

# 産業安全 研究所 年報

昭和 59 年度

昭和 60 年 5 月

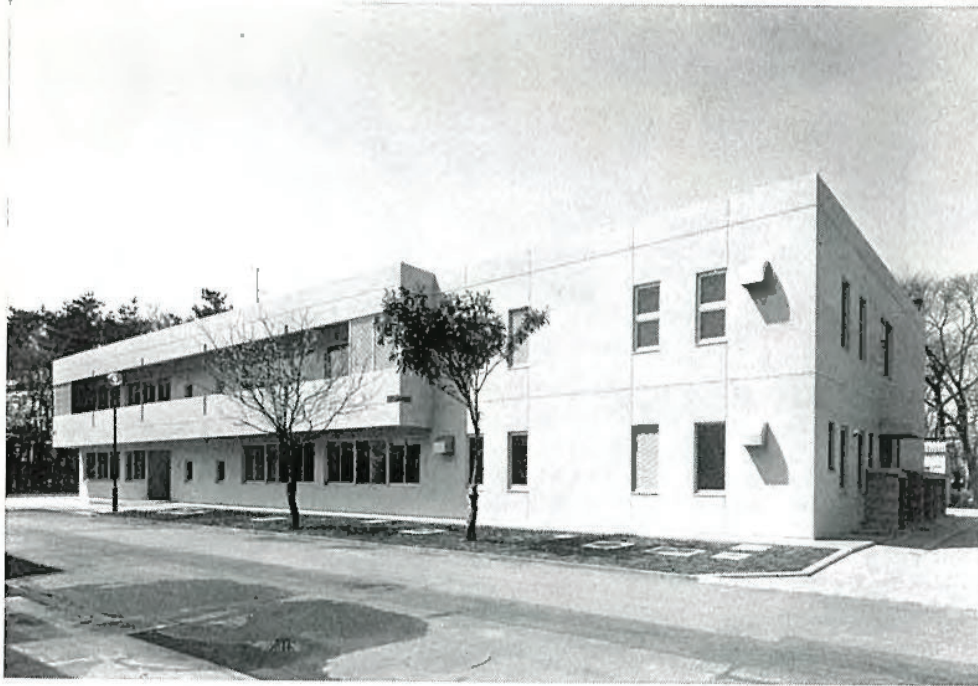
労働省産業安全研究所

# 化学安全実験棟竣工 昭和60年3月31日

鉄筋コンクリート造 2階建

建築面積 703.12m<sup>2</sup>

延床面積 1,106.23m<sup>2</sup>



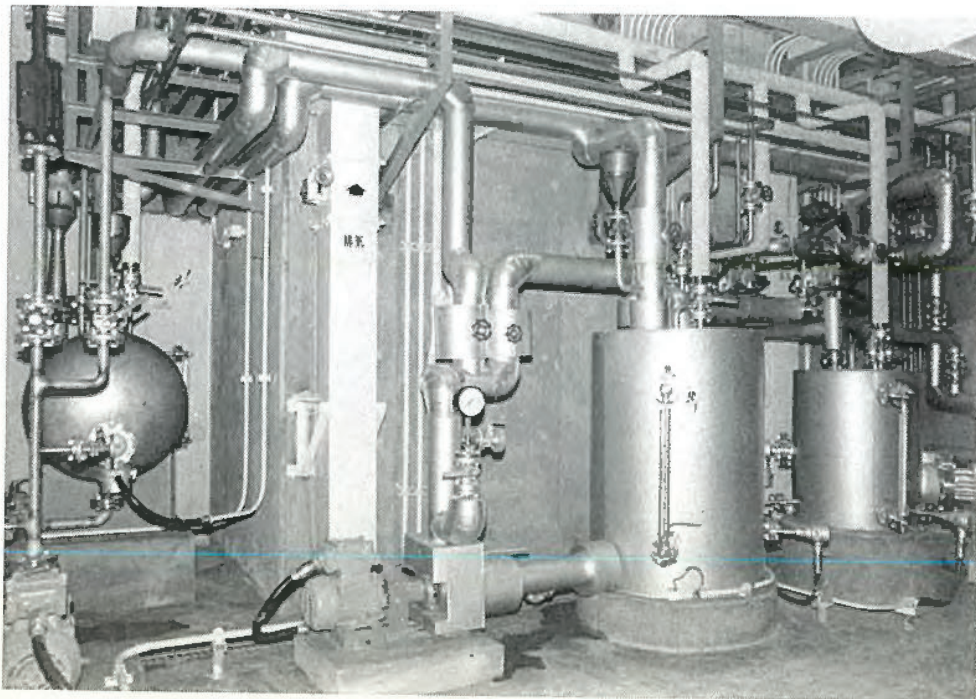
## 主要室名

### 1 階

1. 小型バッチプラント実験室, 同制御室
2. 第1 燃焼実験室
3. 第2 燃焼実験室, 同計測室, 混合制御室
4. 電動機拘束実験室, 同計測室
5. 耐圧防爆性実験室, 同計測室
6. 研究員室 (講義室)
7. 休養室

### 2 階

8. 熱安定実験室
9. 機器分析実験室
10. 第3 燃焼実験室, 同準備室
11. 現象可視化実験室, 同準備室
12. 暗室



バッチプラント実験室



## 特別研究

機械の安全化のための計測技術とその運用に関する研究



開発されたシールドビーム式安全装置



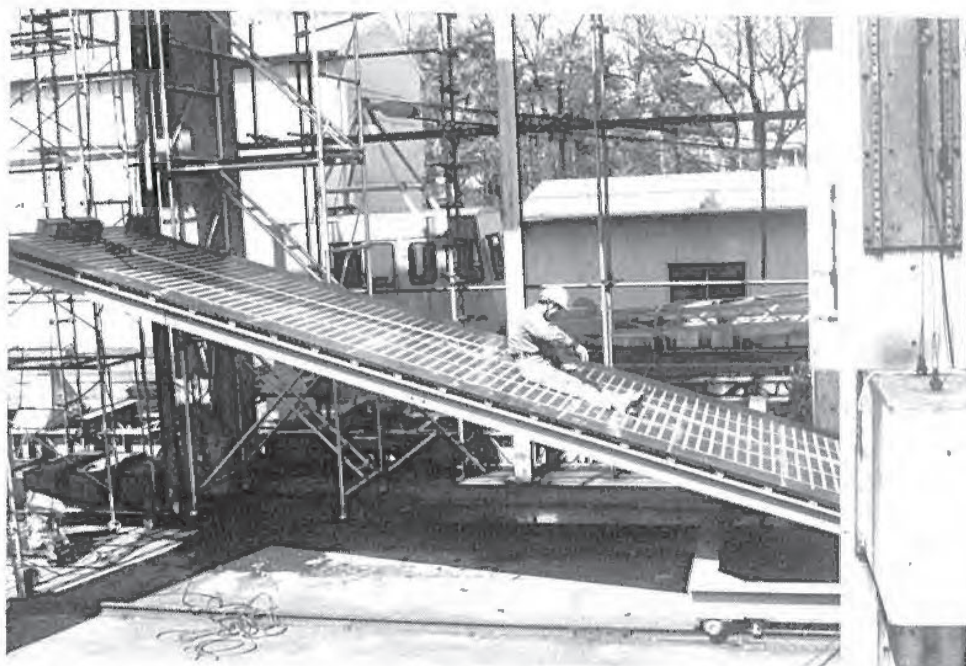
スポット溶接用ロボットの防護計測技術の運用のための実験

## 特別研究

高令者の墜落，転落災害防止に関する研究



足場板上での作業における平衡機能の実験



小規模工事用墜落防護用設備の衝撃強度実験



# 目 次

第1章 総 説	2
(1) 研究活動の概要	2
(2) 組 織	3
(3) 定 員	3
(4) 土地及び建物	3
(5) 歳 入	4
(6) 歳出, 予算	5
(7) 主要研究施設及び設備	6
i) 施 設	6
ii) 設 備	6
(8) 図 書	7
(9) 広 報	7
(10) その他	8
i) 人事移動	8
ii) 表彰等	8
第2章 研究業務	9
(1) 昭和 60 年度における研究テーマ	9
(2) 昭和 59 年度における研究成果の概要	10
(3) 論文発表	37
(4) 研究発表	38
(5) 特許等出願, 取得, 許諾	39
第3章 関連業務	40
(1) 産業安全研究所主催行事	41
(2) 行政機関に対する協力	42
i) 災害調査等に対する協力	42
ii) 委員会活動及び研修講師派遣等による協力	42
(3) 外部機関との協力	43
i) 学協会等における委員会活動	43
ii) 技術指導研究協力	46
iii) 外部機関主催講演会	47
iv) 流動研究員の招へい	48
v) 国際会議, 国際研究集会への参加	88
vi) 外部機関への研修	48
vii) 外部機関の研修員の受託	48
第4章 産業安全技術館業務	49
(1) 産業安全技術館の活動	49
(2) 大阪産業安全技術館の活動	49
(3) 依頼試験及び検定	50
付 録	51
(1) 産業安全研究所年表	51
(2) 産業安全研究所所在地, 案内図	52

# 第1章 総 説

## (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研究の中心的役割を果たす研究機関として各種活動を行っている。

当研究所においては、あらゆる産業分野における労働災害について、災害現象の解明、災害防止技術の確立など広範囲にわたる研究を実施しているが、災害の動向、生産技術の進展に対応して緊急に解決しなければならない研究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自動化、システム化や高令作業者の増大に伴う新たな災害に対する対策が要望されており、従来のハードウェアを主体とする工学のほか、システム安全、安全人間工学などのソフトウェア技術を適用するなど多角的な安全研究を推進している。このほか、行政当局の依頼により災害調査等の業務も実施している。

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、改定に際し、直接又は間接的に活用されるほか学会発表、安全講演会及び民間企業に対する技術相談、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。

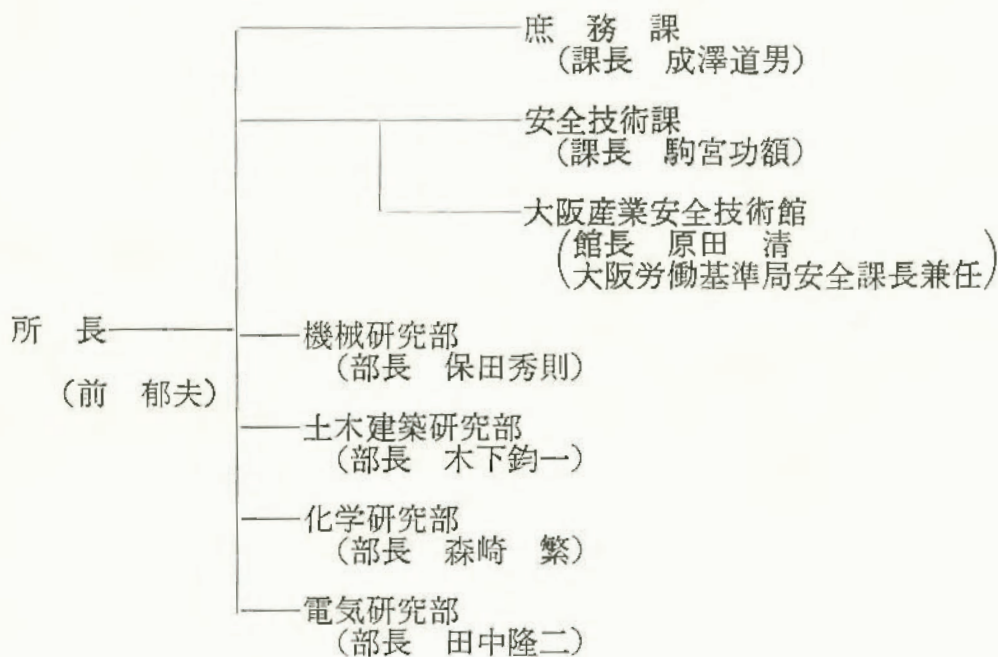
昭和59年度に実施した主要な研究は、特別研究として「機械の安全化のための計測技術とその適用に関する研究」(3年計画の2年度)、「高齢作業者の墜落転落災害防止に関する研究」(2年計画の初年度)、「危険有害作業を代替する産業用ロボットの基礎研究」(産医研、産医大との共同研究、3年計画の2年度)、「潜水作業に用いる電気機器の安全化に関する研究」(科学技術庁：海洋開発調査研究促進費、6年計画の4年度)、「塩化ビニルとアルミニウムとの反応を応用する廃棄物処理技術に関する研究」、「フッ素系有機排ガスの無害化処理技術に関する研究」(いずれも環境庁一括計上特別研究、3年計画の最終年度)の6課題を実施した。さらに経常研究としては、機械設備の安全化、仮設建造物の安全化、ガス、粉じん等の爆発防止、電気設備の点火危険性、電撃防止、安全性のシステム研究、設備の人間工学的研究など、基礎的研究、応用開発研究に属する継続及び新規の約30課題について実施した。

なお研究の高度化、効率化をはかるため、当研究所の施設の整備拡充を行っているが、昭和58年度に完成した機械安全システム実験棟(通称ロボット安全実験棟)に続いて昭和59年度は化学安全実験棟が建設された。ロボット安全実験棟においては既に実験用ロボット(3E)の設置、無人搬送車の導入等により実規模の実験研究が本格的に行い得る態勢となった。

また、当所は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に係る資料をパネル又は実物で展示し、安全技術の普及、向上を旨としているが、さらに特別展示として最近とくに関心の高い「産業用ロボットの安全展」を企画し、昭和59年10月より約1ヶ月間開催したが、1万人を超える来館者があり好評を博した。



(2) 組 織 (昭和60年4月1日現在)



(3) 定 員

(60. 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	專 門 職	一 般 職 員	計	技能職員(乙)		
区分	所長												
定員	1	9	18	9	36	1	4	1	5	11	1	49	

(4) 土地及び建物

(60. 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 5-39-1	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	43,694	延10,339	
労働省 産業安全研究所 大阪産業安全技術館	大阪市東区森之宮中央 1-15-10	(832)	延 893	敷地は大阪労働基準局所属

## (5) 歳 入

## イ 依頼試験

区 分 \ 年 度	55 年 度	56 年 度	57 年 度	58 年 度	59 年 度
研ま盤のと石車の強度試験	25 件	32 件	36 件	48 件	43 件
安全靴の安全性能試験	15	16	15	7	3
安全帯の安全性能試験	8	5	15	4	4
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	1	0	0	0	0
吊り具の安全性能試験	4	4	1	6	5
研ま盤のと石車の覆の強度試験	0	2	0	8	4
その他の試験	1	0	0	1	0
成績書副本交付手数料	0	0	0	0	0
合 計	55	59	67	74	59
歳 入 金 額	1,171 千円	1,141 千円	1,493 千円	1,425 千円	1,183 千円

## ロ 検 定

区 分 \ 年 度	55 年 度	56 年 度	57 年 度	58 年 度	59 年 度
防 爆 電 気 機 械 器 具 A	0 件	18 件	24 件	1 件	0 件
// B	12	25	21	2	0
// C	6	15	14	10	0
// D	7	15	10	6	0
// E	24	31	19	27	0
本質安全防爆構造との組合せF	0	0	0	0	2
更 新 手 数 料	0	0	0	0	0
合 計	49	104	88	46	2
歳 入 金 額	4,639 千円	8,515 千円	6,574 千円	4,832 千円	192 千円



(6) 歳出予算

区 分	昭 和 59 年 度			昭 和 60 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 234,778	千円 65,249	千円 300,027	千円 233,640	千円 67,002	千円 300,642
研 究 費	40,420	133,658	174,078	40,420	136,499	176,919
経 常 研 究 費	40,420	91,356	131,776	40,420	96,383	136,803
特 別 研 究 費	—	42,302	42,302	—	40,116	40,116
(機械の安全化のための計測技術とそ の適用に関する研究)	—	22,013	22,013	—	19,840	19,840
(高齢作業者の墜落・転落災害の防止 に関する研究)	—	20,289	20,289	—	20,276	20,276
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	—	28,209	28,209
そ の 他 の 経 費	26,091	62,061	88,152	26,017	62,061	88,078
小 計	302,034	289,177	591,211	300,822	293,771	594,593
(移替予算)						
国 立 機 関 公 害 防 止 等 試 験 研 究 費	29,360	—	29,360	11,758	—	11,758
(フッ素系有機排ガスの無害化処理技 術に関する研究)	16,101	—	16,101	—	—	—
(塩化ビニルとアルミニウムとの反応 を応用する廃棄物処理に関する研究)	13,259	—	13,259	—	—	—
(建設工事用小型圧縮空気機械(コン クリートハンドブレイカ)の低騒音 化に関する研究)	—	—	—	11,758	—	11,758
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)	3,987	—	3,987	3,820	—	3,820
小 計	33,347	—	33,347	3,320	—	3,820
合 計	335,381	289,177	624,558	316,400	293,771	610,171

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

59 年度	産業用ロボット等の導入に伴う安全衛生共同研究費(3年計画の2年次)	5,942 千円
	清瀬実験場下水道整備工事費	26,931 千円
	化学安全実験棟(仮称)設置費	371,618 千円
60 年度	産業用ロボット等の導入に伴う安全衛生共同研究費(3年計画の3年次)	7,241 千円
	産業安全技術館展示施設改装工事費	31,280 千円

(7) 主要試験研究施設・設備

i) 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
液体流動帯電実験施設	運搬建設機械安定度試験実験施設
高所作業観測施設	遮音実験室
大型密閉爆発実験施設	液体攪拌帯電実験施設
防爆実験揚重施設	機械安全システム実験棟
多目的反力支持構造物	化学安全実験棟

ii) 設備 (特別会計)

設 備 の 名 称	
可搬型データレコーダ	高速度現像デジタル直視装置
10トン横型引張試験機	恒温恒湿セル
横型真空焼鈍炉	超小型テレメータ装置
液体誘電率導電率測定装置	静電気データ記録装置
粉じん爆発特性実験装置	耐水試験機
電子計算機システム	最高血圧自動連続測定装置
走査型電子顕微鏡	動的高圧力試験装置
X線回折装置	高温箱型電気炉
デジタル記憶装置	レーザー流速計
圧力容器付耐アーク性試験器	デジタルオシロスコープ
自然発火試験装置	アイマークレコーダ装置
500トン万能試験機	超音波流速計測装置
赤外線炭酸ガス分析装置	テレメータシステム装置
データロガー	熱拡散率測定装置
マハツエンダー干渉計	注意配分力検査装置
写真計測処理装置	暴走反応熱測定装置
レーザー装置	トラバース装置
電気油圧式疲労振動試験装置	非接触電子光学式変位測定装置
仮設構造物多点荷重発生装置	平衡機能測定装置
心電波形分析装置	シグナルプロセッサ
高速度カメラ	振動三軸圧縮試験機
生体負荷測定装置	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 IX-15
光電測光式発光分析装置	重心位置測定装置



設 備 (一般会計)

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

(8) 図 書

a) 単 行 本

区 分	昭和 59 年度購入	昭和 59 年度寄贈	蔵 書 数
和 書	451	0	6,076
洋 書	27	0	1,488
計	478	0	7,564 冊

b) 昭和 59 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	110
計	174

(9) 広 報

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-33-1	不 定 期	450
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-84-1	//	500
産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-84-1~4	//	1,800
産業安全研究所安全資料 —	//	—
産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-84-1	//	250
産業安全研究所年報 昭和 58 年度版	年 刊	2,000
安研ニュース '84 Vol. 8 No.2~Vol.9 No.1	定期(隔月)	3,600

## (10) そ の 他

## i) 人事移動

発令年月日	新 官 職 名	氏 名	旧 官 職 名
59. 4. 1	退 職 退 職 安全技術課長 土木建築研究部 土木建築研究部 化学研究部 電気研究部  庶務課庶務係長 庶務課会計係長 労働基準局庶務課経理係長 労働基準局労災保険業務室記 録係長 大阪労働基準局大阪西労働基 準監督署 庶務課会計係 官房会計課福利厚生室	香 坂 敏 夫 坂 主 勝 弘 駒 宮 功 額 豊 沢 康 男 奥 村 伸 人 田 中 敏 彦 富 田 一  丹 沢 誠 治 明 治 俊 平 北 尾 和 宏 増 田 知 幸  中 島 襟 弥  近 藤 圭 市 折 田 篤 忠	安全技術課長 電気研究部主任研究官 化学研究部主任研究官 労働基準局安全衛生部安全課 新規採用 新規採用 千葉労働基準局柏労働基準監 督署 労働基準局庶務課 労働基準局労災管理課 庶務課会計係長 庶務課庶務係長  安全技術課管理係長  労働基準局労災保険業務室 庶務課会計係 東京労働基準局労災業務課 安全技術課安全技術係主任 新規採用 化学研究部長 化学研究部主任研究官 庶務課庶務係 新規採用 産業安全研究所長 機械研究部長 中央労働災害防止協会調査研 究部 化学研究部主任研究官
59. 7. 1	庶務課庶務係 東京労働基準局労災業務課	橋 口 忠 彦 西 山 貞 彦	東京労働基準局労災業務課 安全技術課安全技術係主任
59. 9. 16	機械研究部	清 水 尚 憲	新規採用
60. 1. 1	退 職 化学研究部長 退 職 庶務課庶務係	内 藤 道 夫 森 崎 繁 清 菅 野 哲 美	化学研究部長 化学研究部主任研究官 庶務課庶務係 新規採用
60. 2. 1	退 職 産業安全研究所長 機械研究部長	森 宜 制 夫 前 郁 夫 保 田 秀 則	産業安全研究所長 機械研究部長 中央労働災害防止協会調査研 究部
60. 3. 31	退 職	鶴 見 平 三 郎	化学研究部主任研究官

## ii) 表 彰 等

表彰名及び表彰内容	所 属	氏 名
安全工学協会 1984 年度安全工学論文賞 「粉体空気輸送配管中における爆発危険性」	化学研究部	松 田 東 栄
静電気学会 1984 年功績賞 「静電気災害・障害防止に関する研究」	電気研究部	田 畠 泰 幸



## 第2章 研究業務

### (1) 昭和60年度における研究テーマ

#### 経常研究

##### A. 機械設備等の安全化

1. 金属材料の破壊防止（機械研究部）
  - a. 高張力溶接継手の低温における疲労き裂伝播特性と破壊靱性
  - b. 溶接材および熱処理材の水環境中の腐蝕疲労特性
2. 運搬機械の安全化（機械研究部）
  - a. 機械研究部トラッククレーンの旋回サークルの強度
  - b. 天井クレーンの衝撃荷重
3. 高速回転機械の安全化（機械研究部）
  - a. 砥石の破壊回転速度と衝撃力

##### B. 建設工事前設備等の安全化

1. 仮設構造物の安全化（土木建築研究部）
  - a. 仮設構造物に作用する荷重についての調査
  - b. メッシュシートの安全性に関する研究
  - c. 足場に作用する風荷重についての数値解析
  - d. 集成足場板の安全性について
2. 移動式足場の安全化（土木建築研究部）
  - a. 可搬型ゴンドラの上部支持構造の安全化

##### C. 建設工事における災害分析と安全管理手法の開発

1. 安全性の評価（土木建築研究部）
  - a. 災害発生時間による度数率変動の評価
  - b. 上越新幹線工事における労働災害発生過程の解析

##### D. 掘削工事の安全化

1. 土砂の崩壊防止（土木建築研究部）
  - a. 不飽和上の土質力学的性質に及ぼす初期含水比、締固め方法の影響について
  - b. 載荷板の形状の地盤支持力に及ぼす影響について

##### E. 作業環境の工学的改善

1. 工場換気の適正化（土木建築研究部）
  - a. 熱源を有する作業場の換気の数値解析

##### F. 爆発危険性とその防止

1. ガス爆発の危険性とその防止（化学研究部）
  - a. 初期火炎伝播速度と消炎の関係
  - b. 混合物の発火温度の体系化
  - c. 気体固体の二相爆ごう波の伝播特性
  - d. 粉体空気輸送システムにおける発火及び火炎伝播危険性
  - e. 自然発火性物質の熱発火限界温度
  - f. 反応性物質の官能基別による分解危険性
2. 暴走反応の防止（化学研究部）
  - a. 反応性物質製造プラント危険性評価
3. 電気設備の点火危険性とその防止（電気研究部）
  - a. 乾電池の本質安全防爆性
  - b. 電子部品の発熱による爆発性ガスへの点火危険性
4. 静電気による点火危険性とその防止（電気研究部）
  - a. 液体の攪拌帯電における帯電要因
  - b. 静電気検出器の試作

##### G. ME機器の信頼性向上

1. ME機器のノイズ防護（電気研究部）
  - a. 容量性放電による放射ノイズ特性の解明

##### H. 電撃危険性とその防止

1. 送配電線における電撃の危険性（電気研究部）
  - a. 高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断
  - b. 柱上作業用危険域警報器の開発
2. 電場における電撃危険性とその防止（電気研究部）
  - a. 可随限界電場への長時間暴露の影響及び人間の離脱可能性

#### 特別研究

##### A. 機械の安全化のための計測技術とその運用に関する研究（機械研究部）

- a. 防護用計測技術の開発とその性能
- b. 防護用計測技術の運用

##### B. 高令作業墜落・転落災害防止に関する研究（土木建築研究部）

- a. 高令者の高所作業における作業床、昇降設備の適正化に関する研究
- b. 小規模工事用墜落防護用設備の具備条件に関する研究
- c. 小規模工事用の足場の構造基準作成に関する研究
- C. 危険有害作業を代替する安全ロボットの基礎研究（産医大，産医研，産安研（機械研究部）共同研究）
  - a. 産業用ロボットの教示作業の安全化
- D. 建設工事用圧搾空気機械の低騒音化（環境庁移替，機械研究部）
  - a. 建設工事用圧搾空気機械の低騒音化について
- E. 潜水作業に用いる電気機器の安全化に関する研究（科学技術庁移替，電気研究部）
  - a. 遮へいによる漏電場の電界緩和
  - b. 潜水作業用電気機器の安全装置の開発
  - c. 水中電撃防止器具及び装置の性能評価
- F. 単極性コロナ放電の安定性とイオン生成効率向上（科学技術庁移替，電気研究部）
  - a. 単極性コロナ放電の安定性とイオン生成効率向上



## (2) 昭和 59 年度における研究成果の概要

### 低温における HT80 鋼溶接継手の疲労き裂伝ば挙動と破壊靱性

機械研究部 橋内良雄

#### 1. 研究目的

寒冷地や低温環境に設置された溶接構造物や機器が変動荷重を受ける場合、溶接欠陥を起点として疲労き裂が発生伝ばし、やがて脆性破壊を起こすことが少なくない。そこで本研究では低温で使用される溶接構造物や機器の安全性を確保するための一環として、HT80 鋼を用いて突合せ溶接を行い、室温から 123 K の範囲における母材と溶接金属の疲労き裂伝ば特性、疲労破壊靱性、き裂伝ば機構およびき裂開口挙動について調べた。また、試験片の残留応力分布を計測して、疲労き裂伝ば速度に及ぼす残留応力の影響について検討した。

#### 2. 溶接条件および実験方法

板厚が 16 mm の供試材を圧延方向と直角に溶断後 X 開先を付け、溶接電流 180~240 A、電圧 35 V、溶接速度 130~220 mm/min、入熱 17.2~25.7 kJ/cm、母材予熱 423 K、姿勢下向きで突合せ溶接を行った。その後、溶接金属中をき裂が伝ばするように切欠きを付けた板幅  $W$  が 100 mm、板厚  $B$  が 14 mm の CT 試験片と、 $W=100$  mm、 $B=8$  および 4 mm の CCT 試験片を作製した。疲労試験は低温槽を装着した電気油圧式サーボ試験機を用いて 15 Hz で実施した。試験温度の制御は低温槽に流入する液体窒素の量を電磁弁で調整する方法によった。き裂の伝ばに伴う溶接残留応力の再分布を調べるために、2 軸ひずみゲージを貼付けた試験片のスリット(切欠き)長さを糸鋸で増大させながら変化するひずみを計測した。

#### 3. 研究結果

図 1 は室温から 123 K の範囲における溶接金属の疲労き裂伝ば速度  $da/dN$  と応力拡大係数範囲  $\Delta K$  の関係を示したもので、溶接金属の  $da/dN$  は試験温度よりも試験片の形状によって著しく相違している。すなわち、CT 試験片を用いた溶接金属の  $da/dN$  は点線で示す母材の  $da/dN$  よりも減少しているのに対して、CCT 試験片で求めた  $da/dN$  は母材のそれよりも若干増加している。この原因を明らかにするために、ひずみゲージを貼った CT と CCT 試験片のスリット長さを変えながら再分布する溶接残留応力を計測した結果、測定位置によらず CT 試験片のスリット先端では常に圧縮(図 2a)の、CCT 試験片では逆に引張り(図 2b)の残留応力が誘起されることが判明した。こ

のため溶接金属の  $da/dN$  が CT と CCT 試験片で異なるのは、両試験片のき裂先端に誘起される残留応力の差異によると判断される。

コンプライアンス法によりき裂開口応力拡大係数  $K_{Op}$  を測定して、有効応力拡大係数範囲  $\Delta K_{eff} = K_{Op} - K_{max}$  ( $K_{max}$  は最大応力拡大係数)を用いて図 1 に示した溶接金属と母材の  $da/dN$  を再整理した結果、へき開が介在する 123 K 以外の  $da/dN$  は試験片形状、残留応力分布、試験温度の差異によらず  $\Delta K_{eff}$  との間に良い相関が認められた。

123 K では溶接金属と母材のいずれにおいても  $K_{max} > 20 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  からへき開が帯状に連続して出現し、へき開帯の幅  $\Delta a$  は  $K_{max}$  とともに増加する傾向が見られた。この  $\Delta a$  の値はき裂先端の塑性域寸法よりも若干大きいことから、この種のへき開は繰返しひずみを受けることによって脆化したき裂先端の塑性域中で発生伝ば

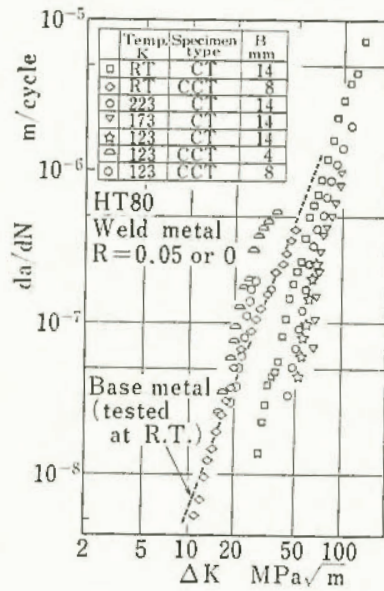


図 1 溶接金属の疲労き裂伝ば速度に及ぼす低温の影響

し、靱性の高い塑性域の外でき裂の伝ばが停止するという機構によって形成されたと考えられる。室温から 123 K の範囲の溶接金属と母材の疲労破壊靱性値  $K_{fc}$  ならびに静的破壊靱性値  $K_c$  を比較した結果、試験温度によらず  $K_{fc}$  は  $K_c$  よりも低下していた。この差異は  $K_{fc}$  と  $K_c$  を求める際の負荷速度の相違に起因していると推察される。

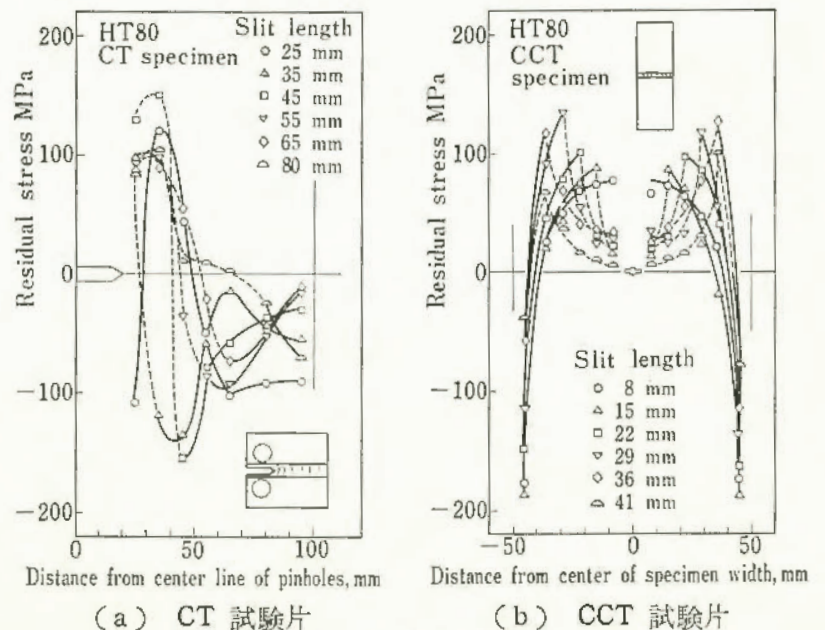


図 2 試験片の溶接残留応力の再分布



1. 研究目的

旋回サークルとは、クレーンの上部旋回体と下部走行体の中間にある回転機構のことである。トラッククレーンには、これに大きなころがり軸受を用い、その内外輪をそれぞれ下部走行体及び上部旋回体にボルトで取り付ける構造のものが多い。近年、このボルトの破断による倒壊事故が目立つようになったが、実機のクレーンのボルトにどのような応力が生じているかを測定した例は極めて少ない。そこで、11トンづくりの油圧式トラッククレーンについて、旋回サークルの取り付けボルトの応力を測定し、一般の設計式により計算される値との比較を試みることにした。

2. 種々の設計式

設計式には、①ボルトのみが荷重を支持すると考えるもの、②旋回サークルの一端を支点としてボルトに引張力が働くと考えるもの、③ボルトが引張力を、旋回サークルが圧縮力を支持すると考えるもの、等がある。これらの式は、いずれも旋回サークル・ボルト締結体を、はりの断面と同様に考え、その中立軸からの距離に比例したボルト伸び（すなわちボルト応力）が生じるという仮定を設けたものである。

3. 実験方法

供試機の旋回サークル内輪を下部走行体に取り付けている 植込ボルト（32 本）をすべて外し、あらかじめひずみゲージを貼り校正しておいた応力計測用ボルト（図 3）に交換した。

次に、全ボルトのひずみを計測しながら一定の締付力となるようにボルトを順次締め付け、つづいて、つり荷の重量、ジブ角度、ジブ長さ、及び旋回角度を種々に変えてボルトのひずみを記録した。

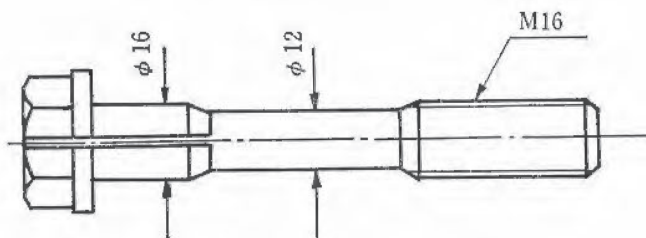


図 3 応力計測用ボルトの形状

4. 実験結果及び結論

下部走行体上のボルトの位置は図 4 に示すとおりである。各ボルトは、トラックフレームの垂直材部分に当たる 4 箇所を除き等間隔に位置している。

旋回角度  $\Omega = 30$  度のときの応力計測結果の例を図 5 に示す。設計式から推定された応力分布は、ジブ位置で

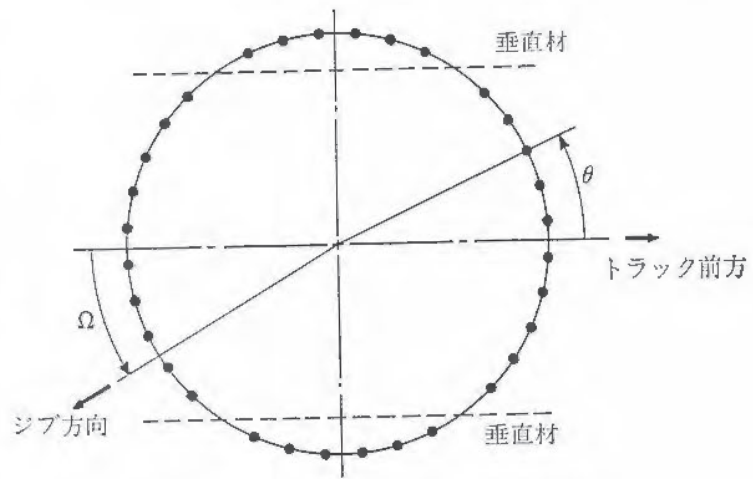


図 4 下部走行体上のボルトの位置

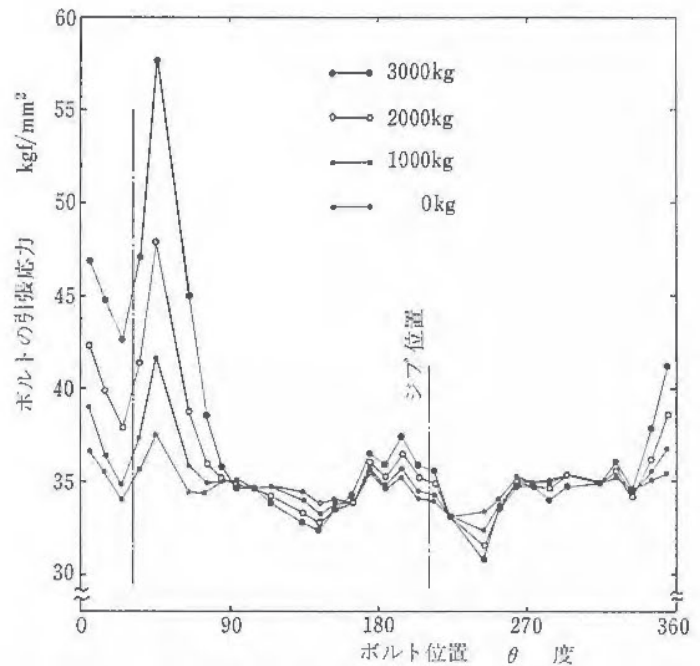


図 5 応力計測結果の例（作業半径 6.8 m）

最小となるサイン波を描くはずであるが、実測では局部的に応力の高いボルトが存在することが判明した。

応力の最大値を設計式による計算値と比較すると、表 1 に示すように大きな隔りがある。したがって、設計式をそのまま使用した場合には、ボルトの破壊による事故発生の可能性があると言える。ただし、本実験は首下を細くしたボルトについてのものであるため、これがそのまま実作業中の機械に適用できるわけではない。

表 1 計算値と実測値の比較例（単位 kgf/mm<sup>2</sup>）

計算式	①	②	③	実測
荷重 0 トン	6.0	2.8	35.6	37.6
1 トン	12.8	7.2	35.9	41.7
2 トン	19.6	11.6	36.1	48.0
3 トン	26.4	16.1	36.4	57.7



# オフセット砥石の回転強度に対する フランジ形状の影響

機械研究部 桑川壯一

## 1. 研究目的

携帯用の手持式グラインダに使用されるオフセット砥石の取付けには、フランジが用いられるが、一般にはオフセット砥石の凹部分にセットされるストレート形フランジによって取り付けられる(図6)。近年、研削作業の効率化のために4,500~4,800 m/minという高周速度で使用されるようになってきており、こうした高速使用のオフセット砥石の取付けには砥石の凸部側のみ外径の大きなアダプタ形フランジを使用する方式が採用されているが、その方式には図7に示す3つのタイプのものが用いられており、これらのどのタイプが最もオフセット砥石の回転強度の確保に効果的であるか、まだ明確にされていない。

そこで、本研究ではオフセット砥石の回転強度に対するフランジ形状の影響を解明するために図6及び図7に示す4タイプのフランジを用いて実験を行い検討した。

## 2. 実験結果

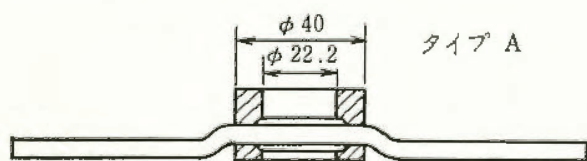


図6 ストレート形フランジ

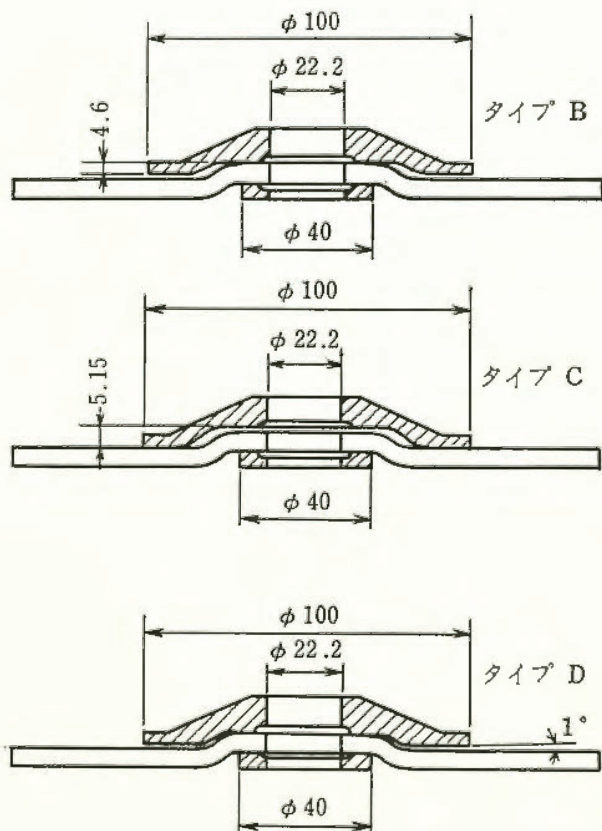


図7 アダプタ形フランジ

## 2.1 破壊回転試験

メーカーの異なる3社のオフセット砥石を用いて、各タイプのフランジについて5個ずつの破壊回転数を測定した結果は表に示すとおりである。各タイプによる比較のために、タイプAのフランジの場合を100として表わしている。

表2 タイプAを100とした破壊回転試験結果

供試フランジのタイプ				
A	B	C	D	C'
100	104	106	104	106

## 2.2 回転側圧試験

各タイプのフランジについて3個ずつ、周速度4,800 m/minに相当する回転数8,500 rpmにて回転側圧試験を行い、破壊に至るまでの最大の側面負荷及び荷重点の変形量を測定したが、表3は、タイプAを100とした場合の側面負荷を示す。

表3 タイプAを100とした側面負荷

供試フランジのタイプ			
A	B	C	D
100	160	174	164

## 2.3 回転側圧を加えた後の破壊回転試験

8,500 rpmで回転中の砥石に、15 kgfの側面負荷を60秒間加えた後、破壊回転試験を行った結果は、表4であるが、これは表2と同様な傾向となっている。

表4 タイプAを100とした回転側圧を加えた後の破壊回転試験結果

供試フランジのタイプ			
A	B	C	D
100	103	108	104

## 3. まとめ

以上の各実験結果から、次の事柄が明らかとなった。

(1) アダプタ形フランジは、ストレート形フランジの場合に対して、オフセット砥石の回転強度をより高く保持する機能を有すること。

また、側面負荷に対しては、アダプタ形フランジの方が著しく強度保持効果があること。

(2) アダプタ形フランジの中では、表2~表4を見れば明らかなようにオフセット砥石の回転強度の保持に対しては、タイプB及びタイプDのフランジは、ほぼ同程の機能を有すること、そしてタイプCのフランジは、タイプB及びタイプDのフランジに比べて、オフセット砥石の回転強度をやや高く保持する傾向が認められること。

# 安全帯のベルト脱落事故分析

## 一バックルのベルト保持能力について一

機械研究部 深谷 潔

### 1. 研究目的

ある土木工事の作業現場で、作業者が垂直はしご上での作業中に、はしごから墜落して死亡した。墜落防止及び作業用に安全帯を使用していたが、安全帯をはしご上に残して墜落した。なぜ、安全帯が役に立たなかったかを調べるために、実験を行った。

### 2. 事故の概要

被災者は、深礎内で昇降はしごの背もたれの取外し作業に従事していた。被災者が、背もたれを取外し、共同作業者が、外された背もたれをウインチで引き上げていた。

背もたれを下から外してきて、上から2番目の背もたれを外す作業に入った。この時、安全帯のD環に取付けた補助フックをはしごの踏みさんに掛け、安全帯に体を預けていた。背もたれを固定する番線を切断し、背もたれを踏みさんから外す時に、15m下の穴の底に墜落した。安全帯は、ベルトが抜けた状態ではしごに引掛って残されていた。また、共同作業者が、ベルトが抜けるところを目撃している。

被災者の使用していた安全帯は、折返し式バックルのA種安全帯であるが、補助フックを取り付けることにより体の保持に使用していた。そのため、バックル位置が体の側面になり、バックルが引掛りやすい状態になっていたと思われる。このような時に、バックルがどの程度ベルトを保持できるかを実験によって測定した。

### 3. 実験方法及び実験結果

バックルが体の前面にくる場合と側面にくる場合で、どの程度バックルとベルトのなす角度（以後、引張角と称す。図8参照）が変化するかを測定した。無荷重の場合とD環を引張った場合について3人の被験者に対して測定を行った。その結果を表5に示す。

条件によりばらついているが、いずれも、バックルが体測にくると、バックルが立った状態になるのがわかる。

次に引張角を一定にしたときのバックルからベルトを抜く力（滑り抵抗）を測定した。引張試験機に、自在万力を用いてバックルをある角度で固定し、バックルに通

したベルトを定速で引張り、その抵抗を測定した。その結果を図9に示す。

試料2～3は、スライド式バックルのもので、試料1は被災者の使用していたものと同型のものである。試料1は、体の側面にバックルがきたときの引張角の最大値である35°では、今回の測定においては十分な滑り抵抗を示しているが、40°以上における抵抗が小さいことが目につく。このことは、バックルが少し引掛るだけで、ベルトが抜ける状態になることを暗示する。

そのため、試料1のバックルについて、引掛った時の挙動を調べる実験を行った。バックルを締めた状態でベルトの一端を固定し、他端に重錘を下げた状態にして、バックルに鉤を掛け、ロードセルを介して水平方向に引張った。バックルが引張られて立つと、ロックした状態からフリーの状態になり、ベルトが抜けた。その時の荷重と重錘重量の関係を表6に示す。ベルトに荷重がかかった状態ではバックルが抜けにくいことがわかる。

以上の実験から、折返し式バックルには、何かが引掛って立っている時にベルトを引張ると、ベルトが抜けるものがあることが判明した。スライド式バックルでは、この種のことは構造上起きにくいと思われる。折返し式バックルの安全帯を使用する際には、バックルに物が引掛らないように、使用上の注意が必要であろう。

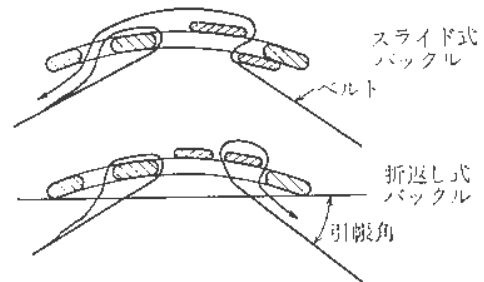


図8 バックルの形式

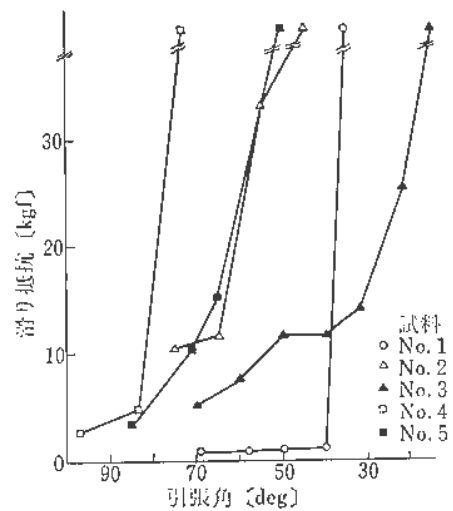


図9 滑り抵抗と引張角

表6 ベルト荷重とバックル起こし力

ベルト荷重 [kgf]	1.2	2.2	3.2	4.6	5.6
バックル起こし力 [kgf]	1.1	2.4	2.6	5.8	6.2

表5 バックルの位置・荷重による引張角の変化

被験者のウエスト (cm)	無荷重		5 kgf		
	正面	側面	正面	側面	
被験者 A	22°	35°	18°	30°	76
B	23°	31°	21°	26°	76
C	19°	27°	16°	23°	83



足場面に作用する風荷重に  
 ついての三次元数値解析

— 近傍に高層建物がある場合 —

土木建築研究部 木下鈞一

1. はじめに

先年度に引き続き、建物の四周に、シートを張った足場があって、その近傍に高層建物がある場合 (図 11)、その足場面に作用する風圧力を計算し、風力係数の分布について求め、近傍に建物がない場合との比較をした。

2. 計算の方法

地表粗度が一定 (0.05m) で、図 10 に示すように建物に直角に風が吹きつける三次元流れの場合について計算した。基礎方程式は以下に示す 2 方程式モデルによった。

$$\partial u_i / \partial x_i = 0$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \pi}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ (\nu_t + \nu) \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right\},$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u_j \frac{\partial q}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \left( \frac{\nu_t}{\sigma_1} + \nu \right) \frac{\partial q}{\partial x_j} \right\} + \nu_t \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \epsilon,$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial t} + u_j \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \left( \frac{\nu_t}{\sigma_2} + \nu \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right\} + c_1 \frac{\epsilon}{q} \nu_t \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{c_2 q \epsilon}{\nu_t},$$

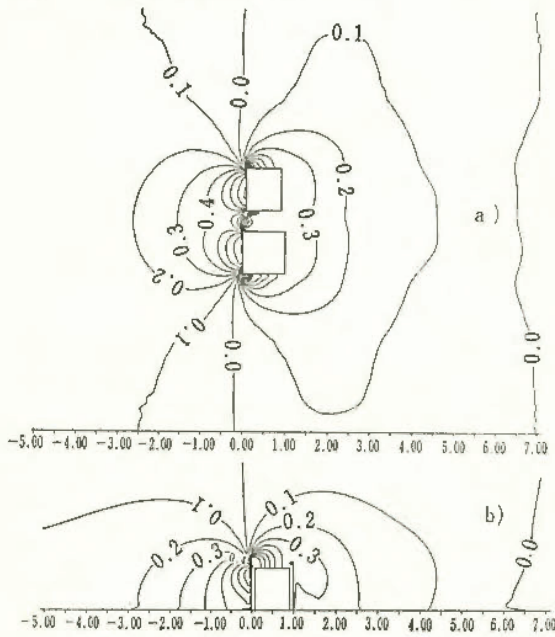


図 12 a) 水平面風圧分布 ( $X_3=1.0$ ),  
 b) 垂直断面風圧分布

$\nu_t=0.09 q^2/\epsilon$ ,  $\sigma_1=1.0$ ,  $\sigma_2=1.3$ ,  $c_1=1.59$ ,  $c_2=0.18$   
 また、境界条件等は全て前年度と同様である。上流境界値は粗度長 0.05m としたときの値を与えている。格子の数は、 $X_1$  方向 36,  $X_2$  方向 37,  $X_3$  方向 18 とし、不等間隔格子としている。

3. 計算結果

図 12 に  $X_3=1.0$  における水平面上の風圧分布 (単位は  $\rho u^2/2$ ) 及び垂直断面上の風圧分布を示す。いずれの場合も隅角部に著しい圧力変化が生じていることがわかる。図 13 には、高さ  $X_3=0.16$  の水平面上における風速増強率の分布を示す。これより、地上 2~3m 位のところで建物の上流側外側の隅角部で強風が発生することがわかる。また、正面の足場面外面、同面の風力係数分布、さらに隣接側及非隣接側足場面の風力係数の分布図を図 14, 15 に示す。正面足場面の風力係数の最大値は 1.79 で、近傍に高い建物がない場合には足場面の中心軸上に最大値が生じるが、本側の場合には最大値の位置はずれる。本研究では、近傍建物の間隔を 0.25, 0.5 及び 1.0h について行っている。図は  $d=0.5$  の場合である。

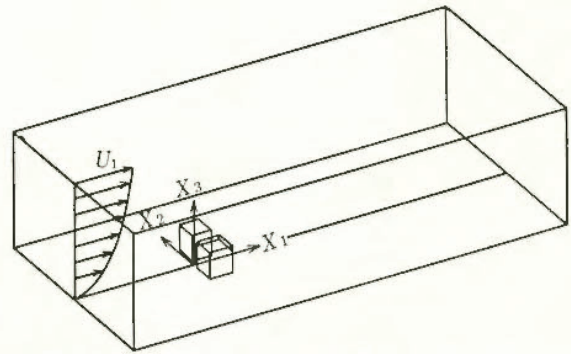


図 10 計算を行った三次元流れのモデル

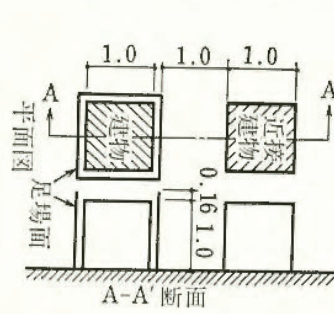


図 11 建物と足場の概要

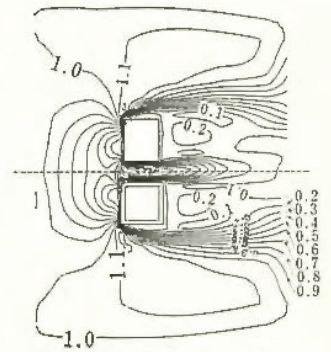


図 13 風速増強率分布図

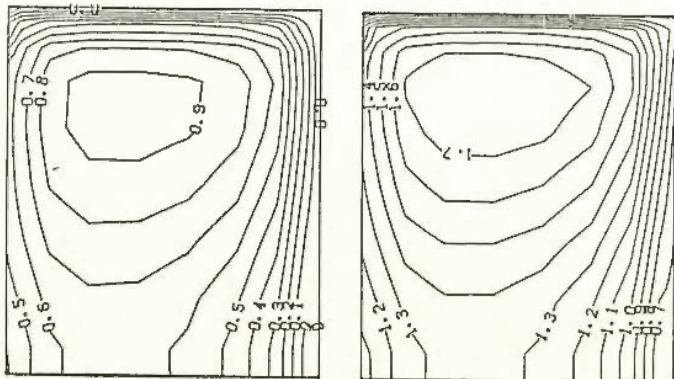
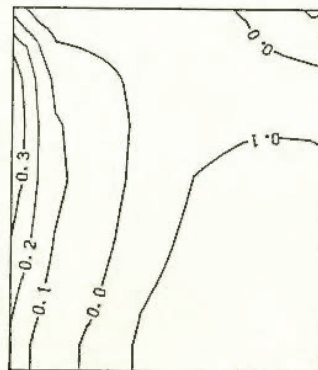


図 14 正面外面風圧係数分布 同風力係数分布



隣接側側面風力係数分布

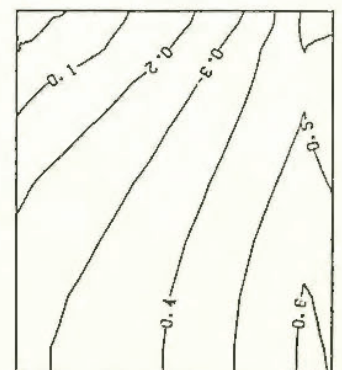


図 15 非隣接側側面風力係数分布

1. 研究目的

建設現場等で作業床として用いる合板足場板は、安全上、常時十分な曲げ強度を備えていなければならない。現在、製造時の性能については労働省構造規格に規定されているが、経年使用品についての規定はない。本研究は合板足場板の廃棄基準の作成に資するための研究で、屋外暴露による曲げ強度の変化を調べたものである。

2. 研究方法

新品及び一定期間屋外暴露した供試体に対し、非破壊検査と曲げ試験を行った。供試体及び暴露条件を表7に示す。表中、特注品とは最近の原木事情悪化に対処するための試作品で、従来の足場板とかなり構造を異にするものである。また、非破壊検査は寸法、重量、含水率、撓み及び振動特性の測定である。

表7 供試体と暴露条件

供試体	種類	層数	単板構成比
市販品	7種類7社	9~13	55~68%
特注品	6種類1社	11~16	61~74

暴露条件	場所	東京都清瀬市	方法	地上1.5m水平設置
	区分	I 新品		
暴露期間	II	屋外暴露3ヶ月		
	III	同 6ヶ月		
	IV	同 12ヶ月		
	V	同 24ヶ月		
	VI	室内保管6ヶ月		
	VII	同 後屋外暴露6ヶ月		

3. 研究結果

以下に、結果の要約を述べる。

(1) 非破壊検査の結果、板幅、板厚、重量は暴露6ヶ月程度までは増加するが、その後はあまり変わらない。また、板の曲げ剛性は暴露期間が増加してもあまり変わらない。

(2) 曲げ試験の結果から計算して得た曲げ強度  $\sigma$ 、曲げ弾性係数  $E$  に関しては、(a) 両者共、メーカーによるバラツキが大きく、新品時に構造規格値を下まわるものがある。(b) 両者共、暴露期間  $T$  の増加と共に減少するが(図16, 図17)、その割合は、 $\sigma$  の方が大きい。さらに、両者と  $T$  (月) との関係は、ほぼ次式で近似できる。

$$\sigma/\sigma_0 = 1 - 0.2225 \log T$$

$$E/E_0 = 1 - 0.1265 \log T$$

$\left\{ \begin{array}{l} \sigma, \sigma_0 : T \text{ ヶ月後, 新品時の曲げ強度} \\ E, E_0 : T \text{ ヶ月後, 新品時の曲げ弾性係数} \end{array} \right.$

(3) 曲げ弾性係数と曲げ強度の関係

図18は、新品と暴露品の曲げ強度と曲げ弾性係数をプロットしたものであるが、両者はかなり相関が高く、この結果から、非破壊の撓み試験により曲げ強度の推定が可能になるものと思われる。なお、図中の回帰式を用いて曲げ強度を推定した場合、実測値に対する標準誤差は約  $84 \text{ kgf/cm}^2$  である。

(4) 市販品と特注品の比較

特注品は市販品に比べ曲げ強度で約3割、曲げ弾性係数で約2割高い。また暴露による劣化割合に両者の相違は見られない。

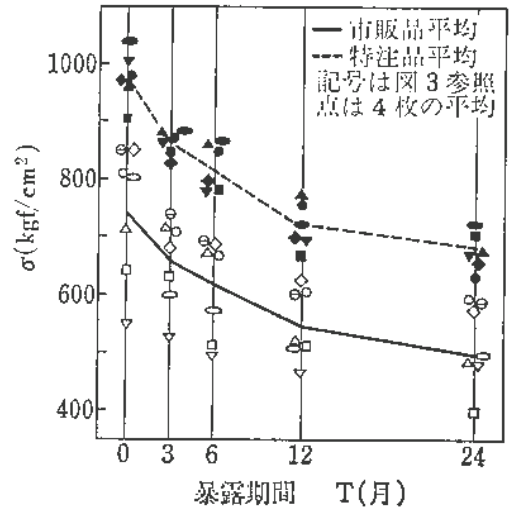


図16 曲げ強度と暴露期間

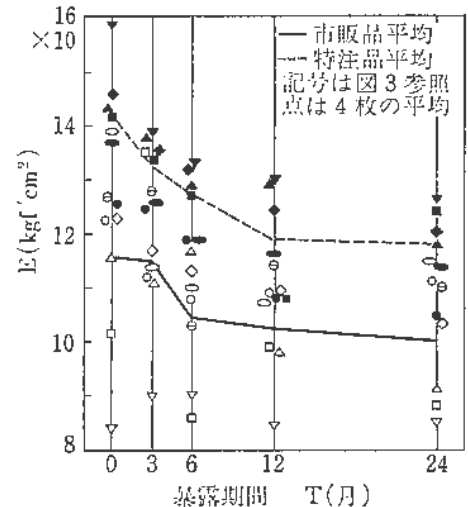


図17 曲げ弾性係数と暴露期間

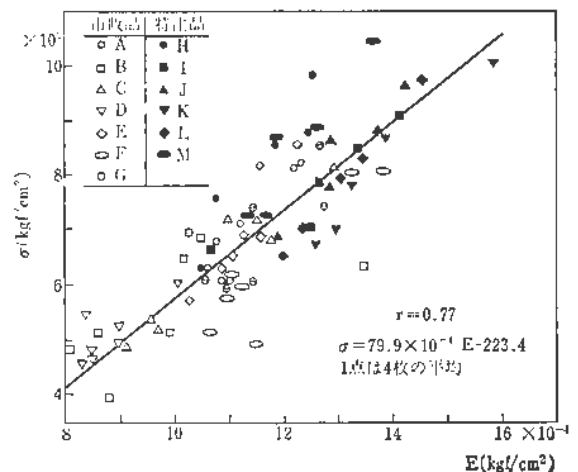


図18 曲げ強度と曲げ弾性係数の関係



1. 研究目的

階段での転落災害による業務中の死亡は、年間約30名にも及んでいる。日常災害を含めると、年間約600名にもなるのである。階段災害の基本的な発生要因として、つまずき、踏み外し、すべりが考えられる。災害の主要因は、つまずき、踏み外しであるが、すべりによる事故も多く報告されており無視できないものとなっている。本研究では、そのすべりに着目して、階段踏面のすべり度合の評価方法を確立することを目的とした。

2. 基本的な考え方

一般に、「すべり」の研究方法には、「すべって転ぶ」と言った時の「すべり (slip)」と、「すべり易い」と言った時の「すべり (slipperiness)」があり、そのどちらに重きを置くかによって、研究手法が大きく変わってくる。前者は、常に体の平衡状態を失うかどうかにか点が置かれており、後者では、すべり (slip) を含むのは勿論のこと、逆に非常にすべりにくい歩行路も含めて幅広く扱う方法である。本研究では、後者の研究方法を取っている。

3. 研究方法

摩擦現象は複雑であり、同じ組合せ材料間のすべり抵抗を測定しようとしても、荷重、接触面積、接触速度などによりその値が大きく変動する。そこで、動作分析等から考案したすべり測定法が、本当に実際のすべりを評価できているかどうかの妥当性の検証をしなければいけない。

そこで、本研究では、どの測定条件で計測するのが最も妥当であるかを、実際の歩行時に感じ取られるすべり感覚量との対応が充分に取られているかどうかによって判断することにした。このすべり感覚量は、

下降時に7段階の評価用語で歩行時のすべりを評価させ、それを系列範ちゅう法(評価判断は一定でなく正規分布すると考えて、その分布の正規偏差量でその踏面材の感覚量を表現する。)によって尺度化した。

階段を降りる時にすべりが問題になる箇所は、図19に示したように、踏面及び段鼻の平らな部分(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>)、段鼻の角部(C<sub>3</sub>)である。この角部は、降りる時に足先が着く瞬間に問題になる箇所である。この部分については、当研究所で開発した片吊り式すべり測定機(写1)を使うことにした。水平面(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>)の測定には、規格化された振り子型床すべり測定機(JIS A 1407)があるが、実際のすべりとの対応が充分でなく、信頼性が低いので、既に、妥当性が検証されている小野研式すべり測定機(写2)を採用することにした。

4. 研究結果

片吊り式測定機の測定条件を、荷重30kg、すべり片の面積28cm<sup>2</sup>(4×7cm)、回転速度1.6度/秒、接地角とした場合に、すべり感覚量と最もよく対応した。図2にその対応結果を示す。ここで、総合すべり抵抗(TSR)は、各部のすべり抵抗値から構成され、その重みは、重相関分析を基にして決定した。実験階段(踏面29cm、蹴上17cm)を若い被験者(平均24才)10名に昇降させて得た結果(図20)では、段鼻材上部(C<sub>2</sub>)のすべり抵抗の効果が大きく影響するのがわかる。TSR値が0.8までは、すべり感覚と直線的に対応し、それ以上の値では、ほぼ同じすべり度合と判断している。

床のすべり測定法は、世界中で50種近く提案されているが、末だに決定的なものがなかった。それは、いずれの測定法も実状のすべりとの対応が取れていないからである。例えば、JISの測定法では、表面に凹凸があると、平らな面より測定値が低くでると言った矛盾を生じるのである。本研究で使用した妥当性の検証方法は、すべり測定法の開発には、非常に有効であると言える。

文献 小野、永田他、「階段踏面のすべりの評価方法に関する研究」、日本建築学会大会、1984。

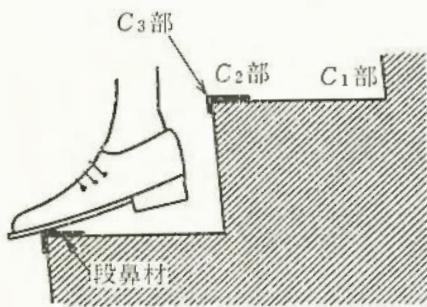
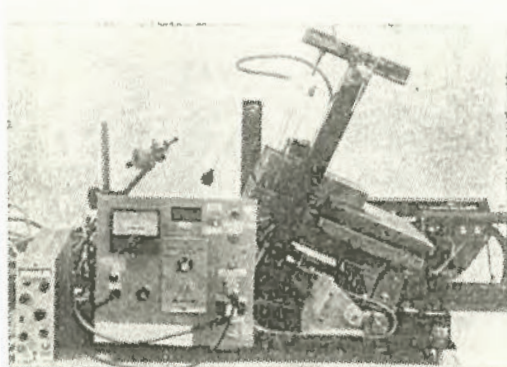
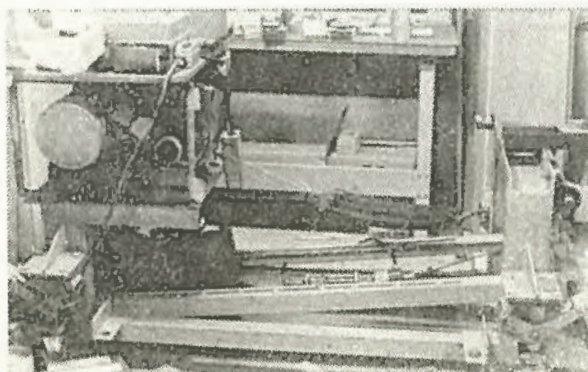


図19 すべりの発生箇所



写1 片吊り(安研)式測定機



写2 小野研(東工大)式測定機

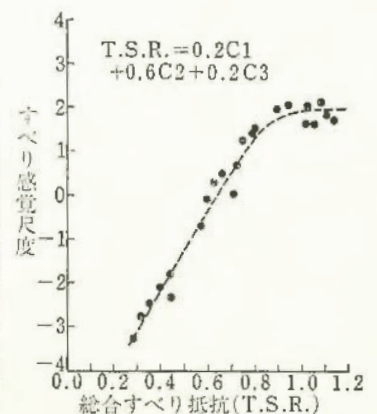


図20 TSRとすべり感覚量



# トンネル建設工事労働災害の分析

土木建築研究部 花安繁郎

## 1. 研究目的

本研究は、トンネル建設工事で発生した労働災害を事例に、工事に関したさまざまな施工条件と労働災害との関係を明らかにすることを目的として、多変量解析法を用いて分析を試みたものである。

調査対象のトンネルは、国鉄山陽新幹線工事で建設されたトンネルのうち、広島・山口県内で建設されたトンネル（86本、総延長158.8km）であるが、分析個体には、事業者がひとつの事業所を形成した、いわゆる工区を単位とし、全工区数は75であった。

## 2. 基本データの作成と相関分析

工区ごとの施工関連の資料には国鉄がとりまとめた工事記録を利用し、災害資料には事業所より所轄労働基準監督署へ報告された労働者死傷病報告によった。工事記録よりデータとして、延長、工期、工費、掘削時間、平均岩種、支保工建込量、コンクリート打設量、電力容量など11種の連続変数を変数としてとりあげ、他に掘削工法、運搬システム、坑口形式など3個のカテゴリー変数も加えた。分析に先だち、連続変数変数を施工長で除してデータを基準化したのち、3次と4次の積率（歪度、尖度）によって一変数ごとに異常値のチェックを行ったところ、6工区で外れ値を検出した。そこでデータの均質化のためにこれらの工区を分析対象から除外した結果工区数は全部で69となった。

まず、実績値による変数間の相関を求めてみると、多くの変数間に強い相関々係がみられ、工事規模が大きくなるに従い、災害数、その他の工事変数も増えることが示された。一方、基準化変数による相関分析によれば、災害に関しては、災害発生率がどの変数ともほぼ無相関に近いこと、および死亡災害発生率が全災害発生率と平均岩種以外の工事変数とは総て負の相関にあることが特徴としてあげられた。単位工事量が大きい程、あるいは平均岩種が大きくなるに従って死亡災害発生率が小さくなる理由には、岩種（地山指標）が低い程、掘削地山性状が悪く難工事である場合が多いので、工事変数が増すと同時に、難工事のために慎重に工事を進めた結果（工事進行速度が遅くなる）、死亡災害などの重傷災害の発生が少なくなったためと思われる。ただし非死亡災害についてはこのことは言えない。また、全災害発生率を掘削工法別、あるいは施工長別等のカテゴリー変数によって層別化してその分布形状を調べてみたところ、どのカテゴリー変数によって分類してみても、平均値間での有意な差はみられなかった。

## 3. 多変量解析法による分析

### (1) 主成分分析による情報集約

連続変数として与えられた数多くの変数をより少ない次元によって解釈を試みるために、実績値、基準化変数とにそれぞれ主成分分析の適用を試みた。表8は基準値の主成分分析の結果であり、表中の各変数に対応した数値は、各主成分と変数との相関係数を示す因子負荷量である。固有値が1.0以上の主成分は3つあり、それらで全変動の78%が説明されている。第1主成分は、トンネルの地質性状とそれに対応した単位工事量と強い相関を示しており、地質・工事規模を表わす成分と考えられる。前述の、地質が悪い程死亡災害率が小さくなるのがこの軸によっても説明される。第2主成分は災害発生率が単独に成分軸を形成しており、従って、災害については災害発生率による一元的評価が可能であり、他の変数とは無相関なので、発生数で評価する場合には、ポアソン分布を適用することが出来ると思われる。実績値による主成分分析では、工事規模因子、地質因子の2因子に情報を集約出来ることが示された。

### (2) 判別分析による分析

判別関数によって工事中に死亡災害が発生した工区と発生しなかった工区とに2群に分類することを試みた。分析の結果、単位工期（1km施工に要する平均月数）や下盤打設量などの工事変数を用いて、死亡災害発生の有無について比較的高い確率で判別分類を行うことが出来た。判別関数では、単位工期が小さい程（施工速度が早い）死亡有りと判断され易くなり、下盤打設量が多い程死亡無しと判別される確率が高くなった。判別式に選ばれたこれらの変数や符号について、相関分析や主成分分析での結果と整合性をもって説明することが出来た。

表8 基準化変数による主成分分析

主成分	1	2	3	変数累積 寄与率
固有値	6,9006	1.2504	1.1700	
寄与率	0.5750	0.6793	0.7767	
災害率	0.0716	0.9006	-0.0927	0.8248
死亡率	-0.4763	0.1043	-0.5513	0.5417
単位工期	0.5811	-0.0110	0.6122	0.7126
単価	0.6709	0.2931	-0.3474	0.6568
掘進時間	0.8592	-0.1932	-0.0063	0.7757
平均岩種	-0.9148	0.1970	0.0238	0.8762
支保工数	0.8480	0.1513	-0.1823	0.7753
建込量	0.9085	0.0478	-0.0982	0.8372
覆工厚	0.9166	-0.1105	-0.1534	0.8760
下盤量	0.9064	-0.0685	-0.1196	0.8406
下盤率	0.9454	-0.0831	-0.0999	0.9107
電力	0.4533	0.4662	0.5202	0.6934
備考	地質・規模 災害			



# 労働災害発生状況の災害種類による相違点

土木建築研究部 鈴木芳美

## 1. 研究目的

建設工事で発生する労働災害の中で、在来型と呼ばれる墜落災害・土砂崩壊災害・建設機械による災害、等は依然として多数を占めている。これらの災害の再発防止に資するため、災害が発生に至るまでの過程を詳細に分析し、安全対策等へフィードバックさせてゆく必要がある。今年度は、切取工事で発生した労働災害事例の中から、建設機械による災害・土砂崩壊による災害を中心に82件の事例についてCTAを実施し、その結果を用いて災害種類の差異による災害発生過程の傾向を知るとともに、それらの相違について簡単な考察を加えた。

## 2. 研究方法

労働災害の発生状況をCTA手法を用いてシーケンスに追跡し、その発生過程を人的要素(I)、作業内容要素(T)、物・機械・設備等の要素(M)、物理的作業環境要素( $E_p$ )、管理的作業環境要素( $E_s$ )の5種類の要素の相互関連の形で整理した。多数の事例についてのCTAの結果をまとめ、災害が発生に至るまでに各要素が相互にどのように影響を及ぼしているかを示す「影響頻度(影響確率)マトリックス」を得た。これは災害発生過程についてモデル解析を行う際にも有用な基礎データとなるものである。

## 3. 結果と考察

CTAの結果から、災害発生に関与した各要素の出現頻度をまとめ災害種類別に比較した。図21は5要素のうち頻度の大きい3要素を座標軸とした三角座標上に各要素の出現率を示したものである。図上に示された円は座標軸の3要素の出現率値で作られる三角形の内接円で、座標軸以外の2要素の出現率の大きさを円の大きさを示すとともに座標軸の3要素の出現率値の位値を示すものと考えて良い。図からも判明するように建設機械による災害と土砂崩壊災害とでは、発生過程に占める各要素の構成割合には明白な違いがある。

また表9及び表10は、災害種類別に各要素間の相互の影響頻度の累計から得られた影響確率を示した。表中には得られた各確率値に対して分布を用いて算出した推定区間(95%, 上下限值)を合せて示してある。

両者を比較すると、災害の性質を反映し、 $T \rightarrow M$ ,  $T \rightarrow E_p$ ,  $M \rightarrow M$ ,  $M \rightarrow E_p$ ,  $E_p \rightarrow T$ ,  $E_p \rightarrow M$ ,  $E_p \rightarrow E_p$ に明らかに差異が認められる。 $\chi^2$ による確率マトリックスの適合度検定の結果からも両者の類似性は棄却された。

今後は、災害発生時の工程や工事進捗状況などの条件を要因変数として導入し、各要素間の影響確率等についてマルコフ連鎖モデルを充当するなどの解析を行って検

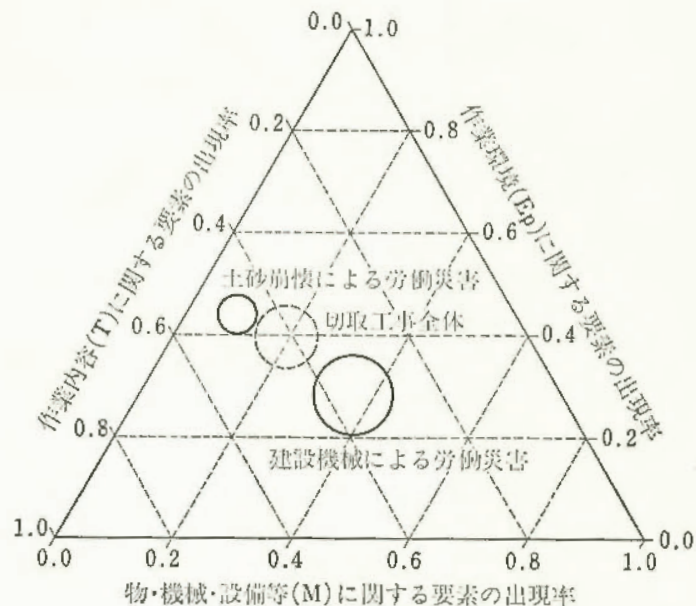


図21 災害発生に関連した要素の出現率

表9 建設機械による災害における要素間影響確率

		連続事象の要素				
		I	T	M	$E_p$	$E_s$
先行事象の要素	I	0.18	0.26	0.44	0.10	0.03
		0.31	0.40	0.58	0.22	0.12
		0.09	0.15	0.30	0.04	0.00
	T	0.20	0.29	0.41	0.08	0.03
		0.29	0.38	0.51	0.15	0.08
		0.13	0.20	0.31	0.04	0.00
	M	0.42	0.08	0.42	0.08	0.0
		0.52	0.15	0.52	0.15	0.04
		0.33	0.03	0.33	0.03	0.0
	$E_p$	0.15	0.26	0.40	0.19	0.0
		0.26	0.38	0.52	0.30	0.06
		0.08	0.17	0.28	0.11	0.0
	$E_s$	0.26	0.42	0.16	0.11	0.05
		0.48	0.63	0.36	0.30	0.23
		0.11	0.23	0.04	0.02	0.00

表10 土砂崩壊による災害における要素間影響確率

		連続事象の要素				
		I	T	M	$E_p$	$E_s$
先行事象の要素	I	0.36	0.55	0.09	0.0	0.0
		0.65	0.80	0.36	0.24	0.24
		0.14	0.27	0.01	0.0	0.0
	T	0.25	0.33	0.06	0.34	0.01
		0.31	0.39	0.09	0.40	0.04
		0.20	0.28	0.04	0.29	0.00
	M	0.20	0.36	0.08	0.36	0.0
		0.38	0.54	0.23	0.54	0.11
		0.08	0.20	0.01	0.20	0.0
	$E_p$	0.20	0.07	0.03	0.69	0.0
		0.26	0.11	0.06	0.75	0.01
		0.16	0.05	0.01	0.64	0.0
	$E_s$	0.06	0.83	0.02	0.06	0.02
		0.16	0.91	0.10	0.16	0.10
		0.02	0.71	0.00	0.02	0.00

討を加え、施工管理等と一体化した安全管理のための基礎資料を作成してゆく必要があると考えている。



## ビル建築工事・木造家屋建築工事における墜落災害の分析

土木建築研究部 豊沢康男

### 1. 研究目的

ビル建築工事、木造家屋建築工事において発生した災害を分析し、これらの工事の労働災害の防止に係る基礎的な知見を得ることを目的とした。

### 2. 災害の動向

建築工事における死亡災害は、長期的には減少傾向にあり、死傷災害も昭和 54 年以降減少している。

着工床面積当たりの死傷災害数で見ると、昭和 48 年を 100 とすると、昭和 58 年のビル建築工事では、83 と減少している。これに対して、木造家屋建築工事では、180 を超えるに至っており、大幅な増加をみている。

災害の型別にみると、墜落災害の減少度合いが鈍い。建築工事における死亡災害のうち墜落災害の割合が高まる傾向にあり、昭和 36 年に 23% であったものが昭和 58 年には 32% と約 1.5 倍となっている。死傷災害においても墜落災害が最も多くを占めている。

### 3. 墜落災害の分析

#### 3.1 ビル建築工事

昭和 56 年から昭和 58 年の 3 年間に発生した墜落死亡災害のうち、分析可能な調査復命書 300 件について分析した。( ) 内の数字は、死亡災害件数を表わしている。

##### ① 作業別

足場の組立・解体(48)、鉄骨建方(35)、屋根工事(23)、型わく組立・解体(22)作業で主に発生している。足場の組立・解体の内訳は、組立(20)、解体(28)で、わく組足場、つり足場の組立・解体での災害が多い。

##### ② 職種別

鳶(83)が最も多く、土工(30)、塗装工(21)、型わく工(18)と続いている。鳶は、足場の組立・解体(34)、鉄骨建方(16)で多く被災している。

##### ③ 建築物の用途別

事務所・マンション(91)が多く、倉庫・工場(75)、教育施設(40)でも相当数の発生をみている。倉庫・工場の建築工事は、一般的なビル建築工事に比べて、墜落防止対策のた遅れが目立つ。

##### ④ 墜落場所別

足場(104、うちわく組足場 63)からの墜落が3分の1以上を占めている。次いで、屋根(64、うち踏抜き 30)、桁(39)と続いている。

#### 3.2 木造家屋建築工事

昭和 55 年から昭和 58 年の 4 年間に発生した死亡災害のうち、分析可能な調査復命書 320 件について分析した。

##### ① 作業別

屋根ふき(51)、屋根下地(48)、小屋組(42)、造作(24)、解体工事(24)、左官・タイル(20)の順である。屋根ふき作業の内訳をみると、職種は屋根ふき工(25)が多く被災しており、墜落場所は当然ながら屋根(40)からが最も多い。屋根下地作業では、職種は大工(37)が、墜落場所は屋根(23)、桁(14)、小屋組作業では、職種は大工(23)、墜落場所は桁(30)からが多い。

##### ② 職種別

大工(142)が圧倒的に多く、左官(32)、屋根ふき工(30)が続いている。

##### ③ 用途別

個人住宅(251)がほとんどである。

##### ④ 墜落場所別

屋根(110)、桁(70)が主な墜落場所である。足場(40)、はしご(24)も見逃せない。

### 4. 結論

ビル建築工事では、災害防止設備の設置が進んできているが、足場の組立・解体、鉄骨建方作業のように、一時的にせよ墜落に対して無防備になる作業が残されており、安全な作業手順の確立と設備面での防護対策のより一層の充実が望まれる。また、墜落する場所の3分の1以上が足場からであることから、焦点を足場に絞った対策も有効となろう。

倉庫、工場、体育館等については、墜落の危険のある面積が大きいこと、中小業者の施工によるものが多いことなど、一般のビル建築工事とは異なる面があり、安全対策も違った角度からの全体的な見直しが必要である。

木造家屋建築工事では、着工床面積当たりの死傷災害件数が増加していることからみられるように安全対策が遅れており、作業の徹底した見直しによる一貫した災害防止対策の確立とその普及が急務である。それと同時に、施工業者、作業者の安全に対する意識を変えていく必要があるだろう。

作業では、屋根ふき、屋根下地、小屋組作業で被災するケースが多く、約半数を占めている。これらの作業の安全な作業手順の確立が望まれる。

墜落箇所では、屋根、桁からのものが多い。これらのほとんどが墜落防止設備のなかった状態で発生している。屋根、桁からの墜落防止設備の設置は十分可能であり、これを怠らないようにしなければならない。

作業者の高令化は、木造建築工事で進んでおり、特に土工、軽作業者は高令者が多い。高令者は低い位置から墜落した場合でも死亡する例が多いことから、高令化に対応する墜落防止対策はこれからの課題となろう。



# 関東ローム地盤の荷重-沈下特性

## —数値解析による検討—

土木建築研究部 堀井宣幸・奥村伸人

### 1. まえがき

軟弱地盤における移動式クレーンの転倒災害の多くはアウトリガの異常沈下が原因と考えられる。従って、軟弱地盤における移動式クレーンの転倒災害防止対策を確立する上で、地盤の荷重-沈下特性を明らかにすることは重要な事項といえる。このため小面積載荷板による載荷実験を行い、関東ローム地盤の荷重-沈下特性について研究を進めてきた。今回は、これらの実験によって得られた結果を数値解析により検討したものである。数値解析に必要な変形・強度特性について、非排水3軸圧縮試験を行い定式化を試み、軸対称有限要素法による数値解析を行ったので報告する。

### 2. 関東ロームの変形強度特性及び破壊規準

図 22 に非排水3軸圧縮試験結果の一例を示した。土の応力-ひずみ関係は双曲線によりかなりの精度で近似可能なことが知られており、この研究でも双曲線式を用いて定式化を行った。その結果、関東ロームの応力-ひずみ関係は次式でうまく表わせることができた。

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = \varepsilon / (a + b\varepsilon) \quad (1)$$

$$a = 0.0714, \quad b = 0.367 \sigma_3^{-0.298}$$

ここに  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  は最大, 最小主応力,  $\varepsilon$  は軸ひずみ

また、接線弾性係数  $E_t$  は(1)式を  $\varepsilon$  で微分し、整理することにより、(2)式で表わされる。

$$E_t = E_i \{1 - b(\sigma_1 - \sigma_3)\}^2 \quad (2)$$

$$E_i \approx 140 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (初期接線弾性係数)}$$

一方、破壊の判定は、モールの破壊規準を適用し、次式によるものとした。

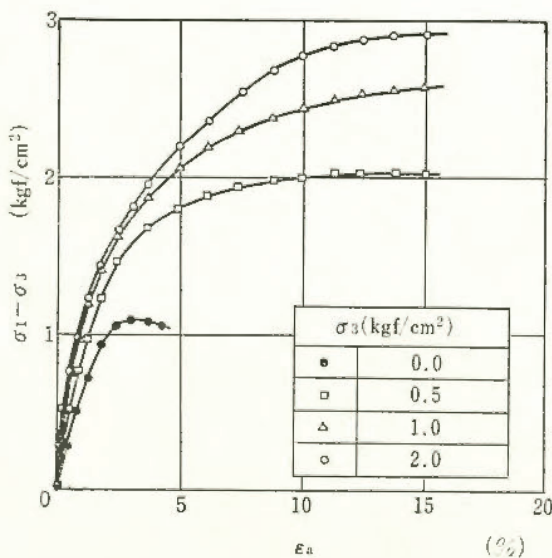


図 22 軸差応力-軸ひずみ曲線 (変位速度 0.64 mm/min)

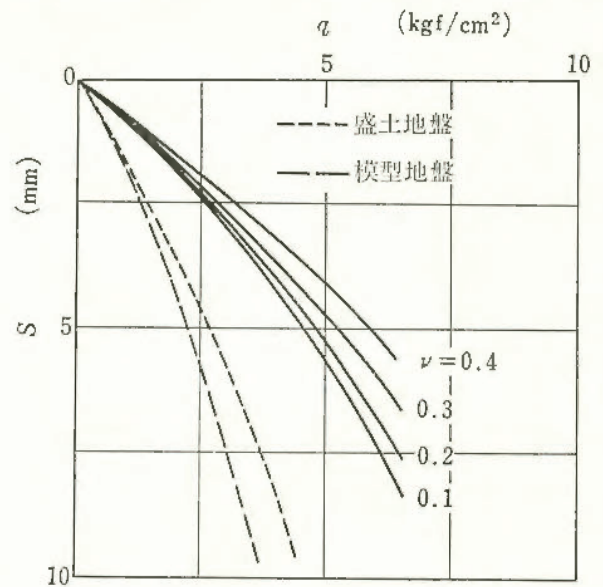


図 23 載荷圧-沈下曲線

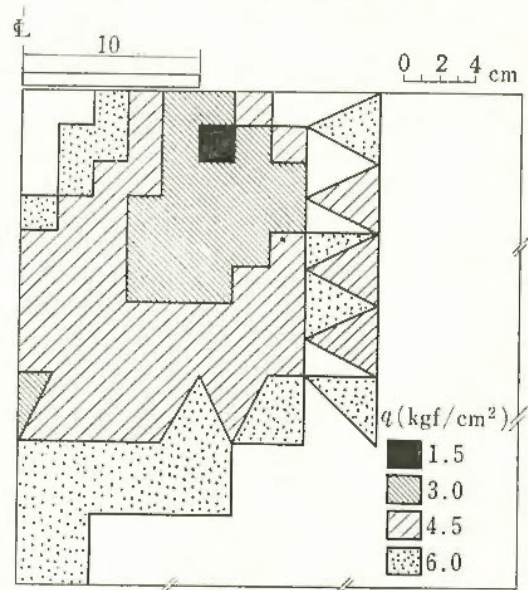


図 24 載荷圧の増加に伴う破壊域の発達状況

$$\tau = \sigma / (0.8796 + 0.3402 \sigma) + 0.2 \quad (3)$$

ここに、 $\tau$  は最大せん断強度,  $\sigma$  は平均主応力

### 3. 解析結果

図 23 に解析より得られた載荷圧と沈下量の関係を実験結果とともに示した。これから、ポアソン比  $\nu$  が小さくなる程沈下量は大きく計算されるが、いずれのポアソン比でも計算沈下量は実験値より小さいことがわかる。この理由の一つには、応力-ひずみ関係を求める3軸圧縮試験は非排水条件で行っているが、模型地盤における載荷実験の観察によると、地表に近い部分では載荷中に間隙水が一部排水されており、非排水条件では実際より強度が大きめに評価されていることが考えられる。図 24 は載荷圧の増加に伴う破壊域の発達状況を示したもので、 $\nu = 0.2$  の解析結果である。破壊域は載荷板端部に最初に発生し、載荷圧の増加に伴い下方及び載荷板中心軸に向かって広がってゆく。この例では、載荷圧が 4.5 kgf/cm<sup>2</sup> に達すると、破壊域は載荷板中心にまでおよんでいる。



# 煤膜爆ごう波の生起条件と伝ば機構

—酸素ホースで生ずる固体可燃物の油膜爆ごう波—

化学研究部 松井英憲・駒宮功額

## 1. 研究目的

ガス溶接・切断等に用いる酸素ホースの燃焼・爆発事故は、人身傷害にまで至ることが少ないのであまり知られていないが、作業現場では多数発生している。事故の原因は、静電気などの着火源によるホースの内面燃焼、あるいはその時生成するすすの粉じん爆ごう、又はすす膜爆ごうと推定される。ここでは、このようなすすの爆ごう現象だけでなく、このほかに、ホース材料ゴムの添加物あるいはホースの製造工程において内面に付着したステアリン酸、パラフィン類、鉱油などの固体可燃物による油膜爆ごう（フィルムデトネーション）の可能性を考え、この現象の生起条件と伝ば特性を実験的に確かめることを目的としている。

## 2. 研究方法

まず、各種酸素用ゴムホースの内面に付着しているろう状の固形物をこそぎ取り、高圧示差熱分析装置を用いて熱分析を行った。この分析で、試料の発熱開始温度、発火温度、燃焼残査量等を測定した。次に、フィルムデトネーションの実験を行った。方法は、全長4~5m、内径6.8mm及び25mmの酸素用ゴムホース（一部の実験では空気用ゴムホースも使用）に、それぞれ呼び径1/4"（内径9.1mm）及び1"（内径28mm）長さ1.2mのステンレス鋼管の駆動部をボールバルブ、ホース継手を介して接続し、駆動部にアセチレン~酸素等モル混合ガスを、ゴムホースに酸素を夫々所定の同じ圧力に導入し、ボールバルブを開にした直後、鋼管の管端でニクロム線ヒータを用いて駆動混合ガスに点火した。駆動部で生じた気体爆ごう波をホース内へ打ち込み、ゴムホース中で生ずる爆ごう波の波面速度及び波面圧力の測定を行った。

## 3. 研究結果

市販の各種ゴムホースの内面付着物の熱分析結果を表11に示す。No.1~4のデータは、同一試料で試料量を変えた場合の結果を示し、No.5~8はホースの種類を変えた場合の熱分析の結果を示す。No.1~4の結果から、試料量が適当であると発熱開始温度で発火するが、限界量より少ないと発火しなくなることがわかる。また他の幾つかのゴムホースにおいても、内面の付着物が発火しうることがわかる。フィルムデトネーションの実験では、A社製内径25mmの酸素ホースにおいては、新品、中古品ともに、それぞれ酸素圧大気圧、0.5 kg/cm<sup>2</sup> G以上でホース内に爆ごう波が生じた。またB社製の内径25mm空気用ホースにおいても酸素圧0.5 kg/cm<sup>2</sup> G以上で爆ごう波が生じた。表12に内径25mmの各種ホー

ス内で生じたフィルムデトネーションの伝ば速度及び波面圧力の最高値を対初圧比で示す。実験No.2,4では生じた爆ごう波によってホース終端部が大音響を発生して破壊した。それぞれの水圧破壊圧は約60 kg/cm<sup>2</sup>であった。図25は、A社製酸素ホースの中古品について、酸素圧1.0 kg/cm<sup>2</sup> Gで爆ごうが生じた場合の火炎面と、一度爆ごうしたホースを同一条件で再び起爆を行った場合の衝撃波の挙動を距離と時間の関係で示したものである。この図から、爆ごうが生じた場合には、ホース内を終始ほぼ定常な爆ごう波が伝ばしており、2回目以降の起爆ではもはや燃料がないため爆ごうは生じず、駆動部からホース内へ入射した衝撃波の減衰が認められるのみであることがわかる。

表11 酸素用ゴムホース内面付着物の熱分析結果  
(雰囲気：O<sub>2</sub> 10 kg/cm<sup>2</sup>, 昇温速度：20°C/分, 容器：Al)

分析No.	ホースの種類			熱分析結果			
	製造社	経歴	内径(mm)	試量(mg)	発熱開始温度(°C)	発火温度(°C)	残査量(wt%)
1	A	中古品	25	5.17	207	310	53
2	A	"	"	3.98	206	326	54
3	A	"	"	3.07	なし	212	55
4	A	"	"	1.95	207	発火せず	57
5	A	新品	25	6.64	なし	227	65
6	B	(空気用)	25	2.56	"	224	16
7	B	新品	6.8	1.88	"	227	9
8	A	"	"	0.66	211	発火せず	12

表12 ゴムホース（25mmφ）で生ずるフィルムデトネーションの伝ば特性

実験No.	ホースの種類	酸素の初圧(Gage) (kg/cm <sup>2</sup> )	ホースの長さ(m)	ホースの形状	伝ば速度(m/sec)	波面圧力(最高圧/初圧)
1	酸素用新品	1.0	4.5	直	1.418	30.7
2	酸素用中古品	1.0	5.0	曲*	1.428	
3	酸素用中古品	0.5	4.0	直	1.449	32.2
4	空気用新品	1.0	4.0	直	1.350	

\* J字形, 曲率半径 60 cm

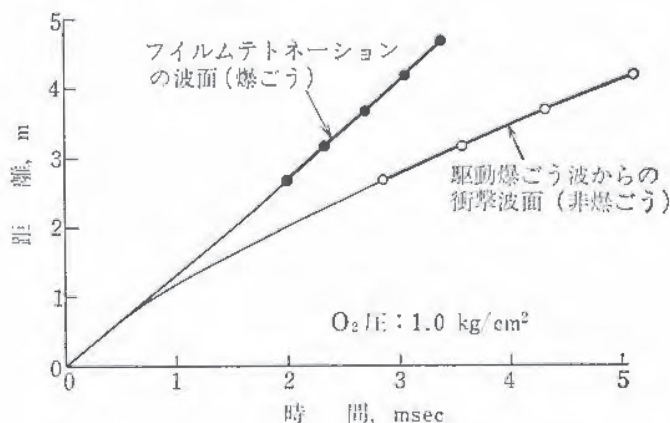


図25 酸素ホース（25mmφ）中を伝ばする爆ごう波及び非爆ごう波の距離/時間記録



1. 研究目的

爆圧放散孔（以下、放散孔という）は、乾燥機などの軽構造の装置を、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。放散孔の実用研究は諸外国において活発に行われているが、実験の方法や装置は様々であり、得られた実験式も種々の変数を含んでいるほか、特に装置の大きさの影響が明確ではないため、これらの実験式をもとに実用上の装置に設ける放散孔を設計することは容易ではない。この報告では、小容器を用いた実験結果をもとにして大きな装置の放散孔を設計するという新しい手法について述べる。

2. 研究方法

放散孔の一方式として、装置の一部を金属などの薄板（これをベントカバーという）で覆っておき、爆発の際にこれが破断して開口を生ずることを原理とする破裂膜式放散孔がある。本報では、ポリ塩化ビニルのシート（以下、ビニルシートという）をベントカバーとし、4.5%プロパン-空気混合ガスの爆発を対象として実験したが、本報の手法はベントカバーの材質やガスの種類にかかわらず適用できる。実験容器を図26及び表13に示す。

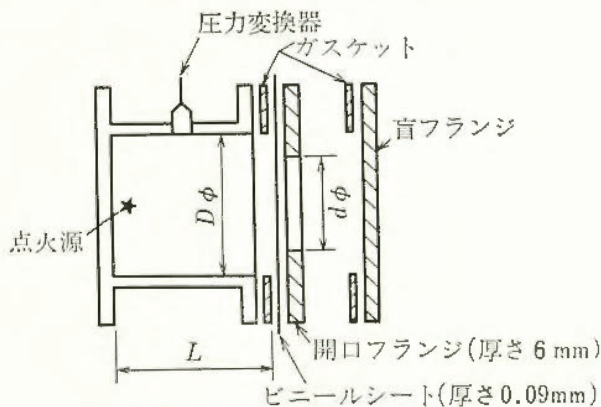


図26 実験容器

表13 実験容器の諸元

容器番号	$D\phi$ (cm)	$L/D$	$d\phi$ (cm)	内容積 $V$ ( $\text{cm}^3$ )
1	10.5	1.01	2.0~9.4	923
2	10.5	1.93	2.0~9.4	1,768
3	20.5	1.01	3.9~18.3	6,796
4	49.2	1.00	9.4~44.0	93,994

円筒容器の一端に円形の開口を設け、フランジ間にビニルシートをはさむ。盲フランジは容器内を混合ガスで置換する際に用い、点火時には取外す。点火位置を反開口端としたのは、放散時の圧力変化の複雑さを避け、現象の本質を明確にするためである。この結果、圧力波形は単一のピークを生じ、かつ、ピーク値に達する直前の圧

力波形には認知しうる昇圧速度の変化は生じなかった。このような条件下では、ビニルシートの破断圧力と容器内の発生圧力 ( $P$ ) は等しいとみてよい。

3. 実験結果

小さいほうの三種類の容器について実験した結果、開口比 ( $d/D$ ) と  $P$  の関係は次式で示されることがわかった。ただし、 $A$ 及び $B$ はベントカバーの材質、混合ガスの種類及び容器の形状・寸法による定数である。

$$P = B/(d/D)^A \quad (1)$$

また、 $d/D$  が等しい場合の容器内容積  $V$  と  $P$  の関係は次式で近似された。ただし、 $E$ 及び $F$ は定数であり、このうちの  $F$  は開口比によらない一定値であって、その値は約 0.33 であった。

$$P = E/V^F \quad (2)$$

これらの結果から、発生圧力が  $V$  の  $1/3$  乗に依存することを示す式 (3) が導かれる。同式の  $a$  及び  $b$  は定数である。

$$P' = P(V_n/V_1)^{1/3} = b/(d/D)^a \quad (3)$$

$P'$  を変換圧力と呼ぶが、これは、それぞれの容器の内容積と基準となる容器の内容積の比の  $1/3$  乗にそれぞれの容器中で生じた発生圧力を乗じたものであるが、開口比が等しければ  $P'$  はいずれの容器についても同じ値となることを式 (3) は示している。式 (3) では、最も小さい実験容器の内容積  $V_1$  を基準とし、内容積  $V_n$  ( $n$  は容器番号) の容器中で生じた発生圧力を  $P$  としてあるが、容器2又は3の内容積を基準としても同じ論議が成立つ。図27は式 (3) が成立することを示しているが、実用上の観点

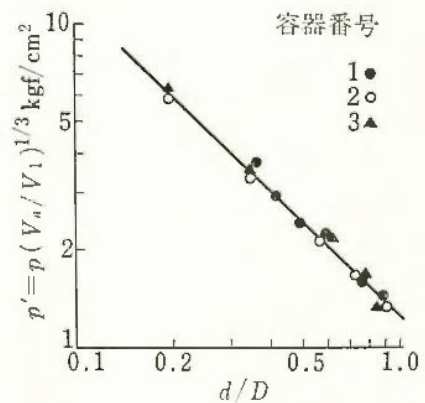


図27 発生圧力の変換値と開口比の関係

からみれば、内容積  $V_1$  の小容器における実験をもとに式 (1) から定数を求めれば、この値と式 (3) から内容積  $V_n$  の装置中で生じた発生圧力を予測できることを意味している。得られた実験式を、最も大きい容器4に適用したところ、実測値と計算値はよく一致した。また、本報の手法に対する理論的裏付けについても考察した。

本報ではこのほか、爆発実験によらずに、窒素ガスを用いた加圧実験にもとづいて放散孔を設計する方法について検討し、実用性を示唆する結果を得た。



# おがくず堆積層の熱発火限界温度

化学研究部 琴寄 崇

## 1. 研究目的

木粉類による火災爆発災害を防止する対策を樹立する上に有用であろうと思われる知見の一つとして、15種類の木粉の一定堆積条件の許における熱発火限界温度(限界発火温度ともいう、一定の堆積形態をとりつつ、一定温度の常圧空気中に置かれているのみで断熱条件下にない物質の究極的な発火をもたらす最低の雰囲気温度)  $T_c$  値を、従来筆者らが提案してきた手法に基づき、計算により求め、材種によって発火温度がどの程度異なるかをみると同時に、報告されている若干の実測値と比較して本法の有効性を検討しようとした。

## 2. 木粉類の熱発火限界温度を求める手順

(1) 15種類の木粉(表14に掲出、各々、35~60 mesh)を製出して、それぞれ300 mg 取り、文献2)にて述べられた実験操作法に従い、2 ml/min の空気流通下、初期試料温度  $T_s$  を150~175°C として、それらの昇温軌跡を記録し、(1)式に従い、 $\Delta T_s = 1.25$  K だけ  $T_s$  が

$$\ln \Delta t = \frac{E}{RT_s} + \ln \left[ \frac{\Delta T_s \cdot c_p}{\Delta H \cdot A} \right] \quad (1)$$

上昇するに要する時間  $\Delta t$  min の自然対数を  $T_s$  K の逆数に対してプロットし、得られる実験式  $\ln \Delta t = (a/T_s) + b$  の係数  $a$  および  $b$  を表14のように求める。

(2) 定速昇温法により各木粉について熱拡散率を室温~100°Cにて測定し、表14のように求める。

(3) 木粉の堆積状態を層厚  $2r = 60.96$  cm (2 feet) の無限平板 ( $\delta_c = 0.88$ ) と近似する。

(4) これらの数値を(2)式に代入すると表14のように  $T_c$  値が求まる。

$$\ln T_c + \frac{a}{2T_c} = \ln [r \text{ cm}^{-1}] + \frac{1}{2} \left[ \ln \left( \frac{a \cdot \Delta T_s}{\delta_c \cdot \alpha} \right) - b \right] \quad (2)$$

## 3. 結果

本法により計算にて求められる木粉類の  $T_c$  値は同様寸法の堆積状態にあるそれらについての実測値とほぼ同一レベルにある結果が得られたが、このことは本法が少なくとも木粉類に対しては十分に適用し得ることを示すものと考えられる。

### 文献

- 1) 琴寄ら, 安全工学, 20, 9 ('81)
- 2) 琴寄ら, 産安研特研報告 SRR-82-1, p.119 ('82)

表14 15種類の木粉の断熱的酸化発熱反応のパラメータとそれらが層厚60.96 cm の平板状に堆積している際の熱発火限界温度  $T_c$  値

材 種	$a$	$b$	$\alpha$	$E$	$\rho$	$T_c$
け や き	11,899	-23.838	0.14	99	0.279	118°C
テ ラ リ ン	13,736	-28.379	0.15	114	0.214	119
米 杉	12,487	-24.936	0.16	104	0.153	124
さ わ ら	12,536	-24.994	0.16	104	0.173	125
米 松	12,430	-24.474	0.14	103	0.197	127
メ ラ ン チ	15,998	-32.881	0.15	133	0.185	130
米 ヒ	13,906	-27.950	0.17	116	0.138	131
杉	13,944	-27.994	0.18	116	0.145	132
桐	13,110	-25.887	0.17	109	0.173	133
松	16,483	-33.656	0.13	137	0.253	133
北 洋 エ ゾ 松	14,478	-28.882	0.16	120	0.138	135
米 ヒ バ	16,124	-32.765	0.17	134	0.138	136
檜	17,644	-36.123	0.16	147	0.131	138
米 ツ ガ	16,505	-33.267	0.17	137	0.131	141
シトカスプルス	17,092	-34.517	0.17	142	0.131	142
参考データ						
Mixed hardwood sawdust, 1辺が61 cm の立方体状に堆積している場合,					0.178	135(obs)
Kiefernholz (ドイツ松) sawdust, 直径1 m の球状に堆積している場合,					0.125	130(obs)

$a$  および  $b$ : 1) 式にて表わされる係数  $E$ : みかけの活性化エネルギー [kJ mol<sup>-1</sup>]  
 $\alpha$ : 熱拡散率 [cm<sup>2</sup> min<sup>-1</sup>]  $\rho$ : 充填密度 [g cm<sup>-3</sup>]



# 集塵配管中における火炎伝ば性状

化学研究部 松田東栄

## 1. 目的

産業界では多種多量の可燃性ダストが取り扱われているが、これらが空気中に分散して何らかの着火源が存在すれば粉塵爆発を起こす危険性がある。特に、産業機械として重要な集塵または粉体空気輸送システムにおいては、空気流の存在によりある箇所での発火によりシステム全体に爆発が容易に拡大する危険性がある。そこで、可燃性ダストが配管中で流送される場合の粉塵爆発危険性を把握する目的で、コルク・ダストの2インチ集塵配管中での火炎伝ば性状を調査した。

## 2. 実験装置及び方法

水平輸送管（2インチガス管）約13mを設定して、真空吸引式によりダストを流送する方法で行った。ダストは輸送管上流端のロータリーバルブを通して供給し、下流方向6.5mの位置で着火源により着火させた。着火源は、放電エネルギー約3Jの容量火花放電を用いた。配管内の空気速度は、平均速度として表示し、下流端に設置した集塵機ブロワーの回転数を調節して変化させた。火炎速度は、一定距離で配置したフォトランジスタにより測定した。また、可燃性ダストとして平均粒径（重量分布50%径）205 $\mu$ （コルクA）と28 $\mu$ （コルクB）のコルクを燃焼させた。

## 3. 実験結果

### ① 火炎伝ば性状及び平均火炎伝ば速度

図28は、コルクAの空気速度10m/sにおける火炎伝ば性状を描いたもので、配管中での伝ば性を代表している。実線は火炎先端を、点線は火炎後尾の終端を示す。着火源より見た下流側では、火炎は加速後減速して集塵空気速度で搬送される。

一方、上流側への逆火性状は集塵空気速度、ダスト濃度、粒径などに影響される。逆火は下流側への火炎が、ほぼ配管断面に達した時点で開始されるが、下流側火炎速度が最大値に到達後でなければ、逆火の最大速度は達

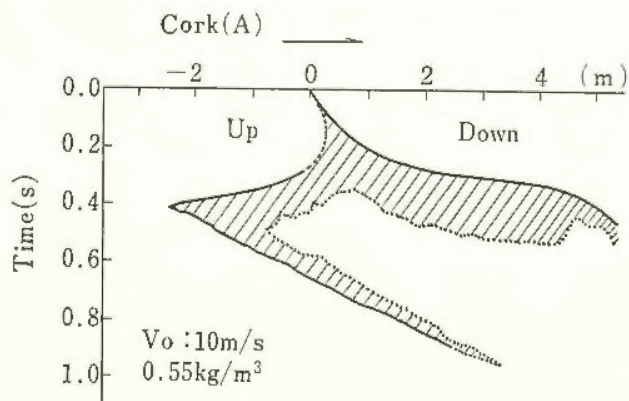


図28 火炎伝ば特性  
(コルクA: 空気速度10m/s, 濃度0.50kg/m³)

せられない。逆火の最大火炎長さは、最大火炎速度到達時に観測される。100m/s以下のあまり激しくない逆火では、上流端まで火炎が到達できず下流側へ引き戻される場合がある。図28の場合では、この戻り速度は集塵空気速度に等しい。これらの結果から、下流側火炎が配管断面を閉塞して上流側のダスト流を一瞬せき止める状態で、逆火が起こるものと考えられる。図29, 30は平均火炎速度の測定データを示したもので、逆火速度は集塵空気速度が小さい程、大きいことを示している。すなわち、火炎による閉塞効果は、集塵空気速度が小さく下流側の火炎速度が遅い方が有効になることがわかる。

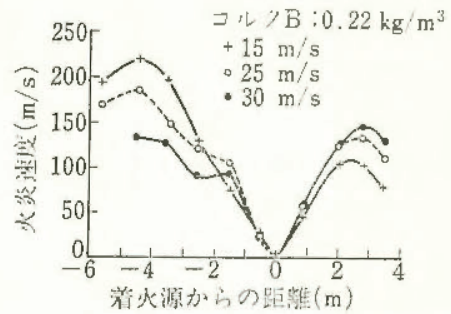


図29 配管距離に沿った火炎速度の変化

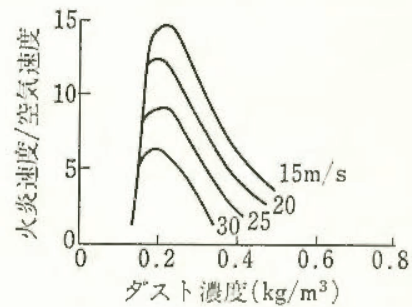


図30 逆火（上流側）火炎速度比の変化（コルクB）

### ② ダスト濃度の変化

平均火炎速度の最大値は、下流側で~150m/s、上流側（逆火）で~250m/sにも達するので、火炎前方の未燃ダストは伝ば方向に圧縮され、ダスト濃度が変化することが予想される。図31は光透過法によって火炎到達前後の濃度変化を示したもので、ダスト濃度は高濃度に重畳される。そのため、逆火濃度範囲も集塵空気速度が大きい程狭くなる（図30）。また、火炎の減速は粘性抵抗によるものと考えられるが、濃度の重畳も関連している。

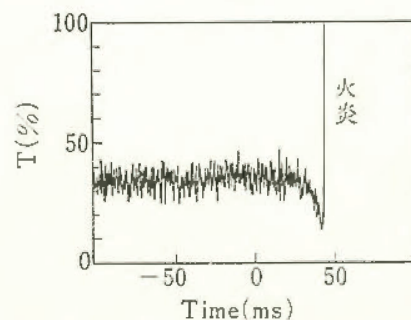


図31 ダスト濃度の時間変化（下流4mの位置）  
(空気速度30m/s: 0.17kg/m³)

# 混合物の発火温度 (1)

化学研究部 柳生昭三

## 1. 研究目的

物質の発火温度は純物質については従来から多くの測定が行われているが、混合物の測定例はきわめて少ない。最近、実用上から多成分系の発火温度を要求される機会が多いにもかかわらず、多成分系の基礎である2成分系の測定でも発表例はほとんどないのが現状である。そこで、種々の有機化合物を組合せた2成分系について発火温度曲線を実測で求め、組合せ物質の種類による発火温度曲線の特徴を検討することとした。

## 2. 基本形の想定

2種の純物質AとBを組合せた2成分混合系の発火温度曲線の型としては、図32に示す1)直線型、2)下方わん曲型、3)上方わん曲型の3つの基本形、およびそのどれにも適合しない不規則曲線型の4種が考えられる。ここでは、これらの発火温度曲線に関する研究の手初めとして、いくつかの代表的な2成分混合液を選び、各混合系ごとに発火温度曲線を精密に実測して、上記の3種の基本形が得られるかどうかを検討した。

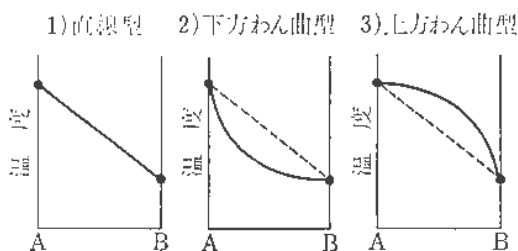


図32 2成分系の発火温度曲線の型

## 3. 実験方法

発火温度の測定方法は筆者が従来から純物質について行ってきた方法と同じである。すなわち、電気炉中で一定温度に加温した200 mlの硬質ガラス製三角フラスコ中に一定量の液体試料を注入して、発火の有無を観察し、発火する場合には発火おくれ時間を計測する方法である。

## 4. 研究結果

まず最初に、A成分に芳香族炭化水素としてトルエンを、B成分には脂肪族アルコール類を用いた。この場合のアルコール類には直鎖のもの、側鎖のあるもの、トルエンに対して沸点の低いもの、高いもの、および最低発火温度におけるおくれ時間が短いもの、長いものなどを選定した。その1例としてトルエン-イソアミルアルコール系の測定結果を図33に示すが、これらの組合せでは何れも下方わん曲型の基本形に属することが明らかになった。ベンゼン-シクロヘキサン系も類似の傾向を示した。以上により、A、B両成分の発火温度差が大きい芳香族と脂肪族の組合せでは、一般に下方わん曲型に属

するであろうと考えられる。この理由は、芳香族は脂肪族に較べて熱安定性が高いため、トルエンがアルコール類の発火に対して希釈物質として作用するためであろう。このようなB成分に対するA成分の希釈効果は、A成分に完全な不活性物質である水を用いた混合系、例えば水-エチルアルコール系の発火温度曲線を実測することによって確認された。

つぎに、脂肪族化合物同士の組合せとして、アルコールおよびエステルの混合系について測定した。その1例としてエチルアルコール-n-アミルアルコール系の測定結果を図34に示すが、これらの組合せでは両成分を結ぶ直線よりわずかに下方あるいは上方にわん曲するが、この程度のずれならば、実用上は直線型の基本形に属するとみなしてよいであろう。以上により、同族体のように化学的性状の類似した物質間の組合せでは、一般に直線型に属するであろうと予想される。

このように今回の約10種の2成分系の発火温度曲線の測定結果から、下方わん曲型と直線型の2種の基本形が得られたが、本格的な上方わん曲型は見出されなかった。また、2成分系の発火温度曲線の型を判断する場合、今回のように曲線上の多点を実測しなくても、混合比が1:1付近の1試料だけの実測で十分に判定できることが明らかになった。今後はどのような種類の物質の組合せが、どの型になるかを定量的に予測するための検討が必要であろう。

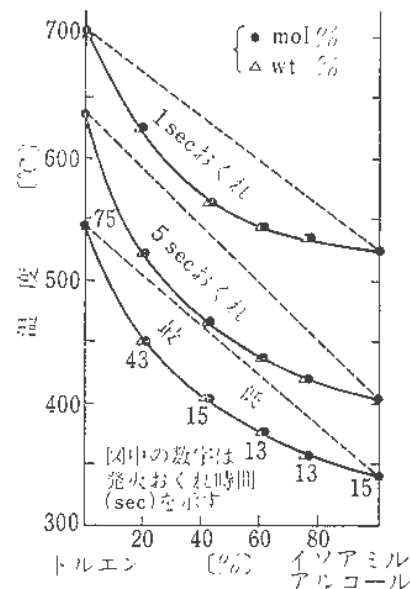


図33 トルエン-イソアミルアルコール系の発火温度

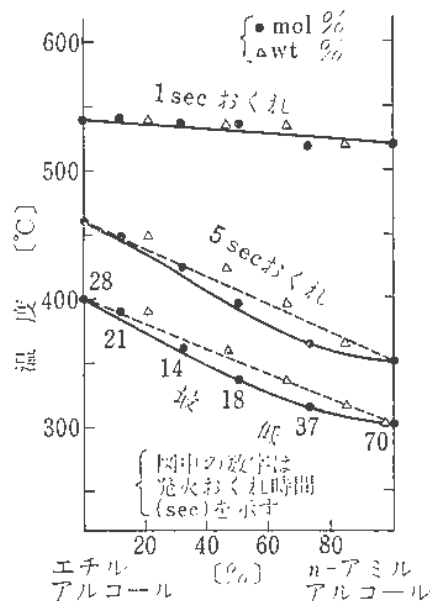


図34 エチルアルコール-n-アミルアルコール系の発火温度



# 液体の攪拌帯電における帯電要因の検討

## —タンクの大きさ及び液量の影響—

電気気研究部 児玉 勉・田島泰幸

### 1. 研究目的

絶縁性の液体をタンク内で攪拌するとき液体とタンク壁及び液体と攪拌翼との流動、摩擦によって液体に静電気帯電が起こるので、本研究は静電気放電による可燃性液体の着火爆発を防止するために液体攪拌時の静電気帯電を定量化することを目的とする。攪拌時の静電気帯電に影響する要因としては攪拌翼の形状、回転数、タンクの大きさ、液量など主として機械的な要因と、液体の種類、添加物のような物性的な要因に大別されるが、まず前者について小規模実験によって検討した。

### 2. 実験方法

試験液体をタンク内で回転翼によって攪拌し、このときの静電気帯電量を測定した。試験液体には灯油を用い、攪拌タンクは表 15 のような 4 種類のステンレス円筒タンクを使用した。

表 15 攪拌タンクの寸法

タンク記号	直径 (mm)	高さ (mm)
A	470	600
B	430	453
C	315	330
D	270	365

攪拌翼は図 35 のような平板バドル翼で、翼長  $d$ 、翼幅  $b$ 、羽根板角度  $\theta$ 、及び羽根数の異なる 9 種類のものを使用した。

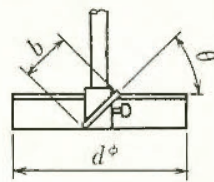


図 35 攪拌翼の概要

### 3. 研究結果

攪拌時における液体の静電気帯電量とタンク、アース間に流れる電流値を比較、検討した結果、攪拌時の静電気帯電は主として液体とタンク壁との流動、摩擦によって起こり、液体と攪拌翼との流動、摩擦による静電気発生はこれよりかなり小さいと推定された。

攪拌翼の位置は攪拌効果に関係し、攪拌翼がタンク中心軸上にあるよりも偏心した位置にある方が攪拌効果が高いとわかっている。静電気帯電も攪拌翼がタンク中心軸からタンク半径の 1/3 以上離れた位置にあるとき一般に高い値が得られた。この原因はタンク壁面における円周方向の流速が静電気発生に関係するためと考えている。したがってこの流速に余り関係しない攪拌翼の深さ方向の位置は静電気帯電量に大きな影響を及ぼさないという結果が観測されている。

攪拌翼の寸法や羽根板の角度の違いが静電気帯電に及ぼす影響は図 36 に示すように、この場合もタンク円周方向の流速に関係の深い翼長及び羽根板角度の影響が大きく、この流速に余り関係しないと思われる翼幅や羽根板数の影響は小さい結果となっている。

タンクの大きさ及び液量が静電気帯電に及ぼす影響は

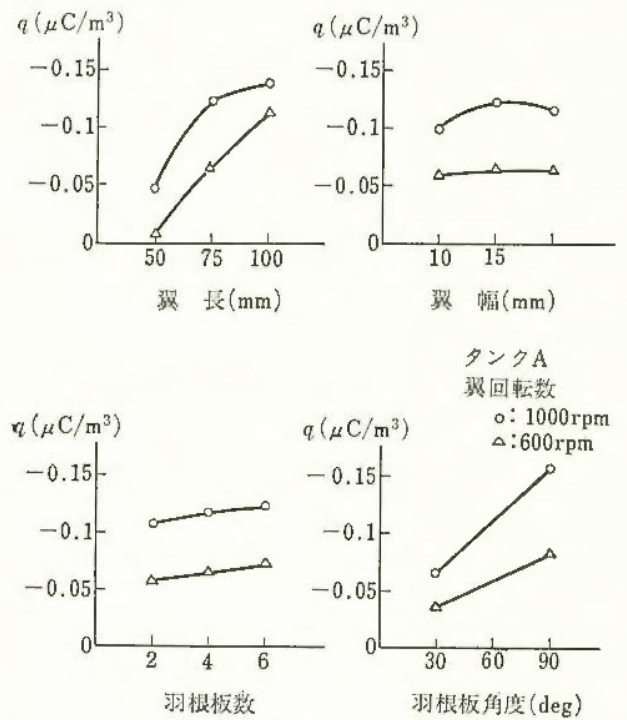


図 36 攪拌翼の寸法羽根板数の影響

図 37 に示すように、攪拌翼の大きさが同じならばタンクが大きいくほど、また液量が多いほど液体の帯電電荷密度が小さくなる結果となった。この原因は、タンクの直径が大きくなるとタンク壁面での円周方向流速が低くなるため、また液量が多くなってもタンク壁面の円周方向流速の高い部分の面積は余り増加しないばかりか反対に円周方向流速の低い部分の面積が増加して、この結果静電気電荷の減衰、緩和が増加するためと推定される。参考のため液体の表面における帯電電位を示すと図 38 のとおりで、今回の実験ではこの液面電位は最大でも 300 V 程度であった。以上の結果から単一液相系の攪拌時の静電気帯電危険は余り高くないことが示唆される。

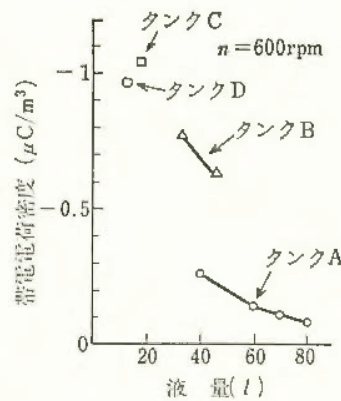


図 37 タンクの大きさ・液量の影響

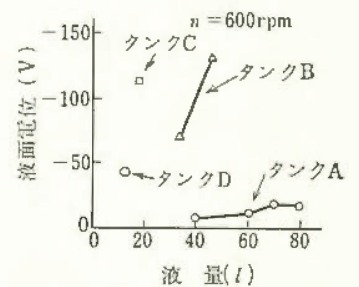


図 38 液面電位の大きさ



# 帯電防止用作業靴マットの性能試験方法

電気研究部 田島泰幸・児玉 勉

## 1. 研究目的

人体の静電気帯電を防止するために使用する帯電防止用作業靴及び帯電防止用マットの電気抵抗試験において、これまでは測定電極の接触部に導電性ペーストを塗る湿式電極を用いたが、これを実際の使用条件により近い乾式電極を用いる方法に変更することを目的に実験を行った。ここで乾式電極とは、導電性ペーストを塗る代わりに適当な荷重をかけた電極のことである。

## 2. 実験方法

乾式電極による帯電防止用作業靴の抵抗測定回路を図39に示す。湿式電極法では靴裏全体に導電性ペーストを塗り、靴内底面には靴型電極を取り付けたことがこれと大きく異なる点である。すなわち、乾式電極法では靴内底面に取り付ける主電極を靴の中敷状のおもし付き電極に変更した。

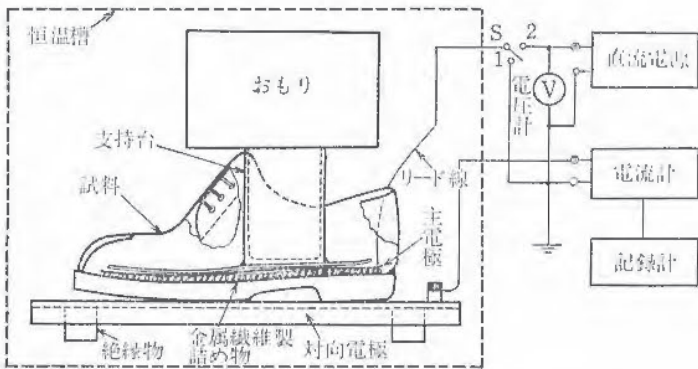


図 39 帯電防止用作業靴の抵抗測定回路

乾式電極による帯電防止用マットの抵抗測定回路を図40に示す。これも測定用電極面に導電性ペーストを塗ることからおもし付きの乾いた電極を用いる方法に変更した。

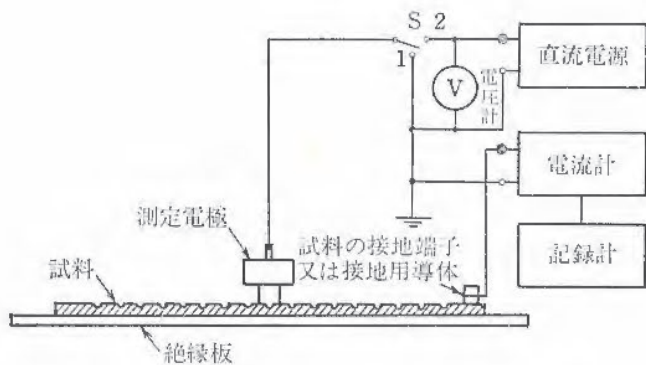


図 40 帯電防止用マットの抵抗測定回路

## 3. 研究結果

帯電防止用作業靴の電気抵抗試験における試験条件を決めるために行った実験結果の一例を図41に示す。これらの実験結果を参考にして、試験環境の温度を  $0 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$  及び  $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度を 40% 以下 (ただし、 $0^\circ\text{C}$  においては規定しない)、電極にかかる荷重を体重の  $1/2$  より少し小さい  $20 \pm 1 \text{ kgf}$ 、印加電圧を 250 V 又は 10 V と規定し、電気抵抗の性能基準値を  $10 \times 10^8 \Omega$  以下と決めた。ここで、印加電圧 10 V は  $10^8 \Omega$  以下の抵抗測定時に適用する。

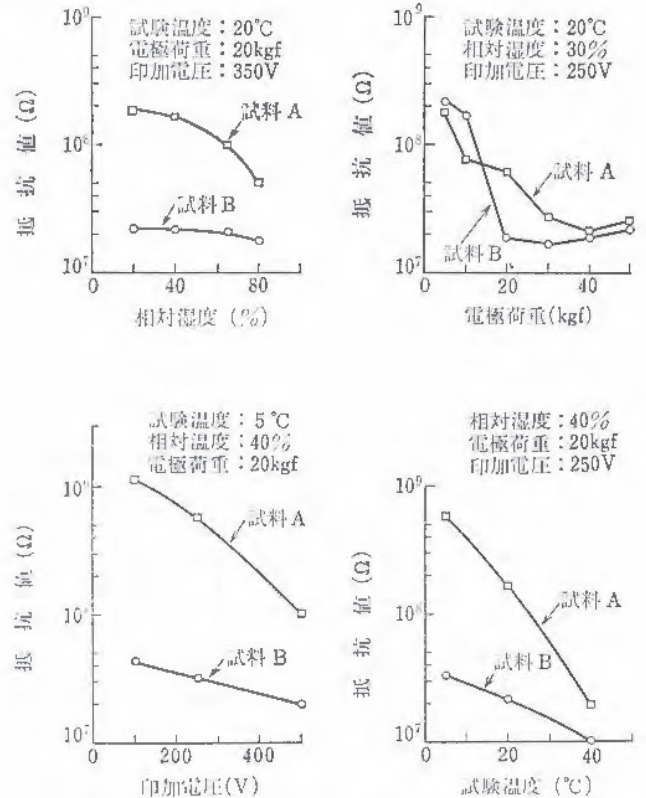


図 41 帯電防止用作業靴の抵抗特性測定結果

帯電防止用マットは、作業靴と同様な電気抵抗の温度依存性を示したが、一般に抵抗値が低いためその変化量は少ない。また、その電気抵抗は主としてマット内部の電気抵抗に依存するための環境の湿度にはほとんど影響されない結果となった。したがって大型マットの試験も考慮して試験環境の温度を  $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 、相対湿度を 65% 以下と規定した。電極にかかる荷重は 10 kgf 以上では抵抗値がほぼ一定となったため、これを  $10 \pm 1 \text{ kgf}$  とした。印加電圧は抵抗値に余り影響しなかったが、低電圧でも安定した帯電防止性能が得られるように 100 V 又は 10 V ( $10^8 \Omega$  以下の抵抗測定時に適用) と規定した。帯電防止用マットの電気抵抗性能基準値は  $1.0 \times 10^7 \Omega$  以下と決めたが、この値は試験環境条件が少し緩い点などを考慮して帯電防止用作業靴の基準値より低い。



# 液体帯電電荷密度検出器の開発

電気研究部 田島泰幸・児玉 勉

## 1. 研究目的

静電気を定量的に捕えることは災害防止技術においても基本で、現在は主として帯電物体の電位が測定されている。しかし、電位は測定条件によって変動するため、時には静電気の本質的な物理量である電荷の測定が要求される。また、導電率  $10^{-10}$  s/m 以下の液体では、その内部にも電荷が存在するため、内部の電荷あるいは電荷密度が測定対象になる。

災害防止の立場から、可燃性液体の静電気対策を進める場合、液体内部の電荷密度を検出し、これを安全に制御しようとする試みもある。したがって、本研究の目的は、可燃性液体の電荷密度を安全に検出する方法を開発することで、ここではその基礎実験を試みた。

## 2. 実験方法

電荷検出の基本的な方法は、ガウスの法則に基づく電束の測定で、そのためにフェラディ・カップが用いられる。ここでも図 42 に示すように、マイクロフィルタ F、スパウト S によって帯電した被測定液体の中にカップ FC を浸し、電荷検出に伴なり問題点を調べた。実験に使用したカップは同軸円筒、例えば半径 48 mm、長さ 100 mm の外円筒、半径 38 mm、長さ 60 mm の内円筒で、電荷の測定原理に基づいて、内外円筒間をアクリル樹脂で完全に絶縁したもの、内外円筒間はスペースで絶縁されているが、この間に被測定液体が入るものの 2 種類である。実験は、スパウトに印加する電圧  $V_s$  の変化によって被測定液体の電荷密度を制御し、その時のカップに検出される電荷量をエレクトロメータ  $V$  によって測定した。

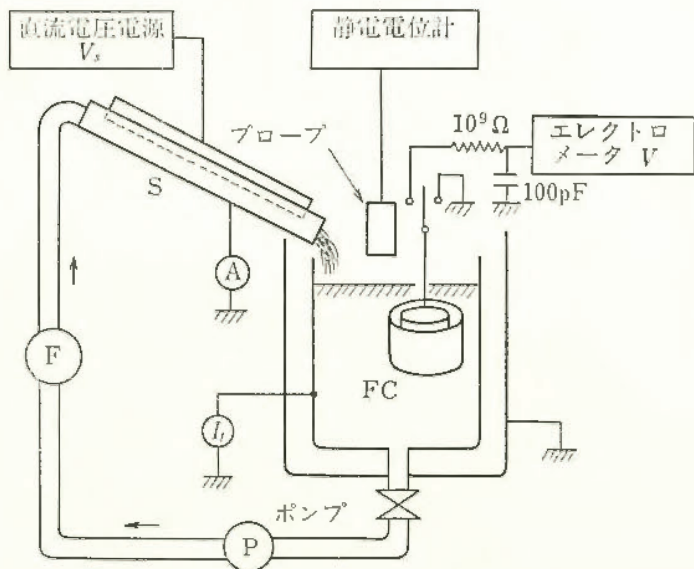


図 42 実験装置の概要

## 3. 実験結果

被測定液体の中にカップを浸し、測定回路のスイッチ SW を閉じると、エレクトロメータの指示値は時間とともに上昇し、数秒で最大値に達する。この最大値は、カップの内外円筒がアクリル樹脂によって完全に絶縁されていると、ほとんど変化しない。また、液体の流動を停止すると、指示値は時間とともに減衰し、この減衰特性は静電電位計で測定した液面電位のそれとほぼ一致する。

図 43 の実線は、このカップを用いた場合の実験結果を示したもので、横軸はタンクに滞留している被測定液体の電荷密度に関するタンクへの流入電流  $I_t$  と被測定液体の時定数  $\tau$  との積、縦軸はエレクトロメータの値示値 (検出電位  $V$ ) である。この実験結果によると、 $I_t\tau$  と  $V$  との間にはほぼ相関があり、内外円筒が完全に絶縁されたカップを用いると、電荷検出が可能であることを示している。

一方、円外の円筒が完全に絶縁されていないカップを用いると、この場合は円外円筒間にも被測定液体が入るため、導電率の小さい液体といえども、液体を回路としてカップに誘導された電荷が漏洩する。図 43 の破線はその影響を調べた実験結果の一例で、実線と比較すると検出電位は小さい。しかし、この場合も  $I_t\tau$  と  $V$  との間には相関があり、導電率  $10^{-11}$  s/m 程度の液体では、このカップでも検出可能であることを示している。

ただし、以上の二つの実験例は、液体の流動が小さいタンク中層部で得られたもので、これが大きい上層部では、アクリル樹脂、内円筒が液体との摩擦によって帯電し、これが検出誤差、検出の応答性低下の原因になる。しかし、この問題も図 42 に示すスイッチを切り換え、接地、測定と繰り返せば、検出電位が小さくなるものの、電荷密度に比例した電位が得られ、検出可能である見通しを得ている。

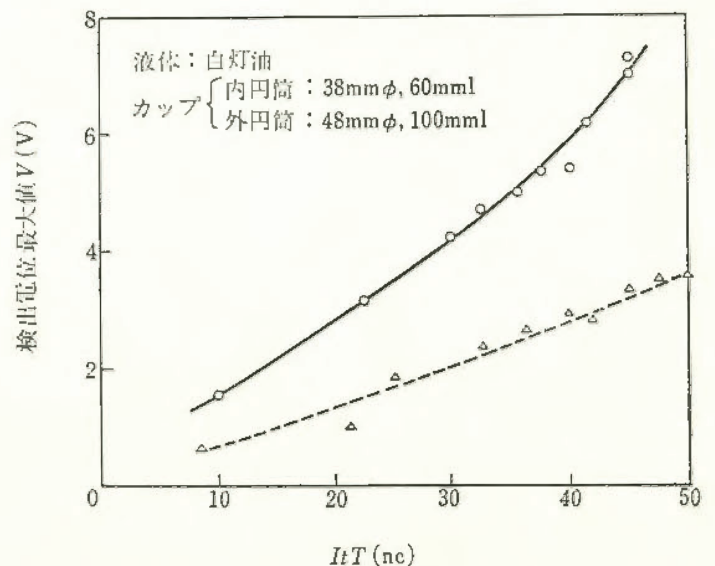


図 43 実験結果の一例



# 高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断法の検討

## — 課電電圧と残存破壊電圧の関係 —

電気研究部 市川健二

### 1. 研究目的

高圧用ゴム手袋（以下、手袋と記す）は、その使用目的から常に良好な絶縁性能が要求されるが、使用期間中に受ける種々の要因によって劣化する。手袋の絶縁性能の評価が、一般に耐電圧試験によって行われることから、絶縁劣化診断に当っては非破壊試験による残存破壊電圧の推定が重要になる。手袋の劣化要因には外傷、課電、日光、熱などがあるが、59年度は手袋に課電させて劣化し、その電圧の大きさと残存破壊電圧の関係を検討した。また、未劣化及び課電劣化手袋について6kVにおける誘電正接を測定し、これより残存破壊電圧が推定できるか否かについても検討した。

### 2. 研究方法

手袋に電圧を印加する方法は、JIS T 8010（絶縁用保護具・防具類の耐電圧試験方法）に規定された水中試験法（手袋の内部に水を満して水槽中に保持し、内外面の水を電極とする方法）によった。課電劣化試験は一定の電圧を1分間加えたのち1分間無電圧で休止する方法で100回繰返した。課電劣化後1日以上大気中で陰干ししたのち、水中試験法で絶縁破壊電圧と6kVにおける誘電正接を測定した。課電劣化試験の課電電圧は20、25及び30kVで、手袋の耐電圧試験で用いられる試験電圧値より高い電圧である。

### 3. 研究結果

未劣化手袋12本について絶縁破壊電圧を測定すると、

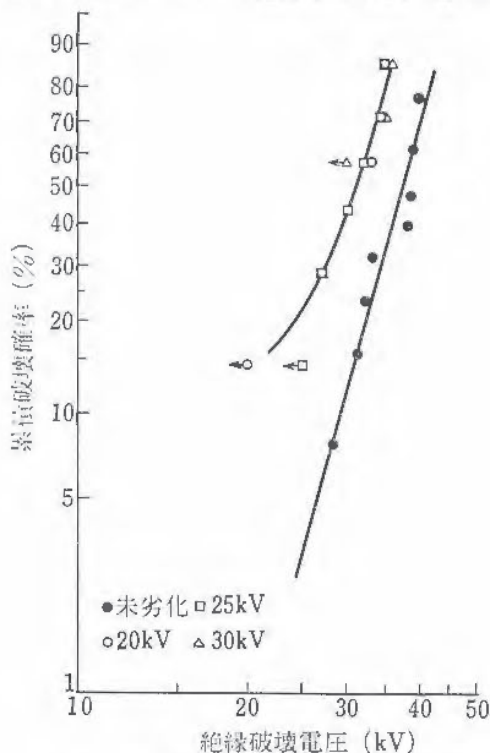


図 44 絶縁破壊電圧のワイブル分布

28kV から 40kV 以上と非常に大きなばらつきを有している。そこで、現状の手袋において、その絶縁破壊電圧を論議する際には統計的処理法によらざるをえない。一般に製品や材料の破壊は、その中に含まれる弱点の分布状態によって決定されることから、その統計的手法にワイブル分布が適用される。図 44 は未劣化手袋の絶縁破壊電圧と課電劣化手袋の残存破壊電圧のワイブル分布を示す。ただし、課電劣化手袋の試料数は各課電電圧に対して6本ずつの結果である。

課電電圧が 20 及び 25 kV では各 6 本の試料中 1 本が課電劣化試験中に破壊し、30 kV では 6 本中 4 本が破壊した。また、残存破壊電圧の分布は課電電圧に関係なく、ほぼ同じ位置に未劣化手袋の絶縁破壊電圧分布より多少左側に分布し、かつ、累積破壊確率が低い部分ではワイブル分布関数の直線上から多少左にずれてくる傾向を示している。これより、手袋に繰返し課電を行うと手袋は劣化し、課電電圧が高いほど破壊確率は高くなる。しかし、課電劣化試験で残った手袋の残存破壊電圧は、課電電圧の大きさにあまり影響されないようである。そこで、課電電圧 20 及び 25 kV の課電劣化手袋について、累積破壊確率が 30% の残存破壊電圧を課電電圧との関係で整理すると図 45 のようになる。ここで、残存破壊電圧は未劣化手袋の累積破壊確率 30% の絶縁破壊電圧を 100% として示したものである。図 45 において残存破壊電圧 0% は、繰返し課電回数が 100 回の場合の手袋の寿命となる課電電圧に相当する。本実験において課電電圧が 30 kV で 6 本の試料中 4 本まで破壊しており、累積破壊確率 30% の課電電圧は 30 kV 以下のところにあると考えられ、残存破壊電圧は 25~30kV の間で急激に低下するものと予想される。以上のことから、手袋において耐電圧試験の試験電圧値を高くすることは、その試験電圧値が手袋の寿命となる課電電圧より低ければ、試験による破壊確率は高くなるが、試験による劣化の促進、すなわち残存破壊電圧の低下は少ないものと思われる。

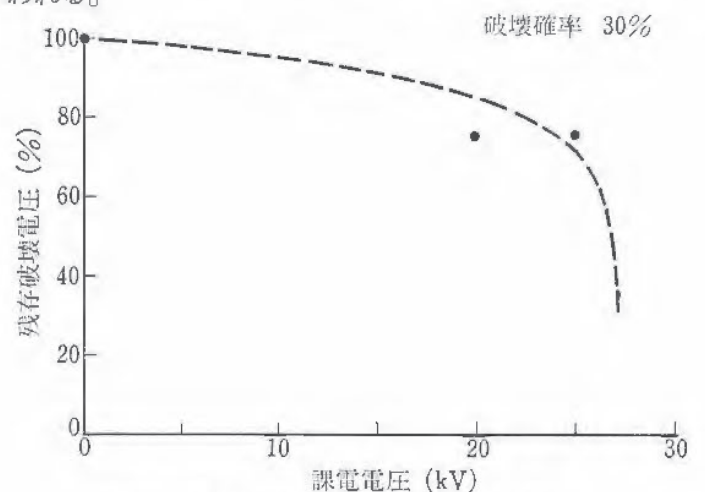


図 45 課電劣化後の残存破壊電圧の特性



1. はじめに

人間との接触そのものが危険である産業用ロボットなどでは、柵や囲いを設けて人間と機械を隔離することが安全対策の基本である。しかし教示作業などロボットに接近して行う作業も多く残されており、その安全対策には、アームとの接触を防止するための安全装置が必要である。そこで、ここでは、アームに直接取付けて、アームによる撃突災害を防止するために開発した光誘導型安全装置について、その性能およびフェールセーフ評価を中心に解説する。

2. 安全装置のフェールセーフ構造の基本

人間の防護を目的とする安全装置は、信頼性が高いことのほかに、装置自体がフェールセーフでなければならない。安全装置のフェールセーフ化を達成するには、「安全」であることを検出確認できた時のみ機械を動作しうる状態 (ON 信号出力: active) にするという基本設計がなされなければならない。すなわち、危険な状態を検出した場合は勿論のこと、装置自体が正常でない場合も一貫して信号 (inactive) を出力して、機械を停止させるものである必要がある。

したがって、安全装置に用いる検出器は単に感度が良く、信頼性が高いというだけでは十分でなく、上記のフェールセーフ構造の一つの要素としての条件に適する特性を有するものでなければならない。

3. 光誘導型安全装置

3.1 構造と作動原理

光誘導型安全装置はロボットアームに直接取付ける安全装置である。図 46 のようにゴムチューブの両端に発光器と受光器をセットした簡単な構造のもので、正常 (安全) な状態ではゴムチューブの中を光 (赤外線) が進み、受光される光は電気信号に変わり、リレー出力を ON

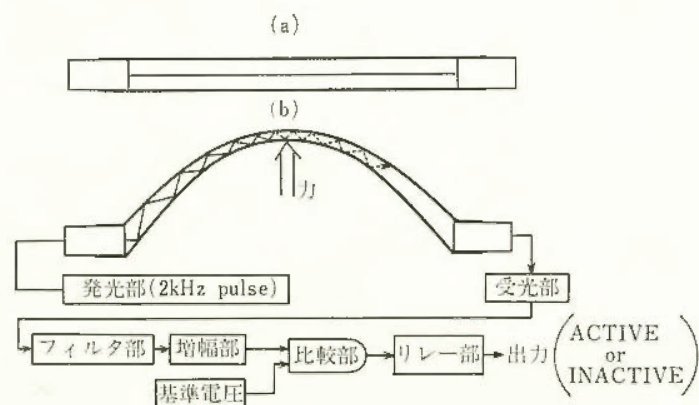


図 46 光誘導型安全装置の構成

(active) にする。人がチューブにあたると、チューブの変位に応じて光の到達量に変化し、ある程度以上の変位に対して OFF 信号 (inactive) になるよう閾値を基準電圧で設定できるようにしている。

光の直進性のため、わずかな変位で OFF 信号を出力すると予め危惧されたが、実際には図 47 のように、例えばチューブ内径 7 mm φ、長さ 2 m の場合、12 cm の変位に至ってはじめて OFF となるようにもできる。この特性は従来の光電スイッチの常識を超えるもので、ロボット動作中のチューブの振れや、ラフな取付けによっても誤動作しない安全装置となっている。

チューブの種類、太さ、長さ、張力などの特性への影響のうち、特に太さと長さによる影響が大きいので、その違いに応じて基準電圧を調整してやる必要がある。

3.2 特徴とフェールセーフ評価

本装置をアームに取付け、人体ダミーによる撃突実験を行ったが、アーム旋回最高速 (1.8 m/s) に対してもロボットを安全に停止させることができた。

本装置は取付が容易でかつ安価であるという特徴のほかに、次のようなフェールセーフ構造をもっている。

(イ) 発光・受光器の故障・断線に対して、ともに受光器からの出力がオフ (inactive) となり、短絡に対しては DC 出力となり、後段のフィルタでオフになる。

(ロ) チューブの切断に対しては、パルス光を用いているので外乱光があってもフィルタでカットされる。

(ハ) 比較回路・基準電圧に支障が生じた場合を考慮し、この部分にフェールセーフウインドコンパレータを使用している。ただし、基準電圧を調整して固定した場合、これを容易に変更できないか、または変更した場合に OFF 信号出力となる機能が必要である。

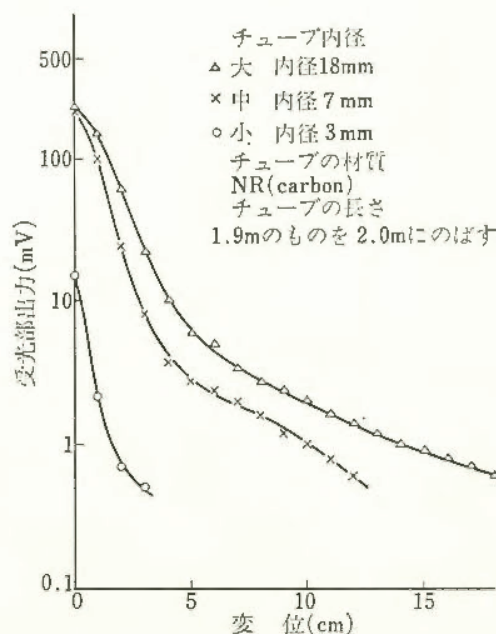


図 47 チューブ変位と受光部出力の関係



# 無人搬送車用光線式障害物検出装置の 妥当性について

機械研究部 糸川壯一・杉本 旭・清水尚憲

## 1. 研究目的

光線式の障害物検出装置の代表的なものを例として、対象障害物の傾斜角度及び材質等の差による検知特性を実験的に調べると共に、実際の無人車に装備した場合の停止特性実験を行い、無人搬送車用障害物検出装置としての妥当性について検知特性の観点から検討を行った。

## 2. 実験方法

検出センサの検知特性実験では、小型レールにガイドされる対象障害物移動台を遠方からレール端に設置した拡散反射型赤外線センサへ近づけてゆき、センサの検知距離を測定した。

検出装置を装備した無人車の停止特性実験では、光線式障害物検出装置を装備した電磁誘導式無人搬送車（最大積載重量 300 kg）を用いて走行方向の前方に対象障害物を設置した誘導路上において定常速度（約 68m/min）で走行させ、検出センサの障害物検知によって無人車が停止した後の無人車の前部と対象障害物との距離（停止距離）を測定した。

## 3. 実験結果及び考察

### 3-1 検出センサの検知特性実験結果

対象障害物の材質による影響としては、材質を白紙、木材及びカガミとした場合、検知距離の測定結果は白紙を 100 とした指数で表現すると表 16 のようになり、木材は、ほぼ白紙の場合と同程度の検知距離であるが、カガミの場合には白紙の 5 倍以上の検知距離となっている。

表 16 対象障害物の材質による影響

対象障害物の材質	検知距離
白 紙	100.0
木 材「合板」	103.3
カ ガ ミ	514.4

表 17 対象障害物の色による影響

対象障害物の色	検知距離
白	100.0
黄	99.6
赤	100.6
黒	67.0
緑	90.6
桃	98.2
青	98.0

対象障害物の色による影響としては、白紙を 100 とした指数で表現すると表 17 のような結果となり、黄、赤、桃、青などは白の場合と余り差はないが、緑

は約 10% 程度検知距離が短くなり、黒の場合では著しく 33% も検知距離が短くなっている。

対象障害物の傾斜角度による影響としては、全体として障害物の傾斜角度が大きくなる程検知距離は減少する傾向にある。中でも色別に見ると、黒色の場合は検知距離が著しく短かく、例えば傾斜角度が 45° の場合では、

他の色は白紙 ( $\theta=0^\circ$ ) の場合の 75~80% の検知距離であるのに対し、黒色は 30% の検知距離になっている。又、材質別に見るとカガミは傾斜角度が  $\theta=0\sim4^\circ$  の範囲において検知距離に大きく影響を与えることが顕著である。

### 3-2 検出装置を装備した無人車の停止特性の実験結果

対象障害物の材質及び色による影響としては、材質が紙の場合の色による影響は検出センサにおける検知距離と同じ傾向が見られた。紙以外の材質（合板、ビニールマット、作業服、アルミ箔、アルミ板、鋼板）による停止距離への影響としては特にアルミ箔、アルミ板など反射率のよい材質のものは停止距離が大きいが、そのバラツキが非常に大きい。これは検出装置に対する傾斜角度の影響が強く、無人車のわずかな蛇行走行状態によるものと思われる。

対象障害物の傾斜角度の影響としては、種々の対象障害物について無人車の走行路面に対して傾斜角度を変えて停止距離を測定した結果が図 48 である。

対象障害物の傾斜角度と停止距離との関係は、当然検出センサの場合の傾斜角度と検知距離との関係と同様な関係が見られているが、検知距離が短かった黒の場合では、停止距離も短く傾斜角度  $\theta=15^\circ$  のときには、5 回の内 4 回も対象障害物に衝突した。また  $\theta=0^\circ$  のときには停止距離が 7m あったアルミニウム板の場合でも傾斜角度の影響が著しく  $\theta=45^\circ$  のときには 5 回の内 4 回も対象障害物に衝突したことが注目される。

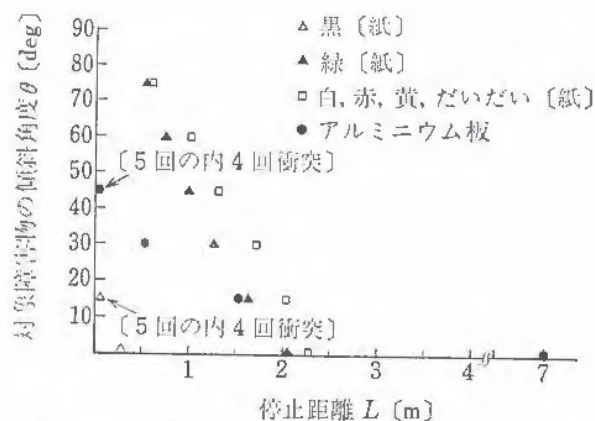


図 48 対象障害物の傾斜角度と停止距離

以上の実験結果により、拡散反射型赤外線センサの検知特性が、対象障害物の材質、色及び傾斜角度に大きく影響を受けることが判明した。したがって検知特性の観点から検討すると、拡散反射型赤外線センサを使用した光線式障害物検出装置を無人搬送車へ適用する場合は、検知感度の設定時に白紙障害物のみによって行うことは不十分であり、黒色障害物を考慮した感度設定を行うことや、傾斜に対する対策が重要であり、障害物への衝突事故防止の安全装置としては、フェールセーフ機能や他の装置との組合せ技術の研究も必要であると考えられる。



# 危険有害作業を代替する安全ロボットの基礎研究

## の基礎研究

—産業用ロボットの教示の安全化に関する研究—

機械研究部 深谷 潔・杉本 旭

### 1. はじめに

産業用ロボットは、人間を危険有害作業から解放するのに大きな貢献をしている。ところが一方では、ロボット自身が危険性を持つため、新たな災害の発生源となっている。ロボットに関連する作業のなかで、教示作業はロボットに接近して行わねばならないため、危険性が高いものの1つである。そのため、ロボットに接近しないで教示を行う技術が安全上望まれている。そのためのオフラインプログラミングの一手法を開発し、実用上の問題点について検討を加えた。

### 2. オフラインプログラミングシステム

産業用ロボットに何らかの作業をさせるためには、教示を行わねばならないが、固定シーケンスロボットから知能ロボットまでのレベルによって、教示作業の内容が異なってくる。今回の研究では、プレイバックロボットを対象としている。

ロボットの教示とは、ロボットに、一定の順序の位置情報と作業情報（グリップの開閉、周辺機器に対する信号の入出力など）を与えることである。位置情報は、ダイレクトティーチ式のものでは、ロボットのハンドを手で直接動かすことにより、また、ティーチングボックス(TB)式のものでは、TBを操作することによって与えられる。作業情報は、一般に操作盤でのキー入力によって与えられる。ロボットに接近するのは位置情報を与える時である。従って、何らかの他の手段によって位置の情報を与えることができれば、ロボットに接近する必要がなくなる。

以上のことから、図49のブロック図に示すプログラミングシステムを開発した。三次元測定装置として、写真3に示す、多関節形ロボットと類似した形状と自由度を持つものを用いた。このため、このシステムにおける教示作業は、ダイレクトティーチによるものと同様にして行い得る。アクチュエータがない分軽量なので、より以上の操作性が得られる。このようにして得られた位置情報は、ワーク中心の座標系に関するものなので、計算機を用いて、ロボットの座標系に変換してやる必要がある。また、作業情報は、キーボードより計算機に入力し、

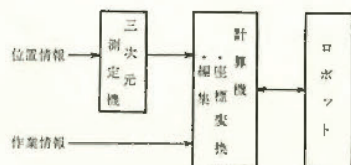


図49 オフラインプログラミングのブロック図

位置情報と結合編集することにより、教示を行い得る。

なお、位置情報・作業情報を、CADなどの設計データより数値的に与えようというのが、NCロボットで、現在各所で研究されている。

この4方式について比較したものを表1に示す。

実用上の問題点として、機差・据付誤差の問題がある。これらの値は同じ型のロボットでも個々に違うため、それぞれのロボットについて測定し、それに基づいて座標変換しなければならない。ハンドの取付によっても変るので、これらの交換のたびに測定し直す必要がある。従って、この機差等を簡易に測定する手法が必要である。

また、現在のシステムでは、確認修正は、実機において行わねばならない。この際に、ロボットに接近することになるので、シミュレーションなどの確認修正の簡易化の技術が必要となる。

ワークとロボットの相対位置関係を与えるために、現場で基準点を教示する必要がある。この手間を省くためには、治具を標準化するなどして、ワークによらず基準点を一定にするなどの実用上の工夫が必要であろう。

表18 プログラミングの諸方式の比較

	ティーチングボックス	ダイレクトティーチ	安研式	NCロボット
教示場所	現場・ロボットに接近	現場・ロボットに接近	オフライン	オフライン
確認修正	その場でできる	その場でできる	現場、シミュレーション	現場、シミュレーション
作業情報	操作パネル	操作パネル	キーボード	キーボード
誤差要因	動的	動的	機差、据付誤差、動的	機差、据付誤差、動的
干渉チェック	易	易	相手による	難、シミュレーション
教示内容	直感的	直感的	直感的	直感的
位置の教示	ロボットを動かして	ロボットを動かして	動き、数値	動き、数値
ハンドの方向指定	位置と干渉	位置と干渉	易	易
経路制御方式	PTP	CP	PTP	PTP

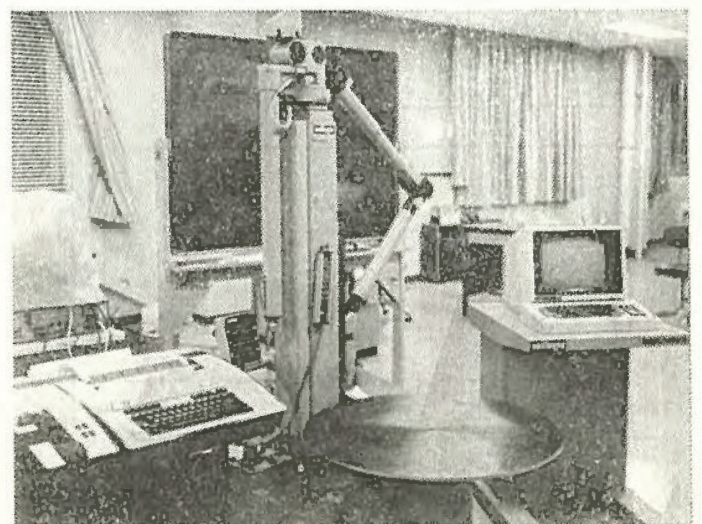


写真3 三次元測定装置



# 水中の可随限界電場への長時間暴露実験

## (第2報)

電気研究部 山野英記・本山建雄・田中隆二

### 1. 研究目的

先の研究において<sup>1)</sup>、暴露時間 10 s の実験をもとに、生体が水中の電場に暴露されたときその随意運動が阻害されないための許容限界(可随限界)は 2.5 V/m と推定された。

本研究の目的は、長時間暴露の場合にも、上の限界において、電撃死が生じないこと及び可随性が保持されることを実験的に検証することである。今回は可随性保持の試験について述べる。

### 2. 実験方法

実験はウサギを用いた動物実験であり、図 50 のようにして、水中の 2.5 V/m の電場に 100 min 間暴露し、10 min ごとにウサギの可随性を確認した。

水中の電場は水槽中に張った 2 本のプラチナ線間の電位差から算出し、これに従って 10 min ごとに印加電圧を点検・調整する。電圧 (AC 50 Hz) の印加は両側の通電電極(銅板)によって行った。

水は塩水、すなわち並塩の 3.5% 溶液(ほぼ海水の濃度に相当)とし、水温 30°C とした。このとき水の導電率は約 6 S/m となる。水深は、ウサギが水槽底に着いたとき胴体(胸-背)の半分~2/3 が浸水する程度(14.5 cm 前後)とした。

ウサギの可随確認はおもに次の方法によった。すなわち、ウサギの片方の上肢及び下肢をつかみ、上肢-胴体-下肢がまっすぐになるように通電方向に引伸ばす。そして手を離して元に戻った場合を可随とした。より強い電場での試行によれば、引伸ばしはけいれんを誘発しやすい。ウサギは胴体・体肢の毛を刈ったものを使用した。

体表に傷があると電撃を感じやすくなるが、毛を刈るときバリカンによる傷を生じた例は多い。このときは表

■ 2.5V/m N=21  
 ▨ 0V/m N=15

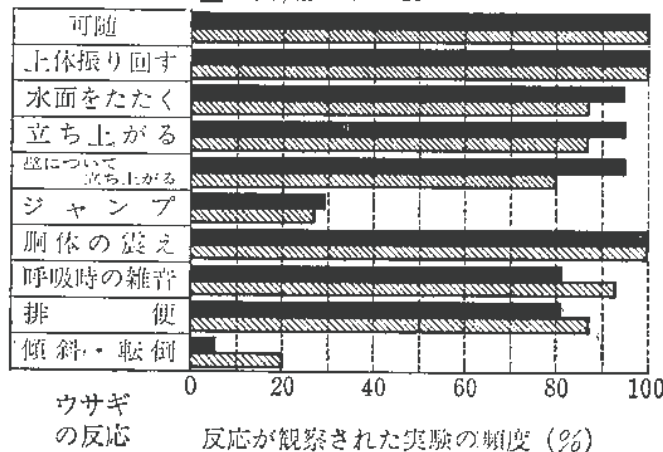


図 51 暴露中のウサギの観察結果(電場 0 との比較)

皮を縫合し、当日は電場 0 の実験に使用するようにしたが、完治しない内に 2.5 V/m の実験に使用した例も少なくない(2例当日, 5例2日以上後)。

### 3. 結果

2.5 V/m について 21 例, 電場 0 について 15 例の暴露実験を行った。使用したウサギは 9 匹である。

図 51 に、ウサギのおもな反応や挙動とそれらが観察された暴露実験の頻度とを、電場 0 の場合と対照して示した。各実験において 10 回の可随確認を行ったが、すべての実験においてウサギは随意運動が可能であることが確認された。

図中の「ジャンプ」は水槽の外に向っての跳躍である(うまく飛越えられた例はない)。「胴体の震え」は下半身によく現れ、背中や脇腹の表面がぶるぶると震え、水面にさざ波が生じる。暴露の初めには見られず、途中で以後も強くなったり弱くなったりする。

「呼吸時の雑音」はほとんど、鼻先で生じるブシュとかズルズルとかいう音で、水の侵入が原因である。特に可随確認のときウサギが抵抗して暴れ、水中に頭を突っ込むなどの事故が生じることが多い。

胴体の「傾斜・転倒」も、電撃によるけいれんが原因ではなく、他の理由によるものである。2.5 V/m では胴体の右側への傾斜が 1 例観察されたが、これは可随確認のとき左上肢を痛めたためで、ウサギは左上肢を着いていなかった。電場 0 の場合には 3 例の実験で横転や傾斜が認められた。

電場 0 と 2.5 V/m との場合で、ウサギの反応・挙動に容易に認められるような違いは無かった。図 51 の「水面をたたく」から「ジャンプ」までの頻度を見ると、ウサギは 2.5 V/m の方が多少活動的だったようにも見える。ただしこの差の原因が電場か否かは不明である。

文献 1) 山野, 本山, 田嶋: “水中において下肢強直を起こす電撃の強さと許容限界”(産業安全研究所研究報告, RR-30-1), 1981

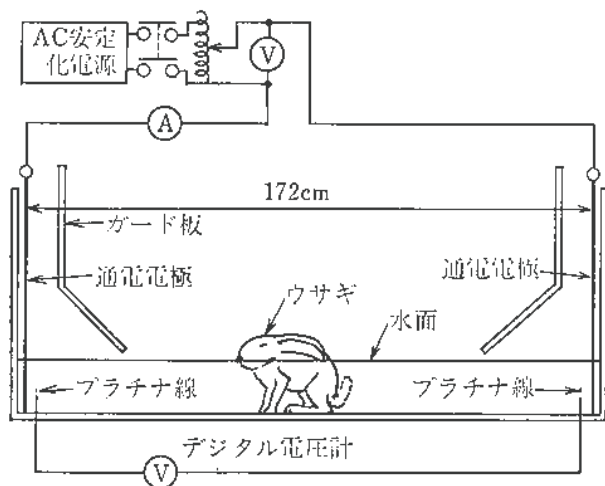


図 50 実験方法の概要



# 潜水作業用電気機器の安全装置の開発

## —絶縁監視法による水中漏電の検出—

電気研究部 本山建雄・山野英記・田中隆二

### 1. 研究目的

近年、水中作業に使用する照明や動力源などとして、電力が水中で使用されるようになった。もし、これらの電気機器から漏電が発生すると、付近にいる潜水作業者は電撃を受ける可能性がある。このような災害を防止する方法の一つは、電路の漏電を検出し処置を行う安全装置を取付けることである。本研究ではこのような装置の開発のため、水中漏電検出の一つの方法（絶縁監視法）について検討した。

### 2. 水中電気回路モデルと検出原理

電源の中性点を高抵抗  $R_1$  で接地した単相の水中電路（線間電圧  $V_s$ ）に、漏電の検出に使用する直流電源（電圧  $V_0$ ）を  $R_1$  と直列に加えた電路を考える。この電路は、いくつかの仮定のもとに図 52 の回路モデルとして表わすことができる。図 52 において、A と B 線は単相の電路； $g$  は水中の接地点； $a$  と  $b$  は電路の漏電点； $R_{ab}$ ,  $R_{ag}$ ,  $R_{bg}$  は  $a$ - $b$ - $g$  点間の水中の抵抗； $C_{AB}$ ,  $C_{Ag}$ ,  $C_{Bg}$  は A 線-B 線- $g$  点間に分布した浮遊容量；そして  $C_1$  は交流バイパス用コンデンサーを表わす。本研究では、この回路モデルを中心に検討した。

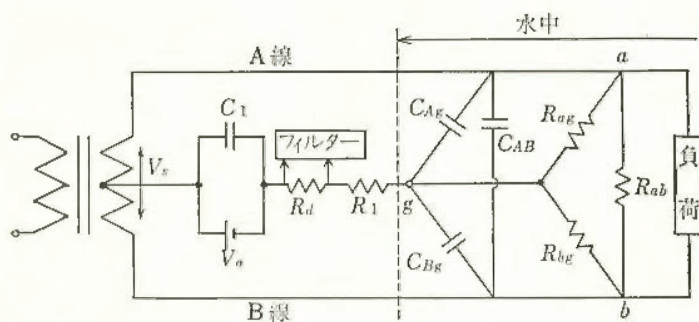


図 52 絶縁監視法検討のための水中電気回路モデル

図 52 より漏電検出用抵抗  $R_d$  に表われる直流の電位差  $V_d$  を求めると、次のようになる。ここで、 $R_g = R_{ag} // R_{bg}$ ,  $C_g = C_{Ag} // C_{Bg}$  であり、 $t=0$  で漏電が発生したとする。

$$V_d = R_d / (R_g + R_1 + R_d) \cdot V_0 \cdot (1 - \exp(-\alpha t))$$

$$\text{ただし } \alpha = (R_g + R_1 + R_d) / (R_g (R_1 + R_d) C_g)$$

ある漏電の基準の抵抗を  $R_{g0}$  とおくと、 $V_d$  が  $R_g = R_{g0}$  での  $V_d$  より大きくなったとき、すなわち  $R_g \leq R_{g0}$  のとき、漏電として検知される。なお、 $R_g > R_{g0}$  での  $V_d$  は電路の絶縁状態に関する情報を与える。 $t = \infty$  のときの  $V_d$  と  $R_g$  との関係を図 53 に示す。

ところで、 $R_d$  に表われる電位差には  $V_d$  の他に、 $V_s$  による交流の電位差がある。これは漏電の検出に対して雑音となることから、漏電を検出する時にはフィルター

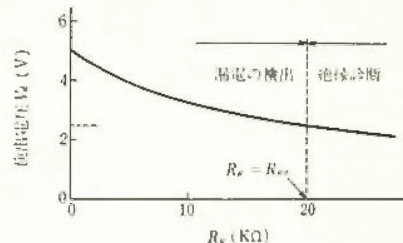


図 53 検出電圧  $V_d$  と  $R_g (=R_{Ag} // R_{Bg})$  の関係 ( $V_0=10\text{V}$ ,  $R_d=10\text{k}\Omega$ ,  $R_1=10\text{k}\Omega$ ,  $R_{g0}=20\text{k}\Omega$ )

によりこれを除く必要がある。

〔漏電の検出に要する時間〕 フィルターを通過した  $V_d$  が許容できる程度に定常値に達してから、漏電が否かの検出を行う。 $V_d$  が定常値に達するまでの時間は  $R_g$ ,  $C_g$  の他にフィルターのキャパシタンス分と密接に関連する。特に、この時間の単縮と交流分の除去とは相反する関係にあり、今後、検討すべき課題である。

〔漏電の基準の抵抗  $R_{g0}$ 〕 漏電は  $R_g$  の大きさによって判定されるが、電撃危険と関係する電流は  $V_s$  による交流の漏電電流である。このため、漏電の基準の抵抗  $R_{g0}$  は最大許容電流  $I_t$  と  $R_g > R_{g0}$  における最大漏電電流との関係から、次式のように求められる。

$$R_{g0} = (V_s / 2) \cdot R_{ab} / (R_{ab} \cdot I_t - V_s)$$

〔検出波形の一例〕 図 52 において、 $R_d$  と並列にフィルターを取付、 $V_d$  の電圧波形を観測した。その一例として、 $R_g$  をパラメータとした波形を図 54 に示す。図 54 より、 $R_d$  が小さくなると  $V_d$  が大きくなることわかる。なお、 $V_d$  に重畳されている交流成分はフィルターの定数を変更することにより、十分に小さくすることができる。

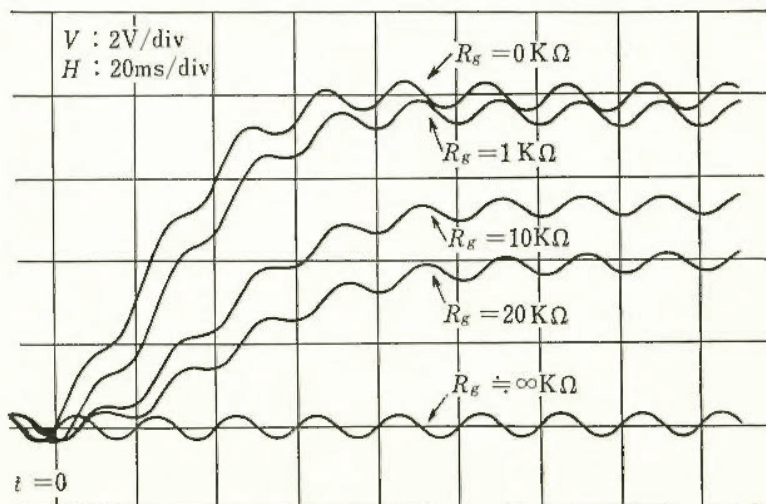


図 54 検出波形の一例

( $V_0=15\text{V}$ ,  $V_s=100\text{V} : 50\text{Hz}$ ,  $R_1=10\text{k}\Omega$ ,  $R_d=1.1\text{k}\Omega$ ,  $C_1=330\mu\text{F}$  の場合)



# フッ素系有機排ガスの無害化処理技術に関する研究

化学研究部 森崎 繁・田中敏彦

## 1. 研究目的

フロンガス等のフッ素系のガス又は液体は、冷媒体、洗浄剤、モノマーガス等として広範囲に使用されているが、最近は大気汚染の原因物質として世界的にも問題になっている。この特別研究ではフッ素を含有する有機排ガスを加熱活性炭中で分解処理することを目的としている。59年度は、57、58年度の研究成果に基づき、小型の分解処理プラントを試作し、比較的大容量のフロン12 (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) 及びフロン22 (CHClF<sub>2</sub>) の分解処理を行い、その性能を確認した。

## 2. 実験方法

本実験に使用した小型プラントは図55のとおりであり、そのフローは、フロンポンプ、流量計、分解管、流量計、質量分析計、洗浄塔等である。

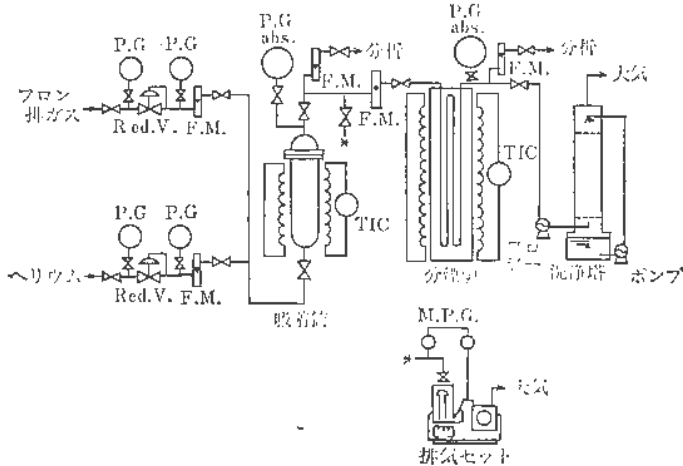


図55 フッ素系有機ガス分解用小型プラント

分解管には、内径 1.8 cm、長さ 100 cm の SUS 304 又は 316 製のパイプ4本を連結したものをを用い、その外側を超高温用テープヒータ (~800°C 程まで可能) で加熱した。又フロンガスと SUS 材との反応の可能性を調べるため石英管を用い、材質の影響について検討した。

分解管に入れた活性炭の量は、全部で 400 g であり、58年度と同様な前処理を行ったのち、室温で 100% のフロン12又は22のガスを流し、活性炭をフロンガスで飽和させた。次に5%フロン-ヘリウムガスを質量スペクトルのバックグラウンドが一定となるまで流し、バックグラウンドスペクトルとした。

この状態から分解管の温度を一定値にまであげると大量のフロンガスが脱着してくるが、3~4時間後には質量分析計のスペクトルのイオン電流値がほぼ一定となる。この時のイオン電流値とバックグラウンドのイオン電流値とを比較することにより分解率を求めた。なお、

ガスクロマトグラフでの分解率と質量分析計のイオン電流値からの分解率がほぼ一致するため、本年度はガスクロマトグラフを使用しなかった。

また、5%フロン-ヘリウム混合ガスの流量は1~4l/分とした。

## 3. 研究結果

前年度においても認められたように、このプラントにおいても500°C以上の温度に加熱するとフロンガス流量が低下し、一定の流量に保持することができなかった。又分解率は、分解炉をスケールアップしたためか前年度の結果より高かったため、本年度は400°Cの温度のもとで分解を行わせた。

図56の(a)、(b)は、流量1.6l/分の時のフロン12及びフロン22のバックグラウンド及び分解後の質量スペクトルである。両者とも400°Cで95%以上の分解率

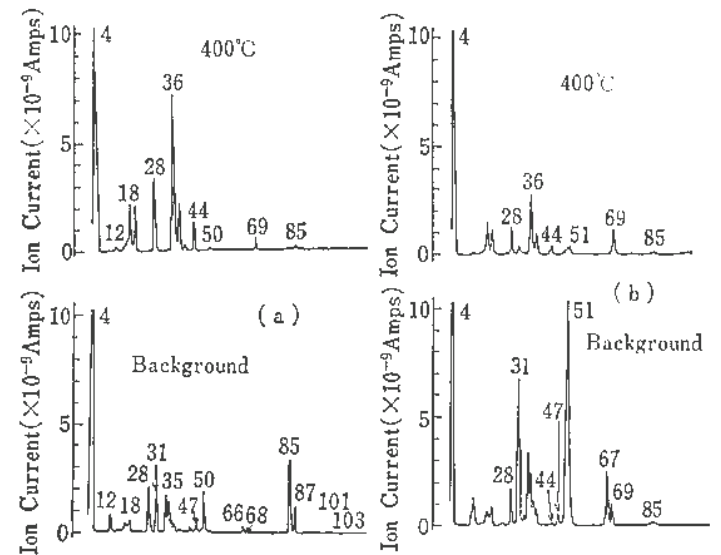


図56 フロン-12 (a) とフロン-22 (b) の分解生成物のマススペクトル

を得ることができたが、塩化水素 (m/e=36) やフッ化水素 (m/e=20) も増加しており、廃ガス処理が必要となってくる。

また、流量を3.6l/分にあげると未分解のフロンガスが認められ、分解率は50~60%に低下してくる。これらのことからフロンガスの分解にあたっては、流量に限界があり、分解温度400°C、活性炭400gの場合で約2l/分であろう。これを活性炭1gについて換算すると約5ml/分・gである。

次に分解管の金属がフロンガスと反応したり、又は触媒として働いて脱ハロゲンが生じていないことを確認するため、同様な実験を石英管を用いて行ったが、フロン12については分解率が60~70%となった。したがって、フロンガスは金属がなくても分解するが、その分解率は少し低下するように思われる。



# 反応性物質の加圧雰囲気下における分解機構

化学研究部 森崎 繁・田中敏彦

## 1. 研究目的

反応性物質は、不活性ガス雰囲気下でも容易に発熱分解をおこすが、その時の発生熱量や分解温度は、雰囲気圧力によって大きく影響される場合がある。このような反応性物質は、数多くはないが存在し、このような物質は加圧することにより分解機構が異なってくるのが推定される。この研究においては、ジニトロソペンタメチレンテトラミン (DPT) を例にとり、大気圧下及び加圧下で熱分解させ、分解生成物を同定、定量することにより、その分解機構について検討した。

## 2. 実験方法

分解に使用したオートクレーブは、内径 20 mm、深さ 60 mm、容積 18.8 ml の SUS 製で、耐圧は 300 kg/cm<sup>2</sup> である。DPT (純度 97% 以上) の量は 500 mg とし、ヘリウム雰囲気中で 5°C/分の割合で加熱した。分解ガスは約 4 ml の計量管中に大気圧下で導入し、その後 GC-MS により分析した。

## 3. 実験結果

図 57 は、DPT を圧力の異なる窒素雰囲気下で分解させたときの DSC 曲線である。DPT は、圧力の増加とともに分解温度が低下していくことがわかるが、その時の温度は 200~210°C である。又発生熱量も圧力とともに増加し、大気圧下での約 550 cal/g が、53 kg/cm<sup>2</sup> では約 700 cal/g と増加する。

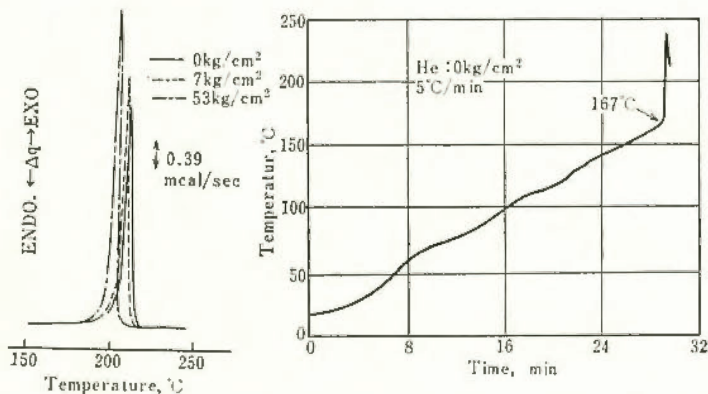


図 57 DPT の DSC 曲線

図 58 DPT のオートクレーブ中での分解

図 58 は、DPT をヘリウム雰囲気下のオートクレーブ中で加熱分解させたときの試料温度と分解温度を示している。この条件では 167°C で激しく分解しているが、この分解を確認したのち、加熱を停止し、大気圧下の場合はヘリウムで 50 kg/cm<sup>2</sup> まで加圧して希釈し、又加圧下のは 50 kg/cm<sup>2</sup> に調整したのち大気圧下で計量管に導入した。オートクレーブでの分解でも圧力の増加とともに分解温度の低下が認められたが、試料量が多いためか 161~167°C と大幅な低下を示した。

図 59 の (a), (b) は、ヘリウム 0 kg/cm<sup>2</sup>、及び 50 kg/cm<sup>2</sup> 下における DPT の分解生成物のガスクロマトグラムで

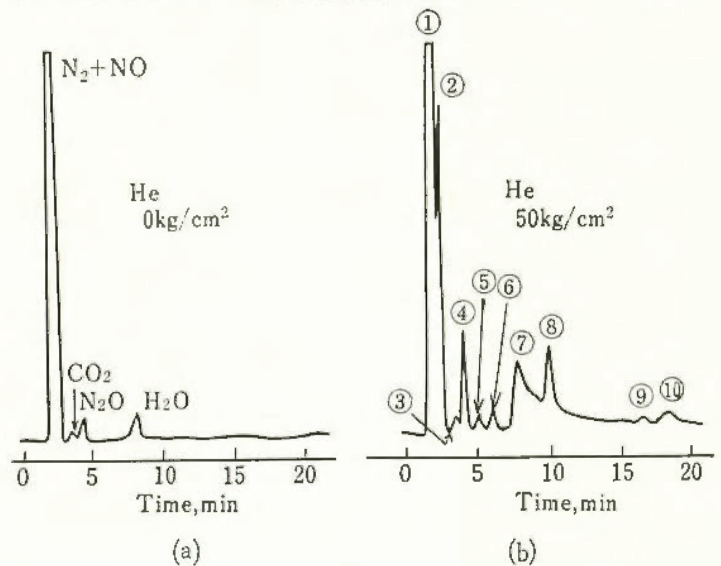


図 59 DPT 分解時のガスクロマトグラム

ある。(a) に示すように、DPT がヘリウム 1 気圧下で分解するとほとんど窒素と一酸化窒素を生成し、その他に二酸化炭素、亜酸化窒素、水も少量生成する。しかし、50 kg/cm<sup>2</sup> 以上に圧力を上昇すると、(b) のクロマトグラムに示すように①窒素、②メタン、③二酸化炭素、④亜酸化窒素、⑤エチレン、⑥エタン、⑦水、⑧未知、⑨アセトニトリル、⑩アセトンが生成してくる。これらのモル百分率は、次の表 19 のとおりであり、DPT の大気圧

表 19 DPT 分解時の生成物のモル分率

He 0 kg/cm <sup>2</sup>		He 50 kg/cm <sup>2</sup>		He 100 kg/cm <sup>2</sup>	
物質	%	物質	%	物質	%
N <sub>2</sub> +NO	95.4	N <sub>2</sub>	67.3	N <sub>2</sub>	57.9
CO <sub>2</sub>	1.2	CH <sub>4</sub>	10.8	CH <sub>4</sub>	12.9
N <sub>2</sub> O	1.8	CO <sub>2</sub>	0.6	CO <sub>2</sub>	1.2
H <sub>2</sub> O	1.6	N <sub>2</sub> O	3.8	N <sub>2</sub> O	1.9
		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.7	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.6
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.9	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.3
		H <sub>2</sub> O	8.4	H <sub>2</sub> O	21.0
		その他	7.5	その他	3.2

下での分解生成物は、N<sub>2</sub> と NO が主成分であるのに対して、雰囲気圧力を増加すると N<sub>2</sub>, NO が減少していき、CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O 等が増加してくる。又分解後の残さは、大気圧下のは茶褐色の炭化水素系の物質であると思われるのに対して、50 kg/cm<sup>2</sup> 以上の場合は黒い炭素状の物質が主成分となっている。反応性物質等の分解熱は、生成系の生成熱から原系の生成熱を差し引いたものである。したがって、NO 及び N<sub>2</sub>O の生成熱が吸熱、(NO: +21.6 kcal/mol, N<sub>2</sub>O: +19.5 kcal/mol) であるため、DPT を大気圧下で分解させたときは、NO, N<sub>2</sub>O の影響により、加圧下の場合より分解熱が小さくなっていくものと考えられる。



(3) 論文発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
内圧円筒の疲労き裂の進展挙動について	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-33-1	吉 久 悦 二
運搬機械の転倒災害防止に関する研究	産業安全研究所特別研究報告	
1. 序 論	RIIS-SRR-84-1	前 郁 夫
2. 軟弱地盤における荷重沈下特性 (関東ロームの場合)		{堀 井 宣 夫 吉 久 悦 幸 二
3. 移動式クレーンの転倒災害防止 (緩い傾斜地盤上旋回するクレーンの運動解析, 転倒防止用アウトリガーの試作)		前 田 豊
4. フォークリフトの転倒災害防止 (エアバッグ方式安全装置の開発)		{深 谷 潔 杉 本 旭
小規模建築工事用ブラケット一側足場の昇降設備 に関する研究 (ステップ付斜材の人間工学的研究)	産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-84-1	{永 田 久 雄 江 川 義 之
高圧用ゴム手袋の紫外線照射による劣化	産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-84-2	市 川 健 二
わく組足場の変則使用における座屈強度に関する 研究 (建物側の交叉筋違を外した場合)	産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-84-3	小 川 勝 教
日本人の身体計測と安全ガードの標準化	産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-84-4	{杉 本 旭 深 谷 潔
静電気用品構造基準 (1984改訂版)	産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-84-1	
潜水作業に用いる電気機器の安全化に関する研究 (Ⅲ)	昭和59年度, 科学技術庁, 海 洋開発調査研究	{本 山 建 雄 山 野 中 英 記 田 隆 二
フッ素系有機排ガスの無害化処理技術に関する研 究	昭和59年度, 環境庁, 国立機 関公害防止等試験研究	{森 崎 繁 駒 宮 功 額 田 中 敏 彦
塩化ビニルとアルミニウムとの反応を応用する 廃棄物処理に関する研究	同 上	{駒 宮 功 額 森 崎 繁
P分布プログラム荷重下の疲労き裂進展の評価	日本機械学会論文集 (A編) 50巻452号	橋 内 良 雄
爆ごり波衝撃波によるアセチレンの分解爆発	高圧ガス 21巻, 12号, 1984年	松 井 英 憲
低温における SM 50 A 溶接継手の疲労き裂伝播 挙動	日本機械学会論文集 (A編) 50巻459号	橋 内 良 雄
異状事象記述のためのキーワード決定手法の開発	昭和59年度文部省特定研究報 告書	佐 藤 吉 信
技術史にみる安全のあゆみ 「研削・研磨加工のはなし」	中災防, 安全 1984.9~ 1960.2	糸 川 壯 一
Research and Investigation in the Field of Industrial Safety and the Application to Ind- ustries.	Industrial Safety Chronicle No.15, October-December, 1984	R. TANAKA



(4) 研究発表

題 目	発表誌名	発表年月	発表者
高圧用ゴム手袋の絶縁劣化診断手法の検討	電気学会絶縁材料研究会	59. 6	市川健二
低温における疲労き裂伝ばのフラクトグラフィ的検討	第4回フラクトグラフィシンポジウム	//	橘内良雄
オフセット砥石の回転強度に対するフランジ形状の影響	第14回安全工学シンポジウム	59. 7	条川壮一
建設工事における労働災害の要因分析に関する一考察	//	//	鈴木芳美
防音パネル・シート等に作用する風圧力についての数値解析	//	//	木下鈞一
足場の安全性に関する研究-その1-片側交さ筋違によるわく組足場の安全性	//	//	小川勝教
足場の安全性に関する研究-その2-合板足場板の曲げ強度の劣化	//	//	河尻義正
爆発放散孔の設計における装置の大きさの影響	//	//	林年宏
Cu-S 混合物の発火性状	//	//	琴寄崇
面積差を利用した空気圧サーボ方式のPFM制御特性について	{ 精機学会 関西支部 定期学術講演会	//	杉本旭
防音パネル・シートに作用する風圧力についての数値解析	日本建築学会昭和59年度大会(関東)	59. 10	木下鈞一
簡易わくによるわく組足場の強度について	//	//	小川勝教
ゴンドラ用跨座式突梁の安定性について	//	//	河尻義正
安全性からみた階段踏面のすべりの評価手法に関する研究-その2-	//	//	永田久雄
安全性からみた階段踏面のすべりの評価手法に関する研究-その3-	//	//	//
労働災害発生系列の均質性に関する-考察	//	//	花安繁郎
軟弱地盤の荷重-沈下特性	第39回土木学会年次講演会	59. 10	堀井宣幸
施工条件と労働災害の相関分析	//	//	花安繁郎
切取工事における労働災害の発生要因の分類とその相互関係	//	//	鈴木芳美
液体攪拌時の帯電要因	第8回静電気学会全国大会	//	{ 田嶋泰幸 児玉泰幸
静電気放電による微粉炭の着火と着火危険性の評価	//	//	田嶋泰幸
弾性変形に利用した高位置決め装置の圧力フィードバックによる性能改善	日本油圧空圧学会昭和59年秋季講演会	59. 11	杉本旭
弾性変形型高位置決め装置による非接触変位計の測定変位の拡大	//	//	//
産業用ロボットの安全装置に関する研究	第2回ロボット学会学術講演会	//	//
小型空気圧サーボ弁による人工の手指の制御に関する研究	//	//	//
2つの絞り弁からなる空気圧サーボ機構の性能評価	//	//	//



題 目	発 表 会 名	発表年月	発 表 者
建設工事用ボルトの疲労特性	第17回日本材料学会 疲労シンポジウム	59. 11	{吉 久 悦 二 橋 内 良 雄
低温環境下における疲労き裂の延性-脆性 遷移 動と破壊靱性	〃	〃	橋 内 良 雄
保守修理記録データベースにおける異常モード のキーワード決定支援システム -述語探索用ツリーの作成-	第27回自動制御連合 講演会	〃	佐 藤 吉 信
低炭素構造用鋼の高域の疲労き裂伝ばに対する 水素雰囲気の影響	日本機械学会関西支 部	〃	田 中 正 清
潜在危険同定論	第17回安全工学研究 発表会	59. 12	佐 藤 吉 信
ウサギの可随性に注目した水中電撃への長時間 暴露実験	〃	〃	山 野 英 記
酸素用ゴムホースで生ずるフィルムデトネー ション	〃	〃	松 井 英 憲
木粉類の発熱開始温度と発火限界温度	〃	〃	琴 寄 崇
発生炉ガスの高温下における爆発限界酸素濃度	〃	〃	柳 生 昭 三
ナフトキノンジアジド系光分解剤の熱安定性に ついて	〃	〃	{森 崎 敏 繁 田 中 敏 彦
ジニトロペンタメチレンテトラミンの加圧雰 囲気下における分解ガス	〃	〃	〃
集塵配管中における火炎伝ば性状	〃	〃	松 田 東 栄
多変量解析法による建設工事の労働災害の発生 特性の分析	第 7 回土木計画学学 術講演会	〃	花 安 繁 郎
無人搬送車用光線式障害物検出装置の妥当性に ついて	昭和60年度精機学会	60. 3	{糸 川 壮 一 杉 本 水 尚 旭 清 憲

(5) 特許等出願, 取得, 許諾

区 分	登録番号等	特許等内容	氏 名
特許許諾	特許 713164 号	燃焼測定式の酸素の分析法	駒 宮 功 額



# 第3章 関連業務

## (1) 産業安全研究所主催行事

### i) 産業安全に関する国立研究機関連絡会議

昭和 52 年度より発足した標記会議は、産業安全に関連のある研究を行っている各省庁直轄研究機関研究所で構成され、当研究所が事務局を担当している。年 2 回の会議の開催による情報交換、刊行物の発刊等を実施してきたが、本年度は、第 13 回の会議が昭和 59 年 11 月に開催され、「交通災害関連」の研究テーマについて交通安全公害研ほか 3 機関による研究紹介とそれに対する討議が行われた。また今後の活動についての検討等がなされた。第 14 回の会議は昭和 59 年 3 月に開催され、「地震災害」の研究テーマについて国立防災技術センターほか 2 機関による研究紹介、討議が行われた。

また 7 月には、「産業安全に関する研究成果概要集」第 3 集が発行された。これには、前記 17 機関において昭和 56～57 年度 2 ケ年以内に終了した研究結果の概要をまとめたものであり約 150 課題が収録されている。

### ii) 産業安全技術情報データベース委員会

産業安全に関する技術は広範な学問領域と多種の産業部門にまたがっており、これらに属する情報の整理、蓄積は安全技術の発展に不可欠である。また発生した労働災害、事故等に関する調査資料は同種災害の防止対策の樹立、防止技術研究にとって貴重な情報源である。

当研究所においては、かねてから上記情報のデータベース化の重要性を認識し、小規模ながら情報の蓄積と検索のシステムを構築する試みを行っていた。しかし、最近の情報化システムの急速な進展に対応して、本格的なデータベースの作成に取り組むために、産業安全及び情報処理に関して造詣の深い有識者を招き、委員会を組織した。この委員会において検討する事項は、

- (1) 安全技術、災害情報に関するデータベースの基本構想
- (2) 当研究所に適切なデータベースのシステム
- (3) データベースの具体的な作成手法

であり昭和 60 年度内に結論を得ることにしている。

委員会は昭和 59 年度 11 月に発足し、本年度は 3 回にわたって開催されている。なお、委員会の構成は下記のとおりである。

- |     |                     |                             |
|-----|---------------------|-----------------------------|
| 委員長 | 難波 桂芳               | 東京大学名誉教授                    |
| 委員  | 大林 成行               | 東京理科大学土木工学科教授               |
|     | // 北森 俊行            | 東京大学計数工学科教授                 |
|     | // 笹原 昭彦            | ファコムハイタック（株）システム第 3 部第 2 課長 |
|     | // 園田 桂一            | (財)日本科学技術情報センター東京支所長        |
|     | // 丸山 弘志            | 東京理科大学理工学部長                 |
| 事務局 | 災害情報資料管理委員会（所員 5 名） |                             |

(2) 行政機関に対する協力

i) 災害調査等における協力

行政機関名	協 力 事 項	年 月	所 属	担 当 者
新潟労働基準局	北陸自動車道トンネル工事におけるアンモニアによる労働災害調査団団長 (現地調査及び委員会3回)	51. 12 60. 3	所 長	前 郁 夫
佐賀労働基準局	トラッククレーン旋回サークルボルトの破損原因調査	60. 3	機械研究部	{橋内良雄 前田豊
山口労働基準局	ホイストクレーン用ピニオンの破損原因調査	59. 5	//	橋内良雄
東京労働基準局	工事用エレベータの落下事故原因の調査	59. 10	//	田中正清
山形労働基準局	ダム工事用鉄筋字形アンカーの破断原因の調査	59. 10	//	//
香川労働基準局	本州四国連絡橋櫃石島高架橋工事支保工崩壊災害の調査	59. 4	土木建築研究部	{木下鈞一 小川勝教
東京労働基準局	旧六郷橋解体工事における工事桁の崩壊災害の調査	59. 12	//	{木下鈞一 小川勝教 河尻義正 花安繁郎 堀井宣幸 奥村伸人
富山労働基準局	富山県破波郡平村大崩島林道工事土砂崩壊災害調査	59. 9	//	{堀井宣幸 奥村伸人
千葉労働基準局	造修船火災災害における原油スラッジの引火燃焼性の試験	60. 2	化学研究部	森崎 繁
東京労働基準局	α-オレフィン油の加熱作業中の中毒災害における原因調査	59. 4	//	森崎 繁
東京労働基準局	ビル防水工事中の火災の災害原因の検討	59. 10	//	柳生昭三

ii) 行政機関での委員会活動及び研修講師派遣等による協力

行政機関名	協 力 事 項	所 属	氏 名
労働省	大規模建設工事計画審査委員会審査委員	所 長	前 郁 夫
//	橋梁架設工事セイフティアセスメント委員会委員	土木建築研究部	花安繁郎
//	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員会委員	機 械 研 究 部	深 谷 潔
//	推奨基準委員会安全帯部会委員	電 気 研 究 部	田 畠 泰 幸
//	// 帯電防止作業服部会々長	//	児 玉 勉
//	// 委員	//	森 崎 繁
//	爆発災害防止対策委員会委員	化 学 研 究 部	森 崎 繁
労働研修所	安全専門官研修講師	所 長	前 郁 夫
//	//	機 械 研 究 部	杉 本 旭
//	//	土 木 建 築 研 究 部	小 川 勝 教
//	//	//	鈴 木 芳 美
//	//	化 学 研 究 部	森 崎 繁
//	//	電 気 研 究 部	市 川 健 二
//	労働基準行政職員研修	土 木 建 築 研 究 部	小 川 勝 教
//	労働行政職員(基礎)研修	//	//



行政機関名	協力事項	所 属	氏 名
通 商 産 業 省	日本工業標準調査会専門委員	所 長	前 郁 夫
//	//	機 械 研 究 部	深 谷 潔
//	//	電 気 研 究 部	田 中 隆 二
//	//	//	田 島 泰 幸
//	家庭用品品質表示技術基準調査委員会委員	//	//
//	安全化・無公害化委員会委員	機 械 研 究 部	糸 川 壯 一
建 設 省	UJNR 防火専門部会委員	化 学 研 究 部	森 崎 繁
消 防 大 学 校	消防官研修講師	電 気 研 究 部	田 中 隆 二
厚 生 省	薬事審議会，臨時委員	化 学 研 究 部	駒 宮 功 額

### (3) 外部機関との協力

#### i) 学協会委員会活動

学・協会名	協力事項	所 属	氏 名
日 本 学 術 会 議	第14回安全工学シンポジウム実行委員会委員	所 長	前 郁 夫
//	安全工学研究連絡会議委員	電 気 研 究 部	田 島 泰 幸
//	環境工学研究連絡会議委員	//	//
日 本 機 械 学 会	機械構造物の破損事例と解析技術出版分科会	機 械 研 究 部	橋 内 良 雄
//	破壊および破壊力学研究分科会	//	//
//	腐食と破壊出版分科会	//	田 中 正 清
日 本 材 料 学 会	疲労部門委員会	//	橋 内 良 雄
//	フラクトグラフィ部門委員会	//	//
//	破壊力学部門委員会	//	//
//	//	//	田 中 正 清
溶 接 学 会	F S 委員会	//	橋 内 良 雄
土 木 学 会	トンネル工学委員会委員	所 長	前 郁 夫
//	構造工学委員会，構造物安全性研究小委員会委員	土 木 建 築 研 究 部	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
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	所 長	前 郁 夫
日 本 ロ ボ ッ ト 学 会	財務担当理事	機 械 研 究 部	杉 本 旭
//	学会誌編集委員会	//	//
日 本 ロ ボ ッ ト 工 業 会	建設メカトロ化調査研究専門委員会委員	所 長	前 郁 夫
//	16th ISIR 実行委員会	機 械 研 究 部	杉 本 旭
//	労働安全ロボット審査専門委員会	//	//
日 本 産 業 車 両 協 会	無人搬送車安全対策調査研究委員会	//	//
日 本 ク レ ーン 協 会	技術審議会委員	所 長	前 郁 夫

学・協会名	協力事項	所属	氏名
日本クレーン協会	技術審議会委員	機械研究部	保田秀則
〃	〃	電気研究部	田中隆二
〃	クレーン編集委員会委員	機械研究部	保田秀則
〃	クレーン委員会委員	〃	前田豊
〃	〃	〃	橋内良雄
〃	〃 耐震設計委員会委員	土木建築研究部	河尻義正
〃	移動式クレーン委員会委員	機械研究部	前田豊
〃	検定基準委員会委員	〃	〃
〃	第1回過負荷防止装置工作責任者会議実行委員会委員	〃	〃
〃	ISO/TC 16, 国内委員会委員	〃	〃
〃	〃	〃	田中正清
〃	ISO/TC 96/SC 6, 国内委員会委員 安全装置委員会委員	〃	前田豊
〃	転倒防止装置委員会委員	〃	深谷潔
〃	ワイヤーロープ委員会委員	〃	〃
〃	災害事例研究委員会委員	〃	田中正清
〃	〃	〃	保田秀則
〃	つり具委員会委員	〃	田中正清
〃	電気委員会委員長	電気研究部	田中隆二
〃	〃 委員	〃	市川健二
〃	エレベーター委員会委員	土木建築研究部	河尻義正
〃	ゴンドラ委員会委員	〃	〃
日本機械工業連合会	安全原理専門委員会作業部会委員	機械研究部	桑川壮一
砥粒加工研究会	砥粒加工研究会運営委員	〃	〃
研削砥石工業会	研削砥石 JIS 改正原案作成委員	〃	〃
日本高圧力技術協会	フラクト委員会	〃	橋内良雄
〃	〃	〃	田中正清
日本溶接協会	原子力研究委員会 T F C 小委員会	〃	橋内良雄
〃	電気溶接部会技術委員会委員	電気研究部	田中隆二
防災システム協会	材料委員会	機械研究部	田中正清
産業医科大学	MEと労働に関する国際シンポジウム実行委員会委員	所 長	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	土木建築研究部	花安繁郎
建設業労働災害防止協会	圧気工事に係るセーフティアセスメント検討委員会副委員長	所 長	前 郁夫
〃	災害要素コード化委員会委員長	〃	〃
〃	災害要素コード化委員会委員	土木建築研究部	花安繁郎
〃	〃	〃	豊沢康男



学・協会名	協 力 事 項	所 属	氏 名
建設業労働災害防止協会	圧気工事セーフティ・アセスメント検討委員会委員	土木建築研究部	鈴木 芳 美
〃	建設業における高年齢者労働災害対策委員会委員	〃	木 下 鈞 一
〃	〃	〃	豊 沢 康 男
〃	PC橋梁建設工事安全技術委員会委員	〃	小 川 勝 教
仮設工業会	落下防護用シート等の安全基準作成委員会委員	〃	木 下 鈞 一
〃	〃	〃	小 川 勝 教
〃	認定検査審査委員会委員長	〃	木 下 鈞 一
〃	技術委員会委員	〃	小 川 勝 教
〃	〃	〃	河 尻 義 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	〃	小 川 勝 教
日本建築センター	建築工事用シート評定委員会委員	〃	〃
合板仮設安全技術協会	技術委員会委員	〃	河 尻 義 正
合成樹脂工業協会	JIS 改正原案作成委員会委員	〃	〃
日本火災学会	理事会, 理事	安全技術課	駒 宮 功 額
〃	化学火災委員会委員	〃	〃
高圧ガス保安協会	事故調査委員会委員	〃	〃
損害保険料率算定会	災害科学研究会化学部会委員	〃	〃
〃	〃	化学研究部	森 崎 繁
日本科学技術情報センター	防災物性データ委員会委員	〃	柳 生 昭 三
高圧ガス保安協会	爆発・火災に関する情報小委員会委員	〃	松 田 東 栄
安全工学協会	安全工学誌編集委員会委員	〃	琴 寄 崇
電気学会	安全計測調査専門委員会幹事	電気研究部	田 中 隆 二
〃	環境安全技術委員会幹事	〃	〃
〃	環境計測調査専門委員会委員	〃	〃
〃	環境安全技術委員会委員	〃	山 野 英 記
静電気学会	運営委員会委員	〃	田 島 泰 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	〃	〃
〃	国際会議運営委員	〃	〃
〃	国際会議アジア地区連絡委員	〃	〃
〃	特別シンポジウム実行委員会幹事	〃	〃
〃	編集委員会幹事	〃	〃
〃	〃 委員	〃	児 玉 勉
高分子学会	静電気物性研究委員会運営委員	〃	田 島 泰 幸
IEEE (米国電気・電子学会)	IEEE/IAS 日本支部連絡委員	〃	〃

学・協会名	協 力 事 項	所 属	氏 名
日本電気協会	電気安全全国連絡委員会参与	電気研究部	田中隆二
//	電気用品調査委員会委員	//	//
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	//	//
日本電設工業協会	電設工業展製品コンクール審査委員会委員	//	//
日本電気計測器工業会	JIS C 1202「回路計」改正原案作成委員会委員	//	//
海洋科学技術センター	潜水シミュレーション実験安全性検討委員会委員	//	山野英記
中央労働災害防止協会	自動生産ライン安全対策調査研究委員会委員	機械研究部	杉本 旭
//	高齢労働者安全対策研究委員会	//	江川義之
//	安全衛生発明考案審査委員	//	桑川壮一
//	「アーク溶接等作業の安全」改訂検討委員会委員	電気研究部	市川健二
産業安全技術協会	防爆基本問題研究委員会委員	//	田中隆二
//	防爆電気機器研究委員会委員	//	//
//	IEC 整合委員会委員	//	//
//	静電気研究委員会委員	//	//
//	//	//	田島泰幸
//	//	//	児玉 勉
//	手袋・警報器研究委員会委員長	//	田中隆二
//	// 委員	//	田島泰幸
//	// 委員	//	市川健二
//	工作機械のセーフティアセスメント手法の研究委員	//	桑川壮一
鉱業労働災害防止協会	騒音対策委員会	機械研究部	江川義之
//	さく岩機振動対策委員会	//	前田 豊

ii) 技術指導, 研究協力

協力先機関名	協 力 内 容	期 間	協 力 者
国際協力事業団	インドネシア国において産業安全の技術指導を行った。	59.11.20～ 59.12. 4	田中隆二
韓国機械技術研究所	韓国において, 防爆電気機器についての技術指導を行った。	59.12.20～ 59.12.36	田中隆二
名古屋市消防研究所	プラスチック発火実験指導	60. 3.20	駒宮功額



iii) 外部機関における講演

題 目	主催者名, 開催場所	年月日	所 属	氏 名
電気災害の防止	中央労働災害防止協会大阪安全教育センター	59. 4. 3	電 気 研 究 部	田 中 隆 二
ロボットの安全対策	科学技術週間講演会	4.16	機 械 研 究 部	杉 本 旭
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	7.12	電 気 研 究 部	田 中 隆 二
帯電防止用作業靴及び帯電防止用マットの構造基準	産業安全技術協会, 安全会館	7.25	//	児 玉 勉
合板足場の使用管理について	合板仮設安全技術協会	7.26	土木建築研究部	河 尻 義 正
静電気帯電防止用品の選び方と使い方	産業安全技術協会, 大阪	7.27	電 気 研 究 部	児 玉 勉
電気設備における防爆	千葉県電気協会	8.28	//	田 中 隆 二
プレス機械の安全装置構造指針, 使用指針	産業安全技術協会, 安全会館	8.29	機 械 研 究 部	条 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, 教育センター	8.29	所 長	前 郁 夫
工事計画の安全衛生に関する知識	//	8.29	土木建築研究部	小 川 勝 教
プレス機械の安全装置構造指針使用指針	産業安全技術協会, 産業安全会館	9.17	機 械 研 究 部	条 川 壮 一
クレーン又は移動式クレーンの過負荷防止装置構造基準の解説(案)について	日本クレーン協会, 東京郵便貯金会館	9.18	//	前 田 豊
最近の電気災害と防止技術	産業安全技術協会	10.25	電 気 研 究 部	田 島 泰 幸
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, 教育センター	11. 4	所 長	前 郁 夫
工事計画の安全衛生に関する知識	//	11. 4	土木建築研究部	小 川 勝 教
プレス安全装置の構造指針と使用指針	中央労働災害防止協会大阪安全衛生教育センター	11.27	機 械 研 究 部	条 川 壮 一
合板足場板の使用・管理について	合板仮設安全技術協会	11.27	土木建築研究部	河 尻 義 正
労働災害からみた階段の問題点	日本建築学会	60. 1.12	//	永 田 久 雄
墜落災害の防止	中央労働災害防止協会教育センター	1.23	//	河 尻 義 正
クレーン等設計技術者教育	クレーン協会	1.25	機 械 研 究 部	橘 内 良 雄
機械工場と安全技術	神奈川県工業技術研修センター	2.22 /2.26	//	条 川 壮 一
クレーン等設計技術者安全教育	クレーン協会	3. 8	//	橘 内 良 雄
研削作業における労働災害と安全対策	産業安全技術協会, 大阪産業安全技術館	3.22	//	条 川 壮 一
ガス溶接, ガス切断における爆発事故と対策	日本溶接ガス協会	3. 7	化 学 研 究 部	駒 宮 功 額

iv) 昭和 59 年度流動研究員

近年における生産技術の高度化、多様化に伴い災害及び事故の態様も複雑化しており、これに対応した試験研究を効率的に行なうには、専門分野化された研究の総合化を進めることが必要となった。この要請にこたえ、大学、民間企業、研究所の連けいによる総合研究を実施するため、昭和 59 年度より「流動研究員制度」が実施されてきており、昭和 59 年度における実施内容は次の通りである。

研 究 テ ー マ	所 属 先	氏 名
自主生産システムにおける安全化の研究 (機械研究部)	日本信号 (株) 研究 開発部	逢原 弘一
不飽和土の力学的特性に関する研究 (土木建築研究部)	武蔵工業大学工学部	片田 敏行
エレクトロニクスのノイズ障害に関する研究 (電気研究部)	東京電機大学工学部	金田 輝男
絶縁材料の複合劣化診断に関する研究 (電気研究部)	武蔵工業大学工学部	光井 英雄

v) 国際会議、国際研究集会への参加

会議、研究集会等名称、開催地		氏 名
Int. Conf. on Occupational Ergonomics. Toronto, Canada	Human Factors Contributing to slipping on Stairs and Development of Slip-Resistance Measurement on a Tread.	H. NAGATA
14 th Int. Symp. on Industrial Robots. Gothenburg, Sweden	Systematic Robot Related Accidents and Standardization of Safety Measurement of Robots.	K. FUKAYA
Electrical Over Stress/ Electrostatic Discharge Symp. Philadelphia, U. S. A.	Estimation of Discharge Energy Released from charged Insulators.	Y. TABATA

vi) 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	京都大学工学部	産業災害の危険性の定量的評価の手法の研究	59.5.1~ 59.3.31	佐藤吉信

vii) 外部機関の研修員の受託

区 分	人 員
大学関係研究生	13 名
大学関係を除く機関の研修員	3 名



# 第4章 産業安全技術館業務

## (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関する普及活動を行うと共に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。

東京の産業安全技術館における施設、展示資料等についての概要は次の通りである。

常設展示場	1階	336m <sup>2</sup>	2階	573m <sup>2</sup>
特別展示場	2階	249m <sup>2</sup>		
見学指導室	3階	117m <sup>2</sup>		
安全技術情報コーナー	2階	84m <sup>2</sup>		

常設展示場では、災害防止の基本的な問題を取りあげ、実物、模型、解説パネルのほか実演装置などにより解説を行っている。また、特別展示場では、労働災害の動向あるいは、新しい災害に対処する安全技術など、時機に応じたテーマをとらえ、一定期間展示を行っている。

安全技術情報コーナーにおいても、マイクロフィルム自動検索装置、JICST オンライン情報サービスを利用するための端末装置を備えとともに、各種資料の充実につとめている。

昭和 59 年度における産業安全技術館の主な活動は次のとおりである。

### i) 特別展示

期 間	特別展名称
6. 1～7. 7	全国安全週間特別展
9. 1～10. 7	全国労働衛生週間特別展
10. 22～11. 30	産業用ロボットの安全特別展

### ii) 安全に関する技術相談

展示資料その他安全一般に関する技術相談、団体見学者に対するの安全教育を行った。

### iii) 施設公開

科学技術週間中の行事として4月20日pm. 1. 30より、田町庁舎の研究施設を公開した。

### iv) 安全研究所見学者、来訪者

来訪日	見学者及び来訪者	人員数(名)
59. 4. 1	中国重慶石炭研究所	1
4. 26	警察庁法科学研修所	6
10. 23	中国視察団	6
10. 27	アセアン諸国中小企業労働条件改善のための訓練ワークショップ参加者一行	
11. 1	ボリビア等安全衛生セミナー参加者一行	18

### v) 安全技術館入館者数

開館日数	294 日 (59. 4. 1～60. 3. 31)	
個人	46, 191 名	
団体	240 組	5, 094
	計 51, 285 名	

## (2) 大阪産業安全技術館の活動

昭和 58 年度における大阪産業安全技術館の主な活動は次のとおりである。

### i) 常設展示

安全プレス機械を導入し、プレス作業の安全教育の向上に尽した。また特別展を契機として常設展示場の静電気災害防止コーナー・感電災害防止コーナーの改良を行い、各種安全機器の充実を計った。又測定器コーナーを展示場内に設置し整備充実を行った。

### ii) 特別展示

- 59. 10. 20～11. 30 「最近の電気災害障害と防止技術」
- 59. 9. 3～9. 7 「プレス災害防止ミニ特別展」

### iii) 講演会

定例講演会を 11 回開催した。又特別展開催期間中にテーマに関係した講演会を 1 回開催した。

### iv) 安全衛生映画会

- 安全映画会 6月に4回開催
- 衛生映画会 9月に1回開催

### v) 安全技術指導・調査

一般安全相談のほか安全関係機器の使用等事業場における災害防止の技術的指導及び団体見学者に対するの安全教育を行った。

vi) 入館者

閉館日数 294 日 (4/1~3/31)

個人 12,613 名 団体 162 組 6,495 名  
計 19,108 名

vii) 行事参加者

安全映画会 852 名  
衛生映画会 117 名  
安全講習会 1,625 名

(3) 依頼試験及び検定

昭和 59 年度における産業安全研究所依頼試験規程に基づく依頼試験は、研磨盤の砥石車の強度試験、安全靴の安全性能試験などのほか、その他の試験として、安全帯、吊り具等の性能試験等合計 59 件を行い、また機械等検定規則に基づく防爆構造の電気機械器具に対する検定は、合計 2 件行った。



## 産業安全研究所年表

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、安全科、機械科、土木建築科、化学科と改められる。
昭和24年6月20日	安全科が参考館課と改称される。
昭和24年8月27日	武田所長退官し、化学科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）、研究部（機械課、土木建築課、化学課、電気課、博物館課）に改組される。
昭和36年4月1日	土木建築課を土木課、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の譲渡を受け、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される。
昭和46年10月1日	産業安全技術館が田町新庁舎に開館される。
昭和49年6月4日	上月所長退官し、機械研究部長秋山英司が所長に就任。
昭和52年3月22日	清瀬実験場に機械実験棟が竣工。
昭和52年4月1日	秋山所長退官し、北海道労働基準局長川口邦供が所長に就任。
昭和58年4月1日	川口所長退官し、土木建築研究部長森宜制が所長に就任。
昭和59年3月31日	清瀬実験場に機械安全システム実験棟が竣工。
昭和60年2月1日	森所長退官し、機械研究部長前郁夫が所長に就任。
昭和60年3月28日	清瀬実験場に化学安全実験棟が竣工。



## (2) 産業安全研究所所在地

### a) 産業安全研究所田町庁舎

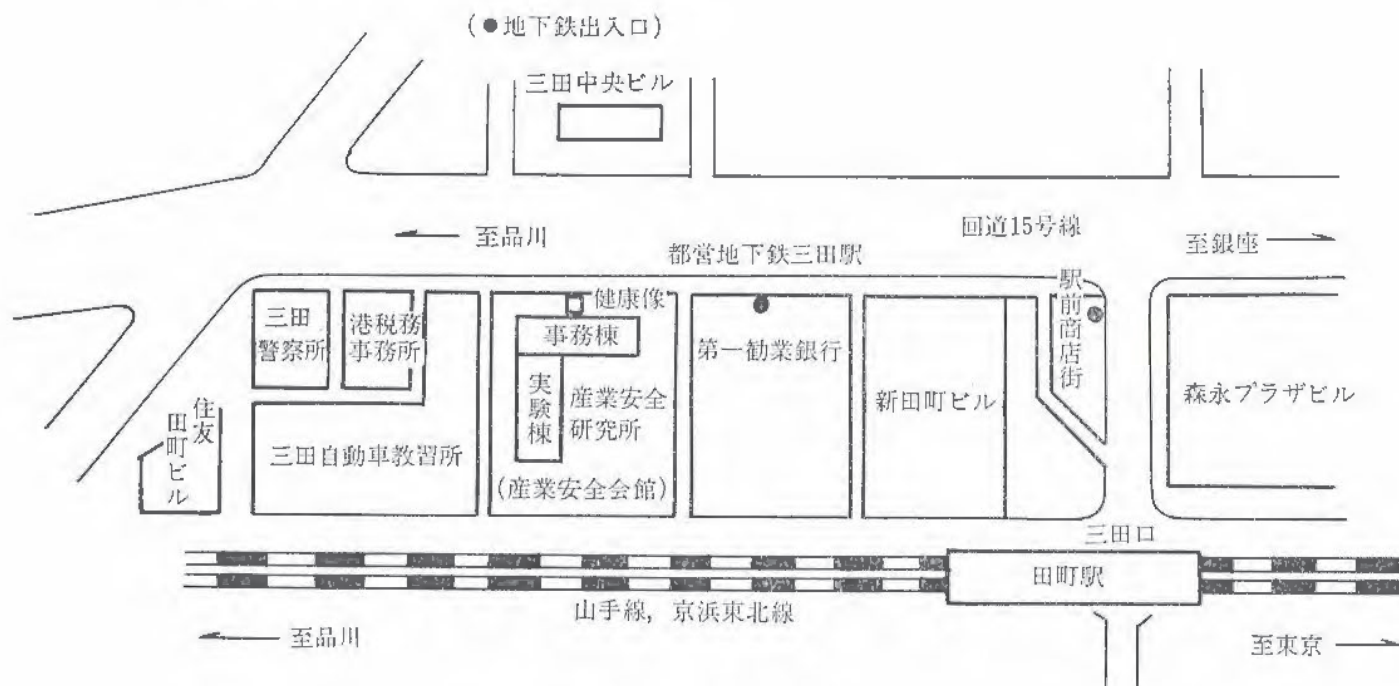
産業安全研究所及び産業安全技術館（産業安全会館）

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



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

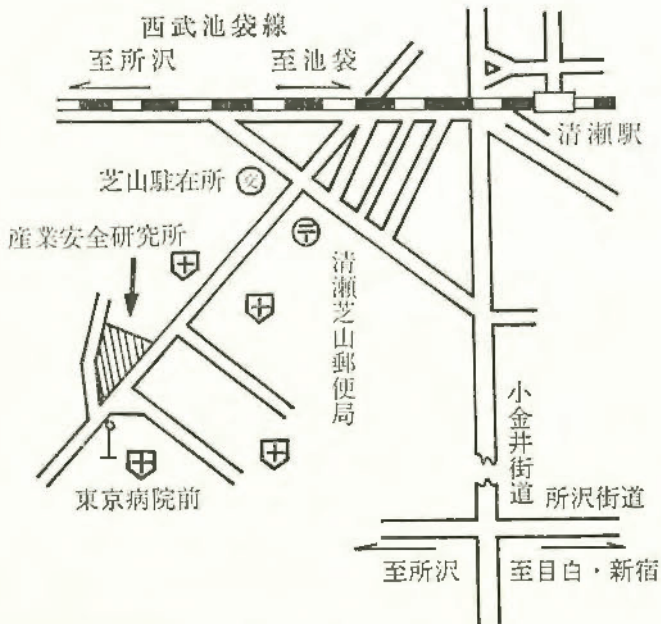
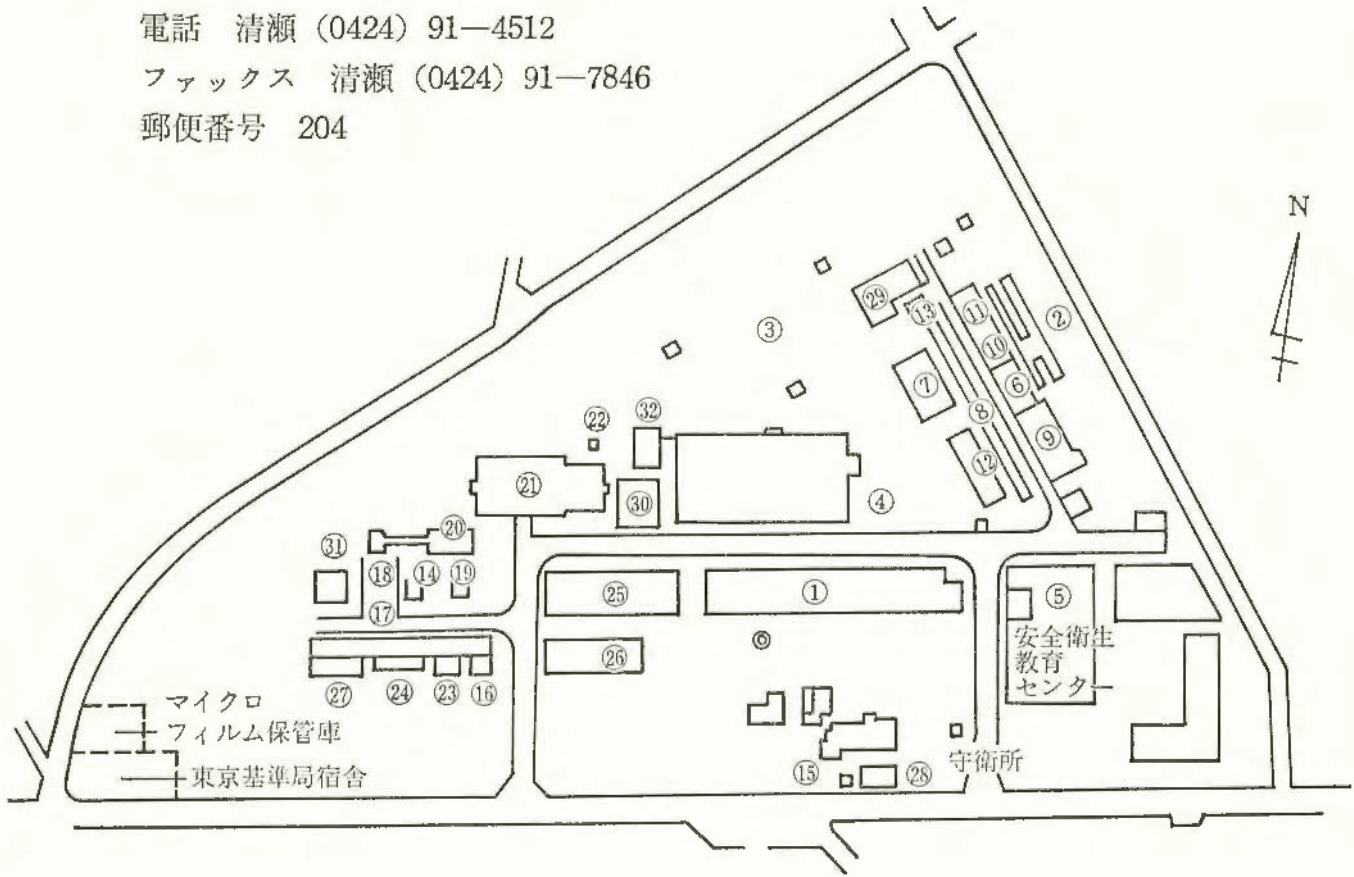
#### 実験棟

階	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	非金属材料実験室・機械構造実験室・金属材料実験室・クレーン実験室・強電第二実験室
3階	所長室・庶務課・部長室・研究部部室・会議室・見学指導室	安全装置実験室・制御実験室・建築環境実験室・建築環境特殊空調室・仮設構造実験室
4階	安全技術課図書資料室	人体動作機能実験室・計算機室・暗室
5階		システム工学実験室・静電気放電実験室・岩石工学実験室・土質工学実験室・油帯電実験室
6階		静電気基礎実験室・粉体帯電実験室・着火機構実験室・電撃第二実験室・電撃第一実験室・水中電撃実験室
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線回折実験室・爆発性物質感度実験室
8階		爆発現象実験室・災害資料室・粉じん爆発特性第二実験室・防爆工学実験室



b) 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



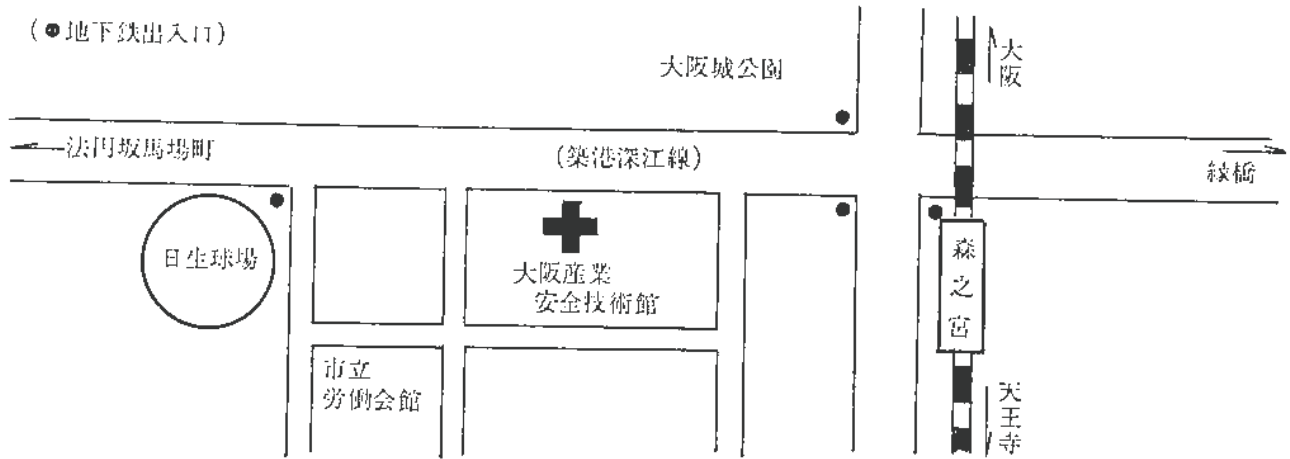
清瀬実験場実験施設等配置図

- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| 1 機械実験棟         | 17 大型密閉爆発実験施設      |
| 2 安全帯実験施設       | 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施設  |
| 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 データロガー室(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 }

c) 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 59 年度

---

発行所 労働省産業安全研究所  
東京都港区芝 5 丁目 35-1  
電話 (03) 453-8441 (代表)

---