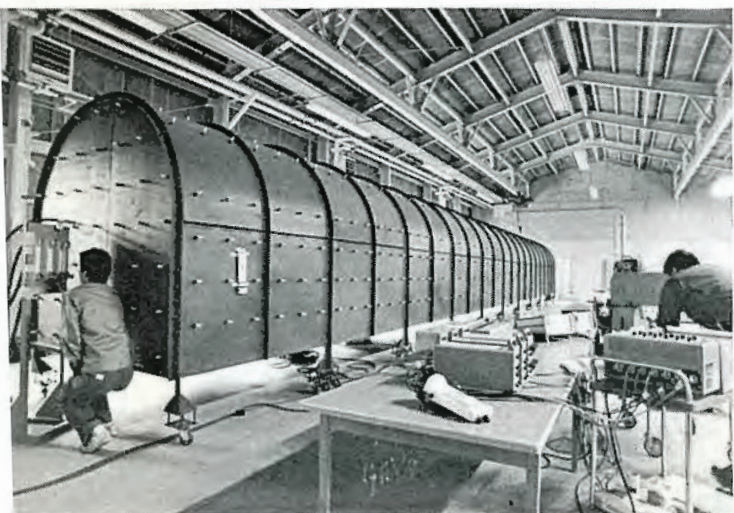


産業安全 研究所 年報

昭和53年度

労働省産業安全研究所

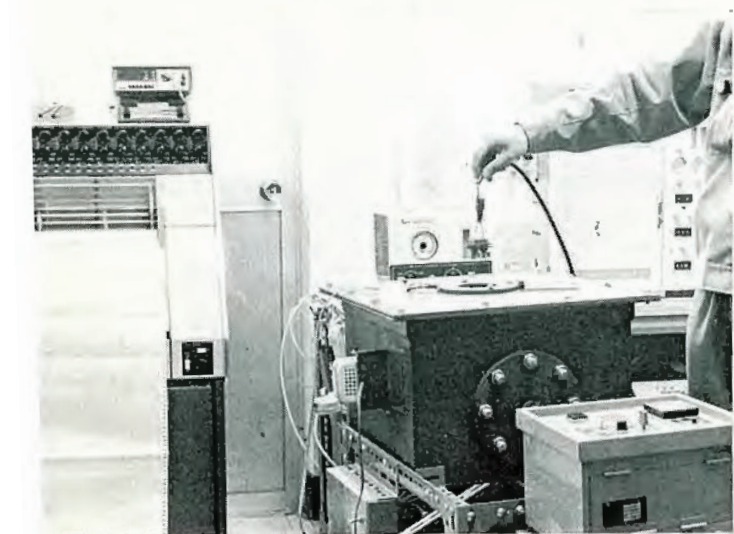
「トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する
総合安全対策にかかわる特別研究」の実施状況



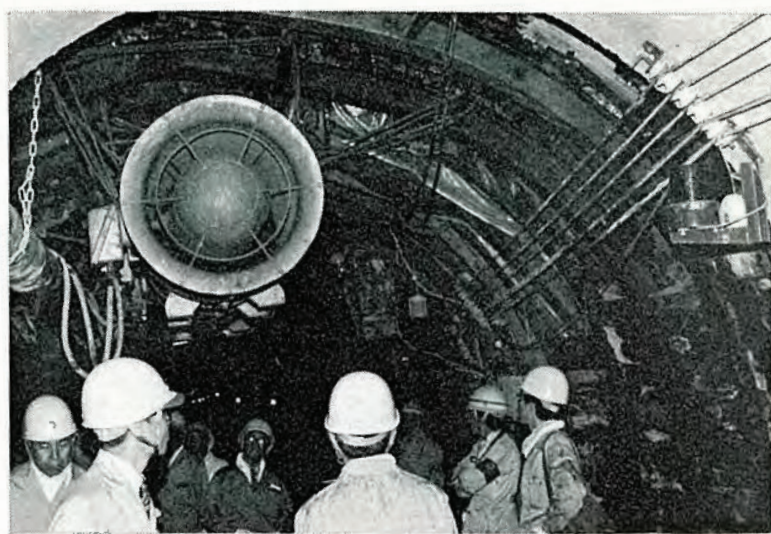
模擬トンネルの外観



模擬トンネル内の送風実験



ガス警報器の応答速度の測定実験



トンネル建設現場の実態調査

第2回産業安全研究体制検討会議が開催された。



第3回産業安全に関する国立研究機関連絡会議が開催された。



目 次

第1章 総 説	2
(1) 研究活動等の概要	2
(2) 今後の課題	3
(3) 主なる動静	4
(4) 業務活動	5
(5) 組織の変遷	7
(6) 歴代所長	7
(7) 組 織	7
(8) 定 員	8
(9) 土地および建物	8
(10) 歳 入	8
(11) 歳出予算	9
(12) 主要試験研究施設・設備状況	10
第2章 研究業務	11
(1) 昭和54年度の研究テーマ	11
(2) 昭和53年度における研究成果の概要	12
(3) 刊行物	38
(4) 学会誌・学術雑誌掲載	38
(5) 研究発表	39
第3章 産業安全技術館等業務	41
(1) 産業安全技術館の活動	41
(2) 大阪産業安全技術館の活動	41
(3) 依頼試験および検定	41
付 録	42
産業安全研究所	42
清瀬実験場	43
大阪産業安全技術館	44

第1章 総 説

(1) 研究活動等の概要

産業安全研究所は、労働省付属の国立研究機関として、産業災害防止のための広範でかつ総合的な研究活動を行っている。当所のような産業全般にわたる総合的な安全研究機関は、国内、国外ともに数少ないものといえる。

当所が過去に実施してきた研究の分野としては、「加工機械の安全化」、「仮設建造物の安全化」、「ガス・粉じん等の爆発危険性とその防止」、「電気設備による点火危険性とその防止」および「電撃危険性とその防止」が主なるものであり、これらの研究結果は、それぞれ労働安全衛生規則をはじめ構造規格や技術指針に採用されているが、特に仮設建造物の安全対策と防爆対策についての研究結果は、学界及び産業界からも高く評価されている。

昭和53年度に実施した特別研究としては、「トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する総合安全対策」、「海中における電撃危険性とその防止」および「高圧空気・酸素中における廃棄物の燃焼処理」の3つがあげられる。

「トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する総合安全対策」は、最近のトンネル建設工事におけるガス爆発、ガス中毒、酸素欠乏、火災等の重大災害の発生に対処し、その総合安全対策樹立の一環として2カ年で特別研究を行うもので、当研究のためのプロジェクトチームを編成し、①ガス滞留地層の捕捉方法に関する研究、②トンネル建設工事における通風換気システムの改善に関する研究、③トンネル建設工事におけるガス湧出に対する警報システムの開発に関する研究、④トンネル建設工事中用防爆電気機器の開発に関する研究等のテーマについて実施した。第2の「海中における電撃危険性とその防止」は、海洋開発など水中作業の増加に伴い、水中における生体の電撃危険性を解明し、海中で使用される電気機器による電撃防止法を確立しようとするもので、4年計画の特別研究であるが、53年度はその2年目として、①海中における電流・電位分布の測定、②海中における生体への電撃危険性の2つのテーマについて研究した。第3の「高圧空気・酸素中における廃棄物の燃焼処理」は、過去において当所が研

究してきた高圧酸素にかかる安全対策の知見を生かして、PCB等の難燃性化学物質の廃棄物を酸素中で焼却処理する研究を行い、前年度までに液状PCBについて成果を取めたので53年度はPCB入り電気機器(コンデンサー)をそのまま焼却処理する実験を行い、種々の知見を得た。

このほか、53年度に実施した研究の分野としては、「機械設備の安全化」、「人間-機械システムの安全性」、「安全性の人間工学的研究」、「作業環境の工学的改善」、「掘削工事の安全化」、「爆発危険性とその防止」等がある。

また、当所付属の安全技術館においては、従来から高度の安全知識の普及をはかるため、各種資料や実演装置の常設展示を行ってきたが、最近圧縮空気系の爆発・火災・中毒などの災害の発生が目立っていることから、「圧縮空気系の事故防止特別展」を実施し好評を得た。このほか、メーカーや利用者の要望による安全装器具の依頼試験及び防爆電気機械器具の検定を行った。

(2) 今後の課題

昨今の産業災害の動向および安全に対する社会的要請の増大に対処し、今後画期的に災害減少を期するためには従来の主として実施して来た物的面の研究の高度化をはかるとともに、人的面の研究に重点を指向することが急務となっている。即ち、生理学的・心理学的面から人間特性を追求し安全条件、ヒューマンエラー発生メカニズム、疲労と事故発生メカニズム等にかかわる研究を行ったり、これらの応用分野としての人間工学の安全への適用にかかわる研究として人間機械系の安全性にかかわる研究、教育学、教育心理学、管理学等の安全管理への適用にかかわる研究を行い、更には各種のシステム理論を安全へ適用するための基礎的、応用的研究などを行うことが要請されている。

また、公害問題に端を発した労働災害に対する高額の民事補償の動向は、機械設備の製造者・作業員および管理者の間における災害の責任分担に関して、新しい社会的・法律的問題を提起しており、これらに対しては上記の研究にあわせて災害の社会学的・経済学的研究が必要となっている。

以上の情勢に即応して、当所においては、従来蓄積してきた物的研究面のデータを整理し、さらにその蓄積の増大を図り、それらを活用して行政面の需要に応じた特別研究を実施するとともに、今後の安全研究の新しい重要な分野として、人的あるいは総合的な研究を進めて行く方針であり、このため、組織・人員・設備の各面での格段の強化を図ることを期している。

(3) 主なる動静

◎ 栗原労働大臣による安研視察

53年12月20日、栗原労働大臣は互政務次官と共に安研の視察に来られ、安研の研究成果がどのように生かされているのか、特別研究報告書はどういう方面に配布されているのかなど研究機関の役割にかかわる基本的な問題について質問された後、実験室及び産業安全技術館を視察された。実験室は、「高速回転機械の安全化」、「機械設備の人間工学的研究」、「工場換気の適正化」、「粉じん爆発危険性とその防止」、「静電気による点火危険性とその防止」などの各研究にかかわる現場をまわられ色々質問された後、大臣は安研の研究成果を評価されると共に研究員の今後の活動を激励された。

◎ 産業安全研究体制検討会議

安全技術に対する社会的要請の大幅な増大に対処し、産業全般にわたる安全研究を今後一層科学的・総合的に進めることが必要になっているので、その中核となる産業安全研究体制を整備し、研究を充実する方針のもとに、産業安全に関する全般的な問題について広く学識経験者によって抜本的に検討していただくため、産業安全研究体制検討会議が開催されることになった。その第1回目が53年7月10日、東京丸ノ内ホテルで開催され、内田東京工業大学名誉教授（議長）ら本会議メンバー11名と労働省側からは岩崎労働基準局長以下幹部が出席して行われた。当日の主なる検討事項としては、産業安全研究の問題点と分科会の構成の2つがあげられたが、このほか産業安全の研究領域の問題を始め災害調査手法の確立、災害発生 of 社会的要因の検討等について活発な意見が出された後、当面4分科会を設けて具体的な検討を行うことになった。

また、第2回目は54年1月26日に開催されたが、当日の主要議題は、4つの専門分科会の検討が大分重ねられて来たのでその進行状況を各分科会議長に報告して貰い、それについて意見交換を行うことと、中間報告に盛りこむ内容の目標をきめることであった。各分科会の進行状況が報告された後、意見交換が行われたが、その中で建設業の重層下請構造やジョイントベンチャーにかかわる問題や産業構造変化、労働力転換にかかわる問題等も産業安全研究対象として取上げるべきではないかなど、労働災害の根本原因にかかわる問題を幅広く取上げるべきだとのご意見などが活発に出された。

◎ 産業安全に関する国立研究機関連絡会議

産業安全に関連のある研究を行う機関が有機的な連けいをはかり、研究に関する情報の交換、共同研究の可能性の検討などを行うために52年度に各省庁直轄17研究機関をメンバーとして発足した連絡会議が、53年度は第2回目と第3回目が産業安全研究所大会議室で開催された。第2回目は53年10月24日に行われたが、産業安全に関連のある研究範囲の決定、各機関の関連研究一らんの取まとめについての検討などのほか、穀物サイロの爆発災害や宮城沖地震に関連した問題等についての情報交換がなされた。また、第3回目は54年3月29日に行われたが、事務局からさきに提案されていた関連研究の分類（災害種類によるものと研究分野によるもの）の試案の承認、研究成果集の作成についての検討がなされた後、情報交換として異常の予知及び制御、測定技術の分野に属する研究テーマについて関係する機関から説明があり、それに対する質疑応答が行われた。

（4）業務活動

当所における日常の業務活動は、研究員の学会発表、各国よりの安全関係者の来訪、産業安全についての研修の実施など多方面にわたっているが、そのうち学会発表、国際協力等について主要なものをあげるとつぎのとおりである。

なお、学会発表について、その発表題目の詳細は、第2章、（5）研究発表の項において記載した。

昭和53年4月1日より昭和53年12月31日までの業務内容

- 4月1日、日本化学会第37春季年会において1名の研究員が研究発表
- 4月5日及び6日、ILOの援助により、韓国労働庁金元甲氏が同国における研究所設立のための資料を収集することを目的として、昨年度に引続き再度当所田町庁舎及び清瀬実験場に来訪
- 5月8日及び9日、日本高圧力技術協会第2回フラクトグラフィと事故解析に関するシンポジウムにおいて2名の研究員が研究発表
- 5月23日、高分子学会第23回静電気研究発表会において2名の研究員が研究発表
- 5月28日、日本人間工学会第19回大会において2名の研究員が研究発表
- 6月8日及び9日、日本学術会議等主催第8回安全工学シンポジウムにおいて14名の研究員が研究発表
- 7月21日、精機学会昭和53年度定期学術講演会において1名の研究員が研究発表
- 8月31日及び9月11日、国際協力事業団主催の労働安全衛生行政セミナーのため、エジプト等15ヵ国よりなる研修生15名が、当所田町庁舎および清瀬実験場に来訪
- 9月1日、当所田中隆二主任研究官がILOアジア地域事務所に労働安全衛生アドバイザーとして赴任

9月7日及び8日、全国産業安全衛生大会において川口所長の人間-機械システムの安全に関する特別講演及び5名の研究員が研究発表

9月11日、アジア生産性機構主催の生産管理研修コース受講中のインド等14ヵ国の研修生25名が来訪

9月25日、韓国労働庁勤労基準局長鄭東佑氏が当所視察のため来訪

9月28日、日本溶接学会主催第3回国際シンポジウムにおいて1名の研究員が研究発表

9月29日及び10月1日、建築学会主催の昭和53年秋季大会において当所研究員による3件の研究発表

10月11日、日本機械学会主催の第56期全国大会講演会において、1名の研究員が研究発表

10月17日、日本化学会主催の第38年秋季年会において1名の研究員が研究発表

10月28日、日本機械学会主催の山梨地方講演会において1名の研究員が研究発表

11月6日、有機合成化学協会主催の第12回酸化反応討論会において1名の研究員が共同研究を発表

11月8日、材料学会主催の第12回疲労シンポジウムにおいて1名の研究員が研究発表

11月11日、高分子学会主催の高分子の崩壊と安定化研究討論会において1名の研究員が研究発表

11月13日、計測自動学会主催の異状検出予測技術シンポジウムにおいて1名の研究員が研究発表

11月17日、ILO フェローシップにより日本において研修中のフィリピン労働省課長コンフェソー女史が当所の組織と活動を調査のため来訪

11月30日、岩崎労働基準局長が当所清瀬実験場を視察

12月7日及び8日、第11回安全工学研究発表会において当所研究員による6件の研究発表

12月9日、第8回日本人間工学会関東支部大会において当所研究員による1件の研究発表

12月20日、栗原労働大臣及び互政務次官が当所田町庁舎を視察

昭和54年1月1日より昭和54年3月31日までの業務内容

1月16日及び17日、川口所長が日米労働省会議安全衛生分科会に出席

1月24日、ILO 労働生活条件部長スピローパス氏が安全衛生関係調査のため当所田町庁舎に来訪

1月26日、国際協力事業団、鉾山保安技術研修員として来日中のペルー国労働科学技術研究所員外1名が、研修のため当所に来訪

3月6日、アジア生産性機構産業安全衛生生産性視察団が見学のため当所に来訪

3月15日、石油学会、貯槽の保安保全に関する討論会において、当所研究員1名が研究発表

3月16日及び17日、日本機械学会関西支部主催の第54期定時総会講演会において、当所研究員2名が研究発表

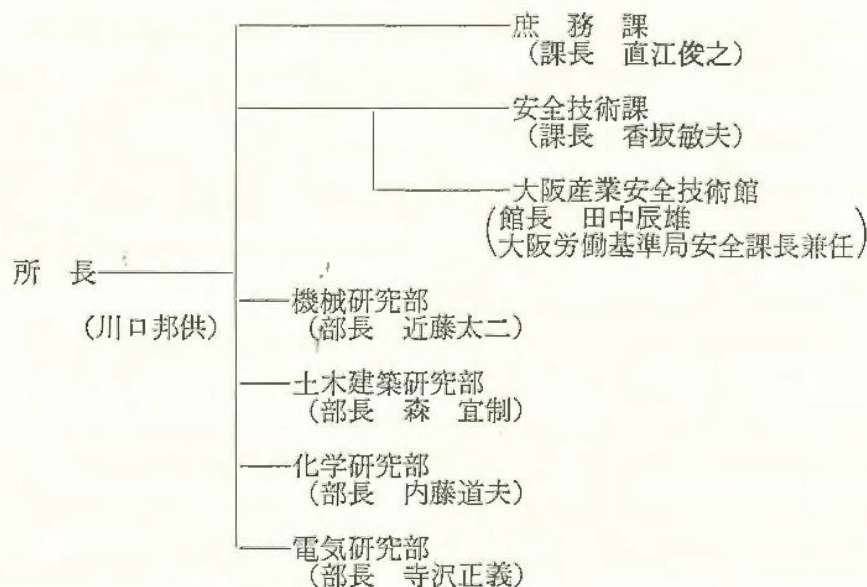
(5) 組織の変遷

- 昭和17年1月30日 東京都港区芝田町に厚生省産業安全研究所として設立。
- 昭和18年9月10日 産業安全参考館（昭和29年3月産業安全博物館と改称）を開設し、一般に公開。
- 昭和22年9月1日 労働省の発足とともに、労働省産業安全研究所となる。
- 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、一般に公開。
- 昭和41年12月23日 東京都清瀬市に屋外実験場を設置。
- 昭和42年1月17日 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45年5月1日 2部7課を廃止し4部に再編成。
- 昭和46年3月31日 新庁舎落成。
- 昭和46年4月23日 組織規程一部改正により産業安全博物館を産業安全技術館と改称。
- 昭和46年10月1日 産業安全技術館開館。

(6) 歴代所長

区分	氏名	在職期間
初代	武田晴爾	昭17. 1～昭24. 8
2代	中島誠一	昭24. 8～昭27. 3
3代	高梨湛	昭27. 4～昭39. 7
4代	山口武雄	昭39. 7～昭43. 6
5代	住谷自省	昭43. 6～昭45. 5
6代	上月三郎	昭45. 5～昭49. 6
7代	秋山英司	昭49. 6～昭52. 4
8代	川口邦供	昭52. 4～

(7) 組織（昭和54年4月1日現在）



(8) 定 員

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	主 任	一 般 職 員	計	技 能 職 員 (乙)		
区 分	所 長												
定 員	1	7	19	11	37	1	4	1	7	13	1	52	

(昭和54年4月1日現在)

(9) 土地および建物

54. 3.31 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	6,235	延15,373	
労働省 産業安全研究所 清瀬実験場	東京都清瀬市梅園1-4-6	44,584	延7,542	
労働省 産業安全研究所 大阪産業安全技術館	大阪市東区森之宮中央1-15-10	(832)	延893	敷地は大阪労働基準局所属

(10) 歳 入

イ 依頼試験

区 分 \ 年 度	50 年 度	51 年 度	52 年 度	53 年 度
研ま盤のと石車の強度試験	81件	48件	40件	51件
安全靴の安全性能試験	23	15	22	10
安全帯の安全性能試験	26	7	13	4
パイプサポートの性能試験	44	47	47	10
建わくの性能試験	33	39	47	44
吊り具の安全性能試験	6	5	7	1
研ま盤のと石車の覆の強度試験	1	5	2	8
その他の試験	7	0	2	0
成積書副本交付手数料	0	0	0	0
合 計	221	166	180	128
歳 入 金 額	千円 905	千円 1,135	千円 1,565	千円 1,527

口 検 定

区 分	年 度	50 年 度	51 年 度	52 年 度	53 年 度
防爆電気機械器具	A (旧小型)	18件	24件	29件	22件
"	B (旧中型)	46	36	38	23
"	C (旧大型)	49	28	25	19
"	D	24	14	15	4
"	E	38	33	30	32
"	F	14	20	4	1
更新手数料		507	411	256	1
合 計		696	566	397	102
歳 入 金 額		千円 10,453	千円 14,381	千円 8,696	千円 6,589

(11) 歳 出 予 算

区 分	昭 和 53 年 度			昭 和 54 年 度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
人 件 費	191,481	48,998	240,479	196,128	50,183	246,311
研 究 費	35,053	195,986	231,039	42,293	204,800	247,093
経 常 研 究 費	35,053	173,399	208,452	42,293	180,518	222,811
特 別 研 究 費 (トンネル建設工事におけるガス爆発等、湧出ガスによる災害に対する総合的安全対策にかかわる特別研究)	—	22,587	22,587	—	24,282	24,282
依 頼 試 験・検 定 経 費	745	—	745	745	—	745
産 業 安 全 技 術 館 経 費	—	23,360	23,360	—	25,261	25,261
そ の 他 の 経 費	25,000	35,959	60,959	25,022	48,092	73,114
小 計	252,279	304,303	556,582	264,188	328,336	592,524
(移替予算)						
国立機関公害防止等試験研究費 (水熱反応による高濃度廃液の無害化) 処理に関する研究	20,200	—	20,200	19,500	—	19,500
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	5,239	—	5,239	5,239	—	5,239
小 計	25,439	—	25,439	24,739	—	24,739
合 計	277,718	304,303	582,021	288,927	328,336	617,263

(12) 主要試験研究施設, 設備状況

施設・設備の名称	施設・設備の名称
<p>【一般会計】 (設備)</p> <p>高圧酸素燃焼実験装置 脈波検出装置 帯電分布測定装置 高圧示差熱分析装置 赤外分光光度計 ヘリウム用高気圧下短絡実験装置 放電波形解析装置 高圧発火エネルギー測定装置 流動帯電量試験装置 高圧熱天秤 質量分析装置 高真空蒸着装置 環境試験装置 高圧酸素バーナー燃焼装置 瞬間加熱赤外線加熱分解炉 加圧酸素廃棄物燃焼処理装置 データ集録装置 PCB 入り電気機器熱処理装置</p>	<p>粒度分布自動測定装置 電磁共振型疲労試験機 万能型引張試験機 高速回転試験装置 自動操作式爆発実験装置 静電気帯電検出装置 // 測定装置 高圧燃焼実験装置 建材試験機 球型高圧爆発限界実験装置 X線応力測定装置 セーフギャップ実験装置 遮断現象解析用演算装置 可搬型データレコーダ 10トン横型引張試験機 横型真空焼鈍炉 液体誘電率導電率測定装置 粉じん爆発特性実験装置 電子計算機システム 走査型電子顕微鏡 X線回折装置 デジタル記憶装置 圧力容器付耐アーク性試験器 自然発火試験装置 500トン万能試験機 赤外線炭酸ガス分析装置 データロガー マハツエンダー干渉計 写真計測処理装置 レーザー装置 電気油圧式疲労振動試験装置 仮設構造物多点荷重発生装置 心電波形分析装置 高速度カメラ 生体負荷測定装置 試験用移動式クレーン 最小着火エネルギー測定装置 高圧熱酸化分解ガス発生装置 X線マイクロアナライザー 光電測光式発光分析装置 高速度現像デジタル直視装置 恒温恒湿セル 超小型テレメータ装置 静電気データ記録装置</p>
<p>【特別会計】 (施設)</p> <p>化学反応実験施設 ガス配合室 鋼アーチ支保工実験施設 安全帯実験施設 液体流動帯電実験施設 高所作業観測施設 大型密閉爆発実験施設 天井クレーン実験施設 防爆実験揚重施設 多目的反力支持構造物 配管等爆発実験施設 高圧ガス粉じん系爆発実験施設 粉じん帯電実験施設 運搬建設機械安定度試験実験施設 遮音実験室 (設備)</p> <p>ワイヤーロープ疲労試験機 透過型電子顕微鏡 200トン圧縮試験機 自動歪測定装置 自動記録式示差熱天秤</p>	

第2章 研究業務

(1) 昭和54年度の研究テーマ

昭和54年度における研究テーマは、つぎのとおりであり、特別研究として、前年度におけるテーマを引続き実施し行政面の緊急の需要に応ずるとともに、前記以外の研究は、従来の方針通り、現在及び将来における災害発生の可能性を考慮し、これに対する抜本的な安全技術を確立することを目的として、研究を行うこととした。

なお、以下に掲げた項目のうち a, b, ……でしめした項目が、昭和54年度における研究実行テーマである。

A 機械設備の安全化

1. 金属材料の破壊防止
 - a 突合せ溶接材の疲労強度
 - b 低温下における疲労き裂伝ば挙動と破壊じん性
 - c 大型材低サイクル疲労特性
 - d 水環境中における構造材の腐食疲労特性
2. 運搬機械の安全化
 - a トラッククレーンの動作特性の解明
3. 工事用設備の安全化
 - a 特殊条件下におけるわく組足場の安全性
 - b 風に対するわく組足場の安全性
4. 高速回転機械の安全化
 - a 最大引張歪み破壊クライテリオンの砥石破壊への応用
 - b 砥石破片の衝突に対するカバーの防護機能
5. 超高压容器等の安全化
 - a 内面切欠を有する内圧円筒の片振疲労伝ば寿命

B 人間—機械システムの安全性

1. 人間—機械システムにおける人間特性
 - a モニタースコープを用いた人間追従動作における特異現象
 - b 高所における心理的生理的反応

C 安全性の人間工学的研究

1. 機械設備の人間工学的研究
 - a 電気流体制御型多関節人工指のバイラテラル制御
 - b 階段等に対する心理的評価

D 作業環境の工学的改善

1. 工場換気の適正化

- a 換気のある模型建家内の熱対流
2. 手持機械の振動防止

- a チェンソーの振動防止装置
- b 防振具の効果の測定法

E 掘削工事の安全化

1. 土砂岩石の崩壊防止
 - a 崩壊斜面の土質工学的特性

F 爆発危険性とその防止

1. 粉じん爆発危険性とその防止
 - a 粉じん雲の発火エネルギー
2. ガス爆発危険性とその防止
 - a 燃料—空気混合ガスの爆ごう濃度限界
 - b 小型圧力容器に用いる破壊板
 - c 難燃性ガス蒸気の火炎伝ば方向性の解明
 - d 塩素—水素混合ガスの発火温度、硫酸滴下塔の帯電危険
 - e 加圧爆発性ガスの最小点火エネルギー
3. 固体等の燃焼爆発危険性とその防止
 - a 潤滑油の劣化とCOの発生
4. 電気設備による点火危険性とその防止
 - a 低圧電気回路の開閉火花による爆発性ガスの点火限界
5. 静電気による点火危険性とその防止
 - a 流動帯電における液種及び管材質の影響
 - b 帯電粉じんと接地体との放電による着火危険性
 - c 静電気帯電の災害防止技術に関する調査研究

G 電撃危険性とその防止

1. 海中における電撃危険性
 - a 海中における電流電位分布の測定
 - b 海中における電撃危険性

H 廃棄物の安全処理

1. 水熱反応による高濃度廃液の無害化処理
 - a 有機塩素化合物等の高压熱分析

特別研究

トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する総合安全対策

- a ガス滞留地層の捕捉方法
- b トンネル建設工事における通風換気システムの改善
- c トンネル建設工事におけるガス湧出に対する警報システムの開発
- d トンネル建設工事用防爆電気機器の開発
- e ガスの大量噴出及び坑内火災時の緊急避難対策

(2) 昭和53年度における研究成果の概要

金属材料の破壊防止

SB 42 および Welten 60 鋼溶接継手の疲労き裂伝ば挙動

機械研究部 橋内 良雄

1. 研究目的

溶接構造物が繰返し荷重を受ける場合、溶接欠陥を起点として疲労き裂が発生伝ばし、やがて急速破壊に移行するケースが多い。このため、溶接材の疲労き裂の伝ば挙動に関する知見を得ることは、溶接構造物の設計や保守管理上重要である。そこで本報では溶接材の疲労き裂伝ば挙動を明らかにするために、SB 42 および Welten 60 を用いて突合せ溶接を行い、応力除去焼なまし、応力比および試験片の形状等がき裂伝ば速度に及ぼす影響について検討すると共に、き裂が伝ばするのに必要な応力拡大係数の下限値 ΔK_{th} を求めた。また、フラクトグラフィによる検討を行い、き裂の伝ば速度とストライエーション間隔との関係について調べた。

2. 試験片及び実験方法

供試材は、共に幅約 1500 mm、長さ約 6100 mm、厚さ 12 mm であって、両材共板中央において圧延方向と直角に溶断後、60° の V 開先加工を行い 300~350 °C に 0.5~1 時間加熱した 4 および 5mmφ の低水素系溶接棒を用い、溶接層数表 5 層、裏 2 層、溶接速度 30cm/min、電圧 170~240 A、溶接入熱 6.8~11.5 KJoule/cm の条件で手動により突合せ溶接を実施した。なお、Welten 60 は溶接前に 60~80°C の予熱を行った。溶接後、厚さ 4 mm の中央切欠き付き (CN) 試験片および厚さ 8 mm のコンパクト (CT) 試験片を作成した。これらの試験片の多くはき裂が溶接軸と同方向に伝ばするようにしたが、CT 試験片の一部は溶接軸をき裂が直角に横切るように切欠きを付けた。疲

勞試験は、CN 試験片では Vibrophor を、CT 試験片では電気油圧式サーボ試験機を用いて実施した。疲労き裂の伝ば速度は接線法により求め、結果は応力拡大係数 ΔK を用いて整理した。試験後、透過および走査電顕を用いて破面形態を明らかにすると共にその定量化を行った。

3. 結果

CN 試験片を用いて母材、溶接金属および熱影響部の疲労き裂伝ば速度を比較した結果、 $\Delta K > 45 \text{ kgmm}^{-3/2}$ では SB 42, Welten 60 共に母材と溶接部の速度はほぼ等しく、また応力除去焼なまし (残留応力) の有無もほとんど伝ば速度に影響しない。これは、厚さ 12 mm の溶接板から厚さ 4 mm の試験片に機械加工したために、溶接時の残留応力がほとんど解放されたためと推察される。なお、このような高 ΔK に域における速度は、応力比の変化に対しても比較的不敏感である。 $\Delta K > 45 \text{ kgmm}^{-3/2}$ の伝ば速度 dl/dn と ΔK の関係について最小二乗法を適用して求めた Paris 則 $[dl/dn = C(\Delta K)^m]$ の C と m の値を表 1 に示す。 $\Delta K < 45 \text{ kgmm}^{-3/2}$ では、SB 42, Welten 60 共に母材に比べて溶接部のき裂伝ば抵抗が低下し、特に ΔK_{th} の値は表 1 に示すように熱影響部 (HAZ) が最も小さい。この結果は、ある寸法の欠陥が存在する場合、母材よりも溶接部の方が小さな応力でき裂が伝ばすることを示している。

き裂が溶接金属中を伝ばする CT 試験片の速度は CN 試験片と同様であり、試験片の形状寸法や試験周波数は伝ば速度に影響しないことが判明した。しかし、溶接軸をき裂が直角に横切る CT 試験片では、き裂が母材から熱影響部・溶接金属に伝ばする際に、速度が著しく増加する現象が認められた。

フラクトグラフィによる検討の結果、CN 試験片では SB 42 および Welten 60 共に $\Delta K > 60 \text{ kgmm}^{-3/2}$ において明瞭なストライエーションが母材・溶接部のいずれにおいても観察され、それらの間隔の平均値 S_m はき裂伝ば速度と良く対応する。なお、 S_m と ΔK の関係について、き裂伝ば速度と同様に $S_m = C_s(\Delta K)^{m_s}$ としたときの C_s, m_s の値を表 1 に示した。

表 1 き裂伝ば速度およびストライエーション間隔を Paris 則で表示したときの定数の値と下限界応力拡大係数 ΔK_{th} .

	R	SB 42						Welten 60					
		C	m	$\Delta K_{th}(\text{kgmm}^{-3/2})$	C_s	m_s	C	m	$\Delta K_{th}(\text{kgmm}^{-3/2})$	C_s	m_s		
Base plate	0	9.60×10^{-12}	3.58	24.8	—	—	3.23×10^{-10}	2.81	25.3	—	—		
	0.5	1.78×10^{-11}	3.63	—	—	—	3.38×10^{-10}	2.80	—	—	—		
Stress relieved	Weld metal	0	1.21×10^{-11}	3.49	17.0	2.64×10^{-9}	2.40	2.39×10^{-10}	2.87	18.7	—	—	
		0.5	3.09×10^{-10}	2.83	12.8	9.34×10^{-10}	2.61	—	—	—	—		
	HAZ	0	2.72×10^{-10}	2.83	15.2	9.34×10^{-10}	2.61	3.18×10^{-10}	2.81	18.5	—	—	
		0.5	3.52×10^{-10}	2.78	10.8	—	—	—	—	—	—		
As-Welded	Weld metal	0	3.24×10^{-10}	2.80	—	—	—	7.22×10^{-9}	2.21	—	7.22×10^{-9}	2.21	
		0.5	2.84×10^{-10}	2.84	—	—	—	2.42×10^{-10}	2.87	—	—	—	
	HAZ	0	3.00×10^{-10}	2.80	—	1.84×10^{-9}	2.46	8.78×10^{-10}	2.59	—	5.47×10^{-10}	2.21	
		0.5	3.36×10^{-10}	2.79	—	—	—	6.69×10^{-10}	2.86	—	—	—	

大型鋼材の低サイクル疲労特性に対する水環境の影響

— 純水および食塩水中の自然腐食条件 —

機械研究部 田中 正清

1. 研究目的

大型の機械・構造物は種々の理由から厳しい負荷条件および環境条件で使用され、しかもこれらには何らかの強度上の欠陥が含まれているため、寿命の大部分を低サイクル疲労き裂伝播が占める場合が多い。従って著者は、これまで大型構造用鋼試験片を用いて空气中で低サイクル疲労試験を実施し、き裂伝播の特性を破壊力学的及びフラクトグラフィ的に検討してきた。本研究はさらに実用上重要な環境条件下でのき裂伝播挙動究明の為の一連の実験的な研究の第一歩として、水環境中の自由腐食 (free corrosion) 条件で、これまでと同じ鋼材について疲労き裂伝播試験を行い、上記同様の観点から、き裂伝播特性に与える水環境の影響を検討した。

2. 実験方法

供試材は軟鋼 SB42 及び高張力鋼 WT80C の 26t 厚板である。これから 13mm 幅の中央スリットを有する 23t×160W×1000L の板試験片を作成した。き裂伝播試験は試験片中央部にスリットを含む容量約 2l の水槽を取りつけ、これに 0.3l/min の流量で 80l の環境水を循環させ、応力 $13.5 \pm 10 \text{ kg/mm}^2$ 、3cpm の条件で実施した。純水、食塩水とも空気あるいは N_2 ガスを吹き込んで溶存酸素を飽和、あるいは大部分の溶存酸素を除いたそれぞれ 2 種の状態とした。循環系は全て塩ビかアクリル製として試験片以外とは絶縁させた。表面き裂の伝播状況は水槽外部から 50 倍読取顕微鏡で観察し伝播速度を求めた。破面解析は走査電顕観察による。

3. 実験結果

き裂伝播速度 dl/dN (l : き裂半長, N : 荷重繰返し数) を応力拡大係数 ΔK に対して整理すると、空气中の場合に比べ本実験での全ての水環境中の dl/dN はほとんど同程度 (最大 4~5 倍) 加速される。食塩および溶存酸素の有無は本実験範囲では dl/dN に影響を有しないようである。図 1 は SB42 および WT80C の両材の食塩水での結果を示す。図中に併記した Vosikovsky のデータは本実験供試材の中間的な静的強度を有する鋼材についてのものであり、本実験を含めた 3 種の鋼材のデータは系統的に並んでいる。

巨視的疲労破面形態は、SB42 は空气中、水中とも荷重軸に垂直な平坦面である。WT80C は空气中の場合、荷重軸に垂直な平坦面の両表面側にき裂伝播初期

から明確な shear-lip が形成され、き裂伝播の途中でそれが全板厚を占めほぼ 45° の slant 型破面となるのに対し、水環境中では対照的に全て SB42 同様の平坦面を成す。

微視的には SB42 には水環境中での dl/dN 加速領域に特徴的なぜい性ストライエーション、さらにそれに類似しているが明確な劈開面のみられないストライエーションが形成されている。両者の間隔 S_b は一般的に dl/dN より大きく、 $\Delta K = 120 \sim 210 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$ 当りでは ΔK に依存せずほぼ一定である。わずかに観察された延性ストライエーション間隔 S_d は空気中の場合とほぼ同じである。WT80C ではほとんどの疲労領域が焼戻し組織の微小寸法を単位とする小平面からなる複雑な形態を示しており、その小平面の一部は劈開状である。しかしストライエーションはぜい性、延性とも定量的取扱いのできるような明瞭なものは走査電顕の観察の範囲では見出せなかった。なお両材とも dl/dN のデータが急に立ち上った最終き裂伝播領域では上記微視破面中にデンプルが形成され、それが急増して最終破断に到っている。

本実験条件内での水環境による疲労き裂伝播の加速は、食塩、溶存酸素の影響が皆無であること、加速の程度の大きさ、SB42 にみられるぜい性ストライエーション、WT80C にも微小な劈開面がみられることなどから考えると、恐らく水素ぜい化が主因であろう。

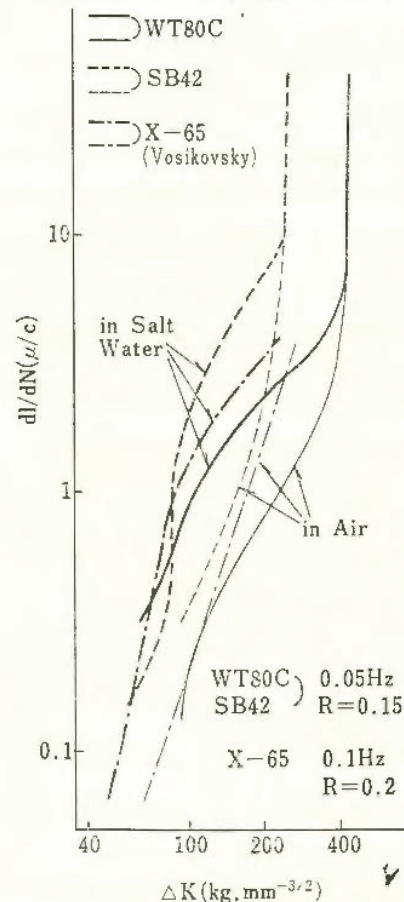


図 1 SB42 および WT80C の $dl/dN-\Delta K$ 関係に及ぼす食塩水環境の影響 (Vosikovsky のデータを併記)

運搬機械の安全化

トラッククレーンの動作特性の解明

——電気油圧式振動装置による加振に対する
応答——

機械研究部 前田 豊・吉久悦二

1. 研究目的

トラッククレーンの設計、検査時に用いられる各荷重係数・安全率は我国をはじめ各国の構造規格等にその値が定められているが、その多くは経験的数値であって、工学的理論的な根拠の出現が望まれている。

本研究は、トラッククレーンの安定性、安全性を決定する諸因子のうち、機械的特性を把握することを目的とし、そのため先ずクレーン全体を上下に加振したときの応答について調べるものである。

2. 実験装置及び実験方法

図2に実験装置の概略を示す。試験用トラッククレーン(吊上荷重 11 トン)の前部アウトリガの下に1対の圧縮ロードセル L_1, L_2 を置く。後部アウトリガの下には電気油圧式サーボアクチュエーター及び圧縮ロードセル L_3, L_4 を置き、これによりトラッククレーンを上下に加振する。このときクレーンは L_1, L_2 を中心とした微小な回転運動をする。

アクチュエーターはストローク 250mm で、各々20トンの負荷下で最大 $\pm 6\text{Hz}\cdot\text{mm}$ の振動を同位相で行う。ストローク変位は大変位用・小変位用 2 対の変位計で検出されミニコンの AD 変換器へ導かれる。ロードセル出力は動歪計及び内蔵ローパスフィルター(遮断周波数 10

Hz)を経て AD 変換器へ導かれる。サーボ加速度変換器をアウトリガ上及びジブ上各部に取り付け、各部の加速度は 5Hz 以上の周波数成分を遮断して AD 変換器へ導かれる。

また、加振中のクレーンの動きをビデオカメラで記

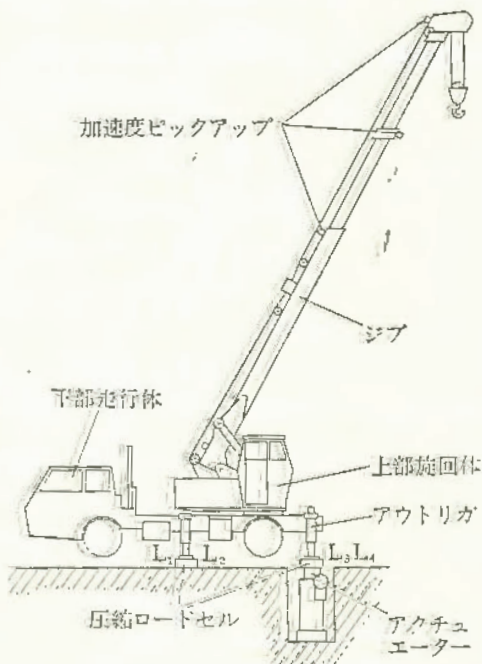


図2 実験装置概略

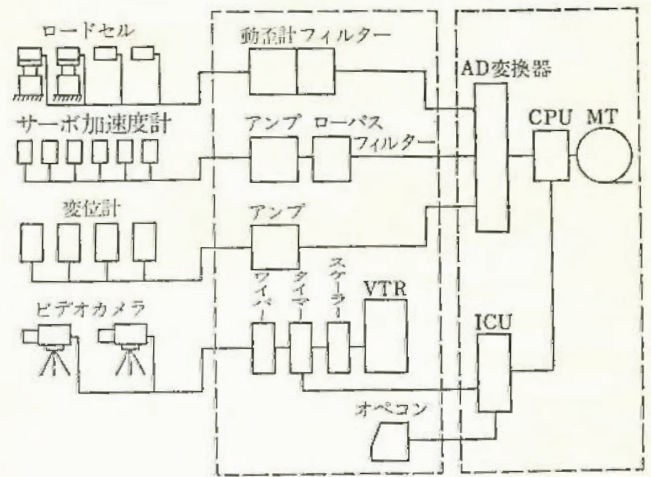


図3 計測・記録計接続図

録する。2台のTVカメラの出力をワイパーで合成し、同時に、加速度その他のデータと画像との時間的一致をとるため、0.01秒単位で表示されるデジタル時計をTV画面に組み込み、時計のスタート・ストップをミニコン側からの信号で制御しながらAD変換を行うこととした。AD変換器サンプルレートは1ch当り100Hzとした。

トラッククレーンのジブ角度、ジブ長さ、上部旋回体回転方向を変えるほか、走行体の向きを逆にして、前部アウトリガをアクチュエーター上にのせた状態で加振実験を行った。

3. 実験結果例

図4は得られた波形の1例である。ジブ角度は 75° 旋回体向きは走行体に対し後方 180° 、ジブは最伸長状態である。波形は上からストローク変位、アウトリガ反力、セカンドジブ先端加速度、トップジブ先端加速度のものであり、左側はストローク変位の振巾が2mmのとき、右側は同じく4mmのときである。振動周波数は1Hzである。また、この方法で記録した加速値に適切な初期値を与えて二重積分することにより、大型構造物の変位が精度よく得られることが認められた。

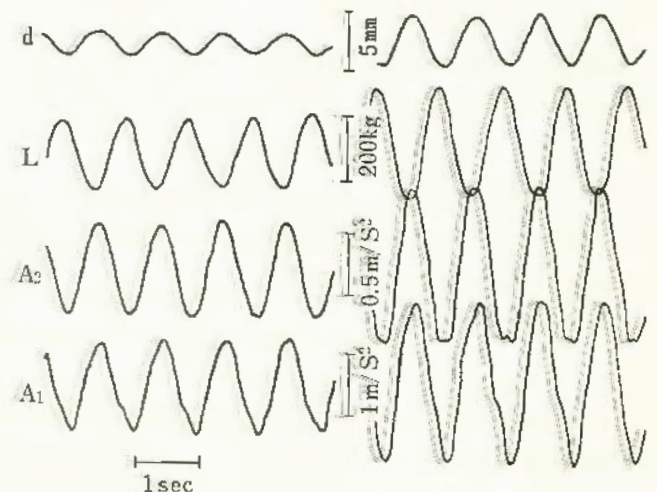


図4 測定結果1例

工所用設備の安全化

親網支柱の安全性について

土木建築研究部 森 宜制・小川勝教

1. 研究目的

枠組足場の組立、解体時に足場からの墜落防止として枠組に支柱が仮設され、水平親網が張られ、安全帯が使用されるが、水平親網による安全帯の使用にあたっては、(1)、安全帯の衝撃荷重を小さくする。(2)、水平親網支柱に作用する衝撃荷重を小さくする。(3)、落体の落下量を小さくすることが安全な条件として望まれる。よって、上記条件を満足する水平親網の使用方法についての資料を得るため前年に引き続き研究した。

2. 実験

実験は、種々の条件で張られた水平親網の中心にA種安全帯を取付け、落体(75kg)による落下衝撃実験を前報と同じ方法で行った。図5に実験の概略を示す。なお、実験に使用した水平親網はワイヤーロープ9mmおよびナイロンロープ16mmの2種類とした。また水平親網の長さは、主に10mのものを使用した。

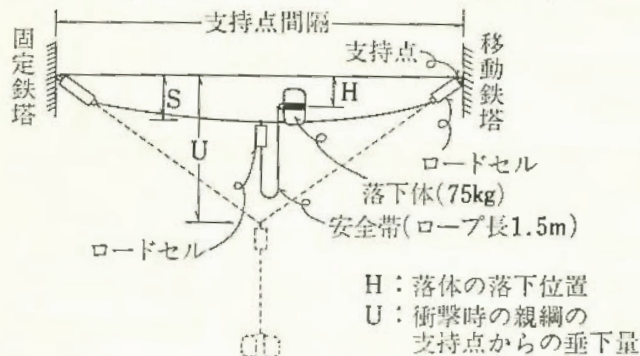


図5 落下衝撃実験概略図

3. 実験結果

実験に際し共通した実験条件として、(1) 落体の落下位置は水平親網支持点より下方 $H=15\text{ mm}$ とした。(2) 水平親網の初期張力は 50 kg とした。以上の条件により、(1) 親網の初期張力、(2) 落体の落下位置、(3) 親網支持点のバネ剛性が、親網支持点の荷重および安全帯の衝撃荷重等におよぼす影響について実験した結果を図6～図9に示す。以上の実験結果より次の点が判った。支持点の荷重は、(1) 初期張力が高いほど増大するが 30 kg 以上では差は少ない。(2) ナイロンロープの親網の場合、ワイヤーロープに比較し $1/3 \sim 1/5$ 程度である。(3) ナイロンロープの親網では支持点のバネ剛性に影響されない。(4) 落体の落下位置が高くなるほど増大するがナイロンロープの場合差は少ない。安全帯の衝撃荷重は初期張力が高いほど減少するが、 30 kg 以上ではその差は少ない。また親網の垂下量はワイヤーロープに比較しナイロンロープが $2.5 \sim 3.5$ 倍程度大きい。以上の点から水平親網を使用する場合の注意点として、

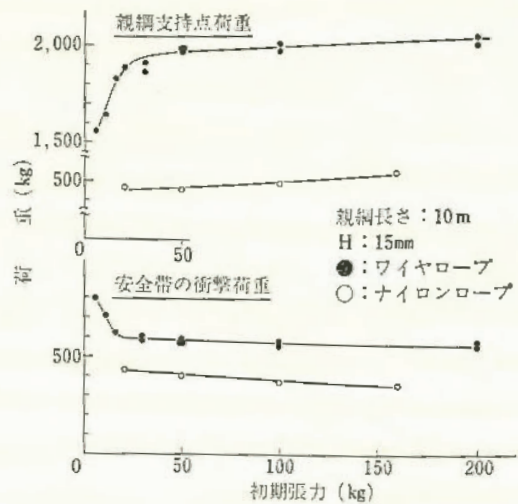


図6 親網の初期張力による影響について

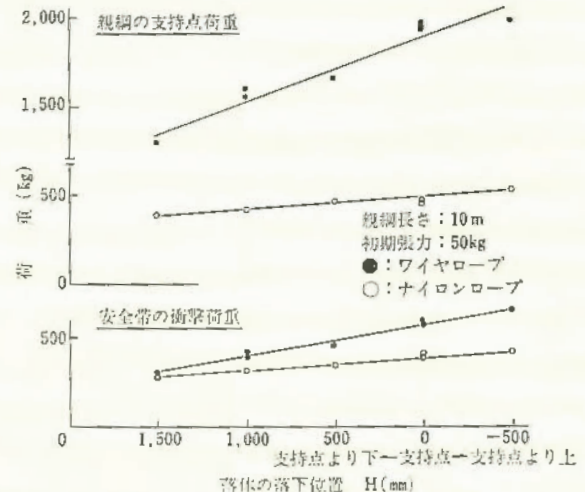


図7 落体の落下位置による影響について

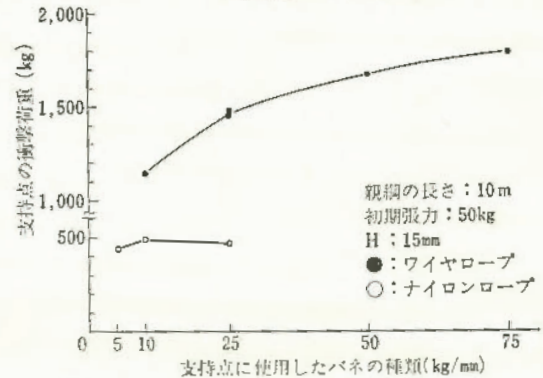


図8 支持点のバネ剛性による影響

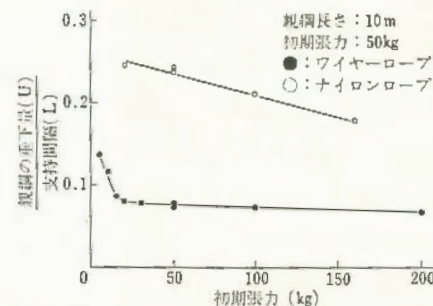


図9 落下衝撃時における親網の垂下量

- (1) 親網は $30\text{ kg} \sim 50\text{ kg}$ の初期張力で張ることが望ましい
- (2) 親網の支持点は作業者の重心より高い位置が良い
- (3) ナイロンロープの親網は支持点間隔を大きくしないことが望ましい。

高速回転機械の安全

最大引張歪み破壊クライテリオン of 砥石破壊への適用について

— 圧縮破壊試験における引張応力について —

機械研究部 桑川壯一・吉久悦二

1. 研究目的

回転中の研削砥石の破壊に関し従来は、主として平形砥石の遠心破壊強度すなわち一軸引張応力を基本として評価されていたが、異形砥石の回転中の破壊や、研削荷重など遠心力以外の負荷を受けた状態での破壊を検討する場合には、引張応力と圧縮応力などの多軸応力状態での砥石の破壊についての考察が心要となるであろう。しかし現状では学術的にも脆性材料の多軸応力状態における破壊強度については、有限確定値でないことが、従来の研究によって云われている。

ところで、脆性材料の破壊に対し最大引張歪み破壊クライテリオンが成り立つという研究があるが、本研究では脆性材料の一つである砥石の一軸応力状態と二軸応力状態における破壊への、このクライテリオンの適用を検討することが目的であり、本報では第一歩として圧縮破壊時の引張応力について調べた。

2. 実験

図10に示すように平形砥石および円板形砥石を直径方向に圧縮すると写真1に示す如く荷重方向の直径に沿って2つに破壊する。従って荷重方向と垂直に引き裂く応力すなわち引張応力が破壊に関与していると考えられるが、この方向の引張応力は、弾性論的に図10に示す如く発生する（平形砥石の図には最大の引張応力を示す）。すなわち平形砥石の場合は孔の縁の荷重方向の点で荷重方向に垂直な一軸引張応力 σ_{x1} が発生し、円板形砥石の場合は荷重方向の直径に沿って一様な引張応力 σ_{x2} が発生し、各々次式で与えられる。

$$\sigma_{x1} = K \frac{P}{2(b-a)t} \quad (1)$$

$$\sigma_{x2} = \frac{2P}{\pi Dt} \quad (2)$$

図11は WA-60-M のビトリファイド砥石で製作した $70\phi \times 30t \times 30\phi$ の平形砥石と $70\phi \times 30t$ の円板形砥石の圧縮破壊試験結果から、(1)、(2)式を用いて求めた σ_{x1} および σ_{x2} を Weibull プロットしたものである。

3. あとがき

以上、研削砥石の一軸応力状態と二軸応力状態における破壊に関し、直径方向圧縮試験を行いそれぞれの破壊時の引張応力 σ_{x1} , σ_{x2} を算出したが、破壊率 50% の $\sigma_{x2} = 333 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ は $\sigma_{x1} = 188 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ の約 1.8 倍の値であり、破壊時の引張応力だけで破壊のク

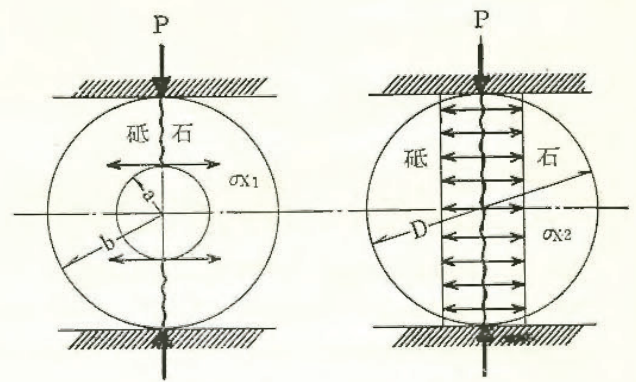


図10 圧縮試験における引張応力

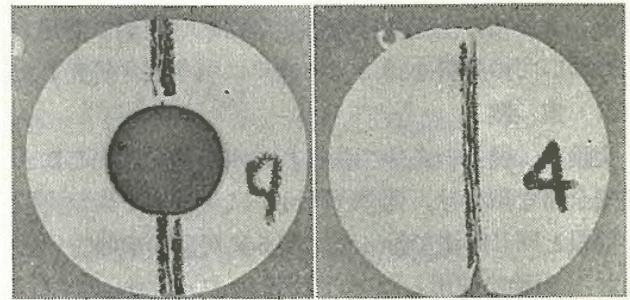


写真1 圧縮試験において破壊した試験片

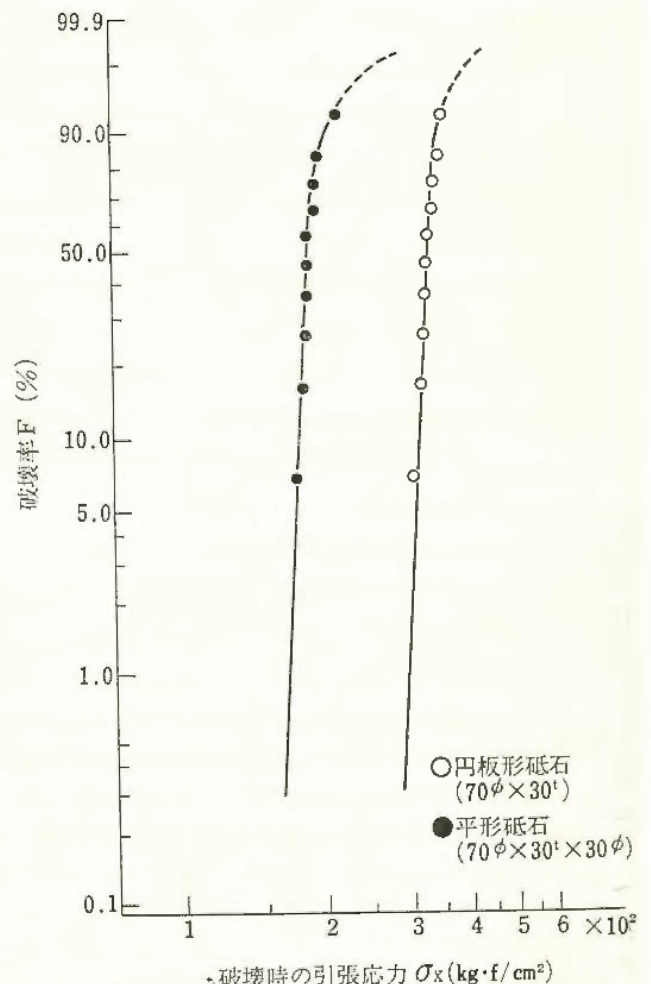


図11 砥石の圧縮破壊試験における引張応力と破壊率

ライテリオンとすることは当然できない。

従って続報において最大引張歪み破壊クライテリオンの導入を行い、その適用性について検討を行う。

システム安全手法の事例的研究

トンネル建設工事における労働災害の分析

土木建築研究部 前 郁夫・花安繁郎
堀井宣幸

1. 研究目的

トンネル建設工事において発生した労働災害の実態を把握するために、山陽新幹線Ⅱ期工事のうち、広島、山口県内で行われたトンネル建設工事で発生した労働災害をとりあげ、工事要素と災害との関連のほか、発生災害の強度特性、および災害発生率の確率的考察などについて、昨年度に引き続いて検討を行った。

2. 災害資料及び分析結果

災害資料には労働者死傷病報告を、また工事関連の資料には国鉄による各トンネルの施工記録をこれまでと同じく用いた。分析結果のうち、災害強度特性に関すること、及び災害発生率の分布特性の一部については、昨年度の年報で既に述べたので、ここでは工事関連要素と災害との関連と、災害発生率の確率的分析についての考察結果を以下に述べる。

(1) ひとくちにトンネル工事と言っても、施工距離、岩種、施工方法など工事に関連した要素は各トンネルごとに異なっており、また工事中に発生した労働災害数も、各工区ごとに大きなばらつきを示している。これらトンネル工事に関連した要素と災害との相互関係を知るためと、各工事要素間の相互関係を知るために、災害発生数および各工事要素間の相関係数を求めてみた。工事要素の項目としては、各工区の施工月数、施工距離、総工費など数量的に得られる9種類の項目を選び、また災害データには各工区の災害発生数を用いた。その結果、災害発生数と各工事要素項目、及び各工事要素項目間の相関係数はすべて正の相関にあり、かつ平均岩種を除いた各工事要素項目間では、比較的高い相関関係が認められた。災害発生数と工事要素項目の間には正の相関があるので、各工事要素項目の数値が増えれば、災害発生数も同様に増えるが、災害発生数と一番高い相関関係にある支保工事建込本数でも相関係数 $r=0.742$ と、災害発生数を単一の工区諸元でもって説明するには不十分なきらいがあった。

(2) 災害の発生がランダムであれば、一定施工距離、施工月数に対する災害発生数の分布は、二項分布、ないしはポアソン分布となる。ポアソン分布を正規分布に近似することによって、災害発生数、あるいは災害発生率の信頼区間を、任意の施工距離、施工月数に対して簡単に求めることが出来、実際の災害発生率と比較することによって、その工区の災害発生率が

全平均の災害発生率にくらべて有意に大きいか、あるいは小さいかを検定することが出来る。災害発生率として1ヶ月当りの災害発生数と、1 km 当りの災害発生数の2つの災害発生率を定義したが、昨年度の年報で述べたように、月当り災害発生率(人/月)は掘削工法、及び施工距離の影響を受けるので、ここでは km 当りの災害発生率(人/km)を用いて、災害発生率の信頼区間を施工距離に対して求め、実際の災害発生率と比較したのが図12である。同図を通して、各工区の災害発生率の有意差検定を行うことが出来る。

(3) 正規確率変数としての災害発生率は、施工距離の関数であるので、施工距離に対応して各工区の信頼区間が変動する。そこで各工区の災害発生率と信頼区間とを統一的に論ずるために、各工区の災害率と上側信頼限界値との比を危険指数と定義し、危険指数と災害率との相関係数を求めてみると、 $r=0.976$ と極めて高い相関関係がみられた。よって危険指数の災害発生率への回帰直線を求めることによって、信頼区間によらず災害発生率のみで統計的危険性のおおよその評価が可能となった。実際に得られた回帰直線により求めた、統計的に有意な限界災害率は $\lambda=17.78$ 人/km であった。

(4) 災害発生率が統計的に危険側に有意な工区と、有意でない工区とに分け、工事要素と災害との関連を調べてみると、工事要素によっては災害発生との関係をより明確に捉えることが出来たり、あるいは災害発生に対して敏感に反応する工事要素が何であるかを捉えることが可能となった。(RR-27-1 参照)

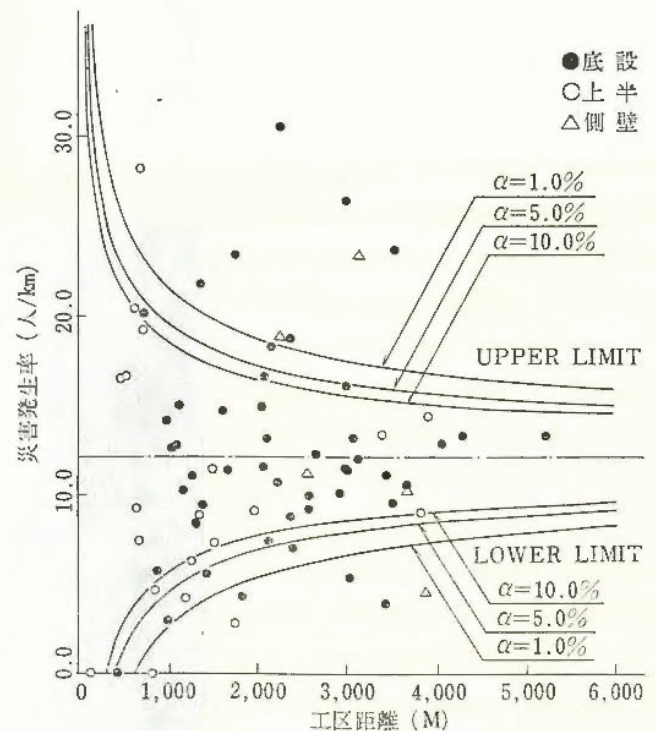


図12 災害発生率(人/km)の信頼区間と実際の災害発生率

機械設備の人間工学的研究

多関節人工指の試作研究

一指関節の角度及びにぎり力の制御について

機械研究部 杉本 旭・深谷 潔

マニピュレータによる危険・有害作業の安全化は特にその作業が人間特有のパターン認識力や判断力を要求する場合に有効な手段となりうる。しかしこれまでのマニピュレータは作業性に問題があり、それは人工手指が低自由度であることが主たる原因である。

本研究はマニピュレータに装着すべき有効な手指としての多関節人工指の開発に関するものである。

写真2は本研究で開発した多関節人工指を持つマニピュレータである。この手指部は3本の指からなっている。これらは人間の指の母指、示指、中指に対応する構造及び機能を有するもので、屈曲・伸展運動の他に母指の対立運動、示指・中指間の内・外転運動、手首の回転運動を行わせるため、全部で12の自由度を持っている。

指の屈曲・伸展運動の9自由度は装置の小型化を目的として開発した電気粘性流体クラッチを用いて制御する。このクラッチは外部電界によって粘度が変化する、いわゆる電気粘性流体を含むもので、出力トルクを電圧で制御できるものである。

人工指の動作原理は、クラッチの1次側を一定回転させておき、外部電圧を加えると2次側にトルクを生ずる。このトルクによってリールに巻かれたワイヤに張力を生じさせ、この張力はコンジットを介して指関節に伝わり、関節に屈曲動作を与えるというものである。

本研究は人工関節にかかる力と関節角の制御に関するものであり、人工指の力のセンサとしてはストレインゲージを、角度のセンサとしてはポテンショメータを用いている。

図13は力の制御のためのブロック線図である。制御要素は入力信号電圧0~5Vで指に0~5kgの力を発生するまでに至る伝達関数である。これは、高電圧増幅回路・電気粘性

流体クラッチ・リール・ワイヤに至るまでの伝達関数であり、インデシャル応答による実験式を用いている。また制御系は力のフィードバック補償及び微分補償を加えて、力の制御の精度及び速応性を改良している。本システムは安定条件により、変数 T , K をそれぞれ 0.3, 1.0 として電子回路を構成し、力の制御実験を行った。その結果、4%誤差以内で制御可能であることを確認した。

また図14は角度制御のためのブロック線図であり、ここにおける関節の粘性抵抗 B は実測によって 0.0654 を決定した。さらに安定条件より積分補償変数 $A=0.3$ 及び $K_p=1.0$ としてシステムを決定した。その結果、角度制御実験では1%の誤差内で制御可能であることがわかった。

本研究結果は、さらに人間の角度のピックアップ等の研究などにより、多関節人工指のバイラテラル制御研究へとすすめてゆくつもりである。(RR-27-4参照)

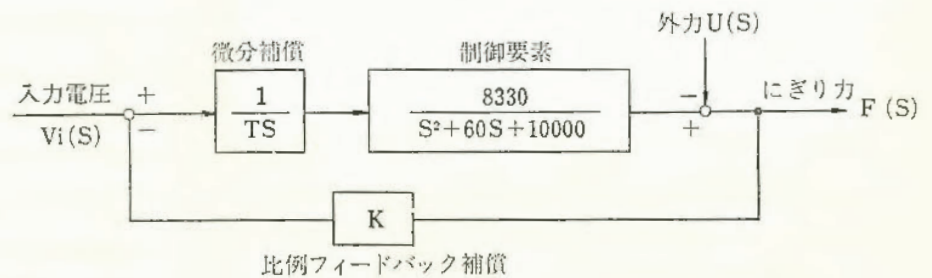


図13 にぎり力制御のためのブロック線図

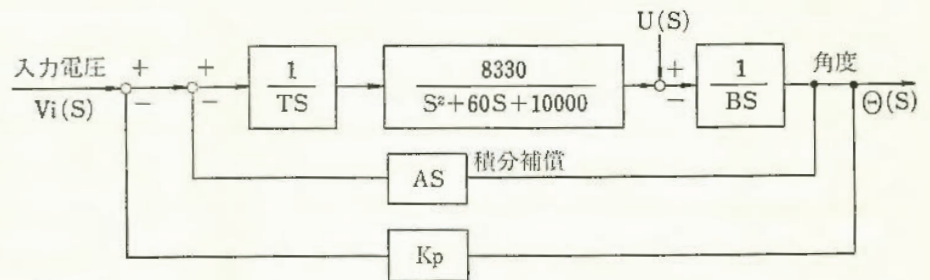


図14 角度制御システムのブロック線図

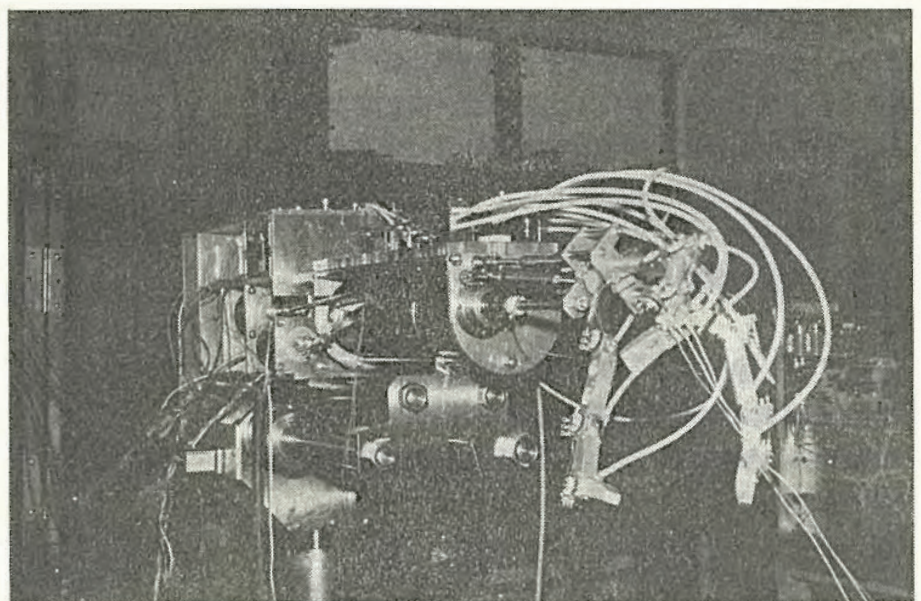


写真2 多関節人工指をもつマニピュレータ

1. 研究目的

階段昇降動作の基礎的性状を調べて歩行災害の根本的原因を知り、階段災害防止のための糸口を見つけることを目的とした。特に、滑り、つまずき、踏み外しに関連したデータを昇降速度、履物、寸法別に得るようにした。

2. 実験装置及び方法

蹴上(けあげ)、踏面寸法を自由に設定できる人体昇降動作実験装置を設計・製作した。階段の中段の踏面に3方向の荷重を検出できる床反力計を埋め込んだ。データ収録・処理は、電算機(FACOM 230-35)によっている。昇降動作は、16mm撮影機と写真機によって撮影した。実験寸法は4種、被験者は男子4名、女子2名である。特に女子については、ローヒールとハイヒール別の実験を行った。

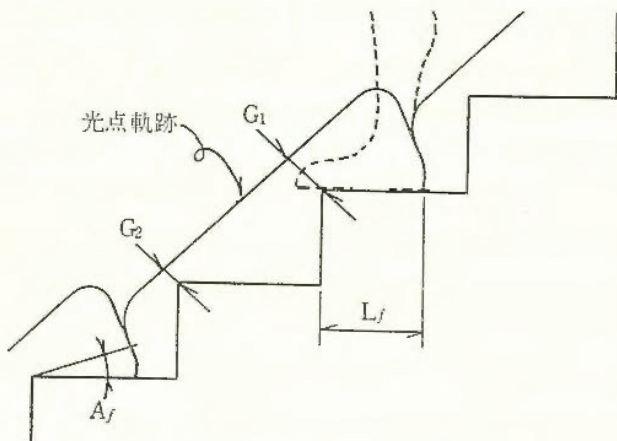


図15 靴後端の光点軌跡と記号の定義

動作分析を災害防止の立場から行うために、次のような測定を行った。滑りを評価するために、踏面への作用力点軌跡(水平力/垂直力)、靴裏接地角度(A_f)、つまずきを評価するために、靴先端部・後端部と踏面先端部との最短通過距離(G_1 値、 G_2 値)、踏み外しを評価するために、靴裏接地長さの靴長に対する割合(L_f 値)である。図15にそれぞれ定義した値を図示した。

3. 実験結果

ここでは、 G_1 値・ G_2 値、 L_f 値、 A_f 値についてだけ概略述べる。

(1) 最短通過距離 (G_1 値・ G_2 値)

昇りの場合、一般に階段勾配が急になるか、歩行速度が速くなるにつれて G_1 値は、増加した。ハイヒールの場合には、 G_1 値・ G_2 値ともにローヒールの場合より大きな値となった。降りる場合、 G_1 値は階段勾配が急になるにつれて直線的に減少したが、 G_2 値は、

ほぼ一定値となった。

(2) 靴裏接地割合 (L_f 値)

図16に男子の場合の昇降時の L_f 値を図示した。 L_f 値は、歩行速度に関係なくほぼ一定値をとる。階段寸法によって昇る時は、多少 L_f 値が変わってくるが、降りる時は、階段寸法に関係なくほぼ一定値を取ろうとする傾向がみられた。

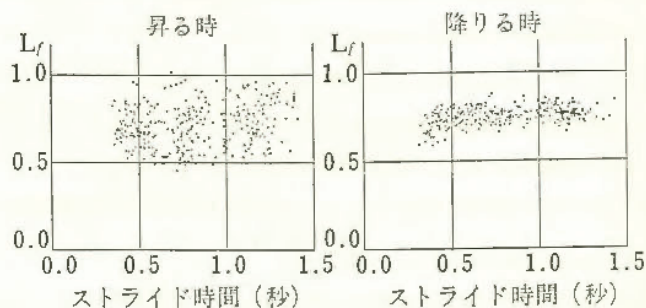
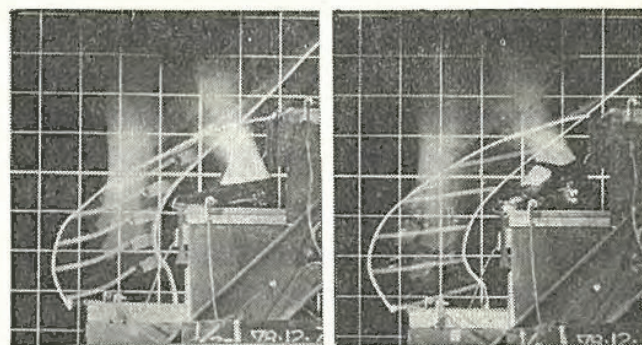


図16 ストライド時間と靴裏接地割合 (L_f)、男子

(3) 靴裏接地角度 (A_f 値)

写真3に示すような靴後部の光点軌跡から接地角度 A_f は、階段勾配に密接に関連していることが、図17からわかる。特に、ハイヒールの場合には、写真3からもわかるように、足首の回転および接地角度がローヒールの場合より少なくなっている。(RR-27-3 参照)



a) ローヒール b) ハイヒール

写真3 足の断続写真と光点軌跡

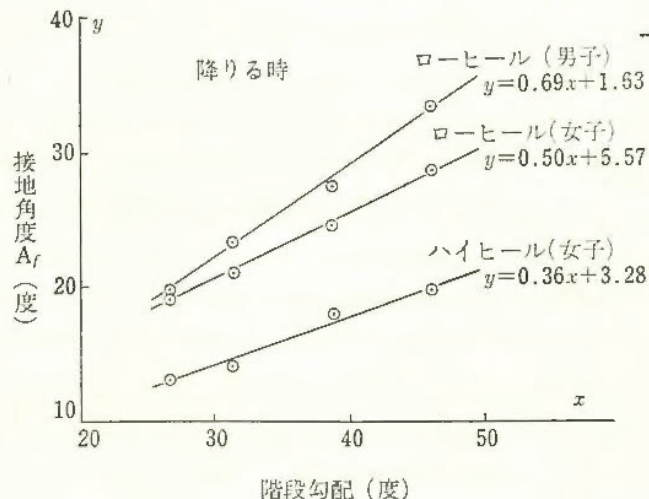


図17 階段勾配と靴接地瞬間の足角度

垂直固定梯子の適正寸法

土木建築研究部 木下鈞一・河尻義正
永田久雄

1. 研究目的

前報では、官能検査及び昇降動作実験の結果決定される梯子各部の適正寸法を報告した。本報では、引き続き昇降動作実験を行い、適正踏棧間隔についてさらに人間工学的に検討した。

2. 実験方法

実験A……昇降動作実験

踏棧間隔が4種類 (A : 22.5, B : 30.0, C : 37.5, D : 45.0cm) に異なる模擬梯子を用い、被験者の身体各部に標点をつけ昇降運動を 16mm シネカメラで撮影した。

実験B……昇降時の爪先の軌跡を求める実験

図20に示す2種類の踏棧配置の模擬梯子を用い、昇降時の被験者の足の爪先につけた豆球の光跡をカメラ撮影した。踏棧間隔は、22.5, 26.5, 30.0cm の3種類とした。

3. 実験結果及び考察

実験A

(1) 昇降時の筋肉の消費エネルギーの代用として、外部に表れた運動による仕事量を実験データより梯子の種類別に計算した結果、エネルギー効率では図18に示すように梯子Dが良く、1ストライド(1昇降動作)間のエネルギー消費量では梯子Aが少ない。

(2) 1ストライド間の膝と股関節角度の関係を図19に示す。最も筋力を要する時点(図中の◎印)における両関節角度を梯子の種類別に比較すると梯子Bのとき最も生体角(最大筋力を発揮できる関節角度)に近く、これが昇りやすさに関連するものと推察された。

(3) 1ストライド間の手足による体の支持点数別の時間割合を求め梯子別に比較すると、昇降共梯子B, Cの場合に4点支持の割合が高く、各手足の筋力負担が少ないため安定した昇降ができるものと推察された。

実験B

踏棧間隔が 30 cm の場合、爪先の軌跡は、両梯子間にほとんど差はないが、22.5 cm の場合は図20に示すように梯子bでは中間の踏棧(図中◎印)を避けるように迂回する傾向があり、踏棧間隔が小さい場合、このような無意識の動作制御が昇(降)りにくさを感じさせているものと推察された。

以上の結果、官能検査から求めた最適踏棧間隔 31 cm は、人間工学的にも適正値であることがわかった。前報及び本報の結果から垂直固定梯子各部の寸法について総合的に判断した結果、設計値を表2のように提

案する。(SRR-78-1 参照)

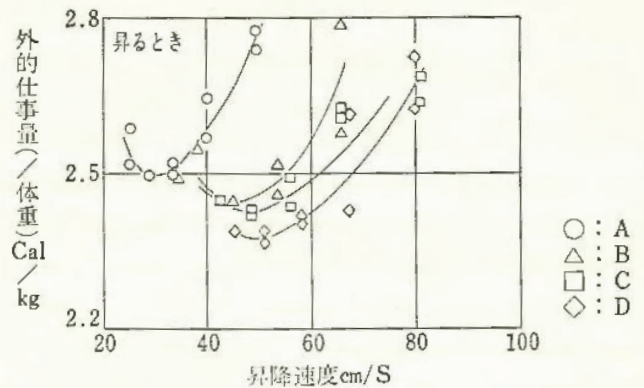


図18 1m昇高き当りの外的仕事量

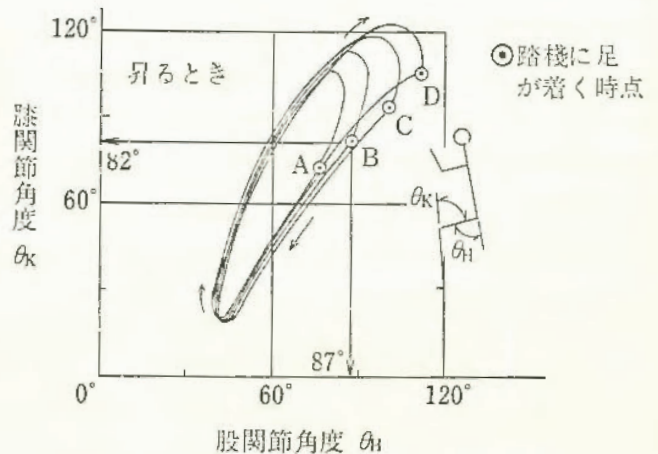


図19 膝関節と股関節角度の関係

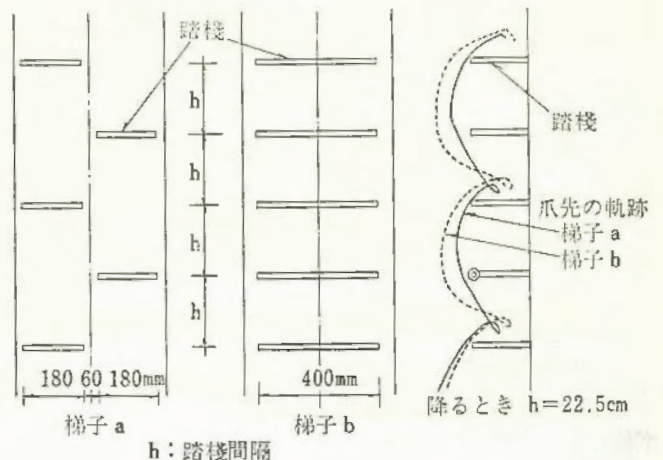


図20 実験用梯子及び爪先の軌跡

表2 梯子及びケージの設計推奨値

		設計推奨値
1.	踏棧間隔	31 cm
2.	踏棧の太さ	25 mm
3.	踏棧幅	W 40 cm
4.	踏棧と壁面等のあき	C 15 cm
5.	ケージ寸法	Lz 69 cm
		Lp 34 cm
		R 35 cm
		Lx 70 cm
		(Diagram showing dimensions W, C, Lp, Lz, R, Lx)

機械防護のための人体計測に関する研究

機械研究部 深谷 潔・杉本 旭・近藤太二

1. 研究目的

産業災害による死傷者のうち、機械の運動部分・高温部分などとの接触災害や、機械に挟まれるといった挟圧災害が、全体の3分の1以上を占めている。これらの災害に対して、人間の作業域から危険物をしかるべき距離だけ離すとか、覆いや防護柵を設けるなどの対策が必要となる。その際に、防護柵等を危険物からの位離せば良いかとか、加工物の送給・排出のための開口部の大きさはどの位まで許されるかといった検討が必要となる。それらの安全距離の決定のための基礎資料とするため、人間の身体寸法の計測を行った。

なお、この研究は、日本機械学会が行った「機械類の安全性に関する標準化のための調査研究」の一環である。

2. 測定方法および測定結果

本研究では、①種々の高さの柵に対する腕の到達距離（柵越腕リーチ）、逆L字型の柵に上から手首及び上腕を入れた時の到達距離（②手首屈曲リーチ、③腕屈曲リーチ）、④平行開口部の開口高さとの到達距離（間隙通過腕リーチ）、⑤手が入る正方形開口の最小寸法（正方形開口通過限界）の5項目の測定を行い、また一般化のための指標として、身長・体重などの関連項目の測定も併せて行った。

①～③については、模擬の柵を作り、それぞれの柵に対する被験者のリーチを、指先に豆ランプを付け写真撮影をすることにより測定した。

その一例を写真4に示す。このデータを柵の位置を原点とする極座標系の各角

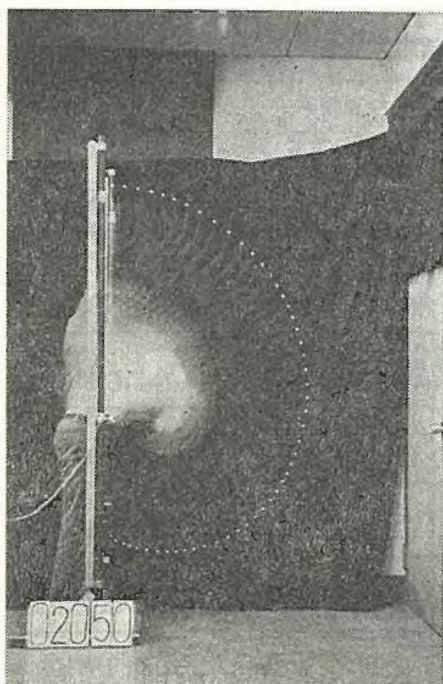


写真4 柵越えリーチ測定例

度に対する半径という形で表わした。④については、初年度と次年度では測定方式が異なり、初年度はステップ状に変化する間隙に対するリーチを測定したが、次年度では、一方が自由に上下する一組の平行ローラ間に腕を突込み、リーチとローラの高さを同時に測定するという方式を採った。測定の目的に対しては前者の方が忠実だが、測定時間を短くする必要から後者の方式に変更した。これらの両方式は変形度の大きい筋肉部では若干の差はできるが、変形の小さい関節部ではほぼ等しい結果を示す。⑤は、対角線寸法が自由に変えられる正方形の開口に対して、徐々に寸法を広げた時に最初に手が開口を通過する時の対角線の寸法を計った。これらの諸量は、単に体の寸法だけでなく、柔軟性などにも影響されるため、模擬装置を用いた。

関連項目は、一般に用いられている身長計、体重計、マルチン式身体計測器によった。

被験者は、現場男子職員430名が中心だが、日本人労働者の分布の上で、体が大きい方の限界に位置すると思われる男子学生を100名、小さい方の限界として未成年女子72名を加えた。そのほか、事務男子職員116名と女子職員50名の測定も行った。

測定結果をいくつか紹介すると、柵越えリーチでは、男子学生が最もリーチが大きく、柵高75cmの時の水平方向リーチの平均は99.2cmであった。

図21に、間隙通過腕リーチの測定結果（平均±標準偏差）を示す。また、プレス用ガードの標準化等による要請から作成した危険限界標準化案も併せて示す。

正方形開口通過限界では、平均値－標準偏差が最小なのは、女子職員のグループで、7.53cmであった。

また、測定結果から日本人労働者全体についてのリーチ等の推定のため統計モデルの構成を試みたが、データと十分に相関のあるモデルは得られなかった。

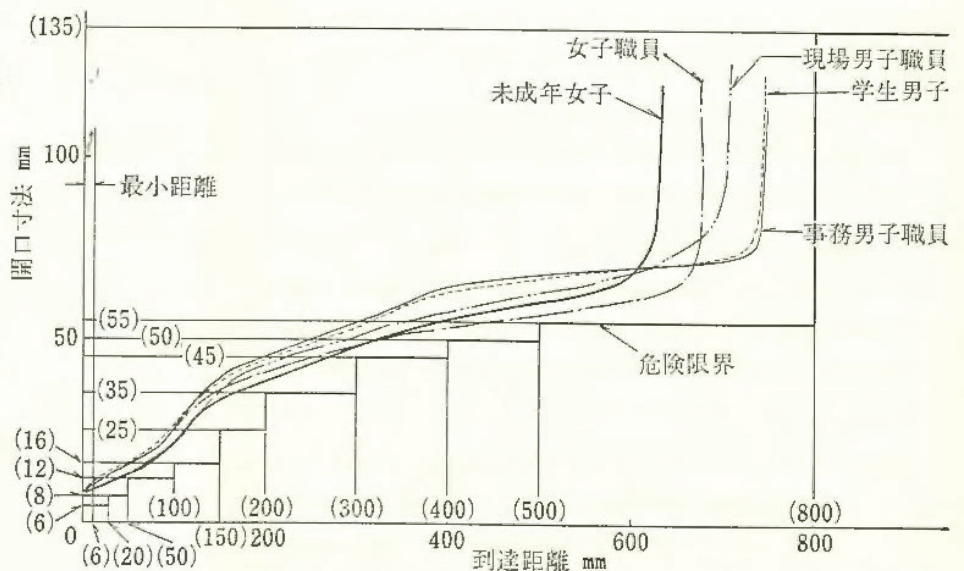


図21 間隙通過腕リーチと危険限界標準化案

掘削工事の安全化

切取り工事における土砂岩石崩壊による死亡災害の分析

土木建築研究部 前 郁夫・鈴木芳美
堀井宣幸

1. 研究目的

存在型災害の1つである土砂岩石崩壊災害は毎年繰返し発生しており、それらの中には重篤な災害も数多く含まれている。これら土砂岩石崩壊災害に対する有効な防止対策を確立する第一段階として、災害の実態を把握するために昭和48～51年の4年間に発生した死亡災害142件について分析を進めている。今回は、工事関連要素、管理関連要素、および地質関連要素に関する分析結果について述べる。

2. 分析結果

(1) 工事種類・発注者別の分析結果では、地方公共団体発注工事での災害が全体のほぼ2/3を占め、工事種類としては道路工事でのものが圧倒的に多い。

(2) 災害発生工事とその工事規模でみると、工費・工期・就労者などがいずれも小さいいわゆる小規模工事で多くの災害が発生している。

(3) 被災者の属性についてみると、被災労働者は40～50歳代の中高齢者が多く、また経験年数も5年未満の者が半数近くを占めていることが判明した。

(4) 崩壊した地山の分析から、崩壊災害は概して高さ10m未満、勾配60°以上の急勾配で高さの低い地山で半数近く発生しており、崩壊部の規模も、崩壊幅、崩壊高さともに10m未満で、崩壊土量も50m³未満の比較的小規模なものが大部分を占めている(表3)。

(5) 崩壊地点の岩種・崩壊パターン分析からこの種の崩壊には花崗岩地域の落石型・崩落型崩壊、泥岩・頁岩等の堆積岩地域での落石型・崩落型崩壊、段丘堆

積物・崩積土等の未固結堆積層の崩落型崩壊といった幾つかの典型的な災害件数の多いタイプが存在する。

(6) また、これらの崩壊地山の勾配をみると、地すべり・山崩れ等の自然崩壊と異なりかなり大きい。しかし一見そのように思われても、自然崩壊の多発する地域は、地質的にみて潜在的崩壊危険性は大きいと考えておく必要がある。そこで、ある区域での地質的安定度を示すファクターとして「地すべり」を取り上げ、全国の市町村を単位区域とし、各単位区域での地すべりの占める割合(地すべり面積率)を4段階に分類し、各段階毎に該当する市区町村数及び崩壊災害の発生した市区町村数とを集計したのが表4であり、同表から、地すべり面積率の大きな区域では、切取り工事での崩壊災害の発生比率も大きくなる傾向がみられた。(TN-78-1 参照)

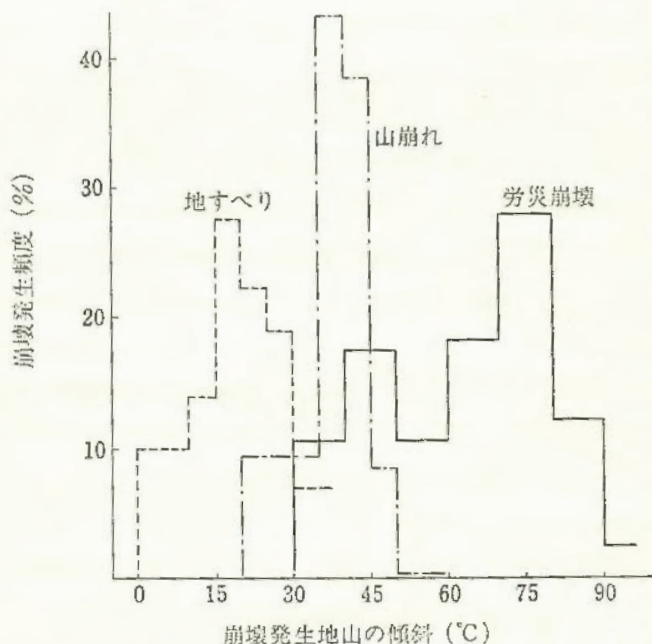


図22 崩壊発生地山の傾斜別発生頻度

表4 地すべり面積率別市区町村数及び災害発生件数

		地すべり面積率				合計
		0%地域	1%未満地域	5%未満地域	5%以上地域	
市区町村数		2,230 (65.8)	639 (18.9)	321 (9.5)	189 (5.8)	3,388 (100.0)Ⓐ
切取り工事における崩壊災害件数	48年	14 (40.0)	10 (28.6)	7 (20.0)	4 (11.4)	35 (100.0)
	49年	16 (61.5)	7 (26.9)	1 (3.8)	2 (7.7)	26 (100.0)
	50年	22 (52.4)	9 (21.4)	2 (4.8)	9 (14.3)	42 (100.0)
	51年	14 (35.9)	13 (33.3)	6 (15.3)	6 (15.3)	39 (100.0)
	合計	66 (46.5)	39 (27.5)	16 (11.3)	21 (14.8)	142 (100.0)Ⓑ
災害発生比率 Ⓑ/Ⓐ		0.71	1.46	1.19	2.53	1.0

() 内 %

表3 崩壊部分の高さ、幅別分類(落石を除く)

高さ(m)	幅(m)						
	0~9	10~19	20~29	30~39	50以上	不明	小計
0~9	46	11	4			8	69
10~19	6	5	1	2		3	17
20~29	1		5	2		1	9
30~39				1			1
40~49		1		1			2
50以上		1	1		2		4
不明	1					14	15
小計	54	18	11	6	2	26	117

建設工事における建設機械による死亡災害の分析

土木建築研究部 前 郁夫・堀井宣幸

1. 研究目的

近年、産業の各分野における機械化はめざましく、建設業においても機械化施工が進められ、施工速度の向上、省力化等多くのメリットがもたらされている。

しかし反面、建設機械の大型化、高速化に伴い、死亡災害につながるケースも多くなっており、死亡災害中に占める建設機械による災害の構成比は増加の傾向を示している。そこで、これら建設機械による災害の実態を明らかにするために各種の分析を行っているが、今回は主に災害の発生状況について紹介する。

2. 分析結果

(1) 事故の型別に災害件数を調べると、運転者が被災の場合は、自分の運転していた建設機械が転倒・転落して被災する例が圧倒的に多く、次いで建設機械に巻き込まれるとなっている。また非運転者が被災する場合は、建設機械に激突される、巻き込まれる、ひかれるの順に災害が多くなっている(表5)。

(2) 災害が起きた時の、被災者と建設機械との関係を調べたのが表6であり、同表より、建設機械とは別

表5 事故の型別件数

運転者被災				非運転者被災				運転者 と非運 転者の 被災	運 転 者 同 志 の 被 災							
建設機械にひかれる	建設機械に巻き込まれる	建設機械に激突される	建設機械や荷の落下	建設機械の転倒・横転	交通事	その他	建設機械に巻き込まれる			建設機械に激突される	建設機械や荷の落下	建設機械の転倒・横転	交通事	その他		
5	14	5	2	44	9	1	39	34	25	15	7	3	7	5	1	1
80							135							1	1	

表6 被災者と建設機械とのかかわりあい

機械の稼働状態	共同作業	玉掛	8	39	
		誘導連絡	13		
		機械稼働時は退避する	18		
便乗	別個作業	通りがかり・見物	4	4	
		機械とは別個の作業	21		
機械の非稼働状態	修理・点検	その他	57	78	
		その他	2		
被災者が運転者の場合		その他	14	16	
被災者が運転者の場合				80	80
計				80	217

表7 不安全要因パターン別件数

運転者の不安全要因	被災者の不安全要因	作業場の不安全要因	機械の不安全要因
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
数16	数22	数60	数1
数6	数3	数10	数1
数3	数10	数1	数3
数1	数2	数3	数1

表8 運転者・被災者の不安全要因別件数

運転者の不安全要因	被災者の不安全要因	安全不確認	機械の不安全な放置	機械の操作・運転ミス	機械の目的外使用	機械の無免許運転	その他の不安全行動	不安全行動なし	不明	計
無視(信号・標識・誘導等)	4		2		1		5			12
不確認(同上)	2									2
作業誤り(方法・位置・不注意)	21	2	5	1	4	3	19	2		57
その他の不安全行動	24	2	9		3	1	4			43
不安全行動なし	7	1	4		4	2				18
不明	1	1	1				1	1		5
計	59	6	21	1	12	6	29	3		137

の作業を行っている時に被災することが多く、通りかかり、見物中に被災した例もみられた。

(3) 一般に災害は複数の原因が重なって発生すると考えられるが、ここでは「災害はある作業中に、作業環境(作業場)、作業手段(建設機械)、あるいは作業者自身のいずれか又は複数が不安全な状態となり発生する」と考え、非運転者が被災した137件の災害について、運転者、被災者、建設機械、作業場の4項目のいずれに不安全な状態があったか、かつそれらがどのように関連していたかを調べたのが表7である。同表より、運転者あるいは被災者(被運転者)といった人間側に不安全な要因がある場合が大半を占めており、作業場や建設機械の不安全な状態が災害にむすびつく例はわずかであることがわかった。

(4) そこで、運転者と被災者の不安全要因について調べてみると、運転者については、安全の確認なしに機械を動かした時に災害が起る場合が半数を占め、次いで操作・運転ミスの順となっており、これら初歩的ミスが災害発生の原因となっている。又被災者の不安全要因についてみると、作業方法・作業位置の誤りあるいは不注意で被災する例が半数を占め、これらを含め被災者になんらかの不安全な要因がある場合が、80%を占めることがわかった。(表8)

ガス爆発危険性とその防止

爆発および爆ごう抑止器の 実用化に関する研究 (第4報)

—管路拡大による爆ごうの中断を利用した
爆ごう抑止器について—

化学研究部 松井英憲・林年 宏

1. 研究目的

細隙における消炎現象を利用した爆ごう抑止器は、ガスの流通に対する抵抗が大きいという欠点があるため、従来あまり実用に供されていなかった。ここでは管路の急激な拡大によって、管径がガス組成および圧力によって定まる限界値より小さければ、爆ごうが一時的に中断することを利用し、市販の金網を消炎素子とした爆ごう抑止器を試作した。その性能を試験したところ、アセチレン又は水素と空気との爆ごう波および燃焼波に対して有効な消炎性能を示し、かつ圧力損失も十分小さくすることができた。

2. 実験装置及び方法

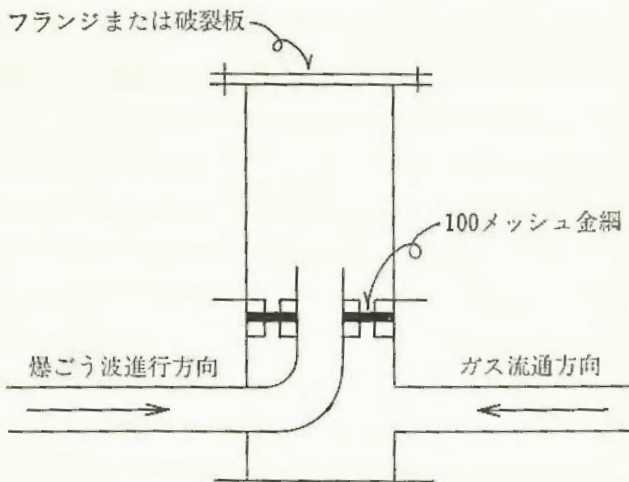


図 23 爆ごう抑止器構造の概略

爆ごう抑止器の構造の概略を図23に示す。実験に用いた配管は、呼び径1インチの配管用炭素鋼管で、爆ごう抑止器の前後にそれぞれ長さ3mおよび1mを接続した。爆ごう抑止器は、4インチガス管を加工したもので、管路を1インチから4インチへ拡大する構造になっている。消炎素子には市販の100メッシュ・ステンレス製金網を用いた。波面速度は管壁に取り付けたイオンギャップによって火炎の到達を検知し、この出力をカウンタで計測した。また、抑止器の拡大部における波面圧力をピエゾ圧力変換器で測定した。

3. 実験結果

3.1 消炎性能に対するガス濃度の影響 初圧大気圧におけるアセチレンおよび水素の濃度と爆ごう阻止金網枚数の関係を求めた結果を図24に示す。爆ごう

を最も阻止し難い濃度における爆ごう阻止最小金網枚数は、アセチレン、水素に対してそれぞれ12枚と10枚であった。1インチ管中でこれらの濃度の爆ごう波を同じ金網で直接阻止するには、いずれのガスの場合にも金網25~30枚を要する。

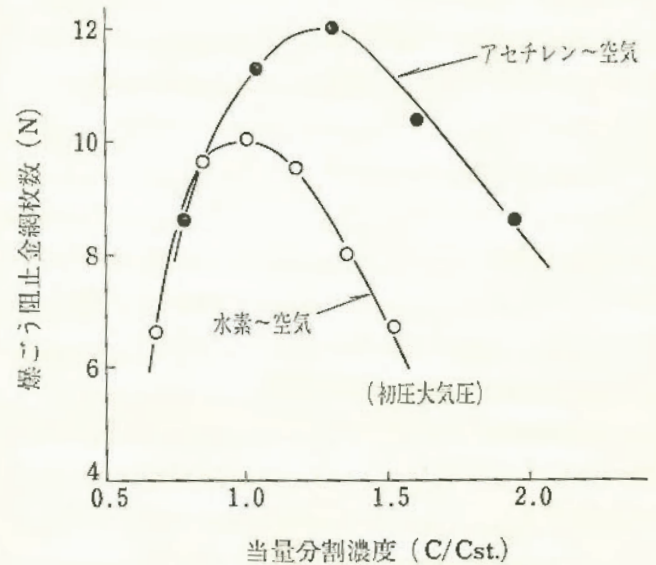


図 24 ガス濃度と爆ごう阻止金網枚数

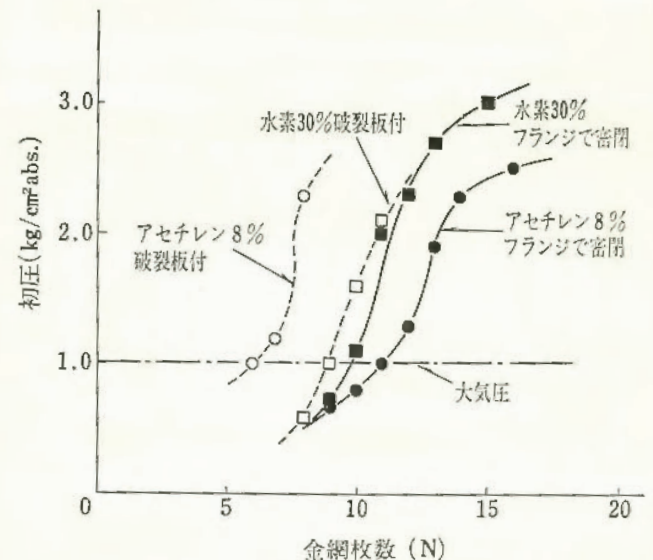


図 25 金網枚数と爆ごうが阻止される最高初圧

3.2 破裂板の効果 抑止器の管路拡大部に Al 製厚さ0.1mmの破裂板を取り付けた場合と、フランジで密閉した場合の爆ごう阻止能力を比較した結果を図25に示す。アセチレンの場合、破裂板を使用すると、金網枚数で5枚分阻止能力が増すが、水素の場合には、破裂板の効果が少ないことが分かった。

3.3 ガス流動下での消炎性能 ガスが流動している場合でも、静止の場合と比較して爆ごう阻止能力に差は見られなかった。しかし、ガス流動下では、引火しない場合でも金網表面で継続的な一種のバーナー炎が保持された。この状態が続けば、数10分後ついには金網が焼損して未燃側へ引火が起る。従って、何らかの未燃ガス供給遮断装置が必要である。

消炎容積に関する研究

—管中の初期火炎の伝播限界—

化学研究部 林 年宏・松井英憲

1. 研究目的

爆発性混合ガスに電気火花で点火したときに生ずる初期火炎（点火核）が引き続き安定な火炎伝播に移行するためには、点火核がある大きさ以上に成長していることが必要である。すなわち、点火後に火炎伝播が生ずるために必要な最小容積というものが考えられる。この概念を消炎容積と呼ぶ。細い管中に満した混合ガスに点火することが困難であるという事実は、消炎容積のひとつの例と見ることができる。混合ガスに点火できるか否かは最小点火エネルギーで、また、伝播中の火炎がどの程度狭い空間を通過し得るかは消炎直径で示すことができるが、消炎容積はいわばこの中間に位置する現象を意味すると解される。この研究では、具体的には殆んど知られていない消炎容積について手がかりを得るため、管中の初期火炎の伝播の限界条件（管径、圧力、点火エネルギー）についてしらべた。

2. 実験装置および方法

図26にブロック図を示す。高圧電源によりコンデンサに充電し、電極における絶縁破壊により一回だけ放電が生ずるように制御する。このときの放電電圧Vを毎回測定し、コ

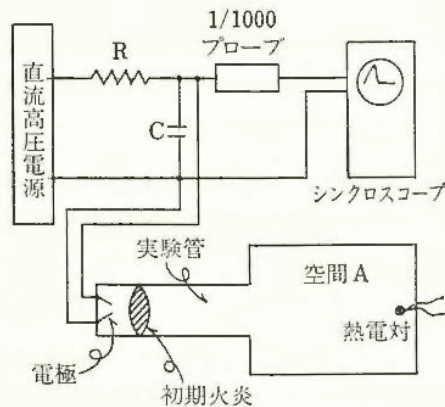


図 26 実験装置ブロック図

ンデンサ容量Cとから $CV^2/2$ により放電エネルギーを求める。実験管には、この管中を火炎が伝播したことを確認するための広い空間Aを接続し、この両者に混合ガスを満して放電を起させる。混合ガスの初圧が高いか、または放電エネルギーが大きければ火炎は空間Aに伝播するが、いずれかの条件に欠けるときは初期火炎は生じない（点火しない）。この間の限界の条件下では、初期火炎は生ずるが、この火炎は実験管中を途中まで伝播しただけで消滅するのが観察される。このときの管径はその条件下での初期火炎に対する消炎直径（消炎容積の代表寸法）とみなせるが、こうした限界条件を確認するには初圧を僅かずつ変化させる必要があり多大の時間を要するため、実験では初圧を 25mm

Hg ずつ変化させ、種々の条件下で空間Aへ火炎伝播しない初圧を求め、これをもって限界条件に代えた。

3. 実験結果

放電エネルギーを変えて空間Aへの火炎伝播の有無をしらべ、伝播しない限界圧力を結んでなめらかな曲線としたのが図27である。実験では放電エネルギーの大きさはコンデンサの容量によって変えたが、コンデンサの種類と容量が異なるため放電エネルギーの計算値のみをパラメータとすることは適切ではなく、限界圧力と放電エネルギーの間の規則性に乏しいが、いずれの管径についても最小値が存在するとみなしてよい。

図28は、これらの最小圧力をそれぞれの管径に対してプロットしたものであって、放電エネルギーが充分大きい場合の、ある管径における初期火炎の伝播限界圧力を示している。逆に見れば、混合ガスの初圧がある値のときの初期火炎の伝播限界径を示すものであるが、図の曲線を外挿することにより、10%メタン-空気混合ガスについては、その圧力が大気圧（760 mmHg）のときには直径4 mm以上の管中でなければ（初期火炎は生ずるにしても）引き続き火炎伝播を生ぜしめることはできないと予測される。

その他の結果のうちでは、実験管の材質が異なっても火炎伝播の限界圧力には殆んど差が見られなかったことに特に留意したい。

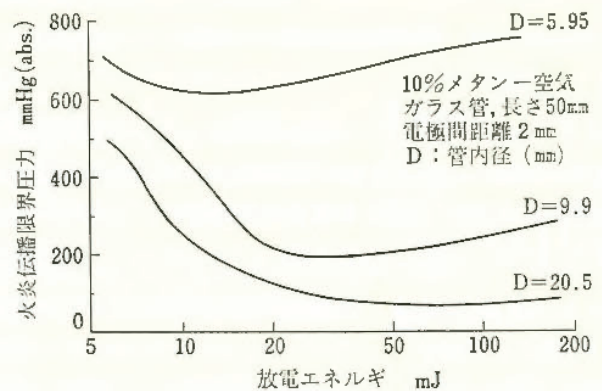


図 27 種々の管径における火炎伝播限界圧力と放電エネルギーの関係

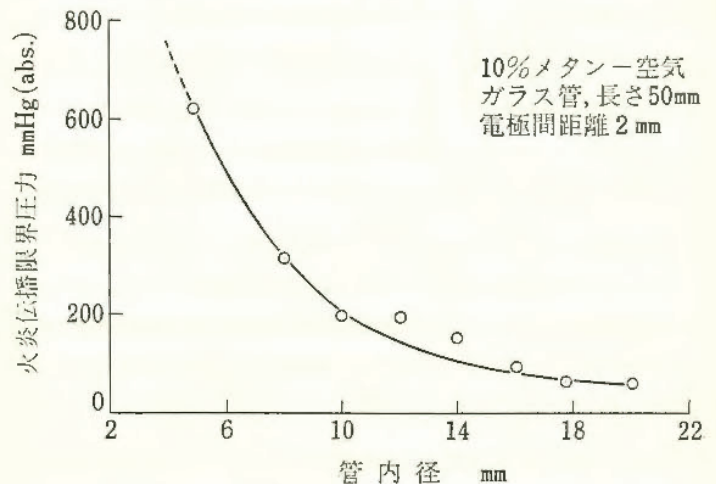


図 28 管内径と火炎伝播限界圧力の関係

固体等の燃焼爆発危険性とその防止

堆積粉じんの自然発火機構

—高度サラン粉の熱発火限界雰囲気温度—

化学研究部 琴寄 崇・内藤道夫

1. 研究目的

文献1)にて報告した自然発火試験装置を用い、現実化学プロセス等において経験された数種の自然発火事故料品につき、それらの自然発熱性状を測定し、かくして得られる熱的データが自然発火現象を定量的に説明する上に役立つことを示そうと試みた。本稿では自己発熱性物質に属する高度サラン粉につき、本装置によって求めることのできる速度論的パラメータから市販の容器に入っている試料の熱発火限界雰囲気温度を算出する方法につき述べることにする。

2. 実験法

高度サラン粉のような自己発熱性物質の自然発熱性状を測定する方法は以下の通りである。すなわち、試料を装置にセットした後、エアバス温度を所定の試験環境温度 T_a に設定すると、試料温度 T_s は次第に上昇し、やがて T_a をオーバーするに至る。この状況の許で、 T_s が T_a に一致した瞬間に、ゼロサプレッション操作の後、断熱制御を開始させるのである。

3. 結果

まず、110-130[°C] の温度範囲において、高度サラン粉の発熱分解性状を調べたところ、この発熱過程がほぼ零次反応的に進行することが明らかとなった。

ところで、文献1)に示されたように、零次反応速度式にしたがって分解する物質の場合、その昇温軌跡に関し、

$$\ln \Delta t = -\frac{E}{RT} + \ln \frac{\Delta T \cdot cd}{\Delta H \cdot A} \quad (1)$$

なる関係式が成立する。ここに Δt [min] は試験環境温度 T [°K] より一定温度幅 ΔT [deg] だけ昇温するに要する時間であり、また、 c , d , ΔH , E , A はそれぞれ試料の比熱、比重、モル反応熱、反応の活性化エネルギー、同じく頻度因子である。

1)式に基づいて得られる実験式の勾配および切片に対し、文献2)に与えられている $c=0.26$ [cal/g·deg], $\Delta H=20.8$ [kcal/mole], ならびに本実験条件に基づき、 $d=0.97$ [g/cm³], $\Delta T=1.5$ [deg] を代入すると、

$$E=30.4 \text{ [kcal/mole]}$$

$$A=8.371 \times 10^{10} \text{ [mole/cm}^3 \cdot \text{min]}$$

と算出することができる。

このように、零次反応を前提とする限り、自然発火

試験装置によって E および A の値を比較的容易に、また精度良く求めることができる。

ところで、Frank-Kammenetskii (以下 F-K と略称) の熱発火限界条件を適用することにより、ある一定温度の雰囲気中に置かれたのみで断熱条件下にない市販の荷姿の試料につき、その熱発火限界雰囲気温度 (試料の発火をもたらす最低の雰囲気温度) T_c を求めることができる³⁾。

F-K によると、球状試料の発火限界を与えるパラメータ δ は、

$$\delta = \frac{\Delta H \cdot Ea^2 A}{\lambda RT_c^2} \exp\left(-\frac{E}{RT_c}\right) = 3.32 \quad (2)$$

と示される。ここに a , λ , R はそれぞれ、試料の半径、熱伝導度、ガス定数である。

文献2)に与えられている $\lambda=6.26 \times 10^{-9}$ [cal/cm·deg·min], $R=1.987$ [cal/mole·deg], および上に求められた E , A 値を代入して整理すると、任意の大きさの球状容器に入っている高度サラン粉の T_c は

$$\log T_c + 3321.633/T_c = \log a + 10.0539 \quad (3)$$

なる計算式で与えられることになる。

かくして、直径 15.2[cm] の容器については、

$$T_c = 125.5 \text{ [}^\circ\text{C]} = 398.65 \text{ [}^\circ\text{K]}$$

と求まる。

さて、このような温度の雰囲気中におかれた試料は当然雰囲気温度を越えて発熱して行くけれども、それが終局的に発火に結びつくには、雰囲気温度よりもある温度幅以上に、試料温度が上昇する必要がある。このような発火に要する試料の限界温度上昇幅 ΔT_c は F-K によれば次のような関係式で算出できるとされている。

$$\Delta T_c = 1.61 RT_c^2 / E \quad (4)$$

4)式に 15.2cm^φ の容器における T_c 値 398.65[°K], $E=30.4$ [kcal/mole] を入れると、

$$\Delta T_c = 16.7 \text{ [deg]}$$

を得る。

結局、本条件において高度サラン粉は 125.5[°C] 以上の雰囲気中におかれるならば、 $125.5 + 16.7 = 142$ [°C] 以上に自然に昇温して行き、その後速やかに発火にまで至るであろうと予言できる。

このことは、文献2)において報告されている、高度サラン粉の温度が 150[°C] をこえるようになってはじめて発火が生ずる、という実験的知見にほぼ適合するものであるといえる。

引用文献

- 1) RIIS-RR-27-2
- 2) Y. Uehara et al., Combust. Flame, 32, 85(1978)
- 3) D. A. Frank-Kammenetskii, Diffusion and Heat Exchange in Chemical Kinetics, Princeton Univ. Press, Princeton (1969)

フッソ樹脂の発火と燃焼

化学研究部 森崎 繁・駒宮功額

1. 研究目的

フッソ樹脂は、一般に物理的または化学的に優れた性質を有しており、殊に熱的に安定なものが多く、各種工業材料、家庭用品材料として広く使用されている。このような熱に強い即ち難燃性のフッソ樹脂が不用になって廃棄物として焼却処理されたり、ガス切断された場合は、未分解のガスや有害な酸化物が発生し、労働災害や大気汚染の原因となる可能性が強い。ここでは4種類のフッソ樹脂について発火燃焼特性について研究を行った。

2. 実験装置

使用した実験装置は、赤外加熱方式の熱天ビン、ガスクロまたは質量分析計に連結された加熱分解炉及び加圧発火・熱量測定装置である。熱天ビンからの出力はヒューレットパッカード社の計算機でオンライン処理した。試料は、PTFE(C_2F_4)_n、FEP($C_2F_4-C_3F_6$)_n、ETFE($C_2F_4-C_2H_4$)_n 及び TFEP($C_2F_4-C_3H_6$)_n の4種である。

3. 実験結果

可燃性の液体や固体をプログラム昇温して発火燃焼を調べる場合には、試料量、昇温速度などに大きく影響され、試料量が一定以下である場合や昇温速度がある一定値以下の場合にはもはや発火が生じなくなる。図29は、試料約20mgのETFEについて、酸素中で20°C/minから160°C/minまで昇温速度をかけた時の酸化分解による重量減少の状況を示したものであり、昇温速度が80°C/minになって初めて396°Cで発火し、160°C/minの場合は405°Cで発火するようになる。即ち昇温速度が大きくなるほど発火しやすく、かつ、発火温度が高温側にずれてゆく。この現象は、試料の酸化反応による発熱速度より炉の昇温速度の方が大きいことによるものである。

したがって、ある試料の最低発火温度をこの方法で求めるには、昇温速度をできるだけ小さく、かつ、試料量をできるだけ多くする必要があるが、試料量の影響をあまり受けない範囲を調べておく必要がある。図30はこのような観点から試料の酸化分解をできるだけ抑えるべく酸

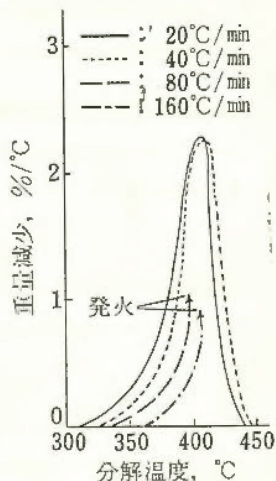


図29 ETFEの酸素中での異なる昇温速度における分解

素で約10mgのETFEを8kg/cm²で加圧し、5~160°C/minで昇温加熱して発火させ、その時の温度を求めたものである。この加圧下の発火実験においては、試料量を2倍にしても発火温度にはあまり差が認められなかった。この図から昇温速度が160°C/minをこえると発火温度が410°Cをこえるようになるが、5°C/minでは約340°Cになる。もし昇温速度を1°C/minに外挿すると発火温度が約310°Cになることが推定される。この発火温度と昇温速度との関係から発火における活性化エネルギーが求まり、酸化分解の時に求めたものと同じ値35.8kcal/molと計算され、発火燃焼と酸化分解は反応機構的には同じであることが推定できる。

一方、PTFEは酸素中で昇温すると520~530°Cで急激な重量減少が認められるが、このような激しい重量減少や熱電対に検出される試料温度の上昇が発火をあらわしているかどうか疑わしい面もある。一般に高分子などが燃焼した場合にはその反応は、一次式に従うと考えられている。即ち、 $dc/dt = k(1-c)$ ここにc:分解率、t:時間、k:反応速度定数である。

図31、32は、4種のフッソ樹脂がある条件下で酸素中で発火燃焼するかどうかを確認するため、約15mgの試料を約800°Cまで瞬間加熱し、100msecごとの重量変化を検出して、重量減少速度と分解率の関係を計算機で処理したものである。ETFEは505°Cで著しい重量減少が生じるが、図31をみると分解率が40%をこえたところからdc/dtがcに対して1次になっており、その附近からより完全な燃焼形態をとっているものと思われる。TFEPは、cが10%をこえた時にただちに発火燃焼していることがわかる。同じ条件でPTFE、FEPとを瞬間加熱するとPTFEは598°Cで、またFEPは574°C

でそれぞれ激しい重量減少が認められた。図32に示すようにdc/dtがcに対して曲線を描き、燃焼が生じているとは考え難く、むしろ酸化分解および熱分解が主であることが推定される。

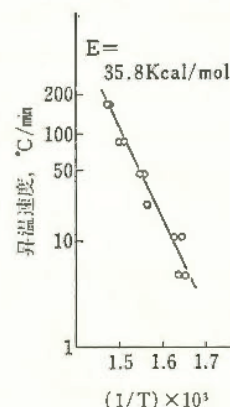


図30 ETFEの酸素加圧中における発火温度と昇温速度との関係(8kg/cm²)

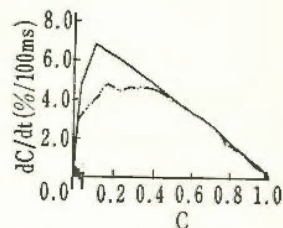


図31 ETFEおよびTFEPの酸素中における発火燃焼

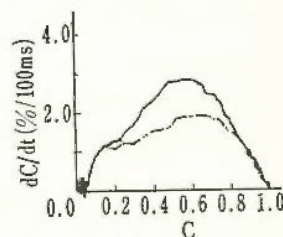


図32 PTFEおよびFEPの酸素中における瞬間加熱分解

静電気による点火危険性とその防止

帯電した多粒子と接地球との放電特性

——帯電ダストの放電に関する一考察——

電気研究部 田島泰幸・児玉 勉

1. 研究目的

粉じんに静電気が帯電しやすいことは周知の事実であり、過去の静電気災害の中にも、粉じんに帯電していた静電気が原因と推定される災害例が報告されている¹⁾。したがって、ここでは静電気に起因する粉じん爆発を防止するため、帯電した粉じんを金属の多粒子に置換したモデル実験を試み、着火源となる多粒子からの静電気放電特性について調べた。その結果、多粒子からの放電特性は粒子相互の幾何学的距離等、多粒子相互の諸特性に影響することを解明した。

しかし、このような放電特性が実際の帯電粉じんからも得られるか、これを確認する必要がある、その予備実験を試みた。この実験は、手法として簡便な堆積している帯電ダストからの放電特性を調べたもので、本予備実験によって、金属多粒子を用いたモデル実験の放電特性がこれでも発生すること、並びに堆積ダストからはそれ特有な放電特性が得られることを確めた。以下その概要について報告する。

2. 実験方法

実験は帯電したダストを接地した金属平板（直径80mm）に付着させ、これに直径6.0mmの接地金属球を接近させ、このとき発生する放電特性を調べた。すなわち、この実験は帯電したダストを接地した金属物体で挟むような条件（一方の金属物体である平板は帯電ダストと密着）で行ったもので、この点が接地した金属平板を使用していない金属多粒子のモデル実験と異なる条件である。

実験に使用したダストはエポキシ粉じんとフライアッシュであり、前者は形状が不定形のダストであるのに対し、後者はほぼ球形のダストである。ダストそれぞれのみかけの固有抵抗は前者が約 $10^{13}\Omega\cdot m$ で、後者が $10^{14}\Omega\cdot m$ である。また、平均粒径は両者とも一次粒径が $78\mu m$ で、安息角は $34\sim 40^\circ$ である。

一方、ダストへの帯電はコロナ荷電法によって行い、帯電量は金属平板に堆積している全ダストで、 $7\sim 10\mu C$ である。ただし、ダストがフライアッシュの場合は、後述する金属多粒子で生じなかったダスト特有な放電の発生によって、最大 $8.5\mu C$ までしか帯電させることができなかった。また、ダストを金属平板へ堆積させる方法は、コロナ荷電法によって帯電したダスト

を、外部から印加した直流電界（約 $4kV/cm$ ）によって金属平板の方へ輸送し、金属平板の上に厚さ約 $1mm$ の堆積層を形成させた。ただし、この厚さは測定が困難であるため、実験では帯電ダストを金属平板の方へ輸送する時間を一定（10秒）にして、帯電ダストの堆積層を形成させた。したがって、堆積層の厚さについては全実験について確認していない。

なお、この実験は全て $20\pm 2^\circ C$ 、 $30\pm 5\%$ の恒温、恒湿環境の中で実施したもので、ダストも含水量はほぼ一定に保持されていると思われる。

3. 実験結果

金属平板に堆積している帯電ダストに、接地金属球を接近させると、金属球が接近する過程で極く微弱な放電が発生し、これがダストに接触する直前に、破壊音と発光を伴った放電が発生する。後者の放電はスリーマコロナであったり²⁾、接地した金属平板があるために発生する沿面放電であって³⁾、確認はしていないが着火源になる確率の大きい放電であると推察される。以下、この後者の放電に着眼し、実験結果の概要を述べると、金属多粒子からの放電に類似した特性としては次のようなことがあげられる。

- (1) 放電の発生はパルス状に不連続で、放電の発生する時間間隔が不規則である。
 - (2) 帯電量が一定でないため、条件がやや異なるものの、放電の発生する距離（帯電ダストと接地金属球との距離）が一定でない。
- また、ダスト特有な特性としては、顕著なものを列記すると次のようなものがあげられる。
- (1) 放電電荷量のばらつきが極めて大きく、大きいものは小さいものの約60倍である。
 - (2) ダストがフライアッシュの場合は、金属球を接近させなくても、堆積粉じんの内部へ放電が発生し、ダストが飛散する。いわゆる堆積ダスト特有な逆電離が発生する⁴⁾。
 - (3) 放電の発生とともにダストが飛散し、このダストが続いて発生する放電を抑制するようである。

参考文献

- 1) 田島, 児玉 “産業安全研究所技術資料” TN-74-1
- 2) 田島 “応用物理” Vol.45, No. 6, p.579, 1976
- 3) L. B. Loeb “Fundamental Process of Electrical Discharge in Gases” p.415, John Wiley (New-York), 1939
- 4) H. J. White “Industrial Electrostatic Precipitation” p.319, Addison-Wesley Publishing Co. (Oxford), 1963

流動帯電における液種及び管材質の影響

—液種の影響に関する一検討—

電気研究部 児玉 勉・田島泰幸

1. 研究目的

石油類、有機溶剤等の可燃性液体のうち電気抵抗の大きなものは、配管輸送時に流動帯電によって静電気が帯電する。流動帯電を定量化するため、これまで主として流速、管径、管長のような力学的、幾何学的要因の影響について解明を試みてきたが、流動帯電現象が界面電気化学現象と深い係わりを持つことを考えると、液体の種類、不純物及び管の材質、表面状態のような物性的、化学的要因を無視することはできない。

本研究は、流動帯電における液種及び管材質の影響を実験的に解明することを目的とするもので、本報告は、その第一段階としてモデル実験によって液種の影響に関する予備的検討を行った結果の概要である。

2. 実験方法

実験装置は前年度年報に示したものと同一直管流下方式帯電実験装置である。金属容器中の試料 1 l を内径 3.2 mm、長さ 2 m の銅製テストパイプを通じてファデーケージへ重力で流下させて、テストパイプ内の液体の流動電流をピコアンメータで測定した。流動電流とは、帯電した液体の流れに伴う電流のことで、液体の帯電電荷密度と単位時間当たりの体積流量の積に等しい。流速は約 1.5 m/s であり、流れの状態は乱流領域に入っている。試験液体としては、灯油及び試薬の n へキサン、ベンゼン、トルエン、キシレンを採用し、各試験液体について数点の試料を用い、各試料について数回繰り返して流送実験を行った。なお、実験開始前と試験液体の液種を変更する前には、テストパイプ、容器類、導電率測定用セルを洗浄し、各流送実験の直前に試料の導電率を測定した。

3. 実験結果

テストパイプ、容器類の洗浄が十分でないと、試料及び管の内面の汚染により、帯電量は繰り返し測定の初期にかなりばらつくが、次第に再現性はよくなる。試料の導電率も同様で、測定値は初め大きいですが、次第に小さくなり一定値に達する。

帯電量がほぼ安定した状態における各試験液体の流動電流の測定結果の一例を図33に示す。各試験液体とも流動電流は管長に対してほぼ正比例して増加するが、トルエン、キシレン、ベンゼンの流動電流の方が灯油、n へキサンのそれよりも 10~100 倍程度大きい。

全測定データについて試料の導電率を横軸に、テストパイプ出口における流動電流を縦軸にとり、両対数

目盛でプロットした結果を図34に示す。導電率と流動電流の関係特性から試験液体は次の2群に分けられる。第1群は灯油、n へキサンが属し、この群では流動電流は、導電率が数 pS/m 以下では導電率にほぼ正比例して増加するが、これ以上の導電率に対しては飽和する傾向である。第2群はベンゼン、トルエン、キシレンが属し、この群では流動電流は実験範囲の導電率の変化に対して余り依存しない。ここで、第1群の試験液体が直鎖形の飽和炭化水素であり、第2群のそれが芳香族炭化水素であることから、液体の分子構造が流動帯電特性に影響を持つことが推察されて興味深い。

以上の結果から、さらに実験を重ねて確認を要すとはいえ、可燃性液体の流動帯電に関して次のような安全上重要な結論が示唆される。一般に芳香族炭化水素は、石油類のような直鎖形飽和炭化水素に比べて流動帯電量が大きく、精製状態でも帯電量は余り変わらない。これに対して石油類は、精製状態では帯電量が小さいが、水分、酸化物等の不純物を含有するにつれて帯電量が大きくなる。

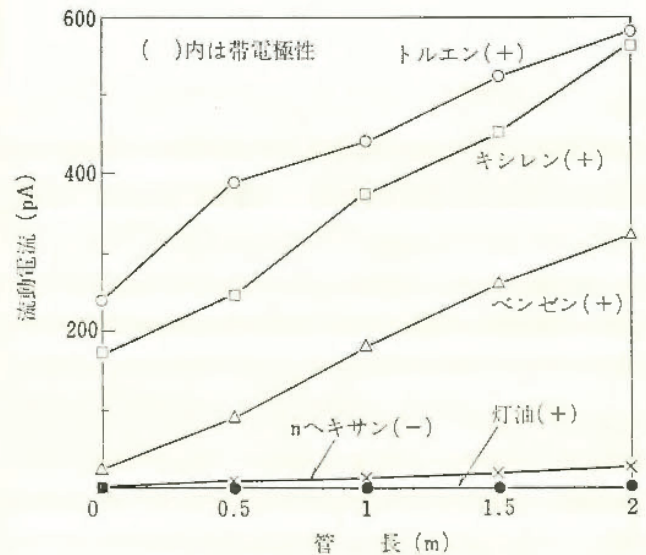


図33 管長と流動電流の関係

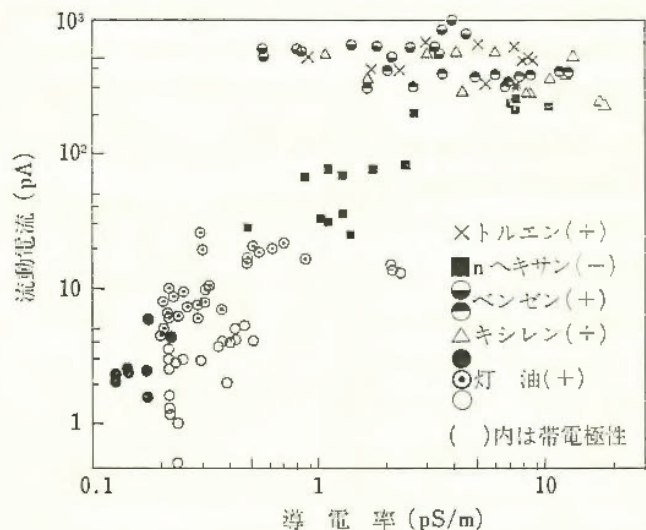


図34 試料の導電率とテストパイプ出口の流動電流の関係

電撃危険性とその防止

海中における電流・電位分布

——漏電部の大きさと電撃危険領域の検討——

電気研究部 本山建雄・山野英記
田島泰幸

1. 研究目的

水中における電撃死亡例は、河川改修工事における水中電動ポンプの漏電に起因したものを始め、プールにおける浄化装置の漏電によるもの等、水中漏電が原因となって発生している。したがって、海洋開発が進むと、海中においても照明器具、溶接機、電動ポンプ等各種の電気機器が使用されるため、これらが万一漏電した場合には、海中でも電撃災害が発生すると推察される。特に海中においては、電気機器、ケーブル等の劣化が陸上よりも進行しやすいため、漏電による電撃災害も発生する確率が高いと判断される。

以上のような背景から、科学技術庁ではこの問題を有人潜水作業技術の研究開発の一環として採り上げ、本研究所がこの問題解決を分担した。昨年はこの問題解決のために、漏電時における海中の電流・電位分布を測定したが、それによると、漏電時に海中にできる電撃危険領域は、主として漏電部の形状、大きさ等、漏電部に影響することが判明した。したがって、本年は漏電部の大きさによって、電撃危険領域がどのようになるか、定量的に考察するため典型的な場合について調べたので報告する。

2. 実験方法

実験方法は昨年と同様、実験水槽の中で漏電を発生させ、このときの漏電部近傍の電流・電位分布をプローブによって測定し、このデータから電撃危険領域を考察した。ここで実験水槽としては、実効長幅52cm、奥行52cm、深さ40cmのものを使用し、漏電部としては、その大きさが電撃危険領域に及ぼす影響を調べる意味で、直径の異なる金属球を用いた。一方、漏電部に対する対向電極としては、実験水槽の側面にL字型金属平板（金属平板の一枚は52cm×42cm）を設置し、これを電極とした。

なお、漏電部に相当する金属球電極は水槽の中央部に設置し、金属球としては直径5.2mm～15.8mmのものを使用した。写真5は実験装置の概要を示したもので、実験は50Hzの交流電源によって漏電を発生させた。

3. 実験結果

図35は実験結果の一例として、漏電部である金属球の中心を含む水平面内の電位分布が、漏電部の大きさによって変化する状態を示したものである。これによると、漏電部が大きくなると一金属球の直径が大きくなると一高電位の領域が漏電部から遠方まで広がり、海中においても電気的作用空間の大きくなることを示している。これは高電位の領域と電撃危険領域とが一致しないものの、前者は後者を検討する必要条件の一つであるため、漏電部が大きき形状の場合、電撃危険領域も大きくなることを示す結果で、海水において電気機器を使用する場合は、その大きさに留意しなければならないことになる。すなわち、単にケーブルの漏電といえども、これが海中のベッセル等に接触し、これを経て漏電した場合は、広い領域に亘って電撃危険領域が形成されることを示すもので、この点に留意しなければならないことになる。

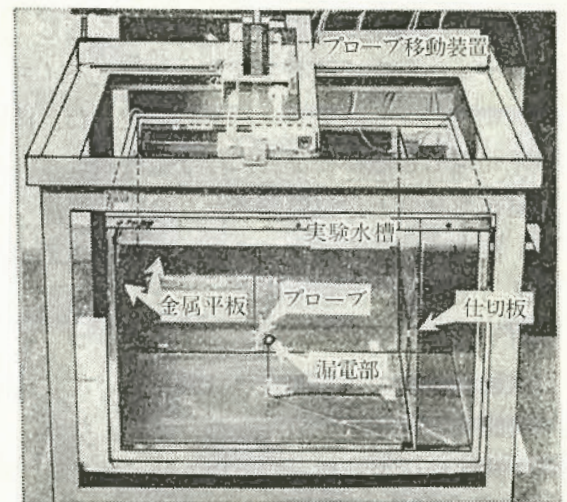


写真5 実験水槽とプローブの移動装置

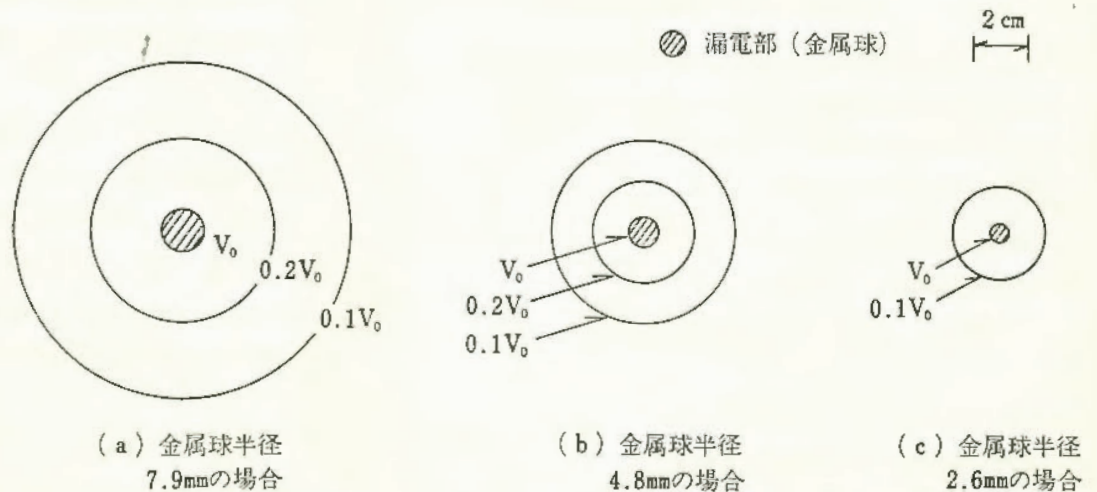


図35 漏電部の大きさと電位分布の関係を示す一例 (V_0 : 漏電部の電位)

海中における生体の電撃危険性

—通電時における窒息の発生限界—

電気研究部 山野英記・本山建雄
田島泰幸

1. 研究目的

海中・水中作業においても電気溶接器具、電気機器・電動工具、配線の漏電などによる電撃災害が予想される。本研究は、このような災害の防止技術開発に当たり、危険な電撃の強さの目安を得ることを目的とする。

本稿では、ウサギの窒息を起こす水中電撃の下限界について調べた結果を報告する。窒息とは通電中1回も呼吸しないで通電終了後直ちに回復するタイプの呼吸の異常をいう。

2. 実験方法

潜水ヘルメットを着けたウサギを水槽中に沈め 50 Hzの電流を10秒間通じて、窒息発生の有無をみる。

水中に投入するためのウサギの固定状態を写真6に示す。潜水ヘルメットは外径 12cm、長さ 14.5cm のアクリル製円筒でポンプにより連続送気する。固定台もプラスチック製で、ウサギの固定には包帯を使用した。水槽はアクリル製で、幅 97.4cm、ウサギ投入時の水深約 49cm、長さ 172cm の直方体、両端の銅の平板電極 (97.4cm×49cm) により通電する。

ウサギの配置は水槽の中央で、1. 通電電流と平行方向 (水槽の長さ方向) 2. 垂直方向とした。

水は塩水と水道水との2種を使用し、温度 30°C 前後とした。塩水は海水に対応し、並塩 3.5% 溶液で導電率 $\kappa=57\text{mS/cm}(28^\circ\text{C})$ 、また水道水は $\kappa=0.33\text{mS/cm}(28.5^\circ\text{C})$ である。

電源装置は、スライダックとトランスにより電圧を設定、タイマー・リレーにより通電時間を10秒に設定するもので、これにより 50Hz の正弦波電流を通電する。通電後は約5分以上の休止時間を置き、順次電圧を上げるという方法で通電を繰り返した。

測定項目は、1. 電源電圧と通電電流 2. 電流方向

のウサギ両端の電位差とその電極間距離 3. ウサギの体重・寸法、水温、その他である。電位差測定には安全ピン電極を使用、平行のとき首の後 (ヘルメットのすぐ外) と尾のつけ根、垂直のとき両脇腹 (肋骨下端部) の各部位に取付けた。

ウサギの呼吸の検出には、円筒形のマスクを鼻・口にかぶせこれに鼻形ピックアップを取付けたものを使用、多くは胸囲形呼吸ピックアップも併用した。また呼吸状態の観察も行なった。心電図検出用電極は安全ピンを使用した。

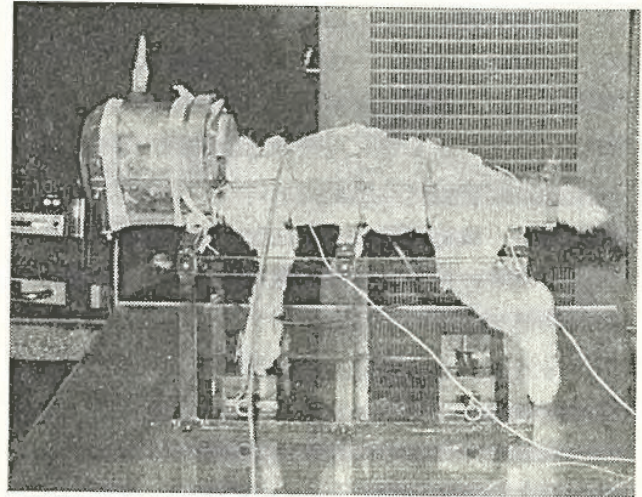


写真6 水に投入するためのウサギの固定状態

3. 実験結果

実験結果の一例を表9に示す。窒息が認められる程度の電撃においては全身硬直し、心拍にも不整脈を生じることがある。

通電電流は水の導電率によって極端に変化する。また平行のときが垂直のときの約半分の電流で窒息を起している。これに対し生体両端の電位差には大きい差異は見られず、数V程度で窒息が発生する。平均電場は電位差を距離で割った値、平均電流密度は電流を通電電極の面積で割った値である。いずれも身体の配置に対しては電流と同様の変化のしかたをしている。

備考にあるように心室細動が発生し即死した例もあり、また塩水での電源電圧はすべて 100 V 未満であることなどは留意すべきことと思われる。

表9 水中電撃によるウサギの窒息実験結果

水	ウサギの配置	測定項目	ウサギ体重 [kg]	電源電圧 [V]	通電電流 [A]	生体の電位差 [V]	距離 [cm]	平均電場 [mV/cm]	平均電流密度 [mA/cm ²]	備考
塩水	平行	平均	2.16	38.2	60.7	6.01	29.1	206	12.7	23data 呼吸停止, 心室細動併発各1回
		区間	1.77~2.8	27.2~49.8	42.5~78.1	4.12~8.52	27.5~31.0	140~275	8.90~16.4	
	垂直	平均	2.34	68.2	110	7.15	10.1	708	23.0	20data
		区間	1.95~3.07	51.8~87.8	81.0~138	5.14~10.1	9.5~11.0	535~1010	17.0~29.0	
水道水	平行	平均	2.23	108.5	0.821	8.20	29.7	277	0.172	20data 心室細動併発2回
		区間	1.58~2.65	84.7~125	0.52~1.03	6.21~10.6	27.0~31.5	230~364	0.109~0.216	
	垂直	平均	2.28	260	1.85	5.43	9.89	549	0.389	7data 心室細動のみ1回
		区間	1.95~2.83	222~283	1.65~2.02	4.69~6.11	9.5~10.0	490~611	0.346~0.423	

活線作業用手袋の改善

電気研究部 市川健二・田島泰幸
寺沢正義

1. 研究目的

電柱上での高圧活線作業は、電力の供給信頼性等の社会的要望から、現在でも不可欠な作業である。このような活線作業では、作業者の感電災害を防止するために絶縁用保護具・防具を使用している。なかでも作業者の手・前腕部分を保護する手袋は感電防止に不可欠なものであると共に、手作業の作業性に大きな影響を与えるため、保護と作業性の両性能を具備していなければならない。しかし現在の活線作業用手袋（以下、単に手袋と記す。）は、感電防止の面のみでは十分な性能を有しているものの、作業性を大きく低下してしまう欠点がある。特に電線と電線を接続するような指先の作業、ペンチ等の工具を使用する作業では、手袋が指・手にフィットしていないため、あるいは手袋の掌部分に大きなふくらみができるため作業性のみならず、激しい疲労を伴う等、種々の問題を有している。

以上のような背景から、ここでは材質、構造（デザインを含む）等の面、並びに人間工学の見地から現在の手袋を基本から見直し、より作業性に優れ、かつ、絶縁用保護具としての性能を保持した手袋を開発する目的で研究を始めた。その結果、一つの新しい手袋が試作でき、作業性等を検討したところ、良好な特性であることを確認したので、以下に報告する。

2. 研究の概要

新しい手袋の開発に当っては、まず第一に、これが感電防止用の保護具であるため、電気的特性が現状のものと同程度以上に優れ、安定であること、第二に、作業性の面から、薄くて、手・指を圧迫しなくてフィットした伸縮性に富んだものであること、第三に、材料の機械的強度が現状のものと同程度以上に優れていること、という目標を定め、このような手袋を開発するために、次に示す内容について研究を進めた。

(1) 手袋を使用している活線作業員に対してアンケート調査を実施し、現状の手袋の問題点、活線作業員の要望を詳細に検討した。

(2) 活線作業員約 100 名の手・指のサイズを測定し、手・指にフィットする手袋を設計するための資料を得、これによって手袋のサイズを数種決定した。

(3) 絶縁材料の諸特性、並びに現在各種の目的で市販されている手袋の材料について調査し、肉厚の薄い材料で、電気的・機械的特性に優れた手袋用材料を開発した。ただし、新しい材料の開発については、ゴムメーカーに仕様を示して、これを製造させる等、ゴムメーカーの協力を仰いだ。

以上の検討から標準サイズの手袋を設定し、これを試作した。試作した新しい手袋は、手袋各部の寸法が人体計測から得られた値に基づいたもので、肉厚は最大の箇所でも 0.7mm 以下になっている。また、形状については、指を曲げた際、掌部分に現われるふくらみが生じないように、この部分には一例として、写真 7 に示すような手相に従ったひだを入れ、また指先の形状は小物を摘み易いように爪を設ける等の工夫をした。写真 7 に示す手袋は手首までであるが、これは新しい手袋の作業性を評価するために試作した第一段階のもので、最終的には前腕部までのものを試作する計画である。

なお、試作した手袋の作業性について調べた性能結果の一例は、表 10 の通りであり、従来のものに比較して改善できたと評価している。



写真 7 試作手袋

3. むすび

手袋の改善第一段階として試作した結果、従来のものより性能が大きく向上する見通しを得た。但し、製作方法に一部問題があるため、今後はこれも併せて検討する計画で、その研究を進めている。

表 10 試作手袋の作業性評価結果

評価項目	評価方法	所要時間（平均値、 δ ：標準偏差）（秒）			
		高圧用 ゴム手袋	一般用 ゴム手袋	試作手袋	裸手
指先の作業性	摘む、ねじる	55.7 $\delta=24.59$	40.6 $\delta=10.40$	38.5 $\delta=9.08$	28.5 $\delta=4.26$
	摘む、引く	10.6 $\delta=2.73$	7.7 $\delta=1.78$	7.2 $\delta=1.07$	6.4 $\delta=1.70$
工具操作性	ドライバー	70.3 $\delta=12.14$	56.0 $\delta=8.04$	50.8 $\delta=7.34$	48.5 $\delta=7.82$
	ペンチ	23.2 $\delta=7.77$	12.3 $\delta=2.29$	11.7 $\delta=2.10$	10.6 $\delta=1.53$

高圧空気・酸素中における廃棄物の 燃焼処理

PCB 入り電気機器の焼却処理

化学研究部 駒宮功額・森崎 繁

1. 研究目的

絶縁油として難燃性の PCB を封入したコンデンサーの廃棄処理にあたっては、コンデンサー内のアルミ箔と絶縁紙にしみこんだ PCB を完全に除去することが技術的にかなり困難なため、そのまま焼却することが望まれている。このため微量試料による基礎実験と、市販の小形コンデンサー（重量 140 g）を焼却するミニプラントを試作し、焼却状況や PCB の分解率を求め、直接焼却の可能性を検討することとした。

2. 装置及び試料

数十 mg の微量試料による焼却の基礎実験には、高圧示差熱分析装置と高圧熱天秤を用いた。試料は市販コンデンサーを構成する PCB, 紙, シリコンゴム, エポキシ樹脂を単独または組合せて使用した。

ミニプラントは図36のようなもので、焼却炉にはコンデンサーを溶解させる溶解用バーナー、二次燃焼室の再燃焼用、及び炉内を 1600°C に加熱する昇温用の酸素プロパンバーナー（プロパン燃焼量最大 5kg/h）のほか試料装入口、覗き窓などが設けられ、排ガス処理装置は前年度の液状 PCB の酸素焼却に用いたものをそのまま使用した。試料は前記 140g のもので、ケースはブリキ、内部はアルミ箔（6 μ, 幅 39 mm）が1層、紙（12 μ, 幅 43mm）が2層から成り、端子はシリコンゴムとエポキシ樹脂である。PCB は全体重量の 60%, 紙とアルミ箔は各 15% である。この他可燃性絶縁油入りの似たような小型コンデンサーも予備実

験に用いた。

3. 結果

基礎実験は試料容器内にアルミ板, PCB または可燃性絶縁油をしみ込ませた紙, アルミ板の順に置き、コンデンサーと似た条件を作った。雰囲気は酸素濃度を 0~100% まで変化させ 20°C/min で 600°C まで昇温した結果を表11に

表11 熱分析結果

酸素(%)	分解状況
0	600°C でも残渣あり
5	580°C で分解
10	520°C で分解
20	450°C で分解
100	360°C で発火燃焼

示したが、雰囲気は酸素濃度が分解に大きな影響を与えることがわかった。またこの他のコンデンサー素材の実験では金属を除く PCB

以外の物質の焼却は容易であることも明らかとなった。

次にミニプラントの実験は可燃性絶縁油入り試料を用い、最適なバーナー位置や燃焼状況および残渣の形状を調べた。そして炉内温度 1430~1470°C で黒煙を発生することなく完全に焼却しアルミ箔は酸化され、紙はそのまま灰化されることを確認した。次いで PCB を実物の 1/10 含有したコンデンサーの焼却実験を行ない、排ガス、洗浄液及び残渣中の PCB をはじめ、CO, CO₂などを測定した。焼却は基礎実験の結果を取り入れ、溶解バーナーは試料装入後5分間は酸素を供給し、以後プロパン火炎とした。

次いで現物のコンデンサー焼却を行なったが、PCB の量が多いため急激な蒸発が生じた。しかし黒煙を発生することなく完全焼却した。そして PCB の分析結果から排ガスでは 99.9998%, 残渣では 0.05ppm の PCB 分解率を示し、前者では排出基準を満足しなかったが、後者では基準値をはるかに下回る結果をうる事ができた。またこの実験から排ガス中の CO, CO₂, O₂ 濃度の測定の必要が明らかとなった。

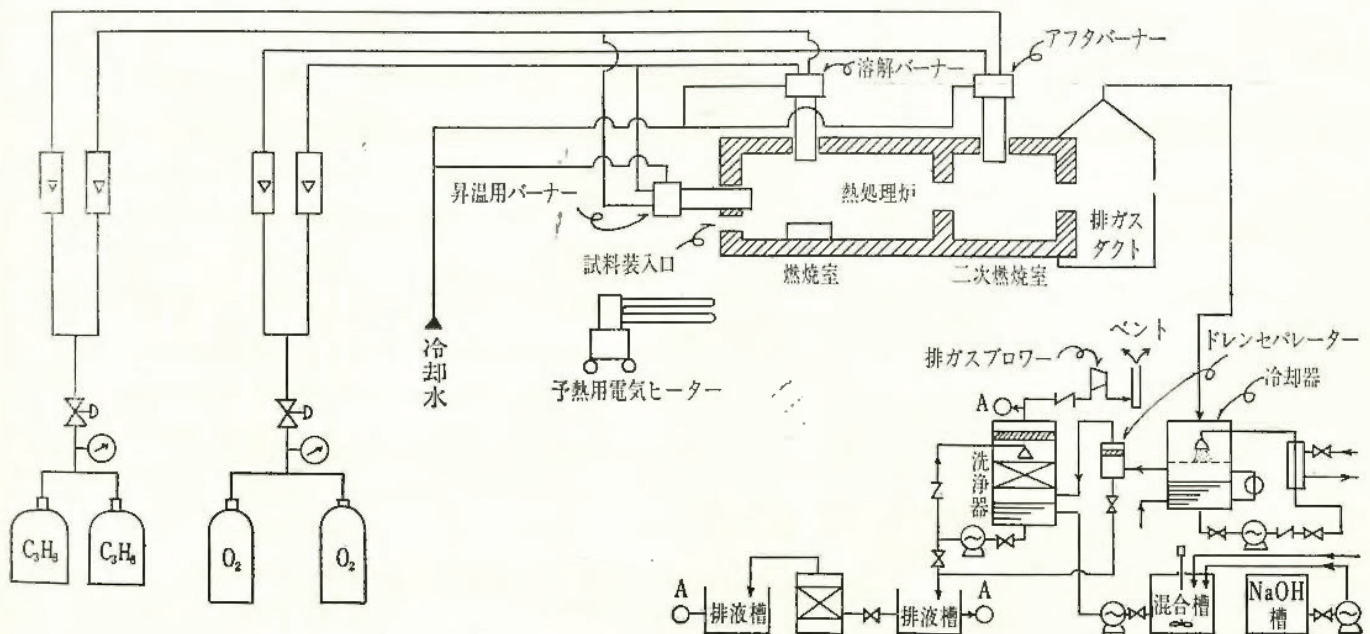


図36 PCB 入り電気機器の焼却処理装置

トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する総合対策にかかわる特別研究

ガス滞留地層の捕捉方法に関する研究

土木建築研究部 前 郁夫・花安繁郎
鈴木芳美・堀井宣幸

1. 研究目的

昨今のトンネル建設工事の中には、メタン等の可燃性天然ガスを保有する地層に遭遇する例が増大し、それに伴ってこれらのガスの湧出による爆発災害が発生しているのは衆知の通りである。これらのガス湧出現象は、施工現場にあってはかなり不確定な現象であり、有効かつ能率的なガス爆発等の防止対策を講じるためには、ガス保有地層の存在の確認・湧出ガス量などを可能な限り詳細に知ることが必要となる。

本研究は、ガス保有地層の地質学的特性及びガス湧出地層の事前捕捉の手段・方式等についての、現地調査・資料収集等を中心とした調査研究である。本年度は特に、ガス湧出トンネル工事現場（全国9トンネル18工区を選定）に赴き、当該現場での施工全般についての各種調査を実施し、特にガス湧出地層・先進ボーリング施工の実態などについての分析を行なった。

2. 湧出ガスの分類

地中に存在するメタンを主とする可燃性天然ガスはその生成原因と存在形態とから、油田系ガス・炭田系ガス・水溶性ガスなどに分類できる。これらのガスを保有すると考えられる地層の平面的並びに垂直的分布を考察した結果、山岳トンネルにあっては主に油田系ガス、平野部等でのシールドトンネルにあっては水溶性ガスを主として対象と考えることができた。

3. ガス湧出状況と地質特性

今回の調査範囲における油田系ガスの場合は、保有地層は新第三紀中新世の砂岩・泥岩を主とする堆積層に限られ、それらの地層中の各種の空隙中に存在する。それらの湧出状況は、微量で定常的な浸出と、ある程度量の短期的・突発的な湧出とに大別される。（大量かつ長期間に亘るかなりの圧力を有する湧出は稀である。）これらは、褶曲・断層・破砕帯等の地質構造上の因子と、岩石構成粒子・層理・成層状況・亀裂・小断層・小破砕帯等の岩相上の因子とに密接に関連する。一方水溶性ガスの場合は地下水から遊離するものが多いと考えられ地下水の状況に密接に関連している。

4. 先進ボーリングについて

今回の調査では、各現場とも着工前の垂直ボーリング等による事前のガス調査を実施しているものの、それらからの情報は未だ充分なものと言えず、トンネルの掘進と共に実施する先進ボーリングの比重は極めて大きいことが判明した。しかしそれらの詳細は、表12に示した削孔長・本数をはじめ、口径・コア採取の有無・削孔場所・削孔時のガス測定の方法などの点で各現場毎にまちまちである。

5. あとがき

今回調査対象とした各施工現場での湧出ガスに対する基本的な考え方は、定常的ガス浸出に対しては希釈及び換気による排出、突発的ガス湧出に対しては検知・避難という点で共通である。しかし、湧出ガス量の算定法・予測法、先進ボーリング施工法、換気システムや検知・警報システムの実際、防爆機器・設備の使用等細部では、現場の諸条件もあって千差万別でありこれらの対策のあり方についてはさらに詳細な分析と検討が必要である。次年度は引続き、先進ボーリングの施工のあり方等を中心に検討を続ける予定である。

表12 調査トンネルの状況一欄（抜粋）

番号	種類	断面 (m ²)	主な掘削方式	掘進地層	湧出ガス種	湧出ガス濃度の状況(実績)	基本的な換気方式	定置式検知・警報設備の有無	防爆機器・設備の有無	水平先進ボーリング	
								有	有	削孔長 (m)	本数
1	道路	108	側壁導坑上半	新第三紀中新世	油田系ガス	~3.5% (削孔中)	送排気併用	有	未	22~102	2
2	道路	108	側壁導坑上半	〃	〃	~数% (削孔中)	送気, 坑道排気	〃	無	60~100	3
3	道路	62	上半先進	〃	〃	未検出	送気, 坑道排気	〃	未	6	
4	鉄道	67	底設導坑上半	〃	〃	~5%以上 (削孔中)	排気, 坑道入気	〃	無	5~10	1
5	鉄道	67	底設導坑上半	〃	〃	未検出	送気, 坑道排気	〃	〃	30	2
6	道路	137	側壁導坑上半	〃	〃	未検出	排気, 坑道入気	〃	〃	50	1
7	道路	137	側壁導坑上半	〃	〃	未検出	排気, 坑道入気	〃	〃	50	1
8	道路	137	側壁導坑上半	〃	〃	~1.5% (気流中)	送気, 坑道排気	〃	〃	20~50	1
9	道路	137	側壁導坑上半	〃	〃	~1.5% (気流中)	送気, 坑道排気	〃	〃	15~50	1
10	鉄道	77	上半先進	〃	〃	~2.6% (気流中)	送気, 坑道排気	〃	一部	3	5
11	鉄道	77	中央導坑	〃	〃	~0.8% (気流中)	送気, 坑道排気	〃	〃	3	
12	水路	7	全断面	〃	〃	~48% (削孔中)	送気, 坑道排気	〃	〃		2
13	水路	14	全断面	〃	〃	~100% (削孔中)	送気, 坑道排気	〃	〃	10~20	2
14	水路	11	全断面	〃	〃	~100% (削孔中)	送気, 坑道排気	〃	〃	10~40	2
15	下水道	12	泥水シールド	沖積世・洪積世	水溶性ガス	~0.25m ³ /min	排気, 坑道入気	〃	一部	施工せず	—
16	下水道	14	圧気シールド	〃	〃	~0.91	送排気併用	〃	無	〃	—
17	下水道	16	泥水シールド	〃	〃	~0.35	送気, 坑道排気	〃	〃	〃	—
18	下水道	0.8	推進	〃	〃	未検出	送気, 坑道排気	無	〃	〃	—

トンネル建設工事における通風換気システムの改善に関する研究

—トンネル切羽におけるメタンガスの拡散（換気停止時）—

機械研究部 佐藤吉信・杉本 旭
 桑川壮一・深谷 潔

1. 研究目的

トンネル建設工事において、メタンガスなどの湧出による災害を防止するためには、トンネル内のガス濃度を安全限界内に保持する必要がある。本研究は、トンネル建設工事の諸条件を把握し、通風換気システムの改善を図り、ガス爆発等に対する安全を向上させ、併せて、発破跡ガスなどによる作業環境汚染に対処することを目的としている。

2. トンネル模擬装置の製作

トンネル内へ湧出したメタンガスなどの挙動や換気による稀釈状態、およびガス検知器の適正配置等の研究のために、写真8のような、内部の高さ2m幅2m長さ約18mの鋼板製のトンネル模擬装置を製作した。

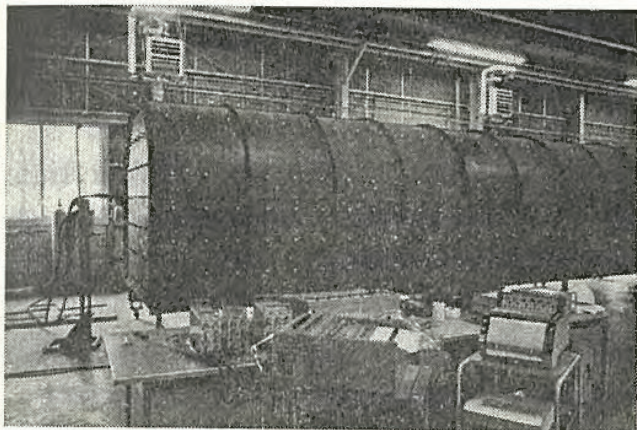


写真8 トンネル模擬装置外観

3. 切羽からのメタンガス湧出と拡散

トンネル内へのメタンガスの拡散過程は、

- (i) 先進ボーリング孔や、壁面からの湧出メタンガスと、換気による気流との混合稀釈過程
- (ii) 換気が停止した場合に、トンネル内へガスが拡散していく過程 とが考えられる。

本年度は (ii) の過程について、トンネル模擬装置を用いて、切羽面からのメタンガス湧出と、その近傍における拡散現象についての実験を行った。

3.1. 実験方法

実験には、 N_2 50[%]、 He 48[%]、 CH_4 2[%]の混合ガス(比重 0.56, 98.5[%]の CH_4 -Air ガスに相当)を用い、メタンガスをトレーサガスとした。トンネル内を、6 ch. の高感度接触燃焼方式ガス検知器および、6 ch. の無指向型熱式風速計により、ガス濃度と

風速を連続測定した。ガス湧出位置は、切羽中央で、底面より $1/20H$, $7/20H$, $13/20H$, $19/20H$ (H はトンネル底面より頂上までの高さ、模擬装置では $H=2[m]$) の位置で混合ガスを各種の流量で数分間注入した。ガス検知器のセンサーを切羽面より、 $1/2H$, H , $2H$, $4H$ の距離だけ離れた位置に、それぞれ6点ずつ高さ方向にならべて設置した。

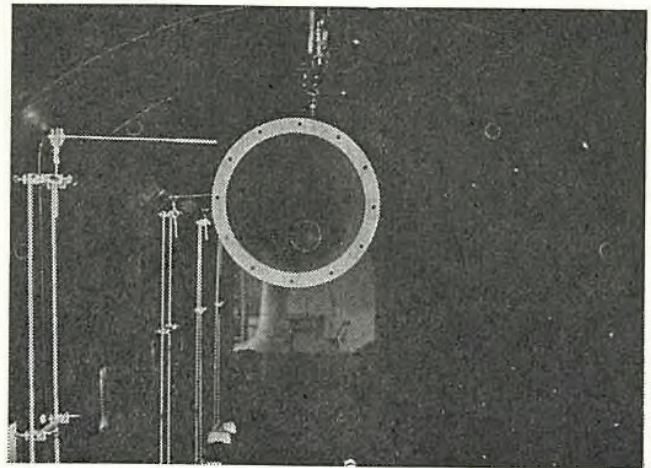


写真9 トンネル模擬装置内観（風管と風速計）

4. 実験結果

実験結果より、各時間に対しての切羽付近のガス濃度分布が得られ、図37、図38に一例を示す。図37で、ABCDEF はセンサーを示し、切羽から $2H$ 離れて、それぞれ $0.99H$, $0.98H$, $0.95H$, $0.92H$, $0.88H$, $0.84H$ の高さである。

相似条件は、幾何学的相似と、 $gH(\Delta\rho/\rho)/U^2 (=1/Fr^2)$ ガス発生量に関して QT/C_0H^3 の各無次元数が満足されるようにとればよい事になる。

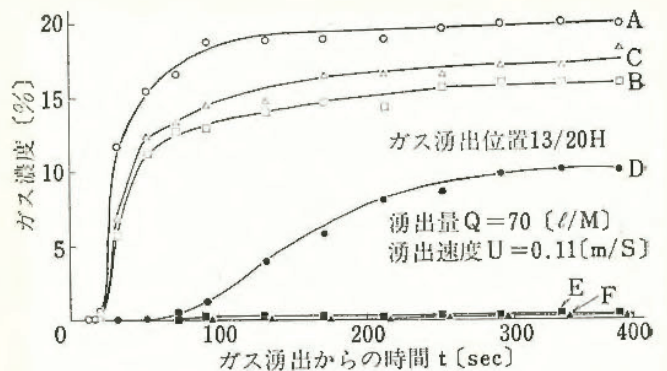


図37 ガス濃度の時間による変化

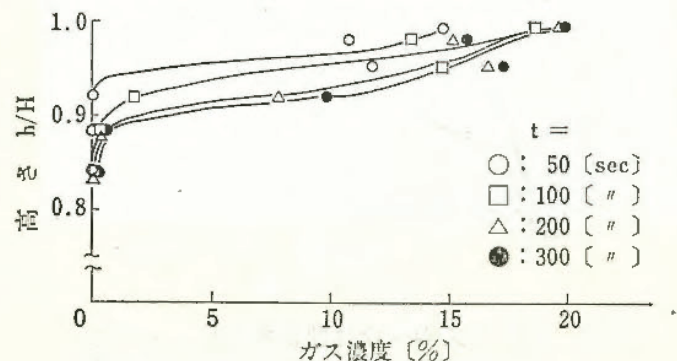


図38 ガス濃度分布（図37に対して）

トンネル建設工事におけるガス湧出に対する警報システムの開発

——ガス警報器の性能と適性——

化学研究部 内藤道夫・林 年宏
松井英憲

1. 研究目的

トンネル建設工事におけるメタンガス湧出に起因する災害を防止するには、ガス湧出の予測、工事方法、通風換気の方法などの検討と併せて、トンネル内のガス濃度を常時監視し、危険な濃度に達したときに必要な対策をとることができるような警報システムを設けることが重要である。本研究では、化学工場や炭鉱における実績をふまえ、トンネル建設工事に適する警報システムについて二年計画で検討するが、初年度はガス警報器の応答特性を中心に、性能・構造・トンネルへの適用などについて実験・調査を行った。

2. 実験の方法及び装置

ガス警報器の応答特性は、一定濃度のメタン-空気混合ガスを満した試験槽内へ検知部を投入し、ある濃度を指示するまでに要した時間（「応答時間」と定義する）で比較する。ガス警報器は市販の接触燃焼式・拡散式のもの三種類を実験に供した。試験槽は直方体

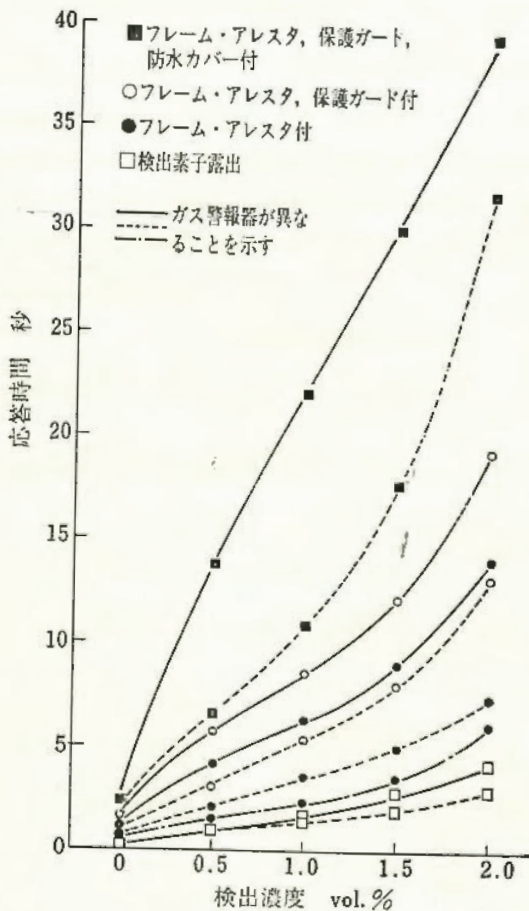


図39 混合ガス中へ検知部を投入したときのガス警報器の応答時間（混合ガス濃度約 2.5%）

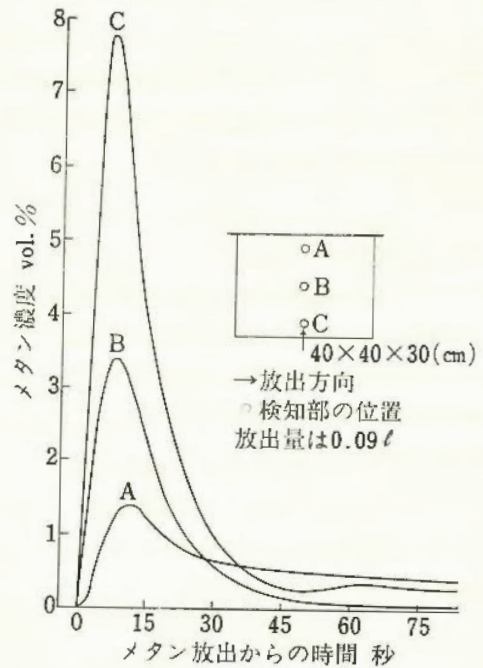


図40 直方体容器中におけるメタンの放出

で、その上部の蓋を取外して検知部を投入し、警報器出力（濃度）の時間的変化を測定した。このほか、直方体試験槽及び長さ1mの4インチ管を用いて、メタンを噴出させたときの噴出量や検知部との相対的位置関係などがメタン濃度の検出にどう影響するかをしらべた。

3. 実験結果

ガス警報器の検知部は、検出素子（熱線）を焼結金属フレーム・アレスタで囲んだ構造をとっており、外傷保護のためのガードを備え、屋外用のものには更に防水カバーが付加される。図39はこれらの構造上の要素が応答時間に及ぼす影響を示した例であるが、構造が異なれば応答性に差を生ずることが明らかであり、この種のデータを解析すれば、応答性を向上させるためにどのような改良を加えればよいかが示される。

図40は一定量のメタンを放出したときの、検出位置による濃度指示の差を示す例である。これらの結果はメタンの拡散特性を定性的に示すものであり、また検知部を配置する際の位置関係の良否を示唆するものであるが、規模効果や通風条件の影響については別の実験が必要である。

4. 結言

ガス警報器の応答性については、既に化学工場等で使用されているもので特に問題はないが、トンネルへの適用を含めて若干の改良の余地があるように思える。また、応答性がよくても検知部の位置が不適当であれば意味がないので、次年度には実規模に近い模擬トンネルを用い、通風換気の場合も含めて、メタンの拡散・流動とガス警報器検知部の適切な配置について重点的に研究をすすめる予定である。

トンネル建設工事用防爆電気機器の開発

電気研究部 坂主勝弘

1. 研究目的

研究の目的はトンネル工事用防爆電気機器（以下トンネル用電気機器という）の開発に関し、工事現場の環境条件、使用実態などを考慮の上、それらに適合する防爆形の電気機器の製作についての仕様、試験方法を確立するためのものである。

2. トンネル建設現場における使用電気機器の実態

現場における主な使用電気機器には、蓄電池電気機関車、誘導電動機、変圧器、照明器具類、開閉器類、ガス警報器及び同検知器、差込接続器、接続箱、電話機などがある。

3. 防爆構造の基本

トンネル用電気機器の基本的な防爆構造は当研究所の技術指針、工場電気設備防爆指針（ガス蒸気）のうち耐圧防爆構造又は安全増防爆構造及び同指針（粉じん防爆）のうち粉じん防爆普通防じん構造に準拠する。

4. トンネル用電気機器の防爆構造の製作上の仕様設計及び製作に関する仕様については、上記防爆構造の基本のほか、トンネル内の環境及び作業性などを考慮して以下の内容を付加することにした。

(1) 環境に対する条件

トンネル内の温度は原則として、40°C以下とし、湿度は相当高い状態を考慮して、相対湿度90%以上で、連続使用のできるものとする。又電気機器の容器、接合面等は岩粉の侵入を防止するため、防じん構造とする。

(2) 作業性に対する条件

トンネル内で使用する電気機器は、トンネル作業の特異性すなわち、固定して一定期間使用したあと、ある区間移動し、そこで固定して一定期間使用、つぎに又移動するという状態を繰返すことが、一般工場で使用する機器に比べ、比較的ひんぱんである。そこで、各機器はすべてケーブル配線とし、三種以上で接地線付クロロプレーンキャブタイヤケーブルで、その接地は端子箱内部に設けた専用の接地極を用いて行なう。又ケーブルの引込口には、ケーブルクランプを設け、ケーブルを端子箱の容器壁に堅固に固定する。

固定及び移動の頻度が比較的多い照明器具及び開閉器等の機器は、容易に移動することができる構造で確実に固定するための付属品が取り付けられる構造。

(3) 耐衝撃性に対する条件

せまいトンネル内で使用中の電気機器において、他の物体と接触した場合及び岩石その他の飛来物が落下した場合でも機器の防爆性が失なわない構造で、ある程度の衝撃に耐えられる強度を持った構造。

照明器具は、特にガードに対し、耐衝撃性のよい形状と格子目の大きさを従来のものより小さめにし、さらにこれらの材料は耐食性のよいものを用いた構造。

電動機の場合は、電動機本体と端子箱に金属製の保護カバーを付加して落下物に対して照明器具同様、電動機の防爆性を失なわないようにした構造。

なお、この保護カバーは電動機フレームのリップの谷部に岩粉が付着、堆積して電動機の温度上昇が異常に高くなるのを防ぐためにも効果がある。

(4) その他の仕様

a) 電動機の冷却用ファンカバーの格子目から、岩石等が侵入して、回転中のファンと接触するのを防止するために、ファンカバーを二重にする構造、あるいは格子の形状、寸法等によりファンとの接触を防ぐ構造。

b) 電動機巻線の過熱保護用として、巻線の各相間に温度検出用の素子（PTCサミスタ）を挿入しておき過負荷その他により、巻線の温度が許容値に達したとき、PTCサミスタの抵抗値の変化を利用して、ただちに警報又は電源をシャ断するための、温度保護装置を付属した構造。

c) 照明器具は従来から使用されている耐圧防爆形ハンドランプのほかに、ハンドランプ同様、光源に白熱電球200W以下のもので、投光角度が若干変えられる投光器形の構造。

写真10は移動を容易にした、安全増防爆形白熱電燈の試作品の一例を示したものである。

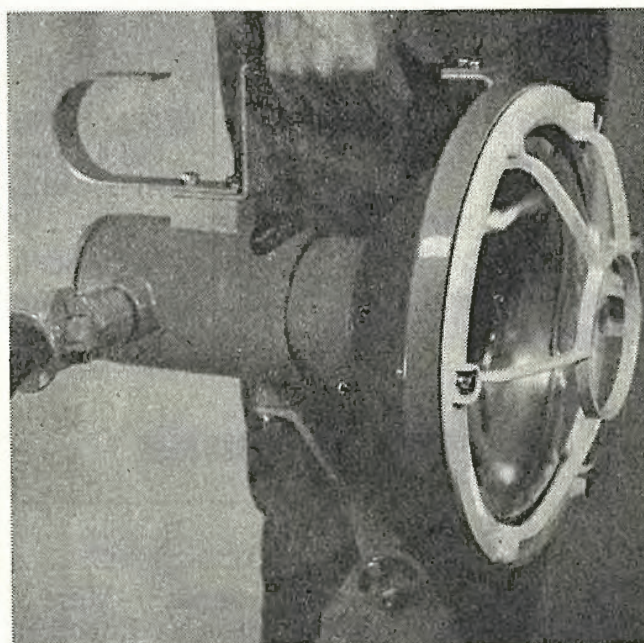


写真 10

(3) 刊 行 物

名 称	整理番号	題 目	著 者 名
産業安全研究所 研究報告	RR-27-1	トンネル建設工事における労働災害の分析(3)	{前花 郁 夫 堀 安 繁 郎 内 寄 藤 道 崇 永 田 久 夫 木 下 久 雄 杉 本 太 旭 近 深 谷 二 深 橋 内 良 潔 雄
	RR-27-2	自然発火試験装置の構造と性能	{琴 寄 藤 道 崇 内 寄 藤 道 崇
	RR-27-3	階段通路の安全性に関する研究(第2報) — 階段昇降動作の基礎的性状 —	{永 田 久 夫 木 下 久 雄
	RR-27-4	人工指の試作研究(第3報) — 多関節人工指の角度およびにぎり圧の制御について —	{杉 本 太 旭 近 深 谷 二 深 橋 内 良 潔 雄
	RR-27-5	電子顕微鏡による事故破面の定量化(第2報) — 高炭素鋼の疲労伝ば速度に及ぼす金属組織の影響 —	橋 内 良 潔 雄
産業安全研究所 特別研究報告	SRR-78-1	潜函工法等に対する総合安全対策にかかわる特別研究	
		1. 総論	森 宜 制 {駒 宮 功 額 琴 寄 崇
		2. 加圧下における潤滑油等の燃焼ガス	{駒 宮 功 額 森 崎 功 額
		3. 加圧下における可燃物の燃焼危険性	{駒 宮 功 額 森 崎 功 額
		4. 垂直固定梯子の最適寸法	{木 下 久 雄 河 尻 田 義 一 永 田 藤 吉 正 佐 近 藤 本 谷 二 深 杉 本 谷 旭 深 橋 内 久 良 悦 吉 中 正 清
		5. 送気システムの信頼性	{佐 近 藤 本 谷 二 深 杉 本 谷 旭 深 橋 内 久 良 悦 吉 中 正 清
6. 潜函シャフト接合用ボルトの強度	{橋 吉 田 内 久 中 良 悦 吉 田 内 久 中 良 悦		
産業安全研究所 技術資料	TN-78-1	切取工事における土砂岩石崩壊による死亡災害の分析	{前 堀 井 井 郁 夫 堀 鈴 木 宣 美
	TN-78-2	爆発および爆ごう抑止器の実用化に関する研究(第4報) — 管路拡大による爆ごうの中断を利用した爆ごう抑止器について —	{松 井 英 憲 林 年 宏
	TN-78-3	ワイヤロープのフラクトグラフィと事故調査へのその応用	{田 中 正 清 近 藤 太 二
産業安全研究所 技術指針	TR-78-1	静電気安全指針 1978年10月	

(4) 学会誌・学術雑誌掲載

題 目	誌 名	発表年月	執 筆 者
Simultaneous Thermogravimetry-Mass Spectrometry and Pyrolysis-Gas Chromatography of Fluorocarbon Polymers.	Thermochimica Acta Vol. 25, No. 2	53. 8	森 崎 繁
Incineration of Polychlorinated Biphenyls with Oxygen Burner.	Environmental Science & Technology. Vol. 12, No. 10	53. 10	{駒 宮 功 額 森 崎 功 額
爆ごう抑止器に関する一実験	高圧ガス	53. 11	林 年 宏

題 目	誌 名	発表年月	執 筆 者
環境保全の理念	Vol. 15, No. 11 静電気学会誌 Vol. 3, No. 1	54. 1	松 井 英 憲 川 口 邦 供
異常反応をもたらす諸要因	安全工学 Vol. 18, No. 1	54. 2	琴 寄 崇
エチレン—およびプロピレン—テトラフルオロ エチレン共重合物の熱分解	日本化学会誌 1979 No. 3	54. 3	森 崎 繁

(5) 研 究 発 表

題 目	発 表 会 名	発表年月日	発 表 者
石松子浮遊粉じん中における火炎伝ばの観察	日本化学会第37春季年会	53. 4. 2	{松 田 東 栄 内 藤 道 夫
Cr-Mo 鋼の疲労き裂伝ば機構に及ぼす金属組織の影響	日本機械学会第55期通常総会講演会	53. 4. 3	橋 内 良 雄
加圧下メタン—空気混合気の点火限界—容量回路の場合—	S. 53 電気学会全国大会	53. 4. 4	市川健二・田中隆二
高気圧下における絶縁材料の耐アーク性(第2報)	"	53. 4. 4	本山建雄・田中隆二
疲労き裂伝ば機構と微視的組織との関連	高圧力技術協会第2回フラクトグラフィシンポジウム	53. 5. 8	橋 内 良 雄
軟鋼溶接材の疲労き裂伝ば挙動と破面様相との関係	"	53. 5. 9	"
重大災害を招いた破壊事故の原因調査	"	"	田 中 正 清
110m ³ コーンルーフトankを使用した流動帯電実験について	高分子学会, 第23回静電気研究発表会	53. 5. 23	田島泰幸・児玉 勉 他6名
粉体静電塗装に関する基礎的考察	"	"	田島泰幸, 他2名
人間の指のにぎり特性に関する研究	日本人間工学会第19回大会	53. 5. 28	深 谷 潔
にぎり動作における人間の指の特性について	第8回安全工学国内シンポジウム	53. 6. 8	"
突合せ溶接継手の疲労き裂伝ば挙動とそのフラクトグラフィ	"	"	橋 内 良 雄
トンネル建設工事における労働災害の分析(2)	"	"	{花安繁郎・堀井宣幸 前 郁夫
高電圧用電撃防止器の開発	"	"	{田島泰幸・山野英記 寺沢正義・市川健二
自然発火試験装置の試作とその性能	"	53. 6. 9	琴 寄 崇
アセチレンの消炎距離の火炎速度依存性	"	"	鶴 見 平三郎
アセチレン空気および水素空気混合ガスを対象とする爆ごう抑止器について	"	"	林 年宏・松井英憲
レジノイド砥石の疲れ強さに関する一実験	精機学会 S. 53 定期学術講演会	53. 7. 21	糸 川 壯 一
災害発生間隔による安全水準の評価法	S. 53 土木学会年次講演会	53. 9. 20	花安繁郎・堀井宣幸
土砂岩石崩壊による労働災害について	"	"	{鈴木芳美・前郁 夫 堀井宣幸
トンネル建設工事における労働災害の危険性の評価	"	"	{堀井宣幸・花安繁郎 前 郁夫

題 目	発 表 会 名	発 表 年 月 日	発 表 者
Fractographic Study of Fatigue Crack Propagation in a Mild Steel Butt Welded Joint.	The Third International Symposium of the Japan Welding Society.	53. 9. 28	橋 内 良 雄
建築工事における足場の安全性に関する研究(第2報)低層用簡易わく組足場の安全性について	日本建築学会 S. 53 秋季大会学術講演会	53. 9. 29	小 川 勝 教
階段通路の安全性に関する研究(第6報)梯子の設計現況と感覚的適正寸法	"	53. 10. 1	河 尻 義 正
階段通路の安全性に関する研究(第7報)梯子の昇降実験について	"	"	永 田 久 雄
SB42 溶接継手の疲労き裂伝ばに関するフラクトグラフィ的研究	機械学会第56期全国大会講演会	53. 10. 11	橋 内 良 雄
ガス蒸気の爆発等級の判定方法の一考察	日本化学会第38秋季年会	53. 10. 17	鶴 見 平三郎
食塩水中における SB42 厚板の疲労き裂伝ば挙動	機械学会山梨地方講演会	53. 10. 28	田 中 正 清
スクワランの酸化におけるトコフェロールの抗酸化効果	有機合成化学協会第12回酸化反応討論会	53. 11. 6	駒 宮 功 額
軟鋼および高張力鋼溶接材の疲労き裂伝ば挙動	日本材料学会第12回疲労シンポジウム	53. 11. 8	橋 内 良 雄
エチレン及びプロピレンテトラフルオロエチレン共重合物の熱分解	高分子学会研究発表会	53. 11. 11	森 崎 繁
機械における安全化の問題	計測自動制御学会異常検出予測技術シンポジウム	53. 11. 13	杉 本 旭
圧気工法における送気システムの信頼性評価の研究	第11回安全工学研究発表会	53. 12. 7	{佐藤吉信・近藤太二 杉本 旭・深谷 潔
災害発生時間の最小値と最大値の分布とその利用について	"	"	花 安 繁 郎
フッ素ゴムの分解ガスの同定及び燃焼機構について	"	"	森 崎 繁
酸素ホースの爆発事故	"	"	駒 宮 功 額
食塩電解工場における塩素乾燥塔の帯電現象と爆発危険	"	"	琴寄 崇・田島泰幸
空気圧縮機による CO 中毒事故	"	53. 12. 8	駒 宮 功 額
垂直固定梯子における昇降動作について	日本人間工学会関東支部大会	53. 12. 9	{木下鈞一・河尻義正 永田久雄
トラックレーンの動作特性(第1報)非線形変位	日本機械学会関西支部第54期定時総会講演会	54. 3. 16	前 田 豊
水環境中における鋼厚板のき裂伝ば挙動	"	54. 3. 17	田 中 正 清

第3章 産業安全技術館等業務

(1) 産業安全技術館の活動

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

産業安全技術館における施設、展示資料等についての概要は次の通りである。

常設展示場 1階 336m² 2階 573m²

特別展示場 2階 249m²

見学指導室 3階 117m²

安全技術情報コーナー 2階 84m²

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

安全技術情報コーナーには、マイクロフィルム自動検索装置やその他情報機器を備え、開設以来行って来た安全相談業務の拡大強化を計った。資料のマイクロ化をはじめ、各種資料を収集・整理して蓄積し、要求に応じて探索し提供できるようにしたほか、閲覧スペースなどを設け、資料を整備した。

見学指導室には、視聴覚設備・教材を備えて、団体見学者に対するオリエンテーションなどを行っている。

昭和53年度における産業安全技術館の主な活動は次のとおりである。

常設展示 前年度に同じ

特別展示

53. 6.1～7.7 「全国安全週間特別展」

9.1～10.7 「全国労働衛生週間特別展」

10.20～12.20 「圧縮空気系の事故防止展」

講演会

定例講演会を毎月1回定期に開催したほか、特別展開催期間中にテーマに関係した講演会を2回及び、全国安全衛生大会行事にちなんで1回開催した。

施設公開

科学技術週間中に産業安全研究所主要実験室

を一般の人に公開した。

その他

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

入館者

開館日数 294日 (4/1～3/31)

個人 37,949名, 団体 271組 5,880名
計 43,829名

(2) 大阪産業安全技術館の活動

東京の産業安全技術館の分館として、大阪市東区森の宮にある大阪産業安全技術館においては、関西地方における産業安全のセンター的な立場に立って普及指導活動を行っている。

昭和53年度における大阪産業安全技術館の主な活動は次の通りである。

常設展示「人間の動作コーナー」を新設し、パネルでの解説のほか「速度見越反応検査装置」「重複作業反応検査装置」「疲労度実験装置」を設置した。

特別展示

53. 6.1～7.7 「安全週間ポスター展」

11.1～12.9 「墜落災害防止」特別展

安全講演会12回、定例の映画会5回開催した。

安全技術指導・調査

一般安全相談のほか、安全関係機器の使用・管理状況の調査などを含めて、事業場における災害防止の技術的指導及び団体見学者に対しての安全教育を行った。

入館者

開館日数 297日 (4/1～3/31)

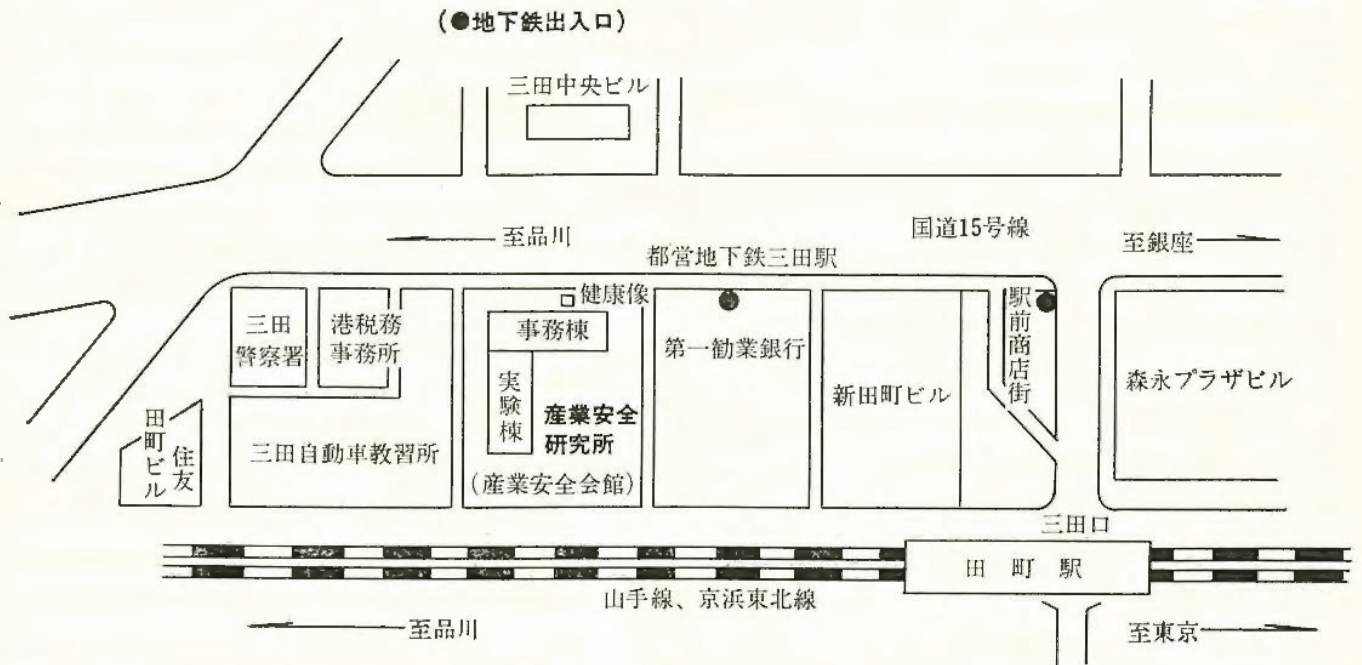
個人 4,927名, 団体 245組 27,798名
計 32,725名

(3) 依頼試験および検定

昭和53年度における産業安全研究所依頼試験規程に基づく依頼試験は、研ま盤のと石車の強度試験、安全靴の安全性能試験などのほか、その他の試験として、パイプサポート、建わくの性能試験等合計128件を行い、また機械等検定規則に基づく防爆構造の電気機械器具に対する検定は、合計102件行った。

産業安全研究所

産業安全研究所 (産業安全会館)
 東京都港区芝5丁目35番1号
 電話 東京 (03) 453-8441 (代表)
 郵便番号 108



山手線田町駅から 徒歩5分
 都営地下鉄浅草線および三田線三田駅から 徒歩1分

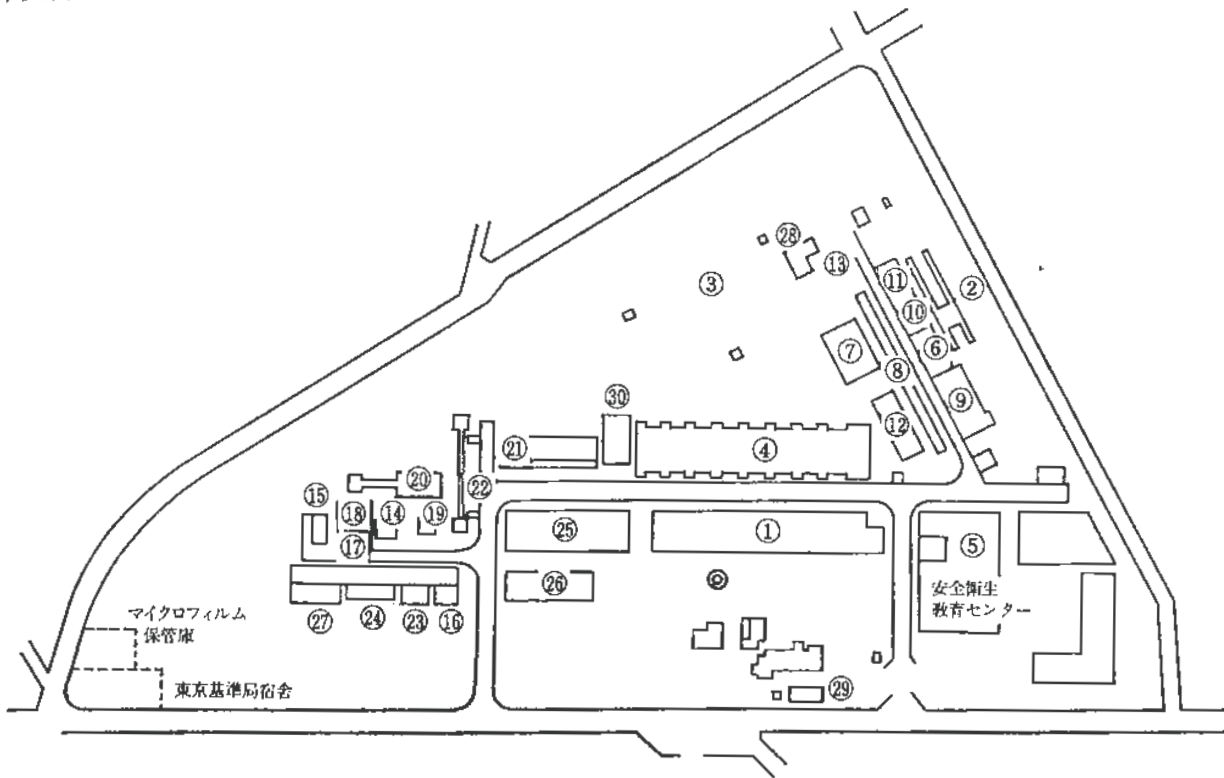
事 務 棟

実 験 棟

1 階	産業安全技術館	強電第一実験室・研削砥石実験室・工作室・保護具実験室
2 階	産業安全技術館	非金属材料実験室・機械構造実験室・金属材料実験室・クレーン実験室・強電第二実験室
3 階	所長室・庶務課・部長室・研究部部室・会議室・見学指導室	安全装置実験室・制御実験室・建築環境実験室・建築環境特殊空調室・仮設構造実験室
4 階	安全技術課・図書資料室	人体動作機能実験室・計算機室・暗室
5 階		システム工学実験室・静電気放電実験室・岩石工学実験室・土質工学実験室・油帯電実験室
6 階		静電気基礎実験室・粉体帯電実験室・着火機構実験室・電撃第二実験室・電撃第一実験室・水中電撃実験室
7 階		一般分析実験室・粉じん爆発特性第一実験室・ガス蒸気爆発特性実験室・X線回析実験室・爆発性物質感度実験室
8 階		爆発現象実験室・火炎防止器実験室・粉じん爆発特性第二実験室・防爆電機実験室

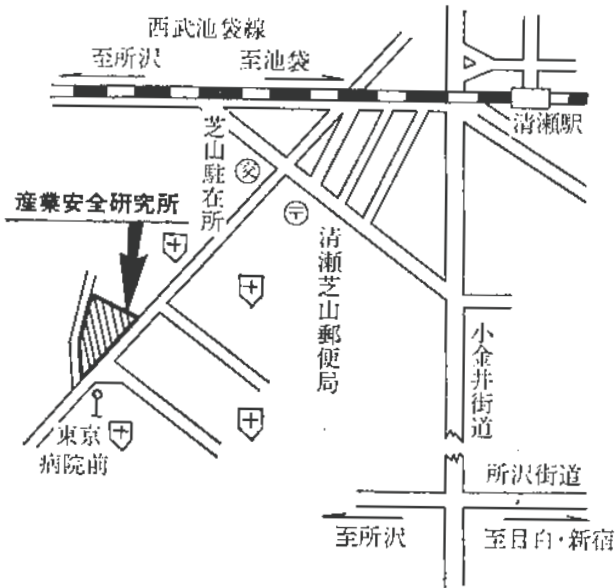
清瀬実験場

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
 郵便番号 180-04



清瀬実験場施設一覧

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1 機械実験棟 | 16 化学反応実験室 |
| 2 安全帯実験施設 | 17 大型密閉爆発実験施設 |
| 3 高所作業観測施設 | 18 防爆実験用揚重施設 |
| 4 天井クレーン実験施設 | 19 高圧示差熱実験室 |
| 5 走査型電子顕微鏡室 | 20 配管等爆発実験施設 |
| 6 200トン圧縮試験室 | 21 高圧燃焼実験室 |
| 7 土止実験ピット | 22 液体流動帯電実験施設 |
| 8 ジブクレーン | 23 高気圧環境実験室 |
| 9 鋼アーチ支保工実験施設 | 24 高圧ガス粉じん系爆発実験施設 |
| 10 単管枠組実験場 | 25 防爆電機試験室 |
| 11 軽支保梁実験施設 | 26 本質安全防爆試験室 |
| 12 多目的反力支持構造物 | 27 粉じん帯電実験施設 |
| 13 データーロガー室 (移動式) | 28 運搬建設機械安定度試験実験施設観測制御室 |
| 14 実験ガス配合室 | 29 変電室 |
| 15 半地下実験用ピット | 30 遮音実験室 |

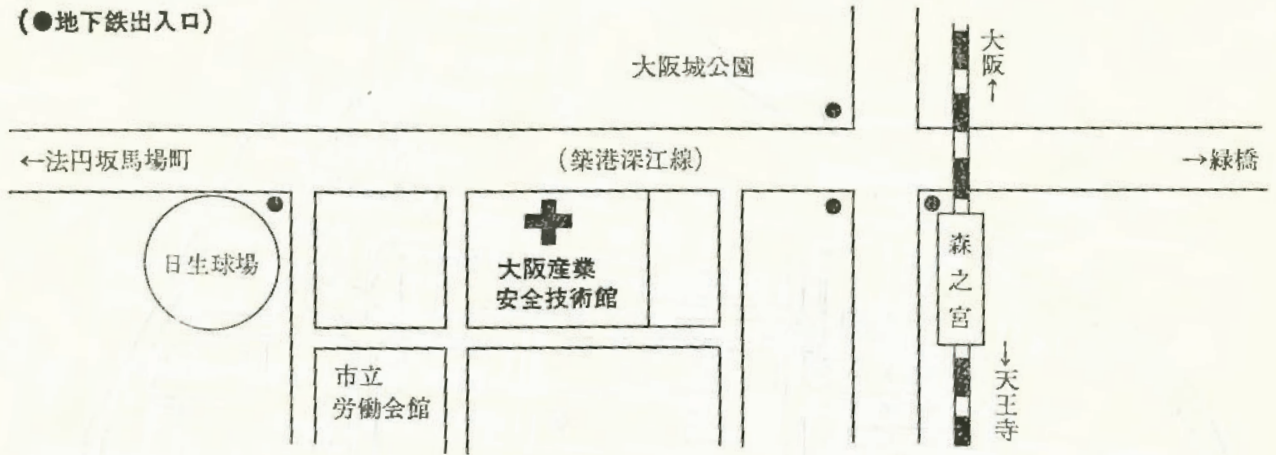


西武池袋線清瀬駅下車 (池袋より約30分)
 清瀬駅から 徒歩 (約20分)
 清瀬駅南口より 西武バス
 久米川駅行 } に乗車 (約5分) 東京病院前下車
 全生園行 }
 下里団地行 }

大阪産業安全技術館

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

(●地下鉄出入口)



産業安全研究所年報 昭和53年度

発行所 労働省産業安全研究所

東京都港区芝5丁目35-1

電話 (03) 453-8441 (代表)
