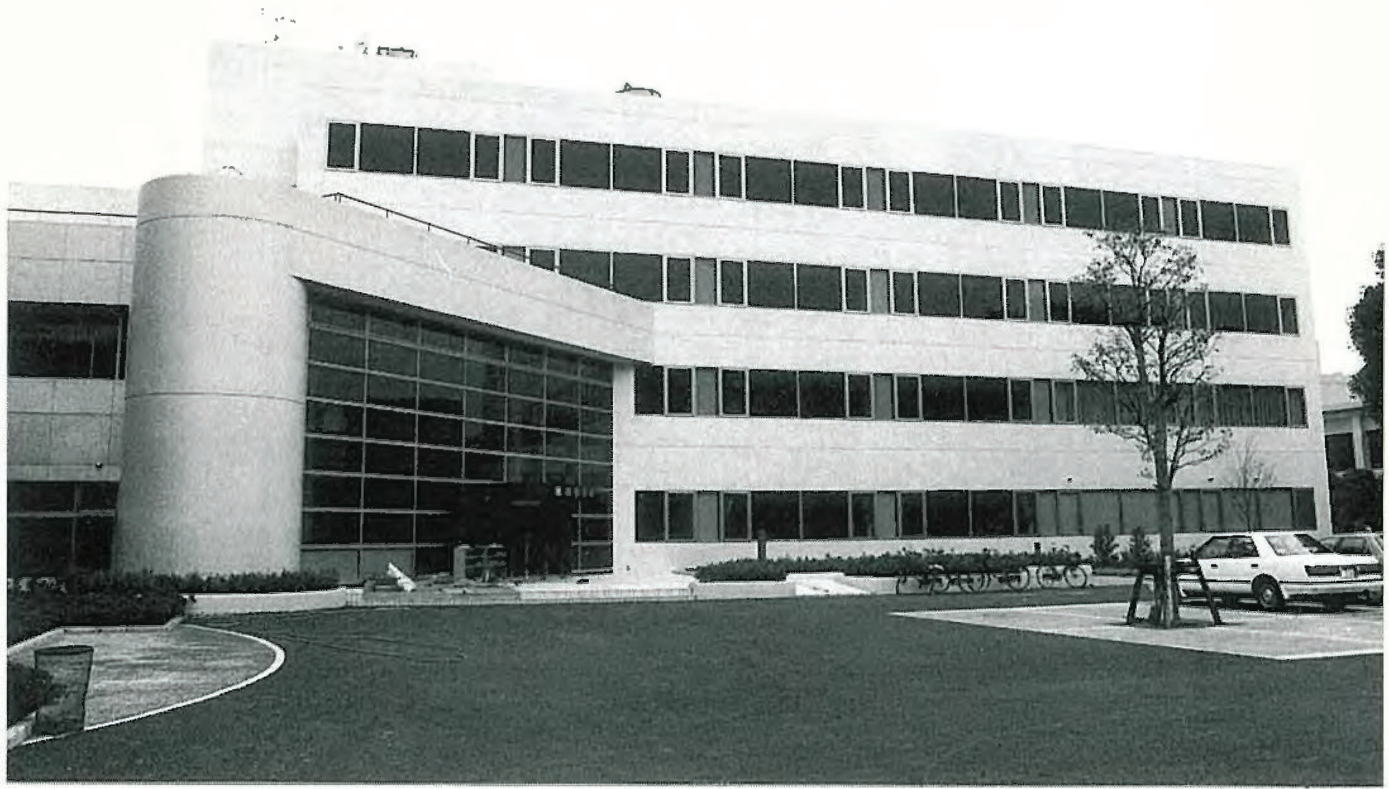


産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1991

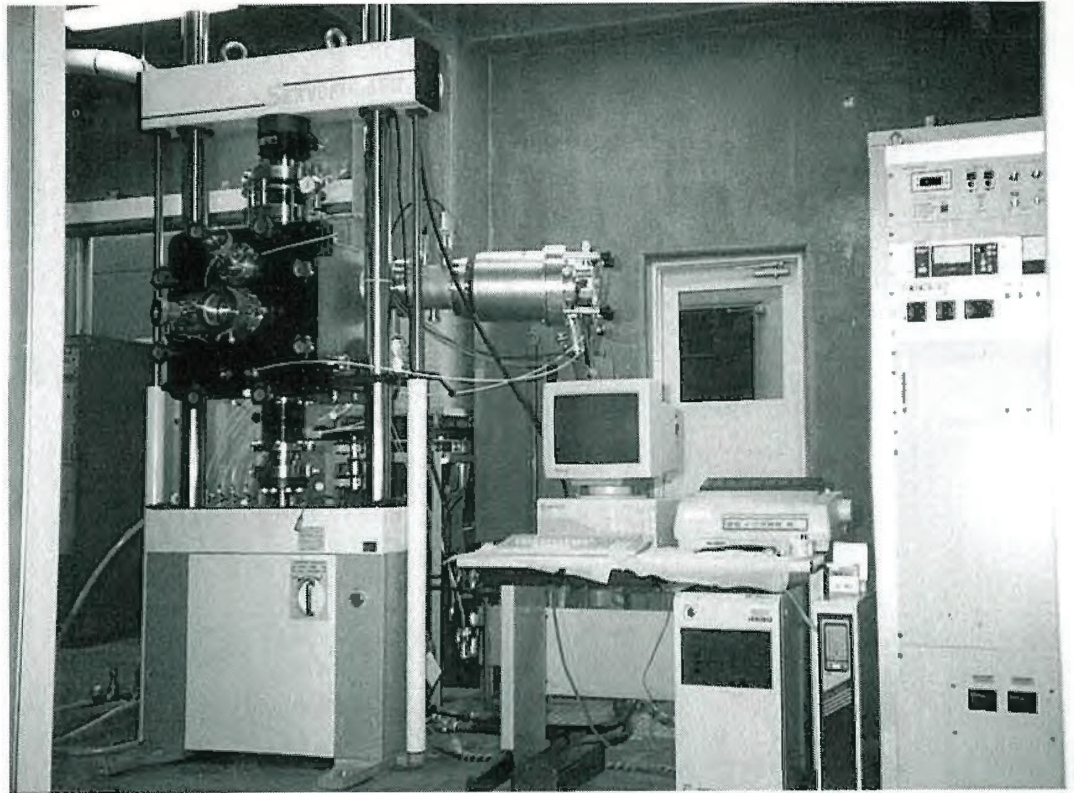
平成 3 年度



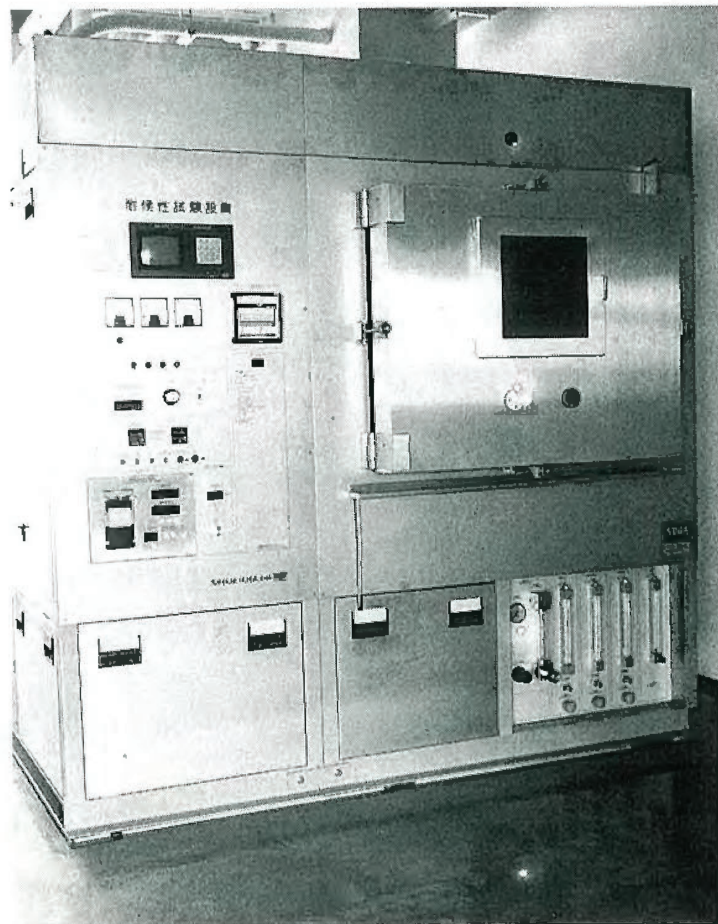
平成3年度に竣工した総合研究棟



平成3年度に竣工した材料・新技術実験棟



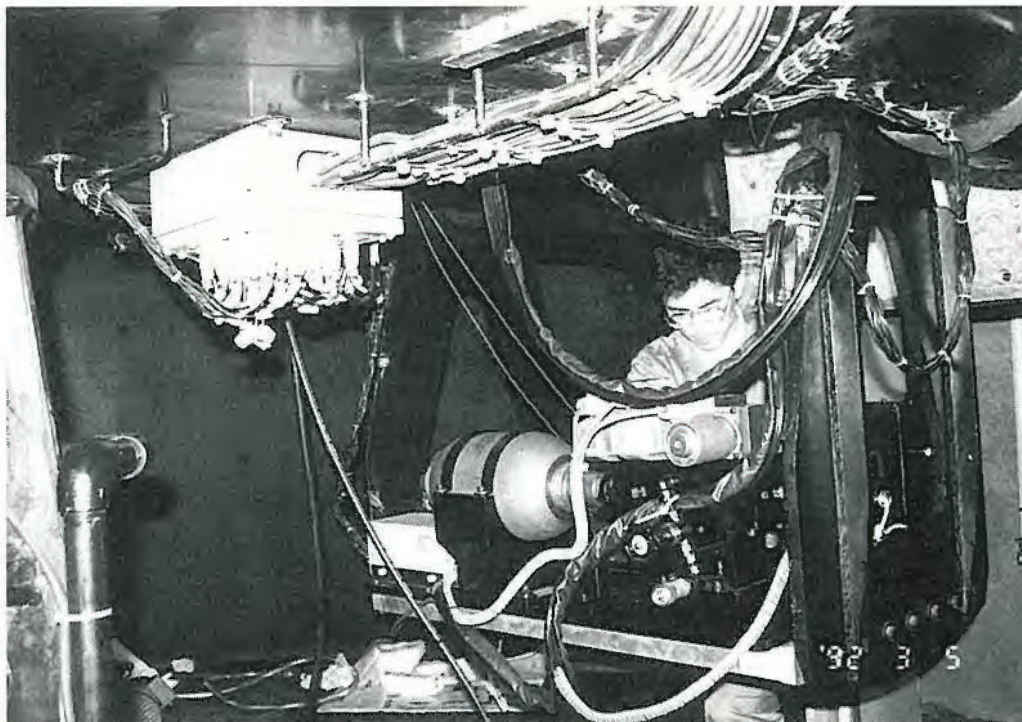
(熱疲労試験機)



(耐候性試験装置)

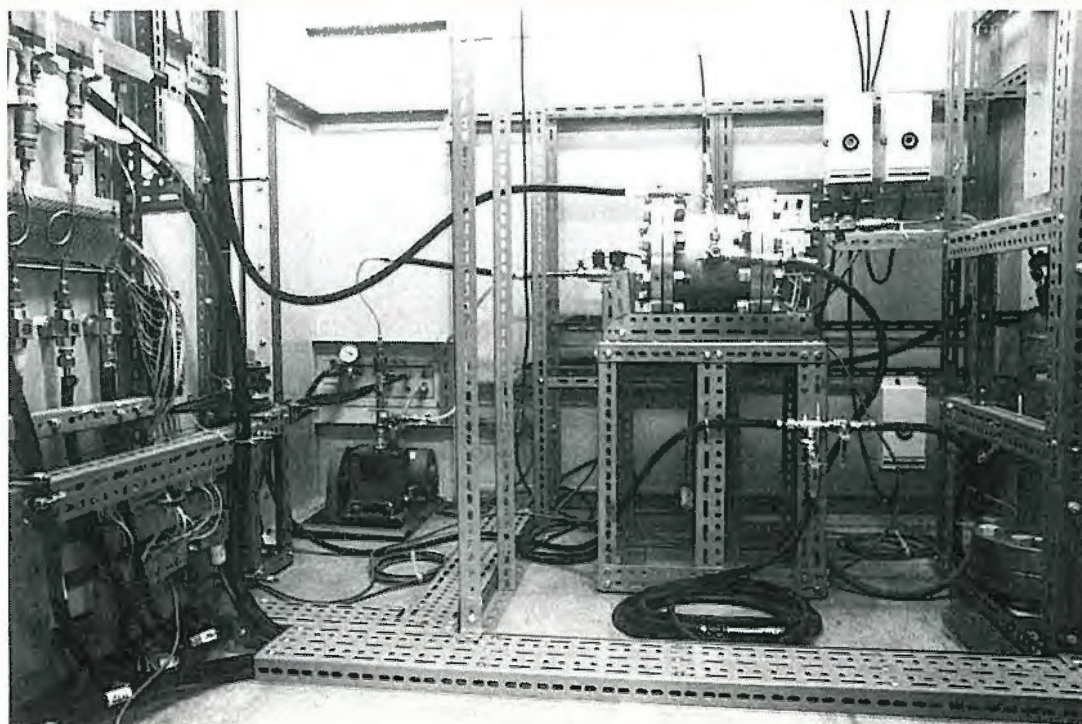
特別研究の実施状況

1. 溝堀削工事における土砂崩壊災害防止に関する研究



遠心力载荷装置による土砂崩壊実験

2. 新素材物質の爆発火災災害の防止



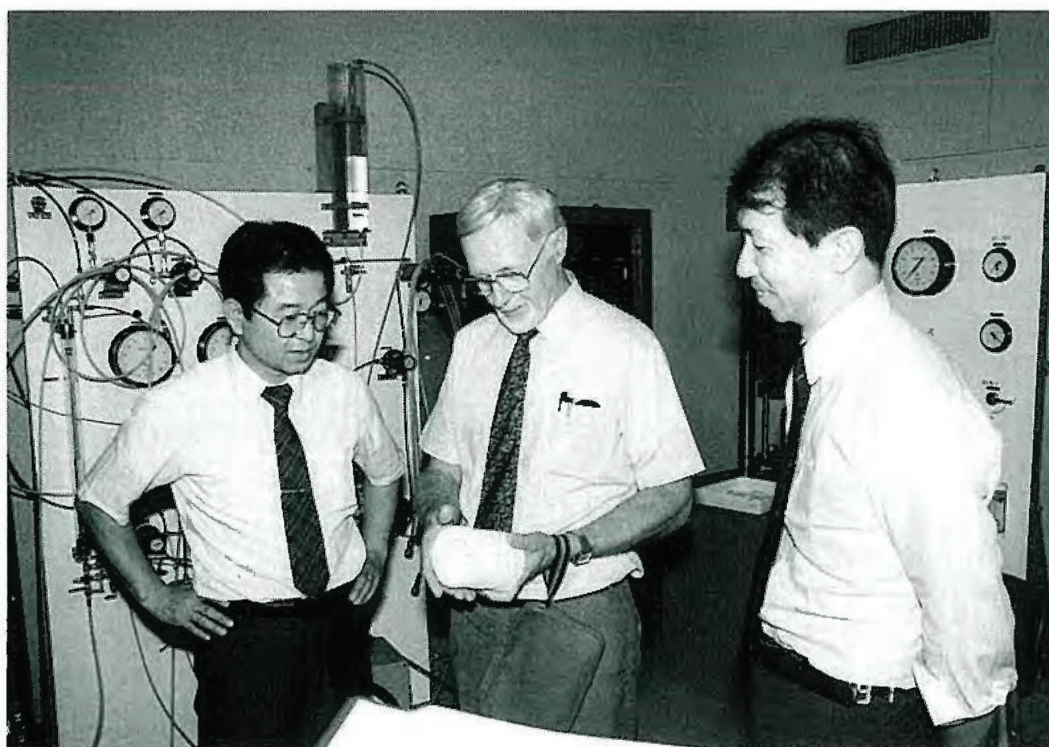
セーフティチャンバーを用いた特殊材料ガスの爆発実験

3. 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



自動扉の安全性評価実験

海外研究員招聘



ケンブリッジ大学教授パリー博士
(平成3年9月6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	主要研究施設及び設備	6
1)	施設	6
2)	設備	7
1.7	図書	8
1.8	広報	9
1.9	その他	9
1)	人事異動	9
第 2 章	研究業務	
2.1	平成 4 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 3 年度における研究成果の概要	13
2.3	研究成果の発表	42
1)	誌上発表	42
2)	口頭発表	44
3)	国際会議，国際研究集会への参加	48
4)	著書	49
5)	特許	49
第 3 章	関連業務	
3.1	産業安全研究所主催行事	50
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)	研究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)	外部機関の研究員の招へい	57
4)	外部機関への研修	58
5)	共同研究	58
6)	外部機関の研修員の委託	58
7)	国際協力，海外派遣等	58

8)	依頼試験及び検定	59
第4章	産業安全技術館業務	
4.1	産業安全技術館の活動	60
4.2	大阪産業安全技術館の活動	61
付	録	
1)	産業安全研究所年譜	63
2)	産業安全研究所所在地，案内図	65

第1章 総 説

1.1 研究活動等の概要

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、労働災害の防止を目的としており、災害現象の解明、災害防止技術の確立のため、研究内容は広範な工学領域に及んでいる。特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産業機械の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・新材料の危険性の解明及びこれらの火災、爆発災害の防止対策、最近多くの業種で問題となっている静電気に起因する災・障害対策に関する研究などを行っている。また、以上のハードウェアの研究と併せて、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、安全行政における労働安全衛生規則、構造規則、技術指針等の制定または改正に際し、参考とされるほか、行政機関が実施する安全監督指導、災害原因調査に際して、学術的、技術的資料として活用されている。また、研究成果は、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周知され、各方面で活用されている。なお、最近では先進国及び発展途上国からの来訪者が増え、産業安全に関する情報交換、研修等を通じて国際協力も行っている。

平成3年度における研究活動の実施状況は、特別研究として、

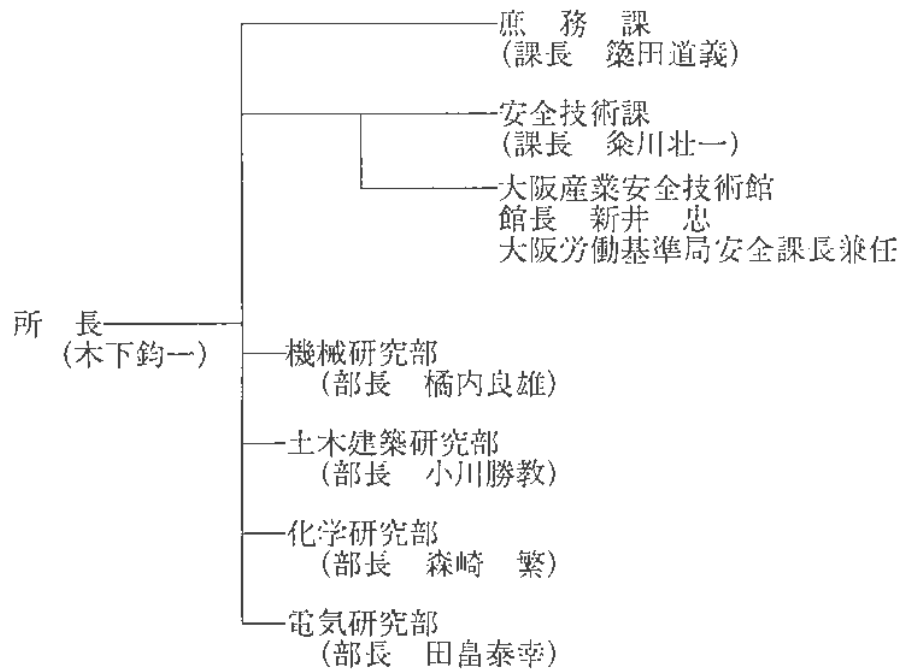
- 1) 新素材物質の爆発火災災害の防止に関する研究（労働省：3年計画の最終年度）
- 2) 溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止に関する研究（労働省：3年計画の初年度）
- 3) 高年齢者の安全確保のための機器及び作業システムの開発に関する研究（労働省：労働省他機関との共同研究、5年計画の2年度）
- 4) 爆ごう制御技術の開発に関する研究（科学技術庁：科学技術振興調整費による個別重要国際共同研究（日韓共同）、2年計画の最終年度）
- 5) 鋭感可燃性物質の着火機構の解明に関する研究（科学技術庁：同上（日英共同）、3年計画の2年度）
- 6) 弾塑性体の構成方程式の高精度化（科学技術庁：科学技術振興調整費による重点基礎研究）
- 7) 工場等で発生するミストの環境への飛散防止システムの開発（環境庁：国立公害防止等試験研究費、3年計画の初年度）
- 8) 特殊材料ガスによる環境汚染防止を目的とした高濃度ガスの流出防止システムの開発（同上）の8課題についての研究を行った。このうち4課題が新規に開始されたものである。

また、経常研究としては、自動機械システムや産業ロボット等の安全化、機械・構造物の破壊防止等機械災害の防止に関する研究、建設工事用設備等の安全化等建設工事における災害防止に関する研究、可燃性ガス・粉塵等の爆発危険性の解明、化学物質の危険性予測等化学災害の防止に関する研究、電気絶縁材料・設備の安全化や静電気による着火危険性の解明等電気災害防止に関する研究及び作業環境の安全化や労働災害の分析と安全管理手法の開発等安全管理に関する研究等を行い、多くの成果を得た。

さらに、平成2年度に発足した「産業安全に関する人間科学研究のあり方」に関する研究効率化委員会では、この分野での今後の研究の方向性についての検討報告書を取りまとめた。

一方、附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た。さらに、安全技術講演会を東京と大阪において開催したほか、各種安全相談、安全指導を行い、わが国の安全技術の向上と普及に貢献した。

1.2 組 織 (平成4年4月1日現在)



1.3 定 員

(平成4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	技術職員 (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4年4月1日現在)

名 称	所 在 地	敷地面積 (m ²)	建物面積 (m ²)	
労働省 産業安全研究所	東京都港区芝5-35-1	6,273	延15,373	敷地は大阪労働基準局所属
労働省 産業安全研究所 清瀬実験場	東京都清瀬市梅園1-4-6	43,465	延12,782	
労働省 産業安全研究所 大阪産業安全技術館	大阪市中央区森ノ宮中央1-15-10	(832)	延893	

1.5 歳出予算

区 分	平成 3 年 度			平成 4 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 282,201	千円 80,971	千円 363,172	千円 293,818	千円 88,089	千円 381,907
研 究 費	42,204	152,662	194,866	42,579	156,803	199,382
経 常 研 究 費	42,204	104,487	146,691	42,579	105,664	148,243
特 別 研 究 費	—	48,175	48,175	—	51,139	51,139
(新素材物質の爆発火災災害の 防止技術に関する研究)	—	22,715	22,715	—	—	—
(溝掘削工事における土砂崩壊 災害の防止に関する研究)	—	25,460	25,460	—	26,362	26,362
(吊上げ用具類の新検査技術に 関する研究)	—	—	—	—	24,777	24,777
依 頼 試 験 ・ 検 定 経 費	777	—	777	777	—	777
産 業 安 全 技 術 館 経 費	—	28,740	28,740	—	28,740	28,740
そ の 他 の 経 費	25,962	61,866	87,828	26,445	125,065	151,510
小 計	351,144	324,239	675,383	363,619	398,697	762,316
(移替予算)						
国立機関郊外防止等試験研究費	26,298	—	26,298	26,064	—	26,064
(工場等で発生するミストの環境 への飛散防止システムの開発)	16,321	—	16,321	15,265	—	15,265
(特殊材料ガスによる環境汚染 防止を目的とした高濃度ガス の流出防止システムの開発)	9,977	—	9,977	10,799	—	10,799
小 計	26,298	—	—	26,064	—	26,064
合 計	377,442	324,239	701,681	389,683	398,697	788,380

上記の外特別会計に含まれる当所関係予算

4年度 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に関する研究

40,275(32,240)千円

産業安全研究所施設設備費 292,285(1,799,648)千円

産業安全会館改修工事 286,875(0)千円

電子計算機システムケーブル敷設工事 5,410(0)千円

その他 0(1,799,648)千円

(注)：() = 平成 3 年度予算額

1.6 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	建設安全実験棟
配管等爆発実験施設	電気安全実験棟
粉じん帯電実験施設	環境安全実験棟
遮音実験室	放電着火実験室
液体攪拌帯電実験施設	総合研究棟
機械安全システム実験棟	材料・新技術実験棟
化学安全実験棟	

2) 設備

(1) 特別会計

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

(2) 一般会計

設 備 の 名 称	
赤外線分光光度計	高速液体クロマトグラフ
ヘリウム用高気圧下短絡実験装置	ドラムカメラ
放電波形解析装置	連続サンプリング付マスアナライザー
高圧発火エネルギー測定装置	差動型高圧示差熱天秤
流動帯電量試験装置	内部摩擦測定装置
高圧熱天秤	核磁気共鳴測定装置
高真空蒸着装置	ガスクロマトグラフ質量分析計
環境試験装置	有害ガス処理装置
データ収録装置	プラズマ化学処理装置
粒径計測装置	
水熱反応用高圧示差熱分析器	

1.7 図書

(1) 単行本

区 分	平成3年度受入数	蔵 書 数
和 書	1,319	9,346
洋 書	125	2,189
計	1,444	11,535

(2) 平成3年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	67
洋 雑 誌	104
計	171

1.8 広 報

平成3年度発行分

刊 行 名 称	刊行区分	発行部数
産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-90	年刊	600
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-91	不定期	600
産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-91-1	不定期	500
産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-91-1	不定期	500
産業安全研究所年報 平成3年度版	年刊	2,000
安研ニュース '90Vol.15 No.2~Vol.16 No.1	定期(隔月)	4,800

1.9 その他

1) 人事異動

発 令 年 月 日	新 官 職	氏 名	旧 官 職
3. 4. 1	所長	木下 鈞一	土木建築研究部長
	土木建築研究部長	小川 勝教	土木建築研究部 主任研究官
	庶務課庶務係	市川雅登志	労働基準局 労災保険業務室
	庶務課会計係	福井 尚	政策調査部 産業労働調査課
	化学研究部研究員	丹羽 啓達	新規採用

第 2 章 研 究 業 務

2.1 平成 4 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) 自動機械システム・産業ロボット等の安全化
 - a. 情報伝達手段を含む安全システムの高機能化
 - 2) プレス機械の安全システム
 - a. ポジティブ・クラッチ式プレス of 安全作業システム
- (2) 機械・構造物等の損傷・破壊防止 (機械研究部)
 - 1) 構造部材の破壊防止
 - a. 補修溶接したクレーン構造部材の強度評価
 - b. 自走クレーンのつり荷重による応力スペクトル
 - c. 赤外線による溶接止端部の応力集中の評価
 - 2) 構造部材の経年損傷による破壊防止
 - a. 構造材の水・水素環境中での腐食疲労損傷に対する温度と湿度の影響
- (3) 作業員・作業環境等の安全化
 - 1) ヒューマン・エラーの防止 (土木・建築研究部)
 - a. インシデント事例分析によるヒューマン・エラー発生要因の分析
 - 2) 作業員の安全確保
 - a. 安全作業に伴う制御技術に関する基礎研究 (機械研究部)
 - b. 歩行動作と靴すべり評価法の確立 (土木・建築研究部)
 - c. 水平急加速刺激を加えた場合の転倒耐力 (土木・建築研究部)
 - 3) 作業環境等の安全化 (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
- (4) 建設工事用設備等の安全化 (土木・建築研究部)
 - 1) 型枠支保工の水平荷重に対する安全性
 - a. 型枠支保工の骨組みの水平剛性
 - b. 支保梁上の枠組支保工の安定性
 - c. 接合方法の異なった各種の仮設構造物の安全性
 - d. 型枠支保工の新工法に関する調査研究
 - 2) 異形鉄筋埋込型アンカー部の強度特性
 - a. 異形鉄筋埋込型アンカーボルトの組合せ荷重下に関する数値解析シミュレーション
- (5) 可燃性ガス・粉塵等の爆発危険性 (化学研究部)
 - 1) 可燃性ガス・粉塵等の発火・爆発危険性
 - a. 気体爆ごう波を利用したフロン類の分解
 - b. ケイ素の粉じん爆ごう危険性
 - c. ニュー・セラミックスの粉じん爆発危険性
 - d. 微粉炭の爆発火災危険性
- (6) 化学物質の分解危険性とその防止 (化学研究部)
 - 1) 固体化学薬品類の熱爆発危険性
 - a. 化学薬品類の熱爆発限界温度の測定
 - 2) 化学物質の熱分解反応と化学構造との関係

- a. 熱分解感度と分子の電子構造
- 3) 化学物質の危険性予測システムの開発
 - a. 統計的手法による危険性予測式の開発
- (7) 爆発抑制技術の開発 (化学研究部)
 - 1) 爆発圧力放散機構の解明
 - a. 閉鎖空間への圧力放散機構の解析
- (8) 電撃危険性とその防止 (電気研究部)
 - 1) 電撃の許容限界を表わす工学モデルの提案
 - a. しきい電流-持続時間特性を表わすモデルの試案
 - b. 送配電線への接近による電撃危険警報装置の開発
- (9) 電気材料・機械・設備等の安全化 (電気研究部)
 - 1) 有機複合絶縁材料の耐電圧試験方法
 - a. 絶縁材料への外的応力による絶縁破壊電圧の影響
 - 2) オゾン・紫外線による有機絶縁材料の表面特性と危険限界
 - a. オゾン・紫外線による有機絶縁材料の表面電気特性の測定
 - 3) マルチ電磁ノイズに対する電子安全装置の耐ノイズ特性
 - a. バックグラウンドにインパルスノイズが重畳した場合の耐ノイズ特性
- (10) 静電気による危険性とその防止 (電気研究部)
 - 1) プロセスタンクにおける可燃性液体の帯電および着火危険性
 - a. プロセスタンクへの充填条件と帯電危険性との解明
 - 2) 粉体の流動帯電現象の解明
 - a. 粉体の流動帯電現象に及ぼす要因の解明
- (11) 労働災害の分析と安全管理手法の開発
 - 1) 建設工事労働災害の情報解析 (土木・建築研究部)
 - a. 建設工事労働災害の情報が有する性質と構造
 - 2) 災害発生時間数による安全性の評価 (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
 - 4) 災害事例データベースによる爆発・火災事故の分析 (化学研究部)
 - a. 事故事例の統計分析

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)
 - a. 騒音環境下における高齢者の作業ミス誘発の可能性
 - b. 生産ラインにおける作業空間の適正化
 - c. 運搬機械等の操作システムの安全化
 - d. 倉庫関連作業の安全化
 - e. 重量物取扱い作業のための各種支援機器等の開発
 - 2) 溝掘削工事における土砂崩壊の防止 (土木・建築研究部)
 - a. 振動が土の強度等の力学的特性に与える影響の評価
 - b. 遠心模型実験による溝掘削工事における土砂崩壊発生機構の解明
 - c. 溝掘削工事における崩壊防止技術の検討
 - 3) 吊上げ用具類の新検査技術 (機械研究部)
 - a. 吊上げ用具類の損傷の実態調査
 - b. 吊上げ用具類の応力計測および解析
 - c. 吊上げ用具類の経年損傷特性試験

(2) 科学技術庁

- 1) 微小着火エネルギーによる可燃性物質の着火機構解明 (電気研究部)
- 2) 環境因子が作用するヒューマンエラーの発生機序 (土木・建築研究部)

(3) 環境庁

- 1) 工場等で発生するミストの環境への飛散防止システムの開発 (電気研究部)
- 2) 特殊材料ガスによる環境汚染防止を目的とした高濃度ガスの流出防止システムの開発 (化学研究部)

2.2 平成3年度における研究成果の概要

クレーン構造部材の溶接補修強度

機械研究部 橋内良雄, 前田 豊, 吉久悦二

1. 研究目的

長年使用した天井クレーンは構造部分に疲労亀裂が発生する場合があります。しばしば溶接による補修がなされている。しかし、何等かの欠陥が作られる場合もあり、要求する強度や寿命が得られないことも少なくない。本研究では天井クレーンで疲労亀裂の起点となり易いガセットの疲労強度を明かにすると同時に、補修方法と疲労強度の関係について検討した。

2. 試験片および実験方法

供試材は板厚が6 mmのJIS SB 410鋼であって、溶接ガセット試験片(図1)を作製した。補修溶接試験片は、人工貫通亀裂を糸鋸で導入後、板の一方の表面を溶接で埋めたタイプAおよびタイプB試験片(図2 a, 2 b)、並びにカバープレート試験片(タイプC試験片, 図2 c)を作製した。疲労試験は電気油圧式疲労試験機を用い、クレーンが受ける実働荷重を模擬したプログラム荷重を試験片に付加して疲労試験を行った。

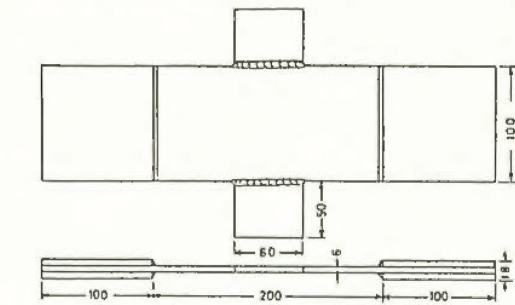
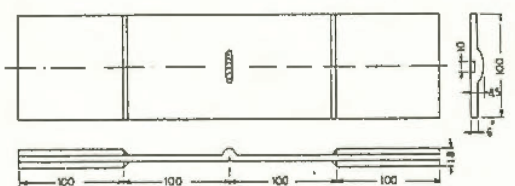
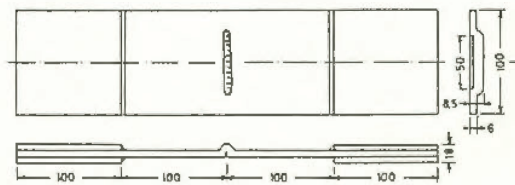


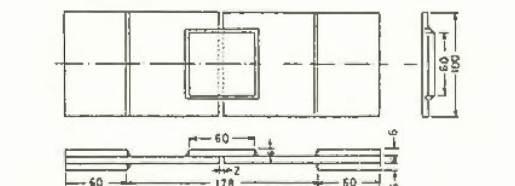
図1 ガセット試験片



(a) Type A specimen



(b) Type B specimen



(c) Type C specimen

図2 補修溶接試験片

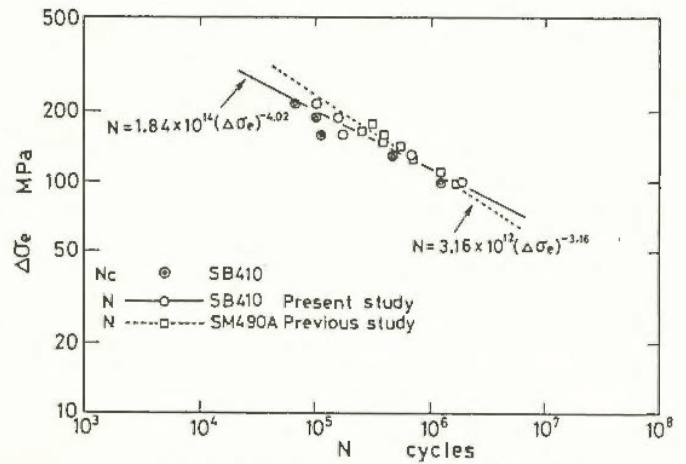


図3 ガセットプレートの疲労強度

3. 実験結果

図3は溶接ガセット試験片の疲労試験結果を示したもので、比較のために昨年度実施したSM 490 A ガセット試験片のデータも示した。図に見られるように、両材のデータは概略一致しており、ガセットの疲労強度に材質や母材の強度は殆ど影響しないようである。図3において、記号◎で示すデータはSB 410鋼の亀裂発生寿命を示したもので、記号○で示す全寿命との比を取ると0.64~0.69となっており、亀裂の発生までに寿命の大部分が費やされることがわかる。図4は、溶接補修した試験片の $\Delta\sigma_e$ -N線図を示したもので、補修方法に依存して明かに疲労強度が低下している。特に、タイプC試験片では、寿命の極初期に溶接のど部に亀裂が発生してカバープレートに進展するために、疲労強度が著しく低い。3種の方法で補修した試験片の疲労強度を日本鋼構造協会(JSSC)が提案する疲労設計曲線と対比すると、タイプA試験片はJSSC基準の等級Fにほぼ該当するが、タイプBやC試験片は疲労強度が低く該当する等級が存在せず、補修方法として適切でない。しかし、タイプB試験片の非補修側も溶接金属で埋めた場合、 2×10^6 回の疲労強度が130 MPa(記号▽)以上となることから、亀裂を完全に除去することにより、かなり補修効果が向上することがわかる。

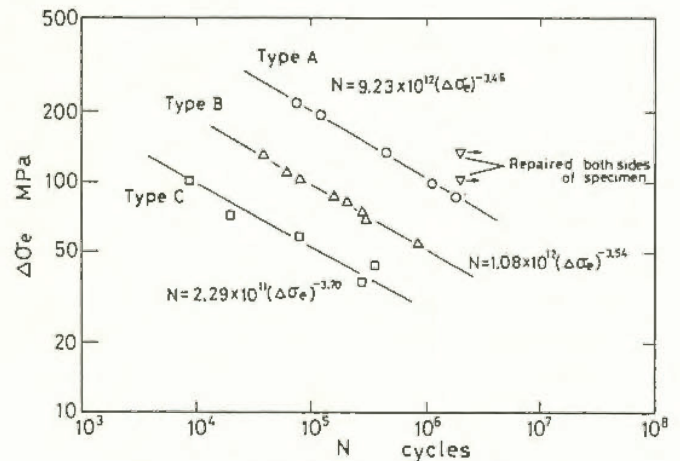


図4 補修溶接試験片の疲労強度

水素ガス中での構造用鋼の腐食疲労き裂成長に対する水分の影響

機械研究部 田中正清

1. はじめに

大型構造用に大量に使用されている低炭素鋼の腐食疲労特性の研究の一環として水素ガス環境下での低サイクル疲労き裂成長特性をいろいろな条件下で検討している。これまで用いた水素ガスはいずれの場合も乾燥状態であったが、鉄鋼材料の水素損傷には水分が関係していることが多いので、本報では水素に飽和に近い水分を含ませた場合の環境効果について調べた結果について述べる。

2. 材料および実験方法

実験材料は市販の軟鋼 SB 42 および高張力鋼 HT 80 の 6 mm 厚板である。この供試材から中央スリット付きの平板試験片 (4×70×250 mm) を作成し、これの中央部に環境槽を取りつけて、10 トン電気油圧式疲労試験機を用い、応力比 (最小応力/最大応力) 0.15, 荷重繰返し速度 0.5 Hz にて、き裂成長試験を実施した。環境ガスは高純度 (99.999 wt%) の乾燥水素を温度約 30°C の純水中で発泡させ、図 5 に示すような構成で環境槽に 0.5 l/min の流量で供給した。また比較のため水素を発泡させて水素を飽和させた純水環境 (以下水素飽和純水) についても実験した。室温および試験槽中の温度はいずれも 25±2°C に維持した。疲労き裂成長速度および応力拡大係数の計算などの実験方法および結果の解析方法は以前に報告したものと同様である。

3. 実験結果および考案

図 6 は両供試材について応力拡大係数の変動幅 ΔK と疲労き裂伝ば速度 dl/dN との関係を示したもので、同図中には参照環境としての乾燥空気中、乾燥水素中および純水中の結果を併記している。

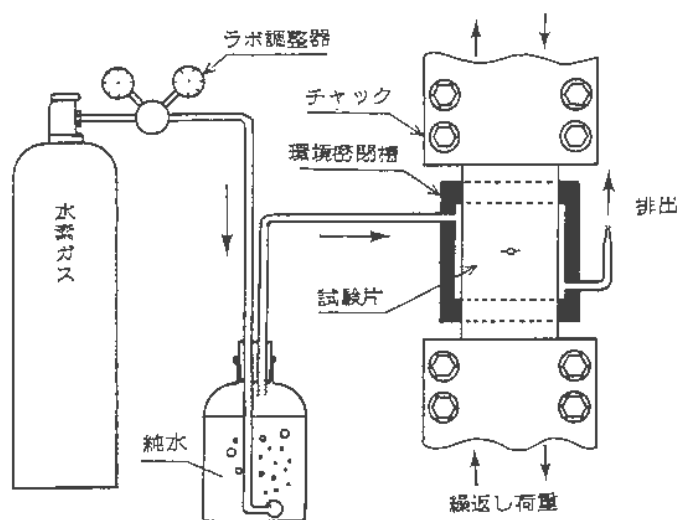


図 5 湿り水素中での実験の構成

SB 42 の場合、乾燥水素は広い ΔK の範囲で空気中に対して約 10 倍強の dl/dN 加速効果を有するが、湿り水素中ではその効果が約 2~3 倍とかなり低下している。これを水素飽和純水中でのデータと比べると両者はほとんど同じレベルにあることが分かる。同図には窒素ガスを発泡させて溶存酸素を除去した純水中での以前の実験結果も示したが、上記の両環境中でのデータは結局これと有意の差がない。微妙な点は別として、以上の水と水素とを含む環境の効果は IIT 80 でも良く似た結果となっている。

以前に水中でのこの領域での dl/dN 加速効果はき裂先端で自ら材料中へ侵入する水素による繰返し水素ぜい化が原因であることを示したが、そのことと本実験結果とを合わせ考えると、常温・大気圧下で、水蒸気が飽和状態に近い水素ガスと水とが共存する環境では、疲労き裂の先端での水素の鉄中への侵入現象はほぼ同じ状態で生じていると推定される。本実験のような疲労き裂伝ば条件ではぜい化のためのその水素の侵入は水分の存在によって緩和される。

水素の相対湿度を低下させるにつれ dl/dN の加速効果は次第に増加すると考えられるが、この点については温度の影響と合わせ今後検討の予定である。

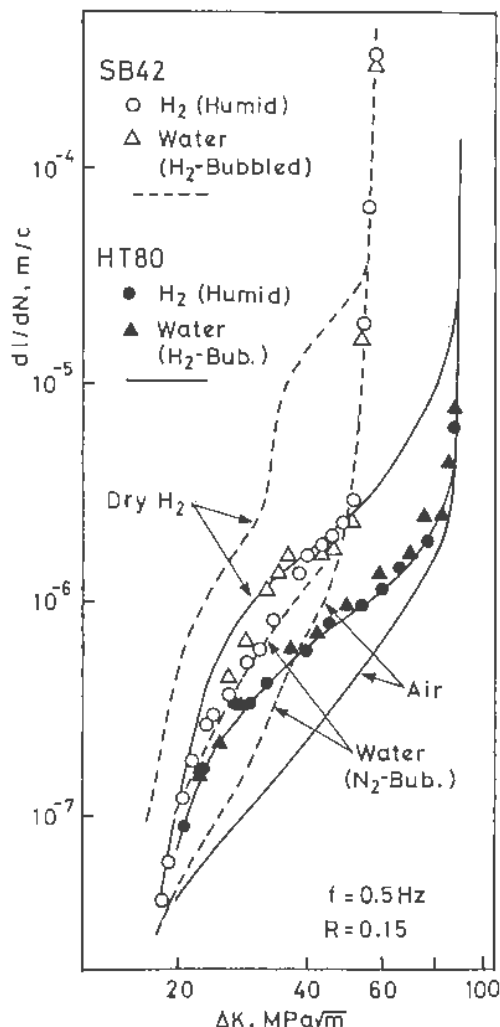


図 6 湿り水素中での疲労き裂伝ば速度と応力拡大係数変動幅との関係

自走クレーンのつり荷重による応力スペクトル

機械研究部 前田 豊

1. はじめに

自走クレーンとは、クレーンに車輪またはクローラを備え、レールによらないで自走できるクレーンのことである。自走クレーンの倒壊災害のひとつに、トラッククレーンの旋回サークル部のボルトの破断による事故がある。このボルトを破断せしめる最大の条件は繰り返し荷重の負荷であることは論をまたない。特に、クレーンによる杭抜き作業中においては、法規制上のクレーンに該当しなくなることもあって、定格荷重を超え、クレーンの後部が持ち上がるまで杭を引張り、次にウインチを緩めてクレーンの後部が下に降りる途中で再び巻き上げ、その時の反動により杭に対する大きな引き抜き力を与える、素抜きあるいは生抜きなどいわれる作業が行われていたことがある。

この作業がクレーンの機体に大きな損傷を与えることは容易に想像できるが、具体的にどの程度の荷重が付加されるかは明らかにされていない。そこで、実機のクレーンを用いて上述の杭抜き作業を行わせ、そのとき旋回サークル部のボルトに生じる応力を計測することにした。また、パイプロハンマーにより杭に振動を与えて杭抜き作業を行う場合についても同様に応力計測することとした。

2. 計測

計測対象のクレーンは、ボルト破断事故を起こしたクレーンと同型の中古機とした。同機はつり上げ荷重が30トンの、油圧伸縮式ジブを有する標準的なトラッククレーンである。同機の場合、下部走行体と旋回サークルとの接合ボルトは旋回中心に対し9°ピッチで配置されてい

るが、そのうち4箇所各2本ずつの位置はトラックのシャーシーフレームにあたりボルトを締結できないため、計32本のボルトが用いられている。

応力の検出は、ボルトの側面を対称に削り、ひずみゲージを貼つけることにより行った。なお、このときボルト断面積は、健全なものの90%になるが、削った部分の長さが短いため、全体の応力分布に対する影響は無視できる。

本数が多いため、動歪測定を全ボルトについて行うことは困難であるので、応力計測は10本のボルトについて実施した。結果の記録は、動歪計の出力をデジタルデータレコーダーによってA/D変換後そのまま計算機用テープに記録するという方法で行い、後にそれを計算機で読み取り、波形の作図と応力スペクトルの計算を行った。

クレーンに行かせた作業は、あらかじめ地中に打ち込んでおいた10m及び20mの鋼矢板を抜くというもので、作業半径を約8mとし、前述の生抜き作業とパイプロハンマーを用いた場合とをそれぞれ計測した。

3. 結果

図7にパイプロハンマーを用いた場合、図8に生抜き作業によって杭抜きを行った場合のボルトの応力波形の例を示す。パイプロ作業の場合、小さな振動しか観測されない。これに対し生抜き作業の場合、高応力域で繰り返し荷重が負荷されることが分かる。

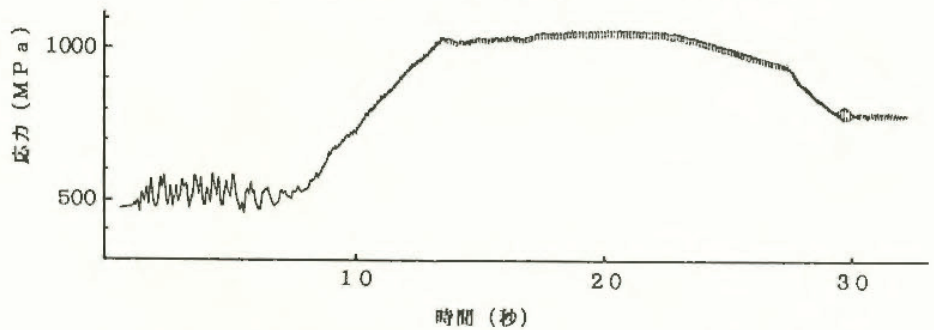


図7 パイプロハンマーを用いて杭抜きを行ったときの応力波形の例

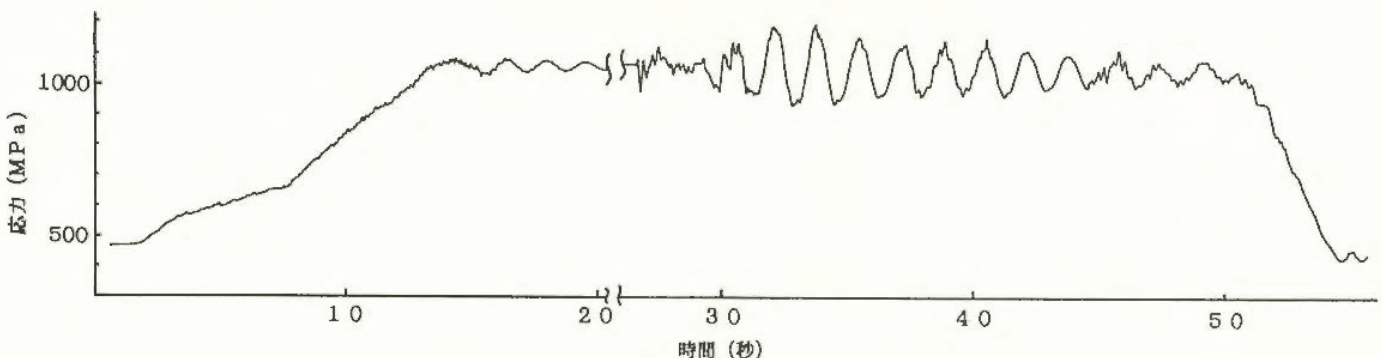


図8 クレーンの反動を利用して杭抜きを行ったときの応力波形の例

ボイラ制御システムのフェールセーフ化に関する研究

機械研究部 清水尚憲, 池田博康, 杉本 旭

1. 研究目的

ボイラとは、密閉された容器内に熱媒体を入れて燃焼ガスなどで過熱し、蒸気または温水を供給する装置である。近年、制御方法のめざましい展開がなされているボイラ制御技術もひとたびその運用を誤ると爆発等の大きな事故が発生する可能性がある。このため、少なくとも危険の係わる制御系はフェールセーフな構成とすることが必要である。本研究ではボイラシステムで安全が確保されるための制御系を考察し、特にこのために重要となる燃焼制御系のフェールセーフ化を行い、その特性について述べる。

2. ボイラ制御系の安全化の要件

ボイラ設備の災害を防止するためには、少なくとも以下のインタロックに基づいてボイラを運用することが必要となる。

- 1) 運転状態に異常が発生した場合、燃焼を継続しない。
- 2) 未燃ガスが炉内にあるにも拘らず、燃料への点火を行わない。

さらに1), 2) 項の安全を確保するための制御(安全制御)を行う回路は、回路自身に誤りを生じた場合、燃料供給が遮断し、かつ点火を行わないようなフェールセーフなインタロックを用いた構成でなければならない。

3. 熱電対を用いたフェールセーフな炎センサ

上記の条件を満足するためには、燃料の供給は少なくとも火災があることの確認に基づいて行われなければならない。火災のあることを検出するための物理的手段としては音、光、熱、あるいは火炎の電気的性質を利用することが考えられる。ここでは燃焼の際、発

生する熱を熱電対を用いてフェールセーフに炎を検出する手段を示す。

家庭で使われるガス湯沸器の設備等で使用されている熱電対式炎センサでは点火に伴う熱電対の立ち上がり応答と失火に伴う立ち下がり応答の時間に遅れが生ずる。そこで高速応答性を考慮した熱電対電流センサを開発した。図9に試作した回路のブロック図を示す。ゲート G_1 は熱電対(電流)の出力レベル e_{in} が上昇する過程に対して低レベルのしきい値 V_1 で出力を生じ、この出力信号は次段の自己保持回路 M のトリガ信号となる。自己保持回路 M は電流センサ出力 e_{in} に対して高レベルのしきい値 V_2 をもち、この信号をリセット側入力として V_2 より高いレベルの入力でトリガ信号を自己保持する。

図10は熱電対を炎で加熱した後、これを停止したときの電流センサ出力パターンである。ゲート G_1 はこのアナログ出力信号に対して低レベルのしきい値 (V_1) で出力を生じている。この出力信号 $q_1=1$ は従来のガス湯沸器のバルブ開放許可出力レベルに相当し、パーナ失火後からバルブ閉鎖までかなりの遅れ (TD) を生ずる。自己保持回路 M はリセット側入力端子が高いレベルのしきい値で自己保持し、熱電対電流がしきい値 V_2 より下がると出力 $q_3=0$ となる。従って、微分出力信号と自己保持回路の出力信号の論理和をバルブ開放許可出力とすれば、熱電対電流の立ち上がり立ち下がりに高速応答を得ることができる。

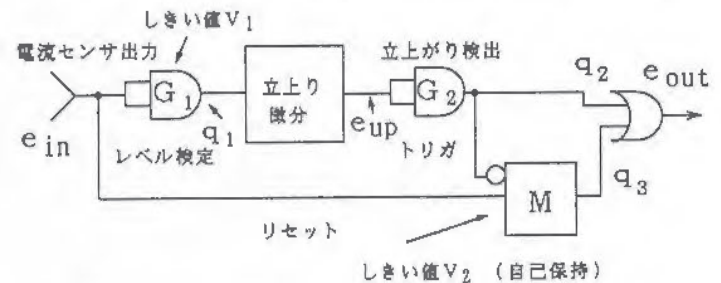


図9 フェールセーフ燃焼センサのブロック図

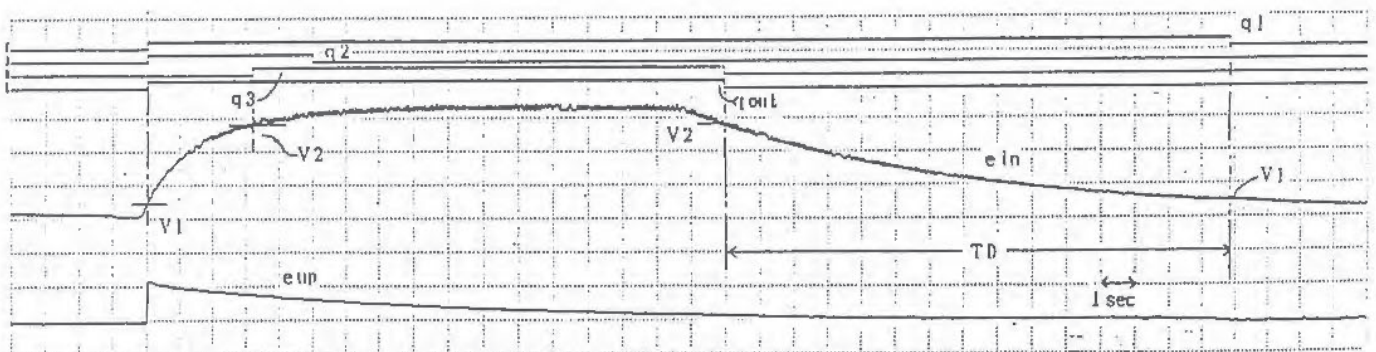


図10 フェールセーフ燃焼センサの動作

高齢者の安全確保に関する研究

一起動操作に関する研究一

機械研究部 深谷潔, 池田博康, 梅崎重夫, 清水尚憲

1. はじめに

操作には、モード選択、値の設定等の機能がある。操作において、安全が問題となるのは、それが機械の仕事出力に結びつき、それは事故を起こすことができる大きなエネルギーを伴うからである。その意味で、機械の運転に直接つながる起動・停止が、安全にとって特に重要であり、これについて検討した。

起動において、運転の意志が、特定の操作によって、機械に伝達され、機械の運転が行われる。安全を考慮した場合、その操作が人間の意志に基づくものであるという確認が必要である。すなわち、偶然スイッチに触れただけかもしれない、それだけで機械が動き出すとしたら非常に危険である。その意味で、運転の意志を伴わない操作を排除するフルプルーフが必要である。このような観点からフルプルーフを考慮したボタンについて研究を行った。

2. フールプルーフの手段

意志を操作として表す過程におけるエラーによって誤った操作、すなわち、運転意志を伴わない操作が発生するが、それを防ぐためのフルプルーフが必要である。すなわち、意識的な行為でなければ、操作とならないようにする必要がある。

そのための手段として、操作をその他の行為と区別するために操作を限定されたものにする方法、本来の操作の他に確認の操作を行う方法等が考えられる。

前者は、行為における操作として受け入れる範囲を狭くして、ノイズ（偶然によるスイッチとの接触等）を排除しようというものである。具体例として3点スイッチや、以下に述べる応答機能付きボタンがある。

3. 振動式応答機能付きボタン

3.1 振動式ボタンの構造と機能

人間がボタンを押したとき、押したのが人間の指であることの確認と、操作をボタンが受け付けたことを人間にフィードバックする機能を有する振動式ボタンを試作した。

構造を、図11に示す。ボタンを押すことによりプランジャが加振コイルの中間に移動し磁力を受けるようになる。この構造により、力を入れすぎてボタンを押しつくとプランジャが加振コイルから外れるので、適切な押しつけ力以外の行為を排除できる。さらに、指先の弾性がばねの弾性に加わり共振する構造であるので、ボタンを押すものが、スポンジのように柔らかいものであったり、工具のように硬いものであると共

振せず、大きな振幅にはならない。これによって、ボタンを押すものが指の硬さに近いものに限定される。

この振動をセンサで検知することでボタンが押されたという信号を発生し、また、振動によって人間に手応えを与えるものである。

3.2 人間の振動感知特性

この手応えを与える振動として、どのような周波数、振幅のものが必要であるかということを開明にするために、高齢者を中心とした23人の被験者について、振動に対する人間の感度特性を調べた。加振器を用い一定の加振力で、振動周波数を変化させたときの、感知範囲を測定した。また、被験者の判断した最大感度を持つ周波数での最小加振力を測定した。これらの測定から得られた振動感知特性を図12に示す。これから分かるように、すべての被験者について100~200 Hzで最大感度となる。

4. おわりに

操作機器のフェールセーフ、フルプルーフ化の研究の一環として、振動ボタンという方式を考えた。手応えを与えるうえでの最適な振動数を決定するために、実験を行った。その結果、振動数は、100~200 Hzが望ましいことが明らかになった。

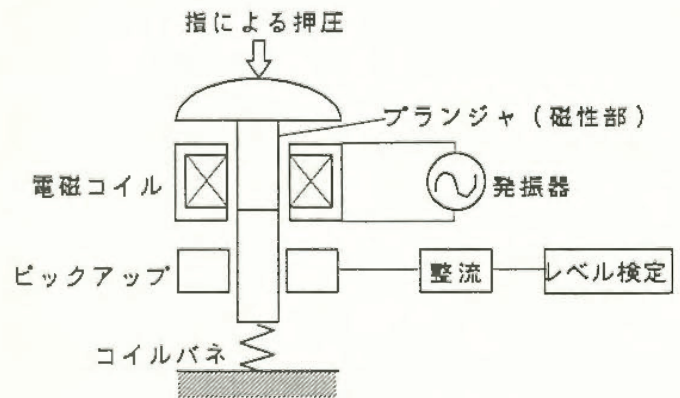


図11 振動ボタンの構造

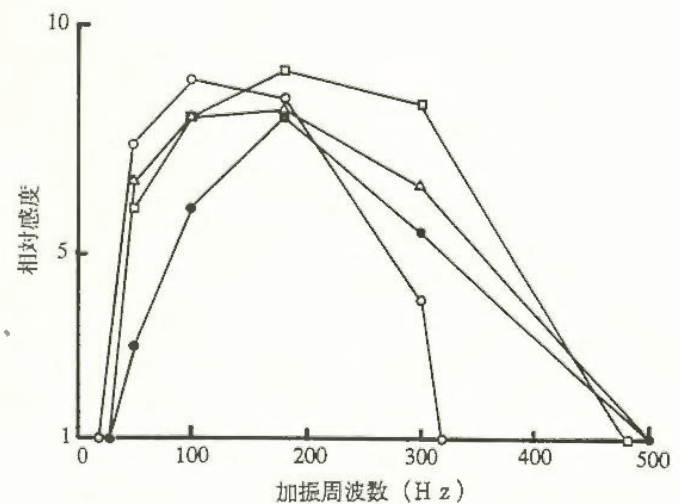


図12 人間の振動検知特性

—倉庫関連作業の安全化に関する研究—

機械研究部 池田博康, 深谷 潔, 杉本 旭,
梅崎重夫, 清水尚憲, 糸川壯一

1. 研究目的

典型的な高齢者職場である倉庫関連作業では、荷の運搬や取扱いのように高齢者が直接介入する不定形な作業が多い。また、この種の作業は機械化の困難なものが多く、仮に機械化しても多くの作業は高齢者が機械の危険な可動部に近接した状態で作業を行わざるを得ず、これが災害多発の原因となっている。

一方、近年、大型化した無人倉庫システムが各現場に急速に普及しつつあるが、このシステムでは、倉庫内での監視・保全作業やトラブル処理等は、高齢者が広大な倉庫内に立ち入って作業を行わざるを得ず、そのため倉庫内の高所からの墜落や、倉庫内で作動する機械に挟まれるといった災害が多発している。そこで、本研究では、倉庫関連作業で発生する上記のような災害の防止を目的として、汎用性のある安全手段と安全制御システムを開発する。

2. 倉庫関連作業で必要とする安全手段

本研究では、倉庫関連作業に適用できる汎用性のある安全手段として、以下の装置の開発を行っている。

(1) 挟圧防止センサ 人間が機械の危険な可動部に近接した状態で作業を行うときの、挟まれ災害防止を目的としたセンサ。真の挟圧に至る前に確実に機械を停止でき、かつ、センサ故障時には機械の運転を許可しないフェールセーフな構成とする。

(2) レーザ式光線センサ 広大な倉庫システム内で荷崩れを検出するためのセンサであり、従来光線式センサと比較して約10倍の検知距離を持つ。レーザ光のエネルギーが人体に危害を及ぼすことのないように、逐次確認方式（レーザ光を短時間パルス状に放出し、受光側でそのパルスが確認できたときに限り、次のレーザ光の発生を許可する方式）をとる。

(3) 人間と荷の識別装置 倉庫システム内の荷の搬入・搬出口において、人間と荷の識別を行う装置。マッチング方式として環境ノイズに影響されにくい構造とし、かつフェールセーフな構成とする。

3. 挟圧防止センサの実験的検討

(1)のセンサは、既に市販のものが倉庫出入口の動力開閉扉に適用されているが、近年、センサが設置されているにもかかわらず、この扉に人間が挟まれて死亡するケースが多数報告されている。そこで、このときの挟圧力を推定するための実験を行った。

図13は、冷蔵倉庫用の動力扉で、センサ有効時と故障時の挟圧力を比較したものである。この扉は、モータに直結したチェーンによって駆動される電動式の両開き扉で、高さ2m、幅3.4m、厚さ36cm、重量180kg、移動速度8m/minである。挟圧物体には、直径50mm、長さ240mmのアルミ丸棒を用いた。

図13(b)より、センサ故障時には、物体は約300kgfの力で挟圧されることがわかる。この力は、センサ正常時の挟圧力より約50%大きい。しかも、センサ正常時には、挟圧後直ちに扉が開くため挟圧力は約2.5秒しか作用しないのに対し、センサ異常時にはこの力が継続して作用するから（仮に電源がトリップしても力は半分程度に減少するものの作用し続ける）、この力の作用によって死亡災害に至ると考えられる。

また、仮にセンサが正常であっても、物体に作用する力は約200kgfと非常に大きい。そこで、この力を緩和するための機構（クッション）を設けて、その効果を見た。これを示したのが図14であり、緩和機構のコンプライアンスと厚みを適切に選択することによって、挟圧力を人体に危害を生じない程度の力に抑えることができる。なお、材料①はコンプライアンス $C=18\text{ mm/kgf}$ 、材料②は $C=6.5\text{ mm/kgf}$ 、材料③は $C=1.3\text{ mm/kgf}$ 、厚さ50mmとした。

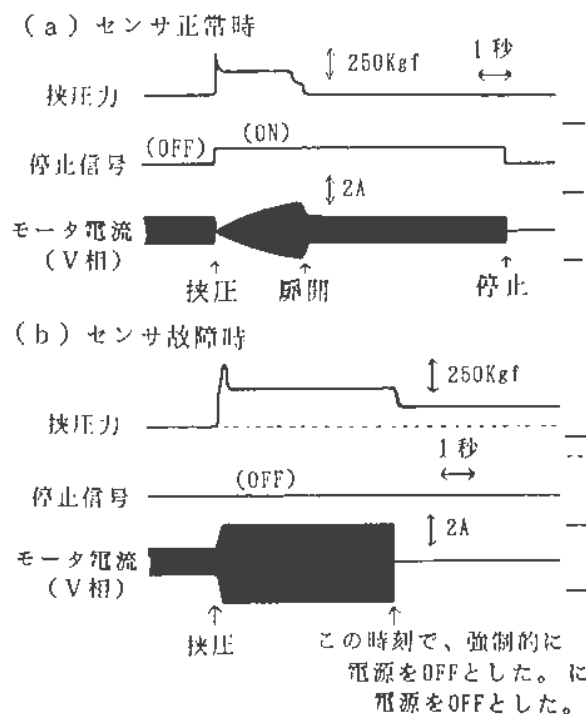


図13 動力開閉扉の特性

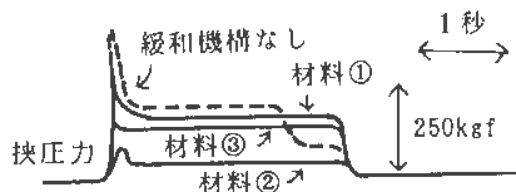


図14 挟圧力緩和機構の効果

騒音環境が作業パフォーマンスに与える影響に関する研究

機械研究部 江川義之

1. 研究目的

騒音の相違が作業者の作業パフォーマンスに与える影響について研究を行った。従来の騒音を対象にした研究は、音圧レベルを評価尺度とし主観的うるささを検討したものが多く、本研究は課題作業を与え、そのパフォーマンスの乱れから騒音評価を試みた。さらに騒音構成要因のうち周波数構成と波形変動性に着目し、これら要因を変化させた騒音を一定の音圧レベルで作業者に暴露することを試みた。

2. 研究方法

<暴露騒音>

低周波衝撃音、低周波定常音、高周波衝撃音、高周波定常音、フラクタルノイズの5種類の騒音を、すべて85 dB(A)の音圧レベルで作業者に暴露した。図15に騒音の周波数構成および波形を示した。

<課題作業>

- ① 提示される2個の3桁の数値XとYを、四捨五入し有効数字2桁を記憶する。
- ② Xの数値についてスケールの選定を行う。
- ③ 選定したスケール上において、ロータリーノブでXの座標合わせを行う。
- ④ Yの数値についてスケールの選定を行う。
- ⑤ 選定したスケール上において、ロータリーノブでYの座標合わせを行う。
- ⑥ ①の作業に戻る。

<測定項目等>

作業時間は35分とした。被験者は7人、その構成は若年者4人(平均年齢22.8歳)・高齢者3人(平均年齢71.3歳)である。

パフォーマンスとして、作業時間5分間隔で1課題ごとの平均処理時間およびその偏差、スケール選定ミス、座標合わせの偏差を調べた。さらに作業前後に日本産業衛生学会の自覚症状調べ、作業後に15項目からなる騒音アンケートを行った。

3. 研究結果

騒音環境を変化させた場合の作業パフォーマンスに与える影響について、次の因子を選定した有意性を検討した。

- 年齢因子(高齢・若年)と騒音因子;「二元配置繰り返しあり」で比較した結果、作業パフォーマンスの変動は年齢因子によるものは大きい、騒音因子はあまり関与していない。
- 騒音因子(各個人を繰り返し誤差として);高齢

者・若年者の各々について「一元配置」で検討した結果、個人差が作業パフォーマンスに与える影響は大きい、騒音因子による影響は小さい。

以上の結果、騒音環境を変化させた場合の作業パフォーマンスに与える影響は、年齢および個人による影響と比較して小さいことがわかった。

そこで各個人ごとに、一連続作業内変動と騒音環境を変化させた場合の変動を比較した。

○ 騒音因子(一連続作業時間内変動を繰り返し誤差として);各個人ごとに作業5分ごとのデータを繰り返し誤差として「一元配置」で調べた結果、騒音因子が作業パフォーマンスに与える有意性が現れた。即ち35分間の作業を課した場合、初期高進・中たるみ・終末効果等による作業時間内変動が考えられるが、それより騒音環境を変化させることによるパフォーマンスの変動が大きいことが明らかにされた。

各個人ごとに、騒音が作業パフォーマンスに影響を与えた測定項目を述べると、課題平均処理時間は7名中7名、座標合わせ偏差は7名中4名に有意差が現れた。

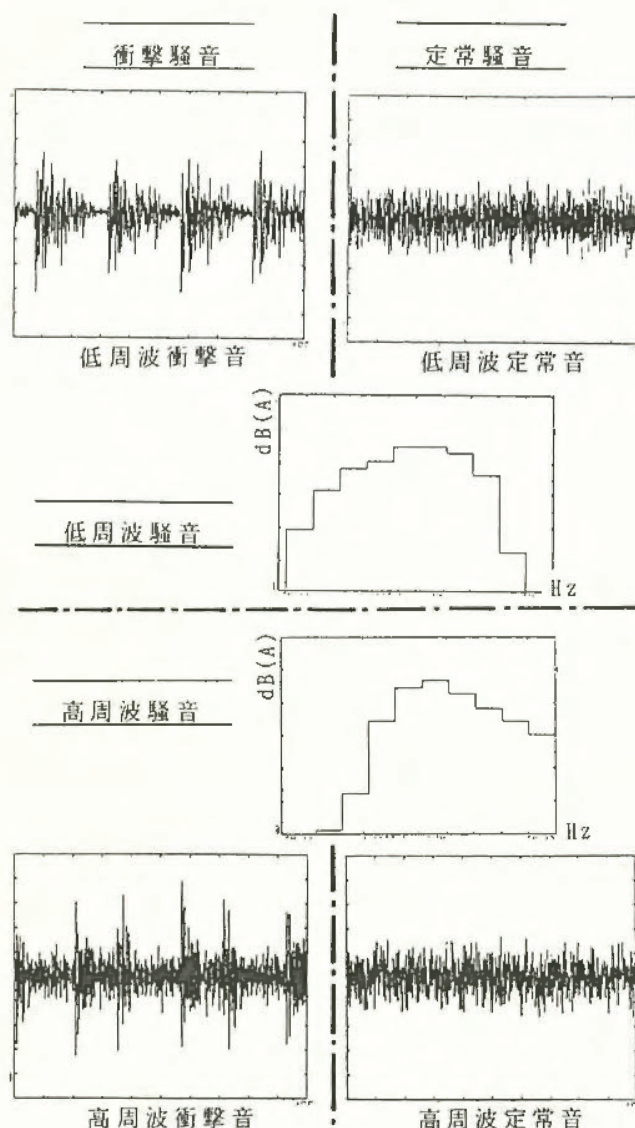


図15 環境条件(暴露した騒音の種類)

H形鋼支柱式型枠支保工に作用する荷重の実測調査

土木建築研究部 大幡勝利, 小川勝教, 河尻義正

1. はじめに

橋梁工事等のコンクリート打設において、H形鋼支柱式型枠支保工がよく利用されている。この型枠支保工は構造が簡単であり、部材応力の算定も比較的容易である。このため、設計段階で部材応力を求めるとき、簡略化した計算を行っていることが多い。しかし、部材接合部の条件などの点で、実際の構造が計算モデルと違う場合がある。これらのことから、この型枠支保工についての安全性を確認し設計用の基礎資料を得るために、橋梁工事現場で実測調査を行った。

2. 実測調査の概要

本実測調査は、コンクリート打設における支柱、大引、方杖、水平つなぎ材等の応力や支保工の挙動等を調べるため、首都高速板橋-戸田線の橋脚工事のH形鋼支柱式型枠支保工を対象として、打設から1週間にわたって行った。図16に実測調査したH形鋼支柱式型枠支保工を示す。



図 16 実測調査の様子

3. 調査結果の考察

1) 部材軸力の実測値と計算値の比較

実測調査した支保工を図17のようにモデル化し、それについて計算を行い実測値と比較した。実測と計算結果の一例を表1に示す。この結果、計算により大きな軸力が生じると予測された支柱、大引、水平つなぎ材等において、実測でも大きな軸力が生じていることが確認できた。よって、これらの部材の設計において、部材の断面の選定、接合部分の仕様を明確にすることなどに注意が必要である。

また、計算モデル1は設計上の構造をモデル化したものであり、計算モデル2は設計と実際の構造が違っていた部分を考慮してモデル化したものである。この

結果、計算モデル2の方がより実測値に近い結果が得られた。これより、計算モデルを設定する場合、実際の構造を考慮したモデルにするなどの注意が必要である。

2) 作業荷重

図18は、コンクリート打設中における各支柱軸力の経時変化を模式図化したものである。同図の ΔP は、打設中の最大軸力 P_1 と打設完了時の軸力 P_2 の差である。この差は打設中における作業員や打設用具等の重量と、打設に伴う衝撃的な荷重により生じたと思われる。これを作業荷重と考えると、今回の実測調査でのそれは $190\sim 253\text{ kgf/m}^2$ であった。

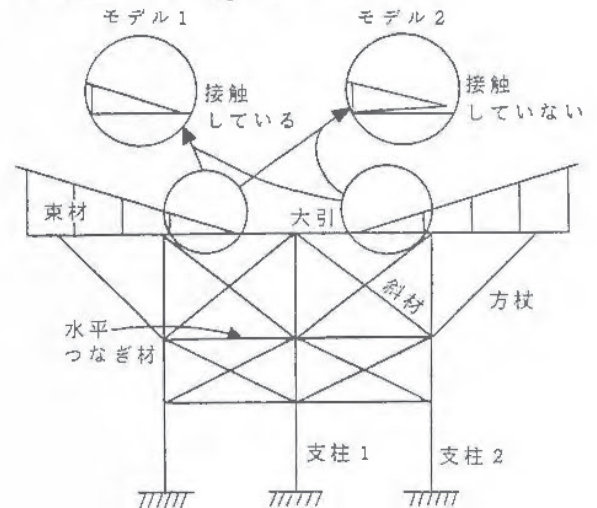
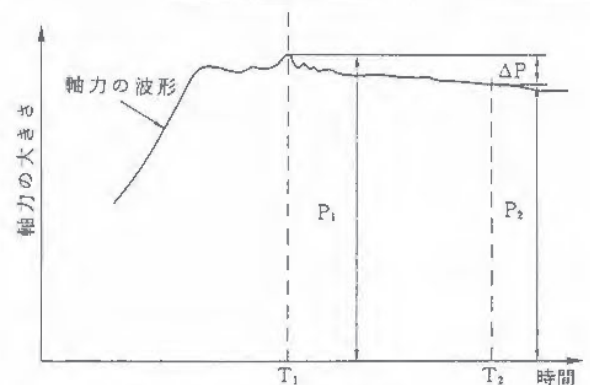


図 17 計算モデル

表 1 実測値と計算値の比較

部 材	実 測 値 (ton f)	計算モデル1 (ton f)	計算モデル2 (ton f)
大引	38.16	31.89	35.06
束材	-16.31	-13.09	-13.20
方杖	-32.04	-30.26	-34.35
支柱1	-10.35	-16.60	-11.19
支柱2	-61.44	-53.30	-55.99
水平つなぎ材	-23.74	-17.86	-20.84
斜材	1.12	0.72	1.28



P_1, T_1 : 軸力の最大値とその発生時点
 P_2, T_2 : 作業員や打設用具等がなくなったときの軸力値とその時点

図 18 支柱軸力の経時変化の模式図

カオリン粘土の鉛直斜面崩壊実験

土木建築研究部 玉手 聡, 堀井 宣幸, 豊澤 康男

1. はじめに

本研究では、鉛直斜面の崩壊現象を実験によって検証することを目的として、遠心力載荷装置を用いてその崩壊実験を行った。試料として標準粘性土であるカオリン粘土を用いて図19の様な模型地盤を作製した。

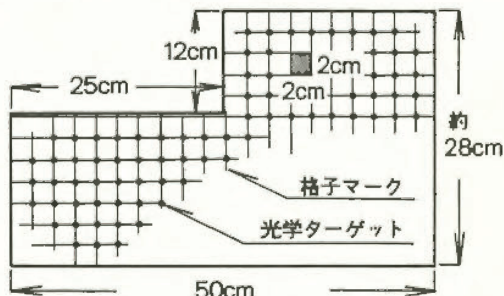


図 19 模型地盤の概要図

2. 模型地盤の作製

模型地盤の作製において使用したカオリン粘土の粒度分布はシルト分 12%, 粘土分 88% である。カオリン粘土に蒸留水を加え含水比 150% のスラリーとし、これをソイルミキサーを用いて攪拌し、真空状態にて脱気を行った後、一次元圧密を行った。一次元圧密は、段階的に圧密圧力を上昇させ、最初の 24 時間を 0.5 kgf/cm² で行った後、1.0 kgf/cm² でさらに 24 時間行い、その後 1.5 kgf/cm² で最終圧密沈下付近まで行った。

圧密後の地盤をさらに 100 G の遠心力場で 40 時間、自重圧密を行い、深さ方向に対して強度の増加する地盤を作製し、自重圧密を行っていない一様に同じ強度を有する一次元圧密後の地盤との崩壊現象の比較を行った。この圧密過程の異なる地盤の含水比の分布状況等を比較して示したものが図 20 である。

一次元圧密を行った地盤は、深さ方向に対して一様な圧密荷重を受けているために、地盤内の含水比は約 59% となっている。一方、遠心場で自重圧密を行った模型地盤では、深さ約 18 cm 以深において含水比の

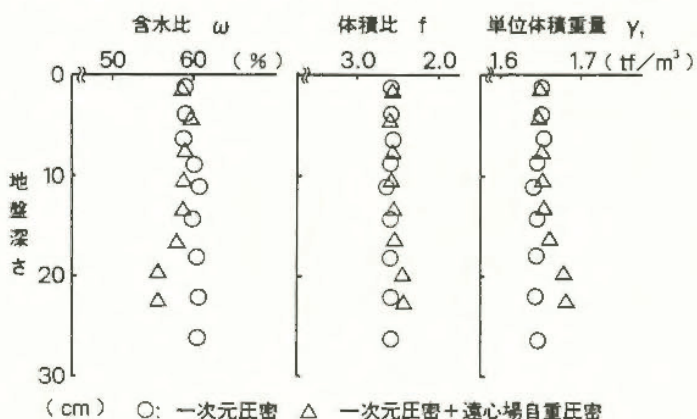


図 20 圧密終了後の地盤状況の比較

減少と単位体積重量の増加が見られ、強度が増加していると思われる。

3. 崩壊実験

圧密を終了した模型地盤に遠心力加速度を 10 G 毎に増加させて作用させた。その変形挙動をビデオカメラと連続撮影用長尺フィルムを装填した 35 mm カメラにより記録した。地盤内に埋め込んだターゲットの変位とそれらから計算される主ひずみ、せん断ひずみ、ゼロひずみ分布について解析を行った。

遠心力加速度 40 G を作用させた時に斜面底部がはらみだす初期の崩壊現象が確認された。この時、すべり線が斜面のり先部分に発生し、周辺地盤に比べてせん断ひずみと主ひずみが増大していた。ゼロひずみ方向は、ほぼすべり線の方向に一致していることが分かった。

さらに遠心力加速度を 40 G から 50 G に上昇させた時にのり先部分に発生したすべり線が地盤表面へと伸びて最終的に崩れ落ちた。図 21 に、その時にすべり線に沿ってひずみが増大している様子を示した。図 22 は崩壊時の様子を示したもので、明確な円弧上のすべり線が確認できる。

圧密方法の異なる 2 種類の地盤の比較においては、自重による圧密効果が鉛直斜面部分には現れなかったため、崩壊部分の大きさと、その強度に大きな差異はみられなかった。

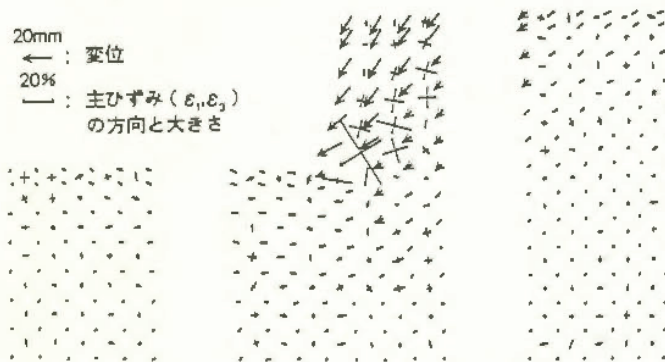


図 21 模型地盤の 40 G から 50 G における変位と主ひずみの分布

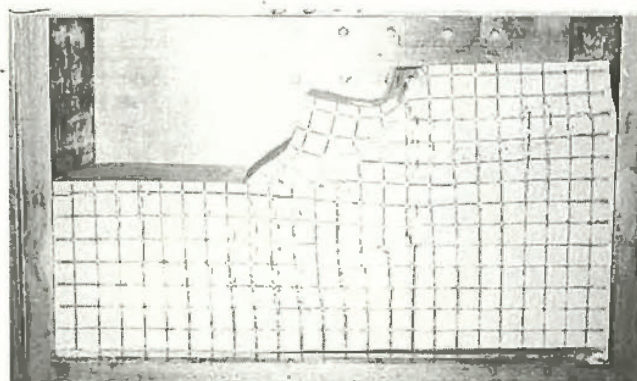


図 22 模型地盤の崩壊後の様子

溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止

一溝掘削過程シュミレーションシステムの開発一

土木建築研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡

1. はじめに

溝掘削工事における土砂崩壊災害の危険性は、通常掘削の進行とともに増加する。しかしながら、掘削に伴い発生する掘削部周囲の変位、応力等と崩壊現象との関連については、十分には解明されていない。そこで、崩壊現象に至るまでを詳細に調査するため、溝掘削過程を再現し得る掘削シュミレーションシステムを開発し、遠心力载荷試験装置に設置した。

2. 掘削シュミレーションシステム

溝掘削工事のように、地盤を徐々に掘り下げていく工事では、掘削の進行とともに溝部の応力開放が起こり、周囲の地盤内応力、変位等が、変化していく。遠心模型実験でこのような掘削問題を検討するには、遠心力場でどのように掘削過程を再現するかが問題となる。本システムでは、模型地盤に溝部を掘削し、土と同じ単位体積重量 γ の液体を満たして掘削面を保持し、所定の遠心加速度のもとで溝部を満たした液体を排出し、連続的な掘削を再現する方法を採用した。溝部分には、ゴムスリーブを装着し、その中に比重を調整した塩化亜鉛溶液を入れた。

この方法の利点は、①労働災害のように掘削が進行している施工の過程で発生する崩壊状況を模擬し得ること。②労働災害が多発している狭隘な溝掘削、すかし掘のような、狭く曲面がある複雑な掘削部についても対応可能であること。③

配管、電磁バルブ等を設置するだけでよく、比較的安価であること、などである。

当該システムフロー、概観及び模型地盤を図23～25に示した。

掘削の模擬すなわち塩化亜鉛溶液の排出は、図23の電磁バルブ (sv 4) を開放することで行い、掘削の進行速度の調整は、電磁バルブと排出タンクの間バルブの調整によって行う。また、塩化亜鉛溶液の液位すなわち掘削深さは、ゴムスリーブの底部の水圧計及び連続写真とビデオ画像によって測定する。

また、地盤内の水位は、地盤の強度の重要な因子である。そこで本システムでは、模型地盤内の水位の制御を行うため、図23のように2つのリザーバーを設けた。ひとつは、模型の地表面に、一方は溝の底部に合わせ、水位を一定に保つようになっている。このシステムではバルブの開閉の組み合わせによって、3とおりの水位を制御出来る。当該システムを用いて数例の実験を行い、重力の50倍の遠心加速度場において機能することを確認した。

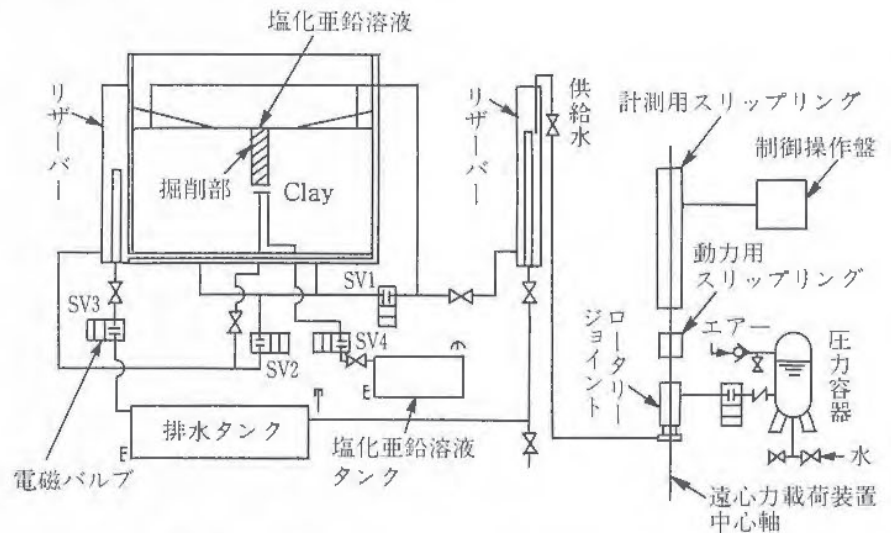


図 23 溝掘削シュミレーションシステムフロー図

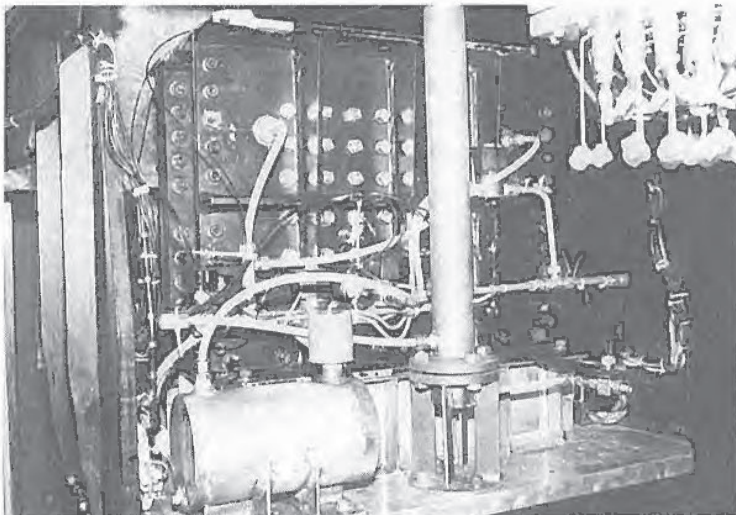


図 24 溝掘削シュミレーションシステム概観 (容器背面)

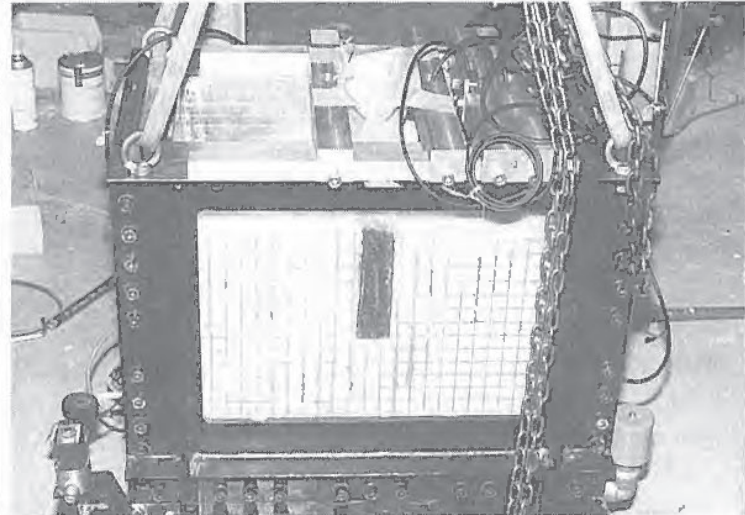


図 25 試料容器内の溝模型地盤 (容器前面)

トンネル工事労働災害に関する情報の性質と構造

土木建築研究部 鈴木芳美

1. まえがき

労働災害記録から得られる情報を有効的に活用するためには、これらの情報が有している性質や構造について明らかにしておく必要がある。本年度は、特にトンネル建設工事における労働災害資料（昭和62年に発生した161件のトンネル建設工事の死傷病報告書）を取り上げ、その災害発生状況に関する記録・記述から得られる情報に関して以下に示すような分析を行った。

2. 分析内容

まづ今回の分析資料に関するデータベースを作成し、データベース機能を用いて災害発生状況項目の記載内容に使用されているフリータームの切出しを行った。当該項目の内容は、トンネル工事の安全や労働災害防止に関連した不特定多数の関係者が現実に用いている言葉で記述されており、これらのありのままの情報が有する性質や構造についての知見を得ることは、情報の有効活用を図る上で不可欠と考えられる。

次に、切出された全フリータームについて建設工事関連分野での特殊な用語や言い回し等に関してチェック・メンテナンスを行い、チェック後のフリータームをキーワードとした。これらのキーワードについて下記に示す多変量統計解析などを実施した。

3. 分析結果と考察

3.1 キーワードの出現頻度の傾向

今回分析した全キーワードの総種類数は3070語（平均19.07種類/事例）、また総のべ語数は10714語（平均66.55語/事例）であった。これらのキーワードについて、その出現頻度の傾向を検討した。

図26は個々のキーワードに関してそれが使用されている災害事例の事例数（頻度）を f として横軸に、また縦軸には頻度 f の場合のキーワードの数 $n(f)$ をとって両対数グラフ紙上に示したものである。ただし頻度が20以上のキーワードについては欠測値があるため、5～30頻度ごとに平均値を用いている。その結果、両者の関係は直線で示され、直線の傾きはほぼ-2であり、よく知られているブラッドフォードの法則にしたがった分布を示していることが判明した。

3.2 数量化Ⅲ類によるキーワードの分析

上記のキーワードの質的な構造を明らかにするため頻度ランク上位156語（頻度順位の累積率で上位5%）のキーワードを選択し、数量化Ⅲ類を用いて解析を行った。その結果、高い相関を有する固有値は得られなかったものの、カテゴリウェイトに基づく各キ

ワードの散布状況から、第1軸は工事種類を示すこと、また第2軸は災害発生状況の一般性・特有性を表わす軸と考えられた。全災害事例のサンプルスコアに基づく散布状況を見ると各工事種類ごとに比較的明瞭なまとまりを示した。

3.3 キーワードを用いた事例判別の可能性

次に、これらのキーワードを用いて災害事例の判別等に対する可能性の検討を行った。図27は前項までに述べたキーワードのうち地名等の事例判別に対しては意味を有さないと考えられるものを除外した100個のキーワードを選び、工事種類を外的基準とした数量化Ⅱ類の分析を行い、得られた解に基づいてサンプルの散布図を描いたものである。図に示されるように各災害事例の工事種類の違いを比較的明瞭に区別できることが判明した。災害種類の違いについてもほぼ同様の結果が得られた。

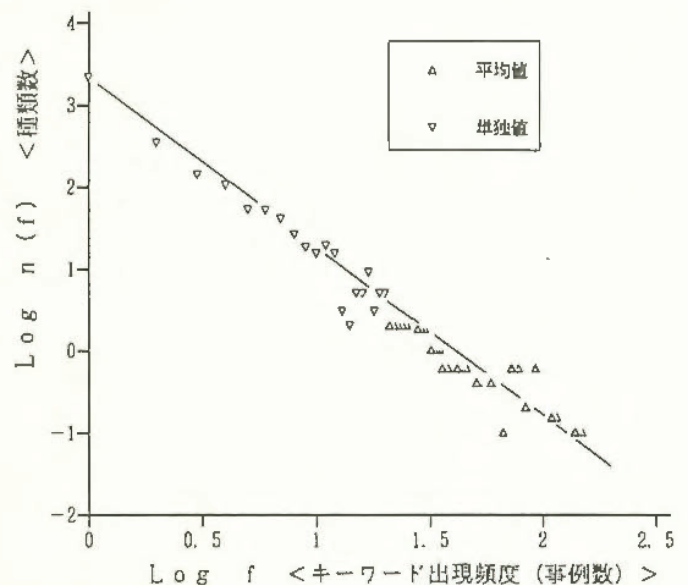


図 26 キーワードの出現頻度の状況

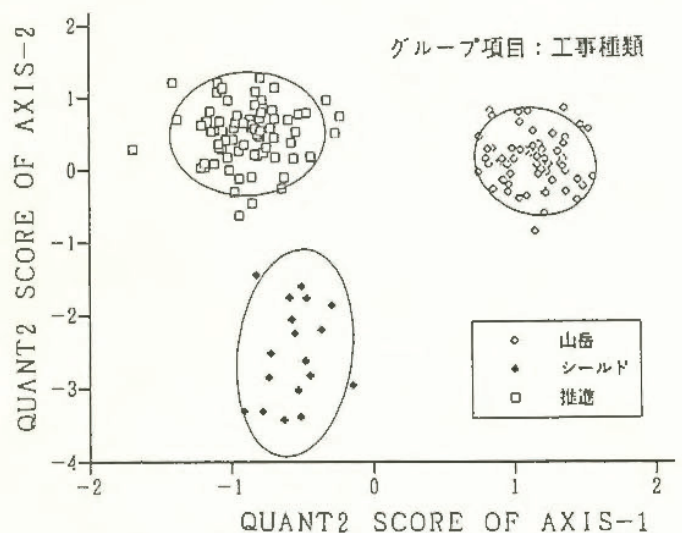


図 27 数量化Ⅱ類の分析結果に基づくサンプル散布図

労働災害の被害強度・規模特性について

土木建築研究部 花安 繁郎

1. 緒言

労働災害をはじめとする各種災害の統計的分析は、災害の発生頻度に関する分析と、災害の被害程度・規模に関する分析、および頻度と被害程度の同時分析とに大別される。例えば、単位時間当りの災害発生数である災害度数率は、発生頻度に関する分析の代表的なものであり、また、災害による傷害程度に関する分析、評価法としては、単位時間当たりの労働損失H数である災害強度率が広く用いられている。

本研究は、労働災害による被害の大きさの特性を明らかにすることを目的として、被害の大きさを労働災害による傷害程度と、一つの災害に巻き込まれた被災者数である災害規模とに分け、それぞれについて統計分析を行ったものである。また、その分析結果を用いて大規模労働災害の再現期間を算出する事を試みた。

2. 労働災害に被害強度・規模特性の分析結果

分析の結果をまとめると以下のようなものである。

- (1) 労働災害による被害の大きさ（労働損失口数で示される傷害程度、および一つの災害での被災者で示される災害規模） h とその発生頻度 P との関係は $k=h^n p$ で示される簡単なべき関数で記述でき、図面上では両対数紙上の直線で表現できることを、多くの災害事例によって明らかにした。図28には1977-1988年の12年間に建設工事で発生した重大災害（一つの災害で三人以上の労働者が被災した災害）による被災者数の規模分布を分析した結果を示した。同図には実際の災害規模分布を▲印で示し、また重大災害被災者数の下限値である $h_c=3$ で基準化した規模分布を□印で示した。
- (2) 上記関係式を応用して、災害規模の確率分布を定めることが出来、さらに、ある期間の長さとその期間中の災害発生数を知ることが出来れば、これらの情報を用いて特定規模災害の再現期間を算出出来ることを明らかにした。この知見をもとに建設工事の業種別や災害種類別の特定規模災害の再現期間を求め、その結果を表2、表3に示した。同表には、規模分布に関する、べき関数のパラメータ n 、分布の期待値 $E(H)$ 、および分散 $V(H)$ も合わせて示した。
- (3) 災害規模に関しては、建設工事での土木工事、建築工事、設備工事の業種間の差が無いことを明らかにした。一方、災害種類別では、火災や倒壊災害の災害規模が大きく再現期間も短いことを明らかにした。
- (4) 労働災害の発生頻度を示す指標には災害度数率があり、傷害程度を示す指標には災害強度率がある。災害規模・発生頻度曲線の傾き n は、大規模災害の起こ

り易さを表すと同時に、災害規模分布の期待値や分散もこの値によって求めることが出来ることを明らかにした。このことから、この n 値を労働災害規模特性を記述する統計的指標として利用できることを示した。

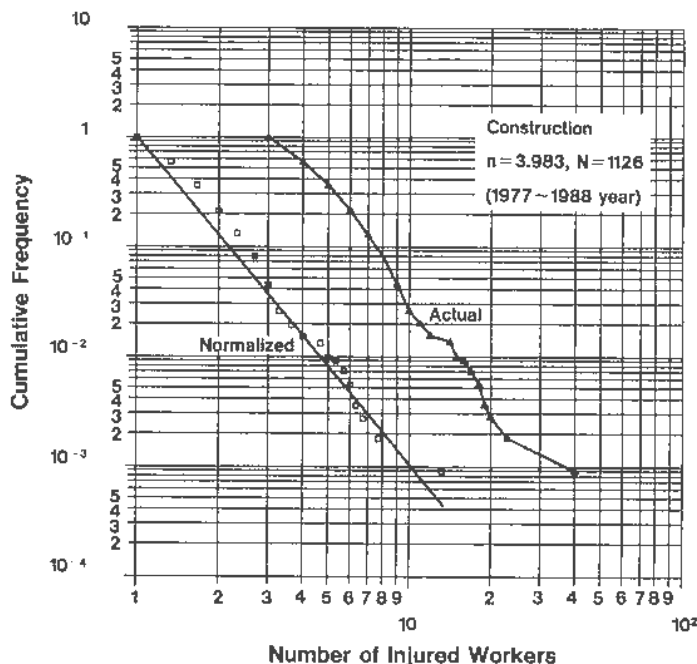


図 28 災害規模・発生頻度曲線（建設工事重大災害）

表 2 大規模災害の再現期間（年）（業種別分類）、 n 値、および $E(H)$, $V(H)$

規模	全産業	建設業	土木	建築	設備
10	0.05	0.39	0.88	2.09	2.38
20	0.18	3.05	6.87	15.72	17.38
30	0.38	10.24	22.92	51.14	55.56
40	0.66	24.14	53.89	118.11	126.76
50	1.00	46.97	104.59	226.08	240.24
n 値	2.870	3.983	3.972	3.910	3.867
$E(H)$	6.448	4.513	4.521	4.570	4.607
$V(H)$	—	6.945	7.076	7.889	8.538

表 3 大規模災害の再現期間（年）（災害種類別分類）、 n 値、および $E(H)$, $V(H)$

規模	墜落	土砂崩壊	倒壊	火災	交通
10	15.92	12.87	2.67	1.99	0.73
20	217.94	202.60	18.76	6.06	5.23
30	1007.22	1016.16	58.69	11.65	16.58
40	2983.95	3190.40	131.83	18.51	37.58
50	6928.60	7749.16	246.96	26.52	70.91
n 値	4.775	4.977	3.813	2.610	3.845
$E(H)$	4.081	4.008	4.655	7.918	4.626
$V(H)$	2.486	2.043	9.474	—	8.902

ヒューマン・エラー発生要因の解明

—ヒヤリハット事例の収集と分析—

土木建築研究部 白井伸之介

1. 研究目的

作業中のヒヤリハット事例（災害に至らないような不安全な行動や状態，インシデント，ニアアクシデント）を分析することにより，ヒューマンエラー発生要因を明らかにし，事故・災害防止に資する。ここでは電力会社作業員が体験したヒヤリハットを自由記述により求め，いくつかの観点から分類，記述されたヒヤリハット報告内容の傾向性について分析する。

2. 研究方法

ヒヤリハット記入用紙を作成し，A電力会社の協力を得て社員に配布，280事例を回収した。記入用紙では，体験したヒヤリハットの内容，考えられる原因，改善方法，状況図などを自由記述で求めている。

3. 結果

回収した280事例を作業部門で分類すると火力部門では105例，以下配電87例，変電23例，架空線20例，建設20例，原子力11例，その他14例であった。

3.1 災害（可能性）形態別分類

記述内容がどのような災害形態の発生可能性を持つかを基準にして分類を行った。その結果，ヒヤリハットは各作業部門の作業内容を反映していることがわかる（表4参照）。各部門の主たる特徴を以下に述べる

表4 作業部門と災害（可能性）形態による分類との関係

災害(可能性)形態	火力部門	配電部門	変電部門	架空線部	建設部門	原子力部	その他	合計
墜(転)落	3 (2.9)	37 (42.5)	0	17 (85.0)	2 (10.0)	1 (9.1)	1 (7.1)	61 (21.8)
火傷	47 (44.8)	1 (1.1)	0	0	0	2 (18.2)	1 (7.1)	50 (17.9)
感電	4 (3.8)	13 (14.9)	8 (34.8)	2 (10.0)	0	0	0	27 (9.6)
短絡	0	8 (9.2)	4 (17.4)	0	0	0	1 (7.1)	13 (4.6)
転倒	15 (14.3)	8 (9.2)	6 (26.1)	0	5 (25.0)	6 (54.5)	6 (42.9)	46 (16.4)
負傷	26 (24.8)	5 (5.7)	0	0	7 (35.0)	1 (9.1)	4 (28.6)	43 (15.4)
落下物	5 (4.8)	13 (14.9)	0	1 (5.0)	3 (15.0)	0	1 (7.1)	23 (8.2)
機材(器)破損	2 (1.9)	0	4 (17.4)	0	3 (15.0)	0	0	9 (3.2)
その他	3 (2.9)	2 (2.3)	1 (4.3)	0	0	1 (9.1)	1 (7.1)	8 (2.9)
合計	105 (100)	87 (100)	23 (100)	20 (100)	20 (100)	11 (100)	14 (100)	280 (100)

表5 作業部門と傷害可能性の有無による分類との関係

傷害可能性の有無	火力部門	配電部門	変電部門	架空線部	建設部門	原子力部	合計
重度の傷害可能性	3 (2.9)	4 (4.6)	2 (8.7)	5 (25.0)	3 (15.0)	0	17 (6.1)
負傷の可能性有り	6 (5.7)	17 (19.5)	2 (8.7)	0	3 (15.0)	2 (18.2)	31 (11.1)
単純な動作エラー	19 (18.1)	36 (41.1)	6 (26.1)	11 (55.0)	9 (45.0)	7 (63.6)	98 (35.0)
部門内合計	105 (100)	87 (100)	23 (100)	20 (100)	20 (100)	11 (100)	280 (100)

単位は件数，()は部門内での比率

と，火力部門では蒸気や油の噴出による火傷の可能性を持った事例が44.8%と最も多く，巡回点検時での挟まれ，巻込れ等による負傷可能性24.8%，複雑に錯綜した配管につまづくような転倒が14.3%であった。配電部門では，柱上作業が多いため，墜(転)落の可能性が42.5%と最も多く，次いで柱上からの機材等落下物14.9%，活線接触による感電14.9%であった。変電部門では，試験点検時に計器充電部に接近する感電34.8%，巡視点検時での転倒26.1%が多く，架空線部門では鉄塔作業での昇降柱時足場ボルト踏み外しによる墜(転)落が85.0%と大部分を占めていた。

3.2 傷害の発生可能性による分類

記述内容からそれがどの程度の傷害発生可能性を持つかを基準に分類を試みた。傷害の可能性があると評価された事例は全体の17.2%あり，そのうち重度の傷害発生につながる可能性のある事例が6.1%，重度に至らないまでも負傷の可能性のある事例が11.1%であった。その他は傷害の可能性がきわめて低い，または不明の事例であったが，中でも足元の滑りやひっかけ等の単純な動作エラーによる事例が全体の35%と高率を占めていた。これら傷害可能性の有無と作業部門をクロスした結果を表5に示す。主に高所作業である配電部門や架空線部門に傷害の可能性のある事例が多く(共に約25%)，また重量物運搬作業のある建設部門でもそれらが報告の30%と高率を占めている。単純な動作エラーはおよそ各部門で高率であった。

熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係

化学研究部 安藤隆之

1. はじめに

前年度に引き続いて、有機過酸化物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）で分析して熱分解機構の検討を試みた結果を報告する。対象物質は、過酸化ジアキル及び過酸の例として、過酸化ビス（ α 、 α -ジメチルベンジル）[以下、BDMBPと略称]及びm-クロロ安息香酸[MCPBA]を、それぞれ取り上げた。

2. 実験方法

CPP装置、GC-MS装置及びGCカラムは、前年度と同じものを用いた。試料は、購入試薬をそのまま用いた。

3. 実験結果

図29は、BDMBPを235°C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。主生成物はアセトフェノンであり、その他にメタン、エタン、 α 、 α -ジメチルベンジルアルコール[DMBA]の生成も確認された。分解温度を高く（764°C）すると、図30のマスクロマトグラム（MC）に示すようにエタンの生成割合が大きくなり、DMBAの割合が小さくなっている。その理由は、図31に示したBDMBPの熱分解経路において、分解温度が高く

なると反応(2)及び(4)の割合が高くなるためであると考えられる。

図32 a は、MCPBAを235°Cのホイルで熱分解させたときのTICである。主生成物はm-クロロ安息香酸(MCBA)であり、二酸化炭素及びクロロベンゼンの生成も確認された。分解温度を764°Cと高くすると(図32 b)、新たにベンゼンの生成が認められるようになる。また、二酸化炭素の生成割合が大きくなり、MCBAの割合が小さくなる。その理由は、先のBDMBPの場合と同様に、分解温度が高くなると図33の反応(2)及び(4)の割合が高くなるためであると考えられる。

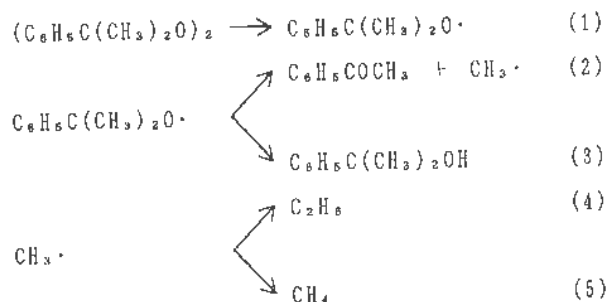


図 31 BDMBP の熱分解経路の推定

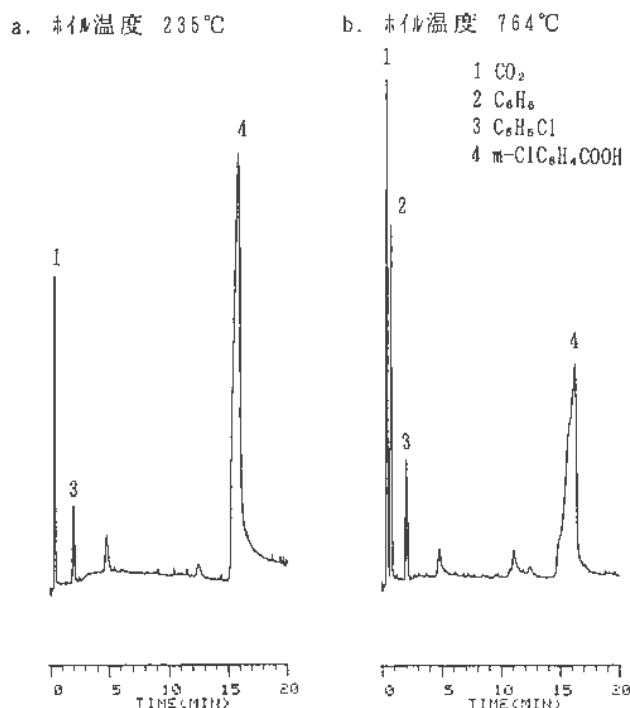


図 32 MCPBA の熱分解生成物の TIC

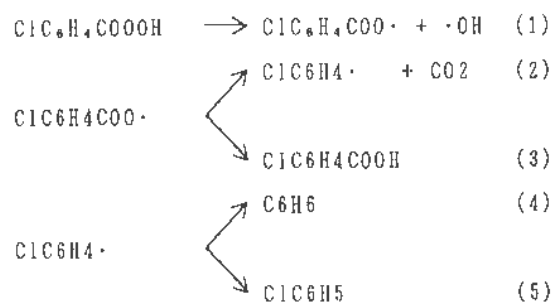


図 33 MCPBA の熱分解経路の推定

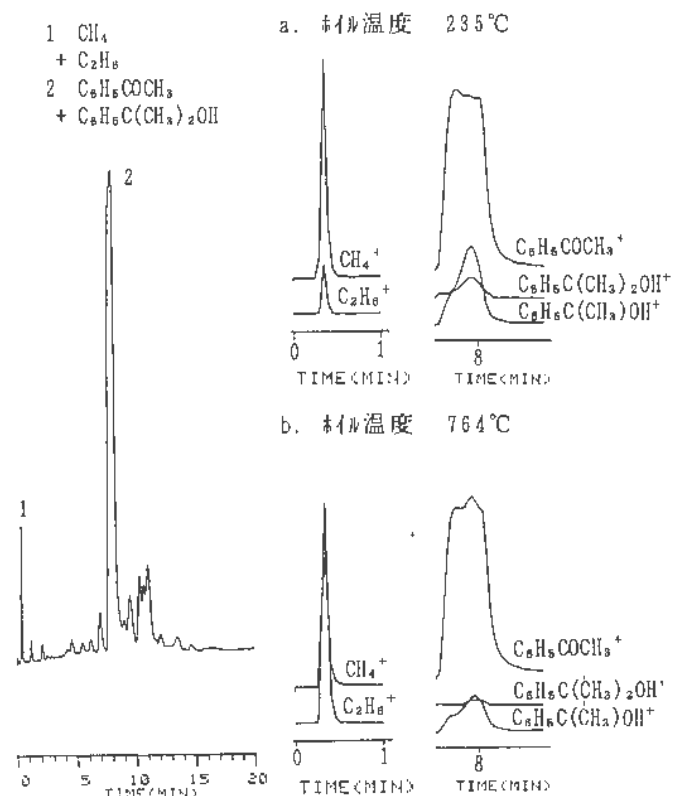


図 29 BDMBP の熱分解生成物の TIC

図 30 BDMBP の熱分解生成物の MC

液状化学薬品類の熱爆発限界温度の測定

化学研究部 琴寄 崇

1. これまでの経緯及び粉体の熱爆発限界温度

産安研においては、これまで永らく、熱的に不安定な化学薬品類の熱爆発限界温度（以下、Tc 値）を、BAM 蓄熱貯蔵試験等の、時間と労力と危険を伴う、実測によることなく、計算によって簡単に求める手法の開発を心掛けてきた。

その結果、粉体等の流動性のない（換言すればその内部において温度分布のあり得る）薬品類の Tc 値の算出は Frank-Kamenetskii の熱爆発限界条件式を適用するならば可能であることが、これまでの研究によって、確かめられた。

2. 液状化学薬品類の Tc 値算出式

一方、ガスや液体等の、その内部において一様な温度分布を有し発熱的に分解する性質をもつ、流体の Tc 値を計算によって求める試みもまた従来行われてきたが、現在世界的にみてなお未解決のままとなっている。その主たる理由は、流体中に生じ得る対流や浮力現象の取り扱いに理論的な難しさが感じられてきたがためである。

しかし、熱爆発理論を構成するもう一つの限界条件式である Semenov の条件式、(1) 式、が一様な内部温度を有し、発熱的に分解する

$$\Delta H \cdot VAE \exp\left[-\frac{E}{RT_c}\right] = Se \cdot hSRT_c^2 \quad (1)$$

性質をもつ液体の Tc 値を求めるための基本的な関係式であることに着目し、これに F-K 式に対すると同様な処理をほどこすことにより、液体の Tc 値算出用

の式を、まず、導いた。

$$2 \ln T_c + \frac{a}{T_c} = \ln \frac{Vac \rho \cdot \Delta T}{hS \cdot Se} - b \quad (2)$$

(2)式によれば、上述のような前提条件を持つ液体の Tc 値は、SIT (安研で開発された断熱昇温過程記録装置) から得られる定数 a, b, ΔT のほか、当該液体の比熱 c, 質量 m 及び容器の総括伝熱係数 h を測定すれば算出可能であることがわかる。h 値は原理上(3)式に従い、各容器に適当な液体を満たし、その内部に一定人工熱流 q を発生させたときに容器内外に生じる一定温度差 (T_{liquid} - T_{atmospheric}) を実測することにより、測定できる (平成2年度報参照)。しかしながら、実際には(3)式において確定的な物理量は熱流と温度差のみである、何故なら液体の表面積 S 値と h 値はそれぞれ確定することのできない物理量である(換言すれば、液体は容器全体に満たされてなく、容器内上部に空間が存在するので、液体と外部との間のすべての界面の伝熱係数は一様ではない) からである。

$$q = hS(T_{liquid} - T_{atmospheric}) \quad (3)$$

そこで、(2)式に(3)式を代入して hS を消去することにより、任意の容器に入れられた液体の Tc 値を、正確に測定できる物理量のみに基づいて、算出できる式、(4)式に最終的に到達した。

$$2 \ln T_c + \frac{a}{T_c} = \ln \frac{acm \cdot \Delta T (T_{liq} - T_{atm})}{q \cdot Se} - b \quad (4)$$

3. 10種の液体有機過酸化物の Tc 値

表6に、実際に製造され市販されている10種の液体有機過酸化物について、(4)式を用いて算出された Tc 値が実測値とよく一致する状況を示した。

表 6 10種の液体有機過酸化物の熱爆発限界温度

液体有機過酸化物	計算値 (°C)	実 測 値	
		爆 (°C)	不爆 (°C)
t-Hexyl peroxy neodecanoate 70% in isoparaffin	22.5	25	20
t-Butyl peroxy neodecanoate 51% in water, as an O/W emulsion	23.9	30	25
A mixture of benzoyl peroxide derivatives 50% in dimethyl phthalate	34.4	40	35
t-Hexyl peroxy 2-ethylhexanoate 94%	41.4	40	35
1, 1, 3, 3-Tetramethylbutyl peroxy isopropylcarbonate 89%	46.8	50	45
t-Butyl peroxy isopropylcarbonate 97%	56.7	55	50
1, 1-Bis (t-butyl peroxy)-3, 3, 5-trimethylcyclohexane 90%	61.7	65	60
t-Butyl peroxy isopropylcarbonate 74% in isoparaffin	67.0	70	65
t-Butyl peroxy benzoate 99%	67.7	65	60
Di-t-butyl peroxide 99%	94.1*		—

*with sealed cell

1. 発熱開始温度の予測モデル

発熱開始温度は、発熱速度がある一定値を超えた時の温度と考えれば、熱分解初期の分解反応活性化エネルギーと良い相関があるはずである (図34)。

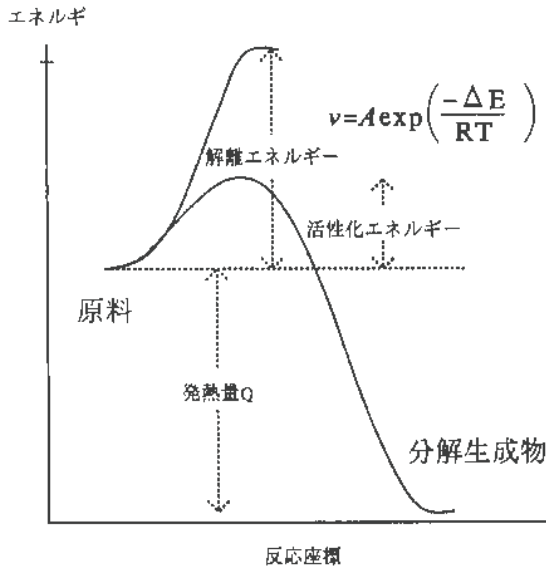


図 34 反応座標とエネルギーの関係

しかし、その初期の分解反応の活性化エネルギーを各化合物毎に求めようとしても、どのような分解反応が起こるかがはっきりせず、分子軌道法を用いても、計算量が膨大で、その評価はかなり困難である。これは、簡単な手順で危険性が予測できる手法を開発するという本研究の目的にそわない。そこで、ここでは結合解離エネルギー、結合半径、電気陰性度といった量によって各化合物中のそれぞれの結合の強さを評価することを考え、解離エネルギー相当量 (解離パラメータ) を求める表を作成した。発熱開始温度との相関は充分ではないが (図35)、回帰分析の一つの因子としては充分有用と考えられる。

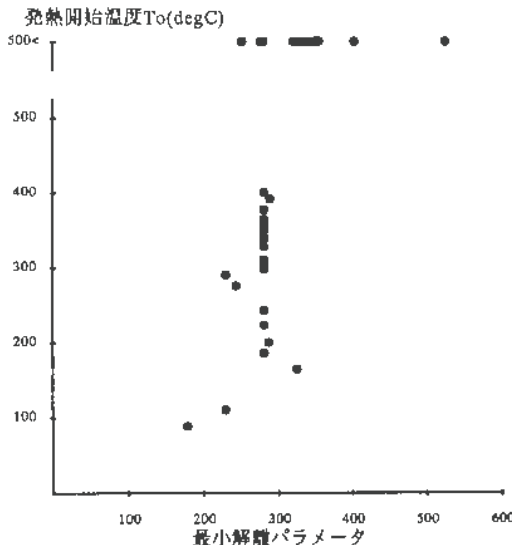


図 35 最小結合解離パラメータと発熱開始温度との関係

2. 発熱量の予測モデル

すでに発熱量の予測モデルとして、変数に分子内の各結合の種類を用いての予測式を求めているが、まだ精度が不十分であり、また、対象とする化合物も現在のところベンゼン誘導体に限定されている。精度を上げる為官能基間の相互作用を予測式に取り入れる事を考え、その因子を検討した。分子内相互作用の評価因子として電子的な相互作用を表すものとして酸化数、電気陰性度、Hamet Parameter を、立体的な相互作用を表すものとして活性水素 (水素結合)、原子半径 (立体障害) を考える事にした。

発熱量の予測プログラムとしては既に ASTM で開発された CHETAH がある。このプログラムでは対象とする化合物が完全に分解することを前提にして生成熱の差を求めているので、その計算値は DSC のように比較的低温で不完全な分解が起こる条件での発熱量よりも大きくなる事が知られている。実際に当研究所の実測データと比較してもそれが確認できるが、両者の相関は図36のデータを見る限りは悪くない。対象とする化合物を RIIS の手法のようにベンゼン誘導体だけに限っていないので汎用性が高いという利点があるので、危険性を予測する際に発熱量を示すもう一つの指標として、RIIS の手法の不完全な部分を補うようにすれば、危険性判定の精度を上げられると考えられる。

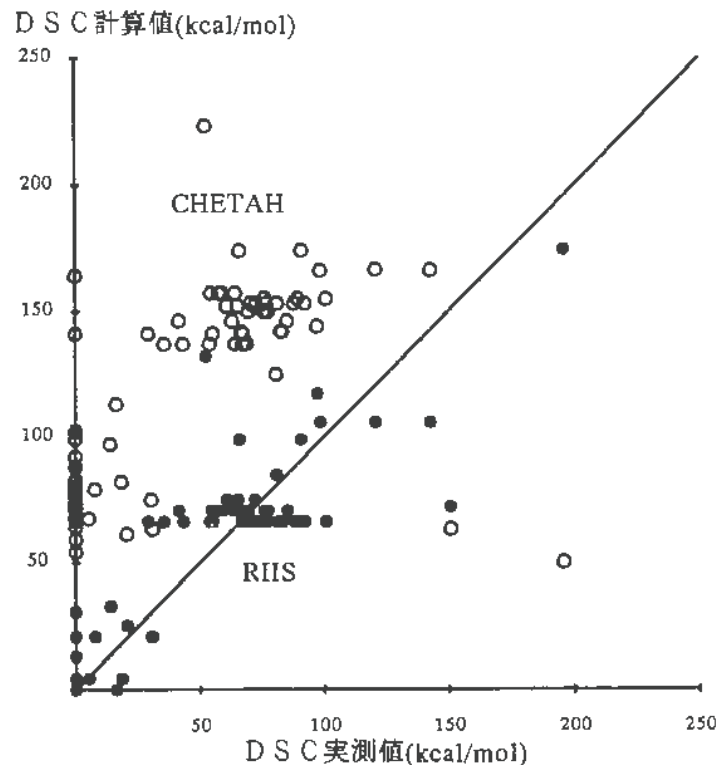


図 36 DSC 発熱量の実測値と計算値の関係

微粉炭の発火特性と爆発特性の測定

化学研究部 板垣晴彦, 安藤隆之,
松田東栄, 森崎 繁

1. 研究目的

微粉炭燃焼システムは、石炭を粉砕してから直接燃焼させることで、従来の燃焼方式が持っていた短所を解決した燃焼システムで、現在、石油に並ぶエネルギープラントとして有望視されている。しかし、石炭の貯蔵と粉砕、あるいは、微粉炭の輸送と燃焼の工程には、粉じん爆発と自然発火の危険性が潜在しており、爆発火災災害の発生が懸念されている。

本研究の目的は、微粉炭の粉じん爆発および自然発火の基本的な特性を解明することにより、微粉炭燃焼システムにおける爆発火災災害を未然に防止し、また、災害発生の際の拡大防止を図ることにある。

本年度は、この微粉炭の発火特性や爆発特性を明らかにするための実験を進め、試験データを収集した。

なお、石炭は、産地によって揮発分や灰分などの物性が異なるので、標準的なものと特徴的なものを6種類選択し、供試試料とした。

2. 微粉炭の自然発火特性の測定

微粉炭燃焼システムの爆発・火災の未然防止には、システム内に堆積した微粉炭の発火を防止することが、有効な対策である。そこで、微粉炭の発火特性を明らかにするため、示差走査熱量計 (DSC)、示差熱・熱重量同時分析計 (DTA-TG)、暴走反応測定装置 (ARC) の各装置を用いて測定を行った。

DSCとDTA測定では、窒素雰囲気の場合は発熱が検出されなかったが、空気雰囲気の場合は各試料とも100°C以下から発熱が認められた。TG測定では、800°Cまで昇温させると、窒素雰囲気の場合は揮発成分が散逸するのみなので初期重量の55から75%が残留するが、空気雰囲気の場合は灰分と思われる残留物のみでその重量は初期の10%以下であった。

ARC測定は、試料量を2g、雰囲気は酸素で10気圧まで加圧した。図37に示すように、ワンボとコールマウンテンを除く試料は、発熱開始温度が70°C以下であった。しかし、雰囲気を酸素加圧としているが、供給量が不足しており反応終了となる前に酸素を消費しつくすため、自己発熱速度の最大値は、1.0°C/minには達せず、容器内圧力の変化もほとんどなかった。そこで、試料量を1gに減らし、酸素の加圧を30気圧まで高めて再度測定したところ、温度が160から170°Cほどに到達した瞬間、自己発熱速度が500°C/min以上を示すと同時に、容器内圧力の急激な上昇が記録され、微粉炭の爆発的な反応が確認された。

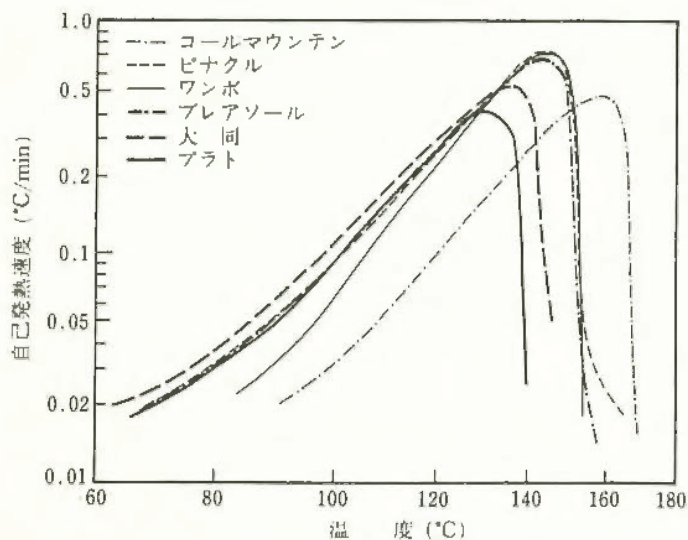


図 37 微粉炭の ARC による自己発熱速度

3. 微粉炭の粉じん爆発特性の測定

微粉炭燃焼システムの爆発災害の拡大防止を図るためには、対象とする爆発の特性が明確である必要がある。そこで30 l 球形粉じん爆発試験装置を用いて、爆発下限濃度、最大爆発圧力、最大圧力上昇速度 K_{St} 、限界酸素濃度を測定したほか、G.-G. 粉じん雲発火温度測定装置により雲状発火温度の測定を行った。

まず、試料の粒度を測定したところ、同一の粉砕機で調整されたため、粒度分布はほぼ同一で、その平均粒径も40 μm前後に集中していた。

最大爆発圧力は、炭種によらずほぼ一定の値をとった。しかし、そのほかの爆発特性値には揮発分との相関が認められる。揮発分最大 (41.3%) のプラト炭は、 K_{St} が最大で爆発下限濃度、限界酸素濃度、発火温度が最低であり、爆発危険性が最も高いと判断される。そして、揮発分が、ピナクル炭37.9%、ワンボ炭32.8%、大同炭31.5%、プレアソール炭28.5%、コールマウンテン炭23.8%と小さくなるにつれ、 K_{St} が低く、爆発下限濃度、限界酸素濃度、発火温度が高くなり、爆発危険性が低下する傾向がみられる。すなわち、微粉炭の粉じん爆発の危険性には、揮発分の大小と相関があることが示唆される。

表 7 微粉炭の爆発特性値

供 試 試 料	爆発下 限濃度 (g/m ³)	最大爆 発圧力 (bar)	K_{St} (bar· m/s)	限界酸 素濃度 (vol.%)	雲状発 火温度 (°C)
プラト	50	7.1	168	7.0	550
ピナクル	60	7.0	125	8.1	570
ワ ン ボ	60	7.0	118	9.0	590
大 同	60	7.0	137	7.8	580
プレアソール	60	7.3	121	7.9	600
コールマウンテン	80	7.1	103	9.5	610

$K_{St} = (dP/dt) \times \sqrt{V}$ 限界酸素濃度は窒素希釈

爆発火災災害事例の要因と特徴の分析

化学研究部 板垣晴彦

1. 研究目的

労働災害事例についての情報は、以後の類似災害の再発防止や災害防止技術の発展のために、きわめて有用である。当研究所では、この情報の有効活用を図るため、労働災害事例データベース（略称 SAFE）を構築した。その後、情報検索システムの拡充・総合化と改良を行い、産業安全研究所情報検索システム（SAFE-II）が開発された。このシステムには、労働災害の詳細内容を取り扱うサブデータベースが組み込まれている。そして、このサブとメインのデータベースとを相互に関連させた同時検索が可能で、事例抽出の絞り込みや情報内容の相互補足が行える。

本研究は、このサブデータベースのなかの1つである「爆発・火災災害データベース」を用い、爆発火災事故の防止の推進と研究への活用を目的として、データベースの情報拡充、及び爆発火災事故事例の要因や傾向についての統計分析などを行うものである。

本年度は、試作段階にあったこのデータベースを実用に移すにあたり、データベースの設定項目の検討と再構築を行ったほか、データ入力用ワープロ文書の作成とデータベースへの入力作業を進めた。

2. 爆発・火災災害データベースの概要

本データベースの元となった資料は、爆発・火災に分類される「災害調査復命書」を専門家の目で要約・整理したものである。この災害調査復命書は、主に死亡労働災害と重大災害が発生した場合に作成されるものであるが、爆発・火災に分類される災害においては、死傷者の有無にかかわらず、重要と思われるものに対しても災害調査復命書が作成されている。そのため、昭和30年から平成元年度分までの要約資料は、合計3679件に達する。

ところで、現在SAFE-IIに組み込まれている爆発・火災災害データベースは、SAFE-IIの構築を行うために試作されたものである。そこで、データを入力する前に、要約資料に記載された項目と内容を見渡し、また、今後のデータベースの利用形態を考慮し、設定項目を再度検討した。その結果、実用に移すにあたって、要約資料の項目を主とした試作段階のものに若干の項目の追加と削除が必要と思われたので、項目定義を表8のように設定し、データベースを再構築した。項目の内容は、大小比較が可能な数値形式19項目、インデックス検索ができる日本語文字形式8項目、自動切り出しキーワードの検索ができる日本語文章形式12項目、合計39項目である。

3. データの入力

本年度は既入力データの一部について追加した項目のデータを入力したほか、昭和30年代の1400件強の要約資料について入力用ワープロ文書を作成した。

なお、項目定義の変更のため、SAFE-IIシステムを現状のままでは利用できないので、現在は独立したデータベースとして扱い、データ入力はパソコン上においてワープロ文書を中間ファイルに変換しているが、将来的には、SAFE-IIシステムにおいて検索、および、データ入力が可能となるように、SAFE-IIシステムの修正を行う予定である。

表 8 爆発・火災災害データベースの情報項目

項目名	略称	項目の別名	項目の形態
SQNO	SQ	登録番号	6桁の数値
IDNO	ID	ID番号	8字の日本語
KANTOKU	KT	監督署名	5字の日本語
NAME	NA	工場名	25字の日本語
NWORK	NW	労働者数	5桁の数値
SITE	SI	工場所在地	25字の日本語
KAITEI	KA	産分類改訂年	2桁の数値
CHUBUN	B1	中分類業種名	27字の文章
SYOBUN	B2	小分類業種名	27字の文章
SAIBUN	B3	細分類業種名	27字の文章
BUNCODE	BC	業種名コード	4桁の数値
ERA	ER	災害発生年号	2字の日本語
YEAR	YY	災害発生年	2桁の数値
MONTH	MM	災害発生月	2桁の数値
DATE	DD	災害発生日	2桁の数値
DAY	DA	災害発生曜日	1字の日本語
HOUR	HR	災害発生時	2桁の数値
MIN	MI	災害発生分	2桁の数値
LOCATE	LO	爆発場所	25字の文章
DEVICE	DE	爆発装置	25字の文章
FIRE	FI	出火の有無	1字の日本語
SUBST	SU	爆発物	25字の文章
IGNITE	IG	火源・原因	25字の文章
PROCESS	PR	作業工程	25字の文章
NDEATH	ND	死亡者数	3桁の数値
NJUSYO	NJ	重傷者数	3桁の数値
NKEISYO	NK	軽傷者数	3桁の数値
NSUM	NS	死傷者数計	3桁の数値
SONAREA	SA	損害面積m ²	5桁の数値
SON1	S1	建物損害額	10桁の数値
SON2	S2	機械設備損害	10桁の数値
SON3	S3	原材料製品損	10桁の数値
SON4	S4	その他損害額	10桁の数値
SONSUM	SS	損害額計	10桁の数値
SONGAI	SG	損害状況	100字の文章
MEMO1	M1	メモ1	25字の文章
MEMO2	M2	メモ2	25字の文章
STORY	ST	事故の概要	1050字の文章
XXXX	SK	キーワード	10字の日本語

—強磁性粉の粉じん爆発危険性—

化学研究部 松田東栄

1. まえがき

粉じん爆発の危険性評価を行う上で基礎データとなる爆発特性値は、測定装置並びにその方法の違いによって、一般に大きな影響を受ける。そのような影響を極力避けるため、国際企画ISOが制定されている。新たに製作した30 l球形粉じん爆発装置を用い、ISO規格にほぼ準拠する爆発特性値を測定できるように測定方法を検討し、現在、強磁性粉として開発、製造されている希土類金属を含む2, 3の合金の粉じん爆発特性値を測定した。

2. 実験装置及び資料

球形容器はSUS 304製で、10 bar・Gに圧縮空気を充填したほぼ同容積のガス溜の圧力で電磁弁を通し傘型反射板下の試料粉を分散し、火薬を着火源として起爆した。0 bar・Gで起爆できるように、試料粉の分散用として投入する空気量に見合うだけ爆発容器内はあらかじめ真空ポンプで減圧にし、減圧度(0.61 bar)はデジタル真空計で確認した。起爆時の圧力変化は2個の動圧力センサーで検出した。

磁性粉試料は、試料A ($\text{Nd}_{15}\text{Fe}_{77}\text{Be}_8$, $d_{50}=3\ \mu\text{m}$, 比重 $\rho=7.5$), B ($\text{SmCo}_{5.3}\text{Fe}_{1.2}\text{Cu}_{0.5}\text{Zr}_{0.1}$, $d_{50}=4\ \mu\text{m}$, $\rho=8.5$), C ($\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$, $d_{50}=2\ \mu\text{m}$, $\rho=7.4$), D ($\text{Sm}_2\text{Co}_{17}\text{Fe}_3\text{Ce}_2$, $d_{50}=3\ \mu\text{m}$, $\rho=8.4$) 等を用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 測定条件の決定

ISO規格に準ずる標準20 L粉じん爆発試験装置を用いた測定方法は、ASTM及びVDIに記述されている。ここでは装置仕様や分散方法が異なるので、装置の較正を行う上で、最も重要な爆発特性値として最大爆発圧力上昇速度(または、 $K_{st} = (dP/dt)_m \cdot V^{1/3}$)に着目し、標準粉体である石松子とプラスチック酸化防止剤を用いて、文献値と同等の K_{st} 値が得られるように測定条件を決定した。その結果、空気放出時間を90 ms, 起爆(着火遅らせ)時間を130 msに、タイマーをセットした場合で、圧力/時間記録上ではそれらは125~130 ms, 140~145 msに各々対応した。実質的な起爆時間は、容器内圧力が大気圧に達してから約15 ms後となる。

3.2 爆発特性値

かくして確立した一定の測定方法に従い、種々の粉じんの爆発特性値を測定した。以下、極めて重い上記磁性粉の測定結果について述べる。図38は、火薬エネ

ルギー5または10 kJの着火源を用いた場合の試料Bの粉じん濃度と爆発圧力並びに K_{st} (最大圧力上昇速度)の関係を示す。測定データは、かなりばらついているが、最大爆発圧力 ΔP_{max} は2.4 bar, K_{st} 値は30 bar・m/sを越えない。この場合、火薬エネルギーによる差はほとんどない(通常、10 kJの火薬を使用)。ここでは、ISO規格に従い、0.1 bar以上の爆発圧力を生じる場合を爆発したとすれば、試料Bの下限界は50 g/m³であった。試料Aでは、 $\Delta P_{max}=3.5$, $K_{st}=120$, 下限界=60であった。これに対して試料C及びDでは、粉じん濃度がある量を越えると、試料の分散中に発火し(すなわち、強制的な自然発火)、常法での爆発特性値は求められなかった。分散圧力を10 bar・G以下に低下させると、分散中の発火は免れた。試料Dについて、この発火限界空気圧と粉じん濃度の関係を求めたところ、濃度を増すと次第に自然発火する最低空気圧は低下し、約100 g/m³以上の濃度では3.5 bar・Gで一定であった。粒子同志の擦り合いで、新しい表面が露出して発火するのではないかと思われる。一方、爆発圧力の時間的変化は複数のピークを、ある濃度以上で記録した。複数成分の燃焼が起きることが予想できるが、これには粒界のような合金組織が関係し、発火・燃焼し易い希土類元素に富む組成とそうでない組成の燃焼の相違が反映したものと思われる。また、高い濃度では爆発後多数の火の粉を形成し、それらを再度分散させると着火源なしで爆発を起こす危険性がある。

3.2 限界酸素濃度

空気を窒素ガスで希釈した場合の限界酸素濃度を各試料について測定したところ、試料A:3.8 vol.%, 試料B:6.0%, 試料C及び試料D:0.0%であった。このような結果から、強磁性粉のあるものは発火危険性がとりわけ大きく、それらは火花着火よりも酸化反応危険性にある。

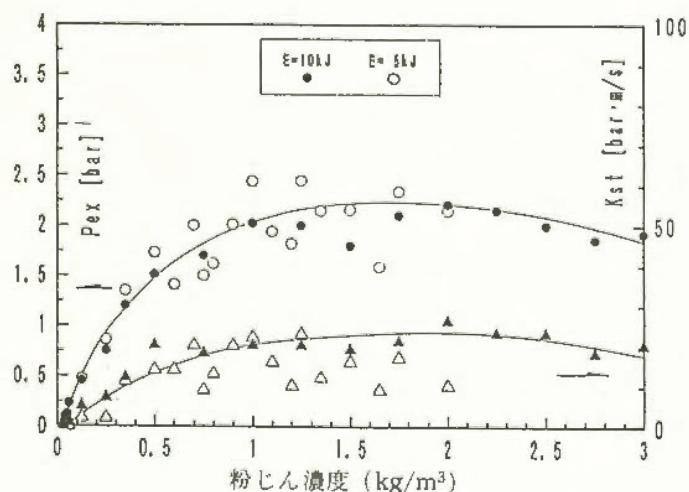


図38 粉じん濃度対 ΔP_{max} と K_{st} (試料B)

—ケイ素の粉じん爆発危険性（続報）—

化学研究部 松田東栄

1. まえがき

ケイ素は有機ケイ素化学、半導体、セラミックスなどの製品の原材料として工業的に重要である。前年度において、ケイ素粉じんの大型爆発装置による爆発下限界および爆発強度などの測定結果について報告した。ここでは、10 kJの火薬を着火源として、30 lの球形爆発容器を用いて測定した爆発特性値と平均粒径の関係について報告する。また、ポリシラン(Me_2Si)_nの粉じん爆発特性値についても述べた。

2. 試料

実験で使用した試料は、工業的用途の金属ケイ素を粉砕した粉じん（試料記号：B～G）とシランの熱分解で得られた粉じん（試料記号：A）である。試料B～Fの（平均径，分布幅）の測定値は，B（2.5，2.2），C（7.7，3.7），D（11.7，2.6），E（16.7，1.7），F（37.4，1.9），G（65.0，1.6）であった。分布幅（span）は，体積平均径で表示した分布の10%及び90%平均径から求め， $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ を示す。この方法による試料Aのそれは，A（2.0，2.5）であったが，電子顕微鏡などの観察から著しく凝集していることが分かったので，超音波を使用した湿式で粒度分布を測定した。それによると，体積平均径は0.2 μであった。

3. 実験結果及び考察

3.1 爆発特性値

30 l球形爆発容器において測定可能な爆発特性値は，最大爆発圧力，最大圧力上昇速度及び爆発下限界である。下限界については，決定方法に問題があるのでここでは言及しない。最大爆発圧力及び最大圧力上昇速度（の最大値）は，粉じん爆発の爆発の激しさを表す特性値と考えられ，爆発の激しさは，浮遊粉じん雲中での燃焼速度の大きさに関連する。爆発の激しさは，種々の要因の影響を受けるので，測定方法は一定の基準に従い，最大圧力上昇速度は，比較しやすいように，1 m³爆発容器内での対応値に規格化した値， K_{st} (bar·m/s) で示す。試料Gでは，粉じん濃度を最大2.0 kg/m³まで変化させて起爆したが，爆発圧力の上昇は認められなかった。試料A～Eでは，約100～300 g/m³の濃度範囲で白色微粉(SiO_2)が大量に形成されたが，それ以外の濃度では未燃ケイ素が残り爆発生成物は茶褐色～黒灰色であった。また，爆発後の容器内ガス中の酸素濃度は，粉じん濃度に依存する

が，試料Bの場合，300 g/m³以上の濃度では約3%でほぼ一定であった。試料A～Fの爆発圧力データと粉じん濃度との関係から，最大爆発圧力を示す粉じん濃度は，粒径が小さい程低い濃度であった。例えば，試料Fでは約1.1 kg/m³で最大爆発圧力を示すが，試料Aではその1/2の濃度で得られた。また，その最大爆発圧力値は約6から9 barまで変化し，平均粒径による差が認められ，文献データとは異なった。一方，粉じん濃度と K_{st} 値データの関係から，最大 K_{st} 値を示す粉じん濃度は，最大爆発圧力を示す濃度とは異なり，試料Aでは約700 g/m³であった。 K_{st} （最大値）は平均粒径が小さい程より大きい値を取るが，その変化は爆発圧力のそれよりもはるかに大で，サブミクロン級の試料Aでは，500を越える程の激しい爆発を示した。図39に重量平均径と K_{st} 値の関係を示す。データはかなりばらつき，その原因は粒度分布形状にあると思われる。試料Aの粒径値も問題があるが，この場合の平均径の対数値と K_{st} 値は直線関係 ($r^2=0.938$) にあるといえるようである。

3.2 ポリシランの粉じん爆発特性値

ポリジメチルシリレン (Me_2Si)_n [n=約50, $d_{4,3}=68$ μm, span=4.6] の最大爆発圧力は8.7 bar, K_{st} 値は488であった。このような激しい爆発性は，メチル基の燃焼によるところが大きいであろう。爆発後の固体生成物は，一部金属ケイ素の色を示し体積状態で再度着火して表面燃焼することから，かなりのケイ素を含むものであった。

4. 結論

ケイ素粉じんは，平均粒径65 μm以上では粉じん爆発を起こさないが，粒径が小さくなる程急激に K_{st} 値（爆発の激しさ）が増し，重量平均粒径と K_{st} 値に関連があり，表面燃焼における粒子径の重要性を確認した。

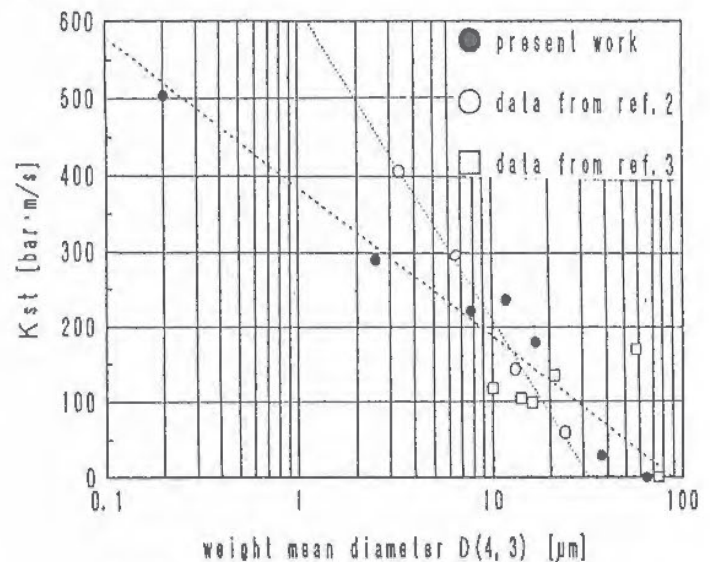


図 39 ケイ素の重量平均径と K_{st} の関係

一希土類金属合金粉の爆発特性一

化学研究部 林 年宏
 ワルシャワ工科大 M. Wolinski
 (平成3年度科学技術庁フェロー)

1. 研究目的

磁性記録媒体などの原料として希土類金属の合金が工業規模で使用されるようになったが、希土類金属はもともと酸化されやすいほか、これらの合金は多くの場合数 μm の大きさの微粉体として利用されるため、その製造や取り扱いの過程で粉じん爆発を生ずる危険性があり、現実にも事故も発生している。一方、これらの粉体の発火・爆発危険性に関する公表されたデータはほとんどないことから、ここでは、粉体吹き上げ分散法を用いて、Nd-Fe系合金及び、セリウム族希土類金属を含む数種類の合金粉末の空気中の爆発特性と、ハロン1301及び窒素の爆発抑制効果をしらべた。

2. 実験

実験の装置と方法はポーランド規格に定める粉じん爆発の下限界濃度測定法に準拠し、内径150 mm、高さ300 mmの鋼製円筒容器の底部に置いた試料粉体を加圧空気により分散させ、容器中心で放電火花により点火した。また、点火時の容器内圧力が大気圧となるように諸条件を設定した。ハロン1301又は N_2 を添加した雰囲気ガス中での爆発実験では、これらのガスと空気との混合物を予め爆発容器内に満たしておき、分散用気体は空気とした。粉体濃度を変えて発生圧力(爆発圧力、大気圧との差で示す)と最大圧力上昇速度を求めたほか、爆発下限界濃度についても検討した。

供試粉体の主成分(重量%)を次に示す。平均粒径は、試料Bが $3\mu\text{m}$ 、それ以外は $4\mu\text{m}$ である。

- 試料A : Fe 60%, Nd 31%, Co 4%
- B : Fe 65%, Nd 30%, B 5%
- C : Co 50%, Ce 32%, Fe 9%, Cu 9%
- D : Co 54%, Sm 13%, Ce 13%, Fe 13%
- E : Co 53%, Sm 26%, Fe 14%, Cu 4%

3. 実験結果及び考察

Nd-Fe系の試料Bの空気中の爆発特性を、空気にはハロンを1%添加した場合の結果とともに図40に示す。試料A及びBの空気中の爆発特性を一般的な金属粉と比較すると、爆発圧力の最大値は中程度であったが、圧力上昇速度はかなり低めであった。こうした結果の得られる理由として、粉体の分散性やFeの含量の影響が示唆された。Nd-Fe系合金粉の注目すべき特徴は、特に粉体濃度の大きい場合に、爆発後に容器

底部に沈降した未燃粉体が「くすぶり燃焼」を続けることであった。

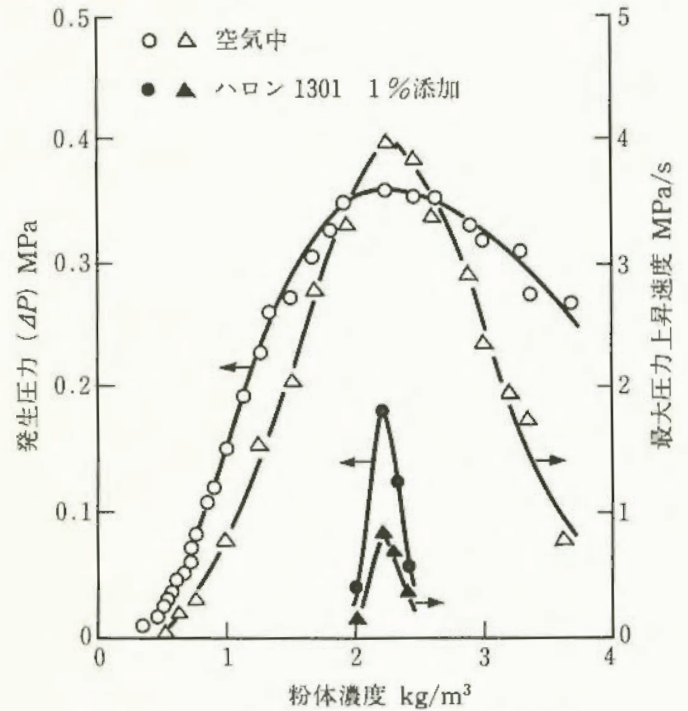


図40 試料B(Nd-Fe系)の爆発特性

Coを主成分としCeやSmを含む合金粉は、Nd-Fe系合金とは異なる挙動を示した。試料Cの場合には、粉体を空気中に分散させるだけで爆発することがあった。試料D及びEは、粉体が分散して放電火花により着火するにもかかわらず爆発(火炎伝播)は生じなかった。しかし、その場合でも、容器底部における未燃粉体の「くすぶり燃焼」は見られた。

雰囲気ガス中の窒素濃度と発生圧力の関係を図41に示した。希土類金属とハロゲンの反応危険が指摘されているが、この実験の範囲では、図40に示したように、ハロン1301の爆発抑制効果は顕著であった。

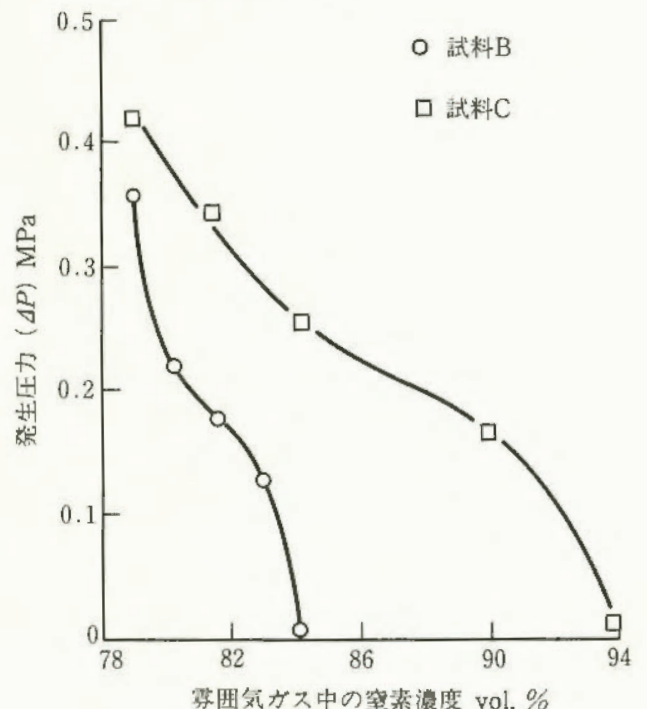


図41 発生圧力に及ぼす窒素濃度の影響

新素材物質の爆発火災災害の防止

—液体新素材物質の燃焼性評価—

化学研究部 松井英憲

1. 研究目的

高分子化合物等主として固体物質の燃焼性を評価する指標として用いられている酸素指数 (Oxygen Index $O.I. = O_2 / (O_2 + N_2)$) を液体物質に対して適用するこ

とにより、代替フロンとして最近開発された新物質や難燃性のハイドロクロカーボン類 (HCC) 及び一般の炭化水素類について、O.I. の測定を行い、手法の妥当性と共に、これらの物質の燃焼危険性を、得られた O.I. 値によって評価しようとするものである。

2. 研究方法

内径60 mm のガラス円筒内に、一定酸素濃度の酸素～窒素混合ガスを、流速を変えて下から上に流し、ガラス繊維製灯芯を用いて試料液体をパイロットフレイムで着火した。酸素濃度を変化させて、拡散火災が持続する限界の酸素濃度 (O.I. 値) を測定した。次に、図42に示すように、試料液体を加熱することにより、発生する蒸気に着火して同様に O.I. 値を測定し、前者の方法による結果と比較検討した。酸素濃度はガスクロマトグラフを用いて測定した。

3. 研究結果

ほとんどの HCFC や HCC 類は拡散燃焼時に多量の煤を発生し、灯芯法では灯芯に煤が付着するため、液が芯先まで吸上がらずに消炎してしまい、正確な O.I. 値が得られなかった。また含フッ素試料では、燃焼生成ガス中のフッ化水素によって灯芯及びガラス円筒内面が腐食された。加熱による蒸気発生法では、沸点の高い物質 (>80°C) は、試料フラスコから発生した蒸気が、導管の途中で凝縮するため、十分な蒸気の発生が得られないため測定不能になる場合があった。O.I. が0.21 (空気) 以下の一般の炭化水素類では、灯芯法、蒸気法いずれで測定してもほぼ同じ値が得られた。これらの測定結果を他の燃焼特性と共に表9に示す。表中 N.F. は not flammable.

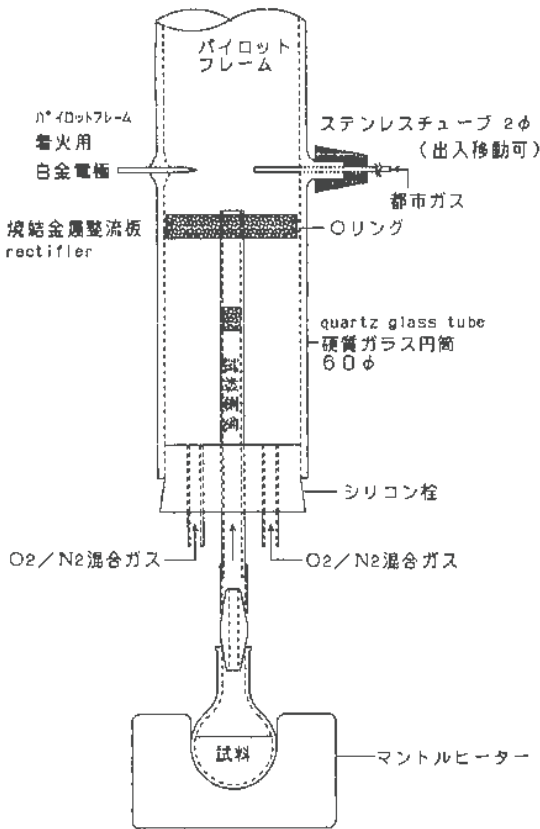


図 42 拡散燃焼による限界酸素濃度測定装置 (蒸気法)

表 9 液体の燃焼特性

物質名	沸点 (°C)	引火点 (°C)	燃焼限界 空气中 vol. (%)	Oxygen Index	
				灯芯法	蒸気法
塩化メチレン	40.0	N.F.	14.1~20.8	0.72	0.50
1,1-ジクロルエタン	57.0	-10	4.9~16.7		0.20
1,1,1-トリクロルエタン	74.0	N.F.	8.0~14.7	0.55	0.46
1,1-ジクロロ-1-フルオロエタン	32.0	N.F.	9.0~15.4		0.47
AK 225 (フロン 225ca50%+225cb50%)	53.6	N.F.	N.F.		N.F. in O ₂
1,1-ジクロルエチレン	31.7	-10	5.6~30	0.41	0.27
1,2-ジクロルエチレン (trans)	48.0	4	9.7~16	0.42	0.30
トリクロルエチレン	87.0	N.F.	7.9~45	0.49	0.36
ペンタフルオロプロパノール	80.7	N.F.			0.36
EC-7R (テルベン系オレンジ油)	176.0	47		0.15	
n-ドデカン	214.5	80		0.14	
灯油	160-250	45		0.16	
ガソリン	30-200	<-40	1.4~7.6	0.16	0.16

化学発光からみた絶縁材料の劣化特性 —絶縁材料の熱劣化と化学発光量の関係—

電気研究部 市川健二

1. 研究目的

絶縁材料は加熱によって分子鎖の切断、酸化生成物の発生による分子構造の変化を起し、劣化が促進される。一方、化学発光は物質が酸化反応等で分子構造が変化する過程で発する光子（光子）であり、材料の劣化と何らかの相関性があると考えられる。この様な考えの基に、高電圧用の電気手袋に使用される天然ゴム材料について、熱劣化と化学発光量の関係を計測し、材料の劣化特性を検討した。その結果、電氣的物理量では判定できないような劣化初期の変化を計測できること、また、材料の耐熱寿命を判定するのに必要な活性化エネルギーを比較的低い温度で算出できること、などの利点があることがわかった。

2. 実験装置及び方法

化学発光量を計測する装置は、東北電子産業（株）製のケミルミネセンス・アナライザ-OX-7で、 10^{-13} W/cm² 以上の微弱光を計測できる。

実験は電気用手袋から得た試料（天然ゴム、大きさ10×10 cm、厚さ約2 mm）を恒温槽を用いて80℃で5、10、20、40日間加熱劣化させた。化学発光量の測定は上記試料を3×3 cmの大きさに切取った試料片をOX-7内の試料用セルに入れ、セル内の温度を各々40、60、80、90、100℃に保ち、入れた瞬時から1秒当たりの発光量を5分間にわたって計測した。なお、計測されたデータは一担フロッピーに記録され、演算処理した後に種々の組合わせでプロッター上に示すことができる。

3. 実験結果

図43はセル内の温度が90℃の場合の発光量を計測したデータにスムージング操作を加え、1本の連続曲線で表したものである。これより、各熱劣化試料ともセルに入れた初期の発光量は約100 counts/sec. であるが、計測時間の経過と共に増加し、5分以内に飽和する傾向を示す。また、その飽和値は熱劣化が進行していると思われる長時間加熱の試料ほど大きくなる傾向を示す。この傾向はセルの各計測温度についても同様な結果を示した。そこで、計測温度をパラメータにした加熱時間に対する発光量をプロットした結果を図44に示す。これより、劣化試料ほど発光量の飽和値は大きく加熱時間に比例して増加する傾向を示す。これは計測温度が40℃ではdark currentのバラツキもあり判定が難しいが、60℃以上であれば明確に現れる。

物質の反応速度と絶対温度の逆数とのグラフから物

質の活性化エネルギーを求めることができる。そこで、同一劣化条件の試料に対して発光量を計測温度の絶対温度の逆数でプロットした。その結果が図45であり、この直線の勾配から天然ゴムの活性化エネルギーが約52.6 kJ/mol (12.6 kcal/mol) であると推定される。

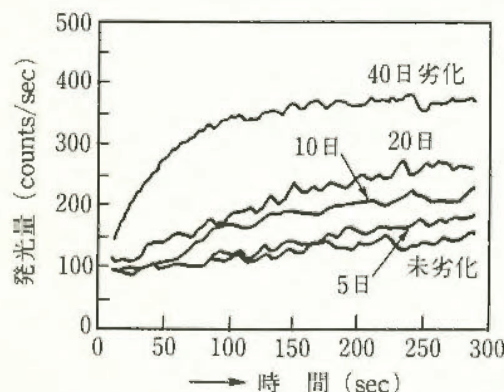


図 43 天然ゴムからの化学発光量

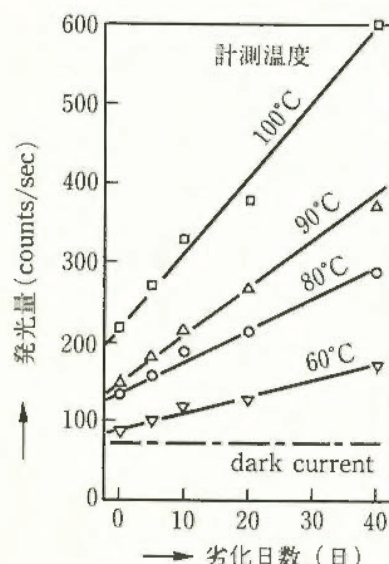


図 44 熱劣化と化学発光量

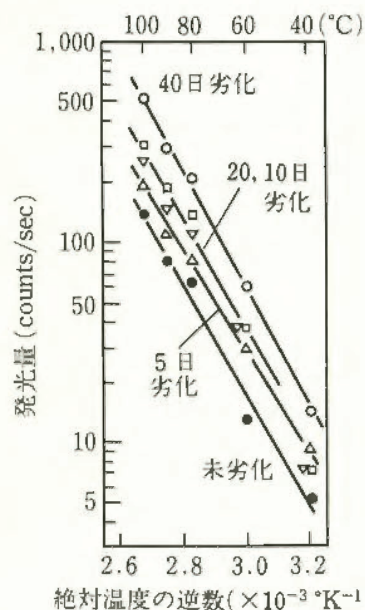


図 45 天然ゴムの活性化エネルギー

高周波電気回路の開離火花による着火危険

一水素・空気混合気の点火限界一

電気研究部 本山建雄

1. まえがき

電子技術の進展と共に高周波の発生技術、利用技術も進展を続けており、インバータ、信号回路、センサーなどの電気機器に高周波電気回路が利用されている。これらの電気機器は、可燃性ガスの発生する雰囲気中でも使用されることがあり、高周波の電気回路の断線・短絡などにより発生した電気火花が可燃性ガスの点火源となる危険性を評価しておく必要が生じている。

このような背景から、ここでは、抵抗回路における水素・空気混合気体の点火限界と周波数との関係をIEC形火花点火試験装置により求めた。

2. 実験方法

実験装置は図46に示すように、開離火花発生部分としてのIEC形火花点火試験装置、高周波の抵抗回路(50Ω)及び混合ガス供給部分から構成される。

試験方法は本質安全防爆構造の電気機器の試験に準じた方法である。1回の試験当たり接点の開離回数は最大3000回とし、その間の点火の有無により点火限界を求めた。なお、電極(タングステン線)の先端が割れたりまたは折損した場合のデータは除くことにした。

実験の周波数範囲は1~1000 kHz、抵抗回路の抵抗は50Ω、点火ガスは水素・空気混合気体(21±2

IEC型火花発生装置

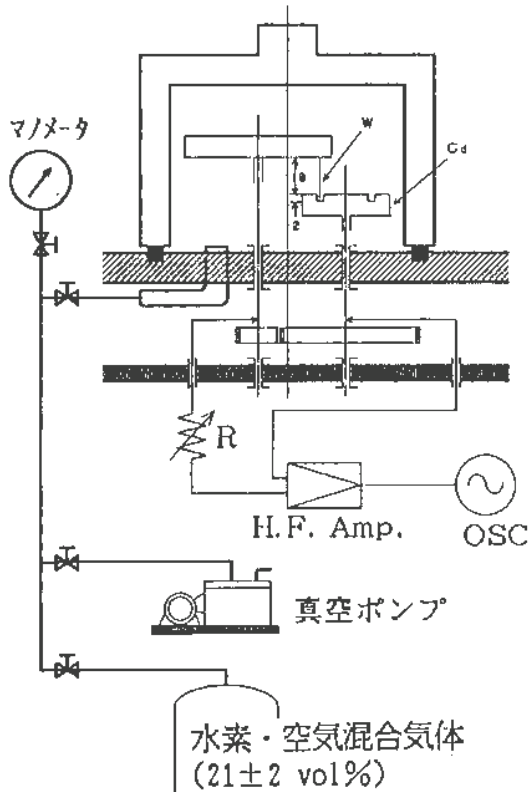


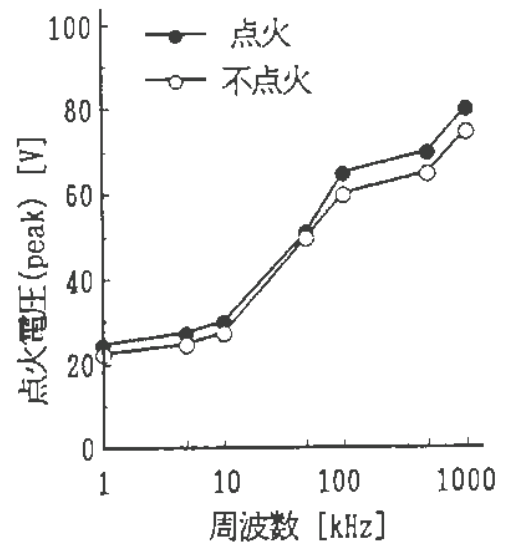
図 46 実験装置の概要

vol.%)とした。

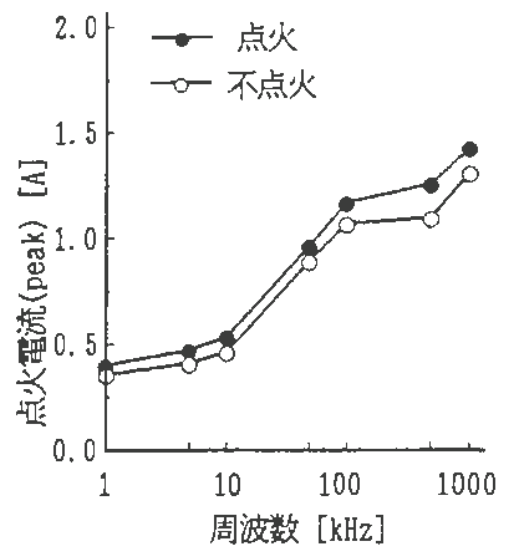
3. 結果及び検討

図47に電気回路の周波数に対する点火電圧、点火電流の関係を示す。図47の点は点火した最小の電圧または電流と点火しなかった最大の電圧または電流をそれぞれ示している。

これによると、回路の周波数に対して点火電圧、点火電流は正の傾きを有するが、低い周波数では直流の値に近いものの、10~100 kHzの範囲において大きく変化している。この変化は放電の持続時間と高周波の電圧(電流)の波長に関係すると考えられる。また、100 kHz以上においては、点火の機構がそれ以下の周波数と異なると予想される。



(a) 点火電圧



(b) 点火電流

図 47 抵抗回路 (R=50Ω) における水素・空気混合気体 (21±2 vol%) の点火電圧・点火電流

配電線からの誘導電流の検出に関する検討

電気研究部 山野英記, 田島泰幸,
市川健二, 富田 一

1. はしがき

クレーンの送配電線への接触による電撃災害が多発しているが、その防止には、接近警報装置が有用と考えられる。本研究では、接近したときに配電線からブーム、大地へと流れる静電誘導電流を、CT (変流器) によって検出する方法について検討する。検出対象となる電流は数十 μA と小さいので、CT には、通常と異なる増幅の機能が必要であり、ここでは空隙内鉄片の振動による増幅について調べた。

2. 検出原理と検討

一般に CT の 2 次電圧 E_2 は次のように与えられる。

$$E_2 = -n_2(d\phi/dt) \quad (1)$$

また、空隙のない円環コアで、漏れ磁束がない場合、コア内の磁束 ϕ は、 $\phi = A_0 I_1 / n_2$ (2)

ただし、 $A_0 \equiv \mu n_1 n_2 S / l$ (3)

上において、 $\mu (= \mu_s \mu_0)$: コアの透磁率、 n_1 : 1 次巻数、 n_2 : 2 次巻数、 S : コアの断面積、 l : 平均円周、 I_1 : 1 次電流である。式(2)において

$$I_1 = I_p \cos(\omega t + \theta) \quad (4)$$

と置き、式(1)に代入すれば、次のようになる。

$$E_{20} = A_0 I_p \omega \sin(\omega t + \theta) \quad (5)$$

次に、円環コアに長さ al の空隙がある場合、磁束の漏れや空隙での広がりを見れば、磁束 ϕ は、

$$\phi = k A_0 I_1 / n_2 \quad (6)$$

ただし、 $k \equiv 1 / \{1 + (\mu_s - 1) a\}$ で無次元の係数である。 A_0 中の μ と組み合わせた $k\mu$ は磁気回路 (コアと空隙との直列) の等価的な透磁率であり、 k を高周波で変化させれば $d\phi/dt$ を大きくできる可能性がある。

ここでは、コアの空隙に挿入した鉄片の他端をスピーカの振動部分に固定し

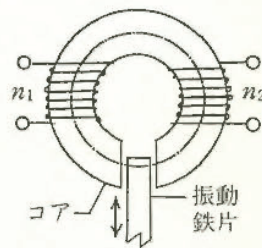


図 48 原理的構成

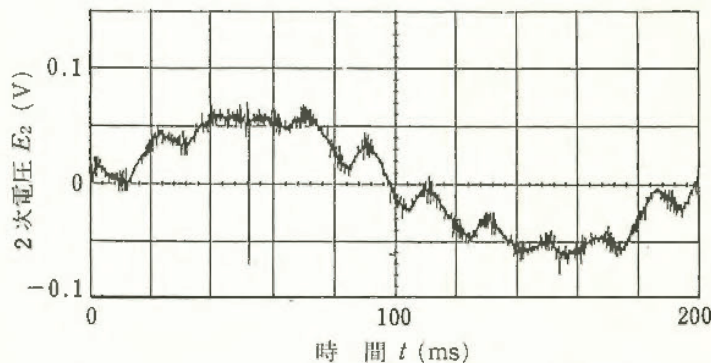


図 49 $\alpha A / \omega B < 1$ のときの 2 次電圧 (観測値)

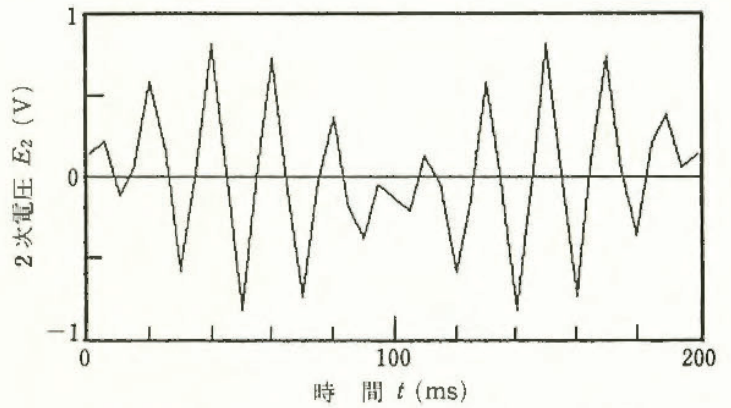


図 50 $\alpha A / \omega B \gg 1$ のときの 2 次電圧 (計算値)

振動させる方法を考えた。(図48)。この場合の k は式(6)の但し書きとは異なるが、原理的には同様の効果をもつ。いま、

$$k = A \cdot \cos at + B = B \{1 + (A/B) \cos at\} \quad (7)$$

で与えられ、その区間は $[k_1, k_2]$ と仮定する (すなわち、 $A = (k_2 - k_1) / 2$, $B = (k_2 + k_1) / 2$ である)。

式(7)と(4)を式(6)に代入すると、

$$\phi = (A_0 I_p / n_2) \cdot B \{1 + (A/B) \cos at\} \cos(\omega t + \theta) \quad (8)$$

したがって k が式(7)で与えられるときの 2 次電圧は、

$$E_2 = A_0 I_p \omega B \{ [\sin(\omega t + \theta) + (A/B) \sin(\omega t + \theta) \cdot \cos at + (\alpha A / \omega B) \cos(\omega t + \theta) \cdot \sin at] \} \quad (9)$$

式(9)において [] 内の各項の最大振幅は順番に、 1 , A/B , $\alpha A / \omega B$ であり、常に $B < 1$, $A/B < 1$ である。

$\alpha A / \omega B$ や A/B が無視できない場合の E_2 は、第 1 項の正弦波に、振幅が周期的に変化する角周波数 α の波が重畳された波形となる。このような波形の観測例を図49に示す。図49は、 $a/\omega = 10$, $\omega = 2\pi \cdot 5$ で、鉄片の振動幅 5 mm p-p (空隙幅 26 mm) の場合である。

また、 $\alpha A / \omega B \gg 1$ の場合、式(9)は次のようになる。

$$E_2 = A_0 I_p \alpha A \cos(\omega t + \theta) \sin at \quad (12)$$

このような条件は今回の実験では実現できなかったが、波形の計算値 (極値のみ) を図50に示す。周波数は図49と同じであるが、 A/B は図50のほうが大きい。式(6)の但し書きに従って計算すると、図50の場合、 $A/B = 0.575$ ($k_2 = 1$, $k_1 = 0.2695$, $\mu_s = 2000$), $\alpha A / \omega B = 5.75$ となる。 $\alpha A / \omega B$ がこの程度の値でも、式(12)のための条件はかなり満たされていることが分かる。しかし、式(12)の E_2 の最大振幅は E_{20} に対しまだ $\alpha A / \omega = 3.65$ 倍である。

3. むすび

2 次電圧の振幅増加は、空隙内の鉄板片の振動数 f_a , k の最大値 k_2 , 及び $(k_2 - k_1)$ が大きいほど大きい。しかし、 f_a と k に関する要求は相反する面もあり、鉄片振動による増幅方式には難点がある。

音差式振動子の静電界誘導センサによる帯電粉塵雲の静電界検出

電気研究部 田島泰幸, 児玉 勉

1. 研究目的

数十 kg 以上の粉体がサイロ、流動槽等の閉空間に充填されると、帯電した浮遊粉体によって帯電雲が形成され、種々の静電気災障害の原因となる。これらの静電気災障害を未然に防止する基本は、帯電雲の静電気をリアルタイムで検出し、粉体の取扱いを安全に制御することで、ここでは振動子の静電界誘導を応用し、リアルタイムで帯電雲の静電気を検出する測定技術について研究した。

2. 帯電雲の静電気検出

帯電雲を形成する粉体を対象にすると、ファラデーケージ法によって粉体の電荷量が検出できる。しかし、この方法はリアルタイムの検出に適さない。また、電荷量は静電気危険性を直接判定する尺度でないため、これを検出しても本研究目的の安全制御には利用できない。

これより、検出器の開発研究に先立ち、閉空間の中に形成される帯電雲のシミュレーション解析を試み、検出対象について検討した。解析は球状閉空間の中に電荷密度一定の粉体によって帯電雲が形成されたと仮定し、閉空間の静電気現象を数値解析によって調べた。その結果、電位は中心部分で最大、電界は球状閉空間の壁に相当する境界で最大になることが判明した。

災障害の防止を目的とすると、電位、電界のいずれの物理量も検出対象とすることが好ましい。しかし、測定技術の面から検討すると、電位の検出は中心部分という帯電雲の中にセンサを設置することになる。これはセンサと粉体との衝突帯電の原因になるほか、閉空間の電位分布を乱し、危険な静電気放電を誘発する恐れがある。したがって、ここでは多くの災障害の原因となる静電気放電と密接な関係にある電界を検出対象にし、閉空間の側壁におけるそれを検出する方法について研究した。

3. 試作した検出器とその動作特性

静電気の検出に電界を対象とすると、静電誘導、電束のチョップ方式等の検出器が既に開発されている。しかし、これらは検出対象が特定でき、しかもそれと検出器との距離が一定に確保できる電気的結合条件が変動しない場合である。

帯電雲の場合は、対象が運動している不特定の帯電粉体であり、検出対象と検出器との電気的結合条件が時間的に変動する。また、帯電粉体がセンサに付着すると、検出誤差が発生するため、これを避けることは

本研究の必須条件である。

上記のような考慮から、ここでは機能性材料の一つである振動子の静電界誘導現象に着眼し、これをセンサ (2 mm×6 mm) とした図51に示す電界検出器を試作した(同図の円形窓中心部がセンサ)。また、粉体のセンサへの付着を防止するため、センサの前面にエアカーテンを設ける等の構造上の工夫を施した。

図52は高電圧電源によって基準の電界を発生させ、検出感度を調べた一例であり、同図の結果のように線形性に問題のないこと、ならびに時間的に変動する電界に対する応答性も問題のないことが確認された。ただし、図中の D は粉体の進入を防ぐために、センサの前面に設けたエア吹き出し用窓の直径である。また、試作した検出器を粉体実際に流動し、帯電雲を形成している流動槽に取付け、粉体の付着防止効果、連続検出特性等のモニタを実施したところ、ほぼ設計仕様を満たす検出特性であることが確認された。

4. むすび

帯電雲の静電気検出器の一つとして、振動子の静電界誘導を応用した電界検出器を試作し、その基本動作特性を調べた。その結果、開発した本器は不十分なながらも従来検出できなかった帯電雲の静電気検出に利用できる見通しが得られた。

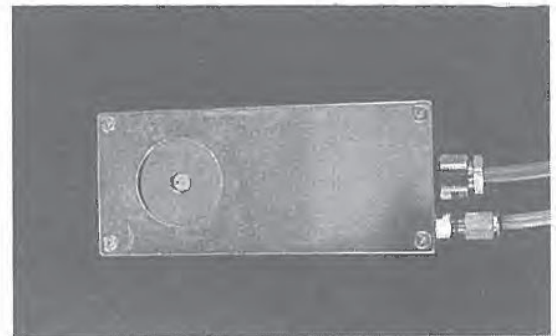


図 51 新しく開発した帯電雲の静電界検出器

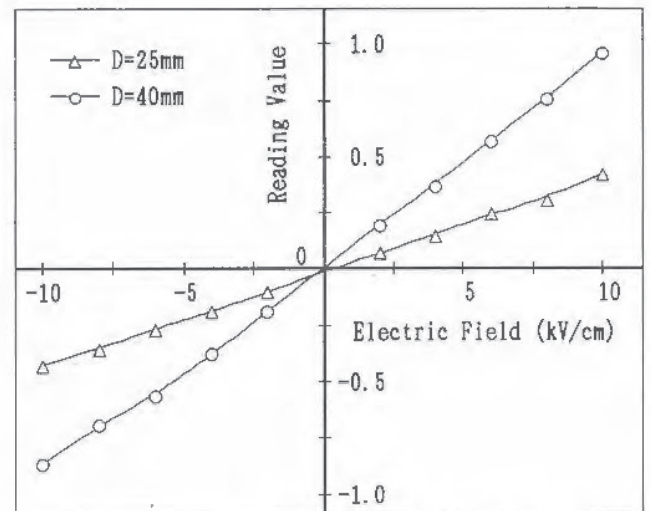


図 52 試作した電界検出器の入出力動作特性

管内流動液体の短管による帯電検出

電気研究部 児玉 勉, 田島泰幸

1. 研究目的

配管輸送中の可燃性液体の静電気帯電を測定管理し、静電気による爆発・火災を効率よく防止するため、配管の途中に設けた絶縁短管の接地電流から配管内液体の帯電量を検出する方法について、その有用性を検討する小規模実験を行った。

2. 実験方法

実験装置は概要を図53に示すような液体循環式である。帯電検出用の絶縁短管は長さ20 cmのステンレス管を5本絶縁継手で接続したものであり、4種類の内径のもの(12, 16, 20, 28 mm)を試験した。検出対象は配管内の流動電流(液体の電荷密度と流量の積)であり、その真値は絶縁短管の下流部の三方コックを切り換え、ファラデーカップにより実測した。帯電量は荷電器(同軸型直流荷電電極)により可変した。試験液体は灯油(導電率0.01~0.1 pS/m)を使用した。

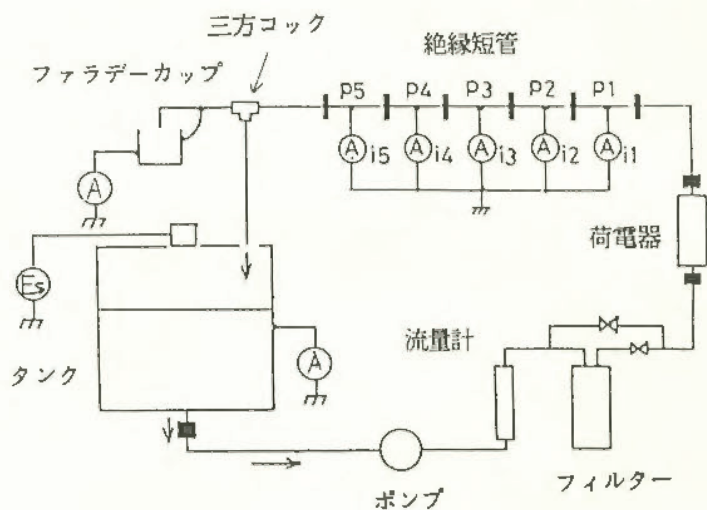


図 53 実験装置の概要

3. 研究結果

短管の接地電流と流動電流の関係式は次式を用いた。

$$I_p = -(I_z - I_0) = (I_\infty - I_0)(1 - e^{-\kappa z / v \epsilon}) \quad (1)$$

ここで、 I_z 、 I_0 はそれぞれ管長 z の管の出口と入口の流動電流、 I_p は接地電流、 I_∞ は管を無限長としたときの流動電流飽和値、 v は流速、 κ 、 ϵ は液体の導電率と誘電率である。ここで、 $I_\infty \ll I_0$ とし、図53に示す短管P2の流入口での流動電流 I_4 を検出対象として、3本の短管P2、P3、P4の接地電流を(1)式に代入し、 I_4 の平均的値、すなわち流動電流検出値 I_d 、及び実効導電率の推定値 κ_e をそれぞれ算出した。なお、導電率は静止導電率と一般に異なるので未知数とした。図54は帯電量の検出結果の一例である。横軸はファラ

デーカップで測定した流動電流と短管の接地電流の和から求めた I_d の真値を流量で除して求めた電荷密度の検出値 q_d である。縦軸は、 I_4 の検出値から同様にして求めた電荷密度の検出値 q_d と真値 q_s の比(検出比)である。検出比が帯電量及び流量によらずほぼ一定(0.4~0.5)となったことから、この検出方法が有望であることが示唆される。検出比が1より小さくなった原因としては、流量が少なく、流れが不安定であったこと、あるいは電荷注入を行ったため帯電の状態が不安定であったことなどが考えられる。後者は実効導電率とも関係がある。図55は実効導電率の算出結果の一例であり、実効導電率は静止導電率に比べて2桁程度大きく、荷電量に対してはほぼ比例する傾向となった。

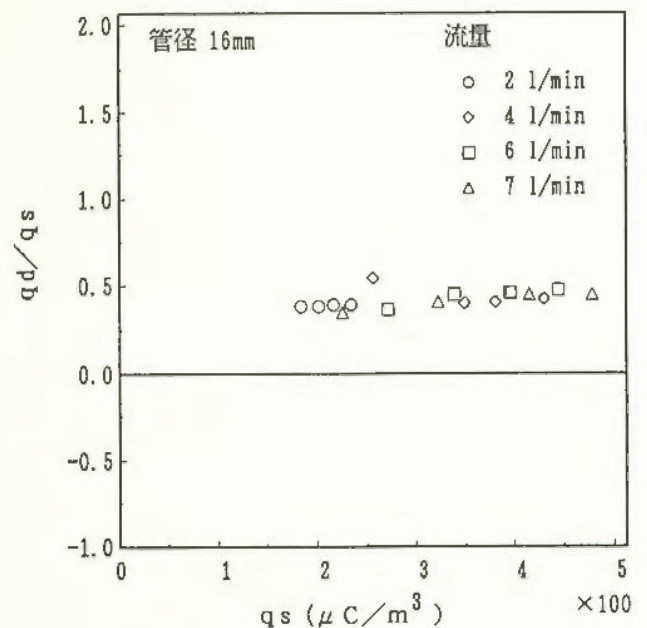


図 54 検出比測定結果の一例

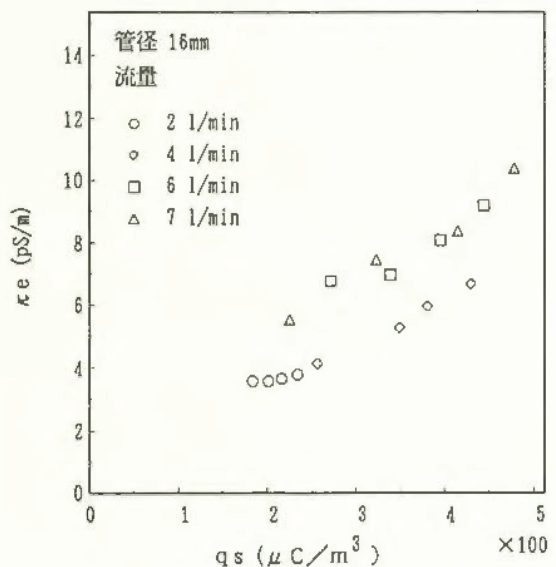


図 55 電荷密度の実効導電率の関係

インパルス性磁界ノイズの電子機器への影響

電気研究部 富田 一, 田島泰幸, 山隈繁蔵

1. はじめに

生産現場における電磁環境には、スポット溶接機、アーク溶接機などインパルス性の磁界を発生する電磁ノイズ源が存在し、これが低インピーダンス回路に影響を及ぼして誤作動を発生させることがある。

本研究は電磁ノイズ発生源として、放電によるインパルス性磁界に着眼して電子回路への影響を調べた。その結果、放電電圧がある値の時に最大の影響が電子回路に現れ、それより放電電圧が高くなると影響が低下するなど、新しい結果が得られたので報告する。

2. 実験方法

図56に実験装置を示す。インパルス性磁界は放電電極Mとアース側電極M'間で発生する。インパルス性磁界による影響を測定する電子回路（以下、低インピーダンス回路という）は、正方形銅線に50Ωの終端抵抗が接続されたものである。測定は電波暗室内で行った。

3. 実験結果と検討

インパルス性磁界の発生源と低インピーダンス回路との間隔を10 cmに固定して同回路に誘導するノイズを測定した。この場合、インパルス性磁界の誘導磁界成分が支配的（近接界領域）であり、低インピーダンス回路に誘導するノイズの最大値は、誘導磁界成分と相関のある放電電流の最大値により推定可能となる。誘導するノイズと放電条件との依存性を推定するため、放電条件と放電電流の最大値との関係を求めた（図57）。同図より、誘導磁界が支配的な領域での誘導ノイズは、放電間隔の増大とともに小さくなる場合、逆に大きくなる場合など放電条件に依存していることが示唆された。

次に低インピーダンス回路が放電発生源から離れて置かれた場合に同回路に誘導するノイズの特性を調べるため、同回路を放電発生源から2 m離して設置した。この場合、低インピーダンス回路に誘導するノイズの最大値は放射磁界が最大の時で、放射磁界と誘導磁界を比較した場合放射磁界が支配的（遠方界領域）となった。

放射磁界は放電電流の時間微分値と相関があることから、放電条件を変化させて、放電間隔と放電電流の時間微分の最大値との関係を求めた（図58）。放電条件を種々に変化させた場合にも、放電電流の時間微分値は放電間隔が0.5 mm程度と放電間隔の狭い範囲で最大値をとることが認められ、誘導するノイズも放電間隔が0.5 mm程度の時に最大となると推定される。

4. むすび

誘導磁界成分が支配的な近接界及び放射磁界成分が支配的な遠方界領域で、インパルス性磁界が低インピーダンス回路に及ぼす影響を放電電流より検討した。その結果、遠方界の領域に置かれた低インピーダンス回路に誘導するノイズの最大値は放電間隔が0.5 mm程度の時であることが判明した。

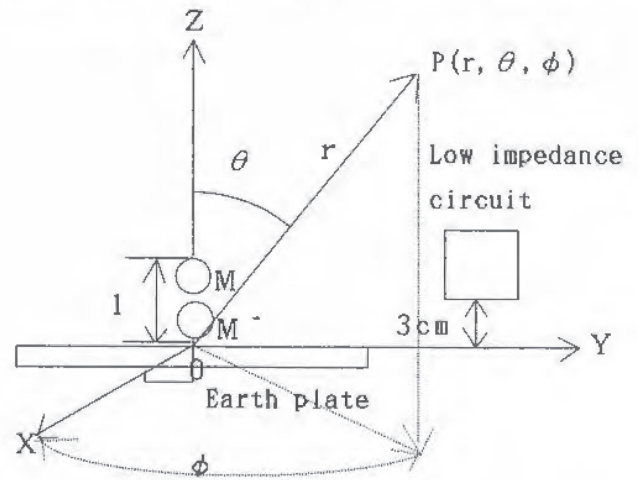


図 56 実験装置

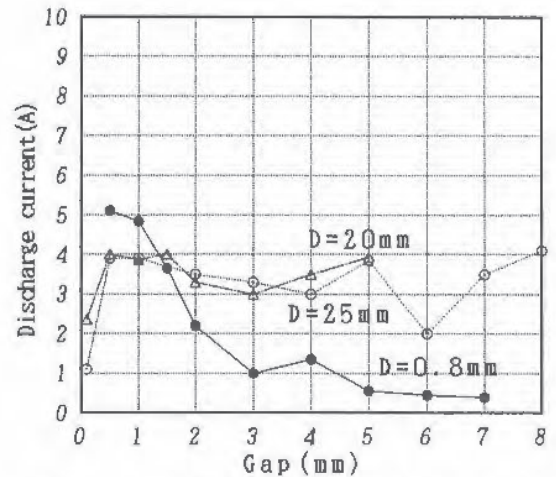


図 57 放電間隔と放電電流最大値との関係

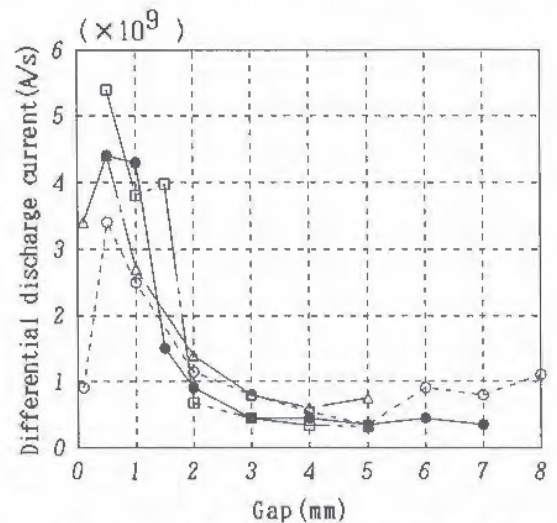


図 58 放電間隔と放電電流の時間微分値の最大値との関係

工場等で発生するミストの環境への飛散防止システムの開発に関する研究

—コロナ放電による溶剤蒸気の分解—

電気研究部 山隈繁蔵, 兎玉勉, 田島泰幸

1. はじめに

塗料の溶剤等に大量に使用されている有機溶剤は、一部大規模事業所においては回収設備を用いて回収・再使用されているが、このような設備を持たない事業所では、未処理のまま周囲の環境へ放出されているのが実情である。そこで、本研究においては、放電プラズマの化学的作用を応用して溶剤蒸気を効率よく分解・無害化することを試みた。

2. 実験装置

実験に使用した放電電極の断面図を図59に示す。この電極は、セラミックで作られた円筒に、電極として内壁表面と円筒内部にタングステンの薄膜を焼結した構造となっており、両電極間に高周波高電圧を印加することにより放電電極（内壁表面）から強力な沿面放電が生じる。このとき放電電極近傍にはプラズマ領域が形成され、ここに溶剤蒸気が導入されると、主として電子の衝突により溶剤分子は分解される。図60は、実験装置全体の概念図である。今回の実験では、溶剤蒸気としてトルエンを用いた。まず、蒸気発生装置によって所定濃度のトルエン蒸気を作り、これを一定流量で放電電極へ供給した。放電時に発生する熱による過熱を避けるため、5℃程度の水を円筒外壁に供給して冷却した。放電電極を通過したトルエン蒸気は、炭化水素濃度計を用いて濃度を測定した。実験に際して考慮したパラメータは、キャリアガスの種類（空気、窒素）、印加電圧、トルエン濃度、流量である。

3. 実験結果

実験結果の典型的な例を図61および図62に示す。図61は、放電電圧に対する分解率の変化をトルエンの初期濃度をパラメータとして描いたものであり、図62は、同じく流量をパラメータとして描いたものである。図61によれば、キャリアガスに乾燥空気を用い、流量4.0 l/minでトルエン蒸気を放電電極に導入すると、放電の開始直後（約6 kV）から分解効果が現れ始め、以後放電電圧の上昇とともに分解率は急速に向上する。低濃度（353 ppm）の場合、約8 kVで分解率はほぼ95%に達し、以後飽和傾向を呈する。中濃度（1129 ppm）、高濃度（2166 ppm）の場合にも同様の傾向となるが、分解率は濃度が高くなるにつれ若干劣化する。図62では、初期濃度がほぼ等しい場合、流量が少ないほど分解率が良いことが示されている。キャリアガスに窒素を用いた場合も、乾燥空気の場合と同様

の傾向が現れ、分解率もほぼ同様の値である。

4. まとめ

セラミックベースの沿面放電電極を用いて得られた高周波放電プラズマ領域に有機溶剤（トルエン）蒸気を導入することにより、高濃度（2000 ppm以上）の場合でも非常に効率よく（98%以上）分解することが可能であることが判明した。

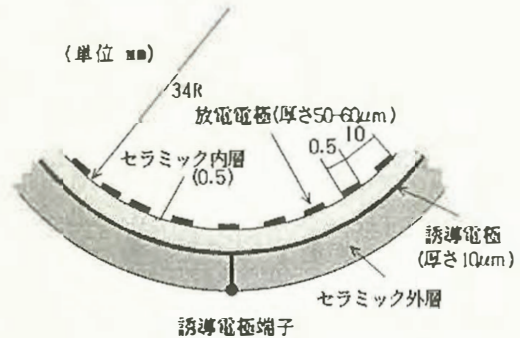


図 59 放電電極の断面図

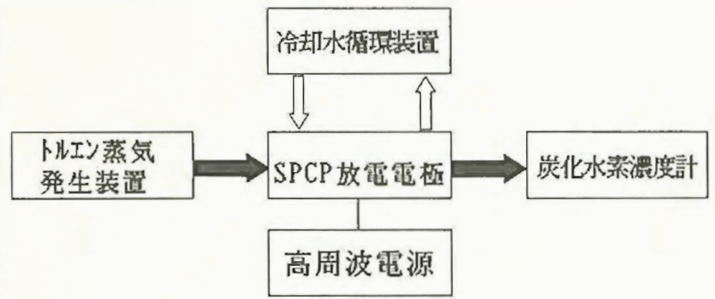


図 60 実験装置の構成

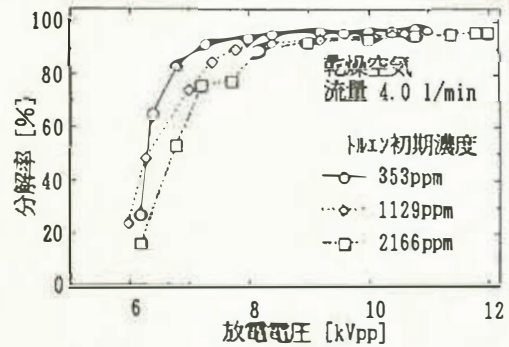


図 61 放電電圧と分解率の関係（初期濃度の影響）

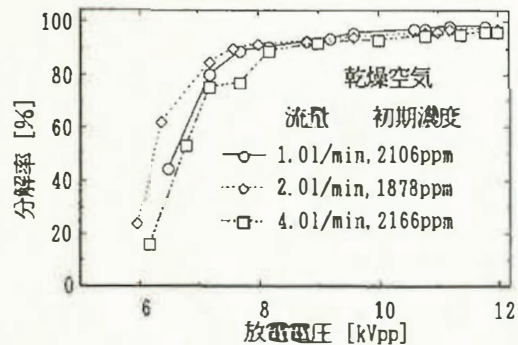


図 62 放電電圧と分解率の関係（流量の影響）

2.3 研究成果の発表

1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
1. 杭扱い時にトラッククレーン旋回サークル部のボルトに生じる応力について	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-90-1	前 田 豊
2. 小規模ボイラの燃焼制御回路と炎検知センサのフェールセーフ化に関する研究	同 上	清 水 尚 憲 杉 本 博 旭 池 田 崎 重 康 梅 崎 重 夫 池 田 博 夫 清 水 尚 康 糸 川 尚 憲 杉 本 一 花 安 旭 鈴 木 繁 郎 本 芳 美
3. プレス機械制御のフェールセーフ化に関する研究	同 上	
4. 労働災害の被害強度・規模特性に関する研究	同 上	
5. トンネル工事労働災害情報の性質と構造について	同 上	
6. ジオグリッドで補強した盛土斜面の安定性	同 上	豊 沢 康 男 玉 手 井 宣 聰 堀 井 宣 幸
7. 希土類金属合金粉の爆発特性	同 上	M. Wolinski 林 年 宏 安 藤 隆 之
8. 反応性物質の化学構造と熱安定性の関係 (第2報)—ニトロフェニル酢酸異体性の熱分解	同 上	
9. 反応性物質の危険性評価試験における問題点	同 上	板 垣 晴 彦 藤 本 康 弘 安 藤 隆 之 松 田 東 栄 琴 寄 崇 山 野 英 記 本 市 川 健 雄 二
10. 水中電界 (2.5 V/m) に暴露中のウサギの随意運動可能性の観察	同 上	
11. 天然ゴム絶縁材料の熱劣化特性と評価方法の検討	同 上	
12. 両極電荷ミストの静電凝集に関する一考察	同 上	山 隈 繁 藏 見 玉 勉 田 島 泰 幸 木 下 釣 一 小 川 勝 教 河 尻 義 正 大 田 幢 利 田 島 昂 泰 幸 見 玉 谷 勉 深 谷 潔
仮説構造物の力学的評価法に関する研究	産業安全研究所研究報告, RIIS-SRR-91-1	
静電気用品構造基準—交流電圧印加式除電器の防爆構造, 性能及び試験方法 安全帽の耐候性	産業安全研究所技術指針, RIIS-TR-91-1 産業安全研究所安全資料, RIIS-SD-91-1	
建設工事用小型機械 (コンクリートカッター) の低騒音化に関する研究	平成3年度環境庁調査研究報告書	橋 内 良 雄 前 田 久 豊 吉 川 悦 二 江 川 義 之

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
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	田 島 泰 幸 児 玉 勉
静電気による爆発，火災の事例と対策	静電気学会誌 Vol.15, No.2	山 隈 繁 藏 田 島 泰 幸 児 玉 勉 他機関共同
急加速刺激を加えた場合の立位姿勢の安定性評価装置の開発	日本人間工学会誌 Vol.27, No.4	永 田 久 雄
フィリピンの労働安全事情	安全工学, Vol.30, No.3	市 川 健 二
溶接部材および接合材の破損解析	材料, Vol.40, No.453	橋 内 良 雄 前 田 豊 吉 久 悦 二
Fatigue Crack Growth Behaviour in Welded Joints High Strength Steel under Low Temperatures	JSME International J. Vol.34, No.3	Y. Kitsunai and E. Yoshihisa
靴の安全性について—靴すべり試験機の開発— 最近のクレーン災害の動向と安全上の留意点	靴の医学, Vol.4, No.6 安全衛生コンサルタント, Vol.11, No.2	永 田 久 雄 橋 内 良 雄
土砂崩壊災害の防止対策	労働安全衛生広報	堀 井 宣 幸 豊 沢 康 男 玉 手 聡
無人搬送車の安全対策ガイドラインについて 機械システムにおけるアラームのあり方 コロナ放電に起因する障害とその防止技術	安全工学, Vol.30, No.5 安全, Vol.42, No.10 電子写真学会誌, Vol.30, No.3	糸 川 壮 一 糸 川 壮 一 田 島 泰 幸
トンネル工事労働災害の被災程度について	安全衛生コンサルタント, Vol.11, No.4	鈴 木 芳 美
ジオグリッドで補強した盛土斜面の地震時安定性	第36回土質工学シンポジウム 論文集	豊 沢 康 男 玉 手 聡 他機関共同
Analysis of Fatal Falls on Some Level or on Stairs/Steps 日本における段階からの転落死亡事故の様相	J. Safety Science Vol.14 日本建築学会計画系論文報告 書, AIJ No.431, Jan.	H. Nagata 永 田 久 雄
Occupational Accidents While Walking on Stairways コロナ放電による高分子フィルムの表面改質	J. Safety Science Vol.14 静電気学会誌 Vol.16, No.2	H. Nagata 田 島 泰 幸 他機関共同
Dust Explosions and Their Venting in a Real Scale Cyclone	Archivum Combustion Vol.9, No.1/4	T. Hayashi and T. Matsuda

2) 口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
溶接継手の腐食疲労き裂伝播挙動に及ぼす繰返し速度および残留応力の影響	機械学会第68期通常総会講演会	3. 4. 1	橋 内 良 雄 田 中 正 清 吉 久 悦 二
構造用鋼の低サイクル疲労き裂発生に対する水素雰囲気の影響	同 上	4. 1	田 中 正 清
災害要因分析調査からみた高年齢作業者の災害発生状況	日本経営工学会	5.25	江 川 義 之
繰返し衝撃騒音の衝撃周期間隔とラウドネスの関係	日本人間工学会	6. 1	江 川 義 之
加圧空気中における有機絶縁材料の高電圧小電流アークに対する耐性	電気学会合同研究会	6. 8	本 山 建 雄
ヒューマン・エラー・バックアップ・システムのフェール・セーフおよびフォールト・トレラント基本設計について	信頼性・保全性シンポジウム	6.15	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
制御における安全の論理的考察	安全工学シンポジウム	6.24	杉 本 旭 他 機 関 共 同
安全制御のための入出力系に関する一考察	同 上	6.24	杉 本 旭 他 機 関 共 同
安全システムにおける情報の二つの形態	同 上	6.24	糸 川 壮 一 梅 崎 重 夫
フェールセーフシステムにおける安全情報の入出力機構—安全センサのエントロピカに基づく非対象特性—	同 上	6.24	杉 本 旭 他 機 関 共 同
フェールセーフシステムにおけるエネルギー条件	同 上	6.24	梅 崎 重 夫 糸 川 壮 一
エピクロロヒドリン-DMSO 溶液の熱安定性	同 上	6.24	安 藤 隆 之 森 崎 繁 之
キュリーポイントパイロライザーによるニトロ化合物の熱分解	同 上	6.24	安 藤 隆 之 森 崎 繁 之 他 機 関 共 同
酸化性の物の危険性評価方法の検討	同 上	6.24	藤 本 康 弘 松 井 英 憲
安全システムにおける確定論と確率論—特性空間の意義—	同 上	6.24	深 谷 潔
産業機械の起動制御におけるフェールセーフ時間管理	同 上	6.24	池 田 博 康
橋梁工事で使用するジャッキの強度について	同 上	6.24	大 嶋 勝 利 小 川 勝 教 河 尻 義 正
変動荷重を受けるガセット溶接継手の疲労強度	同 上	6.24	吉 久 悦 二 橋 内 良 雄 前 田 豊
潜在危険性の集合論的表示と固有安全系	同 上	6.24	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
アドバンスド・セフティ・ビークル (ASV) の基本設計	同 上	6.24	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
固液二相系液体等の攪はんによる帯電と緩和特性	同 上	6.24	児 玉 勉 田 島 泰 幸
コロナ式静電気除電器から発生する着火性放電とその抑制	同 上	6.24	田 島 泰 幸 児 玉 勉 他 機 関 共 同
静電気放電ノイズの特性に及ぼす放電回路の影響	同 上	6.24	富 田 一 田 島 泰 幸
静電界・コロナ放電による浮遊ミストの抑制	同 上	6.25	田 島 泰 幸 児 玉 勉 山 隈 繁 藏
産業用ロボットと人間との共同作業	同 上	6.25	杉 本 旭
オイルミストの静電気による飛散防止	静電気学会専門研究会	7.19	児 玉 勉 山 隈 繁 藏
人間の制御構造のエネルギー的評価(I)—人間の危険回避に伴うエネルギー消費構造—	第3回バイオエンジニアリング学術講演会	7.26	深 谷 潔 杉 本 旭 梅 崎 重 夫
人間の制御構造のエネルギー的評価(II)—人間のエネルギー消散特性に類似したハードウェアの解—	同 上	7.26	梅 崎 重 夫 深 谷 潔 杉 本 旭
危険回避における最終判断は人間でよいか(ハードウェアの限界)	電子情報通信学会	8.23	佐 藤 吉 信
クレーンガータの応力測定とその頻度の解析	実製品の信頼性創造技術シンポジウム	8.27	前 田 豊 橋 内 良 雄 吉 久 悦 二 市 川 健 二 田 島 泰 幸
建設工事における感電災害の防止—移動式クレーンの車体接地に関する一考察—	電気設備学会	9. 6	他 機 関 共 同 佐 藤 吉 信
ロボットの安全性確保における信頼性の役割	電子情報通信学会	9. 6	堀 井 宣 幸
ジオグリッドで補強した関東ローム斜面の地震時安定性	第26回土質工学研究発表会	9.17	豊 沢 康 男 玉 手 聰 他 機 関 共 同
ER素子を用いた空気圧アクチュエータのコンプライアンス制御	計測自動制御学会	9.12	杉 本 旭 池 田 博 康
コンプライアンス機能を持つロボットの荷崩れ処理作業への適用	同 上	9.12	他 機 関 共 同 池 田 博 康 杉 本 旭
ジャッキ受桁の補強に関する研究	土木学会第46回年次学術講演会	9.17	大 嶋 勝 利 小 川 勝 教 河 尻 義 正
粘性土の非排水ねじり単純せん断特性	同 上	9.17	堀 井 宣 幸 豊 沢 康 男 玉 手 聰
建設工事における大規模労働災害の再現期間について	同 上	9.18	花 安 繁 郎
トンネル工事における労働災害記録に関する情報解析	同 上	9.18	鈴 木 芳 美

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
自動研削機械における安全システムに関する一考察	砥粒加工学会 ABTEC '91	9.18	糸川 壮一 梅崎 重夫
構造用鋼の低サイクル疲労でのき裂発生と溶接継手のき裂伝ばに対する水素雰囲気の影響	破壊力学シンポジウム	9.25	田中 正
靴のすべり性能の評価 (その1)	日本靴医学会	9.28	永田 久雄
クレーン用ワイヤロープの破断事例と問題点	資源・素材学会	10. 1	田中 正清
ウオータジェット加工機の安全対策ガイドラインについて	全国産業安全衛生大会	10.17	糸川 壮一
管内流動液体の短管による帯電検出 (I)	第15回静電気学会学術講演会	10.29	児玉 勉
コロナ式除電器から発生する着火性放電の制御 (II)	同 上	10.29	田島 泰幸 児玉 勉 他 機関 共同
可燃性液体の扱はんによる帯電危険性の評価試験	同 上	10.29	児玉 勉 田島 泰幸 他 機関 共同
タンク内液体の帯電電荷密度の検出	同 上	10.29	児玉 勉 田島 泰幸 他 機関 共同
ESD の電子回路に及ぼす影響に関する一考察	同 上	10.30	富田 一幸
両極荷電ミストの凝集に関する一考察	同 上	10.30	山隈 繁藏 児玉 勉 田島 泰幸 他 機関 共同
絶縁油の流動帯電に及ぼす流路形の影響	同 上	10.30	田島 泰幸 他 機関 共同
A 533 B 鋼の機械的性質に及ぼす熱時刻の影響	機械学会講演会	11. 1	橋内 良雄
構造用鋼の溶接継手部の疲労き裂伝ばに対する水素雰囲気の影響	同 上	11. 2	吉田 悦二 田中 正清
化学物質の熱危険性予測システムの開発 (I) —DSC データの測定及びその統計分布の検討—	第27回熱測定討論会	11. 6	森崎 繁之 安藤 隆弘 藤本 康弘
化学物質の熱危険性予測システムの開発 (II) —DSC データの化学構造からの予測—	同 上	11. 6	藤本 康弘 安藤 隆 森崎 繁
天井クレーンの実働応力スペクトル推定法	第3回機械・構造物の強度設計・安全性評価シンポジウム	11.12	前田 豊 橋内 良雄 吉田 悦二
液体窒素取扱い時の液体空気-有機物の爆発危険性	工業火薬協会平成3年度秋季大会	11.14	松井 英二 松井 英二
過酸化ベンゾイルの爆発に関する2・3の実験	同 上	11.14	板垣 晴彦 藤本 康弘 安藤 隆 森崎 繁
EDS の電気回路に及ぼす影響に関する一考察	EOS/ESD シンポジウム	11.14	富田 一幸 田島 泰幸

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
インシデント分析によるヒューマンエラー発生要因の研究 (I)	第103回関西心理学会	11.17	白 井 伸之介
大規模労働災害の発生特性に関する研究	第2回構造物の安全性及び信頼性に関する国内シンポジウム	11.21	花 安 繁 郎
ジャッキで支持されたH形鋼支柱の強度に関する研究	同 上	11.21	大 小 河 橋 前 吉 梅 杉 池 清 衆 杉 梅 池 梅 他
変動荷重下における天井クレーン用溶接部材の疲労強度評価	同 上	11.21	嶋 勝 義 良 田 悦 重 本 博 尚 川 壮 旭 夫 康 夫 同
安全センサの物性論的考察	第9回日本ロボット学会 学術講演会	11.28	梅 崎 重 夫 旭 康 憲 一 旭 夫 康 夫 同
人間ロボット系における情報の二つの形態	同 上	11.28	杉 本 重 博 重 夫 同
振動素子を用いた触覚センサの構成	同 上	11.28	池 田 博 重 夫 同
振動素子によるフェールセーフ OFF ディレー	同 上	11.28	池 田 博 旭 夫 同
人間ロボット系の安全確保と人間の役割について	同 上	11.28	杉 本 旭
フェールセーフとフルプルーフ Pressure Sensitive Mats	同 上 同 上	11.28 11.28	深 谷 潔 杉 本 旭 清 水 尚 憲 他 機 関 共 同
重量物搬送補助ロボットシステムの開発 (第1報)	同 上	11.29	池 田 博 康
重量物搬送補助ロボットシステムの開発 (第2報)	同 上	11.29	池 田 博 康
ER ダンパを用いた空気圧ロボットのホールド特性の改善	同 上	11.29	池 田 博 康 杉 本 旭 他 機 関 共 同
SIT を用いた BAM 蓄熱貯蔵試験値や SAD 値を算出する試み	安全工学研究発表会	12. 4	琴 寄 崇
強磁性粉の粉じん爆発危険性	同 上	12. 4	松 田 東 栄
ケイ素の粉じん爆発危険性 (続報)	同 上	12. 4	松 田 東 栄
メタノール・過酸化水素混合液の熱安定性	同 上	12. 4	安 藤 本 康 弘 板 垣 晴 彦 安 藤 隆 之 森 崎 繁 同
芳香族ニトロ化合物の熱分解機構	同 上	12. 4	安 藤 隆 之 森 崎 繁 同

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
移動昇降装置のリスク評価	同 上	12. 5	佐 藤 吉 信
トンネル工事労働災害に関するテキスト情報の分析	同 上	12. 5	鈴 木 芳 美
建設工事災害のリスク分析	リスクアナリシス研究会	12. 7	花 安 繁 郎
温度センサの物性論的考察 (第1報)	第29回燃焼シンポジウム	12.11	清 水 尚 憲 池 田 博 康 杉 木 旭 夫
温度センサの物性論的考察 (第2報)	同 上	12.11	梅 崎 重 夫 清 水 尚 憲 池 田 博 康 杉 木 旭 夫
着火エネルギーの測定に影響を及ぼす静電気放電特性	日本火薬学会研究会	4. 3. 6	田 島 泰 幸
LP ガスの噴出に伴う静電気着火に関する実規模実験	静電気学会総会学術講演会	3.10	児 玉 勉
ESD の電気回路に及ぼす影響	同 上	3.10	富 田 一 田 島 泰 幸
足場板の現状と問題点	スギー材の利活用シンポジウム	3.12	河 尻 義 正

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
Structure and Propagation Mechanism of the Soot Film Detonation	Soviet Union-Japan Seminar, Khabarovsk, USSR	April 10, 1991	H. Matsui
Risk Analysis of Occupational Accidents in Construction Work	6th International Conference on Application of Statistics and Probability in Civil Engineering, Mexico City, Mexico	June 15	S. Hanayasu
An A-C Model for Hazard Identification and the Design of Hazard-Control Systems	10th International System Safety Conference, Dallas, U.S.A.	July 19	Y. Sato et al.
Effect of Preload History and Specimen Size on Fatigue Crack Growth Behaviour of Welded Joints	The 3rd International Conference on Residual Stress, Tokushima, Japan	July 24	Y. Kitsunai and E. Yoshihisa
Residual Stress Measurements of Welded Plates by X-ray and Hole Drilling Methods	ditto	July 24	E. Yoshihisa, Y. Kitsunai and Y. Maeda
Effect of Residual Stresses on Corrosion Fatigue Crack Growth Behaviour of Weldments	ditto	July 25	Y. Kitsunai, M. Tanaka and E. Yoshihisa
Prediction of Fatigue Life for Welded Gusset Plate under Variable Amplitude Loading	The 6th International Conference on Mechanical Behaviour of Materials, Kyoto, Japan.	August 1	Y. Kitsunai, E. Yoshihisa and Y. Maeda

発表等の題目	会議・研究集会等の名称	期日	氏名
The Influence of Hydrogen Gas on Low Cycle Fatigue Crack Initiation and Growth in Structural Steels	7th Asian-Pacific Corrosion Control Conference, Beijing, China	August 19	M. Tanaka
Dry Arc Resistance of Organic Insulating Materials under High Pressure	International Symposium on High Voltage Engineering, Dresden, Germany	August 30	T. Motoyama
Fatal Occupational Accidents by Landslides in Japan	6th International Symposium on Landslides	February 10, 1992	Y. Toyosawa, H. Horii and S. Tamate

4) 著書

書名等	出版社等	著者名
静電気Q & A (分担執筆)	(株) 明広社	児玉勉

5) 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1646070	靴床・床材すべり試験機	永田久雄

第3章 関 連 業 務

3.1 産業安全研究所主催行事

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。その他、毎年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、平成3年度は6月22日に、第6回安全技術講演会を当研究所の8階講堂において、また、11月19日に大阪産業安全技術館の事業として大阪市立労働会館において、次の講演題目により実施した。

- | | | |
|----------------------------------|---------------|-------|
| (1) 最近のゴンドラの災害事例について | 土木・建築研究部主任研究官 | 河尻 義正 |
| (2) クレーン等におけるワイアロープの損傷と検出法 | 機械研究部主任研究官 | 田中 正清 |
| (3) 自動倉庫作業の災害と荷崩れ処理用遠隔マニピュレータの開発 | 電気研究部研究員 | 池田 博康 |
| (4) 安全防護のための人間検知システム | 機械研究部研究員 | 梅崎 重夫 |
| (5) 機械作業における安全システムとフェールセーフ技術 | 機械研究部主任研究官 | 杉本 旭 |

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、企業の安全業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3年度においては下記委員から構成される「産業安全に関する人間科学研究検討委員会」に関する研究効率化委員会を設け、計3回の委員会を開催し、検討報告書をまとめた。

- | | | |
|-----|-------|-------------------------|
| 委員長 | 正田 亘 | 立教大学文学部心理学科教授 |
| 委員 | 池田 敏久 | 鉄道総合研究所産業衛生室長 |
| | 石田 敏郎 | 早稲田大学人間科学部人間基礎科学科助教授 |
| | 宮岡 貞隆 | 電力中央研究所ヒューマンファクタ研究所所長 |
| | 飯田 裕康 | 労働科学研究所労働生理・心理学研究部主任研究員 |

3) 所内講演会

産業安全研究所においてはほぼ隔月に研究懇談会を開催し、研究経過、成果等について討論、意見・情報交換を実施しているが、研究活動をより促進するために所外の講師にお願いし、次の講演会を実施した。

- | | | | |
|-----------------------------|----------------|----------|---------|
| (1) 平成3年1月20日：「研究活性化のための模索」 | 科学技術庁航空宇宙技術研究所 | 破壊力学研究室長 | 寺田 博之 氏 |
|-----------------------------|----------------|----------|---------|

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
労働省	広島市新交通システム橋梁工事事故特別調査団	3.4.4	木下 鈞 一 小川 勝 教 河尻 義 正 大幡 勝 正 堀井 宣 幸 豊沢 康 男 玉手 聡 之 安藤 隆 之
立川労働基準監督署	車両系建設機械転倒災害に係る調査	4.8	堀井 宣 幸 豊沢 康 男 玉手 聡 之
四日市労働基準監督署	医薬品原料の爆発災害調査	4.9～ 10	安藤 隆 之
新宿労働基準監督署	クレーンつり上げ用ワイアロープの切断事故の原因調査	4.10	田中 正 清
鹿島労働基準監督署	足場板の強度特性に関する鑑定	4.10	小川 勝 教
福島労働基準監督署	崩壊した土および中間部の土の粒度分布の鑑定	4.19	堀井 宣 幸
川口労働基準監督署	張出し足場の布枠として使用された角型鋼管製部材の強度の鑑定	5.31	河尻 義 正
千葉労働基準局	ライオン(株)千葉工場爆発災害調査団	7.25～ 12.31	森崎 繁 之 安藤 隆 之 松井 英 憲 堀井 宣 幸 豊沢 康 男 玉手 聡 之
岐阜県揖斐警察署	セラミック造粒作業中の爆発事故の原因鑑定	8.9	松井 宣 幸
埼玉労働基準局	土止め支保工の倒壊事故調査	9.7	堀井 宣 幸 豊沢 康 男 玉手 聡 之
千葉労働基準局	分水トンネル水没事故調査	11.12	小河 勝 教 堀井 義 正 豊沢 宣 幸 大幡 康 男 玉手 聡 之 安藤 隆 之
上野労働基準監督署	安全衛生法違反被疑事件に関する鑑定	12.26	安藤 隆 之
大阪労働基準局	植物油抽出タンク爆発災害調査	4.1.9 ～10	松井 英 憲 児玉 勉 山隈 繁 藏
労働省	厚木基地内事故特別技術調査	3.15	木下 鈞 一 小川 勝 教 河尻 義 正 大幡 勝 正

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	産業安全研究所移転検討委員会委員	木下 鈞 一	
	大規模建設工事計画審査委員会審査委員	木下 鈞 一	
	高齢者向けME機器等の研究開発に関する研究調整会議委員	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 壯 一	
	同上	杉本 旭 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 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 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 鈞 一	
	労働安全衛生コンサルタント試験委員会常任委員	木下 鈞 一	
	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員	研究員 9 名	
	科学技術庁 環境庁	科学技術会議政策委員会研究評価委員会委員	田中 正 清
		総合化学物質対策検討会委員	森崎 繁 繁
		有害化学物質環境汚染事故対策検討会委員	森崎 寄 崇 一
建設省 人設院	UJNR 防火専門部会国内部会委員	琴木 下 鈞 一	
	安全専門委員会委員	児玉 勉 一	
通商産業省	労働基準監督官採用試験試験専門委員	木下 鈞 一	
	日本工業標準調査会委員	深谷 久 悦 二	
	同上	吉川 壯 一	
	同上専門委員	桑川 泰 幸 二	
	同上	田嶋 川 健 泰 幸 二	
	同上臨時委員	田市 嶋 泰 幸 二	
郵政省 横浜地方海難審判庁 東京都	不要電波問題対策協議会委員	田嶋 泰 幸 二	
	横浜地方海難審判庁参審員	田嶋 泰 幸 二	
	技術パイオニア養成事業推進会議委員	田嶋 泰 幸 二	
	技術パイオニア養成先端技術研修部会委員	田嶋 泰 幸 二	

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	新技術の導入と安全対策	3. 6. 12	杉本 旭 旭
	自動化と安全	9. 27	杉本 旭 旭
	爆発・火災の防止対策	10. 3	琴寄 崇 一
	電気災害の防止対策	10. 4	市川 健 義 二
	仮設建造物の強度計算	10. 21	河尻 壯 一
	産業用ロボットの信頼性	10. 28	桑川 旭 旭
	産業用ロボットの信頼性	10. 28	杉本 旭 旭
宮城労働基準局	最近の静電気災害とその防止技術	11. 30	田嶋 泰 幸 二
東京労働基準局	やさしい土質工学	12. 20	堀井 宣 幸 豊
京都労働基準局	移動式クレーンの転倒・倒壊のメカニズムについて	4. 2. 5	前田 豊 幸 二
千葉労働基準局	爆発火災災害について	2. 14	森崎 繁 繁

4) その他

行政機関等名称	協力事項	年月日
労働省	小里労働大臣が清瀬実験場に来訪され、木下所長の案内で実験施設を視察された後、研究員に訓話、激励された。	3.5.29

3.3 外部機関との協力

1) 学協会委員会活動

行政機関等名称	協力事項	氏名
安全工学協会	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 超音波液面計の安全性に関する調査研究委員会委員 同上	前田 豊 佐藤 吉信 佐藤 吉信 田嶋 幸泰 児玉 勉
宇宙開発事業団	新安全工学便覧編集委員会委員 有人安全技術委員会委員 角田ロケット開発センター水素ガス流出事故調査委員会委員	田中 正清 佐藤 吉信 松井 英憲
海洋科学センター 仮設工業会	安全技術委員会専門委員 潜水実験安全性検討委員会委員 認定検査審査委員会委員長 仮設構造物等の承認審査委員会委員 技術委員会委員 同上	松井 英憲 本山 建雄 小川 勝教 小木 下 鈞一 小川 勝一 河尻 義正 小川 義正
建設荷役車両安全技術協会	高所作業台の安全基準に関する調査研究委員会委員 広報委員会委員	江川 義之
建築業労働災害防止協会	型枠支保工安全対策委員会委員 同上 同上 高年齢者労働災害対策委員会委員 同上	木 鈞一 小川 勝教 河尻 義正 木下 鈞一 鈴木 芳美
高圧ガス保安協会	車両系建設機械の主たる用途以外の用途での使用における安全確保に関する委員会委員	鈴木 芳美
鉱業労働災害防止協会	地下工事における作業環境対策委員会専門部会委員 多孔質物性性能試験委員会委員 さく岩機振動障害対策委員会委員 騒音対策委員会委員	松井 英憲 前田 豊 江川 義之
合板仮設安全技術協会	技術委員会委員	河尻 義正
国際交通安全学会	研究プロジェクトメンバ	白井 伸之介
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 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	FA技術実態調査分科会委員 防爆関係検定業務打ち合せ会議委員 プレス機械の本質安全化のための調査研究委員会委員	桑川 壮一 市川 健二 桑川 壮一

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
静 電 気 学 会 総合安全工学研究所 損害保険料率算定会 電気安全関東委員会 電 気 学 会 電気学会・電子情報通信学会 電子情報通信学会 電気設備学会 中央労働災害防止協会	同 上 危険場所における防爆構造電気機器の選定についての調査 研究委員会委員長 同上委員 微粉炭機保安対策技術開発研究委員会委員 同 上 同 上 粉塵の爆発危険性試験方法の技術指針研究委員会委員 同 上 理事 評議員 学術講演会実行委員会委員 同 上 編集委員会委員 LP ガス等の静電気研究委員会幹事 同上委員 帯電液滴応用技術研究委員会幹事 同上委員 参与 災害科学研究会化学部会委員 幹事会・表彰委員会・PR 部会委員 技術委員会委員 電気・電子計測器の耐ノイズ特性調査専門委員会委員 IEC-TC 78国内委員会委員 生産設備管理技術委員会1号委員 産業応用部門特別委員会委員 東京支部運営委員会委員 誘導調査特別委員会特別参加 同 上 安全科学時限研究専門委員会幹事 低圧電路の絶縁管理に関する調査研究委員会委員 劇場等電気設備調査研究委員会委員 平成3年度安全衛生考案応募作品審査委員会委員 高年齢労働者労働災害防止対策調査研究委員会委員 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 引火性液体の爆発防止対策に関する調査研究委員会委員 改訂プレス作業安全必携・改訂プレス作業と安全の編集委員会委員 化学物質分類基準検討委員会委員 ガス溶接作業主任者能力工場教育検討委員会委員 同 上 「安全」編集委員会委員	杉 本 旭 田 島 泰 幸 本 山 建 雄 森 崎 繁 松 田 東 栄 板 垣 晴 彦 松 田 東 栄 板 垣 晴 彦 田 島 幸 児 玉 勉 田 島 泰 幸 児 玉 勉 児 玉 勉 児 玉 泰 幸 田 島 勉 児 玉 勉 山 隈 繁 蔵 田 島 泰 幸 森 崎 泰 繁 田 島 泰 幸 田 島 泰 幸 市 川 健 二 市 川 健 二 市 川 健 二 田 島 泰 幸 市 川 健 二 山 野 英 記 佐 藤 吉 信 市 川 健 二 市 川 健 二 橋 内 良 雄 江 川 義 一 籾 川 壯 一 吉 久 悦 二 森 崎 繁 宏 林 年 英 憲 松 井 英 憲 松 井 英 憲 籾 川 壯 一 森 崎 繁 森 崎 繁 松 井 英 籾 川 壯 一

行政機関等名称	協力事項	氏名
	静電塗装作業安全衛生対策解説書検討委員会委員長 製造現場における新しい安全装置に関する調査研究委員会委員	田 畠 泰 幸 籾 川 川 壯 一
砥粒加工学会 土木学会	砥粒加工学会理事 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 建設マネジメント委員会マネジメント小委員会委員 安全問題研究委員会委員 構造物安全性連絡小委員会ワーキンググループ委員 トンネル工学委員会委員 土木用語大辞典編集幹事会委員	籾 川 川 壯 一 花 安 安 繁 繁 一郎 花 安 安 繁 繁 一郎 花 安 安 繁 繁 一郎 花 安 安 繁 繁 一郎 花 安 安 繁 繁 一郎
日本化学会	防災専門委員 防災指針「発泡剤」審議小委員会委員長 同上委員	森 安 崎 隆 森 安 崎 隆 安 琴 寄 崇
日本火災学会	理事 化学火災委員会委員 学術委員会委員	琴 寄 崇 琴 寄 崇 琴 寄 崇
日本ガス協会	プレパージ風量技術検討委員会委員 同上	森 崎 英 松 井 英
日本学術会議	安全工学研究連絡会議委員 第22回安全工学シンポジウム実行委員会委員 同上	杉 本 泰 旭 田 畠 川 壯 幸 花 安 川 壯 一郎
日本機械鋁業連合会	海外安全規格調査分科会委員 米国職業安全保健法（OSHA）研究分科会委員 米国労働安全衛生法調査専門委員会委員 産業オートメーション安全分科会委員	籾 川 川 壯 一 梅 崎 重 夫 梅 崎 重 夫 籾 川 川 壯 一
日本環境衛生センター	有害廃棄物試験調査業務検討委員会委員	森 崎 繁 幸
日本空気清浄協会	運営委員	田 畠 泰 幸
日本クレーン協会	技術審議会委員 同上 同上	木 下 泰 一 橋 内 良 雄 田 畠 川 壯 幸
同上	クレーン編集委員会委員 移動式クレーン委員会委員	前 田 中 正 豊 前 田 中 正 豊
同上	クレーン委員会委員 ワイヤロープ委員会委員	田 中 中 正 清 田 中 中 正 清
同上	つり具委員会委員 エレベータ委員会委員	田 中 中 正 清 河 尻 義 正
同上	ゴンドラ委員会委員 「ゴンドラ操作」改訂委員会委員	河 尻 義 正 河 尻 義 正
同上	クレーン委員会耐振設計分科会委員 ISO/TC 96国内委員会委員	河 尻 義 正 前 田 中 正 豊
同上	ISO/TC 111国内委員会委員，分科会主査 検定基準委員会委員	前 田 中 正 豊 田 前 中 田 正 清
同上	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	橋 内 良 雄 橋 内 良 雄
同上	積載型トラッククレーン委員会委員 電気委員会委員長	深 谷 潔 田 畠 川 泰 幸
同上	同上委員	市 川 泰 健 二

行政機関等名称	協力事項	氏名
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	ワイアロープ(異形線) JIS 原案作成委員会委員	田中正清
日本材料学会	フラクトグラフィ部門委員会幹事	橋内良雄
	破壊力学部門委員会委員	橋内良雄
	同上	田中正清
	疲労部門委員会委員	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	籾川壯一
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	池田博康
	ISO 対策検討委員会委員	杉本旭
日本ダイカスト協会	安全施設内蔵ダイカストマシン審査委員会委員	池田博康
日本鍛圧機械工業会	海外技術動向調査委員会委員	籾川壯一
日本電気協会	渋沢賞選考委員会委員	木下鈞一
	内線規程委員会委員	田島泰幸
日本電機工業会	IEC-TC 31国内委員会委員	市川健二
	防爆機器技術特別専門委員会委員	本山建雄
	JIS-C 0920改正原案調査作成委員会委員	本市川健二
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	木下鈞一
	電設工業展製品コンクール審査委員会委員	田島泰幸
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
日本鉄鋼協会	JPVRC データ収集委員会幹事	橋内良雄
	同上委員	前田良雄
	高強度鋼板の疲労強度向上研究部会委員	橋内良雄
日本都市センター	廃棄物処理施設の爆発事故防止対策に関する調査研究委員会委員	板垣晴彦
日本トンネル技術協会	安全環境委員会委員	花安繁郎
	交通安全幹事会幹事	花安繁郎
日本人間工学会	評議員	江川義之
	関東支部委員	江川義之
	ISO-TC 159国内委員会委員	江川義之
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	橋内良雄
日本粉体工業技術協会	粉体操作トラブル対策技術調査委員会委員	田島泰幸
	粉塵爆発試験法委員会委員	松田東栄
日本保安用品協会	ビニル加工布風管工業標準原案作成委員会委員長	田島泰幸
	国際標準化機構国内委員会委員	永田久雄
	工業標準改正原案調査作成委員会委員	永田久雄
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	EFW 小委員会幹事	橋内良雄
	電気溶接機部会技術委員会委員	田島泰幸
	同上	市川健二
日本ロボット学会	評議員	籾川壯一
防災システム協会	材料委員会委員	田中正清
溶接学会	FS 委員会委員	橋内良雄

2) 技術指導, 研究協力等

行政機関等名称	協力事項	年月日	氏名
東京商船大学	非常勤講師プラント管理論	3. 4. 1~ 4. 3.31	佐藤吉信
日本乾式安全器工業会	大口径乾式安全器の流動下における逆火試験	5.22~24	松井英憲
静電気学会	LPガス噴出による静電気帯電と着火実験	8.10~28	児玉勉
クレーン協会	クランプ・ハッカ使用状況の調査	11.15~16	田中正清
関東地方建設局	電気保安教育	4. 3. 4	藤原宏二 本山建雄
豊橋技術科学大学	炭化水素超音波燃焼特性と燃料取扱の爆発安全性に関する研究	3.25~26	松井英憲
建設業労働災害防止協会	トンネル施工現場の実態調査	3.25~27	小川勝教

3) 外部機関研究員の招へい

(1) 流動研究員

研究テーマ	所属・職名	氏名
粉体の流動に伴う帯電現象の解明	石川島播磨重工業株式会社技術研究所研究員	荻原正明

(2) 海外研究員

研究テーマ	所属・職名	期間	氏名
Investigation in Field of Dust Explosions	University of Warsaw, Poland, Professor	April 2~ September 31, 1991	Dr. Marek Wolinski
Development of an Elasto-Plastic Constitutive Relation	The University of Cambridge, U.K., Professor	1~15, 1991	Dr. R.H.G. Parry
Development of Detonation Control Techniques	Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Korea, Researcher	February 1~29, 1992	Mr. Hai-Yeong Jeong

4) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
語学研修	科学技術庁	フランス語長期研修	3.10.1 ~4.7.31	藤本 康弘
行政研修	人事院公務員研修所	研究職室長級行政研修	4.1.20 ~2.1	豊沢 康男

5) 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	6	8
大学関係を除く機関の研修生	7	11

6) 国際協力、海外派遣等

機関等の名称	協力事項等	期 日
JICA	フィリピン労働安全衛生センターの上級技術員 Mr. E.V. Roxas 氏が研修のために来所、電気に関する安全技術について指導。	3. 4.17~ 6. 7
JICA	フィリピン労働安全衛生センターの上級技術員 Mr. C.T.S. Tomas 氏が研修のために来所、仮設構造物の安全について指導。	5. 2~ 5.24
韓国消防科学技術学会	学会の招聘により消防学会特別講演会、産業安全保健研究院、仁荷工科大学において静電気による爆発・火災の防止対策について講演するため、田島部長が韓国に出張。	5.14~ 5.19
日本クレーン協会	ISO/TC 96/SC 6の日本国内委員会の代表として国際会議に出席するため、前田主任研究官がスエーデンに出張。	5.29~ 6. 7
韓国労働部	安全保健監督官の李英文、郭圭淳、車龍鳳氏が労働安全衛生の研修のために来所。	5.31
国際石油交流センター	産油国から化学物質の爆発危険に関する研修のために清瀬実験場に来所。	6. 6~ 6.27
京都大学航空工学教室	国立シンガポール大学産業システム工学科 Dr. T.K. Chuan 講師が研究視察のために来所。	6.12
JICA	タイ内務省労働局の労働保護ワーキングスタディグループの Mr. C.Indrasukhsri 主任が監督業務の研修のために来所。	6.18 6.20
JICA	フィリピン労働安全衛生センターの上級技術員 Mr. N.V. Echague 氏が研修のために来所、機械安全について指導。	9. 4~ 6
鍛圧機械工業会	欧州における鍛圧技術の調査のため、深谷主任研究官がイタリア、オランダ、ベルギに出張。	10. 6~ 19
中国東北工学院	安全技術交流のため佐藤主任研究官が中国東北工学院に出張。	10. 3~ 14
JICA	労働安全行政セミナーにおいて、19名の研修員が清瀬実験場に来所、安全に対する人間工学の適用等を中心に技術指導。	10.17 10.22

機関等の名称	協力事項等	期 日
JICA	安全衛生セミナーの個別専門家短期派遣研究員として河尻主任研究官がインドネシアに出張。	12. 5～ 12
サザンプトン大学	日英共同研究に関する実験結果、今後の計画について検討するため児玉主任研究官が英国サザンプトン大学に出張。	12. 8～ 22
中央災害防止協会	インドネシアで開催される安全衛生大会への出席のために木下所長がインドネシア共和国に出張。	4. 1.11 ～17
中国冶金工業部安全環境研究院	副院長 Mr. Zeng Xiangang 氏以下5名のエンジニアが安全研究の見学に来所。	2.18 ～19
JICA	土質安全に関する上級技術員の研修で、技術指導のために堀井主任研究官がフィリピン労働安全衛生センターに出張。	3. 3 ～16
ILO	フェローシッププロジェクトによる研修のため、フィジー共和国の Mr. A.V. Nath 氏、トンガ王国の Mr. S.T.I. Sunla-nafilr'o 氏が来所。	3.11

7) 依頼試験および検定

平成3年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2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 m ²	2階	573 m ²	特別展示場	2階	249 m ²
見学指導室	3階	117 m ²	安全技術情報コーナー	2階		84 m ²	

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せてイラスト・写真を中心に引き上げ、続いて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」について展示し、センサー7種を取り付けたセンサージ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する安全技術など、時期に応じたテーマを選び、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、雑誌などを収集しており、自由に利用することができる。

平成3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

平成3年6月1日～8月31日 全国安全週間特別展
9月2日～10月30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（136件）および団体に来館者に対して安全教育としての見学指導を行った。

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17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 272日（平成3年4月1日～平成4年3月31日）30,220名うち団体120組2,249名

6) 国外来館者および主な来館団体

(1) 国外来館者

平成3年	4月22日	フィリピン研修員	1名
	5月10日	(財)海外技術者研修協会	18名
	5月24日	(財)海外技術者研修協会	21名
	5月31日	韓国監督官	3名
	6月18日	JICA研修員	2名
	6月25日	韓国三星グループ産業安全衛生日本視察団	16名
	6月26日	中国建設部建設工事安全管理訪日調査団	7名
	7月8日	韓国三星グループ（部長クラス）	25名

	7月12日	フィリピン視察者（カルロス・コルテス Jr）	2名
	8月28日	韓国労働部次官他	3名
	9月4日	フィリピン OSHC 研修員（Mr. NORBERTO V. ECHAGUE）	1名
	9月30日	韓国三星グループ（課長クラス）	25名
	10月8日	労働安全衛生行政セミナー	19名
	11月25日	シンガポール プレス安全セミナー	7名
	11月27日	中華人民共和国	4名
	12月7日	日タイ経済協力協会	19名
	12月10日	韓国産業安全保健研究院	2名
	12月16日	中国医師研修団	6名
平成4年	1月29日	（財）海外技術者研修協会	17名
	2月14日	撫順市煤炭工業学校	7名
	2月18日	中国冶金工業部安全環保研究院	6名
	3月6日	スウェーデン大使館科学技術部	2名
	3月11日	フィジー共和国	3名

(2) 主な国内来館団体

(教育研究機関)

神奈川工業高等学校、荏原高等職業技術専門校、法務省矯正研修所、江戸川高等職業技術専門校、太田高等職業技術専門校、品川高等職業技術専門校、足立高等職業技術専門校、身体障害者職能センター、順天堂大学、昭和大学、北海道立農業大学校、東京電子専門学校、浅野工学専門学校、横浜高等教育専門学校、東京電気大学附属高等学校、農林水産省生活技術研修員

(その他)

(株)重松製作所、(株)武田工業、(株)桂城建設、(株)三晃印刷、(株)中央労働災害防止協会、(株)日立プラント建設、(株)東洋熱工業、(株)東京電気工務所、(株)協和電設、(株)富士電気総設、(株)昭和ワニス、(株)伊藤電気、(株)谷沢製作所、(株)花王、(株)東武電設工業、海上自衛隊、(株)東洋印刷所、(株)コーラル、(株)大宮光陵、(株)東芝、(株)神戸製鋼所、(株)日本ライフサービス、(株)久保工務店、(株)東京電設サービス、(株)東京電力、(株)国際協力事業団、(株)東京都交通局、(株)東電工業、(株)東芝タンガロイ、(株)JR大井工場、(株)NTT東北支社、(株)JR墨田川貨車区、(株)JR東京電力区、(株)東芝火力建設、(株)朝日工業社、(株)東京都水道局、(株)小松メック、(株)住友電設、(株)東芝エンジニアリング、(株)中日新聞社、(株)日本原子力発電、(株)東京ガス、(株)トーセツ、(株)池袋労働基準監督署、(株)山形労働基準協会、(株)三和大栄電気興業、(株)日本建設工業、(株)八王子市役所水道部、(株)戸田建設、(株)東京日野自動車

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産業安全技術館に準じるもので、平成3年度の主な活動は次のとおりである。

1) 常設展

従前どおり

2) 安全に関する相談業務

展示資料その他安全一般に関する技術相談(36件)に対し安全指導を行った。主な内容は次のとおりである。

電気設備の防爆構造、静電気の防止、保護具の性能と選択、プレスの安全対策、その他

3) 安全衛生映画会、講演会

安全映画会及び講演会 6月13日 90名

労働衛生教育映画会及び講演会 9月25日 81名

保護具に関する講演会 9月27日 66名

4) 来館者数

開館日数271日間で来館者3532名，うち団体4組107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 9月1日 労働省の発足と共に厚生省より移管され、労働省産業安全研究所と改称される。組織は所長、庶務課、安全科、機械科、土木建築科、化学科と改められる。
- 昭和24年 6月20日 安全科が参考館課と改称される。
- 昭和24年 8月27日 武田所長退官し、化学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15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18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 産業安全開館竣工。
- 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。
平成 2年10月25日 清瀬実験場に電気安全実験棟及び環境安全実験棟が竣工。
平成 3年 3月31日 田中所長退官。
平成 3年 4月 1日 上木建築研究部長木下鈞一が所長に就任。

2) 産業安全研究所案内図

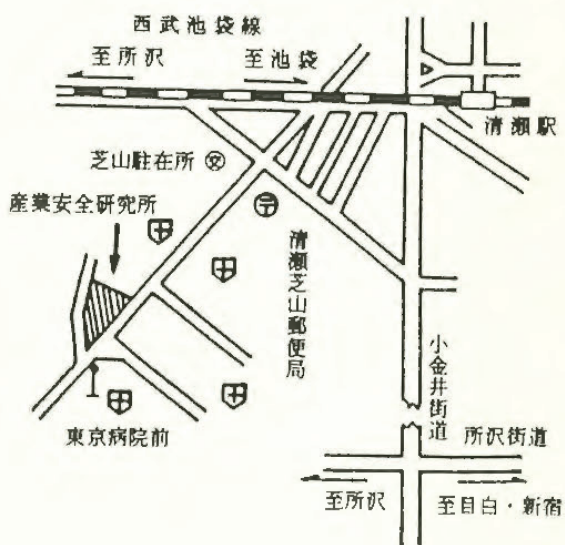
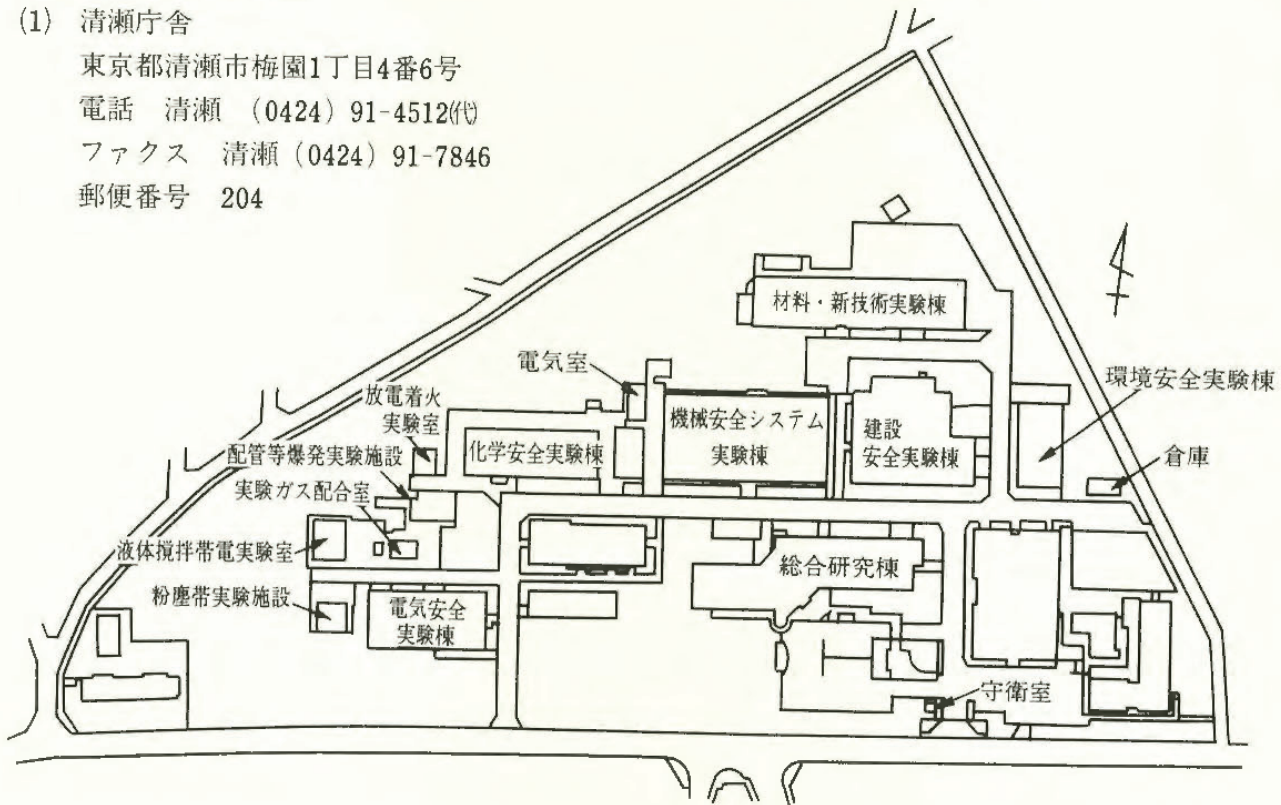
(1) 清瀬庁舎

東京都清瀬市梅園1丁目4番6号

電話 清瀬 (0424) 91-4512(代)

ファクス 清瀬 (0424) 91-7846

郵便番号 204



西武池袋線清瀬駅下車 (池袋より約30分)

清瀬駅から 徒歩 (約20分)

清瀬駅南口より 西武バス

久米川駅行

全生園行

下里団地行

所沢行

に乘車 (約5分) 東京病院前下車

(2) 田町庁舎

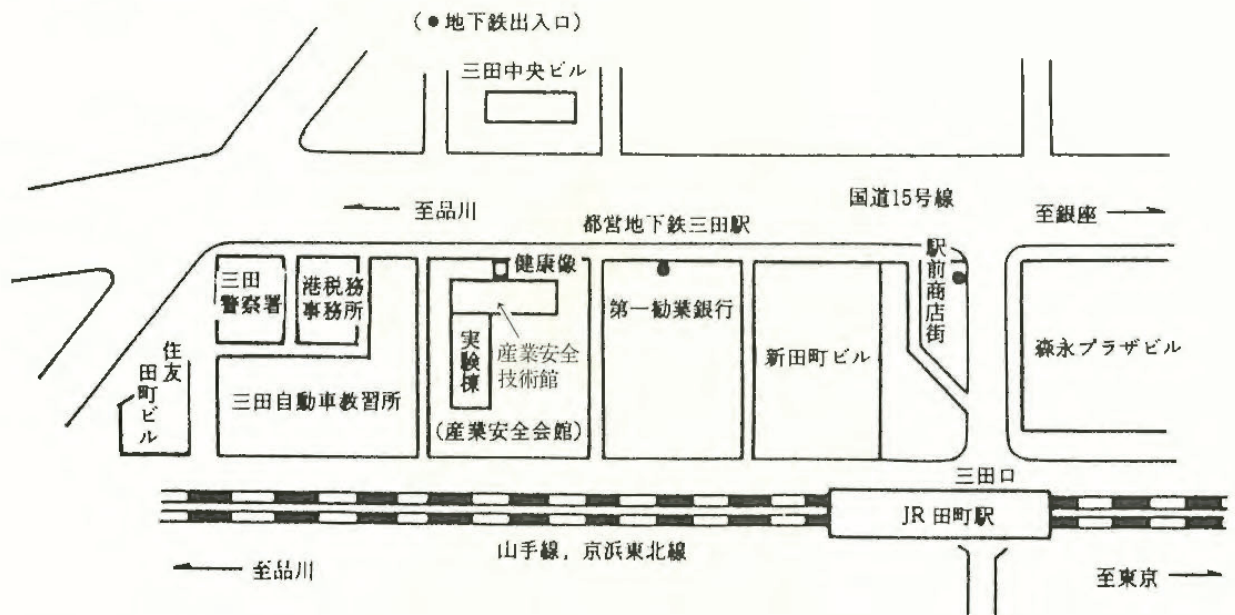
産業安全技術館（産業安全会館）

東京都港区芝5丁目35番1号

電話 東京 (03) 3453-8441（代表）

ファックス 東京 (03) 3452-6565

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

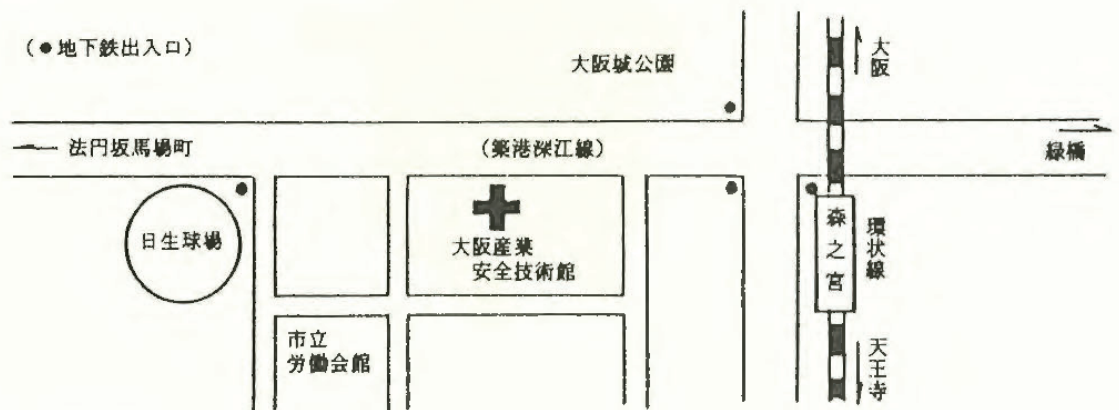
(3) 大阪産業安全技術館

産業安全研究所 大阪産業安全技術館

大阪市中央区森ノ宮中央1丁目15番10号

電話 大阪 (06) 942-3868

郵便番号 540



産業安全研究所年報

平成 3 年度版

発 行 日	平成 4 年 7 月 1 日
発 行 所	労働省産業安全研究所
	〒 204 東京都清瀬市梅園1-4-6
	電 話 0424-91-4512(代)

印刷所 新日本印刷株式会社

ANNUAL REPORT
OF
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1991

RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY
MINISTRY OF LABOUR
1-4-6 Umezono Kiyose Tokyo 204 JAPAN