

# 産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT  
OF  
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1986

昭和61年度

労働省産業安全研究所

皇太子殿下産業安全研究所御視察  
(昭和61年5月29日)

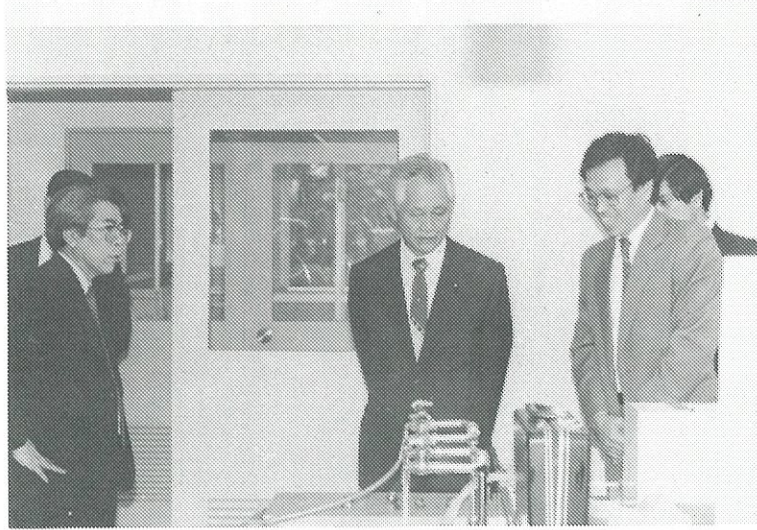


ロボットの安全装置（ビーム・センサー）に御関心をもたれる。



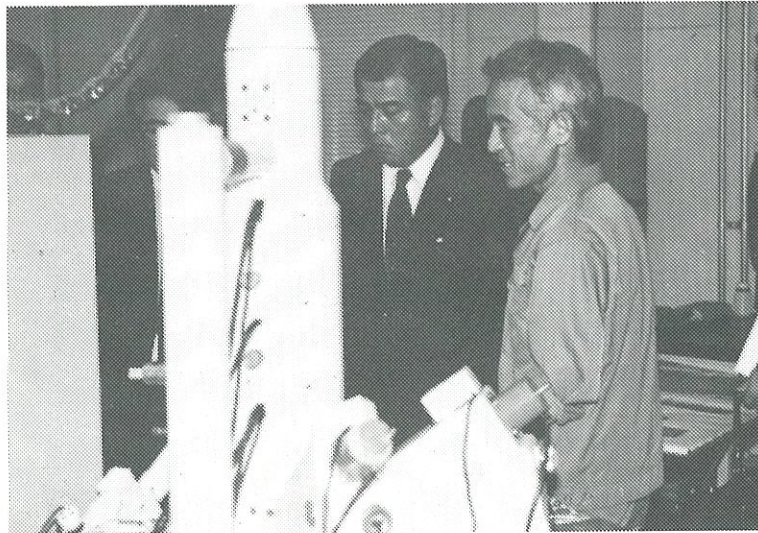
研究員等と御懇談される。

林労働大臣，産業安全研究所清瀬実験場視察  
(昭和61年7月10日)



化学安全実験棟にて

平井労働大臣，産業安全研究所清瀬実験場視察  
(昭和61年9月29日)



機械実験棟にて

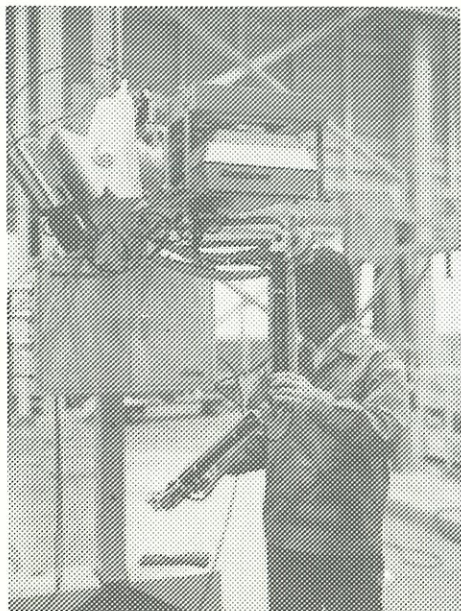
特別研究  
建設工事用小型圧縮空気機械の低騒音化



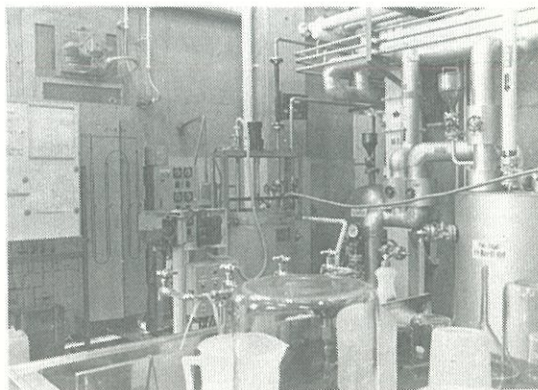
防振型チゼルの制振性能測定

特別研究  
反応性物質による爆発危険性の評価手法

特別研究  
高齢者向け ME 機器の開発, 改善



空気圧式順応型アクチュエータの作動実験



ニトロ化反応における暴走実験

産業安全技術館 2 階建設関係展示室改装  
(昭和 62 年 1 月 23 日開館)

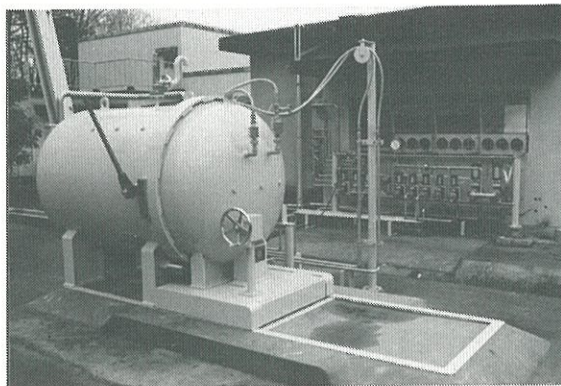


新装展示施設 保護具、土砂崩壊災害防止コーナー



来館者用自立平衡機能、聴覚機能及び視覚機能  
テスト装置の外観

防爆構造電気機器試験施設



昭和 62 年 3 月 20 日清瀬実験場に完成

# 目 次

第1章 総 説	3
1.1 研究活動の概要	3
1.2 組 織	4
1.3 定 員	4
1.4 土地及び建物	4
1.5 歳 入	5
1.6 歳出予算	6
1.7 主要研究施設及び設備	7
1) 施 設	7
2) 設 備	7
1.8 図 書	8
1.9 広 報	9
1.10 その他	9
1) 人事異動	9
2) 表彰等	9
第2章 研究業務	10
2.1 昭和62年度における研究テーマ	10
2.2 昭和61年度における研究成果の概要	12
2.3 研究成果の発表	37
1) 誌上発表	37
2) 口頭発表	39
3) 国際会議、国際研究集会への参加	41
4) 著 書	42
5) 特許	42
第3章 関連業務	43
3.1 産業安全研究所主催行事	43
3.2 行政機関等に対する協力	44
1) 災害調査等に対する協力	44
2) 委員会活動における協力	44
3) 研修講師派遣等による協力	45
3.3 外部機関との協力	46
1) 学協会等における委員会活動	46
2) 技術指導、研究協力等	49
3) 外部機関主催講演会等協力	49
4) 外部機関研究員の招へい	51
5) 外部機関への研修	52
6) 外部機関の研修員の受託	52

---

第4章	産業安全技術館業務	53
4.1	産業安全技術館の活動	53
4.2	大阪産業安全技術館の活動	54
4.3	依頼試験及び検定	55
付	録	56
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の一つであり、わが国における労働災害防止に関する研究の中心的役割を果す国立研究機関として各種の活動を行っている。

当研究所における研究は、あらゆる産業分野において発生する労働災害を対象に、災害現象の解明、防止技術の確立をめざした広範な領域に及んでいるが、災害の動向、生産技術の進展に対応して、行政的・社会的ニーズの高い課題に取り組んでいる。とくに最近では産業用ロボットの導入など機械設備のME化、自動化や高齢作業者の増加に伴う新たな災害危険性に関する対策が要望され、従来のハードウェアを主体とする工学に加え、システム安全、安全人間工学等のソフトウェア技術を含む多角的な安全研究を推進している。また生産技術の高度化に伴い発生する災害の原因も複雑化し、行政当局等の依頼による災害調査も実施している。

研究の成果は、労働安全衛生規則、構造規格、技術指針等の制・改定に際し、直接又は間接的に活用されるほか、関連学協会における研究発表、安全技術講演会及び民間企業に対する技術相談、技術指導等を通じてわが国の安全技術水準の向上に寄与している。

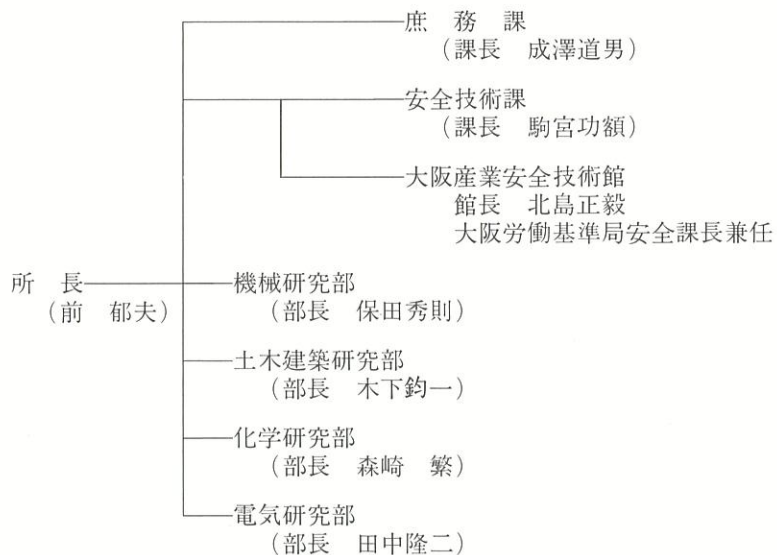
なお、最近では産業安全研究に関する海外諸国の関心が増大しており、先進国及び開発途上国からの来訪者を当研究所へ迎える機会が多くなっており、これを機に情報交換、資料提供を行うなど積極的な国際交流に努めている。

昭和61年度に実施した主要な研究をあげると、特別研究として「仮設構造物の倒壊防止のための力学的評価法に関する研究」（3年計画の初年度）、「反応性物質による爆発火災危険性の評価手法に関する研究」（2年計画の初年度）、「高齢者向けME機器の開発、改善に関する研究」（労働省関連機関との共同研究、4年計画の初年度）、「潜水作業に用いる電気機器の安全化に関する研究」（科学技術庁：海洋開発調査研究促進費、6年計画の最終年度）、「建設工事用小型圧縮空気機械の低騒音化に関する研究」（環境庁：国立機関公害防止等試験研究費、3年計画の2年度）及び「コロナ放電無着火性静電気中和システムに関する研究」（科学技術庁：科学技術振興調整費による重点基礎研究）の6課題があり、それぞれ計画に基づき研究が進行した。また、経常研究として、機械設備の安全化、建設工事用設備の安全化、労働災害の分析と安全管理手法の開発、爆発危険性とその防止、電撃危険性とその防止、機器、設備等に関する安全人間工学等、基礎的研究、応用開発研究に属する継続または新規の約30課題の研究を実施した。

また、当所付属の産業安全技術館においては、常設展示として災害の歴史をはじめ、各種災害の防止技術に係る資料をパネル、実物等により展示し、安全技術の普及、指導に努力を続けているが、昭和60年度に1階部分を“機械の自動化と安全”を主題とする全面改装を行ったのに引続き昭和61年度には2階部分の建設安全関係約280m<sup>2</sup>を改装し、高齢者災害防止コーナー、ビデオライブラリーを新設するなど、新しい展示手法を採用し、内容のより一層の充実と教育効果の向上をはかった。



1.2 組織 (昭和62年4月1日現在)



1.3 定員

(62.4.1現在)

俸給表別	指定職	研究職				行政職 (一)					行政職(二)	合計
		部長等 研究員	室長等 研究員	研究員	計	課長	係長	専門職	一般職員	計	技能職員(乙)	
区分員	所長	9	18	9	36	1	4	1	4	10	1	48

1.4 土地及び建物

(62.3.31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	敷地は大阪労働基準局所属
労働省産業安全研究所清瀬実験場	東京都清瀬市梅園1-4-6	43,466	延10,386	
労働省産業安全研究所大阪産業安全技術館	大阪市東区森之宮中央1-15-10	(832)	延 893	

## 1.5 歳 入

### 1) 依頼試験

区 分	年 度				
	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度
研削盤の研削といしの強度試験	36件	48件	43件	37件	31件
安全靴の安全性能試験	15	7	3	4	2
安全帯の安全性能試験	15	4	4	4	5
パイプサポートの性能試験	0	0	0	0	0
建わくの性能試験	0	0	0	0	0
吊り具の安全性能試験	1	6	5	0	8
研削盤の研削といしの覆の強度試験	0	8	4	1	1
その他の試験	0	1	0	8	0
成績書副本交付手数料	0	0	0	0	0
合 計	67	74	59	54	47
歳 入 金 額	1,493千円	1,425千円	1,183千円	915千円	1,052千円

### 2) 検定

区 分	年 度				
	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度
防 爆 電 気 機 械 器 具 A	24件	1件	0件	0件	0件
"          B	21	2	0	0	0
"          C	14	10	0	0	0
"          D	10	6	0	0	0
"          E	19	27	0	0	0
本質安全防爆構造との組合せ	0	0	2	0	0
更 新 手 数 料	0	0	0	0	0
合 計	88	46	2	0	0
歳 入 金 額	6,574千円	4,832千円	192千円	0千円	0千円

## 1.6 歳出予算

区 分	昭和61年度			昭和62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 225,972	千円 61,633	千円 287,605	千円 230,414	千円 64,476	千円 294,890
研 究 費	40,420	132,846	173,266	40,703	134,554	175,257
経 常 研 究 費	40,420	91,583	132,003	40,703	92,812	133,515
特 別 研 究 費	—	41,263	41,263	—	41,742	41,742
(仮設建造物の倒壊防止のため の力学的評価法に関する研究)	—	21,642	21,642	—	22,369	22,369
(反応性物質による爆発火災危 険性の評価手法に関する研究)	—	19,621	19,621	—	19,373	19,373
依 頼 試 験 ・ 検 定 経 費	745	—	745	745	—	745
産 業 安 全 技 術 館 経 費	—	28,209	28,209	—	28,066	28,066
そ の 他 の 経 費	26,127	62,061	88,188	25,179	59,966	85,145
小 計 (移替予算)	293,264	284,749	578,013	297,041	287,062	584,103
国 立 機 関 公 害 防 止 等 試 験 研 究 費 (建設工事用小型圧縮空気機械 (コンクリートハンドプレー カ)の低騒音化に関する研究)	17,646	—	17,646	13,199	—	13,199
海 洋 開 発 調 査 研 究 促 進 費 (海中における電撃危険性とそ の防止に関する研究)	3,425	—	3,425	3,201	—	3,201
小 計	21,071	—	21,071	16,400	—	16,400
合 計	314,335	284,749	599,084	313,441	287,062	600,503

上記の外、労働省安全衛生部予算（特別会計）に含まれる当所関係経費

61年度	高齢者向けME機器の開発、改善に関する研究（4年計画の1年次）	44,215千円
	産業安全技術館展示施設改装工事費	26,180千円
	防爆構造電気機器試験施設設置工事費	10,085千円
62年度	高齢者向けME機器の開発、改善に関する研究（4年計画の2年次）	53,109千円
	産業安全技術館展示施設改装工事費	25,887千円
	建設安全実験棟（仮称）設置費	639,592千円

## 1.7 主要試験研究施設及び設備

### 1) 施設（特別会計）

施 設 の 名 称	
ガス配合室	配管等爆発実験施設
鋼アーチ支保工実験施設	高圧ガス粉じん系爆発実験施設
安全帯実験施設	粉じん帯電実験施設
高所作業観測施設	運搬建設機械安定度試験実験施設
防爆構造電気機器試験施設	遮音実験室
防爆実験揚重施設	液体攪拌帯電実験施設
多目的反力支持構造物	機械安全システム実験棟
機械実験棟	化学安全実験棟

### 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線回折装置	高温箱型電気炉
圧力容器付耐アーク性試験器	レーザー流速計
自然発火試験装置	デジタルオシロスコープ
500 トン万能試験機	アイマークレコーダ装置
赤外線炭酸ガス分析装置	超音波流速計測装置
データロガー	テレメータシステム装置
マハツエンダー干渉計	熱拡散率測定装置
写真計測処理装置	注意配分力検査装置
レーザー装置	暴走反応熱測定装置
電気油圧式疲労振動試験装置	トラバース装置
仮設構造物多点荷重発生装置	非接触電子光学式変位測定装置
心電波形分析装置	平衡機能測定装置
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
最小着火エネルギー測定装置	地盤破壊演算装置

高压熱酸化解解ガス発生装置 X線マイクロアナライザー 光電測光式発光分析装置 中空ねじりせん断試験機 固体可燃物燃焼特性装置 ハイスピードビデオカメラ	産業用ロボット，モートマン Liow 工業用ロボット，トスマン IX-15 重心位置測定装置 波形分析装置 視点視野測定装置 万能疲れ試験機
--	---

(2) 一般会計

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

1.8 図 書

(1) 単行本

区 分	昭和61年度受入	蔵 書 数
和 書	454	7,198
洋 書	40	1,706
計	494	8,904

(2) 昭和61年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	64
洋 雑 誌	112
計	176

## 1.9 広 報

昭和61年度発行分

刊 行 名 称	刊行区分	発行部数
産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86	年刊	500
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-86, No.1	不定期	500
産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-86	不定期	500
産業安全研究所技術指針 (休刊)	不定期	500
産業安全研究所年報 昭和60年度版	年刊	2,000
安研ニュース '86 Vol.10 No.2~Vol.11 No.1	定期(隔月)	3,600

## 1.10 その他

### 1) 人事異動

発令年月日	新 官 職	氏 名	旧 官 職
61. 4. 1	土木建築研究部	吉田 哲	神奈川県労働基準局横浜北労働基準監督署
	電気研究部	高田 昌幸	新規採用
	庶務課管財係長	野村島美子	労働基準局労災管理課監察係長
	庶務課庶務係	秦 廣太郎	労働基準局労災保険業務室
	庶務課会計係	藤井 敏行	労働基準局労災管理課
	労働基準局安全衛生部労働衛生課	奥村 伸人	土木建築研究部
	大臣官房労働保険徴収課業務第一係長	丹沢 誠治	庶務課庶務係長
	労働基準局労災管理課決算係長	明治 俊平	庶務課会計係長
	大臣官房政策調査部産業労働調査課労務管理第2係長	森 敏子	庶務課管財係長
	労働基準局労災保険業務室	浦橋 武	庶務課会計係
	庶務課会計係	内山 照雄	東京労働基準局中央労働基準監督署
	庶務課会計係	原田 守康	労働基準局労災保険業務室
61. 9.16	労働基準局労災管理課	近藤 圭市	庶務課会計係
61.10. 1	庶務課会計係	半田 和義	福岡労働基準局北九州東労働基準監督署門司支署

### 2) 表彰等

表 彰 名	表 彰 内 容	氏 名
昭和61年度科学技術庁研究功績賞	粉体空気輸送配管中における爆発危険性の研究	松田 東栄

---

## 第2章 研究業務

### 2.1 昭和62年度における研究テーマ

#### 1) 経常研究

##### (1) 機械設備等の安全化

- a. 金属材料の破壊防止 (機械研究部)
  - a) 変動荷重を受ける溶接継手の疲労寿命の評価
  - b) 溶接材及び熱処理材の水環境中の腐蝕疲労特性
  - c) 残留応力がき裂に及ぼす影響のFEMによる評価
- b. 運搬機械の安全化 (機械研究部)
  - a) フレームの剛性を考慮した旋回サークル部のボルトの応力計算法
- c. 高速回転機械の安全化 (機械研究部)
  - a) 特殊研削と石の疲れ強さ

##### (2) 作業環境、保護具の安全化

- a. 作業環境の人間工学的改善 (機械研究部)
  - a) 衝撃騒音の評価法の設定
- b. 保護具の安全化 (機械研究部)
  - a) 安全帽の耐用年数の推定
- c. 高齢作業者を対象とした作業設備等の開発 (土木建築研究部)
  - a) 安全靴のすべりの評価

##### (3) 建設工事用設備等の安全化

- a. 仮設設備の安全化 (土木建築研究部)
  - a) メッシュシートの落下物防護性能
  - b) 足場に作用する風荷重についての三次元数値解析

##### (4) 掘削工事における土砂の崩壊の防止

- a. 土砂の崩壊防止 (土木建築研究部)
  - a) 不飽和土の土質力学的性質に及ぼす初期含水比、締固め方法の影響
  - b) 載荷板の形状が地盤の支持力に及ぼす影響

##### (5) 爆発及び燃焼の危険性とその防止

- a. ガス爆発の危険性とその防止 (化学研究部)
  - a) 爆圧放散孔による爆発の防護
- b. 液相、固相の爆発の危険性とその防止 (化学研究部)
  - a) 引火点と沸点との関係
  - b) 堆積する粉じん爆ごう波の波面構造
  - c) サイクロンにおける粉じん爆発危険性
  - d) アルミニウム及びその合金粉じんの静電気着火の検証
  - e) 反応性物質の官能基別による分解危険性
- c. 化学物質の危険性評価 (化学研究部)
  - a) 化学物質の危険性評価システムの開発

(6) 静電気による危険性とその防止

- a. 静電気による着火危険性とその防止（電気研究部）
  - a) 固液二相系の攪拌・混合時の静電気帯電現象
- b. ME 機器のノイズ防護（電気研究部）
  - a) コロナ放電によって生成されるイオンの制御
  - b) 容量性放電による放射ノイズ特性
  - c) 固液二相系の攪拌・混合時の静電気帯電現象

(7) 電撃危険性とその防止

- a. 送配電線における電撃の危険性とその防止（電気研究部）
  - a) 高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断
  - b) 高気圧環境下における固体有機絶縁材料の耐アーク性
- c. 電場における電撃危険性とその防止（電気研究部）
  - a) 水中の可随限界への長時間暴露の影響・人間の離脱可能性
  - b) 心室細動電流の周波数依存性
  - c) 遮へいによる漏電場の電界緩和
  - d) 水中電撃防止装置の性能評価

(8) 労働災害の分析と安全管理手法の開発

- a. 建設工事における労働災害の分析と安全管理手法の開発
  - a) 災害度数率のばらつきを考慮した災害発生時間数の評価
  - b) CTA の安全管理への応用に関する基礎
  - c) 大規模建設工事における労働災害の発生特性の分析
- b. マン・マシンシステムにおける安全性の評価
  - a) ロボットによる災害を解析するための包括論理モデルの開発

2) 特別研究

(1) 労働省

- a. 高齢者向け ME 機器の開発、改善（機械研究部）
  - a) ME 関連作業における安全性向上
  - b) ME 関連機器の操作方法の適正化
  - c) 順応型マニピュレーティングシステムの開発
- b. 仮設構造物の倒壊防止のための力学的評価法（土木建築研究部）
  - a) 設計荷重、接合部仕様及び施工精度の調査
  - b) ポンプ車によるコンクリート圧送時に足場に作用する振動荷重
  - c) 橋梁工事用コンクリート支保工に作用する荷重
- c. 反応性物質による爆発火災危険性の評価手法（化学研究部）
  - a) 反応性物質製造における蒸留危険性の評価

(2) 科学技術庁

- a. 大陸棚有人潜水技術の研究開発（機械研究部）
  - a) 機械設備等における金属材料の劣化防止
- b. 静電気除電用ルームアイオナイザー（電気研究部）

(3) 環境庁

- a. 建設工事用小型圧縮空気機械の低騒音化（機械研究部）
  - a) 低騒音ブレーカの試作とその総合性能評価



## 2.2 昭和61年度における研究成果の概要

### 溶接継手の疲労き裂伝播挙動に及ぼす残留応力の影響 機械研究部 橋内良雄, 吉久悦二

#### 1. 研究目的

溶接部にはその製作過程において何らかの欠陥が作られる場合が少なくない。このため溶接構造物の疲労寿命は、欠陥からのき裂伝播挙動に支配されるとさえ言われている。本研究では溶接構造物に対する適切な保守・検査期間を設定するための基礎資料を得るために、突合せ溶接板から作製した試験片を用いて疲労き裂伝播試験を行い、試験片のタイプ、寸法および試験片中の溶接線位置が疲労き裂伝播速度  $da/dN$  に及ぼす影響を残留応力との関連で調べた。また、溶接継手の  $da/dN$  に及ぼす残留応力の影響を破壊力学の手法を用いて評価した。

#### 2. 試験片および実験方法

供試材は配管用鋼の STS 42 のパイプであって、このパイプから切出した板に X 開先を付けた後、サブマージアーク溶接を実施した。溶接後、板厚  $B$  を 7 あるいは 25 mm、板幅  $W$  を 50, 100, 200 mm とした CT 試験片と、 $B=7$  mm,  $W=100$  mm とした SEC および CCT 試験片を製作して実験に供した。なお、CT と CCT 試験片では、残留応力分布を変える目的で試験片中の溶接線位置を板幅方向に種々変化させた。疲労き裂伝播試験には電気油圧式サーボ疲労試験機を用いて、荷重振幅一定あるいは応力拡大係数範囲  $\Delta K$  を一定として試験を行った。

#### 3. 実験結果

図 1 は  $B=7$  mm としたタイプの異なる 3 種類の試験片の  $da/dN$  と  $\Delta K$  の関係を示したもので、CCT 試験片では試験片中の溶接線の位置、すなわち  $N$  の値によらず  $da/dN$  は、点線で示す母材のそれとほぼ一致している。一方、SEC や CT 試験片の  $da/dN$  は  $\Delta K > 20$  MPa $\sqrt{m}$  で母材よりもかなり低下しているが、これは溶接線前方の母材に圧縮残留応力が存在するためと考えられる。試験片の板幅と  $da/dN$  の関係について検討した結果、引張残留応力が存在する溶接線からき裂が伝播するときには、き裂開口比  $U$  がほぼ 1 となりき裂先端が負荷と同時に開口するために、 $da/dN$  は試験片の幅に対して不敏感であった。一方、圧縮残留応力場から引張残留応力場に向かってき裂が伝播するときには、試験片の幅が増加する程初期圧縮残留応力場における  $da/dN$  に強い遅延が生じた。試験片の板厚が 7 から 25 mm に増加した場合、試験片の表裏で  $da/dN$

に顕著な差異が認められた。この場合、 $da/dN$  が加速する側は、最後に溶接したためにより強い引張残留応力が存在する Backing side に、遅延する側は常に最初に溶接した Finishing side に対応していた。

溶接残留応力が  $da/dN$  に及ぼす影響を母材の応力比  $R$  の影響と等価であると仮定すると、残留応力場をき裂が伝播する際の応力比  $R_{res}$  (=残留応力を考慮した応力比) は、外荷重による最大と最小の応力拡大係数  $K_{max}$  と  $K_{min}$  に残留応力によって誘起される応力拡大係数  $K_R$  を加算することにより式 (1) で与えられる。

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

ここで、 $K_R$  は CT と SEC 試験片に対しては SEC 試験片のき裂面に集中荷重が作用する場合の解を、また CCT 試験片では中央き裂を有する有限幅のき裂面に集中荷重が作用する場合の解を用いると同時に、集中荷重をき裂面の微小部分に作用する分布荷重に置き換え、分布荷重をき裂面に沿って積分することにより  $K_R$  を算出した。この  $R_{res}$  から、残留応力を考慮したき裂開口比  $U_{res}$  は式 (2) のように表わされる。

$$U_{res} = \gamma + \delta R_{res} \quad (2)$$

ここで、 $\gamma$  と  $\delta$  は実験定数であって、母材の実験結果から  $\gamma=0.82$ ,  $\delta=0.3$  と定めた。以上の結果から、残留応力を考慮した有効応力拡大係数範囲  $\Delta K_{effR}$  は、式 (3) のように表わされる。

$$\Delta K_{effR} = U_{res} \Delta K = (0.82 + 0.3 R_{res}) \Delta K \quad (3)$$

図 2 は、図 1 に示した  $da/dN$  を  $\Delta K_{effR}$  に対して再プロットした結果を示したもので、試験片のタイプや残留応力分布の差異によらず両者の間に良い相関が成立する。

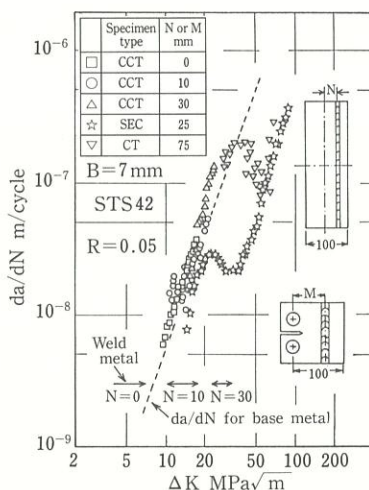


図 1 溶接試験片のタイプが疲労き裂伝播速度に及ぼす影響

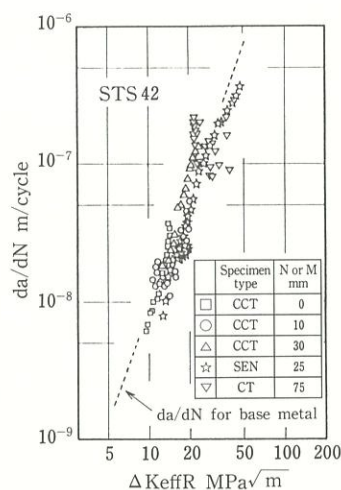


図 2 溶接試験片の疲労き裂伝播速度と  $\Delta K_{effR}$  の関係

構造用鋼の水素ガス中での高応力疲労き裂伝ば特性  
—水素ガス圧力の影響—

機械研究部 田中正清

1. 研究目的

大形の機械・構造物は雨水や海水、水素や硫化水素など、材料にとって有害な環境中で大きな荷重が比較的ゆっくり繰返される低サイクル疲労条件で使用されることが多い。このような条件での部材の信頼性（強度・寿命）を適切に評価し、破壊災害を防止することを目的とした研究の一環として本年度は、構造用低炭素鋼の低サイクル疲労き裂伝ば特性に対する水素ガス環境の0.001~100 atmの圧力の影響を検討した。

2. 試験片および実験方法

供試材は軟鋼SB 42および高張力鋼HY 80の板でこれから低圧用は幅70 mmの中央スリット付き、高圧用は幅35 mmの片側スリット付きの共に厚さ4 mmの平板試験片を作成した。疲労試験は応力比  $R(6 \text{ min}/6 \text{ max})=0.15$ 、荷重繰返し速度  $f=0.5 \text{ Hz}$  の正弦波で実施した。環境の水素ガスの圧力  $P$  は、低圧の場合大気圧槽中で  $\text{N}_2$  との混合ガスとして分圧を0.001, 0.01, 0.1および1 atmに変更し、高圧の場合高圧槽中で1, 10, 31.6および100 atmに調圧した。温度は全て  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  である。高圧槽中でのき裂伝ば速度は破面に形成させたヒーチマークの間隔から測定した。

3. 研究結果

種々の圧力の水素ガス中でのSB 42材の疲労き裂伝ば速度  $dl/dN$  と応係拡大計数変動幅  $\Delta K$  関係を図3に示す。水素中ではき裂伝ばが加速されているが、加速の程度は高圧ほど大きい。加速率  $r$  として乾燥空気中の速度  $(dl/dN)_{\text{Ref}}$  に対する水素中のその比の最大値をとると、 $r$  は  $P$  が0.001から100 atmまで1桁ずつ増すごとに2程度ずつ増大している。また加速の著しい位置は高圧ほど高  $\Delta K$  側に移動している。

HY 80についても同様の圧力効果がみられたが、SB 42に比べると全般的

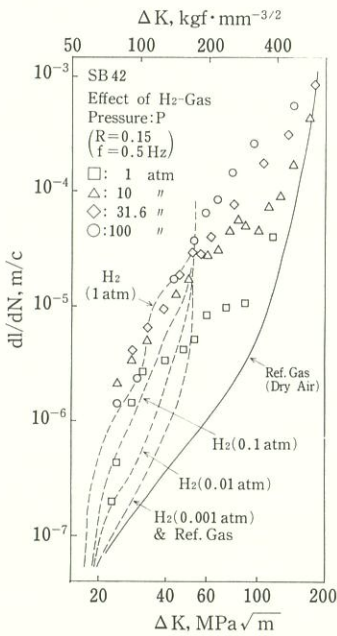


図3  $dl/dN$  に対する水素ガス圧力の影響 (SB 42材)

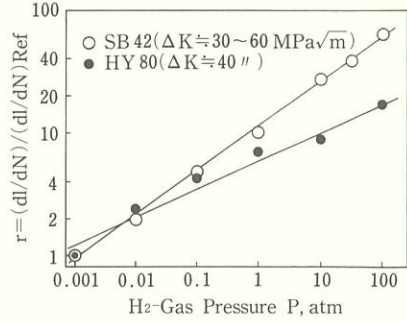


図4 疲労き裂伝ばの加速率に対する水素圧の影響

に加速率は小さい。

図4は両材の加速率を水素圧に対して両対数表示したものである。いずれも実験点はほぼ直線上に並んでおり従って、圧力  $P$  の水素中でのき裂伝ば速度は

$$dl/dN = CP^n (dl/dN)_{\text{Ref}}$$

で表わされる。ここで  $C, n$  は定数であり、それぞれSB 42では、11.2および0.36、HY 80では、5.88および0.22の程度である。

他方、破断面の微視的形態は空気中から0.001, 0.01, 0.1および1しふと水素圧が上昇するにつれて両材とも延性ストライエーションから次第に脆性ストライエーションを含む水素脆性的破面となる(図5 a)。さらに高圧になると高  $\Delta K$  ではディンプルから脆性的破面への変化が生じ(図5 b)、いずれにしる水素圧上昇に伴い延性から脆性への変化が観察される。このような破面形態の変化は前記のき裂伝ば速度に対する影響とよく対応している。

結局、0.001~100 atmの範囲では水素圧が高いほどき裂先端での鋼中への水素の侵入・拡散量が多くなり、それに伴ってその領域での脆化度が増し  $dl/dN$  の加速効果が著しくなると結論できよう。

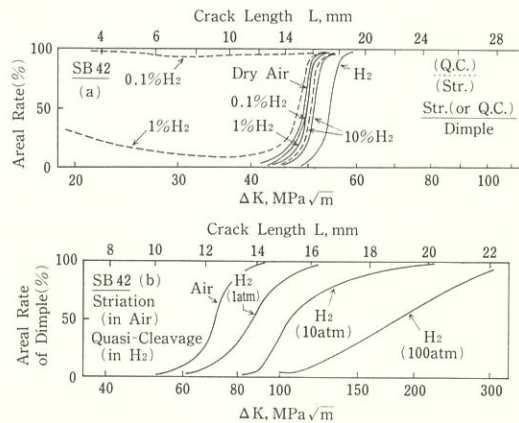


図5 水素圧による破面形態の割合の変化 (SB 42, (a)は低圧 (b)は高圧条件)

## フレーム剛性を考慮した旋回サークル部の ボルトの応力計算

機械研究部 前田 豊

### 1. 研究目的

旋回サークルとは、トラッククレーンなどの上部旋回体（クレーン部分）を支え、旋回させるための機構であり、通常は大きな転がり軸受がこれに用いられている。本研究は、旋回サークルを下部走行体（トラックシャーシ）に固定するボルトの破断事故に端を発するものであるが、現在までに、このボルトに関して次の問題点があることが判明している。

(1) 法的には、このボルトはクレーン等の構造規格にいう“構造部分”には該当しない。したがって、応力等に関する規制は何もなく、設計についてはメーカーに全面的にゆだねられている。

(2) また、仮に通常の構造部材と同様の許容応力を定めようとしても、初期締付け応力を降伏点の70%程度とするボルトであるため、構造規格に定められている値は使用できない。

(3) 従来の設計式においては、“ねじ締結体”としての取扱いに対する考慮が欠けている。

(4) また、実機による応力測定の結果、各ボルトに加わる引張力の分布はトラックシャーシ等、フレームの剛性の影響を受け、特定のボルトに荷重が集中していることが明らかになったが、設計上このことは考慮されていない。

このため、フレームの剛性とねじ締結体としての特性とを考慮に入れてボルトに生じる応力を求めるための計算手法の開発を試みることにした。

### 2. 旋回サークルのモデル化

ねじ締結体では、ボルトに引張荷重、軸受側に圧縮荷重が生じる。これについてはすでに数多くの研究がなされているが、結局のところ、1本のボルトと軸受（被締結物）をそれぞれ1個のばねで表わすことができる。

次に、軸受そのものはリング状をしているので、これを円環と考え、また、フレームの剛性の分布はばねで代表させ、仮想の完全剛体につながるものとする。クレーン自身のジブやつり荷による鉛直方向の力と、それによるモーメントは、この完全剛体を通じて旋回サークルに伝達されるものとする。なお、ここでは、モデルを単純化するため、上部旋回体との結合に使用されるボルトと、下部走行体との結合にしようされるボルトとは同一のピッチで配置されているものとする。以上の状態を表わしたのが図6である。

いま、上記で仮定したばねについて、それぞれのばね定数を  $k_{1i} \sim k_{7i}$  とする。単純化して、ばね軸受等の剛性を考えない場合には、これを1つのばねに合成でき、そのばね定数  $k_i$  は、

$$\frac{1}{k_i} = \frac{1}{k_{1i}} + \frac{1}{k_{2i} + k_{3i}} + \frac{1}{k_{4i}} + \frac{1}{k_{5i} + k_{6i}} + \frac{1}{k_{7i}}$$

で与えられる。鉛直方向の力を  $F$ 、モーメントを  $M$  とするとき、このばね群の中立軸からの距離を  $y_i$  として、

$$M = \sum f_i y_i = C_2 \sum k_i y_i^2$$

$$F = \sum f_i = C_1 \sum k_i$$

から、 $j$  番のボルトに生じる力は

$$f_j = \frac{k_{5j}}{k_{5j} + k_{6j}} \left( \frac{F}{\sum k_i} + \frac{M y_j}{\sum k_i y_i^2} \right) k_j$$

となる。

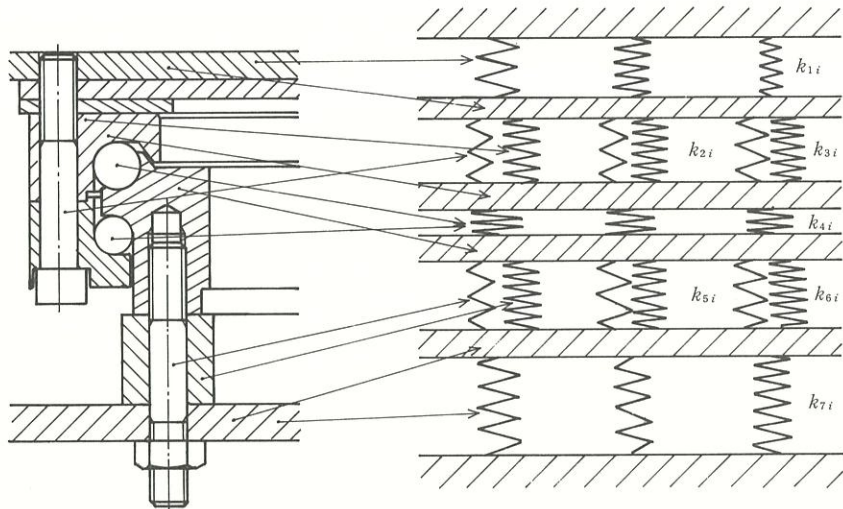


図6 旋回サークルのモデル

## 無人搬送車警告音の評価に関する研究

機械研究部 江川義之

### 1. 研究目的

サウンド IC の普及により、様々な音色の警告音が聞かれるようになった。しかしこの現状が作業者に混乱を与える要因ともなっている。無人搬送車を例に挙げると、走行中と異常停車時の2つの用途に警告音が使われているが、A メーカーの走行時と B メーカーの異常停車時との音色が同じだったりする。そこで無人搬送車の警告音としてのどのようなものがふさわしいか用途別に検討した。

### 2. 現状における無人搬送車の用途別警告音

警告音の3要素、スペクトル分布、音圧レベル、エンベロープ・パターンのうち、スペクトル分布と音圧レベルは騒音にマスキングされないよう設定する要素であるから、用途別の警告音を設定する要素として用いることは出来ない。そこでエンベロープ・パターンを用いて、用途別の警告音の種類を設定することが望ましく、このパターンの相違により警告音は a. 連続音周期性あり、b. 連続音周期性なし、c. 断続音周期性あり、d. 断続音周期性なしの4種類が挙げられること、又、日常よく耳にする警告音について用途別の大まかな分類を行い、この4種類の警告音と組み合わせた類型化を提案した(以上 RIIS-SRR-86, No.1, pp.85-102)。

そこで無人搬送車の用途別警告音についてこの類型化に基づき検討してみると『そのけ型』に該当する。この用途においては走行中常時鳴らす必要があるため断続音は用いず、しかも耳障りを良くするためにも周期性の加工を施す必要がある。無人搬送車の走行時においてこの条件を満たす警告音の種類、[連続音周期性あり]を用いていないものが約20%あった。異常停車時において現状で用いられている警告音の種類は実に様々であった。しかし走行時に[連続音周期性あり]を用いるのなら、これ以外の種類にすべきであり、これ以外でどの種類が適切かということについては、搬送車を走らせている工場内で用いられている他の警告音との関連性において決定されるべきである。

### 3. 無人搬送車における走行時警告音の周期性

走行時警告音である[連続音周期性あり]についてその周期間隔を調べてみた。それによると約60%が200 msec 未満の周期を用いており、これは同じ『そのけ型』に含まれる自動車の後退時の警告音が700~800 msec であるのに比較して極めて短い。そこで走行時警告音の周期間隔について実験を行い検討してみた。

### 4. 実験概要及び方法

走行時警告音とは遠くにある時は小さく聞こえ近づくに従い大きく聞こえるという音の距離減衰特性を利用し

たものであり、周期間隔がこの特性に対して効果的に働かなければならない。そこでその聞こえ方を調べてみると車両がかなり遠くにある場合、鳴っているのは分るが周期音の大きさの変化は感じ取れない。少し近付くと、1周期を単位としてその個々の周期がひとつひとつ大きくなるように聞こえる(以下[デジタル的变化]という)。車両が更に近付いてくると、今度はひとつの周期内における漸増的音の変化まで感じ取れるようになる(以下[アナログ的变化]という)。そこでこれらの音の大きさの変化が識別される周期間隔について検討した。

まず音の距離減衰曲線を3本の線分で近似し、10~4 m における 8 dB, 4~1 m における 12 dB, 1~0 m における 10.3 dB という接近に伴う音圧上昇量 (SP) を求めた。次に各接近距離 (AD) に伴う SP を式 1) に代入し、警告音のひとつの周期内における音圧上昇量 (EP) を求めた。

$$EP = SP / (AD / \text{車速} / \text{周期間隔}) \cdots \cdots 1)$$

上式における車速とは汎用性の多い、90 cm/sec を用いた。実験に用いた周期間隔は 300, 500, 700, 900 msec であり、これらにおいて上述した1周期を単位としたデジタル的音の大きさの変化及び1周期内における漸増的なアナログ的音の大きさの変化が識別されやすい間隔を検討した。

### 5. 実験結果

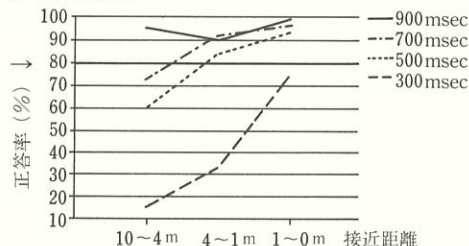


図7 デジタル音圧変化実験結果

図7はデジタル音圧変化実験結果であるが、80%以上の正答率が得られたものを挙げると、900 msec の場合は10 m から、700, 500 msec の場合は4 m から識別出来る結果が得られた。アナログ音圧変化実験結果では、900, 700 msec の場合4 m からの接近で、500 msec においては、1 m まで接近しないとアナログ的音の大きさの変化は識別出来ない結果が得られた。

以上、無人搬送車の走行時の警告音である[連続音周期性あり]の至適周期間隔を求める実験を行った結果、現状において主に用いられている周期間隔200 msec 未満の警告音では、各周期における音の大きさの変化が聞き取りにくく、少なくとも900 msec 程度必要なことが示唆された。その場合、10~4 m の接近においては、各周期をひとつの単位とした音の大きさの変化が感じられ、4 m からさらに接近すると、こんどは各周期内における漸増的音の大きさの変化まで感じられる。

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

機械研究部 橋内良雄, 前田 豊, 吉久悦二  
江川義之, 保田秀則

### 1. 研究目的

コンクリートブレーカの騒音は、排気によるものと打撃、破碎によるものに大別される。そこで今年度はこれら騒音別にその低減を目的として、排気マフラー、防振型チゼル、ピストン等を試作し、その性能評価を行った。

### 2. 実験結果

#### 1) 排気音対策とその効果

排気音は主にオクターブ分析での（500 Hz）バンド以下の周波数の騒音で、この対策としては排気マフラーが一般的である。写真1に試作したマフラーの一部を示す。吸音ダクト型といえるもので、吸音材としてグラスウールが内張りしてある。また打撃等によるブレーカ筐体の振動と共振することを防ぐため、筐体との接合面には高いダンピング特性を持ったゴム材を接着している。

図8は試作マフラーと市販ウレタン製マフラーの騒音低減能を比較したもので、マフラー以外は市販のブレーカをそのまま用いている。全周波数帯域について見ると試作マフラーは市販高性能型より更に騒音レベルが下がっている。排気音帯域の騒音レベルが全帯域のそれと比べてかなり低く、全帯域のレベルは打撃、破碎による騒音に支配されているため、これは主にマフラーの取付け方法の効果といえる。また排気音帯域を見ると、二重式マフラーが最も低いレベル（約83 dB）を示していることから、これに適当な打撃音等の対策を組み合わせると、最も効果的な騒音低減策が得られると予想される。

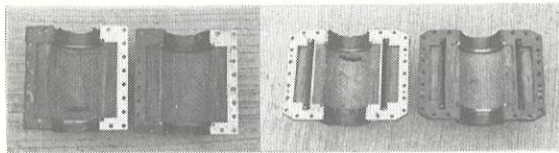


写真1 吸音型マフラー（一重式：左、二重式：右）

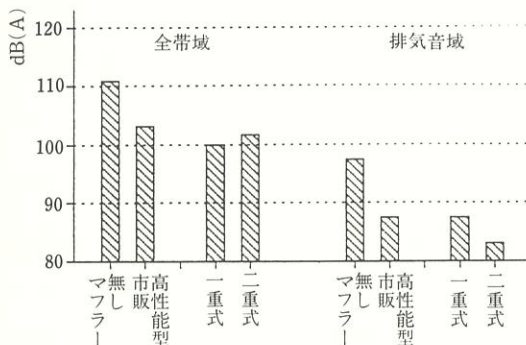


図8 試作マフラーの効果

#### 2) 打撃、破碎音対策とその効果

ここでいう打撃、破碎音とは打撃等に伴う（2000 Hz）バンド以上の周波数の音で、実施対策の主なものとはチゼル、ピストンの防振化である。写真2に試作品を示す。打撃時等に生じる振動の急な減衰による騒音低下を狙ったもので、強度等を考慮して、中央に挿入した制振材料には鉄系強磁性型合金（サイレントロイ——東芝）を使用した。試作チゼル、ピストンの制振性能は、プリュエル・ケアー製2034型FFTアナライザーと8202型インパルスハンマーを用いて、周波数応答関数の半値幅より求めた。その結果、例えばチゼルでは打撃、破碎音帯域の各共振点において市販品の3～10倍の減衰比を示した。

図9に試作チゼルの騒音低減能を示す。制振合金を組込んだ効果は打撃、破碎音域を見れば明らかであるが、二重式マフラー装着時の排気音のレベルに及ばない。しかし、これに試作ピストンを組み合わせると約90 dBに下がる。

#### 3) 試作ブレーカの騒音レベル

図10に試作ブレーカ（二重式マフラー、試作ピストンチゼルを組付け）の騒音レベルを示す。市販のものより13～20 dB低い。このレベルは先に示したように打撃音等に支配されており、更に低騒音化を図るためには制振材の使用法を改良する必要がある。破碎効率との兼ね合い等の難しい問題があるが、次年度の検討課題の一つである。

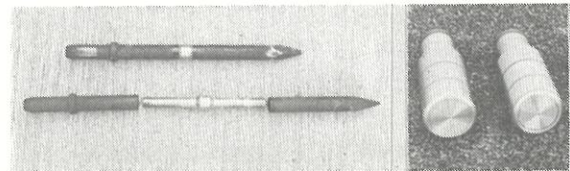


写真2 防振型チゼル、ピストン

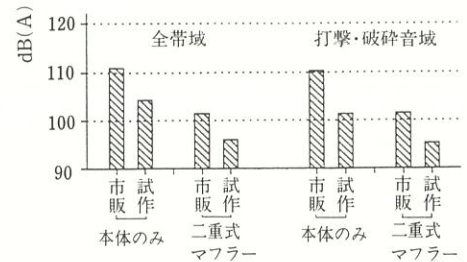


図9 試作チゼルの効果

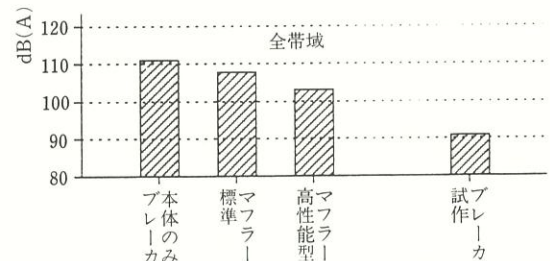


図10 試作ブレーカの騒音レベル

## 安全マットのフェールセーフ化設計

機械研究部 糸川壯一, 杉本 旭  
深谷 潔, 清水尚憲

### 1. はじめに

一般に使用されている安全装置の中には、フェールセーフな構造となっていないものがある。特に安全マットスイッチ（単に安全マットと言う）はその達成が困難とされている。ここでは、「安全制御の論理」に従って安全マットスイッチの構造を明らかにし、そのフェールセーフ化設計を試みる。

### 2. 安全制御の論理におけるセンサ

安全制御ではフェールセーフなインターロックの構成をとる必要がある。これは、許可信号となるセンサ出力と運転命令の積(AND)を制御出力とする図11の構造に抽象できる。いま、 $(S)^1$ 、 $(G)^1$ をセンサ及びゲートの $<1>$ 側の故障、 $(S)^0$ 、 $(G)^0$ を $<0>$ 側の故障とし、また $P^1$ 、 $Ia^1$ 及び $P^0$ 、 $Ia^0$ を故障を含まないセンサ及び運転命令のそれぞれ論理値 $<1>$  $<0>$ とし、出力の論理値 $<1>$  $<0>$ を $f^1$ 、 $f^0$ で表わすと、出力関数は、

$$f^1 = \{Ia^1 \wedge (P^1 \vee (S)^1)\} \vee (G)^1, \quad (1)$$

$$f^0 = Ia^0 \vee P^0 \vee (S)^0 \vee (G)^0$$

と表わせる。誤って運転を開始させる要因 $(S)^1$ 、 $(G)^1$ を発生させない構造とすることがフェールセーフの基本である。そうなれば、

$$f^1 = Ia^1 \wedge P^1, \quad f^0 = Ia^0 \vee P^0 \vee (S)^0 \vee (G)^0 \quad (2)$$

となって、安全センサが正しい時のみ運転が実行されることになる。そのためのセンサは、安全情報を正論理とする構成である必要がある。

### 3. 安全マットスイッチの構造

(2)式に従うと、安全マットは $P^1$ を人間がマットに乗っていない状態となるよう構成しなければならない。しかし、市販のマットはA接点スイッチの構造をとっているため、 $P^1$ を人が乗っている状態として検出している。そのため、接点不良やリード線の断線、電源不良などに対する安全側故障が保障されない。そこで、これまでは違ったセンサを考えなければならない。

### 4. フェールセーフな安全マットスイッチ

感圧ゴムは、ON/OFF型と抵抗値変化型に分けられる。

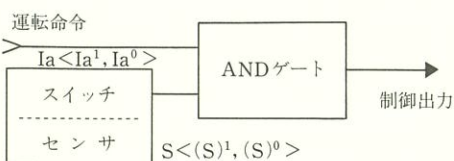


図11 インターロックの構造

ON/OFF型を用いた安全マットはA接点スイッチと等価であり、このままではフェールセーフとはならない。そこで、抵抗値変化型の感圧ゴムによる方式を検討した。

図12は、人間がマットを踏んだ場合の出力信号の概略を示しているが<sup>3</sup>、踏圧出力以外に、短絡・接触不良等の異常、感圧ゴムの劣化に対してもOFF信号を出力しなければならない。これらの異常に対して、上昇側と下降側の両方の特性変化が存在するので、 $V_H$ 、 $V_L$ の2つのレベル検定が必要になる。

図12はレベル検定をフェールセーフなウィンドウ・コンパレータ(W.C.)を用いて行なった例である。いま、アナログ出力 $e$ をレベル順に信号 $<P^0, P^{1/2}, P^1>$ の3値(順3値)に分離し、W.C.の窓を $P^{1/2}$ に設定する( $P^{1/2}$ の入力範囲で出力 $<1>$ を発生する)ものとする。このとき、W.C.の出力 $Z$ は $(S1)^0$ をW.C.の故障出力とすると、

$$Z^1 = P^{1/2}, \quad (Z)^0 = (S1)^0 \vee P^1 \vee P^0$$

となって、故障して $P^1$ 側、 $P^0$ 側のいずれに誤っても出力は $<0>$ 側となる。これにより、対称故障モードのアナログ出力のセンサをフェールセーフにすることが<sup>3</sup>できる。

本研究では、感圧導電ゴム(興国ゴム製)を用いてフェールセーフな安全マットを構成して、現在その耐久試験を行なっているが、このゴムセンサは、カーボンブラックとシリコンゴムの微粒子複合体であり、均一な電流密度と安定した機械的構造となっている。

### 5. おわりに

一般に安全装置は、実用上、高い信頼性を持つことが必要であるが、それだけで十分であるとは言えない。すなわち、安全装置はそれ自身が故障して安全の監視ができない状態となったら、その旨通報し、機械の運転を停止させるものでなければならないことになる。本装置の開発は他の類似のセンサを安全装置に適用する場合の基本的アプローチを示すものと言える。

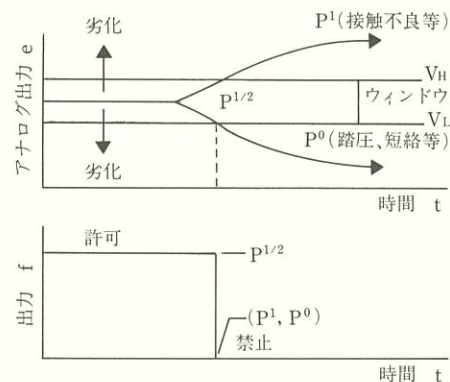


図12 感圧導電ゴムによる踏圧センサのフェールセーフの原理

## 災害発生時間による災害頻度率の変動の評価

土木建築研究部 花安繁郎

### 1. 研究目的

ある期間で発生した災害数を100万労働時間当りの発生数に換算した値は度数率と呼ばれている。度数率に代表される災害発生頻度率は、事業所などでの災害危険性を評価する尺度のひとつとして広く用いられている。この災害頻度率が時間の経過と共に変動する過程を、災害発生時間数を用いて評価する方法について検討を加えた。また、実際に発生した重大災害について、その発生頻度率が変動する様子を明らかにする目的で、発生時間数を用いて分析を試みた。

### 2. 分析内容および分析結果

分析・検討を行ったおもな内容を以下簡単に記す。

(1) 災害発生時間数を用いて災害発生頻度率の変動を調べる統計的な評価は、統計的仮説検定と呼ばれる推論形式によって達成される。すなわち、災害発生頻度率に対してある仮説的命題を付与し、その仮説を災害発生時間数から計算される確率値を基準にして棄却または採択する。この手続きをとおして災害発生頻度率の態様を知ることができる。

(2) いくつかの災害事例をもとに、個々の災害が発生するまでの時間の分布を指数分布、また複数件の災害が発生するまでの時間分布をガンマ分布と仮定した。これらの分布のパラメータは、最尤法などによって災害度数率と関連づけられる。したがって、災害発生時間数を利用して災害度数率の仮説検定を行うことができる。

(3) 仮説検定では、検定を行う仮説(帰無仮説)と、それと対立する仮説(対立仮説)とを設定する。この検定には、帰無仮説が正しいにも拘らずこれを棄却する誤り(第1種の過誤、有意水準 $\alpha$ )と、対立仮説が正しいにも拘らずこれを棄却する(第2種の過誤 $\beta$ )誤りの2種類の統計的判断の誤りがある。

(4) ある災害発生時間数が所与の帰無仮説のもとで稀な時間数であるか否かを調べる有意差検定では、指数分布を用いて検定を行えばよく、わざわざ計算の面倒なガンマ分布を用いる必要はない。ガンマ分布を用いることの利点は、対立仮説が正しいにも拘らず誤ってこれを棄却してしまう、いわゆる第2種の過誤 $\beta$ を小さくすることが出来る点にある。

(5) 仮説検定方式を評価する関数として、あるパラメータ値のもとで帰無仮説を採択する確率を示す作用特性関数や、これを棄却する確率である検出力関数がある。有意水準 $\alpha$ が一定のもとで検出力を最大にする検定方式を最強検定と呼び、とくに棄却域が対立仮説値によら

ない検定は一樣最強検定と呼ばれる。指数分布あるいはガンマ分布を用いた片側検定方式では、一樣最強検定である棄却域を定めている。

(6) 統計的仮説検定で生ずる2種類の判断の誤りの確率を、あらかじめ希望する値の有意水準 $\alpha$ 、および第2種の過誤の確率 $\beta$ 以下に保証するためには、検定方式、それぞれの過誤の設定水準、および判別比(対立仮説値と帰無仮説値との比)などに応じて、ある特定の件数以上の災害発生時間数を用いて検定を行わなければならない。この検定に必要な最小の災害件数は、判別比や過誤の設定水準が小さくなるほど多くなっている。

(7) 検定方式を評価する関数として作用特性関数などのほかに、検定が終了するまでに要する災害件数や所要時間を評価する、平均評価件数関数や平均評価時間関数がある。棄却域を上限値に設定した時間打ち切り方式と、最小必要件数を上限値に定めた件数打ち切り方式とを混合した方式での平均評価件数と平均評価時間数を検討し、図13には平均評価件数を計算した結果を示した。

(8) 逐次確率比検定法によって、統計的過誤を通常の仮説検定法と同程度におさえながら、より少ない評価件数および評価時間で統計的判断を下すことが出来る。かりに一つの逐次検定で仮説の棄却あるいは採択に至らなくとも、いくつもの逐次検定を組合せることにより、全体の動向を把握することが出来る。また逐次検定を行うために用いる(発生件数—発生時間累計曲線)図は、災害発生状況を視覚的に捉えられる利点を有しているの

で、事業所等での災害管理図としても利用できる。(9) 最近発生した、一度に3人以上の死傷者を含む重大災害を逐次検定法などで分析したところ、産業別では商業や接客・娯楽業などのいわゆる第3次産業での災害が、また災害種類別では可燃性ガス爆発災害が増加していることが示された。一方、災害の減少が顕著な産業および種類は、貨物取扱業とクレーン・デリック等による災害であった。

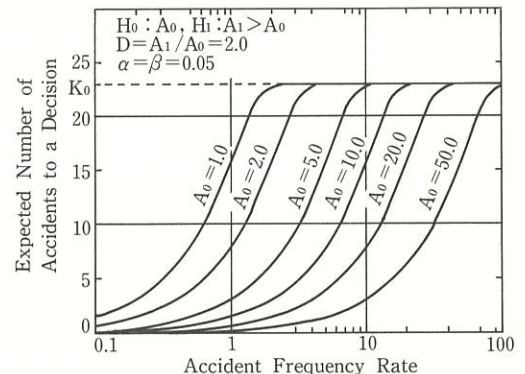


図13 平均評価災害件数 ( $\alpha = \beta = 0.05$ )

# 圧気工事セーフティアセスメントに関する コンピュータ対話型実施システムの開発

土木建築研究部 鈴木芳美

## 1. まえがき

労働省で各種の建設工事セーフティアセスメント指針が作成されている。これらの指針の目的は、施工計画の段階における災害防止対策の推進と安全衛生対策の実施とに対する意識の向上を図ることにある。圧気工事セーフティアセスメントもそれらの中の一つとして、委員会での審議・検討の結果にもとづき昭和60年に作成され公表されている。指針の公表後、実際にアセスメントの実務的な作業を円滑に進めるための具体的な手段・方法について、諸方面からの要望が相次いだ。

一方、現在では建設工事現場における資材管理・計画監視等をはじめとする工程管理や、また工事計画作成段階での諸情報処理に際して、コンピュータの利用（一種のCAD）が著しい進展を見せている。このような状況の下にあっては、工事計画の立案・作成の一部として、セーフティアセスメントの作業が組込まれたシステムの構築が望まれる所でもある。

そこで筆者等はアセスメントの作業実施に関して、コンピュータと対話型でその作業を洩れなく遂行できるようなプログラムの開発を試み、参考に供することとした。

## 2. システムの構成と基本概念

圧気工事セーフティアセスメントの実施にあたっての実際の作業は、指針に示された4つの段階の各々の内容の各事項に従って順次チェックを進めれば格別の問題は無い。そこで、本対話型アセスメント実施システムでは、とりあえず現時点では、指針に示される事項についてのみ、順次チェックを進める形として、それ以外の余分な手続きは一切除外することとした。

すなわち、本システムは将来的には、施工計画の立案作業等と関連を図ったサブシステムとして転用してゆく可能性を有するものの、その際には多少の手直しを必要とすることになると思われる。

しかし本システムでは、アセスメント実施作業者が、VDT画面に表示される入力指示・選択指示のみにしたがって、選択枝（数字）や設問に対する解答（YES：Y, NO：N）をKey inするだけで、必要な作業や手続きを進めかつ終了できるようにプログラムを工夫してある。（図14）

このためコンピュータの知識のない者でも、本プログラムを活用することにより、アセスメントの作業を簡単に遺漏なく遂行することが可能である。

## 3. 処理の流れ

本システムでは、指針の内容に対応させたアセスメント実施作業の業務内容を設定し、各業務の中で必要な作業をさらに細分化し、その各々に対してメニュー画面をあらかじめ用意しておくこととした。これらのメニュー画面を呼び出しあるいは取捨選択し、さらに幾つかのサブモードから必要なサブメニューやプログラムを動作させることにより、順次必要なアセスメントの作業をできるような処理の流れを設定した。（図15）

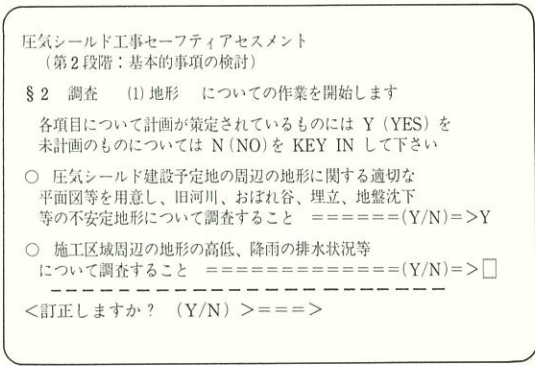


図14 アセスメント作業実行中のVDT画面の例

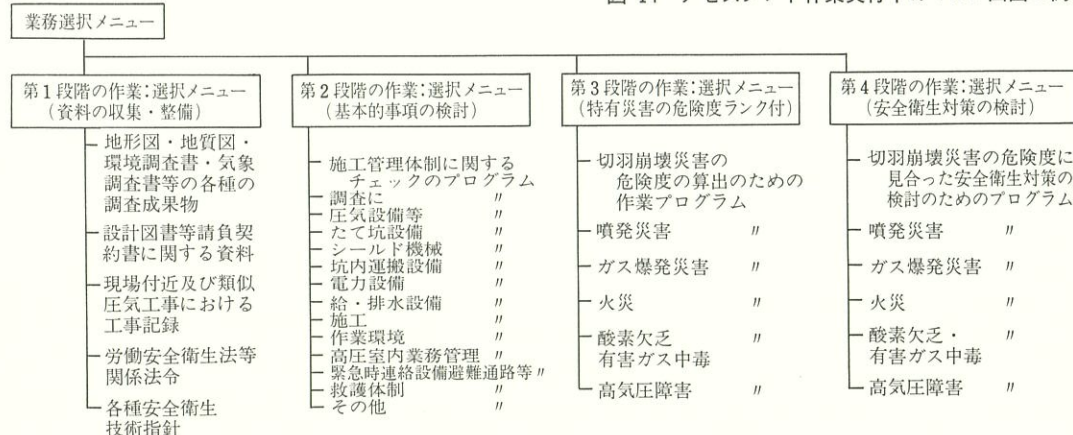


図15 コンピュータ対話型圧気シールド工事セーフティアセスメント実施システムのプログラム構成



## 高齢者の労働災害の調査と分析に関する研究 —建設作業労働者について—

土木建築研究部 永田久雄, 吉田 哲

### 1. はじめに

我が国においては、出生率及び死亡率の低下による人口の高齢化とともに、労働者の高齢化も進行しており、55歳以上の労働者が占める割合は、昭和35年の15%から昭和60年には18%と増大し、更に昭和75年には、23%になると予測されている。

本研究では、高齢化の進行が比較的早いと考えられる建設業に的を絞り、高齢化の様相並びに災害との関連について調査を行った。

### 2. 建設業労働者の高齢化の様相

建設業の労働者人口は、全産業の9.1% (530万人) を占めているが、労働災害による死傷者数は28.7% (74千人)、死亡者数は37.3% (960人) となっている。このうち50歳以上の高齢労働者の災害は、死傷者数の38%、死亡者数の45%を占めている。

労働者の高齢化は、職種により様相を異にしており、なかでも特別な技能を要しない土工や軽作業者では、若年者の流入が少ない反面、高齢者の流入が比較的多いため高齢化の進行が著しく、共に50歳以上の労働者が過半数を占めるに至っており、60歳以上の労働者の割合も土工で14.8%、軽作業者(男)で28.4%と高くなっている。この他、大工、葺工、屋根ふき工などでも、若年者の流入が少ないために、高齢化が進んでおり、最近の10年間で、50歳以上の労働者の割合が約10%増加し、約30%となっている。他の職種でも高齢労働者の割合は増加傾向にあり、建設業においては、若年労働者を引き付けることができないう限り、今後も更に労働者の高齢化が進むと考えられる。

### 3. 建設業の労働災害発生率の年齢による推移

建設業における労働災害発生率は、経験が浅く作業に不慣れた若年者と加齢により心身機能が低下した高齢者、特に60歳以上が高く、年千人率は、全年齢の平均値19.6人に対し、20歳未満の若年者は22.3人、高齢者では、50~54歳が19.9人、55~59歳が22.8人、60歳以上が28.0人となっている。職種別では、大工、土工、左官など建設業全体と同様に若年者で災害発生率が高くなる職種が多いが、鉄骨工や鉄筋工は、加齢とともに災害発生率が増加し、逆に石工では低下している。また溶接工のように年齢によらずば一定の値を示す職種もあり、加齢による影響は職種により異なると考えられる。

### 4. 建設業労働災害の事故の型の年齢別構成

建設業労働災害のうち各事故の型が占める割合を年齢別にみると、若年者の場合、体力や反射神経の良さなど

による影響で、転倒や墜落・転落などの事故の型が他の年齢よりも少なくなっているが、経験不足や安全に関する判断力の甘さなどの影響ではさまれ、こすれ・すりむき・切れなどの型が多くなっている。これに対して、高齢者の場合、経験に基づく判断力の正確さや慎重さなどの影響によりはさまれなどの事故の型が少なくなっているが、体力の衰えなどの影響により、転倒などの事故の型が多くなっている。以上のように年齢により構成割合に差異のみられる事故の型もいくつかあるが、なかでも転倒は年齢による影響が顕著で、全災害に占める割合は、加齢とともに増加している。(図16参照)

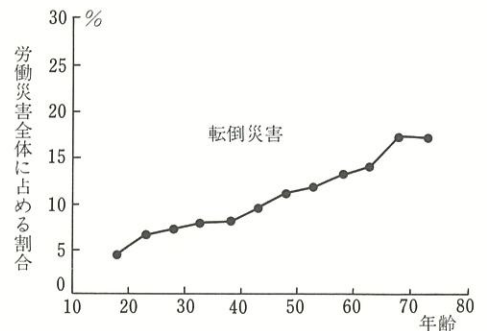


図16 年齢別の労働災害中の転倒災害の構成比

### 5. 高齢者の転倒災害

転倒災害は、河川土木工事、砂防工事、道路建設工事などの土木工事を中心に多く発生している。これらの工事では、傾斜地やぬかるみなど荒れた作業面や通路等が多く、これらが転倒災害の要因となっている。転倒災害に至った原因をみると、滑りやつまづきによる災害が多く(図17参照)、加齢とともに増加傾向にあり、足腰の強さ、反射神経、平衡感覚などの他、床面と靴との滑り具合や作業や通行の妨害となる障害物の有無が災害発生に与える影響が大きいと考えられる。

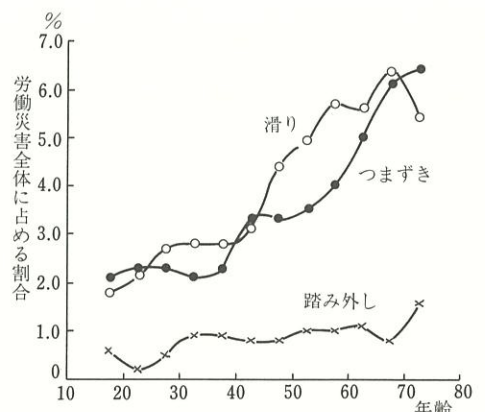


図17 年齢別の転倒災害の要因

鉄骨建方工事における控え索の設置本数についての検討

土木建築研究部 木下鈞一, 吉田 哲  
小川勝教

1. 研究目的

工場や体育館等大スパンを有する鉄骨建家の新築工事現場において、鉄骨の建方作業中、仮組立された鉄骨が倒壊する災害が時折発生している。その原因として、控え索の本数の不足、小屋梁上に鉄骨部材や仮設用材の過大な積載、仮組ボルト数不足などが考えられる。そこで、以下のような条件の下で、仮組鉄骨が安定を保つのに必要な控え索の本数について検討を行ってみた。

2. 計算の対象とした建家の概要

最近の倒壊災害の事例を参考にし、骨組の平面、断面及び基礎部分について図18に示すものを計算の対象とした。骨組はスパン方向はラーメン構造、桁方向は、図19(a)に示すように、梁は両端ピンで柱に接合されていて、柱脚と3Fの柱梁接合部との間に交差した2本の控え索を設置し、柱の安定を保つものとした。

3. 計算方法の概要

計算を実施する際、骨組みには複雑な要素が絡んでいるので、これを整理すると共に、計算を単純化するための仮定条件を与えた。

- 1) 柱の断面寸法は全て同一とする。
- 2) 1及び4通りの構面は、桁方向の水平方向の外力に対し、それぞれ独立に抵抗するものとする。
- 3) 図19(a)に示す桁方向構面の骨組を同図(b)のように控え索の効果をバネに置換する。また、基礎部分は弾性支

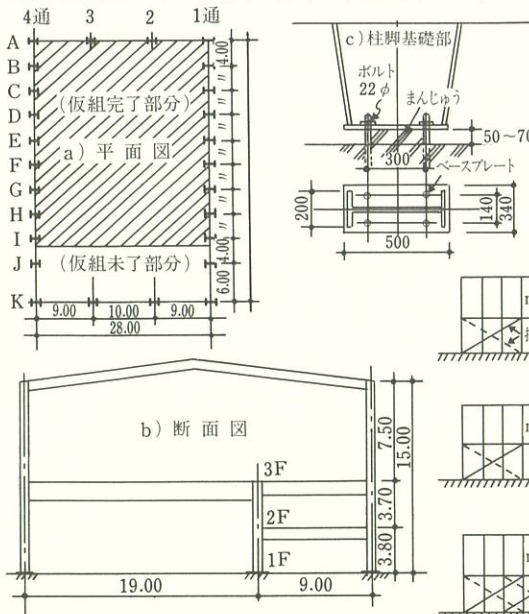


図18 建家の概要

点(材端拘束計数  $\alpha$ )に置きかえ、各柱が梁で連結されていることを考慮し、1本の柱の安定について検討する。

4) バネ定数  $\beta$ は、控え索用の12mm $\phi$ のワイヤロープを現場での作業において用いるときと同様な条件で、これに張力を与えると共に伸びを計測し、通常の控え索の縮め付け状態におけるバネ定数を求めた。また、弾性支点の材端拘束計数  $\alpha$ は1/5の模型実験により決定した。なお控え索の設置組数  $n$ は図20のようにとる。

以上の仮定条件から、柱に関する弾性方程式は、

$$EI \frac{d^3y}{dx^3} = -\{P_1 + w(h-x)\} \frac{dy}{dx} \quad (h_2 < x \leq h)$$

$$EI \frac{d^3y}{dx^3} = -\{P_1 + P_2 + w(h-x)\} \frac{dy}{dx} + 2\beta\delta_2 \quad (0 \leq x \leq h_2)$$

で与えられる。 $P_1, P_2$ は柱頭及び3Fの床高における集中荷重、 $x, y$ は座標軸、 $w$ は柱の自重、 $\delta_2$ は3Fの床高における柱の水平変位量で、境界条件は下記に示す。

- 1)  $x=0; y=0, \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\alpha}{EI} \frac{dy}{dx}$
- 2)  $x=h; \frac{d^2y}{dx^2} = 0, \frac{d^3y}{dx^3} = -\frac{P_1}{EI} \cdot \frac{dy}{dx}$
- 3)  $x=h_2$ ; 上下材の連続条件

3. 計算結果

結果は図21に示す。これより荷重  $P_1, P_2$ が想定されれば、控え索の所要数量を決定することができる。

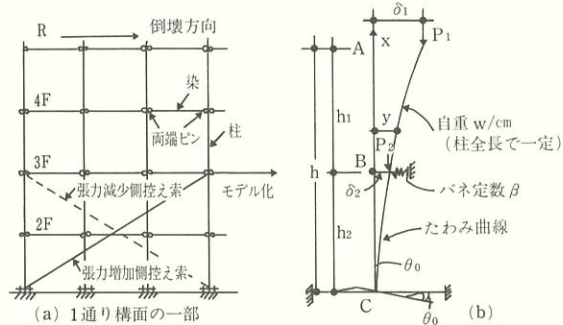


図19 鉄骨柱の桁方向変位のモデル

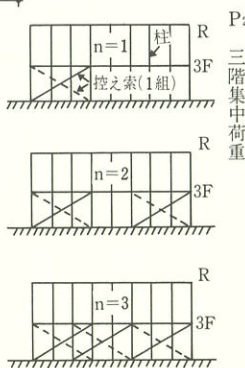


図20 控え索の接地組数

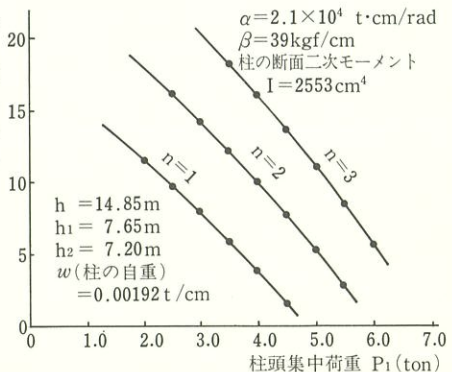


図21  $P_1, P_2$ の限界荷重と  $n$ の関係

メッシュシートに作用する風圧力の三次元数値解析  
一組立中の鉄骨骨組の外周に養生用として張る場合—

土木建築研究部 木下鈞一

1. 緒言

前報においては、メッシュシートを衝立状に立てた場合について、風力係数を数値解析により求める方法を概説し、その結果の一部を示した。また未公表ではあるが、メッシュシートの充実率が小さくなるにつれ、背面の旋回流（後流）の範囲が小さくなり、充実率が0.3以下になると、背面の旋回流がほとんど見られなくなり、風力係数も受風面の同一高さにおいては、ほぼ一樣になることが計算によって求められた。

建設工事現場では、落下物防護対策として鉄骨骨組の四周面にメッシュシートを張ることが行われており、強風対策が必要となっている。本報においては、メッシュシート及び鉄骨骨組に作用する風圧力を把握するため、まずメッシュシートのみ風圧力が作用する場合を扱っている。

2. 計算の方法

数値解析のための基礎方程式及び上流、下流、天空、地表面等の境界条件は、全て産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-32-2 において発表する方法をそのまま利用する。さらに、三次元数値解析のためのアルゴリズムも同様であり、とくに網目に接するセルの数値解析上の扱いは昭和61年度日本建築学会北海道大会において発表する方法によった。セルの分割及び計算領域の広さもほぼ前報と同程度に選んだ。計算対象の受風方向及び寸法は、図22に示した。

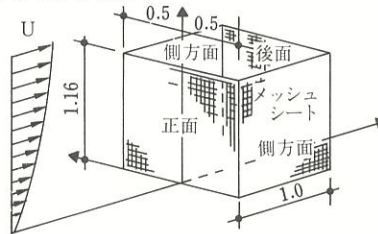


図22 対象の受風方向と寸法

3. 計算の結果

図23には、高さ0.5の水平面上における充実率0.75と0.37の場合のメッシュシート周辺及び内側部分の速度ベクトル図を示す。充実率が小さくなるにつれ、メッシュシートの内側部分の領域の流速が大きくなることかわかる。また図24は充実率 $\phi=0.64$ の場合で、高さ0.5の水平面上及び中心軸垂直断面上の静圧分布を示す。これによると、メッシュシートの内側領域部分を見ると、静圧はほとんど0に近くなっている。また、図25には、 $\phi=0.75$ の場合であるが、メッシュシートの後面及び両側面の風力係数を示しているが、シートのような風を通さないものに比し、かなり小さくなることかわかる。

さらに、図26は、メッシュシートの充実率 $\phi=0.75, 0.72, 0.64, 0.43$ 及び0.37の5種類の場合の正面受風面の風力係数の分布図を示す。これより充実率が小さくなるにつれ、風力係数が小さくなることかわかる。実用的には、この図から、充実率が最も大きい $\phi=0.75$ のときは、 $C=1.2$ 、また、充実率が最も小さい $\phi=0.37$ のときは、 $C=0.6$ 程度に見込めばよい。なお、組立てられた鉄骨に作用する風荷重については、以上の数値解析をもとに、鉄骨骨組のみの荷重を計算する必要がある。

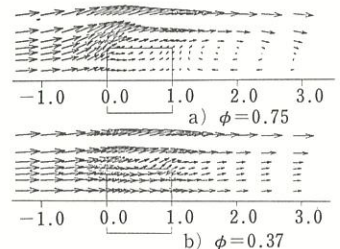


図23 速度ベクトル図

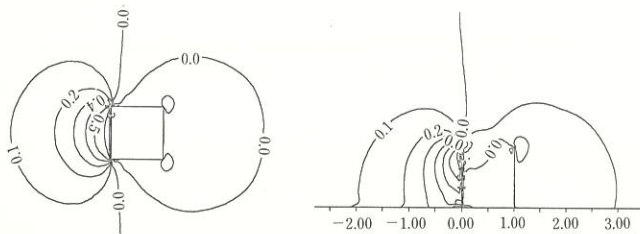


図24 静圧力の分布, a) 水平面分布, b) 垂直断面分布

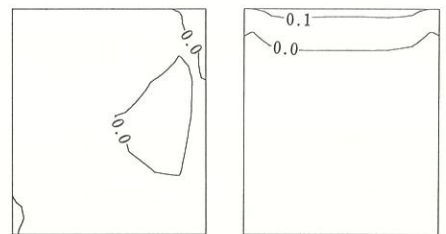


図25 側方向及び後面の風力係数分布

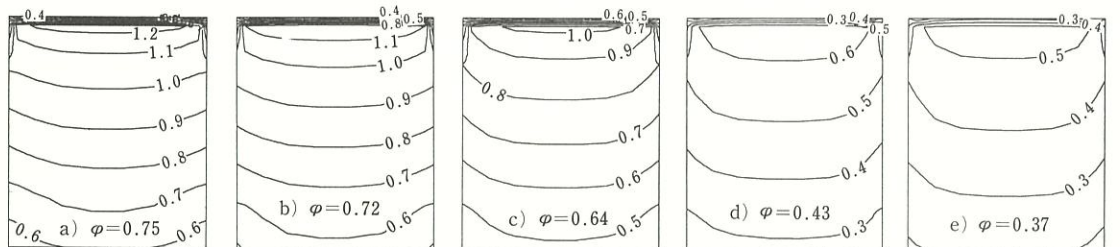


図26 各種の充実率を有するメッシュシートの正面の風力係数の分布図

## 仮設構造物の設計用荷重、骨組等の仕様の現況調査

土木建築研究部 小川勝教, 河尻義正  
中屋敷勝也, 木下鈞一

### 1. はじめに

近年、建造物の大型化、新工法の導入等にもとない、それに付随して仮設構造物も大型化、複雑化してきている。そのためこれら仮設構造物がひとたび倒壊すると、多くの作業者が死傷する悲惨な災害となる。

仮設構造物の倒壊災害件数は、全般的には減少しているが、しかし橋梁などの大規模型枠支保工の倒壊災害はここ数年頻発している。これらの災害原因はいろいろ考えられるが、一つには設計計画時における仮設構造物の安全性の検討が不十分である点を指摘することができる。

そこで、このたび道路橋、鉄道橋の大規模土木工事の大型型枠支保工を対象として、設計現況を把握するための調査研究を実施することにした。

### 2. 調査の概要

#### (1) 調査方法

道路橋、鉄道橋の上部・下部構造の型枠支保工の構造、設計用荷重の設定方法、強度計算方法などを調べるため、東京都の6箇所及び新潟県下の労働基準監督署に昭和57年～59年に提出された計画届のうち、橋梁の型枠支保工に関するもの77件について調査した。

#### (2) 調査項目

主な調査項目は、工事概要（工事期間、橋梁の種類・規模・構造など）、型枠支保工の構造（使用材料及び寸法、支柱及び梁の連けい方法など）、型枠支保工に対する強度計算の概要（設計荷重、応力計算、断面算定）である。

### 3. 調査結果

調査により把握できた点は以下の通りである。

#### (1) 橋梁の種類・構造

道路橋では、上部構造がスラブ橋で下部構造が逆T式のものが多く、鉄道橋では、同じくT桁橋でラーメン式のものが多い。構造は、道路橋では鉄筋コンクリート造、プレストレストコンクリート造が多く、鉄道橋では鉄骨鉄筋コンクリート造が多い。

#### (2) 型枠支保工の構造

施工場所により異なるが、基本的には次の5つの形式に分類することができる。（図27参照）

形式1 枠組み支柱によるもの

形式2 枠組み支柱と組立鋼柱の段組によるもの

形式3 ブラケット上に枠組み支柱を建てたもの

形式4 組立鋼柱によるもの

形式5 H型鋼を組み上げたもの

このうち形式1が約半数を占めている。

支柱の水平変位防止措置としては、大部分が水平つなぎを設けその移動を筋かいにより防止する方法をとっている。また枠組み支柱では、最上層に布枠を設けているものは殆どない。一方、部材の接合部については、接合方法等殆ど明示されていない。特にジャッキやその他の調節材を設けた安全上問題があると思われる箇所については詳細不明のものが多い。

#### (3) 強度計算

a. 設計荷重 自重・積載荷重については、コンクリートの重量のみで部材の重量を考慮しているものは少ない。衝撃荷重については、コンクリート重量またはそれに作業荷重を加えたものに対する比率で定めており、約半数が12.5%を、約1/4が25%を想定している。作業荷重は、作業面積に対し150～500 kg/m<sup>2</sup>と広く分布しているが、このうち150 kg/m<sup>2</sup>が最も多く約4割を、ついで400 kg/m<sup>2</sup>が多く約3割を占めている。また水平荷重を考慮しているものはごく僅かである。

b. 応力計算・断面算定 多くの梁材は、単純梁として曲げ応力と曲げたわみについて、柱材は両端ピンの圧縮材として座屈応力について断面算定している。また筋かい材については殆ど、接合部材については全く計算されていない。強度計算全体を通してみると、計算の対象箇所や部材の選び方、応力計算の方法等の点で丁寧なものがある反面、かなり粗雑なものも見受けられる。

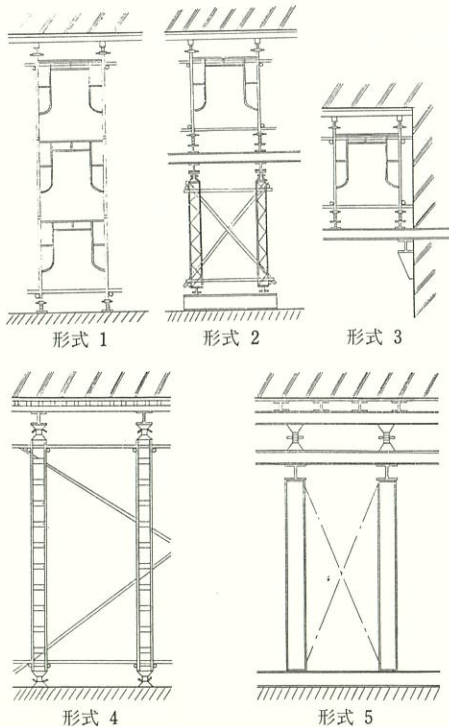


図 27 型枠支保工の構造

# 爆圧放散孔の実用化に関する研究

## —離脱式放散孔の挙動について—

化学研究部 林 年宏

### 1. 研究目的

爆圧放散孔（以下、放散孔という）は、軽構造の装置類を、内部で生じた爆発による破壊から防護するための圧力放出装置である。この一連の研究では、小規模な実験の結果をもとに実用上の放散孔を設計する方法を検討している。破裂膜式放散孔については、単純な形状の容器中で爆発圧力と開口比の関係や、開口比の等しい相似形の二つの容器中で爆発圧力の比と容器内容積の比との関係を導き、昇圧速度の急激な変化を伴わない爆発過程を対象とする放散孔の設計方法を示した。今回は、開口部を覆っておもり（ベントカバー）が爆発圧力によって離脱して開口を生ずる離脱式ベントカバーについて、ベントカバーの重量や開口比の影響についてしらべた。

### 2. 研究方法

実験装置の主要部を図28に示す。内部で爆発を生ぜし

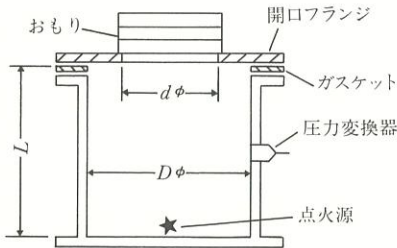


図28 実験装置

表1 実験容器の諸元

容器番号	$D\phi$ (cm)	$L/D$	$d\phi$ (cm)	内容積 ( $\text{cm}^3$ )
1	10.5	1.01	2.0~9.4	923
2	20.5	1.01	3.9~18.3	6,796
3	49.2	1.00	9.4~44.0	93,994

める容器は、表1に示すように直径と高さの等しい三種類の円筒容器である。容器上部は円形の開口を有するフランジとし、この開口をふさぐ形で円板上のおもりを乗せる。（おもりの重量は、実用上のベントカバーの重量とベントカバーを保持しておく力を合算したものに相当する。）容器内に4.5%プロパン-空気混合ガスを満たしたのち点火し、容器内の圧力の時間的変化を記録する。爆発圧力は、密閉容器の場合と同様の経過で上昇するが、おもりの離脱とともに圧力は急激に降下するので圧力ピークを生ずる。このピーク値を発生圧力とする。

### 3. 実験結果

おもりの重量  $W$  と発生圧力  $P$  の関係を容器2について図29に示す。いずれの容器においても、開口比が一定であれば、 $P$  と  $W$  は両対数グラフ上で直線関係にあると

みなせ、また、各容器において、開口比が異なっても直線の傾きには大きな差はない。（開口比が更に減れば、直線の傾きも減るとみられる。また、 $W$  がある値を超えると直線関係が保持されなくなる限界があるが、これは、 $W$  が増せば、最終的には  $P$  が密閉容器中の爆発圧力

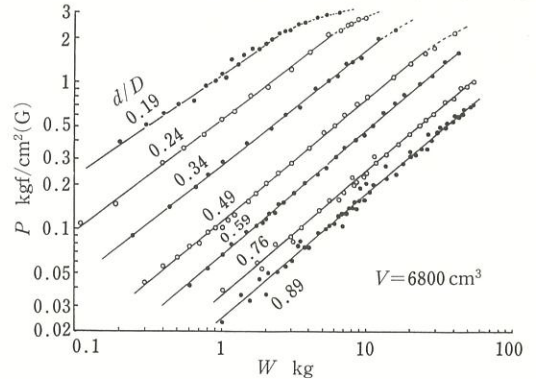


図29 おもり（ベントカバー）の重量と発生圧力の関係に取れんするためである。）図の実線の範囲については、次式が成立するので、ある容器については、 $W$  及び  $d/D$  の関数として  $P$  を表わすことができる。しかしながら、

$$P = K_1 \cdot (d/D)^m \quad (d/D \text{ は開口比, } K_1 \text{ と } m \text{ は定数})$$

$$P = K_2 \cdot W^n \quad (K_2 \text{ と } n \text{ は定数})$$

図の直線の傾きは容器によって異なるので、容器の大きさの影響は破裂膜式の場合のように簡単な形で示すことはできない。

単純な仮定として、 $W$  と  $P$  が釣り合ったときに開口を生ずるとすれば、 $W = Pd^2$  である。二つの容器A、Bにおいて、開口径がそれぞれ  $d_A$ 、 $d_B$ 、おもりの重量がそれぞれ  $W_A$ 、 $W_B$  のときに発生圧力が等しくなるとすると、開口比が等しい場合については次式が導かれる。

$$W_B = W_A \cdot (V_B/V_A)^{2/3} \quad (V \text{ は容器内容積})$$

この式が適用できれば、小さい容器Aの開口部に  $W_A$  のおもりを乗せたときと同じ発生圧力を得るには、大きい容器Bの開口部を覆うベントカバーの重量をいくらにすればよいか算出できる。しかし、実験結果によれば、このようにして求めた  $W_B$  をおもりとした場合には、大きい容器中での発生圧力は予測される値よりもかなり小さくなり、（放散孔の設計という観点からは安全側の結果をもたらすものの）こうした単純な仮定によったのでは容器の大きさの影響を正しく予測できない。この理由のひとつは、（破裂膜式の場合のように瞬時に開口が全開するのではなく）おもりの上方への移動につれて徐々に開口が大きくなることにありと思われるので、この点を更に検討したい。なお、離脱式放散孔は、破裂膜式に比して、発生圧力をより低い値に抑えるのに有効であることを付言しておく。

# 気相～凝相系の二相爆ごう波の伝ば特性 —堆積すす粉じん爆ごう波の伝ば特性—

化学研究部 松井英憲

## 1. 研究目的

最近では、半導体工業やファインケミカルの分野において、シリコンなどのサブミクロンの超微粒子が取扱われるケースが増えている。このような物質では、粉じん爆発のみならず、粉じん爆ごうを生ずる危険性が予測される。ここでは、アセチレンの分解によって生ずる超微粒子(粒径 10～20 nm)のすす粉じんが、管路に堆積した状態で爆ごうを生ずる現象に着目し、種々酸素濃度の雰囲気下での堆積すす粉じん爆ごう波の伝ば特性を明らかにすることにより、このような現象の把握や、爆発災害の予防対策に役立てることを目的としている。

## 2. 研究方法

実験用の爆ごう波管は、全長 6.4 m、内径 28 mm のステンレス鋼管で、点火端から 1.2 m の位置にボール弁を取付け、点火側を駆動部、反点火側を試験部とした。試験部には多数個のイオンギャップ及びピエゾ圧力素子を取付け、火炎面の検知と波面圧力及び速度の測定を行った。すすは従来と同様に、アセチレンの分解爆発によって管内に生成させた。この場合、生成したすすの大部分は管底部に沈降堆積し、一部は管の上部壁にも付着している。爆ごう波の起爆には、駆動部のアセチレン～酸素混合ガスの爆ごう波を用い、試験部では支燃性ガスとして種々割合の酸素～窒素混合ガスを用いた。実験はすべて常温、大気圧下で行った。

## 3. 研究結果

堆積粉じん層では、雰囲気中の気体の流れや圧力波などによって容易に粉じん雲が形成される。そこで何らかの着火源が存在すると、火炎が粉じん雲中を伝ばし、爆ごうへの転移が生じる。ここでは、駆動部の気体爆ごう波を管中の堆積すす粉じん層上に打ち込み、すす粉じん爆ごう波を衝撃波で直接起爆させた。図 30 は、支燃性ガスとして、酸素を種々割合の窒素で希釈したときの、すす粉じん爆ごう波の衝撃波速度の変化を、波面の伝ば距離に対してプロットしたものである。駆動部のアセチレン～酸素の爆ごう波からの衝撃波が、堆積すす粉じん層上の支燃性ガス中へ打ち込まれたときの衝撃波の初期速度は 2,000 m/s 弱であるが、この衝撃波は減衰しつつ管中を伝ばする。この衝撃波によって堆積すす粉じんは支燃性ガス中へ分散され、同時に発火する。すすの燃焼による発熱量と発熱速度が十分大きいと、衝撃波の減衰に打ち勝って衝撃波を加速させ、すす粉じん爆ごう波となって伝ばする。このような爆ごう波の伝ばは、酸素濃度 25% 以上で見られるが、21% では、衝撃波の減衰に打ち勝つ

ことができず、火炎は衝撃波から分離して消滅してしまい、衝撃波は減衰し続けてついには音波となる。

図 31 は、酸素濃度が 40% の場合の堆積すす粉じん爆ごう波面圧力を、管壁の同一断面上の上(A)、中(B)、下(C)の 3ヶ所で測定したものである。この図から、すす堆積層下の圧力のみ過大なピークを示し、その後振動しており、その立上り時間が他の 2ヶ所の圧力波形の立上りから 10  $\mu$ s ほど遅れていることがわかる。このような圧力波形から次のことが推定される。まず衝撃波の到達によってすす層内に圧縮波が進入し、管底で反射してすす層内を上向きに伝ばするが、再びすす層表面で反射し、希薄波となって層内を下向きに伝ばする。これらの圧力波が、気体を含む粉体層中で反射を繰返すことによって、(C)の圧力は過大な振動圧を示す。従って、最初の圧縮波がすす層の上面から管底に達するまでの時間だけ圧力の立上りが衝撃波の到達から遅れることになる。このような圧力挙動は、堆積すす層の厚さと、衝撃波の速度に依存するものと思われる。

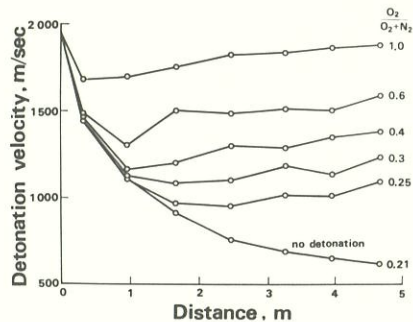
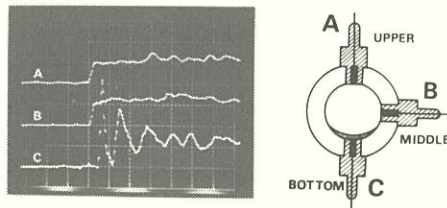


図 30 種々酸素濃度における堆積すす粉じん爆ごう波の直接起爆後の衝撃波面速度変化



$O_2/(O_2+N_2) = 0.4$ ,  $P_1 = 101$  kPa,  $d = 28$  mm  
20  $\mu$ sec/div., 1.4 MPa/div.

図 31 堆積すす粉じん層下で観測される爆ごう波面の過大な振動圧力

## 気体の発火温度の測定

化学研究部 柳生 昭三

### 1. 研究目的

液体および固体の発火温度測定には、ASTMで定められた定温三角フラスコ法が一般に広く実用されている。一方、気体の発火温度測定には、古くは同心管法が用いられたが、この方法は操作が面倒なため、現在ではほとんど実用されていない。そこで、液体用の測定装置に多少の付属品を設置することにより、気体用としても簡易に使用できるように考案し、この方法で得られた若干の気体試料の発火温度の測定結果を報告する。

### 2. 測定方法の検討

装置は液体用として筆者が従来から使用しているものに、図32のような試料気体導入部をあらたに設置して使用した。測定の方法は、種々の条件で得られた予備試験の結果を検討して、データの再現性と妥当性を基本とし、さらに測定の簡易性をも合せ、最終的に次の条件を採用した。三角フラスコ内の挿入管(内径4mm)の下端とフラスコ底面との間隙は3~5mmとし、管の位置はフラスコ中心部より10~15mm側方に寄せた。また、この管のコック以後の内容積が9.5mlであり、測定終了後には内部を空気で置換するので、気体

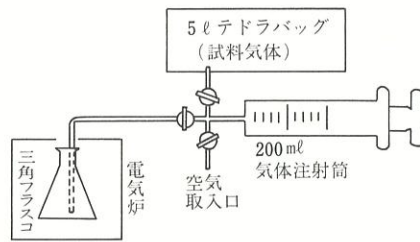


図32 試料気体導入部

導入時のストップ・ウォッチの計測開始時期は、注射筒での10ml押し出し時、すなわちフラスコ中に試料気体が導入され始める時点とした。試料気体の導入速度は、注射筒のピストン操作が手動のため、あまり正確ではないので、ゆっくり(約10ml/sec)と早く(約40ml/sec)の2段階とした。シリンダーのシール材にはワセリンまたはグリセリンを用いたが、ワセリンはシリンダー移動時の抵抗が大きすぎ、グリセリンの方が使いやすい。

測定するには、注射筒にテドラバッグより一定量の試料気体を採取し、これを一定温度に加熱した三角フラスコ中に規定速度で導入し、発火の有無を観察する。発火する場合には発火おくれ時間を計測する。フラスコ温度と気体導入量を変化させて最低発火温度を求め、次いでその時の試料量により温度と発火おくれ時間の関係を求める。このようにして、液体試料の場合とすべて同じ要領で実施できる。

### 3. 研究結果

今回、発火温度を測定した気体は水素、硫化水素、メタン、エタン、プロパン、*n*-ブタン、イソブタン、都市ガスおよびLPGである。図33にプロパンの場合の詳細なデータを示した。

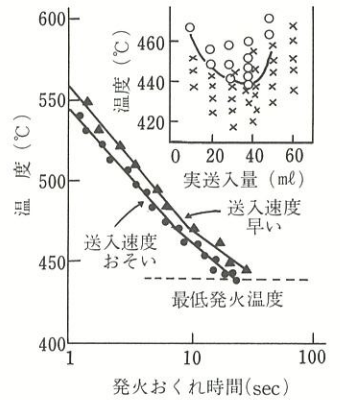


図33 プロパンの発火温度

ところで、液体試料の測定の場合には、フラスコ中への試料導入は常に瞬時に行われるので、導入速度の影響は無視され、従って発火温度に影響を与える因子としては、試料量だけを考えればよかった。しかし、気体試料の場合には図33に見られるように、試料量の他に試料の導入速度もかなり影響することが明確になった。この導入速度については、気体密度が空気より大きい物質は、速度のおそい方が最低発火温度を低下させ、且つ発火おくれ時間を短くする傾向があり、水素とメタンのように気体密度が小さい物質はこの関係が逆になるようである。つぎに、10種のガスの測定結果を図34にまとめて示した。この図に見られるように、温度と発火おくれ時間の関係は、液体試料の場合と同様に、一般に1点で折れる直線として表わされるが、*n*-ブタンは例外である。図中のメタンについては、今回の方法では640℃以下で発火せず、従来のデータと比較して意外であった。しかし、横浜市磯子区の都市ガス(13A)はメタンが95%を占めるにもかかわらず、550℃付近で発火することから、99%以上の高純度メタンは発火しにくいものと考えられた。東京都港区の都市ガス(6B)は水素を約40%含むものである。

しかし、図34の測定結果は同心管法などによる従来からのデータと比較しても、全般的にはほぼ妥当な値であり、ここに今回の方法の実用性が確認された。

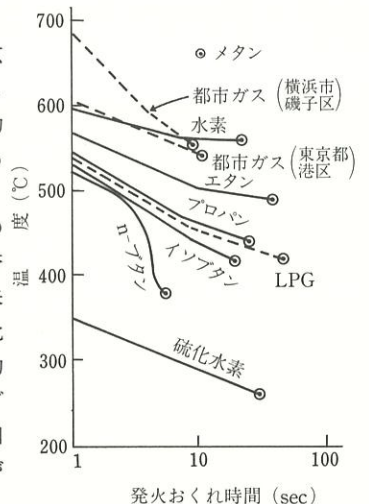


図34 各種気体の発火温度

## 化学薬品類の限界発火温度

化学研究部 琴寄 崇

### 1. 研究の背景

ニトロセルロース等の火薬類、過酸化ベンゾイル等の合成樹脂用の重合開始剤あるいはジニトロソペンタメチレンテトラミン等の発泡剤などに属する薬品類は輸送中または保管中に温度管理の不手際からしばしば発火爆発事故をひきおこすことがある。

これらの薬品類による発火事故を防止するには、それらの限界発火温度（当該薬品の究極的な発火をもたらす最低の雰囲気気温度） $T_c$  値を各薬品について、さらにはそれらの体積や形状等の堆積状況毎に、把握しておくことが基本的に必要なことであり、もしもこの種の温度レベルが個々の場合について知られているならば、それらの値は薬品類を取り扱う際の温度管理上つねに超えてはならぬ上限温度（目安）として役立つこととなる。

$T_c$  値を実験的に測定する方法や計算で求める方法には、世界的にみて、これまでいくつかの試みられてきたものがあるが、当所においても、この  $T_c$  値を SIT（当所で開発した断熱型の昇温過程記録装置）を用いて得られる測定データから従来の諸法よりはるかに容易に求める方法を考案し、これまでこの手法を確立するべく種々の物質につき検討してきた。

本報においては自己分解発熱性物質（熱に対して不安定な化学薬品類は、一般に、ほとんどこれに相当する）についての測定結果を報告することとする。なお、理論や実験法等の詳細については近く刊行される予定の産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86 を参照されたい。

### 2. 化学薬品類の $T_c$ 値算出結果

供試薬品は、Cellulose nitrate, Lauroyl peroxide, *p*-Toluenesulfonylhydrazide, 2,2'-Azobis (isobutyronitrile), Benzoyl peroxide, High test hypochlorite (高度サラシ粉, 70%含有品), 4,4'-Oxybis (benzenesulfonylhydrazide), Dinitrosopentamethylenetetramine の8種類である。

自己分解発熱性物質（ある程度的高温にさらされた場合に自力で発熱を開始し、遂には発火に至るような化学薬品類）は2種類に区別できることがわかった。

一つは、図 35 に示すように、試料が  $T_a$  なる温度の雰囲気中にさらされると、試料温度  $T_s$  は長い間 ( $T_a$  が低いほど長くなる) かかって  $T_a$  に漸近して行き、 $T_s$  が  $T_a$  に一致するや否や急上昇を開始するような発熱挙動を示す種類（仮称 SADT 型）であり、これに属する薬品類の  $T_c$  値を第2表に示す。この表の上欄に示された各時間間隔は当該薬品が当該  $T_a$  の雰囲気中にさらされた時、曝露開始から急速発熱を開始するまでのそれを示している。

もう一つは、図 36 に示すように、試料が  $T_a$  なる温度の雰囲気中にさらされると、 $T_s$  は1~2時間以内に  $T_a$  に到達し、ついで当該  $T_a$  値に対して Arrhenius 的に変動する速度をもって比較的緩やかに上昇して行くような発熱挙動（つまり、Frank-Kamenetskii 的な取り扱いの可能な発熱挙動）を示す種類（仮称 Frank-Kamenetskii 型）であり、これに属する薬品類の  $T_c$  値を第3表に掲げる。この表には、各薬品の、同一条件における、相対的な発火のし易さを示すため、いずれも直径 40.64 cm (16 inch) の円筒状に包装されていると仮定した場合の  $T_c$  値が算出してある。

表 2 SADT 型に属する化学薬品類の  $T_c$  値(°C)

	6 hrs	12 hrs	24 hrs	7 days	30 days	60 days
Cellulose nitrate	95	87	80	60	48	41
Lauroyl peroxide	54	52	51	46	43	42
<i>p</i> -Toluenesulfonylhydrazide	102	98	95	87	81	78

表 3 F-K 型化学薬品類の  $T_c$  値(°C)

2,2'-Azobis(isobutyronitrile)	56
Benzoyl peroxide	67
High test hypochlorite	73
4,4'-Oxybis(benzenesulfonylhydrazide)	78
Dinitrosopentamethylenetetramine	78

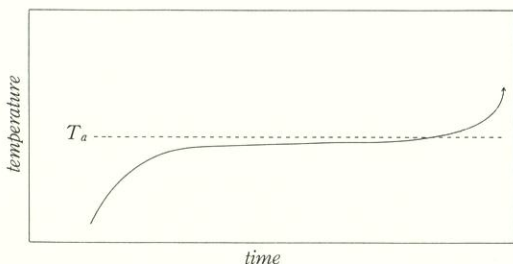


図 35 SADT 型に属する化学薬品類の発熱挙動

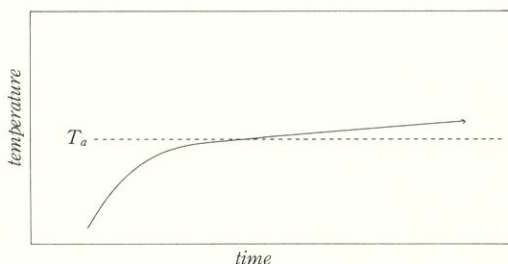


図 36 F-K 型に属する化学薬品類の発熱挙動



## 反応性物質の熱分解特性と化学構造の関係

### —ニトロフェニル酢酸異性体の熱分解—

化学研究部 安藤隆之、森崎 繁

#### 1. 研究目的

反応性物質の分解温度、分解熱等の熱分解特性とそれらの物質の化学構造との関係について把握することにより、実測が困難な物質や新しく開発される物質の熱的危険性を推定、予測することが可能となる。本研究では、種々の反応性物質を化学構造により分類し、その熱分解特性を測定することにより上記の関係についての知見を得ることを目的としている。本年度は、先に異性体による DSC 曲線の変化について報告した反応性物質のうちで、特徴的な熱分解の挙動を示したニトロフェニル酢酸(以下、NPA と略称) 異性体の熱分解機構について検討した結果を報告する。

#### 2. 実験方法

実験は、加圧 TG (熱重量測定) による重量減少率の測定、及び加圧分解炉—質量分析計による熱分解生成ガスの分析を行なった。さらに、ARC (暴走反応測定装置) による断熱条件下での熱分解生成ガス圧力と自己発熱速度の測定を行なった。なお、熱分解生成ガスの分析は、電気炉によって試料を加熱し、生成したガスを四重極型質量分析形に導入することにより行なった。

#### 3. 実験結果

図 37 は、加圧 TG 測定の結果を示したものである。o-および p-異性体が、いずれも 2 段に分離された重量減少曲線を示すのに対し、m-異性体では 1 段である。

図 38 は、o-異性体の場合について、加圧分解炉の昇温曲線と、その過程での分解生成ガスの質量スペクトルを示したものである。融解直後 (A 点) から CO<sub>2</sub> の生成が認められ、温度上昇に伴いさらにその強度が増している (B 点)。これは、m-及び p-異性体においても同様であり、3 種の異性体のいずれについても、分解の初期段階において主として生成するのは CO<sub>2</sub> である。図 39 は、ARC による自己発熱速度及び発生圧力に関する測定結果を、3 種の NPA の異性体について同時に示したものである。o-異性体は、完全に分離された 2 つの自己発熱速度のピークを持つ。圧力は、一段目の発熱の段階で大きく上昇する。p-異性体は、一旦ピークを持った後、自己発熱速度が低下した後、再び上昇してピークを持つ 2 段階の発熱を示す。圧力は、一段目のピークと二段目とでその上昇速度が異なっている。一方、m-異性体では、o-及び p-異性体と異なり、自己発熱速度は単一のピークをもち、圧力も一様な上昇を示している。以上に示した結果から、o-及び p-異性体においては、初期の CO<sub>2</sub> が分解生成ガスとして解離する反応が後続の反応を引き起こすのに十分な

反応熱を放出しないため分離された 2 段階の発熱を示すのに対して、m-異性体では、初期の反応と後続の反応が並行して起こるため、発熱ピークが 1 段になっているものと考えられる。

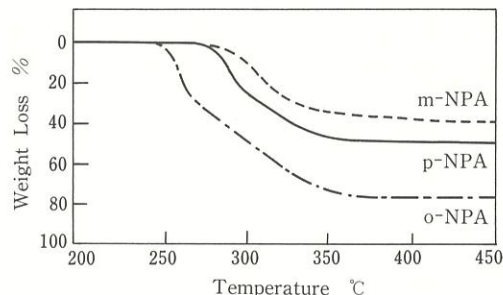


図 37 加圧 TG 曲線

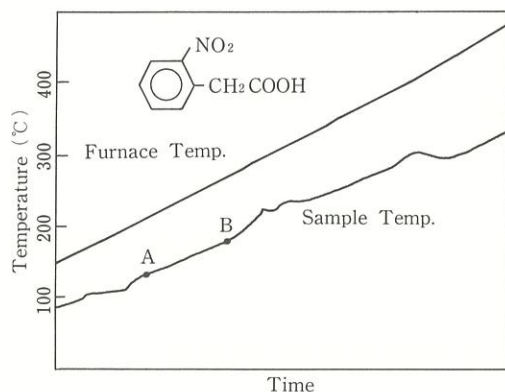


図 38 o-異性体熱分解時の質量スペクトル

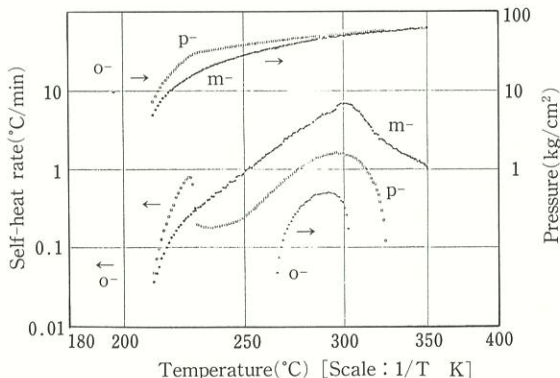


図 39 ARC による自己発熱速度と発生圧力

## 反応性物質製造プラントの危険性評価に関する研究

化学研究部 林 年宏, 琴寄 崇

松井英憲, 松田東栄, 安藤隆之, 森崎 繁

### 1. 研究目的

近年、危険性が十分に解明されていない物質や反応方法を用いて物質を製造する化学工程における爆発・火災等の災害が発生している。こうした危険な条件下での製造工程の安全化をはかるために、この研究では、二年計画で、主としてバッチプロセスにおける反応暴走の生起条件と暴走反応の検出・制御、反応系の暴走危険性の評価手法などについて検討する。

### 2. 研究方法

暴走反応の研究に用いる装置の主要部分を図40に示す。反応器容量は約20リットルであるが、反応物質の供給、冷却、攪拌、温度制御などの方法は、実際のバッチ方式プラントとほぼ同様である。しかし、装置材質等の制約上、反応器内温度が80℃を超えた場合には、反応器

内容物をブローダウンさせることとしているため、反応暴走の初期段階の挙動しか観察できない。

本年度は、ベンゼンを硫酸と硝酸によってニトロ化する反応について、暴走反応の現出する条件をしらべた。冷却及び攪拌が正常に行われている場合には、毎秒10 cm<sup>3</sup>以下の混酸供給量では反応の暴走は生じないので、冷却を停止した場合について検討した。95%硫酸と61%硝酸を原料として、混酸中の硫酸分の濃度を变化させたところ、硫酸分が80%以上の場合には、10~30分のうちに暴走反応を生じたが、硫酸分70%では1時間以内には反応は暴走しなかった。この実験装置では、冷却水量や攪拌の程度の影響を調べることはできるが、厳密な熱収支の検討には難があるほか、反応の究極段階をしらべることができないので、今後は、内容積1リットル程度の内部を観察できる反応器を用いて研究を続けるとともに、微量の物質を反応させてその反応系が暴走する危険性を評価するための装置及び手法を開発する予定である。

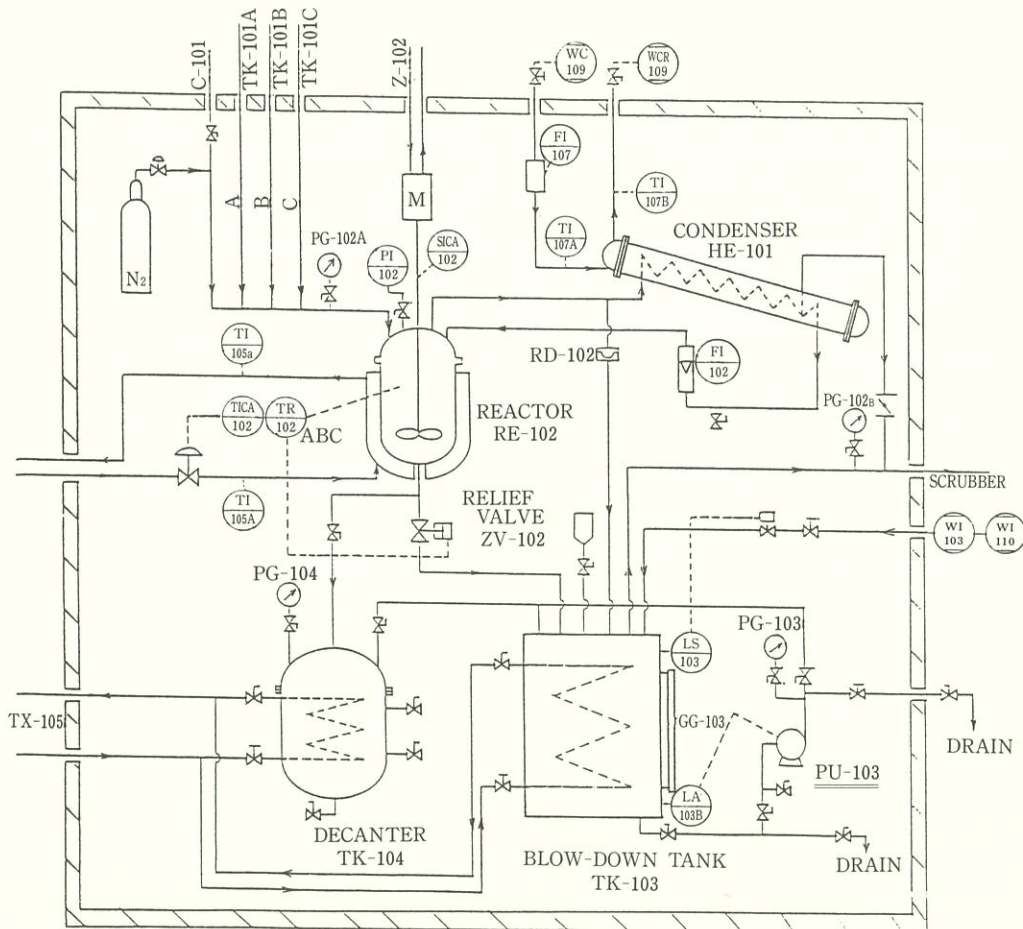


図40 暴走反応試験設備主要部

## 水中の可随電流とリスク半径

電気研究部 山野英記, 本山建雄, 田中隆二

### 1. 研究目的

陸上の電撃の強さはしばしば電流を尺度として表わされる。しかし、水中の電撃については電流はあまりよい尺度にはならない。水中では、漏電部分から水中に流出した電流の一部しか生体流れず、またその値は一般に知ることができないからである。しかし、電流は回路的には重要な変数で測定等も比較的容易であることから、水中電撃の許容限界を電流で表わすことは実用上重要と考えられる。

ここでは、漏電部分を、無限媒質中の球のモデルで与え、可随電流（随意運動の可能な電流の限界）を推定した。このときの可随電流は漏電部分から人間までの距離の関数となる。また逆に、同様のモデルから、流出電流が与えられたときにダイバーの接近が許される最小の半径、すなわちリスク半径を試算した。リスク半径は水中の電気設備等に防護柵を設けるときなどに必要となる。

### 2. 水中の可随電流

先の研究において、水中の均一電界中の可随限界は2.5 V/mと推定された。また、Dalzielたちの報告から、陸上の電撃の可随限界(離脱電流)は5 mAとされることが多い。これらの結果から、水中の可随限界について次の二つの原則が導かれる。すなわち、

a)  $E_t = 2.5 \text{ V/m}$  とおくと、 $E \leq E_t$  を満足する水中の電界  $E$  は許容される（随意運動を妨げない）。

b)  $I_t = 5 \text{ mA}$  とおくと、 $I \leq I_t$  を満足する流出（または故障）電流  $I$  は許容される。

これらの原則はいずれも十分条件なので、いずれか一方が満足されればよい。

いま、漏電部分を、導電率  $\kappa$  の無限媒質中の球のモデルで表わし、人間は球の中心から距離  $r$  の点（球の外）までしか接近できないものとする。条件 a) を使えば、このときの可随電流  $I_a$  は次のように求められる。

$$I_a = 4 \pi \kappa E_t \cdot r^2 \quad (1)$$

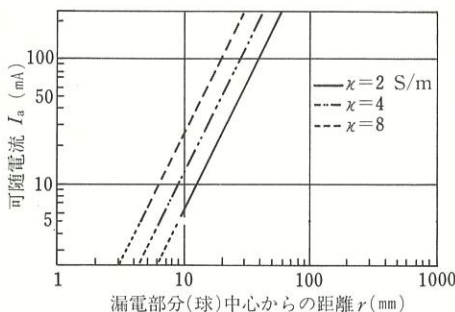


図 41 可随電流  $I_a$  と接近限界半径  $r$  との関係

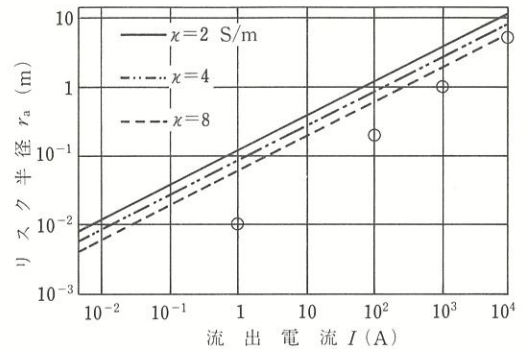


図 42 リスク半径  $r_a$  と流出電流  $I$  との関係  
○は文献1)による値を示す。

また、上式の電流が  $I_t$  以下となるほど  $r$  の小さい場合には、条件 b) に従って、 $I_a = I_t$  と置く。

3.5%の塩水の導電率  $\kappa$  (S/m) と水温  $T$  (°C) との関係は、 $\kappa = 3 + 0.1 \cdot T$  で与えられるので、温度  $T = 0 \sim 40^\circ\text{C}$  としても、海水の導電率  $\kappa$  は、2~8 S/m (平均 4 S/m) の区間にあるものと推定される。これらの数値を代入して、球の中心から半径  $r$  の領域に人間が入ることのない場合の可随電流との関係を求めると図 41 のようになる。式(1)の  $I_a = 5 \text{ mA}$  となる  $r$  の値は  $\kappa = 2, 4$ , 及び 8 S/m のときそれぞれ  $r = 8.9, 6.3$ , 及び 4.7 mm となった。

条件 a) から求めた  $I_a$  は境界条件によって変化し、例えば水面近くのような半無限空間では2分の1に、4分の1空間では4分の1に減少する。その他、人間の後ろに導電率の高い金属のある場合など、境界条件の異なる場合には注意を要する。

### 3. リスク半径

漏電部分から流出する電流の最大値はあらかじめ見積もることのできる場合も少なくない。(流出電流は、故障電流に限らず、電気防触装置などの場合のように正常時に流出する電流も含む。)と同様に、漏電部分を、導電率  $\kappa$  の無限媒質中の球のモデルで表わすと、流出電流  $I$  とリスク半径  $r_a$  との関係は次のように求められる。

$$r_a = \sqrt{\frac{I}{4 \pi \kappa E_t}}$$

図 42 に、リスク半径  $r_a$  と流出電流  $I$  との関係を示す。また図 42 に、文献1)によるリスク半径(Safe distance)も示した。文献1)では、流出電流が 100 A 以上のとき 0.2 s, 1 A のとき 1 s と流出電流の持続時間も制限されている。リスク半径  $r_a$  も、半無限空間では  $\sqrt{2}$  倍に、4分の1空間では2倍に増加する。

文献 1) CIRIA, "Code of practice for the use of electricity under water", London, 1982

## 潜水作業用電気機器の安全装置の開発 —対地抵抗監視型水中用漏電遮断器の試作—

電気研究部 本山建雄, 山野英記, 田中隆二

### 1. 研究目的

近年, 技術の進歩に伴い, 水中において電気を使用する機会が増えている. また, 最近では海洋牧場においても電気の使用が試みられている. 水中は電気機器の絶縁にとって劣悪な環境であるばかりでなく, 水中において電撃をうけると溺死など死に到る危険性が大きい.

本研究の目的は, 水中における電撃の防止方法を開発することである. ここでは, その一つの方法として, 水中用漏電遮断器を試作し, 試作した装置の特性が水中電撃の防止に有効であることを示す.

### 2. 試作した水中用漏電遮断器の概要

試作した水中用漏電遮断器 (以下, 遮断器と記す) は, 中性点高抵抗接地方式の回路 (線間電圧 100 V, 接地抵抗 20 k $\Omega$ , 線路の対地キャパシタンス 1  $\mu$ F 以下) に適用し, その検出回路は接地抵抗と接地極との間に取付けられる.

試作した遮断器は, 写真 3 に示すような外観をもつものであり, その基本構成は図 43 に示すように漏電検出回路と遮断部 (MC) からなる. 漏電検出回路は, 直

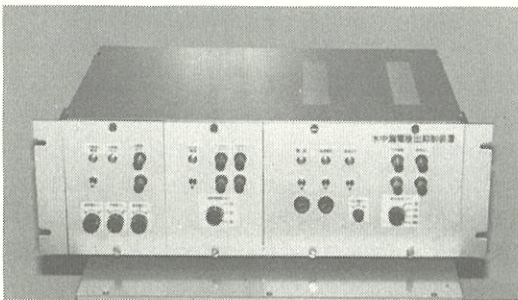


写真 3 水中用漏電遮断器の外観

流電圧重畳用電源 (10 V), 交流電流バイパス用コンデンサー C (500  $\mu$ F), 検出用抵抗  $R_d$  (300  $\Omega$ ), 低域通過型フィルター (-36 dB/oct,  $f_c=12$  Hz, ステップ応答時間 40 ms, 利得 10 V/300 mV) およびコンパレータからなる. 漏電時において  $R_d$  で検出される地絡電流は交流の零相電流と電路の対地抵抗に対応する直流の地絡電流から成り, 低域通過型フィルターはこの直流の地絡電流を抽出するものである. コンパレータは抽出された直流の地絡電流が設定値以上になったとき, 遮断部を動作させる信号を出力する.

試作した遮断器は, 電路の絶縁劣化の監視ができること, 負荷的な漏電が主となる二線地絡漏電のかかなりの部分を検出できること, 漏電の検出に及ぼす電路の浮遊容量の影響が小さいことなど, 水中漏電の検出にとって有利な特徴をもっている.

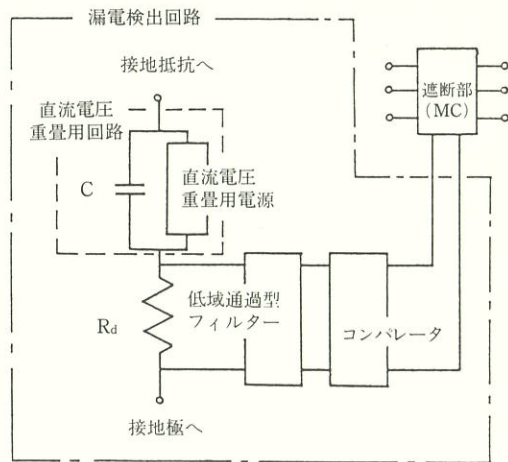


図 43 試作した遮断器の基本構成

### 3. 試作した遮断器の特性

試作した遮断器の特性を表すものとして, 漏電が発生してから電路を遮断するまでの時間, すなわち遮断時間および安全側に誤動作する対地抵抗の範囲が考えられる. 安全側の誤動作はフィルターの過渡的な特性によるものであり, 地絡電流に含まれる交流電流が大きいくほど, また電路の浮遊容量が小さいほど大きくなる.

試作した遮断器の特性として, 地絡電流の時間に対する変化が小さい条件のもとで, 対地抵抗が 20 k $\Omega$  以下となったとき漏電として検出するように, また 21 k $\Omega$  以上となったとき漏電として検出しないように, 試作した遮断器を設定したときの特性の一例を表 4 に示す. これは一線地絡漏電を模擬した回路 (電路の対地電圧 50 V, 対地浮遊容量は十分に小さい) においてスイッチにより漏電を発生させ, 観測した結果を対地抵抗が 10 k $\Omega$  以下および 20 k $\Omega$  以下における遮断時間の最大により, また安全側に誤検出することもある

対地抵抗の最大によりまとめたものである.

表 4 の条件において, 試作した遮断器の対地抵抗 10 k $\Omega$  以下 (一般の漏電において 10 mA 以下の地絡電流に対応する) における遮断時間は 100 ms 以下である. また, 特別の条件での漏電を除き, その他の実験結果の検討からも同様の結果が得られている.

陸上用の感電防止を目的とした漏電遮断器の感度が 30 mA, 遮断時間が 100 ms 以下であることから, 試作した遮断器は水中の感電防止に使用できるものと思われる.

表 4 水中用漏電遮断器の特性

遮断時間の最大
1) 対地抵抗 $\leq 10$ k $\Omega$ ..... 86 ms
2) 対地抵抗 $\leq 20$ k $\Omega$ ..... 106.5 ms
検出されることもある 対地抵抗の最大
..... 34 k $\Omega$

## 水中用漏電遮断器の電撃死防止効果の試験

電気研究部 山野英記, 本山建雄, 田中隆二

### 1. 研究目的

DC による対地抵抗監視型的水中用漏電遮断器を開発・試作した。この方式の重要な特徴は 2 線地絡の検出が可能なことである。2 線地絡においては、陸上の電撃の許容電流に比し非常に大きい故障電流が水中に流出する。ただし生体を通ずる電流はその一部であるが、その値を正確に知ることは困難である。このため、この種の安全装置で電撃死を防止できるか否かがはっきりせず、実験的な検証が必要となる。本研究の目的はこのような検証を行なうことである。

### 2. 試験方法

図 44 に試験方法の概要を示す。図の試験用回路は、電源から、試作した漏電遮断器を通じて、模擬負荷（ランプバンク）に至る正常な回路の模型と、これから水中の電極に至る模擬地絡回路とで構成されている。試験では、地絡スイッチを投入して模擬地絡事故を起こし、試作した漏電遮断器が作動した後のウサギの状態を観察する。試験は同じ条件下で 50 回繰り返す、また比較のため漏電遮断器の作動しない場合についても試験した。

電源は、高抵抗を介して中性点を接地した、いわゆる高抵抗接地方式である。接地抵抗は  $20\text{ k}\Omega$  とし（片側の抵抗はいずれも  $40\text{ k}\Omega$ ）、電源電圧は AC  $50\text{ Hz}$ 、 $100\text{ V}$  とした。接地抵抗と水中の接地極との間に試作した漏電遮断器の検出回路が挿入されている。

試作器自体の動作特性等については別報で述べたが、その検出回路において電路—接地極間に印加する直流電圧は  $10\text{ V}$  に、漏れ抵抗の検出感度は  $20\text{ k}\Omega$ （これ以下で検出される）に設定した。試作器の遮断回路には定格  $200\text{ V}$ 、 $200\text{ A}$  の MC（電磁接触器）が使用されている。

漏電遮断器の作動しない場合の電撃の持続を一定時間

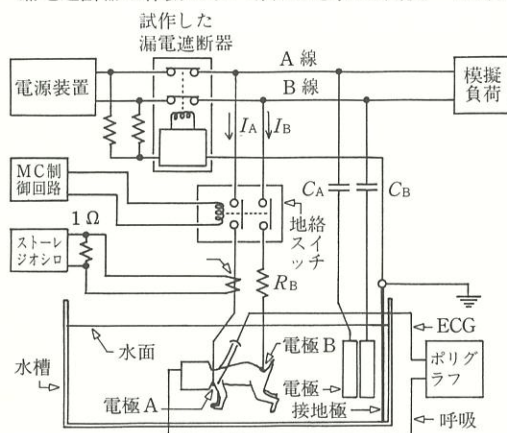


図 44 試作器の電撃死防止効果の試験方法

に限定するため、また実験の安全を計るため、地絡スイッチ (MC) はタイマーで制御してスイッチの ON 状態の持続時間が一定 ( $3\text{ s}$ ) になるようにした。

回路の A 線から地絡スイッチを経て水中に至る（模擬地絡用の）線の末端の電極 A はウサギの胸骨の上部に取り付け、また B 線からの線の末端の電極はウサギの臀部（尾の付け根の上側）に取り付けた。電極 A は  $30\text{ mm}\phi$  の、電極 B は  $50\text{ mm}\phi$  の銅の円盤である。

A 線と電極 A との間の抵抗  $R_A$ 、及び B 線と電極 B との間の抵抗  $R_B$  は回路（A 線・B 線）の漏れ抵抗（絶縁抵抗）に対応する。水の抵抗は、例えば電極 A・B 間で約  $2\Omega$  であった。試験は、 $R_A=0$  で一定とし、 $R_B=0, 10, 100\Omega, 1, 10,$  及び  $20\text{ k}\Omega$  の場合について行なうこととした。

またこれらの地絡回路とは別に、回路の対地キャパシタンスを模擬するため、A 線・B 線からそれぞれキャパシタンス  $C_A$ ・ $C_B$  を経て水中の電極に至る回路を設けた。これらの電極は面積約  $700\text{ cm}^2$  の長方形の銅板である。また接地極は面積約  $4700\text{ cm}^2$  の銅板である。 $C_A=C_B=3\mu\text{F}$  としたが、実際の水中の回路では、この値は大きいほうと考えられる。

また電極 A から流出する故障電流  $I_A$  の波形をストレージオシロスコープに記録し、 $I_A$  の値とその持続時間（漏電遮断器の動作時間に当たる）を測定した。電源の接地抵抗が  $20\text{ k}\Omega$  のとき、電極 A から流出した故障電流の内、水中の接地極から電源へ戻る零相電流は最大  $2.5\text{ mA}$  であり、その他は、 $R_B$  または  $C_B$  を通って B 線に戻る線間橋絡電流となる。

水槽はアクリル壁の直方体の容器で、内側の幅  $97\text{ cm}$ 、接地極銅板から対向する壁面までの長さ  $175\text{ cm}$  である。水深はウサギを入れたとき約  $49\text{ cm}$  となる。水は  $3.5\%$  の塩水で、温度は  $30^\circ\text{C}$  に設定した。

ウサギは、実験前に胴体及び体肢の毛を刈っておき、これに潜水ヘルメットを被せ、台に固定して水中に入れるようにした。またウサギには心電図検出用の電極と呼吸ピックアップを取り付け、ポリグラフで心電図と呼吸を観測、記録した。

### 3. 試験結果

この実験はまだ途中である。現在までに、 $R_A=0$  で、 $R_B=10\Omega$  の場合について 50 回、 $R_B=100\Omega$  の場合について 5 回の試験を行なったが、電撃死は一度も起こらなかった。また  $R_B=10\Omega$  のとき漏電遮断器が動作しない条件で試験したところ、心室細動により死亡した。

$R_B=10\Omega$  のとき  $I_A \approx 8.5\text{ A}$ 、 $R_B=100\Omega$  のとき  $I_A \approx 1\text{ A}$  となり、その持続時間は  $65 \sim 70\text{ ms}$  となった。

# 高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断 —ゴム材料の活性化エネルギー—

電気研究部 市川健二, 田中隆二

## 1. 研究目的

高圧用ゴム手袋 (以下, 手袋と記す) は, 空気中の酸素や材料内部に含まれている酸素によって酸化劣化を起し, 使用しなくても自然に劣化する. 酸化劣化は一種の化学反応であり, 高温下ほど顕著に進行する. そこで, 手袋の酸化劣化特性を検討するために, 高温下でのゴム材料の加熱試験を行い, 種々の物理的性質を調べた.

ここでは, その一つとして高温下での耐熱寿命から使用温度域での寿命を推定するために, ゴム材料の加熱による重量減少の測定からゴム材料の活性化エネルギーを検討した.

## 2. 研究方法

加熱による物質の変化は, アレニウスの法則に従って化学反応速度論で説明される. すなわち, 化学反応によって生じる反応物質の濃度を  $x$ , 時間を  $t$ , 絶対温度を  $T$  とすれば, これらの間には次の(1)式が成立する.

$$\frac{dx}{dt} = A \cdot \exp\left(-\frac{\Delta E}{RT}\right) g(x) \quad (1)$$

ここで,  $A$ ,  $\Delta E$ ,  $R$  は, それぞれ頻度因子, 活性化エネルギー, 気体定数であり, また  $g(x)$  は  $x$  の関数で反応物質の反応様式によって決定される. そこで, 反応物質の反応様式を  $n$  次反応とした  $g(x) = x^n$  とおき, 温度一定のもとで,  $t=0 \sim t$  まで加熱したときの反応物質の濃度  $x$  が  $x_0 \sim x$  まで変化するものとして(1)式を積分して整理すると, 次の(2)式を得る.

$$\int_0^x \frac{dx}{x^n} = A \cdot \exp\left(-\frac{\Delta E}{RT}\right) \int_0^t dt$$

$$\ln x = \frac{1}{1-n} \ln(1-n) A - \frac{1}{1-n} \cdot \frac{\Delta E}{R} \cdot \frac{1}{T} + \frac{1}{1-n} \ln t \quad (2)$$

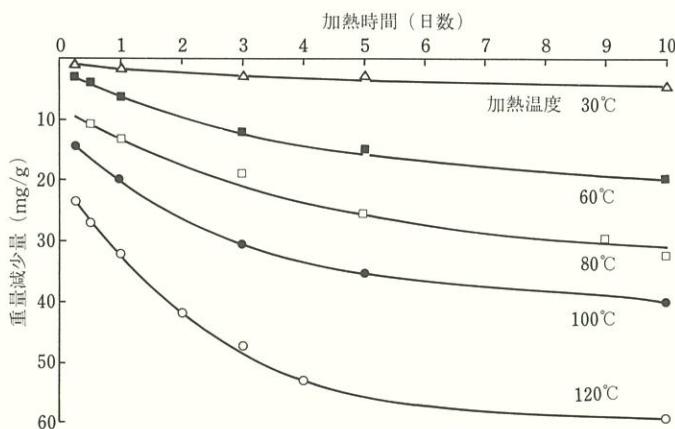


図 45 加熱試験結果

(2)式において, 温度一定のもとでは右辺の第1項と第2項は定数となり,  $\ln x$  と  $\ln t$  のグラフを描けば, その関係は直線になり, その傾きから反応物質の反応次数  $n$  が決定できる. また, 加熱時間を一定にして加熱温度を変数にとれば, (2)式の右辺の第1項と第3項は定数となり,  $\ln x$  と  $1/T$  の関係も同じく直線になる. そして, この傾きから活性化エネルギーを求めることができる.

## 3. 実験結果

手袋の平らな部分より  $(5 \times 5) \text{cm}^2$  の試料片を切り取り, 加熱処理前の重量を直示天秤で測定したのち, 熱循環式恒温槽で加熱試験を行い, 加熱後の重量変化を測定した. その結果を図 45 に示す. これより  $\ln x - \ln t$  のグラフを描くと図 46 のように, どれも傾きがほぼ同じ直線になる. そこで, この直線の勾配より反応物質の反応次数を求めると  $n = -1.08 \sim -1.5$  となる. また図 45 より, 加熱時間をパラメータとして  $\ln x - 1/T$  のグラフを描くと図 47

を得る. この関係も(2)式で推定したように直線となり, その勾配よりゴム材料の活性化エネルギー  $\Delta E$  を求めることができ,  $n = -1.5$  とすれば  $\Delta E = 14 \sim 15 \text{ kcal/mol}$  となる.

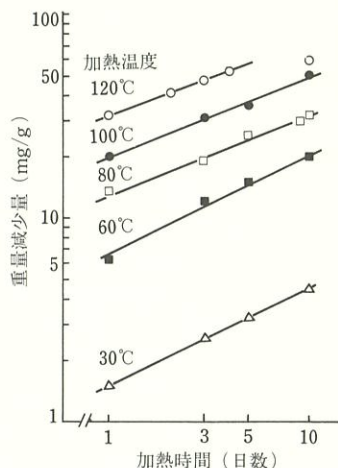


図 46  $\ln x - \ln t$  の関係

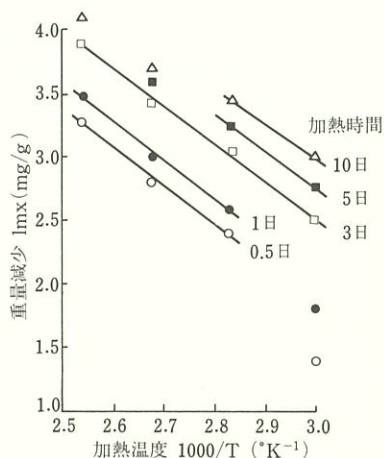


図 47  $\ln x - 1/T$  の関係

## 帯電防止カーペットの性能評価

電気研究部 児玉 勉, 田島泰幸

### 1. 研究目的

カーペット上の歩行等によって静電気の帯電した人体が接地された導体に接近する際に生じる静電気放電は、電撃、半導体の損傷、放電ノイズによるマイクロエレクトロニクス機器の誤動作などの原因になりやすいため、人体の帯電を防止するための性能を有するカーペットが各種市販されている。本研究は、これらの帯電防止カーペットの帯電防止性能を評価するための試験技術の確立及び性能基準値に関する基礎試料の取得を目的として実施した。

### 2. 実験方法

カーペットの静電気特性を評価する一つの方法として、模擬歩行時の人体帯電電位を測定する、いわゆるストロール法が JIS (L-1021) に規定されているので、基本的にはこれに準じて測定を実施した。ここではこの方法を歩行帯電試験と呼ぶことにする。歩行帯電試験の概要は図 48 に示すとおりである。ここで試験したカーペットは縦 50 cm, 横 50 cm のタイル形カーペットであり、これを 4 枚, 1 辺が 1 m の正方形となるように敷きつめて試験した。カーペットは、接地された状態 (接地法) 及び絶縁された状態 (絶縁法) の両者について試験したが、前者の場合には接地された金属板上に直接カーペットを敷いて、また後者の場合にはこれらに間に厚さ 5 mm のアクリル板をはさんで試験した。今回試験したカーペットは導電性繊維を混入した市販の帯電防止カーペット 8 点と非帯電防止品 2 点の計 10 点であり、試験用の履物は静電靴、半導体取扱作業靴及び一般革靴から計 8 点を選び、カーペットと履物の組み合わせを変えて試験した。なお、カーペットと履物の電気抵抗はともに静電気用品構造基準 (RIIS-TR-84-1) に準じて測定した。人体の帯電電位は、カーペット上を毎分約 100 歩の歩調でほぼ円形に 1 分間歩行したときの値 (振幅の中心値) を測定した。なお、試験環境は温度  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 相対湿度  $35 \pm 3\%$  であった。

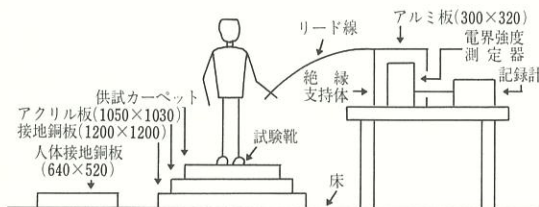
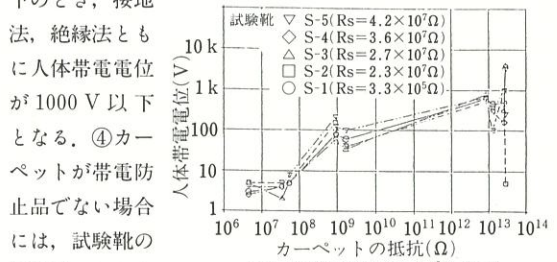


図 48 歩行帯電試験の概要

### 3. 研究成果

歩行帯電試験結果を図 49 及び図 50 に示す。この結果を要約すると、①カーペットの抵抗が  $10^8\Omega$  以下のとき、試験靴の抵抗が  $10^8\Omega$  以下であれば、接地法では人体帯電電位が 10 V 以下、絶縁法では同 100 V 以下となる。②カーペットの抵抗が  $10^9\Omega$  以下のとき、試験靴の抵抗が  $10^8\Omega$  以下であれば、接地法、絶縁法ともに人体帯電電位が数 100 V 以下となる。③カーペットの抵抗が  $10^{13}\Omega$  程度であっても帯電防止品であれば、試験靴の抵抗が  $10^9\Omega$  以下

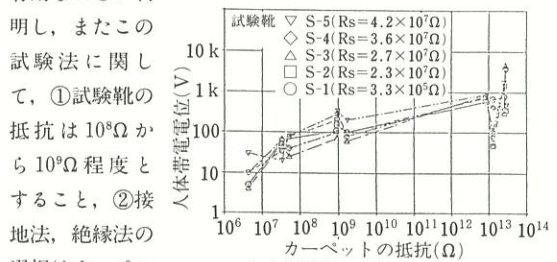


(a) 試験靴の抵抗:  $10^8\Omega$  以下

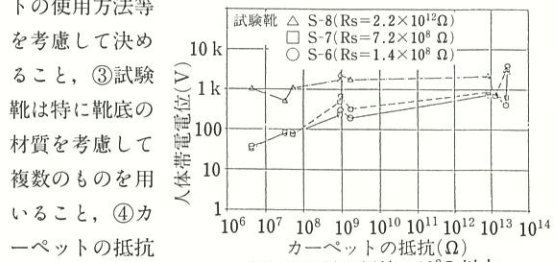


(b) 試験靴の抵抗:  $10^8\Omega$  以上

図 49 歩行帯電試験結果 (接地法)



(a) 試験靴の抵抗:  $10^8\Omega$  以下



(b) 試験靴の抵抗:  $10^8\Omega$  以上

図 50 歩行帯電試験結果 (絶縁法)

こと、などが明

## コロナ放電式無着火性静電気除電システムの開発

電気研究部 田島泰幸, 児玉 勉

### 1. 研究目的

コロナ放電式静電気除電システム（以下、除電システムという）は、除電性能が大きいので、種々の帯電物体の除電に使用されている。しかし、コロナ放電を起こすために、電極に高電圧が印加されており、電圧が高いことからコロナ放電でなく、時には可燃性物質の着火源となる火花放電が発生することもある。

本研究では、放電電流を制御し、着火源となる火花放電への遷移を抑制する無着火性除電システムを開発する目的で、その基礎実験と試作した除電システムの無着火性について評価した。以下、その結果の概要について報告する。

### 2. 実験結果

除電システムから可燃性物質の着火源となる火花放電が発生する要因にはいろいろあるが、その主な原因はコロナ放電の不安定性である。この不安定性はコロナ放電特有な現象で、完全に解決することはできない。しかし、不安定性についての実験から考察したところ、電極材料・構造によって、不安定コロナ放電の発生確率を約40%小さくできることが判明した。

図51は、開発した除電システムの構成とその作動特性及び無着火性を調べた実験回路の概要で、除電システムのコロナ電極は上述の実験結果に基づいて試作された従来の構造とは異なるものである。すなわち、従来の針-平板を基本としたコロナ電極ではなく、針-針電極で、一方の針電極にはキャパシタCを通じて高電圧が印加されており、他方の針電極は接地されている。また、高電圧電源にはコロナ電流を検知し、これが基準値以上になると高電圧をしゃ断する機能が内蔵されている。

図52は、図51の金属平板に印加する直流電圧Vを高くすることによって針電極近傍の電界強度を大きくし、コロナ放電から火花放電へ遷移する電圧 $V_s$ を調べた実験

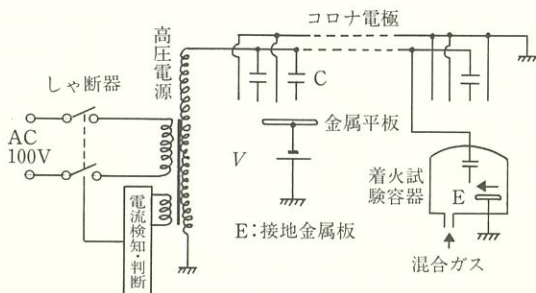


図51 除電システムと実験回路の概要

結果の一例である。また、図53は、水素-空気混合ガス（水素濃度30 vol.%）の中で、コロナ電極に接地金属板を接近させ、その時の着火確率を調べた実験結果の一例である。これらの実験結果によると、着火確率と $V_s$ との間にはほぼ相関があり、 $V_s$ の高いものほど除電システムは無着火性になることが判明した。しかし、実験では $V_s$ が高いとコロナ放電電流の減少で除電性能が低下するため、無着火性除電システムには、コロナ放電電流の異常増加を検知して、高電圧のしゃ断、高電圧エネルギーの吸収等をする機能も不可欠であることが判明した。

### 3. むすび

コロナ放電の不安定性を電極構造によって小さくし、万一の電流増加をしゃ断機能によって制御することを試み、無着火性除電システム実現の見通しを得た。この結果を基本にすると、高周波コロナ放電が無着火性除電システムに適していると考えられるので、今後は高周波コロナ放電について調べる計画である。

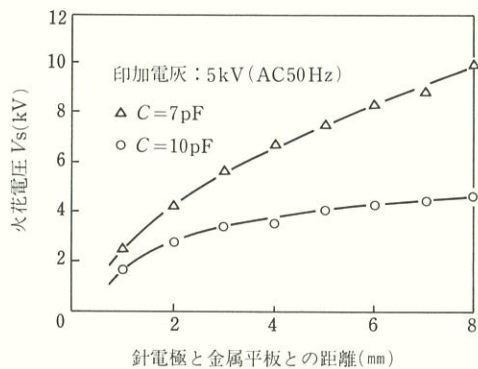


図52 火花放電へ遷移する電圧

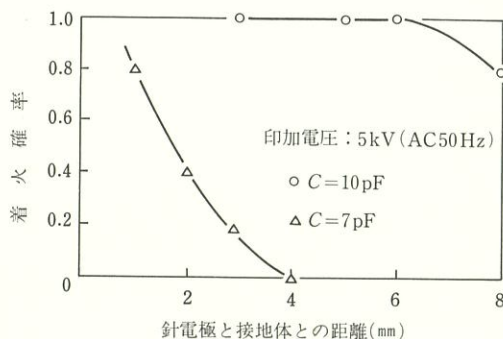


図53 可燃性ガスへの着火確率



## 静電気放電に伴うノイズの解明

電気研究部 田島泰幸, 富田 一

### 1. 研究目的

産業用ロボットを始めとするマイクロエレクトロニクス機器が誤動作を起こし、それによって発生する労働災害が大きな問題になっている。この誤動作の原因の一つは電磁ノイズ(以下 EMI という)で、静電気放電(以下 ESD という)に伴っても EMI が発生する。ここでは ESD に伴って発生する EMI の中で誘導電磁界・放射電磁界でなく、静電界が大きな EMI を誘発するため、これを静電界ノイズと定義し、これについて、解析と実験の両者から考察した。

### 2. 研究方法と結果

球状電極間で発生する ESD をモデルにして静電界ノイズの解析をすると、以下のような結果が得られた。例えば、帯電している人体のように比較的大きな帯電物体から ESD が発生すると、静電界ノイズの影響の及ぶ範囲は数 m にも達し、ESD 発生源近傍空間では静電界ノイズが最も大きな問題になる。

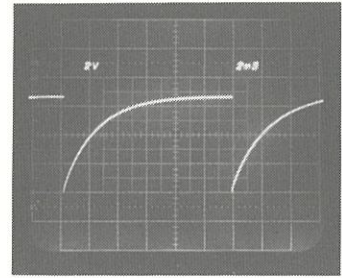
実験はこの解析結果を踏まえ、ESD 発生源近傍での静電界ノイズを観測した。静電界ノイズは試作した静電界検出器を用い、ノイズ波形及びその時間変化はオシロスコープ(テクトロニクス 7633)で観測した。また、ノイズの特性に関係する放電電流波形は電流プローブを用いて観測した。

写真 4 は帯電した人体からの ESD を模擬した場合の静電界ノイズ波形の一例で、静電容量および放電抵抗はそれぞれ 100 pF、470  $\Omega$  である。これは ESD 発生源より 10 cm の位置における静電界であるが、放電開始後、約 40 ns で約 350 V/cm からほぼ零に減衰する急峻な変化をする。また、このときの放電電流は、ほとんど振動せず指数関数的に減衰する。

このように、ESD が発生すると静電界は数百 V/cm 程度変化するため、静電誘導を受ける電子回路は、これがノイズとなって誤動作が発生する。図 54 はこれを検証するために静電誘導を受けやすい NOT 回路について調べた誤動作の発生領域で、誤動作は ESD 発生源からの距離が小さく、放電電極間の距離が大きいくほど発生しやすいということが確認された。

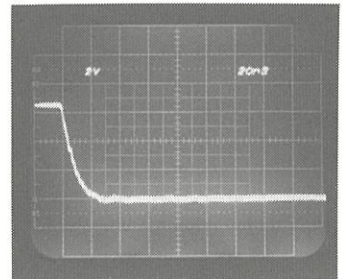
### 3. むすび

ESD は、誘導電磁界・放射電磁界ノイズを誘発するのみならずかなり大きな静電界ノイズも発生する。しかし、この静電界ノイズの影響が及ぶ範囲は、ESD 発生源より数 m にも及び、電子回路のノイズ対策には、静電界ノイズの対策も不可欠であることが確認された。



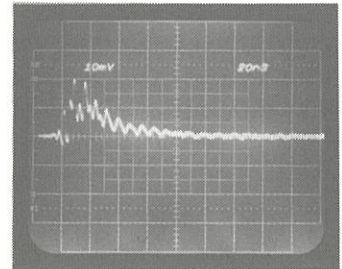
X : 4 ms/div, Y : 4 V/div

(a) ESD による静電界の変化



X : 40 ns/div, Y : 4 V/div

(b) 同上拡大



X : 40 ns/div, 10 A/div

(c) 放電電流波形

写真 4 ESD による電界と放電電流波形

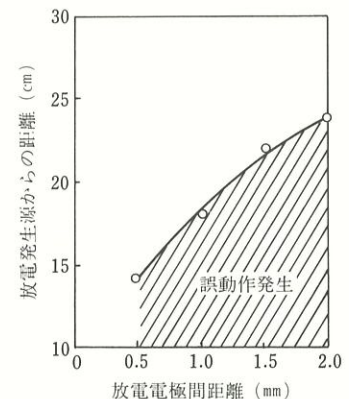


図 54 NOT 回路の誤動作発生領域

## 2.3 研究成果の発表

### 1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
機械の安全化のための計測技術に関する特別研究 1. 緒論 2. 安全制御における計測技術 3. 音響的安全防護 4. 新技術を用いたシステムに生ずる潜在危険性の評価	産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-86, No.1 1986	保 田 秀 則 叡 川 壯 一 杉 本 旭 深 谷 潔 清 水 尚 憲 深 谷 義 潔 江 川 義 之 佐 藤 吉 信
低温における構造用鋼の疲労き裂伝播挙動と破壊靱性 鋼の溶接継手の疲労き裂伝播挙動に及ぼす残留応力の影響の評価 無人搬送車の警告音評価に関する研究	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.1 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.13 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.27	橋 内 良 雄 橋 内 良 雄 江 川 義 之
マイクロエレクトロニクスを用いた自動生産システムの安全性評価 (第4報) —産業用ロボットの潜在危険抑制手段の抑制力評価 (その1) —	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.41	佐 藤 吉 信
圧気工事に係るセーフティアセスメントに関する2, 3の考察 —危険性の評点算出式の係数決定に関する調査とコンピュータ対話型アセスメント実施システム— 災害発生時間の分布に関する研究 (3)	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.53 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.69	鈴 木 芳 美 花 安 繁 郎
配管中における粉じん流の最小発火エネルギーに及ぼす空気速度の影響 定容複雑形状空間におけるガス爆発の特性と破裂板式安全装置による爆発圧力の軽減 有機化合物の発火温度の体系化についての研究 (第2報) —鎖式飽和1価エステル及び酸の発火温度—	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.93 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.109 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.121	松 田 東 栄 林 年 宏 松 井 英 憲 柳 生 昭 三
反応性物質の化学構造と熱安定性の関係 (第1報) —異性体による熱分解特性の変化 (その1) — 対地抵抗監視による水中漏電の検出 静電気放電に起因する静電ノイズの考察	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.135 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.147 産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-86, 1986 pp.159	安 藤 隆 之 森 崎 建 繁 本 山 野 雄 山 野 英 記 田 田 泰 幸 富 田 泰 幸 一
潜水作業に用いる電気機器の安全化に関する研究 (V) 人間—ロボット系の安全性評価 (第4報) —1台のハンドリング産業用ロボットの潜在危険性抑制措置の評価— テフロン焼成炉爆発災害の分析	昭和60年度海洋開発調査研究報告書 日本機械学会論文集 Vol.52, No.482, C編 安全工学 Vol.25, No.2	田 中 隆 二 山 野 英 記 本 山 建 雄 佐 藤 吉 信 佐 藤 吉 信 一 叡 川 壯 一
疲労に及ぼす影響因子 (I) 材料の切欠き, 残留応力の影響	材料 Vol.35, No.392	橋 内 良 雄

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
コンクリートに埋め込んだU字型鉄筋の破壊事故 Ductile-Brittle Transition Behavior of Structural Steel in Fatigue Crack Growth under Low Temperature	安全工学 Vol.25, No.4 Bulletin of JSME No.298	田 中 正 清 橋 内 良 雄
不活性ガス添加における爆発限界酸素濃度 Present Status of Chemical Accidents in Batch Process Industries in Japan	安全工学 Vol.25, No.4 Industrial Safety Chronicle (National Safety Council)	柳 生 昭 三 M.MORISAKI
The Safety Assessment of Human-Robot Systems(2nd Report) —Logic Models for the Analysis of the Accident-Causing Mechanics(Part 1)—	Bulletin of JSME No.29-256	Y.SATO
The Safety Assessment of Human-Robot Systems(3rd Report) —On the Quantification of Consecutive Failure Logic—	Bulletin of JSME No.29-257	Y.SATO
The Safety Assessment of Human-Robot Systems(4th Report) —Evaluations of Hazard Control Measures for an Industrial Robot handling Work Pieces—	JSME, Int. Journal No.1-3	Y.SATO
化学的事故事例に対する物理化学的考察(文献紹介) Building and Construction Safety, Health and Conditions of Work	安全工学 Vol.25, No.5 NICE Project Technical Report No.18, 1986-0531	琴 寄 崇 S.HANAYASU
低温における構造用鋼の疲労き裂の延性-ぜい性遷移挙動	日本機械学会論文集 Vol.52, No.476, A編	橋 内 良 雄
階段各部分のすべり抵抗の測定法	日本建築学会構造系論文報告集 第373号	永 田 久 雄
電気に関する安全知識, 感電(電撃)と生体反応 高压配電線路用携帯型検電器と安全指針	電気評論 Vol.71, No.5 新電気 第40巻7号	市 川 健 二 市 川 健 二
An Experimental Study of Soot Film Detonations	Dynamics of Explosions Vol.106, 1986	H.MATSUI K.KOMAMIYA
つり足場の安全対策 ISO/DIS 4304 自走クレーンと浮きクレーンを除くクレーンの安定度の一般的要求	建築技術 No.418 クレーン Vol.24, No.5	河 尻 義 正 前 田 豊
研究開発時の事故を探ると 事例にみる呼吸保護具の問題点	安全 Vol.37, No.6 労働安全衛生広報 61年7月号	駒 宮 功 額 駒 宮 功 額
ロボットの潜在危険性評価 感電の知識	Engineering No.455 生産と電気 61年8月号	佐 藤 吉 信 田 中 隆 二
自動化における挟まれ, 巻き込まれ事故に対する安全対策	安全 Vol.37, No.8	桑 川 壮 一 杉 本 旭
高齢者の事故について思う 安全管理者のためのハザード認識手法	安全工学 Vol.37, No.8 安全 Vol.37, No.8	永 田 久 雄 佐 藤 吉 信
低頻度災害発生事業場のための災害分析手法	安全 Vol.37, No.9	佐 藤 吉 信
高年齢労働者の安全—要因分析の活用による—	安全 Vol.37, No.10	江 川 義 之
新原材料の開発, 製造時における安全対策	安全 Vol.37, No.12	森 崎 繁
年末年始の電気保安対策	電気と保安 61年12月号	田 中 隆 二
アーク溶接作業における電気設備の安全	生産と電気 Vol.38, No.11	市 川 健 二
災害の事例と安全知識(1) アーク溶接作業での感電災害と自動電撃防止装置	オーム Vol.73, No.11	市 川 健 二

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
災害の事例と安全知識(2) 漏電による感電災害と漏電遮断器	オーム Vol.73, No.12	市 川 健 二
上越新幹線建設工事の労働災害事例の分析(1)	建設の安全 No.227	鈴 木 芳 美
上越新幹線建設工事の労働災害事例の分析(2)	建設の安全 No.228	鈴 木 芳 美

## 2) 口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
攪拌による灯油の帯電と電界緩和	静電気学会 液体帯電現象研究会	61.4.1	児 玉 勉
無人搬送車の警告音に関する研究	日本人間工学会	4.3	江 川 義 之
フラクトグラフィによる疲労破壊解析法とその実際	日本材料学会 関東支部総会講演会	5.24	橋 内 良 雄
ロボットの潜在危険性評価手法について	第16回信頼性保全性シンポジウム 日本科学技術連盟	5.30	佐 藤 吉 信
フラクトグラフィによる機械部品の疲労破壊解析	日本材料学会	6.12	橋 内 良 雄
人間—ロボット系の安全性評価(第4報) 1台のハンドルの産業用ロボットの潜在危険抑制措置の評価	日本機械学会 東北支部講演会	6.21	佐 藤 吉 信
低温環境下における高張力鋼溶接継手の疲労き裂伝播挙動と残留応力	日本機械学会	6.30	橋 内 良 雄 吉 久 悦 二
テフロン焼成炉爆発災害の分析(その1) —災害発生現象の解明—	第16回安全工学シンポジウム	7.3	糸 川 壯 一
テフロン焼成炉爆発災害の分析(その2) —A-C モデルと MORT による管理上の見落としの解析—	第16回安全工学シンポジウム	7.3	佐 藤 吉 信
圧気工事セーフティアセスメントにおける特有災害危険度評価算出式の係数決定について	第16回安全工学シンポジウム	7.3	鈴 木 芳 美 前 郁 夫
足場の安全性に関する研究(その5) 合板足場板の経年劣化と管理基準	第16回安全工学シンポジウム	7.3	小 川 勝 教 河 尻 義 正 中 屋 敷 勝 也
足場の安全性に関する研究(その6) 落下物防護用メッシュの防護性能について	第16回安全工学シンポジウム	7.3	小 川 勝 教 河 尻 義 正 中 屋 敷 勝 也
関東ローム地盤の荷重—沈下特性	第16回安全工学シンポジウム	7.3	堀 井 宣 幸 奥 村 伸 人
電気用ゴム手袋の使用状況と寿命について	第16回安全工学シンポジウム	7.4	市 川 健 二
高圧配電線路用携帯形検電器安全指針について	第16回安全工学シンポジウム	7.4	田 中 隆 二 市 川 健 二
水中における漏電の直流を用いた検出方法とその検出範囲	第16回安全工学シンポジウム	7.4	本 山 建 雄 山 野 英 記
ロボット・アームの人間への衝突の危険性評価	第16回安全工学シンポジウム	7.4	深 谷 潔
熱分解特性と化学構造の関係—異性体による熱分解特性の変化	第16回安全工学シンポジウム	7.4	安 藤 隆 之 森 崎 繁

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
メッシュシートを張った足場面に作用する風圧力の3次元数値解析(その1)	日本建築学会 北海道大会	8.22	木 下 鈞 一
建設工事における足場の安全性に関する研究 —1戸建て住宅工事用足場の安全性について—	日本建築学会 北海道大会	8.23	小 川 勝 教 中屋敷 勝 也 河 尻 義 正
木造屋根工事における墜落災害防止用親鋼システムの安全性について(その1) 親鋼に作用する荷重	日本建築学会 北海道大会	8.23	中屋敷 勝 也 小 川 勝 教 河 尻 義 正
階段下降時の転倒耐力について	日本建築学会 北海道大会	8.23	永 田 久 雄
高電圧作業用ゴム手袋の絶縁診断	電気設備学会	9. 5	市 川 健 二
制御機器における耐電磁ノイズ特性劣化に関する一実験	精密工学会	10.10	糸 川 壯 一 杉 本 旭
ESD に起因する電磁ノイズの考察	静電気学会	10.24	田 富 泰 幸 富 田 幸 一
帯電液面と接地導体間の放電現象	静電気学会	10.24	児 玉 勉 幸 田 昌 泰 幸
コロナ放電特性に及ぼす諸因子の影響	静電気学会	10.24	田 昌 泰 幸 他機関共同
帯電防止カーペットの性能評価	静電気学会	10.24	田 昌 泰 幸 児 玉 勉 幸 他機関共同
熱分解特性と化学構造の関係—ニトロフェニル酢酸異性体の熱分解	工業火薬協会	10.27	安 藤 隆 之 森 崎 繁 雄
ST42鋼溶接継手の疲労き裂伝播挙動に及ぼす残留応力の影響	日本材料学会	11.13	橋 内 良 雄
クレーン用緩衝装置等の技術指針(案)について	第17回クレーン安全大会	11.14	深 谷 潔
労働災害の発生過程に見られる差異について(第2報)	土木学会 昭和61年度全国大会	11.22	鈴 木 芳 美 花 安 繁 郎
集塵配管中における粉じん流の発火と火炎伝播	第24回燃焼シンポジウム日本燃焼研究会	12. 3	松 田 東 栄
高齢者の転倒耐力に関する基礎的な研究	日本人間工学会 関東支部	12. 5	永 田 久 雄
音声式非常停止装置の評価	日本人間工学会 関東支部	12. 6	深 谷 潔
爆発火災による滅菌法	第19回安全工学研究発表会	12.11	駒 宮 功 額 松 井 英 憲
インテリジェント型燃焼安全装置を用いたガス焚簡易ボイラーの安全性事前評価(第1報)—ボイラーにおける異常モードの同定—	第19回安全工学研究発表会	12.11	佐 藤 吉 信
インテリジェント型燃焼安全装置を用いたガス焚簡易ボイラーの安全性事前評価(第2報)—異常モードにより生じる災害発生機構の解析	第19回安全工学研究発表会	12.11	佐 藤 吉 信
密封セル SIT	第19回安全工学研究発表会	12.11	琴 寄 崇
非常停止操作及びリセット操作について	第19回安全工学研究発表会	12.11	深 谷 潔 杉 本 旭 糸 川 壯 一
空気圧アクチュエーターの剛性の動的評価について	日本ロボット学会	12.15	杉 本 旭 他機関共同

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
ロボットの設計段階における安全への配慮について	日本ロボット学会	12.16	杉 本 旭 他機関共同
非常停止システムにおける安全制御の論理	日本ロボット学会	12.16	杉 本 旭 他機関共同
安全マツトスイッチの開発と安全制御の論理	日本ロボット学会	12.16	杉 本 旭 他機関共同
パルスレーダーセンサの開発と安全制御の論理	日本ロボット学会	12.17	杉 本 旭 他機関共同
ロボットのホールド停止のフェールセーフ化 (第1報)	日本ロボット学会	12.17	杉 本 旭 深 谷 潔 他機関共同
非対称アクチュエータによるハンドリングの本質安全	日本ロボット学会	12.17	杉 本 旭 清 水 尚 他機関共同
水中における電撃の危険性—ウサギによる実験的検証—	臨床 ME 安全研究会	62. 1.24	山 野 英 記
産業ロボットの安全の論理	電気学会	3. 6	杉 本 旭
水素中での構造用鋼の高ΔK 域疲労伝播に対する水素ガス圧力の影響	日本機械学会関西支部第62期総会講演会	3.13	田 中 正 清
ライトペン方式によるオフラインインターチャージングに関する研究	日本機械学会九州支部第40期総会講演会	3.18	杉 本 旭

### 3) 国際会議, 国際研究集会への参加

発表等の題目	会議, 研究集会等の名称, 開催地	期 日	氏 名
Effects of Welding Residual Stresses on Fatigue Crack Growth Behavior in Butt-Welded Joints of STS42 and SM50A Steels	Int. Inst. of Welding, Tokyo, JAPAN	12 ~ 19, July	Y. KITSUNAI
On Hazard Identification and Analysis of Human-Robot System	JAPAN-U.S.A. Symposium on Flexible Automation, Osaka, JAPAN	14 ~ 18, July	Y. SATO
Accident Analysis and Safety Assessment for Tunneling Works	Int. Assoc. for Bridge and Structural Engineering, Tokyo, JAPAN	4~6, Sept.	S. HANAYASU Y. SUZUKI I. MAE
Electrostatic Properties of Anti-Static Cloth Woven Partly with Electrically Conductive Fibers	Inst. of Electrical and Electronic Engineers/Industry Application Soc. Annual Conf., N. Y., U.S.A.	28, Sept. ~ 3, Oct.	Y. TABATA
Development of New, Soft Gripping Motion/Fundamental Safety in a New Machine with a Minimum Record of Accidents—Principle of Safety in Industrial Robot—	16th Int. Symposium of Industrial Robot, Brussel, BELGIUM	30, Sept. ~ 2, Oct.	N. SUGIMOTO
The Methodology of Insuring the Validity of a Slip-Resistance Meter	ISO TC94/SC3/WG1 Slip Resistance Meeting, 1987, Nimes, FRANCE	18~20, March	N. NAGATA
The 2nd International Colloquium on Dust Explosions	Polish Academy of Science, Warsaw, POLAND	3~6, Nov.	T. MATSUDA

#### 4) 著 書

書 名 等	出 版 社 等	著 者 奈
トンネル標準示方書 (シールド編), 同解説 第4編 第9章 安全衛生管理	土木学会	鈴木 芳 美
トンネル標準示方書 (山岳編), 同解説 第4編 第2章 安全衛生	土木学会	花 安 繁 郎
推進工法の実際 第10章 安全管理	鹿島出版会	前 郁 夫
工場自動化技術ハンドブック 第2編 第12章 自動化における安全対策	自動化技術ハンド ブック編集委員会	糸 川 壯 一
Encyclopedia of Fluid Mechanics Vol.4 Dust Explosibility in Pneumatic Systems	Gulf Pub. Co.	T. MATSUDA (分担執筆)

#### 5) 特許

区 分	登録番号等	特 許 等 内 容	氏 名
特許出願	61-228313号	ロボット制御安全システム	杉 本 旭
”	61-294505号	熱安定性試験機用の試料収納装置	琴 寄 崇
特許実施許諾	特許第783164号	燃焼測長式の酸素の分析法	駒 宮 功 額

## 第3章 関連業務

### 3.1 産業安全研究所主催行事

#### 1) 産業安全に関する国立研究機関連絡会議

昭和52年度に発足した標記の連絡会議は、産業安全に直接又は間接的に関連のある研究を行っている17の国立研究機関の関係者が集まり、各種の安全情報の交換、刊行物の発刊等を行うことを目的として設置されたものであり、当研究所が事務局を担当している。この会議は、年2回の開催を目的としており、本年度は、第16回目の会議として昭和61年4月25日に開催された。その場の情報交換として、「新工業材料の安全」関連の研究テーマがとりあげられ、「新材料の強度と破壊特性」（機械技術研究所）、「FRPの信頼性評価」（製品科学研究所）、「セラミックスのAE波形」（公害資源研究所）、「構造用鋼の環境中における疲労」の4テーマを取り上げ、研究状況の紹介と活発な討論を行った。10月には「産業安全に関する研究成果概要集」（第4集）が発刊され好評を得た。

#### 2) 第2回安全技術講演会

産業安全研究所において得られた研究成果は、産業安全研究所報告及び学会等での口頭発表や誌上発表として公表されているが、この他に年1回1～2日にかけて発表をまとめて行う講演会も実施している。

第2回目の安全技術講演会は、昭和61年6月25日に当研究所8階講堂において次の講演題目により開催され、100名以上の参加をみた。

(1) 最近注目されたクレーン事故について	機械研究部主任研究官	前田 豊
(2) 少数事例の災害要因分析手法について	機械研究部主任研究官	佐藤吉信
(3) 上越新幹線工事の災害事例分析	土木建築研究部主任研究官	鈴木芳美
(4) ゴンドラ等吊り足場の事例	土木建築研究部主任研究官	河尻義正
(5) 粉じん爆発の新しい傾向と対策	化学研究部主任研究官	松田東栄
(6) 陸上と比較した水中の電撃危険性	電気研究部主任研究官	山野英記

#### 3) 大阪産業安全技術館開館25周年記念特別講演会

大阪産業安全技術館は、産業災害を防止するため、生産技術と設備、作業環境及び作業行動等の安全に関する資料を展示するとともにこれらに関する調査研究を行い、産業界をはじめ広く一般に対して安全技術の普及と向上を図ることを目的として、昭和36年4月12日に開館し、昭和61年4月には25周年を迎えることとなった。

産業安全研究所では、記念行事として、4月24日標記の特別講演会の同技術館講堂において次のような演題で開催した。

(1) 金属材料の疲労による事故の防止	機械研究部主任研究官	田中正清
(2) 建設工事における墜落災害の防止	土木建築研究部長	木下鈞一
(3) 最近の化学災害の問題点	安全技術課長	駒官功額
(4) 電気安全に関する最近の研究成果の概要	電気研究部長	田中隆二



#### 4) 産業安全技術館改装記念特別講演会

産業安全研究所では、昭和60年度に産業安全技術館1階の展示施設の全面改装を行ったが、これに引続いて昭和61年度には同館2階建設安全関係の展示の改装を行い、高齢作業者の安全対策を盛り込むなど展示内容を一新した。1月23日、新展示施設が公開され、この機に標記特別講演会を開催した。

同講演会では、建設業における高齢作業者の安全対策をテーマに昭和60年度から2ヶ年の計画で実施した特別研究「高齢作業者の墜落・転落災害の防止に関する研究」の成果の発表を中心に講演を行った。いわゆる高齢者問題は現在の日本の大きな社会問題となりつつあり、社会的関心が高く150名以上の来聴者があり、盛会のうちに終了した。

- |                           |              |      |
|---------------------------|--------------|------|
| (1) 災害要因分析法からみた高齢作業者の作業特性 | 機械研究部研究員     | 江川義之 |
| (2) 高齢作業者の自立平衡機能と転倒災害     | 土木建築研究部主任研究官 | 永田久雄 |
| (3) 屋根作業用親綱システムについて       | 土木建築研究部主任研究官 | 小川勝教 |
| (4) 建設工事における墜落災害の防止設備     | 土木建築研究部主任研究官 | 河尻義正 |

### 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
警視庁科学捜査研究所	都立深川高校体育館鉄骨工事における鉄骨倒壊災害で稼動中のクレーンの運転機能についての鑑定	61. 4.14	前田 豊
〃	スタンガンの性能試験結果について	6.12	山野 英記
千葉労働基準局	三井造船千葉工場における船尾構造物の落下事故について	9.16	橘内 良雄 前田 豊
福岡労働基準局	天井クレーン落下災害事故調査	10. 9	橘内 良雄
東京労働基準局	都立深川高校体育館鉄骨工事における鉄骨倒壊災害の原因に関する鑑定	10.13	木下 鈞一 吉田 哲
沖縄労働基準局	沖縄自動車道、比謝川橋工事型枠支保工倒壊災害調査	10.25	河尻 義正
栃木労働基準局	丸鋸盤のカッターチップの折損原因調査	62. 1.10	橘内 良雄
三菱アルミニウム富士製作所	アルミニウム粉末爆発事故調査	2. 5	松田 東栄
兵庫労働基準局	阪神高速道路、北神戸線布施畑第三工区の橋桁支保工崩壊事故調査	2.13	小川 勝教 河尻 義正
茨城労働基準局	梱包用プレス機械の安全装置用リミットスイッチの動作機構について	3. 4	杉本 旭憲 清水 尚

#### 2) 委員会活動における協力

行政機関等名称	協力事項	氏名
労働省	大規模建設工事計画審査委員会審査委員	前 郁夫 木下 鈞一
〃	〃	花 安繁 郎
〃	橋梁架設工事セーフティアセスメント委員会委員	木下 鈞一 小川 勝教
〃	PC橋架設工事に係るセーフティアセスメントに関する指針検討委員会委員	

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
労 働 省	深海潜水の安全衛生評価に関する専門委員会委員	前 郁 夫
”	機械器具自動生産システム等安全基準検討委員会委員	糸 川 壯 一 杉 本 旭
”	高齢者向け ME 機器等の研究開発に関する研究調整会議委員	保 田 秀 則
”	高齢者向け ME 機器等の開発に関する研究調整会議作業部会委員	保 田 秀 則 糸 川 壯 一 杉 本 旭
”	化学物質の危険性予測検討委員会委員	森 崎 繁 夫
”	労働安全衛生コンサルタント試験委員会常任委員	前 郁 夫
”	建設機械安全対策検討委員会委員	保 田 秀 則
”	電気機械器具防爆構造規格検討委員会委員	田 中 隆 二
”	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員	研 究 員 8 名
通 商 産 業 省	日本工業標準調査会委員	前 郁 夫
”	” 専門委員	深 谷 潔
”	” ”	田 中 隆 二
”	” ”	田 畠 泰 幸
”	機械安全無公害化委員会委員	前 郁 夫
”	家庭用品品質表示技術基準調査委員会委員	田 畠 泰 幸
建 設 省	UJNR 防火専門部会国内部会委員	森 崎 繁 夫
科 学 技 術 庁	科学技術会議政策委員会研究評価委員会委員	田 中 正 清
”	高度情報化社会における総合的災害対策技術に関する調査推進委員会委員	田 中 隆 二
”	同作業部会委員	鈴 木 芳 美
海 上 保 安 庁	第六明和丸事故対策委員会委員顧問	児 玉 勉
横 浜 地 方 海 難 審 判 庁	横浜地方海難審判庁参審員	田 畠 泰 幸
人 事 院	安全専門委員会委員	前 郁 夫
福 島 県 工 業 試 験 場	福島県工業試験場顧問	橋 内 良 雄

### 3) 研修講師派遣等による協力

行政機関等名称	協 力 事 項	年 月 日	氏 名
飯田橋労働基準監督署	仮設備の安全	61. 6.12	小 川 勝 教
安全専門官(Ⅱ)研修	化学の安全	8.30	松 井 英 憲
労働研修所	仮設建造物の強度計算	9. 4	小 川 勝 教
”	産業用ロボットの信頼性	9. 5	糸 川 壯 一 杉 本 旭
”	電気的安全	9.10	市 川 健 二
新潟労働基準局	土砂災害の防止	9.26	前 郁 夫
安全専門官(Ⅰ)研修	産業用ロボットの信頼性	11. 6	糸 川 壯 一 杉 本 旭
労働研修所	仮設建造物の強度計算	11.12	小 川 勝 教
労働基準行政職員研修	仮設建造物の強度計算	62. 2.25	小 川 勝 教

### 3.3 外部機関との協力

#### 1) 学協会委員会活動

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
日 本 学 術 会 議	第 16 回安全工学シンポジウム実行委員会委員	花 安 繁 郎
”	安全工学研究連絡会議委員	田 畠 泰 幸
”	環境工学研究連絡会議委員	”
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 郁 夫
”	同委員会幹事	田 中 正 清
”	機械・構造物の強さ設計と破壊防止対策調査分科会委員	保 田 秀 則
日 本 材 料 学 会	フラクトグラフィ専門委員会委員	橋 内 良 雄
”	破壊力学部門委員会委員	”
”	”	田 中 正 清
”	疲労部門委員会委員	橋 内 良 雄
溶 接 学 会	FS 委員会委員	”
日 本 ク レ ー ン 協 会	技術審議会委員	前 郁 夫
”	”	保 田 秀 則
”	”	田 中 隆 二
”	クレーン編集委員会委員	前 田 豊
”	災害事例研究委員会委員長	保 田 秀 則
”	同委員会幹事	田 中 正 清
”	移動式クレーン委員会委員／第 1 分科会委員	前 田 豊
”	ISO/TC 96 国内委員会委員	”
”	ISO/TC 96/SC 6 国内委員会委員	”
”	ISO/TC 111 国内委員会委員	田 中 正 清
”	検定基準委員会委員／第 2, 5 分科会委員	前 田 豊
”	クレーン委員会委員	橋 内 良 雄
”	ワイヤロープ委員会委員	田 中 正 清
”	つり具委員会委員	”
”	エレベータ委員会委員	河 尻 義 正
”	ゴンドラ委員会委員	”
”	「ゴンドラの操作」改訂委員会委員	”
”	クレーン委員会耐震設計分科会委員	”
”	電気委員会委員長	田 中 隆 二
”	同上委員会委員	市 川 健 二
”	安全装置委員会委員	深 谷 潔
日 本 建 設 機 械 化 協 会	建設機械自動化安全対策委員会委員	”
建 設 荷 役 車 輛 安 全 技 術 協 会	広報委員会委員	前 田 豊
日 本 溶 接 協 会	TFC 委員会委員	橋 内 良 雄
日 本 高 圧 力 技 術 協 会	フラクトグラフィ委員会委員	”
”	”	田 中 正 清
日 本 高 圧 力 技 術 協 会	経年損傷評価と寿命予測委員会委員	”
日 本 ボ イ ラ ー 協 会	自動制御委員会委員	田 畠 泰 幸

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
防災システム協会	材料委員会委員	〃
日本機械工業連合会	新機械安全対策専門委員会委員	衆 川 壯 一
〃	センサー技術交流会委員	深 谷 潔
日本鍛圧機械工業会	安全装置開発部会委員	衆 川 壯 一
砥粒加工研究会	砥粒加工研究会運営委員	〃
日本人間工学会	日本人間工学会評議員	江 川 義 之
日本ロボット学会	日本ロボット学会評議員	衆 川 壯 一
日本物流管理協議会	'87 物流技術国際シンポジウム企画委員会委員	〃
日本産業用ロボット工業	建設メカトロ化調査研究専門委員会委員	前 郁 夫
〃	ISO 対策検討委員会	杉 本 旭
〃	労働安全ロボット審査委員会主査	〃
国際ロボットFA技術センター	技術者教育研修専門委員会委員	〃
中央労働災害防止協会	特定業種中小企業安全衛生対策研究委員会鋳物製品製造作業部会委員長	保 田 秀 則
〃	食品加工用機械等安全対策研究委員会製パン・製菓機械等作業部会委員	〃
〃	安全衛生考案応募作品審査委員会委員	〃
〃	ごみ収集車の安全化対策調査研究委員会委員	吉 久 悦 二
〃	無人搬送車安全対策研究委員会委員	衆 川 壯 一
〃	〃	杉 本 旭
〃	高年齢労働者労働災害防止対策調査研究委員会委員	江 川 義 之
〃	レーザー加工機安全衛生対策研究委員会委員	衆 川 壯 一
〃	「アーク溶接作業の安全」改訂検討委員会委員	市 川 健 二
〃	ファインセラミック製造工程の安全管理に関する調査研究委員会委員	森 崎 繁
〃	高度自動制御方式化学プラントの安全対策調査研究委員会委員	林 年 宏
〃	「高圧・特別高圧取扱作業安全必携」改訂編集委員会委員長	田 中 隆 二
〃	同委員会委員	市 川 健 二
〃	電気取扱作業指揮者教育用テキスト編集委員会委員長	田 中 隆 二
鉱業労働災害防止協会	さく岩機振動障害対策委員会委員	前 田 豊
〃	騒音対策委員会委員	江 川 義 之
保安用品協会	JIS-T 18165 原案作成委員会委員	前 郁 夫
土木学会	トンネル工学委員会委員	〃
〃	構造工学委員会構造物安全性研究省委員会委員	花 安 繁 郎
〃	山岳トンネル小委員会第4分科会委員	〃
〃	シールドトンネル小委員会第4分科会委員	鈴 木 芳 美
〃	文献調査委員会委員	堀 井 宣 幸
土質工学会	掘削工事の安全技術に関する調査研究委員会委員	前 郁 夫
日本トンネル技術協会	安全環境委員会委員	〃
〃	安全環境委員会安全対策小委員会委員	花 安 繁 郎

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
〃	泥水シールド安全特別幹事会幹事	〃
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	小川 勝 教
日本建築センター	建設工事用シート評定委員会委員	〃
建設業労働災害防止協会	開削工事安全委員会委員長	前 郁 夫
〃	同上委員会委員	堀 井 宣 幸
〃	推進工事セーフティアセスメント検討委員会委員長	前 郁 夫
〃	同上委員会委員	花 安 繁 郎
〃	建設業における高齢者労働災害対策委員会委員	木 下 鈞 一
〃	〃	永 田 久 雄
〃	顕彰基金運営委員会委員	前 郁 夫
仮設工業会	認定検査審査委員会委員長	本 下 鈞 一
〃	技術委員会委員	小 川 勝 教
〃	〃	河 尻 義 正
合板仮設安全技術協会	技術委員会委員	〃
損害保険料率算定会	災害科学研究会委員会化学部会委員	森 崎 繁 額
〃	〃	駒 宮 功
総合安全工学研究所	参 与	〃
〃	〃	田 畠 泰 幸
日本化学会	防災専門委員	森 崎 繁
日本化学物質安全情報センター	半導体製造に係る危険有害物質に関する調査検討委員会委員	〃
野村総合研究所	燃料規格分科会委員	柳 生 昭 三
〃	高度情報化社会における総合的災害対策技術に関する調査作業部会委員	鈴 木 芳 美
日本科学技術情報センター	防災物性データ委員会委員	〃
日本火災学会	理事	駒 宮 功 額
〃	化学火災委員会委員	〃
高圧ガス保安協会	アセチレン容器多孔物質物性能試験委員会委員	〃
安全工学協会	理事	前 郁 夫
〃	安全工学誌編集委員会委員	琴 寄 崇
〃	安全工学協会出版委員会委員	佐 藤 吉 信
電気学会	環境計測調査専門委員会委員	田 畠 泰 幸
〃	電気・電子計測器の耐ノイズ特性調査専門委員会委員	〃
〃	環境・安全技術委員会委員	山 野 英 記
〃	電気安全信頼性の数量計測調査専門委員会委員	〃
〃	生産設備管理技術委員会1号委員	〃
静電気学会	理事運営委員会委員	前 田 畠 泰 夫 幸
〃	静電気基礎現象研究委員会委員	〃
〃	液体帯電現象研究委員会委員	〃
〃	同上研究委員会幹事	児 玉 勉
〃	評議員	〃

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
静 電 気 学 会	特別シンポジウム実行委員会幹事	田 畠 泰 幸
"	編集委員会幹事	"
"	同上委員会委員	児 玉 勉
IEEE (英国電気・電子学会)	IEEE/IAS 日本支部連絡委員	田 畠 泰 幸
日 本 電 気 協 会	渋沢賞選考委員会委員	前 郁 夫
"	電気安全全国連絡委員会参与	田 中 隆 二
"	電気用品調査委員会委員	"
"	電気技術基準調査委員会使用設備専門委員会、屋内配線特別分科会委員	"
"	同上委員会地絡保護方式分科会委員	市 川 健 二
電 気 設 備 学 会	絶縁トロリー JIS 原案作成委員会委員	田 中 隆 二
関 東 電 気 協 会	高圧電気工事技術者試験関東地方委員会委員	"
"	電気安全関東委員会委員	"
日 本 電 機 工 業 会	防爆機器技術委員会特別委員	"
"	IEC/TC 31 防爆電気機器専門委員会委員	"
"	IEC/TC 70 電気機器の保護構造の種類委員会委員	"
日 本 電 設 工 業 協 会	技術本委員会委員	田 中 隆 二
"	電設工業展製品コンクール表彰委員会委員	前 郁 夫
"	同上審査委員会委員	田 中 隆 二
海洋科学技術センター	潜水実験安全性検討委員会委員	山 野 英 記
産 業 安 全 技 術 協 会	木工用丸鋸盤による小物加工作業の安全研究委員会委員	佐 藤 吉 信
"	静電気研究委員会委員	田 中 隆 二
産 業 安 全 コ ン サ ル タ ン ト 協 会	絶縁保護具等の試験基準改正委員会委員	田 畠 泰 幸 児 玉 勉 市 川 健 二

## 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
荒川化学工業水島工場	静電気実験指導	61.7.21- 7.22	児 玉 勉
韓 国 機 械 研 究 所	化学安全一般, ガス爆発の危険性と防護, 防爆電気設備の試験方法等に関する技術指導	9.21-9.30	林 年 宏
中央労働災害防止協会	フィリピンにおける日系企業への労働安全衛生に関する技術指導, 電気安全についての講演等	10.9-10.18	田 中 隆 二
産 業 安 全 技 術 協 会	静電気に関する安全対策についての現地調査	11.5-11.7	"
中央労働災害防止協会	シンガポールにおける日系企業への建設工事の安全に関する技術指導, セーフティアセスメントについての講演等	62.1.19- 1.25	児 玉 勉 前 郁 夫
産 業 医 科 大 学, 産 業 生 態 科 学 研 究 所	卒後教育検討会に関する指導	2.6	杉 本 旭

3) 外部機関主催講演会

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
2本の独立した指を持つつかみ装置のハイブリッド制御	ニューテクノロジー ア ンド サイエンス	61. 4.11	杉 本 旭
ガス溶接等のために使用する可燃性ガス 及び酸素に関する知識	東京労働基準協会連合会	5.23/8.26/ 11.5/62.2.10	松 井 英 憲
線路工事と力学	日本電信電話会社	7.3/7.9/12.4	永 田 久 雄
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	7.15/11.13	田 中 隆 二
墜落災害の防止	〃	7.23	小 川 勝 教
プレス機械を含む安全対策について	愛知労働基準協会連合会	7.25	糸 川 壯 一
自動化システムと安全人間工学	産業安全技術協会	7.30	江 川 義 之
圧気工事のセーフティアセスメントの基 本的考え方	建設業労働災害防止協会	8.1/8.5	前 郁 夫
圧気工事のセーフティアセスメントにお ける危険度のランク付けの考え方	〃	〃	鈴 木 芳 美
絶縁用保護具・防具の現状並びにその管 理と使用上の注意	産業安全技術協会関西支 部	9.30	市 川 健 二
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大 阪安全衛生教育センター	9.30	糸 川 壯 一
これからの産業安全	福井県労働基準協会	10. 3	前 郁 夫
新・工場電気設備防爆指針の概要	四国地区電力需要者協会	10. 8	田 中 隆 二
転倒・墜落災害の防止について	中央労働災害防止協会	10.16	木 下 鈞 一
新原材料の開発に伴う安全問題	〃	〃	森 崎 繁
静電気災害の事例と防止対策への取り 組み方	山口県電力協議会	10.22	田 畠 泰 幸
静電気災害防止技術と実務上の留意点	〃	〃	児 玉 勉
建設技術者安全衛生講座（圧気工事計 画参画者コース）	建設業労働災害防止協会	〃	鈴 木 芳 美
乾燥作業の管理に関する知識	東京労働基準協会連合会	10.23/ 62.1.27	森 崎 繁 松 井 英 憲
合板足場板の使用・管理について	合板仮設安全技術協会	10.24	河 尻 義 正
フラクトグラフィによる破損解析法とそ の実際	名古屋工業試験所	〃	橘 内 良 雄
機械構造物の破壊	法科学研究所	11. 8	〃
防爆電気技術の基本的考え方／本質安 全防爆構造について	日刊工業新聞社	11.26	田 中 隆 二
災害事例と熱安定性評価	住友化学工業	11.28	森 崎 繁
機械による労働災害の実態と安全化の方 向	産業安全技術協会	12. 3	保 田 秀 則
新しい安全理論の基本概念	〃	〃	糸 川 壯 一
騒音内でも聞えやすい警告音のあり方	〃	〃	江 川 義 之
安全を確認するための検出器の構造	〃	〃	深 谷 潔
無人搬送車安全装置とインターロックの 構造	〃	〃	清 水 尚 憲
フェールセーフによる安全構造の実用例	〃	〃	杉 本 旭
自動化・機械化に伴う新しい安全の考え 方	〃	12.19	〃

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
墜落災害の防止	中央労働災害防止協会	62. 1.19	河 尻 義 正
電気災害の防止	〃	1.20	市 川 健 二
機械のセーフティアセスメントの進め方	〃	1.22	糸 川 壯 一
自動機器の安全対策	日本能率協会	1.30	〃
化学工場における危害防止の要点	川口地区化学工場危害防止協議会	1.30	森 崎 繁
新しい技術と安全	山口県労働基準協会連合会	2. 4	杉 本 旭
酸素ホースの爆発について	千葉県高圧ガス保安協会	2.12/2.24	駒 宮 功 額 松 井 英 憲
人間と機械の接点における安全について	中央労働災害防止協会	2.13	糸 川 壯 一
CTAを用いた災害分析	安全工学協会	2.18	鈴 木 芳 美
産業用ロボットの設計について	〃	〃	杉 本 旭
高齢者の平衡機能及び転倒耐力について	産業安全技術協会関西支部	2.20	永 田 久 雄
機械工場と安全性	神奈川県工業技術センター	2.20/3.2	糸 川 壯 一
破壊の諸形式、破面の解析	日本クレーン協会	3.6/3.20	橋 内 良 雄
自動化における安全対策の基本的考え方	中央労働災害防止協会	3.17	糸 川 壯 一

#### 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
フェールセーフ・インターロックに関する研究 (機械研究部)	日本信号株式会社研究開発部主任研究員	蓮 原 弘 一
仮設構造物の倒壊防止のための力学的評価法についての研究 (土木建築研究部)	日本大学生産工学部土木工学科教授	能 町 純 雄
放電ノイズによる電子システムの障害防止 (電気研究部)	東京電機大学電子工学科教授	金 田 輝 男
高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断の研究 (電気研究部)	武蔵工業大学電気電子工学科教授	光 井 英 雄

##### (2) 海外研究員

研 究 テ ー マ	所 属・職 名	期 間	氏 名
コロナ放電無着火性静電気中和システム	Dept. of Electrical Engineering, Univ. of Southampton, U.K.	8~21 March	Prof. Adrian, G. BAILEY



5) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
国内留学	東京大学生産技術研究所	不飽和土の土質力学的特性に関する研究	61. 5. 1～ 62. 3.31	堀井 宣幸
海外研修	Dept. of Chemical Engineering, Univ. of Houston, U.S.A.	人間—機械系の安全性評価エキスパートシステム構築のための基礎的研究	61.11. 3～ 62.11. 3	佐藤 吉信

6) 外部機関の研修員の受託

区 分	受託件数	人員数
大学関係研修生	3	4
大学関係を除く機関の研修員	7	8

## 第4章 産業安全技術館業務

### 4.1 産業安全技術館の活動

産業安全研究所においては、付属施設として産業安全技術館を設け、産業安全に関する各種の資料を展示して、労働災害防止に必要な情報の提供、あるいは安全技術相談等に応じている。

産業安全技術館における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>	安全技術情報室	2階	117 m <sup>2</sup>		

常設展示場では労働災害の歴史を、技術の発展と対比してイラスト、写真を中心にとりあげ、過去の災害を解説し安全技術の発展に触れている。次いで各種機械やロボット、自動化装置などの危険と対策について、模型や人間を検出するセンサー6種を取付けたセンサージャングルを展示している。2階では高齢者の災害防止のため身体機能の低下を来観者自身が体験できる立つ（平衡感覚）、聞く（聴覚）、見る（視覚）の実演装置をはじめ、安全に関するクイズを行える対話型質問装置（Q and A）、安全衛生教育用ビデオを収容したビデオライブラリーを新設し、安全教育の向上を計った。また保護具の実物展示をはじめ建設、爆発、感電、運搬等の各種災害防止のためのパネル解説と安全対策装置等を展示している。特別展示場では労働災害の動向や新しい災害に対処する安全技術など、時機に応じたテーマをえらび、一定期間展示を行っている。さらに安全技術情報室では、安全に関する技術資料、雑誌等を収集し閲覧に応じている。

昭和61年度における産業安全技術館の主な活動は次の通りである。

#### 1) 常設展示

つい落、倒壊の各災害防止と保護具のコーナーの改装工事を62年1月19日に終了し、実演装置を大幅に強化するとともに説明パネルを全面更新して1月23日より公開した。

#### 2) 特別展示

6月2日～7月7日 全国安全週間特別展

9月1日～10月7日 全国労働衛生週間特別展

#### 3) 安全に関する技術相談、解説、学芸員の実習

展示資料その他安全一般に関する技術相談（807件）及び団体参観者に対して安全教育を行なった。また学芸員の資格を得るための実習について、8月に2名の大学生を受入れ指導した。

#### 4) 施設の公開

科学技術庁主催の科学技術週間中の4月15日には、清瀬実験場の研究施設を公開し、ロボットの暴走や粉じん爆発などの実験などの見学会を10時と14時の2回実施した。

#### 5) 安全技術館入館者数

開館日数 294日（61年4月1日～62年3月31日） 51,659名 うち団体249組 3,956名

#### 6) 主な来館団体及び外国視察者

##### (1) 国外

昭和61年6月9日 韓国労働部国立労働科学研究所李課長

6月11日 中国核工業部安全系統考察組 任団長以下6名

6月13日 台湾内政部勞工司歐副司長以下2名

9月8日 フィンランド労働保護庁訓練情報局長 Tapio Koskiahon

- 
- 9月22日 英国安全衛生委員会会長 Dr. Cullen  
10月2日 フランス INRS 調査研究部長 Jean Verrier  
10月4日 英国ラフボロ大学人間工学科教授 Dr. Jack Sandover  
10月9日 労働安全衛生行政セミナー研修員 19名  
11月11日 フィリピン労働条件局局长サンチエス  
11月19日 中国労働調査交流団労働人事部鉞山安全観察局 付局長以下5名  
昭和62年2月13日 フィリピン労働雇用省次官ら3名  
2月25日 マレーシア労働大臣リー・キムサイ以下5名  
3月13日 タイ内務省労働局次長ロー・チャロンサー他1名  
3月31日 韓国労働部労働科学研究所金検定員

## (2) 国内

### 教育関係

東京工業大学, 千葉工業大学, 順天堂大学, 昭和大学医学部, 中央大学, 王子工業高校, 荒川第10中学, 関東鉄道学園10組, 鉄道中央学園5組, 東京電子専門学校, 労働研修所, 王子, 大田, 亀戸, 江戸川, 荏原, 品川各職業訓練校, 東京身体障害者訓練校

### 民間企業

清水建設, 大成建設, 竹中工務店, 大林組, 能谷組, フジタ工業, 東急建設, 前田建設工業, 大日本国土開発, 大木建設, 日本営繕, 日黒通信建設, 旭化成, 日本石油, 横浜ゴム, 花王, 旭ガラス, 日本板ガラス, セントラル硝子, 日産化学工業, 東亜ペイント, 日網石油精製, 日本化学, 日本化工, メルスモン製薬, 太平化学製品, アサヒビール, サッポロビール, 日立製作所, ソニー, 三菱電機, 日本電機, 古河電工, 松下通信工業, 藤倉電線, 春日電機, 日本航空電子工業, オリジン電気, 星和電機, 日立プラント, 日立設備エンジニアリング, 日立テクノエンジニアリング, 大日本インキプラント建設部, 東レエンジニアリング, 日総エンジニアリング, チッソエンジニアリング, 東洋熱工業, 住友開発工事, 日本鋼管工事, 川鉄工事, 三菱電工, 日本鋼管, 三協アルミニウム, 三菱総合研究所, 科学技術庁金属材料研究所, 同和火災海上保険, 国鉄, 重松製作所, シモン, 凸版印刷, YKK, 東京都鍍金工業組合, 日本電機工業会, 海上自衛隊, 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61年度における主な活動は次のとおりである。

### 1) 常設展示

安全知識・指差呼称シミュレーターを導入し, 一般安全・静電気・土木・電気に関する質問を各10題コンピューターに組込み, 来観者自身が操作することによって危険に対する判断と安全教育の向上をはかった。

### 2) ミニ特別展

「プレス災害防止」ミニ特別展を61年10月27日から11月7日まで展示した。

### 3) 講演会

昭和61年4月24日当館開館25周年を記念し, 特別講演会を開催するとともに定例安全講演会も9回開催した。

### 4) 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。

### 5) 安全技術相談

一般的な安全技術相談のほか災害防止の技術指導及び団体見学者に対し安全教育を行なった。

---

6) 入館者数

開館日数 294日 (61年4月1日～62年3月31日) 17,920名 うち団体90組 9,450名

4.3 依頼試験及び検定

昭和61年度における産業安全研究所試験規程に基づく依頼試験は、研削盤の研削といしの強度試験、吊り具の安全性能試験、安全帯の安全性能試験など47件を実施した。

## 付 録

### 1) 産業安全研究所年譜

- 昭和16年 伊藤一郎氏その他民間有志から国立安全研究機関の設立について提唱され、安全研究所の開設を具体化するため、官民合同の設立委員会が設置される。
- 昭和17年1月30日 厚生省産業安全研究所が開設され、初代所長に厚生技師武田晴爾が就任。
- 昭和17年11月1日 厚生省研究所産業安全部と改称される。
- 昭和18年9月8日 附属産業安全参考館の開館式挙行、同10日より一般公開が開始される。
- 昭和22年8月31日 労働省の発足と共に厚生省より移管され、労働省産業安全研究所と改称される。組織は所長、庶務課、安全課、機械課、土木建築課、化学課と改められる。
- 昭和24年6月20日 安全課が参考館課と改称される。
- 昭和24年8月27日 武田所長退官し、化学課長中島誠一が所長に就任。
- 昭和27年3月20日 中島所長退官し、福島労働基準局長高梨湛が所長に就任。
- 昭和27年9月1日 組織が所長、庶務課、指導課、機械課、土木建築課、化学課、電気課と改められる。
- 昭和27年11月15日 開所10周年記念式典が当所講堂で労働大臣ら臨席のもとで行われる。
- 昭和28年12月16日 産業安全参考館を産業安全博物館と改称される。
- 昭和29年3月16日 2部及び博物館課を設置し、所長、庶務課、特殊技術指導部(指導課、博物館課)、研究部(機械課、土木建築課、化学課、電気課)に改組される。
- 昭和36年4月1日 土木建築課が土木課、建築課に改組される。
- 昭和36年4月12日 大阪市森之宮東之町に大阪産業安全博物館を開設し一般公開が開始される。
- 昭和39年7月1日 高梨所長退官し、労働省労働基準局安全課長山口武雄が所長に就任。
- 昭和40年4月1日 研究部に防爆課が新設される。
- 昭和41年12月23日 東京都清瀬市の日本鋼管付属病院敷地を買収し、屋外実験場とする。
- 昭和42年1月17日 旧田町庁舎改築のため、屋外実験場の一部を仮庁舎として移転。
- 昭和43年6月1日 山口所長転任し、労働省労働基準局安全課長住谷自省が所長に就任。
- 昭和45年5月1日 2部7課を廃止し、機械研究部、土木建築研究部、化学研究部、電気研究部、の4研究部、博物館課及び庶務課の2課に改められる。
- 昭和45年5月1日 住谷所長退官し、電気研究部長上月三郎が所長に就任。
- 昭和46年3月31日 産業安全会館竣工。
- 昭和46年4月23日 産業安全博物館を産業安全技術館と改称し、博物館課を安全技術課と改称する。
- 昭和46年10月1日 産業安全技術館が田町新庁舎に開館される。
- 昭和48年1月16日 電子計算機システム FACOM F 230-35 が導入される。
- 昭和49年6月4日 上月所長退官し、機械研究部長秋山英司が所長に就任。
- 昭和52年3月22日 清瀬実験場に機械実験棟が竣工。
- 昭和52年4月1日 秋山所長退官し、北海道労働基準局長川口邦供が所長に就任。
- 昭和58年4月1日 川口所長退官し、土木建築研究部長森宜制が所長に就任。
- 昭和59年3月31日 清瀬実験場に機械安全システム実験棟が竣工。
- 昭和60年2月1日 森所長退官し、機械研究部長前郁夫が所長に就任。
- 昭和60年3月28日 清瀬実験場に化学安全実験棟が竣工。
- 昭和60年6月25日 第1回産業安全研究所安全技術講演会が田町庁舎8階講堂で開催される。
- 昭和60年9月17日 田町庁舎内産業安全技術館一階部分が改装される。

- 
- 昭和61年 5月29日 皇太子殿下清瀬実験場へ行啓，研究施設等を御視察される。
- 昭和62年 1月19日 田町庁舎内産業安全技術館 2階の建設安全関係の展示室が改装される。

2) 産業安全研究所所在地、案内図

(1) 田町庁舎

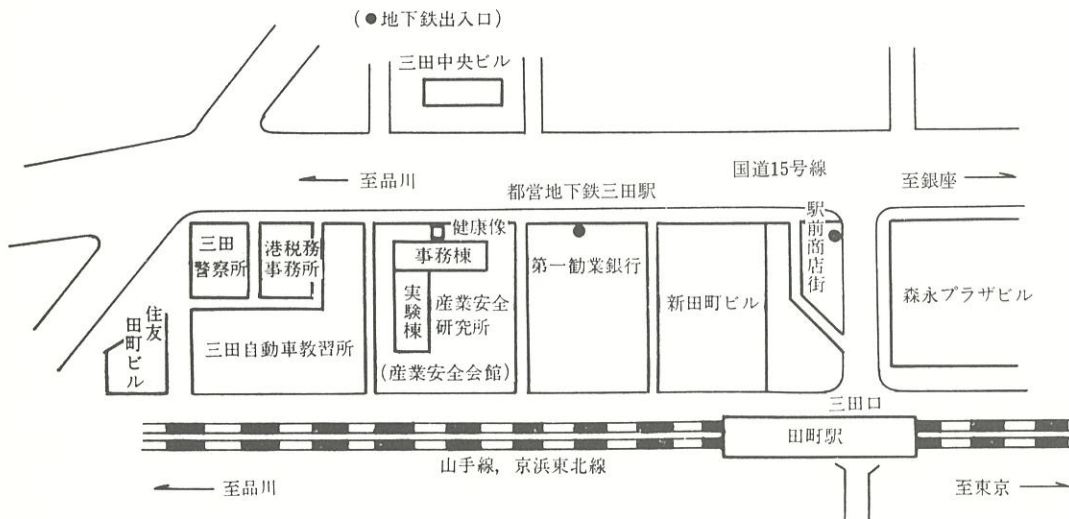
産業安全研究所及び産業安全技術館（産業安全会館）

東京都港区芝5丁目35番1号

電話 東京 (03) 453-8411 (代表)

ファックス 東京 (03) 452-6565

郵便番号 108



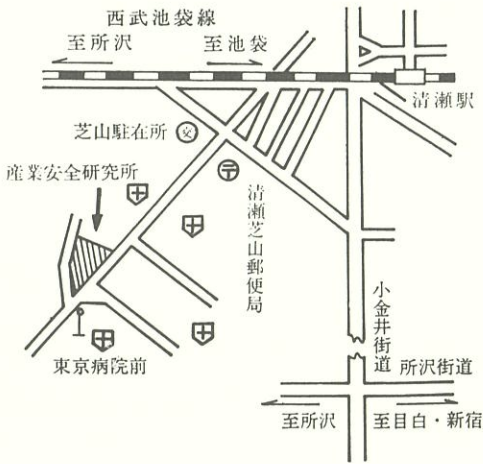
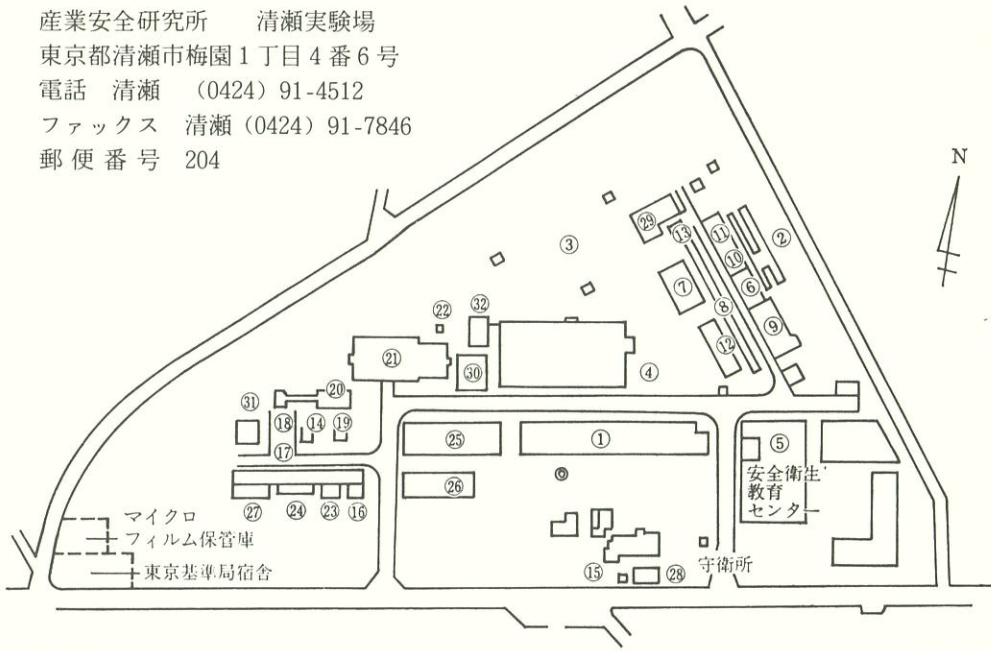
山手線田町駅から 徒歩5分

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・高令者墜落・転落実験室・機械構造実験室
4階	図書室・研究部受付	保護具研究室・土木建築研究部研究員室・機械力学研究室・光弾性実験室・電算機室・暗室
5階		油帯電第一実験室・建設関係災害資料室 システム工学実験室・静電気放電実験室・土質工学実験室
6階		粉体帯電実験室・着火機構実験室・油帯電第二実験室・静電気第一実験室・静電気第二実験室
7階		一般分析実験室・粉じん爆発特性第一実験室・ガス蒸気爆発特性実験室・X線回析実験室・爆発性物質感度実験室
8階		放電着火実験室・電気研究部研究員室・コロナ放電実験室・災害資料室・図書資料室

(2) 清瀬実験場

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



清瀬実験場実験施設等配置図

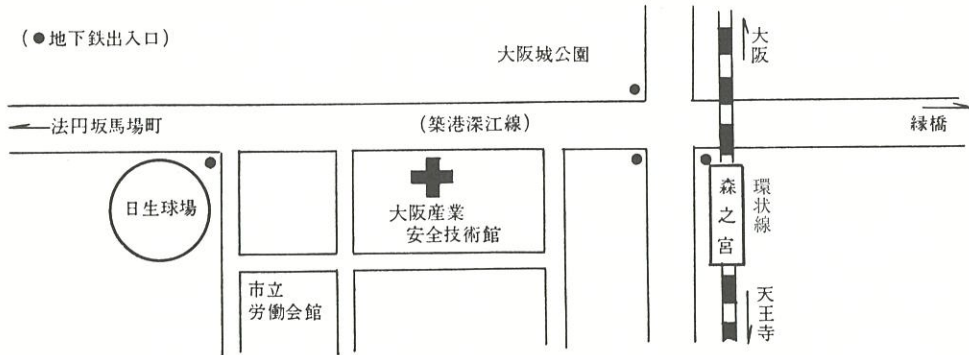
- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 1 機械実験棟          | 17 大型密閉爆発実験施設      |
| 2 安全带実験施設        | 18 防爆実験用揚重施設       |
| 3 高所作業観測施設       | 19 高圧示差熱実験室        |
| 4 機械安全システム実験棟    | 20 配管等爆発実験施設       |
| 5 走査型電子顕微鏡室      | 21 化学安全実験棟         |
| 6 200トン圧縮試験室     | 22 危険物倉庫           |
| 7 土止実験ピット        | 23 高気圧環境実験室        |
| 8 ジブクレーン         | 24 高圧ガス粉じん系爆発実験室   |
| 9 鋼アーチ支保工実験施設    | 25 防爆電機試験室         |
| 10 単管枠組実験場       | 26 本質安全防爆試験室       |
| 11 軽支保梁実験施設      | 27 粉じん帯電実験施設       |
| 12 多目的反力支持構造物    | 28 変電室             |
| 13 データロージャ室(移動式) | 29 運搬建設機械安定度試験実験施設 |
| 14 実験ガス配合室       | 30 遮音実験室           |
| 15 電気雷管保管庫       | 31 液体攪拌帯電実験室       |
| 16 化学反応実験室       | 32 電気室             |

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



(3) 大阪産業安全技術館

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



産業安全研究所年報

昭和 61 年度版

---

発 行 日 昭和 62 年 4 月 1 日

発 行 所 労働省産業安全研究所

〒 108 東京都港区芝 5 丁目 35 番 1 号

電 話 東京(03)453-8441(代)

---

印刷所 新日本印刷株式会社

ANNUAL REPORT  
OF  
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1986

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