

産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1989

平成元年度

労働省産業安全研究所



福島労働大臣，石井政務次官
産業安全研究所視察
(平成元年 9月14日)



武安科学技術会議議員
産業安全研究所視察
(平成2年 2月28日)

特別研究の実施状況

1. 高齢者向け ME 機器の開発, 改善に関する研究

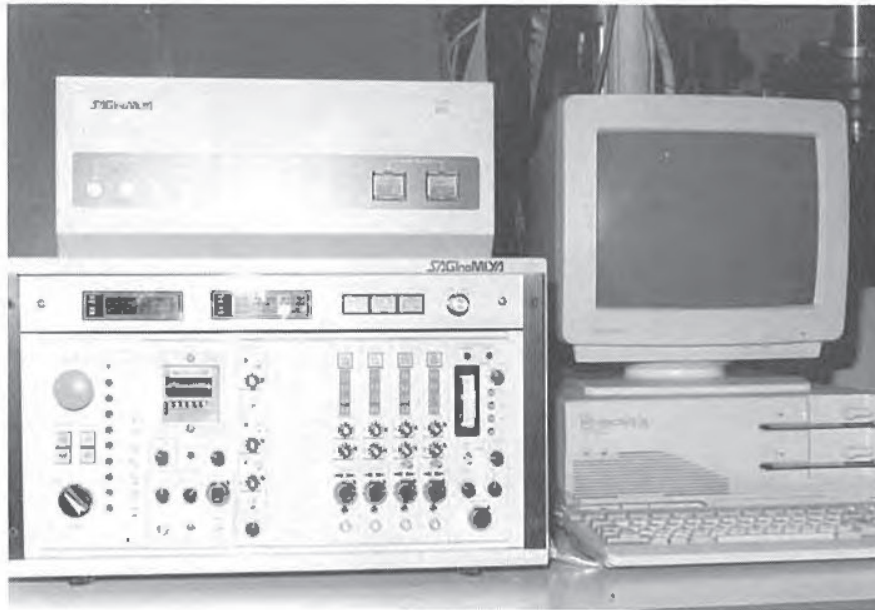


開発した昇降リフト



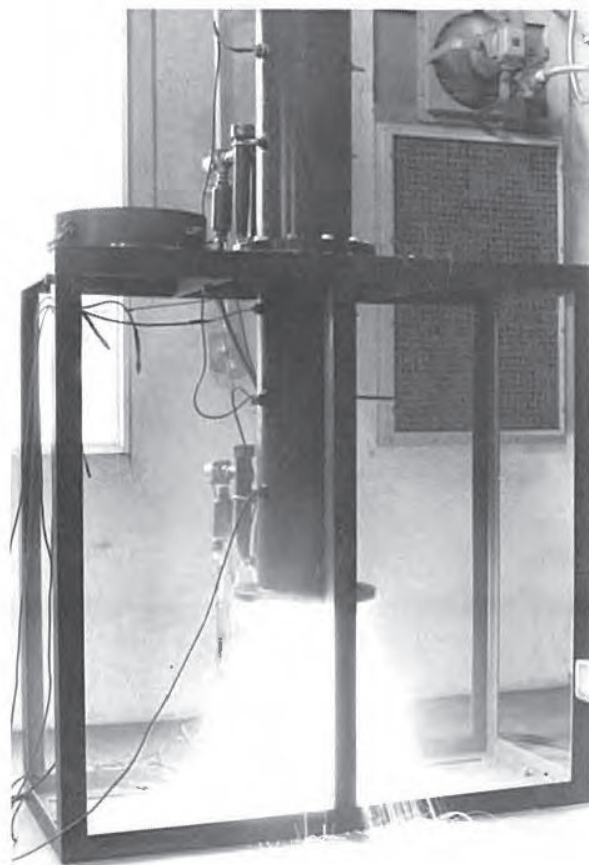
順応型マニピュレータの遠隔操作システム

2. クレーン構造部材の経年損傷による倒壊防止に関する研究



コンピュータ制御試験システム

3. 新素材物質の爆発火災災害の防止



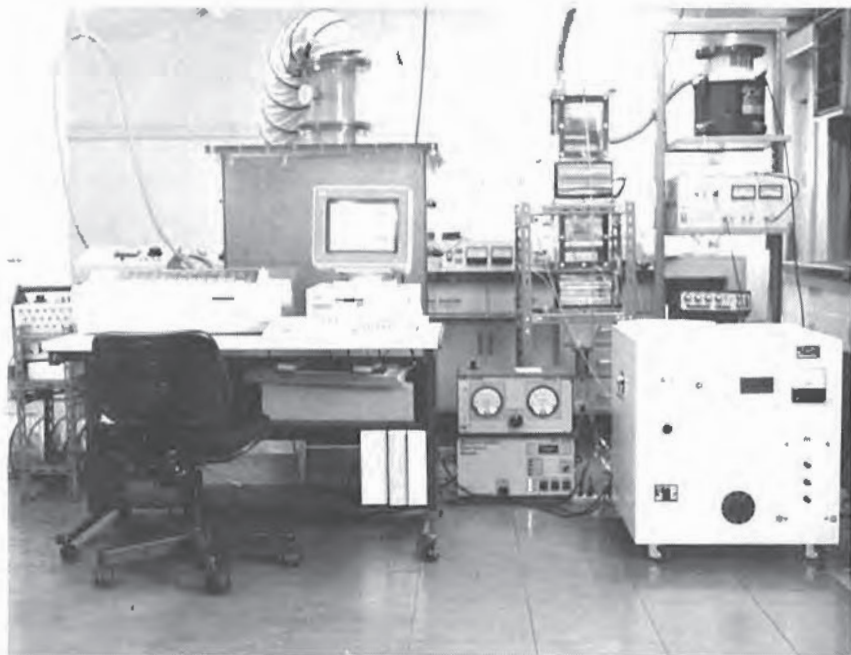
希土類金属合金粉じんの爆発性

4. コンクリートカッターの低騒音化に関する研究



ブレードの加振試験

5. 静電気による粒子状物質の環境への飛散防止に関する研究



コロナ放電によるミストの飛散抑制



ワルシャワ工科大学ワレンスキー教授の講演
(平成2年2月16日)



マレーシャ労働大臣（中央）の来所
(平成2年3月9日)

目 次

第1章	総説	
1.1	研究活動の概要	3
1.2	組織	4
1.3	定員	4
1.4	土地及び建物	4
1.5	歳入	5
1.6	歳出予算	5
1.7	主要研究施設及び設備	6
1)	施設	6
2)	設備	7
1.8	図書	8
1.9	広報	9
1.10	その他	9
1)	人事異動	9
第2章	研究業務	
2.1	平成元年度における研究テーマ	10
1)	経常研究	10
2)	特別研究	11
2.2	平成元年度における研究成果の概要	13
2.3	研究成果の発表	45
1)	誌上発表	45
2)	口頭発表	46
3)	国際会議，国際研究集会への参加	49
4)	特許	50
第3章	関連業務	
3.1	産業安全研究所主催行事	51
3.2	行政機関等に対する協力	51
1)	災害調査等における協力	51
2)	委員会活動における協力	52
3)	研修講師派遣等による協力	52
4)	その他	53
3.3	外部機関との協力	53
1)	学協会委員会活動	53
2)	技術指導，研究協力等	57
3)	外部機関主催講演会等協力	57
4)	外部機関の研究員の招へい	59
5)	外部機関への研修	60
6)	外部機関の研修員の受託	60
7)	国際協力，海外派遣等	60
8)	依頼試験及び検定	61

第4章	産業安全技術館業務	
4.1	産業安全技術館の活動	62
4.2	大阪産業安全技術館の活動	63
付	録	
1)	産業安全研究所年譜	64
2)	産業安全研究所所在地，案内図	66

第1章 総 説

1.1 研究活動等の概要

産業安全研究所は労働省の施設等機関であり、わが国における労働災害の防止に関する研究の中核的役割を果たす国立研究機関として、安全行政に対する支援ならびに生産に係る安全技術の水準向上を図り、労働者の福祉に貢献すべき使命を有している。

当研究所における研究は、各種産業分野において発生する産業災害、労働災害を対象としており、災害現象の解明、災害防止技術の確立を目指した広範な工学領域に及んでいる。とくに最近では生産技術の急速な進展と労働人口の高齢化などにより、労働災害の多様化、複雑化がみられ、これらに対応した研究開発を推進している。すなわち、産業用ロボット等に代表される生産機械のME化、自動化に伴う新たな安全対策、多発する建設工事関連の災害に対する防止対策、化学工業において取扱われる新物質の危険性の解明および火災、爆発災害の防止対策、最近注目を集めている静電気起因する災害、障害対策に関する研究がその代表例である。また安全研究に不可欠のシステム安全、安全人間工学等いわゆるソフト技術に関する研究にも取り組んでいる。

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

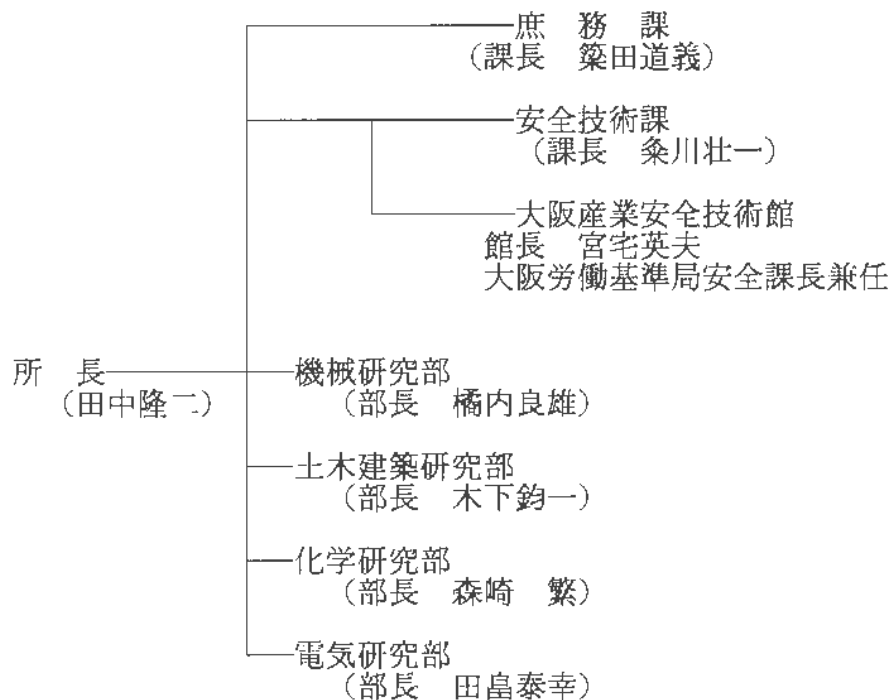
平成元年度に実施した主要な研究は、特別研究として「クレーン構造部材の経年損傷による倒壊防止に関する研究」（3年計画の2年度）、「新素材物質の爆発火災災害の防止に関する研究」（3年計画の初年度）、「高齢者向けME機器の開発、改善に関する研究」（労働省他機関との共同研究：4年計画の最終年度）、「海洋環境における機械設備等の劣化防止に関する研究」（科学技術庁：海洋開発調査研究促進費、4年計画の3年度）、「コンクリートカッターの低騒音化に関する研究」（環境庁：国立機関公害防止等試験研究費、3年計画の2年度）、「静電気による粒子状物質の環境への飛散防止に関する研究」（環境庁：同上、3年計画の2年度）及び「可燃性混合物の爆発危険防止に関する研究」（科学技術庁：科学技術振興調整費による重点基礎研究）の7課題について実施した。

経常研究として、継続、新規併せて24課題を選定し実施した。いずれも社会的、行政的ニーズの高い基礎的研究又は応用開発研究に属し、金属材料の疲労破壊、高分子材料の絶縁劣化等を取扱う材料研究、土砂崩壊災害に係る土質力学の実験的研究、仮設建造物の安定性状の究明、粉じん爆発、自然発火等の爆発、火災危険性の解明、静電気の帯電防止研究、電撃危険性対策に関する研究、作業環境の改善、安全靴のすべりに対する評価研究、労働災害の確率統計研究、システムの安全性評価、安全管理手法、災害データベースの開発等の研究がそれぞれ4研究部において精力的に行われた。

また、平成元年1月に発足した「産業安全に関するソフト研究のあり方」に関する委員会においては、学識経験者、実務者を委員に招き、1年余にわたり活発な討議を展開し、この分野の研究の方向性についての調査研究報告書をまとめた。

付属産業安全技術館においては、展示内容の充実、改善に努めているが本年度も多数の来館者を迎えている。さらに恒例の安全技術講演会の開催を行ったほか、各種安全相談、安全指導を行い、わが国の安全技術の向上普及に貢献した。

1.2 組 織 (平成2年4月1日現在)



1.3 定 員

(平成2年4月1日現在)

俸給表別	指定職	研 究 職				行 政 職 (一)					行政職(二)	合 計
		部長等 研究員	室長等 研究員	研 究 員	計	課 長	係 長	専 門 職	一 般 職 員	計	技能 職員 乙	
区分 定員	所 長 1	9	18	12	39	1	4	1	4	10	1	51

1.4 土地および建物

(平成2年4月1日現在)

名 称	所 在 地	敷地面積 (㎡)	建物面積 (㎡)	
労働省 産業安全研究所	東京都港区芝5-35-1	6,273	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	43,465	延11,513	
労働省 産業安全研究所 大阪産業安全技術館	大阪府中央区森ノ宮中央 1-15-10	(832)	延 893	敷地は大阪労働基準局所属

1.5 歳 入

区 分	年 度	昭和 60年度	61年度	62年度	63年度	平成 元年度
研削盤の研削といしの強度試験		37件	31件	17件	10件	3件
安全靴の安全性能試験		4	2	2	3	1
安全帯の安全性能試験		4	5	5	9	10
パイプサポートの性能試験		0	0	0	0	
建わくの性能試験		0	0	0	0	
吊り具の安全性能試験		0	8	4	1	
研削盤の研削といしの覆の強度の試験		1	1	4	2	2
その他の試験		8	0	0	0	
成績書副本交付手数料		0	0	0	0	
合計		54	47	32	25	
歳入金額		915千円	1,052千円	791千円	734千円	579千円

1.6 歳出予算

区 分	平成元年度			平成2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 244,847	千円 69,657	千円 314,504	千円 259,101	千円 73,709	千円 332,810
研 究 費	41,938	145,697	187,635	42,362	150,067	192,429
経 常 研 究 費	41,938	101,127	143,065	42,362	102,776	145,138
特 別 研 究 費	—	44,570	44,570	—	47,291	47,291
(クレーン構造部材の経年損傷) による倒壊防止に関する研究)	—	22,584	22,584	—	23,731	23,731
(新素材物質の爆発火災災害の) 防止技術に関する研究)	—	21,986	21,986	—	23,560	23,560
依 頼 試 験 ・ 検 定 経 費	767	—	767	777	—	777
産 業 安 全 技 術 館 経 費	—	28,693	28,693	—	28,740	28,740
そ の 他 の 経 費	27,264	60,747	88,011	25,341	61,196	86,537
小 計	314,816	304,794	619,610	327,581	313,712	641,293

区 分	平成元年度			平成2年度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
(移替予算)						
国立機関公害防止等試験研究費	24,279	—	24,279	23,975	—	23,975
(静電気による粒子状物質の環 境への飛散防止に関する研究)	12,492	—	12,492	11,060	—	11,060
(建設工事用小型機械(コンク リートカッター)の低騒音化 に関する研究)	11,787	—	11,787	12,915	—	12,915
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)	3,288	—	3,288	3,288	—	3,288
小 計	27,567	—	27,567	27,263	—	27,263
合 計	342,383	304,794	647,177	354,844	313,712	668,556

上記の外特別会計に含まれる当所関係予算

元年度	高年齢者向けME機器の開発, 改善に関する研究(4年計画の最終年次)	106,905千円
2年度	高年齢者の安全確保のための機器及び作業システムの開発に関する研究	18,593千円
	産業安全研究所施設設備費	1,089,522千円
	総合研究棟(仮称)設置費	559,215千円
	材料・新技術棟(仮称)設置費	412,046千円
	その他	118,261千円

1.7 主要試験研究施設および設備

1) 施設

(1) 特別会計

施 設 の 名 称	
ガス配合室	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
大型密閉爆発実験施設	遮音実験室
防爆実験揚重施設	液体攪拌帯電実験施設
配管等爆発実験施設	機械安全システム実験棟
	化学安全実験棟
	建設安全実験棟

(2) 一般会計

施設の名称
引張試験機実験室

2) 設備

(1)特別会計

設 備 の 名 称	
可搬型データレコーダ	恒温恒湿セル
10トン横型引張試験機	超小型テレメータ装置
横型真空焼鈍炉	静電気データ記録装置
液体誘電率導電率測定装置	耐水試験機
電子計算機システム	最高血圧自動連続測定装置
走査型電子顕微鏡	動的高圧力試験装置
X線解析装置	高温箱型電気炉
デジタル記憶装置	レーザー流速計
圧力容器付耐アーク性試験器	デジタルオシロスコープ
自然発火試験装置	アイマークレコーダ装置
500 トン万能試験機	超音波流速計測装置
赤外線炭酸ガス分析装置	テレメータシステム装置
データロガー	熱拡散率測定装置
マハツエンダー干渉計	注意配分力検査装置
写真計測処理装置	暴走反応熱測定装置
レーザー装置	トラバース装置
電気油圧式疲労振動試験装置	非接触電子工学式変位測定装置
仮設構造物多点荷重発生装置	平衡機能測定装置
心電波形分析装置	シグナルプロセッサー
高速度カメラ	振動三軸圧縮試験機
生体負荷測定装置	腐食疲労試験機
試験用移動式クレーン	生体情報システム装置
最小着火エネルギー測定装置	地盤破壊演算装置
高圧熱酸化分解ガス発生装置	産業用ロボット, モートマンLiow
X線マイクロアナライザー	工業用ロボット, トスマンK-15
光電測光式発光分析装置	重心位置測定装置
中空ねじりせん断試験機	波形分析装置
固体可燃物燃焼特性装置	視点視野測定装置
ハイスピードビデオカメラ	万能疲れ試験機
残留応力測定装置	赤外線応力パターン計測システム
化学発光計測装置	動作自動解析システム
空間座標測定装置	破壊じん性試験機
転倒耐力測定装置	高温伝導微少熱量計
応力腐食割れ試験装置	分光放射計測装置
非接触人体接近検出装置	高速データ集録装置
フーリエ変換赤外分光光度計	エンジニアワークステーション
高速度現象デジタル直視装置	

(2)一般会計

設 備 の 名 称	
赤外分光光度計	粒径計測装置
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	連続サンプリング付マスアナライザー
高圧熱天秤	差動型高圧示差熱天秤
質量分析装置	フッ素有機排ガス分解処理装置
高真空蒸着装置	内部摩擦測定装置
環境試験装置	核磁気共鳴測定装置
瞬間加熱赤外線加熱分解炉	ガスクロマトグラフ質量分析計
データ集録装置	

1.8 図書

(1) 単行本

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

(2) 平成元年度中の購入雑誌の種類

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

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-88	年刊	600
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-88	不定期	600
産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-89	不定期	500
産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-89	不定期	500
産業安全研究所年報 昭和63年度版	年刊	2,000
安研ニュース '89 Vol.13 No.2~Vol.14 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
元. 4. 1	庶務課管財係長	今井美栄子	労働基準局労災管理課 監察係長
	庶務課会計係	大塚 秀晴	新規採用
	電気研究部研究員	山隅 繁臈	新規採用
	辞職	野村島美子	庶務課管財係長
	政策調査部管理課	本田 勉	庶務課会計係
	安全衛生部安全課	西田 勉	併安全技術課
	産業安全専門官		
元. 6. 2	岡山労働基準局長	加藤 明	機械研究部長
	機械研究部長	橋内 良雄	機械研究部主任研究官
元. 6.16	基準局労災管理課	松尾 保	庶務課庶務係長
	監察係長		
	庶務課庶務係長	井上 利和	愛知労働基準局
元. 9.30	辞職	大塚 秀晴	庶務課会計係
元.11. 1	庶務課会計係	千葉 茂雄	新規採用
2. 3.31	辞職	駒宮 功額	安全技術課長

第2章 研究業務

2.1 平成2年度における研究テーマ

1) 経常研究

(1) 機械設備等の安全化 (機械研究部)

1) 構造材の腐食疲労損傷とその防止

- a. 構造材の水および水素環境中での腐食疲労損傷の発生とその防止

2) 高速回転機械の安全化

- a. 急停止機構の開発

3) 自動機械システムの安全化

- a. 安全確認のための検知システム

- b. 多入力情報をもつロボットへのファジイ制御の適用

(2) 作業環境・保護具の安全化

1) 騒音環境場の伝達妨害特性評価 (機械研究部)

- a. 衝撃騒音波形からみた油圧式ブレーカの騒音低減

2) 安全靴の安全性能の評価 (土木建築研究部)

- a. 安全靴の屈曲性・透湿性

(3) 建設工事中用設備等の安全化 (土木建築研究部)

1) 型枠支保工の水平荷重に対する安定性

- a. 傾斜型枠用支保工の安定性

- b. 支保工の骨組の水平剛性

2) 橋梁工事中用コンクリート型枠支保工の部材の強度

- a. キリンジャッキ等を有する支柱の座屈強度

(4) 掘削工事における土砂崩壊の防止 (土木建築研究部)

1) 崩壊すべり面付近の粘性土の変形・強度特性

- a. 粘性土の単純せん断時における変形・強度特性

2) 遠心模型実験による溝掘削部の崩壊発生機構の解明

- a. 粘性土による溝掘削模型の崩壊発生機構の解明

(5) 可燃性粉塵爆発危険性とその防止 (化学研究部)

1) 可燃性粉塵・空気混合物の消炎特性

- a. 可燃性粉塵・空気混合物の消炎距離の測定

- b. 衝撃波管による粉じんの発火過程

2) 爆発災害事例研究

- a. 貯蔵サイロ爆発災害の分析

(6) 化学物質の分解危険性の評価 (化学研究部)

1) 液体化学薬品類の限界発火温度

- a. 液体容器表面の総括伝熱係数の測定

2) 熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係

- a. 熱分解反応における不安定活性種の補足手法

(7) 反応危険の防止 (化学研究部)

1) 自触媒分解反応に基づく爆発災害の防止

- a. 自触媒分解反応における分解生成物の追跡

(8) 電気回路・設備の安全化 (電気研究部)

- 1) 高周波電気回路の開離火花による可燃性ガスへの着火危険
 - a. 開離火花特性の解明
- 2) インバータ回路における漏電の検出方法
 - a. 高周波電流の漏電検知
- 3) 高電界における絶縁材料の劣化特性
 - a. 化学発光現象における劣化特性の評価
- 4) 電磁ノイズの分析と診断
 - a. 生産現場における電磁ノイズの分析
- (9) 静電気による危険性とその防止 (電気研究部)
 - 1) 静電気帯電計測システムの開発
 - a. 管内流動液体の帯電計測システム
 - 2) 高周波放電による可燃性ガスへの着火抑制
 - a. 電源回路の制御による着火性放電の抑制と評価
- (10) 電撃危険性とその防止 (電気研究部)
 - 1) 可随限界への長時間暴露の影響・人間の離脱可能性
 - a. 水中の放射状電界における離脱・可随限界と接近限界距離
 - 2) 送配電線からの誘導による電撃防止
 - a. 移動式クレーン用絶縁ブロックの効果と安全性
- (11) 労働災害の分析と安全管理手法の開発
 - 1) CTA の安全管理への応用に関する基礎的研究 (土木建築研究部)
 - a. トンネル工事の作業工程からみた労働災害の要因抽出
 - 2) 災害発生時間数による安全性評価 (土木建築研究部)
 - a. 災害強度を考慮した災害発生時間数の分析と評価
 - 3) システムの安全性評価手法の開発 (人間-ロボット系の安全性評価) (機械研究部)
 - a. 移動知能ロボットにおける総合的安全性評価
 - 4) ファジィ・セフティ・アセスメントの開発 (土木建築研究部)
 - a. ファジィ理論の安全性事前評価への適用可能性

2) 特別研究

- (1) 労働省
 - 1) 高齢者の安全確保のための機器及び作業システムの開発 (機械研究部, 土木建築研究部)
 - a. 生産ラインにおける作業空間の適正化
 - b. 生産ラインにおける歩行環境の安全化
 - c. 運搬機械等の操作システムの安全化
 - d. 危険認知能力の評価
 - 2) クレーン構造部材の経年損傷による倒壊防止 (機械研究部)
 - a. 補修溶接したクレーン構造部材の強度評価
 - b. 溶接補修部材の寿命予測
 - 3) 新素材物質の爆発火災災害の防止 (化学研究部)
 - a. 粉体として存在する新素材物質の粉塵爆発危険性
 - b. 液体として存在する新素材物質の爆発危険性の評価
 - c. ファインセラミックス製造用のガスの燃焼爆発危険性の評価
 - d. 中規模試料量を用いる事故料品の発火性テスト
- (2) 科学技術庁
 - 1) 有人潜水作業空間において使用されるセンサーの劣化と評価方法
 - a. 機械設備等における金属材料の劣化防止 (機械研究部)

2) 崩壊すべり層付近の砂質土の変形強度特性 (土木建築研究部)

(3) 環境庁

1) 建設工事用小型機械(コンクリートカッター)の低騒音化 (機械研究部)

a. 低騒音化対策の開発と試作カッターの総合性能評価

2) 静電気による粒子状物質の環境への飛散防止 (電気研究部)

a. 飛散抑制装置の試作・改良と性能評価

2.2 平成元年度における研究成果の概要

特殊研削砥石の疲れ強さに関する研究

機械研究部 桑川壯一

1. はじめに

近年多用されてきている特殊研削砥石の繰り返し荷重下における強度特性を把握することは、今後における構造規格等の見直しのため、また、その安全な使用方法を国が指導するためにも必要なデータとなる。

このような必要性から、前年度には、外径255mm×厚さ20mm×内径127.5mm、砥粒GC、粒度800、結合度Fのレジノイド砥石について実験を行い、本年度は外径255mm×厚さ25mm×内径127.5mm、砥粒GC、粒度3000、結合度HのPVAフェノール樹脂混合体砥石について、繰り返し荷重下における破壊強度の挙動を実験的に究明した。

2. 実験および考察

繰り返し圧縮試験の結果は、図1に示す通りである。横軸に荷重繰り返し数を対数で採り、縦軸に片振りの応力全振幅を採ってある。●印はプロットした繰り返し数で破壊したレジノイド砥石の場合を示し、●→印は 5×10^6 回で破壊しなかった場合を示している。また、△印はプロットした繰り返し数で破壊したPVAフェノール砥石の場合を示し、△→印は 5×10^6 回で破壊しなかった場合を示し、()内の数字は、供試体の個数を示している。繰り返し圧縮試験で設定した応力は、静的強度の40%、50%、56.25%、65%および80%の各応力レベルである。繰り返し圧縮試験の結果を、縦軸に静的強度に対する繰り返し応力振幅の比 k を採って表示すると、図2のようになる。

レジノイド砥石の試験結果について注目してみると各応力振幅における破壊までの荷重繰り返し数には、バラツキがみとめられるが、全体の試験結果のプロットからは、右下がりの直線的傾向が明らかである。そして、静的強度の40%の応力レベルでは、5個の供試体の全てが 5×10^6 回で破壊しなかった。また、PVAフェノール砥石は、バラツキがレジノイド砥石に較べてかなり大きい、図2で認められるように右下がりの傾きは、PVAフェノール砥石の方が小さい。

そして、静的強度の50%の応力レベルでは、5個の供試体のうち3個が 5×10^6 回で破壊しなかった。

死荷重圧縮試験装置を用いた時間依存試験は、100時間の負荷時間を設定して実験を行った。設定荷重は、静的強度の56.25%の応力レベルであり、レジノイド砥石およびPVAフェノール砥石ともに5個の供試体について実験を行ったが、その結果は100時間の

負荷に対して全てが破壊しなかった。

静的強度の56.25%の応力レベルの場合、100時間の時間依存試験において全供試体が破壊しなかったにもかかわらず、同じ応力レベルの繰り返し圧縮試験では、 10^6 回（毎分1000回のサイクルで所要時間16.6時間）以下の荷重繰り返し数で全供試体が破壊しており、繰り返し圧縮試験結果は、単に負荷時間に依るものではないことが確認された。

3. むすび

本研究では、変動荷重の下における特殊研削砥石の強度特性を明らかにするため、直径方向圧縮方式により砥粒がGCで、粒度800番のレジノイド砥石および粒度3000番のPVAフェノール砥石を用いて、繰り返し荷重を加えた場合の破壊強度の挙動を実験的に検討したものであるが、ともにその破壊強度には荷重繰り返し数依存性があり疲労挙動が著しいことが判明した。しかし、PVAフェノール砥石の方が、レジノイド砥石に較べてその傾向がやや緩やかであることが認められた。

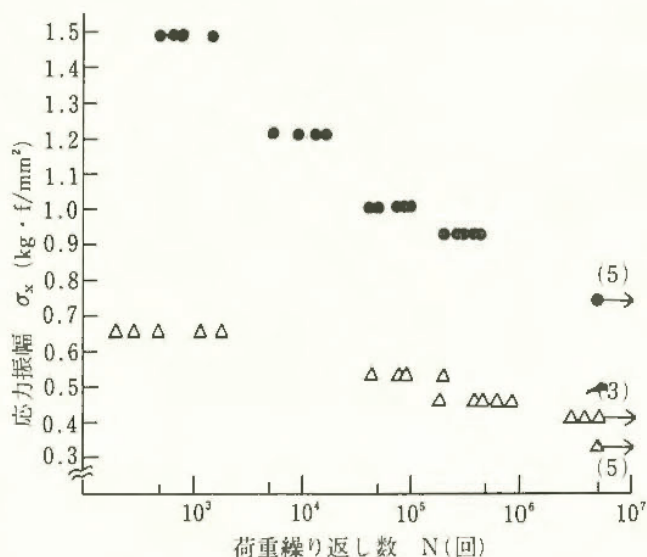


図1 繰り返し圧縮試験結果

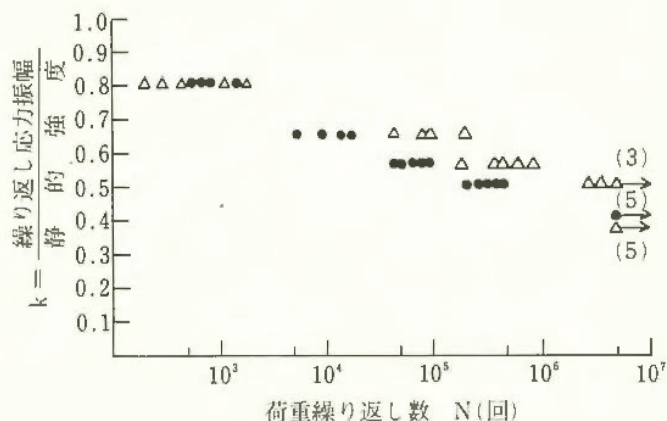


図2 繰り返し圧縮試験結果

1. 研究の目的

安全帽は重要な安全機器であり、その必要とする性能は構造規格で定められていて、検定によって性能の確認が行われている。このような体制によって、安全帽は必要な性能を持つはずであるが、現実には使用している安全帽が十分な性能を持たなくなっている場合がある。これは、劣化した安全帽を使用している場合である。

性能の低下した安全帽の使用を防ぐ1つの手段は、定期的に安全帽の性能検査を行うことである。しかしながら、構造規格による性能試験は破壊試験であるため、使用中の安全帽が要求性能を保持しているかどうかを試験することができない。また、たとえそれと同等な結果が得られる非破壊試験方法があったとしても、試験装置が必要である等、ユーザが手軽に試験できるとは限らない。

もう1つの方法は、耐用年数ないし廃棄基準を設けることである。これならば、ユーザが手軽に参考にできるが、安全帽の使用状態や取扱い方でその寿命が著しく異なるということで未だに定めることができない。しかし、特定の使用方法に限られても耐用年数がわかっていれば、廃棄すべきかどうかを決定する役に立ち得る。そのために、耐用年数を推定するための研究を行った。

2. 研究の方法

安全帽が劣化する要因としては、使用時の機械的荷重、太陽の紫外線や、雨水等によるプラスチックの劣化、化学物質による劣化等が考えられる。本研究では、このうち太陽の紫外線や雨水等の天候による劣化を採り上げ、暴露試験を行った。

暴露は、安全研究所清瀬実験場内の実験棟の屋上において、1987年の10月より開始して、現在も継続中である。

暴露の試料は、FRP等の熱硬化性のプラスチックに比較して耐候性が劣る傾向にある、熱可塑性のプラスチックを用いたものを3種類用いた。

暴露した試料の評価には、構造規格の試験方法、及びISO規格の試験方法を基礎とした試験方法で行った。すなわち、規格で要求される荷重等の測定項目の他に加速度、変位等も併せて測定した。

なお、ISO規格の試験方法を併用したのは、構造規格がISO規格に整合したものに変更になる予定があったためである。

3. 研究結果

現在、まだ一部の暴露が継続中であるが、2年間までの暴露を終了しているため、その結果について、報告する。

安全帽の試験は大きくわけて衝撃吸収試験と耐貫通性試験がある。前者は衝撃力を、後者は貫通の有無を調べるものである。これらの結果を図3、4に示す。

一般に、ISOの衝撃試験は、現行の構造規格より荷重が低くであるが（但し、基準値が500kgfと半分になる）、帽体の変形が大きいため、内装のクリアランスが大きくなると頭部に接触する。試料Cはクリアランスが小さく接触したため、ISO式の試験は行わなかった。また、試料A、Bの18ヵ月暴露の物では、劣化の影響か接触が発生し、衝撃値が大きくなっている。また、低温で前処理を行った試験においては、12ヵ月暴露の試料B、Cにおいてそれぞれピンの破断、内装の破断が見られた。

貫通試験においては、18ヵ月暴露の試料Cにおいて接触がみられ、また、24ヵ月暴露の試料Aにおいては、完全に穴が貫通した。

4. まとめ

12ヵ月で劣化が見られても、それより長い暴露で劣化が顕われないというように、データのバラつきが大きい。その評価のために、今後、多少の解析を必要とするものと思われる。

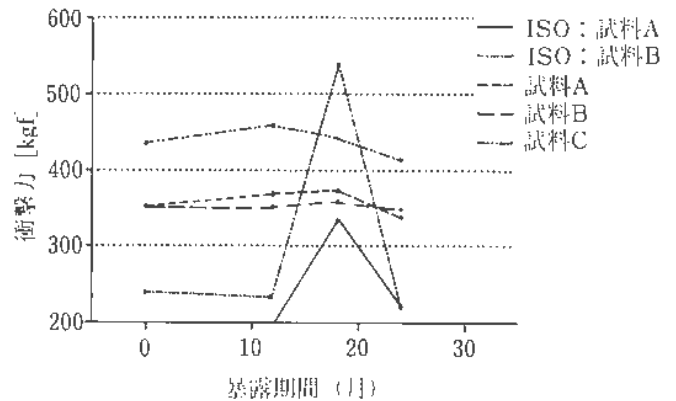


図3 衝撃吸収試験結果

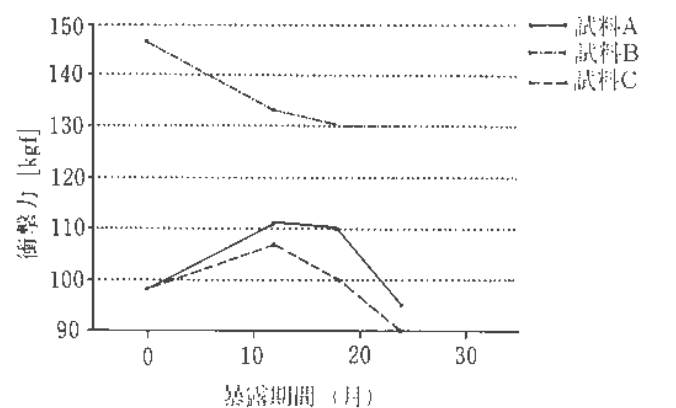


図4 貫通試験時衝撃力

構造用鋼の低サイクル疲労き裂の発生過程に対する水素雰囲気の影響

機械研究部 田中正清

1. はじめに

大形構造用鋼の低サイクル疲労破壊に対する環境効果の解明のための研究の一環として水素ガス雰囲気の影響を検討しており、これまでき裂進展が水素中で著しく加速されることを明らかにした。しかし、大形構造物の安全性の確保の面からは疲労の全寿命についてこの種の環境効果を確認しておく必要がある。従って本研究ではき裂の発生過程に注目して水素がどう影響するかを実験的に検討した。

2. 供試材および実験方法

実験材料はこれまでと同じ市販の厚さ4mmの軟鋼SB42および高張力鋼HT80である。この供試材から図5に示す形状、寸法の試験片を作成した。切欠き形状は3種類でその応力集中係数は2, 3.65および4.65である。切欠き底および表面はペーパーおよびバフ研磨して鏡面とし、表面切欠き底前方にはき裂成長測定用の1mm間隔のケガキ線を入れた。

この試験片に環境槽を取りつけ環境ガス(乾燥空気および高純度水素ガス)を流し、油圧サーボ疲労試験装置を用い応力比 $R=0.15$ 、荷重繰返し速度1Hz、温度 25 ± 2 ℃にて疲労試験を実施した。き裂成長は50倍の読取り顕微鏡で観察し、破断した試験片の破面および切欠き底表面を走査型電子顕微鏡で観察した。

3. 実験結果および検討

SB42の場合、荷重の繰返し開始直後に切欠き底から試験片前面に塑性変形が進行し、鏡面仕上げした切欠き底表面には1~数結晶粒規模の網目状の凹凸ができる。荷重繰返しがある程度進むとその中のとくに変形の激しいすべり帯のなかでき裂が発生する。しかし

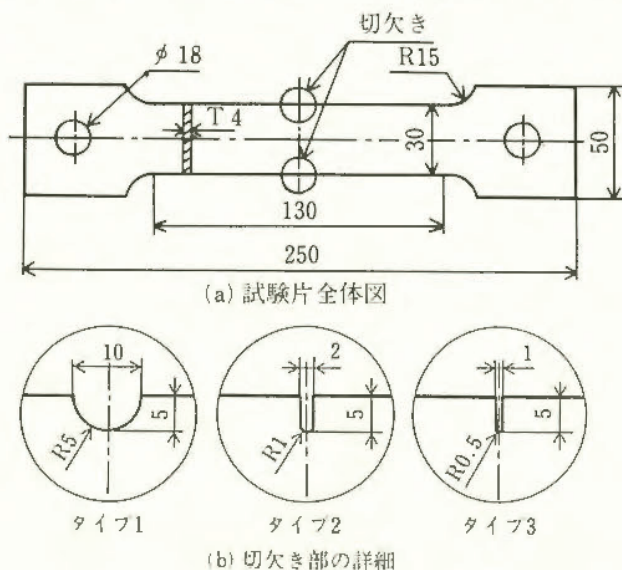


図5 試験片および切欠きの種類

き裂になってもすぐには長さを増す訳ではなく、かなりの荷重の繰返しの後に幾つかのき裂がいっせいに進展を始め、隣接のき裂と連結して巨視的き裂となる。その後は急速成長して板の表面に達し板厚貫通き裂となって板幅方向に進展し、破断に到る。

HT80の場合、降伏点が高いので荷重繰返し後でも非常に塑性変形は少ないが、き裂発生、成長過程は基本的にはSB42の場合と同じである。

上記の過程に対する水素雰囲気の影響を調べるため空気中および水素中で疲労き裂長さ l と繰返し数 N の関係をHT80に対して求めた結果を図6に示す。この図から切欠き底でき裂が形成され、ある大きさ(0.2~0.5mmくらい)に達するまでの繰返し数 N は両環境で特に差がないこと、しかしその時期を過ぎてからは空気中に比べ水素中でのき裂成長速度の上昇の程度が急に大きくなるのが判る。SB42についても、他の切欠き形状の場合についても同様の傾向が得られた。

破面の電顕観察によると、微視的き裂に相当する切欠き底直下の破面形態は両環境で本質的に差がないのに、それから少し内部のき裂伝ば第II a~b段階移行域あたりからは空気中のストライエーション的破面に対し水素中でははっきりとした脆性破面となっており、上記のような表面でのき裂の伝ば挙動がフラクログラフィにもうまく説明できる。

即ち、本実験で採用したような低サイクル疲労条件での1気圧水素雰囲気の効果はき裂発生および微視的き裂成長段階にはほとんど表れず、ある速度より大きい高速き裂成長に顕著に現れることが判った。

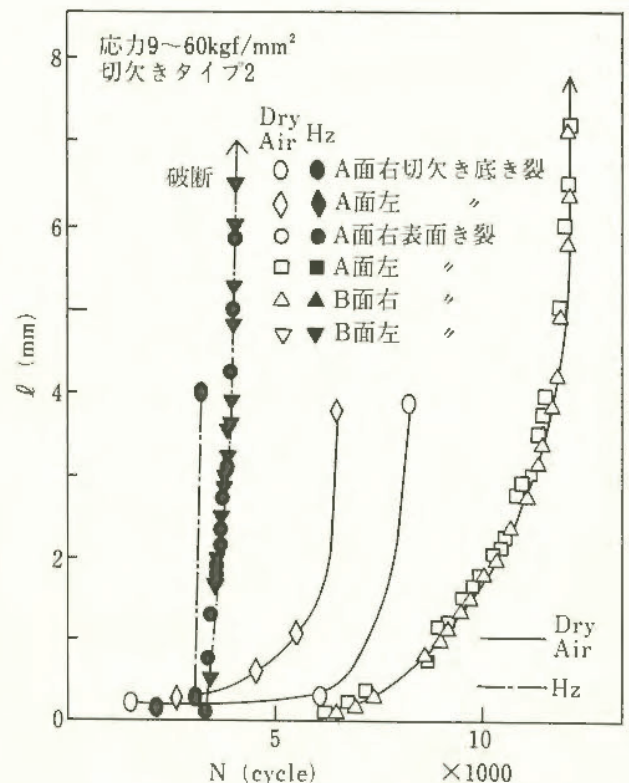


図6 HT80の空気中と水素中でのき裂成長の比較

クレーン部材(ガゼット溶接部)の疲労強度評価

機械研究部 橋内良雄, 前田 豊
吉久悦二, 田中正清

1. 研究目的

天井クレーンの主桁にはガゼット溶接継ぎ手が多用されているが、10年以上使用したクレーンでは経年損傷によりガゼット溶接止端部に疲労亀裂が発生し、時には倒壊事故に至る場合がある。そこで、ガゼット継ぎ手の疲労強度を調べるために、モデル化した2種類のガゼット継ぎ手を作製して疲労試験を実施した。

2. 試験体および溶接条件

供試材は板厚が8mmのSM50Aであって、材料の圧延方向が試験体の長手方向と一致するようにして、突合せ溶接によりガゼット溶接継ぎ手(図7)を作製した。溶接止端の応力集中係数を求めるために、止端部をシリコンゴムを用いて型取りすることにより止端部の曲率半径 ρ と開き角 θ を計測した。疲労試験は電気油圧式疲労試験機2台を用いて、応力比 $R=0.1$ の条件で行った。疲労試験中20倍の光学顕微鏡を用いて試験体を観察し、亀裂の発生および伝播挙動を調べた。

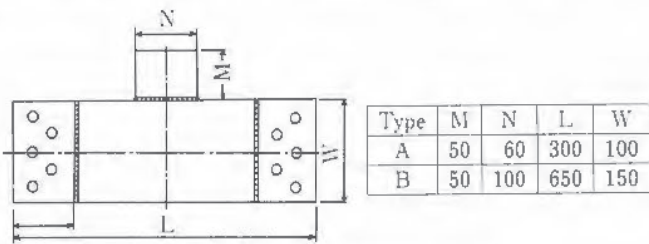


図7 試験体の形状と寸法

3. 実験結果

残留応力の計測結果は両タイプの試験体共板幅の中央が圧縮に、板の両端で引張りとなっていた。しかし、溶接線の長いB試験体の方が大きな残留応力(試験体端で170MPa)を有していた。図8は試験体と母材の疲労試験結果を示したもので、縦軸はガゼットを除いた断面の公称引張り応力範囲、横軸は破断までの繰返し数 N_i と亀裂発生寿命 N_c である。図から明らかな

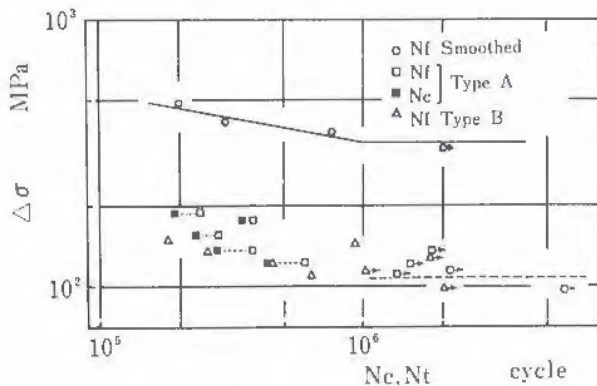


図8 S-N線図

ように、供試体AとBで疲労寿命に差異は認められず、疲労限度は約110MPaであった。また、 N_c/N_i は0.75~0.92程度であって、寿命の大部分は伝播よりも亀裂発生寿命に支配されていた。止端部の ρ と θ を計測した結果、試験体毎に値が異なっており、 $\rho=0.5\sim 1.1\text{mm}$ 、 $\theta=138\sim 149^\circ$ であった。これらの値から算出した応力集中係数 α は3.7~6.0であって、平均は4.9となっている。これまで明らかにされている α と切り欠き係数 β の関係を用いて溶接止端と同じ β を有する母材の疲労限度を推定した結果、108MPaを得た。この値は実験結果と良く一致しており、 α がわかれば母材の疲労限度からガゼット継ぎ手のそれを推定できることが判明した。図9は試験体の疲労亀裂伝播速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK の関係を示したもので、 $\Delta K < 40\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ では試験体の da/dN が母材よりも低下しているが、これは残留応力および止端部の応力集中のため

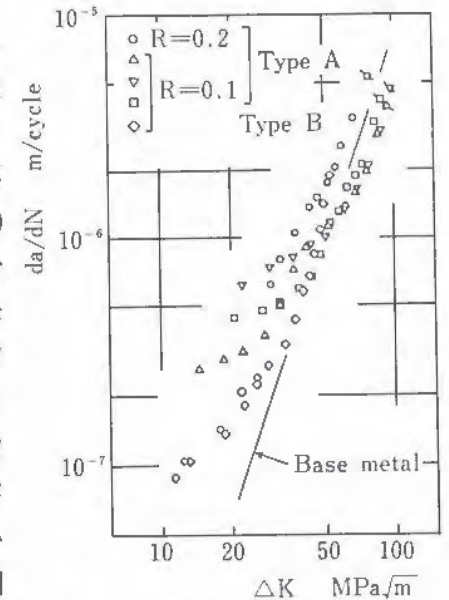


図9 da/dN と ΔK の関係

と考えられる。そこで残留応力を考慮した有効応力拡大係数範囲 ΔK_{eff} を用いて図9のデータを再整理した結果を図10に示す。低 ΔK_{eff} を除いて各データは母材を中心とした散布帯上に表示されるようになり、残留応力が亀裂伝播の支配パラメータとなっていることがわかる。図8と10の結果を用いて疲労寿命の予測を試みたところ、予測値は実測値よりもかなり長寿命となり、危険側の評価を与えることが判明した。これは実測値がガゼットの存在により低 ΔK_{eff} 域で da/dN が加速するためであって、応力集中の影響を勘案した ΔK_{eff} を用いることが今後必要と考えられる。

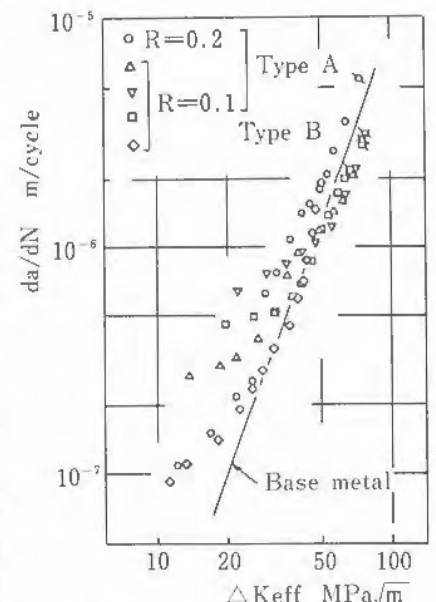


図10 da/dN と ΔK_{eff} の関係

クレーン各部位に作用する実働応力スペクトルの計測

機械研究部 前田 豊, 橋内良雄
吉久悦二, 田中正清

1. はじめに

本研究の最終目標は、クレーンの補修後の強度評価方法を明らかにすることである。そのための第一歩として、まず、実機のクレーンを対象とした実験を行い、ガーダーに発生する応力のスペクトルを計測することにした。なお、ここで応力のスペクトルとは、機械・装置が一連の動作をする間に、特定の部材に発生する応力の変動を、その大きさ別に分け、それぞれの回数を数えたものをいう。応力の変動を計数する方法としては、金属の疲労現象と最もよく対応づけられるとされているレインフロー法を用いた。

2. 実験方法および結果

供試機は、当所に設置の、パイプガーダーを有する5トンブリッジ天井クレーンとし、スペクトルの計測は、図11に示すように、専用機であるヒストグラムレコーダーを用いて行った。また、それと同時に、ヒストグラムレコーダー付属のモニターユニットからの出力を、アナログ式のデータレコーダーに記録した。これは、後に再生、AD変換して電算機用磁気テープに保存し、詳細な解析や波形の図化に使用した。図12はその例である。

供試機に行わせた動作は、図13に示すとおり、地切り→着地、横行、走行、及びそれらの複合動作の計8種類とし、1種類の動作を各々20回繰り返してスペクトルを計測した。

図14はスペクトルの例であるが、右側の部分はクレーンの1回のつりあげ動作による応力変動に対応し、左側の部分はガーダー系の振動による応力変動に対応している。

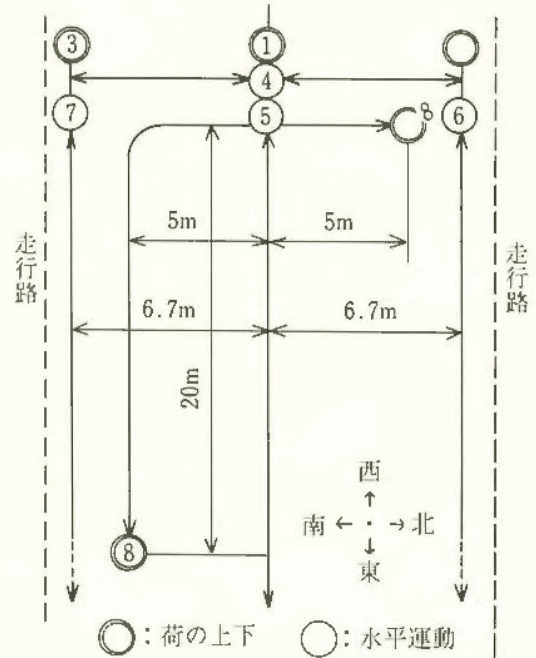


図13 動作のパターンとその番号

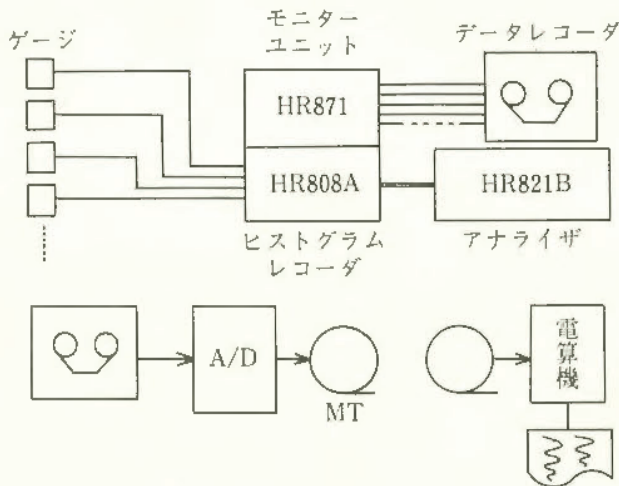


図11 データ処理の流れ

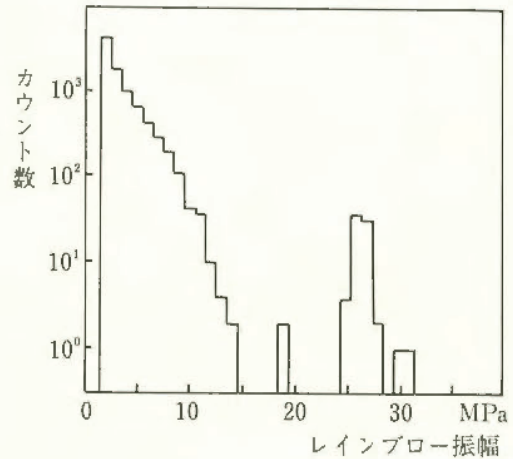


図14 スペクトルの例 (複合動作)

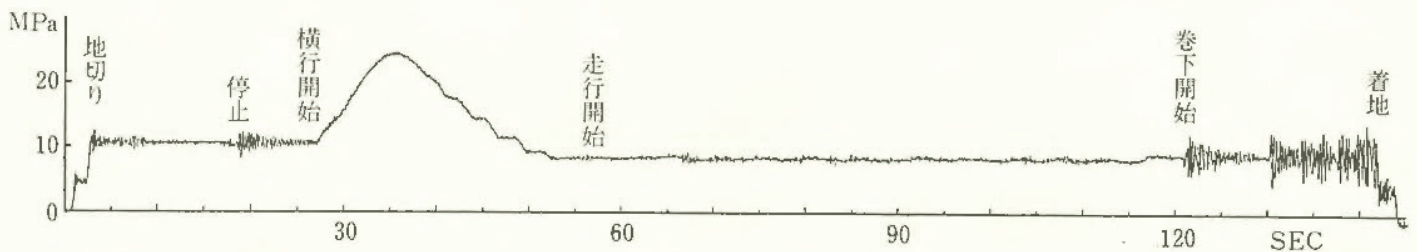


図12 応力波形の例 (複合動作)

1. 研究目的

定常騒音の評価法はすでに確立されている。しかし非定常騒音のうち特定の衝撃騒音に関しては、騒音計指示値より若干大きめに感知されることは指摘されているが、未だその評価法は確立されていない。

衝撃騒音は単発衝撃音と繰り返し衝撃音に分類される。このうち爆発等に見られる単発衝撃音については、その継続時間を指標とした評価法がすでに確立されている。

本研究は、建設現場や工場内において多く発生しているにもかかわらず、その評価法が確立されていない「繰り返し衝撃騒音」を対象にして、波形パターンと聴覚上の主観的音の大きさ（ラウドネス）の関係について検討を行った。

2. 研究方法

産業現場において発生している繰り返し衝撃騒音をデータ・レコーダに収録し、その波形パターン並びに繰り返し周期について調査した。

次に、調査結果に基づき繰り返し衝撃騒音のモデル波形を作成し、PSE (Point of Subjective Equality) 法でラウドネス実験を行った。

ラウドネス実験に用いたPSE法について述べる。まず繰り返し衝撃音波形（テスト刺激）と同一RMSの定常音（比較刺激）を作成する。被験者は比較刺激の音量をテスト刺激と同じ大きさに聴こえるレベルに調節する。その時の比較刺激のRMSを算出し、これを a とすると、テスト刺激（繰り返し衝撃音）のラウドネス、つまり衝撃音を定常音と比較した聴覚上の音の大きさの比（AG: Auditory Gain）は次式で示される。

$$AG = 10 \times \text{Log} (a / \text{テスト刺激の RMS})$$

3. 研究結果

プレス、エアハンマー、スポット溶接等の収録波形をメモ・スコープに挿引し、波形パターンを観察すると、指数減衰型の波形が多いこと、並びにその繰り返し周期間隔は100~500msに分布することがわかった。

そこで衝撃騒音モデル波形として、繰り返し周期が480, 240, 120, 80, 40msの指数減衰型の波形を、そのRMS値及び最大振幅が同じになるように作成し、音圧レベル70と85dB(A)でラウドネス実験を行った結果、図15に示す結果が得られた。

このグラフより、RMS値及び最大振幅が同じ衝撃音波形でも、繰り返し周期間隔がラウドネスに影響を及ぼし、周期間隔が長いほどAGが高い、つまり大き

く聴こえることがわかった。

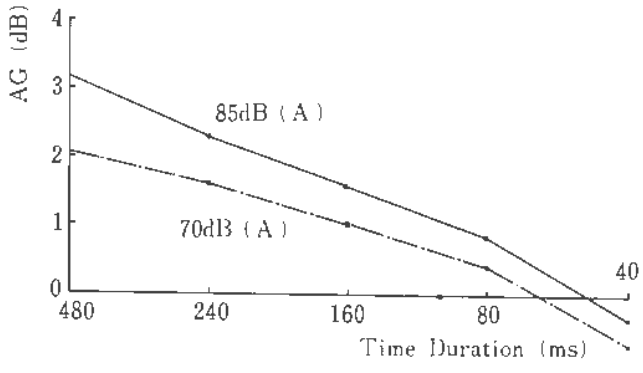


図15 繰り返し周期間隔とラウドネスの関係

次にこの結果について、前述した単発衝撃音のラウドネス評価法の考え方を導入して検討を行う。

図16に単発衝撃音とラウドネスの関係が示してある。振幅が同じ単発衝撃音の場合、そのラウドネスは継続時間に比例して大きくなり、継続時間が2倍になると3dB大きく聴こえる。これは聴覚機構に矩形波を入力した場合、聴覚はこの矩形波に急激に反応するのではなく、図16に示した一点鎖線のような立ち上がりを示す。従い、継続時間が2倍になると振幅比も2倍になり、3dB(10×Log 2)大きく聴こえることになる。

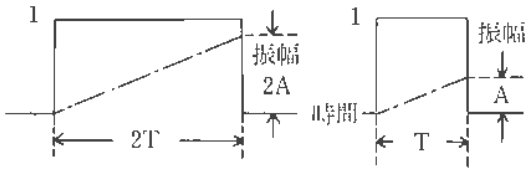


図16 単発衝撃音とラウドネスの関係

この考え方を指数減衰波形に応用し実験結果を検討した。単発衝撃音の場合は聴覚機構の立ち上がり特性を線形で近似しているが、指数減衰波形・繰り返し衝撃音の場合、聴覚の立ち上がり特性を次式で近似した。

$$R = 1 - \text{EXP} (-t/r)$$

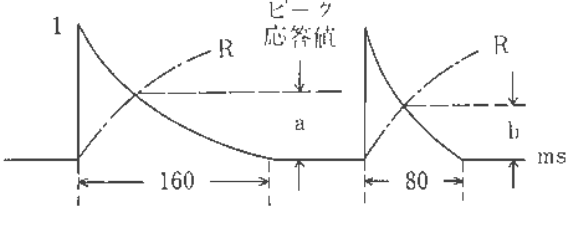


図17 指数減衰波形とラウドネスの関係

繰り返し周期間隔が長い方がラウドネスが大きい結果が得られることは、図17に示すピーク応答値の違いによるものとし、図15の実験結果を最も良く説明するrをシミュレーションの結果求めた。r = 80msの時、実験結果に最も整合しており、指数減衰波形の繰り返し衝撃音の場合、聴覚機構の立ち上がり時定数は80msであることがわかった。

建設工事用小型機械（コンクリートカッター）の低騒音化に関する研究

機械研究部 橋内良雄, 前田 豊
吉久悦二, 江川義之

1. はじめに

コンクリートカッターの騒音は、大略、切削音とエンジン音から構成されているが、前年度に得られた結果によると、そのレベルは、切削音については約102dB (A)、エンジン音では約92dB (A)である。したがって、カッターの低騒音化を図るには、切削音のレベルを下げる方策がまず必用であり、切削音がエンジン音と同レベル以下に下がったときに、はじめてエンジン音等への対策が活きて来ることになる。

騒音対策としては、音源そのもののレベルの低減と音源の遮蔽の二つの方法があるが、ここでは前者に属するものを開発するために、切削音源であるカッターブレードの振動特性を調べ、その制振化を試みた。

2. ブレードの振動特性

一般に、コンクリートカッターに用いられているブレードは、炭素工具鋼（SK材）製の基板にダイヤモンドセグメントチップを銀ロー付けしたものである。18インチブレードのランダム加振試験で得られた周波数応答関数（加速度：加振力）を図18に示す。切削音のレベルが高い2k～5kHzの領域にも多数の共振ピークが存在する。実際に切削工事を行う場合にブレードに加わる力は明かではないが、切削条件に応じてその周波数が種々に変化することは容易に想像される。したがって、図18の共振周波数をずらして共振を防ぐ方法では効果が期待できず、共振の強さそのものを和らげるような対策が必用となる。

低騒音化を目指して製作したブレード2種類を図19に示す。一方は基板外板に耐摩耗性に優れたSK材を残し、内板には炭素鋼と比較してはるかに制振性の高い銅の薄板をはさみ、3枚を接着したサンドイッチ式基板のものである。もう一方は、基板の材質は変えずに、その外周部に細溝を設けて、切削時にダイアモン

ドセグメントに加わる振動が複数の経路を通じて伝播して、各々が干渉することにより、鋭い共振ピークが現れるのを抑制すること狙ったものである。

これらの制振効果を表すものの一例として、サンドイッチ式基板を持った18インチブレードの周波数応答関数を図20に示す。図18と比較すると、切削音が顕著である領域を含め、図中の全周波数領域で、共振ピークが鈍い形状をしていることが分かる。

共振の鋭さを示す指標の一つとして、次式で与えられるQ値がよく用いられる。

$$Q = f_k / \Delta f_{3dB}$$

ここに、 f_k は共振周波数、 Δf_{3dB} は半値幅である。

この値を2k～5kHzの各共振ピークについて求めると、約35～60で、通常のブレードに対する値の1/5以下となった。

一方、細溝を設けたものについても、Q値が若干高くなるものの、かなりの制振性有することが判明している。

3. おわりに

現在、前記した2種のブレードを用いたコンクリート床の切削実験を準備しており、その結果によってはさらに改良を加えなくてはならないため、SK材の基板にナイロン系の樹脂を直接はさみこむことも検討している。これらに対する結果も踏まえて、遮音やエンジン音等の対策に進むつもりである。

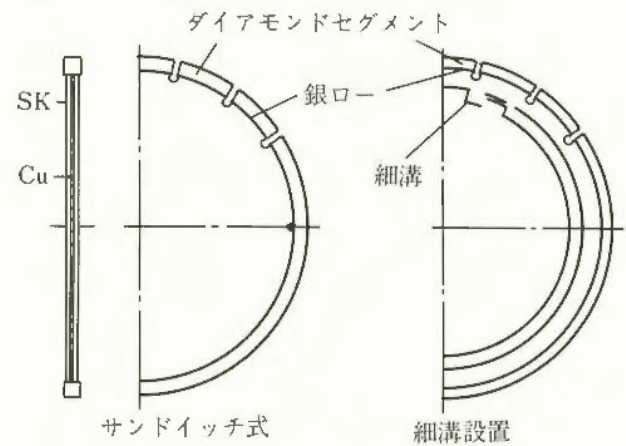


図19 制振型ブレード

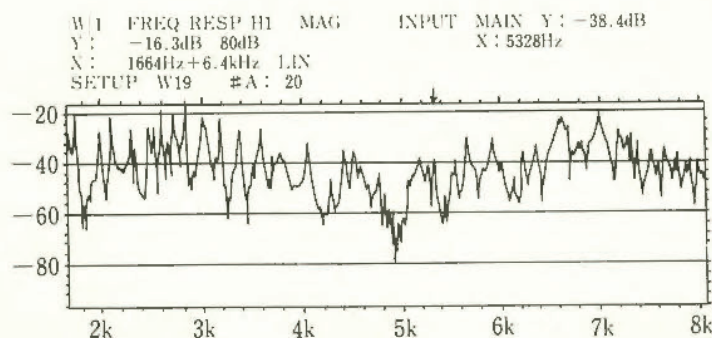


図18 周波数応答（一般ブレード）

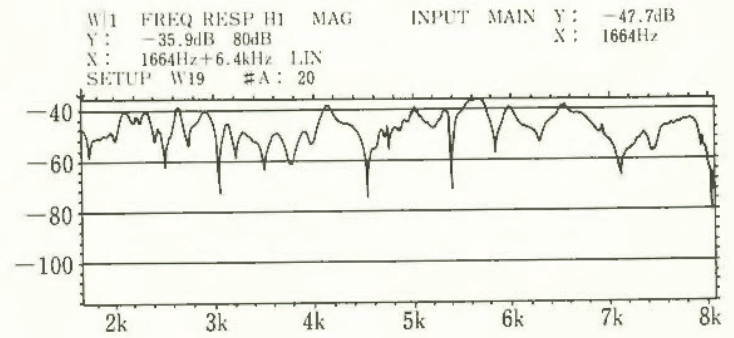


図20 周波数応答（サンドイッチブレード）

荷ずれ処理用マニピュレータにおけるコンプライアンス機能

機械研究部 杉本 旭, 深谷 潔
電気研究部 池田博康

1. はじめに

本研究における順応型マニピュレータは、空気圧駆動のアクチュエータを用いて、可変コンプライアンス機能を有する。このコンプライアンス機能は位置誤差を吸収する柔らかさを実現できるため、人の誤操作に対する安全の保証を与える。この順応型マニピュレータを立体自動倉庫の荷ずれ処理に適用する場合、人がマニュアルで操作する過程と自動修正過程においてコンプライアンスが果たす役割について述べる。

2. コンプライアンスによる安全空間

図21はマニピュレータの制御系を力出力の閉ループ系として表しており、Gは力生成機構、Aは位置変換機構、Pは位置フィードバック機構で、Dは力出力 f を許容限界力 f_c と比較する機能であり、 $f < f_c$ のとき f の出力を許可する。いま、接触によりマニピュレータに外力 f_c が加えられ、そのときの変位を x_c とするとコンプライアンス C は $C = x_c / f_c$ で与えられる。変位 x_c が作る空間をコンプライアンス空間と呼び、これはマニピュレータが人に提供する安全空間である。

コンプライアンスは、マニピュレータの接触力が人や対象物に対して許容される範囲内の空間の拡大を許可するものであるため、その実現方法が安全上規定される。すなわち、柔らかさを制御により機能的に作る仮想コンプライアンスが、異常時低コンプライアンスとなり安全空間を確保できないのに対して、空気圧式マニピュレータのもつ本質的なコンプライアンスは、異常時コンプライアンス空間がマニピュレータ側に縮退し、安全空間をさらに拡大できる。

3. マニュアル操作による模擬作業

荷ずれ修正の模擬作業は、人が作業点をモニターで見ながらマスターアーム及びコンプライアンス指示装置を遠隔操作するものであり、荷ずれ処理用マニピュレータは人の腕と同じ動作をし、人の把握力に対応したコンプライアンスが設定される。模擬作業シーケン

スは、高コンプライアンス状態でマニピュレータを荷物へ接触させ、人がモニターで接触確認後、一定のコンプライアンスで荷物を押し込むものとした。

コンプライアンスが作業遂行時間と作業エラー頻度に及ぼす影響を調べた結果、同一作業の繰り返しでは作業遂行時間がほぼ一定値に収斂して、マニピュレータの軌跡がスムーズになった。また、設定が高コンプライアンスの場合は作業遂行時間が若干長くなり、低コンプライアンスの場合は最適コンプライアンス時より約3倍エラーを多く発生した。図22は壁の凹部に荷物を押し込む作業結果の一例である。

本マニピュレータはコンプライアンスを適応的に変化できるため、操作ミスを許容し、人はその経験により操作技能の向上をも図ることができる。

4. 荷ずれ自動修正作業

修整作業の自動化のために特別なセンサを用いることなく、位置偏差の監視により、マニピュレータの荷物接触検知と、荷物を押し込むための適正な力設定をするシステムとした。これは、まず人がライトペンで指示したモニター画像の荷物の作業目標点に高コンプライアンス状態のマニピュレータが接近する。そして、位置偏差が予め設定された閾値を越えると接触したと見なし、その後位置偏差が減少（すなわち荷物の微動）するまで目標位置を指令し続ける。そのときの位置偏差と設定コンプライアンス値で算出される力でマニピュレータは再び荷物を押し込む。マニピュレータのコンプライアンスが一定ならば荷物のコンプライアンスを推定でき、さらに適応的にコンプライアンスを変化させて効率のよい作業が遂行できる。

さらに力覚センサを付加することにより、制御性能の向上と、修正作業の高度化が期待できる。

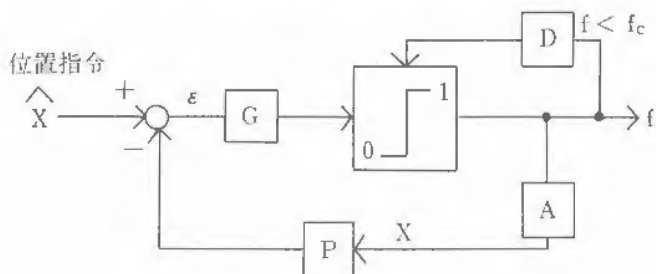


図21 力出力の閉ループ制御系

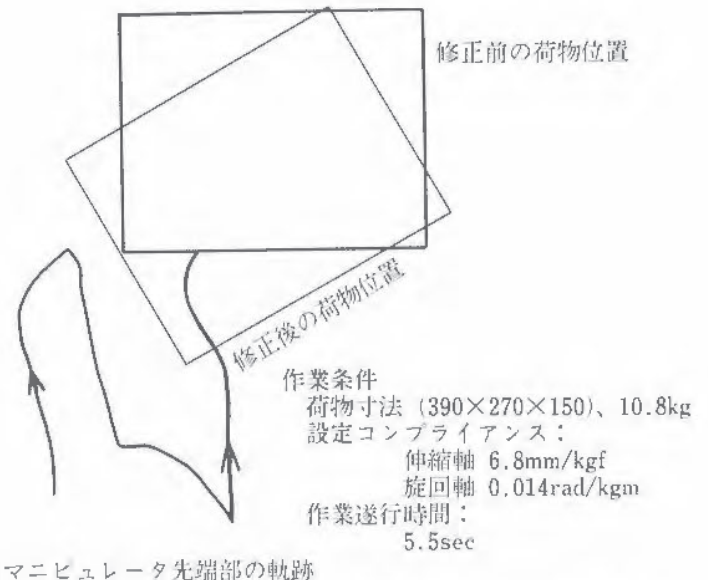


図22 模擬作業実行時のマニピュレータの軌跡

玉掛け作業用安全システムの開発

機械研究部 杉本 旭, 深谷 潔
清水尚憲
電気研究部 池田博康

1. 研究目的

クレーンによる荷物の移動は、多くの危険作業を含んでいる。特に、玉掛け作業は経験によって得られる判断や動作（コツ）を伴うため、高齢者も多く作業に従事している。しかし、重量物を扱うことから、些細なミスで大きな災害を生ずる恐れがあり、特に高齢者では視力や筋力、平衡感覚などの低下によりミスを生じやすく、また苦汁作業であるため、安全な支援装置が必用となる。

そこで、ワイヤ2本吊りによる荷吊り作業を想定し、作業者の誤操作によって吊り荷のアンバランスを生じたとき、これを自動的に修正して、地切り作業を安全に完了できる自動バランスシステムの開発を目指した。

2. 実験モデルにおける測定

自動バランスシステムの開発にあたり、まず実験モデルを用いて荷重の計測を行った。図23は、天井走行クレーンのフックに2本のワイヤを掛けて、作業者がマニュアルでワイヤ掛け位置を修正する過程をワイヤに掛かる張力で観測したものである。1回目(a)、2回目(b)の状態では荷物の重心がずれているため、左右のワイヤに掛かる張力がアンバランスであるが、3回目(c)では荷物の重心がフックの位置に一致し、バランスしていることが分かる。

本システムを用いることにより、高齢者や経験の浅い作業者であっても、安全に効率よく地切り作業を遂行できる。

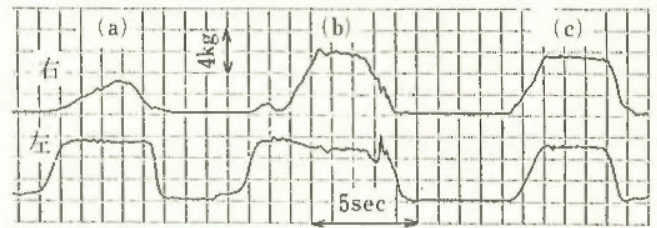


図23 ワイヤに掛かる張力変化

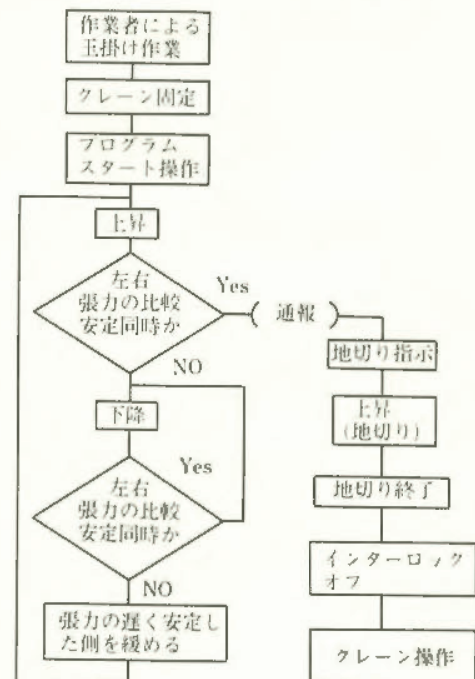


図24 地切り作業の手順

3. 自動バランスシステムの構成

作業者が行うワイヤ掛け位置の修正を自動的に行うため、左右のワイヤ長さを自動的に調整するバランス調整方式とした。図24はそのフローチャートである。まず作業者がワイヤを掛けた後、弛んだワイヤを張るための荷物を微小吊り上げる。そして、左右のワイヤに掛かる張力が同時に安定するまで左右のワイヤ長さのバランスを徐々に変えることになる。

実際の自動バランスシステムはクレーンのフックに取り付けられ、その構成は図25に示すように、荷を最大50mm吊り上げるための油圧シリンダ（最大出力5200kg）、ワイヤ長さを変化させるためのチェーン、確動型のスプロケット及び油圧トルクモータ（最大許容応力210kg/cm²）、ワイヤに掛かる張力を検出するロードセル、操作用ペンダントからなる。バランス自動調整中はクレーン操作を無効とするインターロックが働き、地切り作業完了後、クレーン操作は作業者に委ねられるものとした。

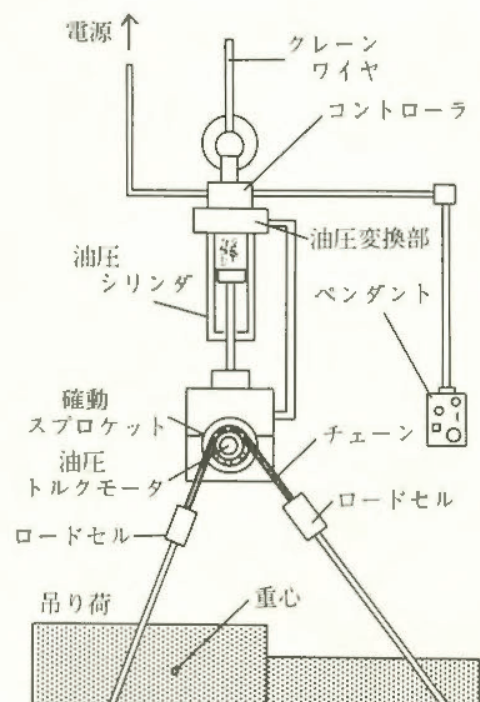


図25 自動バランスシステムの構成

移動機構における安全作業システムの開発

機械研究部 桑川壮一, 杉本 旭
深谷 潔, 梅崎重夫

1. 研究目的

一般の作業システムでは、多くの場合、人間と機械の危険な可動部との接触災害が問題となる。しかし、人間が機械に搭乗して操作により機械の運転出力を制御するという形態（移動機構）では、人間と機械との接触災害以外に搬器の急加速や急停止による人間の転倒、搬送中の荷の荷ずれ・荷崩れ、搬器の運転出力が正規の状態を逸脱したことによる搬器の暴走・逸走・逆走、搬器と周辺構造物との激突、人間の搬器からの転落等の問題も考慮する必要がある。

本研究では、このように安全上様々な問題が集約的に存在している移動機構について、その基本的機構、安全作業の条件及び安全作業システムの基本構成を検討し、これに基づいて移動機構の最も基本的な形態である昇降リフタの安全作業システムを開発した。

2. 昇降リフタの安全作業システム

本研究で対象とした昇降リフタは、人間が乗った搬器がフレーム上を昇降するものである。常時の搭乗者は一人とし、保全等に必要な道具、測定器等も人間と

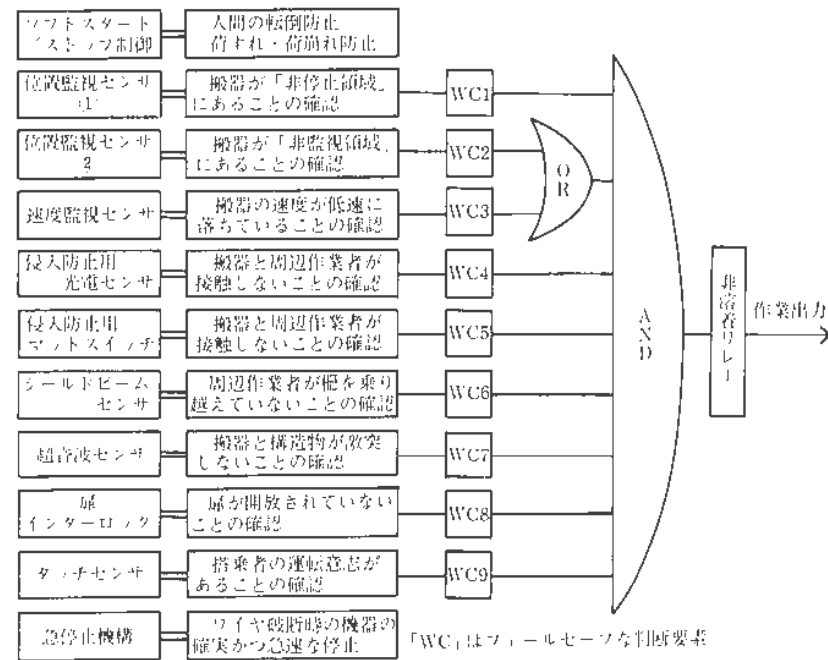


図26 安全作業システムの構成

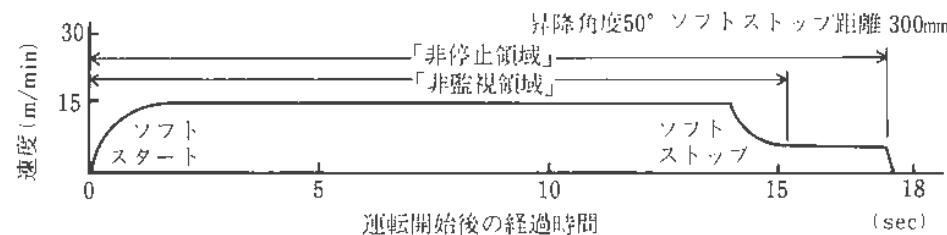


図27 加・減速度適正化機構の実測データ

同時に移動させる。また、本装置は、人間の移動だけでなく、高所での作業足場にもなる。

図26に昇降リフタの安全作業システムを示す。この装置では、搬器が急加速・急停止する場合は、移動中の人間が転倒する恐れがある。そこで、図27のように起動時は搬器を徐々に加速し、停止時は徐々に減速させる加・減速度適正化のための機構（ソフトスタート/ストップ制御）を設けた。ただし、この機構は、制御系の故障や劣化、外乱、内部雑音、電源異常等が生じると、誤った制御がなされる恐れがある。そこで、これらの誤り発生時には運転出力を生じないフェールセーフな作業システムを開発した。

一方、フェールセーフ構造の実現は、システムに規制的要因を生じる。その一つが、稼働率低下である。他の一つは、フェールセーフ停止そのものによる危険（例えば、停止による人間の転倒や荷ずれ等）である。図28は、ソフトストップの有効時と無効時（暴走によるフェールセーフ停止）の比較である。明かに、無効時、人間は姿勢保持のために有効時と比較して大きな力を必要とする。そこで本研究では、このような場合も人間が転倒しないようあらかじめ高齢者を対象とした姿勢保持実験を行った上で作業システムを設計した。

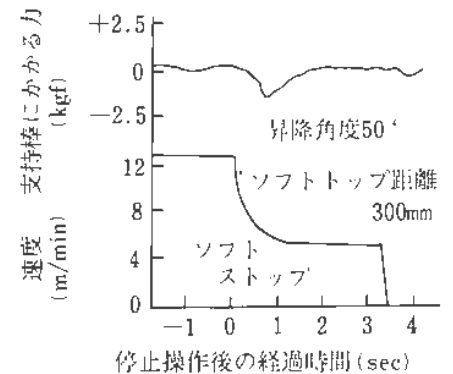


図28(a) ソフトストップ有効時の実測データ

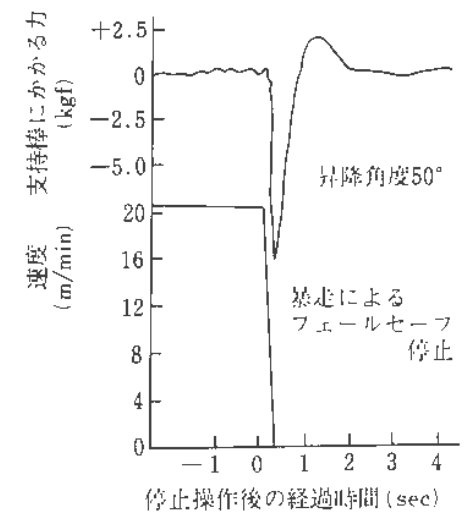


図28(b) ソフトストップ無効時の実測データ

1. はじめに

新しいシステムを導入するに際しては、その設計段階で事前に安全性を評価しておくことが大事である。安全性評価は、システムの1)組み立て・設置、2)運用、3)移動、4)廃棄など、そのライフ・サイクル全般に渡って行われることが理想であり、システムを導入することによって生じるリスクと導入以前のリスクとが比較されねばならない。本研究は、昇降リフト等移動機構を作業場に導入した場合の安全性を、主としてシステムの運用時を対象として評価した。

2. 潜在危険の同定

A-Cモデルを用いて、システム運用時の潜在危険が次のように同定された：

(イ) リフトの誤作動による潜在危険

$$\text{Hazard 1 : } \text{DR}e \rightarrow \text{ES}a \rightarrow \text{DR}a \rightarrow \text{L}a \rightarrow \text{H}(\cdot) \dots\dots(1)$$

(ロ) リフトの誤停止による潜在危険

$$\text{Hazard 2 : } \text{L}(1)e \rightarrow \text{M}a \rightarrow \text{L}(1')a \rightarrow \text{H}(\cdot) \dots\dots(2)$$

$$\text{Hazard 3 : } \text{L}(1)e \rightarrow \text{H}(h)e \rightarrow \text{H}(h')a \rightarrow \text{H}(\cdot) \dots\dots(3)$$

$$\text{Hazard 4 : } \text{L}(1)e \rightarrow \text{H}(h'')f \rightarrow \text{H}(\cdot) \dots\dots(4)$$

システム要素記号-L：リフト，DR：リフトの駆動部，ES：駆動エネルギー源，H：作業員，M：周辺機器・装置

システムの要素の変化-(・)：作業員の傷害，

(1)：リフトの停止故障，(1')：リフトの破損，(h)：作業員の転落，(h')：位置エネルギーの運動エネルギー変換，(h'')：高齢作業員に急病の発生

3. 潜在危険制御系 (HCS) の構成

災害を防止するためのHCSを、作用鎖の解離理論に基づいて構成した。その結果、同定された各潜在危険に対するHCSの情報処理系をフェール・セーフまたはフォールト・トレラント構成とする方法として、表1に示す3案(Plan 1, 2, 3)の構成法が可能であることがわかった。

表1 情報処理系の基本構成

Plan	Fail-safe	Fault-tolerant
1	Hazard 1	Hazard 2, 3 and 4
2	Hazard 2, 3 and 4	Hazard 1
3		Hazard 1, 2, 3 and 4

4. 確率論的安全性評価 (PSA)

HCSの基本構成のうちどれが最も優れているかを評価するためにPSAを行った。

HCS故障率(=1/MTBF)： α

HCSのフェール・セーフ比： γ ($\ll 1$)

被害の大きさの期待値(Maximum-Death)：D

$$X \equiv \text{Pr} \{ \text{Hazard 1 の発現} \mid \text{HCS の故障} \}$$

$$Y \equiv \text{Pr} \{ \text{Hazard 2} \cup \text{3} \cup \text{4 の発現} \mid \text{HCS の故障} \}$$

とすると、HCSの故障により生ずるリスク(R_1, R_2, R_3)は

$$\begin{aligned} \text{第1案 } R_1 &= \alpha D (\gamma X + Y) \\ &\approx \alpha D Y \end{aligned} \dots\dots(5)$$

$$\begin{aligned} \text{第2案 } R_2 &= \alpha D (X + \gamma Y) \\ &\approx \alpha D X \end{aligned} \dots\dots(6)$$

$$\text{第3案 } R_3 = \alpha D (X + Y) / 2 \dots\dots(7)$$

ここで、X、Yは各潜在危険による災害Fault-treeの構造関数 $\Phi(X), \Phi(Y)$ で与えられる。

これより、HCS構成戦略として次ぎが得られた：

(イ) $X > Y$ のとき、 $X > (X + Y) / 2 > Y$ であるから、 $R_1 < R_3 < R_2$ となるので、第1案が最善の構成法となる。

(ロ) $X < Y$ のとき、 $X < (X + Y) / 2 < Y$ であるから、 $R_1 > R_3 > R_2$ となるので、第2案が最善の構成法となる。

(ハ) $X = Y$ のとき、 $X = (X + Y) / 2 = Y$ であるから、 $R_1 = R_2 = R_3$ 、従ってどの案を採用してもよい。

5. 残存リスクの評価

具体的なシステムを設定して災害Fault-treeの構造関数 $\Phi(X), \Phi(Y)$ からX、Yを求めたところ、 $X = 10^{-7}$ 、 $Y = 10^{-6}$ を得た。このシステムでは、HCS構成戦略(ロ)より、第2案が最善の構成法となる。このとき、平均故障間時間(MTBF)とフェール・セーフ比 γ が、それぞれ $MTBF = 2 \times 10^3$ [HOUR]、 $\gamma = 10^{-3}$ のHCSを用いると、システム運用時の極大残存リスク(生ずる全ての災害を死亡災害とした残存リスク) R_{MAX} は

$$R_{MAX} = 5 \times 10^{-10} \text{ [DEATH/HOUR} \cdot \text{COMPONENT]}$$

となる。

代表的なシステムの運用時残存リスク、商用発電原子炉の苛酷事故： 10^{-9} [ACCIDENT/HOUR・COMPONENT]、産業用ロボットに打たれる事故： 10^{-9} [ACCIDENT/HOUR・COMPONENT]、自動車による死亡事故： 10^{-7} [DEATH/HOUR・COMPONENT]などと比較しても、想定したシステムにおける R_{MAX} は遜色がない。

なお、このシステムで構成法第1案を採用すると、第2案に比較して1桁ほど残存リスクが増大する。

ブラケットの強度に関する研究（その2）

上木建築研究部 河尻義正, 小川勝教
大嶋勝利, 木下鈞一

1. はじめに

橋梁のコンクリート打設工事において、仮設の梁式支保工の支持点として使用されるアンカーボルト式のブラケットについて、昨年は比較的強度の低い無筋コンクリートブロックを対象に一連の研究を行ったが、今回は高強度の無筋及び有筋コンクリートブロックを対象に実験を行ったのでその結果及び前回の結果との比較について報告する。

2. 実験方法

実験はコンクリートブロックに埋め込んだアンカーボルトに対し引き抜き試験を行い、続いてブロックに取り付けたブラケットに対し載荷実験を行なった。引き抜き試験は、試験機により1本のアンカーボルトに引き抜き力を与え、引き抜き量、応力、最大引き抜き力を調べた。載荷試験は、ブラケットに押し下げ力を与えてブラケットの変位、応力、ボルトの軸力、アンカー応力、最大荷重などを調べた（図29）。コンクリートは設計強度 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ 、有筋ブロックの配筋は、実際の橋脚に模した。アンカー、ボルトは前回同様それぞれSD35のD35、F10TのM22とした。

3. 実験結果

(1) 引き抜き試験

破壊状況は、荷重の増加につれてアンカー周辺にクラックが発生し、最終的にアンカー部分が破断した。クラック発生荷重は、有筋、無筋とも8~12tで前回の結果に比較して同等か少し低くなった。これより、クラックの発生は、コンクリート強度や鉄筋の有無にはあまり関係しないようである。最大荷重は約30tで、前回25~27tでアンカーボルトが引き抜けたのと異なった結果となった。これはコンクリート強度が増したことにより付着力が増加したためと思われる。

(2) 載荷試験

変形、破壊状況は、無筋ブロックでは前回同様ボルト周辺に放射状にクラックが発生し、最終的に最上段の引き抜き力によりブロック上部がひび割れ破壊した。有筋ブロックでは最上段のボルト周辺にクラックが発生した後、最終的にはブラケット下方のコンクリートが圧壊するものと最下段のボルトが剪断破断するものがあった。これらの結果から実際の橋脚のように有筋でかつブラケット周りのコンクリートのへりあきが十分な場合にはボルトの剪断強度によりブラケットとしての強度がきまるように思われる。図30は前回と今回の載荷試験についてクラック発生荷重と最大荷重をま

とめたものである。同図によればクラック発生荷重は50~100tでコンクリート強度や鉄筋の有無にはあまり関係しないように思われる。最大荷重は無筋が123~140t、有筋が156~177tと有筋で大きいが無筋は前回と同等であることからこの差は破壊状況の相違によるものと思われる。今回研究対象としたブラケットにおいては従来アンカーボルトは剪断力と引張力を同時に受ける部材として設計され、引張力は鉄筋コンクリートの梁の鉄筋に準じて計算されている。図31は最上段のボルト軸力の計算値と前回及び今回の実測値をプロットしたものである。同図によれば軸力の実測値は荷重に比例して増大し、また無筋でコンクリート強度が小さい場合には計算値に比べかなり大きく、アンカーボルトの剛性が低いほどおおきくなるようである。

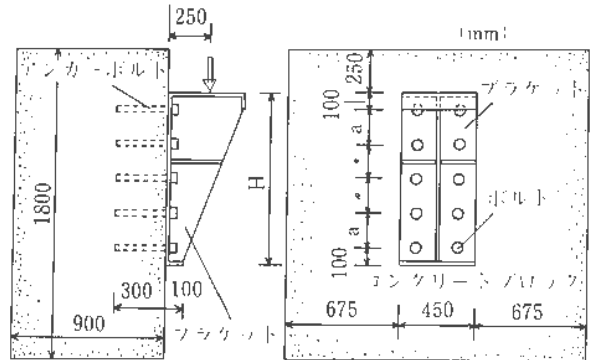


図29 ブラケットの載荷実験

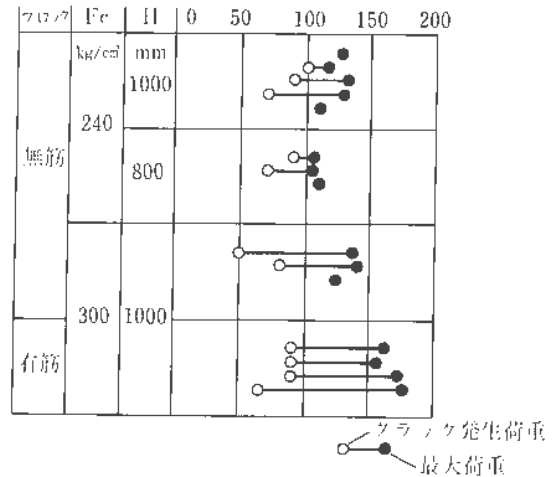


図30 クラック発生荷重と最大荷重

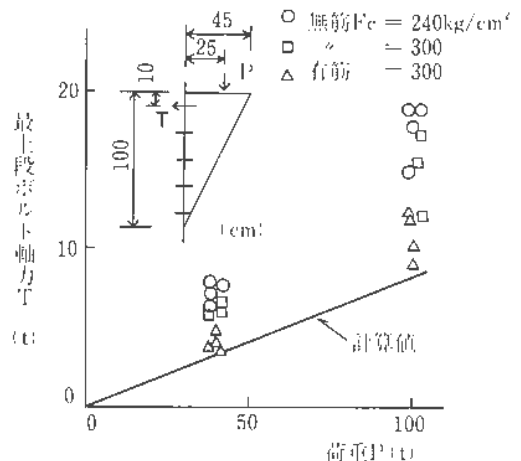


図31 最上段のボルト軸力と荷重の関係

傾斜型枠用支保工の安定性に関する研究

土木建築研究部 小川勝教, 木下鈞一
河尻義正, 大幡勝利

1. はじめに

型枠支保工の設計では、作用荷重が鉛直荷重だけの場合でも、支保工の安定確保のために、いくらかの水平荷重を考慮するようになっている。その値として、鉛直荷重の5%に相当する値が推奨されている。

また、傾斜している型枠を支持する支保工については、水平荷重として型枠の傾斜角 θ に応じ、鉛直荷重に $\sin\theta \cos\theta$ を乗じた荷重が実際に作用するものとして部材の設計をすることが推奨されている。この荷重は、傾斜状態で支持されている大引材の支点の一端がピン支点、他端がローラ支点を想定した場合の値であり、実際の支保工では、支点が完全なローラになることはまれで、支点が摩擦により水平方向に抵抗するために、上述の荷重が実際に作用するかが疑問である。

そこで、傾斜梁と支柱の取付部の構造を種々変えた枠組支保工を対象に載荷実験を行い、枠組の各部材の応力について調べた。

2. 実験方法

実験に用いた傾斜梁はH-150×150×5×6で梁の傾斜角 30° とした。傾斜梁を支持する支柱は、枠幅917mm、枠高1700mmの建枠をスパン長1829mmで組立てた1スパン1層の枠組である。

傾斜梁と支柱上端の取付部の構造は、傾斜梁が

- (A) 支柱上端のジャッキベースの台板（台板が傾斜に沿って回転する構造）にボルトで固定
- (B) 台板に固定されていない状態
- (C) 台板上に合板を取付け固定されていない状態
- (D) 台板上でローラで支持された状態

の4通りとした。

実験は図32に示すように、傾斜梁の下端の取付部を

Aの構造とし、上端の取付部をA, B, C, Dの構造に変えた場合について、傾斜梁の中央に集中荷重を作用させ、支柱上端を水平方向に支持している水平支持材、枠組の交差筋かい及び布枠に生じる軸力を測定した。

3. 実験結果

図33は、水平支持材に生じる軸力の測定結果の一例である。傾斜梁の取付部が台板に固定されているAの場合、載荷荷重が増加しても水平材の軸力は一定であり、100kg以下と小さな値であった。取付部の構造がB, C, Dの場合、水平材の軸力は、載荷荷重の増加に比例し大きくなり、傾斜梁の取付部の構造によって、その度合が異なった。ローラ支点であるDの場合、他の取付部に比べ大きな値であった。傾斜梁下端の水平支持材を取外した場合、水平支持材がある場合に比べ、傾斜梁上端の水平支持材に生じる軸力の値は、あまり変わらなかったが、交差筋かいにはかなり大きな軸力が生じた。

図34は、傾斜梁の取付部の固定度を摩擦係数で表わし水平支持材の軸力と載荷荷重の荷重比率についてみたもので、摩擦係数が大きいほど荷重比率が小さい。そこで、 $\sin\theta \cos\theta$ の値と上述の荷重比率を比較してみると、傾斜梁の取付部が固定されているAの場合0.17、取付部の構造がBで0.76~0.84、Cで0.43~0.46、ローラ支点の場合1.0~1.26となることがわかった。

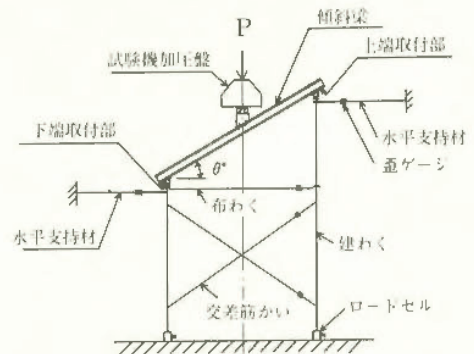


図32 実験方法の概略

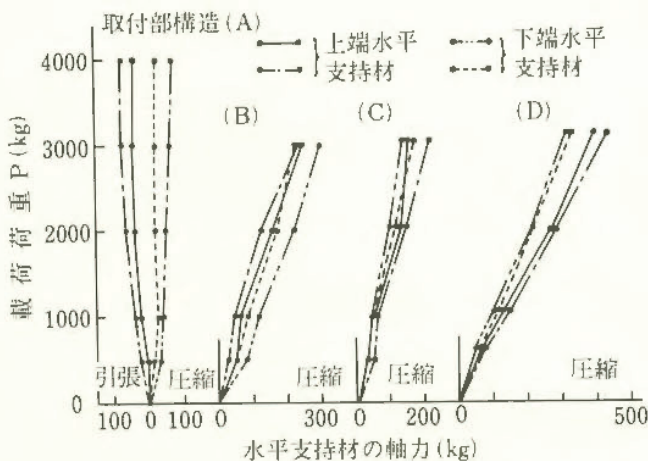


図33 水平支持材に生じる軸力

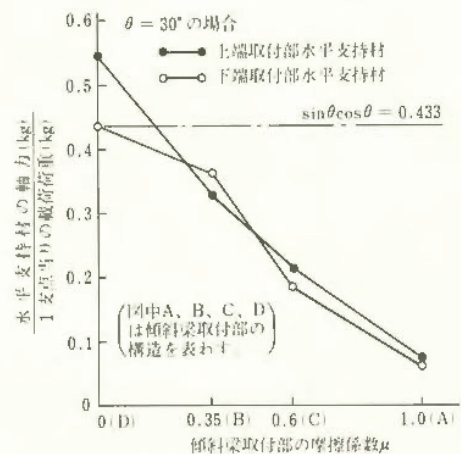


図34 水平支持材の軸力と載荷荷重の荷重比率

遠心模型実験による粘性土の自重圧密特性

上木建築研究部 豊澤康男, 堀井宣幸

1. はじめに

土砂崩壊災害を防止する研究では、基礎、応用研究とも実験が重要な位置を占めている。遠心模型実験は、相似則を満足させることで、数10～数100分の1の模型で現実を再現出来る有効な実験手法といえる。

本報では、本研究所に建設した遠心力载荷試験装置について紹介するとともに、当該装置を用いて行ったカオリン粘土の自重圧密試験結果について報告する。

2. 遠心力载荷試験装置

本装置は、当研究所の建設安全棟内に建設したもので、本体は地下ピット内に設置した。本装置の全体図を図35に示した。有効半径2メートル、最大加速度200g、試料は、500キログラムまで搭載可能なものである。

3. カオリン粘土の自重圧密試験

3.1 試料及び試験方法

実験に用いたカオリン粘土は、 $G_s=2.67$, $LL=74.7\%$, $PL=36.3\%$ である。

今回行った実験では、初期含水比を200%と150%の2種類とした。カオリン粘土と蒸留水の所定量を1時間混ぜ合わせ、試料容器にそそぎ、初期の量を同じにした。試料容器は、内積が50(高さ)×40(幅)×20(奥行)(cm)のである。この試料容器を遠心力载荷試験装置に取り付け、半径2メートル位置で100gとなるよう回転数を設定し、40時間連続して運転した。排水条件は片面排水である。

3.2 実験結果及び考察

図36に $H_p=32.9m$ の自重圧密時間-沈下曲線を示した。模型の圧密は、実物の $1/n^2$ に短縮されるので、100gでの40時間は、実時間で約46年である。

沈下量は、初期含水比200%のは15.1cm, 150%のは12.9cmであった。両者とも圧密初期の段階までは沈下が時間に比例している。また、150%の方が初期の沈下速度が大きく、比例部分が短い傾向が見られた。

図37に含水比と深さ(底部を0とした。)の関係を示した。初期含水比150%の含水比は低く、体積比は小さい。初期含水比の違いによって自重圧密後の含水比他が変化することが判かった。

これにより、深さ方向にせん断強度が増加する正規圧密地盤の模型が作成出来たと考えられる。これにより、各種模型実験が可能である。

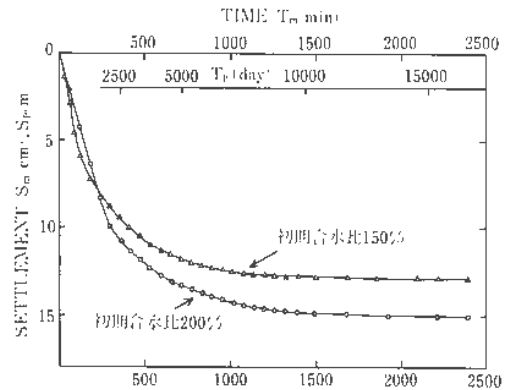


図36 自重圧密時間-沈下曲線(算術目盛り)

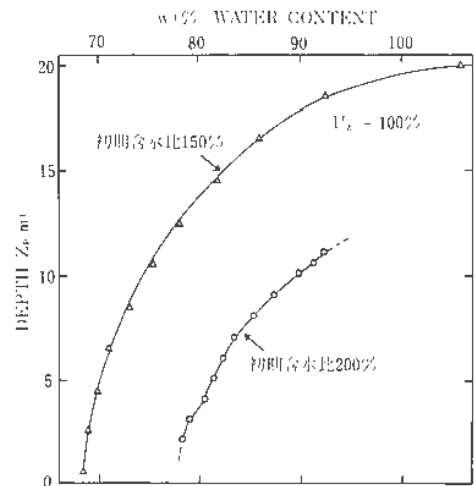


図37 実層厚-含水比の関係

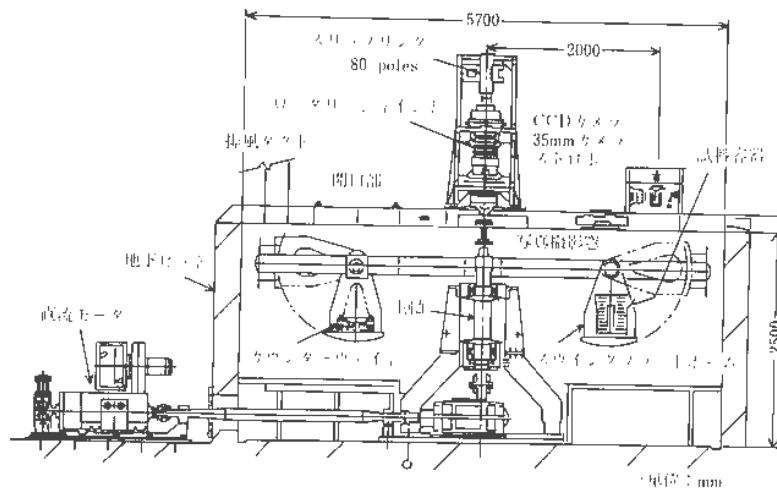


図35 遠心力载荷装置全体図

靴すべり測定機の実用化に関する研究

—靴すべり測定機（2号機）と測定法の開発—

土木建築研究部 永田久雄

1. 研究目的

試作機（1号機）を基にして得られた試験資料から、測定機の荷重検出方式、駆動部の制御方式、計算処理ソフト内容、人工足などを改善し、測定精度の高い実用的なすべり測定機を開発することを目的としている。

2. 評価対象とした滑り

評価すべき危険な滑りとして、日常生活でよく経験する雨天時の平滑な床面での滑りと、工場での油面による滑りが挙げられる。本研究では、このように粘性の低い層と粘性の高い層で表面がおおわれている両極端の状態、つまり、水（石鹼水0.5%）あるいは油（エンジンオイル20w-40）の薄い層でおおわれた平滑な床面（ステンレス SUS3042B）を歩行する状態での靴の防滑性能を評価する必要がある。滑りを止めるには、歩行時に表面層を切り直接、床に靴底材を接触させることのできる底意匠、底材料が求められる。

但し、測定条件（水、油でおおわれた平滑な床面）それ自体が危険な環境であり、測定結果から評価が高いからといって事故が全く起きないといったことを保証するものではない。本測定法では、危険性の非常に高い靴を指摘することにその主たる目的がある。

3. 歩行実験による簡便な評価

図38の実験用の歩行路面上に油、石鹼水を撒き、そこを被験者3名に歩行させて、靴10足の滑り特性を実験的に調べた。その結果、水で濡れた床面で防滑性能が高くても、油面では低くなる靴がある。逆に、油面で高いものは、水でおおわれた床面でも高い値を示す。このことから、安全管理面から靴の滑り抵抗特性を評価する場合は、粘性の高い油面上での滑り抵抗特性を必ず求める必要があることを示唆している。

この歩行実験でも滑りの差を明確に判別でき、靴

の防滑性能をはっきりと識別できる。また、靴底の模様、材質によっても、その違いが生じている。このことから、歩行実験は本測定機の妥当性の根拠となるばかりでなく、靴メーカーが靴底を開発する際の簡便な測定法ともなり得るであろう。

4. 測定装置

改良した靴滑り測定機を図39に示す。測定機の概要を以下に述べる。

小型水平力センサーを支持筒に取り付け、小型鉛直荷重センサーは脚に相当する軸上に取り付けてある。脚軸を保持する筒の内部には、スラストベアリングを埋め込み、鉛直荷重が靴底になめらかに伝達するように設計されている。筒を支える水平な腕は本来の柱に固定されているが、筒との取り付け部はベアリングを使い回転出来るように設計されている。水平力センサーと脚軸との接合部も自由端となっている。

駆動機構は、床面移動時の立ち上がり時間、速度、すべり距離、繰返し回数、接触時間は、サーボ機構の駆動モータを使用して制御した。床面の移動機構は、モーターからの振動伝達を防止するために、本体から分離し、なお、かつ反対側にカウンターウエイトを下げて鋼製のワイヤですべり面に連結した。

平底靴の場合は、靴底の力を広い範囲に分散させるようにするために、円板2枚をユニバーサルジョイントと結合し、それと同じものを更に、ユニバーサルジョイントで結合した。

自動平衡型歪増幅器を通して得られた変位、水平、鉛直荷重センサーからの信号は、A/D変換ボードを通してパソコンに入力し演算処理される。サンプリング時間の差による結果への僅かな影響を除くために、同時刻サンプリング方式のA/D変換ボードを使用している。更に、精度を向上させるために、誤差要因となる靴の縮みによる影響、人工足に働く回転モーメントによる影響、靴内部での人工足のすべりによる影響、鉛直荷重の加力点での抵抗による影響、鉛直荷重の加力点の偏心による影響を検討した。



図38 実験歩行路

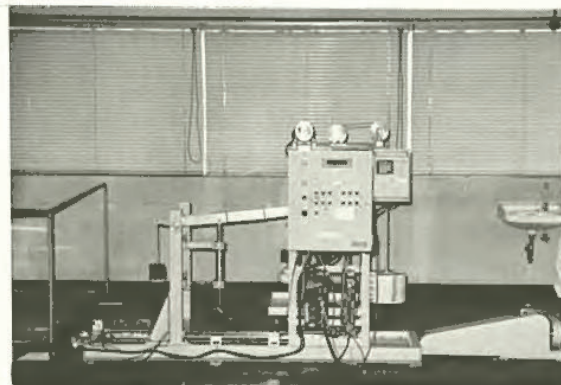


図39 靴すべり測定機

トンネル工事における諸工程と発生労働災害の関連

土木建築研究部 鈴木芳美, 花安繁郎

1. まえがき

建設工事で発生する労働災害の防止のためには、施工管理・作業管理等と一体化した合理的な労働災害防止対策を講じてゆく必要がある。そのために、実際の労働災害の発生状況と工事種類・作業工程・施工状況などを関連づけた分析と考察とが必要になってくる。

本年度はトンネル建設工事を取り上げ、労働災害事例の記録から得られる災害内容や発生状況・被災状況の実態と、工事種類・作業工程などとの関連について分析を行った。

2. 分析内容

労働災害事例としては、昭和62年にシールドトンネル工事・推進工事・山岳トンネル工事などで発生した労働災害162件を取り上げた。また各種資料からトンネル工事に於ける標準的な作業工程・作業内容等を階層的に位置づけた分類表を作成した。この分類表に基づき、災害発生時の作業工程・被災者の従事していた作業および災害発生状況・被災状況等を分類し、相互の関連を分析した。

3. 分析結果

3.1 工程ごとの災害発生状況

工事に於ける諸工程ごとに災害種類別の発生状況を調べたところ、墜落災害は各工程にまんべんなく発生し、中でも高所作業や上下作業を伴う立坑関係の作業工程で多く発生していることが確認された。飛来落下災害についてもほぼ同様であった。また当然のことながら、崩壊災害は掘削工程で、取扱運搬災害は推進工程・構内設備・覆工など資材運搬が大きな比重を占める作業工程で頻発していることが確認された。

3.2 傷害程度累積頻度分布

労働災害による傷害程度（休業日数）とその累積頻度分布との関係を調べた結果、両対数紙上で直線となる関数関係が認められた。

したがって、損害程度の大きさを h 、ある傷害程度における発生頻度の密度関数を p とすると、(1)式に示すような関係から、ある傷害程度区間における期待傷害程度を、また図中の直線の傾きが -1 以上であれば傷害程度無限大（死亡災害）を含んだ期待傷害程度を有限値として求めることができる。

$$G(h) = \int_0^h p \cdot h \, dh \quad \dots(1)$$

今回の分析結果から得られたトンネル工事における労働災害1件あたりの期待傷害程度は約90日であった。

この傷害程度累積頻度分布曲線を工事の諸工程別に求め比較したところ（図40）、図中の右側領域の曲線

の傾きなどに示されるように、各々の工程ごとにその傾向が異なることが判明し、各工程に於ける期待傷害程度にはかなり違いがあることが判明した。

この傾向差は工事の種類（山岳トンネル工事、推進工事、シールド工事）別に見ても顕著に認められ、工事種類によっても危険度に差異のあることがわかった。

同じく、被災労働者の年代別の違いによるこれらの傾向を比較した結果、30才代・40才代の中年層の傷害程度が重い傾向にあることが示された（図41）。これまで中年層については、相対的な被災率は若年層・高年層と比較すると小さいものの被災件数が多いことが判明していたが、被災内容についても重大なものが多いことが確認された。

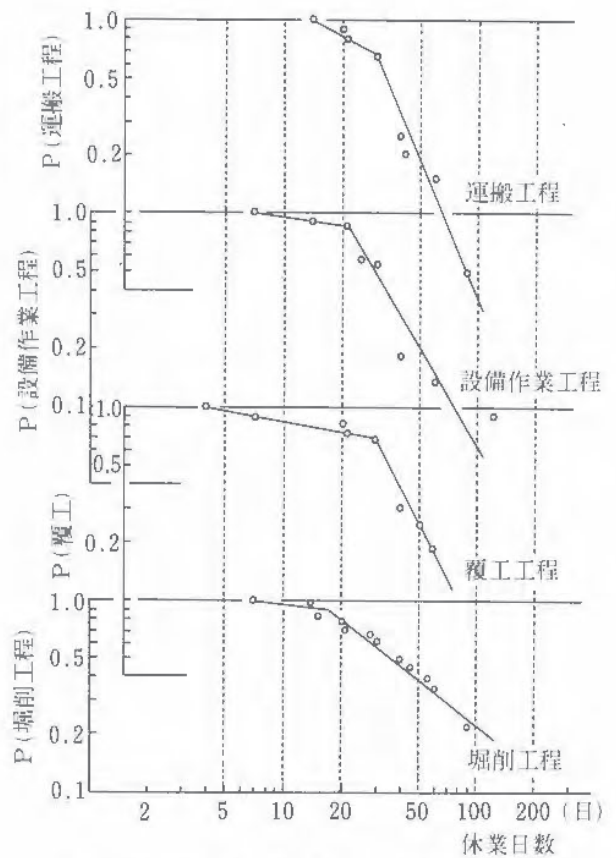


図40 工程別傷害程度累積頻度分布曲線

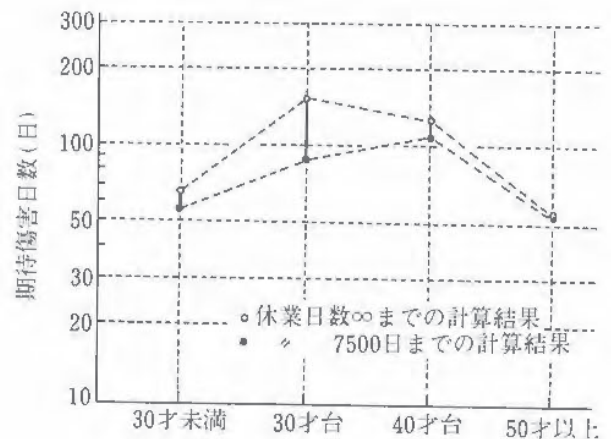


図41 被災者の年代別期待傷害程度

災害発生頻度率のばらつきを考慮した災害発生時間数の統計的評価について

土木建築研究部 花安繁郎

1. 緒言

事業所における労働災害発生危険性を示す尺度には、災害度数率に代表される、単位時間当りの災害発生数である災害発生頻度率が多く用いられている。

本研究テーマは、この災害発生頻度率が作業時間の経過とともに増大したり減少したりする過程を、災害が発生するまでの時間数を用いて評価する方法について考察を加えたものである。

もし労働災害が相互に独立に発生し、かつ単位時間当りの発生数（災害発生頻度率）が一定であれば、一定期間中の災害発生数の分布はポアソン分布に、また災害が発生するまでの時間数（間隔）の分布は指数分布となることが知られている。

ところが、災害発生頻度率は時間的、空間的に一定した値であるよりも、むしろ常に変動し、ばらつきを有して出現する値と考えた方が合理的なことが多い。

そこで本論では、労働災害発生頻度率がある確率分布に従って変動する場合を想定し、そのときの労働災害発生数や災害発生時間数などの確率分布式を求めたのち、実際の災害事例を用いてこれらの式の妥当性を検討し、ついで、これらの結果をふまえて、災害データが与えられたときに災害発生数や発生時間数の予測を行う研究を行った。

2. 分析内容および結果

分析・検討を行った主な内容をまとめると以下のようである。

(1) 一定期間中における労働災害発生数の分析結果から、多くの災害が、単独に負の二項分布に、あるいは負の二項分布とポアソン分布とに同時に適合していることを示した。とくに単独の分布としては、ポアソン分布よりも、むしろ負の二項分布の方が災害事例をうまく表現している場合が多いことを明らかにした。図42には山陽新幹線トンネル建設工事で発生した労働災害の一月当りの発生数の分布を調べた結果を例として示した。ポアソン分布に比べて負の二項分布の方がうまく適合していることが分かる。

(2) このことより、多くの災害現象は、災害事象そのものはランダムに発生するが、その単位時間当りの災害発生数（災害発生率）はある確率分布（具体的にはガンマ分布）に従って生ずる、いわゆる複合過程のもとで災害が起こっていることを明らかにした。

(3) 災害事例が数多くあれば、災害データを利用して、負の二項分布やポアソン分布のパラメータである

災害発生率の分布を推定し、これらを用いて災害発生数や発生時間数の確率分布式を規定することが出来ることを示した。

(4) 災害事例が少ないときには、ベイズ方式によってこれらの分布のパラメータを推定することが出来ることを明らかにした。すなわち、分布のパラメータ（災害発生率）の事前および事後分布は、ベイズの定理から、ガンマ分布となることを導き出し、ついでこの事後分布とポアソン分布と複合化して得られる災害発生数の分布は前述の負の二項分布となることや、また、災害発生時間数の分布は、発生時間数のガンマ分布と災害発生率のガンマ分布とを混合した、いわゆる複合化ガンマ分布となることを示した。さらに、これらの複合化分布は、災害発生率を固定したままで発生時間数や災害件数を十分大きくしたときは、複合化する前のポアソン分布やガンマ分布がその極限分布として得られること、すなわちポアソン分布やガンマ分布が複合化分布の一種の近似分布であることを明らかにした。

(5) ベイズ方式を利用すれば、災害データが得られるたびに災害発生率のパラメータの分布を更新して新しい事後分布を求め、この分布を用いて新たな複合化分布を導出し、同確率分布式によってそれまでの災害発生数や以降の災害発生時間数の確率的な予測や評価を行うことが出来ることを示した。

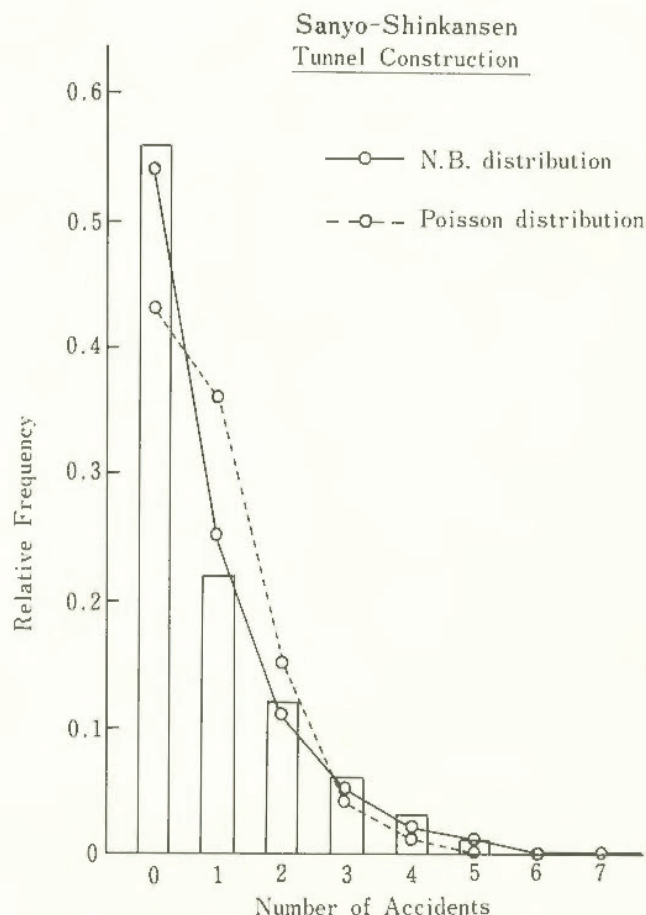


図42 山陽新幹線工事災害発生数の分布

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

1. まえがき

労働災害事例を初めとする災害関連情報や安全情報は、労働災害の再発防止を図ってゆく上できわめて有用で不可欠な情報である。したがってこれらの情報の系統的な収集を行い、集約化・高度化したデータベースを構築してゆくことが必要となってくる。

その一環として当産業安全研究所では昨年度までデータベースシステムの試行開発の作業を継続し「労働災害事例データベース（略称 SAFE）」を作成した。

本年度は、これをさらに総合的な情報検索システムとして拡充することを目的とし、種々の検討を行った。

2. 情報検索システムの全体構成

開発された情報検索システムの概略は図43に示すようなものであり、現状では図中に示される2系統5種類のデータベースを包含している。また必要に応じてこれら以外のデータベースを作成・構築し、将来的にシステムを拡充する可能性を保有している。

これらのデータベースは、対話型文献検索用データベースソフト（FAIRS-1）を適用して作成し、かつ管理を行っている。また独自の検索支援・管理支援プログラムを開発し、支援機能の補足・拡充を行った。

加えてデータ入力に関しては、別個にデータ入力専用プログラムやファイル変換プログラムなどを開発し、これらによりデータベースの創成・更新に必要な

中間ファイル等を簡便に作成するシステムを構成した。

3. 関連プログラムの開発

本情報検索システムでは、下記に示すような諸プログラムを独自に開発し、ソフトウェア（FAIRS-1）の有する諸機能の補完を図った。

1) データ入力専用プログラム.....端末装置からデータを対話形式で入力し、データベースの創成・更新に必要な中間ファイルを直接作成するプログラムを開発した。その結果、データ入力に伴う作業負担の軽減化・効率化が図られた。

2) バッチ処理プログラム.....データベースの創成・変更・追加などを行う際のバッチ処理手続きを包含したプログラムを作成・整備し、日常的なデータベース管理の簡便化を図った。

3) ファイル変換プログラム.....一般的に流布しているワープロソフト（3種）による文書ファイルに必要な中間ファイルに変換するプログラムを開発し、多様なデータ入力方式を実現した。

4) 検索支援プログラム.....完全メニュー方式の対話型プログラムを開発し、ソフトウェアに精通していないユーザーの広範な検索作業や多様な結果出力作業等を容易にした。また労働災害関係データベースについては、相互に関連させた事例検索機能を設け、事例抽出の絞り込みや情報内容の相互補足を可能とした。

5) 管理支援プログラム.....本データベースソフトの特徴のひとつである自動切り出しキーワードの管理等に関連した諸ユーティリティを作成し、辞書メンテナンスに必要な情報など、データベースの改善等に必要の運用情報を収集・蓄積できるようにした。

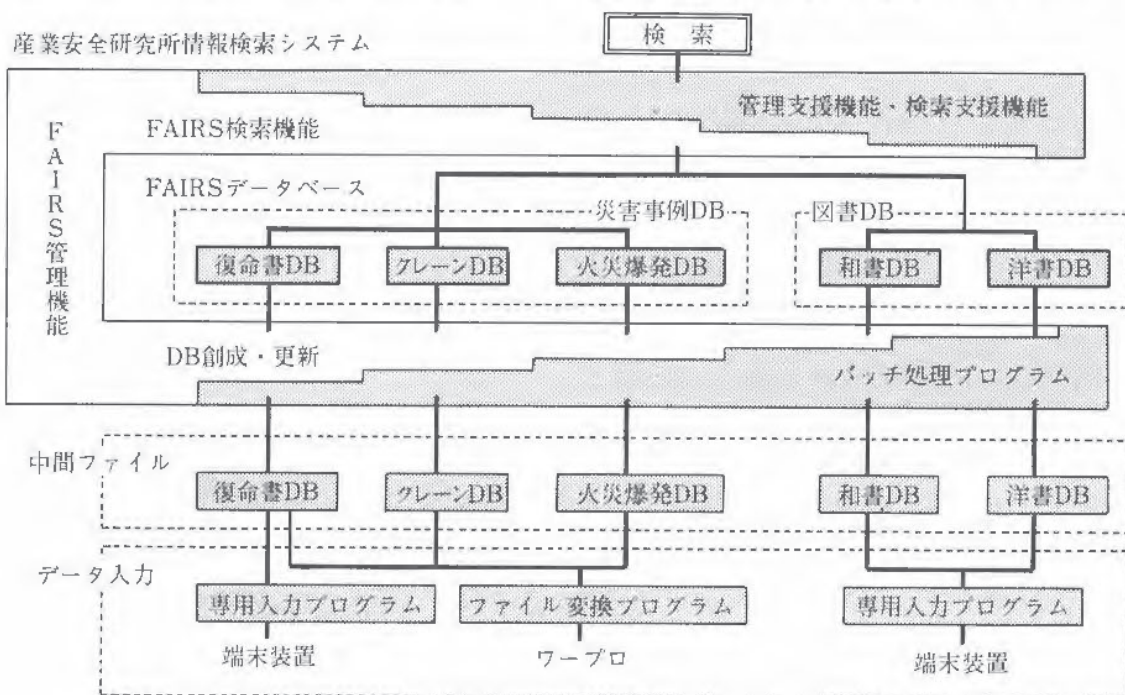


図43 情報検索システムの概要 は当所の開発による部分

可燃性ガス-粉体混合物の爆発特性と爆ごう危険性

化学研究部 林 年宏, 松田東栄
松井英憲

1. 研究目的

可燃性のガスと粉体の混合物の爆発については最近諸外国でも研究が行われ始めたが、まだ未解明の部分が多い。産業災害の防止という観点からは、たとえば有機溶剤を含む医薬品粉体を流動式乾燥機により乾燥する工程において、溶剤蒸気と粉体の混合物の爆発危険性をどのように評価するかという問題があるが、固体を微粉化して利用する技術の進展につれてこうした異相混同物による爆発災害の防止対策は重要になるであろう。この研究では、可燃性のガスと粉体の混合物の爆発の挙動が、それぞれが単独の場合に比してどう変化するか、爆発限界濃度付近での両者の混合物の爆発特性はどうかなどをしらべた。また、密閉容器中での爆発圧力の上昇速度をもとに、こうした異相混合物が配管などの内部で発火したときに火炎が爆ごうに転移する危険性を評価する手法を検討した。

2. 実験方法

実験装置を図44に示す。内容積20lの爆発容器（以下、容器という）は、粉体保持器を兼ねた送気管により内容積2lのガスホルダーに接続する。粉体の爆発実験では、容器内に空気を満たしたあと電磁弁を開き、ガスホルダー内の加圧空気により送気管内の粉体を吹き上げ、容器の中心で点火した。可燃性ガス-粉

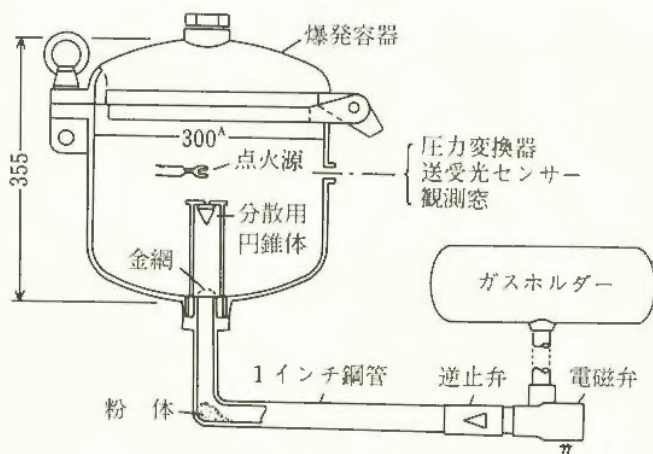


図44 実験装置の概要

体混合物の爆発実験では、容器内に可燃性ガス-空気の子混合ガスを満たし、同じ組成の混合ガスで粉体を吹き上げた。容器内の初期圧力(760mmHg)とガスホルダー内の分散用気体の充填圧力(1.9kg/cm²)はいずれの実験でも同じである。粉体の分散を促進するために、容器の中心軸上に6本の支柱で支えた円錐体を用いた。点火源としてはニクロム線ヒータを用い、通

電開始からニクロム線の赤熱までの時間が数10msの範囲で変動することを考慮に入れて、点火時期を設定した。

3. 実験結果

可燃性ガスが水素、粉体がコーンスターチ粉の場合の結果を以下に示す。図45は粉体-空気混合物の爆発における粉体量と爆発圧力の関係であり、点火後に火炎が伝播しなくなる限界付近では再現性が必ずしもよくないが、火炎の生ずる限界の粉体量は1g(平均濃度で示せば50mg/l)であった。粉体量が3.3g付近で曲線の傾きが変化するのは、これより少ない粉体量では火炎が容器内の全体に広がらないためと思われる。

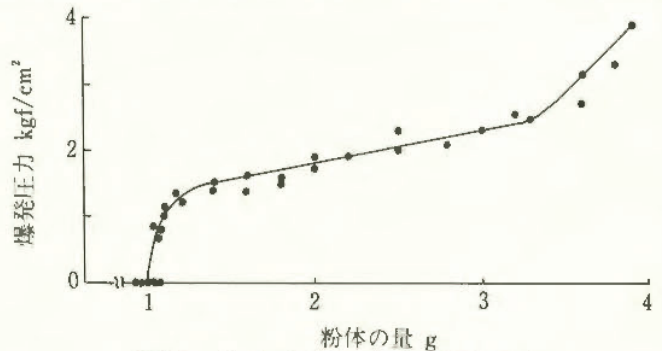


図45 粉体-空気混合物の爆発圧力

水素-空気混合物中に粉体を分散させた場合の粉体量と爆発圧力の関係を図46に示すが、混合ガス中の水素濃度が化学量論組成(30vol.%)よりも大きいか否かによって粉体量の影響は全く異なった。その理由は、ガス化したのちに燃焼する粉体よりも水素のほうに先に燃焼することと、粉体の燃焼に必要な過剰酸素の有無にあると思われる。水素過剰の混合物中では粉体はむしろ熱の吸収体として働くが、酸素過剰の場合には粉体の燃焼による発熱が爆発圧力の増大に寄与する結果となる。水素濃度が30%以上では、粉体の添加により昇圧速度が増大することはなかったが、酸素過剰の混合ガス(水素20%)中に粉体を分散させたときには、最大昇圧速度が混合ガスだけの爆発の場合に比して最高で約1.4倍に達した。

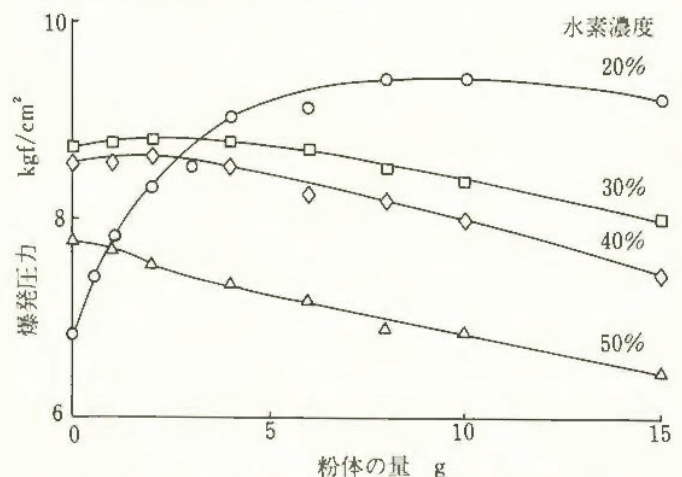


図46 可燃性ガス-粉体-空気混合物の爆発圧力

衝撃波管による粉じんの発火遅れの測定

化学研究部 松井英憲

1. 研究目的

可燃性粉体の発火特性は、従来、電気炉、高温気流などを用いて測定されているが、装置依存性が強く、発火温度や発火遅れ時間などは一義的に定まらないことが知られている。衝撃波管を用いると、試料を断熱的に、瞬時に2500℃以上まで加熱することができるので、ほとんどの可燃物について、理想的な条件で発火特性の測定が可能である。

本研究では、主として安全衛生法上の危険物である金属粉じんについて、衝撃波管を用いて、発火遅れなどの発火特性を測定し、他の方法（消防法の可燃性固体に対する小ガス炎着火試験、粉じんの爆発特性を測定するHartmann試験）で得られた危険特性と比較検討することによって、可燃性粉体の爆発危険性を総合的に評価することを目的としている。

2. 研究方法

実験に用いた衝撃波管の概略を図47に示す。

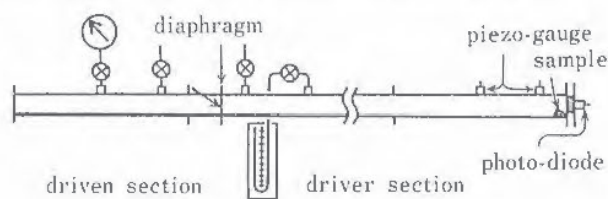


図47 衝撃波管の概略

衝撃波管は、断面25×30mmの矩形管で、高圧部の長さ1.2m、低圧部の長さ3.3mである。低圧部の管壁にはピエゾ圧力素子を取り付け、管終端部での入射衝撃波速度を測定した。低圧部の管端にはガラス板を介してフォトダイオードを取り付け、粉体の発火遅れを測定した。試料20mgを秤量し、管端近くに置いて実験に供した。動作ガスには乾燥空気を用いたが、一部の実験では、高圧部駆動ガスとしてHe-空気混合ガスを用いた。高圧部の圧力は最高10kg/cm²、低圧部被駆動空気圧は10~120Torrとした。反射衝撃波背後の温度T₃は、入射衝撃波速度から衝撃波関係式によって算出した。

3. 研究結果

ダイアフラム（トレーシングペーパー）を撃針で突くことにより、ダイアフラムが破裂して衝撃波が低圧部を進行する。管端に置かれた粉体試料は、入射衝撃波によって分散され、その直後反射衝撃波によって瞬時に断熱的に均一に加熱される。このとき反射衝撃波背後では、流れがせき止められてほとんど静止状態になっている。又、高温の持続時間は5ms程度と推定され、ほぼ均質な着火過程が期待できる。

衝撃波管で得られる発火遅れ(τ)は、粉体の種類、粒径、試料量、反射衝撃波背後の温度T₃、圧力P₃及び酸素濃度などの影響を受けるものと考えられる。図48にいくつかの金属粉体について、空気を駆動ガスにした場合の発火遅れτをT₃の逆数に対してプロットした結果を示す。この図から以下の実験式が得られる。

$$\text{Ti}(<20\mu\text{m}) : \tau = 0.6420 \exp(4557/(RT_3)) \text{ms}$$

$$\text{amorphous-Si} : \tau = 0.0224 \exp(7962/(RT_3)) \text{ms}$$

$$\text{Fe-Nd}(<50\mu\text{m}) : \tau = 0.0420 \exp(6034/(RT_3)) \text{ms}$$

見かけの活性化エネルギーはそれぞれ、4.6, 8.0, 6.0 kcal/molとなる。Rは気体定数で1.986kcal/(mol·K)である。これら三つの金属粉は、いずれも1,000K以下で発火し、小ガス炎着火試験においては10s以内に着火した。又Hartmann試験においても火炎伝播を生じた。粉じん爆発の危険性が大きいとされているMg, Al粉については、衝撃波管では、1,000K以下で発火せず、He-空気混合ガスを駆動ガスに用いた場合の1,000K以上の温度で発火した。小ガス炎着火試験では、Al粉は着火せず、Hartmann試験では、粒径が150μm以上になるとMg粉でも火炎伝播しなかった。Fe粉及びZn粉については、衝撃波管では1,000K以上で発火が認められるが、小ガス炎着火試験、Hartmann試験共に着火せず、火炎伝播も生じなかった。これらの結果から、衝撃波管法では、ほとんどの金属粉の発火危険性の評価が可能で、粒径、試料量の影響を受けないなどの利点がある事が分かった。

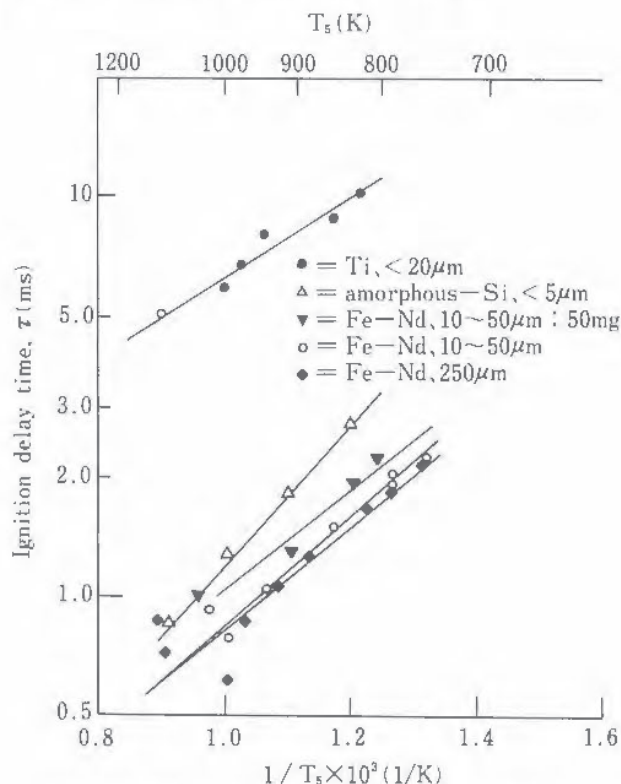
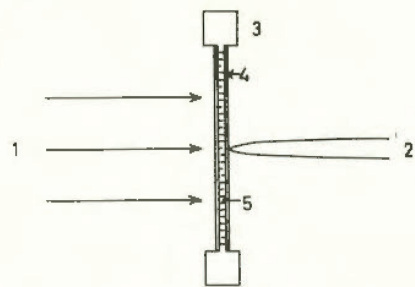


図48 金属粉の発火遅れ（反射衝撃波着火、P₃=0.4~1.2kg/cm² abs.）

1. 序言

本研究の直接の目的は熱の三定数（他に比熱，熱伝導率がある）の一つである熱拡散率につき，特にその測定例の少ない液体を対象に，静岡大学工学部荒木信幸教授によって考案された原理に基づき，真空理工機に製作させた，測定装置に関する測定技術を確立しようとするものであるが，本研究の本来の目的は，液状化学薬品類の輸送貯蔵保管時の爆発火災事故防止のための温度管理上重要なデータとなるそれらの限界発火温度を算出する際に必要な各種液体の熱拡散率を測定することである。

2. 原理



1. 光線；2. 熱電対；3. 容器フレーム；4. 金メッキステンレススチール板；5. 試料液体

図49 液体用熱拡散率測定系の概要

図49に示したように，各々金メッキを施した，同じ厚さの，二枚の薄いステンレススチール板（SUS304製，板の直径：各3cm，厚さ：0.01, 0.0125, 0.015, 0.018cmの4種）からなるサンドイッチ式薄層容器に試料液体（液層の厚さ：約0.1cm）を納め，一方の表面に1kWの電球を光源とする光を一定時間（7秒を標準とする）照射した時の裏面の温度上昇曲線を，同じく裏面に溶接された径0.01cmの熱電対とデジタルメモリを用いて記録し，のちこれをペン書きレコーダに出力させ，ついで特定の時刻 t_1 及び t_2 ($t_2/t_1 = 2$) における昇温幅の比 V_3 を記録紙上で測定する。この際，試料液層を基準とした（見掛けの）フーリエ数 Fo_2 は V_3 の関数なので，上記の荒木教授によって既に用意されている数表から相当する Fo_2 値を求めることができる。さらに，この際，

$$Fo_2 = \alpha_2' \times (t_1/l_2^2) \dots\dots(1)$$

ここに， α_2' ：実際は二枚の金属板を含む三層からなる伝熱媒質を試料液体のみからなると仮定して求められる見掛けの熱拡散率

- t_1 : 昇温途中の特定時刻
- l_2 : 液層の厚さ

なる関係が成立するので，これに基づき，4種の板厚の異なる容器毎に見掛けの α_2' 値を求め，ついで次節で述べるプロット法により液体の真の熱拡散率 (α_2 値) を求めることができる。

3. 実際の測定法

上述のように，サンドイッチ式薄層容器について得られる昇温幅の比 V_3 から見掛けのフーリエ数，つまりは熱拡散率 α_2' を求める場合，実際には二枚の金属板が存在するから， α_2' は α_2 値より常に小さく求まることとなる。そこで l_3 (金属板の厚さ， l_1 に同じ) を数種変えつつ各々 $1/\alpha_2'$ 値を求め，これらを l_3/l_2 値に対してプロットした後， $l_3 \rightarrow 0$ に $1/\alpha_2'$ 値を外挿することにより (図50参照)，液体単層の熱拡散率，すなわち α_2 値が得られることとなる。

4. 結果

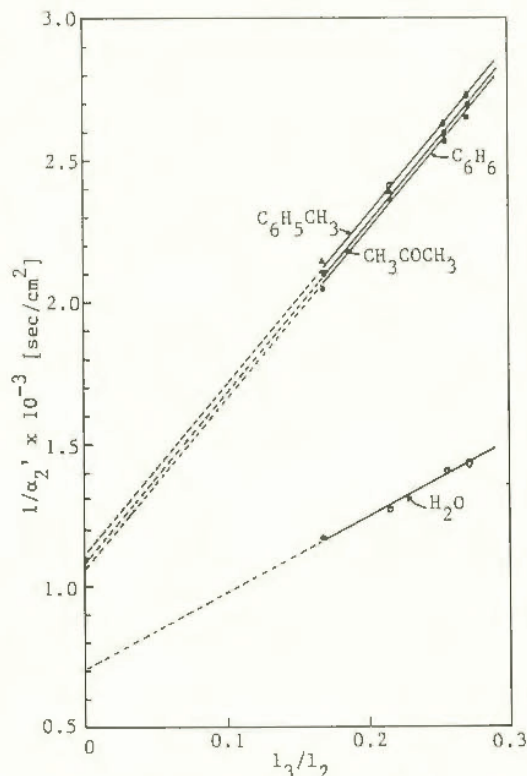


図50 α_2 値を求めるための外挿プロット

純水，アセトン，ベンゼン，トルエンについての熱拡散率の測定結果を図50に示す。いずれについても，25℃，1気圧における文献値（上記の順に， 1.43×10^{-3} ， 9.23×10^{-4} ， 9.39×10^{-4} ， 8.99×10^{-4} [cm^2/sec]) に比して10%以内の誤差範囲内にある値が得られている。

5. 結言

本装置は200℃までの高温に試料を保持しつつその熱拡散率を測定することが可能なので，今後，融点以上の温度において発熱を開始し発火に至るような性質をもつ TNT の限界発火温度を算出するために，熔融 TNT の熱拡散率を測定することを計画している。

熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係
—高周波誘導加熱装置による反応性物質の熱分解—

化学研究部 安藤隆之, 森崎 繁

1. はじめに

近年, 化学工業において, いわゆるファイン化への指向が強まっており, 取り扱い物質の熱危険性の事前の把握が不十分であったために生じた事故の割合が増大している。本研究は, このような事故を防止するために, 化学物質の熱分解反応過程における中間生成物と化学構造との関係を解明し, その物質の熱分解機構については熱危険性を推定, 予測することを目的としている。ここでは, 反応性物質を高周波誘導加熱装置(キューリーポイントパイロライザ: CPP)により熱分解させ, 分解生成物をGC-MS(ガスクロマトグラフ-質量分析計)で分析することを旨とし, CPP-GC-MS法の熱分解生成物分析手法としての適用の可能性を検討した結果を報告する。

2. 実験方法

対象とした反応性物質は, 先にDSCとARCによる熱分解特性と加圧分解炉(AC)-MS及びDSC-GC-MSによる熱分解生成物の分析結果を報告したニトロフェニル酢酸(NPA)の*o*-, *m*-, 及び*p*-各異性体である。

CPPによってNPAを熱分解させ, 生成物をオンカラムでGC-MS装置に導入して分析し, 熱分解温度による生成物の変化及び異性体による生成物の相違について検討した。CPPは, 日本分析工業(株)製のJHP-3型装置を用いた。ホイルの投入は, 同社製のバイオプローブBP-3によって行なった。これは, 用いた試料が芳香族ニトロ化合物であって, 通常試料導入法では誘導加熱を行なう前に保温炉内で試料が蒸発して失われてしまうためである。GC-MS測定には, (株)島津製作所製のQP-1000A型装置を用いた。GCのカラム充填剤にはOV-17(2%, カラム長1m)を用いた。

3. 実験結果

図51 aは, *o*-NPAを315℃のホイルで熱分解させたときのTIC(トータルイオンクロマトグラム)である。主生成物は二酸化炭素及びニトロトルエンであり, その他にホルムアニリド, ニトロベンズアルデヒド, ニトロベンジルアルコールの生成が認められる。また, 図51 bは, 460℃のホイルを用いたときのTICでありニトロベンズアルデヒドとニトロベンジルアルコールが観測されなくなっている。図53 aは*p*-NPAを315℃のホイルで熱分解させたときのTICであり, *o*-異性体の場合と同様に二酸化炭素及びニトロトルエンが主生成物となっているが, ニトロベンズアルデヒドとニトロ

ベンジルアルコールの生成は認められていない。図52 a, bはそれぞれ*m*-NPAを315℃, 460℃のホイルで分解させたものであり, *o*-, *p*-各異性体と違いニトロトルエンの生成が認められていない。

以上の結果と先に報告したAC-MS法及びDSC-GC-MS法による分解生成物の分析結果とを比較すると, AC-MSでは気体状のみ, DSC-GC-MSでは液体状・固体状の生成物のみしか分析できなかったのに対し, ここで報告したCPP-GC-MS法では, 気体状, 液体状及び固体状の生成物のいずれをも同時に分析できることが明らかとなった。

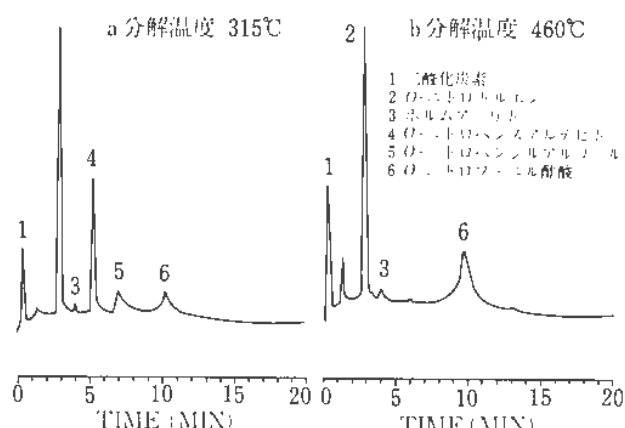


図51 *o*-NPAの熱分解生成物のトータルイオンクロマトグラム

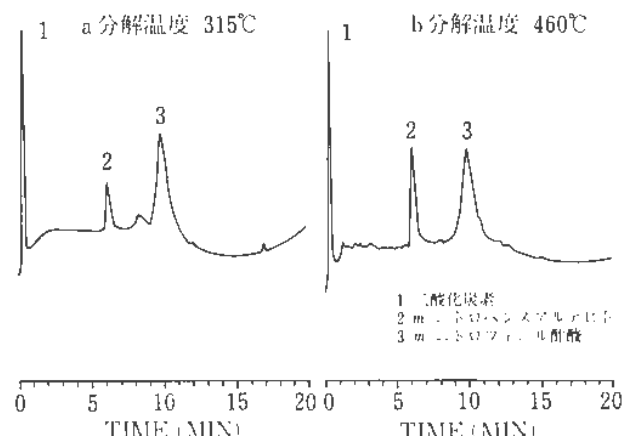


図52 *m*-NPAの熱分解生成物のトータルイオンクロマトグラム

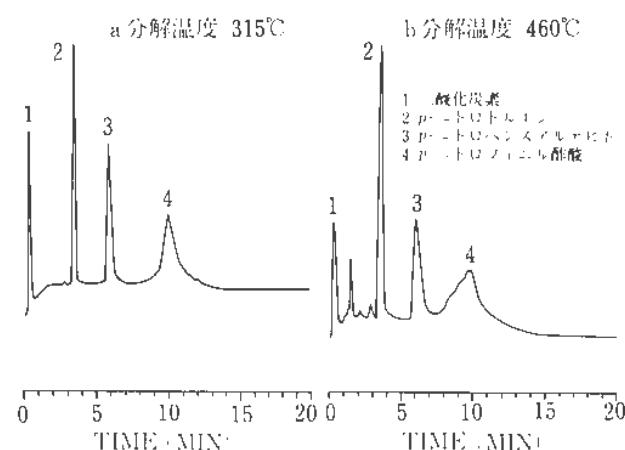


図53 *p*-NPAの熱分解生成物のトータルイオンクロマトグラム

自触媒分解反応において生成する触媒作用を持つ中間体の追跡

化学研究部 藤本康弘, 安藤隆之
森崎 繁

目的

自触媒反応による熱分解反応は、生成物が出発物質の分解反応を加速することから、通常の熱分解反応よりも危険性が大きい。そこで自触媒熱分解反応による災害の防止を目的として、その反応機構を明らかにして化学構造別に特徴づけることを試みている。

実験方法

自触媒分解反応の判定

ある反応が自触媒的に分解しているかどうかの判定は、暴走反応測定装置 (ARC) による断熱状態での熱分解速度を用いた行った。

赤外分光光度計による分解過程の測定

フーリエ変換赤外分光光度計に加熱装置を取りつけて試料を70℃に加熱し、拡散反射スペクトルの測定から各官能基の時間変化を調べた。

実験結果

測定試料は、ラウロイルパーオキシド (LPO) を用いた。この化合物は酸により触媒されて分解反応をおこすことが知られており、酸を触媒とする自触媒反応が予測された。

まず、ARCによる断熱条件での熱分解試験から、この分解反応は反応次数 $n = 1$ の自触媒分解を起こすと推定される (図54)。

次に、LPOを70℃に加熱し、官能基の吸収強度の変化を調べた。

その結果、反応初期ではパーオキシド (1816cm^{-1} , 1788cm^{-1}) の吸収の減少に伴って 1560cm^{-1} の吸収の増加が見られ、その後エステル (1740cm^{-1}) の吸収および脂肪酸 (1704cm^{-1}) の吸収が増加してきた。反応後期では 1560cm^{-1} の吸収はもはや増加せず逆に減少しはじめている (図55)。

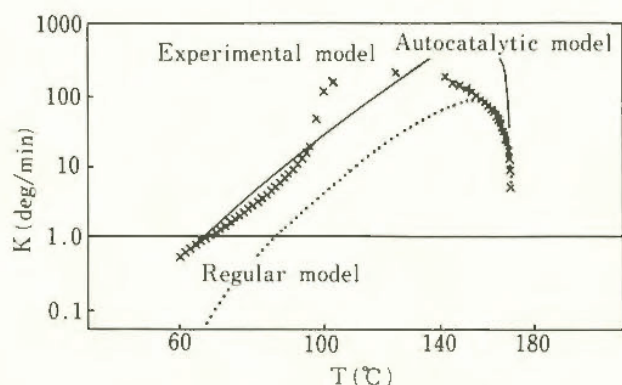


図54 ARCの実験結果

この結果について、 1560cm^{-1} の吸収を始めはカルボキシルラジカルから生成した脂肪酸が解離してできたカルボン酸アニオンと推定し、酸による自触媒反応の経路を推定していたが、アニオンの前駆体となる脂肪酸に由来する吸収 1704cm^{-1} の増加の時間変化が 1560cm^{-1} の時間変化と対応せず、むしろエステルの変化と対応していることから脂肪酸はラジカルから直接生成するのではなく、エステルを経由していると考えた方がより自然である。そうだとすると、 1560cm^{-1} の吸収は、脂肪酸アニオンとは考えにくい。また、有名な分解様式として転位による炭酸エステルの生成とその分解によるエステルの生成のメカニズムがあるが、炭酸エステルの吸収が確認できないこと (たまたまパーオキシドの吸収と重なってしまっている可能性は否定できないが)、 1560cm^{-1} の吸収の説明ができない等の不備がある。ここではひとつの可能性として、パーオキシドのホモリシスで生成したカルボキシルラジカルが、個々の寿命は短くとも、70℃程度の反応温度では平均的にかんりの量存在している為に赤外吸収で観測されたのではないかと考えた。

以上から推定される LPO の分解機構は図56に示した通りで、特にこの内2の過程ではラジカルが自触媒的に働いていることがわかる。

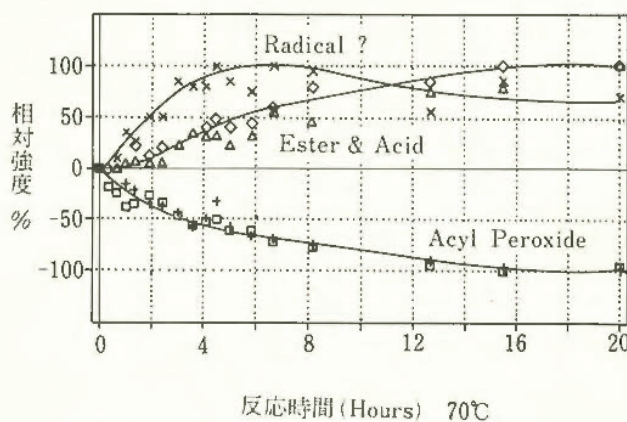


図55 赤外分光光度計の実験結果

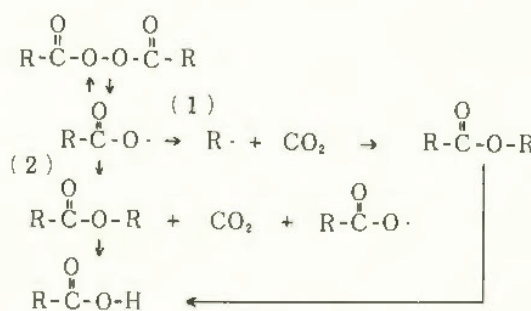


図56 分解経路の推定

新素材物質の爆発火災災害の防止に関する特別研究
 ー新素材物質の分解危険性の評価ー
 (希土類金属ー含ハロゲン溶媒混合系の発火危険性)

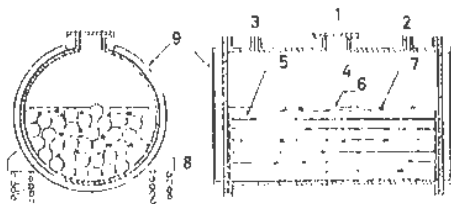
化学研究部 安藤隆之, 琴寄 崇

1. 序 言

「新素材物質の分解危険性の評価」なる実行テーマは、標題に掲げたように、実際には「希土類金属ー含ハロゲン溶媒混合系の発火危険性」なる内容で実施した。本課題は、希土類元素(金属)に属するネオジム(以下, Nd)と鉄からなる合金をフロン113($\text{CCl}_2\text{F}-\text{CClF}_2$)という含ハロゲン溶媒中で粉碎中、爆発事故が生じた事例に鑑み、希土類元素の各々と四塩化炭素(代表的含ハロゲン溶媒として採用, 以下, CCl_4)の混合物を主な測定対象として、それぞれ熱分析(密封セルDSC)と摩擦感度試験を実施したものである。本報においては、上記事故の原因を考察する上に参考となるよう、希土類金属のうち特にNdの発火性を中心に、得られた幾つかの知見を報告することとする。

なお、希土類とは、Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Luからなる、すべて3Aに属する、17元素のグループをいい、最近各種電磁気材料、原子炉材料用素材として利用されるようになっている金属様物質である。危険性については、文献にて塩素系溶媒との接触を禁忌している元素が多いが、それらの実態について報告している例はほとんどない。この状況が今回本研究をとり上げた背景となっている。

2. 事故の概要



- 1. 原料投入口；2. 窒素ガス入口；3. 窒素ガス出口；4. 窒素ガス；5. 粉碎用鉄棒；6. フロン113；7. 合金；8. 振動源；9. 冷却水ジャケット

図57 振動ミルの構造

振動ミル(図57、内容積94l)を用いてFe 20%ーNd 80%からなる合金塊を粉碎しようとした。作業の安全化を図るために、振動ミルの外側を水冷するほか、内部空間を窒素置換し、さらに粉碎媒体として不燃性溶媒であるフロン113を用いてから粉碎を開始したところ、約1時間後にミルが突然爆発した。

3. 本事例につき実験的に確認したい点

a) Ndに CCl_4 を加えて摩擦すると発火するであろうか。

b) Ndに CCl_4 を加えて熱したときの発熱性状はどのようなものであろうか。また、Ndの酸化発熱性状はどのようなものであろうか。

4. 実験及び結果

a) BAM式摩擦感度試験機を用いて、Ndのみ(すなわち空気共存下)の場合及びNdに CCl_4 を加えた場合につき、摩擦感度をみたところ、いずれの場合にも、粉末状Ndが摩擦により薄く延伸されて金属光沢をもつ新しい面が生じることが観察されたのみで、発火はみられなかった。JIS規格の標準条件程度の摩擦強度では少量のNd試料の発火をもたらす程の摩擦熱は生じないのであろう。

b) Nd 3~4 mgを基準量として、これに必要な応じて CCl_4 等を加えて、密封セルDSCを行った。その結果を図58に示す。Ndに CCl_4 を加えて密封した試料系に

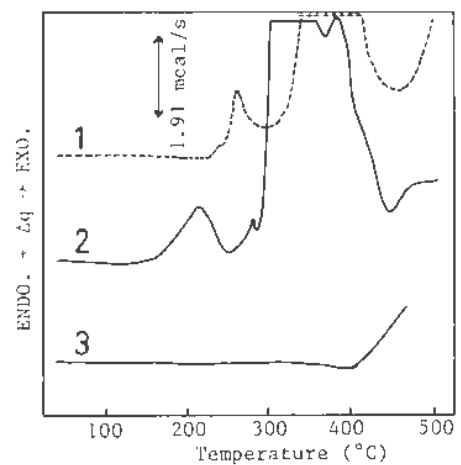


図58 ネオジムの発熱性状

おいては230℃付近から発熱反応が生ずることがみられる(曲線1)。ところが、(Nd+NdCl₃+CCl₄)系においては、約120℃と、NdCl₃が存在しない場合より110Kも低い温度において発熱を開始することがわかる(曲線2)。一方、Ndの酸化発熱性をみるために、空気と共に密封して加熱したところ、Ndはずっと高温の400℃付近になってようやく酸化反応を開始することがわかった(曲線3)。

5. 結 言

本事例によく似たケースとして、各種金属材料を塩素系溶媒中で処理中往々にして爆発事故を生ずることが知られているが、この種の事故をもたらす反応機構として、長時間経過後にまず当該金属の塩素化物が生じた後、これが触媒となって含塩素溶媒が分解しやすくなり、金属の塩素化反応が爆発的に進行するに至ることが既に報告されている。本研究において得られた実験的知見もまたこのことを裏付けているといえよう。振動ミルによる摩擦効果のために金属組織の新しい活性化された面が生じたこともハロゲン化反応の促進に寄与したことであろう。

化学発光からみた絶縁材料の劣化特性 —ケミルミ装置による活性化エネルギーの測定—

電気研究部 市川健二

1. 研究目的

絶縁材料が経年劣化を起こす要因の一つに酸化劣化がある。酸化劣化は熱や紫外線等によって促進されるため、材料の劣化評価の方法に材料を加熱して加速劣化させ高温下での寿命を求め、熱寿命式 ($\ln T_r = E/RT + \text{定数}$) から低い温度での寿命を外挿する方法がある。これには個々の物質の活性化エネルギー E を知る必要があるが、材料の劣化反応は高温側と低温側で主となる反応に違いがあり、活性化エネルギーも高温側と低温側で違いがあるといわれる。

そこで、ケミルミ装置（極微弱発光計測装置）を用いて比較的低い温度での活性化エネルギーを物質が固体の状態に測定したので、以下に報告する。

2. 実験装置及び方法

ケミルミ装置は物質が酸化反応過程で生じる発光量を高感度の光電子増倍管で測定する装置である。発光は大部分試料表面から放出されるため、測定に当たっては試料の表面積を一定にする必要がある。また、本装置は試料が置かれる雰囲気と温度を自由に変わることができる。

実験は、高圧活線作業で使用される電気用ゴム手袋の平らな部分から $3 \times 3 \text{ cm}^2$ の試料（天然ゴム、物質名：イソプレン）を作り、これをケミルミ装置の試料セルに入れ、セルの温度を室温（20℃）から170℃まで20℃ごとに設定して、各温度での発光量を測定した。また、試料セル内の雰囲気として空気、酸素又は窒素の場合について行った。なお、発光量の単位には、測定温度が比較的低い20～100℃付近の場合は10秒当りの平均発光量で、測定温度が80～150℃付近の場合は1秒当りの平均発光量で示した。

3. 実験結果

図59は測定温度が20～100℃付近までの、図60は測定温度が80～150℃付近までの発光量を絶対温度の逆数で示した結果である。

試料の置かれた雰囲気の違いによって発光量に差が現れること、特に試料の周囲に酸素が多く存在した方が発光量が増す結果が得られた。これは炭化水素系の主な発光種が励起状態のカルボニル基 (RO^*) であるといわれるが、試料周囲に過剰の酸素が存在すると、イソプレンの二重結合が熱や光で切れて生じたラジカル基 (R^*) が酸素と化合して過酸化ラジカル基 (ROO^*) を生成し、この過酸化ラジカル基の2分子が反応しあって励起カルボニル基を多く生じる結果と

考えられる。発光はこの励起カルボニル基が安定する際に光を出すために起こる。

発光量が酸化劣化度に比例すると考えられるため、このグラフで得られる直線の勾配から物質の活性化エネルギーを求めることができる。その結果は温度が比較的低い領域での活性化エネルギーは8～16kcal/mol、温度が比較的高い領域でのそれは19kcal/molであった。

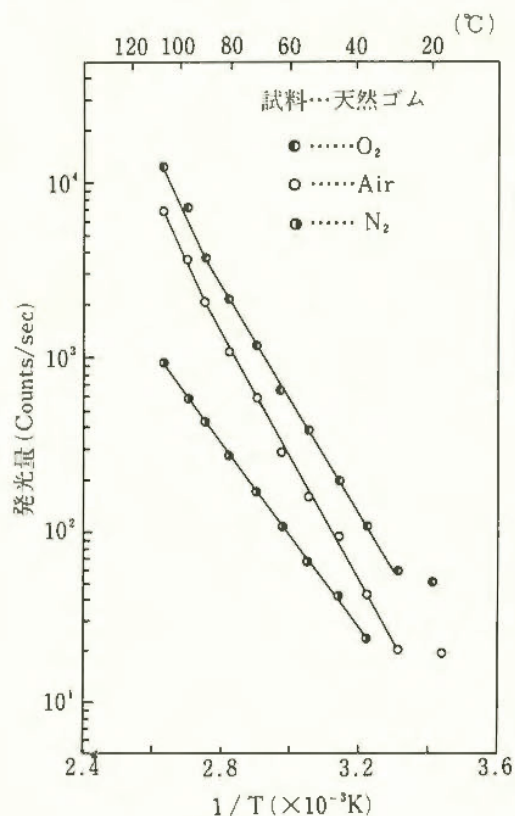


図59 40～90℃領域での発光量のアレニウスプロット

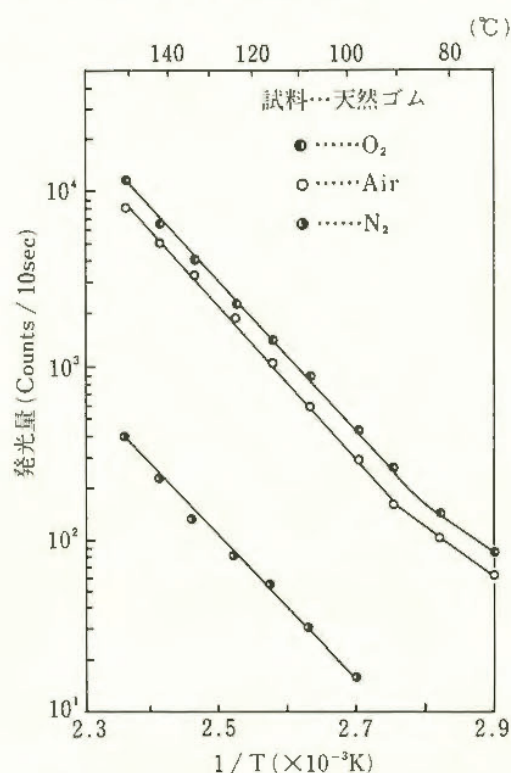


図60 90～150℃での発光量のアレニウスプロット

水中電撃の可随限界に関する考察

電気研究部 山野英記, 本山建雄

1. はしがき

水中電撃の生体に対する影響については実験データが少なく、陸上の安全基準に断定的な安全係数を適用する等が行われている。本研究は、ウサギを用いた水中電撃の実験によって、直接的に、けいれんの発生限界を求め、けいれん発生に関するより合理的な判定基準を得ることを目的としている。

既に年報（1988年度）において、水中の均一電界による電撃の可随限界（随意運動の可能な限界）について報告したが、その後詳細な検討を行った結果、限界値が変化することとなったので、あらためて報告する。

2. 実験と結果の検討

図61に実験方法の概要を示す。すなわち、水槽の塩水中にウサギを入れ、通電して、けいれん発生の有無を監視した。一回の暴露試験は20分で、試験と試験の間に10分の休息時間を置き、電界を増加させて試験を繰り返す。印加電圧は50Hzの正弦波交流であった。

けいれんが生じないかどうかは、観察のみでなく、各試験の始め、中頃、終わりの3回以上、引き伸ばし・開放、すなわちウサギの左上肢と右下肢をつかんで通電方向に引き伸ばし、手を放すという方法で、確認を行った。この方法はけいれんを誘発しやすい。

(1) 麻酔薬の影響 ウサギの毛をバリカンで刈るときに使用した麻酔薬（ネンプタル注射液）は抗けいれん作用も有することが知られている（実験は、注射後3.3時間～34日で、言うまでもなくウサギの麻酔は覚めている）。検討の結果、①けいれんの発生限界に影響するその他の因子に比較して「1日前麻酔薬注射（三つの実験）」の影響は大きいこと。②これらのデータを採用すると発生限界の平均と分散は増加すること、③可随限界となる累積頻度0.5%の点は減少することなどが分かった。可随限界の減少は安全側の

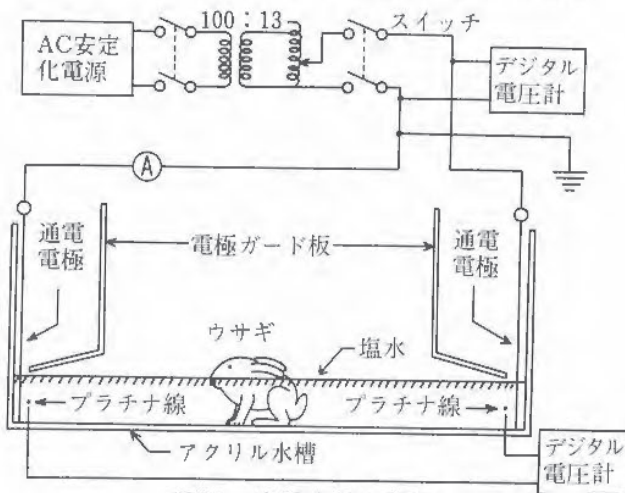


図61 実験方法の概要

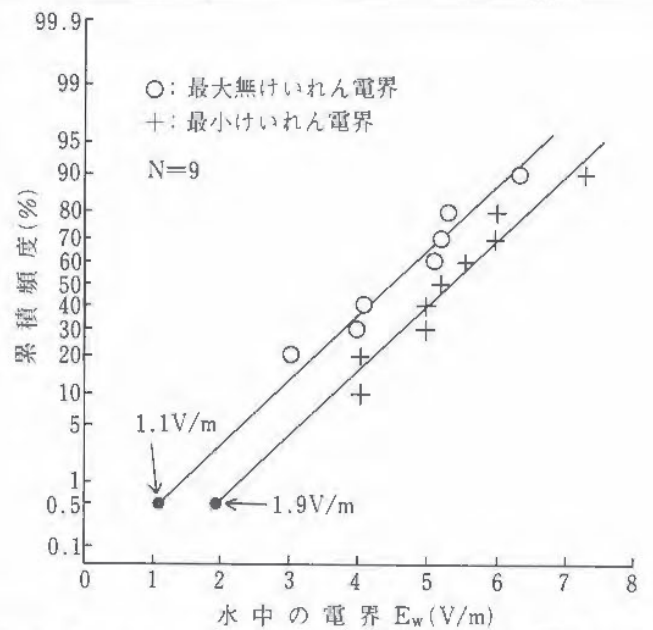


図62 最大無けいれん電界及び最小けいれん電界の累積頻度分布（正規確率紙）

誤差となるので、上の影響は容認することにした。

(2) 実験結果の区分 短時間の軽い下肢の伸びは、当初から電撃の効果とは思われたが、運動に対する支障が小さかったことから「可随」に区分された。しかし、支障の大小を区別する客観的な基準のないこと、少しの条件の違いでけいれんの程度が変わる可能性のあることなどのため、観察された下肢等の伸びはすべて「けいれん」とし、実験結果の区分をやり直した。やり直した結果、データの平均や0.5%分位点はともに少しだけ減少した。

図62に、再検討の結果得られた個体の最大無けいれん電界及び最小けいれん電界の累積頻度分布曲線（直線）を示す。これによれば、最大無けいれん電界及び最小けいれん電界の0.5%分位点は1.1及び1.9V/mとなり、母集団に対するけいれんの不発生限界（または可随限界）は、1.1～1.9（およそ1～2）V/mの値と考えることができる。これは、生体不在のときの、水中の電界である。

本実験は測定度数が小さいが、以前に行ったウサギの下肢強直の実験、2.5V/mに対する長時間暴露の実験、Smootたちの人間の下肢不随に関する実験等のデータと対照しても、上の値の不相当は認められなかった。

3. むすび

可随限界は、より小さい導電率、または異なる周波数の場合、上と同程度以上のレベルであるが、身体と並列のバイパスが余り小さい場合は減少することがある。すなわち、水がない場合は約0.7V/m（Smootたちの、生体の電界で表わした限界）程度までの減少がありうる。本稿の可随限界は、少なくとも暫定的に人間に適用可能と考えられる。

高周波電気回路の開離火花特性の解明

—開離速度が非常に小さい場合—

電気研究部 本山建雄

1. 研究目的

高周波技術の進展と共に高周波医療機器，ウエルダ，制御機器など高周波電気回路を有する電気機器が増大している。最近では大容量のものも製作が可能になっており，電流も増える傾向にある。これらの電気機器は可燃性ガス雰囲気中においても使用されており，今後，断線や開閉器の開離時の電気火花によってガスに着火する可能性が大きくなると考えられる。このような背景から，本研究では，高周波電気回路（10 kHz～1 MHz，100 V以下，2 A以下）の開離時に生じる電気火花が可燃性ガスに着火する危険限界を明らかにし，高周波電気回路を有する防爆電気機器を設計するための基礎資料を得ることを目的としている。

ここでは，まず，開離火花特性の解明を目的として開離速度が小さい条件において放電現象（放電電圧・電流波形）の観測を行ったので，その結果について報告する。

2. 実験方法

実験は図63に示すような回路（抵抗回路）において，回路の一部に設けた電極を開離させ，そのときの放電現象を観測する方法で行った。

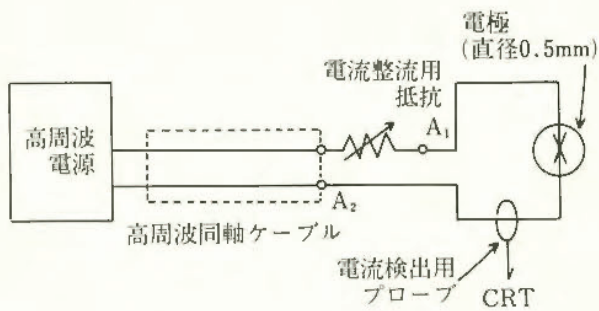


図63 実験回路

開離する電極は一对の銅線（直径0.5mm）からなる。これをキャリパー外側マイクロメータの固定部分と可動部分に固定し，シンクロナスマータでマイクロメータを駆動させ，電極を開離した。このときの開離速度は約 $8.3 \mu\text{m/s}$ である。電源の周波数は，1，10，100，500kHz及び1 MHzとし，回路の開離前の電流，開離後の電極間の電圧は，（1 A，20 V），（2 A，20 V）及び（1 A，40 V）の3種類とした。放電電圧波形は図63のA₁，A₂間の電圧を，放電電流波形は電流プローブを使用し，デジタルオシロスコープを用いて観測した。

3. 実験結果

測定結果の一例として，放電電圧波形，放電電流波形を図64に示す。これらを図64のように直線で近似し，その平均 $l_a (= (l_{a1} + l_{a2}) / 2)$ ， V_a 及び放電の持続時間 $(t_e - t_s)$ からエネルギー $(l_a \cdot V_a \cdot (t_e - t_s))$ を求め，周波数との関係で示すと，図65のようになる。なお，図65のデータは10回の測定値の平均である。また，周波数が500kHz，1 MHzでは，放電時間が短く，誤差を多く含むことから参考データとする。

図65から本実験のように，電極間の電圧が小さい条件のもとで開離速度が小さい場合，周波数が大きくなると放電エネルギーは減少することが判明した。

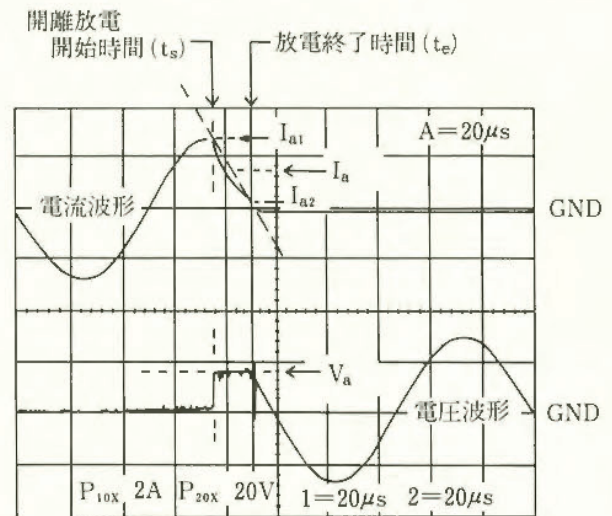


図64 放電電圧波形・放電電流波形の一例
(20 V，2 A，10 kHz)

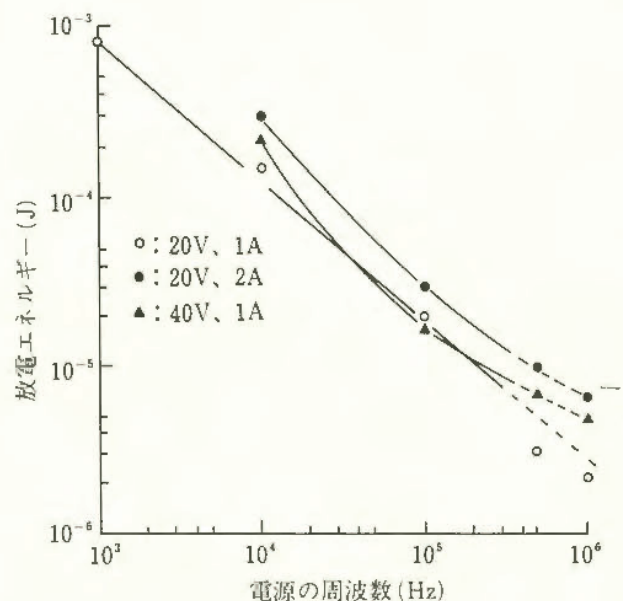


図65 電源の周波数と放電エネルギー

インバータにおける漏電電流の検出

電気研究部 池田博康, 田島泰幸

1. はじめに

動力用インバータの出力電力には高調波が含まれ、インバータ出力側の対地間静電容量やモータの静電容量を介して大きな電流が流れる。その結果、他の機器の誤動作や漏電遮断器の不要動作を引き起こすことがある。この不要動作は漏電遮断器にとって放置できず学会、工業界等で問題になっている。

ここでは、インバータ用漏電遮断器を開発する目的から、インバータ回路における高周波漏電電流について調べたので報告する。

2. 実験方法

実験用の模擬回路モデルは、図66に示すように動力用の汎用インバータ（PWM制御方式、運転周波数0.5~400Hz）、モータ（三相200V誘導形）負荷からなり、インバータ出力側は対地間静電容量Cと地絡抵抗Rが自由に設定できるようになっている。ここでC、Rについては、100mの配線を考慮して $C=0.01\sim 0.1\mu F$ 、人体のインピーダンス約 500Ω を考慮して $R=0.5\sim 10k\Omega$ とした。

3. 漏電電流測定結果

一般に漏電遮断器は、回路の零相電流すなわち漏電電流 i_g を検知するものである。したがって、ここでもそれを電流プローブで測定した。その結果、地絡抵抗のみを流れる地絡電流はパルス状の断続波形で、その包絡線はほぼ商用周波数であるものの、静電容量のみを流れる充電電流はスパイク状の不規則な電流波形で、高周波成分が極めて大きかった。また、それぞれのスペクトラム分析をすると、地絡電流のみの場合は商用周波数成分をピークとして高周波成分がほぼ規則的に分布しているのに対し、充電電流を含む漏電電流の場合は商用周波数より広帯域で、しかも高レベルに分布していることが判明した。

一般に漏電電流 i_g はそれら両者の和として観測され、漏電遮断器の不要動作を防止するにはそれらを弁

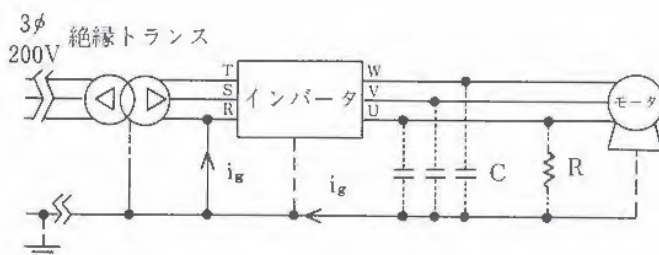


図66 模擬回路の等価回路モデル

別しなければならない。このため商用周波数付近の成分に着目して、地絡抵抗と静電容量によるものそれぞれの電流の関係を調べた。図67, 68はその結果の一例で、インバータの運転周波数が34.5Hzの場合は、 $C=0.1\mu F$ であると漏洩電流の値が高感度形漏電遮断器の感度電流の上限（30mA）を越えていた。また、この値は $R=2k\Omega$ の地絡電流とほぼ同レベルであり、商用周波数付近の成分だけでは両者の弁別が困難であると判断された。

4. 結論

インバータを使用した回路の漏電電流には多くの高周波成分があり、零相電流の検出では回路の浮遊容量が大きい場合に限界のあることが判明した。また、これに伴い、高周波成分を含む電流が人体に流れた場合の電撃危険という新しい検討課題が顕在化した。

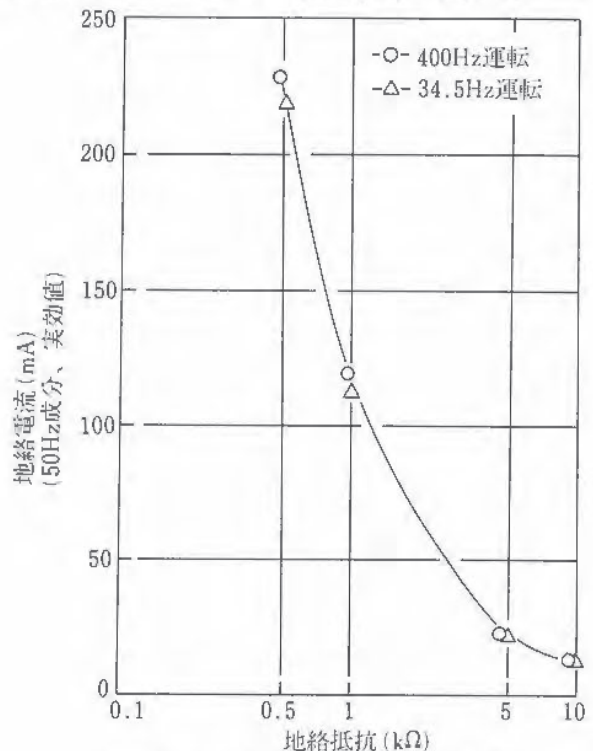


図67 地絡抵抗と地絡電流の関係

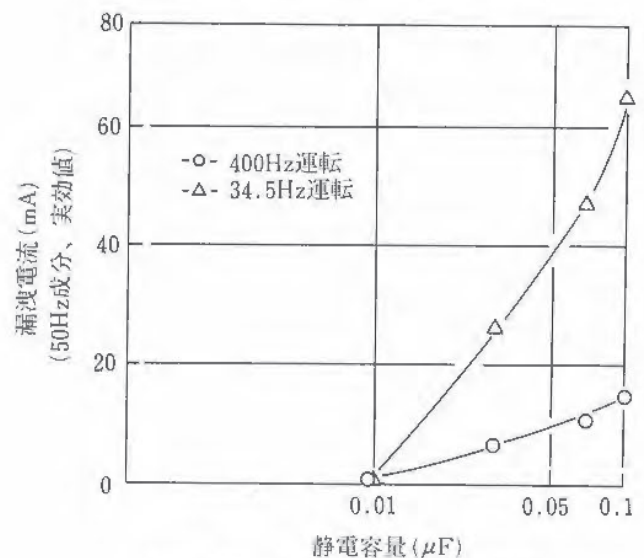


図68 静電容量と漏洩電流の関係

静電気による粒子状物質の環境への飛散防止に関する研究 — 粒径増大と飛散抑制効果 —

電気研究部 田島泰幸, 児玉 勉
山隈繁蔵

1. 研究目的

生産工程で発生するオイルミスト, プラスチック粉塵等の粒子状物質の飛散は, 工場内の安全衛生面の問題のみならず, 環境汚染, 資源浪費にもつながる大きな問題である。そこで静電気の電気力学的作用を応用した省エネルギー, 低コスト型の粒子状物質の飛散防止及び回収技術を開発すべく研究を進めている。ここではその基礎資料を得るために行ったコロナ放電によるミストの除去効果及びマトリクス型電極による飛散抑制特性に関する実験の結果を報告する。

2. 実験方法

図69はコロナ放電によるミストの除去効果を調べるために用いた実験装置の概要である。容積約0.5m³の透明塩化ビニル製チャンバーに試料液体(フョグリキッド)をミスト化して充満させたのち, 内部に展張した直径0.6mmの裸導線に高電圧を印加してコロナ放電を発生させ, ミストの濃度変化及び粒度分布を粒径分析器より測定した。

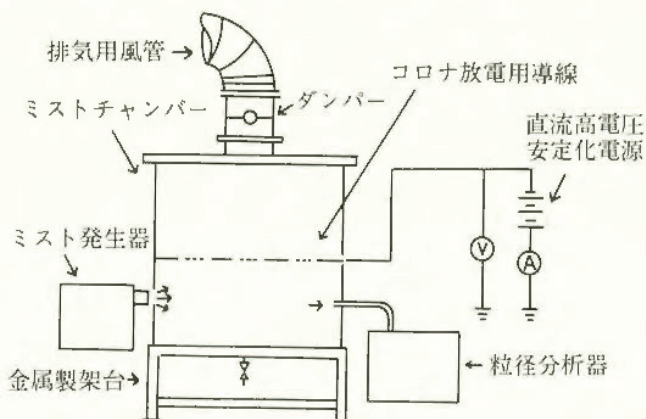


図69 コロナ放電によるミスト除去実験装置の概要

図70はマトリクス型電極の概念図である。マトリクス型電極をアクリル製のダクトの途中に設置して, これに交流高電圧を

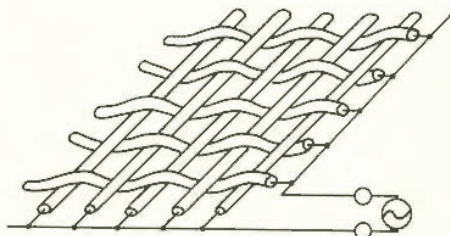


図70 マトリクス型電極の概念図

印加し, その前後でのミスト濃度及び粒度分布を粒径分析器により測定した。

3. 実験結果

直流コロナ放電によるミストの除去効果は図71に示すとおりで, コロナ開始電圧(約10kV)より大きい電

圧を印加すると, コロナ荷電されたミストがクーロン力により壁方向へ運ばれるため, ミスト除去効果が高まり, その効果は印加電圧が高いほど大きい。ただし, 印加電圧が-40kVを超えると, 電圧印加直後にグレーディエント力で電極に吸引されて結露したミストの一部が電極の静電振動や静電霧化によりサブミクロン粒子となって再飛散する現象が観測された。この結果から, コロナ放電型飛散抑制装置の運転電圧に関する特性が明らかとなった。

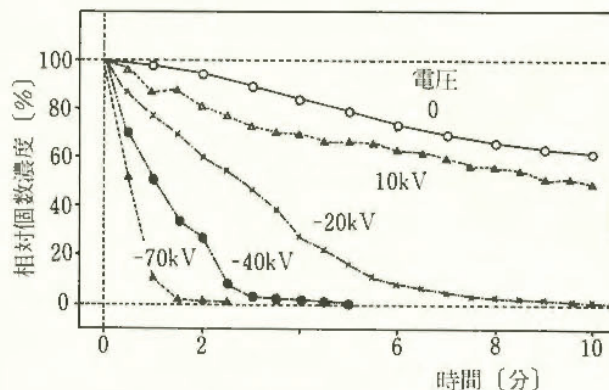


図71 コロナ放電によるミストの除去特性

マトリクス型電極に50Hzの交流高電圧を印加したときの帯電ミストの阻止特性は図72に示すとおりで, ミスト阻止効果に対しては風速の影響が大きく, 風速が速くなると効果が悪化する。なお, ミストの阻止効果は一般に印加電圧が高くなるほど向上したが, 印加電圧の大きさは電極の絶縁被覆の耐電圧特性により制限される。ミストの阻止特性は静電凝集効果や飛散防止効果と関係するので, この結果からマトリクス型電極によるミスト飛散防止効果の限界が明らかとなった。

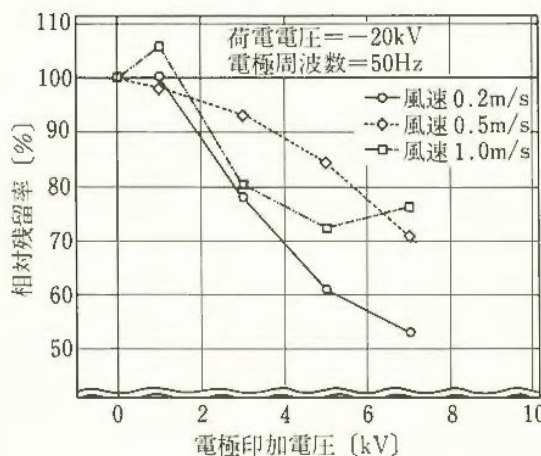


図72 マトリクス型電極によるミストの阻止特性

固液攪拌帯電における粉体の性状等の影響

電気研究部 児玉 勉

1. はじめに

化学工業などで多く行われる粉体と液体の攪拌、混合操作では、固液攪拌により多量の静電気が発生するので、液体が絶縁性の高い有機溶剤であると、静電気放電が着火源となって火災や爆発を引き起こすおそれがある。本研究は、固液攪拌による帯電の定量化と、帯電危険防止を目的とするものであり、ここでは代表的な帯電要因である粉体の粒径、形状等の性状及び混合濃度が帯電に及ぼす影響を実験調査した結果の概要を述べる。

2. 実験方法

実験に使用した攪拌容器は内径310mm、深さ315mmのステンレス製円筒タンクであり、これに試料を16.2l（深さ215mm）入れて、翼長75mm、翼幅15mm、翼数4、翼板傾斜角90度の回転パドル型翼で攪拌した。液体の帯電量は攪拌容器の上蓋に静電界測定器を設定して測定した。試験液体は灯油（導電率0.1 pS/m）を用い、粉体はガラス粉とガラスビーズを用いた。ガラス粉はSiO₂を主成分とする比重2.5のソーダガラス原料（フリット）をボールミルで粉砕したものであり、これをふるい分けして7種の粒径範囲の試料を作成した。ガラスビーズはほぼ真球状の基準粉体で、比重2.5のソーダ石灰・シリケートガラスと比重4.2のチタン・バリウム系ガラスの2種類を用いた。なお、1回の実験の攪拌時間は30分、停止時間は30分とした。

3. 研究結果

固液攪拌による帯電の時間変化を観察すると、攪拌の初期に帯電が大きく上昇したのち徐々にある大きさへと飽和し、攪拌を停止すると初めに大きく変化しピーク値に達したのち緩やかに減少する傾向を一般に示す。図73はガラス粉を混合した場合の攪拌中の帯電

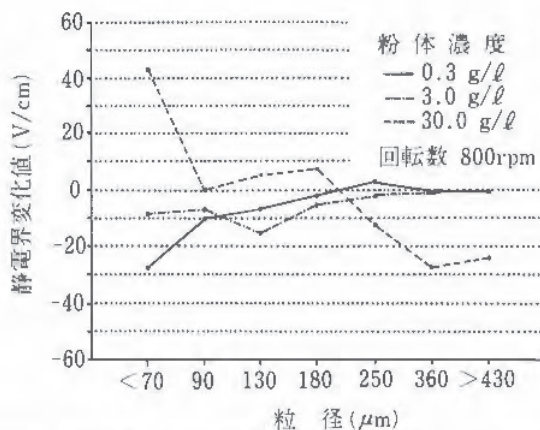


図74 攪拌停止後の帯電変化測定結果（ガラス粉）

量（停止直前の静電界値）の測定結果であり、帯電量及び帯電極性は粉体の粒径や濃度により影響される。なお、図の粒径は分布の中心の概略値である。粉体濃度が高い場合は、粒径が小さいときと大きいときにそれぞれ逆極性の大きな帯電を示し、中間の粒径ではほとんど帯電しない傾向となる。一方濃度が低い場合は、攪拌により液中に分散しやすい微小粒径だけが大きな帯電を示す。攪拌停止後の帯電変化（停止後の静電界ピーク値と停止直前の値の差）も、図74に示すようにこれらの傾向とほぼ一致する。ただし濃度が高い場合は、攪拌により多量に帯電した粉体が攪拌停止後に沈降することにより帯電変化がもたらされるので、帯電極性が攪拌中の帯電と反対になる。なお粒径が小さい場合は、液体中に分散した多数の微細粒子が沈降するときの液との相対運動に伴う静電気発生（沈降帯電という。）の効果が大きくなるので、濃度が低くても帯電変化が大きくなる。ガラスビーズの測定結果（図75）からは、比重が同じであれば攪拌中の帯電が形状には余り影響されないことが示された。そのほか、チタン・バリウムガラスビーズはソーダガラスビーズと異なり粒径が40μm以下の場合も攪拌中の帯電が大きいことから、比重が影響することが示された。

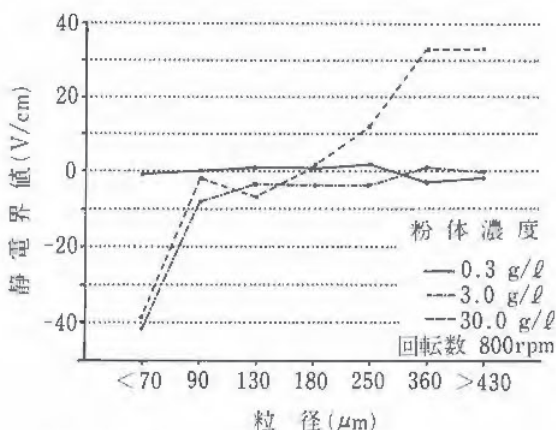


図73 攪拌中の帯電測定結果（ガラス粉）

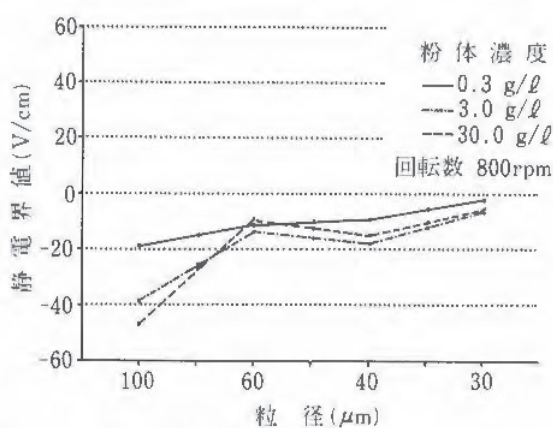


図75 攪拌中の帯電測定結果（ソーダガラスビーズ）

高周波コロナ式静電気除電器から発生する着火性放電の抑制

電気研究部 田島泰幸, 児玉 勉

1. はじめに

高周波高電圧でドライブされるコロナ式静電気除電器（以下単に除電器という）は、数百m/minの高速移動帯電物体の除電に適している。しかし、この除電器が万一異常作動を起こすと、安全なコロナ放電より可燃性物質の着火性放電へ遷移する恐れがある。

ここでは着火放電の抑制技術を開発する目的から着火性放電の発生限界と抑制方法について検討したので、その結果を報告する。

2. 実験

実験によって除電器の異常作動による放電現象を調べると、それはコロナ放電電極への電圧印加方式（電極の電氣的結合方式）に依存していた。これは放電現象をほぼ等価な電気回路モデルに置換し、回路解析を行った結果からも明らかで、これらの結果は、異常作動による着火性放電は電極の結合方式によって相違し、条件によっては抑制できるかも知れないことを示唆している。したがって、結合方式による着火性放電発生限界の相違を、電極が静電容量と高抵抗を介して結合されている二つについてそれぞれ調べた。

図76は実験結果の一例で、着火性放電の発生限界（電極への印加電圧 V_p ）は、前者の容量結合の場合静電容量 C_c に大きく依存していた。しかし、後者の高抵抗結合では抵抗値 R_c の依存性が小さいとともに、着火性放電の発生する印加電圧が前者よりも高く、電圧だけで比較すると安全であることが判明した。また、一

連の着火実験からコロナ放電電極にカーボン、シリカ等が付着して汚れると、除電性能が半減することも明らかになった。

一方、コロナ放電から着火性放電への遷移を抑制する目的で、その遷移過程を調べたところ、遷移過程における最も大きな変化量は放電電流の急峻な増大であった（図77参照）。ここではこれに着眼し、遷移過程における放電電流の変化量（増加分）を早期に検出すると同時に、コロナ放電電極に印加している高電圧を遮断することによって着火性放電を抑制する方法について検討した。

図78は放電電流の増加分を検出するために試作した回路で、急峻に増大するパルス電流高周波成分の検出は、センサにホール素子を用いると数百ns以内に検出できる結果を得た。また、高周波高電圧を瞬時に遮断するにはサイリスタ、絶縁ゲートバイポーラトランジスタで電位を零にするのが有効で、以上の制御をすれば着火性放電が抑制できる見通しを得た。

3. むすび

高周波コロナ式除電器の異常作動による着火性放電の抑制方法について検討し、以下の結果が得られた。

- 1) 着火性放電の発生はコロナ放電電極の結合方式に依存する。また、除電性能は放電電極が汚れると半減する。
- 2) 着火性放電は、コロナ放電からそれへの遷移を、例えばホール素子によって早期に検出し、電極に印加している高電圧をサイリスタ等によって瞬時に零電位にすれば抑制できる。

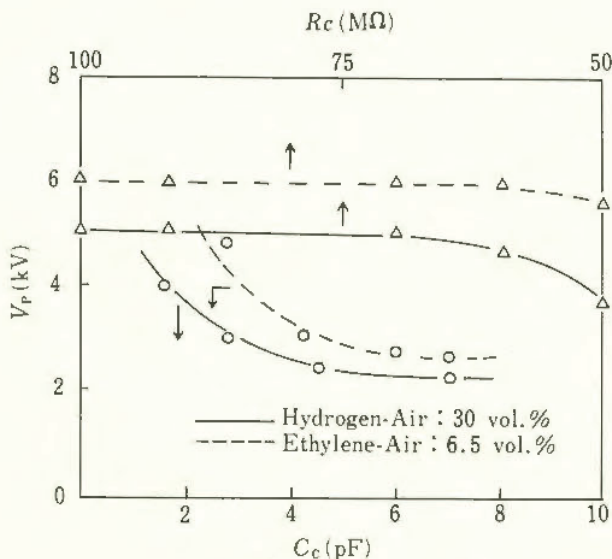


図76 着火性放電の発生限界

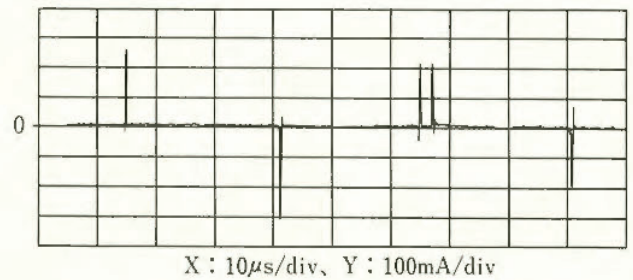


図77 異常作動による放電電流の変化

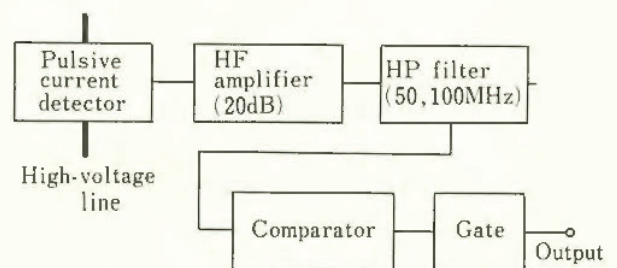


図78 パルス電流検出回路の構成

静電気放電ノイズがME機器に及ぼす影響

電気研究部 富田 一, 田島泰幸

1. 研究目的

産業用ロボットを始めとしたME機器は、静電気放電(ESD)を始めとした電磁ノイズに脆弱である。しかし、電磁ノイズ発生源であるESDは非常に高速の単発現象であるため、現在の測定技術ではよく測定できず、放電にともなって発生する電磁ノイズの伝搬特性、この電磁ノイズがME機器に及ぼす影響についても十分に解明されていない。

本研究では、ESDによるME機器への典型的な電磁障害(EMI)をモデル化し、このモデルを用いたME機器へのEMIについてシミュレーションを試みたので、以下その概要について報告する。

2. 研究方法

ESDによる電磁ノイズ伝搬特性の数値解析のための準備として、ダイポールにモデル化したESDによる電磁界の式を求めた。同式及び実験により求めた放電電流を用いて、電磁ノイズの伝搬特性を数値解析によって検討した。また、この電磁ノイズの影響を受けるME機器の電子回路をループアンテナにモデル化し、ESDによる電磁ノイズがME機器に及ぼす影響について考察した。

3. 研究結果

図79に、精度は低い実験により求めたESDの放電電流波形を示す。放電開始と同時に複雑に変化しながら急峻に立ち上がった後、振動を伴いながら指数関数的に減衰している。これら放電電流のピーク値と放電開始電圧との関係を見ると、放電開始電圧(V_0)が高くなると共にそのピーク値も大きくなる傾向であった。

図79に示した放電電流による電磁ノイズについて、各電磁界成分の時間変化を見ると図80に示す結果が得られた。放電開始時の複雑な変化に伴い、振幅の大きな放射電磁界の発生がみられる。これらの電磁界各成分の距離依存性をみると、放電発生源から距離(R)が30cm以内では、静電界、放電発生源より1.5m程度以上離れると放射電磁界が支配的となる傾向であった。

次に、この電磁ノイズがME機器をモデル化したループアンテナに誘起するノイズレベルの距離依存性(図81参照)をみると、放電発生源より1m離れた位置で5V程度のノイズの計算結果が得られ、ESDによるノイズの脅威が示唆された。

4. むすび

ESDによる電磁ノイズの伝搬特性及び電磁ノイズがME機器へ及ぼす影響の数値解析を行い、おもに次のような結果を得た。

(1) ESD発生時に、ピーク電流数百A程度の超高周波成分をともなった電流が流れるため、それによる振動幅の大きな電磁ノイズが発生、放射される。

(2) 電磁ノイズの距離依存性については、放電発生源から30cm以内では静電界、1.5m以上では放射電磁界が支配的となる。

(3) ESD発生源からの距離が約1m以上になると、電磁ノイズレベルは帯電電圧、放電電流の2階微分、ループアンテナに相当する回路の面積、ESD発生源からの距離によって推定できる。

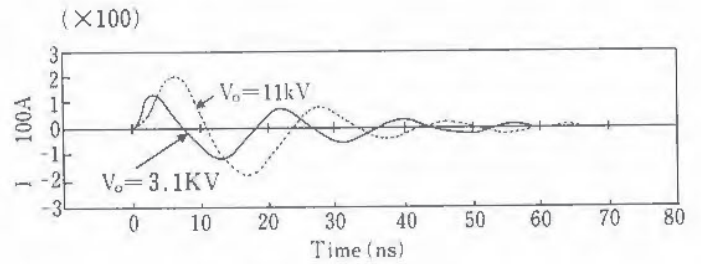


図79 放電電流波形

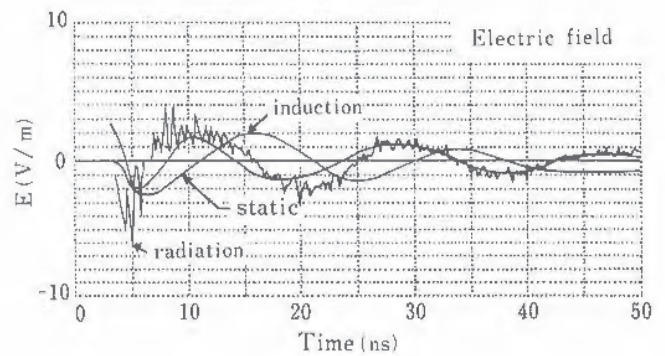


図80 放電に伴って発生する電磁ノイズの時間変化 (帯電電圧=3.1kV, R=1m)

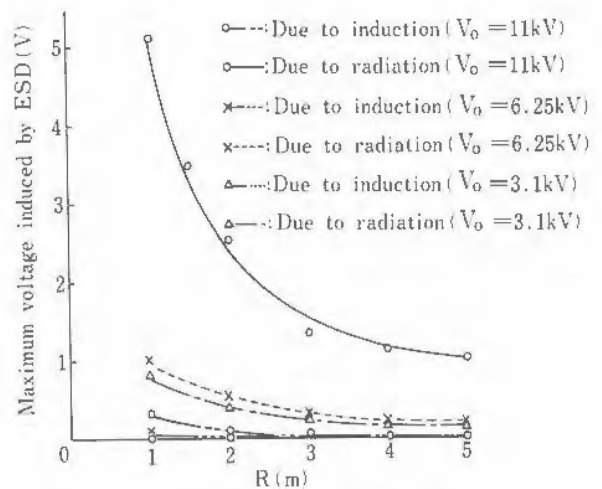


図81 誘導電圧の距離依存性

2.3 研究成果の発表

1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
1. 破壊力学による荷役用チェーンの強度評価	産業安全研究所報告 RIIS-RR-88	橋 内 良 雄
2. 知能移動ロボット制御の基本設計	同 上	佐 藤 吉 信
3. 災害発生時間分布に関する研究(4)	同 上	花 安 繁 郎
4. 災害事例検索データベースシステム“SAFE” の試行開発(第2報)	同 上	鈴 木 芳 美
5. アジ化ナトリウムの熱安定性	同 上	前 田 繁 郎
6. 爆発放散口に関する研究(第4報)	同 上	花 安 繁 隆
7. 密閉容器中における粉じん爆発に及ぼす乱れの 効果	同 上	安 藤 本 康 弘
8. 水中電撃防止方法の検討-接地した金網による 漏電電流の遮へい効果-	同 上	安 藤 本 隆 之
反応性物質の製造工程における危険性評価に関する 特別研究	産業安全研究所特別報告 RIIS-SRR-88	森 崎 年 繁
反応性物質の DSC データ集(第2集)	産業安全研究所技術安全資料 RIIS-SD-89	森 崎 年 隆
ガス溶接・切断作業用乾式安全器指針	産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-89-1	森 崎 英 繁
機械設備等における電気絶縁材料の劣化防止に関する 研究	平成元年度海洋開発調査研究 報告書	松 井 川 健 二
建設工事用小型機械(コンクリートカッター)の低 騒音化に関する研究	平成元年度環境庁調査研究報 告書	橋 前 内 良 雄
静電気による粒子状物質の環境への飛散防止に関する 研究	同 上	吉 田 久 悦 二
溶接継手の疲労き裂伝ばのフラクトグラフィ	材料 vol. 38, No. 428	江 田 川 島 泰 幸
労働災害調査資料のデータベース化	安全工学 vol. 28, No. 4	児 橋 玉 内 良 雄
機械の自動化における安全対策の基本的考え方	機械学会 RC83 研究成果報告 書	橘 吉 久 悦 二
建設工事における労働災害の統計分析と安全性評価 A-CモデルとMORTによる安全保証システム	同 上	鈴 木 芳 美
ロボットにおける潜在危険制御系の構成原理と概念 設計法について	同 上	前 田 川 壯 一
高齢者の問題	同 上	花 安 繁 郎
20リットル反応容器による反応暴走実験	安全工学 vol. 28, No. 5	佐 藤 吉 信
		永 田 久 雄
		林 年 宏

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
フラクトグラフィと破壊力学を用いた破損解析法とその実際	材料試験技術 vol. 35, No. 1	橋 内 良 雄
逐次確率比検定法による労働災害発生率の統計評価に関する研究	土木学会論文集 第409号, VI-11	花 安 繁 郎 他 機 関 共 同
人間-ロボット系の安全性評価 (第6報, 移動ロボットにおける潜在危険制御系の構成について)	日本機械学会論文集 vol. 55, No. 518	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
電気災害防止のための作業安全のあり方と法的背景	生産と電気 vol. 41, No. 8	市 川 健 二
転倒事故と歩行	労働の科学 vol. 45, No. 3	永 田 久 雄
Shield Effect of Electrically Conductive Materials against Electromagnetic Waves Radiated by Electrostatic Discharges	Proceedings of EOS/ESD, ESO-11, 1989	Y. Tabata et. al
電磁ノイズによる産業用ロボット等の誤動作とその安全対策	EMC vol. 2, No. 6	桑 川 壯 一
感電災害の現状と防止対策	電気技術, vol. 34, No. 11	市 川 健 二
電気事故防止対策	電気と保安, No. 267	市 川 健 二
ロボット環境と安全性-責任技術としてのフェールセーフ	自動化技術 vol. 22, No. 1	杉 本 旭 梅 崎 重 夫
セミコンの限界発火条件式	安全工学, vol. 29, No. 3	琴 寄 崇
Malfunctions of High Impedance Circuits Caused by Electrostatic Discharges	J. Electrostatics vol. 24, No. 2, 1990	Y. Tabata H. Tomita
変動荷重を受けるHT80鋼溶接継手の疲労き裂伝播挙動の評価	日本機械学会論文集, A編 vol. 56, No. 523	橋 内 良 雄 吉 久 悦 二
最近の爆発・火災災害の発生状況と問題点	災害の研究, 日本損害保険協会 vol. 20	森 崎 繁

2) 口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
$\tan \delta$ の周波数及び温度特性からみた天然ゴムの劣化診断(I)	電気学会全国大会	1.4.3	市 川 健 二
高齢者の安全問題	電子情報通信学会 安全性時限研究会	4.5	永 田 久 雄
ISO-7731 マスクト・スレッシュオールドからみた日本の工場内騒音に関する研究	人間工学会	4.12	江 川 義 之
ロボット制御システムのフェールセーフと信頼性設計	第33回システム制御情報学会	5.18	佐 藤 吉 信
工場内における電子警告音の評価及び適用	日本経営工学会	5.21	江 川 義 之
産業用ロボットの安全性	日本機械学会, ロボティクス部会	6.3	佐 藤 吉 信
静電気放電特性と放射電磁ノイズのスペクトラム分布の相関性	電気学会, 電子計測調査研究会	6.15	田 島 泰 幸
変動荷重下の溶接継手の疲労き裂進展挙動	第19回安全工学シンポジウム	7.6	吉 久 悦 二 橋 内 良 雄
騒音環境場における警告音設定に関する研究-マスクング・スレッシュオールドの設定法について-	同 上	7.6	江 川 義 之

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
労働災害情報検索システムについて	第19回安全工学シンポジウム	7.7	鈴木 芳美 前田 繁郎 花安 隆之 安藤 繁之 花安 繁之 杉本 旭
我が国の労働災害統計の推移	同 上	7.7	
ヒューマンエラーを考慮した安全システムの決定性	同 上	7.7	杉本 旭
鉄筋コンクリート柱の座屈強度に関する一考察	同 上	7.7	大 嶋 勝 利
足場の安全性に関する研究その8-コンクリート圧送時に足場に作用する荷重等の実測-	同 上	7.7	河 尻 義 正 小 川 勝 教 堀 井 宣 幸 豊 沢 康 男
ねじり単純せん断における砂の変形・強度特性	同 上	7.7	豊 沢 康 男 堀 井 宣 幸
遠心模型実験によるカオリン粘土の自重圧密特性等について	同 上	7.7	豊 沢 康 男 堀 井 宣 幸
土砂崩壊による労働災害の調査分析	同 上	7.7	豊 沢 康 男 堀 井 宣 幸
密閉容器中の粉じん爆発に及ぼす乱れの効果	同 上	7.7	松 田 東 栄
移動用ロボットの潜在危険制御システムの構成	同 上	7.7	佐 藤 吉 信
雑音による誤り防止を配慮したロボットの安全装置	同 上	7.7	他 機 関 共 同 杉 本 旭
フェールセーフ・オン・ディレーの構成	同 上	7.7	他 機 関 共 同 桑 川 壯 一 杉 本 旭 他 機 関 共 同
微細砥粒砥石の疲れ強さに関する一実験	砥粒加工学会	7.27	桑 川 壯 一
人工知能自立型交通システムの基本安全設計	アーバン・インフラ・テクノロジー推進会議	9.28	佐 藤 吉 信
靴の安全性について-滑りやすい歩行面での靴の防滑性能評価の基本について	第3回靴医学研究会	9.30	永 田 久 雄
パイプサポート式型枠支保工に作用する荷重の実測	日本建築学会	10.10	小 川 勝 教 河 尻 義 正
ポジティブクラッチプレスの安全装置に関する一考案	日本機械学会第67回全国大会	10.14	桑 川 壯 一
安全システムにおける電磁リレーの決定性	同 上	10.15	杉 本 旭 池 田 博 康 深 谷 潔
安全とヒューマンエラー	同 上	10.15	深 谷 潔 杉 本 旭
橋梁工事の型枠支保工に用いるブラケットについての研究その2 アンカーボルトの摩擦力および破断強度について	土木学会第44回年次学術講演会	10.16	大 嶋 勝 利 小 川 勝 教 河 尻 義 正
被害規模を考慮した労働災害の発生時間数の分布について	同 上	10.17	花 安 繁 郎
労働災害情報のデータベース化の試み(第2報)	同 上	10.18	鈴木 芳美 前田 繁郎 花安 隆之
コロナ式除電器からの異常放電による可燃性ガスへの着火危険	静電気学会全国大会	10.18	田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
固液攪はん混合時の帯電要因(Ⅰ)	同 上	10.18	児 玉 勉 幸 田 島 泰 幸

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
コロナ式除電器から発生する着火性放電の制御	静電気学会全国大会	10.19	田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
容量結合型コロナ式除電器の特性	同 上	10.19	田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
高周波誘導加熱装置による反応性物質の熱分解	平成元年度工業火薬協会 秋季大会	10.24	安 藤 隆 之 森 崎 繁 之
警告音を妨害する工場内騒音のマスク・スレッシュホールドに関する研究	計測自動制御学会	10.26	江 川 義 之
フェールセーフなON/OFFディレイ要素の安全システムへの適用	日本ロボット学会第7回 学術講演会	11. 2	糸 川 壯 一 他 機 関 共 同
ソフトウェアによる安全確保の限界について	同 上	11. 2	杉 本 旭
安全性と作業性—安全性技術による作業性の改善—	同 上	11. 2	深 谷 潔
無人搬送車に適用した超音波パルスレーダ型センサの性能評価	同 上	11. 3	杉 本 旭 糸 川 壯 一 梅 崎 重 夫 他 機 関 共 同
安全性評価指標に関する一考案	同 上	11. 3	糸 川 壯 一 杉 本 旭 他 機 関 共 同
荷ずれ処理用マニピュレタの操作性	同 上	11. 3	杉 本 旭 池 田 博 康 他 機 関 共 同
ロボットにおけるコンプライアンス空間	同 上	11. 3	池 田 博 康 杉 本 旭
安全制御を目的とするインテリジェントリレーの開発	同 上	11. 3	池 田 博 康 他 機 関 共 同
ロボット作業場の安全化に関する研究	同 上	11. 3	杉 本 旭 清 水 尚 憲 杉 本 旭
雑音による誤り防止を配慮したホールドモニタ	同 上	11. 3	他 機 関 共 同
フェールセーフな安全制御用 IC を用いた光線式センサ	同 上	11. 3	杉 本 旭 他 機 関 共 同
変動荷重を受ける HT80 鋼溶接継手の疲労き裂伝播挙動の評価	日本機械学会講演会	11. 9	橋 内 良 雄 吉 久 悦 二
天井クレーンに作用する実働応力スペクトル	第2回機械・構造物の強度設計、安全性評価に関するシンポジウム	11.20	前 田 豊 橋 内 良 雄 吉 久 悦 二
気体爆ごう波の消炎径	第27回燃焼シンポジウム	12. 4	松 井 英 憲 他 機 関 共 同
あるバッチ処理プラントにおけるヒューマン・エラーバックアップシステムの評価	第22安全工学研究発表会	12. 8	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
DSC データの収集及びその簡単な解析	同 上	12. 8	藤 本 康 弘 安 藤 隆 之 森 崎 繁 之
粉粒体の帯電特性評価装置の試作	同 上	12. 8	田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
静電気放電に伴う電磁ノイズの伝播特性と ME 機器への影響	電子情報通信学会	12.15	冨 田 一 田 島 泰 幸
人間行動におけるヒューマン・エラーの意味	電子情報通信学会安全技術研究会	12.15	深 谷 潔

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
ESD に起因する電磁ノイズと誤動作要因	静電気学会静帯電研究会	2.1.10	田 畠 泰 幸
化学発光からみた絶縁材料の劣化特性	電気学会絶縁材料研究会	2.2	市 川 健 二
ESD によって誘起される電子回路の電磁ノイズ特性	電気学会電子計測調査研究会	2.21	田 畠 泰 幸
自動車におけるヒューマン・エラー・バックアップ・システムの基本構成	日本機械学会	3.13	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
静電気放電に伴う電磁ノイズの特性	静電気学会合同研究会	3.16	田 畠 泰 幸 富 田 一
騒音環境場における警告信号音の設定法	電子情報通信・日本人間工学会	3.16	江 川 義 之

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	期 日	氏 名
Architectonics of Hazard-Control Systems for Robotics	International Conference on Advanced Mechatronics, Tokyo JAPAN	May 23	Y. Sato
Reaction Processes up to Explosion of Chlorinated Aromatic Amines	6th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industry, Oslo Norway	June 21	T. Kotoyori
Development of A Safety Assessment System for Bridge Erection Work	5th International Conference on Structural Safety and Reliability, San Francisco U.S.A	August 8	S. Hanayasu et al.
Principles of Safety	International Conference on Safety, Tokyo Japan	August 25	S. Kumekawa, N. Sugimoto et al.
Statistical Analysis of Occupational Accidents and Safety Performance Evaluation of Workplaces	ditto	ditto	S. Hanayasu
The Methodology of Insuring The Validity of A Slip-Resistance Meter to Evaluate Safety Footwear	ditto	ditto	H. Nagata
The Safety Level of Robots	ditto	ditto	Y. Sato
Assessment of Explosion Characteristics of Hybrid Mixtures	Australian and Japanese Section of The Combustion Institute 1989 Joint Technical Meeting, Sydney Australia	September 6	T. Ando

4) 特許

区 分	出願、登録番号等	発 明 の 名 称	発 明 者
特 許 登 録 " "	特許第1492150号 特許第1500107号 特許第1545562号	マニピュレータの制御方法 塩化アルミニウムの製法 ロボットの可動部に対する異 物近接検知方式	杉 本 旭 駒 宮 功 額 杉 本 旭

第3章 関 連 業 務

3.1 産業安全研究所主催行事

1) 安全技術講演会

産業安全研究所において得られた研究成果は、産業安全研究所研究報告等で発表する一方、学協会等において、誌上、口頭発表により公表しているが、これらとは別に毎年1回安全技術に関する講演会を開催し、研究成果、安全技術の情報提供を行っており、第5回安全技術講演会を平成元年6月22日に、当研究所8階講堂において次の講演題目により実施した。

(1) 最近の静電気災害事例についての一考察	電気研究部主任研究官	児玉 勉
(2) 感電災害防止のための絶縁材料の劣化予測	電気研究部主任研究官	市川 健二
(3) クレーン用ワイアロープの破断事例と問題点	機械研究部主任研究官	田中 正清
(4) 機械部品及び構造部材の損傷事例の原因分析	機械研究部研究部長	橋内 良雄
(5) 建設工事用メッシュシートの設計風力係数	土木建築部研究部長	木下 鈞一

2) 産業安全研究体制研究委員会

産業安全研究所においては研究業務を効率的に推進する目的で、学識経験者、企業の安全実務者から構成される標記委員会を設置し、研究体制、課題等について検討を重ねている。平成元年度においては下記委員から構成される「産業安全に関するソフト研究のあり方」に関する研究効率化委員会を設け、計7回の委員会を開催した。

委員長	鈴木 喜久	東京都立科学技術大学管理工学科教授
委員	稲垣 敏之	筑波大学情報工学系助教授
	関根 和義	横浜国立大学物質工学科助教授
	広瀬 通孝	東京大学工学部産業機械工学科助教授
	三角 義明	同和火災海上保険(株)首都圏本部営業部課長

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
千葉労働基準局	CCHI500クローラクレーンのターボスト折損による倒壊事故調査	1.5.31	前 田 豊 橋 内 良 雄 吉 久 悦 二
一宮労働基準監督署	玉掛けワイアロープ破断事故原因に関する鑑定	6.8	田 中 正 清
滋賀労働基準局	60トン・クローラクレーン起伏用ワイアロープの破断調査と原因調査結果の報告	7.10 10.11	田 中 正 清
東京労働基準局	ボール盤のハンドルによる衝撃力の計算に関する証人出廷	7.21	前 田 豊
大阪地方裁判所 岸和田支部	ワイアロープの破断事故の鑑定及び証人出廷	11.21	田 中 正 清
東京労働基準局	日立製作所武蔵工場のシランガス爆発事故調査	12.14	琴 寄 崇 林 年 宏
滋賀労働基準局	35トンクローラ式杭打機起伏用ワイアロープの破断原因調査	2.2.13	田 中 正 清

2) 委員会活動における協力

行政機関等名称	協力事項	氏名
労働省	大規模建設工事計画審査委員会審査委員	前 郁 夫
	同上	木 下 鈞 一
	労働災害防止緊急対策本部部員	前 郁 夫
	産業安全研究所移転検討委員会委員	前 郁 夫
	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	橋 内 良 雄
	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	橋 内 良 雄
	同上	桑 川 壮 一
	同上	杉 本 旭
	重量物精密組立補助ロボット研究開発委員会委員	杉 本 旭
	高齢者向けCNC制御システム研究開発委員会委員	杉 本 旭
	高齢者向けワードプロセッサ研究開発委員会委員	杉 本 旭
	交流アーク溶接機自動電撃防止装置構造規格検討委員会委員	市 川 健 二
	労働災害情報活用システム検討委員会専門委員	花 安 繁 郎
	同上	鈴 木 芳 美
	建設機械等構造規格検討委員会委員	橋 内 良 雄
	クレーン構造規格等検討委員会委員	前 田 豊
	移動式クレーン構造規格等検討委員会委員	前 田 豊
	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
	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員規格検討委員会委員	研 究 員 9 名
	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
有害物質汚染事故対策検討調査委員会委員		森 崎 繁 崇
環境省	UJNR 防火専門部会国内部会委員	琴 寄 郁 夫
	安全専門委員会委員	前 兒 玉 勉
建設省	労働基準監督官採用試験試験専門委員	前 兒 玉 勉
	同上	深 谷 郁 夫
通商産業省	日本工業標準調査会委員	深 谷 郁 夫
	同上	吉 久 悦 二
同上	同上	桑 川 壮 一
	同上臨時委員	前 郁 夫
機械安全無公害化委員会委員	同上	前 郁 夫
	同上	田 島 泰 幸
横浜地方海難審判庁	横浜地方海難審判庁参審員	田 島 泰 幸
	技術パイオニア養成事業推進会議委員	田 島 泰 幸
東京都	技術パイオニア養成先端技術研修部会委員	田 島 泰 幸
	同上	田 島 泰 幸

3) 研修講師派遣等による協力

行政機関等名称	協力事項	年月日	氏名
労働研修所	化学の安全	1.9.2	琴 寄 崇 雄
	電気の安全	9.7	木 山 建 雄
	産業用ロボットの信頼性	9.8	桑 川 壮 一
	同上	9.8	池 田 博 康
	同上	10.18	杉 本 旭 夫
	同上	10.18	梅 崎 重 夫

行政機関等名称	協力事項	年月日	氏名
労働研修所	仮設建造物の強度計算	10.27 11.10	小川勝教
千葉労働基準局	機械設備の安全について	9.22	桑川壮一
愛知労働基準局	ロボットとメカトロ機械の安全対策について	11.17	杉本旭
亀戸労働基準監督署 同上	墜落災害の防止 木材加工用機械による労働災害の防止について プレス災害の防止について	11.22 2.2.23 2.28	河尻義正 佐藤吉信 桑川壮一

4) その他

行政機関等名称	協力事項	年月日
労働省	福島労働大臣、石井政務次官が清瀬実験場に来訪され、研究員に訓話、激励されるとともに実験施設を視察された。なお、当日は野崎労働基準局長、草刈衛生部長が同行された。	1.9.14
科学技術庁	科学技術会議の武安義光議員が安全研究の現状視察のため清瀬実験場に来訪され、前所長が当所の研究を紹介されるとともに実験施設を案内された。	2.2.28

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
安全工学協会	理事 企画委員会委員 安全工学誌編集委員会委員 安全工学研究発表会実行委員会委員 出版委員会委員	前 郁 夫 前 郁 夫 琴 寄 崇 佐 藤 吉 信 佐 藤 吉 信
海洋科学センター 仮設工業会	潜水実験安全性検討委員会委員 認定検査審査委員会委員長 仮設建造物等の承認審査委員会委員 技術委員会委員	本 山 建 雄 木 下 鈞 一 木 下 鈞 一 小 川 勝 教
建設荷役車両安全技術協会	同上	河 尻 義 正
建築業労働災害防止協会	広報委員会委員	江 川 義 之
	地下工事における作業環境対策委員会委員	前 郁 夫
	同上専門部会委員 顕彰基金運営委員会委員 足場の組立・解体等のための安全作業指針作成委員会委員長	鈴 木 芳 美 前 郁 夫 木 下 鈞 一
	同上委員 型わく支保工安全対策委員会委員 同上	小 川 勝 教 木 下 鈞 一 河 尻 義 正

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
建設業労働災害防止協会	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
高圧ガス保安協会	建設技術者安全衛生講座カリキュラム等委員会委員	花 安 繁 郎
鉱業労働災害防止協会	アセチレン容器多孔質物性能試験委員会委員	駒 宮 功 額
	同 上	松 井 英 憲
	さく岩機振動障害対策委員会委員	前 田 川 義 之
	騒音対策委員会委員	江 川 義 正
合板仮設安全技術協会	技術委員会委員	河 尻 本 旭
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	杉 本 旭
	FAシステムの信頼性・安全性の標準化に関する委員会委員	杉 本 旭
産業安全技術協会	防爆関係検定業務打ち合わせ会議委員	市 川 健 二
	プレス機械の本質安全化のための調査研究委員会委員	糸 川 壯 一
	同 上	杉 本 旭
	安全靴技術指針研究委員会委員	永 田 久 雄
	同 上	深 谷 潔
	アセチレンガス溶接作業用乾式安全器技術指針改訂案研究委員会委員	松 井 英 憲
	乾式安全器研究委員会委員長	森 崎 繁 憲
	同上委員	松 井 英 泰 幸
	防爆電気機器の施工方法に関する調査研究委員会委員長	田 島 健 二
	同上委員	市 川 健 泰 幸
	静電気用品構造基準研究委員会委員	田 島 玉 勉
	同 上	児 市 川 健 二
産業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	児 市 川 健 二
首都高速道路技術センター	維持修繕工事の安全管理に関する調査研究委員会委員	前 郁 夫
静電気学会	理事	前 郁 夫
	同 上	田 島 幸 勉
	評議員	児 玉 玉 勉
	編集委員会委員	児 玉 玉 勉
	LPガス等の静電気研究委員会幹事	田 島 幸 勉
	同上委員	田 島 幸 勉
	静電帯電現象研究委員会委員	田 島 幸 勉
	液体帯電現象研究委員会幹事	児 玉 幸 勉
	帯電液滴応用技術研究委員会幹事	児 玉 幸 勉
総合安全工学研究所	参与	駒 宮 功 額
	同 上	田 島 幸 勉
損害保険料率算定会	災害科学研究委員会化学部会委員	森 崎 繁 憲
電気安全関東委員会	幹事会・表彰委員会・PR部会委員	田 島 幸 勉
電気学会	電気・電子計測器の耐ノイズ特性調査専門委員会委員	田 島 幸 勉
	IEC TC78 国内委員会委員	市 川 健 二
	生産設備管理技術委員会1号委員	山 野 英 記
	産業応用部門特別委員会委員	山 野 英 記
	進歩賞特別委員会委員	山 野 英 記
電子情報通信学会	安全技術時限研究専門委員会委員	佐 藤 吉 信
電気学会・電子情報通信学会	誘導調査特別委員会特別参加	市 川 健 二
中央労働災害防止協会	自動生産システム安全設計コースの打ち合わせ会委員	山 野 英 記
	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

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
中央労働災害防止協会	食品包装機械作業の安全対策に関する研究委員会委員 ウォータージェット加工機の安全対策に関する調査研究委員会委員 同上 化学物質の爆発火災防止対策に関する調査研究委員会委員 同上 同上引火性液体小委員会委員 引火性液体の爆発防止対策に関する調査研究委員会委員 静電塗装作業における安全対策調査研究委員会委員 「アーク溶接作業の安全」改訂検討委員会委員	深 谷 潔 川 壯 一 桑 悦 二 吉 久 悦 二 森 崎 英 憲 憲 松 井 英 英 憲 憲 松 井 英 英 憲 憲 松 井 英 英 憲 憲 田 幸 幸 幸 市 健 健 二 川 壯 壯 一 前 川 郁 夫 郎 花 安 安 郎 花 安 安 郎 前 崎 寄 繁 郎 森 寄 寄 豊 琴 寄 寄 繁 駒 宮 功 崇 琴 寄 寄 額 琴 寄 寄 崇 森 寄 寄 崇 松 井 英 憲 夫 前 郁 夫 旭 杉 本 本 幸 田 本 本 郎 花 安 安 幸 田 安 安 夫 前 郁 夫 夫
砥粒加工学会 土木学会	砥粒加工学会理事 トンネル工学委員会委員 論文集編集委員会論文査読委員 構造工学委員会構造物安全性連絡小委員会委員	市 壯 一 前 川 郁 夫 郎 花 安 安 郎 花 安 安 郎
日本圧力容器研究会議 日本化学会 日本火災学会	データ収集委員会委員 防災専門委員 理事 化学火災委員会委員 同上 学術委員会委員	前 崎 寄 繁 郎 森 寄 寄 豊 琴 寄 寄 繁 駒 宮 功 崇 琴 寄 寄 額 琴 寄 寄 崇 森 寄 寄 崇 松 井 英 憲 夫 前 郁 夫 旭 杉 本 本 幸 田 本 本 郎 花 安 安 幸 田 安 安 夫 前 郁 夫 夫
日本ガス協会 日本学会議	プレパージ風量技術検討委員会委員 同上 安全工学研究連絡会議委員 同上 第20回安全工学シンポジウム実行委員会委員 同上 環境工学研究連絡会議委員	森 寄 寄 崇 松 井 英 憲 夫 前 郁 夫 旭 杉 本 本 幸 田 本 本 郎 花 安 安 幸 田 安 安 夫 前 郁 夫 夫
日本機械学会	RC83 人間-機械類システムの定量的、定性的表示法調査研究分科委員 同上幹事 企画運営部会所属材料力学部門運営委員会委員 第二出版部会校閲委員	田 中 正 清 橋 内 良 雄 橋 内 良 雄 橋 内 良 雄 梅 崎 重 夫 桑 川 壯 一 梅 崎 重 夫 前 郁 夫 夫 橋 内 良 雄 田 前 島 幸 夫 前 前 田 豊 豊 前 前 田 豊 豊 前 田 中 正 清 田 中 正 清 田 中 正 清 田 中 正 清 河 中 正 清 河 中 正 清 河 中 正 清 河 中 正 清
日本機械工業連合会	材料開発専門委員会委員 米国職業安全保健法（OSHA）研究分科会委員 新機械安全対策専門委員会委員 米国労働安全衛生法調査専門委員会委員	橋 内 良 雄 橋 内 良 雄 梅 崎 重 夫 桑 川 壯 一 梅 崎 重 夫
日本クレーン協会	技術審議会委員 同上 同上 広報委員会委員 クレーン編集委員会委員 移動式クレーン委員会委員 移動式クレーンの操作レバー分科会委員 クレーン委員会幹事 ワイヤロープ委員会委員 つり具委員会委員 エレベータ委員会委員 ゴンドラ委員会委員 「コンドラ操作」改訂委員会委員 クレーン委員会耐振設計分科会委員	前 郁 夫 夫 橋 内 良 雄 田 前 島 幸 夫 前 前 田 豊 豊 前 前 田 豊 豊 前 田 中 正 清 田 中 正 清 田 中 正 清 田 中 正 清 河 中 正 清 河 中 正 清 河 中 正 清 河 中 正 清

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
日本クレーン協会	ISO/TC96 国内委員会委員 ISO/TC96/SC6 国内委員会委員 ISO/TC111 国内委員会委員，分科会主査 検定基準委員会委員 床上操作クレーン及び積載型トラッククレーン委員会委員長 同上委員 積載型トラッククレーン委員会委員 電気委員会委員長 同上委員 活線接近警報装置分科会委員長	前田 豊 前田 豊 田中 正 清 田中 正 豊 橋内 良 雄 深谷 潔 深谷 潔 田島 泰 幸 市川 健 二 市川 健 二 深谷 潔 橋内 良 雄 田中 正 清 橋内 良 雄 橋内 良 雄 田中 正 清 橋内 良 雄 桑 川 壯 一
日本建築機械化協会	超高圧ウォータージェット安全対策委員会委員	深谷 潔
日本鋼構造協会	疲労設計指針改訂委員会委員	橋内 良 雄
日本鋼索工業会	JIS G3525，工業標準改訂原案作成委員会委員長	田中 正 清
日本材料学会	フラクトグラフィ部会幹事 破壊力学部門委員会委員 同上 疲労部門委員会委員	橋内 良 雄 橋内 良 雄 田中 正 清 橋内 良 雄
日本産業車両協会	産業用無人搬送車システムの標準化に関する調査研究委員会委員	桑 川 壯 一
日本産業用ロボット工業会	労働安全産業ロボット審査作業小委員会委員 同上	杉 本 旭 池田 博 康 杉本 康 旭
日本鍛正機械工業会	海外技術動向調査委員会委員	桑 川 壯 一 夫
日本電気協会	渋沢賞選考委員会委員	前 市 川 健 二 雄
日本電機工業会	防爆電気機器専門委員会委員 防爆機器技術特別専門委員会委員	前 市 川 健 二 雄
日本電設工業協会	電設工業展製品コンクール表彰委員会委員	木 前 河 尻 義 正
日本道路公団	コンクリート橋における特殊支保工の設計・施行に関する調査研究委員会委員	河 尻 義 正
日本トンネル技術協会	安全環境委員会委員 交通安全幹事会幹事 坑内運搬機械安全対策特別賞委員会委員	前 花 安 繁 義 之 郎 花 安 繁 義 之 郎
日本人間工学会	評議員 編集委員	江 川 川 義 之 之 雄
日本非破壊検査協会	非破壊評価の標準化に関する調査研究分科会委員	江 橋 内 良 雄
日本粉体工業技術協会	粉塵爆発検査試験法委員会委員	松 田 東 幸
日本保安用品協会	静電気帯電防止靴工業標準原案作成委員会委員長 安全帽工業標準原案作成委員会委員 国際標準化機構国内委員会委員	田 島 泰 幸 深 谷 潔 永 田 久 泰 雄
日本ボイラー協会	自動制御委員会主査	田 島 泰 幸
日本溶接協会	原子力研究委員会委員 LE 小委員会幹事 電気溶接機部会技術委員会委員 同上	橋 内 良 雄 橋 内 良 雄 田 島 泰 幸 市 川 健 二
日本ロボット学会	評議員	桑 川 壯 一 清
防災システム協会	材料委員会委員	田 中 川 壯 一
未来工学研究所	新技術の開発・導入段階における安全衛生に関する事前評価ガイドラインの開発研究検討委員会委員	桑 川 壯 一
溶接学会	FS 委員会委員	橋 内 良 雄

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
弁 護 士 大 脇 茂 白 井 久 明 日 本 乾 式 安 全 器 工 業 会 静 電 気 学 会	スタビライザ・ジャッキのスプリング飛び出し事故に関する鑑定及び鑑定結果の報告 大容量型乾式安全器の逆火阻止性能試験方法に関する技術指導 LP ガス噴出による静電気測定実験	8.24 11.7 8.29 ~9.1 2.2.26 ~3.3	田 中 正 清 松 井 英 憲 田 島 泰 幸 児 玉 勉

3) 外部機関主催講演会等協力

題 目	主 催 者 名	年月日	氏 名
産業用ロボットの検査等の作業に関する知識	中央労働災害防止協会	1.4.4	杉 本 旭 深 谷 潔 池 田 博 康 桑 川 壮 一 梅 崎 重 夫 清 水 尚 憲 桑 川 壮 一 花 安 繁 郎
最近の安全技術—安全確認型の体系—	同 上	4.4	
設備・機械の安全化	同 上	4.11	
鋼橋架設工事におけるセフティ・アセスメント	建設業労働災害防止協会	4.11	
電気災害の実状と災害防止対策	日本電気協会	4.12	市 川 健 二
産業用ロボットに関する知識	中央労働災害防止協会	5.8 9.11 11.27	杉 本 旭
最近の爆発・火災災害における問題点	産業安全技術協会	6.1 6.15	森 崎 繁
最近の粉じん爆発災害からみた爆発防止対策	同 上	6.1 6.15	松 田 東 栄
反応性物質の熱危険性評価技術	同 上	6.2 6.16	安 藤 隆 之
最近のガス爆発災害と災害防止対策	同 上	6.2 6.16	松 井 英 憲
静電気放電による着火危険性と防止技術	同 上	6.2 6.16	田 島 泰 幸
メカトロニクスにおけるフェールセーフとフォールトレランス設計	日本科学技術連盟	6.8	佐 藤 吉 信
機械安全 その2	早稲田大学専門学校	6.8	橘 内 良 雄
ワイヤロープ(動索・静索)の検査上の留意点について	日本クレーン協会	6.16	田 中 正 清
引火性の液体の爆発と防止対策	東京労働基準協会連合会	6.20 10.27	琴 寄 崇
可燃性ガスの爆発と防止対策	同 上	2.2.9 1.6.20 10.27 2.2.9	林 年 宏

題 目	主 催 者 明	年月日	氏 名
粉塵爆発，その他個体可燃物の燃焼と防止対策	東京労働基準協会連合会	1.6.20 10.27	松 田 東 栄
可燃性ガス及び酸素に関する知識	同 上	2.2.9 1.6.21 8.23 11.8	松 井 英 憲
英国における ISO-TC94-SC3 会議及び安全靴の滑り測定法に関する規格化の国際動向について	日本保安用品協会	6.20	永 田 久 雄
自動機械の本質安全化設計	中央労働災害防止協会	6.26	桑 川 壮 一
同 上	同 上	11.14	梅 崎 重 夫
電気災害の防止	同 上	7.11 7.13 11.14	市 川 健 二
墜落災害の防止	同 上	2.1.30 7.12 7.13	河 尻 義 正
静電気災害・障害の防止対策	同 上	2.1.31 7.14	田 畠 泰 幸
静電気災害・障害の防止技術の具体例と適用上の留意点	同 上	7.15	児 玉 勉
フェールセーフ技術のための基礎知識	同 上	7.14	杉 本 旭
メカトロ機器における安全対策	九州電気協会	2.1.10 1.7.27	杉 本 旭
感電災害と漏電遮断器の普及状況	同 上	7.28	本 山 建 雄
L4 圧気工事のセフティ・アセスメント	建設業労働災害防止協会	8.5	鈴 木 芳 美
フェールセーフモデルの製作実習	中央労働災害防止協会	8.8 11.15 2.1.11	桑 川 壮 一 杉 本 旭 深 谷 潔 梅 崎 重 夫 池 田 宏 康 清 水 尚 憲
仮設構造物に関する知識	仮設工業会	1.8.21他 8.27他	小 川 勝 教 河 尻 義 正
酸素・窒素の性質と事故	神奈川県高圧ガス協会	9.5 9.20	駒 宮 功 額 松 井 英 憲
機械設備の事前安全評価の仕方	中央労働災害防止協会	9.16	桑 川 壮 一
プレス安全装置の構造基準と使用基準	同 上	9.20	桑 川 壮 一
機械設備の事前安全評価の仕方と安全技術の実習	同 上	9.22 10.13 10.19	桑 川 壮 一 杉 本 旭 深 谷 潔 梅 崎 重 夫 池 田 宏 康 清 水 尚 憲
絶縁材料の劣化予測方法と保護具・防具の安全管理	四国地方電力需要者協会	9.27	市 川 健 二
電撃許容限界と電撃災害の防止	同 上	9.27	山 野 英 記
可燃性粉塵の爆発と火災	安全工学協会	9.20	松 田 東 栄

題 目	主 催 者 明	年月日	氏 名
支燃性ガスの危険性	安全工学協会	1.9.21	駒 宮 功 額
人間-機械システムの安全解析	総合安全工学研究所	10.4	佐 藤 吉 信
合板足場板の使用・管理について	合板仮設安全技術協会	10.12	河 尻 義 正
静電気に関する TV 実演	TBS	11.3	児 玉 勉
MH 機械と安全問題-その動向と課題-	日本 MH 協会	11.8	桑 川 壯 一
化学工場における爆発火災事例について	静岡県化学工場爆発災害防止 協議会	11.10	松 井 英 憲
静電気による着火と防止技術	安全工学協会	11.15	田 島 泰 幸
機械構造物の破壊	法科学研修所	11.16	橋 内 良 雄
メカトロ安全の最先端	中央労働災害防止協会	11.24	桑 川 壯 一
静電気災害防止に関する技術の基礎	産業安全技術協会	11.30	児 玉 勉
		12.7	
静電気災害の事例と対策の基礎	産業安全技術協会	12.1	田 島 泰 幸
		12.8	
化学工業における事故防止の事前チェックについて	臨界安全五社会	12.13	森 崎 繁
自動機械の本質安全化設計	中央労働災害防止協会	2.1.10	桑 川 壯 一
機械設備における安全確認の応用並びにその設計演習	同上	2.2	桑 川 壯 一 梅 崎 重 夫 池 田 博 康 花 安 繁 郎
推進工事セイフティ・アセスメントの考え方	建設業労働災害防止協会	2.14	
機械装置の安全	神奈川県工業技術センター	2.26	桑 川 壯 一
		3.1	
プレス災害防止	大泉労働基準協会	3.7	桑 川 壯 一
静電気災害防止に関する技術の基礎	岡山労働基準協会他	3.9	児 玉 勉

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
超音波による機器の劣化診断法に関する研究	龍谷大学理工学部機械システム 工学科助教授	大 塚 尚 武
静電気による粒子状物質の環境への飛散防止	石川島播磨重工業株式会社技術 研究所研究員	萩 原 正 明

(2) 海外研究員

研 究 テ ー マ	所 属 ・ 職 名	期 間	氏 名
Gases and Dust Explosions	Walsaw University of Tec- hnology, Poland, Professor	February 4~21, 1990	Plotr Wolanski

5) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
電子計算機研修	科学技術庁技術振興局	国立試験研究機関における電子計算機のプログラミング	1.12.4 ～12.13	藤本康弘
行政研修	人事院	公務員研究職室長級の行政研修	2.1.18 ～2.1	深谷 潔

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	4	6
大学関係を除く機関の研修生	5	6

7) 国際協力、海外派遣等

機関等の名称	協力事項等	期 日
Labour Administration Branch, ILO	ILO 三者構成労働監督行政準備ミッションのため、Mr Gleen Sheehanが視察に来所し、前所長が対応	1.4.25
European Federation of Chemical Engineering, Hungarian Electrotechnical Association JICA	第6回静電気国際会議の災障害部門の副座長として田島部長が招へいを受け、ブタペスト（ハンガリ）へ出張 シンガポール生産性向上プロジェクトカンターパート研修員として Mr. Liao You Hin が来所し、駒宮課長が主として技術館に関する指導	4.10～21 5.16～ 6.8
ISO	安全靴に関する審議のため、英国で開催された国際標準化機構専門委員会（ISO/TC94）へ永田主任研究官が参加	5.20～28
韓国労働部	研究視察のために、安全局長伊錫春氏が来所、前所長、駒宮課長が対応するとともに、森崎部長が清瀬実験場の研究状況を説明	5.29
中華人民共和国労働部、労働保護科学研究所	騒音防止技術に関する調査のために、学術委員会主任呉衛教授他、5名が来所、前所長、駒宮課長、江川研究官が対応	7.12
フィリピン労働安全衛生センター	環境管理に関する研修のため、Miss M.L.B. Buelva が来所、前所長が対応するとともに、駒宮課長が技術館、森崎部長が清瀬実験場の研究状況を説明	9.1/14
鍛圧機械の海外技術動向調査	鍛圧機械工業会の依頼により鍛圧機械の海外技術動向を調査するため、橋内部長がスウェーデン、スイス、フランス、ベルギーを訪問	10.1 ～14

機 関 等 の 名 称	協 力 事 項 等	期 日
ILO	「労働監督評価のための三者構成ミッション」が来日し、その一環として ILO の Mr. J.D.G. Hammer, Mr. J.W. Rowe, Mr. H.P. W. Schmitz, Mr. G. Seehen が来所、前所長が対応するとともに、駒宮課長が技術館、永田主任研究官、江川研究官が実験室を案内	10. 5
タイ国立労働条件・労働環境改善研究所	エルゴノミックス・労働生理課のチーフ Mrs. Nisa Banchongsinsiri が研修のために来所、前所長が対応するとともに、駒宮課長が技術館、森崎部長が清瀬実験場を案内、説明	10. 9/20
JICA	建設業労働安全衛生に関する労働研修の講師として小川勝教主任研究官がタイに出張	2. 2. 6 ～2. 11
インドネシア労働省	安全技術の研修のために Mr. Pungky Widiatmoko 他 1 名が来所、前所長が対応するとともに、駒宮課長が技術館を案内、説明	2. 9
マレーシア三者構成ミッション	日・ASEAN 政労使三者構成交流の一環として来日されたマレーシアの労働大臣 Dato Lim Ah Lek 以下 5 名が来所され、日本の産業安全・衛生と生産性について前所長が対応するとともに、駒宮課長が技術館を案内	3. 9
香港職業安全健康促進局	建設労働災害防止の研究視察団として、香港建設安全委員会の副委員長 Cheung Sai-Chu 以下 19 名が来所、駒宮課長が技術館を案内、土木建築研究部で清瀬実験場を案内するとともに建設安全技術の研究について討論	3. 13/16
ILO	ILO フェロシップの一環として韓国 Mr. Kim Waeng Ryong と中国 Mr. Wang Vei が来所され、職場安全の技術的対策について田島部長が説明するとともに、駒宮課長が技術館を案内	3. 14

8) 依頼試験および検定

平成元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、研削盤の研削砥石の強度試験、安全帯の安全性試験など16件を実施した。

第4章 産業安全技術館業務

4.1 産業安全技術館の活動

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

産業安全技術館の施設の概要は次のとおりである。

常設展示場 1階 336 m² 2階 573 m² 特別展示場 2階 249 m²
見学指導室 3階 117 m² 安全技術情報コーナー 2階 84 m²

常設展示場1階では「労働災害の変遷」を科学技術の発展と対比されてイラスト・写真を中心に引き上げ、次いで各種機械やロボットをはじめとする「自動化機械などの危険と安全対策」について述べ、センサー7種を取り付けたセンサージャングルなどを配置している。2階では「高齢者の災害防止」の一環として身体機能を来館者自身がチェックできる「立つ」(平衡感覚)、「聞く」(聴力)、「見る」(視力)の実験装置、産業安全に関するクイズに挑戦する対話型質問装置(Q and A)、安全衛生教育用各種ビデオテープを内蔵したビデオライブラリー、各種保護具をはじめ建設、感電、静電気、爆発などの各種災害防止のためのコーナーがあり、ここには静電気の発生や、ガス、蒸気、粉じんの爆発を実験で理解させる装置と、防爆電気機器モデルルームを設けている。

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

平成元年度の産業安全技術館の主な活動は次のとおりである。

1) 常設展示

前述のとおり

2) 特別展示

6月1日～7月7日 全国安全週間特別展

9月1日～10月7日 全国労働衛生週間特別展

3) 安全に関する技術相談、解説、

展示資料その他安全一般に関する技術相談(244件)および団体来館者に対して見学指導を行った。

4) 施設の公開

科学技術庁主催の科学技術週間に際し4月19日に、清瀬実験場の研究施設を公開し、10時と14時の2回にわたり実験と解説を行った。

5) 安全技術館来館者数

開館日数 271日(平成元年4月1日～平成2年3月31日) 35,512名 うち団体129組1,725名

6) 国外来館者および主な来館団体

(1) 国外来館者

平成元年 4月25日 ILO三者構成労働監督行政調査準備ミッション Glen Sheehan 他2名
5月17日 シンガポール生産性向上プロジェクト・労働安全衛生部門研修 Liao You Hin 他1名
5月29日 韓国労働部産業安全局長 他1名
韓国産業安全公団企画部長 他1名
7月12日 中華人民共和国労働部 労働保護科学研究所 4名 その他2名
9月1日 フィリピン労働安全衛生センターカウンターパート研修員 Maria Lourdes Buelva
10月5日 ILO三者構成労働獲得ミッション J. D. G. Hammer 他3名
10月9日 タイ国立労働条件・労働環境改善研究所 Nisa Banchongsinsiri

	10月17日	労働安全衛生行政セミナー研修員	18名
	11月8日	スウェーデン経営者協会 Hakan Teljstedt 他	2名
	11月27日	シンガポール PDT ゼロ災 担当者	
平成2年	1月25日	スウェーデン委員会 Anna-Grata Leijon 他	6名
	2月9日	インドネシア労働省 Punky Widiatmoko 他	1名
	2月22日	安全管理視察団（韓国各種企業安全管理者）	15名
	3月9日	マレーシア三者構成ミッション ダトー・リム・アー・レク労働大臣 他	8名
	3月13日	香港職業安全健康促進局研修視察団	12名
	3月14日	ILO フェローシップ Kin Maeng Ryoug（韓国） Fong Vei（中国）	

(2) 主な国内来館団体

（教育，研究機関）

都立科学技術大学，順天堂大学，東京電子専門学校，電気大学付属高校，江戸川職業専門校，品川職業専門校，入間向陽高校，足立職業専門校，荏原職業専門校，亀戸職業専門校，太田職業専門校，東京安全衛生教育センター，身障者職能開発センター，昭和大学

その他

海上自衛隊，東京都下水道局，営団地下鉄，交通営団，都庁建設支部，宮崎県庁，新幹線運行本部，JR品川機関区，JR大井工場，JR新橋通信区，NTT大手町，東京消防庁，東京電力，重松製作所，日本電設，極東貿易，日本総合メンテナンス，日本石油化学，東横車両，三菱重工工事，日立プラント建設，シモン，三晃印刷，昭和電気工業，東洋熱工業，千代田計装，荏原インフィルコ，ブリジストン，東洋印刷，神奈川電気，戸田建設，東芝ケミカル，富士フイルム，太平洋化学，中日新聞，小野田ケミコ，群馬県農業技術課，日本ビクター，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，平成元年度の主な活動は次のとおりである。

1) 常設展

前述の通り

2) 安全に関する相談業務

展示資料その他安全に関する技術相談（9件）を行った。

3) 安全衛生映画会

安全映画会を6月に1回，衛生映画会を9月に1回開催した。

4) 入館者数

開館日数272日間（平成元年4月1日～平成2年3月31日）で21,275名，うち団体37組594名

付 録

1) 産業安全研究所年譜

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

- 昭和61年 5月29日 皇太子殿下清瀬実験場へ行啓，研究施設等を御視察される。
- 昭和62年 1月19日 田町庁舎内産業安全技術館 2階の建設安全関係の展示室が改装される。
- 昭和63年 3月29日 田町庁舎内産業安全技術館 2階の化学・電気安全関係の展示室が改装される。
- 昭和63年 5月31日 清瀬実験場に建設安全実験棟が竣工。
- 平成 2年 4月 1日 前所長退官し，田中隆二が所長に就任。

2) 産業安全研究所所在地，案内図

(1) 田町庁舎

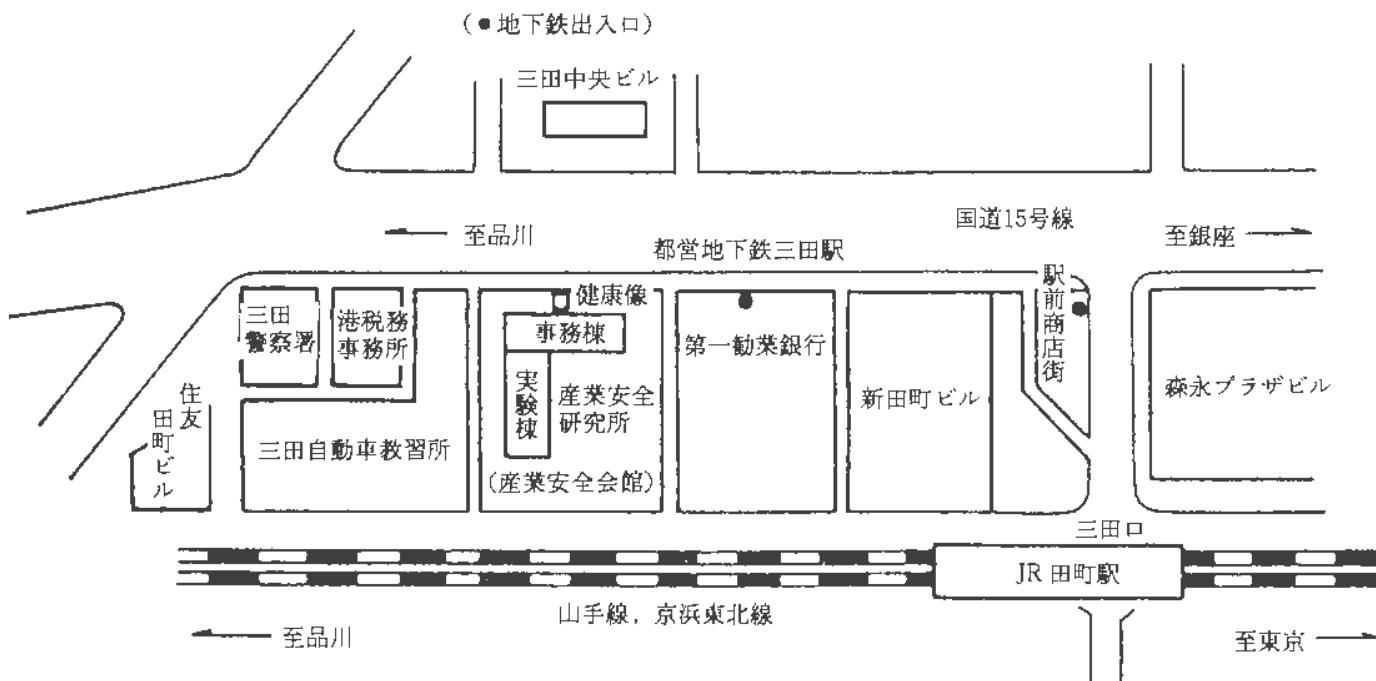
産業安全研究所及び産業安全技術館（産業安全会館）

東京都港区芝5丁目35番1号

電話 東京 (03) 453-8441 (代表)

ファックス 東京 (03) 452-6565

郵便番号 108



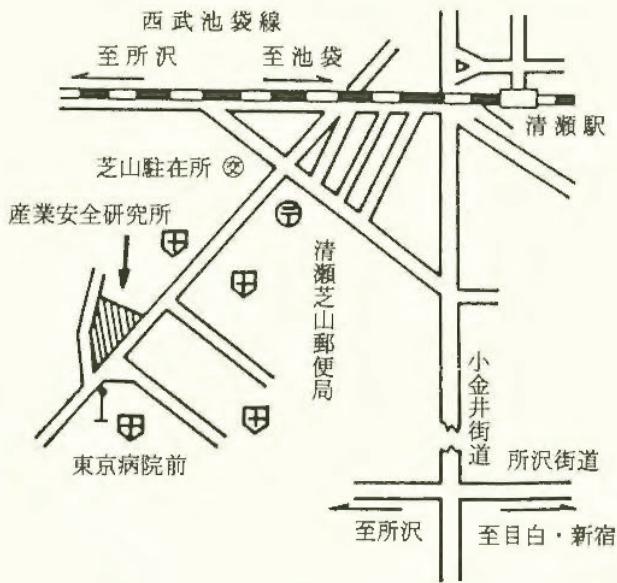
JR 田町駅から 徒歩5分

都営地下鉄浅草線及び三田線三田駅から 徒歩1分

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

(2) 清瀬実験場

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



清瀬実験場実験施設

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

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 }

産業安全研究所年報

平成元年度版

発 行 日 平成2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

1989

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