電界*3	33 V/m	50 V/m	310 V/m	306 V/m	310 V/m

\*1 推定値

\*2 徐脈と呼吸数減少が併発しある程度持続したが, 即死には至らなかった。

\*3 (電極間電圧)/(電極間距離), 電極間距離平均=0.323 m。

## 高压用ゴム手袋の絶縁劣化診断

### —ゴム材料の酸化劣化と電気的および機械的性質—

電気研究部 市川健二, 田中隆二

#### 1. 研究目的

高压用ゴム手袋(以下、手袋と記す)は、空気中の酸素や材料内部に含まれている酸素によって酸化劣化を起し、使用しなくても自然に劣化する。そのため、手袋に使用されるゴム材料の酸化劣化と材料の電気的および機械的性質との関係を明らかにすることは、手袋の劣化診断上極めて重要なことである。

そこで、今回は、加熱処理して酸化劣化させたゴム材料について、酸化劣化度と電気的および機械的性質との関係を検討した。

#### 2. 実験方法

手袋の平らな部分より一辺が10cmの正方形の試料片を切り取り、加熱処理前の重量、誘電正接、体積抵抗率を測定したのち、熱循環式恒温槽で加熱処理を行い、再び、重量、誘電正接、体積抵抗率を測定した。次に、この試料片よりダンベル3号形の試料片を打抜き、引張試験を行って引張強さと伸び率を測定した。なお、材料の酸化劣化度は、加熱処理による重量減少量で評価した。これは、材料の酸化劣化が一種の化学反応で、加熱処理することによって酸化燃焼による分解ガスが放出されて重量減少に反映されることによる。

#### 3. 実験結果

図51は、一定温度で加熱処理したゴム材料の誘電正接を測定した結果である。加熱温度が60℃と80℃では加熱処理日数が増加するにつれて誘電正接が小さくなり、絶縁性能が良くなる傾向を示すが、100℃と120℃では加熱処理日数が増加するにつれて誘電正接が大きくなり、絶縁性能が低下する傾向を示す。また、未劣化試料の誘電正接は一般に大きく、そのバラツキも大きい。そのため加熱初期には一般に誘電正接が未劣化試料より小さくなる。これは未劣化試料中に含まれている水分量の違いによって起こることが確認された。そのため未劣化試料の誘電正接も、材料中の水分を除けば0.2~0.25%付近と考えられること、また、手袋の状態では誘電正接を測定する場合、水電極を使用したのでは真の値を測定できないことが知られる。

次に、酸化劣化度との関係を調べるために、図51の誘電正接の値を、そのときの加熱温度および加熱処理日数で減少した重量減少量でプロットした。その結果は図52のようになった。これより誘電正接は加熱温度や処理日数に関係なく、重量減少量が約20mg/gまでは多少減少して絶縁性能が良くなる傾向を示すが、重量減少量が約30mg/g付近から誘電正接が増大し、絶縁性能が急激に

低下する傾向を示す。これは、体積抵抗率についても同様な傾向が見られる。

機械的強度についても同様であり、図53は、加熱処理によって酸化劣化したゴム材料の伸び率を、そのときの重量減少量でプロットしたものである。これより伸び率は、重量減少量が約25mg/gまで徐々に低下し、約30mg/gで急激に低下する傾向を示した。

以上のことより、熱劣化に伴う酸化によってゴム材料の重量が約30mg/g減少すると、絶縁性能や機械的強度が急激に低下し、手袋用材料としての性質が失なわれることが明らかになった。

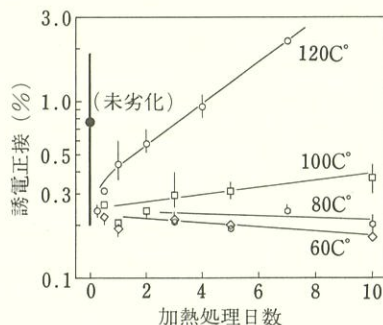


図51 加熱処理したゴム材料の誘電正接

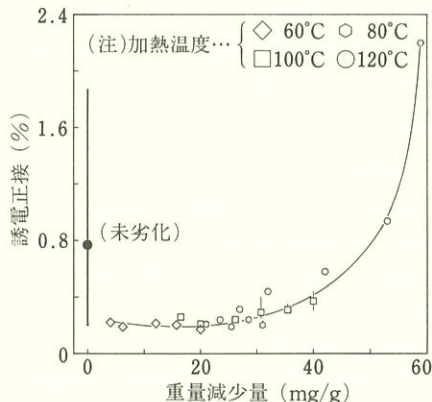


図52 重量減少量に対する誘電正接

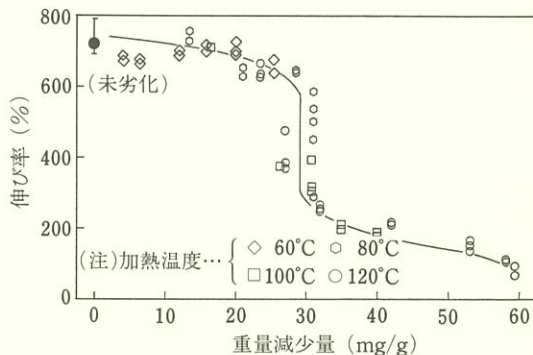


図53 重量減少量に対する伸び率



## 信号回路に侵入したノイズの診断方法

電気研究部 田島泰幸, 富田 一

### 1. 研究目的

産業用ロボットを始めとするマイクロエレクトロニクス (ME) 機器のノイズによる誤動作が原因で、種々の労働災害が発生している。これら ME 機器の誤動作を誘発するノイズは、約 70% が信号の伝送路に侵入したものである。このような背景から、本研究は信号伝送路に侵入したノイズを診断する目的で、パルス信号とノイズとを判別する一つの診断装置を開発した。以下、その概要を報告する。

### 2. ノイズの診断方法

ノイズの診断方法としては、診断精度の点で、従来からも提案されている主として波形に着眼したパワースペクトラムエッジ法と、規則性に着眼した相互相関法が優れている。しかし、これらの方法は現段階で診断に要する時間が数 ms と長く、適用できる対象も伝送速度の小さいものに限られてしまう。したがって、ここでは診断精度が多少低いものの、その所要時間の短い診断方法を検討した。

具体的には、診断の対象を、信号は一つの方角波パルス (振幅  $V$ 、パルス幅  $T$ ) を 1 ビットに対応させたもの、ノイズはこの条件を満たさない波であるとし、波の振幅の時間積分値によって診断することを試みた。すなわち、次の積分値

$$A = \int_0^T v dt$$

$v$ : 伝送路に侵入された任意の波の振幅  
 $A$  に着眼し、その値が  $A \neq VT$  ならばノイズであると判別する診断法 (以下、この方法を面積に相当することから面積法という) を試みた。

### 3. 診断装置の概要

図 54 は面積法によるノイズ診断装置の基本構成で、振幅のレベルを判別するクリッパ回路、その時間積分をす

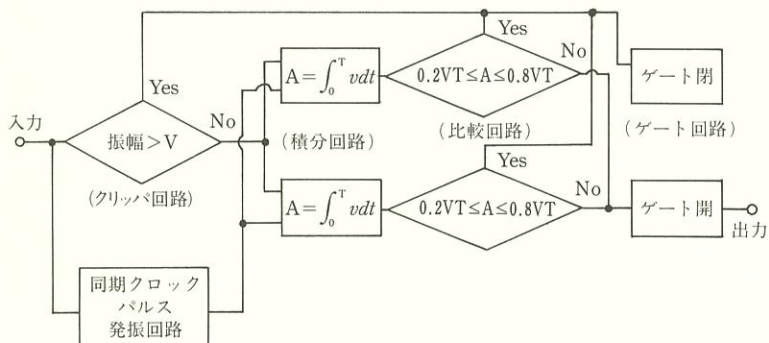


図 54 ノイズ診断装置の基本構成

る積分回路、積分値を判別する比較回路、ノイズを遮断し信号を通すゲート回路、および積分時間を定めるクロックパルス発振回路より成っている。

この装置はノイズが伝送路に侵入すると、次のように動作する。いま、伝送路に侵入された波の振幅が信号のそれ  $V$  を超過している、初段のクリッパ回路でノイズと判別されてゲートが閉じる。また、振幅が  $V$  以下であると、その時間積分がなされ、積分値が  $A_L \leq A \leq A_H$  であると、比較回路によってノイズと判定され、ゲートが開じる。

ここで、ノイズと判定する積分値の上限  $A_H$  については、伝送路に侵入する多くのノイズがスパイク状の波であるため、これと方形波パルスの積分値とが判別できればよく、写真 4 に示す試作した装置では  $A_H = 0.8 VT$  と設計した。また、下限は論理反転が起らないノイズであればゲートを通してよいということから、 $A_L = 0.2 VT$  と設計した。なお、試作した装置では、上述の積分を時間的に連続して実施するため、および積分の時間遅れを考慮して、図 54 に示すように二つの積分回路を設け、それらはクロックパルスのトリガによって交互に動作するように設計した。

### 4. むすび

面積法によるノイズの診断では、主たる性能が時間積分の機能に依存するため、これについては実験によって検討し、設計仕様を決定した。その結果、所要時間を短くするためには受動素子による積分でなければならず、試作したところ約  $10 \mu s$  で診断できることが判明した。また、診断性能をノイズシミュレータで評価したところ、方形波に正弦波が重畳した一部のノイズを除き、多くのノイズが診断できる見通しを得た。

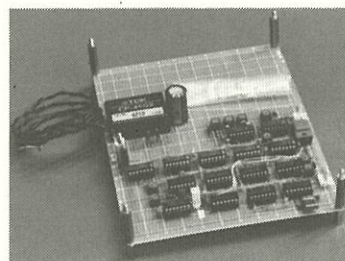


写真 4 試作したノイズ診断装置

## 静電気放電に起因する電磁ノイズの特性に 影響をおよぼす放電電流の立ち上がり時間に関する考察

電気研究部 富田 一, 田島泰幸

### 1. 研究目的

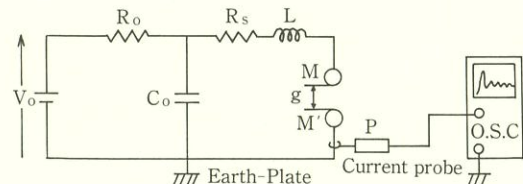
帯電した人体や台車などからの静電気放電に伴って発生する電磁ノイズは、コンピュータ制御機器、産業用ロボットなどの誤動作の原因になる。この電磁ノイズの特性を定める要因の一つが、放電時の放電電流立ち上がり時間である。本研究では、この放電電流立ち上がり時間に関与すると考えられる放電電極の形状、帯電物体の静電容量、放電間隔および放電制限抵抗などの影響について調べた。以下、結果の概要について報告する。

### 2. 実験方法

実験装置を図 55 に示す。静電気放電は、間隔  $g$  で相対向する種々の直径  $D$  の金属電極と直径 20 mm の金属球電極  $M'$  との間で発生し、これによってキャパシタ  $C_0$  に帯電している電荷が放電制限抵抗  $R_s$  を通して放電する。この放電時の放電電流立ち上がり時間は、電流を電流プローブ  $P$  で検出、その波形をストレージオシロスコープ OSC で観測し、この波形から求めた。

### 3. 実験結果

静電気放電発生時の放電電流は、一般に放電発生時に急峻に立ち上がってピークに達したのち、ほぼ指数関数的に減衰する。この立ち上がり時間(電流最大値の 10% から 90% まで)は、主に放電回路の抵抗に影響されるため、まず、極端な場合で、その影響の小さい放電制限抵抗  $1\text{ k}\Omega$  の場合について調べた。その結果、立ち上がり時間は放電電極の直径と電極間隔に依存した(図 56)。すなわち、図 56 から明らかなように、立ち上がり時間は、放電電極の直径が小さくなると、あるいは放電間隔が大きくなると長くなった。これは、立ち上がり時間が放電電極間の電界分布に関与することを示唆しており、不平等電界分布になると、放電間隔で電離領域の占める割合が小さくなったためであると考えられる。ただし、直径が  $D=0.32\text{ mm}$  と極端に小さく、放電間隔が長くなると( $g>10D$ )、放電形態が長間隔放電となり、立ち上がり時間は



$V_0$ : DC power source  
 $R_0$ : Resistance for charging  
 $C_0$ : Capacitor  
 $R_s$ : Resistance for control of discharge  
 $L$ : Inductance of discharging circuit

図 55 実験装置

逆に短くなった(図 56 参照)。

次に、放電制限抵抗の影響を調べるために、放電制限抵抗  $R_s=10\text{ k}\Omega$ 、静電容量  $C_0=65\text{ pF}$  とし、このときの立ち上がり時間を測定した。その結果、放電電極の直径  $D=0.8\text{ mm}$  の場合、放電開始とともに小さな振動を伴いながら放電電流波形に急峻な第一のピークが現われ、その後比較的大きな第二のピークが現われた(図 57(a))。また、この第一、第二ピークの大きさに着目すると、放電間隔が短い範囲では前者が後者より大きく、放電間隔が約  $2\text{ mm}$  以上になると、逆に後者が前者より大きくなるという興味ある結果を得た(図 57(b))。これも電界分布による放電形態の相違と放電制限抵抗の影響であると考えられる。

なお、立ち上がり時間におよぼす静電容量の影響は、それほど大きくなく、定性的には図 56 とほぼ同じ傾向であった。

### 4. むすび

静電気放電に伴って発生する電磁ノイズと密接な関係にある放電電流立ち上がり時間に着眼して実験を行い、次の結果を得た。

- (1) 立ち上がり時間は主として放電形態に依存するため、これに関する電界分布を定める放電電極の直径、放電間隔など、立ち上がり時間が幾何学的条件に支配される。
- (2) 立ち上がり時間は放電回路の抵抗に依存し、これが  $10\text{ k}\Omega$  程度になると、放電電流が振動して二つの顕著なピークを伴うなど、立ち上がり時間が複雑になる。

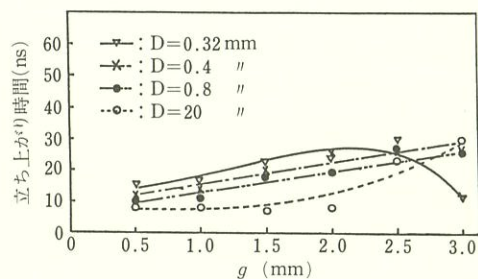


図 56 放電間隔と立ち上がり時間の関係  
 $(C_0=500\text{ pF}, R_s=1\text{ k}\Omega)$

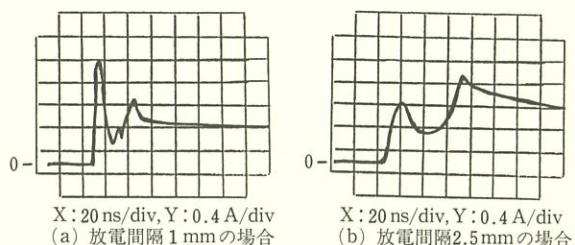


図 57 放電制御抵抗が大きいときの放電電流波形  
 $(C_0=65\text{ pF}, R_s=10\text{ k}\Omega, D=0.8\text{ mm})$

## 電圧印加式除電器から発生する着火性放電の抑制

電気研究部 児玉 勉, 田島泰幸

### 1. 研究目的

電圧印加式除電器は通常、針電極に交流高電圧を印加してコロナ放電を起こさせ、その空気イオン化作用を利用して静電気を中和し除去する。一般にコロナ放電は放電エネルギーが小さく、可燃性混合気の着火源になる確率は極めて低いが、針電極に接地体が数 mm 以下の距離まで接近するような異常な場合は、コロナ放電が進展してブラシ放電や火花放電のように着火源になる確率の高い放電となる危険性がある。このような危険性を低くするため除電器の針電極には直接高電圧を印加せず、針電極と高電圧は薄い絶縁物を挟んで静電容量で結合させている。そこで、この結合容量および印加電圧が着火におよぼす影響を実験によって検討した。

### 2. 実験方法

図 58 は実験装置の概要である。着火試験容器は内径が 80 mm、内容積が 250 ml である。この容器の中に試験用電極 E と回転接地金属板 M (20 mm×33 mm) を設置し、前者と後者の距離は後者を回転させることによって最大約 10 mm から最小 0.5 mm まで連続的に変化できるようにした。試験用電極は、直列に結合容量が付加された 1 本の針電極であり、結合容量は 1.7, 3.9, 5.8, 7.4, および 8.5 pF のものを用いた。可燃性混合気は前もって濃度調整を行った水素またはエチレンと空気のみを、これを真空に引いた着火試験容器に大気圧になるまで導入した。この状態で試験用電極に 50 Hz の交流高電圧 (0~10 kV) を印加し、接地金属板を 60 rpm で回転させ、100 回転の間に着火するか否かによって着火の判定を行った。

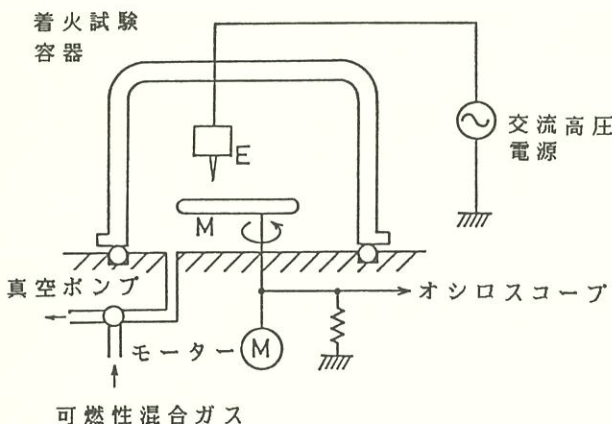


図 58 着火試験装置の概要

### 3. 研究結果

針電極の結合容量をパラメータとして混合ガスの濃度を変えて針電極印加電圧と着火の関係調べた結果、着火エネルギーが最も小さくなる混合濃度 (水素・空気混合ガスの場合は水素が約 30 vol%, 最小着火エネルギーは約 0.02 mJ) 付近において、最小着火電圧 (各ガス濃度および結合容量のもとで着火が起こった針電極印加電圧の最小値) が最も低くなることが確認された。

図 59 は、以上の実験結果を整理してガスの種類・濃度 (いい換えれば最小着火エネルギー) をパラメータとして針電極の結合容量と最小着火電圧の関係を示したものであり、この結果から着火性放電を抑制する条件として、結合容量と印加電圧との間に反比例的関係が存在することが示唆される。なお、6.5 vol% のエチレン・空気混合ガス (最小着火エネルギーが約 0.1 mJ) を用いたのは、一般に除電器が使用される場所における可燃性物質は最小着火エネルギーが数百  $\mu$ J のものが多いためである。この結果を無着火性除電器の設計に適用すると、最小着火エネルギーが数百  $\mu$ J の可燃性ガス蒸気が存在する危険雰囲気で使用される除電器は、印加電圧が 7 kV であれば結合容量を 7 pF 以下に、また最小着火エネルギーが数十  $\mu$ J の可燃性ガス蒸気が存在する危険雰囲気で使用される除電器は、印加電圧が 5 kV であれば、結合容量を 4 pF 以下にしなければならないことになる。ただし、結合容量を小さくすると除電能力が低くなることに注意を要する。

以上の結果は、モデル実験によって得られたものである。実際に可燃性ガス蒸気が存在する危険雰囲気において使用する除電器の設計に際しては、ここで得られた構造的条件に対して十分な安全率を持たせるほか、危険な状態を持続させないように電源電圧変動、異常放電などを検出し、印加電圧を下降させたり、または遮断する保護装置を備えることが望ましい。

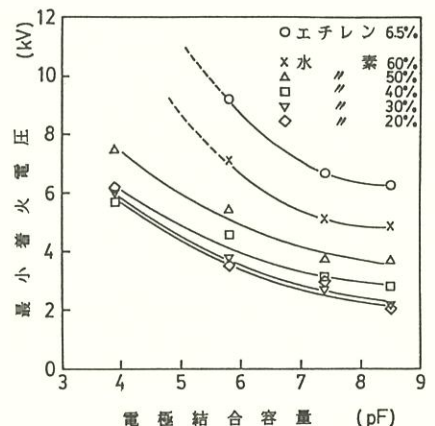


図 59 針電極の結合容量と最小着火電圧の関係

## 2.3 研究成果の発表

### 1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
1. 低温環境下における高張力鋼溶接継手の疲労き裂伝ば寿命の予測	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-87	橘 内 良 雄 吉 久 悦 二
2. 安全作業システムの原理とその論理的構造	同上	杉 本 旭 池 本 旭 田 博 康
3. 遠隔操縦ロボットにおける Man-machine Interlocking System	同上	佐 藤 吉 信 堀 井 宣 幸
4. 潜在危険制御システムの構成原理と概念設計法	同上	豊 沢 康 男 永 田 久 雄
5. 中空ねじり試験機を用いた自動単純せん断試験法による砂の変形・強度特性	同上	鈴 木 芳 美 前 田 豊
6. ビル建築工事および木造家屋建築工事における墜落災害の調査分析	同上	花 安 繁 郎 鈴 木 芳 美
7. 労働災害事例検索データベース“SAFE”の試行開発について	同上	琴 寄 崇 松 田 東 栄 林 年 宏
8. 新幹線建設工事における労働災害の統計分析	同上	松 田 東 栄 駒 井 英 憲 宮 功 額
9. 化学薬品類の限界発火温度	同上	市 川 健 二 田 中 隆 二
10. サイクロン中における粉じん爆発の危険性	同上	山 野 英 記 本 山 中 隆 二
11. 配管内粉じん流中の火炎伝ば特性	同上	
12. 酸素ホースの爆発事故原因について	同上	
13. 高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断 —天然ゴム絶縁材料の熱劣化特性—	同上	
14. 水中電路用漏電遮断器の電撃死防止効果	同上	
高年齢労働者の転落・墜落災害防止に関する特別研究	産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-87	
1. 緒論	同上	木 下 鈞 一 永 田 久 雄 豊 沢 康 男
2. 建設業における高年齢作業者の労働災害の分析	同上	永 田 久 雄 吉 田 久 雄 小 川 勝 教 中 屋 敷 勝 也
3. 高齢者の転倒耐力限界に関する研究	同上	
4. 現場での立脚能力の簡易評価法に関する研究	同上	
5. 木造住宅屋根工事用の親綱システムの具備条件	同上	
反応性物質のDSC データ集	産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-87, No.1	森 崎 繁 之 安 藤 隆 三
引火温度と爆発限界の関係線図	産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-87, No.2	柳 生 昭
静電気安全指針 (1988年改訂)	産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-87	田 中 隆 二 田 中 晶 泰 兎 玉 勉
潜水作業に用いる電気機器の安全化に関する研究 (IV)	昭和61年度海洋開発調査研究報告書	田 中 隆 二 山 野 英 記 本 山 中 隆 二

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
安全制御の論理—安全確認型安全手段の構造について—	安全工学 Vol.26, No.2	杉本 旭 糸川 壯一
引火温度—爆発限界の関係線図 (9)	安全工学 Vol.26, No.2	柳生 昭三
同上 (10)	同上 Vol.26, No.3	柳生 昭三
同上 (11)	同上 Vol.26, No.4	柳生 昭三
同上 (12)	同上 Vol.26, No.5	柳生 昭三
配管中における粉じん流の最小発火エネルギーと火炎先端速度	安全工学 Vol.26, No.4	松田 東栄
無機過酸化物—可燃剤系組成物の燃焼危険性評価	安全工学 Vol.27, No.1	森崎 繁 他機関共同
荷役機械部品の破損解析	安全工学 Vol.27, No.1	橋前 良雄 内田 豊 吉久 悦二
ロボットの安全性について	日本機械学会誌 Vol.90, No.827	佐藤 吉信 他機関共同
STS42 鋼溶接継手の疲労き裂伝ば挙動におよぼす残留応力の影響	日本材料学会誌 材料 Vol.36, No.409	橋内 良雄 吉久 悦二
低温環境下における高張力鋼溶接継手の疲労き裂伝播挙動	日本機械学会論文集 Vol.53, No.492	橋内 良雄 吉久 悦二
フラクトグラフィによる機械部品の疲労破損解析	日本材料学会誌 材料 Vol.36, No.404	橋前 良雄 内田 豊
研削作業と安全基準	砥粒加工学会誌 Vol.31, No.240	糸川 壯一
空気圧サーボによるマニピュレータの開発に関する研究(第1報, 直動形流量制御弁の開発とその特性の評価)	日本機械学会論文集 Vol.53, No.495C	杉本 旭
安全作業システムの原理とその論理的構造	電気学会論文誌 Vol.107-D, No.9, '87	杉本 旭 他機関共同
安全作業におけるインタロックの構造と実現	電気学会論文誌 Vol.107-D, No.9, '87	杉本 旭 他機関共同
電気用ゴム手袋における機械的強度と絶縁破壊電圧の関係	電気設備学会誌 Vol.7, No.10	市川 健二 他機関共同
静電気放電による可燃性物質の着火防止	静電気学会誌 Vol.12, No.1	田富 泰幸 冨田 幸一
Explosion Hazards of Chlorine Drying Towers	J. of Hazardous Materials, Vol.17, 47 (1987)	Y. TABATA T. KODAMA T. KOTOYORI
クレーン等各構造規格の座屈係数について		
—塑性座屈の計算法— (11)	クレーン Vol.25, No.10	前田 豊
同上 (12)	同上 Vol.25, No.11	前田 豊
爆発から発生したメタン—空気当量混合気体中を伝播する衝撃波に関する研究	工業火薬 Vol.48, No.4	松井 英憲 他機関共同
安全靴の現況と問題点	安全 Vol.38, No.5	永田 久雄
爆発—その多様な形態と災害防止	化学と教育 Vol.35, No.3	松井 英憲
新・工場電気設備防爆指針とその実施について	電設工業 Vol.33, No.6	田中 隆二
移動式クレーン用活線接近警報装置の実験結果	クレーン Vol.25, No.7	市川 健二
漏電災害の発生と漏電遮断器	生産と電気 Vol.39, No.8	市川 健二
高齢者の階段昇降動作とそれに関連する身体機能について	老年医学 Vol.125, No.8	永田 久雄 他機関共同

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
防爆計装における防爆指針とその意義	計装 Vol.30, No.8, No.9	田 中 隆 二
電池内蔵の高圧検電器の現状と安全指針	電気と工事 Vol.28, No.9	市 川 健 二
静電気による災害防止対策	生産と電気 Vol.39, No.9	児 玉 勉
安全靴の国際規格技術検討委員会報告 —主として防滑性能の評価法について—	セーフティダイジェスト Vol.33, No.9	永 田 久 雄
Ignition and Flame Propagation Characteristics of Flowing Dust-Air Mixtures in a Small Tube	Archivum Combustionis Vol.7, No.3-4	T.MATSUDA
設備環境の安全対策(2) 床面, 通路, 階段	安全 Vol.39, No.2	永 田 久 雄
現場での高齢作業者の立脚能力の評価法について	建設の安全 No.239, No.240	永 田 久 雄
ロボットにおける安全確認作業システムの構成	情報処理 Vol.29, No.2	杉 本 旭 他機関共同
電磁ノイズ障害の実態と対策	生産と電気 Vol.40, No.3	糸 川 壯 一

## 2) 口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
作業機械による安全確認システム	電気学会 全国大会	62. 4. 2	杉 本 旭 他機関共同
対地抵抗監視による漏電の検出	同上	4. 3	本 山 建 雄
低温環境下における高張力鋼溶接継手の疲労 き裂伝播挙動	日本機械学会 総会講演会	4. 3	橘 内 良 雄 吉 久 悦 二 他機関共同
中空ねじりによる砂の自動単純せん断試験	第 22 回土質工学研究発表会	6.10	堀 井 宣 幸
天然ゴム絶縁材料の活性化エネルギーと耐熱 寿命式	電気学会 絶縁材料研究会	7. 4	市 川 健 建 雄 本 山 建 隆 二 田 中 隆 二 他機関共同
木造建築工事における墜落防止, 防護設備の 安全性に関する研究(その1)	第 17 回安全工学シンポジウ ム	7. 9	小 川 勝 教
コンクリートブレーカの騒音とその低減化の 試み	同上	7. 9	吉 久 悦 二
機械部品の破損解析	同上	7. 9	橘 内 良 雄
空気圧サーボによるマニピュレータの開発に 関する研究	日本機械学会 久留米地方 講演会	7.22	杉 本 旭
安全の原理	電子情報通信学会 安全性 研究会	8.26	杉 本 旭 他機関共同
安全制御の原理	電気学会 産業応用部門全 国大会	8.27	杉 本 旭 他機関共同
安全システムにおけるインターロックの論理 構造	電気学会 産業応用部門シ ンポジウム	8.29	杉 本 旭 他機関共同
ねじり単純せん断による砂の変形強度特性	土木学会 第 42 回学術講演 会	9.26	堀 井 宣 幸
圧気工事セーフティアセスメントに関するコ ンピュータ対話型システムの開発	同上	9.28	鈴 木 芳 美 前 郁 夫
災害発生時間による労働災害発生頻度率の評 価	同上	9.28	花 安 繁 郎
建設業における高齢作業者の労働災害の分析 に関する研究	日本建築学会 学術講演会	10.11	永 田 久 雄 豊 沢 康 男

題 目	発 表 誌 名	年 月 日	発 表 者
ビル建築工事および木造家屋建築工事における墜落死亡災害の調査分析	同上	10.11	豊 沢 康 男 永 田 久 雄
高齢女性の階段動作特性と身体機能との対応関係	同上	10.11	永 田 久 雄 他機関共同
ESD と電磁ノイズの特性におよぼす諸因子の考察	静電気学会 全国大会	10.12	田 畠 泰 幸 富 田 一
コロナ式除電器から発生する着火性放電の抑制方法	静電気学会 全国大会	10.13	田 畠 泰 幸 兎 玉 幸 勉 他機関共同
高周波コロナ式除電器の除電特性	同上	10.14	田 畠 泰 幸
堆積する粉じん爆ごう波の伝播特性と波面構造	第 25 回燃焼シンポジウム	11. 2	松 井 英 憲
溶接継手の疲労き裂伝播寿命に関する破壊力学的検討	日本材料学会 第 11 回機械・構造物の強度設計安全性評価シンポジウム	11.11	吉 久 悦 二
溶接継手の疲労き裂伝播挙動におよぼす試験片寸法および予荷重履歴の影響	日本材料学会 第 949 回講演会	11.20	橋 内 良 雄 吉 久 悦 二
丸鋸盤カッターチップの折損原因調査	材料学会, 第 43 回フラクトグラフィ部門委員会講演	11.26	橋 内 良 雄
自動機械の労働災害分析	日本ロボット学会 第 5 回学術講演会	11.27	清 水 尚 憲 梅 崎 夫 旭 杉 本 旭
フェールセーフ技術—フェールセーフセンサへの適用—	同上	11.27	杉 本 旭 他機関共同
AGV の接触危険に対する安全確認型対策の適用	同上	11.27	糸 川 壯 一 杉 本 旭
安全確認型安全による人間機械系の安全性評価	同上	11.27	梅 崎 重 夫 杉 本 旭
産業用ロボットの安全システムの構成—セーフティホールド安全装置の構造—	同上	11.27	杉 本 旭 池 田 博 康 他機関共同
産業用ロボットの安全システムの構成—ホールド停止中の安全作業を保証するインターロック—	同上	11.27	杉 本 旭 池 田 博 康 他機関共同
インターロックの論理構造	第 20 回安全工学研究発表会	11.27	杉 本 旭 深 谷 潔
安全装置におけるリミットスイッチの本質安全化	同上	11.27	杉 本 旭 清 水 尚 憲
フェールセーフ用教材の開発と安全性の論理	同上	11.27	杉 本 旭 清 水 尚 憲 他機関共同
滅菌作業の安全化と高圧乾熱滅菌法	同上	11.27	駒 宮 功 額 他機関共同
水中用漏電遮断器の電撃死防止効果の試験	同上	11.27	山 野 英 記 本 山 建 雄 田 中 隆 二
サイクロン中における粉じん爆発実験	同上	11.27	松 田 東 栄 林 年 宏
ニトロフェニルヒドラジンの熱危険性	第 20 回安全工学研究発表会	11.27	安 藤 隆 之 森 崎 繁
塩素化芳香族アミン類の爆発に至る反応過程	同上	11.27	琴 寄 崇

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
潜在危険制御系の概念設計法	第 20 回安全工学研究発表会	11.27	佐藤 吉信 他機関共同
ロボットの潜在危険制御系	同上	11.27	佐藤 吉信 他機関共同
空気圧式マニピュレータの開発に関する研究—マスタ情報に基づくコンプライアンス制御について—	日本ロボット学会 第 5 回学術講演会	11.28	杉本 旭 池田 博康 深谷 潔 他機関共同
空気圧駆動介助ロボットの開発—制御システム	同上	11.28	杉本 旭 他機関共同
空気圧駆動介助ロボットの開発—抱き上げマニピュレータ	同上	11.28	杉本 旭 他機関共同
低温環境下における溶接継手の疲労き裂伝播寿命の評価	構造物の安全性および信頼に関する国内シンポジウム	12. 2	橋内 良雄
ロボットにおける潜在危険制御系の構成原理と概念設計法について	日本機械学会 RC83, 人間—機械類システムの安全性の定量的定性的表示方法調査研究分科会	12. 7	佐藤 吉信
作業機械において非常停止を行うためのサーボ電流パターン	電気学会 計測研究会	12.10	杉本 旭 他機関共同
現場での高齢作業者の立脚能力の評価法について	日本人間工学会 関東支部大会	12.12	永田 久雄
フラクトグラフィと破壊力学を用いた破損解析法とその実際 (I)	日本材料試験技術協会	63. 1.20	橋内 良雄
生物センシングにおける信号処理の一考察	第 1 回ロボットセンサシンポジウム	1.22	杉本 旭 他機関共同
安全制御用センサの構造	同上	1.22	杉本 旭 他機関共同
フェールセーフなウィンドーコンパレータ	第 18 回 FTC 研究会	1.28	杉本 旭 他機関共同
ESD による静電気ノイズと対策	電気学会 電子計測研究会	2.25	田島 泰幸 富田 一
安全作業の原理	電子情報通信学会 安全性研究会	3. 9	杉本 旭 他機関共同
無人搬送車の安全確認型システム	同上	3. 9	糸川 壮一 杉本 旭
感電防止と直流動作形漏電遮断器	同上	3. 9	本山 建雄
静電気放電による可燃性物質への着火危険	同上	3. 9	田島 泰幸
人間—ロボット系の安全性評価	日本機械学会関西支部	3.18	佐藤 吉信
フェールセーフ信号処理の原理	電気学会 全国大会	3.29	池田 博康 杉本 旭
安全システムにおけるフェールセーフ技術の確認	同上	3.29	杉本 旭 他機関共同
フェールセーフ論理の作業空間への適用	同上	3.29	杉本 旭 他機関共同
ロボットのホールド停止中の安全作業について	同上	3.29	杉本 旭 他機関共同
静電気放電に伴う電界ノイズの電子回路への影響	静電気学会 基礎現象研究会	3.29	田島 泰幸



3) 国際会議, 国際研究集会への参加

発表等の題目	会議, 研究集会等の名称, 開催地	期 日	氏 名
Safety and Technology of Safety Confirmation Type -Coordination Type with Robots-	Trends in Ergonomics/Humen Factors IV, U. S. A.	9, June	N.SUGIMOTO
The Application of Measures of the Safety Confirmation Type on Prevention Against Collision with AGV	5 th Int. Conf. on Automated Guided Vehicle Systems, Japan.	6~8,Oct.	S.KUMEKAWA N.SUGIMOTO
Phenomena Specific to Static Charging of Liquid Caused by Agitations	1987 IEEE/IAS Annual meeting, U. S. A.	18~25 Oct.	T.KODAMA
Control System of Hazardous Corona Discharge in Electrostatic Eliminator	3 rd Int. Conf. on Electrostatic Precipitation, Italy.	25~30 Oct.	Y.TABATA
The Influence of Hydrogen Gas on Fatigue Crack Growth in Low Carbon	5 th Asian-Pacific Corrosion Control Conf., Australia.	23~27 Nov.	M.TANAKA

4) 著書

書 名 等	出版社等	著 者 名
自家用電気設備保安読本 第4編第1章 感電防止技術 第4編第2章 防爆電気設備 第4編第3章 静電気災害・障害技術 電磁気と生体 第3章 電流と生体	オーム社    日刊工業新聞社	市 川 健 二 田 中 隆 二 児 玉 勉 田 中 隆 二

5) 特許

区 分	出願, 登録 番号等	発明の名称	発 明 者
特 許 出 願	62-295065	マスタ・スレーブ・マニピュレータ・システム	杉 本 旭
特 許 権 取 得	62-295066	ホールド停止監視装置	杉 本 旭
特 許 実 施 許 諾	特許第 1425870 号	爆発被害抑制用破裂板装置	鶴 見 平三郎
	特許第 783164 号	燃焼測長式の酸素の分析法	駒 宮 功 額

## 第3章 関 連 業 務

### 3.1 産業安全研究所主催行事

#### 1) 第3回安全技術講演会

産業安全研究所において得られた研究成果は、産業安全研究所研究報告等で発表する一方、学会等において誌上、口頭発表により公表している。この他毎年1回、安全技術に関する講演会を開催し、安全技術情報の提供を行っており、第3回安全技術講演会を昭和63年6月24日に、当研究所8階講堂において、次の講演題目により開催した。

- |                               |              |       |
|-------------------------------|--------------|-------|
| (1) 安全管理における度数率の扱い方           | 土木建築研究部主任研究官 | 花安 繁郎 |
| (2) 圧気工事セーフティアセスメントと対話型実施システム | 土木建築研究部主任研究官 | 鈴木 芳美 |
| (3) フラクトグラフィによる破損解析方法とその実際    | 機械研究部主任研究官   | 橋内 良雄 |
| (4) 爆発防護のための破裂板の利用            | 化学研究部主任研究官   | 林 年宏  |
| (5) すず粉じん爆ごう波の伝播特性と災害事例       | 化学研究部主任研究官   | 松井 英憲 |
| (6) 静電気ノイズによる障害と対策            | 電気研究部主任研究官   | 田畠 泰幸 |

#### 2) 特別講演会

ガス、粉じんなどの燃焼・爆発の分野で世界的に著名なカナダ McGill 大学の Lee 教授が、日本学術振興会の招きで来日されたのを機会に、昭和62年11月6日、当研究所8階講堂において、次の講演題目により開催した。

- |                              |             |              |
|------------------------------|-------------|--------------|
| (1) 可燃性ガス・蒸気の爆発特性と災害事例       | 化学研究部主任研究官  | 松井 英憲        |
| (2) 可燃性粉じんの爆発特性と災害事例         | 化学研究部主任研究官  | 松田 東栄        |
| (3) 可燃性ガス・蒸気および粉じんの危険性分類について | McGill 大学教授 | John. H. Lee |

なお、Lee 教授の講演については、松井・松田両主任研究官が内容の要訳を行った。

### 3.2 行政機関に対する協力

#### 1) 災害調査等に対する協力

行政機関等名称	協 力 事 項	年 月 日	氏 名
新潟労働基準局	ミヤマ(株)の廃酸処理中の爆発火災災害の原因に関する鑑定	62.6.3	森安 崎 隆 繁之 安藤 井 英 憲 松 藤 隆 憲之 安 藤 隆 之憲 松 井 英 一 安 藤 隆 幸
東京労働基準局	東京電力(株)大井火力発電所2号サービスタンクの爆発災害についての鑑定	8.4	松安 井 隆 憲之 安 藤 隆 憲之 安 藤 隆 一 松 井 英 幸
三重労働基準局	三菱化成(株)四日市工場 HB 槽爆発災害調査および原因に関する実験	9.29	安松 藤 隆 之憲 安 藤 井 英 一 安 藤 隆 幸
京都府西陣警察署	マンション新築工事の基礎掘削中における土砂崩壊災害	12.4	木堀 下 井 一 堀 井 宣 幸
東京労働基準局	大内振興化学(株)での貯槽における爆発火災災害の原因に関する実験	63.2.9	琴安 寄 崇 安 藤 隆 之 前 田 豊 橋 内 良 雄
神奈川労働基準局	U60-H ユニバーサルクレーンジブの座屈事故の原因について	2.25	前橋 田内 良雄

2) 委員会活動における協力

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審査委員	前 郁 夫
	同上	木 下 鈞 一
	機械器具自動生産システム等安全基準検討委員会委員	糸 川 壯 一
	高齢者向け ME 機器等の研究開発に関する研究調整会議委員	杉 本 旭 明
	高齢者向け ME 機器等の開発に関する研究調整会議作業部会委員	加 藤 明 一
	重量物精密組立補助ロボット研究開発委員会委員	糸 川 壯 旭
	高齢者向け CNC 制御システム研究開発委員会委員	杉 本 旭
	高齢者向けワードプロセッサ研究開発委員会委員	杉 本 旭
	化学物質の危険性予測検討委員会委員	森 崎 繁
	労働安全衛生コンサルタント試験委員会常任委員	前 郁 夫
	建設機械安全対策検討委員会委員	加 藤 明 二
	電気機械器具防爆構造規格検討委員会委員	田 中 隆
	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員	研究員 8 名
	通商産業省	日本工業標準調査会委員
同上		田 中 隆 二
同上専門委員		深 谷 潔 一
同上臨時委員		糸 川 壯 夫
機械安全無公害化委員会委員		前 郁 夫
建設省 科学技術庁	家庭用品品質表示技術基準調査委員会委員	田 畠 泰 幸
	UJNR 防火専門部会国内部会委員	森 崎 繁
	科学技術会議政策委員会研究評価委員会委員	田 中 正 清
	高度情報化社会における総合的災害対策技術に関する調査推進委員会委員	田 中 隆 二
	同上作業部会委員	鈴 木 芳 美
	同上	田 畠 泰 幸
郵政省 海上保安庁	不要電波問題対策協議会	田 中 隆 二
	第六明和丸事故対策委員会委員顧問	児 玉 勉
横浜地方海難審判庁	横浜地方海難審判庁参審員	田 畠 泰 幸
人事院	安全専門委員会委員	前 郁 夫
福島県工業試験場	福島県工業試験場顧問	橘 内 良 雄

3) 研修講師派遣等による協力

行政機関等名称	協力事項	年月日	氏名
労働研修所 産業安全専門官(II) 研修	化学の安全	62.8.29	琴 寄 崇
	産業用ロボットの信頼性	9.2	糸 川 壯 一
	電気の安全	9.5	市 川 健 二
労働研修所 産業安全専門官(I) 研修	産業用ロボットの信頼性	10.27	糸 川 壯 一
	仮設建造物の強度計算	11.2	小 川 勝 教

行政機関等名称	協 力 事 項	年 月 日	氏 名
法 科 学 研 修 所	機械構造物の破壊について	11.6	橋 内 良 雄
足立労働基準監督署	中高年労働者の安全対策	11.6	永 田 久 雄
アジア太平洋地域労働行政プロジェクト	ILO 労働セミナー（爆発火災防止）	11.12 ~11.21	森 崎 繁
広 島 労 働 基 準 局	現場における安全技術	12.3	杉 本 旭
労働研修所労働基準行政職員中堅研修	仮設構造物の強度計算	63.1.25	小 川 勝 教
北 海 道 労 働 基 準 局	機械の自動化と安全対策	1.29	糸 川 壯 一
豊 橋 技 術 科 学 大 学	産業界における爆発災害事例と防止対策	2.26	松 井 英 憲

### 3.3 外部機関との協力

#### 1) 学協会委員会活動

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
日 本 学 術 会 議	第 18 回安全工学シンポジウム実行委員会委員長	前 郁 夫
	同上委員会委員	花 安 繁 郎
	同 上	田 畠 泰 幸
	安全工学研究連絡会議委員	田 畠 泰 幸
日 本 機 械 学 会	環境工学研究連絡会議委員	田 畠 泰 幸
	RC83 人間—機械類システムの定量的、定性的表示法調査研究分科会委員	前 郁 夫
	同上委員会幹事	田 中 正 清
日 本 材 料 学 会	機械・構造物の強さ設計と破壊防止対策調査分科会委員	加 藤 明
	P-SC114 機械・構造物の強さ設計と破壊防止対策調査分科会委員	加 藤 明
	フラクトグラフィ専門委員会委員	橋 内 良 雄
	破壊力学部門委員会委員	橋 内 良 雄
溶 接 学 会	同上	田 中 正 清
	疲労部門委員会委員	橋 内 良 雄
日 本 ク レ ーン 協 会	FS 委員会委員	橋 内 良 雄
	技術審議会委員	前 郁 夫
	同 上	加 藤 明
	同 上	田 中 隆 二
	クレーン編集委員会委員	前 田 豊
	災害事例研究委員会委員長	加 藤 明
	同委員会幹事	田 中 正 清
	移動式クレーン委員会委員／第 1 分科会委員	前 田 豊
	ISO/T C96 国内委員会委員	前 田 豊
	ISO/TC 96/SC 6 国内委員会委員	前 田 豊
	ISO/TC111 国内委員会委員	田 中 正 清
	検定基準委員会委員／第 2, 5 分科会委員	前 田 豊
	クレーン委員会委員	橋 内 良 雄
	ワイヤロープ委員会委員	田 中 正 清

学会・協会等名称	協力事項	氏名
建設荷役車輛安全技術協 日本溶接協会	つり具委員会委員	田中 正清
	エレベータ委員会委員	河尻 義正
	ゴンドラ委員会委員	河尻 義正
	「ゴンドラの操作」改訂委員会委員	河尻 義正
	クレーン委員会耐振設計分科会委員	河尻 義正
	電気委員会委員長	田中 隆二
	同上委員会委員	市川 健二
	安全装置委員会委員	深谷 潔
	広報委員会委員	前田 豊
	日本高圧力技術協会 日本ボイラー協会	TFC委員会委員
電気溶接機械部会 62年度技術委員会委員		田中 隆二
JIS C 9311, 工業標準改正原案作成委員会委員		田中 隆二
LEJ小委員会委員		橋内 良雄
防災システム協会 日本機械工業連合会	エンジン駆動式垂下特性型アーク溶接機—工業標準原案作成委員会委員	田中 隆二
	経年損傷評価と寿命予測委員会委員	田中 正清
日本鋼構造協会 日本鋼索工業会	自動制御委員会委員	田嶋 泰幸
	高圧容器設計基準委員会委員	吉久 悦二
日本鍛圧機械工業会 日本鋼構造協会	材料委員会委員	吉久 悦二
	新機械安全対策専門委員会委員	籾川 壯一
日本鋼索工業会 砥粒加工研究会	センサー技術交流会委員	深谷 潔
	海外技術動向調査委員会委員	籾川 壯一
日本人間工学会 日本ロボット学会	疲労設計指針改訂委員会委員	橋内 良雄
	JIS G 3525, 工業標準改訂原案作成委員会委員長	田中 正清
日本物流管理協議会 日本粉体工業協会	砥粒加工研究会運営委員	籾川 壯一
	日本人間工学会評議員	江川 義一
日本産業用ロボット工業	日本人間工学会評議員	籾川 壯一
	日本ロボット学会評議員	籾川 壯一
国際ロボットFA技術セ ンター	'87物流技術国際シンポジウム企画委員会委員	籾川 壯一
	粉じん爆発試験法委員会委員	松田 東栄
中央労働災害防止協会	ISO対策検討委員会	杉本 旭
	労働安全ロボット審査委員会主査	杉本 旭
中央労働災害防止協会	技術者教育研修専門委員会委員	杉本 旭
	食品加工用機械等安全対策研究委員会総合委員会委員	加藤 明
	同製めん機械等作業部会委員	加藤 明
	安全衛生考案応募作品審査委員会委員	加藤 明
	無人搬送車安全対策研究委員会委員	籾川 壯一
	同上	杉本 旭
	高年齢労働者労働災害防止対策調査研究委員会委員	江川 義一
	レーザー加工機安全衛生対策研究委員会委員	籾川 壯一
	「アーク溶接作業の安全」改訂検討委員会委員	市川 健二
	高度自動制御方式化学プラントの安全対策調査研究委員会委員	林 年宏

学会・協会等名称	協力事項	氏名
雇用促進事業団	「高圧・特別高圧取扱作業安全必携」改訂編集委員会委員長	田中隆二
	同上委員会委員	市川健二
鉱業労働災害防止協会	電気取扱作業指揮者教育用テキスト編集委員会委員長	田中隆二
	昭和62年度編集委員	加藤明
土木学会	粉じん爆発の事例における要因分析と対策調査研究委員会委員	松田東栄
	高度技能開発センターおよび海外職業訓練協力センター計画準備委員会専門部会委員	森崎繁
日本トンネル技術協会	さく岩機振動障害対策委員会委員	前田豊
	騒音対策委員会委員	江川義之
日本建築学会	トンネル工学委員会委員	前郁夫
	構造工学委員会構造物安全性研究小委員会委員	花安繁郎
日本建築センター	山岳トンネル小委員会第4分科会委員	花安繁郎
	シールドトンネル小委員会第4分科会委員	鈴木芳美
建設業労働災害防止協会	安全環境委員会委員	前郁夫
	換気対策特別小委員会委員	鈴木芳美
建設業労働災害防止協会	坑口安全対策特別委員会幹事	花安繁郎
	材料施工委員会第一分科会型枠工事小委員会専門委員	小川勝教
建設業労働災害防止協会	建設工事用シート評定委員会委員	小川勝教
	地下工事における作業環境対策委員会委員	前郁夫
建設業労働災害防止協会	同上委員会専門部会委員	鈴木芳美
	推進工事セーフティアセメント検討委員会委員長	前郁夫
建設業労働災害防止協会	同上委員会委員	花安繁郎
	建設業における高齢者労働災害対策委員会委員	木下鈞一
建設業労働災害防止協会	同上	永田久雄
	プレストレストコンクリート橋架設工事セーフティアセメント指針作成委員会委員	小川勝教
建設業労働災害防止協会	足場の組立・解体等のための安全作業指針作成委員会委員長	木下鈞一
	同上委員会委員	小川勝教
建設業労働災害防止協会	型わく支保工安全対策委員会委員	木下鈞一
	同上	河尻義正
建設業労働災害防止協会	顕彰基金運営委員会委員	前郁夫
	認定検査審査委員会委員長	木下鈞一
建設業労働災害防止協会	仮設構造物等の承認審査委員会委員	木下鈞一
	鋼製枠組防護工の安全基準作成委員会委員	小川勝教
建設業労働災害防止協会	技術委員会委員	小川勝教
	同上	河尻義正
建設業労働災害防止協会	技術委員会委員	河尻義正
	維持修繕工事の安全管理に関する調査研究委員会委員	前郁夫
建設業労働災害防止協会	コンクリート橋における特殊支保工の設計・施工に関する調査研究委員会委員	河尻義正
	工事用シート JIS 規格改正委員会委員	木下鈞一
建設業労働災害防止協会	同上委員会小委員会委員	小川勝教

学会・協会等名称	協力事項	氏名
日本保安用品協会	防じん眼鏡ゴーグル工業標準原案作成委員会委員	加藤 明
損害保険料率算定会	静電気帯電防止靴工業標準原案作成委員会委員	田島 泰幸
総合安全工学研究所	災害化学研究会委員会化学部会委員 同上 参与 同上 静的破碎剤使用安全基準検討委員会委員	森崎 繁額 駒宮 功額 駒宮 功額 田島 泰幸 松井 英憲
日本化学会	防災専門委員	森崎 繁
野村総合研究所	燃料規格分科会委員	柳生 昭三
人間工学会	ISO/TC 159 国内委員会委員	江川 義之
日本科学技術情報センタ	防災物性データ委員会委員	江川 義之
日本火災学会	化学火災委員会委員	駒宮 功額
高圧ガス保安協会	アセチレン容器多孔物質物性能試験委員会委員	駒宮 功額
安全工学協会	理事 安全工学誌編集委員会委員 安全工学協会出版委員会委員	前 郁夫 琴 寄 崇
日本粉体工業技術協会	粉じん爆発試験法委員会委員	佐藤 吉信
電気学会	環境計測調査専門委員会委員 電気・電子計測器の耐ノイズ特性調査専門委員会委員 環境・安全技術委員会委員 電気安全信頼性の数量計測調査専門委員会委員 生産設備管理技術委員会1号委員 産業応用部門特別委員会委員 進歩賞特別委員会委員	田島 泰幸 田島 泰幸 山野 英記 山野 英記 山野 英記 山野 英記 山野 英記
静電気学会	理事運営委員会委員 同上 静電気基礎現象研究委員会委員 液体帯電現象研究委員会委員 同上研究委員会幹事 評議員 編集委員会幹事 同上委員 特別シンポジウム実行委員会幹事 編集委員会幹事 同上委員会委員	前 郁夫 田島 泰幸 田島 泰幸 田島 泰幸 児玉 勉 児玉 勉 田島 泰幸 児玉 勉 田島 泰幸 田島 泰幸 児玉 勉
IEEE (英国電気・電子学会)	IEEE/IAS 日本支部連絡委員	田島 泰幸
日本電気協会	渋沢賞選考委員会委員 電気安全全国連絡委員会参与 電気用品調査委員会委員 電気技術基準調査委員会使用設備専門委員会, 屋内配線特別分科会委員	前 郁夫 田中 隆二 田中 隆二 田中 隆二
関東電気協会	電気安全関東委員会委員	田中 隆二
日本電機工業会	防爆機器技術委員会特別委員	田中 隆二





題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
安全その2	早稲田大学専門学校	6.11	橘 内 良 雄
強風時に足場に作用する風荷重およびその耐風設計について	仮設工業会	6.11/10.8	木 下 鈞 一
鋼管足場、型わく支保工等仮設構造物の安全性について	仮設工業会	6.11/10.8	小 川 勝 教
自動化と安全対策	全豊田安全衛生研究会	6.12	杉 本 旭
フラクトグラフィー疲労き裂進展挙動の評価・破損解析への適用	三菱電機(株)	7.8	橘 内 良 雄
事前評価の仕方	中央労働災害防止協会	7.14	糸 川 壯 一
電気災害の防止	同 上	7.17	田 中 隆 二
墜落災害の防止	同 上	7.22	河 尻 義 正
型わく支保工の組立等作業主任者技能講習講師養成講座	建設業労働災害防止協会	7.22	小 川 勝 教
絶縁用保護具・防具の劣化と保守管理	九州電気協会	7.30	市 川 健 二
可燃性ガスおよび酸素に関する知識	東京労働基準協会連合会	8.5/11.11	松 井 英 憲
安全システムにおける階層インターロックの論理構造	電気学会	8.27	杉 本 旭
静電気対策のあり方と今後の動向	中央労働災害防止協会	8.27	田 中 隆 二
静電気災害・障害の防止対策	同 上	8.27	田 畠 泰 幸
静電気災害・障害の防止技術の具体例と適用上の留意点	同 上	8.28	児 玉 勉
産業用ロボットに関する知識	同 上	9.16	杉 本 旭
型わく支保工の計画・設計および組立のポイント	建設業労働災害防止協会	9.18/9.30/ 11.11/11.16	木 下 鈞 一
金属疲労に対する腐食環境の影響	埼玉特定機械製造事業場連絡協議会	9.24	田 中 正 清
電磁ノイズとその対策について	自動車産業安全衛生大会	9.25	糸 川 壯 一
乾燥作業の管理に関する知識	東京労働基準協会連合会	10.8	林 年 宏
	同 上	10.8	琴 寄 崇
	同 上	10.8	松 田 東 栄
土木工事における大規模型わく支保工倒壊災害の問題点	第24回全国建設業労働災害防止大会	10.15	木 下 鈞 一
工作機械のセーフティアセスメント	全国労働安全衛生大会	10.23	糸 川 壯 一
産業用ロボットに関する知識	中央労働災害防止協会	11. 4	杉 本 旭
はさまれ・まき込まれ事故ゼロをめざして	同 上	11. 5	糸 川 壯 一
電気災害の防止	同 上	11.10	市 川 健 二
電気設備による着火と対策	安全工学協会	11.12	田 中 隆 二
静電気放電による着火と対策	同 上	11.12	田 畠 泰 幸
エアサポート技術	神戸製鋼所	11.13	池 田 博 康
労働災害の発生特性について	首都高速道路公団	11.18	花 安 繁 郎
新・工場電気設備防爆指針	日本計装工業会	12. 1	田 中 隆 二
防爆指針の概要について	同 上	12. 1/12. 8	田 中 隆 二
新素材製造時の安全対策	産業安全技術協会	12. 1/12. 8	森 崎 繁
最近の粉じん爆発災害と防止対策	同 上	12. 1/12. 8	松 田 東 栄
最近の爆発・火災災害の防止技術	同 上	12. 2/12. 9	琴 寄 崇
ガス爆発の防護技術	同 上	12. 2/12. 9	林 年 宏

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
静電気による着火危険性と防止対策	産業安全技術協会	12. 2/12. 9	田 畠 康 幸
墜落災害の防止	中央労働災害防止協会	63. 1.18	河 尻 義 正
合板足場板の使用・管理について	合板仮設安全技術協会	1.20	河 尻 義 正
自動機械における安全対策	NOK (株)	1.21	糸 川 壯 一
新素材と労働安全衛生問題	中央労働災害防止協会	1.25	森 崎 繁
標示・警告装置の安全性に関する研究	日本機械学会	2.19	江 川 義 之
可燃性ガスおよび酸素に関する知識	東京労働基準協会連合会	2.22	松 井 英 憲
機械工場と安全性	神奈川県工業技術センター	2.22/2.24	糸 川 壯 一
ロボット作業の安全性評価	電子情報学会	3. 9	佐 藤 吉 信
感電防止と直流動作型漏電遮断器	同 上	3. 9	本 山 建 雄
静電気放電による可燃性物質の着火爆発危険	同 上	3. 9	田 畠 泰 幸
静電気災害の事例とその分析	産業安全技術協会	3.14/3.15	田 畠 泰 幸
静電気災害防止技術に関する基本と具体例	同 上	3.14/3.15	児 玉 勉
静電気によるノイズ障害とその防止基準	同 上	3.14/3. 15	富 田 一
静電気による災害	(社)日本能率協会	3.16	田 畠 泰 幸
静電気の防止対策	同 上	3.16	児 玉 勉
セーフティアセスメントの考え方	建設業労働災害防止協会	3.28	前 郁 夫

#### 4) 外部機関の研究員の招へい

##### (1) 流動研究員

研究テーマ	所 属 ・ 職 名	氏 名
CVDプロセスの排ガス処理に関する研究	埼玉工業大学環境工学科助教授	手 塚 還
フェールセーフ技術に関する研究	日本信号株式会社研究開発部主任研究員	蓬 原 弘 一
仮設構造物の倒壊防止のための力学的評価法に関する研究	日本大学生産工学部土木工学科教授	能 町 純 雄
不飽和土の力学的特性に関する研究	武蔵工業大学土木工学科助教授	片 田 敏 行
静電気放電に起因するノイズ障害の防止に関する研究	株式会社ノイズ研究所研究部長	足 立 昭 二

##### (2) 海外研究員

研究テーマ	所 属 ・ 職 名	期 間	氏 名
Faculty of Electrical Engineering	Budapest Technical Univ. of Budapest, Hungary.	16~30 Jan.	Dr. Istvan BERTA

5) 外部機関への研修

研修区分	研 修 先	研 修 内 容	期 間	氏 名
海外研修	Dept. of Chemical Engineering Univ. of Houston, U.S.A	人間—機械系の安全性 評価エキスパートシステ ム構築のための基礎的研 究	61.11. 3～ 62.11. 3	佐 藤 吉 信

6) 外部機関の研修員の受託

区 分	受 託 件 数	人 員 数
大学関係研修生	2	4
大学関係を除く機関の研修員	5	9

7) 依頼試験および検定

昭和 62 年度における産業安全研究所試験規程に基づく依頼試験は、研削盤の研削といしの強度試験、吊り具の安全性能試験、安全帯の安全性能試験など 32 件を実施した。

## 第4章 産業安全技術館業務

### 4.1 産業安全技術館の活動

産業安全研究所では付属施設として産業安全技術館を設け、災害防止に関する各種の資料を整備して、安全知識の普及と情報の提供および安全技術相談などに応じている。

産業安全技術館の施設の概要は次のとおりである。

常設展示場	1階	336 m <sup>2</sup>	2階	573 m <sup>2</sup>	特別展示場	2階	249 m <sup>2</sup>
見学指導室	3階	117 m <sup>2</sup>	安全技術情報コーナー	2階	117 m <sup>2</sup>		

常設展示場では「労働災害の変遷」を科学技術の発展と対比させてイラスト・写真を中心にとりあげ、次いで各種機械やロボットをはじめとする「自動化機械などの危険と安全対策」について述べ、センサー7種を取り付けたセンサージャングルなどを配置している。2階では「高齢者の災害防止」の一環として身体機能を来観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）の実演装置をはじめ、産業安全に関するクイズに挑戦する対話型質問装置（Q and A）、安全衛生教育用各種ビデオテープを内蔵したビデオライブラリーを設け、また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を設けており、ここではさらに静電気の発生や、ガス、蒸気、粉じんの爆発を実験で理解させる装置と、防爆電気機器モデルルームを新設した。

特別展示場では労働災害の動向や新しい災害に対応する安全技術など、時機に応じたテーマをえらび、一定期間展示している。安全技術情報コーナーでは、安全に関する技術資料、雑誌などを収集し自由に利用することができる。

昭和62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1次および第2次に引き続き最後の改装工事を63年3月29日に終了し、展示パネル、安全装置や保護具などの実物、実験実演装置などを大幅に充実させた。

#### 2) 特別展示

6月1日～7月7日 全国安全週間特別展

9月1日～10月7日 全国労働衛生週間特別展

#### 3) 安全に関する技術相談、解説、学芸員の実習

展示資料その他安全一般に関する技術相談(571件) および団体来観者に対して安全教育を行なった。また学芸員資格取得のために必要な実習について依頼を受け、8月に4名の大学生を受け入れ指導した。

#### 4) 施設の公開

科学技術庁主催の科学技術週間に際し4月15日に、清瀬実験場の研究施設を公開し、10時と14時の2回にわたり実験と解説を行なった。

#### 5) 安全技術館来館者数

開館日数 296日 (62年4月1日～63年3月31日) 46,193名 うち団体215組3,542名

#### 6) 国外来観者および主な来観団体

##### (1) 国外

昭和62年4月2日 韓国労働部労働科学研究所 金星鎮技士

4月3日 香港労働省 彭 国林地方工場監督官他3名

4月28日 マレーシア Azizah Binti ABD-HAMID

5月28日 シンガポール PDP, OSH 部門 Choy Chan PONG

6月23日 インドネシア President Director of Paramuda Jaya Benjamin IDRIS

9月22日 中国労働人事部労働保護科学研究所 梁 志剛

---

10月7日 台湾労働安全衛生行政セミナー 一行12名  
11月19日 フィリッピン労働省外局 ミセス・キャロス  
11月26日 タイ労働省 ミセス・タスナ ピーラビット  
11月27日 シンガポール労働省 Ang Tick BING  
12月11日 タイ内務省労働局長 Siri KEIWALISRI 他2名  
昭和63年2月3日 シンガポール生産性向上プロジェクト研修員 Woo Yuen HOONG  
2月9日 韓国産業安全公団鄭理事長他8名

(2) 国内団体

教育, 研究機関

都立大学, 杏林大学, 順天堂大学, 昭和大学医学部, 慶応大学, 芝浦工業大学, 東京医学技術専門校, 東京会計法律専門校, 王子, 大塚, 亀戸, 江戸川, 荏原, 品川各高等職業技術専門校, NTT 学園, 神奈川県立麻生高校, 東京電機大高校, 金属材料研究所, 都立教育研究所, 大蔵省税関研修所, アサヒビール中央研究所, 精密学会, 労働医学研究会

その他

東京電力, 北海道電力, 東京ガス, JR 東日本, 竹内工務店, 西武建設, 長谷川工務店, 出光石油化学, 三菱瓦斯化学, 三井東圧, ダイセル, ブリジストン, 日本化薬, 昭和電工, 信越半導体, 日本ペイント, 田辺製薬, 三菱電機, 東芝, 日立, 富士電機, 山武ハネウエル, 松下電工, 松下通信, 日立プラント, 東芝エンジニアリング, 三菱油化エンジニアリング, 日曹エンジニアリング, ユアサ, 森永乳業, 久保田鉄工, 住友金属, バブコック日立, 三井金属, 日本セメント, 旭ガラス, 航空自衛隊, 防衛庁, 東京都, ほか

#### 4.2 大阪産業安全技術館の活動

大阪産業安全技術館の設立目的は東京の技術館に準ずるもので, 昭和62年度の主な活動は次のとおりである。

1) ミニ特別展

「保護具」ミニ特別展を62年10月1日から同月31日まで展示した。

2) 安全衛生映画会

安全映画会を6月に4回, 衛生映画会を9月に1回開催した。

3) 入館者数

開館日数 295日 (62年4月1日~63年3月31日) 24,880名 うち団体155組10,649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挙行、同10日より一般公開が開始される。
- 昭和22年8月31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、安全課、機械課、土木建築課、化学課と改められる。
- 昭和24年6月20日 安全課が参考館課と改称される。
- 昭和24年8月27日 武田所長退官し、化学課長中島誠一が所長に就任。
- 昭和27年3月20日 中島所長退官し、福島労働基準局長高梨湛が所長に就任。
- 昭和27年9月1日 組織が所長、庶務課、指導課、機械課、土木建築課、化学課、電気課と改められる。
- 昭和27年11月15日 開所10周年記念式典が当所講堂で労働大臣ら臨席のもとで行われる。
- 昭和28年12月16日 産業安全参考館を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付属病院敷地を買収し、屋外実験場とする。
- 昭和42年1月17日 旧田町庁舎改築のため、屋外実験場の一部を仮庁舎として移転。
- 昭和43年6月1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1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 F 230-35 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される。  
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。

2) 産業安全研究所所在地，案内図

(1) 田町庁舎

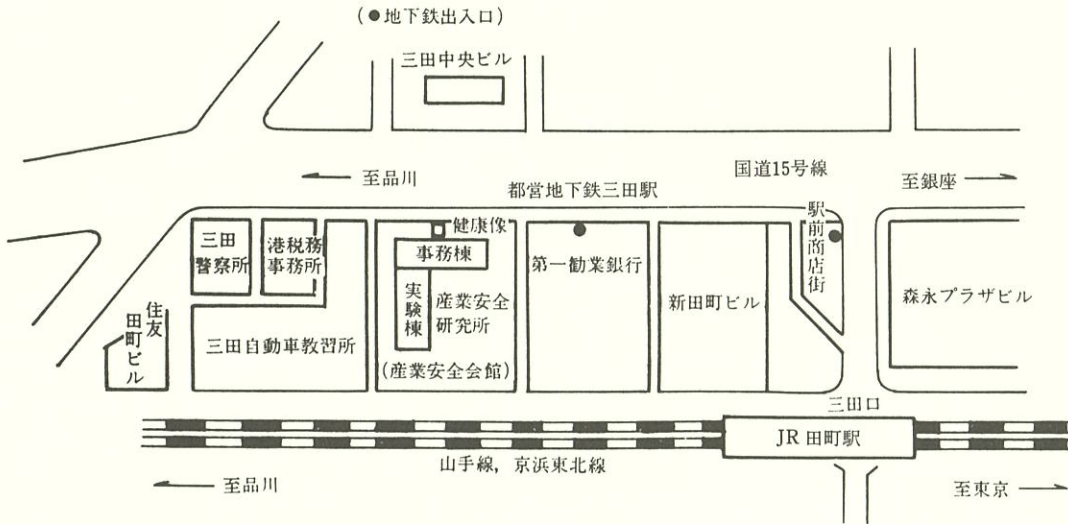
産業安全研究所及び産業安全技術館（産業安全会館）

東京都港区芝5丁目35番1号

電話 東京 (03) 453-8441 (代表)

ファックス 東京 (03) 452-6565

郵便番号 108



JR 田町駅から 徒歩5分

都営地下鉄浅草線及び三田線三田駅から 徒歩1分

事務棟

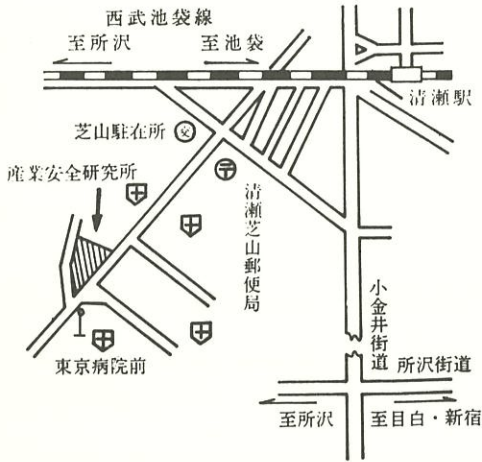
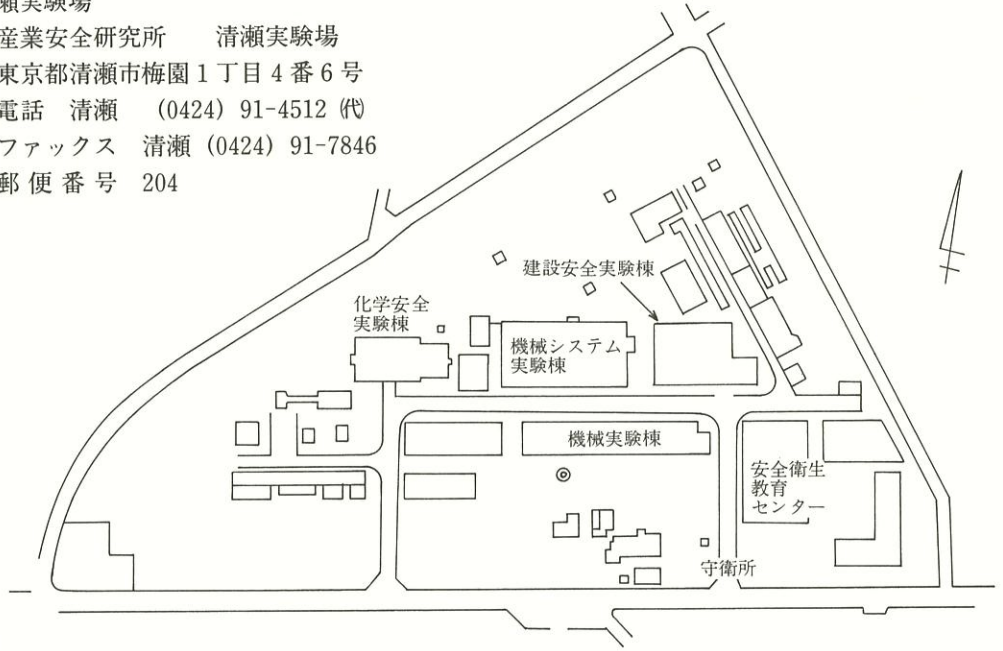
実験棟

	事務棟	実験棟
1階	産業安全技術館	強電第一実験室・研削砥石実験室・工作室・保護具実験室
2階	産業安全技術館	遮音無響室・生体情報実験室・騒音環境実験室・強電第二実験室
3階	所長室・庶務課・部長室・研究部室・会議室・見学指導室・安全技術課	システム安全研究室・建築環境実験室・建築環境特殊空調室・高令者墜落転落実験室・機械構造実験室
4階	図書室・研究部受付	保護具研究室・土木建築研究部研究員室・機械力学研究室・光弾性実験室・電算機室・暗室
5階		油帯電第一実験室・建設関係災害資料室 システム工学実験室・静電気放電実験室・土質工学実験室
6階		粉体帯電実験室・着火機構実験室・油帯電第二実験室・静電気第一実験室・静電気第二実験室
7階		一般分析実験室・粉じん爆発特性第一実験室・ガス蒸気爆発特性実験室・X線回析実験室・爆発性物質感度実験室
8階		放電着火実験室・電気研究部研究員室・コロナ放電実験室・災害資料室・図書資料室



(2) 清瀬実験場

産業安全研究所 清瀬実験場  
 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号  
 電話 清瀬 (0424) 91-4512 (代)  
 ファックス 清瀬 (0424) 91-7846  
 郵便番号 204



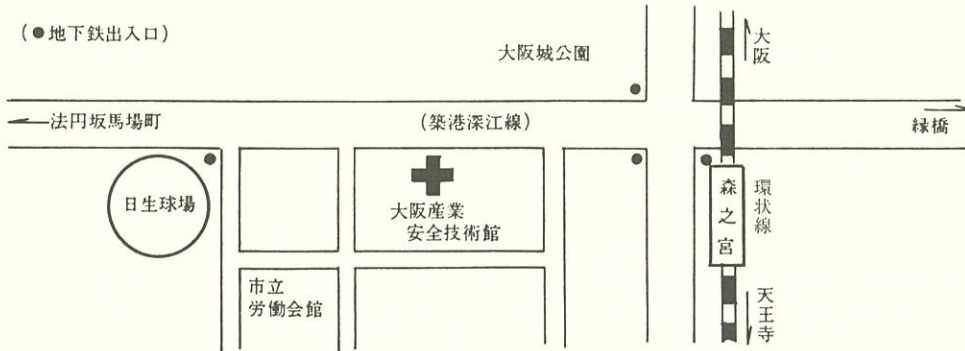
清瀬実験場実験施設

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| 機械実験棟        | 高圧示差熱実験室        |
| 安全帯実験施設      | 配管等爆発実験施設       |
| 高所作業観測施設     | 化学安全実験棟         |
| 機械安全システム実験棟  | 高気圧環境実験室        |
| 建設安全実験棟      | 高圧ガス粉じん系爆発実験室   |
| 200トン圧縮試験室   | 防爆電機試験室         |
| 土止実験ピット      | 本質安全防爆試験室       |
| ジブクレーン       | 粉じん帯電実験施設       |
| 鋼アーチ支保工実験施設  | 変電室             |
| 単管枠組実験場      | 運搬建設機械安定度試験実験施設 |
| 軽支保梁実験施設     | 遮音実験室           |
| 実験ガス配合室      | 液体攪拌帯電実験室       |
| 化学反応実験室      | 電気室             |
| 防爆構造電気機器試験施設 |                 |
| 防爆実験用揚重施設    |                 |

西武池袋線清瀬駅下車 (池袋より約30分)  
 清瀬駅から 徒歩 (約20分)  
 清瀬駅南口より 西武バス  
 久米川駅行 }  
 全生園行 } に乗車 (約5分) 東京病院前下車  
 下里団地行 }  
 所沢行 }

(3) 大阪産業安全技術館

産業安全研究所 大阪産業安全技術館  
大阪市東区森之宮中央1丁目15番10号  
電話 大阪 (06) 942-3868  
郵便番号 540



産業安全研究所年報

昭和 62 年度版

---

発行日 昭和 63 年 4 月 1 日

発行所 労働省産業安全研究所

〒 108 東京都港区芝 5 丁目 35 番 1 号

電話 東京(03)453-8441(代)

---

印刷所 新日本印刷株式会社

ANNUAL REPORT  
OF  
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1987

RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY  
MINISTRY OF LABOUR  
5-35-1 Shiba Minato-ku Tokyo 108 JAPAN