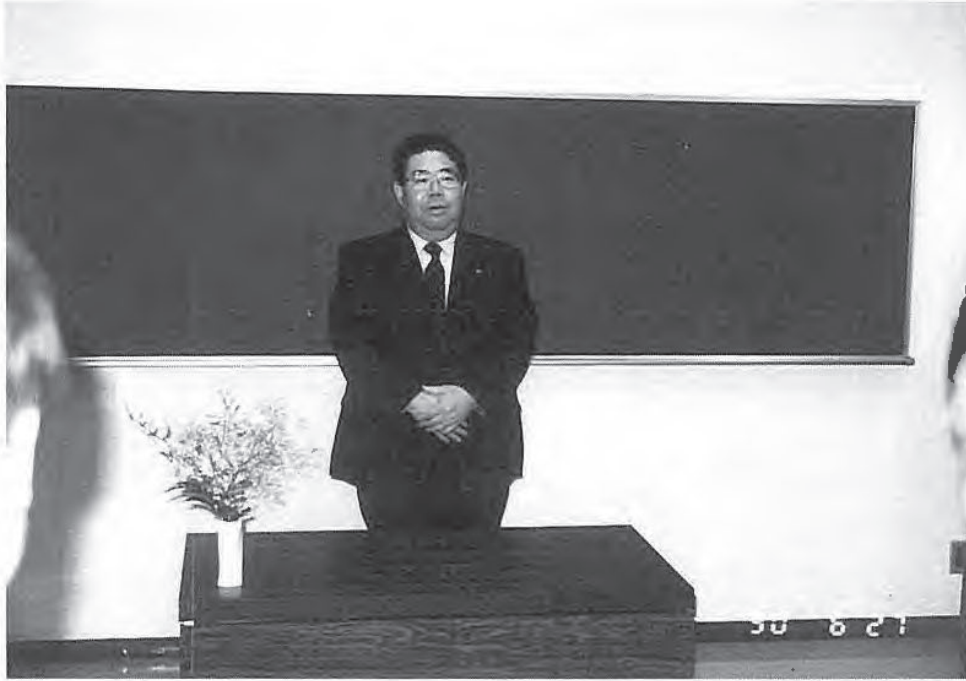


産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1990

平成 2 年度

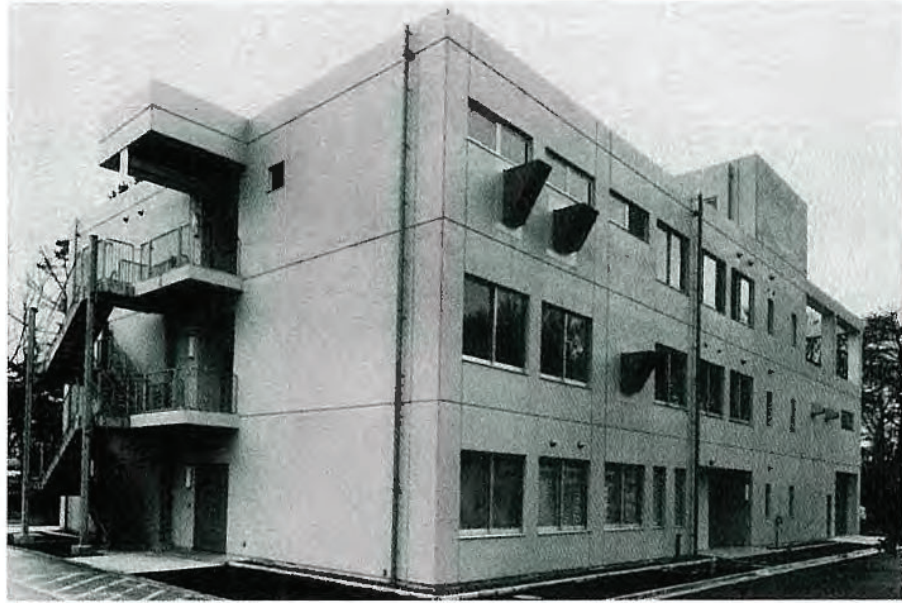


塚原労働大臣
産業安全研究所清瀬実験場視察
(平成2年6月27日)

産業安全技術館特別展開催



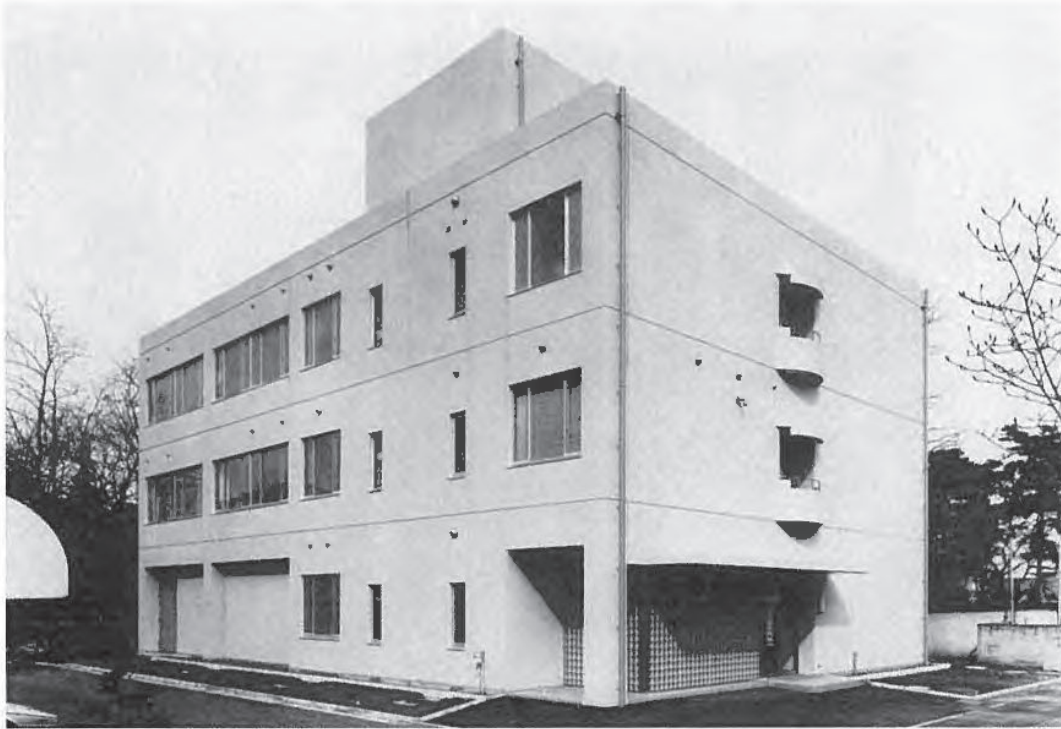
電磁ノイズに対する安全特別展の状況



平成 2 年度に竣工した電気安全実験棟



電気安全実験棟主要実験設備
(電波暗室における電磁ノイズ特性の測定)



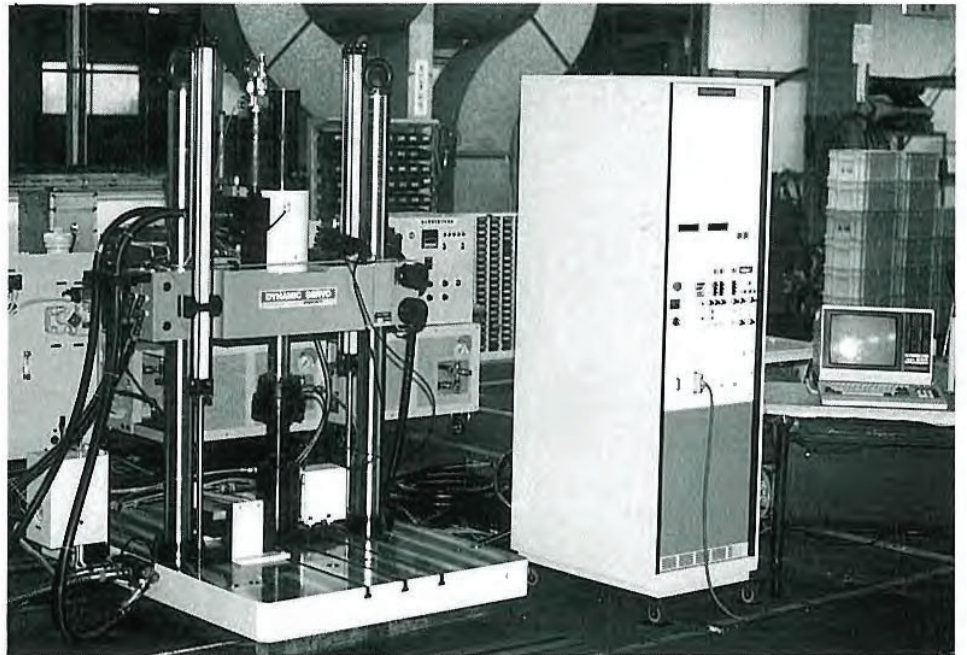
平成2年度に竣工した環境安全実験棟



環境安全実験棟主要実験設備
(転倒耐力測定装置による起立能力測定)

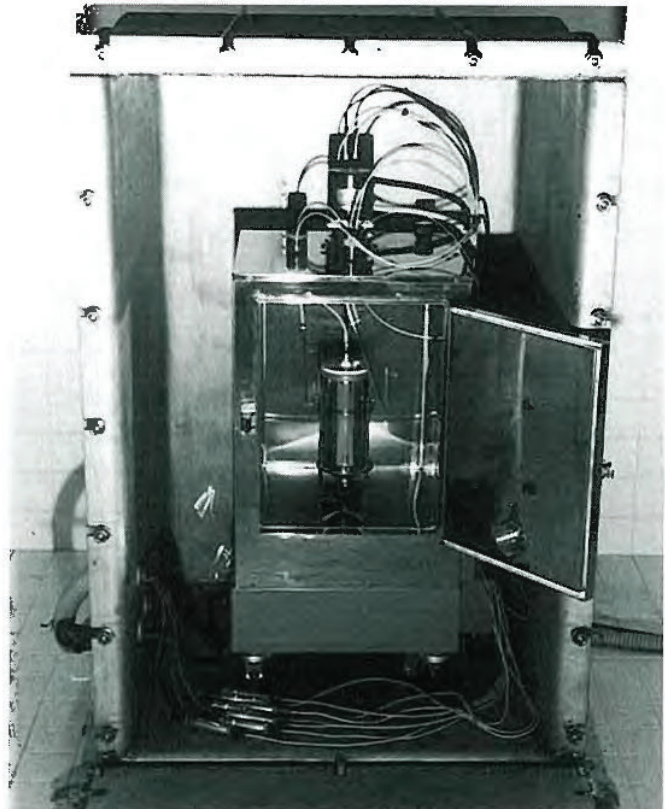
特別研究の実施状況

1. 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



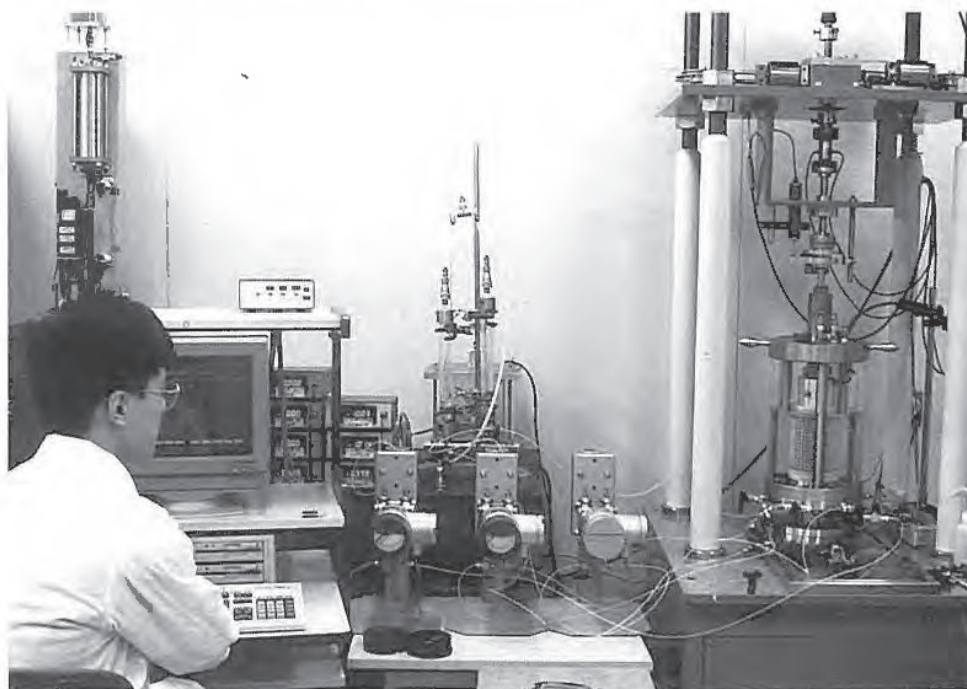
構造部材疲労試験による疲労試験

2. 新素材物質の爆発火災災害の防止



BAM 式蓄熱貯蔵試験器

3. 崩壊すべり層付近の砂質土の変形・強度特性に関する研究（重点基礎）



中空ねじり試験機を用いた砂の単純せん断試験

海外研修者研究招聘



ヒューストン大学教授ヘンリ博士
(平成2年12月20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 歳出予算	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 3 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 2 年度における研究成果の概要	13
2.3 研究成果の発表	39
1) 誌上発表	39
2) 口頭発表	41
3) 国際会議，国際研究集会への参加	44
4) 特許	45
第 3 章 関連業務	
3.1 産業安全研究所主催行事	46
3.2 行政機関等に対する協力	47
1) 災害調査等における協力	47
2) 委員会活動における協力	47
3) 研究講師派遣等による協力	48
4) その他	48
3.3 外部機関との協力	49
1) 学協会委員会活動	49
2) 技術指導，研究協力等	52
3) 外部機関主催講演会等協力	52
4) 外部機関の研究員の招へい	55
5) 外部機関への研修	56
6) 共同研究	56
7) 外部機関の研修員の委託	56
8) 国際協力，海外派遣等	56
9) 依頼試験及び検定	58

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

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並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。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・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害、障害対策に関する研究などがその代表例である。また以上のハード研究と併せて、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、構造規格、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開発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。

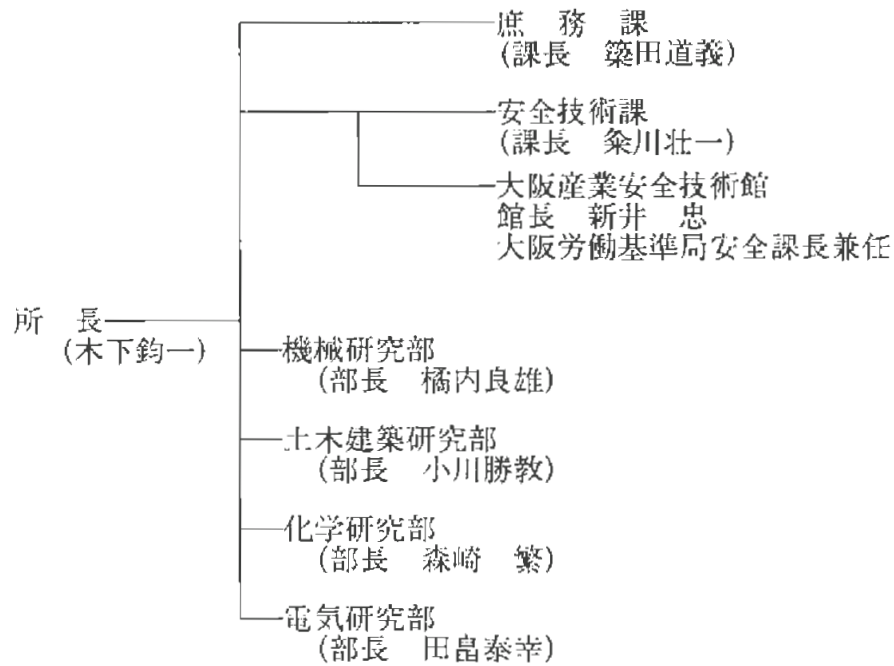
平成2年度に実施した主要な研究は、特別研究として「クレーン構造部材の経年損傷による倒壊防止に関する研究」（3年計画の3年度）、「新素材物質の爆発火災災害の防止に関する研究」（3年計画の2年度）、「高年齢者の安全確保のための機器及び作業システムの開発に関する研究」（労働省他機関との共同研究：5年計画の初年度）、「海洋環境における機械設備等の劣化防止に関する研究」（科学技術庁：海洋開発及び地球科学技術調査研究促進費、4年計画の最終年度）、「コンクリートカッターの低騒音化に関する研究」（環境庁：国立機関公害防止等試験研究費、3年計画の最終年度）、「静電気による粒子状物質の環境への飛散防止に関する研究」（環境庁：同上、3年計画の最終年度）及び「崩壊すべり層付近の砂質土の変形強度特性に関する研究」（科学技術庁：科学技術振興調整費）の7課題について実施した。

経常研究とし、継続、新規併せて29課題を選定し実施した。すなわち、金属材料の疲労損傷、絶縁材料の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、化学物質の分解危険性の解明、静電気の帯電防止研究、電撃危険対策に関する研究、騒音作業環境の改善、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、ファジィ制御の安全への適用、災害データベースの開発等の研究が行われた。また、本年度からは、3ヶ年計画で個別重要国際共同研究として「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）及び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）をそれぞれ日韓及び日英の間で実施を開始した。

一方、平成2年12月に、「産業安全に関する人間科学研究のあり方」に関する検討委員会を発足させ、学識経験者を委員に招き、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つつある。

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3年4月1日現在)



1.3 定 員

(平成3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	所長	9	18	12	39	1	4	1	4	10	1	51
定員	1											

1.4 土地および建物

(平成3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	
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12,875	
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 歳出予算

区 分	平成 2 年度			平成 3 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 259,101	千円 73,709	千円 332,810	千円 282,201	千円 80,971	千円 363,172
研 究 費	42,362	150,067	192,429	42,204	152,662	194,866
経 常 研 究 費	42,362	102,776	145,138	42,204	104,487	146,691
特 別 研 究 費	—	47,291	47,291	—	48,175	48,175
(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)	—	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)	—	23,560	23,560	—	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
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	25,341	61,196	86,537	25,962	61,866	87,828
小 計	327,581	313,712	641,293	351,144	324,239	675,383
(移替予算)						
国立機関郊外防止等試験研究費	23,975	—	23,975	26,298	—	26,298
(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)	11,060	—	11,060	16,321	—	16,321
(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)	12,915	—	12,915	9,977	—	9,977
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	—	—	—
小 計	27,263	—	27,263	26,298	—	26,298
合 計	354,844	313,712	668,556	377,442	324,239	701,681

上記の外特別会計に含まれる当所関係予算

3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

32,240(18,593)千円

産業安全研究所施設設備費

1,799,648(1,089,522)千円

総合研究棟(仮称)設置費

861,961(559,215)千円

材料・新技術棟(仮称)設置費

678,437(112,046)千円

その他

259,250(118,261)千円

(注)：()=平成2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 配管等爆発実験施設 粉じん帯電実験施設 遮音実験室 液体攪拌帯電実験施設 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 電気安全実験棟 環境安全実験棟 放電着火実験室

(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	
可搬データレコーダ	恒温恒湿セル
10トン横型引張機	超小型テレメータ装置
横型真空焼純炉	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
マッハツェンダー干渉計	熱核酸率測定装置
写真計測処理装置	注意配分力検査装置
レーザー装置	暴走反応熱測定装置
電気油圧式疲労振動試験装置	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	振動三軸圧縮試験機
高速度カメラ	腐食疲労試験機
生体負荷測定装置	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IX-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	高速データ収録装置
フーリエ変換赤外分光光度計	エンジニアリングワークステーション
高速度現象デジタル直視装置	構造部材疲労試験機

(2) 一般会計

設 備 の 名 称	
赤外線分光光度計	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
データ収録装置	

1.7 図書

(1) 単行本

区 分	平成元年度受入数	蔵 書 数
和 書	95	8,027
洋 書	55	2,064
計	150	10,091

(2) 平成2年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	65
洋 雑 誌	107
計	172

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-89	年刊	600
産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-90	不定期	600
産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-90-1, 90-2	不定期	1,000
産業安全研究所技術指針 RIIS-TR-90	不定期	500
産業安全研究所年報 平成2年度版	年刊	2,000
安研ニュース '90Vol.14 No.2~Vol.15 No.1	定期(隔月)	4,200

1.9 その他

1) 人事異動

発 令 年 月 日	新 官 職	氏 名	旧 官 職
2. 4. 1	退職	前 郁夫	所長
	所長	田中 隆二	中央労働災害防止協会
	労働研修所	八田 靖裕	庶務課長
	庶務課長	築田 道義	宮城労働基準局 労災補償課長
	労働基準局	永島 靖己	庶務課会計係長
	労災管理課決算係長	八戸 孝彦	労働保険徴収課
	庶務課会計係	鈴木 智	庶務課会計係
	大臣官房会計課	高橋 行紀	新規採用
	庶務課会計係	広瀬 正晴	庶務課庶務係
	労災保険業務室	中西 孝	労政局勤労者福祉部企画課
	庶務課庶務係	田中 智美	庶務課庶務係
	大臣官房秘書課	吉川 清幸	大臣官房総務課
	庶務課庶務係	後藤 尚	庶務課管財係
	婦人局庶務課	大部 洋幸	埼玉労働基準局 春日部労働基準監督署
	庶務課管財係	糸川 壮一	機械研究部 主任研究官
	安全技術課長	白井伸之介	大阪大学 人間科学部
	機械研究部研究員	齊藤 恭子	土木建築研究部研究員
	神奈川労働基準局	玉手 聡	新規採用
	土木建築研究部研究員	板垣 晴彦	"
	化学研究部研究員	佐々木邦臣	"
"			
2.10. 1	労災保険業務室	井上 利和	庶務課庶務係長
	給付一係	小嶋 芳昭	労働基準局 労災管理課
2.10.10	庶務課庶務係	吉川 清幸	庶務課庶務係
	退職	藤原 宏二	中央労働災害防止協会
3. 3.30	併任産業安全研究所	田中 隆二	所長
3. 3.31	退職		

第2章 研究業務

2.1 平成3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. ボイラのフェールセーフ燃焼制御システムの開発
 - b. 情報伝達手段を含む安全システムの高機能化
- 2) プレス作業の安全システム
 - a. 回転機の急停止機構の開発

(2) 機械・構造物等の損傷防止（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. 自走クレーンの構造部分に生じる応力スペクトル
 - c. 赤外線を用いた構造部材の損傷評価
- 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
 - a. ヒューマン・エラー・バックアップ・システムの基本構成（機械研究部）
 - b. ヒューマン・エラー発生要因の解明（土木・建築研究部）
- 2) 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定性
 - 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
- 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引張強度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とその防止（化学研究部）

- 1) 可燃性ガス・粉塵等の発生危険性の評価
 - a. 衝撃波管による可燃性ガス・ミストの発火特性
 - b. 可燃性粉塵・空気混合気の消炎距離の測定
 - c. 微粉炭の発火・爆発特性の解明

(6) 化学物質の分解危険性とその防止（化学研究部）

- 1) 液状化学薬品類の限界発火温度
 - a. 液状化学薬品類の限界発火温度の測定
- 2) 熱分解反応における中間生成物と化学構造との関係
 - a. 熱分解反応における化学構造と生成中間体
- 3) 化学物質の危険性予測システムの開発
 - a. 予測モデルの確立および判別分析プログラムの開発

(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. 分解機構の推定と化学構造による類型化
- (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す工学モデルの提案
 - a. しきい電流－周波数特性を表すモデルの試案
 - b. 送配電線への接近警報装置の開発
 - 2) インバータ回路における漏電電流の検出
 - a. 交直漏電電流の検出方法
- (9) 電気材料・機械・設備等の安全化（電気研究部）
 - 1) 電気絶縁材料の安全
 - a. 誘電正接の周波数・温度変化による絶縁材料の劣化特性の評価
 - b. 有機複合絶縁材料の耐電圧試験方法
 - 2) 高周波電気回路の開離火花による可燃性ガスへの点火限界
 - a. 開離火花による可燃性ガスへの点火限界に及ぼす要因の解明
 - 3) 電磁ノイズによる誤作動防止
 - a. 生産現場における電磁ノイズ診断手法の開発
- (10) 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. 管内流動帯電計測システムの開発
 - 2) 粉体の流動帯電現象の解明
 - a. 流動槽内に形成される粉塵雲の帯電
- (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（土木・建築研究部）
 - a. トンネル工事労働災害報告を用いた災害情報解析
 - 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
 - 3) 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
 - 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. 事故事例の要因と特徴の分析

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, 土木・建築研究部）
 - a. 運搬機械等の操作システムの安全化
 - b. 重量物取扱作業のための各種支援機器等の開発
 - c. 倉庫関連作業に関する安全化
 - d. 危険認知能力の評価
 - e. 騒音環境下における高齢者の安全確保
 - f. 生産ラインにおける作業環境の安全化
 - 2) 新素材物質の爆発火災災害の防止（化学研究部）
 - a. 液体として存在する新素材物質の爆発危険性の評価
 - b. 粉体として存在する新素材物質のパイロットプラントにおける爆発危険性の評価
 - 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
 - 3) 溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止（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
- (2) 科学技術庁

- 1) 爆轟制御技術の開発（化学研究部）
 - 2) 鋭感可燃性物質の着火機構の解明（電気研究部）
 - 3) 弾塑性体の構成方程式の高精度化（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2年度における研究成果の概要

天井クレーン部材の疲労寿命評価

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

天井クレーンは長年に渡って使用されるために、しばしばガセットプレート、ラチス、ウェブあるいはリブ止端等の高応力集中部に疲労亀裂が発生する。これらの損傷に対する点検や補修の適正化を図るために、クレーンに作用する実働荷重をレインフロー法を用いて計測し、この結果を基に定めたプログラム荷重を、クレーン部材を模擬した試験体に負荷して疲労試験を行い、実働荷重下におけるクレーン部材の疲労強度並びに寿命予測法について検討した。

2. 試験体および実験方法

供試材はSM50Aであって、厚さ8mm、幅100mm、長さ300mmの板の側面に長さ60mmの板を溶接した試験体(タイプA)と、厚さ8mm、幅150mm、長さ650mmの板の側面に長さ100mmの板を溶接したもの(タイプB)の2種類の模擬ガセット試験体を準備した。疲労試験は2台の電気油圧式疲労試験機を用いて、応力比を0.05として1ブロックが5ステップから成るプログラム荷重試験を実施した。

3. 実験結果

図1はガセット試験体の疲労試験結果を示したもので、縦軸は等価応力範囲 $\Delta\sigma_e$ 、横軸の N_c は亀裂発生寿命であって、亀裂長さが2mmに達するまでの繰り返し数として定義した。また N_f は最終破壊するまでの繰り返し数である。図1において、 N_f に対する N_c の比は0.75~0.85であって、寿命の大部分はガセット溶接止端からの亀裂発生寿命に費やされていることがわかる。また、疲労限以下の応力範囲を含むデータ(記号 Δ)では、かなり低強度側にプロットされる。そこで、このデータに対して疲労限以上の応力範囲を3乗

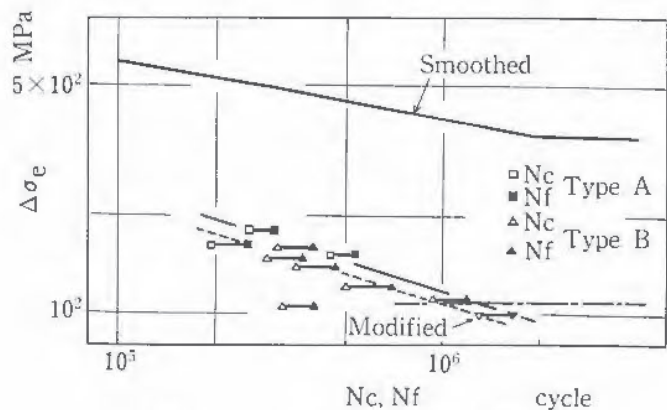


図1 $\Delta\sigma_e-N_c, N_f$ 関係

重み平均した等価応力範囲を用いて再整理した結果、他のデータの延長線上に表示され、修正Miner則の適用が有効であることがわかる。

残留応力は疲労亀裂の開口レベルに影響し、その結果が亀裂伝播挙動に反映される。残留応力を有する溶接

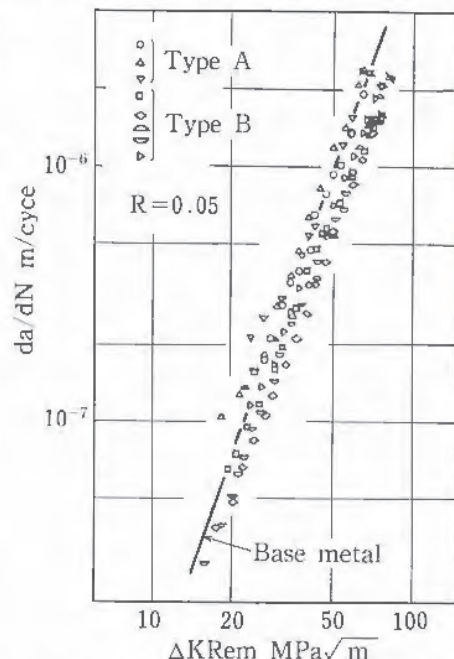


図2 $da/dN-\Delta KRem$ の関係

継手がプログラム変動荷重を受ける場合、亀裂開口荷重は1ブロック中ではほぼ一定であって、開口レベルは1ブロック中の最大荷重によって支配されていた。そこで、各ステップにおいて残留応力を考慮した最大応力拡大係数から亀裂開口応力拡大係数を減じた有効応力拡大係数を算出し、これを m 乗重み平均することにより1ブロック毎の有効応力拡大係数 $\Delta KRem$ を求め、これを用いて1ブロック当りの平均的な亀裂伝播速度 da/dN の整理を行った。その結果、各データは一定荷重振幅を受ける母材の da/dN を中心とした比較的狭い散布帯上に表示され(図2)、 $\Delta KRem$ との間に良い相関が認められる。図2において、 $da/dN=C(\Delta KRem)^m$ の関係(C と m は定数)が成立することから、初期亀裂長さ2mmから最終破壊するまでの亀裂長さに渡って積分することにより、破壊するまでの繰り返し数(亀裂伝播寿命) N の推定を行った。その結果、実線や点線で示す推定値は実験値(記号 $\circ\Delta\Box$)とほぼ一致(図3)しており、本手法によりクレーン部材の亀裂伝播寿命が予測できることが判明した。

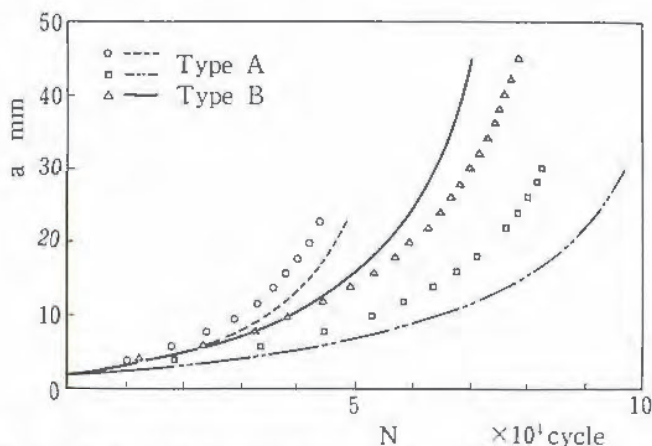


図3 亀裂伝播寿命の実験データと予測結果の比較

溶接補修部材の寿命予測

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

トラス構造を有する大井クレーンのガーダにはガセット溶接継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セット溶接部止端から疲労き裂が発生する場合がある。発見されたき裂に対しては、多くの場合補修溶接が行われるが、補修後の寿命については明らかでないため、これを予測するための手法を開発することが本研究の目的である。

このためには、まず溶接部止端自体の疲労強度を知ることが必要である。そこで本研究では、モデル化したガセット溶接継手を作成し、これに対して疲労試験を行い、また一方では、有限要素法による応力集中係数の算出を試みることにした。疲労試験の結果からは、応力集中係数と残留応力が疲労き裂の発生および伝播寿命に及ぼす影響について検討する。

2. 供試体および解析モデル

実験に用いた鋼板は板厚 8 mm の SM50A である。これを圧延方向が長手方向と一致するように切り出し、ガセット板にレ型開先をつけ、下向き、電流160A、電圧23V、入熱14.7J、3パスでアーク溶接を実施した。2種類作成した供試体のうちの1例を図4に示す。試験に先立ち、回し溶接部止端をシリコンゴムを用いて型取りし、この断面を50倍の投影機で拡大することにより、止端の曲率半径 ρ と開き角 θ を測定した。 ρ と θ は試験体ごとに値が異なっており、 $\rho=0.5\sim 1.1$ mm、 $\theta=138\sim 149^\circ$ の範囲となっていた。なお、この溶接部止端の応力集中係数を推定すると、両側にフィレットを有する板の引張りに対する算定式を用いた場合、 α は3.7~6.0の範囲となった。

供試体の代表例として、溶接部止端の曲率半径 $\rho=0.6$ mm、開き角 $\theta=145^\circ$ 、脚長 $h=10$ mm として有限要素モデルを作成し、応力解析を行った。止端のR部分では円弧部分を 5° ごと(約0.05mm ごと)にメッシュ切りし、順次メッシュ間隔を拡大して全体に至っている。この例では、試験片が左右対称であることを利用し、節点数227、要素数は二次元四角形要素と三角形要素を合わせて255要素である。このモデルを図5に示す。

3. 解析結果

有限要素法による応力解析の結果は $\alpha=3.89$ となり、上記の算定式による値に一致する。なお、解の精度の向上、継手が片側(上部)にあるため発生する曲げの影響等の解析についても進める予定である。

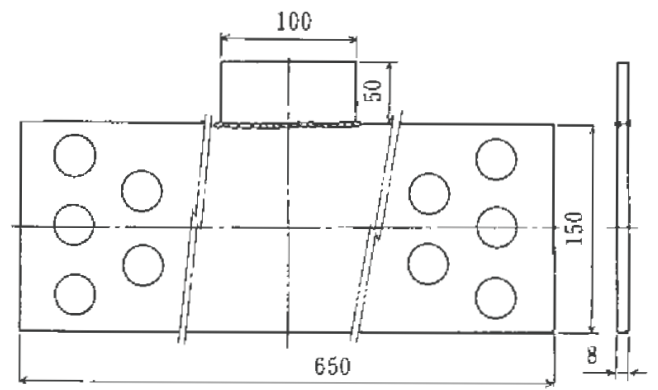
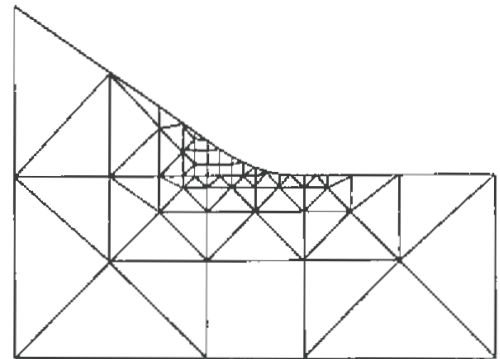
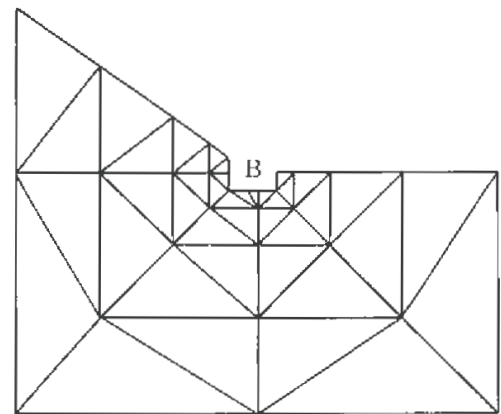


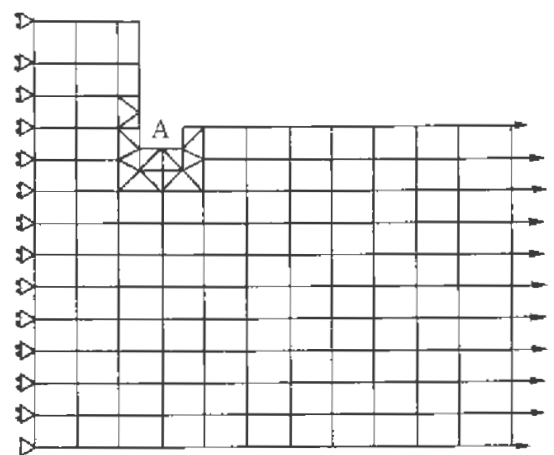
図4 供試体の例



B部分の拡大



A部分の拡大



全体

図5 有限要素法によるモデルの例

食塩水中での鋼材の回転曲げ疲労特性に対する 局部腐食条件の影響

機械研究部 田中正清

1. はじめに

海洋開発に関連した機器の劣化特性の研究の一環として金属材料の海水中での疲労破壊特性を検討している。本報告は従来の研究より実機に近い条件として異種金属との接触状態を含めた海水環境下で実用材について局部的腐食疲労特性を調べた結果である。

2. 材料および実験方法

実験用材料は炭素鋼 S45C, SGD, およびステンレス鋼 SUS304で、これらから中央に直径 8 mm の平行部を有する砂時計形試験片を作成した。

実験はこの丸棒試験片に環境槽を取りつけ片持ち回転曲げ疲労試験機にて1500rpm で実施した。曲げ応力は試験片中央平行部のチャック側端で決定した。環境は実験室空気、3%食塩水および3%食塩水で銅スリーブ装着状態の3種である。試験温度は $25 \pm 2^\circ\text{C}$ とした。試験片の破面形態は走査電顕で観察した。

3. 実験結果および考察

図6は曲げ応力 σ_{br} と荷重繰返し数 N の関係 ($s-N$ 曲線) を両対数表示したものである。矢印付きは未破断のまま実験を停止したことを示している。

S45C および SGD の場合：両材とも空気中での $S-N$ 曲線はある応力で急に折れ曲がって水平となりいわゆる疲労限を示している。S45C の方がかなり疲労限が高く傾斜部での寿命も長いのは降伏点および引張り強さが大きいためと思われる。海水環境の寿命短縮効果は非常に明確で、空気中で破壊が生じない疲労限応力より下でも $N=10^5 \sim 10^6$ cycle の短寿命になるという点で両材の結果は類似している。銅スリーブを

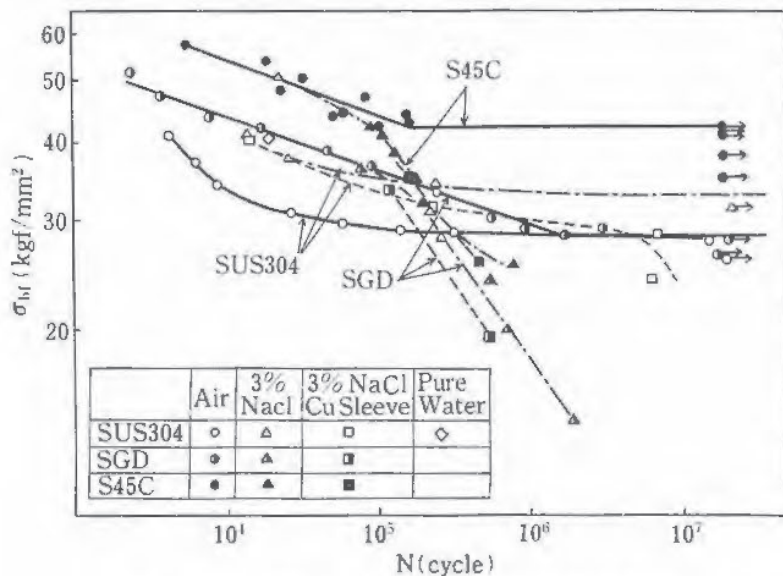


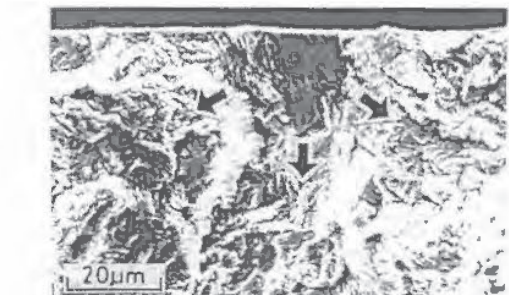
図6 曲げ応力 σ_{br} と荷重繰返し数 N の関係

付けた方が若干ではあるがさらに寿命が短くなる傾向が見られた。なお、海水中では銅スリーブ有無のいずれの条件においても材料間での差は空気中よりむしろ少なくなっている。

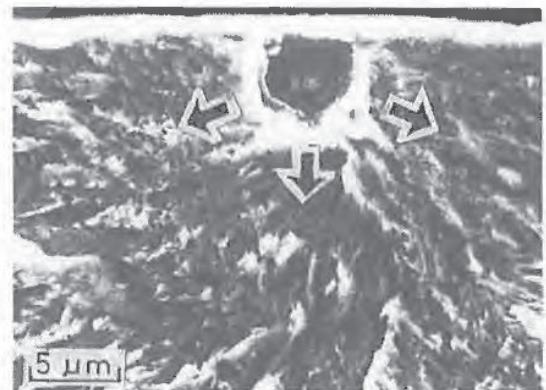
SUS304の場合：空気中の曲線は上記の炭素鋼材と異なり疲労限に漸近するように滑らかに曲がり明確な折れ曲がり点はない。食塩水中では、予想に反して空気中より寿命が長くなり、疲労限も高くなっている。純水中でも同様の結果になることからこの挙動は空気中実験の試験片の発熱と関係がありそうである。しかし、銅スリーブ付きの条件では空気中の疲労限より低い応力でも ($N=10^7$ cycle 付近で) 破断しており、単純な海水中実験での寿命予測が危険であることを示唆している。

フラクトグラフィ：SUS304破断面の走査電顕観察によると、空気中では初期き裂は図7のようにすべりき裂として発生し、内部では延性的なストライエーションであるのに対し、食塩水中ではき裂はエッチピットから発生し内部は脆性破面が支配的となること、さらに銅スリーブつきでは食塩水中よりも粒界破壊が多くなっていることなど、はっきりした腐食環境条件の影響が確認できた。S45C および SGD についても類似した結果が得られている。

以上の結果から、どの材料でも銅スリーブの効果は高応力側では小さいが、低応力では次第に大きくなる傾向があるので、今後さらに低い応力条件を検討し、腐食疲労での寿命予測法確立に役立てたい。



(a) 空気中 (すべり帯から)



(b) 食塩水中 (ピットから)

図7 き裂発生様式への環境の影響 (SUS 304)

1. 研究目的

プレス機械等に適用される急停止機構は、多くの場合、摩擦式ブレーキによって構成されている。しかし、このブレーキは必ずしも急停止機構としての適切な安全構造を備えている訳ではない。例えば、摩擦式ブレーキでは、摩擦板の摩耗や温度上昇等によって容易に停止性能が劣化する。また、その停止性能には、きわめて大きな「ばらつき」が認められる。より重要な問題点は、プレス作業のように人間の手指とスライドが近接する作業形態では、急速なスライドの停止が要求されることである。そこで本研究では、以上述べた問題点を包括的に解決できる構造を有する新たなブレーキとしての「液圧式ブレーキ」を開発することとした。

2. 液圧式ブレーキの基本構成

開発する液圧式ブレーキは、図8のように油圧アクチュエータ(1)と配管(2)で油圧閉回路を構成し、エネルギーを消散すべき対象負荷(5)に油圧アクチュエータを直結させる。なお、今年度の研究では、プレスのスライド等に相当する負荷として解析の容易なフライホイール(回転半径295mm, 慣性モーメント $2.11 \text{ kgf}\cdot\text{m}^2$, 最大回転数150rpm)を用いて実験を行った。

いま、安全確認手段S(4)によって安全が確認できるときに限り電磁弁(3)を開放する構成とすれば、このとき油は油圧閉回路内を自由に(作動油の粘性による管路抵抗のみを伴って)循環するから、機械の可動部もまた自由な運転が許可される。

一方、S(4)によって安全が確認できないときには、油圧回路を電磁弁(3)等でフェールセーフに遮断できる構成とすれば、このとき油圧モータの回転によって、油圧モータの出口から電磁弁間の一定容積内に油が送り込まれて圧力Pが発生する。この圧力Pにより制動トルクTが発生し、これにより油圧モータの回転が制動を受けて停止し、これに直結された機械の可動部の運転は停止する。このような構成とすれば、負荷が有する危険なエネルギーそのものによって制動トルクを生成でき、かつ、その消散過程は一意的に定まるから、確定論的な消散構造を有するブレーキが構成できる。

3. 実験結果と考察

図9に実制動時間 t_0 と実制動角度 θ_0 (制動トルクTが作用し始めてからホイールの回転速度が最初に0になるまでの時間と角度)、及び制動トルクTの実測結果を示す。本装置では、制動トルクTがホイールの回転数に一次比例して増大するため、実制動時間 t_0 は回転数によらず約58msと一定で、実制動角度 θ_0 もホ

イールの回転数に一次比例する。

図10に、制動開始後のホイールの回転状態(振動の挙動)を示す。この振動過程では、ホイールは角度 θ に一次比例した制動力(消散力)を受けながら、停止までに何回か振動を繰り返し、その持つエネルギーを徐々に消散していく。その際、ホイールは、一回目の到達角度 θ_0 を超えて回転することはない。これが、本装置で停止時間、停止角度を各々 t_0, θ_0 で評価できる理由である。従って、 θ_0 の位置を安全限界に設定すれば、少なくともこの限界を越えない範囲内でエネルギーを確定論的に消散できる急停止特性を実現できる。

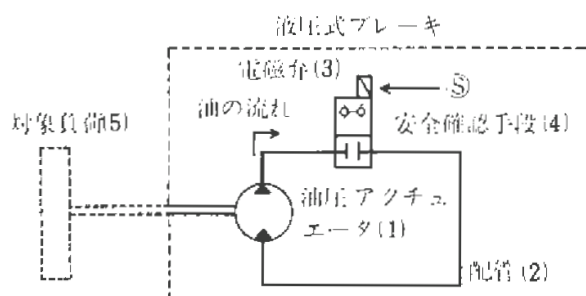


図8 液圧式ブレーキの基本構成

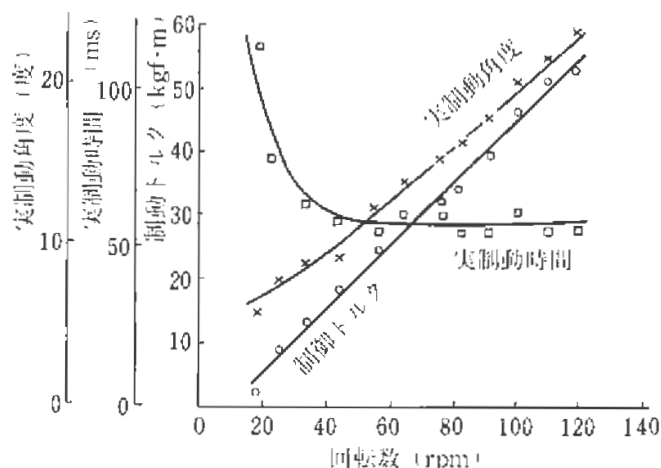


図9 制動時間と制動距離

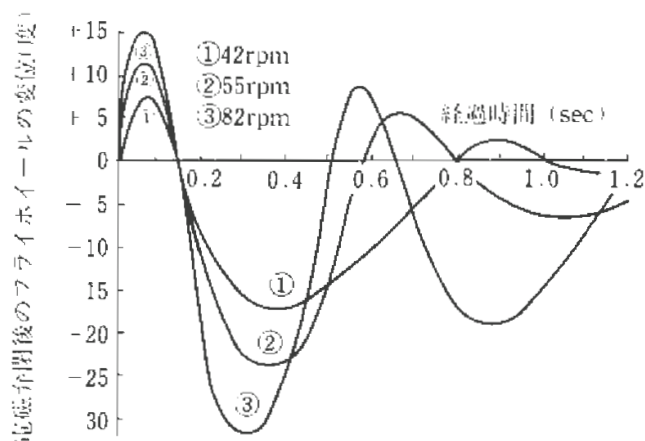


図10 電磁弁閉後のフライホイールの挙動

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 杉本 旭, 池田博康, 清水尚憲

1. 研究目的

近年、ボイラにおいても技術革新の流れの中で制御の方法にも新しい展開がなされるようになってきている。特に大きなエネルギーを扱うボイラ制御系においては故障やノイズあるいは操作ミスに対するフェールセーフな安全制御系が実現されねばならない。本研究では、ボイラ制御の異常が、少なくとも事故を生じない構成で実現するため、ここでは温度センサのフェールセーフの必要性について述べる。

2. ボイラ制御における安全システム

インターロックとは安全の条件が満たされていないときは運転ができない構成を言う。ボイラ制御では、多くの運転条件に基づくインターロックが構成されるが、定常運転状態では、主に、失火していないこと、圧力及び温度が安全限界内にあること、水位が規定内にあることなどを運転条件とする。また、定常運転に至るまでの、いわゆる着火時の運転では、着火用火花は規程時間（例えば30秒間）以上の空気パーシ後でなければ行われてはならず、また火花は規程時間（例えば5秒間）を越えてはならず、さらに、着火できない場合は着火のための最初の手続きに戻らなければならない。このように、ボイラ制御は、時間管理（例えばオン/オフ・ディレーを含むシーケンス回路）もフェールセーフでなければならない。

3. 安全情報としての温度

ボイラの正常な制御状態を判断するための情報として一つには温度がある。湿り水蒸気を扱うボイラに限定すれば、ボイラの定常運転状態での温度は沸点とできる。また、圧力と沸点は水蒸気線図によって物理特性として相互に与えられるので、水蒸気の温度を計測すれば圧力を正確に知ることができる。

しかし現状のボイラでは温度（入り口水、出口蒸気、燃焼ガス）、圧力（供給水、出力蒸気）を別々のセンサで検出してそれぞれの正常確認に基づくインターロックの構成を採っている。水位を検出するセンサは、いわゆる‘からだき’を防止するためのものであるが、この異常状態は結局温度上昇の結果をもたらすので温度の情報は水位制御の誤りを含むと考えてよい。

4. 温度による圧力情報生成

図11は小型ボイラ（蒸発量40kg/h、ガス焚き）の水蒸気温度と圧力の関係を測定したものである。ただし、測定位置は管内蒸気化位置近傍（熱電対）A、ボイラ本体出口（サーミスタ）Bである。図11の実線は圧力の

測定値を蒸気線図によって定まる温度に勘算したもの（等価温度特性と呼ぶ）である。

図11によれば、出力弁を閉じた場合、測定位置Aではほぼ等価温度特性と一致し、また、測定位置Bでも定常状態に近づくに従って等価温度特性に一致して行くことが分かる。ただし、出力弁を開いた状態では両測定位置ともに等価温度特性に一致している。

5. 考察

湿り水蒸気に対して、例えば温度が180°C以下で正常を示すフェールセーフな温度センサをによって燃料出力を許可する特性でインターロックを構成すれば、8 kg/cm²Gを越える異常な圧力に対する監視を実行するものと見なせる。さらに、水位制御の異常が温度上昇に現れる先の考察からも、温度の情報がボイラの安全制御に重要な役割を果たすことが分かる。

ここでは詳しく述べないが、温度センサを例えばサーミスタとすると、温度が高いときその電気抵抗値が大きくなるポジティブ型と、その逆のネガティブ型の2種類がある。共に、故障時抵抗が大きくなる側の特性を持つが、ポジティブ型ではこの故障は「温度が低い（安全）」を示し、ネガティブ型では「温度が高い（危険）」を示す。故障時危険を示すべきフェールセーフ特性から、ポジティブ型の温度センサはフェールセーフとはならないことが分かる。本研究では、ネガティブ型のサーミスタを用いてフェールセーフな温度センサを実現している。

今後は、ボイラの運転の条件を明確にし安全システムとして実現して行くものとする。その場合、ここで示した温度の情報が圧力及び水位の制御の誤りを含むように、何れのセンサをフェールセーフにする必要があるかを論理的に定める必要がある。

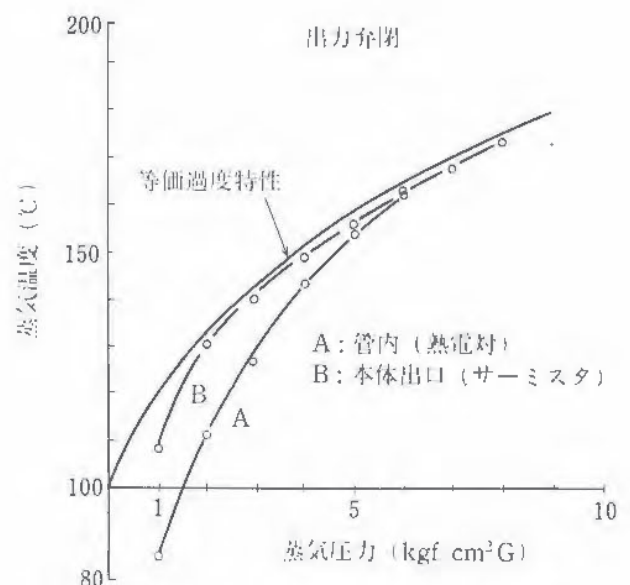


図11 蒸気圧力に対する蒸気温度特性

1. はじめに

筆者らは、災害を防止するには危険なエネルギーを出力する側がその責任を有し、安全確認に基づいてエネルギー出力が行われる必要があること、誤りのない安全確認は人間には不可能であり、それを考慮した機械側の対策を必要とすることを主張してきた。

しかしながら、人間がそれを行わねばならない場合も存在する。このような場合に人間がどこまで危険に対処できるか、人間が誤りをなるべく犯さないようにするにはどのようなシステムにすればよいかということについて検討を行った。

2. 危険認知・回避の実験

2.1 実験方法

本研究では、人間が動力を入れたままロボットの可動範囲に入って作業し、検知すべき危険としてロボットの不意起動に対して非常停止をかける場合を想定した実験を行った。すなわち、小型の産業用ロボットを急に動き出させて、被験者がそれを検知して非常停止を押すまでの応答時間を測定した。

検知の方法としては、視覚によるもの、聴覚によるもの、触覚によるもの、すなわち、ロボットの腕を触るという手段を採用した。触覚によるものでは、ロボットの運動方向、動作速度、付加作業の有無、ロボットの動作の有無／動作開始までの時間等のその他の条件を変えて測定を行った。

2.2 実験結果と考察

図12では、視覚、聴覚による危険認知と比べて触覚による危険認知が速いという結果が見られる。これは、単純反応時間において触覚が最も速いという従来からの知見にも一致する。この意味で触覚による危険認知の方法は実用を検討する価値がある。

表1では、危険認知の他に作業を行う場合には応答の遅れが現れる。その遅れの要因として、応答ボタンから手が離れていることが見てとれるが、現実はこの形態で作業を行うためには、作業のために非常停止ボタンから手が離れるものと見なくてはならない。

3. 危険回避システムの評価と改良

人間による危険認知・回避を行う場合、認知すべき危険を1つに限る必要がある。従来の作業では危険が一般には一つとは限らないが、これでは、人間に確実に回避を要求するのは無理である。災害発生の人間要因に、一点集中（ある危険に注意が集中し、他の危険を見過ごす）があることから明らかである。

危険を1つに限っても、今回の実験のように認知し

易い条件を整備しておかないと認知ミスを生じる。実験結果から回避行動（非常停止操作）を容易に行える条件の整備も必要であることが明らかになった。

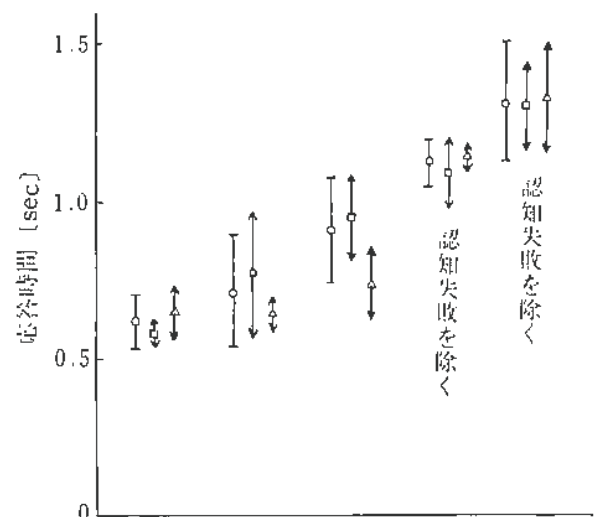
実験で行ったような、動き出したことを検知して非常停止ボタンを押すのでは、検知と非常停止操作の2カ所で積極的行為を必要とし、人間がなまけると機能しない。この部分を統合し、非常停止ボタンをロボットの腕に設置し、人間は常に非常停止ボタンに手をかけて作業するという形態にすると、ロボットの暴走時は暴走の動き自身で非常停止ボタンを押すため、停止に人間の積極的行為を必要としない。さらに、ボタンを停止・動作・非常停止の3位置にし、人間の積極的行為でロボットを動作状態に保つという形態にすると、人間のエラーに対しても災害を防止できる。

4. おわりに

ロボットの可動範囲内で作業を行う場合の安全対策として、手を添えてロボットの静止を確認する方法を提案し、その安全性を検討した。

表1 付加作業と応答ボタンの位置及び待機時間による応答時間の差

手とボタンの距離		接 触	離れている
付加作業	待機時間	応答時間 (ms)	
なし	10秒以下	390 ± 43	718 ± 32
なし	約2分		872 ± 91
読書	2～3分	608 ± 136	922 ± 79
ゲーム	20秒以下		913 ± 214
ヒアリング	40秒以下	453 ± 110	



感覚距離	触覚	視覚	視覚	聴覚	聴覚
0.5m	0.5m	0.5m	1.5m	0.5m	1.5m
作ロボ	全接垂	全接垂	全接垂	全接垂	全接垂
動ボタ	体近値	体近値	体近値	体近値	体近値
方向					

図12 感覚と応答時間

機械研究部 杉本 旭, 池田博康

1. はじめに

人間と機械が緊密な作業システムを構成する場合、操作者自身の安全を確保するため両手起動操作方式が採られる。ここでは両手起動操作時の安全条件の有意性を検証するため、両手押しボタンの同時性の判定をフェールセーフに実現した。

2. ボタンによる起動制御の安全条件

両手操作式押しボタンによる機械の起動はプレス機械によく見られる。このとき、人間の起動操作時の安全条件は危険限界外に人間がいる、すなわち両手がボタンの位置にあることである。したがって、片手で2つボタンを押すとか、誤って容易に押せない構造が要求される。そのため、ボタン間隔を30cm以上離す、埋頭型あるいはガイドリング付きのボタンを用いる等の構造が既実現されている。

ここではさらに、ボタンによる起動制御の安全条件

①ボタン接点出力が正常にON/OFFする、

②ボタンが両手で同時に操作される、

の有意性を検証する。①については、人間がボタンを押していないにもかかわらず、誤って起動指令を出力する接点故障が許されない。②の同時性は、人間が意識的に同時操作をすることによる明確な起動意志の確認と、確実に両手がボタン上にあることを証明するものである。そのため同時製の判定については、フェールセーフな時間管理が必要となる。これは同時性の計時機能が故障した場合、同時と判定しないのみならず、安全側、すなわち両ボタンが押される時間差が短くなる方向に推移する非対称特性を持たなければならない。プレス機械ではこの同時性は0.5秒以内と推奨されているが、現状ではフェールセーフではないタイマが利用されている。

3. 両手押しボタン操作出力回路の構成

両ボタンが押される時間差がD以内であることを論

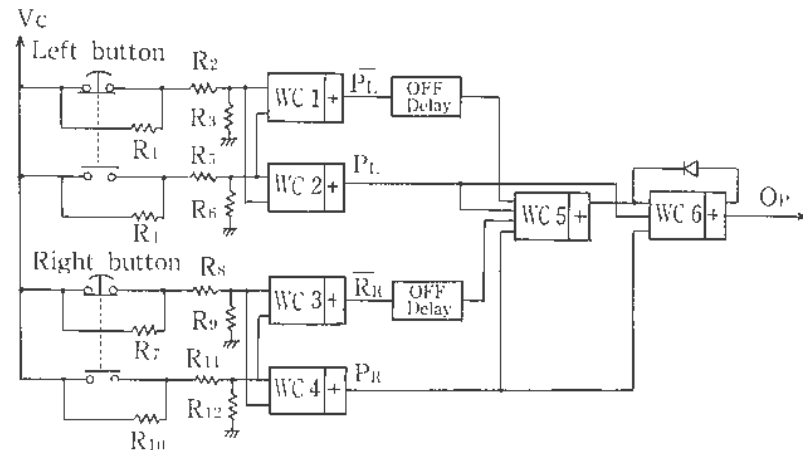


図13 ボタン操作出力回路

理変数Sとして論理的に表すと、次のようになる。

$$S = (L \cdot \overline{L_D}) \cdot (R \cdot \overline{R_D})$$

ここで、L (R) は左 (右) ボタンを押していることを示す論理変数であり、 $\overline{L_D}$ ($\overline{R_D}$) はそれをDだけ遅らせて否定したものである。このSを自己保持し、L=0またはR=0でリセットすれば同時性を満足する起動指令となる。

ここでは同時性の判定を0.5秒以内とし、フェールセーフなOFFディレーを用い、ボタンのN.C. (ノーマルクローズ) 接点出力の立ち下がり信号で計時するものとした。これは、2相発振器、コンデンサによる時限回路とフェールセーフ・ウインドウ・コンパレータWCから構成される。時限回路は入力信号の消滅によりコンデンサが順次放電されて、次段への入力信号を遅延し、故障により遅延時間が延長することがない。

押しボタンの接点はON/OFF両方向の故障があるため、ここではN.O. (ノーマルオープン)、N.C.の両接点とウインドウ・コンパレータ (WC1~4) を用いてフェールセーフな2線系を構成して、ボタンの故障監視を行っている。これは図13において、ボタンを押していないときWC1及びWC3が出力し、ボタンが押されるとWC2及びWC4が出力するようにしきい値を設定しており、両接点が共に相反する接点関係にあるときのみ、WC1~WC4は出力する。なお、WC1~6の田印は整流回路を意味する。

また、WC5はフェールセーフ4入力ANDゲートとして用いており、出力信号 P_L , P_R (すなわち、N.O.接点出力) による起動命令の立ち上がりを $\overline{P_L}$, $\overline{P_R}$ (N.C.接点出力) の遅延信号によりインタロックしている。WC6は自己保持回路を構成しており、WC5の出力信号Sがセット、 $P_L \vee P_R$ がリセット信号である。

図14は各信号の関係を示しており、 P_L , P_R の立ち上がりから $\tau=0.5$ 秒以内で行われれば、どちらかがOFFとなるまで起動命令 O_p が出力される。

今後は高信頼化のため、ボタン接点の無接点化を検討する予定である。

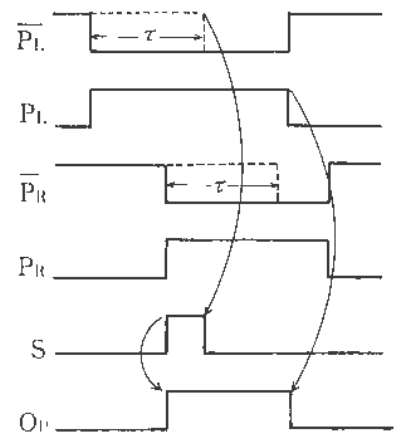


図14 信号のタイミングチャート

建設工専用小型機械（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から発生する騒音の主成分としては切削音とエンジン音があるが、A特性では、前者の方のレベルがかなり高い。前年度は、切削音発生源への対策として制振タイプのブレード2種を製作し、切削深さ20cmクラスの、空冷と水冷エンジン駆動のコンクリートカッターを対象に騒音測定を実施した。その結果、市販の蛇腹式ブレード用防音カバーと併用すれば、エンジン音が問題となるレベルにまで切削音を低減できることが分かった。したがって、更に低騒音化を図るためには、切削音とエンジン音双方への対策が必要になってくる。

本年度は、騒音の伝搬経路を重点的に検討して、ブレード回りの制振性とブレードカバーの遮音・吸音性能の向上（主に切削音対策）や本体カバーの遮音・吸音化（主にエンジン音対策）等を試みた。

2. 騒音低減策

前記した制振ブレードは、切削に伴って励起される多数の曲げ振動の共振状態が速やかに消滅することを狙ったものであるが、ブレード単体で更に制振性の改善を目指すことはかなり困難である。そこで、本年度は図15に示すように、これらのブレードと軟鋼製拘束板との間に高分子制振材（大機ゴム製、コスモダンパーCD90）を挟込むことにした。曲げ振動に伴って高分子材内にせん断変形が生じ、振動エネルギーは熱となって放出され、消費される振動エネルギーが増加すると考えられる。外周部に細溝加工したタイプの制振ブレード

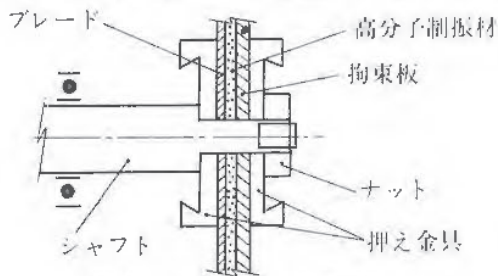


図15 ブレードの制振

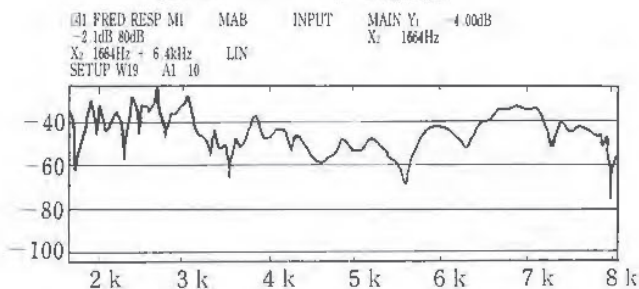


図16 周波数応答（制振材接着ブレード）

レードに高分子材を接着したものをランダム加振した時の周波数応答関数を図16に示す。高分子材は伸縮状態を繰り返す、その制振性能が十分には発揮されていないと考えられる。しかし、以前に得られたブレード単体の結果と比較すると、共振の鋭さは低下しており、高分子材挟込みの効果が現れたものと認められる。

図17にブレード飛散防止カバーと本体カバー試作品の断面構造を示す。ブレード部には蛇腹式防音カバー、本体には開口部と各々遮音上の弱点が存在する。したがって、質量則に期待した、音響エネルギーを反射する単純な遮音策は、結局カバー内部の音圧レベルの上昇をもたらす、開口部等から漏洩する騒音のレベルが高くなって、この場合適切ではない。そこで、共に内層には吸音材として厚さ25mmの岩綿製板材を配し、内部の音圧の上昇を極力防止することにした。

外側の部分は厚さ1.6mmの軟鋼板とアスファルトを主成分とする厚さ3mmの複合材（日本特殊塗料製、イーデケル）から成る多重層で、ブレードカバーにおいては複合材を両側から鋼板でサンドイッチ、本体カバーでは鋼板の内面に複合材を接着した。1次固体音に有効なダンピング効果が期待される。また、遮音効果の向上を狙って鋼板の厚さを増し、振動絶縁による1次固体音防止のために各カバーの取付けは厚さ2mmの高分子制振材（コスモダンパーCD60）を介して行っている。なお、本体カバーにおいては、エンジン冷却のための給排気用開口部に消音ボックス付きのカバーを用いて、ダイレクトに空気が排出されることのないようにした他、本体カバーが設置されていなかった空冷エンジン駆動のコンクリートカッターでは新たにカバー取り付け用のフレームを製作した。

3. おわりに

前年度の結果によれば、ブレードの制振化はカッターの切削能力には悪影響を及ぼすとは認められない。カバー重量増加の作業性への影響について配慮しなければならないが、この点も評価も含めて、現在、試作品を用いたコンクリートカッターの騒音測定実験を準備中である。

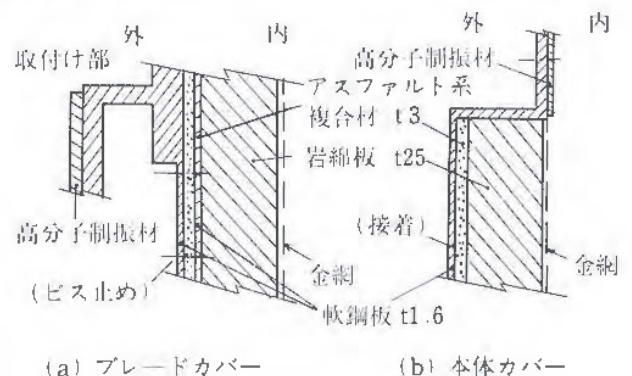


図17 カバー断面

型枠支保工骨組の安定性

一筋かいの取付位置と安定性一

土木建築研究部 河尻義正・小川勝教
大幡勝利

1. はじめに

型枠支保工の倒壊災害の多くは座屈または水平方向の安定不足から起こっているが、これらのなかには設計時の計算モデルの設定に問題があるものも少なくない。これらの事故を防止するためには、モデルの設定に関連する仮設構造物特有の部材接合部のガタや建方精度の不整等が安定性に与える影響について明らかにする必要がある。今回、その一要因として、筋かいの支柱への取付位置が構造全体の安定性に与える影響について検討した。

2. 実験方法

実験は実大の片側筋かいを有する1層単管骨組に対し、筋かいの位置を変えて以下の2種類行なった。

(1) 一定鉛直荷重下の水平加力試験 図18左に示すように9.6tのコンクリートブロックを載荷した状態で水平方向に加力するときの荷重と変形を測定した。なお9.6tは、水平つなぎ間隔2mを座屈長さと考えたときの座屈荷重の計算値を2で除した値で、現行の設計法による許容荷重の値である。

(2) 鉛直荷重試験及び微小一定水平荷重下の鉛直荷重試験 図19左に示す骨組において鉛直荷重Pのみ(水平荷重Q=0)、及びPと一定のQ(260kgと520kg)が同時に作用するときの荷重と変位を測定した。また比較のためQ=0で筋かいなしの場合についても実験した。なお260kgは、Q=0、 $l=10\text{cm}$ (l は支柱・水平つなぎ交点と筋かい取付け位置までの距離)のときの最大鉛直荷重の1%、520kgは、同2%に相当する。

3. 実験結果

図18右は、2の(1)の結果、 l と最大水平荷重 Q_{cr} の関係をみたものである。それによれば Q_{cr} は l の増加とともに直線的に低下する。また引張筋かいに比べ圧縮筋かいの方が大きい値を示す。

図19右は、2の(2)の結果、 l と最大鉛直荷重 P_{cr} の関係をみたものである。図によれば $Q=0$ の場合、 P_{cr} は $l=45\text{cm}$ 付近まではあまり低下しないが60cmではかなり低く、筋かいなしの場合に近い値を示す。また $l=10\text{cm}$ でも $Q=0$ 、 $l=10\text{cm}$ のときの P_{cr} の1~2%のわずかな水平力の存在により P_{cr} は大きく低下し、それは $Q=0$ の場合の $l=50\text{cm}$ 近辺に相当することがわかる。

図20は P_{cr} と Q_{cr} の関係をみたもので $Q=0$ 、 $l=10$

cmのときの P_{cr} で正規化したものである。図により P_{cr} と Q_{cr} が組合わさって作用するときの骨組の強度を知ることが出来る。また、例えば $l=30\text{cm}$ の骨組において、 $Q=0$ 、 $l=10\text{cm}$ の P_{cr} の1/2を使用荷重とした場合、使用荷重の1.5%程度の水平荷重が同時に作用すると倒壊することになり、筋かいの取付位置に十分注意する必要があることがわかる。

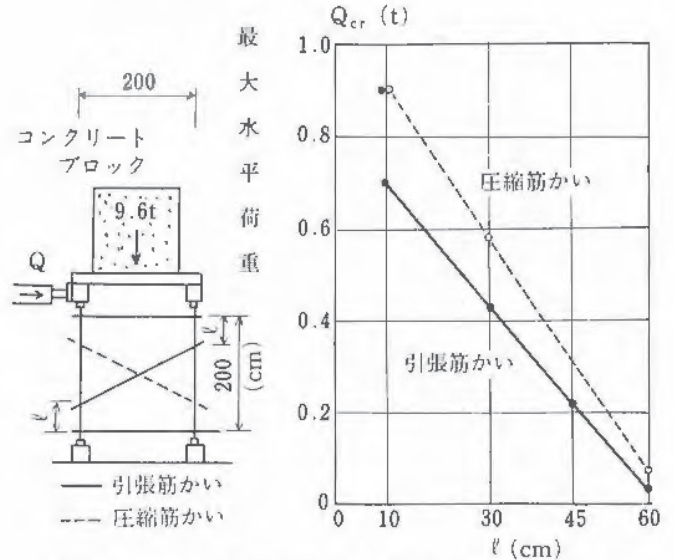


図18 一定鉛直・水平加力実験とその結果

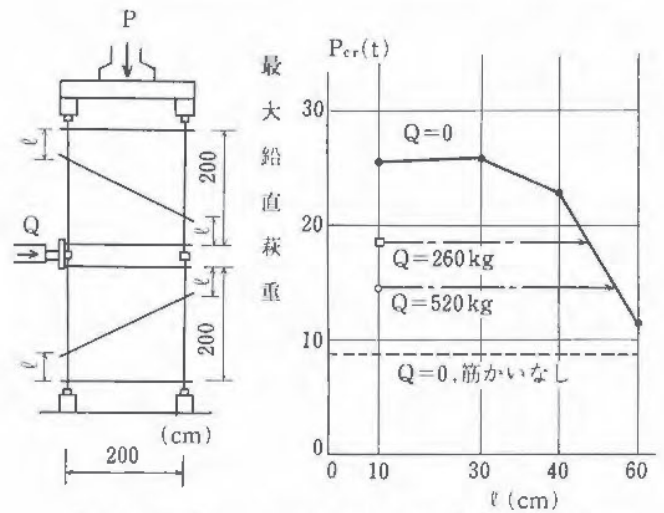


図19 一定水平・鉛直載荷実験とその結果

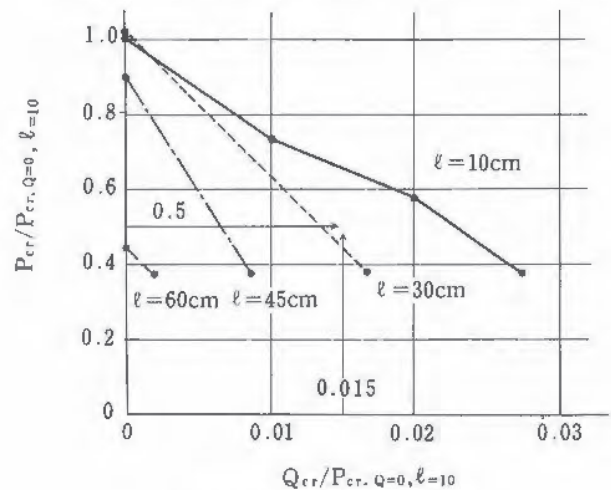


図20 P_{cr} と Q_{cr} の関係

キリンジャッキを有する支柱の座屈強度について

上木建築研究部 大嶋勝利, 小川勝教
河尻義正, 木下鈞一

1. はじめに

橋梁工事用型枠支保工の部材に、キリンジャッキとH形鋼を組み合わせた支柱が使用されているが、このキリンジャッキを有する支柱の座屈が原因と思われる倒壊災害が、いくつか報告されている。しかしながら、キリンジャッキを有する支柱の強度については、不明確な点が多い。そこで、これを解明するためにいくつかの実験を行い、設計施工時における安全対策について検討した。

2. 実験

実際に型枠支保工として使用される、H-300のキリンジャッキを用いた実大実験と、そのほぼ1/3のH-100を用い、H-100用に設計したキリンジャッキを製作して模型実験を行った。実験は以下のようにキリンジャッキ下端の拘束度の高低と、ジャッキ受桁の補強に関して行った。

3. 実験結果および考察

(1) 図21のように、キリンジャッキ下端の拘束度が高い場合の実験を、支柱の長さLを変化させながら、模型と実大で行った。結果は図22の耐荷力曲線に示すとおりである。この結果、換算細長比が大きい場合は、H形鋼の座屈によって破壊することがわかった。従来は設計時に、キリンジャッキの強度のみを考えていたが、実験結果より支柱の長さを考慮し、支柱の座屈強度とキリンジャッキの強度を比較し、その低い方をキリンジャッキを有する支柱全体の強度と考える必要がある。

(2) (1)と違い、キリンジャッキ下端がジャッキ受桁などの拘束度が低い場合の実験を、図23のように模型で行った。この場合、偏心による影響が大きい。偏心は、ボルト穴の加工誤差や施工時の取り付け誤差などにより生じると考えられるが、実際の使用状況においては、大きくても10mm程度と思われる。ほぼ1/3の模型に換算した場合、4mmにも満たない大きさであるので、模型実験では4mmの偏心を考えればよい。その模型実験の結果は、表1に示すとおりである。支柱とキリンジャッキ間に、図23の δ_1 の偏心がある場合は、 $\delta_1=4\text{mm}$ でも強度の低下はみられなかった。しかし、キリンジャッキとジャッキ受桁間に $\delta_2=\pm 4\text{mm}$ の偏心がある場合は、強度が20%ほど低下した。したがって、実際の施工時には、キリンジャッキとジャッキ受桁間に10mm程度の偏心がある場合は、支柱全体の強度が下がるので、施工誤差には注意して、ジャ

ッキ受桁をスティフナーなどで補強する必要があることがわかった。

(3) (2)より、ジャッキ受桁の補強に関する実大実験を行った。図24のようにジャッキ受桁のスティフナーの間隔を、 $D=0, 0.5, 1, 2, 3\text{m}$ と変化させて実験を行った結果、表2のようになった。表2から明らかのように、 $D=1\text{m}$ 以上、すなわちスティフナーがキリンジャッキ中央より0.5m以上離れている場合は、効果がなかった。結局、 $D=0\text{m}$ 、つまりスティフナーをキリンジャッキ中央直下に入れることが、最も効率的でジャッキ受桁の強度が増大する補強方法である。

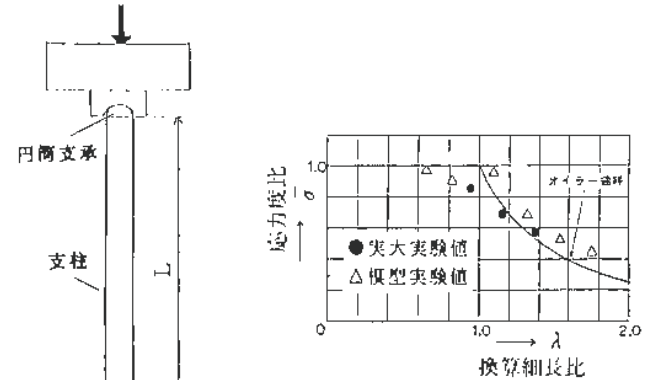


図21 キリンジャッキ下端の拘束度が高い場合

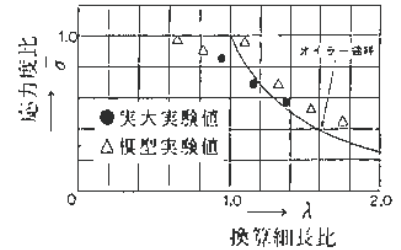


図22 耐荷力曲線

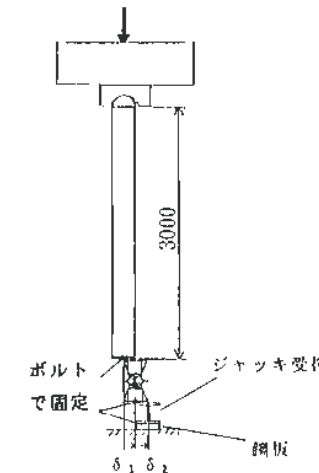


図23 キリンジャッキ下端の拘束度が低い場合

表1 偏心量と最大荷重
単位: ton

偏心量 mm	偏心 mm	最大荷重 (ton)		
		δ_1	0	δ_2
0	1	—	28.0	21.8
	2	—	28.8	24.3
4	1	23.3	29.6	20.6
	2	26.7	25.3	23.1

表2 スティフナーの間隔と最大荷重

D (m)	最大荷重 (ton)	破壊状況
0	252	ジャッキ座屈
	253	"
	220	"
0.5	108	ウェブ局部座屈
1	97	ウェブ局部座屈
2	99	ウェブ局部座屈
3	98	ウェブ局部座屈

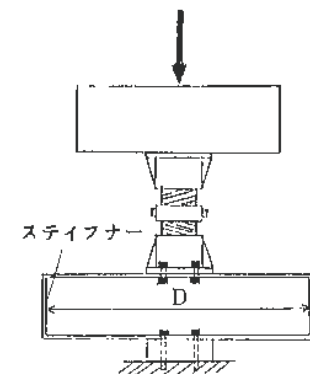


図24 ジャッキ受桁の補強

粘性土の単純せん断時における変形・強度特性

土木建築研究部 堀井寛幸, 豊澤康男, 玉手 聡

1. はじめに

掘削斜面の安定解析等に用いる上の変形・強度特性を室内実験により求めようとする場合には、実地盤での応力、ひずみ条件を十分に再現できる試験方法を採用する必要がある。安定解析等で考慮するスベリ面での上の破壊モードは単純せん断変形が大部分を占めている。従って、現場での上構造物の破壊(変形, 沈下)の予測には、単純せん断試験により求められた応力-ひずみ特性を用いるのが合理的である。本研究は、中空ねじりせん断試験機を用いた自動単純せん断試験システムによる、粘性土の単純せん断時の変形・強度特性の解明を目的とする。

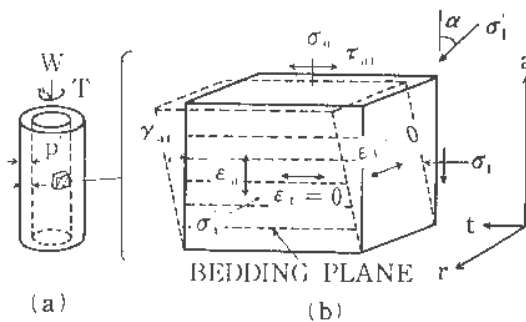


図25 単純せん断変形の定義

2. 試料および試験方法

実験に使用した試料は、カオリンでLL(液性限界)=86.9%, PL(塑性限界)=34.7%の高塑性の粘性土である。カオリンに蒸留水を加えて、含水比165%のスラリーにし、これを予圧密槽に入れて1.5kgf/cm²の圧密圧力で一次的に圧密して固形カオリンを作製した。この固形カオリンを高さ140mm, 外径100mm, 内径60mmの中空円筒形に成形して供試体とした。実験では、この供試体を所定の圧密応力で異方圧密した後、ひずみ速度一定($\dot{\gamma}_{at}=0.01\%/min$)で非排水単純せん断(図25参照)試験を行った。

3. 試験結果

図26は異方圧密係数 $K(\sigma'_a/\sigma'_r)=1.0$ の場合の主応力比 $R(\sigma'_1/\sigma'_3)$ とせん断ひずみ(γ_{max})との関係を示したものである。同図から、 γ_{max} がほぼ19%のとき R は最大値を示している。したがって、このカオリンの内部摩擦角 $\phi = \sin^{-1}\{(\sigma'_1 - \sigma'_3)/(\sigma'_1 + \sigma'_3)\}$ は19.3°となり、かなり強度の小さい粘土であることがわかった。せん断の進行に伴う最大主応力 σ'_1 , 中間主応力 σ'_2 および最小主応力 σ'_3 の変化を示したのが図27である。せん断中の σ'_1 の減少はわずかであるが、これに比較して σ'_2 と σ'_3 の減少率はかなり大きくなって

いる。非排水単純せん断時のせん断応力 τ_{at} と平均有効応力 $P' = \{(\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3)/3\}$ の関係すなわち実験中の応力経路を図28に示した。これによると、 τ_{at} はせん断の進行に伴い増加しているが P' は徐々に減少している。これはせん断の進行とともに間げき水圧が発生し、有効応力が減少するためであり、図27からも確認できる。

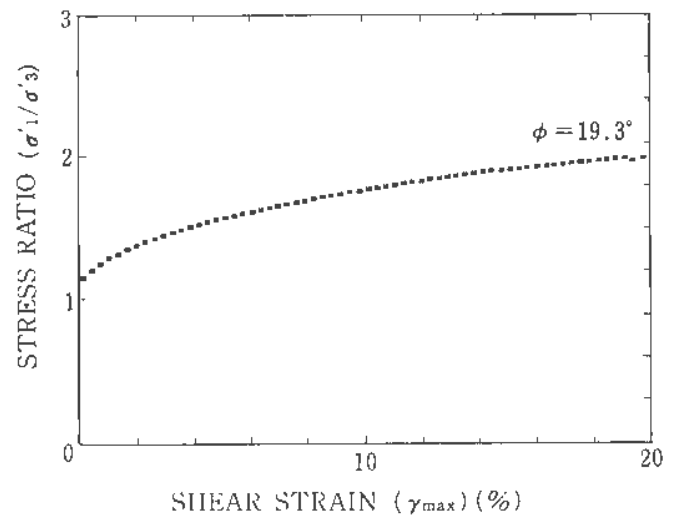


図26 主応力比とせん断ひずみの関係

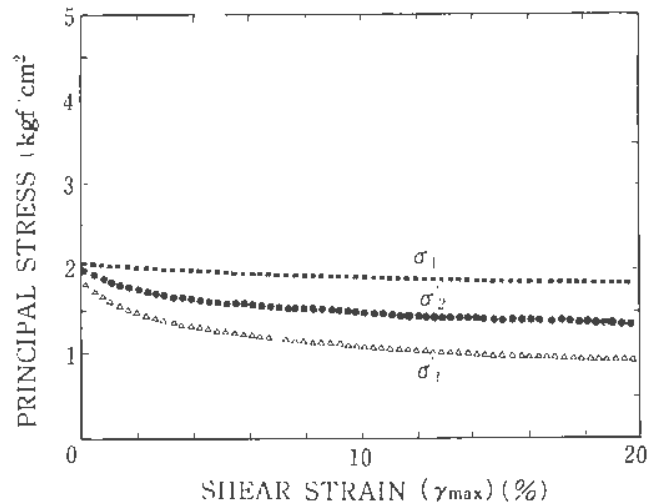


図27 主応力とせん断ひずみの関係

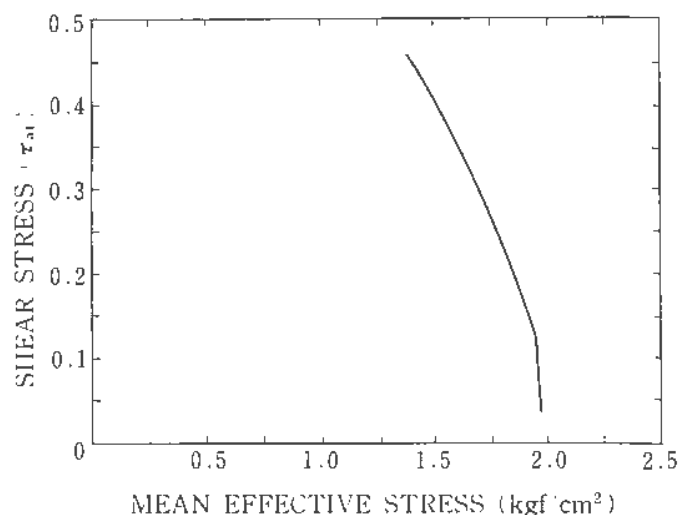


図28 せん断応力と平均有効応力の関係

遠心模型実験による関東ローム斜面の安定性

土木建築研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡

1. はじめに

本研究では、遠心模型実験装置を用いて関東ローム斜面の崩壊実験を行った。模型斜面の高さを14cm (50gの遠心力場での実物換算で7m)とし、斜面の角度を45度、60度、90度の3種とした。また、この斜面内に高強度、高剛性なジオグリッド (FRP系ジオテキスタイル) を設置して補強した場合の地震時安定性を調べるため、数例の振動実験を行った。これらにより、斜面角、ジオグリッドの有無、配置等の違いによる常時及び地震時の斜面の安定性について検討した。

2. 実験方法及び実験条件

実験では、関東ロームに豊浦標準砂と調整砂を重量比1:1で混合した混合土を試料として用いた。

試料の強度定数は、せん断抵抗角 $\phi_u = 25.5$ 度、粘着力 $C_u = 0.093 \text{ kgf/cm}^2$ である。模型斜面作成後、遠心力載荷装置の加振台に、試料容器を取り付け、50gの遠心力場の下で、周波数70Hz (実物換算で1.4Hz) の正弦波振動を約20波、入力した。

振動中の模型斜面内各点の加速度を計測し、振動実験の前後において、X線撮影を行い、ジオグリッド及び模型斜面内の地盤変位を測定した。

本実験で用いたジオグリッドは、間隔が1.5cmの格子状のもので、剛性は、320kgf/本である。このジオグリッドを図29の例に示すように震度法で求めたすべり線を補強する位置に設置した。

3. 結果及び考察

実験条件と結果を表4にまとめて示す。

① 補強が無い斜面では、円弧すべり法で求めた計算結果にはほぼ対応して崩壊が発生している。補強のある場合は、直立の斜面でもほぼ安定を保っており、著しく地震動に対する安定性が向上している。

② 補強斜面と未補強斜面の底盤からの高さの違いによる加速度分布 (図30) から、補強斜面では、未補強斜面に比べ、深さ方向で加速度に大きな差が生じていることがわかる。また、同一深さの加速度は、補強領域内では、ほぼ同じ値となり、補強領域は剛性の小さな重力式擁壁のように挙動する。

③ 未補強の斜面では、水平振動が負荷された場合、すぐに崩壊するわけではなく、歪が蓄積されることで崩壊する。一方、補強斜面では、未補強斜面のような大きな位相差は見られず、振動とともに応答加速度は増幅し、振動の後半では斜面が前方に受ける加速度は40g以上となっている。ジオグリッドと地盤とは一体となって変位しており、鉛直方向に沈下が生じるが、水平方向の歪は、ジオグリッドで抑えられ、結果として崩壊は生じないと考えられる。地盤内の水平変位を抑制する高強度な補強材が斜面の安定に有効である。

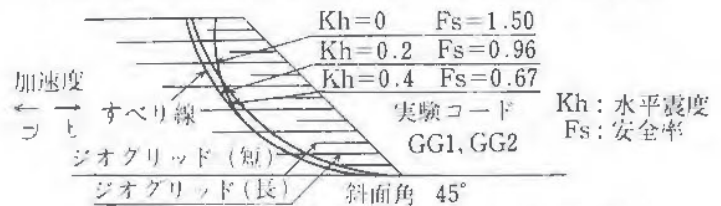


図29 すべり線とジオグリッドの配置例

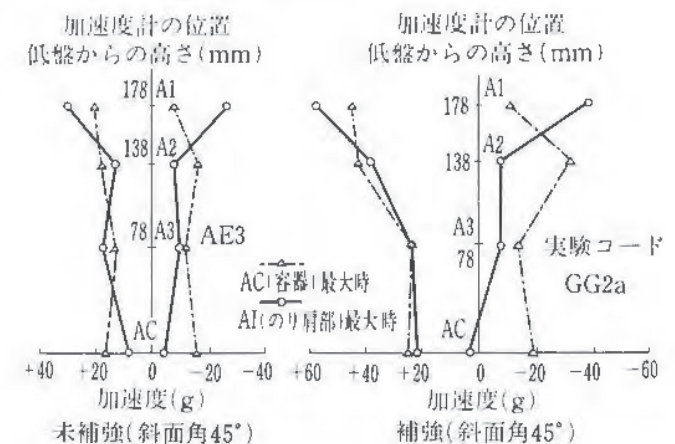


図30 加速度分布

表4 実験条件及び実験結果

実験コード	試料	γ (t/m ³)	含水比 (%)	盛土高	斜面角	補強の有無	入力加速度 (g)	崩壊の有無	
GG1 a	関東ローム + 豊浦砂	1.16	32.6	14 cm	45°	有	20.1	安定	
GG1 b							19.2		
GG2 a							19.8		
GG2 b							17.9		
GG3		1.19	34.5		60°	有	26.0		
GV1 a							11.2		
GV1 b		1.16	30.6		90°	有 (短いグリッドのみ)	21.9		法肩の崩壊
GV2 a							11.5		安定
GV2 b							20.6		法肩の崩壊
GV3		1.16	33.9		45°	無	無*		崩壊
AE2	14.3								
AE3	15.6								

* 遠心加速度40gで崩壊した。

土木建築研究部 永田久雄

1. 研究目的

転倒事故による休業4日以上の方災は年間2万9千件(1989年度)にもものぼる。転倒事故を調べてみると、作業者の年齢が高くなるほど、滑り、つまずきによる事故の占める割合が高くなる傾向が見られる。労働力の高齢化が進むなかで、転倒事故が増加してゆくであろうと懸念されているのである。そこで、本報では、転倒事故と高齢者対策の基本、並びに転倒事故に関連する年齢効果を解明することにした。

2. 基本的な高齢者対策

高齢者の災害防止の基本的な方法論について言及する。災害の防止対策面から各職場ごとに転倒事故の要因を分析しておく必要がある。そこで、次の2つの要因について大別する必要がある。

- 1) すべり、つまずき、踏み外しを誘発する要因。
履物、服装、二重焦点眼鏡
行動(走る、よそ見)、手荷物
すべり易い床、突起、不規則な踏段寸法
不十分な照明、不十分な床の管理
- 2) 傷害を増幅する要因。
骨の強度、内臓の耐性、反射機能
高い作業位置、有害物質の保持
手摺の不設置、鋭い突起、危険な機械

すべり、つまずき、踏み外しを誘発しない対策と、転倒による傷害をなるべく軽減する対策とに大別できる。すなわち、高齢者の安全対策には、誤って転倒しない環境づくり(照明、履き物、手摺、服装など)を行う対策と、転倒しても高齢者への危害がなるべく減じるようにする対策が必要となるのである。

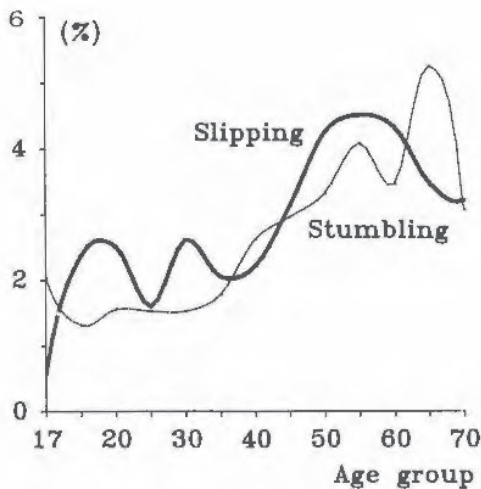


図31 製造業での年齢別の転倒事故要因(1989)

3. 転倒死亡事故率と年齢効果

図31に製造業での労働災害のうち、すべり、つまずきの占める割合を年齢別に示した。明らかに、年齢とともに増加している。しかし、この場合は、高齢者の事故総数に対して転倒の占める割合が高いことは理解される。しかし、実際の作業現場では転倒に起因するのが年齢だけでなく、他の要因(仕事の内容、労働時間、職場など)が入ってくるために、年齢効果を明瞭に浮かび上がらせることが難しい。また、年齢別の雇用人口が正確に把握できないことから、年齢別の人口数当たりの転倒事故発生割合を明確に特定できない。

そこで、労災に限らずに範囲を広げて一般化して年齢効果を求めることにした。各5歳階級別の年齢別の事故死亡統計(人口動態統計)からサンプルすることにした。対象は水平面、段差、階段での転倒、転落によって死亡した人のみを対象とした。各層の年齢人口から死亡率(100万人対)をもとめた。図32に、1985-1989年の平均的な傾向を示した。この解析の結果から、若年層では女子と男子に明らかに差が見られるが、65歳以上では、ほぼ類似してくる。特に、水平面での転倒では、男女ともに65歳から急激に死亡率が上昇する傾向が見られる。この傾向を分析したところ、65歳以上の高齢者では、下肢の骨折により死亡する事例が多く、65歳以下では、頭部打撲で死亡する事例が多い。また、男女差については、65歳以上の高齢者をのぞく男子死亡者の約3割は飲酒していることが報告されている。この結果から、飲酒効果を減ずることにより、雇用対象年齢内(65歳以下)での転倒・転落の危険性を、一般に下式で表せることになる。

$$y = a \cdot e^{bx}$$

ここで、 y が死亡率、 x は年齢、 a 、 b は近似式から求まる定数である。特に定数 b は年齢効果を表す係数となる。この式を利用することにより、転倒・転落により死亡する危険に対する年齢効果を数量的に知ることができる。

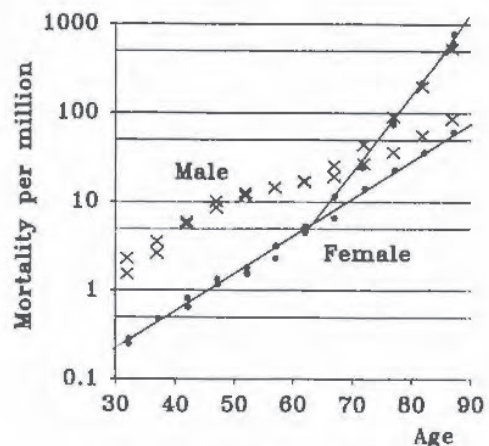


図32 事故死亡率と年齢効果(1985-1989)

我国における労働災害統計資料整備の変遷と 災害指標の国際比較について

土木建築研究部 花安繁郎

1. 緒言

労働災害とは、労働安全衛生法第2条によれば、「労働者の就業に係る建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等により、又は作業行動その他業務に起因して、労働者が負傷し、疾病にかかり、又は死亡することをいう」と定義されている。さまざまな産業災害のうちで、労働者が負傷する災害を労働災害と呼んでおり、傷害(Injury)実態として把握するところに定義としての特徴がある。このように労働災害が法律的に明確に定義されたのは、我国では1972(昭和47)年に公布・施行された労働安全衛生法が初めてである。

ところで、近代産業の発展段階や労働事情はそれぞれの国によって異なっているため、近代産業に付随した社会性を有する労働災害の定義や、取り扱う範囲や内容も国や時代によって異なっている。従って、労働災害発生状況の時代推移や国際間での比較調査を行うためには、各国の労働災害に関する定義や評価法を前もって知っておく必要がある。

本研究は、まず、我国において労働災害に関する統計資料が蓄積・整備・分析されるようになった歴史的経緯について調査を行い、ついで、労働災害の発生状況を記述するいくつかの災害指標に関して、その定義、評価内容、および計算方法などについて、国際間の比較や変遷をILO(International Labour Organisation: 国際労働機関)国際労働統計家会議での議決を中心に調べ、最後に、これらの労働災害指標利用上の問題点や、労働災害統計資料整備の今後の方向性について考察を加えたものである。

2. 調査結果

我国における労働災害統計資料整備の変遷と災害指標の国際推移について、これまで調査した結果のまとめと、労働災害資料および災害指標の利用上の留意点ならびに災害資料整備に関する今後の展望をまとめると以下のようである。

(1)現在の我国の労働災害統計資料には、死傷病報告に代表される法定統計や、労働災害補償保険制度を運用した記録である労災保険統計を始めとして、それぞれが独自の目的と固有の歴史的背景を有したさまざまな統計が作成・整備されている。

(2)従って、これらの労働災害統計資料を利用するには、統計資料が対象とする災害の内容を十分に理解しておくことが大切である。

(3)労働災害の発生状況を表す災害指標には、ILO 労

働統計家会議議決による災害度数率、災害強度率が現在多く用いられている。しかし、ILO 議決の内容自身も変化をとげ、また国によって定義が異なることもあるので、国際間の比較を行うときには注意を要する。例えば、我国の度数率は、休業1日以上の災害を対象として、また基準時間数を100万労働時間として算出しているが、米国の災害率は非休業災害と休業災害とに分けて計算し、また基準時間数も20万時間のように、その定義が両国間で異なっている。

(4)災害度数率などの頻度率を用いて評価する際には、平均値以外にも分散を考慮すべきである。頻度率算出の基準時間数が100万労働時間や20万労働時間などの長い時間なので、短時間で評価する場合には、特にその信頼性を十分に検討する必要がある。

(5)災害強度率は死亡災害があった場合とない場合とでは評価値に極端な差が生ずることや、数値の解釈でも分かりづらい点がある。また、死亡災害の換算損失日数が7500日や6000日であることの根拠も曖昧である。これらのことから、災害度数率ほどには多くは用いられていないようである。

(6)しかしながら、強度率は労働損失日数で重みづけられた災害発生頻度率ともみなせ、傷害程度を評価する重要な指標である。従って、米国労働統計局(BLS)のように、強度率の採用を破棄することは軽々にすべきではないと思われる。問題は死亡災害等の労働損失日数を合理的に見積ることが出来ない点に指標としての弱点があるので、今後は、死亡災害を含めた統一的な傷害強度評価法を考究する必要があるだろう。

(7)これまで用いられてきた災害指標は、労働災害の発生状況の一面を記述するものである。事業所での安全性をより合理的に評価するためには、更に、災害コスト、不安全行動、不安全状態など多くの面から分析する必要があると思われる。

(8)現存する労働災害に関する統計資料にはさまざまなものがあるが、情報の有効利用と言う点からみれば、これらの資料を相互に関連化させる必要があると思われる。

(9)そのためには、これらの労働災害に関する各種の統計、資料を今後データベータ化することが必要になってくる。

(10)データベースは、全般的、計数的なもの、分野別、個別的、事例的なものとの階層に分けて作成した方が便利と思われる。

(11)我国の災害分析法は災害指標と同様にILO方式に準拠しているが、この災害分析法は出来る限り過去の災害分析法や他国の災害分析法とも整合性をもちうるような分析法にしておくことが重要である。

トンネル工事の作業工程から見た労働災害の発生傾向について

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。

本年度は昨年度に引続き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

既に昨年度に実施した分析から、トンネル建設工事における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が両対数紙上で直線となる関数関係が認められること、またこの傷害程度累積頻度分布曲線が工事の工程別あるいは工事種類別により異なる傾向を有していることなどが判明している。

今年度は、このような工程あるいは工種の差異により傷害程度の大きさの期待値に違いをもたらしている要因を多変量統計解析手法を用いて分析した。

3. 分析結果

3.1 傷害程度の大きさの変動をもたらす要因についての数量化Ⅰ類による分析

トンネル工事における諸工程ごとに得られた傷害程度の大きさ（休業日数の期待値）を外的基準とした数量化Ⅰ類による分析を行い、多くの要因の中で傷害程度の大きさの変動に大きな役割をもたらしている要因が何であるかを検討した。

その結果は、表5に示すとおりで、各分析項目のレンジの大きさ・偏相関係数の大きさなどから、傷害程度の大きさの変動に大きな役割をもたらしている要素は「災害の種類」であることが判明した。表には詳細部分を省略してあるが、6種類にカテゴリ分類した災害種類の中では「落盤・崩壊災害」が傷害程度を大きなものに、また「墜落災害」や「取扱運搬災害」が比較的小さなものにして現況が読み取れた。

3.2 数量化Ⅱ類による工程区分の分析

前項で述べた数量化Ⅰ類による分析結果を確認するため、「傷害程度の大きさ」と行った数値データではなくカテゴリ項目である「工程区分」そのものを外的基準と見なして数量化Ⅱ類による分析を行った。結果は細部で多少の差異はあるが、ほとんど前項と同様で、「災害の種類」が強い要因であることが確認された。

3.3 主成分分析による情報集約の試み

なお今回の分析データのほとんどがカテゴリカルなデータである。それらの相互関係を知り、より少数次元での解釈の可能性を探るため、ダミー変数を用いた主成分分析を行ったところ、固有値1.0以上の主成分が4つ得られた。これらの4成分での全分散は62%であり、これらの主成分軸について解釈を試みると、主成分軸Ⅰは災害種類や事故の型などの「災害パターン」を示すもの、主成分軸Ⅱは経験・年齢などの「被災者の属性」を示すものなど表6中に示した成分軸が考えられた。

これら4主成分の因子パターン（主成分値）を用いて各分析項目のクラスター分析を行った結果、これらの項目は大きく5つのグループに分けられた。事故の型・災害種類、被災者の年齢・経験、被災者の職種・工程区分、不安全行動・不安全状態が各々同じグループに分類された。

表5 数量化Ⅰ類による要因分析結果（工程区分別）

要因アイテム	カテゴリ数（例数）	範囲	偏相関係数
不安全状態	5種（14～43）	12.8	0.25
不安全行動	6種（11～48）	16.7	0.24
災害種類	6種（16～30）	132.0	0.80
起 因 物	14種（2～22）	78.0	0.50
事故の型	6種（8～44）	40.9	0.50
被災者の年齢	4種（16～42）	27.8	0.39
被災者の経験	7種（5～30）	27.4	0.41
被災者の職種	6種（5～41）	37.1	0.46
外的基準：被災程度の期待値	定数項=71.2	重相関係数=0.87	

表6 主成分分析の結果

主成分	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4
固有値	1.9276	1.5906	1.4415	1.2416
寄与率	19.3%	15.9%	14.4%	12.4%
累積寄与率	19.3%	35.2%	49.6%	62.0%
事故の型	0.7560	0.4864	0.0384	-0.1788
災害の種類	0.8006	0.4293	0.0215	-0.0678
不安全状態	0.1866	0.3495	-0.1753	0.3641
不安全行動	-0.1162	0.4588	0.3018	0.5501
被災者の職種	-0.0536	-0.0571	-0.6200	0.4478
起 因 物	-0.4075	0.3600	0.4736	0.1694
被災者の経験	0.4072	-0.5726	0.3581	0.3616
被災者の年齢	0.4282	-0.4779	0.4840	0.3396
工程区分	0.3066	-0.2316	-0.5875	0.2967
休業日数	-0.2312	0.3064	-0.0352	0.4542
備 考	災害パターン？ 被災者？ 工程？ 状況全般？			

衝撃波管を用いた金属粉じんの発火危険性の評価

化学研究部 松井英憲

1. 研究目的

前年度に引き続き衝撃波管を用いて、多種類の金属粉じんについて、発火遅れ時間、最低発火温度の測定を行い、衝撃波管を用いる方法の問題点を検討した。更に、同じ試料について消防法の可燃性固体に対する小ガス炎着火試験及び一般に粉じんの爆発特性を測定するのに用いられている Hartmann 式粉じん爆発試験による危険特性の測定値との比較検討を行った。これらの結果から可燃性の固体の爆発、着火危険性を総合的に評価することが目的である。

2. 研究方法

実験に用いた衝撃波管は、前年度に用いたものとはほぼ同じである。今回は更に衝撃波管の終端部に光学観測窓を取り付け、発光時間 $2\mu\text{s}$ の瞬間光源を用いたシュリーレン法によって堆積粉体の衝撃波による分散状況を観測した。小ガス炎着火試験法は、消防法の危険物第2類の試験基準に準拠して行った。粉じん爆発性試験は、(社)日本粉体工業技術協会の指針に準拠して行った。

3. 研究結果

①、衝撃波管による発火遅れに対する粒径の影響

Fe-Nd 合金粉について、試料量 20mg 、反射衝撃波温度 $T_5=825\text{K}$ 、反射衝撃波圧力 $P_5=1.0\text{atm}$ の条件下で、50%平均粒径を $20\sim 500\mu\text{m}$ まで変化させて発火遅れを測定した。その結果、粒径が大きくなると発火遅れはわずかに長くなるが、ほとんど変化なく、発火遅れ時間は約 1.5ms で一定となった。

②、発火遅れに対する試料量の影響 粒径 $55\mu\text{m}$ の Fe

-Nd 合金粉について、同じ条件の衝撃波を用い、試料量を 10mg から、 100mg まで変化させた場合の発火遅れ時間は、まったく同じ値を示し、変化は見られなかった。

③、発火遅れに対する試料位置の影響 試料金属粉を置く位置を、低压部反射端から次第に遠ざけていったとき、発火遅れがどのように変化するか調べた。用いた試料粉は同じ Fe-Nd 合金 20mg で、衝撃波条件は①②と同じである。その結果、試料粉を低压部の反射端から遠ざけるほど発火遅れは短くなることが分かった。これは試料が反射端から遠ざかるほど、試料粉の入射衝撃波による予熱時間が長くなるためと考えられた。

④、見かけの活性化エネルギー及び最低発火温度の測定 8種類の金属粉について、温度と発火遅れ時間の測定値から見かけの活性化エネルギーの測定、及び最低発火温度の測定を行った。結果を表7に示す。

⑤、瞬間シュリーレン法による可視化 可視化観測の結果、粉体の比重によって、衝撃波による堆積粉じんの分散は大きく異なることが判明した。

⑥、他の試験結果との比較検討 衝撃波管に用いた各試料について、小ガス炎着火試験及び Hartmann 試験を行った結果をまとめて表7に示す。Al 粉は粉じん爆発の危険性が大きいことが知られているが、小ガス炎着火試験では着火しなかった。Hartmann 試験では、Zn と Fe を除く全ての金属粉で火炎伝ばが認められたが、いずれも粒径が $200\mu\text{m}$ より大きくなると火炎伝ばしなくなるので、試料の粒径に大きく依存するといえる。小ガス炎で着火せず、粉じん爆発しない Zn や Fe 粉及び比較的粒径の大きな粉体でも、衝撃波管では容易に発火が認められるので、粉体の潜在的な発火危険性の評価には、衝撃波管は極めて有効である。

表 7 金属粉の発火・燃焼性試験結果

試料	Mg	Al	amorphous Si	Si	Ti	Fe-Nd	Zn	Fe	判定基準
50%平均粒径 (μm)	72	47	3.1	3.4	21	55	12	57	
小ガス炎着火試験 (消防法準拠)	◎	×	◎	◎	◎	○	×	×	◎：3秒以内で着火 ○：10秒 " " ×：着火せず
粉じん爆発性試験 (Hartmann test)	○	○	○	○	○	○	×	×	○：火炎伝ば有り ×：火炎伝ば無し
衝撃波管試験 (反射衝撃波 試料量 20mg)	○	○	◎	○	◎	◎	○	○	◎：1000K以下で発火 ○：1000K以上で発火 ×：発火せず
	8.1	4.0	8.2	4.0	4.5	6.5	3.2	4.9	総括活性化エネルギー (kcal/mol)
	1360	1655	745	1150	795	730	1125	1060	最低発火温度 (K)

熱分解反応における中間生成物と化学構造の関係
—過酸化ベンゾイル熱分解時の不安定中間生成物—

化学研究部 安藤隆之, 森崎 繁

1. はじめに

近年、化学工業において、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ひ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、過酸化ベンゾイル (BPO) 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) で分析することにより、BPO の熱分解機構の検討を試みた結果を報告する。

2. 実験方法

CPP によって BPO を熱分解させ、分解生成物をオンカラムで GC-MS 装置に導入して分析した。その際の、熱分解温度による生成物の変化から、BPO の熱分解に関与する安定中間生成物及び不安定活性種について検討した。CPP は、日本分析工業 (株) 製の JHP-3 型装置を用いた。パイロホイルの CPP への投入は、同社製のバイオプローブ BP-3 によって行った。これは、BPO が不安定な有機過酸化化物であって、通常の試料導入法では、誘導加熱を行う前に保温炉内で熱分解を起こし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 SiliconeOV-17 (2%, カラム長 1 m) を用いた。

3. 実験結果

図33は、BPO を 255°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。主生成物はピフェニル、安息香酸、安息香酸フェニル (PHB) 及びベンゼンであり、その外に二酸化炭素及びテルフェニルの *o*-, *m*-, *p*-各異性体の生成が認められる。一方、図34はホイル温度を 1040°C と高くしたときの TIC であり、255°C のホイルを用いたときの分解生成物に加えて、一酸化炭素、フェノール、9-フルオレノン及びキサントンが生成している。また、PHB の生成割合が、255°C のホイルを用いた場合と比較して小さくなっている。以上の結果から、255°C での BPO の熱分解経路を推定したものが図35である。ホイル温度を 1040°C としたときに新たに認められる生成物は、一旦生成した PHB が図36の経路によって、さらに分解することによるものと推定される。

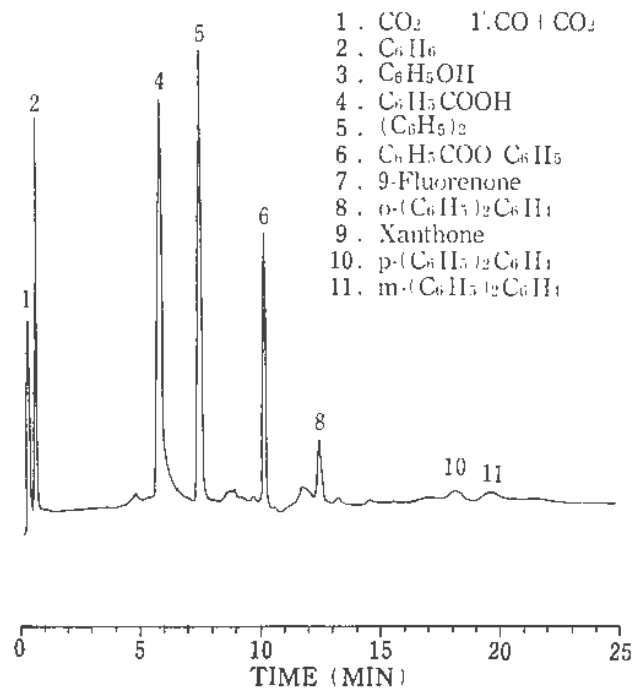


図33 BPO の熱分解 (255°C) 生成物の TIC

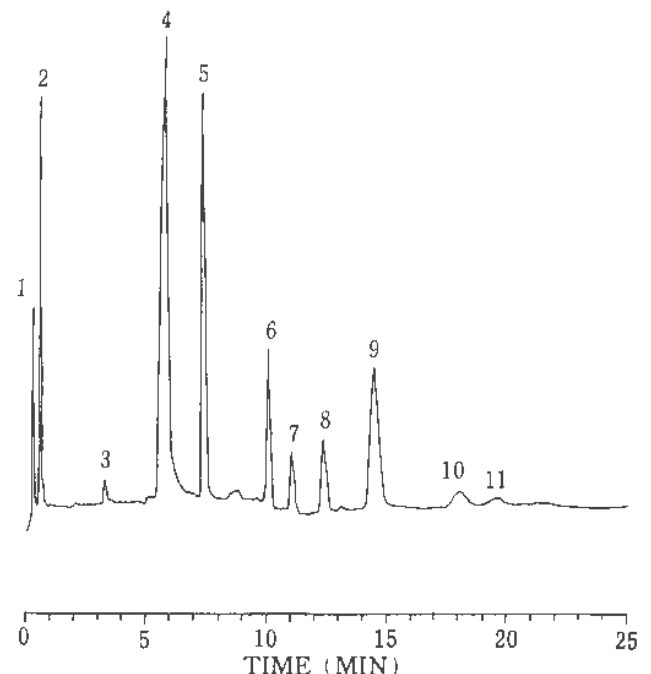


図34 BPO の熱分解 (1040°C) 生成物の TIC

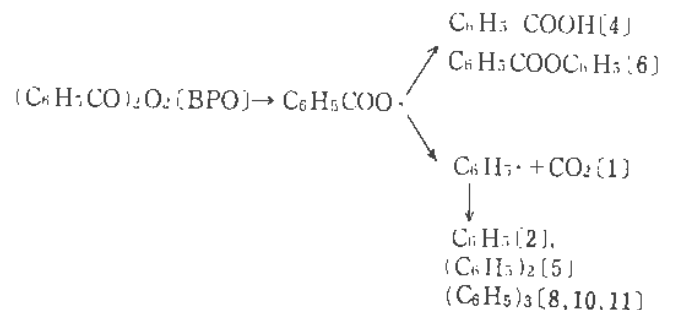


図35 BPO の熱分解経路の推定

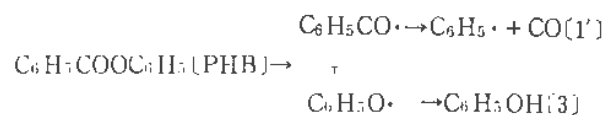


図36 PHB の熱分解経路の推定

1. 序言

熱的に不安定な化学薬品類の限界発火温度（以下、 T_c ）値は、この種の薬品による発火爆発事故防止のための温度管理上、最も重要な指標となる温度値である。 T_c 値を求める方法は実測法と計算法に大別することができる。これまで主として行われてきた、BAM式蓄熱貯蔵試験等の、実測法には、もとより決定的な値をもたらすという長所もあるが、一方、測定所要時間が長大に過ぎるといった欠点があり、報告されているデータも少ない。そこで、当所においては、従来法より格段に容易に T_c 値を求める手法を開発すべくこれまで努めてきた。粉状化学薬品類については、本手法は既に確立している（昭和59及び61年度の年報を参照されたし）。本報においては、その内部において一様な温度分布を有する、流体の T_c 値を求めるための関係式と理解し得るセムヨーノフの限界発火条件式

$$\frac{V \cdot \Delta H \cdot A E}{h S R T_c^2} \exp \left[-\frac{E}{R T_c} \right] = S e \quad (1)$$

(1)に基づき、液状化学薬品類の T_c 値を求める手法について述べることにする（詳細については、近く刊行される予定の、RR「液状化学薬品類の限界発火温度」を参照されたい）。

2. 断熱昇温測定から得られる定数

物質の非常に緩慢に進行する発熱反応については、断熱ゼロ次、かつ、昇温速度＝一定、なる条件のもとにおいて、式（2）が成立する。

$$\ln \Delta t = \frac{E}{R T_s} + \ln \left[\frac{\Delta T \cdot c p}{\Delta H \cdot A} \right] \quad (2)$$

そこで、実験式、 $\ln \Delta t = a/T_s + b$ 、の定数、 a 、 b は、

$$a = \frac{E}{R} \quad (3)$$

$$b = \ln \left[\frac{\Delta T \cdot c p}{\Delta H \cdot A} \right] \quad (4)$$

と表わされることとなる。

3. 液状化学薬品類の T_c 値を算出するための式

式（1）の両辺の対数をとって整理すると、

$$2 \ln T_c + \frac{\left(\frac{E}{R} \right)}{T_c} = \ln \frac{V(\Delta H \cdot A) \left(\frac{E}{R} \right)}{S \cdot S e \cdot h} \quad (5)$$

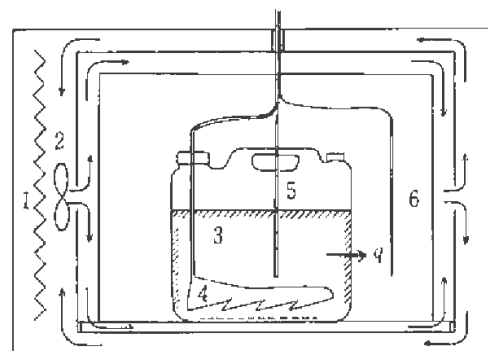
となる。式（5）に式（3）、（4）を代入して (E/R) と $\ln(\Delta H \cdot A)$ を消去すると、

$$2 \ln T_c + \frac{a}{T_c} = \ln \frac{V \cdot a \cdot \Delta T \cdot c p}{S \cdot S e \cdot h} - b \quad (6)$$

が得られる。式（6）によると、一様な内部温度分布を

有し発熱的に分解する性質をもつ、液体の T_c 値は断熱昇温測定から得られる定数 a 、 b 、 ΔT のほか、当該物質の比熱 c と密度 ρ 及び液体容器表面の総括伝熱係数 h が決まれば算出できることがわかる。

4. 液体容器表面の総括伝熱係数（ h 値）の計測



1. 恒温槽の熱源；2. ファン；3. 灯油；4. ニクロム線；5. 液温用熱電対；6. 雰囲気用熱電対

図37 液体容器表面の総括伝熱係数の計測要領

図37に示すように、BAM式蓄熱貯蔵試験用の500ml容量のデュワー瓶、または10kgないし5kg容量のポリエチレン樹脂製扁平缶（液体有機過酸化物の運搬納入用にメーカーによって実際に使用されている容器）に、不安定で危険な液状化学薬品の代わりに、各々400ml、10 litreないし5 litreの灯油（電気絶縁性でもある）を満たし、さらにニクロム線及び1本の熱電対を挿入した後、この灯油入り容器を、恒温槽内に固定したアルミ筒内に、設置して一定温度に保持しておき、灯油中に一定熱量 q を発生させることにより、1~2K昇温させた時の容器内外の温度差 ($T_i - T_a$) を精密に測定して、式（7）の関係に従い、

$$q = h S (T_i - T_a) \quad (7)$$

h 値を算出する。デュワー瓶、10kg及び5kg容器の h 値は、各々、0.0025、0.0067、0.0106 cal cm⁻² min⁻¹ K⁻¹、と求められた。これらの値は先人の報告値より一桁小さい。得られた h 値に基づき、液体有機過酸化物である *t*-butyl peroxybenzoate がこれらの容器に充填された時の T_c 値は、各々、65、69及び71℃と算出される。

5. 結言

上述の物質に対するBAM式蓄熱貯蔵試験値は、本手法によって得られる値と同様、65℃なので、これまでBAM式蓄熱貯蔵試験によって測定するしか方法がなかった限界発火温度が安研法によって簡単に求めることができる見通しが立ったことになる。

大型垂直管装置による粉じん爆発下限界の測定

化学研究部 松田東栄・林 年宏

1. はじめに

可燃性粉じんの爆発危険特性値は、これまで、種々の装置並びに方法によって測定されてきたが、現状では測定装置並びに方法に依存した特性値が報告されている。

特性値の一つである爆発下限界（濃度）の測定に関しては、密閉系と開放系の装置があり、前者では爆発圧力上昇の大小に基づき下限界を決定する。しかし、この基準では着火源の起爆のみによる圧力上昇か火炎伝ばに基づく圧力上昇か、区別が付き難い。開放系の装置では、ふるい落下式（石浜式）試験装置が、混合気に乱れを与えない点で優れているが、実大規模のような、より大きな装置で、はたして伝ば火炎に進展するかどうかは不明である。そこで、伝ば火炎が管壁などの影響で消滅することがないように、いわゆる消炎距離をはるかに越える寸法的大型垂直管装置を用いて、上方火炎伝ばの基準で有機粉じんの真の爆発下限界を測定した。

2. 実験

爆発下限界の測定に用いた装置は、内径25.5cm、長さ94.5cmの鋼管2本を垂直に立てて1本に接続したもので、内容積96.5 lを有する。上端は鋼板で閉じ、下端は開放してある。装置全体は、架台上に設置し、下端から床までの距離は約60cmであった。容器内での粉じん・空気混合気の形成は、内径15mmの上下2本の穴あきパイプ（穴の径4 mm、穴の数15ヶ×2）から圧縮空気（9bar、250cc×2）によってそれぞれ二分した試料粉体（量）を噴出させる方法によった。ただし、小穴直前6 mmの所に設置した垂直丸棒（径14mm）に噴流を衝突させることによって、混合気の乱れを著しく軽減させた。

粉じん濃度の均一性を、豆球とフォトランジスターから成る光透過測定器によって検討した。それによると、圧縮空気の放出用バルブ（電磁弁）を開放後、約0.2秒間で試料粉体が分散される。これらの検討から、バルブ解放後0.5秒後に混合気に着火した。着火は混合火薬を点火玉で起爆する方法で行い、その位置は下端か30cm上の所とした（着火エネルギー約5 KJ）。粉じん濃度は秤量粉体量を容器容積で除した値である。

3. 実験結果

ここで用いた爆発下限界の判定条件は、上端閉下端開放の垂直配管における上方火炎伝ばの有無である。この判定のため、2個のフォトランジスターを使用

した。上方火炎伝ばがあれば、上下に設置したセンサー1、2ともに粉じん火炎の発光現象を捉えるが、伝ばがなければ、主にセンサー1のみの出力が記録される。伝ば状況は発光曲線の立上がりと全体の大きさに反映される。一般に、粉じん濃度の高低に対応した上方火炎伝ばの有無を示すセンサー2の出力差は明確で、火炎伝ばは振動を伴うことが出力波形からわかる。上方伝ばした場合は、“ズズー”（低周波）という大きな音を発生した。これらの振動数は、62.5~71.4Hzで、発生原因は火炎と火炎前面の弱い圧縮波との干渉による。火炎の振動を除くため、以後、上蓋中央に直径30mmの小穴を開けて火炎伝ばを観測した。その結果、振動現象は緩和された。

かくして、プラスチック添加剤として製造されている酸化防止剤や光安定剤の有機粉体試料22種について測定した。これらの試料の化学構造が特に有意義なものとは思わないが、図38に粉体の平均粒径と得られた下限界をプロットして示した。標準粉体試料として、石松子も測定した。これらの結果からは、爆発下限界が平均粒径との何らかの相関があることは見出せないが、下限界の最小値は70g/m³で、別の大型装置を用いて測定されたコーンスターチ粉の文献値と一致する。平均粒径が100 μm以下のここで求めた下限界データは、70~180g/m³の範囲にある。

4. 結論

石松子のハートマン型試験装置およびふるい落下式による測定値は、35~40g/m³であるが、ここでの結果は最も低いもので、従来データの約2倍ちかい値（70g/m³）であった。測定装置によるデータの差はやはり大きく小規模装置を用いた従来データは、危険性を過大評価する恐れもあるが、十分、濃度面で安全側にあると言えるだろう。このような決定方法による大きな違いは、局所的な粉じんの燃焼とそれが上方伝ばに至るまでの粉じん濃度にかかなりの差があることを示す。化学的特性時間が比較的長いという粉じん火炎の特徴によるものであろう。

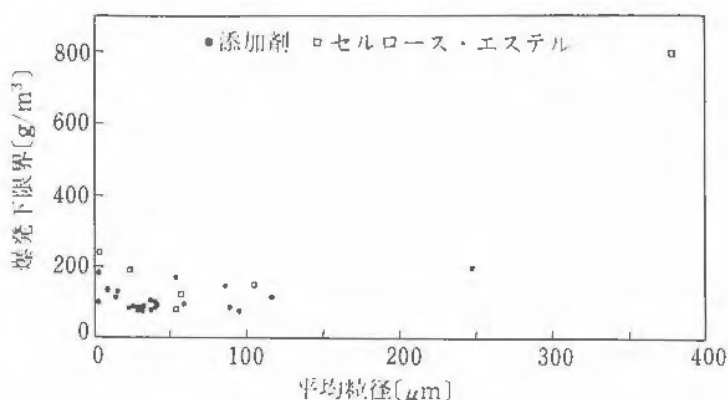


図38 各種有機粉じんの爆発下限界

新素材物質の爆発火災災害の防止

—ケイ素の粉じん爆発危険性—

化学研究部 松田東栄

1. まえがき

ケイ素は半導体やセラミックスの原材料であるばかりでなく、大きな広がりを示しつつある有機ケイ素化学の構成元素として工業的な利用が高い。しかし、原材料や中間原料が、微細な粉体として扱われる場合があり、粉じん爆発の危険性がある。粉じん爆発ではケイ素の粒子表面に酸化物が形成され、表面燃焼の形態を取るであろうと思われるが、ケイ素の粉じん爆発危険性は十分明らかにされていない。ケイ素粉じんの爆発実験を行い、爆発下限界並びに爆発圧力、爆発圧力上昇速度を測定して、これを検討した。

2. 実験

使用した粉体は、〔試料A〕：金属ケイ素粉砕物（空气中）、〔試料B〕：半導体用多結晶粉砕物（Ar中）、〔試料C〕：シラン熱分解生成物（Ar中）である。試料Bは高価で、試料Cはかさ密度が極めて小さいなどの理由で十分な量が入手できなかったため、爆発実験には主に試料Aを用いた。これらの試料の平均粒径は、それぞれ、3、10、0.2マイクロンで、酸素含有量は0.51、0.15、3.5wt.%であった。試料Cは極めて微細な試料で、マッチ火の着火によって層状堆積粉じん上を燃焼帯が伝ばした。試料Bは、実験直前に空気中に取り出して使用した。他の試料は、空気中に保管したものである。

粉じん爆発実験装置は、96.5 lの垂直配管装置、419 l大型爆発測定装置、およびハートマン型粉じん爆発試験装置（1.4 l）を使用した。

3. 実験結果

3.1 爆発下限界

上端閉、下端開放の大型垂直配管装置における爆発下限界を、上方火炎伝ばの条件で火薬を着火源として測定した。その結果、試料Aでは粉じん濃度を最大1,000g/m³まで増加させても、少量の金属ケイ素の火の粉が落下するのみで配管断面に広がる火炎伝ばはまったく観察できなかった。この火の粉発生限界濃度は、220g/m³であった。着火源の火薬量を2倍（約10KJ）まで増して起爆しても、火の粉しか観察できなかった。試料Aを、ハートマン型粉じん爆発試験装置（アーク放電火花着火、推定エネルギー約10J）で起爆したところ閃光を発生して爆発し、爆発下限界は155g/m³であった。大型垂直配管装置において、電気火花を着火源にしても火炎伝ばは観測されず、火の粉のみ形成され、その火の粉発生限界濃度は、140g/m³であった。

一方、垂直配管装置において、上方火炎伝ばの条件で火薬を着火源として測定した試料B、Cの爆発下限界は、それぞれ235、200g/m³であった。試料Cでは、管壁に付着した粉じん（層状）が火炎伝ば後も燃焼を継続するので、フォトランジスターによって計測した発光時間は長く、限界付近濃度において5-6秒であった（試料Bの最大発光時間は2.4秒）。

3.2 爆発圧力および爆発圧力上昇速度

大型垂直配管装置で測定した試料Aの粉じん濃度と爆発圧力ならびに爆発圧力上昇速度の関係を図39に示す。最大爆発圧力は、 $\Delta P_{\max} = 9.3\text{bar}$ （断熱計算では10.7bar）で最大圧力上昇速度は227 [bar/s]であった。ISO-5231による K_{st} 値は170 [bar/m·s]で、爆発クラス1に属する。ほぼ同等の燃焼熱を持つアルミニウム（27-36マイクロン）の $K_{st} = 342-750$ （爆発クラス3）と比較して、爆発の激しさは小さいが、放出熱はやはり高い。しかし、着火源の着火エネルギーが K_{st} 値に影響することが知られているので、それらの点を現在検討中である。

ケイ素の量論組成濃度は255g/m³であるが、最大圧力上昇速度を示す粉じん濃度は800g/m³であった。これは、分解燃焼する有機粉じんなどについてもあてはまる一般的傾向であるが、粒子の一部だけが燃焼に寄与するためと思われる。

4. 考察

大型垂直配管装置においてケイ素粉じんは火炎伝ばしなかったことから、通常、ケイ素の粉じん爆発には粒子表面への酸素の供給が有利となる混合気の乱れが、ある程度必要なのではないかと考えられる。また、金属（ケイ素）の粉じん爆発には電気火花が着火源としてより有効であった。一方、ケイ素の燃焼熱 $\Delta H_c = 205.4\text{kcal/mol}$ は、アルミニウムの燃焼熱199.5kcal/molを超えるほど大きい。両者の燃焼形態は異なるためか、 K_{st} （最大圧力上昇速度）もしくは燃焼速度はアルミニウムのそれよりかなり小さい。それ故、 K_{st} のみによる危険性評価は、過少評価になる。

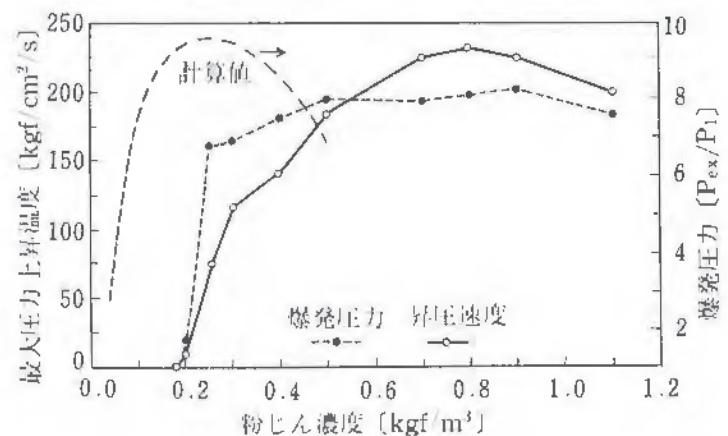


図39 ケイ素粉じんの爆発特性

化学発光からみた絶縁材料の劣化特性 —絶縁材料の化学発光量と体積抵抗率の関係—

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、酸化生成物の生成による分子構造の変化等、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、物質すなわち材料の劣化と何らかの相関性があると考えられる。この両者間の相関性が得られるならば、絶縁材料に不必要な過剰電圧を加えることなく材料の電気的な劣化を知ることができる。更に、この化学発光量は材料の微妙な劣化に対しても種々の電気特性値より敏感に反応する利点がある。そこで、今回は、この予備的な検討として、化学発光量と電気特性量の一つである体積抵抗率の関係を検討した。以下に、その結果の一部を報告する。

2. 実験装置及び方法

化学発光量を測定するために使用した装置は、東北電子産業（株）製のケミルミネセンス・アナライザー OX-7(以下、ケミルミ装置という)である。本装置は、 $10^{-13}\text{W}/\text{cm}^2$ 以上の微弱光を測定でき、また、測定用試料を入れるセルは直径40mm程のスレンス製の容器で上部に石英ガラス製の上蓋を有し、セル内の温度を室温から約180°Cまで制御でき、かつ、セル内の雰囲気も自由に置換できる構造になっている。

実験は、絶縁材料として天然ゴム（イソプレン、厚さ約2 mm）、ポリエチレン（同60 μm ）、ポリエステル（同100 μm ）、EVA（同110 μm ）を用いて、これら試料を40, 60, 80, 100°Cで各々12時間加熱劣化させた場合、あるいは80°Cで12, 36, 60, 120時間劣化させた場合について、体積抵抗率と化学発光量を測定した。なお、化学発光量の測定に用いた試料片の大きさは、3×3cmである。

3. 実験結果

図40は、温度が90°C一定に保たれたセル内にEVA試料（未劣化、60, 100°C加熱）を入れ、その直後の1秒当たりの発光量の時間経過を5分間にわたって測定した結果である。これより、一回一回の発光量には大きなバラツキがあるが、全体的にみれば未劣化試料、60°C劣化試料、100°C劣化試料の順に発光量が増加している。また、図41は、未劣化及び100°Cで12時間加熱劣化させたPE試料について、ケミルミ装置の測定温度を、40, 60, 80, 90及び100°Cで発光量を測定した結果を示したものである。これより、測定温度が高いほど発光量が多くなり、検討に当たっては同一の測定温度

で比較する必要がある。そこで、40, 60, 80, 100°Cで各12時間加熱劣化させたPE試料について、測定温度60°Cにおける発光総量をプロットしたものが図42である。同図には、同じ加熱劣化条件での試料の体積抵抗率を示したが、加熱温度の増加につれて多少であるが体積抵抗率の低下が見られ、材料の電気的特性が低下していることを示している。以上の事から、材料の化学発光量と電気的特性値の間には相関性がありそうであり、絶縁材料の劣化診断の一つのパラメータとして利用できることがわかった。

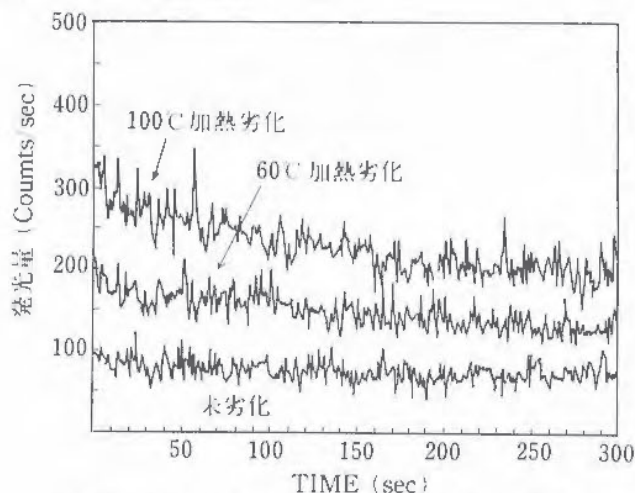


図40 EVA材料の化学発光量の時間経過

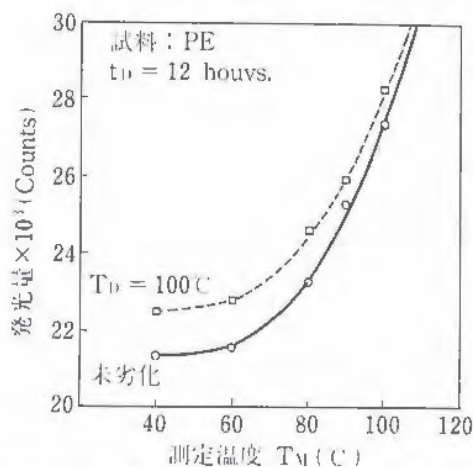


図41 測定温度に対する化学発光量の変化

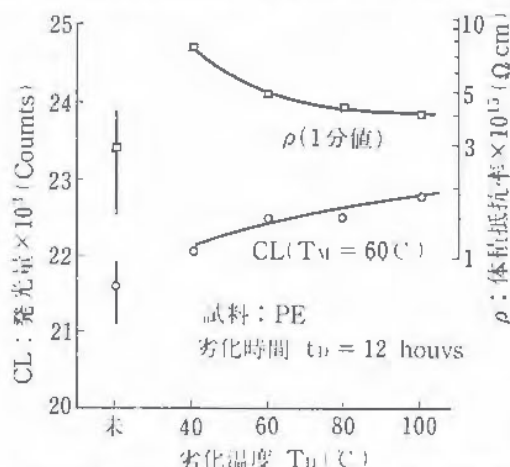


図42 劣化温度に対する化学発光量と体積抵抗率の関係

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は種々の電気機器に応用されている。また、これらの電気機器は、着火危険性のある雰囲気中でも使用されつつあり、スイッチの開離操作や回路の断線などにおいて発生する電気火花(開離火花)が可燃性ガスの点火源になる可能性が生じてきている。

このような背景から、これらの機器が可燃性ガスの点火源にならないように、その点火限界を含めた高周波電気回路の開離火花の特性を検討しておくことが必要になる。ここでは、開離火花の特性が電気回路の種類によってどの様に変化するかを検討した。

2. 実験方法

実験回路は図43に示すように、抵抗回路、誘導回路及びコンデンサーと開離部分を直列に接続した容量性の回路である。電源の条件は電源電圧が40V、周波数範囲が1kHz~100kHzそして電流は1Aである。開離部分は直径0.5mmの一對の銅線(以下、電極と記す)からなり、これを速度0.5mm/分で駆動し、開離を行った。この速度はバネで開離する場合よりも再放電が発生しやすい条件である。開離火花特性は放電電流・電圧波形をオシロスコープで測定することにより検討した。

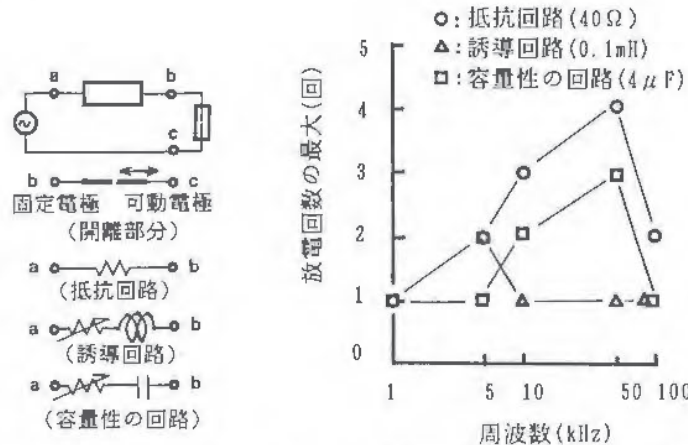


図43 実験回路 図44 1開離当たりの最大放電回数

3. 結果及び検討

観測された電流波形、電圧波形から1開離当たりの放電回数、放電持続時間及び放電のエネルギー(一例)を求めると図44, 45, 46のようになる。なお、図46の放電エネルギーの計算値は放電の持続時間を1/4サイクル、電源電圧を $40\sqrt{2}\cdot\sin\omega t$ 、アーク電圧を15Vとして求めた、一つの目安である。

これによると、容量性の回路の1kHzを除いて放電持続時間及び放電エネルギーの各実験回路による差異は大きくない。しかし、1開離当たりの放電の回数は抵抗回路において多く誘導性の回路では少ないことがわかり、インダクタンスが再放電を抑えていると考えられる。また、容量性の回路では電源の周波数が大きくなると抵抗回路に近い特性を示すと予想される。

なお、水素の最小着火エネルギーは約20μJであることから、本実験条件において100kHz付近でも点火危険があると考えられる。

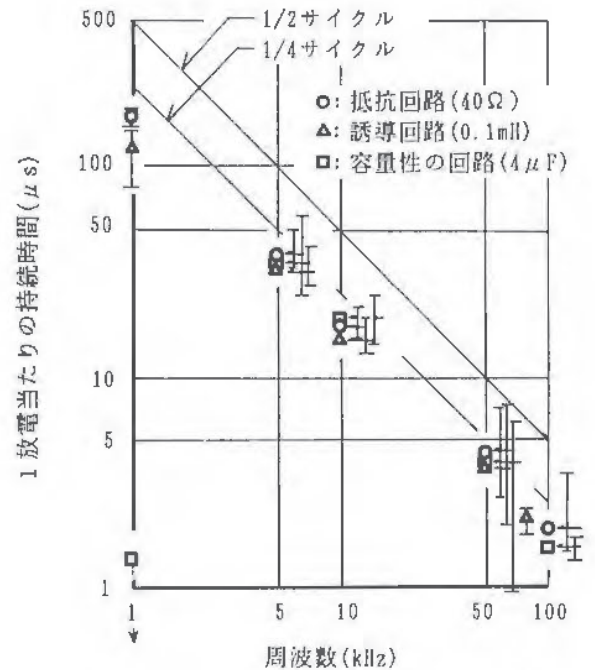


図45 1放電当たりの放電持続時間

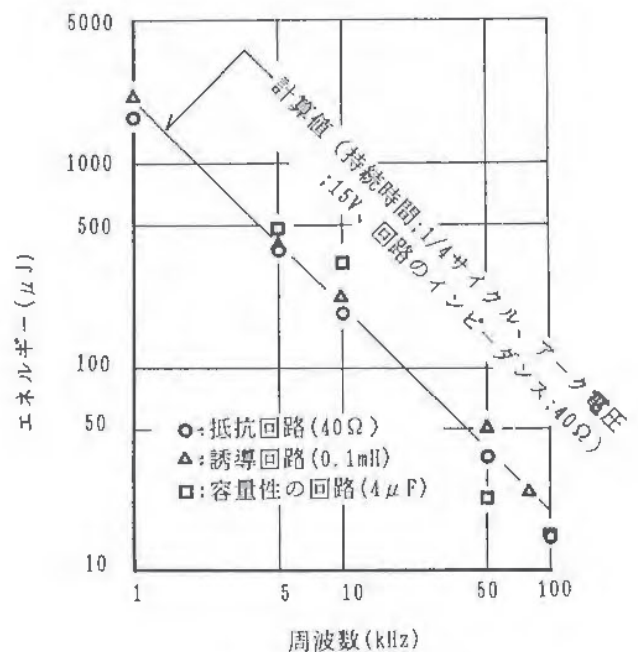


図46 放電のエネルギー (一例)

高周波電流に対して必要な漏電遮断器の動作感度の考察

電気研究部 山野英記

1. はしがき

近年高周波成分を含む電源が多用されるようになり、高周波電流による感電の危険とこれを防止するための漏電遮断器の動作感度が問題になっている。この問題に対する一つのアプローチとして、電撃危険性に限った観点から、漏電遮断器の感度について考察した。本報は、まだ初段階の考察であるが、一つの見通しを得たので報告する。

2. 必要な感度の推定

心室細動のしきい電流—周波数特性は、電撃持続時間によって異なると考えられ、大まかには、持続時間 T が心周期に対し、①小さい、②大きい、③同程度、の三つの場合に分けられると推測される ($10\text{ms} \leq T \leq 10\text{s}$)。例えば、1kHzにおいて、周波数係数(しきい電流の、50/60Hzのしきい電流に対する比)は、①の場合2前後と推測されるのに、②の場合は14ともされている (IEC 報告¹⁾)。

しかし、しきい電流の値を考えると、②の場合の心室細動電流が①のしきいを超過するとは考えにくい。そして、感電防止用漏電遮断器の定格感度電流は、値の小さいほう、すなわち T が大のときのしきい電流の周波数特性より下になければならないと考えられる。

持続時間が心周期より大きい場合については、50~1000Hzの周波数範囲に関し、心室細動電流の周波数係数が文献¹⁾に示されている。しかし、漏電遮断器の動作特性の設定にはさらに広い範囲の周波数特性が必要である。

図47に、より広範囲の実験データが発表されている感知電流の周波数係数の一つを破線で示した (Dalziel ほか)。このように、感知電流の周波数係数は、ある程度高い周波数 (およそ10kHz~100kHz) において、両

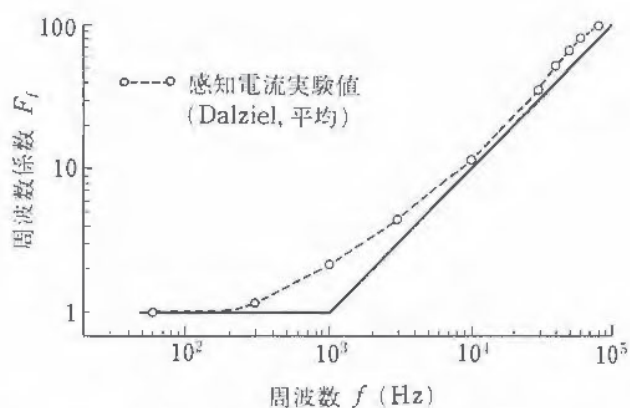


図47 感知電流の周波数係数と漏れ電流許容値

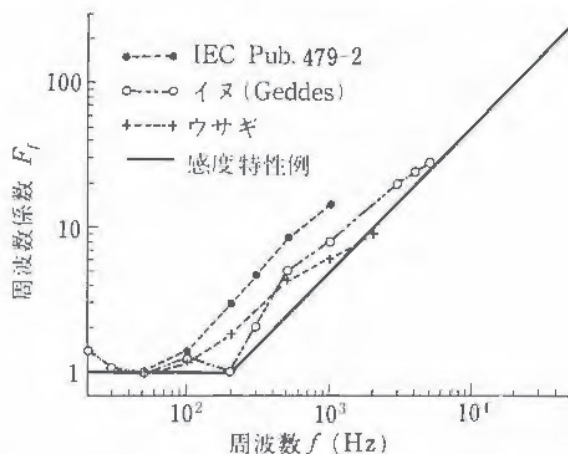


図48 心室細動電流の周波数係数と感度特性の例

対数方眼紙で傾き $a \approx 1 \sim 1.3$ 程度であり、 $a=1$ の直線で近似されることが分かる。一方、50/60Hz前後 (およそ20~100Hz)の低い周波数ではしきい電流はほぼ一定である。

また、JIS T 1001「医用電気機器の安全通則」においても、医用電気機器の漏れ電流許容値は、1kHzを境にして、これ以下では一定、これ以上では周波数に比例 (傾き $a=1$) とされている。この許容値の周波数係数は、図47の実線のようになり (ただし、同許容値は10mAを限度とする)、感知電流の周波数係数以下となっていることが分かる。なお、JIS T 1002には、この漏れ電流測定用器具として、キャパシタンス $1.5 \mu\text{F}$ と抵抗 1000Ω との並列回路が示されている。これは遮断周波数1kHzの1次の低域フィルタに当たる。

心室細動電流の周波数係数 F_f は、例えば、図48の三つの破線のようになる。図のIECの曲線では、100~1000Hzにおいて傾きは既に1となっているが、これより増加することはないと考えられる。心室細動電流の高周波における傾きも、感知電流の場合と同様に、ほぼ1と仮定することができよう。なお、50/60Hzにおけるしきい電流は40mA (IECによる心室細動不発生の限界、3~10s) である。

以上のことから、漏電遮断器の動作特性としては、一例であるが、図48の実線のような例が考えられる。ただし、50/60Hzにおける定格感度は30mA以下とせねばならない。

3. むすび

以上の結果にはまだ検討を要することが多い。例えば、上述のしきい電流の周波数係数は、単一周波数の正弦波に関するもので、合成波 (非正弦波) の各周波数成分に対するしきいではない。したがって、合成波に対しては今後波形を考慮した検討も必要であろう。

文献 1) IEC Publication 479-2

高周波コロナ式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

毎分数百mの高速で移動するプラスチック・フィルムのような帯電物体を効率よく除電するには、商用周波数でなく、正・負の極性が頻繁に変化する20kHz程度の高周波コロナ式除電器（以下、高周波除電器と略記）が適している。しかし、高周波除電器も一般の除電器と同様に、コロナ放電を起こす除電電極より異常作動に伴って可燃性物質の着火源になる放電（以下、着火性放電と略記）を起こすことがある。

ここでは、上記の異常作動に伴って発生する着火性放電を抑制する方法の一つとして、着火性放電の前駆現象を検出し、高電圧を強制的に接地することにより着火性放電への進展を抑制することを試みた。

以下、得られた結果の概要について報告する。

2. 実験

コロナ放電を起こす針状の除電電極から危険な着火性放電が発生することを抑制するために、針状電極に直接高電圧を印加せず、数十MΩの高抵抗あるいは数pFのキャパシタを介して印加する方法がある¹⁾。しかし、この方法は高周波になると効果が低減し、着火性放電の抑制効果は必ずしも高くない。

図49は、新しく開発した着火性放電の抑制機構で、その原理は同図に示されているように、高電圧回路を強制的に接地し、除電電極ならびに高電圧回路に蓄積されている電気エネルギーを大地に放出することによって、着火性放電を抑制しようとするものである。

実験によると、正常なコロナ放電から着火性放電に遷移する場合は、その前駆現象として高電圧回路の電

流がパルスのように上昇する。具体的には、既に報告したとおり数十μsの立ち上がり時間で、正常値の数千倍のパルス電流が流れ始める²⁾。また、この前駆現象に伴っては、パルス電流に同期して高電圧回路の電位(対地電界)も変化することが判明した。

一方、高電圧回路の強制接地は、基礎実験によって数種の方法を試みた結果、高速スイッチング用サイリスタ(FRANK BEHLKE-HTS80)による接地が有効であるとの見通しを得た。具体的には、高電圧回路の電圧が約10kV以下であると、百数十ns以内の時間でその回路は接地されることが判明した。

上記のような基礎実験の結果から、図49に示す電流検出には高速電界センサ(NEC-NMU14A)、強制接地には高速スイッチング用サイリスタを用いた強制接地機構を試作し、その動作特性を調べた。

表8は、電流の異常増加現象を検出してから強制接地までの作動時間について、典型的な条件のもとで調べた実験結果の一例である。この結果によると、作動時間は長くても300ns程度であり、現在はこの時間内でエネルギーが放出されると、着火が抑制できるかどうかについて実験から調べている。

表8 強制接地作動時間の一例

除電電極 印加電圧 (kV)	作 動 時 間 (ns)	
	抵抗結合 70MΩ	容量結合 7.3pF
5.0	50.0~54.0	166.5~195.5
7.0	52.5~66.0	180.0~220.0
8.0	60.0~74.5	200.0~236.0
9.0	60.5~85.0	236.0~260.0
10.0	66.6~95.5	250.0~310.0

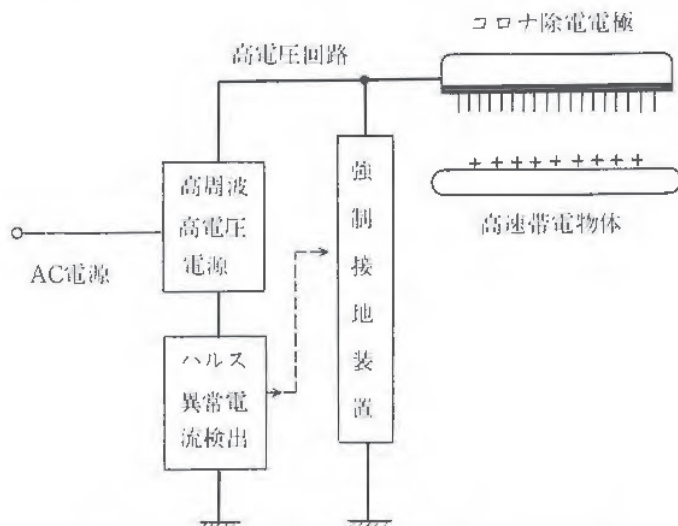


図49 強制接地による着火性放電の抑制

3. むすび

着火性放電の抑制効果についてはまだ実験中であるものの、既に得られた一部の実験結果等を参考にして考察すると、エチレン-空気混合気(6.5Vol.%)に対しては、開発した強制接地機構によって着火が抑制されそうである。また、この方法は高周波除電器のみならず他の高電圧機器から発生する着火性放電の抑制にも応用できる見通しであり、今後はこれについても研究する計画である。

参考文献

- 1) 田島, 児玉: 産業安全研究所年報, p.43(1989)

電磁ノイズの相互干渉と遮蔽特性

電気研究部 田島泰幸, 富田 一, 山隈繁蔵

1. 研究目的

近年産業用ロボットを始めとしたマイクロエレクトロニクス (ME) 機器の電磁ノイズに起因した誤作動と労働災害が問題となっている。ME 機器が使用される生産現場には高周波ウェルダ、アーク溶接機など種々の電磁ノイズ源が存在し、電磁ノイズの伝搬とともに相互干渉、壁面での反射、吸収などが発生している。

このように複数の電磁ノイズ源が存在する電磁環境での電磁ノイズの相互干渉特性等については十分に解明されていない。したがって、ここでは ME 機器の誤作動防止対策を進める上で基礎となる電磁ノイズ源が複数存在する場合の電磁ノイズ伝搬特性等について検討したので、その結果について報告する。

2. 研究内容および結果

2.1 解析

導電性材料の電磁ノイズ (電界成分) に対する遮蔽効果に関する基礎的知見を得るため、図50のように導電性材料側面に電磁ノイズ源が存在する場合のモデル解析を試みた。図51はその結果で、導電率および電磁ノイズの周波数が高いほど電磁ノイズ (電界成分) 遮蔽効果の高いことがわかる。

2.2 実験

電磁ノイズ源としてモニタテレビを用い、この電磁ノイズ (以下電磁ノイズという) の相互干渉および金属材料による遮蔽特性に関する基礎的実験を電波暗室内で行った。二つの電磁ノイズ源を高さ70cmの木製台に10cm離して設置し、二つの電磁ノイズ源の中心から35cm離してアンテナを設置した。図52はこのときの電磁ノイズの相互干渉性を調べたもので、電磁ノイズ波形は単独の電磁ノイズを重ね合わせたようなものとなり、単独の場合より電磁ノイズレベルは大きくなる。したがって、電磁ノイズ源が複数存在する場合には単独の場合に比べて ME 機器にとってより脅威となる。

図53には電磁ノイズ遮蔽材として銅板、鉄板を用いた場合の遮蔽効果を示す。銅板、鉄板とも遮蔽効果があるものの、この場合は銅板の方がより遮蔽効果が顕著であった。なお銅板、鉄板を電磁ノイズ源の側面に配置した反射による影響も実験したが、電磁ノイズ源の側面からの電磁ノイズのレベルが低いことも影響してか銅板等がない場合との差がみられなかった。

以上、電磁ノイズ源が複数存在し壁面での反射吸収が発生する場合の電磁ノイズ伝搬特性等の基礎的知見が得られたので、今後は実際の生産現場で問題となる電磁ノイズ源を自動的に探索する手法等の開発を進め

る計画である。

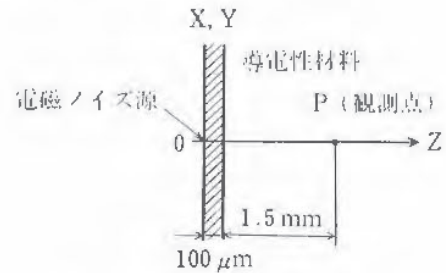


図50 遮蔽効果解析モデル

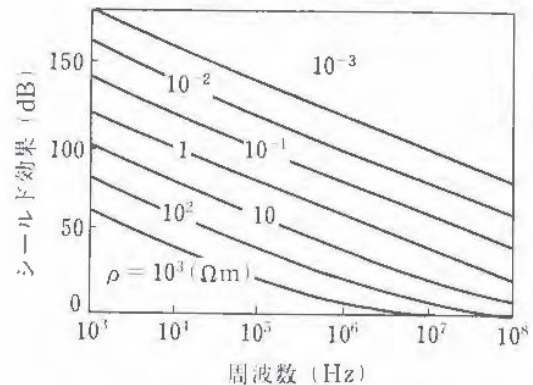


図51 周波数と電界遮蔽効果との関係

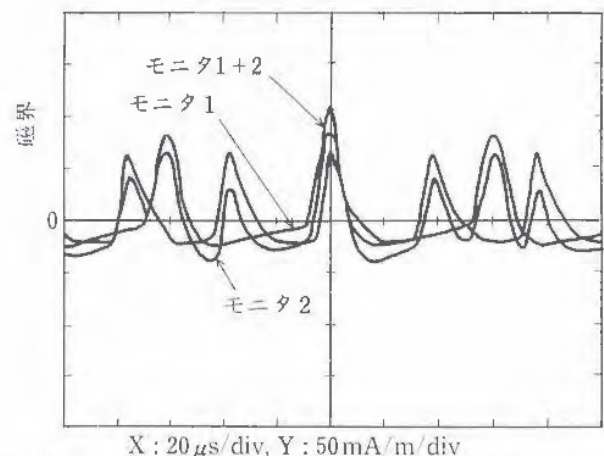


図52 電磁ノイズ源が二個存在する場合の電磁ノイズ波形

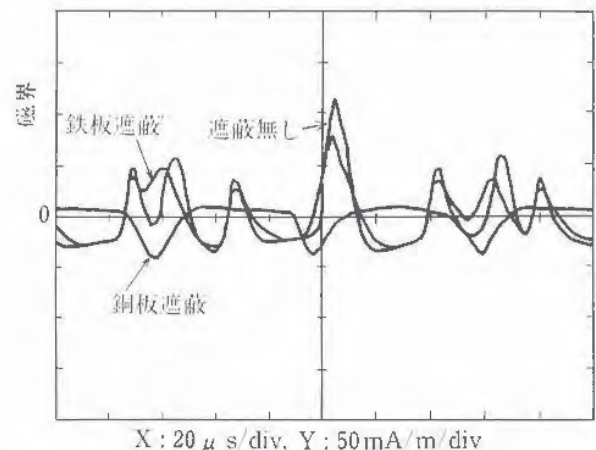


図53 金属材料による電磁ノイズ遮蔽効果

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

電気研究部 田島泰幸, 児玉勉, 山隈繁蔵

1. はじめに

生産工程で発生するオイルミストや粉塵などの微粒子は、大部分が粒径 $1\mu\text{m}$ 以下のサブミクロン粒子であり、電気集塵機等を利用して十分な除去効率を得られていない。そこで、①電界マトリックス電極を利用した帯電粒子の拡散防止、および②微粒子への両極性荷電による凝集および捕集効率の向上、という二つの新しい試みを行った。

2. 電界マトリックス電極による帯電微粒子の飛散防止のコンピュータシミュレーション

実験による電界マトリックス電極の帯電粒子抑制効果は既報の通りであるが、本年度は実験が困難な領域を含めてシミュレーションを実施し、その理論的な性能を明らかにした。本シミュレーションに使用したモデルを図54に示す。

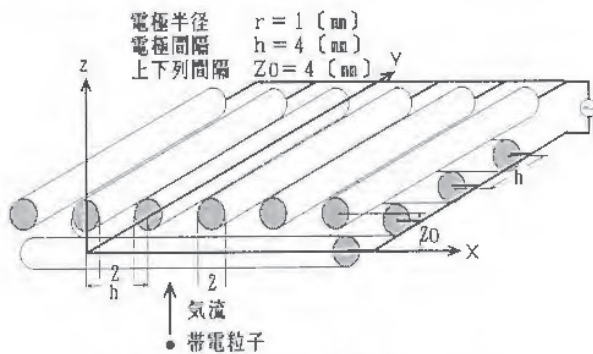


図54 マトリックス電極モデル

上昇気流に乗って帯電粒子が下方から上方に向けて移動するとき、マトリックス電極の電界によって捕捉(阻止)されるか、上方に抜けるかを風速、粒径、電源周波数を変えて試行した。その結果を図55に示す。

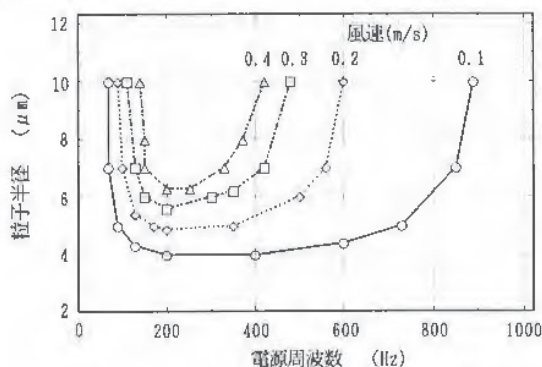


図55 マトリックス電極の阻止特性

この図で各曲線の上方が粒子を阻止できる領域、下方が阻止不能な領域である。本シミュレーション結果から、阻止特性に関し次のことが判明した。

①粒子の粒径が大きいほど風速(外乱)に影響されに

くくなる。

②阻止の効果が最適となる電源周波数が存在する(このモデルでは約200Hz)。

③一般的な環境条件(風速 0.1m/s 以上)では、サブミクロン粒子の捕集は困難である。したがって、何らかの手法で粒径増大を行う必要がある。

3. 両極荷電型ミスト凝集装置の試作と性能測定

本実験装置の概要を図56に示す。これは、ミストを二つの流れに分け、一方は正極性に他方は負極性に帯電させた後、混合部において再度合流させて、互いの静電気力(吸引力)により凝集・肥大させることを狙ったものである。混合部の出口には高電界を印加した電界凝集部を設置し、荷電粒子の除去と凝集効果の測定を行った。

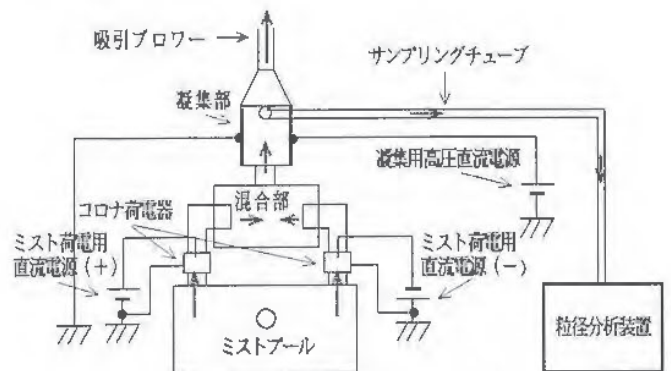


図56 両極荷電型ミスト凝集装置の概要

図57は電界凝集部に 2kV/cm および 3kV/cm の電界を印加した場合のミスト粒子の濃度変化を、電界がない場合を1として描いたものである。比較のために、正極性のみ荷電した場合の結果も示す。注目されるのは、粒径 $1\mu\text{m}$ 付近での濃度減少の鈍化である。これは、混合部において $1\mu\text{m}$ 未満の正および負極性粒子が凝集して電荷を失ったため、電界の作用を受けなくなったためと考えられる。このことから、両極性荷電を行い、混合することにより凝集・肥大の効果が得られることが判明した。

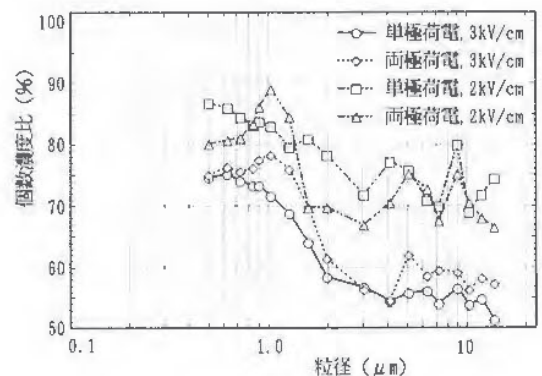


図57 ミストの凝集効果

2.3 研究成果の発表

1) 誌上発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
1. 大型構造用低炭素鋼の疲労き裂伝ば挙動に対する寸法および水環境の影響	産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-89	田 中 正 清
2. 有機質結合剤を用いた微細砥粒砥石の疲れ強さに関する研究	同 上	糸 川 莊 一
3. 繰返し衝撃騒音の評価法設定に関する研究	同 上	江 川 義 之 雄
4. 靴のすべり試験方法に関する研究 (第一報 測定の基本について)	同 上	江 永 田 久
5. 災害発生時間の分布に関する研究	同 上	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
6. 危険物の評価試験法と判定に関する研究	同 上	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
7. 可燃性液体の攪拌による静電気帯電の定量化と帯電防止	同 上	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
8. 静電気放電に伴う電磁ノイズの電子装置に及ぼす影響	同 上	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
9. 水中電撃によるけいれんのしきいと可随限界	同 上	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
高齢者向け ME 機器の開発・改善	産業安全研究所特別研究報告, RIIS-SRR-90	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
可燃性粉じんの爆発危険性評価技術	産業安全研究所技術安全資料, RIIS-SD-90-1	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
産業安全研究所における労働災害および産業安全情報検索システムの試行開発	産業安全研究所技術安全資料, RIIS-SD-90-2	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
安全靴技術指針	産業安全研究所技術指針, RIIS-TR-90	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
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2年度環境庁調査研究報告書	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
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	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄
橋脚コンクリート打設時における型枠支保工の荷重等実測調査報告書	首都高速道路公団工務部報告書	花 安 繁 郎 憲 之 弘 繁 勉 幸 幸 一 記 雄 一 旭 信 潔 之 夫 康 憲 幸 一 栄

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
工場内騒音環境下における警告信号音の設定法に関する研究	日本経営工学会誌 vol.41, No.1	江 川 義 之
安全のためのデータベース	安全, vol.41, No.5	鈴 木 芳 美
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の基本について	靴の医学 vol.3	永 田 久 雄
高齢者の転倒災害防止	労働新聞	永 田 久 雄
An Action-Chain Model for Design of Hazard-Control System for Robots.	IEEE Trans. on Reliability vol.39, No.2, 1990	Y. Sato et al.
粉粒体の帯電特性評価装置の試作	静電気学会誌 vol.14, No.4	田 畠 泰 幸 他 機 関 共 同
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	日本機械学会論文集(C編), vol.56, No.527	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
急加速刺激を加えた場合の立体姿勢の安定性に関する基礎的研究	日本人間工学 vol.26, No.4	永 田 久 雄
粉じん爆発	ペテロテック, vol.13, No.9	松 田 東 栄
電磁ノイズによる機械設備の誤作動とその安全対策	安全, vol.41, No.10	糸 川 莊 一
安全の原理	日本機械学会論文集(C編), vol.56, No.C-10	杉 本 旭 他 機 関 共 同
安全制御系における安全情報のエネルギー伝送	同 上	杉 本 旭 他 機 関 共 同
ホールド停止状態におけるロボット作業のための安全装置の開発	同 上	杉 本 旭 池 田 博 康 他 機 関 共 同
安全確認型作業システムの理論的考察	同 上	杉 本 旭 他 機 関 共 同
アジ化ナトリウムの熱安定性	工業火薬, vol.51, No. 3	藤 本 康 弘 安 藤 隆 之 森 崎 繁 二
発展途上国における労働安全衛生問題	産業医学ジャーナル vol.13, No.5	田 中 隆 二
産業安全今後の課題 (機械システムに求められる多相安全設計)	機械学会誌 vol.93, No.863	佐 藤 吉 信
自動機械における安全制御の基本的考え方	セフティエンジニアリング vol.17, No.3	糸 川 莊 一
粉じん爆発の危険性評価技術	粉体工学会誌, vol.27, No.1	松 田 東 栄 林 年 宏
The Construction of Safety Device of Rader Type Complementary Human Vision in Safety Prediction	Ergonomics, vol.33, No.6	N. Sugimoto and H. Ikeda
Investigation of A Thermal Runaway Reaction Involving A Nitration Process	J. Loss Prevention in The Process Industries vol.4	T. Kotoyori
ワイアロープの内部損傷と問題点	セフティエンジニアリング vol.17, No.4	田 中 正 清
Quantitative Fatigue Failure Analysis of Machine Parts by means of Fractography	Current Japanese Material Research Vol.6	Y. Kitsunai
交通危険学の研究	国際交通安全学会平成2年度 調査報告書	白 井 伸 之 介

2) 口頭発表

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
ガセット溶接継手止端部からの疲労き裂の発生および伝播挙動	機械学会	2.4.1	吉久悦二 橋内良雄 前田豊之
エンベローブ・パターンからみた警告音の種類に関する研究	日本経営工学会	5.19	江川義之
遠心模型実験における掘削シミュレーションシステムの開発	第25回土質工学研究発表会	6.13	豊沢康男 堀井宣幸
溶接部材および接合材の破損解析	第7回フラクトグラフィシンポジウム	6.21	橋内良雄 前田豊二 吉久悦二 佐藤吉信
システムの多相安全設計について—バッチ処理プラントを例として	安全工学シンポジウム	6.26	他機関共同
移動式クレーンのジブ、タワーの切損事例の分析	同 上	6.26	前田 豊
停止機構のフェールセーフ化に関する研究	同 上	6.26	杉本旭 他機関共同
労働災害の強度・規模特性に関する分析	同 上	6.26	花安繁郎 鈴安芳美 糸川莊一
機械系フェールセーフシステムの一考察	同 上	6.26	梅崎重夫 清水尚憲
溶接部材およびチップ接合材の損傷解析	同 上	6.26	橋内良雄 前田豊二 吉久悦二
ガセット溶接継手の疲労き裂発生及び伝播挙動	同 上	6.26	吉久悦二 橋内良雄 前田豊二
用途別警告音の設定法に関する研究	同 上	6.27	江川義之
ホールド停止状態におけるロボットの安全装置	同 上	6.27	池田博康 他機関共同
ファジイ制御による安全確保のためのコンプライアント空間	同 上	6.27	池田博康 杉本旭
ボイラー制御系のフェールセーフ化	同 上	6.27	杉本旭 他機関共同
正論理に基づくフェールセーフプレス機械制御	同 上	6.27	杉本旭 他機関共同
フェールセーフシステム	同 上	6.27	杉本旭
ヒューマン・ファクターを考慮した安全確認システム	同 上	6.27	深谷潔 杉本旭
監視・保全作業用移動機構における安全作業システムの開発	同 上	6.27	梅崎重夫 清水尚憲
有機絶縁材料の加圧下で発生する高電圧・小電流アークに対する耐性	同 上	6.27	本山建雄
パイプサポート式型枠支保工に生じる軸力の実測	同 上	6.27	小川勝教 木下鈞一 河尻義正 大 嶋 勝 利

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
橋梁工事において枠組式型枠支保工に作用する荷重等	同 上	6.27	河 尻 義 正 小 川 勝 教 他 機 関 共 同
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	同 上	6.27	大 嶋 勝 利 大 木 下 鈞 一 小 川 勝 教 河 尻 安 義 正 花 安 繁 郎
我国の労働災害統計資料整備の変遷と災害指標の国際推移について	第10回土木史研究発表会	6.29	
セーフティ・ダイナミックスの搭乗型移動機構の適用	D & D 機械力学講演会	7.13	梅 崎 重 夫 糸 川 重 一 糸 川 重 一 梅 崎 重 夫 佐 藤 重 吉
機械作業のフェールセーフ化に関する研究	同 上	7.13	
A-C モデルによるフェール・セーフとフォールド・トレランスの構成について	電子情報通信学会安全技術時限研究専門委員会	7.23	
日常生活におけるヒューマン・エラー発生要因について	同 上	7.23	白 井 伸之介
変動荷重を受けるガセット溶接継手の疲労強度評価	破壊と新技術シンポジウム	8.8	吉 久 悦 二 橋 内 良 雄 前 田 豊 深 谷 潔 梅 崎 重 夫 白 井 伸之介
危険に関する一考察—安全作業システムにおける危険の概念と制御	第16回システムシンポジウム	9.22	
日常生活におけるエラー研究(6)—忘れエラーの種類とその発生要因	第59回日本応用心理学会	9.27	
靴の安全性-靴すべり試験器の開発	日本靴医学会	9.29	永 田 久 雄 鈴 木 芳 美 花 安 繁 郎
トンネル工事における諸工程と発生労働災害の関連について	土木学会平成2年度全国大会	10.2	
災害発生頻度率の変動を考慮した労働災害発生数の分布について	同 上	10.2	
キリンジャッキを有する支保工の強度について	同 上	10.2	小 川 勝 教 河 尻 安 義 正 大 嶋 勝 利 杉 本 利 旭
フェールセーフ	第5回安全工学ワークショップ	10.2	
静電気によるオイルミストの飛散防止に関する一考察	静電気学会学術講演会	10.15	児 玉 勉 山 隈 繁 藏 田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
固液攪はん混合時の帯電要因	同 上	10.15	児 玉 勉 田 島 泰 幸 富 田 泰 一 田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
静電気防止材料の電気的特性と静電気遮蔽効果に関する一考察	同 上	10.15	
自己放電式除電器によるフィルム等の除電および放電特性	同 上	10.16	児 玉 勉 田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
抵抗・容量結合方式の針—針除電器のコロナ放電特性	同 上	10.16	田 島 泰 幸 他 機 関 共 同

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
コヒーラを使用した人体帯電チェッカー	同 上	10.16	田 島 泰 幸 他 機 関 共 同
ER 流体のメカニズムとサーボ系の構成	第38回レオロジー討論会	10.26	杉 本 旭
ヒューマン・エラーの心理学的研究 (招待講演)	第6回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム	10.26	白 井 伸之介
安全センサの監視空間に関する一考察	機械学会山梨地方講演会	10.27	梅 崎 重 夫 清 水 尚 憲 池 田 博 康
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	10.27	池 田 博 康 糸 川 莊 一
人間の姿勢保持能力にみる筋肉の粘弾性特性	第8回日本ロボット学会	11.1	杉 本 旭 深 谷 潔 池 田 博 康
人間の手のセンサ機能を実現するコンプライアンスの条件	同 上	11.1	他 機 関 共 同 池 田 博 康
コンプライアンス機能を持つロボットへのファジィ制御の適用	同 上	11.1	杉 本 旭 池 田 博 康
振動検知型安全マットの開発	同 上	11.1	他 機 関 共 同 杉 本 旭 清 水 尚 憲
接触による人間の危険認知能力とそれを補充する簡易型ホールド検知センサについて	同 上	11.1	梅 崎 重 夫 深 谷 潔
搭乗型移動ロボットの安全作業システムの開発	同 上	11.1	池 田 博 康 梅 崎 重 夫
安全センサの構成原理に関する一考察	同 上	11.1	糸 川 莊 一 梅 崎 重 夫
光線式人間検知センサの特性評価システム	同 上	11.1	杉 本 旭 梅 崎 重 夫
空気圧ロボットの ER 能力素子を用いた新しい制御方式について	同 上	11.1	池 田 博 康 他 機 関 共 同
溶接継手の腐食疲労き裂伝播挙動に及ぼす残留応力の影響	第20回疲労シンポジウム	11.16	杉 本 旭 池 田 博 康 他 機 関 共 同
X 線および穿孔法による溶接板の残留応力測定	機械学会講演会	11.28	橋 内 良 雄 田 中 正 清 吉 前 久 悦 二
天井クレーンの経年損傷と疲労強度評価	日中クレーンシンポジウム	12.5	吉 橋 久 悦 二 橋 内 良 雄 前 田 久 悦 二
衝撃波管を用いた金属粉の発火危険性評価	安全工学研究発表会	12.6	他 機 関 共 同 松 井 英 憲

題 目	発 表 会 名	年 月 日	発 表 者
ベンゼン単環誘導体のDSC測定結果とその化学構造との相関	同 上	12. 6	藤 本 康 弘 安 藤 隆 之 板 垣 晴 彦 森 崎 繁 崇
液体化学物質の限界発火温度を算出する試み	同 上	12. 6	琴 寄 崇
大型装置による粉じん爆発危険特性値の測定	同 上	12. 6	松 田 東 栄 林 年 宏
ケイ素の粉じん爆発特性	同 上	12. 6	松 田 東 栄
可燃性ガス-粉体混合物の爆発特性(その1: 水素-コンスターチ粉の場合)	同 上	12. 6	林 年 宏 松 田 東 栄 松 井 英 憲
潜在危険の集合論的表示とフェールセーフシステムの定義および構成条件	同 上	12. 6	佐 藤 吉 信 他 機 関 共 同
最近のトンネル工事における労働災害の障害程度の傾向に関する一考察	同 上	12. 6	鈴 木 芳 美 花 安 繁 郎
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性に関する一考察	同 上	12. 6	本 山 建 雄 山 野 英 記
建設工事労働災害の統計分析と安全性評価	リスクアナリシス研究会	12. 8	花 安 繁 郎
無人搬送車の安全対策ガイドラインについて	安全技術時限研究専門委員会	12.19	糸 川 莊 一
産業機械における電磁ノイズ問題	電気学会計測研究会	3. 2. 28	糸 川 莊 一 杉 本 旭
光線式人間検知センサの特性評価システム	機械学会関西支部第66回定時総会	3. 19	池 田 博 康 他 機 関 共 同
アドバンスド・セーフティ・ビークルの基本設計	電子情報通信学会	3. 25	佐 藤 吉 信

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
On the Quantification of Consecutive Failure Logic	International Symposium on Reliability and Maintainability, Tokyo JAPAN	June 5	Y. Sato et al.
On the Quantitative Safety Assessment Using Tas Method	ditto	June 21	Y. Sato et al.
Structuring Hazard-Control Ststems for Aunonomous Mobile Robots	Japan-U.S.A Symposium on Flexible Automation, Kyoto, Japan	July 09	Y. Sato et al.
Fatigue Crack Growth Behavior of HT80 Steel Weldments under Variable-Amplitude Loading	The 4th International Conference on Fatigue and Fatigue Threshold, Honolulu, Hawaii U.S.A	July 18	Y. Kitsunai and E. Yoshihisa
Accident Prevention Study for Indicating the Risk for Falling Accidents	The 3rd International Symposium on Human Factors in Organizational Design and Management, Kyoto JAPAN	July 18	H. Nagata

発表等の題目	会議・研究集会等の名称	期日	氏名
Human Errors in Everyday Life -Study on Key Lock-in Trouble-	22nd International Congress of Applied Psychology, Kyoto JAPAN	July 26	S. Usui
Principle of Safety	2nd International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing and Hybrid Automation, Honolulu, Hawaii U.S.A	August 10	S. Kumekawa, N. Sugimoto et al.
Consideration of Noise-Induced Errors	ditto	ditto	N. Sugimoto et al.
Experimental Study on a Runaway Incident of Nitration Process	10th International Congress on Chemical Engineering, Chemical Equipment Design and Automation, Orlava, Czechoslovakia	August 30	T. Kotoyori
Present Accident Situation and Countermeasures in Construction Industry in Japan	Asian and Pacific Technical Workshop on Safety and Health in the Construction Industry, Bombay, India	September 28	S. Hanayasu
Research Needs and Activities in the Field of Protection of Man in The Working Environment	Symposium on Protection of Men in The Working Environment, Warsaw, Poland	October 10	R. Tanaka and Y. Sato
An "AC", Action-Control Model for the Design of Hazard-Control Systems	International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, Beverly Hills, U.S.A.	February 7, 1991	Y. Sato et al.
Stiffness and Damping of Sands in Torsion Shear	2nd International Conference on Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, U.S.A	March 11, 1991	N. Horii et al.

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1567376号	電気信号—電気圧変換装置	杉本 旭
特許登録	特許第1567377号	電気—空気圧変換装置	杉本 旭
特許登録	特許第1572715号	滑り試験機	水田 久雄
特許登録	特許第1599226号	空気式回転装置の回転数制御装置	糸川 莊一 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。その他、毎年1回安全技術に関する講演会を開催し、研究成果、安全技術の情報提供を行っており、平成2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階講堂において次の講演題目により実施した。

- | | | |
|---------------------------------|---------------|-------|
| (1) 高齢者の心身特性と安全対策 | 機械研究部主任研究官 | 江川 義之 |
| (2) 高齢者の転倒災害防止について | 土木・建築研究部主任研究官 | 永田 久雄 |
| (3) ガス溶液・切断作業用乾式安全器指針の改訂とガス爆発災害 | 化学研究部主任研究官 | 松井 英憲 |
| (4) 自己反応性物質のDSC試験データの評価と測定上の問題点 | 化学研究部研究員 | 安藤 隆之 |
| (5) 特殊防爆型静電気除電器の安全性と除電特性 | 電気研究部研究部長 | 田島 泰幸 |

2) 特別展と講演会

産業安全研究所においてはFA、CIM等の新しい生産技術の導入に伴って発生しているマイクロエレクトロニクス機器の電磁ノイズによる誤動作、ならびにこれらの誤動作が原因となって発生している労働災害を防止するため、最近の電磁ノイズに関する防止技術を展示した特別展を平成3年1月22日～2月4日まで開催するとともに、この開催期間中である1月24日に「電磁ノイズと安全」というテーマで次の講演会を実施した。

- | | | |
|--------------------------------|---------------------|-------|
| (1) メカトロニクスの安全性とノイズ | 東京農工大学工学部 教授 | 仁田 周一 |
| (2) 電磁ノイズ耐性試験法とその動向 | (株) トーキン EMC 事業部 部長 | 佐藤 由郎 |
| (3) 静電気放電による災害の事例と電磁ノイズ耐性向上技術 | 産業安全研究所電気研究部 研究員 | 富田 一 |
| (4) 機械設備における電磁ノイズによる誤作動とその安全対策 | 産業安全研究所機械研究部 主任研究官 | 糸川 荘一 |

3) 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2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4回の委員会を開催した。

- | | | |
|-----|-------|--------------------------|
| 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 |

4) 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2年11月20日：「ボイラ・圧力容器の余寿命の評価について」

(社)日本ボイラー協会 副会長 野原 石松

(2) 平成2年12月20日：「リスク解析の方法とその可能性」

ヒューストン大学化学工学科 教授 E. J. ヘンリー

(3) 平成3年1月21日：「安全論における2, 3の問題」

東京大学工学部化学工学科 教授 平野 敏右

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	過酸化ベンゾイル爆発事故特別災害調査	2.5.28	森崎 繁 琴寄 隆 安藤 豊 前田 清 田中 正
足立労働基準監督署	エレベーターの積載荷重と強度に関する調査	10.11	
滋賀労働基準局	35トン・クローラクレーン起状用ワイアロープの破断調査	10.22	田中 正
千葉労働基準局	ゴンドラワイア切断事故の原因調査及び対策についての検討	11.2	橋内 良雄 田中 正清
新宿労働基準監督署	踏み抜きガラスの耐圧荷重強度についての鑑定	11.19	田中 正清
労働省	仙台市清掃工場の爆発災害調査	11.21 ~11.22	藤本 康弘
山形労働基準監督署	クロム粉じん爆発事故に伴う粉じん特性の測定	12.28	松田 東栄
労働省	仙台市環境事業局今泉工場における爆発災害原因調査	3.1.8 ~1.9	森崎 繁 松井 英 板垣 晴 堀井 宣彦
福島労働基準監督署	掘削工事法面の土砂崩壊事故に関する土砂の粒度分布等の鑑定	2.4	
半田労働基準監督署	コーングルテンフィールドの爆発特性測定	3.2	松田 東栄
労働省	新交通システム建設工事における重大災害実地調査	3.14 ~3.16	木下 鈞一 河尻 義正
池袋労働基準監督署	第一化成工業(株)の爆発に係わる過酸化ベンゾイルに関する鑑定	3.22	森崎 繁

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	労働災害防止緊急対策本部部員	田中 隆二
	産業安全研究所移転検討委員会委員	田中 隆二
	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 莊一
	同上	杉本 旭

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
科 学 技 術 庁 環 境 庁 建 設 省 人 事 院 通 商 産 業 省 横 浜 地 方 海 難 審 判 庁 東 京 都	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
	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	田 中 隆 二
	労働安全衛生コンサルタント試験専門委員会委員	研 究 員 9 名
	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
	UJNR 防火専門部会国内部会委員	琴 寄 崇
	安全専門委員会委員	田 中 正 清
	労働基準監督官採用試験試験専門委員	児 玉 勉
	日本工業標準調査会委員	糸 川 荘 一
	同 上 専門委員	深 谷 久 二
同 上	吉 久 悦 幸	
同 上 臨時委員	田 島 泰 幸	
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	
技術パイオニア養成先端技術研修部会委員	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 東 京 労 働 基 準 局	産業用ロボットの信頼性	2.5.24	杉 本 旭
	自動化と安全	9.12	糸 川 荘 一
	同 上	9.12	杉 本 旭
	爆発・火災の防止対策	9.13	琴 寄 崇
	電気災害の防止対策	9.14	児 玉 勉
東京労働基準局	クレーン用ワイアロープの破損事例と検査上の留意点	9.26	田 中 正 清
労働研修所	仮設建造物の強度計算	11.15	小 川 勝 教
宮城労働基準局	安全確認型システムについて	12.1	糸 川 荘 一

4) その他

行政機関等名称	協 力 事 項	年 月 日
労 働 省	塚原労働大臣、加藤政務次官が清瀬実験場に来訪され、田中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。なお、当日は野崎労働基準局長、梅井安全課長が同行された。	2.6.27

学会・協会等名称	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 中央労働災害防止協会 砥粒加工学会 土木学会 日本压力容器研究会議 日 本 化 学 会 日 本 火 災 学 会	理事 同 上 評議員 学術講演会実行委員 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 研究専門委員会委員 液体帯電現象研究委員会幹事 帯電液滴応用技術研究委員会幹事 参与 災害科学研究会化学部会委員 顧問 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 進歩賞特別委員会委員 誘導調査特別委員会特別参加 安全技術時限研究専門委員会委員 平成2年度安全衛生考案応募作品審査委員会委員 高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 静電塗装作業における安全対策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 「安全」編集委員会委員 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 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 学術委員会委員	田 中 隆 二 田 晶 泰 幸 児 玉 泰 勉 田 晶 泰 幸 児 玉 玉 勉 児 玉 玉 勉 田 晶 泰 幸 田 晶 泰 幸 児 玉 玉 勉 児 玉 玉 勉 田 晶 泰 幸 森 崎 隆 二 田 中 泰 幸 田 晶 泰 幸 田 市 川 健 二 市 川 健 二 市 川 健 二 山 野 英 記 市 川 健 二 山 野 英 記 佐 藤 吉 信 橋 内 良 雄 江 川 義 一 川 義 一 吉 久 悦 二 森 崎 年 繁 林 井 英 宏 松 井 英 憲 田 晶 泰 幸 田 晶 泰 幸 森 崎 繁 一 森 川 莊 一 森 川 安 一郎 花 安 繁 郎 花 安 繁 郎 花 安 繁 郎 前 安 田 豊 森 崎 寄 崇 琴 寄 崇

学会・協会等名称	協 力 事 項	氏 名
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 電設工業展製品コンクール審査委員会委員	田 中 隆 二 田 畠 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 同 上 委員	橋 内 良 雄 前 田 豊
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小委員会委員	花 安 繁 郎 花 安 繁 郎 花 安 繁 郎
日本人間工学会	評議員 関東支部委員 ISO-TC 159国内委員会委員	江 川 義 之 江 川 義 之 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	粉塵爆発試験法委員会委員	松 田 東 栄
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 国際標準化機構国内委員会委員	田 畠 泰 幸 永 田 久 雄
日本ボイラー協会	自動制御委員会主査	田 畠 久 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 畠 泰 幸 市 川 健 二
日本ロボット学会	評議員	糸 川 莊 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

協力先機関名	協 力 事 項	年 月 日	氏 名
静 電 気 学 会	LP ガス噴出による静電気帯電と着火実験	2 . 8 . 15 ~18	児 玉 勉
日本ダイカスト協会	安全ダイカストマシンの審査	3 . 3 . 11	池 田 博 康

3) 外部機関主催講演会等協力

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
鋼橋仮設工事におけるセー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 . 4 . 12	花 安 繁 郎
産業用ロボットに関する知識	中央労働災害防止協会	5 . 7 11 . 2 3 . 2 . 25	杉 本 旭
安全靴の防滑性能評価の基本と滑りの研究の国際的な動向について	日本はきもの研究会	5 . 10	永 田 久 雄
無人搬送車の安全対策	日本産業車両協会	5 . 2	糸 川 莊 一
型枠支保工の倒壊災害と安全対策について	プレストレスト・コンクリート建設業協会	5 . 25	木 下 鈞 一
墜落事故について	総合安全工業研究所	6 . 8	永 田 久 雄

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
設備・機械の安全化	中央労働災害防止協会	6.13 8.23	桑 川 莊 一
可燃性ガス及び酸素に関する知識	東京労働基準協会連合会	3.2.19 6.18	松 井 英 憲
仮設構造物に関する知識	仮設工業会	3.2.4 6.19他	小 川 勝 教 河 尻 義 正
乾燥作業の管理に関する知識	東京労働基準協会連合会	7.3他 6.20	林 年 宏
可燃性ガスの爆発と防止対策	同 上	12.18	
引火の液体の爆発と防止対策	同 上	6.20	琴 寄 崇
粉じん爆発、その他固体可燃物の燃焼と防止対策	同 上	12.18 6.20	松 田 東 栄
自動機械の本質安全化設計	中央労働災害防止協会	12.18 6.20	桑 川 莊 一
フェールセーフ技術のための基礎知識	同 上	11.20 3.1.9 6.20	杉 本 旭
フェールセーフモデルの製作実習	同 上	11.20 3.1.10 6.21	桑 川 莊 一 杉 本 旭
電磁ノイズの障害と対策	日本短波放送	11.21 3.1.11	梅 崎 重 夫 池 田 博 康
安全管理の実務「安全管理体制のあり方」	中国地方生産性本部		清 水 尚 憲
電磁ノイズによる機械設備の誤動作とその安全対策	機械電子検査検定協会	6.25 6.28	桑 川 莊 一 桑 川 莊 一
最新の安全技術	中央労働災害防止協会	7.3 7.13	桑 川 莊 一 深 谷 潔
国際標準化機構専門家会議参加報告	日本保安用品協会	10.26 7.17	永 田 久 雄
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	7.17	市 川 健 二
墜落災害の防止	同 上	3.1.29 7.18	河 尻 義 正
爆発・火災の科学と安全管理	同 上	3.1.30 7.31	森 崎 繁 郎
推進工事セフティアセシメント(SA)の考え方	建設業労働災害防止協会	8.8	花 安 繁 郎
爆発の子防と防護の実際	愛知労働基準協会	8.25	林 年 宏
動力プレス機械の安全あれこれ	KSDプレス検査業者災害防止協会	8.29	桑 川 莊 一
静電気災害・障害の防止対策	中央労働災害防止協会		
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	8.30 8.31	田 畠 泰 幸 児 玉 勉
プレス安全装置の構造基準と使用基準	同 上	9.4	桑 川 莊 一
圧気工事のセフティアセシメント	建設業労働災害防止協会	9.5	鈴 木 芳 美
機械設備の安全技術—技術革新の進歩にともなう安全対策のあり方	産業安全技術協会	9.11	桑 川 莊 一
酸素・窒素の事故と教訓	神奈川県高圧ガス協会	9.13	松 井 英 憲

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
プレス用ロボットの安全性	中央労働災害防止協会	9.14	桑 川 莊 一
反応性物質の危険性評価	工業火薬協会	9.17	安 藤 隆 之
安全確認型技術入門実習	中央労働災害防止協会	9.20	杉 本 旭
アジアの発展途上国における安全衛生とわが国の寄与	同 上	9.21	池 田 博 康
感電および漏電災害の事例と防止対策	四国地区電力需要者協会	9.26	田 中 隆 二
電磁ノイズに起因する災障害と防止対策ならびに測定技術	同 上	9.26	本 山 建 雄
可燃性粉じんの爆発と火災	安全工学協会	9.26	富 田 一
電気災害の分析と安全対策	東京電気管理技術者協会	9.29	松 田 東 栄
フェールセーフ教材予測評価装置及びメカ	高齢者雇用開発協会	10.3	市 川 健 二
ウィンドウスイッチについての機材解説			清 水 尚 憲
爆轟反応の利用技術（有機物の効果的分解）	神奈川県工業試験所	10.9	松 井 英 憲
機械構造物の破損	法科学研修所	10.16	橋 内 良 雄
帰国専門家の経験から	JICA	10.25	田 中 隆 二
足場の組立て等の安全施工と保守管理（強度計算法について）	建設業労働災害防止協会	10.24	木 下 鈞 一
		11.16	
		11.28	
		12.7	
		12.12	
		12.19	
同上（組立等の基本的事項と留意事項、組立等の保守管理）	同 上	11.9	小 川 勝 教
		11.16	
		11.28	
		12.12	
電気設備による着火と対策	安全工学協会	11.14	田 中 隆 二
静電気による着火と対策	同 上	11.14	田 畠 泰 幸
振動障害に関する文献調査から	鉱業労働災害防止協会	11.19	前 田 豊
		11.20	
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	11.26	杉 本 旭
		3.2.13	
無人化装置システムにおける安全制御の考え方と安全確認型対策の適用	同 上	11.26	桑 川 莊 一
電気災害の防止	中央労働災害防止協会	11.27	山 野 英 記
静電気災障害防止の概要	産業安全技術協会	12.26	田 中 隆 二
		12.13	
静電気災障害防止に関する技術の基礎	同 上	12.6	児 玉 勉
		12.13	
静電気災障害の動向と防止対策の基礎	同 上	12.7	田 畠 泰 幸
		12.14	
電磁ノイズによる機械設備の誤動作とその安全対策	機械電子検査検定協会	12.7	桑 川 莊 一
足場の組立・解体の知識	建設業労働災害防止協会	3.1.24	小 川 勝 教
仮設構造物に関する知識	建設業労働災害防止協会 北海道支部	1.29	小 川 勝 教
型枠及び型枠支保工の組立・解体の知識	建設業労働災害防止協会	2.7	河 尻 義 正

題 目	主 催 者 名	年 月 日	氏 名
センサー・アラームの問題点とその対策	中央労働災害防止協会	2.9	籾 川 莊 一 梅 崎 重 夫 池 田 博 康
機械装置の安全	神奈川県工業試験所	2.14 2.18	籾 川 莊 一
自動機の安全管理（ノイズ対策）	安全工学協会	2.15	籾 川 莊 一
フェールセーフの考え方とその実現について	九州電気協会	3.4	杉 本 旭
自動化技術・FA等新技術産業における静電気災害の現状と課題	日本経済新聞社	3.5	田 島 泰 幸
エンベロープパターンから見た警告音の種類の研究	日本経営工学会中部支部	3.6	江 川 義 之
電磁ノイズと安全対策	日本生産技術振興会	3.6	籾 川 莊 一
可燃性ガスの危険性とLPGの災害について	神奈川県高圧ガス協会	3.15	松 井 英 憲
最近の爆発・火災災害事例と危険性評価	産業安全技術協会	3.19 3.27	森 崎 繁
危険物の危険性試験法とその問題点	同 上	3.19 3.27	松 井 英 憲
ガス爆発災害の防止	同 上	3.20 3.28	林 年 宏
可燃性粉じんの爆発危険性防止技術	同 上	3.20 3.28	松 田 東 栄

4) 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
クレーンの経年損傷による倒壊防止	日本鋼管株式会社中央研究所主 席研究員	川 原 正 言
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
Strength and Deformation Characteristics of Sand	University College London, U.K., Professor	October 3~17, 1990	J. R. f. Arthur
Study of System Safety Technology for Automated Machinery and Plants	University of Houston, U.S. A., Proessor	December 14~27, 1990	Ernest J. Hen- ley
The Development of Detonation Control Techniques	Explosion and Safety Lahora- tories of Korea Research Institute of Ships and Ocean, Researcher	March 2~26, 1991	H a n - S e o k Kim

5) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
1種研修	労働研修所	労働行政の課題への取組	2.6.13 ～7.11	玉手 聡
国内留学	東京工業大学	遠心模型実験による土砂崩壊発生機構の解明	4.5～ 3.3.31	豊沢 康男
JICA	国際協力総合研修所	専門家派遣前集合研修	7.2 ～8.3	市川 健二
海外留学	ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジ (英国)	砂の変形と強度特性に関する研究	10.21 ～12.27	堀井 宣幸
計算機プログラム	科学技術庁	電子計算機プログラム研修	3.1.17 ～24	山隈 繁蔵
行政研修	人事院公務員研修所	研究職室長級行政研修	1.21 ～2.2	堀井 宣幸

6) 共同研究

研究テーマ	機関等の名称	期間	担当者
衝撃騒音波形からみた油圧式ブレーカの騒音低減	マツダアステック (株)	2.8.1～ 4.3.31	江川 義之

7) 外部機関の研修員の受託

区 分	受託件数	人員数
大学関係研修生	3	6
大学関係を除く機関の研修生	5	9

8) 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、OSIICの安全管理部門安全研究課長 Mr. Cesor M. Dumayag 氏が研修のために来所され、主として建設安全について研修	2.5.1 ～8.3
中央労働災害防止協会	洋上研修（グアム、サイパン）の講師として、糸川 一主任研究官が参加フェル・セーフの理論と実際について講義	5.9～19
日本クレーン協会	フィンランドで開催されたISO国際会議への参加と関連規格調査のために、機械研究部前田豊主任研究官がフィンランド・スウェーデンに出張	5.22～6.5
韓国労働省	産業安全課長チヨ・ジュンヘン氏以下2名が安全行政研修のために来所され、田中所長、糸川課長が技術館を案内	6.11
韓国産業安全公団	前労働部基準局長 Mr. P. Pil-Soo 氏以下4名が研修のために当所の清瀬実験場に来所され、森崎部長が各実験室、施設を説明	6.22
日本保安用品協会	フィンランドで開催された安全靴のすべり試験法に関する国際標準化機構専門家会議へ参加のために、土木建築研究部永田久雄主任研究官が出張	6.10～19

機関等の名称	協力事項等	期 日
JICA	フィリピン、OSHCの広報部門の部長 Mr. Marvel G. Ruiz 氏が研修のために来所され、糸川課長が技術館を案内	9.28
JICA	電気安全専門家として電気設備、防爆電気、感電防止、静電気の安全技術について指導するため、市川健二主任研究官がフィリピン労働安全衛生センターに出張	10.10～12.6
ILO	技術協力の一環としてパキスタンの労働・労働力・海外雇用省労働行政訓練所調査・企画部長 Mr. Menghr aj Bhatia 氏が研修のために来所され、田中所長、糸川課長が技術館を案内	10.12
韓国産業安全保健研究院	防爆電気機器の試験設備、性能試験の件で金院長他2名が来所され、田中所長が指導、清瀬実験場を案内	10.23
ILO	国立安全衛生センタ設立等に係わる研修のため、中華人民共和国より Ms. Su Yiyong 団長以下4名が来所され、田中所長、糸川課長が技術館を案内、森崎部長が清瀬実験施設を案内	10.31～11.1
韓国機械研究所付設海技術研究所	日韓共同研究に係る研究成果の中間報告と討議のために林 年宏主任研究官が韓国、忠南太田市に出張	11.01～9
韓国機械研究所付設海技術研究所	水素の爆発災害防爆に関する技術指導の要請を受け、松井英憲主任研究官が韓国、忠南太田市に出張	11.1～7
JICA	労働安全行政セミナーにおいて、永田主任研究官が「Ergonomic Approach to Prevent Falling Accidents at Work」について講演、また江川主任研究官が「The Design of Auditory Danger Signals under Ambient Noise in Working Environment」について講演	11.7
韓国生産技術研究院	防爆電気機器の性能試験方法、試験設備の研修のため李 種明氏が来所され、田中所長が指導、清瀬実験場を視察	11.16
日本たい圧機械工業会	欧州におけるたい圧機械の技術調査のため池田博康研究官がイタリア、オランダ、ベルギを訪問	11.17～12.7
中国華東工学院	反応性化学物質の安全評価に関する調査、研究のため邱鳳昌教授以下4名が来所され、森崎部長が指導、化学安全実験棟を案内	11.27
サザンプトン大学	日英共同研究に係る研究課題の分担、計画等に関する打ち合せと実験のために、田島泰幸電気研究部長がサザンプトンに出張	3.1.7～31
中国労働部	産業安全に関する研究組織等の調査のため労働部計画司仁卿他4名が清瀬実験場に来所され、田中所長、森崎部長が説明、実験設備を案内	1.23
台湾東亜科学技術協力協会	団長以下9名の視察団が工業災害防止ならびに環境保全技術に対する研修、見学のため清瀬実験場に来所され、森崎部長が指導	2.1
JICA	個別専門家派遣依頼により、化学物質安全対策セミナーの講師として琴寄崇主任研究官がタイに出張	2.15～25

機関等の名称	協力事項等	期 日
ILO	アジア・太平洋地域における労働行政官の研修として、Mr. A. F. M. Jamaluddik 氏以下3名が清瀬実験場に来所され、森崎部長が研究活動、実験施設を説明	3.6

9) 依頼試験および検定

平成2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21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	336m ²	2階	573m ²	特別展示場	2階	249m ²
見学指導室	3階	117m ²	安全技術情報コーナー	2階	84m ²		

常設展示場1階では「労働災害の変遷」を科学技術の発展を対比させてイラスト・写真を中心に上げ、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、雑誌などを収集し自由に利用することができる。

平成2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2年6月1日～7月7日 全国安全週間特別展

9月1日～10月6日 全国労働衛生週間特別展

平成3年1月22日～2月4日 「電磁ノイズと安全」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(196件)および団体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、清瀬実験所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 267日(平成2年4月2日～平成3年3月30日) 34,369名うち団体130組2,567名

6) 国外来館者および主な来館団体

(1) 国外来館者

平成2年	4月23日	タイ・サイアム・セメント	グループ16名
	5月11日	台湾国立交通大学教授	2名
	6月4日	アセアン諸国	14名
	6月11日	韓国労働安全衛生監督官	3名
	6月18日	韓国大宇自動車	7名
	6月20日	韓国研修員	6名
	7月17日	韓国産業技術移転研究所	15名

	9月28日	フィリピン OSHC 研修 (Ms. Marvel G Ruiz)	1名
	10月12日	パキスタン (Mr. Menghraj BHATIA)	1名
	10月16日	安全衛生行政セミナー研修員	25名
	10月20日	タイ国設備保全技術実施研修団	25名
	11月6日	イスラエル (Mr. Shlomo Amir)	1名
	11月18日	ホンダ技研 (米国)	6名
平成3年	1月17日	海外技術者研修協会	19名
	3月8日	タイ「生産性向上技術実施研修団」	19名

(2) 主な国内来館団体

(教育研究機関)

神奈川工高, 東京医学技術専門学校, 神奈川県立向の岡工高, 江戸川高等職業技術専門学校, 荏原高等職業技術専門学校, 王子高等職業技術専門学校, 品川高等職業技術専門学校, 太田高等職業技術専門学校, 足立高等職業技術専門学校, 安全管理講座受講者(教育センター), 北中学校, 玉川大学文学部芸術学科, 順天堂大学, 東京電子専門学校, 昭和大学, 海上自衛隊第2術科学校, 東工大付属工高, 東京電機大学高校

(その他)

(株)重松製作所, 三晃印刷(株), 東京電気工務所, 中央労働災害防止協会, 太平化学(株), 日立プラント建設(株), (株)シモン, 東洋熱工業(株), 警察学校, 富士電機総設(株), (株)谷沢製作所, 戸田建設(株), 東武電設工業(株), 日本汽設, コーラル(株), 東京電力(株), JR 鶴見電力区, 営団地下鉄, 東日本大宮工場, 東京電設サービス(株), トーセツ(株), 障害者職能開発センター, JR 品川電力区, 新幹線エンジニアリング, 八王子市清掃部, (株)朝日工業所, ナショナル通信工事, 東京新聞社, 東芝横浜事業所, 東京電力(株)相模原, (株)団地サービス, サッポロビール, JR 東日本(東電工), JR 東海(東京保線所), 東京都交通局(大島通信区), 世田谷区職員, (株)沖ビジネス, 安全管理士研修員, 日本労働組合総連合, 八王子市役所, (株)ブリジストン

4.2 大阪産業技術館の活動

大阪産業技術館の設立目的は東京の技術館に準じるもので, 平成2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(30件)を行った。

3) 安全衛生映画会

安全映画会を6月に1回, 労働衛生教育映画会を9月に1回行った。

4) 来館者数

開館日数269日間 来館者 3143名, うち団体10組 68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。

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。

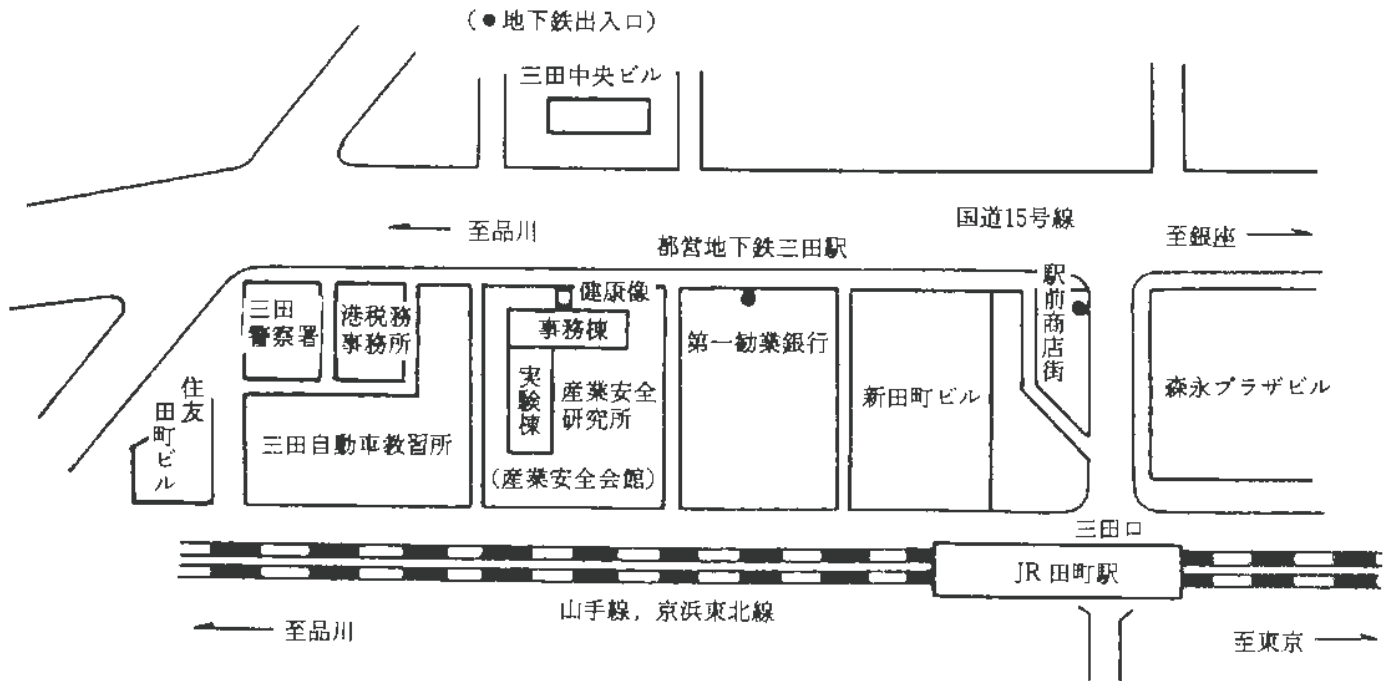
平成3年3月31日 田中所長退官。

平成3年4月1日 土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) 3453-8441 (代表)
 ファックス 東京 (03) 3452-6565
 郵便番号 108

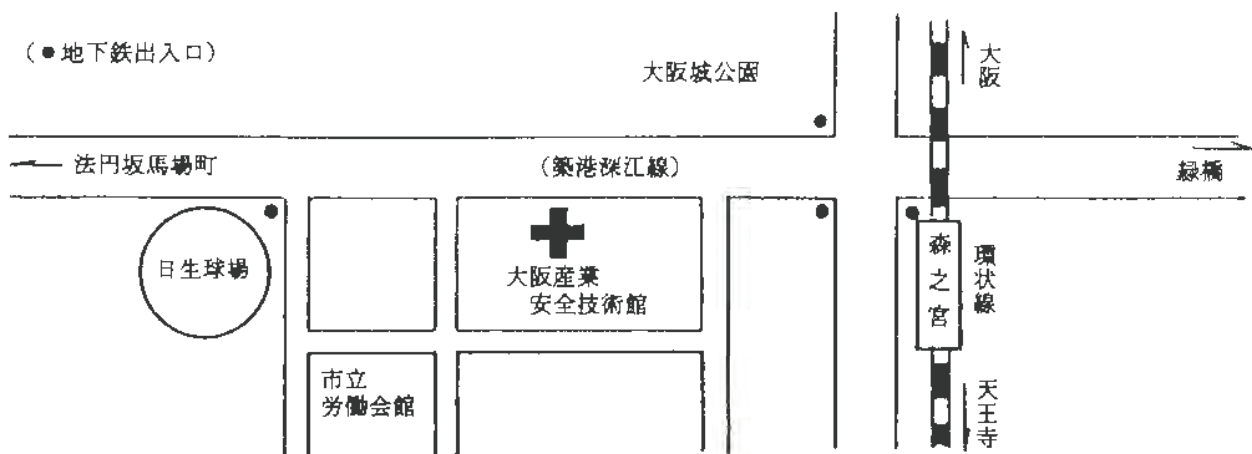


JR 田町駅から 徒歩 5分

都営地下鉄浅草線及び三田線三田駅から 徒歩 1分

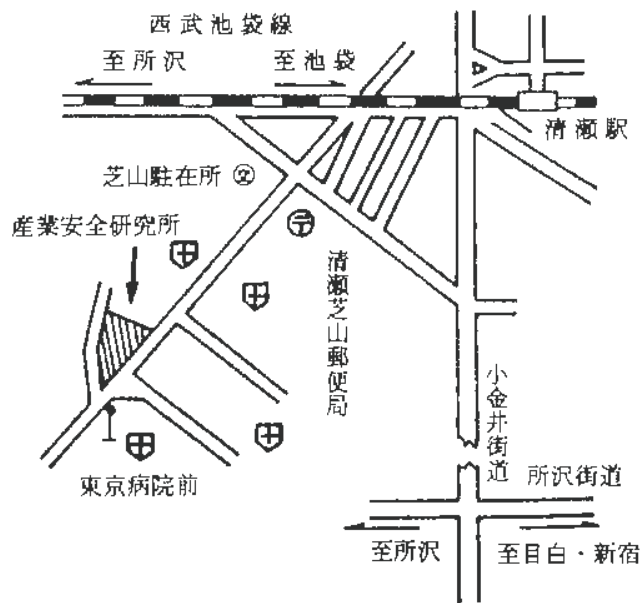
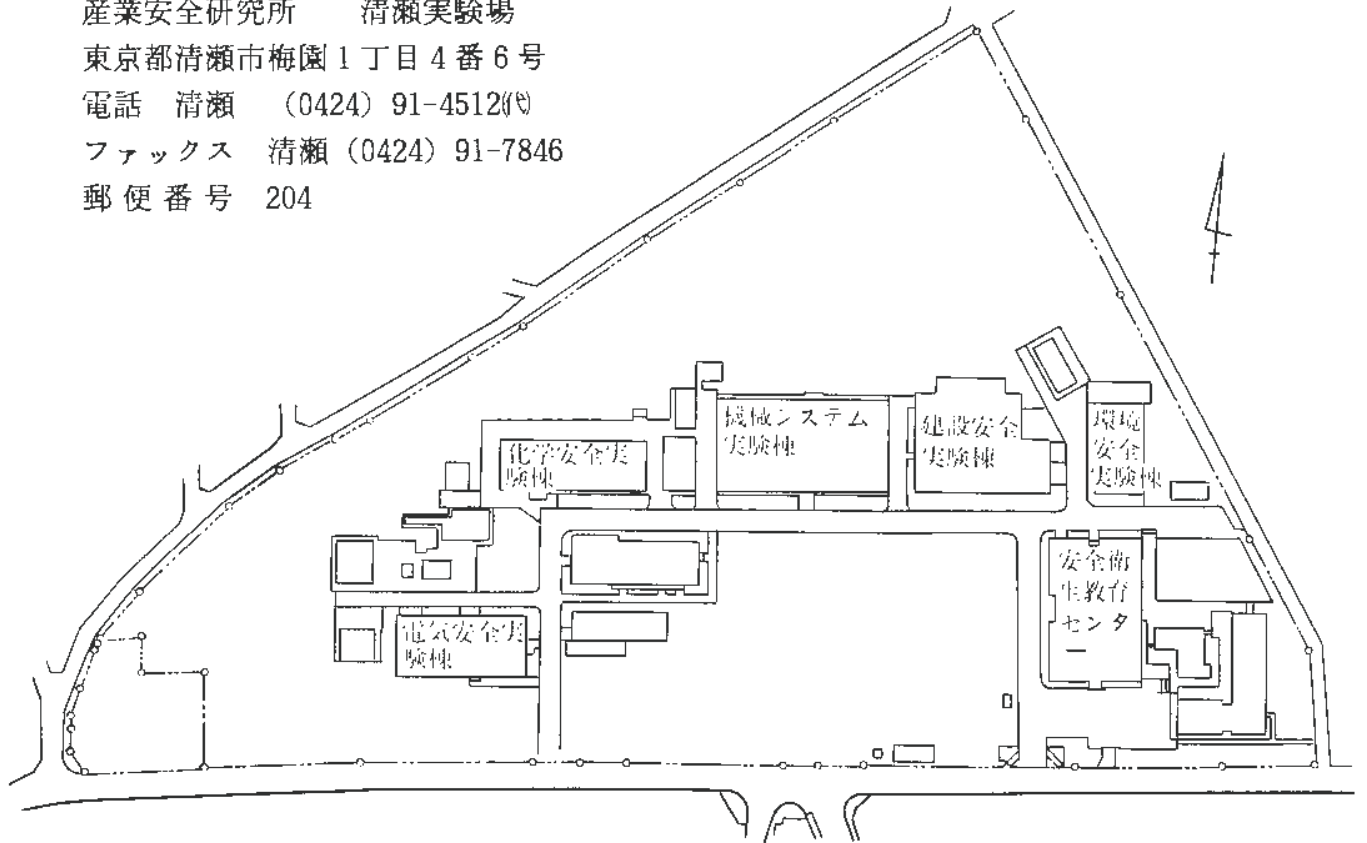
(2) 大阪産業安全技術館

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



(3) 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



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

産業安全研究所年報

平成2年度版

発行日	平成3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)3453-8441(代)

印刷所	新日本印刷株式会社
-----	-----------

ANNUAL REPORT
OF
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1990

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