

# 産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT  
OF  
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

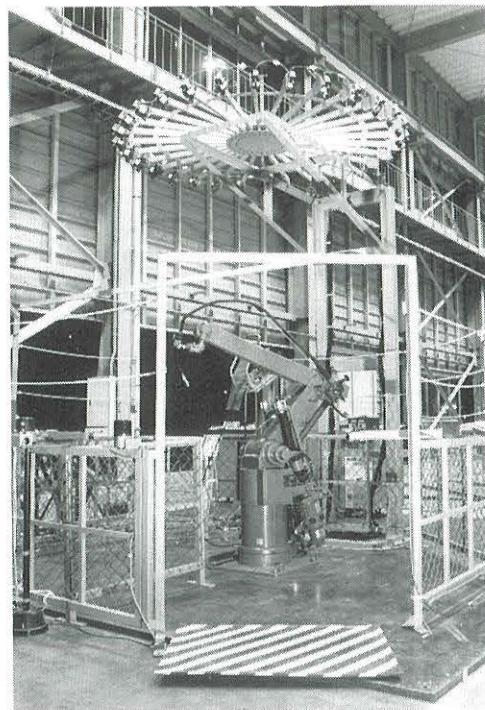
1988

---

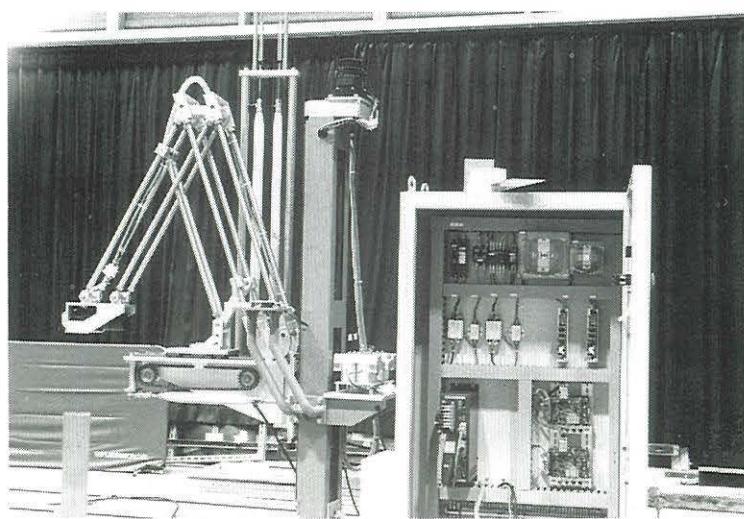
昭和63年度

## 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

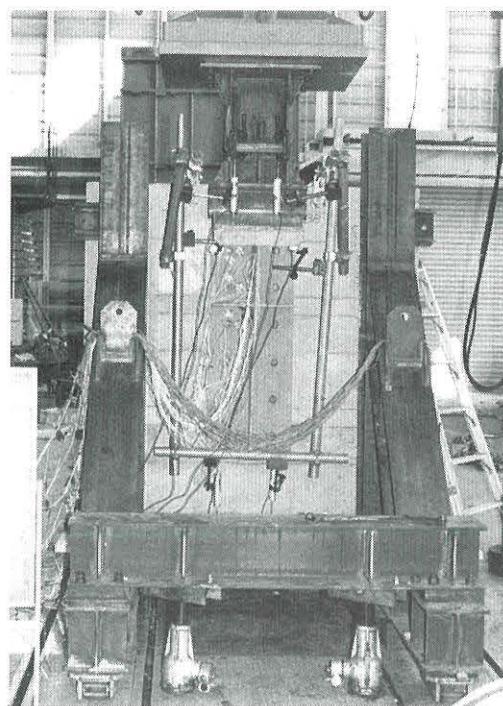


ロボット危険領域への  
人体接近検出装置

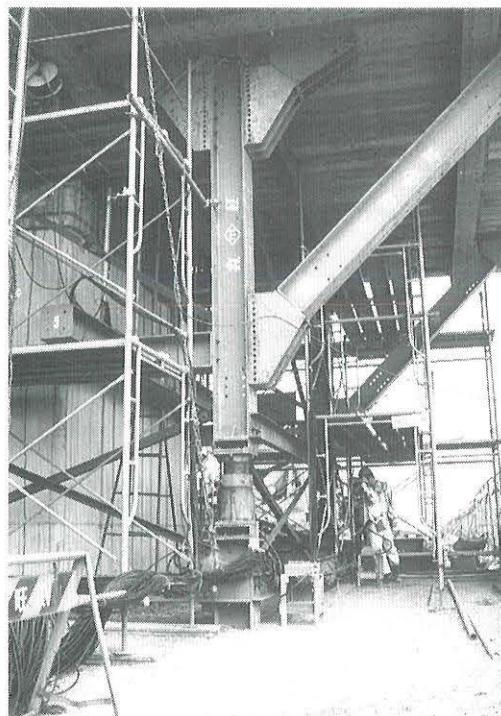


荷ずれ処理用マニピュレータ

## 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



支保工プラケットの耐力試験



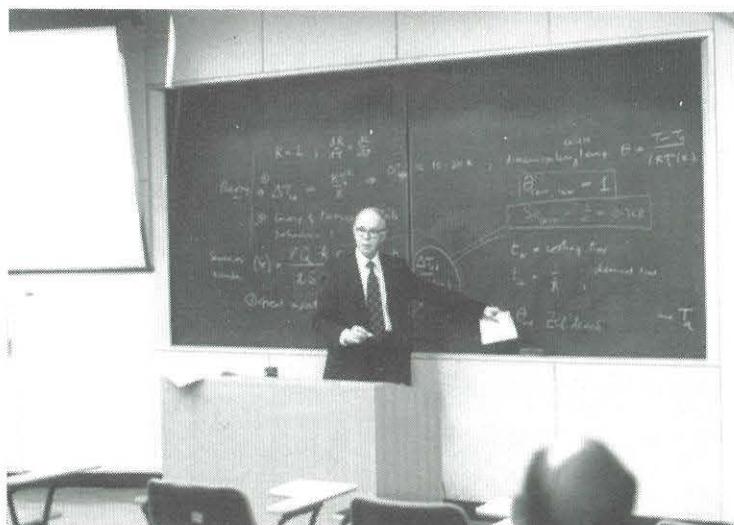
建設工事現場における型枠支保工の  
部材応力の測定

### 3. コンクリートカッターの低騒音化

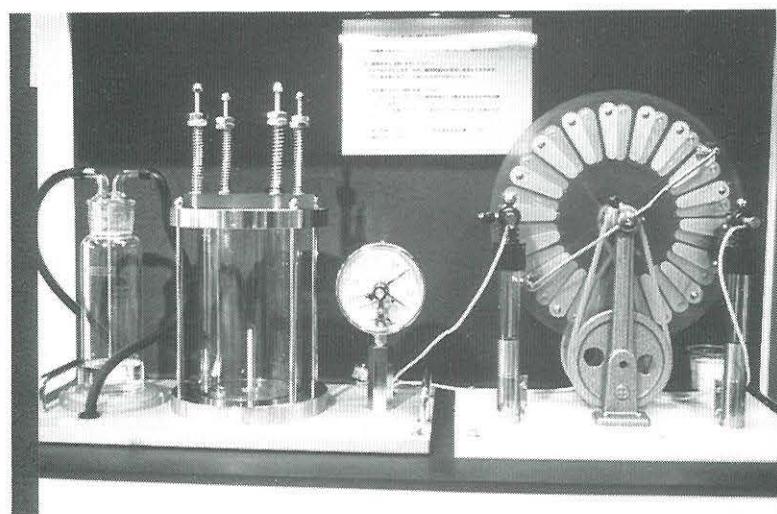


コンクリートカッターから発生する騒音測定

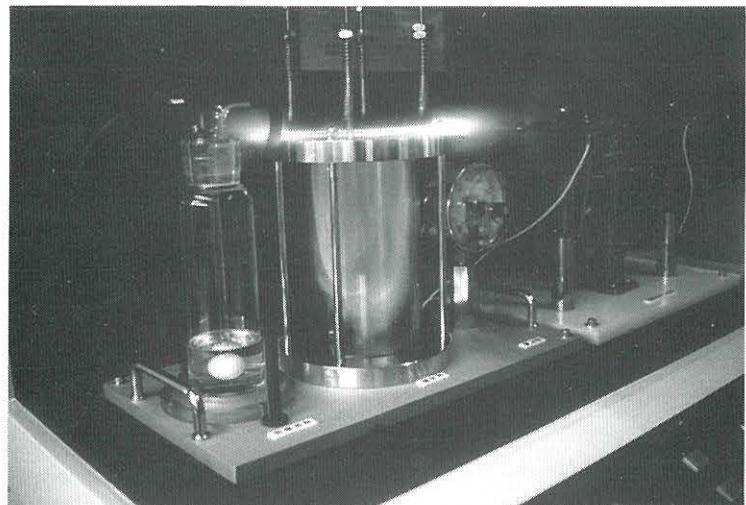
### 4. 海外からの来訪者



ケンブリッジ大学グレイ教授の  
講演



新しく製作したボタン操作による  
静電気による着火爆発実演装置



同上装置で爆発したメタノール-空気混合ガス  
の火炎と爆発放散孔の作動状況

---

## 目 次

### 第1章 総説

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	5
1.7	主要研究施設及び設備	6
1)	施設	6
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

### 第2章 研究業務

2.1	平成元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63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	40
3)	国際会議、国際研究集会への参加	43
4)	著者	44
5)	特許	44

### 第3章 関連業務

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)	災害調査等における協力	45
2)	委員会活動における協力	46
3)	研修講師派遣等による協力	46
3.3	外部機関との協力	47
1)	学協会委員会活動	47
2)	技術指導、研究協力等	50
3)	外部機関主催講演会等協力	51
4)	外部機関の研究員の招へい	53
5)	外部機関への研修	53
6)	外部機関の研修員の受託	53
7)	依頼試験及び検定	53

---

第4章	産業安全技術館業務	
4.1	産業安全技術館の活動	54
4.2	大阪産業安全技術館の活動	55
付	録	
1)	産業安全研究所年譜	56
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であり、わが国における労働災害の防止に関する研究の中核的役割を果す国立研究機関として、安全行政に対する支援ならびに生産に係る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、各種産業分野において発生する産業災害、労働災害を対象としており、災害現象の解明、災害防止技術の確立を目指した広範な工学領域に及んでいる。とくに最近は生産技術の急速な進展と労働人口の高齢化などにより、労働災害の多様化、複雑化がみられ、これらに対応した研究開発を推進している。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、自動化に伴う新らな安全対策、多発する建設工事関連の災害に対する防止対策、化学工業において取扱われる新物質の危険性の解明および火災、爆発災害の防止対策、最近注目を集めている静電気に起因する災害、障害対策に関する研究がその代表例である。また安全研究に不可欠のシステム安全、安全人間工学等いわゆるソフト技術に関する研究にも取組んでいる。

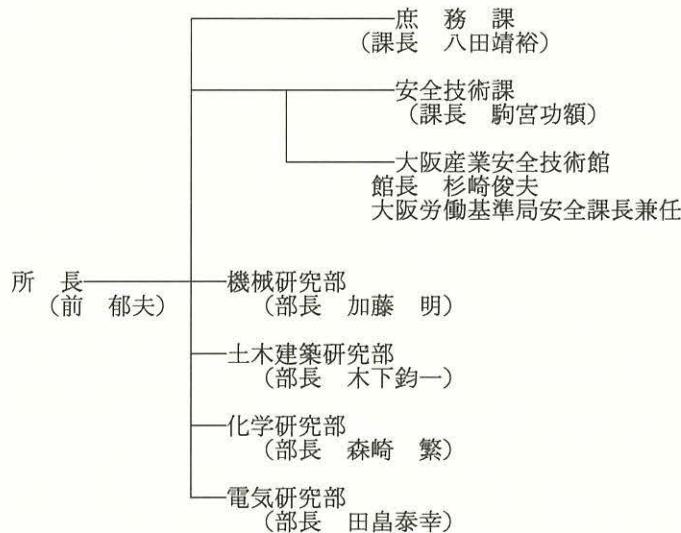
これらの研究成果は、労働安全衛生規則、構造規格、技術指針等の制定または改定に際し、参考とされるほか、行政機関が実施する監督指導、災害原因調査に際して、学術的、技術的根拠を与える資料として活用されている。また、関連の学協会における報告、発表や技術講演会、産業安全技術館への展示等を通じて広く利用され、各方面から評価されている。なお、最近は海外諸国においても産業安全に対する関心が高まっており、先進国および開発途上国からの来訪者が増えているが、情報交換、研修等による国際協力も行っている。

昭和63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方法に関する研究」(3年計画の最終年度)、「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」(3年計画の初年度)、「高齢者向けME機器の開発、改善に関する研究」(労働省他機関との共同研究: 4年計画の3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2年度)、「コンクリートカッター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年計画の初年度)、「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」(環境庁: 同前)及び「自己反応性物質の溶解時における挙動の解明に関する研究」(科学技術庁: 科学技術振興調整費による重点基礎研究)の7課題について実施した。

経常研究として、継続、新規併せて26課題を選定し実施した。いずれも社会的、行政的ニーズの高い基礎研究、応用開発研究であり、金属材料の疲労破壊、高分子材料の絶縁劣化等を取扱う材料研究、土砂崩壊のメカニズムを究明する土質力学的研究、粉じん爆発、自然発火等の爆発、火災現象の解明に係る研究、電撃危険性の解明とその防止研究、労働災害発生の統計的分析、安全管理手法、マンーマシンシステムの安全性評価等のソフト研究がそれぞれ専門分野の研究員によって行われ成果が得られている。このほか、災害情報データベースの構築に関する試行、ソフト技術の将来に関する研究委員会の開催など幅広い活動を行っている。

付属の産業安全技術館は昨年度をもって展示内容の改装充実が終了したが、爾来多数の来館者を迎えており、さらに技術講演会の開催、安全相談を通じて安全技術の広報普及にも努めている。

## 1.2 組 織 (平成元年4月1日現在)



## 1.3 定 員

(平成元年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 員	計	課 長	係 長	専 門 職	一般職員	計	技能職員 ②	
区 分	所 長											
定員	1	9	18	12	39	1	4	1	4	10	1	51

## 1.4 土地および建物

(平成元年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	大阪市中央区森ノ宮中央 1-15-10	(832)	延 893	敷地は大阪労 働基準局所属

## 1.5 歳 入

区 分	年 度				
	59年度	60年度	61年度	62年度	63年度
研削盤の研削といしの強度試験	43件	37件	31件	17件	10件
安全靴の安全性能試験	3	4	2	2	3
安全帯の安全性能試験	4	4	5	5	9
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	5	0	8	4	1
研削盤の研削といしの覆の強度の試験	4	1	1	4	2
その他の試験	0	8	0	0	0
成績書副本交付手数料	0	0	0	0	0
合計	59	54	47	32	25
歳入金額	1,183円	915千円	1,052千円	791千円	734千円

## 1.6 歳出予算

区 分	昭和63年度			平成元年度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
人 件 費	千円 234,321	千円 68,794	千円 303,115	千円 244,847	千円 69,657	千円 314,564
研 究 費	40,796	136,428	177,224	41,938	145,697	187,635
経 常 研 究 費	40,796	94,142	134,938	41,938	101,127	143,065
特 別 研 究 費	—	42,286	42,286	—	44,570	44,570
(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	—	22,584	22,584
(新素材物質の爆発火災災害の) (防止技術に関する研究)	—	—	—	—	21,986	21,986
(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)	—	20,612	20,612	—	—	—
依 頼 試 験 ・ 検 定 経 費	745	—	745	767	—	767
産 業 安 全 技 術 館 経 費	—	28,010	28,010	—	28,693	28,693
そ の 他 の 経 費	24,910	59,048	83,958	27,214	60,747	88,011
小 計	300,772	292,280	593,052	314,816	304,794	619,610

区分	昭和63年度			平成元年度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
(移替予算)						
国立機関公害防止等試験研究費 (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)	21,519	—	21,519	24,279	—	24,279
10,799	—	10,799	12,492	—	12,492	
(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	11,787	—	11,787
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	3,288	—	3,288
小計	24,720	—	24,720	27,567	—	27,567
合計	325,492	292,280	617,772	342,383	304,794	647,177

上記の外特別会計に含まれる当所関係予算

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
元年度 高年齢者向けME機器の開発、改善に関する研究(4年計画の最終年次)	106,905千円
産業安全研究所施設設備費	1,390,473千円
電気安全実験棟(仮称)設置費	825,402千円
環境安全実験棟(仮称)設置費	565,071千円

### 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	粉じん帶電実験施設
安全帶実験施設	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	液体攪拌帶電実験施設
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	高速度現象デジタル直視装置
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
圧力容器付耐アーキ性試験器	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	非接触電子工学式変位測定装置
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ー
高速度カメラ	振動三軸圧縮試験機
生体負荷測定装置	腐食疲労試験機
試験用移動式クレーン	生体情報システム装置
最小着火エネルギー測定装置	地盤破壊演算装置
高圧熱酸化分解ガス発生装置	産業用ロボット, モートマンLiow
X線マイクロアナライザー	工業用ロボット, トスマント-15
光電測光式発光分析装置	重心位置測定装置
中空ねじりせん断試験機	波形分析装置
固体可燃物燃焼特性装置	視点視野測定装置
ハイスピードビデオカメラ	万能疲れ試験機
残留応力測定装置	赤外線応力パターン計測システム
化学発光計測装置	動作自動解析システム
空間座標測定装置	破壊じん性試験機
転倒耐力測定装置	高温伝導微少熱量計
応力腐食割れ試験装置	分光放射計測装置
非接触人体接近検出装置	高速データ集録装置
フーリエ変換赤外分光光度計	エンジニアワークステーション

(2)一般会計

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

1.8 図書

(1) 単行本

区 分	昭和63年度受入数	蔵 書 数
和 書	2 6 2	7,661
洋 書	1 4 3	1,902
計	4 0 5	9,563

(2) 昭和63年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雜 誌	6 5
洋 雜 誌	1 0 2
計	1 6 7

## 1.9 広 報

昭和63年度発行分

刊 行 名 称	刊行区分	発光部数
産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-88	年刊	600
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-88	不定期	600
産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-88	不定期	500
産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-88, No.1, No.2	不定期	500
産業安全研究所年報 昭和62年度版 '88 Vol.12 No.2～Vol.13 No.1	年刊 定期(隔月)	2,000 3,600
安研ニュース		

## 1.10 その他

## 1) 人事異動

発令年月日	新 官 職	氏 名	旧 官 職
63. 4. 1	庶務課庶務係長	松尾 保	労働基準局庶務課
	庶務課会計係長	永島 靖己	労働基準局労災管理課
	庶務課管財係	後藤 尚	青森労働基準局
	庶務課庶務係	田中 智美	新規採用
	庶務課会計係	鈴木 智	新規採用
	土木建築研究部研究員	大幡 勝利	新規採用
	化学研究部研究員	藤本 康弘	新規採用
	労働基準局労災保険業務室 支払第一係長	秦 廣太郎	庶務課庶務係長
	労働基準局労災管理課 決算係長	藤井 敏行	庶務課会計係長
	労働基準局補償課	小林 浩	庶務課管財係
	中央労働基準監督署	赤川 雅映	庶務課庶務係
	辞職	柳生 昭三	化学研究部主任研究官
63. 5. 9	辞職(中央労働災害防止協会出向)	田中 隆二	電気研究部長
63. 6. 2	電気研究部長	田畠 秦幸	電気研究部主任研究官
63.11. 1	庶務課会計係 大臣官房秘書課服務係	小保内 宏 半田 和義	新規採用 庶務課会計係

## 2) 表彰等

表彰及び表彰内容／学位取得及び論文名	氏 名
北海道大学より学位授与(工学) 建設工事労働災害の統計学的分析と安全性評価に関する研究	花安 繁郎

---

## 第2章 研究業務

### 2.1 平成元年度における研究テーマ

#### I. 経常研究

- (1) 機械設備等の安全化 (機械研究部)
  - 1) 構造材の腐食疲労損傷とその防止
    - a. 構造材の水および水素環境中での腐食疲労損傷の発生とその防止
  - 2) 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
  - 1) 騒音環境場の伝達妨害特性評価 (機械研究部)
    - a. 衝撃騒音の評価法設定
  - 2) 安全靴の安全性性能の評価 (土木建築研究部)
    - a. 靴すべり測定機の実用化
  - 3) 安全帽の耐用年数の推定 (機械研究部)
- (3) 建設工事用設備等の安全化 (土木建築研究部)
  - 1) 型枠支保工の水平荷重に対する安定性
    - a. 傾斜型枠用支保工の安定性
    - b. 支保工の骨組の水平剛性
  - 2) 橋梁工事用コンクリート型枠支保工の部材の強度
    - a. ブラケットの強度特性
    - b. キリンジャッキ等を有する支柱の座屈強度
- (4) 堀削工事における土砂崩壊の防止 (土木建築研究部)
  - 1) 崩壊すべり面付近の粘性土の変形・強度特性
    - a. 粘性土の単純せん断時における変形・強度特性
  - 2) 遠心模型実験による溝掘削部の崩壊発生機構の解明
    - a. 粘性土による溝掘削模型の崩壊発生機構の解明
- (5) 可燃性粉塵爆発危険性とその防止 (化学研究部)
  - 1) 可燃性粉塵・空気混合物の消炎特性
    - a. 可燃性粉塵・空気混合物の消炎距離の測定
    - b. 衝撃波管による発火遅れの測定
- (6) 化学物質の分解危険性の評価 (化学研究部)
  - 1) 液体の熱拡散率測定法の開発
  - 2) 熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係
    - a. 熱分解反応における安定中間生成物の捕捉手法の研究
- (7) 反応危険の防止 (化学研究部)
  - 1) 自触媒分解反応に基づく爆発災害の防止
    - a. 自触媒分解反応において生成する触媒作用を持つ中間体の追跡
- (8) 電気回路・設備の安全化 (電気研究部)
  - 1) 高周波電気回路の開離火花による可燃性ガスへの着火危険
    - a. 開離火花特性の解明
  - 2) インバータ回路における漏電の検出方法
    - a. 高周波電流の漏電検知

- 3) 高電界における絶縁材料の劣化特性
  - a. 化学発光現象における劣化特性の評価
- (9) 静電気による危険性とその防止 (電気研究部)
  - 1) 固体攪拌における静電気帯電危険性の解明と帯電防止
    - a. 固体攪拌における粉体の粒径・形状・性状が帯電に及ぼす影響
  - 2) 高周波放電による可燃性ガスへの着火抑制
    - a. 電源回路の制御による着火性放電の抑制と評価
- (10) 電撃危険性とその防止 (電気研究部)
  - 1) 可離脱限界への長時間暴露の影響・人間の離脱可能性
    - a. 水中の放射状電界における離脱・可離脱限界と接近限界距離
  - 2) 送配電線からの誘導による電撃防止
    - a. 移動式クレーンの接地方方法と電撃防止効果
- (11) 労働災害の分析と安全管理手法の開発
  - 1) CTA の安全管理への応用に関する基礎的研究 (土木建築研究部)
    - a. 建設工事における作業内容と発生労働災害との関連分析
  - 2) 災害発生時間数による安全性評価 (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
  - 3) システムの安全性評価手法の開発 (人間-ロボット系の安全性評価) (機械研究部)
    - 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
  - 4) 産業安全に係わる総合的データベースの開発 (機械・土木建築・化学研究部)

## II. 特別研究

- (1) 労働省
  - 1) 高年齢者向け ME 機器の開発・改善 (機械・電気研究部)
    - a. 順応マニピューレーティングシステムの開発
    - b. 移動機器の開発と適用
    - c. 人間を検出しシステムを自動停止させる安全装置の開発
  - 2) 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. 溶接補修方法の最適化と溶接補修欠陥材の疲労強度評価
    - b. クレーン各部位に作用する実働応用スペクトルの計測
  - 3) 新素材物質の爆発火災災害の防止 (化学研究部)
    - a. 粉体として存在する新素材物質の粉塵爆発危険性
    - b. 新素材物質の分解危険性評価
- (2) 科学技術庁
  - 1) 有人潜水作業空間において使用されるセンサーの劣化と評価方法
    - a. 酸素センサーの経時変化 (化学研究部)
    - b. 機械設備等における金属材料の劣化防止 (機械研究部)
  - 2) 可燃性混合物の爆発危険防止 (化学研究部)
    - a. 可燃性ガス-粉体混合物の爆発特性と爆発危険性
- (3) 環境庁
  - 1) 建設工事用小型機械 (コンクリートカッター) の低騒音化 (機械研究部)
    - a. 低騒音化対策の試行とその効果の評価
  - 2) 静電気による粒子状物質の環境への飛散防止 (電気研究部)
    - a. 各種発生源への飛散抑制装置の適用

## 2.2 昭和63年度における研究成果の概要

### 安全性と生産性・作業性

#### －フォールトトレントによる生産性の向上－

機械研究部 深谷 潔, 杉本 旭

##### 1. はじめに

労働災害の発生を防止するためには、フェーセーフな構造を有する安全確認型システムが必要である。このシステムにより、災害発生を防止することはできるが、危険な事態や故障が頻繁に発生するならば、生産システムは停止してばかりいて生産性の面で問題が生じる。そのため、安全確認型システムにおいて、生産性・作業性の低下を防ぐための技術について検討した。

##### 2. 安全確認システムと予測

###### 2.1 無条件安全への移行

安全確認システムにおいては、安全の確認ができない状態になれば、危険なエネルギーの出力を停止し、あらかじめ分かっている安全の状態、すなわち、停止状態に移行される。フェールセーフ技術は、作業実行の意志にかかわらず停止状態に移行することを保証する最終的な手段である。従って、生産性向上のためには、フェールセーフを機能させない手段が望まれる。

###### 2.2 予測の必要性

すべての行為の結果が、全くランダムに災害になったり安全であったりするならば、災害を防止するためには何をすべきか決定できない。現実には因果律が存在し、行為の結果についての予測が可能であるため、安全が予測できる行為に対してのみ実行を許可することで、安全を守ることができる。

ここで前もって予測すべき時間の最小値は、原因としての行為の結果が現れるまでの時間である。安全確認型システムについていえば、停止状態まで移行するのに要する時間である。安全確認システムでは、最小限この時間以上先の安全を予測すれば、フェールセーフによらない手段で対策をとることができる。

##### 3. 危険検出併用システム

###### 3.1 危険回避を行うシステム

安全確認型で危険予知を併用するシステムを考える。危険検出の予測時間が安全確認の予測時間より大きければ、危険を検出したときには、まだ安全が確認されている。従って、この時点でシステムを停止する必要はないため、回避することで危険に対処できる。また、例え回避に失敗しても、フェールセーフ機能により停止するため、安全は確保できる。

このシステムは、故障を含めた危険の発生に対して、何とかして作業の継続を図るという点で、フォールト

トレントなシステムとみなすことができる。

実例としては、安全バンパを有する無人搬送車が、非接触センサで前方の障害物を検出し迂回することで停止せずに衝突を回避する場合などがある。

##### 3.2 稼働率の評価

上述のシステムの稼働率を評価する。危険な事象がランダムに発生する場合を考える(図1参照)。これらの事象は回避するか、システムを停止しなくてはならないが、回避できる場合には、時間的損失はないものとし、停止の場合は、或る復帰時間(停止時間)  $T_j$  を要するものとする。また、稼働率を以下のように定義する。

$$\text{稼働率} = (\text{動作時間}) / (\text{全時間} T) \\ = 1 - (\text{停止時間}) / T \quad \dots (1)$$

安全確認のみのシステムの稼働率を  $R_1$ 、危険検出併用のシステムの稼働率を  $R_2$  とすると、それぞれ式のようになる。但し、 $\Sigma$  は危険事象全体に対する和で、 $\Sigma'$  は回避失敗の場合に対する和である。

$$R_1 = 1 - (\Sigma T_j) / T \quad \dots (2)$$

$$R_2 = 1 - (\Sigma' T_j) / T \quad \dots (3)$$

明らかに、 $R_2 > R_1$  である。このように、危険を事前に予測して回避することによって、稼働率をあげることができる。

##### 4. おわりに

安全を確保するには、行為の結果の予測が必要なことを示した。また、危険を事前に予測して回避することによって、稼働率をあげることができることを示した。

安全確認型構造を基礎として安全を確保しつつ、危険検出センサを用いることで危険を回避し、システムを停止することなく生産を実行することで、生産性をあげることができる。この構造がフォールトトレントの基本構造となるべきであると思われる。

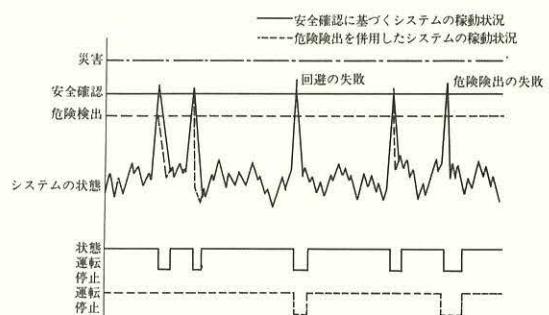


図1 システムの状態と稼働状況

## AGV の接触危険に対する安全確認型システム

機械研究部  衆川壯一, 杉本 旭  
梅崎重夫, 清水尚憲

従来の自動機械が設置式であったのに対して, AGV (無人搬送車) は自動走行することから新しい安全の問題が生じてきている。自動的に発進・走行・停止を行う AGV が, 走行方向の同一作業床面上に存在する作業者や他の台車などと接触することによる危険性が大きな問題である。

AGV が走行中に人や物と接触することにより生ずる危険性を防止するため, 従来から 2 通りの安全手段が主に用いられてきている。その一つは, 人や物と接触することを検出して, その信号により AGV を停止させる接触式センサを組み込んだ安全バンパー方式であり, 他の一つは, レーダー方式の反射式光線センサや反射式超音波センサを用いて非接触で走行方向の人や物体の存在を検出して, その信号により AGV を低速走行としたり, 停止させたりする方式である。従来のこれらの安全手段は, 危険な状態を接触式あるいは非接触式で検出して, その信号によって AGV を安全状態 (停止又は低速) にさせる方法であり, いわば, “危険検出型” の安全手段と言うことができる。ところで, この方式の安全手段の場合には, 万一, センサが故障したり, 信号線に断線などが生ずると, もはや AGV を安全状態にすることができないくなるが, 「人間の安全」を確保すべき安全手段がこのような危険側の故障を起こすことは決して許されるべきものではない。

本研究では, 安全手段としてのセンサが正常でない場合においても AGV が安全側の状態になるための“安全確認型”の安全手段の構成を具体的に示し, 当所が開発したフェールセーフ化した反射式超音波センサを適用することによって, 安全な状態であることが確認された場合のみ AGV が走行するとのできる安全な走行システムの提案を行う。

(安全確認型の走行システム)

一般に AGV の走行パターンとして図 2 に示す方式が採用されている。すなわち, 定常走行中に非接触式センサにより, 人間が危険領域に存在することを①検出して, 低速走行速度まで②減速させて, 走行し, 次には進行方向の危険領域内に侵入する人間を接触式センサによって③検出して, 非常停止させ④完全に停止することになる。

この走行パターンにおいては, 低速走行速度は, 接触式センサを組み込んだ安全バンパが作動して非常停止したときにバンパの動作ストローク内で止まることのできる速度であることが必須の要件である。すなわち, 非接触式センサが人間の接近を検出することによって, 定常走行から低速走行へ移行さ

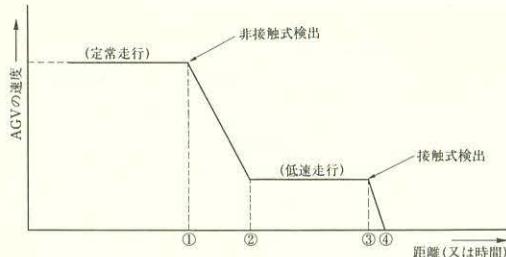


図 2 AGV の走行運転パターン

せることが必要となる。

従来から AGV に適用されている非接触式検出器としては, 反射型超音波センサと反射型光線センサがあるが, これらはいずれも AGV の進行方向の危険領域に人間が接近したことを検出し, その出力信号によって AGV を減速して低速走行にする方式のものである。従って, 故障や断線などにより検出ができない場合は, 信号は出力されず低速走行へ減速できないこととなり, 高速の定常走行のまま人間と衝突的に接触するという危険な状態となる。

安全な走行システムを構成するためには, AGV の進行方向に人間がいないことを検出し, その安全情報があるときのみ定常走行することができ, それ以外の場合 (人間の存在や故障のとき) には, 低速走行となるシステムの構造が必要となる。

そこで, 筆者らが開発したフェールセーフ化した反射式超音波センサを非接触式検出器として適用することを提案するものである。

このフェールセーフタイプ反射式超音波センサを非接触式検出装置として適用し, 従来から使われているフェールセーフタイプの接触式検出器を組み込んだ安全バンパを接触式検出装置として適用することによって, 図 2 に示した走行パターンを安全確認型の走行システムとして構成できる。それは, 図 3 に示す走行運転制御のインターロック構造によって達成されることになる。

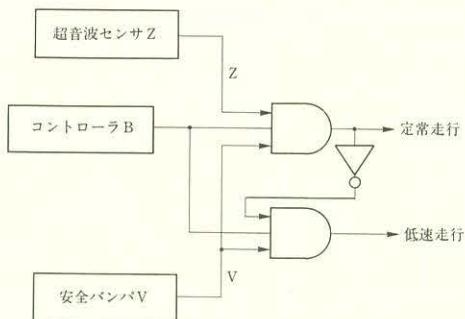


図 3 安全確認型の走行運転制御インターロック

## 無人搬送車における非接触式安全装置の開発と評価 (超音波パルスレーダ型センサ)

機械研究部 杣川壯一, 杉本 旭  
梅崎重夫, 清水尚憲

無人搬送車(AGV)の非接触安全装置として超音波パルスレーダ型センサが使用されている。これはAGVの進行方向の危険領域に人間が侵入したことを検出してON信号(危険を示す信号)を出力する「危険検出型」の装置であり、センサ自身の故障や断線等により人間が検出できなくなる(フェールセーフでない)という問題点がある。また、このセンサの検出特性は対象物の材質や形状等により大きく変わると考えられるが、これについては現在のところ十分な知見が得られていない。

そこで本研究では、従来の超音波センサのフェールセーフ化を図るとともに、当該センサを使用して検出特性等に関する実験を行い、同種センサの製作・評価に必要な基礎的データを収集した。

### 〔超音波センサのフェールセーフ化〕

フェールセーフな超音波センサでは、従来の超音波センサの発音体の近くに反射板を設置して、センサが正常に動作していることの確認を行う。すなわち、1回の送信パルス検知時間( $t_2 - t_0$ )(ただし $t_0 < t_1 < t_2$ )のうち、( $t_1 - t_0$ )で反射板からの反射パルス $S_1$ の有無を、( $t_2 - t_1$ )で障害物(人間)からの反射パルス $S_2$ の有無を検知し、 $S_1$ が存在し、かつ、 $S_2$ が存在しないときに限りセンサ出力をON(安全

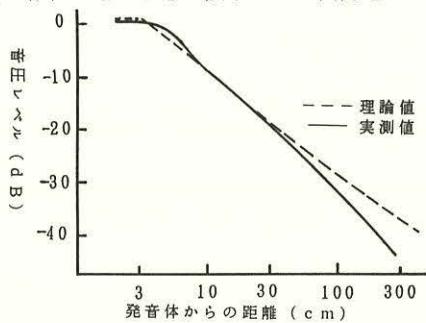


図4 減衰特性

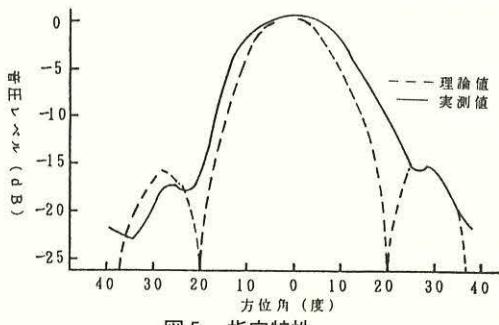


図5 指向特性

を示す信号)とする。このようにすれば、センサが障害物を検知したときだけでなく、センサ自体に故障等が生じたときにもセンサ出力が誤ってONとなることはないので、フェールセーフなセンサが構成できる。

### 〔超音波センサの基本特性〕

#### (1) 減衰特性(図4参照)

$P$ を音圧レベル(dB),  $r$ を発音体からの距離(m),  $a$ を発音ホーンの半径(m)とすると、 $P$ は理論的には次式で与えられる。

$$P = -20 \log_{10} (r \pi / a) \quad (r \geq a / \pi) \quad (1)$$

理論値と実測値の不一致は、 $r$ が大きくなるに従い空気の音響吸収による減衰が無視できなくなるためである。

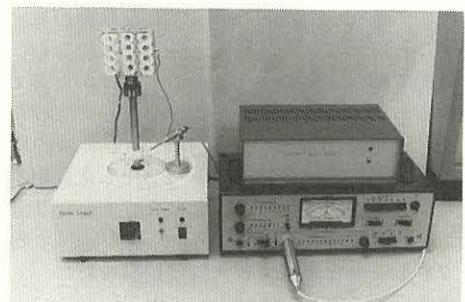
#### (2) 指向特性(図5参照)

指向特性は理論的には次式で与えられ、実測値もこれにはほぼ一致する。ここで $\lambda$ は音の波長(m),  $\alpha$ はホーン中心を通る法線との角度,  $J_1$ は第1種のベッセル関数,  $K$ は常数である。

$$P = K \frac{\lambda a}{\sin \alpha} J_1 \left( \frac{2 \pi a}{\lambda} \sin \alpha \right) \quad (2)$$

#### (3) 検知特性(図6, 7参照)

検出特性は対象物の材質よりもむしろ形状(特に傾き)に依存する。従って相互に傾きを有する複数のセンサを使用すれば、対象物の形状や位置に依存しない安定した検出特性を得ることができる。



超音波センサと評価装置

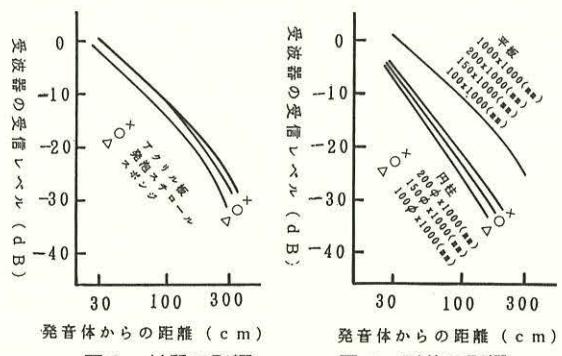


図6 材質の影響

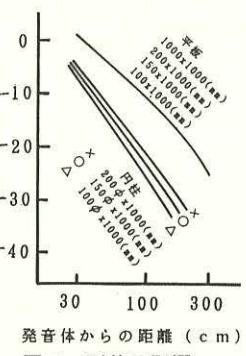


図7 形状の影響

## 荷ずれ処理のためのマニピュレータの開発

機械研究部 杉本 旭, 深谷 潔  
電気研究部 池田博康

### 1. はじめに

自動倉庫システムは無人立体自動倉庫へと発展してきたが、故障などのトラブル処理に新たな問題を抱えるようになっている。ある事業場の統計によると、設備別不具合はスタッカクレーンが最も多く、またスタッカーカークレーンのトラブルは荷ずれが最も多かった。このトラブル復旧は人間の作業によって対処せざるを得ないのが現状であり、それ故高所の棚からの墜落やクレーンで挟まれるという災害が発生している。しかし、無人化したにも拘らず、人間が倉庫内に立ち入るために安全システムを別に構築するのは現実的ではない。そこで、運搬荷物を損傷することなく、安全に荷ずれを処理できる順応性を具備するマニアルマニピュレータの開発を目指した。

### 2. マニピュレータの設計方針

様々な荷ずれの形態に対応すべく、荷ずれ修正作業は人間による判断を必要とし、また人間の技能がマニピュレータで発揮されなければならない。本マニピュレータはスタッカーカークレーンの移動機構部に設置され、人間がTVカメラを通した画像を見ながらマニアルで操作して、棚からずれている荷物を正しい荷姿に修正するためのものである。したがって、荷物を壊すことなく柔らかく棚に押し込めなければならず、また周囲の構造物に損傷を与えてはならない。そこで、空気圧駆動アクチュエータを用い、コンプライアンスを調節することにより誤操作による過大な接触力を吸収できるものとする。

### 3. マニピュレータの構成

実際のマニピュレータの構成は、図8に示すような昇降（Z）軸を有し、Z一定の水平面上で伸縮（R軸）、旋回（θ軸）の荷姿修正動作を行うものである。R軸駆動機構は変位拡大機構としてパンタグラフリンクを構成し、伸縮ストローク800mmを得ている。θ軸は±15°の可動範囲を持つ。R軸、θ軸駆動にはアクチュエータとしてゴム人工筋を2本用いる。これらは

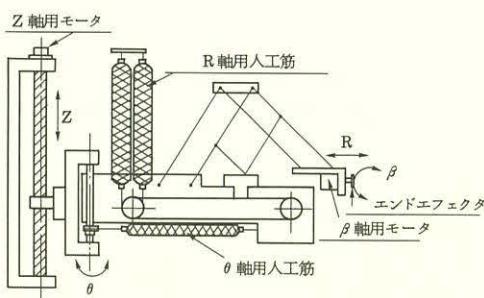


図8 駆動機構図

サーボバルブにより圧力制御（0～6 kgf/cm<sup>2</sup>）され拮抗的に駆動される。Z軸はDCサーボモータでボルネジを駆動し、昇降ストローク1000mmを得ている。このモータにはブレーキが装備されており、荷姿修正作業中はブレーキロックによりZ位置は固定される。

### 4. システム構成

各軸の位置指令は全てコンピュータ側で行い、R、θ軸は特にコンプライアンス指令も行う。ただし、各軸とも位置制御系はコンピュータを介さずに構成されている。R、θ軸のコンプライアンスは、位置制御系ゲインをコンピュータ側から設定することで決定される。これにより動作位置にかかわらずコンプライアンスは常に設定値に保持される。コンプライアンス制御性能については、R軸において14mm/kgf、θ軸において0.028rad/kgmまで変化できることを確認した。また、TVカメラより取り込まれた画像は、操作のため視覚情報となると共に、座標計算処理されコンピュータ側に転送される。図9に全体のシステム構成を示す。

### 5. おわりに

いかに物流システムがメカトロニクス化して人間関与の必要性を減少しても、荷ずれ処理等のトラブル復旧は人間による作業で対処せざるを得ない。このときモニタを見ながらの荷姿修正作業は、作業性、安全性の点を全て満足するわけではないが、コンプライアンス調節可能なマニピュレータをマニアルで操作することにより、安全にかつ効率よく作業を遂行できる。今後は画像処理信号を利用して、ある程度作業を自動化する予定である。

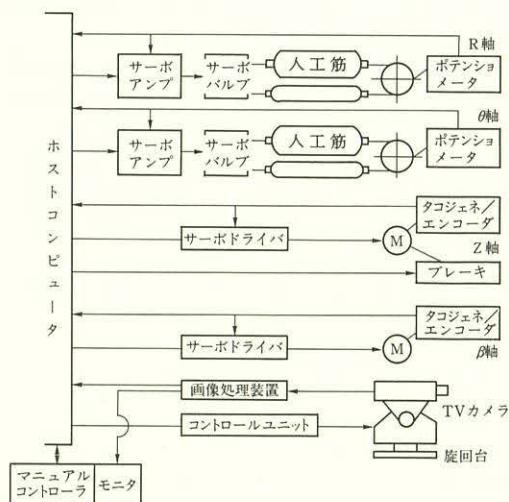


図9 システム構成図

## 非接触人体接近検出装置の開発

電気研究部 田畠泰幸, 池田博康

### 1. はじめに

人が機械システムの可動領域に侵入する場合, 基本的には可動領域内に人がいないときのみ機械を作動させるインターロックの構成をとる。ここで用いる人間センサは人がいないことを検知するもので, 機械の可動領域内, あるいはその境界部分に設置される。しかし, 三次元空間に広い可動領域をもつシステムにおいては, このようなセンサは全ての領域に対応しきれない場合があり, また一般に人間と他物体との識別が困難である。

そこで, これらのセンサがカバーしきれない領域を補完し, あるいはその外側の領域をカバーして早期に危険状態を検知するセンサとして, 人体から輻射する赤外線を捕える赤外線センサを取り上げる。

### 2. 焦電型赤外線センサの構成

人体から輻射する赤外線は, 体温を36.5°Cとする9.36μmをピーク波長とする遠赤外線であり, 今回はこの波長領域で高感度な熱型センサである焦電センサを用いた。焦電センサは, 7~14μm波長の赤外線のみ透過させる光学フィルタ, PZTセラミックの焦電素子, 電圧増幅用FET(電界効果形トランジスタ)から構成される。また, 人体から放射される赤外線エネルギーは0.05W/cm<sup>2</sup>と微弱なため, 光学レンズでそれを集束し, さらにアンプにより帯域増幅する。帯域アンプは人間の移動速度に合わせたバンドパスフィルタを構成しており, 不要な雑音を除去すると共に, 人間の移動速度に依存しない検出感度特性をもたせている。なお, 焦電素子は人体温度と背景温度(室温)との温度差を捕えて微分出力するものであるが, これを2個逆極性となるように接続して用いることにより, 緩やかな室温変動や振動の影響は除去している。

人体接近検出装置は, この焦電センサを対象システム(産業用ロボット)の真上に26個円周状に取り付け, ロボットの可動範囲を考慮して, ロボットの中心から半径1.5~4.0mの円環状(300°)の検知領域を設定した。なお, 焦電センサ単体としての検知領域は, 光学ミラーにより半径方向に3分割される。そのためロボットの中心へ人が近づくほど焦電素子への有効エネルギー入射面積が増すことになり, センサの検出感度は上昇する。

### 3. 自己診断回路の構成

焦電センサは人間の接近という危険状態を検出するものであるから, 上述のインターロックに対応するためには否定演算が必要となるが, センサの故障で危険状態が検知できなくなる恐れがある。そこで焦電センサの電気的な故障の縮退モードを調べたところ, 焦電素子の故障では赤外線を入射しても微分出力は発生せ

ず, FETの故障では定常直流バイアス電圧がゼロか電源電圧に推移することが確認された。そこで, 直流バイアスの定常レベルに微分(交流)出力信号が重畠しているときのみ, 焦電センサの正常動作が確認できる回路を構成した。

図10は自己診断処理回路であり, 焦電センサ受光面の前にモータと羽根により構成されるチョッパを設けている。背景と放射率の異なる羽根を用いることにより, 背景(室温)と羽根が同温度であっても入射エネルギー変化は生じて交流出力信号が得られる。すなわち, チョッパは焦電センサに動作確認を行うための疑似入力を与えていることになり, そのチョッピング周波数は同期信号発生器で管理される。

センサの出力信号は交流と直流成分に分けられ, 直流成分(正常確認信号)はウインドウコンパレータによりレベル検定される。一方交流成分(検知信号)は, チョッピングの1周期毎に前後の波形を比較してレベル検定される。すなわち, 1周期前の波形と同じ波形ならばON信号を出し, 人間を検知してレベルが上昇しても, 故障で交流波形を生成しなくなってもOFF信号を出力する否定演算を行うことになる。この出力信号の一部は自己保持機能をもつメモリに入力され記憶(セット)されて, 1周期終了毎に同期信号発生器によりリセットされる。したがって, このメモリ出力信号は人間による赤外線入力がないとき, 焦電素子の正常信号を常時出力する。実際の検知出力はANDゲート出力(交流)の包絡線として発生する。

### 4. おわりに

レベル検定器やメモリ, ANDゲートが故障でON信号を出力しないとき, 本回路はセンサが正常であるときのみ出力信号を生じ, 人間検知または故障時出力信号OFFとなるインターロックの構成となる。ただし, 人間の放射エネルギーは微弱なため常に雑音の問題を呈する。表面温度36°Cの被検知体(表面積45cm<sup>2</sup>)をセンサから4m離した地点で計測した例では, 室温が35.5°Cで信号と雑音の弁別が不可能となった。工場等の環境下では検知性能はかなり劣ると考えられ, その評価には検討を要する。

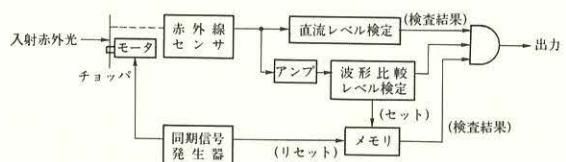


図10 自己診断処理回路の構成ブロック図

## 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（第1報）

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

コンクリートカッターは道路工事等に用いられているため、住宅地域に入り込み切削音・エンジン音等の大きい騒音を発生する。しかし、小型安価な機械であるため低騒音化対策は遅れており、近隣住宅への影響、作業者の環境保全の両面から低騒音化が望まれている。

本研究は3年計画で行われ、既存のカッターに適用可能なカッターディスクの改良・消音器の開発、又フレーム等の防振構造化を行うことにより、作業効率の低下の少ない、低騒音型コンクリートカッターの試作を行うことをその目的としている。

本年度は研究初年度に当たり、既存のコンクリートカッターを対象として騒音計測を行い、各条件におけるエンジン及び切削音の音圧レベル・周波数帯域を明らかにすることにより、次年度以降低騒音化対策を行うに際しての基礎的資料を得た。

### 2. 切削走行騒音と非切削エンジン音

カッターの騒音は切削音とエンジン音に分けられる。そこで、切削走行時（切削音+エンジン音）と非切削時（エンジン音）の騒音を音源より1.5m離れ高さ0.6mの計測点で測定し比較してみた。切削走行音は3150, 2500, 4000Hz帯域の騒音で構成されており、全騒音量は102dB (A) であった。この結果よりブレードがコンクリートを切削する切削音は2500Hz帯域以上に存在し、3150Hz帯域をピークとする騒音であることがわかった。

### 3. エンジンの回転数による比較

前項において、エンジン騒音とは1250～2000Hz帯域にピークを持つ騒音であることを明らかにした。これはエンジン回転数3500rpmにおいての結果であるが、コンクリートカッターの許容範囲内においてエンジン回転数を3800rpmに上昇させた場合においてもその周波数形態は変化しないかどうかを調べるために計測を行ってみた。

3500rpmにおいて92dB (A) であった騒音が、3800rpmにすることにより94dB (A) と増加した。しかし、その周波数形態は変化しておらず、1600Hz帯域の2dBほどの増加が全騒音量の増加を導いている結果が得られた。

### 4. 切削走行速度及び切込み深さの変化による比較

エンジン回転数は3500rpmと一定にしてギヤー比を変え切削走行速度を変化させた場合、騒音はどう変わるか計測してみた。速度は標準速度である1.5m/min以外に、遅い場合（0.7m/min）と速い場合（2.3m/min）との3条件を選定して行った。

騒音量は切削走行速度が速くなるに従い、0.7m/minで100dB (A), 1.5m/minで102dB (A), 2.3m/minで103dB (A) と大きくなる傾向を示した。この傾向を周波数形態の侧面から述べると、3150Hz帯域以上の騒音が増加しておりこれは前述したように、速度を上昇させるにともない切削音帯域の騒音が増加していることがわかった。

次に切り込み深さを変化させた場合騒音はどう変わるか計測してみた。

対象として用いた半径18inchのブレードの場合最大切削深さは165mmである。そこで標準として用いた深さ80mm以外に、浅い場合（40mm）と深い場合（120mm）との3条件を選定して計測を行った。

切削深さを変化させることにより騒音量が大きく変化することはなかったが、深く切り込むほど騒音量が低くなる傾向が認められた。40mmで104dB (A), 80mmで102dB (A), 120mmで101dB (A) という結果が得られ、これを周波数形態からみると、切削音の帯域である3150Hz帯域とその近傍における変化が騒音量の変化につながっていることがわかった。

### 5. 市販の防音カバー装着における効果

現在市販されているコンクリートカッター用の防音カバーは騒音を何dB程度減音させることが可能なのか？又どの帯域の騒音を減音しているのか計測を行ってみた。

防音カバーを装着することにより、騒音は96dB (A) になり6dBほど減じられた。減音された帯域は2500Hz帯域3150Hz帯域であり、特に3150Hz帯域では9dBも減音されていた。この結果により防音カバー装着における効果は、切削音帯域の減音にみられるが、1250～2000Hz帯域に存在するエンジン騒音については、ほとんど減音していないことがわかった。

### 6. サウンドインテンシティ法よりみたコンクリートカッターの騒音

切削音とは2500Hz帯域以上に存在し3150Hz帯域をピークとする騒音であること、エンジン騒音とは1250～2000Hz帯域にピークを持つ騒音であることを述べてきたが、それぞれの騒音がコンクリートカッターのどの部位を共鳴させて発生しているかサウンドインテンシティ法を用い計測してみた。

その結果、切削音である3150Hz帯域の音はブレードを覆っている金属製のカバーより騒音が放射されていることがわかった。又エンジン音である1600Hz帯域の音は、エンジン部及びガソリンタンクの部位より騒音が放射されていた。

次年度以降の低騒音化対策として、上述したサウンドインテンシティレベルの高い所を対象にして防振金属等を用い防振構造化を図ることが考えられる。

## クレーン各部位に作用する実働応用スペクトルの計測

機械研究部 前田 豊, 橋内良雄  
吉久悦二, 田中正清

### 1. はじめに

生産活動の中核的機械であるクレーンは、近年の設備投資の拡大に伴ない、設置台数が増加する傾向にあると同時に、クレーン自体も高速化、大型化し、益々過酷に使用されている。そして、クレーン災害はここ数年増加する傾向にある。

この種の災害の原因の1つに、クレーン自身の機体・構造部材の折損・倒壊によるものがある。その災害要因の分析によれば、機体・構造部材の経年劣化に起因する損傷が多く見られ、特に5年以上使用されたクレーンでは、ガーダやアウトリガー等の溶接部や高応力集中箇所に疲労き裂が発生する場合が多い。

このような疲労き裂の発生は、かつてリベット構造が主であったクレーンが溶接構造をとるようになって、応力の集中箇所を生じたことのほか、旧型のものではJIS規格や構造規格が制定されておらず、余裕の少い設計がなされた可能性の高いことも影響していると考えられる。

発生した疲労き裂に対しては、溶接等による補修が実施されているが、補修基準や施工者資格の規制がないことや、現場での施工のため作業条件が悪いことなどのため、補修によって逆に欠陥や高応力箇所が生じ、部材の強度を著しく低下させることがある。

本研究は、クレーン構造部材の補修方法の適正化と、補修後の寿命予測方法を確立することを目的とする特別研究の一部を成すものであり、疲労き裂の発生と成長に直接の影響を及ぼす変動応力のスペクトル分布とその大きさを実機のクレーンについて計測・解析することを目的とするものである。

### 2. 応力スペクトルとレインフロー法

応力スペクトルの解析には、負荷された変動応力が部材の損傷（疲労き裂の発生）に与える影響を最もよく表現できるとされるレインフロー法を採用した。レインフロー法とは、図11に示す応力の時間変動に対し、応力波形を多重の屋根とみなし、1つの屋根の左端（あるいは右端）から雨滴を流して次の3条件のいずれかにあてはまったときの停止位置までの経路から振幅を算出し、その度数を積算するものである。

条件1 右向きに流れる雨滴は、その流れはじめの屋根の先端よりも左側に、右向きの屋根の先端が現われたときに停止する。

条件2 左向きに流れる雨滴は、その流れはじめの屋根の先端よりも右側に、左向きの屋根の先端が現われたときに停止する。

たときに停止する。

条件3 1つの屋根を2つの雨滴が流れることはない。2つの雨滴のうち、上から流れたものに優先権があり、下から流れたものは上からのものに出会ったときに停止する。

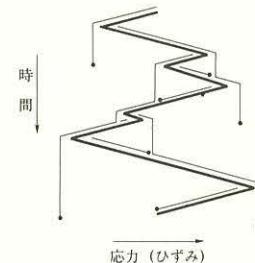


図11 レインフロー法による応力振幅のカウント

### 3. 実験および結果

応力の計測は、当所内に設置の、5トンブリ天井クレーンについて実施した。供試機の主な仕様を表1に示す。

表1 供試機の主な仕様

定格荷重	5.000トン
ガーダーの形式	パイプ
スパン	16.236m
リフト	11.050m
巻上定格速度	12m／分
巻上電動機	13kw 25%ED巻線型
巻上機ブレーキ	電磁ブレーキ
巻下速度制御ブレーキ	油圧押上電動ブレーキ

疲労き裂の発生箇所は、部材の接合部付近の、応力集中部あるいは溶接による熱影響部分であることが多いが、応力スペクトルの計測には、それらの位置は不適であるため、ひずみゲージの貼り付けは、ガーダの中央など、解析の容易な位置に対して行い、応力集中による影響は別途解析することとした。図12に地切り・着地と巻上下を行ったときのスペクトルの例を示す。

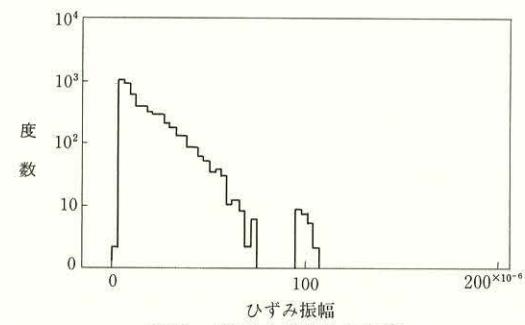


図12 応力スペクトルの例

## 構造用鋼の水素ガス中での高応力疲労き裂伝ば特性 —高張力鋼溶接部について—

機械研究部 田中正清

### 1. 研究目的

大形の機械・構造物が、腐食性環境中で比較的ゆっくりとした大きな荷重を繰返し受ける低サイクル疲労条件で使用される場合の要素材の強度や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の一環として、構造用低炭素鋼溶接部の低サイクル疲労き裂伝ば特性に対する水素ガス雰囲気の影響の研究を開始した。前年度は軟鋼 SB42 材を対象に実施したが、本年度は、高張力鋼について同様の検討を行った。

### 2. 試験片および実験方法

供試材は軟鋼と同じく市販の厚さ 6 mm の HT80 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の検討用に両者を焼純 (580°C × 2 h) したもので、溶接は特別ボイラ溶接工が被覆アーク法により実施した。試験片は 4 T × 70W × 250L、中央に 4 L × 0.2W のスリット付きで、溶接材ではスリットを溶接金属中央および熱影響部に配

置した。疲労き裂伝ば試験は油圧サーボ疲労試験機を用いて 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  $f = 0.5\text{Hz}$  である。

### 3. 実験結果

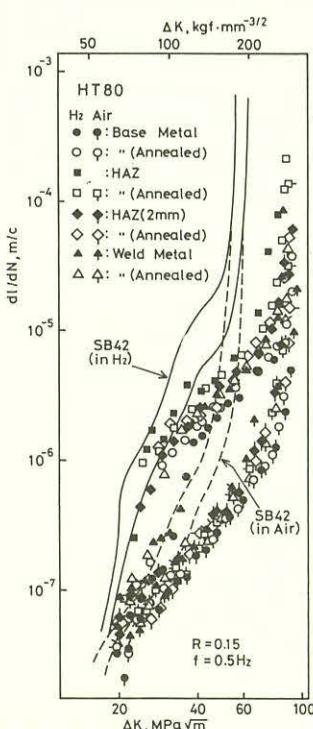


図13 HT80 溶接材のき裂伝ば速度に対する水素の影響

図13には HT80 の上記の各種試験片について、参考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  $dI/dN$  と応力拡大係数変動幅  $\Delta K$  との関係を示す。実線および破線で示す SB42 の場合と同様、水素中の  $dI/dN$  はいずれも空気中のそれの約10倍ほど加速されている。しかし詳細には、その加速の程度は SB42 の場合溶接部の方が母材よりも大きかったのに対し、高張力鋼では逆に溶接部の方が大きくなっている。その差は空気中での差より明瞭である。焼純の有無については有意の差はみられなかった。

SB42 の場合、溶接部の硬さは母材よりも全般に高く、焼純の効果も含め硬さが高いほど水素中での  $dI/dN$  の加速効果が小さくなっていた。図14は HT80 溶接部の硬さ測定結果を示す。この場合 SB42 とは逆に全般に溶接部が母材より硬さが低く、詳しくは、母材、③部、①部さらに②部の順に硬さが低くなっている。それに伴って水素中での  $dI/dN$  加速効果が大きくなっている。なおこの材料の場合、焼純の効果がほとんどみられないがこれはそれによる硬さ変化が SB42 より小さいことに対応している。

溶接部の金属組織の複雑さを考えると、それが硬さを介してのみき裂伝ば速度の加速に影響したと断定するのは早計かもしれない。しかし 2 種のかなり強度の異なる材料について実施した本研究を総合すると、低炭素構造用鋼の溶接部の疲労き裂伝ばの水素雰囲気による加速効果は、き裂が伝ばす位置の比較的局所的な硬さと強い関連を有すると結論してよいであろう。

このような溶接部の硬さと水素の加速効果との関係は、本実験のような高  $\Delta K$  域での疲労き裂伝ばの水素による加速の程度が、荷重繰返しによるき裂先端での塑性変形量と関係しているため、即ち軟らかいほどその塑性変形量（繰返し塑性域の寸法）が増大し、塑性変形に伴ってき裂先端部で材料中に侵入する水素量が多くなるためと解釈される。

以上のように、両材とも溶接部が健全であれば低サイクル疲労き裂成長における水素ガスの加速効果は母材と大差のないことが判った。しかし、わずかとはいっても軟鋼溶接部が安全側にあるのに対し高張力では危険側にある訳で、水環境を含め水素系雰囲気中でのこの材料の溶接部の強度評価には十分な配慮が必要と思われる。

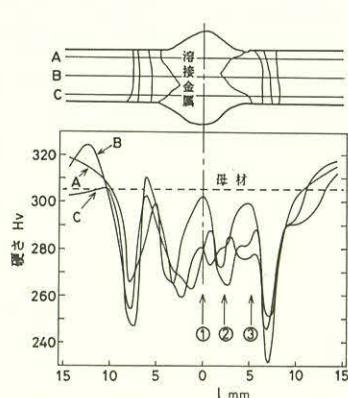


図14 溶接部の硬さ分布 (A, C は表面から 1 mm, B は厚さ中央位)

## 知能移動ロボット制御の基本安全設計

機械研究部 佐藤吉信

### 1. 研究目的

知能移動ロボットの重要な要素であるセンサや演算処理部などからなる情報処理系 (IPS)において、IPS の出力ゼロのみで危険回避を行える安全確認形 IPS (SIPS) と、出力ゼロのみでは危険回避を行えない危険検出形 IPS (DIPS) とでは安全性の観点から大きな相違がある。SIPS は、いわゆる信号系の狭義のフェール・セーフをめざした構成法となり、DIPS は多重設計などによる機能維持が基本となる。前者では、一般に構造が単純で、後者に比して冗長系の同時故障を考慮する必要性が少ないなど、安全上優れた特質を有している。しかし、どちらの IPS を採用できるかは、対象とする潜在危険と系の全体的構造に依存することとなり、その構成原理は A-C モデルと作用鎖の解鎖理論として一般化されている。本研究では、知能移動ロボットで典型的に生ずる潜在危険を取りあげ、その潜在危険制御系 (HCS) を基本設計することにより、SIPS と DIPS のロボットへの適用性を体系化することを目的とする。

### 2. 潜在危険の同定

ロボット R が自律的移動を行う過程で、静止対象物 O と衝突する潜在危険(1):  $\{Oe_1 \rightarrow Ra_0 \rightarrow O\}$  (・) および、動対象物 M がロボットと衝突する潜在危険(2):  $\{Re_1 \rightarrow Ma_0 \rightarrow R\}$  (・) がそれぞれ図 20, 21 のように同定された。さらに、ロボットの停止時にスキッドまたは転倒が生じて静止対象物と衝突する潜在危険が図 22, 図 23 として同定された。ここで、記号 DR, ES, CA, ST, BR はそれぞれロボットの駆動部、外界センサ系、IPS 出力部、構造系下位要素、および制動部、であり、S, D, T, G はスキッド促進要因、路面状態などの外乱要素、転倒促進要因、重力を意味する。

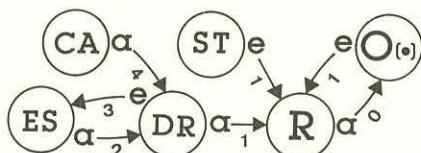


図20 潜在危険(1)の同定

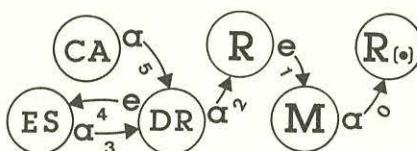


図21 潜在危険(2)の同定

### 3. 潜在危険制御系の構成

まず、作用鎖  $\{DRe_3 \rightarrow\}$  および  $\{DRe_4 \rightarrow\}$  を解離する HCS が作用鎖の解鎖理論にもとづいて基本設計された。これらは、動力源遮断インタロッキング HCS であり、いずれも SIPS を構成可能とする。

次に、作用鎖  $\{Ra_1 \rightarrow\}$  を解鎖する HCS として: C 1 ; 単純制動衝突回避 HCS, C 2 ; 対スキッド制御制動衝突回避 HCS, C 3 ; 平衡制御制動衝突回避 HCS, C 4 ; 経路制御単静止対象物衝突回避 HCS, C 5 ; 経路制御多静止対象物同時衝突回避 HCS, が基本設計された。

さらに、作用鎖  $\{Re_1 \rightarrow\}$  を解離する HCS として:

C 6 ; 動対象物衝突回避 HCS が基本設計された。

### 4. 各種情報処理系の適用範囲

本研究で同定された潜在危険(1)および(2)と全潜在危険空間 “H” との関係は図 24 として表される。空間 H 内で同定された潜在危険(1)と(2)とが占める領域の枠組みが “H 1” と “H 2” である。HCS のうち、SIPS が適用可能なものは橢円領域 S 内の潜在危険に、DIPS が適用可能なものは橢円領域 D 内の潜在危険に対して、それぞれ対応可能であることがわかった。

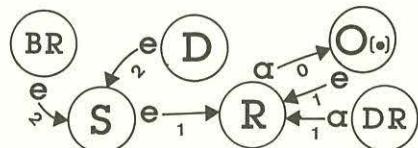


図22 スキッドのある潜在危険(1)

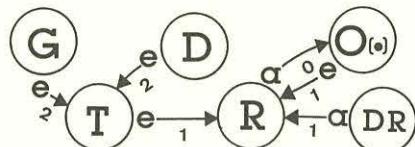


図23 転倒のある潜在危険(1)

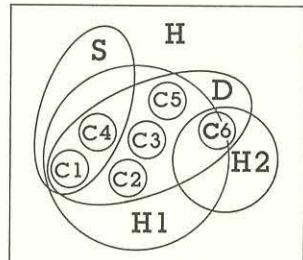


図24 SIPS と DIPS から構成される HCS の適用範囲

## プラケットの強度に関する研究

土木建築研究部 河尻義正, 小川勝教  
大幡勝利, 木下鈴一

### 1. はじめに

橋梁のコンクリート打設工事においてコンクリート橋脚にプラケットを取りつけ, これに支保梁を架け渡して型枠支保工とすることが行われている。このような場合プラケットにはかなり大きな荷重が作用するので, 設計にあたってはプラケットのみならずアンカーボルト, コンクリートなどに対して十分な安全性の検討がなされなければならない。これについては一応の基準はあるもののボルトの作用力の算定方法, 特にボルト穴に施工誤差がある場合などについては不明な点が多く安全上問題があった。そこでアンカーボルト方式のプラケットの一例について一連の実験を行い強度変形等を検討した。

### 2. 実験方法

実験は橋脚に模したコンクリートブロックに埋め込んだアンカーボルトに対し引き抜き試験と剪断試験を行い, 続いてブロックに取りつけたプラケットに対し載荷試験を行った(図25)。コンクリートは無筋で設計強度240kg/cm<sup>2</sup>, アンカーはSD35のD35, プラケットの取りつけに用いるボルトはF10Tの22mmøとした。引き抜き試験は, 1本または2本のアンカーに引き抜き力を与え, 強度, 引き抜き量などを調べるものでアンカーの間隔, 長さを変えた。剪断試験は, アンカーボルトにプレートを介して剪断力を与え摩擦効果, 強度などを調べるもので, アンカーボルト1本数1~10本の場合についてボルト穴の精度及び締めつけトルクを変えた。載荷試験は, ブラケットに圧縮力を加え強度, ボルトの作用力などを調べるもので, 寸法・板厚の異なる数種類のプラケットについて行った。測定は荷重, 変位のはかボルト軸力, アンカー, コンクリート, ブラケットの応力について行った。

### 3. 実験結果

(1) 引き抜き試験 クラック発生荷重は12t/本, 最大荷重は, 24~37t/本, 破壊状況はアンカー1本の場合はアンカーが引き抜けるか, ボルトまたはアンカーが破断し, 2本の場合は全てブロックが破壊した。またアンカーの一部に直角方向に鉄筋を溶接したり, アンカーを長くするとクラック発生荷重や最大荷重を高めるのに効果が大きいことがわかった。図26は1本の繰り返し荷重試験における荷重と引き抜き量の関係の一例である。

(2) 剪断試験 クラック発生荷重は6~7t/本, 最大荷重16~21t/本でボルトまたはアンカーが剪断破壊した。両荷重ともボルトの締めつけトルクを増すと前者で最大摩擦力(摩擦係数は約0.6)と同等程度, 後者でその半分程度増加する。図27に締めつけ力と剪断強度の関係の一例を示す。またボルト穴にづれがある場合の有効ボルト本数は, づれが4mm程度以下の

らば, 実用的には使用ボルト本数の80%としてよい。

(3) 載荷試験 ボルト10本用の場合クラック発生荷重は70~100t, 最大荷重は104~131tで最上段のボルトの引き抜き力によりブロック上部がひび割れ破壊した。ボルトの軸力, コンクリートの圧縮力の実測値と計算値の例を図28に示す。計算値1は鉄筋コンクリート梁などの設計と同様の従来の考え方によるもの, 計算値2はプラケットを図29のように変断面の弾性支持連続梁と仮定した場合のものであるが, 上段のボルトについては後者が実測値によく一致することがわかった。

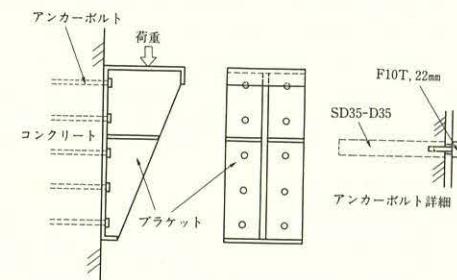


図25 アンカーボルト及びプラケット

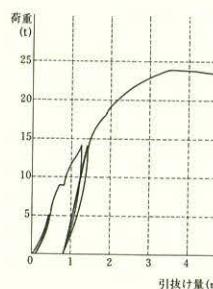


図26 荷重とボルトの引抜き量

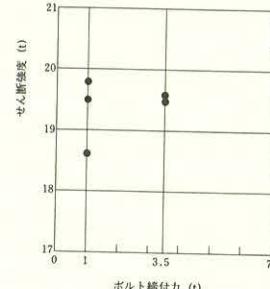


図27 ボルト締付力とせん断強度

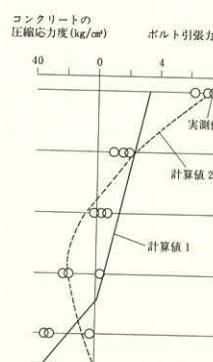


図28 ボルト軸力の計算値と実測値  
(P=40t, e=25cm)

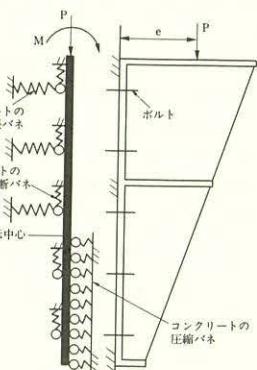


図29 プラケットの計算モデル

## 橋梁工事用型枠支保工に作用する荷重の実測調査

土木建築研究部 大幡勝利, 小川勝教  
河尻義正, 木下鉄一

### 1. はじめに

建設工事等でコンクリートを打設する場合、型枠支保工に作用する荷重は打設完了時付近において最大となる。その際、型枠支保工にはコンクリートや鉄筋等の死荷重に加え、打設作業によって生じる作業荷重等が作用する。しかしながら、型枠支保工の各支柱に作用する荷重の計算方法や、設計時に見込む作業荷重等の考え方については不十分な点が多く、設計上必ずしも安全であるとはいえないのが現状である。したがって、これらを明らかにし橋梁工事用型枠支保工の設計資料を得るために、橋梁建設工事現場において実測調査を行なった。

### 2. 実測調査の方法

神奈川県道高速湾岸線高架橋P-18橋脚の枠組式型枠支保工において、コンクリート打設時および打設完了後から1週間、型枠支保工の各部に生じる荷重等を実測調査した。測定するにあたっては、地盤の圧密沈下の影響を排除するために、型枠支保工をフーチング上の調整コンクリートの上に設置した。また、全体構造系（型枠、型枠受け、枠組支保工）の内、型枠受けおよび枠組支保工の挙動を調べた。

荷重の測定は、型枠受け部から枠組支保工部分に伝達される荷重の平面的な分布を調べるために、荷重計を図30に示すような位置に配置し、コンクリート打設開始から完了までの約4時間、動的測定を行い、コンクリート打設完了後から1時間後、2時間後、その後は3時間間隔にて1週間、静的測定を行なった。

### 3. 実測調査の結果

コンクリートを打設中および打設後も含め、支柱の荷重の最大値は打設完了時前に生じているという結果が得られたが、この最大値には打設時における作業者や打設機械などの作業荷重と、打設に伴う動的な衝撃荷重が含まれていると考えられる。図31は打設中の荷重データが最大となる時間帯における経時変化の模式図であるが、同図より  $\Delta P = P_1 - P_2$  を上述の作業荷重+衝撃荷重と考えることができる。実測結果では、支柱毎の  $\Delta P$  は  $8 \sim 553 \text{ kg/m}^2$ 、平均  $92.5 \text{ kg/m}^2$  となつたが、設計上は値のばらつきを考慮して、 $350 \text{ kg/m}^2$  程度を衝撃を含んだ作業荷重として見込みたい。

次に、図32は各支柱に作用している打設完了時の荷重について、実測値の計算値に対する荷重比率の平面分布状況を調べたものである。本実測では同図より、荷重比率が橋軸直角方向では中央付近で大きく両端で小さいが、橋軸方向では両端で大きく中央付近で小さいという分布であった。また、打設完了時の支柱の荷重実測値を、支保工上段および下段それぞれの合計値

についてみると、計算値とよく一致しているが、各支柱を個別にみるとほとんど0に近いものがあるのに対し、計算値の2.5倍以上の値を示すものや許容支持力（2.5t）を越えるものがありばらつきが大きく、部材強度の設計時には十分に安全を見込む必要があると考えられる。

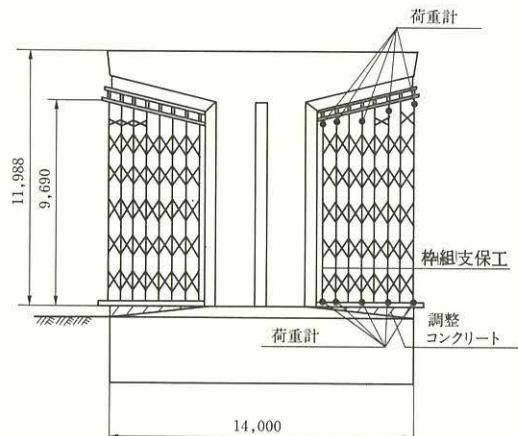
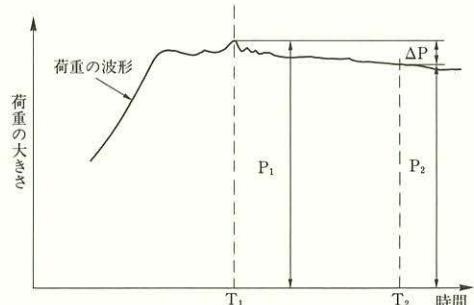


図30 荷重計の配置図



$P_1, T_1$ : 荷重の最大値とその発生時点  
 $P_2, T_2$ : 作業者や打設機械がなくなったときの荷重値とその時点

図31 打設中の荷重波形の模式図

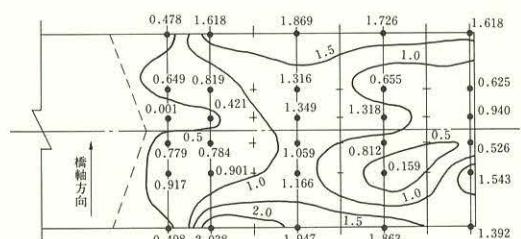


図32 実測値の計算値に対する荷重比率の平面分布状況

## パイプサポート式型枠支保工に作用する荷重の実測

土木建築研究部 小川勝教, 河尻義正  
大幡勝利, 木下鉄一

### 1. はじめに

建物のスラブ、梁等のコンクリート打設をするとき型枠支保工には、コンクリート、型枠等の固定荷重のほか作業者、作業による衝撃荷重、一時的なコンクリートの滞積等の打設に伴う作業荷重が作用する。支保工の設計では、作業荷重について安全衛生規則で150kg/m<sup>2</sup>以上採るよう決められているが、構造物の種類、支保工の形状、コンクリートの打設方法等によって、その値は異なるものと思われるが、的確な値を探る必要がある。然るに、計算で明確に求められないため設計時にその値の採りかたに苦慮している。そこで、この値を明確にするために、コンクリート打設時に支保工に作用する荷重の実測を、また、コンクリートの硬化過程における支保工に作用する荷重の経時変化の実測も同時に行なった。

### 2. 測定概要

測定対象は、3月下旬にコンクリート打設を行うRC2階建て研究所建物の2階のパイプサポート式型枠支保工とした。コンクリートはポンプ打ちで設計強度255kg/cm<sup>2</sup>、スランプ18cmであった。パイプサポートの配置は、図33に示す。作用荷重を測定したパイプサポートはスラブ下14本、小梁下6本、大梁下6本、壁付き梁下4本とした。測定は、図34に示すようにサポートの上端にロードセルを取り付け、打設中は、動歪測定器、打設後は静歪測定器により行った。

### 3. 測定結果

図35にコンクリート打設中サポートに作用する荷重の変化の一例を示す。打設終了直前に荷重値は最大となり、コンクリートの均し終了後一定状態となる。その差を作業荷重とした場合、サポート1本当たり13kg～138kgの荷重が作用した。単位面積当たりの荷重にすると

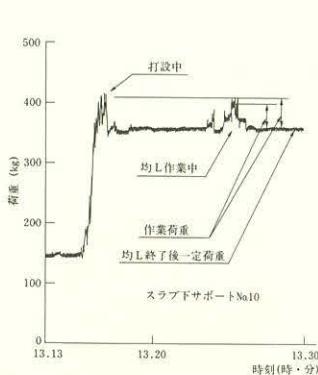


図35 打設中の荷重変化の一例

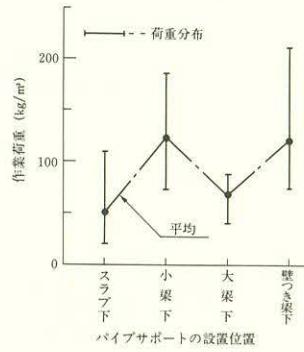


図36 サポートに作用する作業荷重

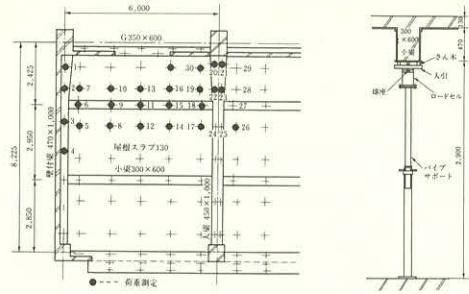


図33 パイプサポートの配置

図36に示すように、スラブ下のサポートで平均50kg/m<sup>2</sup>、小梁下で123kg/m<sup>2</sup>と荷重の支持負担面積の大きいスラブ下サポートに比べ負担面積の少ない梁下サポートが単位面積当たりの荷重が大きい。パイプサポート式型枠支保工の場合、作業荷重150kg/m<sup>2</sup>は妥当な値と思われる。

表2に、コンクリートの均し終了後一定状態の荷重の実測値と計算値を示す。スラブ下のサポートの実測値は計算値とほぼ一致しているが、小梁下では荷重比率で1.24と実測値が大きく、逆に大梁下で0.78と実測値が小さい。これは大梁の重量の一部を小梁下のサポートが負担したのと思われる。

次に、図37はサポートに作用する荷重とサポートを設置してある場所の温度の経時変化について示したものである。打設終了後一日の間は、梁下サポートの荷重は減少していくがスラブ下サポートでは反対に増加していく。打設後一日経過以降、サポートに作用する荷重は、温度変化に顕著に対応し変化しており両者は非常に相関が強いことがわかった。温度の経時変化とサポートに作用する荷重をどう扱うかはこれから課題である。

表2 サポートに作用する荷重(平均値)

サポート設置場所	スラブ下	小梁下	大梁下	壁付き梁下
負担面積kg/m <sup>2</sup>	1,196	0.329	0.296	0.356
a 計算値 kg	366	463	697	836
b 実測値 kg	374	574	545	470
a/b	1.02	1.24	0.78	0.56

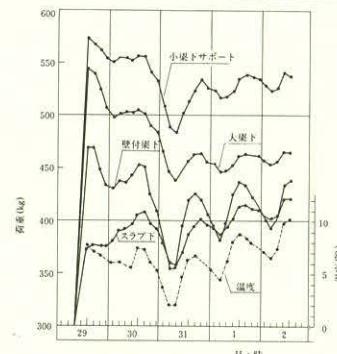


図37 打設後の荷重と温度の経時変化

## 粘性土の単純せん断における変形・強度特性

土木建築研究部 堀井宣幸, 豊澤康男

### 1. 研究目的

斜面の安定解析や地盤の支持力解析に用いる土の変形・強度特性を室内実験により求めようとする場合には、現場での応力、ひずみ条件を十分に再現できる試験方法を採用することが望ましい。安定解析や支持力解析で考慮するすべり面での土の破壊モードは単純せん断変形が大部分を占めている。従って、現場での土構造物の破壊(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、粘性土の単純せん断変形・強度特性の解明を目的とする。

### 2. 実験装置

図38に中空ねじりせん断試験機の概要を示した。用いた中空供試体は高さ140mm、外径100mm、内径60mmである。この試験機の特徴は、供試体の内・外側圧をそれぞれ独立して制御できることであり、このため種々の変形状態、応力状態を再現できる。トルクはコントロールシリンダーからの油を2

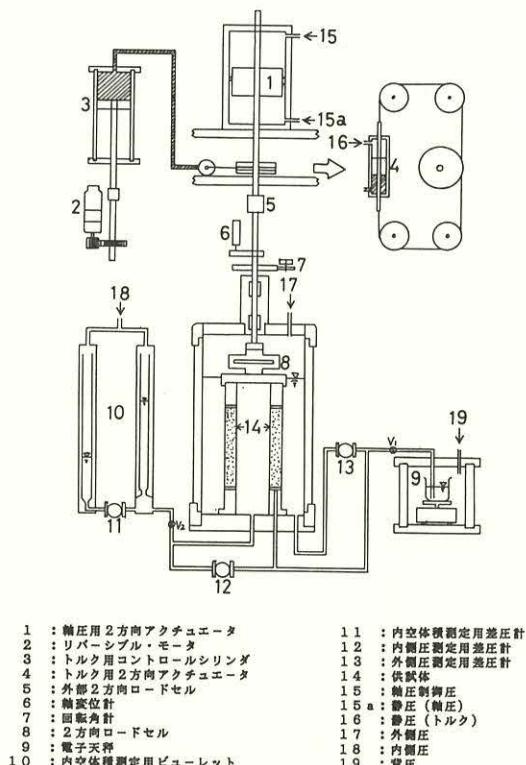


図38 中空ねじり単純せん断試験機の概要

表3 試験機の測定および制御精度

	最小測定精度	制御精度
軸荷重	$P = 0.05 \text{ kgf} \quad (\sigma_s = 0.001 \text{ kgf/cm}^2)$	$\sigma_s = 0.0014 \text{ kgf/cm}^2$
トルク	$T = 0.10 \text{ kgf}\cdot\text{cm} \quad (\tau_s = 0.0005 \text{ kgf/cm}^2)$	
軸変位	$H = 0.0013 \text{ cm} \quad (\epsilon_s = 0.009\%)$	
ねじれ角	$\theta = 0.019^\circ \quad (\gamma_s = 0.007\%)$	
内・外側圧	$\sigma = 0.0013 \text{ kgf/cm}^2$	$\sigma = 0.002 \text{ kgf/cm}^2$
供試体体積変化	$V = 0.001 \text{ cc} \quad (\epsilon_v = 0.0001\%)$	
内空体積変化	$V = 0.015 \text{ cc} \quad (\epsilon_r = 0.002\%)$	

方向アクチュエータに送り込むことにより、変位制御で与えることができる。表3に中空ねじりせん断試験機の測定および制御精度を示した。軸荷重とトルクは、新たに試作した2方向ロードセルで行っており、高い精度で測定できることが確認できた。また、内・外側圧は高容量差圧計で側圧と背圧の差を直接測定しており高い精度が確保されている。

### 3. 試料および予圧密特性

実験に使用した試料は市販のカオリンで、LL(液性限界) = 74.6%, PL(塑性限界) = 36.3%の、細粒分含有量の非常に多い高塑性の粘性土である。試料に、精製水を加え LL の2倍程度の含水比となるよう調製して1時間程攪拌し、予圧密槽に移し1日間真空脱気および攪拌を行った後、所定の予圧密圧で1次元的に2~7日間予圧密を行った。図39は、このような予圧密により得られた圧密曲線を図示したものである。図より、初期含水比200%、圧密圧力1.0 kgf/cm<sup>2</sup>の試料の最終圧密量は22.48cmで、1次圧密の終了までに2日程かかっており、かなり透水性の低い粘性土であることがわかった。また、同図には初期含水比165%、圧密圧力1.5 kgf/cm<sup>2</sup>の試料の予圧密曲線も示しているが、この試料では圧密圧力が1.5 kgf/cm<sup>2</sup>と高いので、1次圧密はほぼ1日で終了している。

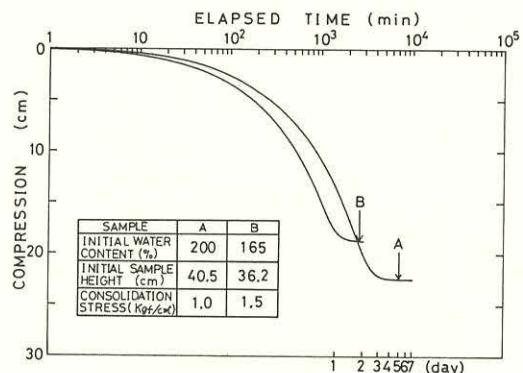


図39 カオリンの予圧密曲線

# 靴すべり測定機の実用化に関する研究 —試作機（1号機）の製作について—

土木建築研究部 永田久雄

## 1. 研究目的

すべりによる転倒災害を防止する観点から、作業靴のすべり特性を適切に評価する方法の確立が求められている。

本研究では、靴のすべり性能を評価するための実用的な測定機の試作を行ない、使用されている靴のすべり特性を明らかにすることを主たる目的としている。

## 2. 試作機の製作

従来の振子型の床すべり測定機などを、靴すべり評価に取り入れるには、不十分な点が多く見られるために、従来の試験機をそのまま使用することはできない。そこで、靴のすべり測定機を試作するにあたり、従来の測定機の不十分な点を参考にして、特に次の点に配慮した。

- 靴の底材を切断して、その試験片を測定するのではなく、使用される靴をそのまま測定する方式とする。
- 靴に加わる荷重・すべり速度を適宜変化させることができる構造とする。
- すべり速度の立ち上がりを変化させるようにする。
- すべり抵抗値は、靴に加わる水平力と垂直力の比をもって表わし、すべりの発生している間は常に、水平、垂直出力をサンプリングし、観察できるようにする。

以上の製作方針に基づき、写真に示すようなすべり測定機を試作した。本測定では、靴を固定させ、床反力計（キスラー社製）をスライドさせる方式をとっている。前足部と後足部からなる人工足（シリコンゴム製）に靴を履かせ、写真右側のモータルシリンダーの力により床反力計はレールの上を水平に滑らかに移動し、写真左側の制御器によりモーターの回転はコントロールされ、所定の速度、立ち上がり速度が得られるようになっている。

床反力計から得られた電気信号はA/Dコンバー

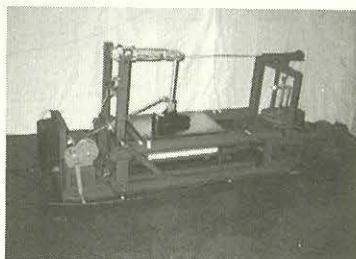


写真 第1号靴すべり測定機

タを通して、パソコンに取り入れ、計算処理後に結果を画面に表示させ、プリント出力がなされる。

## 3. 実測例

図40に、代表的な摩擦特性を示した靴A、Bの実測例を示す。床面の測定状態としては、作業現場の中でも最悪の条件下（エンジンオイルで覆われた磨かれたステンレス床面）で行なった。

靴Aはすべり速度が速くなると、摩擦係数が高くなり、鉛直荷重が増すほど低くなる傾向が見られる。靴Bは、速度が遅い場合に僅かに高くなるが、鉛直荷重による影響をあまり受けない。このように、靴底の材質、形状によっては、靴のすべり特性は、鉛直荷重、すべり速度に密接に関連していることが確認できた。

## 4. まとめ

試作機には、いくつかの改良すべき点があることが判明したが、基本的には本測定方式により、靴のすべり特性を安定した状態で測定できることが確認できた。

更に、測定の自動化を図り、より実用的な測定機とするために、試作機の荷重検出部、載荷部、駆動部の制御方式、すべり速度範囲、すべり移動範囲、計算処理ソフト、人工足を改善した第2号機を製作し、歩行実験を通して、その信頼性を検証するところである。

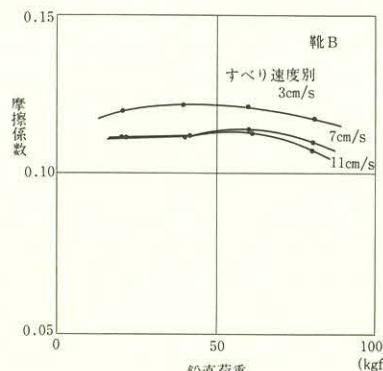
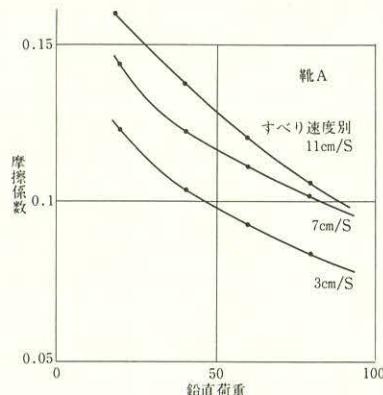


図40 実測結果の例

# 労働災害発生時間数を用いた災害発生頻度率変動解析の評価関数に関する研究

土木建築研究部 花安繁郎

## 1. 緒言

事業所において労働災害の発生危険性を評価する指標には、単位労働時間あるいは単位労働力当りの災害発生件数で示される災害発生頻度率が広く用いられている。

本研究は、事業所における労働安全性の水準を評価する方法として、労働災害が発生するまでの時間数を用いて災害発生頻度率が変動する過程を分析する手法について考察を加えたものである。分析の具体的手法は統計的仮説検定とよばれる方法によるが、本研究では、同手法で評価を行うときに要する災害評価件数や評価時間数などの、仮説検定の評価関数を明らかにすることを主な課題として考察を加えた。

分析では、通常の仮説検定での災害評価件数や評価時間数などの評価関数のほか、少数の災害データで評価を行うことが可能な逐次検定法の評価関数やその効率についても考察を加えた。

## 2. 分析内容および分析結果

分析・検討を行った内容を以下に示す。

- (1) 労働災害が発生する時間数の分布を、事業所での安全性評価指標として広く用いられている災害度数率と関連づけて記述することにより、ある度数率のもとでの災害発生時間数を確率的に評価出来ることを示した。
- (2) 労働災害発生時間数を用いて安全性評価を行うための統計的仮説検定法の評価手順を示し、あわせて、統計的過誤を所定水準内で充足させるための必要評価件数や、検定の棄却時間数を求めた。
- (3) 通常の仮説検定法と同等の統計的過誤を保証し、かつ評価に要する災害件数が少なく、評価時間も短く済ませることが出来る逐次検定法を取り上げ、同手法を用いて災害発生頻度率の変動を評価する手順を示すとともに、建築工事で発生した重大災害を事例として分析を行い、その災害動向を明らかにした。
- (4) 統計的仮説検定が終了するまでに要する評価災害件数の期待値（平均評価災害件数）や、評価時間数の期待値（平均評価時間数）などの仮説検定の評価関数を、通常の仮説検定法および逐次検定法についてそれぞれ求めた。
- (5) 平均評価災害件数や平均評価時間数は、帰無仮説  $A_0$  が変わるとたびに異なった値をとる。そこで、統計的過誤を充足する最小評価災害件数  $K_0$  や棄却時間数  $T_0$  によってこれらの評価関数を基準化し、かつこれらの基準化評価関数を、任意の度数率  $A$  と帰無仮説  $A_0$  との比 ( $R = A/A_0$ ) で示される相対度数率の関数として記述すれば、これらの式が帰無仮説  $A_0$  に依存しない評価関数として一元的に表現出来ることを明らかにした。図41は  $\alpha = \beta = 0.05$  の条件で、通常の仮説検定における基準化平均評価災害件数を示したものである。

- (6) 逐次検定法における平均評価災害件数や平均評価時間数と、通常の仮説検定におけるそれとの比を相対効率と定義し、同効率を(5)と同じく、相対度数率によって一元的に表現できることを示した。分析の結果、検定効率は判別比や相対度数率によって異なることや、通常の仮説検定に比べて、 $\alpha = \beta = 0.05$  のときの逐次検定では、評価件数や評価時間数が少なくとも10%以上改善された検定法であることを明らかにした。図42には、同条件での検定における検定効率を計算した結果を示した。

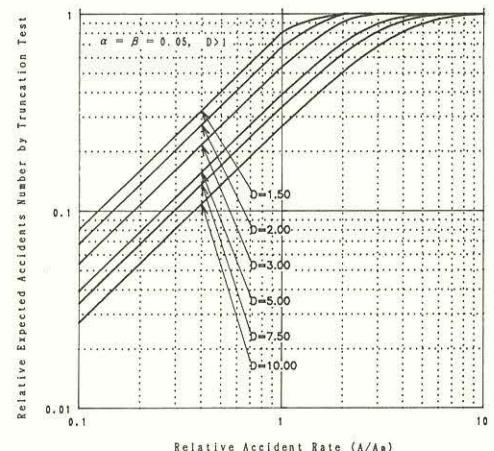


図41 基準化平均評価災害件数 ( $A_1 > A_0$ )

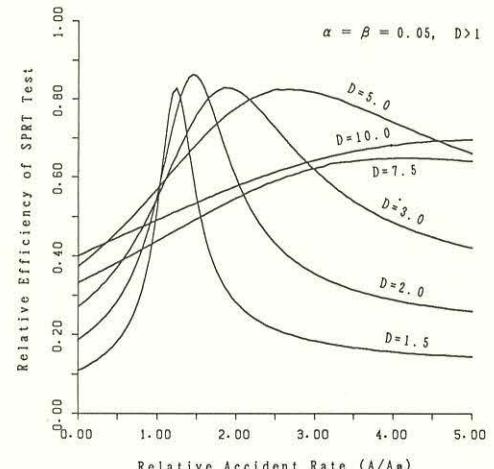


図42 逐次検定法の相対効率 ( $A_1 > A_0$ )

## 労働災害事例データベースの開発 —情報検索支援システムの開発について—

土木建築研究部 鈴木芳美, 花安繁郎  
機械研究部 前田 豊  
化学研究部 安藤隆之

### 1. まえがき

昨年度プロトタイプとして開発を行った「労働災害事例データベース」は、所内の研究支援用データベースのひとつとして現在供用に移されており、またデータ入力も継続されている。本年度は、本データベースの対話型検索機能をさらに進展させ、実際の検索作業をより簡便化することや、本データベース特有のキーワード管理を初めとする補助機能を強化すること、などを目的とした「情報検索支援システム」の開発を行った。

### 2. 「情報検索支援システム」開発の目的

「労働災害事例データベース」では、実際に災害事例の検索を行う場合に、幾つかの点でデータベース機能の改良あるいは強化を行う必要が残されていた。例えば、本データベースの検索ソフト等に必ずしも精通していないユーザーにとっては、検索作業の容易性・簡便性に欠ける点があった。すなわち、検索内容、検索目的に合致した最適なコマンド・検索関係演算子・検索論理演算子の選択の際の難しさなどがあり、それらの入力の際の煩雑さを解消する必要があった。またデータ内容を最大限に活用するため、本データベースの特徴のひとつである自動切り出しキーワードの管理を初めとする維持管理作業に対する補助的管理機能を強化する必要も生じていた。したがって、これらのデータベース機能の拡充を図るため、「労働災害事例データベース」に関連した管理支援・検索支援を目的とした専用システムを開発することとした。

### 3. 「情報検索支援システム」の開発の内容

「労働災害事例データベース」が有する諸機能のうち、実際の検索作業にあたって使用されることの多い種々のコマンド・検索論理演算子・検索関係演算子・検索一致条件などを検討した。また、事例抽出検索・事例同定検索が行われる際の実際の検索実施状況を調査した。

その結果、データベースの選択・検索内容の選択・検索結果の出力方式の選択・検索項目の選択など、検索作業のすべての過程で、選択肢を表示したメニュー画面を用意し、これらのメニューを通

して、検索作業を完全対話型で実施できるようにすることが有効であることが判明した。

そこで「情報検索支援システム」では、必要とされた諸機能を整理し、図43に示すような、階層構造とすることとした。各々の階層には必要なメニューを用意し、メニューに示された選択肢を選択することによって、必要な処理を行うプログラムが起動され、また各階層(メニュー)間の移行や復帰については、実行キー・ファンクションキーの操作のみで行えるように設計した。

また、本「情報検索支援システム」を設計に当たって、検索支援対象のデータベースを「労働災害事例データベース」以外にも拡大できるように考慮した。

災害事例検索メニューでは、検索内容の入力部および検索結果の表示部を表形式とした。その結果、検索結果や検索履歴が一覧でき、検索結果の絞り込み等の検索論理演算を平易明快に進めることができるようになった。

また検索実施中に、検索項目やその省略値名を参照する場合が多いことから、そのための支援機能として検索項目一覧メニューを用意した。同メニューには選択欄を設け、検索メニューにおける検索項目入力を省略することができるようになった。

一方、本システム内に作成したユーティリティ機能を活用することにより、キーワード管理に関係した情報を蓄積することが可能となった。例えば、キーワードの出現頻度出力機能により、システムで自動切り出しの行われたキーワードについての情報が得られ、入力データの訂正あるいは同義語定義について、その必要性を簡単にチェックできるようになった。また検索履歴情報の出力機能により、実際の検索作業で用いられる検索語などについての情報を蓄積し、辞書メンテナンス(辞書登録)の必要な単語等に対する手当が可能となった。

これらの「情報検索支援システム」のユーティリティ機能の活用により、データ内容の信頼性の確保・検索効率の高度化など、データベースの利用・維持管理の作業を簡便に実施して行くことが可能となった。

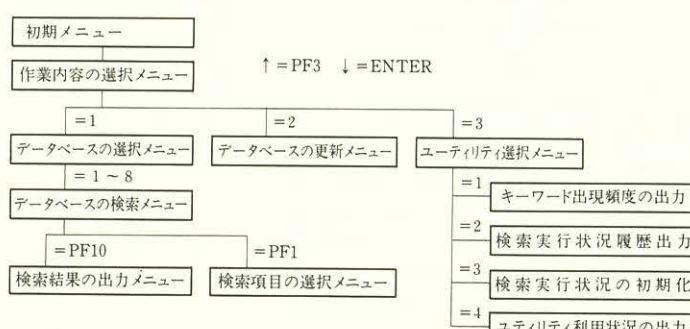


図43 情報検索支援システムにおける機能の階層構造

## 暴走反応の解析と防止対策 —20ℓ容器における反応暴走の実験—

化学研究部 林 年宏

### 1. 研究目的

バッチプロセスの事故の原因は様々であるが、結果的には反応物の温度上昇による内圧の上昇がもとで反応器に損傷が生じ、反応物が噴出して災害に至るものが多い。実際のプロセスは製品の収率と安全性を考慮して運転され、反応物の組成と原料供給速度、攪拌や冷却が適切であれば暴走反応は生じないが、装置の故障や誤操作に備えて反応の暴走する条件、暴走の検出と対策を検討しておく必要がある。ここでは、混酸によるベンゼンのニトロ化を例として、内容積20ℓ反応器を用いて、反応の暴走する限界条件等について実験した。

### 2. 実験方法

実験装置を図44に示す。ベンゼンは予め反応器内に投入して50℃に保温しておき、毎分約70回転で攪拌機を運転しつつ、50℃の混酸を投入する。混酸は61%硝酸と95%硫酸から調合するが、ベンゼン量に対する硝酸の当量値（以下、STVという）と混酸中の硫酸濃度を変化させて、反応物の全量はその都度変化する。本実験ではベンゼン量は4～5.2kg、STVは1.0～0.6、反応物全量は11.6～14.3ℓである。混酸投入後もジャケット液温は50℃に保持し、反応器内の気相及び液相の温度（T<sub>1</sub>及びT<sub>2</sub>）を記録する。液相温度が75℃に達すれば自動放出弁が開き、反応物は水槽内へ排出される。

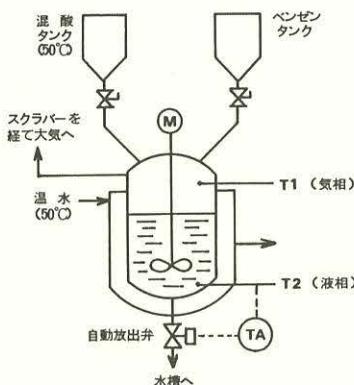


図44 実験装置

### 3. 実験結果

代表的な時間-温度曲線を三種類、図45に示した。投入用配管による混酸の冷却のため、反応器内の液相の温度は一時的に低下するが、これを混酸が反応器に流入し始めた時点として時間軸上のゼロとしてある。図の実線は液相の温度、破線はCの場合の気相温度を示すが、A、Bの場合の気相温度の上昇は図の破線よりも低い。

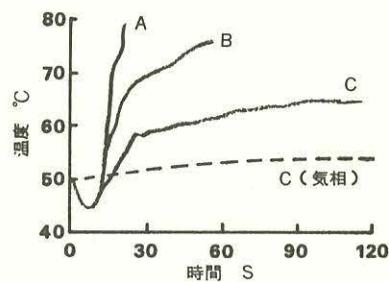


図45 代表的な時間-温度曲線  
昇は図の破線よりも低い。

図45において、温度が上昇して50℃に達した時点から、記録された最高温度に達するまでの間の平均温度上昇速度（昇温速度と呼ぶ）を硫酸濃度に対してプロットしたのが図46である。昇温速度が50℃/min以下（図45のCに相当）であれば反応が暴走しないか、又は冷却による温度制御が容易とみられるので、収率などからみて運転に支障がなければ安全度の高いプロセスとして利用できよう。50～100℃/minの昇温速度（図45のBに相当）では、反応暴走の可能性があり、異常事態に際して反応暴走を回避できるか否かは反応器の大きさ（反応物の量）や冷却装置の能力に依存する。これ以上の昇温速度では（図45のAに相当）冷却による温度制御は無理とみられ、原料供給速度の確実な制御や反応暴走を前提とした対策（反応物の排出など）が必要である。なお、図45の気相と液相の温度差からも明らかのように、攪拌により均一化した液相温度の確実な計測が肝要である。

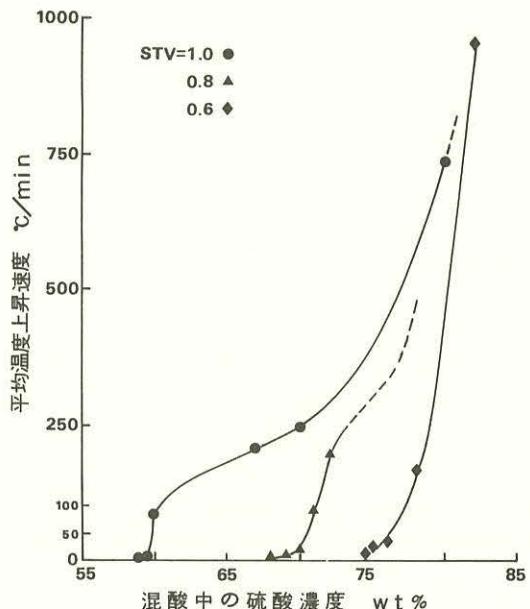


図46 混酸中の硫酸濃度と温度上昇速度の関係

# 熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係 -ニトロフェニル酢酸熱分解時の安定中間生成物-

化学研究部 安藤隆之, 森崎 繁

## 1. はじめに

近年, 化学工業においてファイン化への指向が強まっており, 取り扱い物質の熱危険性の事前の把握が不充分であったために生じた事故の割合が増大している。本研究は, このような事故を防止するために, 化学物質の熱分解反応過程における中間生成物と化学構造との関係を解明し, その物質の熱分解機構ひいては熱危険性を推定, 預測することを目的としている。ここでは, 先に, 热分解特性及び熱分解生成ガスについて報告したニトロフェニル酢酸 (NPA) の *o*-, *m*-, 及び *p*-各異性体の熱分解時における固体・液体生成物を分析し, 異性体による熱分解機構の相違について検討した結果を報告する。

## 2. 実験方法

加圧 DSC (示差走査熱量計) によって NPA 各異性体を熱分解させ, 図47の A ~ F 点における生成物を, GC-MS (ガスクロマトグラフ質量分析計) によって分析した。

## 3. 実験結果

A, B 両点での生成物の TIC (トータルイオンクロマトグラム) を図48に示した。また, 各生成物の内, A-1 及び B-1 のマススペクトルを図49に示した。

*o*-NPA の熱分解での 1 段目のピーク (A 点) における主生成物である *o*-ニトロトルエン (A-1) は, 脱炭酸反応により生成したものであり, また, *o*-ニトロベンズアルデヒド及び *o*-ニトロベンジルアルコールは, 脱炭酸の過程で副生したものであると考えられる。一方, ホルムアニリドは, 近接した位置に存在するニトロ基とカルボキシメチル基との分子内の反応により生成したものであると考えられる。2 段目のピーク (B 点) では, 1 段目のピークでの生成物以外に, *o*-ニトロトルエンの分子間酸化還元反応により生成したものと考えられる *o*-トルイジン (B-1) が認められる。*p*-NPA でもホルムアニリド以外は *o*-NPA の場合と同様の生成物が認められている。

以上の結果から, 図50に示したとおり, *o*-NPA 及び *p*-NPA の熱分解反応においては, いずれも, まず脱炭酸反応により, ニトロトルエンが生成し, さらに昇温することにより, これが分解していく経路が主となっているものと考えられる。一方, *m*-NPA では, 発熱の立ち上がり (E 点) においては *m*-ニトロベンズアルデヒドが生成しているが, 頂点 (F 点) ではエタノールに可溶な生成物は検出されておらず, 単純な脱炭酸反応は生じていないものと考えられ, その機構について不安定活性種の分析等のより詳細な検討が必要と思われる。

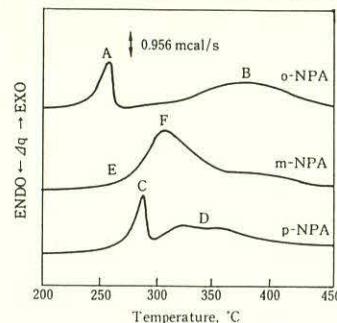


図47 NPA異性体の加圧DSC曲線

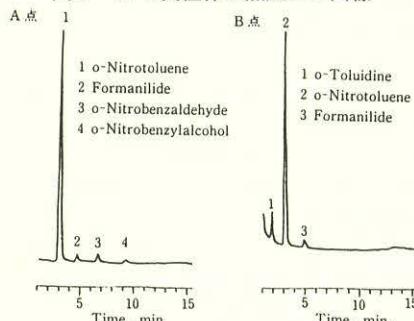


図48 *o*-NPA熱分解生成物のGC-MS結果

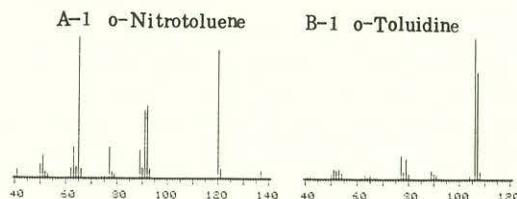


図49 *o*-NPA熱分解生成物のマススペクトルの例

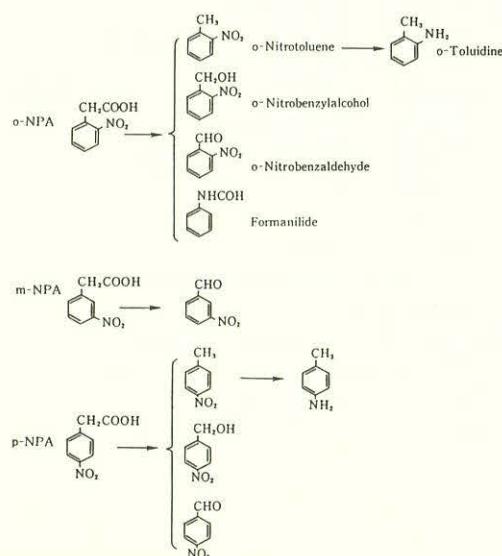


図50 NPA異性体の熱分解スキーム

## 暴走反応の解析と防止対策 —熱量計によるニトロ化反応熱の測定—

化学研究部 藤本康弘

### 1. はじめに

近年、化学工業に於いては付加価値の高いファインケミカル分野が注目されているが、この分野は生産技術面から見れば主としてバッチシステムによる多品種少量生産という特徴を持ち、必然的に取り扱う化学薬品に潜在する危険性を充分に把握しないまま製造に踏み切る場合も起り得る。そして、その結果、反応の暴走等を引き起こし重大災害をもたらすケースが少なくない。

この種の重大災害の原因となる反応暴走の防止対策を目指し、反応暴走をもたらす最重要因子として系の反応熱を取り上げ、少量の試料についてこれらの物理量を簡便に測定する事を試みたので報告する。

### 2. 実験方法

#### (a) 反応熱の測定

装置は、東京理工製の高温恒温壁熱量計 HTIC-200 を用いた。装置の概略を図51に示す。

対照側及び試料側のセルにはベンゼンを80 ml入れておく。ベンゼン入りアンプルを対照側に、混酸(硫酸と硝酸の混合物)入りアンプルを試料側にセットして、一晩(約18時間)放置して反応系の温度を一定値に安定させる。その後アンプルを破壊して、ベンゼンのニトロ化反応を起こさせ、温度上昇を測定する。生成物の定量は、反応開始2分後に容器を取り出し、試料側の内容物について(b)の分析を行う。

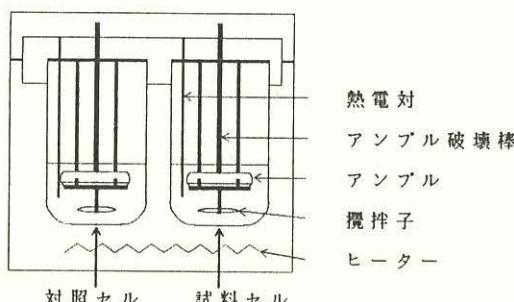


図51 高温恒温壁熱量計の概略

#### (b) 生成物の定量

装置は、日本分光工業製の高速液体クロマトグラフィー TRI ROTOR-III を用いた。分離カラムは Dupont 社製の ZORBAX ODS、検出器には日本分光工業製の UVIDEC-100Ⅲ を用いた。水層と有機層とに分け、それについて下に示す溶出条件で分析を行った。

溶出液: 25% Acetonitrile/75% Water  
溶出速度: 1.0 ml/min 温度: 40°C  
内部標準: クマリン 分析量: 10  $\mu$  l

検出波長: 211 nm

### 3. 実験結果

硝酸量を一定 ( $50 \mu$  l / 1.2 mmol) として硫酸量を  $0 \sim 200 \mu$  l / 約 4 mmol まで変化させ、反応熱を求めた結果を図52に示す (○印)。反応熱は便宜上硝酸 1 mol当たりに換算して示してある。なお、○は反応温度が60°C、●は30°Cの時の反応熱を示す。

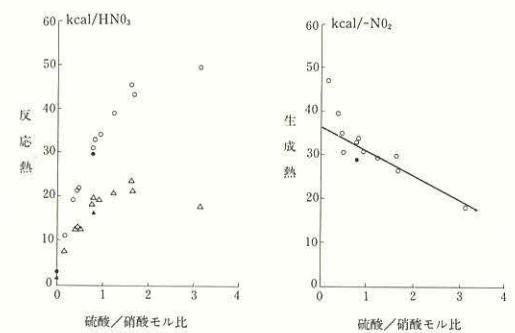


図52 ニトロ化反応熱 図53 ニトロ基生成熱

ここで○印で示された値は、ニトロ基の生成熱と混酸中の硫酸による水和熱の和と仮定する。硫酸による水和熱の影響を削除するため、硫酸だけを使用してベンゼンと反応させた場合の反応熱を別に測定して、混酸を使用して得られた反応熱 (○印) から減じた値を図52中に△印で示している。

この△印で示された反応熱を生成ニトロ基 1 mol当たり (分析で生成ニトロ基の総量は求められている) に換算した結果を図53に示す。硫酸量の少ない所は誤差が大きいのでその部分を省いてみると、図に書き入れた様な直線に沿って各値が分布している事がわかる。

図53の値は硫酸の使用量が多い程、生成熱が小さくなっているが、この原因としては、例えば硫酸の影響を差し引く時に用いた値が必ずしも硫酸/硝酸併用時の硫酸の水和熱と等しく無い事が挙げられる。

実際、硫酸単独の場合、僅かではあるがスルホン化が起こっている事が確認されている。しかし硫酸/硝酸併用時にはスルホン化は起きていない。つまり、図52の△印で示された反応熱は硫酸の使用量が多い程、硫酸/硝酸併用時の硫酸の影響 (水和熱) より多く差し引かれていると考えられる。

この影響は図53で硫酸量 0 の値を外挿で求めれば無くせると考えられ、そうして得られたニトロ基の生成熱は 34.2 kcal/mol となる。

これは、文献にあるニトロ基の生成熱 (27 kcal 前後) に比べかなり大きく、図52で示した○印の反応熱の中には硫酸による水和熱以外にも他の反応熱 (例えば硝酸の希釈熱) が含まれている事を示唆している。

## 暴走反応の解析と防止対策 —ニトロ化反応暴走事故の再現実験—

化学研究部 琴寄 崇

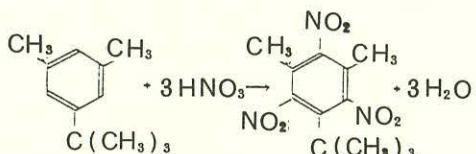
### 1. 序言

工場生産規模におけるニトロ化反応暴走事故例のうちその概要が比較的詳細に公表された事例としては、少なくとも我が国においては、2,4,6-トリニトロ-5-*tert*-ブチルメタキシレンの合成工程におけるそれしか存在していないと考えられる。

最近、当化学研究部においてニトロ化反応暴走現象に関する一連の研究を実施するに当たり、ニトロ化反応暴走現象なるものの実際の状況を把握するため、内容積1lのガラス製反応容器を用いて、1/2,000量のスケールにて、上記事故を再現する実験を行った。以下、本実験にて得られた幾つかの知見を報告し、大方のご参考に供する次第である。

### 2. 事故の概要

本例は、常圧下においてバッチ式反応釜を用い、温度35~40°Cにて、以下に示すように、混酸により*tert*-ブチルメタキシレン（以下、BX）をニトロ化して、2,4,6-トリニトロ-5-*tert*-ブチルメタキシレン（以下、TNBX）を合成する工程において生じた。



すなわち、錯誤により反応液を攪拌するための攪拌機を止めてしまったにも拘らず、約2時間の間、被ニトロ化物質であるBXの滴下が続き、反応釜内でBXが混酸の上方に二相に分離して堆積していた際に、攪拌機が回っていないことに気付いた作業員が突然攪拌機を再開したため、一時に大量のニトロ化反応が始まって、釜内容物の温度が上昇し、ニトロ化反応のほか、混酸による酸化反応、TNBXの発熱分解反応などが誘発され、究極的に釜内でTNBXの発火爆発がひき起こされたものと推定される。

### 3. 本事例につき確認したい幾つかの点

a)ニトロ化反応暴走時の昇温速度はどの程度のものであろうか。また、暴走によって、反応系の温度は最高何度位まで上昇するであろうか。

b)TNBXは混酸によって酸化発熱反応を開始するであろうか。その際の昇温速度はどの程度のものであろうか。

c)TNBX自体の発熱分解反応はどのようなものであ

ろうか。果して爆発的に分解する可能性があるであろうか。

### 4. 実験及び結果

98%硫酸200ml、98%硝酸250mlを常温にて混合すると約38°Cの混合液が得られる。これにBXを滴下して行くと直ちに反応して発熱するので、空冷下、滴下速度を加減して液温を38~40°Cに保つ。

攪拌下ニトロ化反応実施中は反応液は濁った黄色を呈するが、攪拌を停止すると、下層の透んだ混酸と淡黄色不透明のTNBX層（油層）に分れる。攪拌停止中、TNBX層におも BXを滴下して行くと、BX液は褐色に変化しつつ TNBX層上に堆積するに至る。しかも、これら混酸上の油層の温度は混酸のそれより高い。つまり、混酸（中の、恐らく硝酸）は油相中を拡散して行き、主として BXを酸化することがわかった。

攪拌を停止してから2時間BXを滴下し続けた後（計24g）、突然攪拌を開始した時の系の温度変化は図54に示すようである。

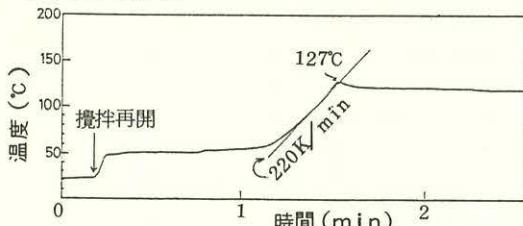


図54 ニトロ化反応暴走時の昇温曲線

すなわち、攪拌開始と同時に液温は直ちに約30K上升してほぼ50°Cとなる（この昇温幅は24gのBXが正常にトリニトロ化した際の昇温幅に一致する）。この温度レベルで約1分経過した後、約220K/min程度の急速発熱を開始して、液温は最高127°Cに達した後、ゆるやかな昇温傾向を示すようになる。

### 5. 結言

釜内に過多の被ニトロ化物とニトロ化剤を共存させておいて突然反応を開始した場合、系は直ちに本来のニトロ化反応をおこすことにより数10K昇温するが、なお過剰の硝酸が存在する場合、統いて、二酸化窒素ガスの発生を伴う、硝酸によるニトロ化生成物のメチル基や*tert*-ブチル基を酸化する反応が始まるこにより、百数十度の温度に昇温した後、引き続きこの温度条件下で、上述のように部分的に酸化された、ニトロ化生成物の硝酸による更なる酸化（発熱）反応が続行し、場合によっては、究極的にニトロ化生成物の酸化分解発火爆発現象がもたらされる場合も生じ得る、というような過程を経ることが明らかにされたといえる。

結論として、ニトロ化反応の暴走を防ぐには常に反応系内の硝酸濃度を最小限に維持することが原則となることが明白にされた。

## 大型試験装置による粉じんの爆発特性に関する研究 —密閉爆発容器中の粉じん爆発に及ぼす乱れの効果—

化学研究部 松田 東栄

### 1. 研究目的

可燃性粉じん爆発危険性を評価するためには、粉じん雲を形成して爆発特性値を測定する方法が最も信頼できる手法の一つと思われる。しかし、粉じんでは可燃性ガス・空気混合物のような均一な爆発性混合系を形成することが困難で、粉じんの有効な分散を達成する上で空気圧の利用は避け難く、それに伴う粉じん雲の乱れは必然的なものである。

乱れは可燃性混合物の爆発特性に大きな影響を与えることは一般的に知られているが、粉じん爆発危険特性値との関連はまだ十分検討されていない。そこで、大型密閉容器を用い、爆発圧力および最大圧力上昇速度の二つの爆発特性値に及ぼす大きな乱れの効果について検討した。

### 2. 実験

爆発測定容器はカプセル形状の鉄製耐圧容器で、内容積は419 lである。直径4 mmの小穴を開けた分散パイプ（内径19 mm）を通して、試料粉じんを加圧空気で容器中へ分散させる方法で浮遊粉じん雲を形成させた。分散系は左右対称二系統あり、これらを内容積888 lの圧縮空気タンク（10bar）一基に接続した、試料粉じんは二個の粉じん容器に二分して充填し、粉じん容器と空気タンクとの間の空気圧作動形バルブを開くことによって分散した。

実験には、コーン・スターク粉じん（体積平均粒径26  $\mu$  m）を主に使用した。

### 3. 実験結果

図55は、空気放出時間250 msの一定した場合の種々の粉じん濃度における最大圧力上昇速度を着火遅れ時間に対してプロットしたものである。最大圧力上昇速度は着火遅れ時間の経過と共に急激な低下を示し、これらは乱れの強さが粉じんの分散後急激に減少することに対応していると考えられる。これに対して、爆発圧力は着火遅れ時間の変化にたいして大きな変動を示さない。100 ms以下の短い遅れ時間では粉じん濃度500～700 g/m<sup>3</sup>における爆発圧力はあまり変わらず、600 msまでの遅れ時間に対する爆発圧力の全体的な減少割合は比較的小さい。

一般に、爆発圧力は混合物の持つエネルギーのみに依存するが、実際には容器々壁への熱損失、従って爆発継続時間によって影響される、これらのことから、着火遅れ時間が短い場合(<100ms)、粉じん乱流混合が十分に行われ乱れの強い条件で混合物の燃焼が進行し、混合物の持つエネルギーが十分放出

されたと考えられる。着火遅れ時間がより長くなつた場合の爆発圧力の緩やかな低下は、乱れレベルの減少とそれに伴う粉じん濃度の不均一性によるものと考えられる。

これらの結果から、粉じん爆発特性値としての最大圧力上昇速度にどのような値を採用すれば危険値として適切かということが問題になる。それは当然、目的にもよるが、ISO-6184規格との比較を行うこととすると、上記のデータから、着火遅れ時間として約70 msを取ればそれに準じた特性値が得られるようである。他の粉じん試料での比較測定からも、粉じん・空気混合物が同等の乱れレベルであれば、乱れの詳細な構造の相違を問わずISO規格における最大圧力上昇速度（または、容器容積に関して規格化した、 $K_{st}$ 値）の測定が可能であると思われる。

### 4. 結論

このような一過性の乱れ特性のもとで測定された爆発特性値は、粉じん物質固有の基本的な危険特性値とは言い難く、特定の流動条件下での相対値でしかすぎないだろう。それ故、燃焼速度のようなより基本的な特性値を測定する必要がある。また、粉じんの爆発危険性評価に実務面で $K_{st}$ 測定値を利用するにしても、プラントにおける粉じんの実際上の乱れレベルの程度を考慮しなければ、妥当な評価はなし得ない危険性もある。

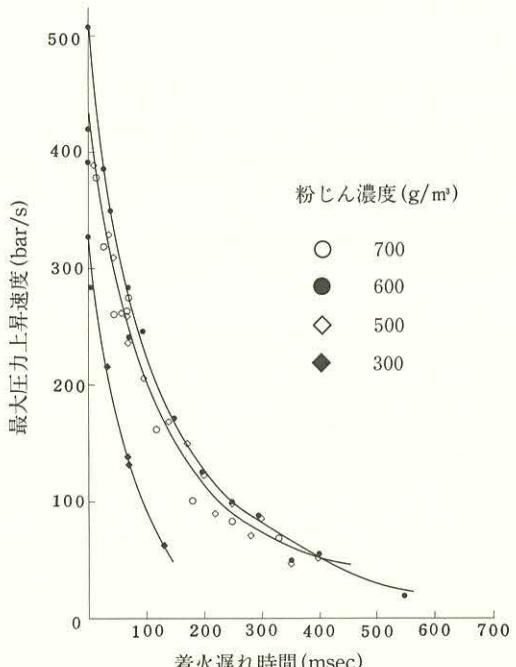


図55 コーンスタークの種々の粉じん濃度における着火遅れ時間と最大圧力上昇速度の関係  
(空気放出時間: 250ms)

## 高電界における絶縁材料の劣化特性 — $\tan \delta$ 周波数及び温度特性(Ⅰ)—

電気研究部 市川健二

### 1. 研究目的

高電界下で使用される固体電気絶縁材料の劣化状態を非破壊で予知する手法を研究するために、絶縁材料の一つの電気的特性値である誘電正接 ( $\tan \delta$ ) に注目し、その挙動が材料の劣化状態によってどのように変化するかを、測定周波数や測定温度の違いから検討した。

### 2. 実験方法

$\tan \delta$  の測定は、従来と同じく電流比較型の高電圧ブリッジ(双信電機: Type1210A)を用いたが、測定周波数を50~400 Hzまで変化させるために、周波数変換交流安定化電源(高砂製作所: AA330F)と高周波用昇圧トランス(巻数比1:10)を用いて試料と標準コンデンサ(SF<sub>6</sub>ガス: 200 pF)に1 kVの電圧を印加した。試料は、絶縁用保護具として使われている高圧用ゴム手袋の胴部分から一辺が10cmの正方形状の試料片を切取ったものを、図56に示す直径40mmのステンレス製の平行平板電極に挟んで測定した。測定温度の制御は、この電極治具全体を恒温槽に入れて-20~+60°Cまで変化させた。

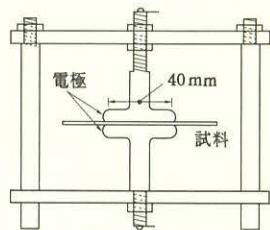


図56 電極治具の構造

図57は測定周波数70 Hzにおける  $\tan \delta$  を温度を変えて測定した結果である。未劣化及び各熱劣化試料とも、測定温度が低くなるにつれて  $\tan \delta$  値が大きくなるが、大きくなる度合いが未劣化試料より熱劣化試料の方が大きい。

図58は未劣化試料に4~5本の浅い切り傷を入れた場合について、低温(-17°C)での  $\tan \delta$  を測定した結果である。これより、周波数の違いに対する  $\tan \delta$  の値は、周波数が低い程大きくなる傾向を示す。また、傷劣化に対する  $\tan \delta$  の値は傷がない場合と同じであった。図59は未劣化試料に同じく切り傷を入れ、それを水道水中に1時間浸漬したのち、薄紙で表面に付着した水分を拭き、常温中で  $\tan \delta$  を測定した結果である。これより傷劣化では  $\tan \delta$  の変化が見られないが、試料に水分が含まれると各測定周波数に対して  $\tan \delta$  が同程度に大きくなる。

以上の結果より、 $\tan \delta$  の値は熱劣化や水劣化のように、物質内における原子・分子の結合状態の変化、劣化生成物の発生、あるいは水などの異物質の

侵入等、物質の化学的構造の変化をもたらす劣化に対して顕著な変化を示すことが知られる。一方、切り傷は材料内に空隙等の欠陥が生じた場合に相当し、これによる  $\tan \delta$  の変化は測定電圧を今回の1 kVより高くして、部分放電が起こる状態で測定しなければならないことが判明した。

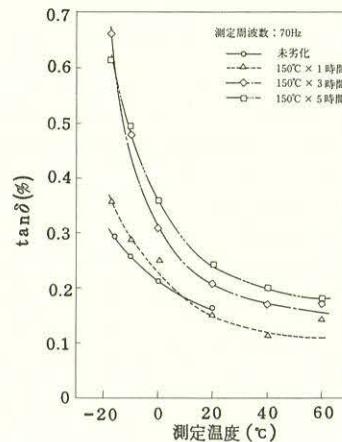


図57 熱劣化試料における  $\tan \delta$  の温度特性

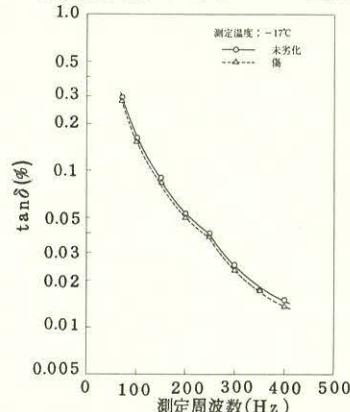


図58 傷劣化試料における  $\tan \delta$  の周波数特性

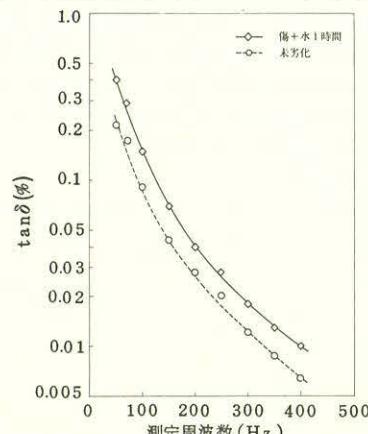


図59 水劣化試料における  $\tan \delta$  の周波数特性

## 有機絶縁材料の耐アーケ性

### —耐アーケ性試験時に生じる放電波形の周波数分布—

電気研究部 本山建雄

#### 1. 研究目的

電気機器に使用する有機絶縁材料には、電気火花（アーケ）による火災や絶縁劣化を防止するためにアーケに対する耐性、すなわち耐アーケ性が要求されている。耐アーケ性についての試験方法及び目安は示されているが、これは大気圧雰囲気中を対象にしたものであり、加圧雰囲気中を対象としたものはほとんど無い。しかし、海洋開発は実用化の段階を迎える、また、大深度地下の利用計画が発表されるなど、加圧雰囲気下において電気機器を使用することが多くなると予想される。加圧雰囲気下での火災、電気機器の故障は大きな災害に到る可能性が大きいことから、本研究では、加圧下で使用される有機絶縁材料の耐アーケ性について検討を進めてきた。その結果、これまでにアーケに耐える時間（耐アーケ性時間）は気圧に対して下に凸の関係にあることを明かにした。この関係について、放電電圧及び電流波形の周波数分布から検討したので報告する。

#### 2. 実験方法

実験装置は JISK6911 に定められているのと同様の耐アーケ性試験装置を、加圧下でも使用できるように改良したものである。主な改良点は、電極部分を圧力タンク内に設置したこと、電極に印加される電圧を 12.5kV から 50kV に変更したことである。この実験の主な目的は放電波形の周波数分布を求めることがあるから、試験片として有機絶縁材料は使用せず磁器製の薄板を使用した。電極間電圧、放電電流は ASTM-D495 の方法に準じ、大気圧中においてそれぞれ 50kV、10mA に設定した。電極間の距離は 6.35 mm とした。また、タンク内の圧力（以下、ゲージ圧力 (G) で示す）は 0, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 18kg/cm<sup>2</sup>-G とした。放電電流波形、放電電圧波形の測定は図 60 に示す回路で行い、各気圧ごとに (I), (V) からオシロスコープで 5 回づつ測定した。測定した電流波形、電圧波形を FFT より処理し、これらの周波数分布を求めた。

#### 3. 実験結果

測定結果のうち、耐アーケ性時間に直接係わる放

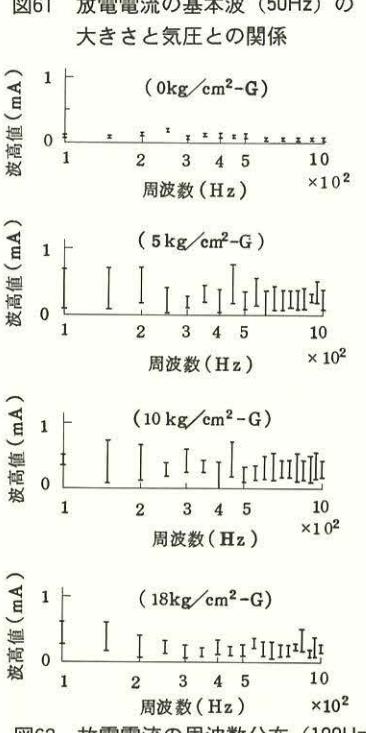
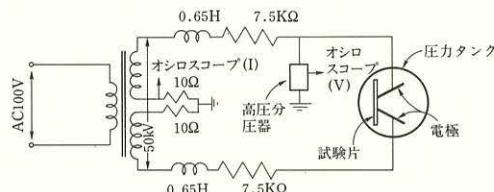


図60 測定回路の概要

## 水中の均一電界による電撃の可隨限界

電気研究部 山野英記, 本山建雄

### 1. 研究目的

電撃防止のための安全装置等においては、検出しないでひとまず放置することが許される漏電のレベルはどの程度かということが問題になる。そして一般には、作業者が電撃を受けたとき自力で漏電箇所から離れることのできるレベル（随意運動の阻害されないレベル）が、放置することの許される最大のレベルと考えられる。

本研究では、水中の電撃について、ウサギを使った動物実験によってけいれんの発生及び不発生限界を求め、この結果から水中で随意運動の阻害されない電撃レベル（可隨限界）を推定する。

### 2. 実験方法

図63に実験方法の概要を示す。水槽の塩水中にウサギを入れておいて、通電電極（銅板）を通じて水中に通電する。1回の通電は一定の電界で20分継続し、この間にウサギにけいれんが生じないかどうかの点検を行った。通電後は10分以上の休息時間を与え、印加電圧を上げてけいれんが見られるまで通電を繰り返す。

印加電圧は、交流50Hzで、設定を容易にするため交流安定化電源の出力をいったん約13Vに降圧し、これをスライダックで調整して電界が設定目標近くになるようにした。通電電極は、水槽の相対する内壁に配置された平行平板電極で、厚さ1.5mm、電極間距離1.724mである。

水中の電界はウサギの周囲を除きほぼ均一となる。したがって、水中の電界は、水中に張った2本のプラチナ線を検出電極としてその間の電位差を測定し、これをその間の距離1.694mで割って求めた。この電界は、ウサギを出し入れしてもほとんど変化しないので、ウサギの位置のウサギがいないときの電界と考査することができる。

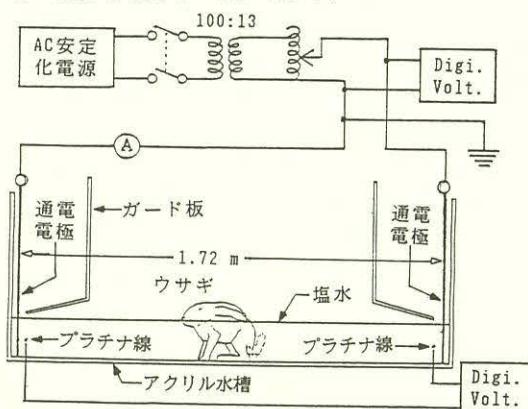


図63 実験方法の概要

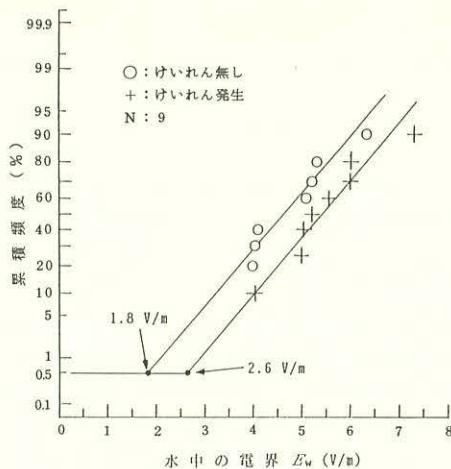


図64 けいれんの発生及び不発生

### 限界の累積頻度分布

水中の電界の測定、及びけいれんが生じないかどうかの点検は、少なくとも、各通電(20min)の始めの頃、中頃、及び終り頃の3回行った。けいれん不発生の点検は、おもに「引き伸ばし」、すなわち手でウサギの左上肢と右下肢をつかみ、水中で電界の方向に引き伸ばしたのち手を放すという方法で行った。電界方向への引き伸ばしはけいれんを誘発しやすい。

ウサギの体重は平均3.92kg、水深、水温の平均は、それぞれ14.7cm、30.8°Cであった。

### 3. 結果

実験において発生したけいれんの程度には、引き伸ばした下肢の回復のしかたが不自然で数秒の時間がかかる程度から、全身的な強直けいれんまでかなりの幅があった。全身的けいれんを起こしたウサギは、バランスを失って横転し、死亡した。死因は水死と推測される。

実験は9匹のウサギについて行なったが、2匹については最初の試験電界で軽いけいれんが生じたため、けいれんの不発生限界のデータは7個（発生限界は9個）となった。

図64は、正規確率紙に不発生限界及び発生限界の実験値をプロットし、目測でこれらの累積頻度分布曲線（直線）を引いた結果である。これによれば、けいれんの不発生限界及び発生限界の0.5%分位点は、それぞれ1.8V/m、2.6V/mとなる。したがって、1.8V/m（大まかには2V/m）を、大多数のウサギに対する可隨限界とすることができよう。

本実験のデータ数は必ずしも十分ではないが、以前行なった下肢強直のしきいに関する実験、2.5V/mの水中電界への長時間暴露実験等の結果、またSmootたちの実験結果と比較して、上の値はほぼ妥当なものと考えることができる。

## 水中電撃防止

### —接地した金網による水中の電界を小さくする効果—

電気研究部 本山建雄, 山野英記

#### 1. 研究目的

水中で漏電が発生すると周辺にいる潜水作業者は電撃を受けることがある。この種の電撃の防止方法としては、漏電遮断器等により漏電の発生している電路を遮断する方法、ドライスーツ等により潜水作業者を水と電気的に絶縁する方法、漏電電流を接地した金網に集め潜水作業者のいる領域の電界を小さくする方法等がある。本研究では、接地した金網を使って電界を小さくする方法について検討しており、これまでに、金網の電界を小さくする効果（以下、金網の効果と記す）は金網と水との境界面において生じるインピーダンスの影響をうけ、水の導電率が高いほど悪くなるという結果を得ている。ここではこの点を考慮して、導電率の高い水中における金網の効果を中心に検討したので、報告する。

#### 2. 実験方法

漏電場モデルとして、均一な電界中に接地された正方形網目の金網を、電界と垂直に置いたときの漏電場を想定した。この場は直角二等辺三角形を断面とする三角柱の部分の組合せとして表わすことができ、水槽にその部分を模擬した。実験は図65に示すように、電極A, B, Cを水槽に配置し、図66の測定回路で行った。電極A, B, Cはそれぞれ漏電部、接地体、金網の網線（d：網線の太さ、w：網目の1辺の長さ）に対応し、電極Cの電極B側が電界の小さくなる領域である。また、電極A, B間の電位差を2.5Vに、水温を20±1°Cに設定した。

金網の効果は、電界を小さくすることを目的とした領域での金網がないときの電界とある時の電界との比により表することにする。図65のような場では、電極Cの付近を除いて電界はほぼ均一と見なすことができるところから、電極Bに流れる電流の比により金網の効果を表すことができる。すなわち、電極Cが無いときの電流を  $I_{BS}$  電極Cがあるときの電流を  $I_{BS'}$  とすると、金網の効果は電流の比  $I_{BS'}/I_{BS}$  となる。なお、  $I_{BS'}/I_{BS}$  が小さいほど、金網の効果は良いことになる。

#### 3. 実験結果

金網の効果と水の導電率、d（網線の太さに対応）、w（網目一辺の長さに対応）、電極の材質との関係は図67, 68, 69のようになり、導電率が低いほど、dが小さいほど、また、wが大きいほど金網の効果が良くなっている。また、電極Cの材質に関し

ては鋼、銅、ステンレス鋼の順に金網の効果がよいことがわかる。

以上のような結果が得られたわけであるが、金網の効果は電極Bと電極Cとの相対的な、電流の流れ易さによって定まるところから、実用に際しては適用する漏電場の境界条件も考慮する必要がある。

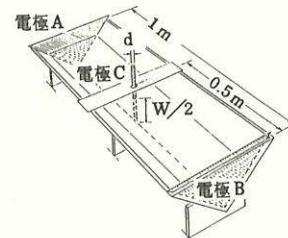


図65 実験に用いた水槽と電極A, B, Cの配置

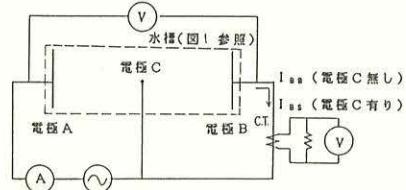


図66 測定回路

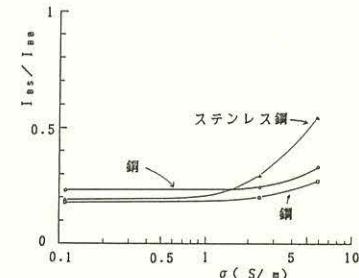


図67 水の導電率  $\sigma$  と金網の効果 ( $d = 2 \text{ mm}$ ,  $W/2 = 100 \text{ mm}$ )

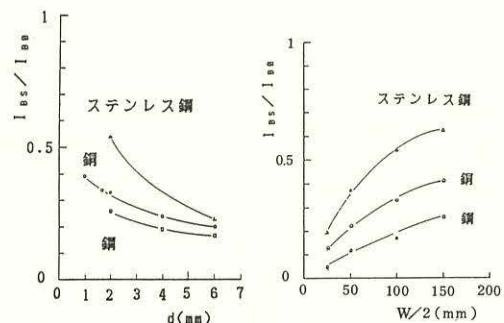


図68 電極Cの直径  $d$  と 図69 電極Cの長さ  $W/2$  と  
金網の効果 ( $W/2 = 100 \text{ mm}$ ,  $\sigma = 5.9 \text{ S/m}$ ) 金網の効果 ( $d = 2 \text{ mm}$ ,  $\sigma = 5.9 \text{ S/m}$ )

## 高周波コロナ放電から発生する着火性放電の特性

電気研究部 田畠泰幸, 児玉 勉

### 1. 研究目的

多様・複雑化した帶電物体を効果的に除電し、静電気放電(ESD)に起因する災障害を防止する目的から、高周波コロナを応用した静電気除電方法が注目されている。この方法は電子・計装システム等の電磁ノイズ源(EMI)となる帶電物体からのESDを防止、また、除電むらを防止するには確かに効果的である。しかし、高周波コロナによる可燃性物質の着火危険性についてはまだ未解明な部分が多い。したがって、ここでは典型的な条件のもとでそれについて実験的に考察した。以下、得られた結果の概要について報告する。

### 2. 実験

周波数によらず一般に電圧、電流の安定したコロナ放電は、代表的な着火性放電である火花放電に比較して電力が小さく、着火源になる確率も極めて小さい。しかし、このコロナ放電が何等かの原因でストリーマコロナ放電へ遷移すると、着火源になることがある。

実験では図70に示すように大気圧の空気あるいは可燃性ガスが充填された容器(250cc)の中に、一本の静電容量結合型コロナ放電電極E(以下、放電電極といふ)を設定し、これに60rpmで回転している接地金属板Mを接近させたり遠ざけて、コロナ放電よりストリーマコロナ放電へ遷移させた。また、その時に過度に変化する放電特性をオシロスコープによって測定した。また、ストリーマコロナ放電への遷移過程における可燃性ガスへの着火特性を測定した。

まず、比較のために放電電極に印加する高電圧電源の周波数が50Hzについて実験すると、コロナ放電からストリーマコロナ放電への遷移は、昨年報告したとおり主として放電電極の結合容量、金属板と

の放電距離(ここでは放電電極と金属板との最小距離と定義)に依存した。次に、電源の周波数を約20kHzの高周波にすると、コロナ放電からストリーマコロナ放電への遷移はもはや結合容量にほとんど依存せず、電源電圧と放電距離に支配されることが判明した。

具体的には、放電特性をオシロスコープで観測すると、高周波では放電の極性によらずコロナ放電の開始電圧が低下し、変位電流、放電電流ともに増大した。また、正コロナでよく観察されるパルス状の電流も減少し、ストリーマ放電へ遷移した場合はその持続時間が1ms程度の長時間になることもあった。特に、放電距離が10mm程度の大きな長さになってしまっても、印加電圧が5~6kVであると金属板が放電電極の真下を通過後、これからわざか離れるまでストリーマコロナ放電が持続し、高周波特有の放電特性が現れた。したがって、定性的には高周波になると着火危険性も高くなると推定される。

確認のために同様な実験を水素-空気混合気(30vol%)、エチレン-空気混合気(6.5vol%)の中でも実施し、高周波放電による着火危険性を調べた。表4がその結果で、50Hzであると着火性放電の制御が約7kV程度まで可能であるのに対して、高周波ではそれが約2kV程度に減少し、着火危険性は増大することが判明した。その理由の一つは、放電空間でのイオントラッピングであると推察される。ちなみに20kHzにおけるトラップを推算すると、それは約10mmとなり、放電空間が10mm以上では高周波によるイオントラッピング、また、それ以下ではストリーマへと遷移し、いずれにしろ放電電力が大きくなっていると着火危険性は増大することになる。

### 3. 結論

静電気の除電に高周波コロナ放電を応用すると、従来のものより一般的に除電効率は質、量ともに増大し、適用範囲も拡大する。しかしその反面、異常作動したような場合に着火に結び付く確率の高い危険な放電が発生することも確認された。その主たる要因は高周波特有なイオントラッピングであり、安全のためにはこれを外部から制御しなければならず、これが今後の課題である。

表4 高周波コロナ放電によるガスへの着火

印加電圧 (kV)	水素-空気			エチレン-空気	
	結合容量(PF) 1.9	2.7	4.2	結合容量(PF) 4.2	5.8
2	n	n	n	n	n
3	i	i	i	i	i
4	i	i	i	i	i
5	i	i	i	i	i

20回の試験で無着火(n)、着火(i)

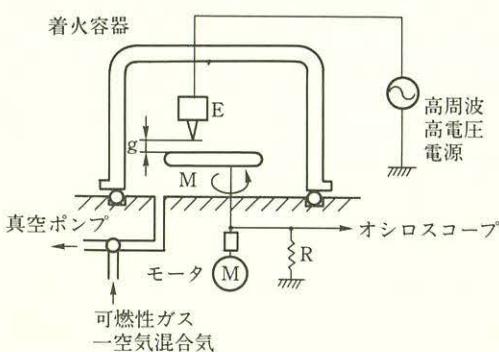


図70 実験装置の概要

## 液体攪拌時の静電気帯電現象に関する実験的考察

電気研究部 児玉 勉, 田畠泰幸

### 1. 研究目的

石油, 有機溶剤等の可燃性液体を攪拌するときの静電気帯電に関する大きな要因として, 液体中に粒子状物質の分散が起こるかどうかがある。例えば灯油にごく微量の水滴, 劣化生成物の微細粒子などが含まれていると, 攪拌により液体に多量の静電気帯電がもたらされる。このような静電気帯電が主としてどのような機構で起こるかを知ることは静電気安全対策を立てる上で参考になるので, これを目的として実験及び考察を行った。

### 2. 実験方法

内径310mm, 深さ315mmのステンレス製円筒タンクに試液液体として灯油を16.2ℓ入れ, 翼長75mm, 翼幅15mm, 翼数4, 翼板傾斜角90度のパドル型翼を用いて攪拌を行った。液体の帯電量は攪拌容器の天蓋開口部に取り付けた静電界測定器(静止時の液面との距離は10cm)により測定し, また絶縁された攪拌容器及び攪拌翼からそれぞれ大地へ静電気発生により流れる電流をエレクトロメータを用いて測定した。試験液体は, 精製灯油と劣化灯油を用い, このうち精製灯油は蒸留水を添加した実験にも用いた。ここで, 劣化灯油は液中コロナ放電を行った別の実験に使用したもので, 酸化物など劣化生成物を微小粒子として含んでいると推定される。除電剤の効果を確かめるための除電剤としてはシェル化成製ASA-3を用い, その添加濃度を変えて液体の導電率を変化させた。なお, 液体の導電率は静止液中にガード付き平行円板電極を挿入し, これに直流電圧を印加して測定した。

### 3. 研究結果

図71は攪拌中(回転数600rpm, 以下同じ)の静電界の測定結果を示したもので, この図から遊離水を

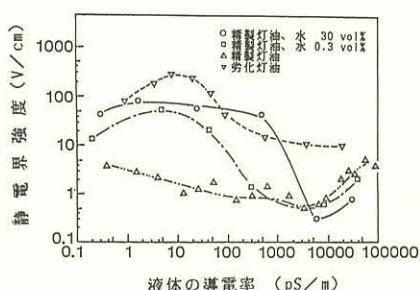


図71 帯電量(静電界)の測定結果

含まない精製灯油の帯電量はきわめて少ないが, 遊離水を含むとその混入量が0.3vol%とかなり少くとも帯電量が非常に多くなり, 除電剤を添加しても導電率が1000pS/m程度にならないと, その効果が確実でないことが示される。また, 微細粒子として劣化生成物を含むと思われる劣化灯油も, 水滴を多数含む灯油と同様に帯電量が多く, 除電剤による帯電防止も困難であることを示している。

以下, 微細な粒子を含む液体の攪拌時に多量の静電気発生がいかにして起こるかについて, 攪拌中の液体の電荷分布が均一である

という近似モデルにより検討した結果を述べる。図72はモデルの概要であり,

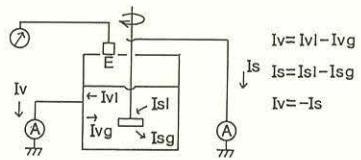


図72 近似モデルの概要  
図中の  $Iv$ ,  $Is$

はそれぞれ攪拌容器及び攪拌翼と大地間の電流,  $Ivl$ ,  $Isi$  はそれぞれ容器, 翼から電気伝導により大地へ漏洩する電流, また  $Ivg$ ,  $Isg$  はそれぞれ容器, 翼と液体との界面における静電気発生による電流を表す。ここで, 近似により漏洩電流  $Ivl$ ,  $Isi$  はどちらも液体の帯電量と導電率の積に比例し, それぞれの比例係数は攪拌系の形状など主として幾何学的条件により決まるとしてよいので, これらの条件が変わらなければ  $Ivl$ ,  $Isi$  の比  $L$  の値は帯電量及び導電率にかかわらず一定(本実験条件では約10)とみなせる。

図73は実験結果に上記関係を適用し, 発生電流  $Ivg$ ,  $Isg$  を求め,  $Ivg$  と  $Isg$  の比  $G$  を計算した結果である。ここで,  $G > L$  (図73  $G > 10$ ) となることは, 一般に容器/液体界面における静電気発生が活発になることと解釈できる。

以上の検討から, 微細な粒子を含む液体を攪拌する際の多量の静電気発生は, 液体と粒子との相対運動により多数発生した正, 負極性イオンの一方が主として攪拌容器壁に他方より優先的に吸着されて起こることが推察される。

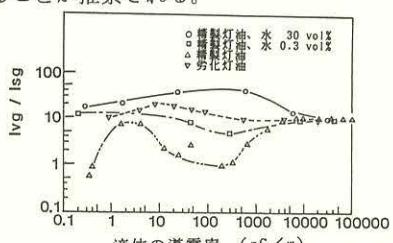


図73 容器及び翼における静電気発生電流の比

## 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播寿命の予測	産業安全研究所報告 RIIS-RR-88	橋 吉 良 悅 雄 二 旭 二
2. 安全作業システムの原理とその論理的構造	同上	内 久 杉 本 本 田 博 二 旭 二
3. 遠隔操縦ロボットにおけるマン・マシンインターロックシステムの構成	同上	杉 本 本 田 博 二 旭 二
4. 潜在危険制御システムの構成原理と概念設計法	同上	池 佐 藤 吉 信 二
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	堀 佐 藤 吉 信 二
6. ビル建設工事及び木材家屋建築工事における墜落災害の調査分析	同上	豊 沢 康 久 男 雄
7. 労働災害事例検索データベースシステム “SAFE”の試行開発について	同上	永 鈴 木 田 芳 美 豊
8. 新幹線建設工事における労働災害の統計分析	同上	前 安 木 繁 邦 美 豊
9. 化学薬品類の限界発火温度	同上	花 鈴 寄 東 年 美 豊
10. サイクロン中における粉じん爆発の危険性	同上	林 松 田 田 繁 宏 邦 美
11. 配管内粉じん流中の火炎伝ば特性	同上	松 松 田 井 宮 英 功 慶 順
12. 酸素ホースの爆発事故原因について	同上	松 駒 市 田 川 中 健 隆 二
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	山 本 野 田 中 健 隆 二
14. 水中電路用漏電遮断器の電撃死防止効果	同上	田 中 廣 廣 順 二
化学物質の熱危険性の解析と予測	産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-88-1	森 崎 藤 隆 繁 之
新・工場電気設備防爆指針（ガス防爆1985）一部修正1988	産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-88-1	田 中 川 健 二
絶縁トロリー安全指針	産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-88-2	市 本 川 山 健 二
機械設備等における金属材料の劣化防止に関する研究（I）	昭和63年度海洋開発調査研究報告書	田 中 正 清
溶接継手の疲労き裂伝ば挙動に及ぼす試験片寸法および予荷重履歴の影響	日本機械学会論文集A編 Vol.54, No.501	橋 吉 良 悅 雄 二
Electrostatic Properties of Antistatic Cloth Woven Partly with Electrically Conductive Fibers	IEEE Trans. on IAS Vol.24, No.2	Y. Tabata
Simple Shear Testing on Sand in a Torsional Shear Apparatus	Soils and Foundations Vol. 28, No.2	N. Horii et al.
The Safety Assessment of Human-Robot Systems (5th Report, Architectonic Principles of Hazard Control Systems)	JSME International J. Series III, Vol.32, No.1	Y. Sato et al.
人間・ロボット系の安全性評価（第5報、潜在危険制御系の構成原理）	日本機械学会論文集 Vol.54, No.505	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
フラクトグラフィと破壊力学を用いた破壊解析法とその実際（II）	材料試験技術 Vol.33, No.4	橋 内 良 雄

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
フラクトグラフィと破壊力学を用いた破壊解析法とその実際（Ⅲ）	材料試験技術 Vol.34, No.1	橋 内 良 雄
Strength and Deformation Characteristics of Sand in Torsional Simple Shear	Soils and Foundations Vol.28, No.3	N. Horii et al.
静電気災障害防止技術	静電気学会誌 Vol.12, No.5	田 崑 泰 幸
聞き取りやすい警告音・聞き間違えにくい警告音	安全、4月号	江 川 義 之
電磁ノイズ障害の実態と対策	生産と電気、 Vol.40, No.3	川 川 壮 一
産業用ロボットの事前安全計画について	品質管理 June 1988, Vol.39	佐 藤 吉 信
墜落事故について	セイフティエンジニアリング、 Vol.61, 12月号	永 田 久 雄
感電災害と漏電遮断器の普及状況	生産と電気、 Vol.40, No.7	本 市 山 建 雄
絶縁用保護具・防具の劣化と保守管理	同上 Vol.40, No.8	川 川 壮 二
感電災害とその防止と対策	電気と保安、12月号	山 野 英 記
自動化時代の安全対策	機械技術、12月号	川 野 壮 一
本質的安全とフェールセーフ技術	同上	川 崎 壮 一
無人搬送車の事故防止対策	安全スタッフ、 No.1413	梅 田 壮 一
Critical Ignition Temperatures of Chemical Substances	J. Loss Prev. Process Ind. Vol.2, No.16	T. Kotoyori
化学物質の危険性予測技術の現状と課題	MOL、 Vol.27, No.3	琴 寄 崇

## 2) 口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
光源測定法を用いた表示ランプの色光評価に関する研究	第29回日本人間工学学会	63. 5.12	江 川 義 之
安全の観点からの機械の操作性に関する一考察	同上	5.13	深 谷 潔
静電気放電による放射電磁界が生体に及ぼす影響	電子情報通信学会 電磁ノイズ研究会	5.18	田 崑 泰 幸
移動ロボットにおける潜在危険制御系の構成について	第4回知能ロボットシンポジウム	6.14	佐 藤 吉 信
ねじり単純せん断における砂の強度・変形特性、その1	第23回土質工学研究発表会	6.15	堀 井 宣 幸
溝堀削工事における土砂崩壊災害の分析	同上	6.15	豊 堀 康 宣 夫 幸
溶接継手の疲労き裂伝播のフラクトグラフィ	第6回フラクトグラフィ シンポジウム、日本材料学会	6.17	橋 内 良 悅 雄 二
無人搬送車の安全確認型システム	第18回安全工学シンポジウム	7. 6	桑 杉 川 本 壮 一 旭
安全情報の伝達手段としてのリミットスイッチ	同上	7. 6	清 杉 水 本 尚 憲 旭
安全制御のための電流サンサー	同上	7. 6	池 杉 田 本 博 康 旭
化学薬品類の限界発火温度	同上	7. 6	琴 寄 他機関共同
離脱式爆発放散口の特性	同上	7. 6	林 年 宏

題 目	発 表 誌 名	年 月 日	発 表 者
安全技術の適用原理	同上	7. 6	佐藤吉郎
労働災害指標の国際変遷について	同上	7. 6	花安繁
建設業における高年齢労働者の労働災害防止に関する研究	同上	7. 7	永田久雄
建設工事における墜落災害の調査分析	同上	7. 7	豊田康男
中空ねじりによる自動単純せん断試験システムの開発	同上	7. 7	永澤宣雄
足場の安全性に関する研究その7 一小規模工事用足場の安全-	同上	7. 7	堀井康幸
光源測色法を用いた機器制御盤の表示ランプに関する研究	同上	7. 7	堀澤義教
溶接継手の疲労寿命に及ぼす予加工及び部材寸法の影響	同上	7. 7	小川義正
建設用ジブクレーンの倒壊災害事例の分析	同上	7. 7	河尻二雄
異性体によるニトロフェニル酢酸熱分解生成物の変化	同上	7. 7	川江義之
フェールセーフ技術とフォールトトレランス ロボット作業の安全度指数	第19回FTC研究会 電子情報通信学会 安全性研究委員会	7.22 7.25	橋吉良悦
可燃性ガス・粉じんの最小着火エネルギー 静電気放電特性に及ぼす帶電物体の導電率依存性に関する一考察	同上	8.25	内久雄
労働災害情報データベース化の試み	電子情報通信学会 第43回土木学会年次学術大会	9.21 10. 3	前田豊
労働災害の強度特性に関する一考察	同上	10. 3	田藤繁
鉄筋コンクリート柱の終局破壊に関する基礎的研究	同上	10. 3	森崎隆
捻りせん断における砂の変形強度	同上	10. 5	安藤之繁
逐次検定法による労働災害発生率の変動の評価について	日本建築学会学術講演会	10. 8	花吉郎
液体攪拌時の帶電要因(Ⅲ)	静電気学会全国大会	10. 8	田繁一
高周波除電器から発生する異常放電の抑制	同上	10. 8	田泰
逆帶電のない交流コロナ式除電器	同上	10. 8	田泰
安全性の評価指標と労働災害分析	日本ロボット学会	10.20	田泰
無人搬送車における安全システムの構成-安全システムにおける階層インタロックについて	同上	10.20	他機関共同
無人搬送車における安全システムの構成-予備確認に基づく階層インタロックの構造について	同上	10.20	杉川壮一
			杉川壮一
			他機関共同

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
人間-ロボット系におけるインタロック構造	同上	10.20	杉池清 本田水 博尚 重 濑旭夫 旭康憲
微動確認方式によるロボット作業の安全化	同上	10.20	深杉梅 谷本崎 重 濑旭夫 旭康憲
荷崩れ処理のためのマニピュレータの開発について	同上	10.20	杉池清 本田水 博尚 重 濑旭夫 旭康憲
低温における溶接継手及び母材の疲労き裂伝播挙動フラクトグラフィ	日本材料学会	10.27	橘吉 内久 良悦 吉 信
ヒューマン・インターフェースにおける安全計画	自動制御学会	11. 5	佐 藤 信
変動荷重を受ける溶接継手の疲労き裂伝播挙動の評価	日本材料学会	11. 9	橘吉 内久 良悦 吉 信
ニトロ化反応熱の測定	第21回安全工学研究発表会	12. 3	藤琴 本寄 信
ニトロ化反応暴走事故の再現実験	同上	12. 3	藤琴 本寄 信
潜在危険制御等の概念設計（その1：プラント及び航空機について）	同上	12. 3	佐 藤 信
潜在危険制御等の概念設計（その2：知能ロボットについて）	同上	12. 3	佐 藤 信
石油-軽油混合油蒸気の危険性について	同上	12. 4	松安 井藤 英隆 憲之
酸素・空気の断熱圧縮による油類の発火	同上	12. 4	駒松 宮井 功英 憲之
DSC測定結果に及ぼす資料容器の影響について	同上	12. 4	安森 藤崎 順 繁
キューリポイントパイロライザによる急速熱分解	同上	12. 4	安森 藤崎 順 繁
安全作業性に関する一考察（安全システムにおける耐フェールセーフ技術）	同上	12. 4	深杉梅 谷本崎 重 濑旭夫
安全確認型システムにおけるゲーム構造の基本特性とその具体的構成例について	同上	12. 4	杉梅 本崎 重 濑旭夫
水中の均一電界による電撃の可隨限界	同上	12. 4	山本 野山 英建 記雄
接地された金網による水中の電撃危険領域の縮小-水の導電率と金網の効果-	同上	12. 4	山本 野山 英建 記雄
作業における人間の役割についての一考察-安全性と生産性-	人間工学学会関東支部大会	12.10	深 谷 濑旭夫
安全装置における安全情報の生成	電子情報通信学会 安全性時限研究会	12.16	杉池 本田 博繁 旭康郎
建設工事労働災害の統計学的分析と安全性評価に関する研究	北海道大学	12.23	花 安 繁 邦郎
構造用鋼の低サイクル疲労き裂成長に対する水素雰囲気の影響-高張力鋼HT80溶接部について-	機械学会	平成 1.3.15	田 中 正 清

3) 國際會議、國際研究集会への參加

発表等の題目	会議・研究集会等の名称	期 日	氏 名
Fatigue Crack Growth Behavior of HT-80 Steel Weldments under Low Temperature	International Congress on Explosion Mechanics, U.S.A	June 10	Y. Kitsunai & E. Yoshihisa
A Hazard Assessment of an Industrial Robot	USA-JAPAN Symposium on Flexible Automation, U.S.A	July 13	Y. Satoh
A Study of Intrinsic Safety Using Asymmetrical Actuator	1st International Conf. on Ergonomics of Advanced Manufacturing Hybrid Automated Systems, U.S.A ditto	August 16 ditto	N. Simizu & N. Sugimoto S. Umezaki & N. Sugimoto
A Study on Safety Evaluation Index and Industrial Accident Analysis from the View Point of the Safety Confirmation Type	ditto	August 17	K. Fukaya & N. Sugimoto
A Study on the Safety Operation of Robots Using Monitor Hold	ditto	August 18	Y. Egawa
A Study of Auditory Warning Alarm Evaluation for Automated Guided Vehicles	ditto	detto	Y. Ikeda & N. Sugimoto
Pneumatic Manipulating Systems Provided with Active Compliance Function	ditto	ditto	N. Sugimoto et al.
Construction and Examples of Sensors in Safe Working System	ditto	detto	S. Kumekawa & N. Sugimoto
AGV Safety System Designed for Preventing Hazardous Human Contact	ditto	detto	Y. Kitsunai et al.
Degradation of SA533 B Cl.1 Steel due to Accelerated Thermal Aging	International Nuclear Power Plants Aging Symp. U.S.A	August 30	Y. Tabata & H. Tomita
Malfunction of High Impedance Circuits Caused by Electrostatic Discharges	1988 IEEE/IAS Annual Conference, U.S.A	October 3	Y. Tabata et al.
Control of Incendiary Discharges Occurring from Electrostatic Eliminator	International Conference on Modern Electrostatics, People's Republic of China	October 22	Y. Tabata et al.
Applications of Electrically Conductive Fibers to Electrostatic Safety	ditto	ditto	Y. Tabata et al.
Dust Explosion and their Venting in a Real Scale Cyclone	3rd International Colloquium on Dust Explosion, Poland	October 25	T. Hayashi & T. Matsuda
Effect of Residual Stress on Fatigue Crack Growth Behavior of HT-80 Steel Weldments under Low Temperature	International Congress of Residual Stresses, France	November 25	Y. Kitsunai

4) 著書

著書等	出版社等	著者名
最新トンネル工法・機械便覧 第2章、9節 安全衛生管理 第9章 安全衛生	建設産業調査会	鈴木芳美 前邦夫
構造物の安全性・信頼性 第5章1節 労働災害 第5章2節 労働災害の要因	土木学会	花安繁郎 鈴木芳美
応用心理学講座、事故予防の行動科学 4章 高齢者・身障者の安全問題	福村出版	永田久雄
現代労働衛生ハンドブック 4. 17 静電気の測定法 5. 18 静電気 5. 27. 8 感電防止用保護具	労働科学研究所	田畠泰幸 田畠泰幸 市川健二
物流と安全 第1編第9章 物流と人間のかかわり	インテリジェント物流 編集委員会	糸川壯一
図説エルゴノミックス 聴覚表示器の人間工学設計 疲労と安全性	日本規格協会	江川義之 深谷潔

5) 特許

区分	出願、登録番号等	発明の名称	発明者
特許出願	63-171037	靴底床材滑り試験機	永田久雄

## 第3章 関連業務

### 3.1 産業安全研究所主催行事

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、学協会等において、誌上、口頭発表により公表している。その他毎年1回、安全技術に関する講演会を開催し、研究成果、安全技術の情報提供を行っており、第4回安全技術講演会を昭和63年6月23日に、当研究所8階講堂において、次の講演題目により実施した。

- |                          |              |       |
|--------------------------|--------------|-------|
| (1) クレーンの倒壊事故について        | 機械研究部主任研究官   | 前田 豊  |
| (2) 小規模工事用簡易足場の使用基準について  | 土木建築研究部主任研究官 | 小川 勝教 |
| (3) 電磁ノイズによる抑制機器の誤動作     | 機械研究部主任研究官   | 糸川 壮一 |
| (4) 静電気放電ノイズによる誤動作とその具体例 | 電気研究部研究官     | 畠田 一  |
| (5) 電磁ノイズの電子回路への侵入防止対策   | 電気研究部研究部長    | 田畠 泰幸 |

### 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
東京労働基準局	行政訴訟事件にかかるボール盤のハンドル重量等の調査	63. 6.20	橋内 良雄 前深 豊潔 吉久 悅二
中央労働基準監督署	移動式クレーン主巻きワイヤロープの切断事故調査	6.30	田中 正清
大坂地方裁判所 岸和田支部	ワイヤロープの切断原因に係る鑑定	7.15	田中 正清
吳労働基準監督署	日新製鋼㈱吳製作所における爆発中毒災害の原因調査	7. 6	林内 年宏 橘良英 松憲
尼崎労働基準監督署 浦和労働基準監督署	関西電力尼崎第3発電所の爆発事故調査 京葉流通倉庫㈱第17倉庫の火災事故について鑑定	8. 2, 3 9.26	林年宏 藤本 康弘
秋田労働基準局	鋼矢板破壊事故の照会に対する回答及び事故調査	9.26	橋内 良雄 前田 豊
千葉労働基準局	クレーンの損傷事故原因の調査	10. 4	前田久 悅二
大坂地方裁判所	天井クレーンワイヤロープの破断事故原因に関する鑑定	11. 7	田中 正清
川口労働基準監督署 弁護士 新井 章他	建設工事用エレベータの破壊災害の原因調査 人頭に対する衝撃力に関する鑑定	12.14 12.22	田中 正清 深谷 肇

行政機関等名称	協力事項	年月日	氏名
八幡浜労働基準監督署	クレーンワイアロープ破断事故の原因調査	平成1.1.19	田中正清
八幡浜警察署	ドック・クレーンのワイアロープ破断事故原因の調査	2.16	田中正清
横浜北労働基準監督署	日本钢管鶴見製造所におけるインド船の爆発災害等の原因調査	2.18	森崎繁憲
愛媛労働基準局	ドック・クレーンのワイアロープ破断事故原因の調査結果報告	3.14	田中正清

## 2) 委員会活動における協力

### 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	化学の安全	63.8.27	琴寄一
	産業用ロボットの信頼性	9. 2	糸川壮一
	同上	9. 2	杉本壮一
	電気の安全	9. 3	野山英記
	産業用ロボットの信頼性	10.27	糸川一
	同上	10.27	杉本一
法科学研修所	仮設構造物の強度計算	10.31	小川勝良
	機械構造物の破壊	11.15	内橋良雄

行政機構等名称	協力事項	年月日	氏名
亀戸労働基準監督署	自動化と安全「新しい安全の原則」	11.17	杉本 旭
ILO・ARPLA, Manila, Philipines	Present Status of Explosions and Fires, and Preventive Measures in Japanese Industries	Nov. 20~29	H. Matsui
ILO・ARPLA, Chiba & Kawasaki, Japan	ditto	Nov. 30~ Dec. 3	S. Morisaki
北海道大学工学部 労働研修所 北海道大学	技術開発と労働環境問題 仮設構造物の強度計算 建設工事労働災害の統計学的分析と安全性評価に関する研究	12. 9 12.12 12.23	前 郁夫 小川 勝教 花 安繁郎
豊橋技術科学大学	炭化水素超音速燃焼特性と燃料取扱いの爆発安全性	平成 1.3.17	松井 英憲

### 3.3 外部機関との協力

### 1) 學協會委員會活動

学会・協会等名称	協力事項	氏名		
安全工学協会	理事 企画委員会委員 安全工学誌編集委員会委員 安全工学研究発表会実行委員会委員 出版委員会委員	前前琴佐佐本木木木小河江	郁郁吉吉建鈞鈞勝義義	夫夫崇信雄一一教正之
海洋科学センター 仮設工業会	潜水実験安全性検討委員会委員 認定検査審査委員会委員長 仮設構造物等の承認審査委員会委員 技術委員会委員 同上 広報委員会委員	下下川尻川	下下川尻川	川川
建設荷役車両安全技術 協会	地下工事における作業環境対策委員会委員	前	郁	夫
建築業労働災害防止 協会	同上専門部会委員 顕彰基金運営委員会委員 推進工事セーフティアセスメントカリキュラム編成委員会 委員長 同上委員 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 同上委員 型枠支保工安全対策委員会委員 同上 建設業における高年齢者労働災害対策委員会委員 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ン スメント指針作成委員会委員	鈴前前花木木木河木木木	木芳郁郁安下川下尻川	美夫夫郎鈞一
高圧ガス保安協会	建築技術者安全衛生講座カリキュラム等委員会委員 アセチレン容器多孔質物性能試験委員会委員 多孔質物性能試験委員会委員 さく岩機振動障害対策委員会委員 騒音対策委員会委員 技術委員会委員	花木木木河木木木	安繁鈞義鈞勝	郎一正一教
鉱業労働災害防止協会				
合板仮設安全技術協会				



学会・協会等名称	協力事項	氏名
日本化学会	防災専門委員	森崎繁
日本火災学会	化学火災委員会委員	駒宮功
	同上	琴寄崇
日本学術會議	安全工学研究連絡委員会委員	前田泰
	第19回安全工学シンポジウム実行委員会委員	畠幸
	同上	花畠泰
	環境工学研究連絡会議委員	田嶋繁
日本機械学会	RC 83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	前田郁
	同上幹事	田中正
	P-SC114 機械・構造物の強さ建設破壊防止対策調査分科会委員	藤清明
	第二出版部会校閲委員	橋良
	論文集論文校閲委員会委員	橋雄
	材料開発専門委員会委員	橋良
日本機械工業連合会	米国職業安全保健法(OSHA)研究分化会委員	内内内
	新機械安全対策専門委員会委員	崎川重
	米国労働安全衛生法調査専門委員会委員	川崎重
	技術審議会委員	梅前郁
	同上	梅加藤
	同上	梅田泰
日本クレーン協会	広報委員会委員	前田郁
	クレーン編集委員会委員	田中正
	災害事例研究委員会幹事	田中正
	移動式クレーン委員会委員	田中正
	移動式クレーンの操作レバー分科会委員	田中正
	クレーン委員会委員	田中正
	ワイヤロープ委員会委員	田中正
	つり具委員会委員	田中正
	エレベータ委員会委員	河河河
	ゴンドラ委員会委員	河河河
	「ゴンドラ操作」改訂委員会委員	河河河
	クレーン委員会耐振設計分科会委員	河河河
	ISO/TC96 国内委員会委員	河河河
	ISO/TC96/SC6 国内委員会委員	河河河
	ISO/TC111 国内委員会委員、分科会主査	河河河
	検定基準委員会委員	前田正
	床上操作クレーン及び積載型トラッククレーン委員会委員長	前田正
	積載型トラッククレーン委員会委員	前田正
	安全装置委員会委員	前田正
	電気委員会委員長	前田正
	同上委員	前田正
	活線接近警報装置分科会委員長	前田正
日本建築学会	材料施工委員会第一分科会型枠工事小委員会専門委員	深谷潔
日本建築機械化協会	超高压ウォータージェット安全対策委員会委員	谷潔
日本建築センター	建設工事用シート評定委員会委員	畠健
日本高圧技術協会	経年損傷評価と寿命予測委員会委員	川勝
日本鋼構造協会	疲労設計指針改訂委員会委員	川勝
日本鋼索工業会	IIS-G-3525工業標準改訂原案作成委員会委員長	谷川正

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
日本材料学会	フラクトグラフィ部会幹事 破壊力学部門委員会委員 同上 疲労部門委員会委員	橋内良雄 橋内良雄 田中正清 橋内良雄 糸川壯一
日本産業車両協会	産業用無人搬送車システムの標準化に関する調査研究委員会委員	杉本旭
日本産業用ロボット工業会	労働安全産業ロボット審査作業小委員会委員 同上 ISO 対策検討委員会委員 労働安全ロボット審査委員会主査	池田博 杉本旭 杉本旭 糸川壯一
日本鍛圧機械工業会	海外技術動向調査委員会委員	一
日本電気協会	渋沢賞選考委員会委員	郁夫
日本電設工業協会	電設工業展製品コンクール表彰委員会委員	夫正
日本道路公団	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	尻義
日本トンネル技術協会	安全環境委員会委員 換気対策特別小委員会委員 同上 交通安全幹事会幹事	前田郁夫 前花繁郎 安木繁夫 花鈴美郎 花安郎 江江郎 江木之郎
日本人间工学会	坑内運搬機械安全対策特別委員会幹事 評議員 編集委員	川原義一 川原義一 川原義一 川原義一 川原義一 川原義一
日本帆布製品工業組合連合会	工事用シート JIS 規格改正委員会委員 同上小委員会委員	木下鉄一 小川勝 川田東 田畠泰 田畠泰 橋内幸 橋内幸
日本粉体工業技術協会	粉塵爆発試験法委員会委員	松田教
日本保安用品協会	静電気帯電防止靴工業標準原案作成委員会委員長	田栄
日本ボイラー協会	自動制御委員会主査	田泰
日本溶接協会	原子力研究委員会委員 LE 小委員会幹事 電気溶接機部会技術委員会委員	田良 橋良 橋良 市健
日本ロボット学会	評議員	川壮
防災システム協会	材料委員会委員	田正
未来工学研究所	新技術の導入段階における安全衛生に関する事前評価ガイドラインの開発研究委員会委員	川清
溶接学会	FS 委員会委員	糸川壯一 田中壯一 糸川壯一

## 2) 技術指導、研究協力等

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	氏 名
日本鍛圧機械工業会	鍛圧機械の海外（西独、英國）技術動向調査	63.11.11 ～11.26	糸川壯一
産業安全技術協会	静電気安全対策研究現場指導	平成 1.3. 3	児玉勉

3) 外部機関主催講演会等協力

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
セーフティアセスメントの考え方	全国建設業労働災害防止協会	63.4. 8	前 郁 夫
道路工事の安全管理	全国建設研修センター	4.25	前 郁 夫
可燃性ガス及び酸素に関する知識	東京労働基準協会連合会	5.23	松 井 英 憲
安全の原理について	RST トレーナ研修会大阪府支部	6. 2	糸 川 壮 一
圧気工事のセーフティアセスメント	建設業労働災害防止協会	6. 8	鈴 木 芳 美
高度技術革新の時代における安全の原理	中央労働災害防止協会	6.17	糸 川 壮 一
産業用ロボットの検査等の作業に関する知識	同 上	6.21	杉 本 旭
引火性の液体の爆発と防止対策	東京労働基準協会連合会	6.23	琴 寄 崇
可燃性ガスの爆発と防止対策	同 上	6.23	林 年 宏
粉塵爆発；その他固体可燃物の燃焼と防止対策	同 上	6.23	松 田 東 栄
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	7.12	市 川 健 二
電気災害の防止	同 上	7.13	市 川 健 二
墜落災害の防止	同 上	7.19	河 尻 義 正
産業用ロボットに関する知識	同 上	7.20	杉 本 旭
安全確認型安全について	宇都宮労働基準協会	8. 8	糸 川 壮 一
危険物（燃料）の性質と安全な取扱	火力発電総合技能訓練センター	8.22	駒 宮 功 額
静電気災害・障害の防止対策	中央労働災害防止協会	9. 1	田 畠 幸 勉
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	9. 2	田 畠 幸 勉
酸素・窒素の事例と対策	神奈川県高圧ガス協会	9. 8	駒 宮 功 額
酸素・窒素の事例と対策	同 上	9. 9	松 井 英 憲
引火性液体の爆発と防止対策	東京労働基準協会連合会	9. 9	琴 寄 崇
可燃性ガスの爆発と防止対策	同 上	9. 9	林 年 宏
粉塵爆発；その他固体可燃物の燃焼と防止対策	同 上	9. 9	松 田 東 栄
静電気災障害の事例と防止対策のあり方	四国地区電力需要者協会	9. 9	田 畠 幸 勉
静電気災障害の現象と防止対策の具体例	同 上	9. 9	田 畠 幸 勉
産業用ロボットに関する知識	中央労働災害防止協会	9.19	杉 本 旭
支燃性ガスの危険性	安全工学協会	9.22	駒 宮 功 額
可燃性粉塵の爆発と災害	同 上	9.22	松 田 東 栄
プレス安全装置の構造基準と使用基準	中央労働災害防止協会	10. 4	糸 川 壮 一
掘削用支保工の安全	仮設工業会	10.12	堀 井 宣 幸
合板足場板の使用・管理について	合板仮設安全技術協会	10.13	河 尻 義 正
土木工事におけるセーフティ・アセスメントについて	全国建設業労働災害防止大会	10.21	前 郁 夫
自動機械の本質安全化設計（安全確認型の安全体系），フェールセイフモデルの製作実習，無人搬送車における安全確認型システム	中央労働災害防止協会	10.31	糸 川 壮 一
ロボットにおける安全確認型システム，フェールセイフ技術フェールセイフモデルの製作実習	同 上	10.31	杉 本 旭
可燃性ガス及び酸素に関する知識	東京労働基準協会連合会	10.31	松 井 英 憲
静電気による着火と対策	安全工学協会	11. 9	田 畠 幸 勉

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
高齢者の安全問題	日本機械学会	11. 9	永 田 久 雄
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	11.15	市 川 健 二
静電気災障害の対策事例と指針の活用	産業安全技術協会	11.17	田 畠 泰 幸
		12. 1	
静電気の現象及び帯電防止と指針の活用	同 上	11.18	児 玉 勉
		12. 2	
自動機械の本質安全化設計	中央労働災害防止協会	12. 7	糸 川 壮 一
		1.11	
ロボットにおける安全確認型システム	同 上	12. 9	杉 本 旭
		1.13	
電気事故の実状と電気安全対策	日本電気協会	12.16	田 畠 泰 幸
自動機械の本質安全化設計（安全確認型の安全体系），無人搬送車における安全確認型システム	中央労働災害防止協会	12.21	糸 川 壮 一
ロボットにおける安全確認型システム，フェールセーフ技術	同 上	12.21	杉 本 旭
フェールセーフ技術の製作実習（温度，圧力，速度，光の利用）	同 上	12.22	糸 川 壮 一 杉 本 旭
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	平成 1.24	市 川 健 二
墜落災害の防止	同 上	1.25	河 尻 義 正
ノイズ対策について	同 上	1.26	田 畠 泰 幸
乾燥作業の管理に関する知識 可燃性ガスの爆発と防止対策	東京労働基準協会連合会	1.27	林 年 宏
引火性液体の爆発と防止対策	同 上	1.27	琴 寄 崇
粉塵爆発，その他固体可燃物の燃焼と防止対策	同 上	1.27	松 田 東 栄
可燃性ガス及び酸素に関する知識	同 上	2. 6	松 井 英 憲
産業用ロボットの検査の作業に関する知識	中央労働災害防止協会	2. 7	杉 本 旭
産業用ロボットの教示等の作業に関する知識	同 上	2. 7	糸 川 壮 一
産業用ロボットに関する知識	同 上	2. 7	杉 本 旭
災害事例研究にあたって	建設業労働災害防止協会	2. 8	花 安 繁 郎
遠隔操作ロボットによる安全作業システム	システム総合研究所	2. 9	池 田 博 康
潜在危険制御システムの構成原理と概念 設計法の解りやすい解説	安全工学協会	2.21	佐 藤 吉 信
工事中の労働安全性評価と対策	土木学会	2.21	花 安 繁 郎
機械工場と安全性	神奈川県工業技術研修センター	2.22	糸 川 壮 一
高齢労働者の災害防止について	建設業労働災害防止協会埼玉支部	3. 3	永 田 久 雄
建設労働災害の統計分析	機械学会	3. 6	花 安 繁 郎
可燃性ガスの危険性と LPG の災害事例	神奈川県高圧ガス協会	3.10	松 井 英 憲
機械・設備の安全化	中央労働災害防止協会	3.17	糸 川 壮 一
搬送機械の安全（無人搬送車における安全確認型システム）	日本能率協会	3.27	糸 川 壮 一
安全確認型の安全体系	同 上	3.27	杉 本 旭

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
仮設構造物の倒壊防止に関する力学的評価法	日本大学生産工学部土木工学科教授	能町純雄
粘性土の変形・強度に関する研究	武藏工業大学工学部土木工学科助教授	片田敏行
静電気による粒子状物質の環境への飛散防止	石川島播磨重工業株式会社技術研究所研究員	荻原正明

(2) 海外研究員

研究テーマ	所属・職名	期間	氏名
Critical Condition for Thermal Explosions	The University of Cambridge, U.K., Professor	March 14 ～28, 1989	Peter Gray

5) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
中期在外留学	McMaster University, Canada	活線作業用絶縁保護具・防具等の劣化の評価	63.8.20 ～10.19	市川健二
長期在外留学	The University of Southampton, U.K.	静電気放電ノイズによる災障害防止	10.1～平成 1.9.30	富田一

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	7	8
大学関係を除く機関の研修生	4	5

7) 依頼試験および検定

昭和63年度における産業安全研究所試験規定に基づく依頼試験は、研削盤の研削砥石の強度試験、吊り具の安全性試験など25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	84 m <sup>2</sup>	

常設展示場1階では「労働災害の変遷」を科学技術の発展と対比されてイラスト・写真を中心とりあげ、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 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、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設けている。

特別展示場では労働災害の動向や新しい災害に対応する安全技術など、時期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63年度の産業安全技術館の主な活動は次のとおりである。

1) 常設展示

前述のとおり

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、博物館実務実習

展示資料その他安全一般に関する技術相談(278件)および団体来館者に対して見学指導を行なった。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3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19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 288日(昭和63年4月1日～平成元年3月31日) 38,935名 うち団体127組2,176名

6) 国外来館者および主な来館団体

(1) 国外来館者

昭和63年 4月6日 故市川専門家c/p研修員 Me caridad b De Quiros

4月19日 比国労働省次官 カストロ

5月18日 NSCA ジャパンスタディ 視察団 Derek Brown 他9名

5月26日 タイ国c/p研修員 Amphorn Nelayonthin

6月22日 韓国火災保険協会付設防災試験所 鄭 大楠他2名

6月28日 比国労働安全センター Edward E Dela Cruz

7月18日 ILO 研修員 Abdul Rahimbin Haji Othman

- 
- 8月9日 EC委員会化学技術総局副総局長 Jean Pieere Contzen  
9月8日 韓国労働科学研究所 金 栄圭他1名  
10月5日 ロンドン大学 Paul Branton 他1名  
10月18日 労働安全衛生行政研修員 Adrian B. Crepaldi 他17名  
11月12日 タイ国工業計測技術実地研修団 Prayoon Shiowatana 他20名  
平成元年 1月24日 パンジャーブ州政府労働局長官 Farid ud Din Ahmad  
3月22日 英国ケンブリッジ大学 Peter Gray

(2) 主な国内来館団体

教育、研究機関

東京大学、順天堂大学、昭和大学、北海道教育大学、千葉工業大学、柏高校、電機大学高校、慶應女子高校、立川ろう学校、足立高等職業技術専門校、足立技術専門校、板橋技術専門校、荏原技術専門校、太田技術専門学校、太田技術専門校、亀戸技術専門校、王子技術専門校、江戸川技術専門校、品川技術専門校、浅野工学専門校、身障者職能開発センター、東芝技術研究所、リハビリセンター

その他

海上自衛隊、栃木県農務部、川越市安全衛生委員会、東京都交通局、東京都下水道局、営団地下鉄、朝日新聞、中日新聞、東京電力、JR東日本、JR東海、東海旅客鉄道、東武鉄道、西武鉄道、東横車両、NTT、安田火災、小野田セメント、三菱重工業、石川島播磨重工業、日産自動車、昭和電工、三協アルミ、太平化学、アサヒビール、三菱ガス化学、三井東圧、竹中工務店、錢高組、日立プラント建設、三松建設、重松製作所、豊田建設、三木ブーリ、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63年度の主な活動は次のとおりである。

1) 安全週間ポスター展

戦前から現在までの安全週間ポスター並びに安全スローガンを6月10日から7月8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287日間（昭和63年4月1日から平成元年3月31日）で22,910名、うち団体129組8,970名

---

## 付 錄

### 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裝される。
- 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裝される。
- 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

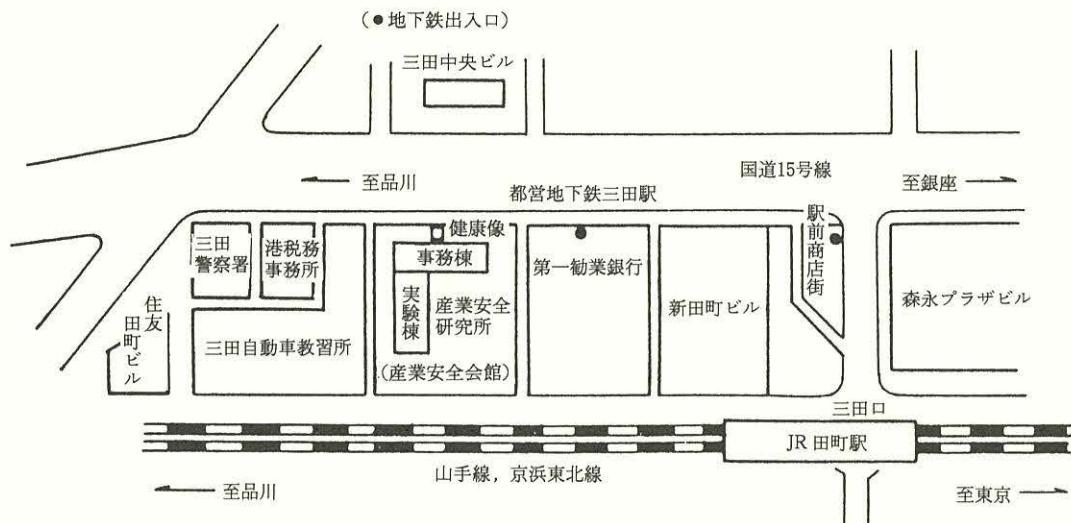
産業安全研究所及び産業安全技術館（産業安全会館）

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

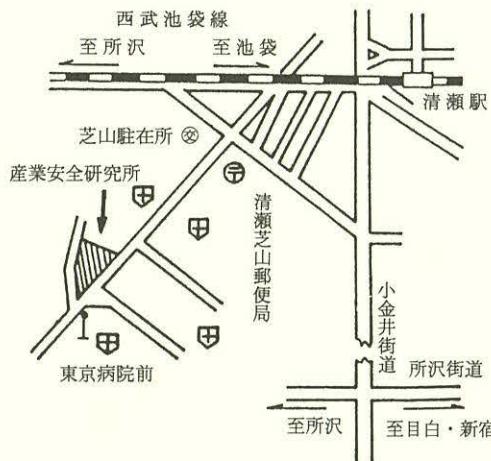
### 事務棟

### 実験棟

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・高齢者墜落転落実験室・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・光弹性実験室・電算機室・暗室
5階		油帶電第一実験室・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		粉体帶電実験室・着火機構実験室・油帶電第二実験室・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㈹  
 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トン圧縮実験室   | 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      | 液体攪拌帶電実験室       |
| 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

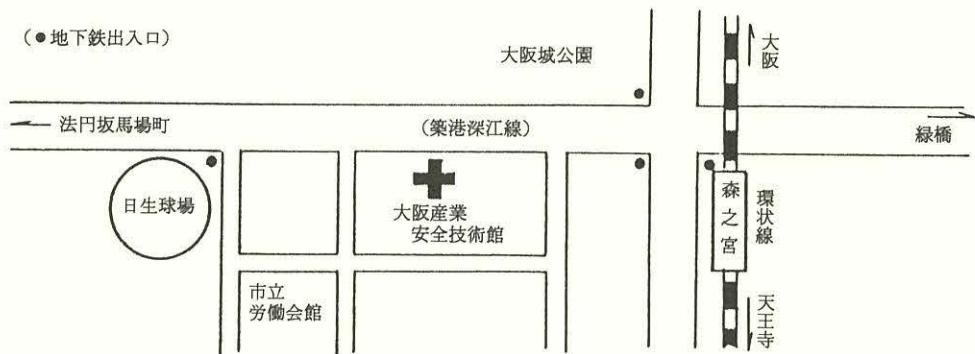
下里団地行

所沢行

に乗車（約5分）東京病院前下車

(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  
大阪市中央区森ノ宮中央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63年度版

---

発 行 日 平成元年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㈹

---

印刷所 新日本印刷株式会社

ANNUAL REPORT  
OF  
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1988

---

---

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