

産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1997

平成9年度

外部研究評価会議を開催



外部研究評価会議風景（平成10年3月18日）

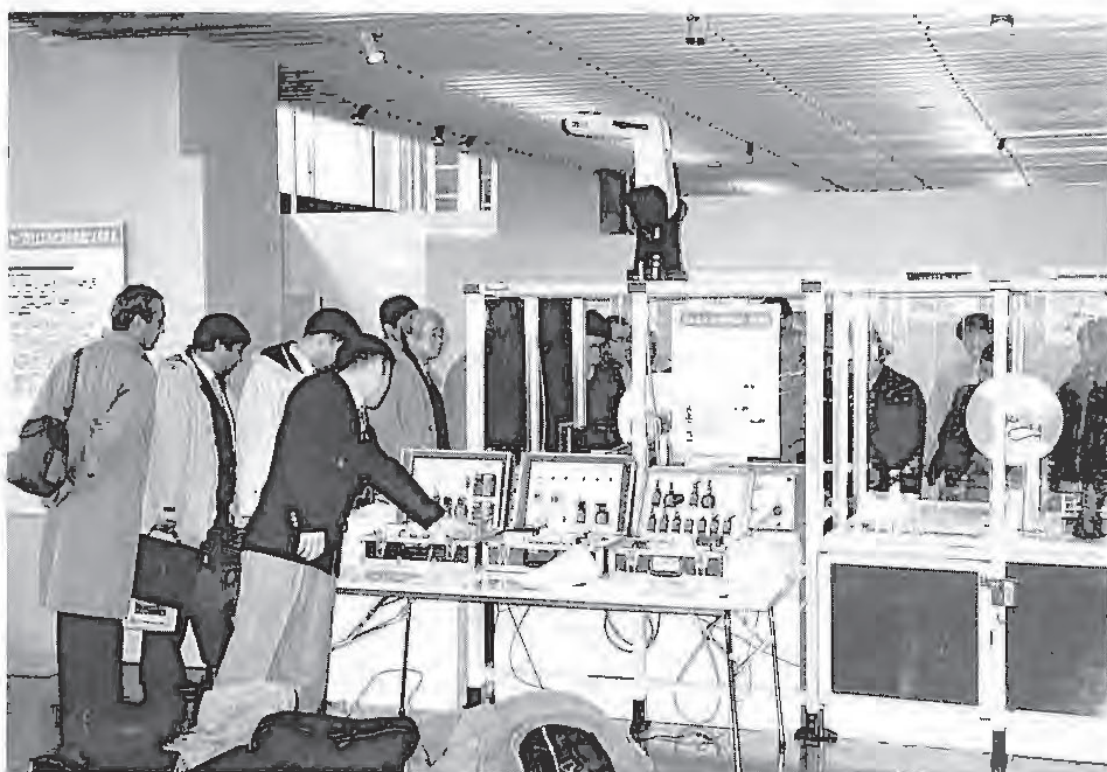


委員による研究施設の見学（平成10年3月18日）

産業安全技術館機械安全技術特別展



特別展講演会風景（平成10年2月4日）



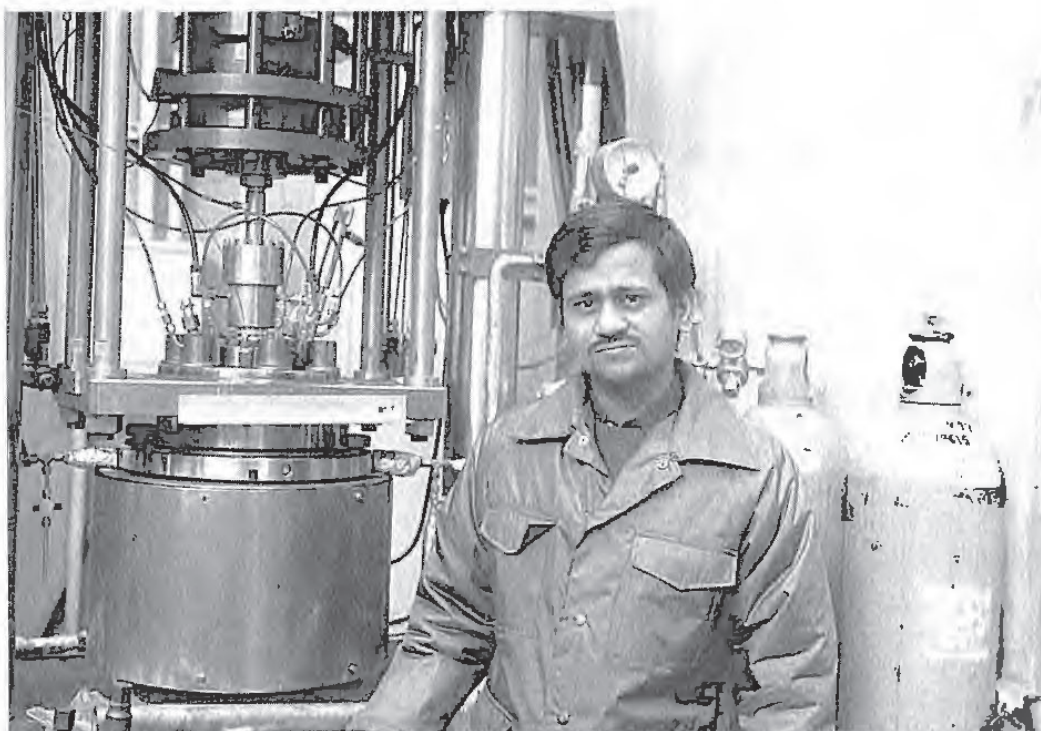
特別展会場風景（東京 平成10年2月4日）

所内研究討論会における招聘研究者の講演



ブタベスト工科大学Berta教授の講演（平成10年2月10日）

海外からの研究者



金属材料の特性と微視的構造の関係について研究する科学技術庁
のフェロー Dr.S.Ganesh Sundara Raman

特別研究の実施状況



模擬屋根実験装置を用いた高所作業における墜落危険性に関する研究の実施状況（労働省特別研究）

目 次

第1章 総説

1.1 研究活動等の概要	3
1.2 組織	4
1.3 定員	4
1.4 土地および建物	4
1.5 予算	5
1.6 主要試験研究施設および設備	6
1) 施設	6
2) 設備	6
1.7 図書	8
1.8 広報	8
1.9 その他	9
1) 人事異動	9
2) 表彰等	11

第2章 研究業務

2.1 平成9年度の研究課題	12
1) 経常研究	12
2) 特別研究	13
2.2 平成10年度の研究課題	15
1) 経常研究	15
2) 特別研究	16
2.3 平成9年度の研究成果の概要	17
2.4 研究成果の発表	55
1) 誌上発表	55
2) 口頭発表（国内）	57
3) 国際研究集会口頭発表	61
4) 著書	62

第3章 関連業務

3.1 産業安全研究所主催行事	63
3.2 行政機関等に対する協力	65
1) 災害調査等における協力	65
2) 委員会活動等における協力	65
3) 研修講師派遣等による協力	66
4) その他	66
3.3 外部機関との協力	67
1) 学協会の委員会活動等への協力	67
2) 技術指導、研究協力等	67
3) 外部機関の研究員の招へい	68
4) 外部機関への研修	70

5) 外部機関の研究生の受託	70
6) 国際協力, 海外派遣等	70
第4章 産業安全技術館等業務	
4.1 産業安全技術館の活動	72
4.2 大阪産業安全技術館の活動	73
4.3 特別展および特別講演会の開催	73
4.4 研究施設の見学および公開	74
付 録	
1) 産業安全研究所年譜	75
2) 産業安全研究所案内図	77

第1章 総 説

1.1 研究活動等の概要

当研究所は、科学と技術の面から労働安全行政を支援するとともに、産業安全に関する研究の中核機関としての役割を果たすため、平成7年度に実施した研究部の改組に続き、平成9年度には、新しく研究企画調整課を設けた。これを転機に、研究企画調整課を軸として、行政機関との連携、他省庁の研究機関等とも交流を図りながら研究を進めるとともに、関連業務についても新しい展開を試みている。

平成9年度は、行政改革の一環として国立試験研究機関も改革が求められており、災害防止研究にも今後の展開に向けたブレークスルーが必須な状況から、新規研究課題として、コミュニケーションエラーのような人間科学に関する研究、構造物の破壊のような不確定要素を含む問題の信頼性評価に関する研究等、従来のハードウェア中心の研究からは脱皮した研究に着手した。また、災害防止研究に不可欠な大型実験、実規模実験には、ヒューマンパワーを必要とするため、これらは主として大学、民間企業等の外部の研究機関の協力を得て、共同研究として実施しており、平成9年度は、労働災害の中でも死亡災害の多い建設災害の防止に重点を置き、墜落衝撃を吸収するエアバッグの開発、タワークレーンの耐震対策、仮設機材の性能評価等の共同研究を実施した。さらに、労働省の災害防止計画および科学技術会議等に示されている重点研究は、特別研究として取り組んでおり、平成9年度は、継続課題も含め、以下に示す特別研究を行った。

- (1) 高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究
- (2) 地震に対するクレーン等の安全対策の確立
- (3) バーチャルリアリティによる掘削機械作業の安全化
- (4) 生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発
- (5) 反応物質の界面物性が反応暴走に及ぼす影響（重点基礎研究）
- (6) 高齢化社会における製品・生活環境等のユニバーサル化（他省庁との共同研究）
- (7) 化学物質安全特性予測基盤の確立（他省庁との共同研究）
- (8) すべり現象に及ぼす人的要因（国際共同研究）
- (9) 粉体プロセスに使用される帯電防止材料の性能評価（国際共同研究）

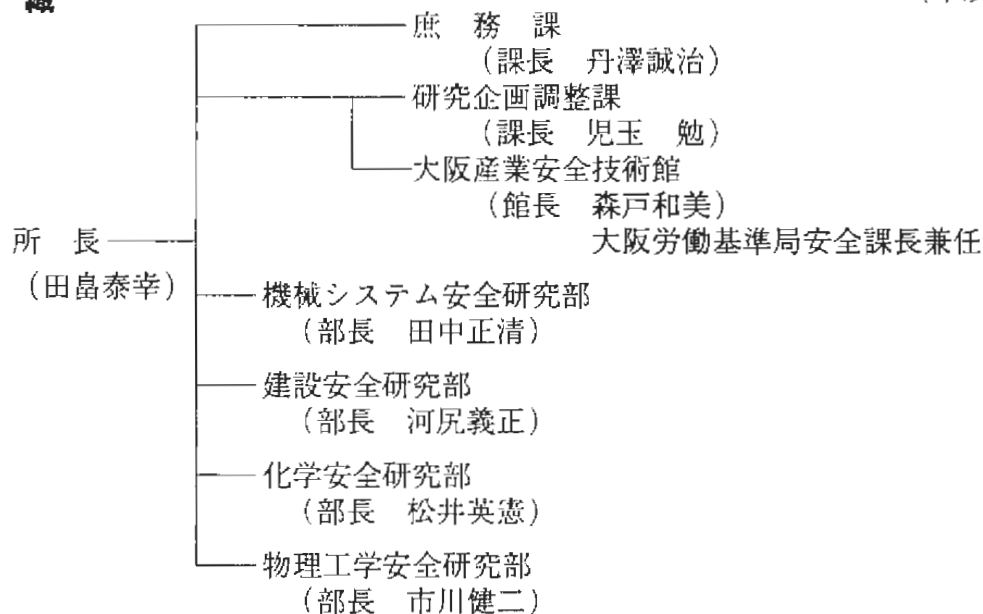
一方、研究活動と平行して、国立試験研究機関は、研究成果を社会へ還元、広く公開することも重要な役割である。当所の東京と大阪の産業安全技術館は、その重要な任務を担っており、研究成果の展示、最新の安全技術・情報の提供等、従来の業務は継続、拡大して行うとともに、最近では、欧州を中心に、機械安全技術の国際標準化が加速度的に進んでいるため、平成9年度は、「機械安全技術の最近の動向とフェールセーフの実際」というテーマで特別展を開催した。この特別展は、東京と大阪の産業安全技術館でそれぞれ開催するとともに、この期間中に特別講演会も開催し、研究成果と機械の安全技術に関する国際規格等の解説、紹介のほか、参加者とも意見交換を行い、当所への要望等を拝聴した。

さらに、平成9年度に行った新しい活動として、研究の活性化を図るために、科学技術基本計画に謳われている研究開発の評価に取り組み、外部の有識者から構成される研究評価専門家会議を新設、開催し、研究機関および研究課題についてそれぞれ評価を受けた。また、この専門家会議のほかに、従来の研究効率化専門家会議も継続して開催し、災害防止研究のあり方について意見を求め、これら二つの専門家会議の結果については、近々インターネットおよび報告書によって公開する予定である。

なお、平成9年度も、研究の国際化および国際交流には努めており、研究員の海外長期留学を始め、国際会議への参加、国際研究等の業務で研究員を海外に派遣するとともに、海外からも研究者を受け入れた。また、産業安全衛生に関する英国の代表的な研究機関であるHealth and Safety Laboratory (HSL) と研究協力の協定を締結し、共同研究、研究者の相互交流等の協力関係をより一層進めるルートを確立した。

1.2 組織

(平成10年4月1日現在)



1.3 定員

(平成10年4月1日現在)

俸給表別	指定職	研究職				行政職(一)					行政職(二)	合計
		部長等 研究員	室長等 研究員	研 究 員	計	課 長	係 長	専 門 職	一 般 職 員	計	技術職員 (乙)	
区分 定員	所 長 1	12	15	13	40	1	4	1	4	10	1	52

1.4 土地および建物

(平成10年4月1日現在)

名称	所在地	敷地面積 (m ²)	建物面積 (m ²)	備考
労働省 産業安全研究所	東京都清瀬市梅園1-4-6	43,247	延19,669	
労働省 産業安全研究所 産業安全会館	東京都港区芝5-35-1	6,273	延13,568	
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1-15-10	(831)	延2,127	敷地は大阪 労働基準局 所属

1.5 予 算

区 分	平成 9 年 度			平成 10 年 度		
	一般会計	特別会計	計	一般会計	特別会計	計
	千円	千円	千円	千円	千円	千円
人 件 費	339,791	90,742	430,533	341,026	92,343	433,369
研 究 費	143,851	278,029	421,880	158,576	264,722	423,298
経常研究費	47,203	152,807	200,010	48,210	145,975	194,185
特別研究費	96,648	125,222	221,870	110,366	118,747	229,113
(高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究)	—	40,957	40,957	—	—	—
(地震に対するクレーン等の安全対策の確立に関する研究)	—	39,456	39,456	—	—	—
(バーチャルリアリティによる掘削機械作業の安全化に関する研究)	—	44,809	44,809	—	42,131	42,131
(土石流等による労働災害防止対策に関する総合的研究)	—	—	—	—	39,411	39,411
(化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究)	—	—	—	—	37,205	37,205
(生産・施工システムの構造と災害要因の分析及び危険性診断技術の開発)	96,648	—	96,648	110,366	—	110,366
依頼試験・検定経費	790	—	790	790	—	790
産業安全技術館経費	—	29,236	29,236	—	29,236	29,236
その他の経費	28,078	149,389	177,467	26,658	157,443	184,101
(小計)	512,510	547,396	1,059,906	527,050	543,744	1,070,794
(移替予算)						
科学技術振興調整費						
(反応物質の界面物性が反応暴走に及ぼす影響に関する基礎研究)	5,274	—	5,274	—	—	—
(すべり現象に及ぼす人的要因に関する研究)	5,952	—	5,952	—	—	—
(粉体プロセスに使用される帯電防止材料の性能評価に関する研究)	5,745	—	5,745	—	—	—
(労働環境における共生特性に関する研究)	10,001	—	10,001	—	—	—
(化学物質爆発危険性予測手法に関する研究)	8,769	—	8,769	—	—	—
(小計)	35,741	—	35,741	—	—	—
合 計	548,251	547,396	1,095,647	527,050	543,744	1,070,794

平成9年度特別会計に含まれる上記以外の当所関係予算

産業安全研究所施設設備費	474,524千円
共同実験棟建築工事	474,524千円

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 総合研究棟 材料・新技術実験棟

2) 設備

(1) 特別会計

設 備 の 名 称	
電子計算機システム エンジニアリングワークステーション 10トン横型引張試験機 横型真空焼鈍炉 走査型電子顕微鏡 500トン万能試験機 電気油圧式疲労振動試験装置 X線マイクロアナライザー 光電測光式発光分光分析装置 応力腐食割れ試験装置 高温箱型電気炉 テレメータシステム装置 腐食疲労試験機 産業用ロボット, モートマンLiow 工業用ロボット, トスマンIX-15 破壊じん性試験機 構造部材疲労試験機 高温高圧水循環装置 ワイヤロープ疲労試験機 電磁共振型疲労試験機 透過型電子顕微鏡 赤外線応力画像解析システム 微小部X線解析装置	レーザー顕微鏡 CNC旋盤 非接触人体接近検出装置 100トン構造物疲労試験機 空間座標測定装置 万能疲れ試験機 赤外線応力パターン計測システム 軟X線光電子分光装置 地盤破壊演算装置 振動三軸圧縮試験機 重心位置測定装置 視点視野測定装置 動作自動解析システム 遠心载荷装置用加振装置 曲げ・圧縮試験機 建材試験装置 ハイスピードビデオカメラ ワークシミュレータシステム 構造物振動試験機 視聴覚刺激呈示装置 立位姿勢保持能力検査装置 注視点検出装置 携帯用揺れ測定装置

設 備 の 名 称

生体情報無線電送装置 非接触電子工学式変位測定装置 生体負荷測定装置 中空ねじりせん断試験機 転倒耐力測定装置 超小型テレメータ装置 最高血圧自動連続測定装置 アイマークレコーダ装置 平衡機能測定装置 生体情報システム装置 自然発火試験装置 マッハツェンダー干渉計 フーリエ変換赤外分光光度計 熱拡散率測定装置 暴走反応熱測定装置 高温伝導微少熱量計 元素分析装置 高速液体クロマトグラフ レーザー誘起蛍光分析装置 B A M式蓄熱貯蔵試験器 液体クロマトグラフ質量分析計 超高速度現象可視化装置システム 反応熱量計	熱流束式自動熱量計 動的示差走査熱量計 化学発光計測装置 高圧熱酸化分解ガス発生装置 動的高圧力試験装置 圧力容器付耐アーク性試験器 イメージコンバータ超高速度カメラシステム 雰囲気制御走査型トンネル顕微鏡 低湿度型恒温恒湿装置 表面形状精密解析装置 最小着火エネルギー試験装置 紫外線照射試験装置 インバータ漏電観測装置 高速度現象デジタル直視装置 光弾性実験装置 遠心裁荷装置用掘削装置 噴霧粒度分布測定装置 生体負担解析装置 クレーン振動模型 粉体電界監視装置 浮遊粒子挙動監視装置 ショベル系掘削機の模擬体感装置 フルデジタル制御油圧疲労試験機
--	--

(2) 一般会計

設 備 の 名 称

赤外線分光光度計 高圧熱天秤 粒径計測装置 高速液体クロマトグラフ ドラムカメラ 連続サンプリング付マスアナライザー 差動型高圧示差熱天秤 核磁気共鳴測定装置 ガスクロマトグラフ質量分析計 高圧発火エネルギー測定装置	放電波形解析装置 有害ガス処理装置 プラズマ化学処理装置 試験ガス・蒸気発生システム 接触角測定装置 ヘリウム用高気圧下短絡実験装置 環境試験装置 内部摩擦測定装置 吸着式ガス除害装置 ヒューマンエラー予測評価装置
---	--

1.7 図 書

(1) 単行本

区 分	平成9年度受入数	蔵 書 数
和 書	530	12,064
洋 書	64	2,720
計	594	14,784

(2) 平成9年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	68
洋 雑 誌	89
計	157

1.8 広 報

刊 行 物 名 称	刊行区分	発行部数
産業安全研究所研究報告 NIIS-RR-97	年 刊	700
産業安全研究所技術指針 NIIS-TR-NO.1-97	不定期	500
産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.15-97	不定期	500
産業安全研究所年報 平成8年度版	年 刊	1,500
安研ニュース Vol.21, No.2~Vol.22, No.1	隔月刊	800
産業安全技術館だより Vol.1, No.2~Vol.2, No.1	年3回	2,000

1.9 その他

1) 人事異動

発令年月日	新官職	氏名	旧官職
平9.4.1	辞職	森崎 繁	産業安全研究所長
	辞職	小川 勝教	建設安全研究部長
	辞職	林 年宏	化学安全研究部長
	産業安全研究所長	田 島 泰幸	物理工学安全研究部長
	建設安全研究部長	河 尻 義正	建設安全研究部 主任研究官
	化学安全研究部長	松 井 英憲	安全技術課長
	物理工学安全研究部長	市 川 健二	物理工学安全研究部 主任研究官
	労働基準局安全衛生部 労働衛生課課長補佐	永 田 大	庶務課長
	庶務課長	丹 澤 誠治	労働基準局補償課 中央社会復帰指導官 (併)労働基準局 労災保険業務室
	研究企画調整課長	児 玉 勉	物理工学安全研究部 主任研究官
	労働基準局 労災保険業務室 電子計算第三係長	宮 口 真二	庶務課会計係長
	労政局 勤労者福祉部福祉課	新 井 博之	庶務課
	庶務課	藤 原 毅	大臣官房会計課
	庶務課	三 浦 栄一郎	東京労働基準局庶務課 (併)労働基準局 賃金時間部労働時間課
	労働基準局 労災管理課	佐 藤 佳行	庶務課
	庶務課	高 野 修一	大臣官房労働保険徴収 課労働保険徴収業務室
労働基準局 労災保険業務室	岩 井 麻純	庶務課	

発令年月日	新官職	氏名	旧官職
	庶務課	四ツ倉 吉 昭	新規採用
	労働基準局 労災保険業務室	和 田 雅 弘	庶務課
	庶務課会計係	栗 山 実	新規採用
	研究企画調整課	平 井 哲 美	安全技術課
	研究企画調整課 主任研究官	松 田 東 栄	化学安全研究部 主任研究官
	大阪大学	白 井 伸之介	建設安全研究部
	北海道労働基準局	高 津 昌 夫	化学安全研究部 (併)労働基準局 安全衛生部安全課
	化学安全研究部 (併)労働基準局 安全衛生部安全課	川 越 俊 治	新規採用
	建設安全研究部	高 梨 成 次	新規採用
	建設安全研究部	庄 司 卓 郎	新規採用
	化学安全研究部	八 島 正 明	新規採用
	化学安全研究部	水 谷 高 彰	新規採用
	物理工学安全研究部	呂 健	新規採用
平 10. 3.31	辞職	大 橋 誠	庶務課
平 10. 4. 1	辞職	橋 内 良 雄	機械システム安全研究部長
	機械システム安全研究部長	田 中 正 清	機械システム安全研究部 (命)主任研究官
	大臣官房政策調査部 管理課予算係主任	三 浦 栄一郎	庶務課
	庶務課	大 坪 史 東	労働基準局補償課
	大臣官房政策調査部 管理課	植 村 忠 弘	庶務課
	庶務課	加 藤 慎 介	労政局勤労者福祉部 企画課
	労働基準局 労災保険業務室	佐々木 崇	庶務課
	庶務課	平 塚 光	新規採用
	庶務課	窪 田 圭 治	大臣官房労働保険徴収課 労働保険徴収業務室
	福岡労働基準局	川 越 俊 治	化学安全研究部 (併)労働基準局 安全衛生部安全課

発令年月日	新官職	氏名	旧官職
	化学安全研究部 (併)労働基準局 安全衛生部安全課	有賀康雄	新規採用
	建設安全研究部	中村隆宏	新規採用

2) 表彰等

表彰名	表彰内容	氏名
平成9年度春の叙勲 勲三等瑞宝章	産業安全における功績と労働行政への貢献	森 宜 制

第2章 研究業務

2.1 平成9年度の研究課題

1) 経常研究

- (1) 機械設備等の安全化（機械システム安全研究部）
 - a) 長尺物加工用プレス機械の本質安全化
 - b) 人体の機械インピーダンス分布を用いた人間と機械の安全な干渉条件の評価
 - c) 順応型アクチュエータによる協調制御に関する研究
- (2) 機械・構造物等の損傷・破壊防止（機械システム安全研究部）
 - a) 高温用材料の損傷量評価
 - b) 圧力容器用鋼並びにボイラ用鋼の高温水および水素環境下での腐食疲労強度
 - c) ワイヤロープの損傷特性に対する実用環境の影響
 - d) S N C M 4 3 9 鋼のフレッキング疲労強度
 - e) 切断砥石の回転側圧強度の評価法
- (3) 機械・構造部材の損傷診断と信頼性解析（機械システム安全研究部）
 - a) 穿孔法を用いた構造物中の残留応力分布推定手法の開発
 - b) 遺伝的アルゴリズムによる構造物の信頼性指標の評価
- (4) 作業者の人間科学的特性の解明と作業環境の安全化
 - a) 高齢者の音声聴取能力評価に関する研究（機械システム安全研究部）
 - b) コンピュータ・グラフィックスによる建設労働現場の視覚化システムの開発（建設安全研究部）
 - c) 共同作業時におけるコミュニケーション・エラー発生の可能性に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
 - d) 衝撃吸収用エアバッグの開発及び評価に関する研究（機械システム安全研究部）
 - e) 作業現場における人体検出と三次元計測に関する研究（物理工学安全研究部）
- (5) 建設工事用設備等の安全化（建設安全研究部）
 - a) 新方式の仮設機材の性能評価方法に関する研究
- (6) 地盤強度と土砂崩壊の防止（建設安全研究部）
 - a) 土止め支保工の変形及び崩壊挙動の解析
 - b) 移動式クレーンの転倒防止のための地盤支持力機構に関する基礎的研究
 - c) 動的荷重による地盤－仮設構造物系の崩壊挙動の解明
 - d) 深層混合処理法により改良された傾斜複合地盤の水平荷重に対する安定性
 - e) 掘削土止め工の安定問題に関する実験的研究
- (7) 可燃性ガス・粉じん等の爆発危険性
 - a) 金属系粉じんの爆発危険性（化学安全研究部）
 - b) 高圧気体により急速圧縮を受けた液体・気体の発火限界（化学安全研究部）
 - c) 放電によって生成されたOHラジカルの着火への影響（物理工学安全研究部・化学安全研究部）
 - d) 代替フロン等難燃性液体蒸気の最小着火エネルギーの測定（化学安全研究部）
 - e) ガス爆発駆動式火炎抑止装置の開発（化学安全研究部）
- (8) 化学物質の分解危険性とその防止
 - a) 自己発熱性物質の経時温度変化予測手法の開発（化学安全研究部）
 - b) 放電プラズマ化学反応を利用した危険・有害物質の安全処理技術の開発（物理工学安全研究部）

- c) 反応性物質の危険度定量化手法の開発に関する研究（化学安全研究部）
- (9) 反応危険の防止（化学安全研究部）
 - a) 反応液の物性が発熱速度に及ぼす影響の実験的評価
 - b) 反応暴走から熱分解へ進展する可能性の判定
- (10) 静電気による災害の防止（物理工学安全研究部）
 - a) 可燃性微粉体の静電気による着火特性評価技術の開発
- (11) 電撃危険性とその防止（物理工学安全研究部）
 - a) 商用電力系統に連系した直流システムの地絡保護に関する基礎的検討
- (12) 電気材料・機器・設備等の安全化（物理工学安全研究部）
 - a) 腐食性ガス雰囲気下で使用される配線板等の絶縁低下現象の解明
 - b) 誤動作・焼損を誘発するラインノイズのフィルタリング技術の研究
 - c) 産業機器用安全装置の電磁ノイズ耐性と耐性向上に関する研究
 - d) F R Pの貫層方向の絶縁耐力試験方法の検討
- (13) 労働災害の分析と安全管理手法の開発
 - a) 産業災害リスクの構造変化に関する研究（建設安全研究部）
 - b) 数量化分析による労働災害の背景要因の抽出（建設安全研究部）
 - c) 事業所における安全性評価診断システムに関する調査研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - d) 工作機械関連作業のリスク低減のためのアセスメント手法に関する調査（機械システム安全研究部）
- (14) 安全情報の整備とデータベースの開発
 - a) 高齢者を中心とした安全に関連する人間の特性のデータベース化（機械システム安全研究部）

2) 特別研究

(1) 労働省

- a) 高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - ・ 墜落災害の人的要因の分析
 - ・ 高所作業に及ぼす心理的な負担要因の解明と作業改善
 - ・ 揺れと墜落危険限界に関する研究
 - ・ 傾斜作業面での滑りと作業限界に関する研究
 - ・ 屋根用墜落防護工の具備条件
- b) 地震に対するクレーン等の安全対策の確立に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
 - ・ 地震に対するクレーンの振動特性
 - ・ クレーン構造部材及びマスト支持材の強度評価
 - ・ 被災したクレーン等機械設備の再使用基準の確立と補修・補強対策
- c) バーチャルリアリティによる掘削機械作業の安全化に関する研究（機械システム安全研究部）
 - ・ ショベル系掘削機を対象としたV R装置の開発
- d) 生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部・物理工学安全研究部）
 - ・ 大規模生産・施工システムの構造と災害要因の分析及び危険性診断技術の開発

(2) 科学技術庁

- a) すべり現象に及ぼす人的要因に関する研究（建設安全研究部）

- b) 高齢社会における製品・生活環境のユニバーサル化に関する研究（建設安全研究部）
 - ・労働環境における共生特性に関する研究
- c) 化学物質安全特性予測基盤の確立に関する研究（化学安全研究部）
 - ・爆発燃焼反応挙動の解明
- d) 反応物質の界面物性が反応暴走に及ぼす影響に関する基礎的研究（化学安全研究部）
- e) 粉体プロセスに使用される帯電防止材料の性能評価に関する研究（物理工学安全研究部）

2.2 平成10年度の研究課題

* 第9次労働災害防止計画支援研究

1) 経常研究

- (1) 機械設備等の安全化（機械システム安全研究部）
 - a) 長尺物加工用プレス機械の本質安全化
 - b) 人体の機械インピーダンス分布を用いた人間と機械の安全な干渉条件の評価
 - c) 順応型アクチュエータによる協調制御に関する研究
- (2) 機械・構造物等の損傷・破壊防止
 - a) 高温用材料の損傷量評価（機械システム安全研究部）
 - b) 圧力容器用鋼並びにボイラ用鋼の高温水および水素環境下での腐食疲労強度（機械システム安全研究部）
 - c) ワイヤロープの損傷特性に対する実用環境の影響（機械システム安全研究部）
 - d) 切断砥石の回転側圧強度の評価法（機械システム安全研究部）
 - e) 振動を受けるジブクレーンの強度に関する研究（機械システム安全研究部）
 - f) タワークレーンの耐震対策に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
- (3) 機械・構造物材の損傷診断と信頼性解析（機械システム安全研究部）
 - a) 穿孔法を用いた構造物中の残留応力分布推定手法の開発
 - b) 遺伝的アルゴリズムによる構造物の信頼性指標の評価
- (4) 作業者の人間科学的特性の解明と作業環境の安全化
 - a) 高齢者の音声聴取能力評価に関する研究（機械システム安全研究部）
 - b) 共同作業時におけるコミュニケーション・エラー発生の可能性に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部）
 - c) 衝撃吸収用エアバッグの開発及び評価に関する研究（機械システム安全研究部）
 - * d) 墜落災害防止における建設作業員の意識構造に関する研究（建設安全研究部・機械システム安全研究部）
 - e) すべりの時間経過パターンを考慮したすべり評価法に関する基礎的な研究（建設安全研究部）
 - * f) 屋根作業の安全化に関する研究（建設安全研究部）
- (5) 建設工事用設備等の安全化（建設安全研究部）
 - a) 新方式の仮設機材の性能評価方法に関する研究
 - b) 建設用タワークレーンの地震応答性状に関する研究
- (6) 地盤強度と土砂崩壊の防止（建設安全研究部）
 - * a) アンカーによる土止めの変形及び崩壊挙動
 - b) 移動式クレーンの転倒防止のための地盤支持力機構に関する基礎的研究
 - c) 造成工事における地盤災害防止のための深層混合処理工法に関する研究
 - * d) 掘削土止め工の安定問題に関する実験的研究
- (7) 可燃性ガス・粉じん等の爆発危険性
 - * a) 微粒子粉体の発火・爆発危険性（化学安全研究部）
 - b) プレヒーティング法を用いた高温可燃性液体の発火に関する研究（化学安全研究部）
 - c) 放電によって生成されたOHラジカルの着火への影響（物理工学安全研究部・化学安全研究部）
 - d) ガス爆発駆動式火炎抑止装置の開発（化学安全研究部）
- (8) 化学物質の分解危険性とその防止

- a) 自己発熱性物質の経時温度変化予測手法の開発（化学安全研究部）
- b) 放電プラズマ化学反応を利用した危険・有害物質の安全処理技術の開発（物理工学安全研究部）
- (9) 反応危険の防止（化学安全研究部）
 - a) 反応液の物性が発熱速度に及ぼす影響の実験的評価
- (10) 静電気による災害の防止（物理工学安全研究部）
 - * a) 可燃性微粉体の静電気による着火特性評価技術の開発
 - b) 帯電防止材料の性能評価方法に関する研究
- (11) 電撃危険性とその防止（物理工学安全研究部）
 - a) 商用電力系統に連系した直流システムの地絡保護に関する基礎的検討
- (12) 電気材料・機器・設備等の安全化（物理工学安全研究部）
 - a) 配線板等の絶縁低下に及ぼすSO₂ガスの加速性の検討
 - b) 労働災害に及ぼす電気機器・設備等の関与実態に関する調査
 - c) 試験電圧の種類による絶縁材料の破壊強度への影響
 - d) 産業機器用安全装置の電磁ノイズ耐性と耐性向上に関する研究
- (13) リスク分析と安全管理手法の開発
 - a) 労働分野における組織の安全文化に関する基礎的研究(建設安全研究部・機械システム安全研究部)
 - b) 定量的リスク評価を指向した新しい災害統計分析手法の構築（建設安全研究部）
 - c) 工作機械関連作業のリスク低減のためのアセスメント手法に関する調査(機械システム安全研究部)

2) 特別研究

(1) 労働省

- * a) バーチャルリアリティによる掘削機械作業の安全化に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部・物理工学安全研究部）
 - ・ ショベル系掘削機を対象としたVR装置の開発
 - ・ VR装置による人間工学的安全条件の解明
- * b) 生産・施工システムの総合的安全制御技術の開発に関する研究（機械システム安全研究部・建設安全研究部・物理工学安全研究部）
 - ・ 大規模生産・施工システムの構造と災害要因の分析及び危険性診断技術の開発
 - ・ コンピュータ制御による大規模生産・施工システムの災害予知と危険度評価技術及びシステム安全制御技術の開発
- * c) 土石流等による土砂崩壊災害防止技術に関する総合的研究（建設安全研究部）
 - ・ 土石流発生危険度の評価手法及び土石流発生メカニズムの検討
- * d) 化学プロセスにおける爆発災害防止技術に関する総合的研究（化学安全研究部・機械システム安全研究部・物理工学安全研究部）
 - ・ 化学プロセスの爆発危険性の評価手法の開発
 - ・ 化学プロセスの安全制御と爆発防護技術の開発
 - ・ 爆発災害防止支援システムの開発

(2) 科学技術庁

- a) 赤外線による構造部材の非破壊損傷検出技術の開発に関する基礎研究（機械システム安全研究部）
- b) 高齢社会における製品・生活環境のユニバーサル化に関する研究（建設安全研究部）
 - ・ 労働環境における共生特性に関する研究
- c) 化学物質安全特性予測基盤の確立に関する研究（化学安全研究部）
 - ・ 爆発燃焼反応挙動の解明

2.3 平成9年度の研究成果の概要

ガセット溶接継手の疲労強度に及ぼす板厚および板幅の影響

機械システム安全研究部 橋内良雄, 本田 尚

1. 研究目的

溶接継手の疲労強度を小型試験片で求めた場合、溶接残留応力が小さく、また、欠陥含有率や応力集中の程度も小さいために、大型試験片に比べて危険側のデータが得られる場合が多い。そこで溶接継手の疲労強度に及ぼす寸法効果に関する知見を得るために、板厚、板幅及び追加物厚さの異なる面外ガセット溶接継手を作製して寸法の相違が残留応力、応力集中係数および疲労寿命に及ぼす影響を調べた。

2. 試験片および実験方法

供試材は板厚が12, 19, 32mmのHT590鋼であって、供試材の圧延方向が試験片の長手方向と一致するようにして、面外ガセット溶接試験片(図1)を作製した。

試験片の残留応力はX線応力測定装置を用いて計測した。ガセット止端の応力集中係数はひずみゲージと赤外線応力測定システムを用いて求めた。疲労試験は容量1500kNの電気油圧式サーボ疲労試験機を用いて、応力比 $R=0.1$ で一定荷重振幅試験を行った。

3. 実験結果

溶接残留応力の測定結果、いずれもガセット止端近傍で最大の引張り残留応力が発生しており、板厚 T が厚い方が残留応力が高い結果が得られた。板厚19mm、板幅150mmの試験片の応力集中係数 K_t をひずみゲージで求めた結果、 K_t は2.5程度となっている。赤外線 K_t を求めた結果、ガセット止端の K_t の平均値は2.7程度であって、ひずみゲージの K_t よりも若干高く評価された。板幅がき裂発生寿命 N_c と全疲労寿命 N_f に及ぼす影響について調べた結果、板幅と N_c の関係は明確ではなかった。 N_f においても、板幅の影響は殆ど認められない。図2は N_c, N_f に及ぼす板厚の影響について示したもので、 N_c は応力レベルによって板厚効果が異なっている。これは N_c の検出の困難さとも関連している。 N_f を同一応力レベルで比較すると、板厚が薄い場合の方が長寿命側にプロットされる傾向にある。そこで、板厚 $T=12\text{mm}$ の N_f を $N_f(T=12)$ として定義し、 $N_f/N_f(T=12)$ と T の関係を数種の応力レベルについて調べた。その結果、板厚の減少に連れて寿命が増加することが判明した(図3)。なお、応力範囲が70MPaの場合、板厚と寿命との間に必ずしも系統的

な関係が得られていないが、これは板厚だけでなく、追加物厚さ B も寿命に影響することを示唆している。

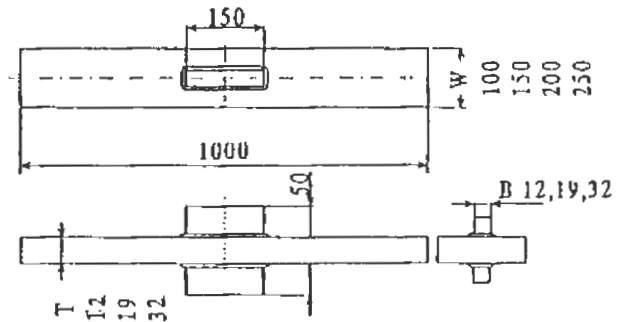


図1 ガセット溶接試験片の形状と寸法

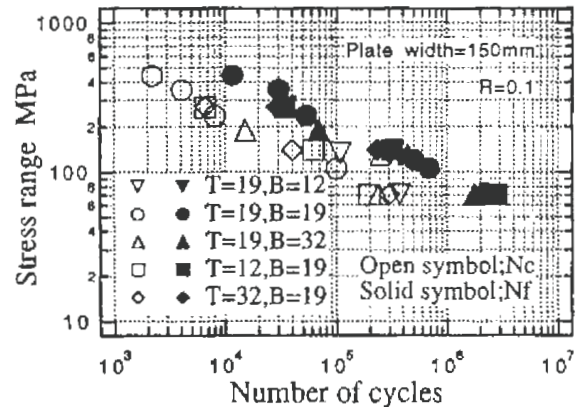


図2 疲労強度に及ぼす板厚の影響

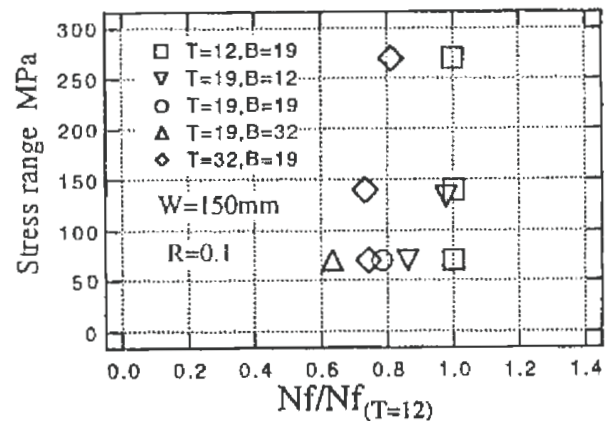


図3 板厚12mmと他の板厚の疲労寿命の比較

N_c/N_f と板厚の関係について検討した結果、板厚によらず N_c/N_f は0.2程度の値をとる場合が多かった。このため板厚の増加に伴う N_f の減少はき裂発生よりも進展と関連していると考えられる。

4. まとめ

- (1) 面外ガセット溶接試験片の疲労寿命は板幅に不敏感であるが、板厚が増加すると寿命が減少する。
- (2) き裂発生寿命と破断寿命の比は板幅や板厚によらず0.2程度の場合が多い。
- (3) 板厚の増加による疲労寿命の減少は、き裂の進展が残留応力の影響を受けることと関連している。

圧力容器用鋼の高温高压水中の疲労き裂進展速度に及ぼす材料異方性の影響

機械システム安全研究部 橋内良雄, S.Ganesh Raman

1. 研究目的

近年規制緩和の潮流から圧力容器やボイラの解放検査間隔を延長しようとする機運にあるが、どの程度までの延長が可能であるかは腐食疲労き裂進展速度やクリープ損傷強度等についての知見が必要となる。本研究では、圧力容器やボイラの定期検査間隔を定めるのに必要な基礎データを得るための一環として、高温高压水環境下における圧力容器用鋼の腐食疲労き裂進展速度 da/dN に及ぼす材料方位および繰り返し速度の影響について調べた。

2. 供試材および実験方法

供試材は0.014%のSを有する板厚が150mmのA533B鋼である。供試材の圧延方向が試験片の長手方向になるようにして室温で引張り試験を行った結果、降伏点562MPa、引張り強さ637MPa、伸び23.8%である。試験片は幅が51mm、板厚が10mmのCT試験片であって、供試材からの試験片の採取方位は図1に示すとおりである。高温高压水中の疲労試験は高温水循環装置付きのオートクレーブ中で温度288℃、圧力8MPaの条件で行った。オートクレーブ中へ流入する水量は18mL/min、溶存酸素濃度は窒素を循環水装置の貯水槽に吹き込むことにより、 $4\mu\text{g/L}$ 以下となるように調整した。応力比 R は0.1、繰り返し速度は0.5および0.05Hz、荷重波形は正弦波である。

3. 実験結果

図2はST-L, L-T, T-STの3方位の試験片の da/dN と ΔK の関係を示したもので、 $\Delta K > 20\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ において明らかに異方性の影響が認められる。すなわち、圧延方向に負荷し板幅方向にき裂が進展するL-T方位の試験片が da/dN が最も速く、板幅方向に負荷し板厚方向にき裂が進展するT-ST方位の試験片の da/dN が最も遅くなっている。このような異方性の影響は主に介在物の形状と方向が関与していると考えられる。図3はT-ST方位の試験片を用いて da/dN に及ぼす繰り返し速度の影響を示したもので、 $\Delta K < 35\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ では0.05Hzの da/dN がかなり加速しており、 $\Delta K > 35\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ では繰り返し速度の影響が消滅し0.5Hzのデータに近づく傾向が見られる。0.05Hzの場合、 ΔK の増加に対して da/dN は増加と減少を繰り返す傾向が見られるが、これは試験中にピーチマークを定期的に挿入したために、その影響が da/dN に現れているものと推察

される。 $\Delta K < 35\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ において、 da/dN が加速される原因は明らかではないが、以前の結果から推察すると、低 ΔK 域ではき裂先端の塑性域中においてMnS介

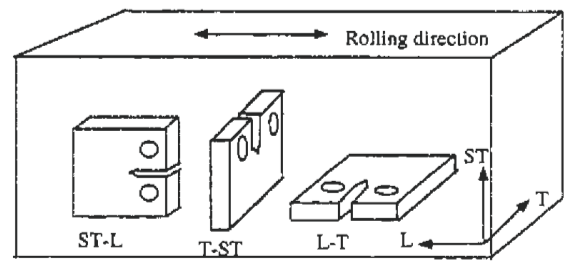


図1 試験片の採取方向

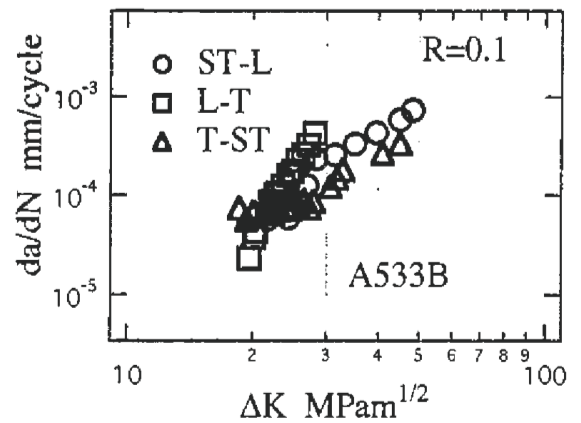


図2 da/dN に及ぼす材料異方性の影響

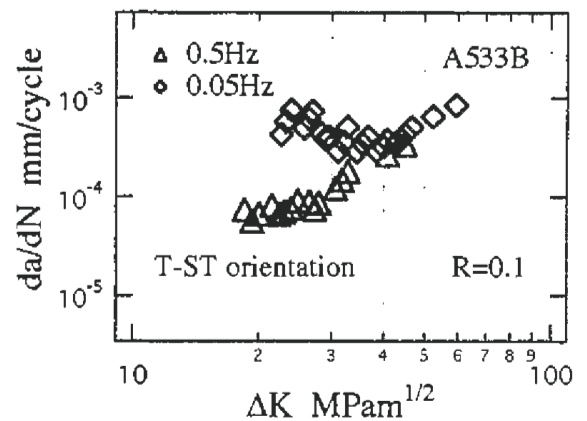


図3 da/dN に及ぼす繰り返し速度の影響

在物とマトリクスとの界面に水素が集積して、そこを基点として局部的に脆性破壊が生じるためと考えられる。今後の確認が必要である。

4. まとめ

- (1) da/dN は材料異方性の影響を受けており、L-T, ST-L, T-STの順序で da/dN が増加している。
- (2) 繰り返し速度が低下すると $\Delta K < 35\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ の da/dN が増加する。

鋼心入りワイヤロープの疲労損傷発生特性に関する研究 —環境条件の影響—

機械システム安全研究部 田中正清

1. はじめに

クレーン等に多用されているIWRC（ロープ心入り）ワイヤロープの破断事故の原因として注目されている内部損傷発生特性究明のため、この種のロープについてS曲げ疲労試験を実施し、損傷状態に対する各種条件の影響を検討している。

これまで、クレーン構造規格で許容される使用条件での内部先行型損傷の発生を確認し、従来の外観観察のみによる方法はワイヤロープ検査法としては不十分なことを指摘するとともに、その損傷特性に対してシーブ直径Dとロープ直径dの比D/d、ロープ張力および曲げ繰返し速度がどのように影響するかを調べた。

本年度は、さらにその内部損傷特性にS曲げ疲労におけるロープ環境条件がどのような影響を与えるかを検討した。

2. 供試ワイヤロープおよび実験方法

供試ロープは既報と同じ市販のIWRC 6×Fi(29)およびIWRC 6×WS(31)の2種である。これらについて、素線間の潤滑状態不良を想定しロープグリースを除去した条件、試験部分に清水を滴下させる条件下で、D/d=16、ロープ張力が定格荷重相当の35kN、および繰返し速度を10cpmの標準的条件としてS曲げ疲労試験を実施し、可視断線10%の段階での素線断線状態を詳細に検討した。

3. 実験結果および考察

3.1 断線状態へのグリース除去条件の影響

この条件では、適正グリース状態の場合に比べ、S曲げ疲労試験での10%断線寿命は約35~40%減少し潤滑状態悪化の効果が顕著である。また位置別の素線断線状態については、IWRC 6×Fi(29)ではストランドの内層素線および心素線での断線に代わって山部断線が増加し、IWRC 6×WS(31)では底部断線が大幅に減少し山部断線が増加している。微妙な相違はあるが、両種のワイヤロープに対して、グリース不足は、最も断線の多い位置は変えず山部断線を増加させる効果を有する。

図1および図2には、両種ロープそれぞれについて上記の効果を、位置別素線断線率Rの違いとして示している。

3.2 断線状態に対する清水滴下条件の影響

両図には本条件の検討結果を並記したが、IWRC 6

×Fi(29)の10%断線寿命および断線状態はともにこの環境条件からは顕著な影響を受けない。しかし、IWRC 6×WS(31)の場合、片方(No.1)では寿命は変わらず、適正グリースでの谷部断線に代わって山部断線が大きく増加しているのに対し、別の試験ロープ(No.2)では寿命は大幅に減少し、断線が山部のみとなって試験片によって損傷状態が大きく異なっている。

元々、腐食性の環境の効果は、他の条件の微妙な違いによって大幅にばらつく性格のものであるが、この場合にもその特徴が現れたものと思われる。

4. おわりに

上記のように、検討したワイヤロープは、潤滑不良ないしは腐食的条件下で全般に外部断線が促進されるが、結局は大半の条件で内部先行型損傷状態が保持されている。先に検討した各種力学条件でもそうであったことを考えれば、この種のワイヤロープの損傷検出においてやはり内部損傷を考慮した手法の採用が不可欠である。

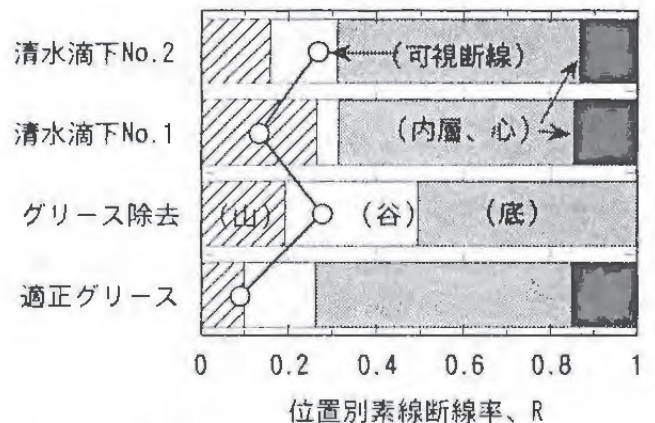


図1 位置別素線断線率への環境条件の影響 (IWRC 6×Fi(29))

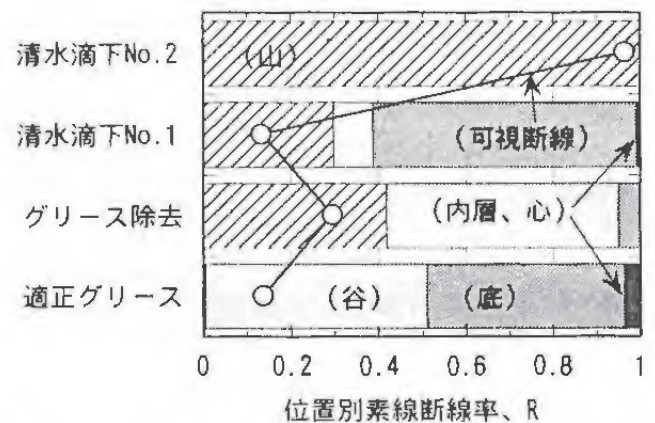


図2 位置別素線断線率への環境条件の影響 (IWRC 6×WS(31))

切断砥石の回転側圧強度の評価法

機械システム安全研究部 桑川壮一

1. 研究目的

研削砥石の強度評価に関しては研削盤等構造規格で規定されており、一般の研削砥石や切断砥石は、破壊回転試験によってのみ強度評価が行われている。

本研究では、手持ち用切断機の使用中に作業者の支持の不安定さなどにより回転中の切断砥石に側面負荷が加わる可能性が大きいことから、手持ち用切断機で使用する切断砥石の回転側圧強度について検討し、回転側圧試験法の確立のための知見を得る。

本年度は、主に手持ち用機械で使用する最高使用周速度6000m/minの切断砥石について、破壊回転試験と回転中に側面から負荷を加えて破壊させる回転側圧試験を行い、両者の関係を整理し検討を行った。

2. 供試品及び実験方法

供試品の寸法は、直径305mm（厚さ:3.5~4.5mm）が22件と直径355mm（厚さ:4.5mm）が7件の合計29件である。また、積層されている補強材はガラスファイバーである。破壊回転試験及び回転側圧試験に使用した砥石取り付け用フランジの直径は、切断砥石の直径のほぼ3分の1である。

破壊回転試験は、上記のフランジを用いて、当所に既設の回転試験機（最高回転数:12000rpm）に取り付け、停止状態から徐々に回転数を増加させて、1件について5枚の供試品の破壊回転数を測定した。

使用した回転側圧試験装置の概略は図1に示すように回転装置部と側圧負荷部とから構成され、回転中の切断砥石の側面に負荷を加える部分の構造は摩擦を少なくするためにローラ（直径60mm×幅13mm）としている。本実験においては側面負荷の加重点は各供試切断砥石の外周部から半径方向に20mm内側とした。また、切断砥石の側面負荷と加えられる変形量が測定され、切断砥石の回転速度は、最高使用周速度6000m/minに

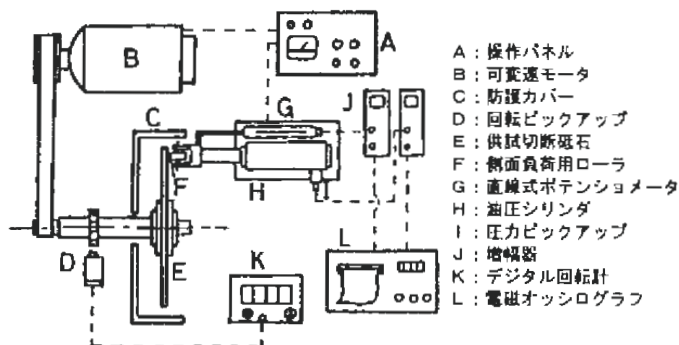


図1 回転側圧試験装置の概略

相当する回転数で実験を行った。

3. 実験結果

3.1 破壊回転試験 5枚の供試品の破壊回転数の最小値を最高使用周速度6000m/minに相当する回転数で除した値を破壊速度倍数RSと称し、図2で縦軸にとってプロットしている。上記の研削盤等構造規格では破壊速度倍数RSは2以上が要求されるが、図2から明らかなように供試切断砥石29件の殆どが、破壊回転数が構造規格の規定を満足している。

3.2 回転側圧試験 1件当たり3枚の供試砥石の回転側圧試験を行い、側面負荷（破壊に到るまでの最大の値）及び加重点の変形量を測定した。

実験結果は、3枚の供試砥石の側面負荷のうち最小値をプロットしたものを図2に示す。図2においては、横軸に側面負荷LS（N）をとり縦軸の破壊速度倍数との関係を示している。側面負荷については、直径305mmの切断砥石では、測定結果の解析ができないほど小さな値のものから215Nのものがあり、また、直径355mmの切断砥石では、57Nのものから296Nという大きな値のものまであり、非常におおきな差異が認められるが、かなりの件数のものが比較的小さな側面負荷で破壊していることが分かる。

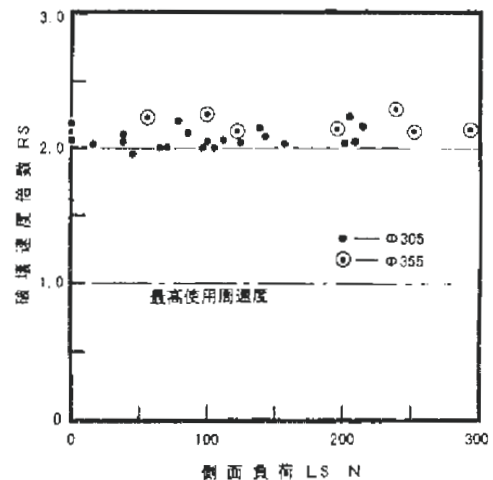


図2 破壊速度倍数と側面負荷（回転側圧試験）

4. まとめ

以上の実験結果から、切断砥石の破壊回転周速度が、研削盤等構造規格の要件を十分に満たすものでも、回転中に側面負荷を受けた場合には、僅かな側面負荷で破壊するものがあることが明らかとなった。このことから、手持ち用機械で使用する切断砥石は、切断作業の際に回転中に側面負荷を受ける可能性が高いことから、その強度評価に関しては、既往の破壊回転試験に加えて、回転側圧試験を導入することを提案したい。

今後は、加重点の位置や負荷速度など回転側圧試験方法の確立に必要な事項について研究を進める。

1. はじめに

最近、高温用機器でもdaily-start, daily-stop 等起動・停止動作が頻繁に行われるものが多く、その疲労強度評価は重要な課題である。本年度は、ステンレス鋼(SUS316)溶接部を対象に高温低サイクル及び熱疲労(in-phase)試験を行い、前年度までに行った母材の疲労強度との比較を試みた。

2. 実験方法

SUS316鋼板2枚を、鋼板と同一成分のワイヤ(JIS Y316, ϕ 1.6)を用いた自動TIG多層溶接で接合し、接合板から、標点間中央に接合界面のある溶接継手試験片、標点間がすべて溶接金属からなる溶接金属試験片を削り出した。図1に各試験片を示す。

高温低サイクル疲労試験は、温度Tが700℃(一定)、歪み範囲 $\Delta\epsilon$ が1%であり、歪みの変化速度が0.1%/sec, 0.01%/secおよび0.001%/secの両振り三角波を負荷して行った。また、熱疲労試験は温度範囲 ΔT が300~700℃、歪み速度が0.0033%/secであり、機械的歪み範囲 $\Delta\epsilon_m$ (全歪み範囲から熱膨張による歪み範囲を差し引いたもの)を1.5%, 1%および0.6%に変えて行った。高温側で引張り、低温側で圧縮状態になるように温度と歪みの同期をとった両振り三角波を加えるin-phaseの試験である。

3. 実験結果

母材が初期の段階で緩やかな硬化現象を示し、後に安定した応力-歪みサイクルを繰り返す状態を保つのにに対し、溶接継手、溶接金属では、いずれも極く初期の段階で急激な軟化が見られ、主き裂の発生位置は標点間の溶接金属部で、熱影響部等他の部分に主き裂の発生したものはなかった。

図2は高温低サイクル疲労試験において、1サイクルあたりの時間 Δt の変化が疲労寿命Nfに与える影響を示したものである。得られた結果を他機関の結果と比較すると、特に母材のNfは Δt にはあまり敏感ではない。一方、溶接材の結果は母材よりも敏感な傾向を呈し、また同一条件では母材よりも常に短寿命側にプロットされる。

図3は高温低サイクルおよび熱疲労の寿命Nfを寿命の半ば(Nf/2)の時点の負荷サイクルで得た非弾性歪み範囲 $\Delta\epsilon_{in}$ で整理したものである。高温低サイクル疲労の場合、溶接継手、溶接金属の寿命は母材と比べて若干短くなるが、その差は僅かである。一方、

熱疲労寿命についてみると、溶接継手、溶接金属の寿命と母材のそれとの差は大きく、1/2以下である。また、母材、溶接継手、溶接金属各々について、高温低サイクル寿命と熱疲労寿命を比較すると、いずれの場合も熱疲労寿命の方が短くなっているが、溶接継手、溶接金属においてその差が大きく、母材では差が小さい。溶接継手および溶接金属の熱疲労試験片では、溶接組織の影響が破面に見られ、組織の違いが、母材と溶接材の熱疲労寿命の違いの原因と考えられる。微視的な組織観察が必要と考えている。

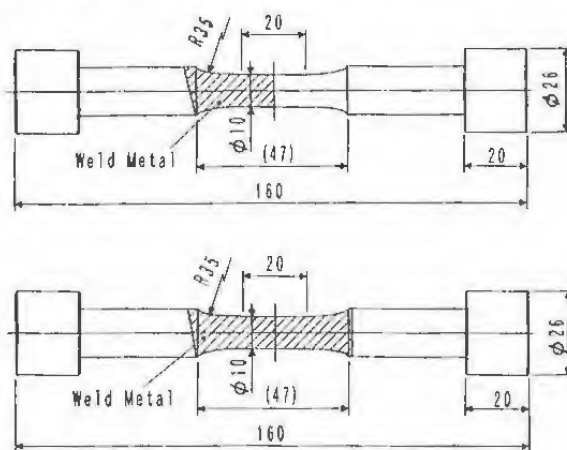


図1 溶接継手試験片(上)と溶接金属試験片(下)

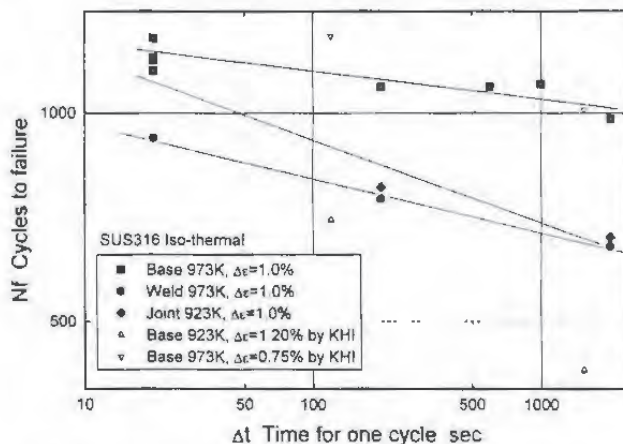


図2 Nfと Δt の関係(高温低サイクル疲労)

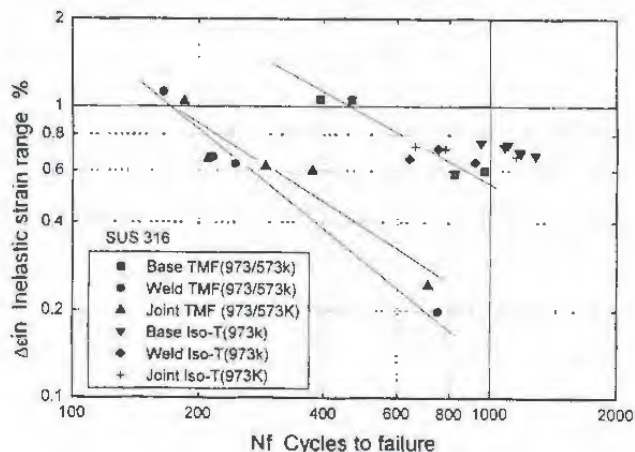


図3 $\Delta\epsilon_{in}$ とNfの関係

遺伝的アルゴリズムによる構造物の信頼性指標の評価

機械システム安全研究部 佐々木哲也

1. 緒言

機械や構造物の破壊による災害をさらに減少させ、より高い安全性を実現するためには、信頼性の事前評価を行う必要がある。しかし、破壊に関与するパラメータには多くの不確実性が含まれているから、合理的な評価のためには、確率論的手法に基づく信頼性の尺度が必要となる。このため、破壊に対する構造物の信頼性を代表する量の一つとして、信頼性指標 β が提案されているが、その評価は必ずしも容易ではない。そこで本研究では、信頼性指標 β を容易に評価可能にするために、遺伝的アルゴリズム(GA)の適用を試みた。

2. 問題の定式化

破壊に関与する確率変数 $\mathbf{X} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ に対し、 $g(\mathbf{X})$ を限界状態関数とする。 \mathbf{X} を独立標準正規確率変数 $\mathbf{U} = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ に変換し、 \mathbf{U} 空間上での限界状態関数を $h(\mathbf{U})$ としたとき、 $h(\mathbf{U}) = 0$ 上で原点までの距離が最短となるような点を設計点と呼び、信頼性指標 β は原点から設計点までの距離として定義される。従って、 β を求めることは、

$$\text{minimize } \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2} \quad (1)$$

$$\text{subject to } h(u_1, u_2, \dots, u_n) \leq 0 \quad (2)$$

なる制約条件付き非線形最適化問題に帰着される。

3. 開発したGAプログラムの概要

本研究では、制約条件を如何にして取り扱うかが問題となる。そこで、ペナルティ関数法とBacktracking法をGAに適用し、両者を比較した。ペナルティ関数法で用いたペナルティ関数 $P(x)$ は、次式で表される。

$$P(x) = \begin{cases} +\infty & (x > 0) \\ 0 & (x \leq 0) \end{cases} \quad (3)$$

実数のコード化は一般的な2進数ベクトル表示とし、GAオペレータのうち、交叉は一点交叉とし、突然変異は任意のビットを反転させる通常の方法を用いた。また、再生にはランク選択を用い、エリート保存戦略を併用した。

4. 例題によるGAプログラムの評価

図1に示す集中荷重を受ける不静定梁に対し、最大たわみ v_{\max} に関する破壊条件式

$$v_{\max} = \frac{5PL^3}{48EI} \geq \frac{L}{30} \quad (4)$$

を考える。ここで、 E はヤング率、 I は断面二次モーメントである。簡単のため、 P 、 E 、 L 、 I は互いに相

関のない正規分布に従うものとし、表1のような統計的性質を有しているものとする。

図2、図3は、ペナルティ関数法、Backtracking法によって、それぞれ500回ずつ β の評価を行い、世代の経過に伴う β の最小値、最大値、平均値、標準偏差の変化を示したものである。両者の比較から、ペナルティ関数法よりもBacktracking法の方が収束が早く、安定して β を評価可能であることが明らかになった。

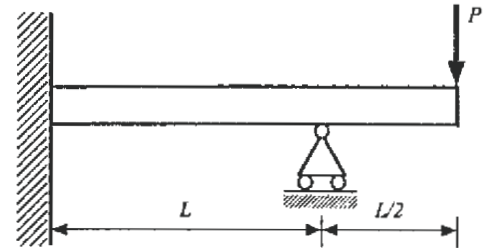


図1 集中荷重を受ける不静定梁

表1 P 、 L 、 E 、 I の統計的性質

	Mean	Standard deviation
P	4 kN	1 kN
L	5 m	0 m
E	$2 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$	$0.5 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$
I	10^{-4} m^4	$0.2 \times 10^{-4} \text{ m}^4$

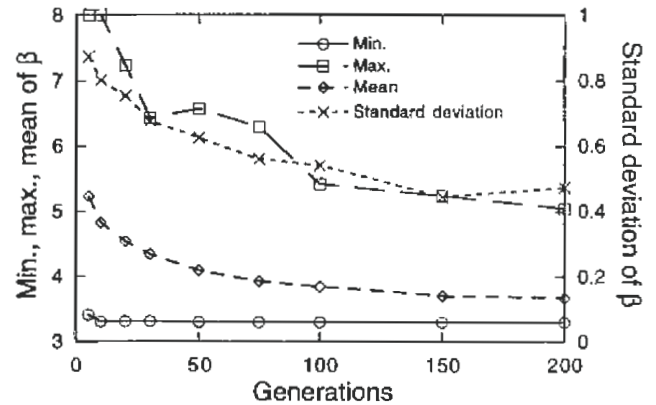


図2 ペナルティ関数法による β の評価結果

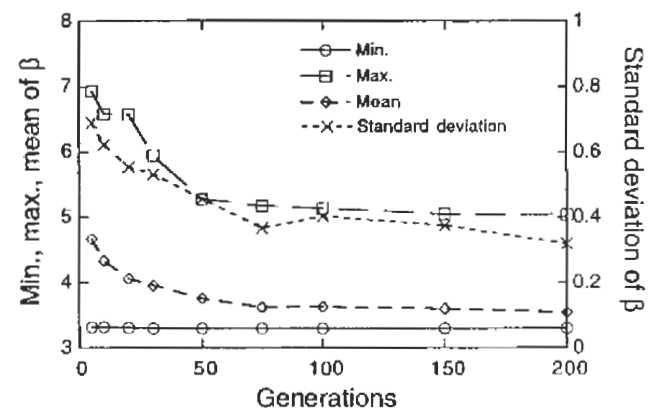


図3 Backtracking法による β の評価結果

穿孔法を用いた鋼構造物中の残留応力分布推定手法の開発

機械システム安全研究部 本田 尚

1. はじめに

残留応力測定法の一つである穿孔法は、供用中の構造物の実応力測定への適用が期待されているが、この方法は板厚方向に応力が分布する場合について十分検討されておらず、また測定の際に用いる較正係数も既知の均一応力場から実験により求めた値を使用しており、これを解析により求めた例はほとんどない。そこで有限要素法による解析結果から較正係数を求めると共に、等二軸引張りにおいて、穿孔により解放された応力が孔近傍の表面ひずみに及ぼす影響を調査した。

2. 測定原理

二軸の応力が作用している無限板に貫通孔を開けた場合、任意の位置における解放ひずみ ϵ_{rr} は以下の式で表される。

$$\epsilon_{rr} = A(\sigma_1 + \sigma_2) + B(\sigma_1 - \sigma_2)\cos 2\theta \quad (1)$$

$$A = -\frac{1+\nu}{2E} \left(\frac{r_0}{r} \right)^2$$

$$B = -\frac{1+\nu}{2E} \left\{ \left(\frac{4}{1+\nu} \right) \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 - 3 \left(\frac{r_0}{r} \right)^4 \right\}$$

ここで、 σ_1 、 σ_2 はそれぞれ最大および最小主応力、 θ は最大主応力となす角、 r_0 は孔半径、 r は孔の中心からの距離である。非貫通孔の場合、既知応力場で較正係数 A 、 B を求めておくことで、(1)式を非貫通孔に適用することができる。

3. 解析方法

穿孔に伴う表面ひずみの変化を解析するために、8接点軸対称要素を用いて、図1に示す3次元軸対称モデル（要素数475、接点数1516）により線形弾性解析を行った。穿孔前後のひずみの変化は、孔壁に荷重を負荷することで求めた。またひずみゲージによって測定されるひずみは、ひずみゲージ内のゲージ伸縮方向の垂直ひずみを平均した値とした。

4. 解析結果および考察

図2に等二軸引張りにおいて、穿孔により解放された応力によって生じる表面ひずみ ϵ_{rr} の分布を示す。

一回の穿孔深さは最終穿孔深さ H の $1/5$ とした。この図から穿孔深さが $0.4H$ 以上になると、穿孔により解放された応力は、表面ひずみにほとんど影響を与えないことが分かる。この傾向は他のひずみ成分においても同様であった。図3に穿孔に伴う較正係数 A 、 B の変化について、解析結果と過去の実験結果とを比較したものを示す。較正係数 A はどの深さにおいても実験値と解析値がよく一致したが、較正係数 B は穿孔に伴い両者の差が大きくなり、 $1.0H$ では実験値に対して解析値が約6%低い値となった。

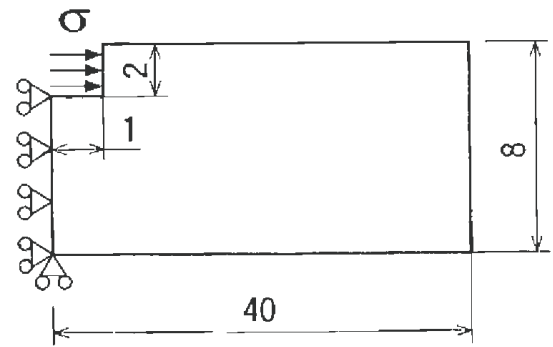


図1 穿孔法解析モデル

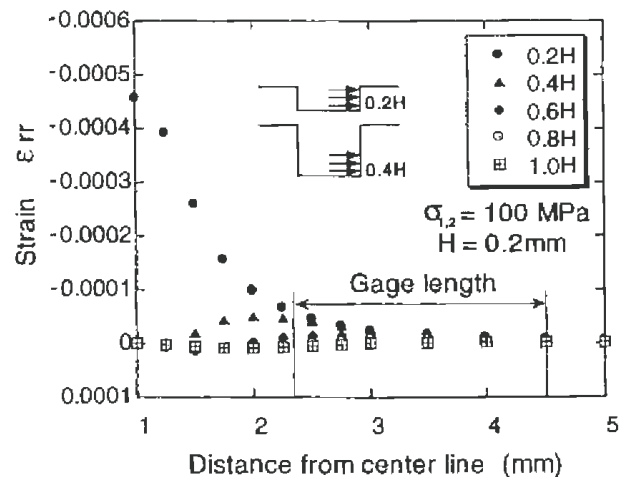


図2 穿孔により解放された応力が生じる表面ひずみ

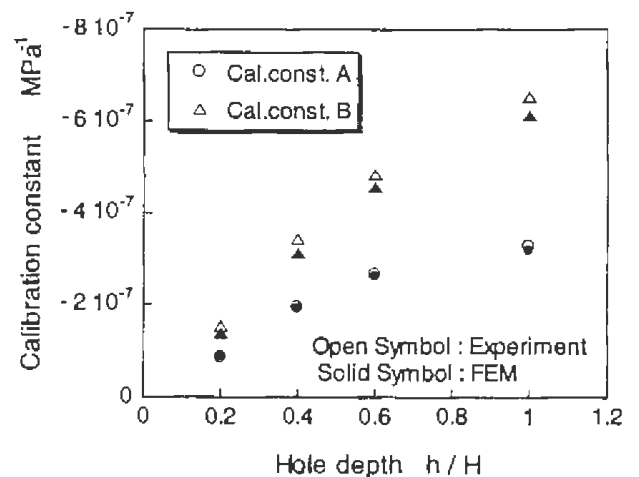


図3 較正係数 A 、 B の実験値と解析値の比較

工作機械関連作業のリスク低減のためのアセスメント手法に関する調査

機械システム安全研究部 桑川壮一, 杉本 旭

1. 研究目的

機械作業における災害防止のための技術的手法は、近年急速な国際統合化が進められつつあり、災害防止対策を実施するために最も基礎となるリスクアセスメントについては、多数の安全規格や新たな提案がなされているが、未だ技術的対策に結びつく有効な手法が確立されていない。国際的にも機械災害防止に有効なアセスメント手法の提案が強く求められている。

本調査研究では、既成の安全規格・基準等で規定されている、又は新たに提案され審議中のリスクアセスメントの基本概念と手法に関して調査すると共に、挟まれ・巻き込まれ災害などの機械の危険な可動部などに作業者が接触することによって起きる災害の防止対策を導出するためのアセスメントの基本概念とその手法について検討し、試案を作成することを目指す。

本年度は、以下に述べる関連規格案等について収集調査を行った。

2. 調査した規格等及びその主な概要

調査したリスクアセスメントに関する規格等とその主な概要は、紙面の都合で以下に表としてまとめた。

① ISO/NP 14121(EN1050:1996)

機械の安全性—リスクアセスメントの原則
(Safety of machinery - Principles for risk assessment)

- ・リスクアセスメントの考え方と手順が述べてあるがリスク見積りの詳細算定法は述べていない。
- ・機械の安全確保に適用範囲を限定しており、まず機械に付随する多くの危険源と危険事象を付属書に列挙している。
- ・リスクアセスメントは安全対策の選択手順の必須のプロセスとされており、リスクを許容レベル以下に低減することを安全対策の目標としている。

② IEC/TC 56:1994

技術システムのリスク分析—応用のための手引き
(Risk analysis of technical system - Application Guide)

- ・主としてシステムのリスク分析のプロセスと分析の方法が述べてある。

- ・健康・安全の他に社会的・経済的リスクの評価を含む。
- ・リスクアセスメントをリスクの低減/制御の人力として位置づけ、両者をリスク管理とする。

③ IEC 1508:1995

機能的安全—安全関連システム

(Functional safety - safety-related systems)

- ・危険源/リスク分析の一般的要求事項と具体的リスクアセスメントの方法が例示されている。許容可能なリスク算定法が電気/電子/プログラマブル電子システムについて述べられている。
- ・リスクの見積をして、結果として定まるリスクの大きさに対して、設備・制御システムの安全達成度(安全性確保の能力)を定める方法を示している。

④ MIL-STD-882C:1993

米国軍用規格—システム安全計画の要件

(System safety program requirement)

- ・リスクアセスメントが、安全確保のためのプラン作成及びその実施と共に、この規格の基本となっている。
- ・リスクアセスメントに関する一般的要求事項と詳細要求事項が述べられている。
- ・システムの試験/運用前の段階で想定されるリスクを包括的に評価することが目的とされる。

⑤ BS 5304:1988

英国規格—機械の安全

(Safety of machinery)

- ・リスクアセスメントの基本原則をガイドラインとして分かり易く述べている。
- ・インターロックシステムにおけるリスクアセスメントが定性的な方法として付録に例示されている。

⑥ DIN V 19250:1994

独国規格案—MSR-安全装置のための安全性

- ・測定/運転/制御(M・S・R)の設備における防護機能の安全性要求事項が規定されている。
- ・リスクパラメータの決定過程を述べている。
- ・安全装置付きM・S・R設備の据え付けに関する定性的リスク評価の方法が述べてある。
- ・安全性要求事項クラスの振り当ては、IEC1508の安全性達成レベルに相当する。

順応型アクチュエータによる高精度位置決め

機械システム安全研究部 杉本 旭

1. はじめに

ERM C (Electro-Rheological Motion Control) は、ER 流体 (Electro-Rheological Fluid) の特異な特性を利用して従来にはない高精度位置決めを行うなど、順応型アクチュエータのための新しい制御方式である。本研究では、ER 流体を特徴づける因子とERM Cの制御性能との関係を拮抗回転型アクチュエータを用いて検討している。ビンガム流動特性は、見掛けの粘度がずり速度の減少とともに無限大に向かって増大する非線形特性であり、この特性をアクチュエータの減速過程で利用することによって、サーボ剛性が無限大であるという理想的な高精度位置決めが実現できる。

本研究では、ERM Cによるアクチュエータの位置決め精度が外乱によらず、ER 流体の応答性と減速度によって定まり、これにより極めて高精度の位置決めが実現できることを実験結果とともに示す。

2. 拮抗回転型アクチュエータ

拮抗回転型アクチュエータの構成を図1に示す。モータにより正逆転方向に同速度で回転する上下2つの駆動円筒と回転自在な従動円筒とから構成されており、各円筒間に充填されたER 流体に電界を印加することで、任意の回転とトルク出力の制御が可能である。上部に設置されたポテンショメータとひずみゲージ式トルクセンサにより、回転角とトルクを検出している。

位置決め制御は、従来のサーボと異なり、駆動円筒の減速過程において、1) 偏差の正負を検出し、2) 偏差を小さくする側に操作し、3) 目標を超えると操作を切り替えるという3つの操作を繰り返す。

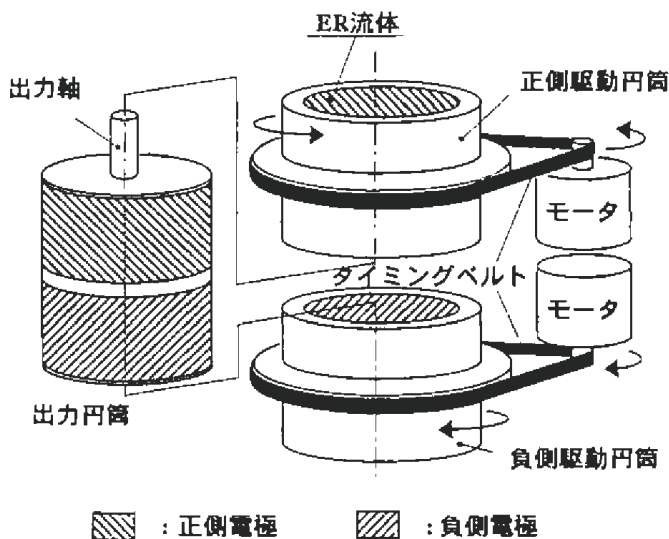


図1 拮抗式回転トルク変換装置

3. 位置決めの操作

ERM Cの実行過程を図2に示す。ここに*i*は上記サイクルの実行回数、 E_s は切り替え操作による印加電界、 $T(E_s)$ は電界 E_s 印加時の出力トルク、 ω_i は*i*サイクルに目標位置通過時の角速度、 e_i は*i*サイクル時の偏差である。ERM Cでは、サイクルを重ねる毎に偏差を小さくすることによって、目標位置に近づける。

アクチュエータのトルク出力はER 流体の降伏応力によること、及び、運動エネルギーは全て熱として消散するとすれば、偏差 e_i は式(1)で表される。

$$e_i = \frac{J\omega_i^2}{2T(E_s)} \dots (1), K_i = \frac{T(E_s)}{e_i} \dots (2)$$

ここに、 J はアクチュエータの慣性能率である。さらに、トルク $T(E_s)$ は速度に依存しないから、偏差 e_i とトルク $T(E_s)$ の比は、サーボ剛性を表すと解される。これをまとめると式(2)が得られる。

ここに、 K_i は*i*サイクルにおけるサーボ剛性である。式(1)の過程を減速過程 ($\omega_i \rightarrow 0$) で行うので、サーボ剛性 K_i は式(3)のように無限大に増大してゆく。

$$\lim_{i \rightarrow \infty} K_i = \lim_{\omega_i \rightarrow 0} \frac{2T_i E_{s_i}^3}{J\omega_i^2} = \infty \dots (3)$$

図2の実験結果は紙面の都合上示さないが、最終誤差は減速度によって大きく異なる。1秒以内に停止する場合、約 $30 \mu\text{m}$ の誤差を、また、30秒を要して緩慢な停止過程とすると、 $1 \mu\text{m}$ 以下まで誤差を小さくできた。

4. おわりに

本研究では、これまで順応型アクチュエータは安全ではあるが、制御性能が低いという欠点を解消するための新しい制御方式としてERM Cを提案している。ER 流体特有のビンガム流動特性を利用することで、精密位置決めが実現できることが示された。

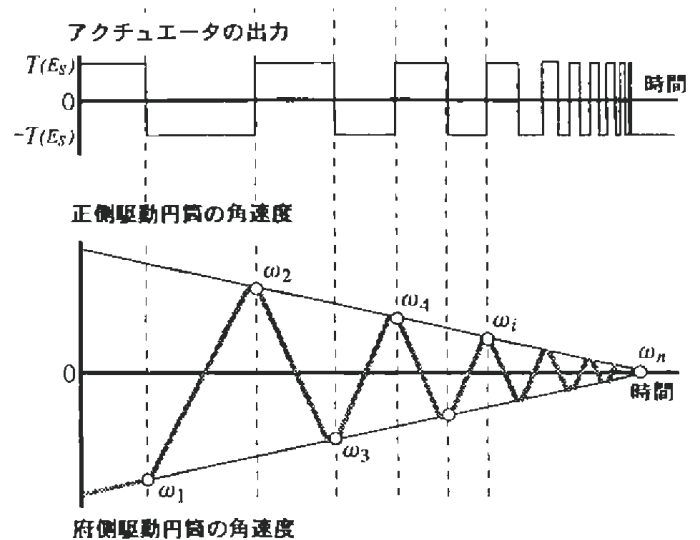


図2 ERM Cの制御過程

1. 研究目的

近年の技術革新に伴って、複雑なコンピュータ制御を伴う自動生産システムや、大型建造物等の施工システムが我が国でも広く利用されるようになってきた。

これらのシステムの安全化を図るには、システムの実態や技術仕様、システムに潜在する安全上の問題点、今後の安全研究課題等を明確にしておく必要がある。そこで、本研究では、上記の諸課題を対象に、代表的な生産・施工システムの実態調査を行い、今後の研究に資することにした。

2. 大規模生産システムの実態調査結果

大規模生産システムの代表例として、FMS（多品種少量生産向けの自動生産システム、図1参照）やCIM（コンピュータを利用した統合生産システム）を対象に実態調査を行った。

調査の結果、次のような事項について、安全研究を実施する必要性が認められた。

1) 広大領域を対象とした安全確認装置の開発

大規模生産システム内部の安全確認は、人間が目で見に行くしか方法がない。しかし、人間による確認や判断には誤りを伴う場合も多く、確実性に乏しい。そこで、人間に代わって広大領域内の安全確認を自動的に行う装置を開発する。

2) 人間と物体の識別装置の開発

大規模生産システムでは、材料や製品の移動は許されるが、人体の通過は許されない箇所が多い。そこで、人間と各種の物体を識別して、機械に運転指令を与える識別装置を開発する。

3) 生産性に配慮した安全制御システムの検討

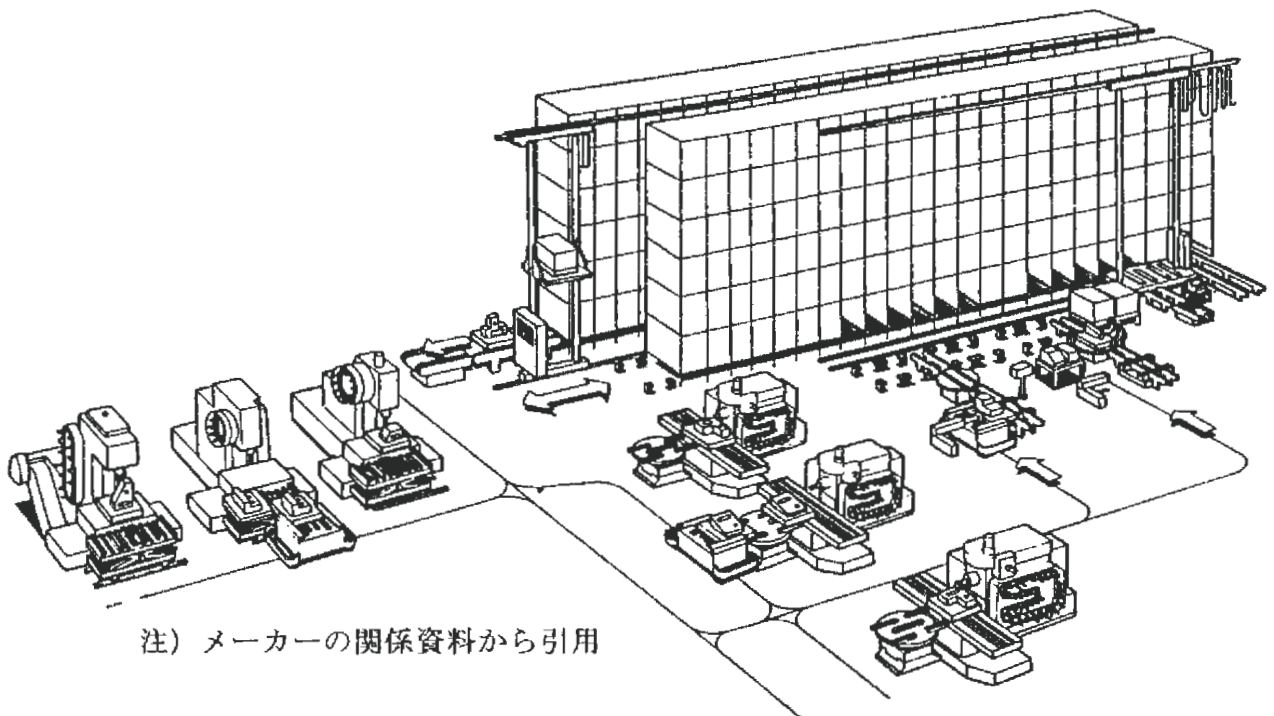
本質安全化対策では、機械の停止によって作業者の安全を確保する。しかし、前工程と後工程が密接に関連した大規模生産システムでは、一部の機械の停止でシステム全体が稼働不能となる場合も多い。

そこで、自律分散形の安全制御システムと早期異常検出システム等の階層化構成によって、安全性と生産性の両面に配慮したシステムを構築する。

3. 大規模施工システムの実態調査結果

最近の大規模施工システムの代表例として、全天候型のビル自動施工システムと土木機械の遠隔操縦システム、及びこれらのシステムで共通して使用される自律移動形の建設用ロボットを対象に実態調査を行った。

調査の結果、これらのシステムでは、作業者と建設用ロボットの接触、コントローラの故障による建設用ロボットの暴走、無線操縦方式の異常による建設用ロボットの不停止等が安全上の共通した問題となっていた。また、大出力の電波塔付近に設置されたシステムでは、クレーン等の建造物に発生する誘起電圧によって機械類が誤動作を起こすという問題点も指摘された。今後は、これらの問題を対象に研究を進めていく予定である。



注) メーカーの関係資料から引用

図1 実態調査の対象とした大規模生産システム

人間特性を考慮したロボット設計のための人体耐性値の評価

機械システム安全研究部 池田博康, 杉本 旭

1. はじめに

高齢者や障害者に対する生活支援・就労支援用に、人間と同じ環境に共存できるロボットの実現が期待されている。しかし、現実の人間とロボットの共存状態には、頻繁な人間とロボットとの干渉を考慮する必要があるため、共存時の安全確保が重要な課題となることが指摘されている。このような共存状態において、人間が不安とはならず、かつ、最悪でも傷害とならないレベルの耐性値を人間側から求めることを目的とし、人間の痛覚耐性値とその記述方法を検討した。

2. 許容衝撃力の測定

人間がロボットから機械的刺激を直接受ける際、圧覚を通り越して痛みが感じられるまでの範囲を人間とロボット間の干渉をチェックする動的なバリアとして機能させることで、このバリアが共存ロボットの安全設計基準となると考えられる。

そこで、被験者の代表的な部位に機械的刺激量を徐々に増加させ、被験者が痛みの主観的限界を感じた場合の機械的刺激量を痛覚耐性値とする方法を採用した。また、被験者へ動的な衝撃力を機械的刺激量として与え、静的機械的刺激（挾圧力）を含めて統一的に表現することを試みた。

衝撃力に対する耐性値の測定は、直径10mmの金属円盤プローブを持つインパクトハンマーを振り子落下運動させて短時間の衝撃力を被験者へ与えることにし、衝撃持続時間 Δt と衝撃力の時間平均 F_{ave} で耐性値を整理することにした。

10～50代の男性被験者13名に対して、許容衝撃力を測定した結果を図1に示す。測定部位は、c（右上腕内側の中央）、e（右臍中央）、g（右大腿部正面中央）の3カ所である。また、これらの測定部位に静的挾圧力を与えた場合の耐性値は、衝撃持続時間 Δt が無限大になった場合と解釈して同図に合わせて整理した。図中の曲線は静的、動的各々の耐性値の下限を外挿したものであり、これを痛覚耐性値曲線と見なすことができる。

なお、図中の F_c は、 Δt に依存せずに満足するための痛覚耐性値として利用することができる。

3. 痛覚耐性値の統一的記述方法

衝撃時間と衝撃力に基づいて痛覚耐性値が記述できる一方、位置・速度の次元でも痛覚耐性値を統一的に記述できる。そこで、力の次元による記述の表裏の関係として、変形速度と変形量に基づく記述方法を検討した。この記述方法は、痛覚の支配的な刺激量が変形量と変形速度で表現できることから、痛覚耐性値を皮膚の変形量 $\delta(t)$ と変形速度 $V(t)$ の2つの物理パラメータで示すものである。

動的な痛覚耐性値と変形量のデータをもとに、測定部位c、e、gについて最大変形量 δ_{max} と最大変形速度 V_{max} で整理した結果を図2に示す。これは、各測定部位のデータを生体の感覚が刺激（物理量）のべき乗に比例するという人間工学の法則に基づいて同定したものである。図中の同定曲線は、被験者の感覚強度が皮膚の最大変形量と変形速度の約1.5乗に比例することを示しており、このような記述方法は人間工学上からも妥当であることが確認された。

以上のような2つの記述方法で表された痛覚耐性値を、共存型ロボットの適用に合わせた設計指標として利用できる。

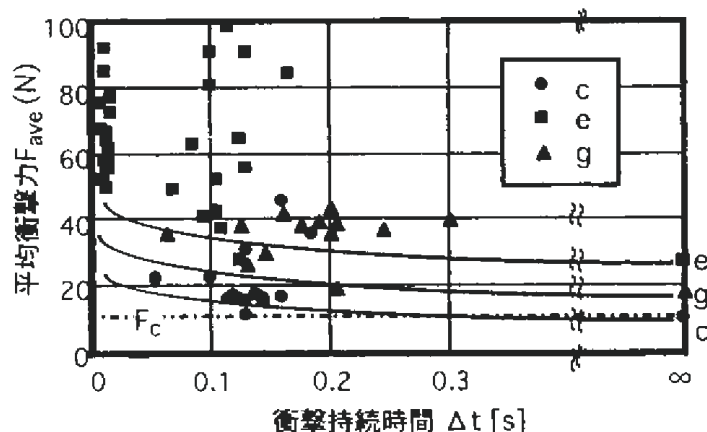


図1 衝撃時間と衝撃力に基づく痛覚耐性曲線

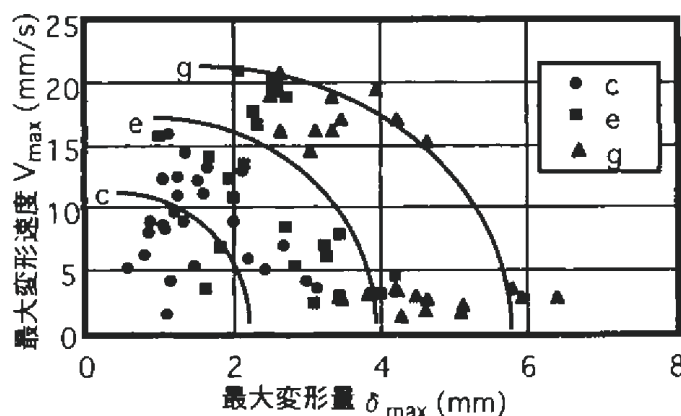


図2 人体の変形量と変形速度との関係

建設用タワークレーンの振動性状に関する研究

建設安全研究部 高梨成次, 河尻義正, 大幡勝利

1. はじめに

阪神・淡路大震災における被害を教訓に, 建設用タワークレーンの耐震設計法は, それまでの震度法から地震による動的応答を考慮した設計法への見直しが求められている。しかし, 建設用タワークレーン各部の構造条件やマスト支持材の特性による応答性状への影響は, 不明な点が多い。本研究では, 高層化した建設用タワークレーンに必要不可欠なマスト支持材の特性に着目して, その特性を明らかにすることを目的とした。

2. 建設用タワークレーンの自由振動実験概要

図1に実験に用いたJCC-200型クライミングクレーンの概念図を示す。自由振動実験における加振は, 吊り荷を吊り上げた後, 切り離すことによって行った。また本実験での変動因子は, マスト支持材の結合方法とした。通常, マスト支持材の端部はピン結合とされているが, ピンの部分には1cm程度の遊びが存在することが多い。今回の実験では, ピンの部分に遊びがある場合と無い場合で, 応答性状に与える影響の差異を調べることを目的とした。

3. 実験結果及び考察

図2に自由振動実験における旋回体部分の応答加速度の時刻歴波形を示す。図2-(a), (b)を比較すると, (a)は(b)に比べ減衰が著しく大きく, 振動が早期に収束していることが分かる。これは(a)の場合にはマスト支持材が非線形な挙動を示し, その部分で振動のエネルギーを吸収したことによる結果であると考えられる。

図3に旋回体部分の応答加速度のフーリエ・スペクトルを示す。図3-(a), (b)より, (a)では(b)に比べ, 一次および二次モードの応答が抑制されていることが分かる。一般に, 構造物は低次のモードほど地震の影響を受けやすいことを考えると, (a)の方が(b)よりも耐震的には有利であろうことが推測される。また, 4.5Hz近傍において(a)では, (b)には見られない特性を示している。これは, マスト支持材の非線形な挙動の影響によるものと考えられる。その結果, 図2において, 自由振動の初期に, (a)は(b)に比べ大きな加速度が発生している。

以上より, マスト支持材の設置状況によって, 建設用タワークレーンの応答性状は大きく異なり, マスト支持材の端部の遊びが耐震的に有利に働く可能性があることが分かった。この結果を基に, マスト支持材の影響を定量的に評価することが必要である。

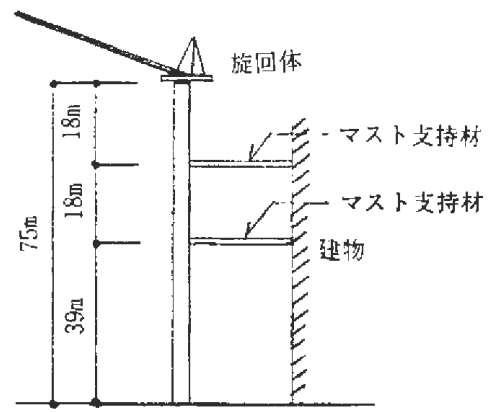


図1 実験に用いた建設用タワークレーン概念図

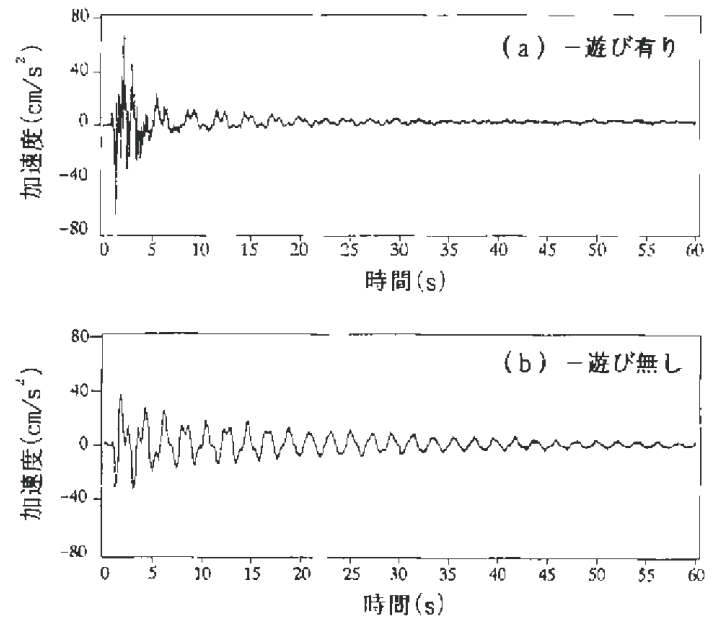


図2 旋回体部分の応答加速度 (時刻歴)

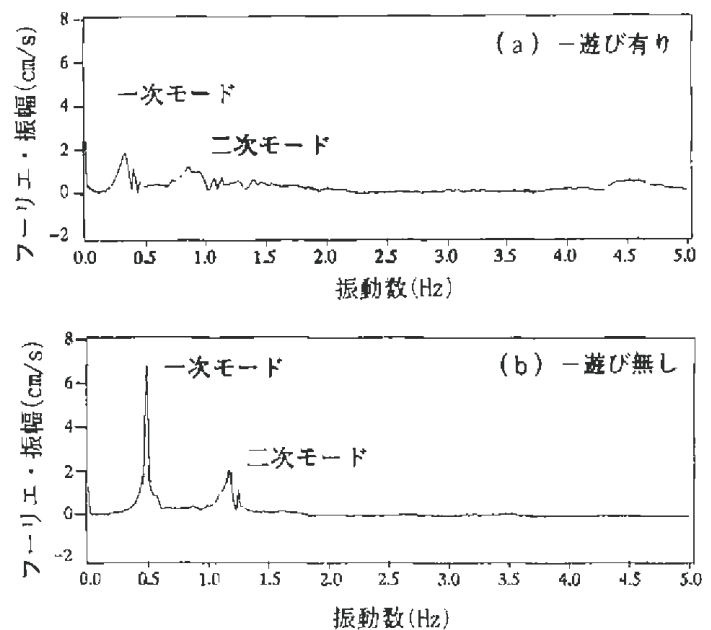


図3 旋回体部分の応答加速度 (フーリエ・スペクトル)

新方式の仮設機材の性能評価方法に関する研究

建設安全研究部 河尻義正, 大幡勝利, 高梨成次

1. はじめに

仮設構造物においては、近年、構造規格に適合しない新しい構造・材料のものが数多く開発されており、規格の見直しが求められる一方で、規制緩和の一環として、構造規制から性能規制への転換が叫ばれている。本研究は、これらに資するために仮設工業会との共同研究として行っているもので、新しい機材で安全上特に重要な機材を対象に、使用実態を調査して具備すべき性能を明らかにするとともに、試行的に実験を行って、性能評価（試験）方法を確立することを目的にしている。

2. 実験方法

倒壊防止上重要なもので使用実態から性能評価方法を早急に検討すべきものとして、①大荷重用パイプサポート、②壁つなぎ用金具、③建枠、④ロングジャッキ、⑤つり足場用つりチェーン及び⑥緊結金具の6種類を選び、今年度は①、②、③について研究を実施した。

①の大荷重用パイプサポートについては、長さの異なる5種類の市販の供試体に対し、材端条件を4種類（両端平押し、両端ナイフエッジ、上端角パイプ下端平押し、上端ナイフエッジ下端平押し）に変えて圧縮実験を行い、座屈荷重、破壊状況を調べた。

②の壁つなぎ用金具については、4種類の市販の供試体に対し、使用実態を考慮して新たに提案した評価（試験）方法と現行の試験方法により引張実験を行って最大荷重を求めた。

③の建枠については、8種類の試作供試体（枠の幅及び補剛材の寸法を変えたもの）に対し、枠の対角方向に引張荷重を与える方法により剪断実験を行って、剪断剛性を求めるとともに、同建枠を5層1スパンに組み立てて圧縮実験を行い、座屈荷重、座屈形を調べた。

3. 実験結果と考察

(1) 大荷重用パイプサポートの圧縮実験の結果、最大荷重は、パイプサポートの長さが長くなるほど小さい。また、長さが短い場合はねじ部の圧壊で、長い場合は座屈で決まることがわかった。図1は、結果の一例でパイプサポートの長さとの座屈荷重の関係を示す。

(2) 壁つなぎ用金具に対する2つの性能試験方法による引張試験の結果、最大荷重は、供試体の種類により多少の相違は見られたが、試験方法による有意な差

は認められなかった。

(3) 建枠の剪断実験及び圧縮実験の結果、剪断剛性は、7.4~8.3 tonf/cm 程度であること、5層1スパンの座屈荷重は17~22 tonf 程度であることがわかった。また、図2に示すように剪断剛性の高いものほど5層1スパンの座屈荷重も高いことがわかった。

現在、それぞれの実験結果をもとに性能評価方法について検討中である。

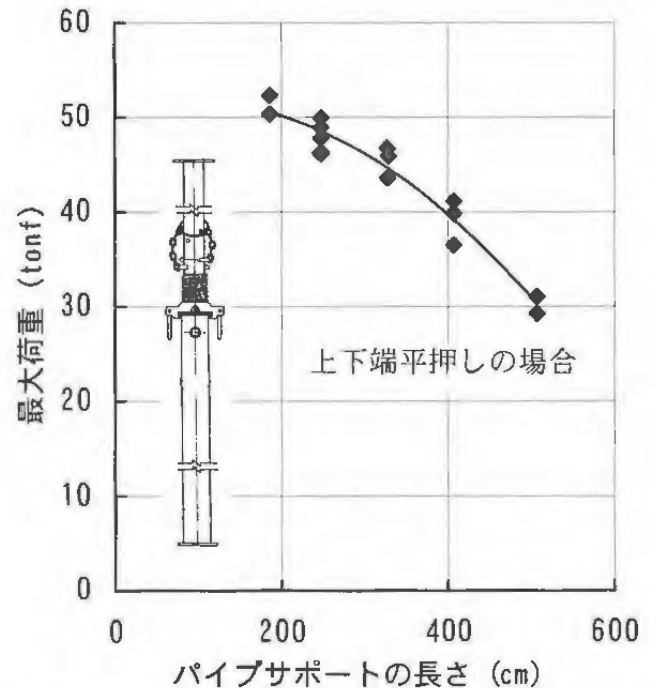


図1 大荷重用パイプサポートの圧縮実験結果

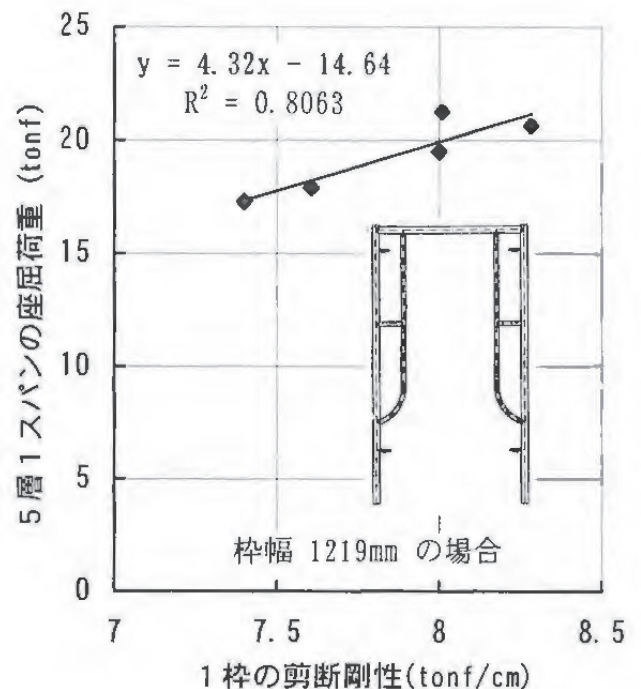


図2 建枠の剪断剛性と座屈強度の関係

深層混合処理工法により改良された傾斜複合地盤の水平荷重に対する安定性

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡

1. はじめに

軟弱地盤上に盛土を築造すると、盛土荷重によってすべりや大変形が生じることがある。これを防止する方法の一つの深層混合処理工法がある。混合処理の効果を調べるため、遠心場で圧密（自重圧密）した粘土地盤上に、重力場で盛土を作成した後、再度遠心載荷する実験（case 1）を行ってきた。今回、遠心場で盛土を築造できる砂降らし装置を開発し、case 1と同様の無改良地盤に対して実験（case 2）を行なった。

これら2種類の方法による遠心模型実験から得られた模型地盤の変形挙動の比較を行なった。本研究は東急建設技術研究所との共同研究である。

2. 実験概要

模型地盤に用いた試料は、支持層、表層、盛土として豊浦標準砂、軟弱粘土地盤としてNSFカオリン（ $\phi = 30^\circ$, $w_1 = 66.8\%$, $w_p = 26.4\%$, $I_p = 40.3$ ）である。空中落下法によって豊浦標準砂で作製した支持層の上に、スラリー状のカオリン（ $w = 120\%$ ）を投入し、遠心場で表層が粘土地盤に与える圧密応力に相当する荷重を1G場で載荷し予備圧密を行った。その後、表層として飽和砂地盤を支持層と同様の方法で作製し、加速度約56Gの遠心場で自重圧密させ正規圧密地盤を作成した。case 1, 2では盛土重量が異なるが、のり肩から天端に向かう4cmの範囲での遠心場56Gにおける盛土の鉛直応力は、case 1ではフーチングの自重を含めて $90.8 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ 、case 2では $85.9 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ となっており、ほぼ同じ条件である。

case 1では、豊浦標準砂を用いて盛土を作製し、盛土上に 0.4 kN/m^2 のフーチングを載せた。遠心載荷装置に搭載後、10Gで約10分載荷したのち56Gまで急速載荷を行った。case 2では、砂降らし装置を土槽上面に載せ、自重圧密と同じ56Gのもとで再載荷を行った。再載荷によって粘土地盤内に発生した間隙水圧が定常状態となるのを確認した後、砂降らし装置により急速に盛土を築造した。

3. 実験結果

図1, 2に56Gにおけるcase 1, case 2の変位ベクトルを示した。各点の間隔は2cmである。粘土地盤はcase 1, 2ともに弧を描くような挙動を示したが、その大きさはcase 2に比べてcase 1の方が大きくなっていることが観察された。10mm程度の変位が生じている

深さを見るとcase 1ではG.L-8cmに対し、case 2ではG.L-6cmとなっていた。また、case 1の変位成分はcase 2に比べて鉛直成分よりも水平方向が卓越していることが確認された。

図3にcase 1, 2におけるのり肩、およびのり肩から2cm後方の天端位置における鉛直変位を示した。負の符号は沈下を示している。観察された鉛直変位は、のり肩、天端ともに浅い部分で最大となり、深さ方向に減少していく類似した傾向を示していた。

ある深さにおける変位量は、case 2に比べてcase 1の方が大きくなった。深さ方向の分布を見ると、case 2ではG.L-6cmでは2mm程度の変位が生じてたのに対し、case 1ではG.L-10cmまで4mm程度の変位が生じていた。

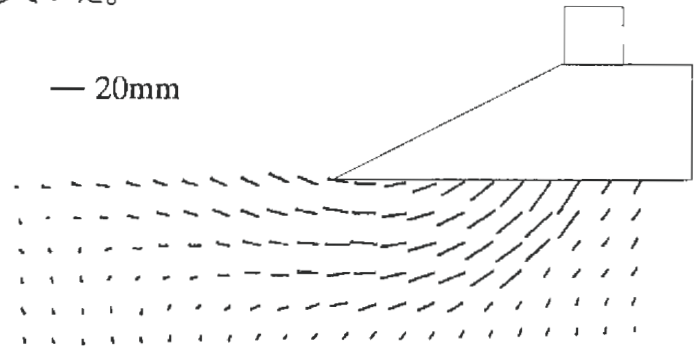


図1 変位ベクトル (case 1)

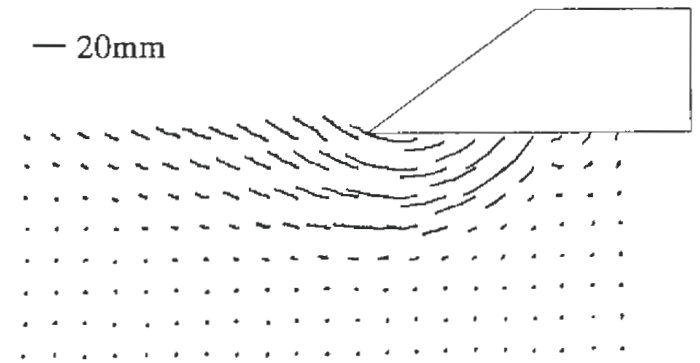


図2 変位ベクトル (case 2)

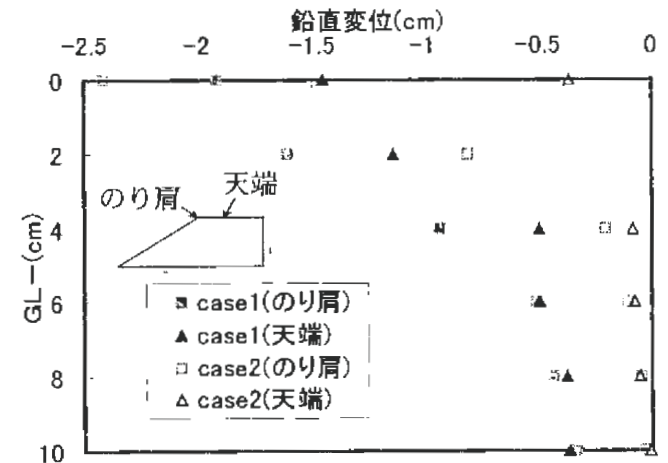


図3 のり肩と天端の鉛直変位の比較

動的載荷による地盤—仮設構造物系の崩壊挙動の解明

建設安全研究部 堀井宣幸, 豊澤康男, 玉手 聡

1. はじめに

掘削工事等で使用される土止め支保工等の仮設構造物は、建設機械等の作業振動や仮設期間が長期の場合には地震による動的荷重を受けると考えられる。

動的載荷を受ける土止め建造物の設計要件を明らかにするため、地盤と仮設構造物から構成される複合地盤の動的載荷時の応答挙動に関する遠心模型実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

地盤材料として使用したのは、気乾状態の豊浦砂(粒子比重 $G_s=2.64$, $e_{max}=0.977$, $e_{min}=0.605$)である。空中落下法により、地表より10cmの深さまでは相対密度 $Dr=35\%$ のゆるい地盤、深さ10cmから23.5cmまでは $Dr=85\%$ の密な地盤からなる2層系の模型地盤をせん断土槽内に作製した。地盤内に土止め構造物がある場合とない場合の2種類のケースについて実験を実施した。図1に模型土槽、土止め構造物、作製した模型地盤および計測センサーの位置を示した。動的載荷実験で採用した加振周波数は100Hz, 最大加速度は10Gであり、プロトタイプ(実規模)では周波数2Hz, 最大加速度0.2Gに相当する。実験はすべて50Gの遠心場で実施した。

3. 実験結果

図2に土止め支保工がない場合の地盤内の応答加速度を示した。図中の数値は地表面からの深さを示している。同図から、地表下10cmより下部にある密な地盤では、ベース加速度(入力加速度)より応答加速度が小さくなっており、振動が減衰して伝達していた。し

かし、地表面から10cmの範囲にあるゆるい地盤では、ベース加速度より大きな応答加速度が現れており、地表面に近いほど振動が増幅されていることがわかった。今回の動的載荷の入力加速度は10G(実規模では0.2G)と比較的小さく、地盤が液状化するほどの動的載荷ではないが、ゆるい地盤では振動が増幅されていることが観測された。

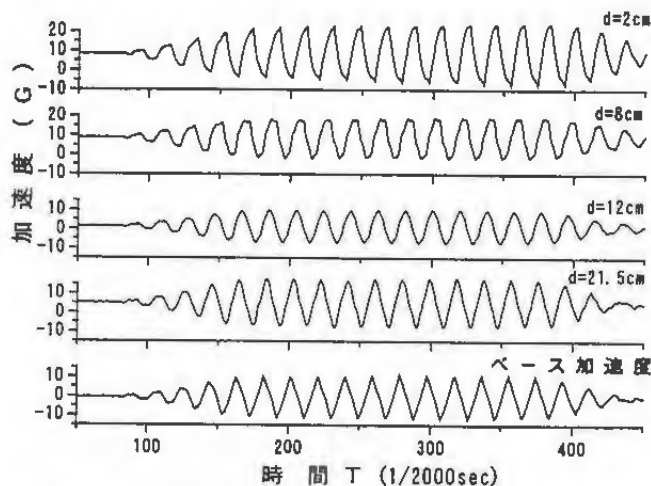


図2 地盤内の応答加速度(土止め構造物なし)

図3は、土止め構造物を設置した場合の実験結果であり、動的載荷時に土止め壁に作用する土圧の変化を示したものである。図中のL, Rは土止め構造物の左側, 右側を、数値は地表からの深さを表している。この図から、土止め壁には位相が半周期ずれた土圧が左右から交互に作用している。また、深さ8cmの位置では最大で約0.3kgf/cm²の土圧が土止め壁に作用しており、この土圧は静止時の鉛直土圧の約50%に近い値であった。土圧については今後さらに追加実験を行い、詳細に検討する必要があると考えている。

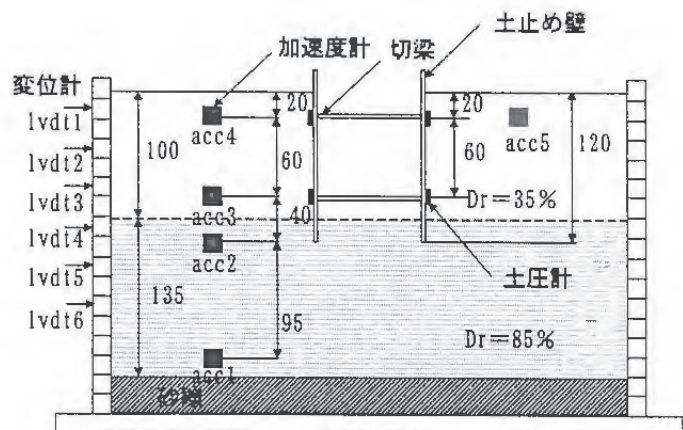


図1 模型地盤の概要

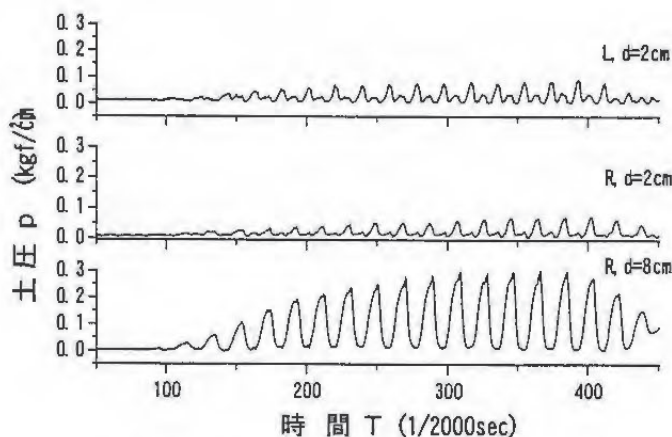


図3 土止め壁に作用する土圧

アンカーによる土止めの掘削に伴う変形・崩壊挙動

建設安全研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡

1. 研究目的

掘削工事の土止め形式の一つにグラウンドアンカー（以下、「アンカー」という。）による土止めがある。アンカーが土止めに広く利用され始めてから30年以上が経過し技術・工法の蓄積が進んでいるが、近年においても事故が発生した例もあるなど、変形から崩壊までに至る経緯については必ずしも十分な検討がされているとは言いがたい。本研究では、一段式のアンカーを対象として掘削の進行に伴う変形・崩壊のメカニズムに関する知見を得ることを目的に遠心模型実験を行った。

2. 実験概要

図1に模型地盤概要図を示す。試料容器の内寸は幅450mm、高さ272mm、奥行き100mmである。矢板模型はアルミ製で、幅99mm、高さ200mm、厚さ2mmであり土圧計を主働側に6個、受働側に3個装着している。関東ローム地盤（Case 1）は、含水比を調整した関東ロームを0.7kgf/cm²の圧力で4層に分けて圧縮することにより作製した。砂層地盤（Case 2）は、密な砂層を空中落下法により作製した。互層地盤（Case 3）は、下層は密な砂層、その上層は関東ローム層の互層地盤である。45度の角度でアンカーを設置し、アンカーヘッド及び末端にはロードセルを取付けた。各アンカーに1kgf（9.8N）の緊張力をかけた後、遠心加速度50Gを一定に保った状態で掘削装置を用いて受働側を掘削し、掘削過程における矢板の土圧・ひずみ、アンカーにかかる張力等を測定した。

3. 実験結果及び考察

図2及び図3にCase 2及びCase 3の地盤の変位状況を示す。Case 2は、矢板が傾くとともに地盤がくさび型状に掘削側に大きく変位した。Case 3は、アンカー頭部を中心として矢板が傾くと同時に砂層が変位し、その上部の関東ローム層が滑落した。崩壊後の矢板はCase 2では上部が先行して倒れるように傾いたのに対して、Case 3では下部が押し出され足払いを受けたように傾いた。両ケースともに明確なすべり線と、矢板の沈下が見られた。掘削時に矢板にかかる土圧はいずれの実験においても大きな変化はなかったが、崩壊直前に矢板下部の土圧が約1.5倍程度に上昇した。

アンカーにかかる張力は掘削過程では掘削深さが増しているにも拘わらずほとんど変化が見られなかった。矢板上部が大きく前方へ変位したCase 2では増

加し、矢板の下部が前方へ変位したCase 3では減少している。つまり、崩壊後のアンカーにかかる張力は、矢板にかかる土圧の変化と同様に矢板の変位の仕方に影響されると考えられる。

4. まとめ

- (1)崩壊直前には矢板下部の主働側の土圧が増加した。掘削に伴う矢板の変位及び矢板に生じる歪及び矢板にかかる土圧は主働側の地盤が主働化する時の応力一歪関係の影響を大きく受けると考えられる。
- (2)今回の実験のようにアンカーの設置角度が鉛直に近い場合は、矢板が下方方向に変位するとアンカーの張力による拘束効果が減少し、矢板及び背面の地盤が掘削側に変位し、結果として土圧及びアンカー張力の上昇を招く恐れがある。
- (3)地盤変形後に矢板が倒れるように傾く場合は、さらに矢板の土圧及びアンカー張力が増大することにより崩壊の危険性が大きくなると推測される。

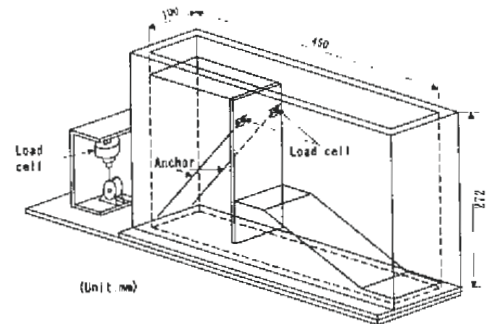


図1 模型地盤概要

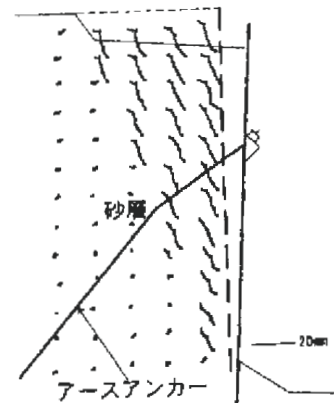


図2 地盤変位図（砂層：Case 2）

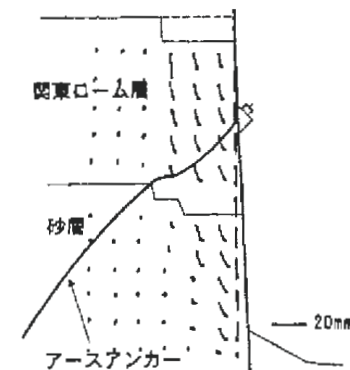


図3 地盤変位図（互層：Case 3）

大径補強体を用いた新しい仮土止め工の矢板と補強体の挙動について

建設安全研究部 豊澤康男, 堀井宣幸, 玉手 聡

1. 研究目的

掘削工事に伴う土止め工として、切梁工法やグラウンドアンカー工法が用いられることが多いが、切梁工法では掘削時の障害物となりやすく、アンカー工法では支持層が深い場合アンカー長が長くなること等の問題がある。これらに対処出来る工法として、近年、地山補強の原理を応用して地盤との摩擦を大きくとれる大径補強体を用いた新しい仮土止め工が開発され実用化され始めている。しかしながら、その補強効果や変形挙動、さらには施工時の崩壊事故の可能性については十分には解明されていない。そこで遠心力模型実験により大径補強体の土止め工の補強効果、変形挙動について検討した。

2. 実験概要

遠心力載荷試験装置を用いて50Gの遠心場で、矢板のみを設置した場合 (CASE1) と、矢板と補強体を併用した場合 (CASE2~4) の合計4ケースについて掘削を模擬した液抜き実験を行った。実験ケースを図1に示す。矢板の模型 (240×198mm) の材質はアルミであり、厚さは2mmである。矢板には深度方向に土圧計を6個設置し、これにより矢板背面地盤の土圧を測定した。矢板の最終根入れ長は5cmとした。補強体はリン青銅の板を心材としたモルタルからできており、その直径は8mmである。

3. 実験結果及び考察

図2にCASE3の矢板背面の土圧分布を示す。凡例は掘削深さ (液を抜いた深さ) を示しており、凡例中の掘削前は液抜き直前の土圧を示している。

矢板のみのCASE1では、矢板の下方が押され、矢板の上部が背面地盤から離れ始める挙動を示している。これに対して、補強体を3段5列に配置したCASE3では、掘削深さ4cm (実換算2m) で土圧が急激に減少し主働化するが、矢板天端付近と根入れ部分の土圧はほとんど変化せず、補強体による土の拘束効果が顕著に表れており、補強体と矢板と矢板背面地盤は一体化していると考えられた。

補強体の補強効果を確認するために、補強体を設置したCASE2~CASE4の1段目の補強体の引張力の増分と掘削深さとの関係を示したのが図3である。補強体の設置本数が比較的多いCASE3,4では補強体の接合部、中央部での引張力の変化が同様な傾向を示して

おり、補強体全体で均等に荷重を受け、地盤を補強しているのがわかる。また、設置本数が異なるにもかかわらず、補強体の引張力が同様な傾向を示していることから、補強体の設置本数には最適値があると考えられる。

4. まとめ

大径補強体を用いた仮土止めの補強効果、変形挙動等について以下のことがわかった。

- (1)大径補強体を設置することで背面地盤の拘束効果が増大する。
- (2)補強体の設置本数が多くなると、補強体全体に均等な引張力が発生し、補強領域の一体化が図られるが、設置本数が少ないと補強領域内にすべりが発生し、補強体の中央部で大きな引張力が生じる。
- (3)補強体の設置本数が増加すると一義的に補強効果が増大するわけではなく、補強領域の一体化が図られる最適配置があると考えられる。

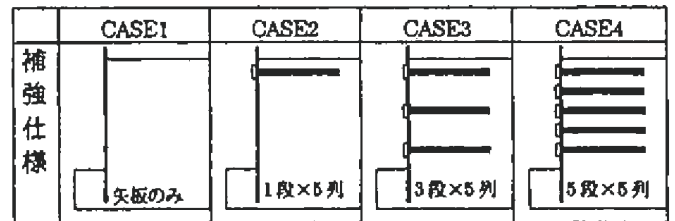


図1 実験ケース

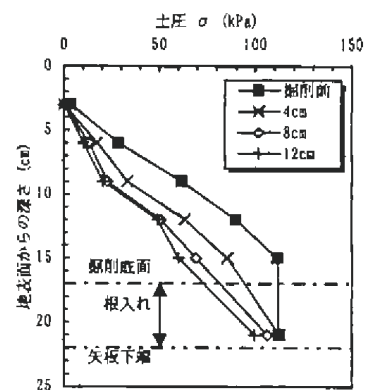


図2 矢板背面にかかる土圧分布 (CASE 3)

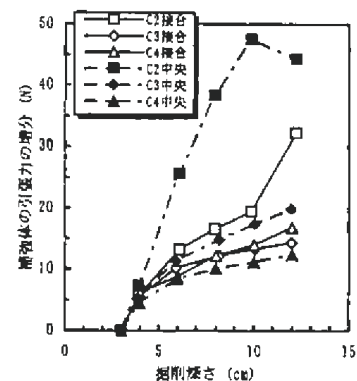


図3 補強体引張力と掘削深さの関係

表層が固結した関東ローム地盤の荷重一沈下特性

建設安全研究部 玉手 聡, 堀井宣幸, 豊澤康男

1. はじめに

移動式クレーンのアウトリガーが地盤にめり込むことによって発生する転倒災害を防止することを目的として、地盤の支持力特性に関する研究を行っている。原位置の地盤では表層付近が固結乾燥するために下層に比べて強度が高い場合がある(以下、表層固結地盤という)。本報告ではこの様な2層構造を有する支持地盤の荷重一沈下特性を実験的に調べた結果を述べる。

2. 実験方法と実験条件

実験には2mmのふるいを通した関東ロームを最適含水比(85%)に調整して使用した。地盤の作製方法は、関東ロームを層厚約5cm毎に1.5kgf/cm²(145kPa)の圧縮圧力で予備圧縮し、全層厚が約25cmの一樣強度を有する地盤を作製する(以下、一樣地盤)。次に乾燥固結した表層はセメントとロームを混合した試料によって再現した。セメント混合土はロームとセメントを乾燥重量比8:2で混合したものをを用いている。混合時のロームの含水比は最適含水比である。セメント混合土はローム地盤の上部に投入して、下部のローム層と同じ圧力で7日間圧縮して養生して表層固結地盤を作製する。圧縮終了後の表層固結部分の厚さは約2cmである。支持力実験では、直径5cmの円形フーチングを使用して荷重を載荷した。荷重はペロフラムシリンダーを用いてフーチング載荷面における応力を一定速度で増加(応力制御試験)させて、移動式クレーンのアウトリガーにおける荷重の載荷状態を再現した。

3. 地盤の荷重一沈下特性

一樣地盤と表層固結地盤におけるフーチングの荷重一沈下特性を図1に示す。図の縦軸に示す応力は載荷実験から得られる荷重をフーチングの底面積で除した値である。横軸は貫入深さSをフーチング径Dで除した値である。FT-1は一樣地盤における応力沈下関係を示し、FT-2は表層固結地盤における結果を示す。FT-1は載荷圧力が締め固め圧力以下であれば沈下量は小さく、S/Dが0から0.03程度の間における応力沈下関係はほぼ線形関係を示す。しかしながら、載荷圧力が締め固め圧力以上になると、フーチング直下の地盤の圧縮沈下とせん断変形による沈下とが生じ、応力増分に対する沈下量は明確なピークを表さずに増大する傾向となる。一方、FT-2は初期の剛性が一樣地盤のそれに比べて高く、同一沈下量における

載荷応力も高くなっており、表層を固結させた影響が現れている。しかし、固結した表層部が破壊してフーチングが突き抜けた時に変位が急速に増加する挙動を示しており、応力沈下関係には屈曲点が見られる。S/Dが0.5以上では、一樣地盤の応力沈下曲線に漸近しており、載荷応力は固結地盤と一樣地盤で一致している。

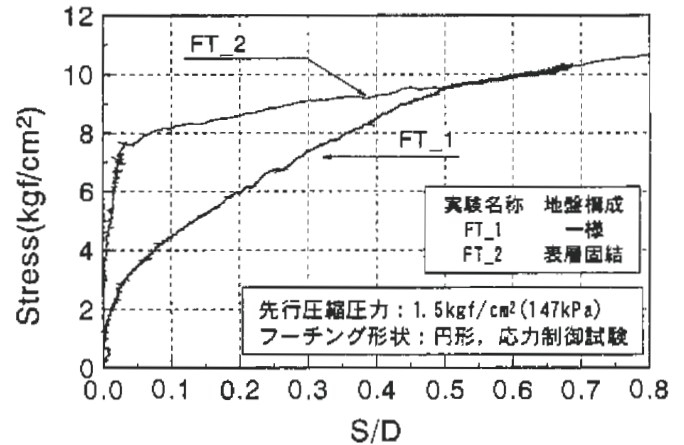


図1 一樣地盤と固結地盤における応力一沈下関係

図2はフーチングの沈下一時間関係を示す。一樣地盤における沈下挙動を示すFT-1は載荷と同時に沈下量が増大しており、沈下が緩やかに生じていることがわかる。一方、固結地盤であるFT-2では、沈下は約100秒までほとんど発生せず、その後急激に増大している。この約100秒の地点が図1における屈曲点に対応する。このことから、固結した表層部が破壊しない応力の範囲では沈下は非常に小さいが、その破壊後はフーチングが表層を突き抜け急激に沈下が生じることがわかった。アウトリガーが地盤に急激にめり込むと、クレーンの機体が傾斜するのみでなく、この運動に伴う慣性モーメントが発生する場合がある。そのため急激な沈下が発生する支持力特性の地盤では、移動式クレーンはわずかな沈下量でも転倒する可能性があると思われる。

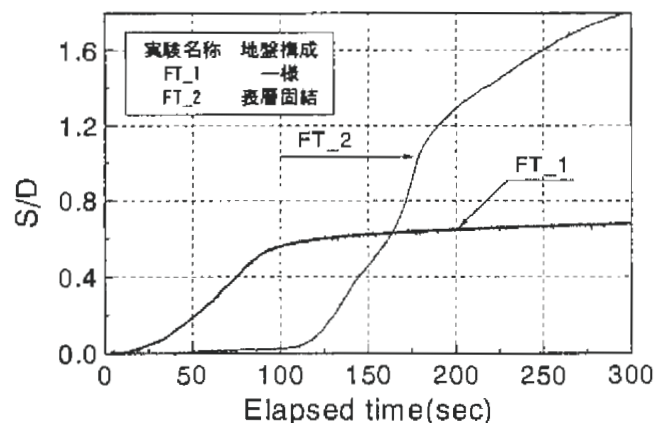


図2 沈下量と経過時間の関係

高所作業における長周期大振幅の揺れと作業性に関する研究

建設安全研究部 大嶋勝利, 永田久雄, 河尻義正

1. はじめに

橋梁主塔の架設工事などでは、風による作業床の揺れが作業性に大きな影響を及ぼしている。そこで、これまでに、揺れと作業性に関する基本的な特性を解明するために、被験者に一方向単発の正弦波加速刺激下での直線描き作業が不可能となる限界の揺れ加速度（限界加速度）を求めた。本研究では、高所作業に実際に従事している建設作業員を対象として、アンケート調査を行うとともに、溶接工を含めた被験者20名に連続波を与える実験を行い、直線描き作業と溶接作業の限界加速度を求めた。

2. 揺れと作業性に関するアンケート調査

橋梁主塔と超高層ビルの5現場で働く作業員約200名を対象に、揺れと作業性に関するアンケート調査を行った。図1にその結果を示すが、約40%もの作業員が構造物の揺れによって、作業になんらかの影響が出たことがあると答えている。風により建設中の構造物に揺れが発生すると予想される場合は制振装置を用いるが、この40%という数字が示すように揺れと作業性に関し適正な制震値で運用されていないが現状である。

3. 実験方法

男子15名の被験者と鉄骨溶接を専門とする溶接工5名を対象に、リニア・アクセラレータを用いて実験を行った。実験では、被験者の横方向と前後方向へ0.1~2.0Hzの8段階の周波数別に、正弦波加速刺激を連続して与えた。

実験では一定の大きさの加速刺激を10秒間加え、その後直線描き作業または溶接を模した作業を20秒間行わせた。徐々に加速度を大きくしながらこの実験を繰り返し行い、直線が真っ直ぐ描ける限界および溶接工が溶接ができないと感じる限界の加速度を求めた。

4. 実験結果と考察

実験の結果を連続波と単発波について両対数グラフで図2に示した。単発波の場合に0.5Hz付近で変曲点が現れたことから、連続波の場合はその付近の0.4, 0.63Hzも測定した。その結果、連続波の場合も単発波と同じ傾向が現れ、0.5Hzで変曲してこれを最低値としてV字型の分布を示した。

次に、連続波における直線描き作業と溶接作業の結果を図3に両対数表示した。両者は同じ傾向を示して

いるが、直線描き作業の限界加速度の方が若干小さな値であった。

図2, 3には海洋構造物上での作業性を示す国際規格のISO6897を示しているが、本研究の結果から直線描きや溶接作業の限界加速度はISO6897より非常に小さくなっている。また、直線の傾きについても、0.1~0.5HzまではISO6897と同様に限界加速度は周波数に反比例しているが、0.5~2.0Hzでは周波数に比例して増大しており、ISO6897とは異なる傾向を示していることなどが判明した。

質問：今までに構造物の揺れによって、作業になんらかの影響が出たことがありましたか。

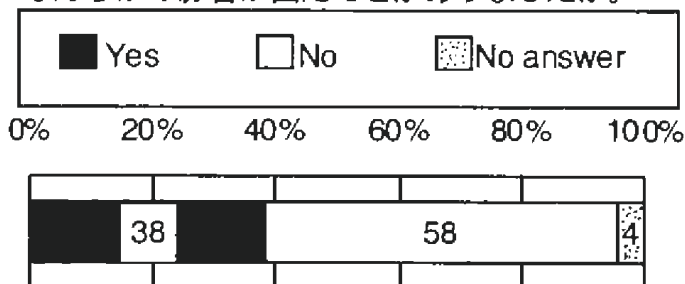


図1 揺れと作業性に関するアンケート調査結果

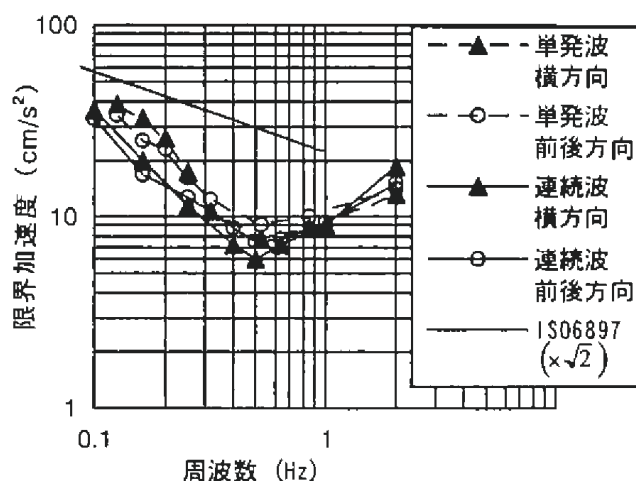


図2 直線描き作業（単発波，連続波）

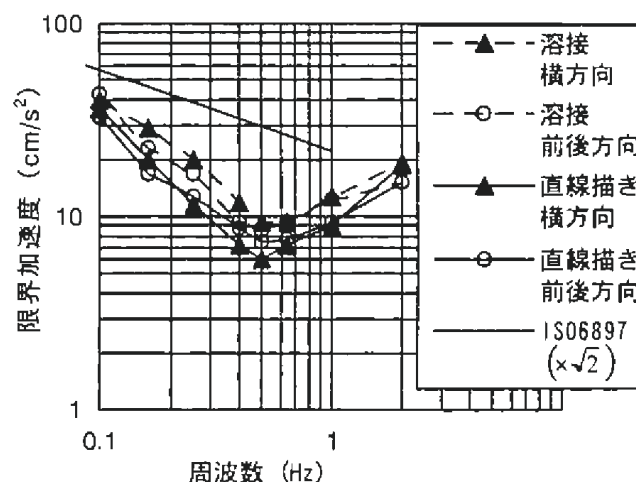


図3 直線描き作業と溶接作業（連続波）

高齢社会における共生特性に関する研究

一労働環境の共生特性に関する研究一

建設安全研究部 永田久雄

1. はじめに

本テーマは、「高齢社会における製品・生活環境等のユニバーサル化に関する研究」の25の実行テーマの内のひとつである。従来の工学的なアプローチ法とは異なり、幅広い領域からの取り組みが求められている。本プロジェクトは、1997年度科学技術振興調整費の採択を受け3年間にわたり展開するものであり、労働省、厚生省、建設省、通産省など6省庁傘下の12国立研究機関、7大学研究室、5公益・民間研究機関を含めた24研究機関の実施体制からなる。いままで、高齢者問題は個別に扱われていたが、超高齢社会に向けて幅広い分野から問題解決を図り、年齢にかかわらず社会参加できる環境づくりを共に目指している。

2. 実施内容

高齢者と若年者とが共に、安心して快適に働くことのできる環境づくりが望まれている。そこで、本研究では、到来する超高齢社会での問題点を明らかにする。パイロット調査として清瀬市と東久留米市の高齢者67名（60～81歳）に対して1～6人ごとに2時間にわたる自由発言に基づいた対話方式によるヒアリング並びにアンケート調査を実施した。また、都内の従業員50人以上雇用する事業所にアンケート用紙を郵送し40歳代の2400人の労働者を調査対象とした。アンケート調査の結果は、現在、取りまとめ中である。

3. 調査結果について

ヒアリング調査で、仕事との両立で最も多くあげられた問題が介護、病気、病後時にかかわる事であった。今回の調査地域が医療施設が多い清瀬地域だけに限る問題とは考えにくかった。ヒアリング調査を通して、製品などの使い勝手よりむしろ、高齢者が職場、地域で共に生活できる環境づくりのために、社会的な背景（病い、介護）などを含めた「見えない面」からの問題解決を求める声が多く聞かれた。高齢者の声を大別すると次の五つになる。

①高齢者観の変化

「高齢者」、「老人」、「年寄り」と言った言葉から浮かぶ暗い過去のイメージと異なり、現実の高齢者は一般的に見て活動的であり、20～30年前の同世代の高齢者とは大きくさまがわりしている。社会参加への希望が多く出されており、少なくとも65歳までの雇用への期待は非常に大きいものがあつた。更に、70歳までの雇用も周囲の理解をベースにして、勤務時間、通勤時間帯などへの配慮が個々にあれば十分可能である。少なくとも年齢のみで仕事から排除する考え方には問題

があると思われる。

②高齢者の病気と介護

本ヒアリング調査で多く指摘された点として、西暦2000年から導入される介護保険問題があつた。特に、強制加入保険としての運用上の問題が多く出された。高齢者の社会参加を促進する上で解決しなければならない問題と思われる。一般的には、本人の病気、配偶者の介護が必要となった場合に仕事との両立が難しい点が指摘された。または、一人住まいが多い地域での助け合いの連携ができていないなどの問題点があげられた。

③高齢者の特性への理解

「明らかに体力的に無理と分かっているでも限界を認めようとしない傾向」、「新しい環境適応能力が減少してくる。（しかし、従来からの延長ならば高齢者でも仕事の継続が可能である）」、「肉親、友人の死去などによる喪失感から孤独、内側にこもりがち」、「仕事のテンポに立ち後れ、遠慮がちになる」。いずれも、これらは高齢者の問題のように見えるが、周囲の人々の理解の深さが問題であり、高齢者だけを対象として解決できないなどの指摘があつた。

④評価側の問題点

「過去のことをいつも話すか」、「人生をいつも後悔するか」などで老化度を評価できない。一方、この逆が青年度を表す尺度になるのか疑問となる。このように、「高齢者」を一面的に見て尺度を作る側に共生上の問題が含まれている。また、高齢者の能力を年齢だけで扱うことはできない。加齢により上昇する能力もある。また、同じ人間でも病気、怪我をした場合でもその特性は変化してくる。一面的に見るのではなく幅広くとらえる必要がある。例えば、高齢者にとって良かれと思って環境を改善しても、実際はそうでない場合がある。たとえば、長いスロープなどは、手すりがあれば階段の方が良いなど。

⑤地域施設の問題点

高齢者用の地域施設のあり方に問題があることが指摘された。その利用範囲を幼児から青年、高齢者まで広げ共生生活をはぐくむ仕組みが求められた。中高校、大学、職場内でのサークル活動などがあるが、それは、その場を去ると同時に、活動しにくくなる宿命がある。子供、青年、高齢者、老人を含めた地域密着型の生活活動を通して、その拠点となりうる場の確保が求められる。日本では小グループの活動が地域に育ちにくいのが、地域活動を通して、幼い時から老人になるまでの間いつでも活動に参加できるような仕組みが求められる。

すべり測定法に関する日仏間の国際共同研究

建設安全研究部 永田久雄

1. はじめに

フランス国立安全衛生研究所 (INRS) と当研究所との間で実施された国際共同研究の目的は、第一が相互の研究機関を訪問し労働安全に関する情報交換を活性化すること、第二にすべり実験やすべり測定機の評価を効率的に進めること、第三にすべり測定法に関する国際規格づくりへと結びつけることである。

2. INRS研究所について

INRS研究所の職員総数は約600人であり、安全・衛生研究のみだけでなく教育、出版、ポスター・ビデオ作成など幅広い活動を行っている。職員数の違いばかりでなく、両国の研究所の大きな相違点は運営母体にあると言える。日本では労働省が運営母体であるが、フランスでは主に経営者と労働者の代表からなる理事会によって組織運営がなされており、政府（労働省、社会保険省）は、INRSの運営に強く立ち入ることはない。但し、国策や限定された予算を無視した決定に対しては、拒否権を発動する権限が与えられている。

INRSは安全と衛生に分かれ、それぞれ6部から構成されており、研究部門の職員は計245名で、衛生部門が162名で安全部門が83名となっている。研究員の半数以上が化学物質による職業病の研究に従事している。

3. すべり事故防止研究

フランスにおいてもすべり事故は多発しており、労災の約12%ほどに関連しているとされている。INRSでは1960年からすべり事故問題と取り組んできており、1966年からは、バイオメカニクス、心理学の面からも研究を継続的に実施してきている。欧州においては床、靴のすべりに関する研究を相互に協調的に進める作業が熱心に行われている。この作業では、規格統一と試験法（安全靴、床材）の持ち回りによる比較研究が行われてきた。INRSにおけるすべり研究では水平面での転倒に限っているが、日本においては、水平面に限らず、屋根傾斜面などでのすべりも研究対象としている。

4. すべり測定法の研究

すべりの評価は主に最大静止摩擦係数か動摩擦係数のいずれかによって評価していた。日仏の研究者間では、安全の観点からのすべりの評価に関しては、定常時の動摩擦係数を用いることで同意している。しかし、厳密にはすべりが発現する過渡的な状況を考慮したすべり評価法が必要である。つまり、すべりが発生しても、ねばりつくようなすべり現象とさらっとしたすべり特性の差を明らかにする必要がある。今後のすべり

研究における重要な検討課題である。

すべり測定機の多くは据え置き型で現場実測のために持ち運ぶことが難しい。そこで、現場で簡易に計測できる携帯型のすべり試験機が各国で求められていた。現在、両国で携帯型すべり試験機（写真1）の妥当性の検証実験を行っているところである。本測定機は計測が容易でかつ片手で携帯ができる。また、バッテリー内蔵の自走式で、計算回路を内蔵し瞬時に摩擦抵抗値を図1のように印刷できる仕組みとなっている。また、改善する余地があるが、従来のすべり試験機のなかでは、最も運搬並びに取り扱いが容易である。

5. まとめ

今回の日仏の相互交流を通して、すべり測定法に関する意思統一といったことだけでなく、日仏間で労働安全の分野における国際的な連携を深めることができた。また、1997年6月にフィンランドで開催された国際人間工学会のすべり研究者の集会において、E-Mailを用いたグローバルな連絡網が作られたことにより、すべり研究の国際的連携がより早い速度で進展すると思われる。

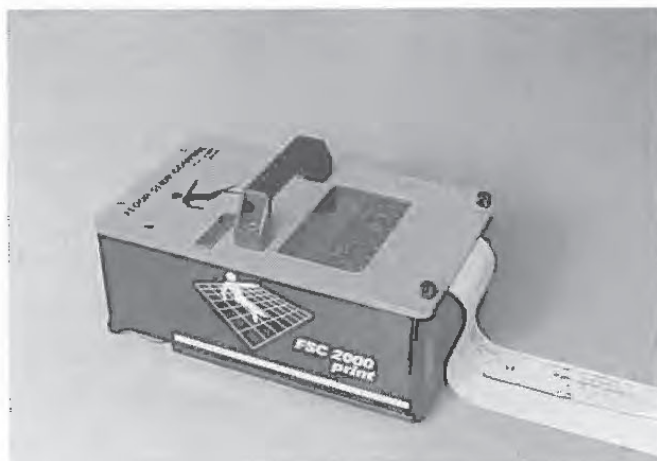


写真1 携帯型すべり試験機

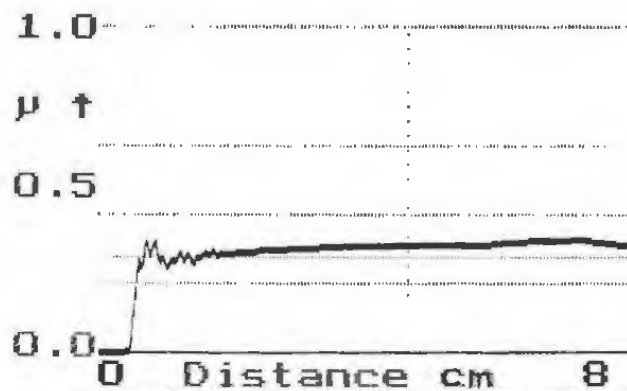


図1 計測例 (P タイル-革)

反応液の物性が発熱速度に及ぼす影響の実験的評価

化学安全研究部 藤本康弘

1. はじめに

化学プラントでは、不適切な反応条件の設定あるいは設備の故障等の設備・操作面でのトラブルが暴走反応を引き起こし、大事故に至った例が少なくない。本研究では、相互に溶解しない2液が攪拌が停止した状態で混じりあい、その後で攪拌されることで急激な反応が開始して暴走反応状態におちいる事態を想定し、2液の攪拌時の混合状態に及ぼす液の物性値の影響を実験的に評価することを目的とする。

本年度は、液の物性値として表面張力に注目し、界面活性剤を添加して表面張力を変化させた場合の攪拌時の混合状態と熱発生挙動についての基本的な実験を行なったので、その結果を報告する。

2. 実験結果

攪拌を非常に遅く(30~31rpm)した状態で、1M 水酸化ナトリウム水溶液 800mlを入れた反応容器に、酢酸の15%ベンゼン溶液 200gを 300K(27℃)にて10分間かけて滴下する。この回転数では両者は2層に分離し、その境界もほとんど乱れていない(界面活性剤無しの場合)。滴下終了後直ちに攪拌速度を所定の速度まで1分間で上昇させる(1分後の攪拌速度は、60,90,120,150,180rpmの5段階について測定した)。

測定した反応熱パラメータは、反応全体(滴下開始から反応終了まで)の熱量、攪拌速度を上昇させ始めてから(反応終了まで)の熱量、および攪拌速度を上昇させ始めてからの温度上昇速度の最大値の3つである。

水溶液中には、表面張力をコントロールするためにあらかじめ界面活性剤をいろいろな濃度で添加し、表面張力と反応熱パラメータとの関係をまとめた。

2.1 基礎実験(界面活性剤無しの系)

攪拌速度を上昇させると2層の境界は乱れ始め、それぞれの層に含まれる未反応の酸と塩基が反応する。系全体の見掛けの発熱速度は、その混合状態から容易に類推できるように例えば最大温度上昇速度でみると1分後の回転速度の増加とともに急激に大きくなっていく。なお、反応全体の発熱量については1分後の攪拌速度が180rpmの場合は、別途測定しておいた酢酸と水酸化ナトリウムの反応熱(中和熱)とほぼ同じ値になるが、1分後の攪拌速度がより遅いと全反応熱はより小さい値が得られる。これは、反応が完結しない、もしくは酸・塩基の濃度が減少すると反応速度が著しく

小さくなって測定にかからないためと思われる。

2.2 界面活性剤の添加

2.1の基礎実験を踏まえて、表面張力の影響をみるため界面活性剤の添加の影響を検討した。界面活性剤としては、Sodium Dodecylbenzenesulfonate(SDBS)とSodium Dodecylsulfate(SDS)のふたつについて比較した。

まずその水溶液の表面張力を測定したところ、SDBSよりもSDSの方が低濃度でも表面張力を大きく下げている。次にこの両者の界面活性剤をあらかじめ水酸化ナトリウム水溶液中に添加し、また1分後の攪拌速度を120rpmとして、界面活性剤濃度の効果を測定した(図1)。SDBSでは約100ppmまでは界面活性剤の濃度の増加にともない温度上昇速度の最大値は指数関数的に増加していくが、それ以上の濃度ではほぼ一定値となる。それに対して、SDSでは100ppmを越えても温度上昇速度の最大値は界面活性剤濃度の増加と共に大きくなっていく。

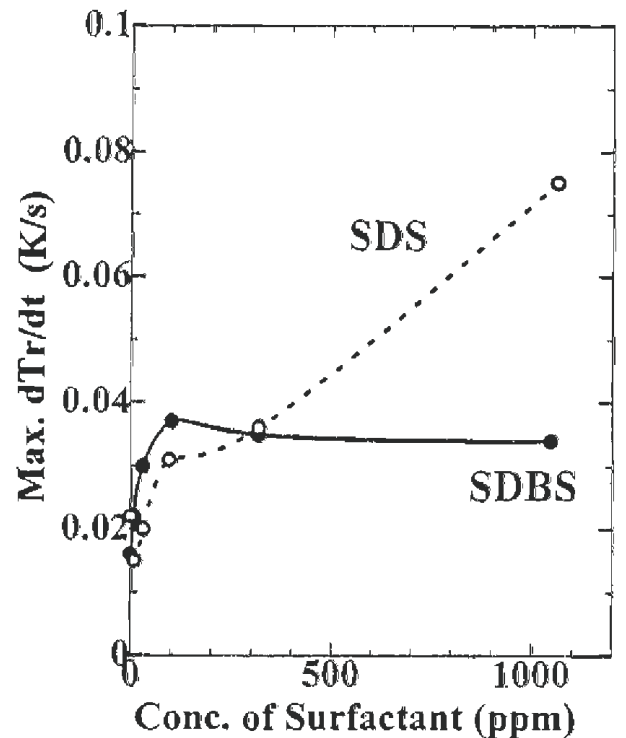


図1 界面活性剤濃度と最大温度上昇速度

SDBSとSDSの挙動の違いは興味のあるところであるが、その原因を推定するには現時点ではまだ情報が少ない。おそらく、SDBSでは、100ppm程度を越えるともはや2層の分散状態がほとんど変化しなくなる(生成する粒子の大きさが細かなくなる)のに対して、SDSでは少なくとも1000ppmの濃度までは生成する粒子の大きさがどんどん細かくなっているのではないかと考えている。

自己発熱性物質の経時温度変化予測手法の開発

化学安全研究部 大塚輝人

1. はじめに

実際の災害にいたるには様々なプロセスがある。その事前過程から災害を予測することは産業の現場において非常に重要かつ有益なことである。本研究では、その事前の過程を温度を通して観測し、その観測過程の中で線形化適応カルマンフィルタを用いて濾波と同時に予測に必要な物理量も推定し、予測を行うことによって災害を未然に防ぐ一手段とする。

2. 実験方法

ARC用の球形容器に試料を完全に充填し、試料容器を恒温層に入れて、中心部の温度と周囲部の温度を測定する。測定に供する試料はDinitrosoPentamethylene-Tetramine (以下DPT) を用いる。DPTはゴム及び合成樹脂などのガス発生剤として用いられ、分解温度203℃ (DSC), 分解熱500cal/gで主に窒素, ヘキサン, ホルムアルデヒドを生成する。また, SADTに対応する直径16inchの円筒密封での限界発火温度は, 小規模の実験の結果を外挿することにより78℃という値が報告されている。

3. 予測手法

計算のために以下の仮定を置く。

- 1, 試料容器は完全球形。従ってその対称性から半径方向の一次元のみ考慮する。
- 2, 計算のために試料容器を微小セルに分解したとき, セル内は均一温度, 均一濃度。
- 3, セルは等間隔。
- 4, 伝熱係数, 比熱, 分解熱は全て定数。
- 5, 反応は1次で, 反応速度定数はアレニウスの式に従う。

以上の仮定から*i*番セルの時刻*j* Δ*t*の温度*T*(*i, j*), 濃度*C*(*i, j*)に関する時刻更新の差分方程式を立てた。

このモデルを $x_{j+1} = f_j(x_j)$, 観測を $y_j = h_j(x_j) + u$ と表して(x_j は温度と濃度の両方を成分として持つ系の変数。 y_j は観測値, つまり中心温度と外部温度を2成分とするベクトル。 u は平均0, 共分散行列*R*の測定誤差。今回の実験では電圧計の0点の分散を対角項に持つ2×2の対角行列。ボールド体小文字はベクトル, 大文字は行列を表す。)以下の行列を定義し, カルマンフィルタを構成する。

$$(F_j)_{kl} = \frac{\partial (f_j)_k}{\partial (x_j)_l} \quad (H_j)_{kl} = \frac{\partial (h_j)_k}{\partial (x_j)_l}$$

この行列から, (*j*-1) Δ*t*までの観測からの x_j の推定値を $\hat{x}_{j/j-1}$ とし, 推定値の推定共分散行列を $P_{j/j-1}$ とすると, 最尤値は以下の手続きで得られる。
時間更新

$$\hat{x}_{j+1/j} = F_j(\hat{x}_{j/j}) \\ P_{j+1/j} = F_j P_{j/j} F_j^T$$

観測更新

$$K_{j+1} = P_{j+1/j} H_{j+1}^T (H_{j+1} P_{j+1/j} H_{j+1}^T + R)^{-1} \text{として,} \\ \hat{x}_{j+1/j+1} = \hat{x}_{j+1/j} + K_{j+1} (y_{j+1} - h(\hat{x}_{j+1/j})) \\ P_{j+1/j+1} = P_{j+1/j} - K_{j+1} H_{j+1} P_{j+1/j}$$

また, 計算に必要な諸定数は, 時間更新のない x_j の成分としてあつかうことができ, 他の温度, 濃度の推定値との共分散も定義できる。従って以上の枠組みから, 温度, 濃度, 諸定数の最尤値も得られる。

任意の時間後の推定値は

$$\hat{x}_{j+m+1/j} = F_{j+m}(\hat{x}_{j+m/j}) \text{を繰り返して得る。}$$

初期値は適当な値を使って計算し, やはり初期値が測定中の定数であることを利用して, 観測から最尤値を得ることができる。一定時間経過後, 推定された初期値の最尤値を再度初期値として設定し, 反復計算を行うことにより初期値の影響を除去する。

4. 結果

以下はカルマンフィルタの適用結果の一例である。

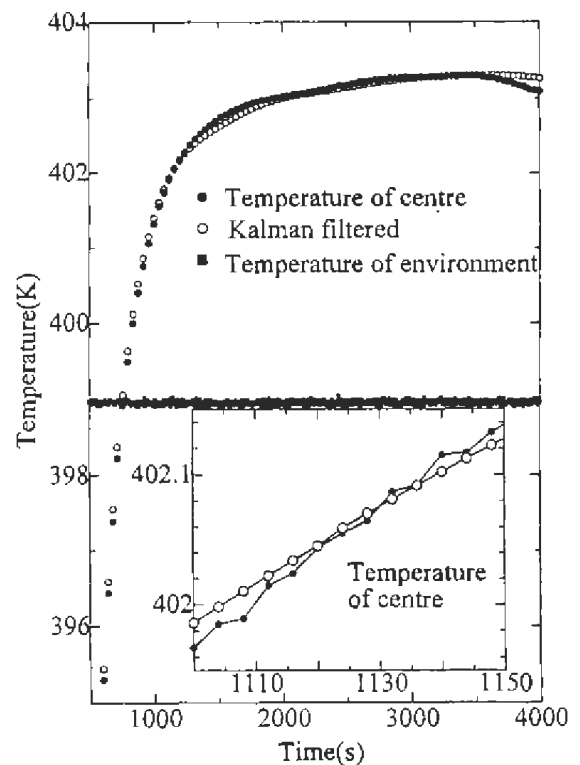


図1 カルマンフィルタの適用例

1. はじめに

ジルコニウム (Zr) 粉じんは、極めて発火性の大きい危険な物質である。文献によると、Zr 粉じんの空气中に浮遊した場合の発火温度は20℃、堆積粉のそれは190℃となっている。しかし、熱発火理論の観点からすると、蓄熱条件のより優れた堆積状態での発火温度がより低い値を示すことのほうが通常の例であり、Zr 粉じんではこれと逆であり、浮遊粉じんが室温状態にあるだけで発火するかという疑問がある。そこで、堆積層状および浮遊状 Zr 粉じんの発火特性を改めて検討することによって、その発火機構を調べ、浮遊粉じんの熱的発火は、330℃前後で起こり、堆積粉体の発火温度220℃より高く、室温での発火は、発火温度測定装置内部での摩擦によるものであることを明らかにした。

2. 実験

堆積層の発火温度は、熱重量分析 (TG) 及び金属板からなる加熱表面を一定温度に加熱保持し、その上に直径100mmの粉体層形成リングを置き、その中の試料粉の発火の有無を観察する試験法に従って測定した。また、浮遊粉じんの発火温度は、G-G 電気炉装置の改良型で測定した。Zr 試料の粒径分布は、乾式のレーザー回折分散式粒度分布測定器によって測定した。その結果、Zr 標準試料： $d_{99}=103\mu\text{m}$ 以下、 $d_{50}=24.0\pm 0.4\mu\text{m}$ 、 $d_1=3\mu\text{m}$ 以上、酸化 Zr： $d_{50}=7.1\pm 0.3\mu\text{m}$ であった。

3. 測定結果及び考察

TG 分析によると、昇温速度を変化させ加熱した場合、200~300℃台からS字形に急激に重量が増加して、900~1,000℃の範囲のある温度ではほぼ飽和値に到達する。元の試料に対する重量増加率を求めると30~36%ほどであり、 ZrO_2/Zr の重量比(35.08)に近い。Zr 標準試料粉の重量増加開始温度の最低温度は、242℃であった。一方、水分を含む Zr 試料では、水は100℃以下でほとんど蒸発してしまい、TG で見る限りその後の酸化反応にほとんど影響がなかった。室温から昇温速度40℃/min. で所定温度まで加熱し、その後、300分間その温度で加温保持した場合、300℃以下の温度では重量増加率は3%以下で僅少で、最低重量増加開始温度は220℃であった。酸化物層内拡散律速の式を適用して求めた50及び500時間一定温度保持した場合における最低重量増加開始温度の推定温度は、それ

ぞれ230℃及び184℃となる。

一方、加熱表面板上における粉体層の発火温度の測定から、5mmの粉じん層の発火温度は285℃であるが、層の厚みを無限大と仮定して熱発火理論を適用すると、発火温度は200℃近くに達する。

図1 Aに、Zr 浮遊粉じんの発火温度に及ぼす窒素希釈による酸素濃度の影響を示す。このように、空气中では Zr 粉じんは室温で大きな爆音を伴って発火するが、酸素濃度が低下するにつれて、階段状に発火温度は上昇する。図1 Bに、水分含有試料の水分量と発火温度の関係を示す。水分量の減少とともに直線的に発火温度は低下するようである。図1 Cには、酸化 Zr を混合した場合の発火温度を示す。これらの図において、空气中、乾燥試料あるいは Zr 粉単独などの条件あるいは状態での浮遊粉じんの発火はやや特異的である。一方、金属、木材、ガラスなどの種々の板上に層状堆積粉を形成して、それを圧縮空気分散する試験を試みたところ、かなりの確率で分散中に発火することが判った。以上の結果から、Zr の堆積粉じんは200℃前後で熱的発火を示すが、浮遊粉じんの室温での発火は、発火温度測定装置内で部品と試料粉が擦れて発火したもの(機械的発火)であると考えられる。

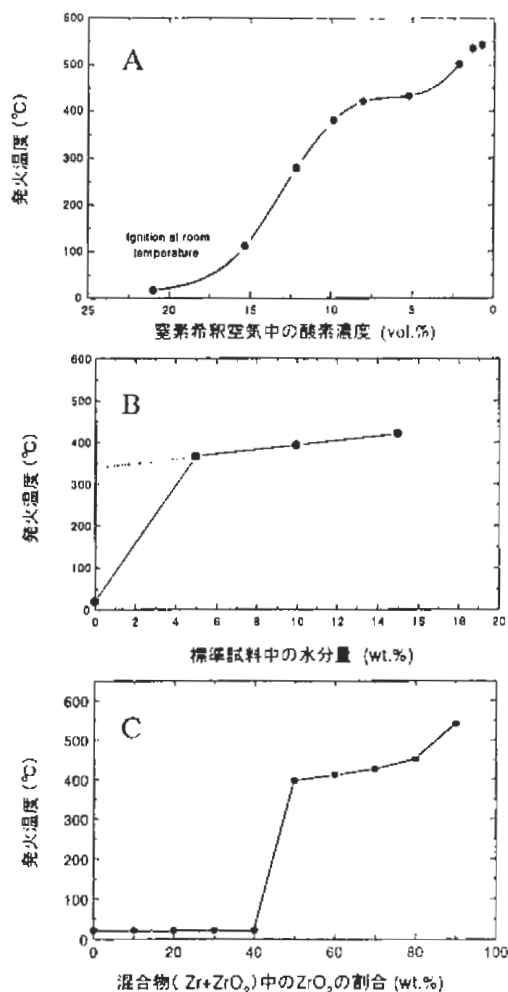


図1 浮遊粉じんの発火温度と各種変数の関係

タンタル粉じんの発火原因調査

物理工学安全研究部 山隈瑞樹
化学安全研究部 松田東栄

1. はじめに

タンタルは、比誘電率が大きいこと従来より電子機器用コンデンサの原料として使用されている材質である。最近、タンタル粉体製造工場の集じん機で浮遊粉を回収作業中に突然発火が起きて、死傷者を出すという事故が発生した。これまでタンタル粉の危険性は十分把握されていないので、本作の発火原因究明のため、タンタル粉の発火・爆発危険性、同粉体と付帯設備等の電気的特性等を測定し、事故原因について検討した。

2. タンタル粉じんの発火・爆発特性

タンタルは比重 $16.7(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、燃焼熱 $1,023\text{kJ}/\text{mol}$ と極めて重く燃焼熱が大きい物質である。乾式レーザ散乱回析式粒径分布測定器によって測定した重量平均径は $31.3 \pm 5.3 \mu\text{m}$ 、表面積径は $10.0 \pm 0.4 \mu\text{m}$ であったが、走査型電子顕微鏡での観測によると、粉体の各粒子は、多数のサブミクロン粒子が珊瑚状の複雑な形状に凝集して構成されており、内部にミクロな空間を有していた。この形態が燃焼危険性及び電気的特性に大きな影響を与えていると考えられる。

20L粉じん爆発試験装置を用いて、タンタル試料粉の粉じん濃度と爆発圧力、最大圧力上昇速度、爆発時間の関係を測定したところ、 $P_{\text{max}}=7.5\text{bar}(\text{g})$ 、 $K_{\text{st}}=273(\text{bar}\cdot\text{m}/\text{s})$ であった。これはアルミニウムやマグネシウム程ではないが燃焼が非常に激しいことを示している。最大爆発時間に対応する爆発下限濃度は $200\text{g}/\text{m}^3$ で、この濃度で $1.0\text{bar}(\text{g})$ の爆発圧力を生じた。爆発圧力や K_{st} の最大値を示す粉じん濃度はおおよそ $4\text{kg}/\text{m}^3$ で極めて高いが、化学量論濃度 ($1,270\text{g}/\text{m}^3$) の約3倍で通常のものと同様であった。しかし、空気中での断熱火炎温度 (計算値) の最大値が $3,260\text{K}$ であるのに対して、タンタルの融点 ($3,030^\circ\text{C}$)、沸点 (約 $5,300^\circ\text{C}$) とともに高く、タンタル粉じんは表面燃焼によって燃焼帯が伝播するものと考えられる。このような燃焼形態を示す重金属粉が、比較的大きな P_{max} 及び K_{st} を示すことは十分知られていなかった。

浮遊粉じんの最小発火エネルギー (MIE) の実測値は、 $10\text{mJ} < \text{MIE} \leq 30\text{mJ}$ であり、文献値 (120mJ) の1/4程度であった。一方、堆積状態でのタンタル粉の最小発火エネルギーは 0.2mJ 以下であり、これも文献値 (3.2mJ) を大きく下回った。なお、製品として出荷されているタンタル粉2種類についても同様にMIEを測定したと

ころ、 1.3mJ と 30mJ であり、回収粉が著しく鋭感であることが判明した。堆積した回収粉の燃焼の様子を観察すると、着火直後は火種となった部分から周囲へ緩慢に広がっていくが、1～2秒後に閃光を発生して激しく燃焼し、発熱量の大きさがうかがえた。

3. タンタル粉じんおよび資材の静電気的特性

本件事故と静電気との関連を検討するために、タンタル粉じんおよび集じん機のバグフィルタ等の資材について静電気的特性を測定した。まず、タンタル粉の体積抵抗率は約 $8 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{m}$ (24°C , $34\% \text{RH}$) であり、これは帯電性不導体として扱うべき数値であった。集じん機に使用されているものと同じステンレス製のスパウトを用い、タンタル粉を滑落させて静電気の発生量を測定したところ、 $-0.12 \sim -0.49 \mu\text{C}/\text{kg}$ の帯電量が得られた。この値も、着火性の静電気放電を引き起こす危険なレベルである。

バグフィルタ (帯電防止繊維入り) およびタンタル粉の回収に使用されていた導電性ポリ袋の抵抗率およびアクリルとの摩擦させたときの帯電量を測定した結果では、バグフィルタは帯電防止効果を有するが、導電性ポリ袋に関しては抵抗率は十分小さいとはいえず、接地による静電気の除去作用はほとんど期待できないものであった。

4. 発火原因の推定

検証実験の結果、タンタル粉が非常に着火しやすく、かつ燃焼エネルギーが大きいということが確かめられたが、実際の着火源については、現場検証や関係者の証言等から判断して、タバコ等の裸火や摩擦熱等の存在は考えにくいので、唯一静電気放電だけが可能として残る。静電気放電を着火源と仮定した場合、バグフィルタは適切に使用されていたと考えられるので、ここでの離帯電および放電の発生は否定できる。他方、ポリ袋に回収されたタンタル粉については、タンタル粉とステンレスとの摩擦によって大量の静電気が発生することが実験によって確かめられているので、事故当時も同様の帯電状態にあったと推定できる。ここで、タンタル粉が $0.1 \mu\text{C}/\text{kg}$ の電荷密度であったと仮定すると、回収量 20kg のとき、 $2 \mu\text{C}$ の電荷が蓄えられ、かつ、部分的には数十kVの電位になる可能性があり、粉体表面、ポリ袋内面、または作業者と粉体間等で放電が発生する可能性は否定できない。堆積状態でのタンタル粉のMIEは 0.2mJ 以下と非常に小さい値であるので、例えばポリ袋の表面で発生した沿面放電によっても着火する確率は高いと考えられる。

1. はじめに

高圧の酸素や空気を使用している配管や容器において、バルブの開閉等の操作を急激に行うと衝撃的な圧縮が起こり、局部的であるが温度が急上昇することがある。もし、そこに油類などの可燃性液体が付着していたり混入していたりすると、それらが発火し、配管や容器の爆発・破裂を起こすことがある。ところが、この温度上昇が保持される時間は非常に短かく、従来の発火温度値に基づいて発火の可能性を推定することは困難である。

2. 急速圧縮時の温度変化

気体が衝撃的に圧縮された場合、外界への熱損失がなければ断熱圧縮となるので、その温度変化は初期温度と圧力を T_0, P_0 、圧縮後の温度と圧力を T, P 、比熱比を γ とすれば、次式で表わすことができる。

$$T/T_0 = (P/P_0)^{(\gamma-1)/\gamma}$$

圧縮されて温度が T となった気体は、容器壁などを通して熱が散逸し温度が低下するが、その速度は、外界への放熱速度 q に比例し、圧縮された気体の体積 V に反比例する。放熱速度 q は外界との接触面積 S 、温度差 $(T-T_0)$ に比例するから、結局、伝熱係数が一定ならば、次式で定義する放熱速度パラメータ

$$S \cdot (T-T_0)/V$$

が大きいほど、温度が速く低下することになり、発火が起こりにくくなるものと考えられる。

3. 実験装置と方法

装置は、高圧側と低圧側の2つの円筒容器、及び、それらをつなぐ配管と弁からなるもので、昨年度と同一の装置を用いた。実験では、高圧酸素を低圧側容器

に急激に流入させた際の圧力と発光を計測し、同一条件での測定6回すべてで発光しない場合を不発火とみなした。以上の操作を繰り返し、試料量ごとに発火が認められる最低の高圧側と低圧側の絶対圧力の比を求めた。そして、得られた圧力比の中で最も低い値を急速圧縮による発火限界圧力比とした。なお、試料には飽和炭化水素であるデカンとペンタンを用いた。

4. 容器形状の発火限界圧力比への影響

図1はデカンにおいて低圧側容器の直径と長さを変化させた際の発火限界圧力比である。図の横軸は長さ L と直径 D の比（長径比）とし、容器長が同一のデータを結んだ。容器長が100mmと200mmについてみると長径比が10付近において発火限界圧力比は最低となる。この傾向はさらに長い容器においても見られ、最も低い圧力比で発火が起こる長径比は、いずれの容器においても10程度であると思われる。また、その最低の圧力比は容器が長くなるにつれて低下した。

5. 放熱速度パラメータと発火限界圧力比の関係

図2は横軸を放熱速度パラメータに直し、図1をプロットし直した図である。容器長100mmの2点と140mmの2点を除けば、放熱速度パラメータにより、発火限界圧力比は1つの直線で表されることがわかる。つまり、容器の大きさが与えられれば発火限界圧力比を推定することが可能となった。なお、容器長が短い場合に直線から外れる原因は、圧縮された気体と流入してきた高圧気体の混合に伴う冷却の影響が容器が長い時よりも大きくなるためと思われる。

6. まとめ

可燃性液体が存在する空間を高圧酸素で急速に圧縮した際に発火に必要な圧力比を実測した結果、長径比が10程度の時に最低となった。また、発火領域を放熱速度パラメータを用いて整理したところ良い相関が見られ、発火の有無を推定できることがわかった。

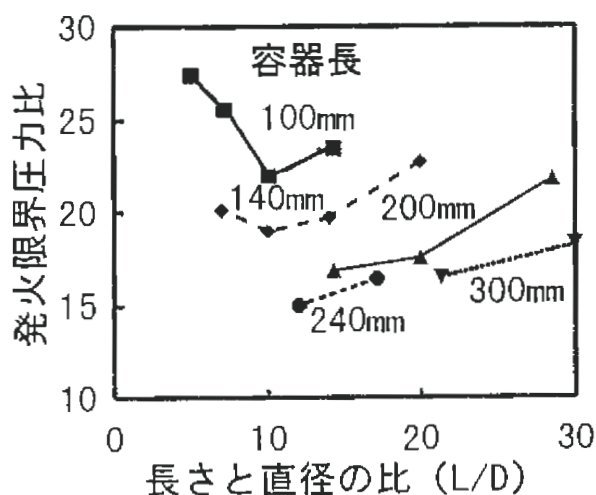


図1 長径比と発火限界圧力比の関係

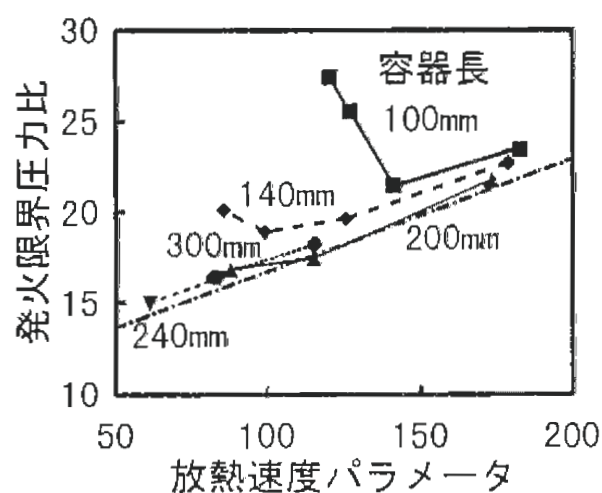


図2 放熱速度パラメータで表したデカンの発火領域

ガス爆発駆動式火炎抑止装置の開発

化学安全研究部 八島正明
松井英憲

1. はじめに

化学プラント等の産業現場で爆発災害が発生した場合、一般的に、人的、物的両面において社会に与える影響が大きいことから、何らかの手段により災害を最小限に抑えることが必要不可欠である。そのため、これまでに圧力放散孔、フレイムアレスタ、緊急遮断弁、さらに消火剤噴霧など爆発抑制に関する研究がおこなわれてきた。

本研究では、可燃性気体、粉じんにおける爆発に適用できる新しい消火剤噴霧式の火炎抑止装置の開発を目的とするが、初年度にあたる本年度は、消火剤とし

て水を用い、予混合伝ば火炎における消炎限界を調べた。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置は図1の通りで、鉛直に設置した燃焼管、噴射装置、予混合気供給装置から構成されている。燃焼管は、全長2000mm、200mm×200mm流路断面を持ち、管の中央付近を伝ばする火炎の様相を観測できるように、380mm長さの対面する2枚のガラス板からなっている。燃料はメタンで、消火剤としては、水を用いた。均一な予混合気は、所定の燃料を混合タンクに導入し、送風機により燃焼管内を回流させることで得た。そして、予混合気の濃度を確認後、上下の開閉用のシャッターを開き、それとともに点火させ、所定の時間遅れで上端から下方へ向けて水の噴霧をおこなった。噴霧時の火炎の様子は、直接光については家庭用ビデオカメラ(30駒/s)、シュリーレン像については高速度ビデオカメラ(200駒/s)を用いて観測した。

3. 実験結果

図2は、水を噴霧した場合の火炎の様子である。上方に伝ばしている火炎には、初め乱れはあまり見られず、比較的滑らかな形状で伝ばを続けている(0s)。ただし、この時点ですでに噴霧はおこなわれている。対向噴霧中を火炎は上方へ伝ばを続け、次第に伝ば速度が小さくなり、火炎は変形しながら下方へ後退するようになる(0.066~0.166s)。しかし、火炎は後退しながら消炎するのではなく、乱れた火炎に遷移し、上方に急速に伝ばしながら消炎していく(0.3~0.366s)。このような挙動から、水噴霧によって火炎は瞬間的に消えるのではなく、しばらく時間が経過してから消えることがわかった。すなわち、水滴列がある時間だけ火炎面を通過し、火炎面の温度が低下し、燃焼反応が持続できなくなった段階で消炎に至るものと考えられる。

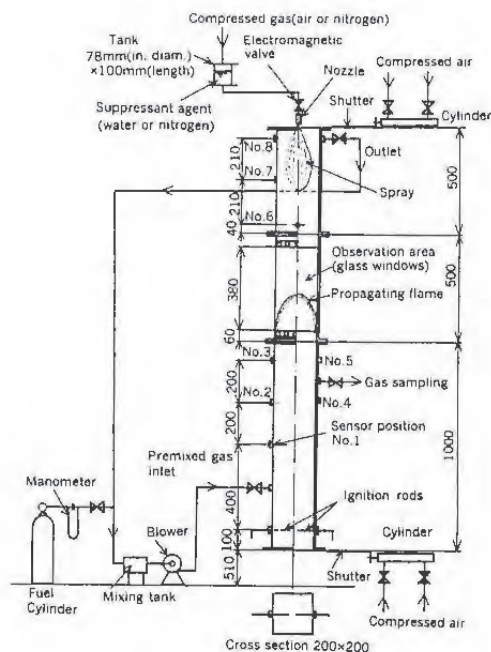


図1 実験装置

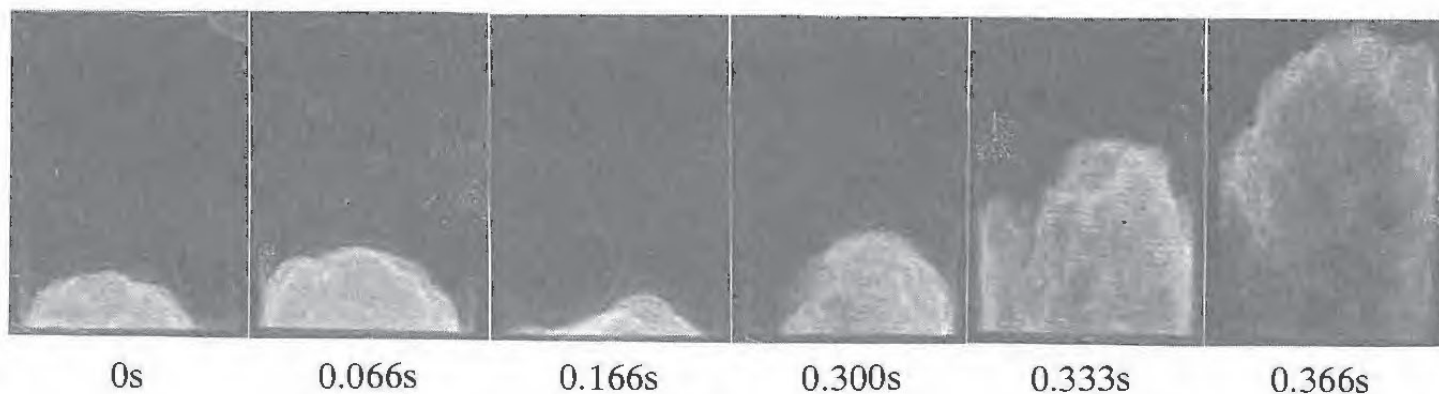


図2 水噴射時のメタン/空気予混合伝ば火炎の様子
(当量比1.0, 初期加圧0.68Mpa, 噴射始時間0.18秒,
噴射持続時間1.5秒)

粉体の最小着火エネルギー試験装置の開発

物理工学安全研究部 児玉 勉, 山隈瑞樹
Wai Lam Cheung

1. 研究目的

近年、プラスチック粉体、医薬中間体など可燃性微粉体の取り扱い中に静電気放電を着火源とする粉じん爆発が多発し、その対策が緊急な課題となっているが、効果的な静電気対策を講ずるためには、静電気による着火危険性の評価指標である粉体の最小着火エネルギーを把握する必要がある。粉体の最小着火エネルギー試験のために従来から使用されている吹き上げ式のハートマン型試験装置は粉体の分散性に問題があるとともに、試験に多大な労力と時間を要するなど多くの問題点がある。そこで、本研究ではこれらの問題点を解決するため、新型の最小着火エネルギー試験装置の開発を試みた。

2. 試作装置の概要

開発した試験装置は金網上の試験粉体を振動によって連続的に落下させて分散粉じんを形成する振動落下方式であり、図1は試作装置の概要を示す。振動台の上に設定した直径90mm、高さ135mmの亚克力製円筒容器の内部上方に、U字型のステンレス製金網（開口64又は75 μm ）底を持つホッパーを取り付け、これ

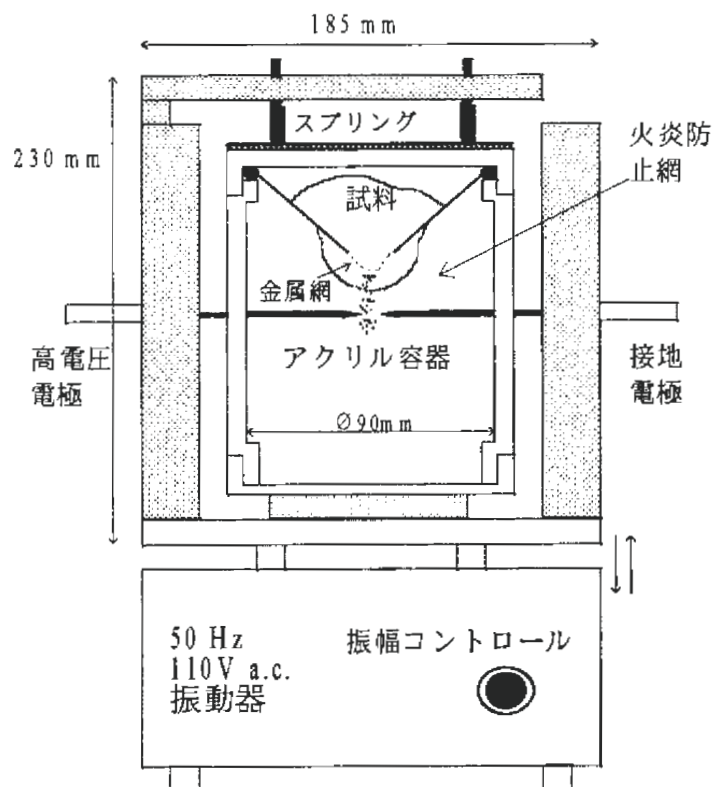


図1 試作した試験装置の概要

に粉体試料を入れる。円筒容器の中央部には先端が尖った一對の金属製放電電極を対向させ、この電極間に高電圧を印加して放電を起こさせて着火源とした。試料を載せる金網と放電電極の間には火炎防止用の金網（開口約1mm）を取り付けた。放電エネルギーは電極間隙、電荷を蓄積するコンデンサの容量、印加電圧及び放電電極に直列に接続された高抵抗値をそれぞれ変化させて調整した。放電エネルギー量は放電電極間の電圧と電流の波形をデジタルオシロスコープを用いて測定し、その積（電力）をコンピュータで時間積分することによって求めた。

粉体を載せる金網の形状はU字形であるため、振動を与えると粉体は電極と垂直方向に厚さ数mm、幅十数mmのシート状に電極間を連続的にほぼ一定濃度で落下する。このときの粉体濃度は振動台の振幅調整によって変えることができる。

3. 試験結果

本装置では、放電電極間近傍の粉体の分散状態はほぼ均一であり、その濃度を無段階に変えることができる。また、着火が起こらなかった場合は引き続いて粉体濃度や放電エネルギーを変えて測定を継続することができる。着火が起こった場合も、シート状の粉じんの燃焼であるため、爆発圧力がほとんど上昇せず、燃焼も持続しないので操作も容易である。結論的には、本装置を用いると、簡便に信頼性よく、また環境・安全・省資源にも優れた最小着火エネルギーの試験が可能である。

粉体試料として、IEC 1241-2-3で校正用粉体の一つとして規定されている石松子（ヒゲノカズラ、平均粒径約30 μm ）を用いて、最小着火エネルギーを測定した結果を図2に示す。横軸は振動装置の垂直振幅レベルであり、これが大きいほど粉体濃度が大きくなる。最小着火エネルギーの試験結果は約3mJであり、IECが規定する値（5～15mJ）より低いことから、今回開発した試験装置の信頼性が高いことが裏付けられた。

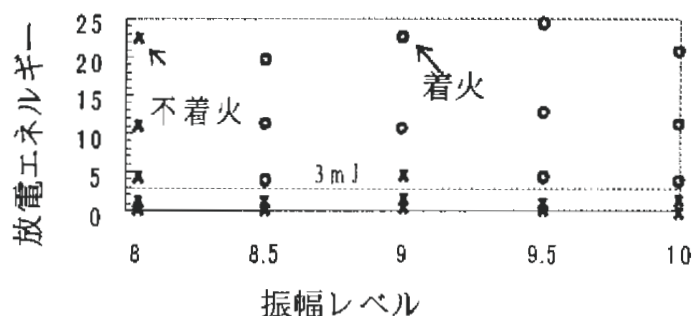


図2 石松子の最小着火エネルギー測定結果

放電プラズマ化学反応を利用した危険・有害物質の安全処理技術の開発

物理工学安全研究部 山隈瑞樹

1. はじめに

本研究は、生産・労働現場で排出される各種の危険または有害な物質（有機溶剤蒸気、窒素酸化物等）を対象に、放電プラズマ化学反応を利用して効率的かつ安全に処理する技術の開発を目的とするものである。放電プラズマを発生し、化学反応を生起する装置（リアクタ）は、既に様々な形式が提案されているが、本研究では新たな試みとして、従来型の技術である二つの放電方式、すなわち沿面放電とコロナ放電を組み合わせたハイブリッド型リアクタを試作し、窒素酸化物（NO）を対象にその性能を実験的に調べた。

2. ハイブリッド型リアクタの構造

本リアクタの構造を図1に示す。アクリル製筒体に平板パネル型のセラミック沿面放電電極とタングステン針アレイ（3×21本）を有するコロナ放電電極が対向して配置されている。沿面放電電極には5～15kHzの高周波高電圧を、コロナ放電電極には正または負の直流高電圧を印加し、放電プラズマを発生させる。

沿面放電電極は、耐久性に優れ、かつコンパクトな構成とすることができるが、反応領域が電極周辺に偏在するため、リアクタに組み込んだ場合未反応領域が生じる。これを補うためにコロナ放電電極を対向して配置し、沿面放電電極とコロナ電極間にイオン電流を流すことにより、沿面放電電極の放電特性の改善および反応領域の拡大を図るものである。

3. 窒素酸化物(NOx)の処理実験

被処理ガスとして大気汚染物質の一つである一酸化窒素(NO)を一定濃度(534ppm)で窒素と混合した模擬ガスを使用した結果を図2および図3に示す。図2に正極性コロナ放電のみの場合と沿面放電および正極性コロナ放電を組み合わせた場合の分解率の違いを示す。前者ではNOをほとんど分解できないが、後者では印加電圧にほぼ比例してNOの分解率が上昇しており、コロナ放電が化学反応に影響を及ぼしていることが確認された。また、図3にコロナ電極への印加電圧を一定として沿面放電電極への印加電圧を変化させたときのNO分解率の違いを示す。ここでもコロナ放電と沿面放電の相乗効果が確認された。コロナ放電併用時には、印加電圧が一定であるにもかかわらず沿面放電電極の放電電力が増加していることから、NOの分解率の向上はコロナ放電のみではなく、沿面放電が活

発になったことによる効果も大きいと考えられる。別途実験の結果では、沿面放電側が高周波になるほどコロナ放電によるNO分解率が增加することが確認されており、沿面放電とコロナ放電という異質のものを組み合わせることにより、総合的な電力効率の向上が期待できる。

次年度以降は、本方式の性能改善について詳細に研究する予定である。なお、沿面放電と負極性コロナ放電を併用した場合には、コロナ放電によってNOの分解率はほとんど変化せず、負極性コロナ放電は実用的でないことが判明した。

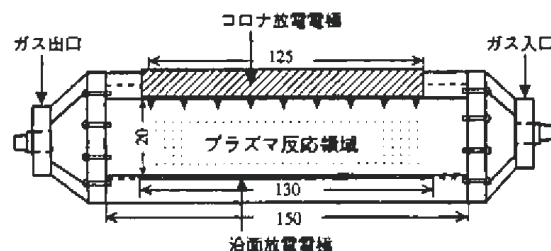


図1 ハイブリッド型リアクタの構造

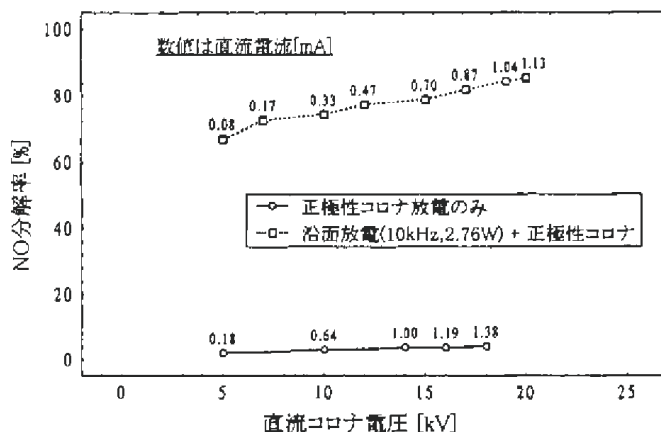


図2 NO分解に対するコロナ放電の影響-1（窒素バランス、初期濃度534ppm、流量2L/min）

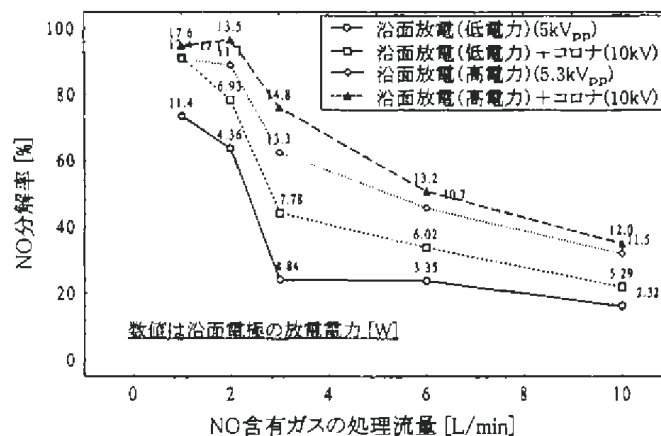


図3 NO分解に対するコロナ放電の影響-2（窒素バランス、初期濃度534ppm）

CH₄-O₂の放電着火におけるOHラジカルの時空間進展

物理工学安全研究部 大澤 敦
化学安全研究部 松井英憲

1. はじめに

これまでに放電による着火・爆発現象の着火に至るまでのエネルギー輸送過程を解明するため、その期間において発光分光測定およびその時空間分解測定を行ってきたが、今回は燃焼の維持に重要といわれているOHラジカルの時空間進展をレーザ誘起蛍光法を用いて測定したので報告する。OHラジカルは燃焼の維持に重要な連鎖反応に関わる必須のラジカルである。本報告は放電によって生成されたOHラジカルが着火に影響しているか否かを実験的に調査したものである。

2. 実験結果および考察

レーザ誘起蛍光測定システムはOHのA²Σ⁺-X²Πの遷移の振動バンド(1,0)のスペクトル線(282nm)に同調させたシート状のレーザ光を被測定空間を通過させ、この光を吸収し、誘起されたOHラジカルからの蛍光(312nm)をレーザ光と直角方向に配置したICCDカメラで測定するものであり、基底状態のOHラジカルの2次元分布測定が可能である。図1はメタン(85 Torr)および酸素(165 Torr)の混合ガスの放電着火におけるOHラジカルの時空間進展を示す。ここで、各図に示されている線状の発光は測定用レーザ光の電極における反射である。図1(a)に示されるように、30 μsではOHラジカルを観測することができなかった。また、分光発光の時間変化の測定で放電によって励起したOHラジカルからの発光が約2 μsまで観測されていたことから¹⁾、この結果は放電によって生成されたOHラジカルが消滅することを示している。さらに、

図1(b)–(e)に示すように50 μs付近から徐々にOHラジカルが生成され、空間的に進展していく様子が観測できた。このときの着火時間が約80 μsであったことから¹⁾、着火直前にOHラジカルが生成され始めていることがわかった。この着火前のOHラジカルの生成はガス温度の上昇に起因しているものと考えられる。OHラジカルの生成の反応速度はガス温度のべき乗に依存するものもあり、このガス温度に強く依存する反応によりOHラジカルが急激に増加したものと考えられる。すなわち、放電着火の場合、着火のためのエネルギーは比較的短い期間(この場合は0.7 μs¹⁾)に与えられ、放電すなわち電子のエネルギーに輸送される。この電子のエネルギーが衝突により、ガス原子・分子のエネルギーすなわちガス温度へと変換されて行くものと考えられ、このエネルギー輸送過程によるガス温度上昇により、熱化学反応が誘起され、OHラジカルが生成されたものと考えられる。

3. まとめ

OHラジカルは放電が終わると一端消滅し、着火直前で徐々に増加することが測定された。したがって、放電によって直接生成されたOHラジカルは着火自体には貢献していないことが示された。すなわち、放電で生成された電子のエネルギーが原子や分子の励起・電離・解離エネルギーへと輸送され、そのエネルギーが衝突によって輸送されるランダム加熱により十分な温度に達すると、この熱エネルギーが熱化学反応を促進し、OHが誘起する連鎖反応が始まり着火に至っているものと考えられる。したがって、着火遅れ時間はこの熱へと変換されるエネルギー輸送過程に必要な時間、すなわち電子およびガス温度の熱平衡化時間と解釈されるであろう。

文献

1) 大澤, 第35回燃焼シンポジウム講演論文集

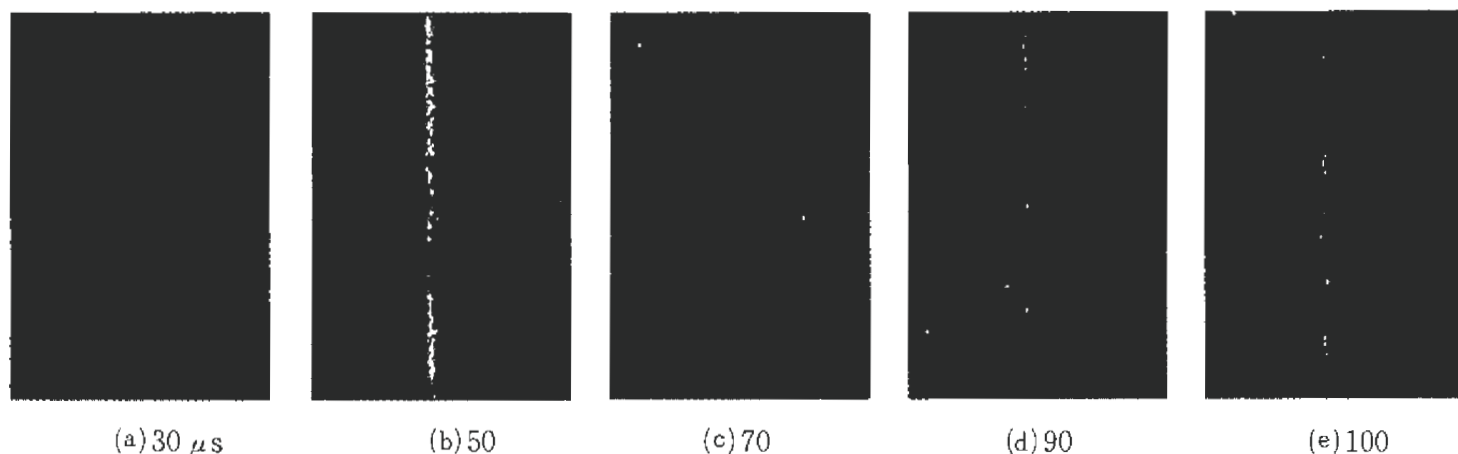


図1 CH₄-O₂混合ガスの放電着火におけるOHラジカルの時空間進展

交流アーク溶接機用自動電撃防止装置の電磁ノイズ耐性

物理工学安全研究部 富田 一

1. はじめに

導体に囲まれた著しく狭隘な場所などで交流アーク溶接作業を行う場合は、電撃危険の防止のために交流アーク溶接機用自動電撃防止装置の使用が原則として義務づけられている。構造規格で安全電圧、運動時間などが定められているものの、電磁ノイズに対しては特に規制されていない状況にある。自動電撃防止装置にもサイリスタ、トランジスタなどの電子部品が使用されていることから、電磁ノイズによる誤動作の可能性も懸念されている。ここでは、高感度始動形の自動電撃防止装置の電磁ノイズ耐性を調べたので、その結果について報告する。

2. 実験方法

実験は日本で従来から行われている方形波インパルス、およびIEC(国際電気標準会議)で規定されている放射無線周波電磁界、電気的ファースト・トランジェント/バースト(EFT/B)について行った。図1に方形波インパルスに対する耐ノイズ性の実験回路を示す。アルミニウム製の基準接地面上にノイズシミュレータを置き、同接地面上に置かれた高さ10cmの木製テーブル上に自動電撃防止装置を配置している。シミュレータと自動電撃防止装置との間隔は35cmとした。EFT/B試験も同様であり、方形波シミュレータの置かれた地点と同じ位置にEFT/B試験器を配置した。

一方、放射無線周波電磁界に対する電磁ノイズ耐性の予備実験も行った。実験は電波半無響室内で行ったが、このとき床での電磁波の反射を低減するため、電波吸収体を敷いた。印加した電磁波の周波数は30MHz~280MHzであり、80%のAM変調を行っている。バイコニカルアンテナに50Wの電力を印加し、アンテナと自動電撃防止装置との距離は1mとした。

3. 実験結果

対象とした自動電撃防止装置は、内蔵型1機種、外付け型2機種であり、JIS C 9311で定められた規格および構造規格を満足している(表1)。

表2は自動電撃防止装置の方形波インパルスおよびEFT/Bに対する電磁ノイズ耐性結果を示す。外付け型の1機種については方形波インパルスに対して約±500Vで電磁接触器が動作する誤動作が発生した。この誤動作によって、溶接回路には溶接機の無負荷電圧

が印加されることになり、電撃の危険性が生じる。また、EFT/Bによっても、図2のような-1500V(フィルタ無の電圧波形)の試験電圧で誤動作が発生した。これらの実験は交流アーク溶接機に実装しても行ったが、ほぼ同様の結果となった。誤動作の発生した自動電撃防止装置に対して、電磁ノイズ耐性向上のために市販の電源ラインフィルタを付加してEFT/Bをレベル3(=2kV)で印加したところ、図2に示すように、フィルタ無に比較してピークレベルが抑制され、誤動作を防止できた。

一方、無線周波電磁界に対する予備実験では、特に異常は認められなかったが、今後は電界の一様性等を考慮して、電磁ノイズ耐性を検討する予定である。

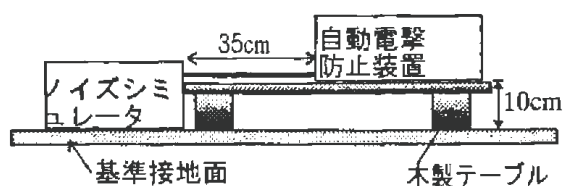


図1 実験回路

表1 自動電撃防止装置の特性

種類	安全電圧 (V)	標準始動感度 (Ω)	始動時間 (秒)	接触所要時間 (秒)	運動時間 (秒)
内蔵A	19	300	0.03	0.003	1
外付B	18	300	0.025	0.003	1
外付C	22	300	-	-	-

表2 自動電撃防止装置の電磁ノイズ耐性

種類	方形波インパルス		電気的ファースト・トランジェント/バースト		無線周波電磁界
	プラス	マイナス	プラス	マイナス	
A	>+2000	<-2000	-	-	-
B	>+2000	< 2000	>+2000	<-2000	>10V/m
C	+500	-500	+1500	-1400	>10V/m

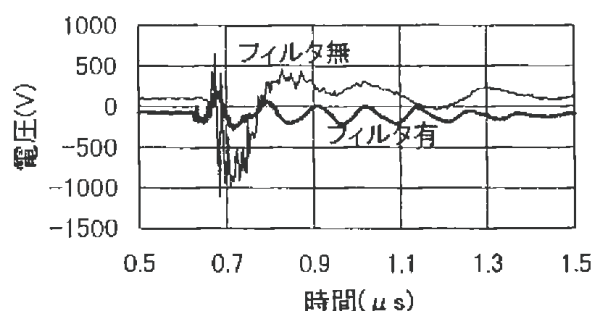


図2 電源ラインフィルタ挿入の有無による電圧波形の相違

電源高調波の影響とその抑制技術の検討

物理工学安全研究部 山野英記, 富田 一, 本山建雄

1. はしがき

近年、電源高調波に起因する災・障害が頻発するようになった。そこで、高調波の影響とその抑制方法の一つであるアクティブフィルタの可能性について調査検討を行った。

2. 調査とシミュレーション

電源線の第2次～第40次の高調波を電源高調波と呼ぶ(ガイドライン)。これらはあらゆる非線形負荷から発生し電源側又は他の分岐に伝搬するが、高調波の次数によって回路の部分的インピーダンスが異なり共振や振幅拡大の生じることがあるので、高調波の選及・伝搬の仕方は次数毎に異なる。また、高調波源(非線形負荷)は電流源として取り扱われるが、電路の直列リアクタンスのため線間電圧にも高調波が生じる。エネルギー源は基本波(商用交流)と同じである。

高調波による障害は、①高調波電流による過熱・焼損, 振動・異音, ②高調波電圧による誤制御・誤作動, ③各種部品の劣化・故障, に大別される。障害発生件数は1991年より100件を超え, その90%は①で力率改善用コンデンサ(直列リアクトルを含む)で生じている。②は情報・制御機器や遮断器において見られるもので, 過熱, 誤動作・不良応答などがあり, ③には, 過熱による部品の寿命低下や性能劣化, 雑音増加, 設定値又は信号のずれ, 故障などがある。

高調波対策には, 高調波発生源の発生量抑制, 力率改善用コンデンサの設置場所・付属品改善, LCフィルタの設置, アクティブフィルタの設置などが挙げられる。

電源線用アクティブフィルタ(以下AFと略称する)の基本原理は, 電流波形が正弦波になるように電路に補償電流 $i_c(t)$ を注入し(又は吸取り), 高調波成分(波形ひずみ)を消去しようというものである。AFの方

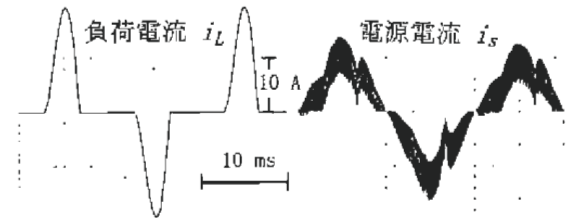


図2 シミュレーション結果

式は, 検出電流の種類(電源/負荷)と検出箇所, 電路への注入箇所と方法(並列/直列), 制御方式などにより分かれる。

現在は, AFの小容量汎用品への適用性検討の第一段階として, パソコンの回路シミュレータ内で, AFの制御回路の製作とその動作特性の観測を行なっている。

図1に, シミュレーションに用いた回路の系統構成を示す。同図では, 単相交流の電路に非線形負荷と並列にAFが挿入されており, 中段(インダクタL・インバータブリッジ・キャパシタC)がAFの主回路である。AF主回路が生ずる補償電流 i_c は, 制御回路で生成されブリッジのスイッチ素子に加えられるゲート信号 S_i の組合わせによって制御される。ここでは, 文献1)の予測型瞬時値制御の制御則のブロック図を参照して制御回路を構成した。

図2にシミュレーションにより得られた負荷電流 i_L 及び電源電流 i_s の波形を示す。 i_s の目標は正弦波であるが, 文献に比べ, まだかなり不完全である。

図3には, 図2の負荷電流 i_L 及び電源電流 i_s の第9次調波までの成分を示す。これによれば, 家電・汎用品高調波抑制対策ガイドラインの限度値を超過しているAFの挿入前(=負荷電流)に対し, 挿入後は限度値未満に減少している。

AFは, 原理的には, 高調波をまとめて消去できるという点でLCフィルタに比べ優れているが, 制御のためには多くの部品と電子回路を要する。

文献1) 大貫俊哉:予測型瞬時値制御を用いた単相アクティブパワーフィルタ, 電学論D, 117, 1997

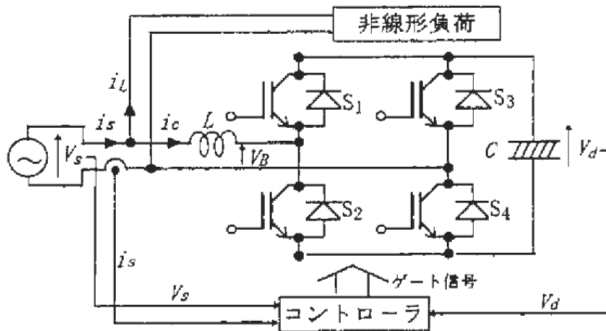


図1 AFを含むシステムの構成

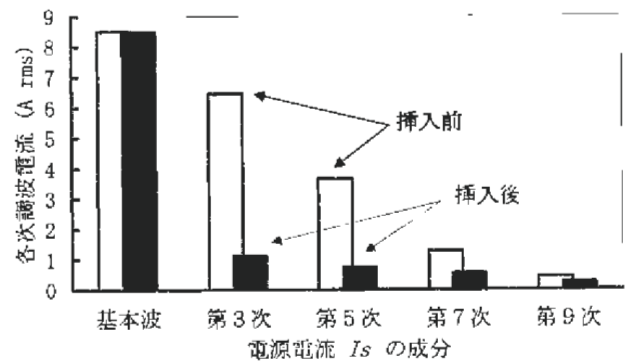


図3 AFの使用による高調波の減少

有機複合絶縁材料の電気特性の安全性評価 —FRPの貫層方向絶縁耐力試験方法—

物理工学安全研究部 市川健二, 本山建雄

1. はじめに

昨年度はガラス繊維強化プラスチック (FRP) の沿層方向 (繊維方向) 絶縁耐力試験方法を検討した。FRPの絶縁破壊強度には異方性があり, 一般に沿層方向が弱いと言われる。それ故, FRPの絶縁破壊性能としては沿層方向のそれが重要視され, 試験方法が種々検討されてきた。しかし, 絶縁材料の安全性を評価するには, 貫層方向 (ガラス繊維方向と直角の方向) のそれについても知っておくことが大切である。そこで, 今回は貫層方向の絶縁破壊試験方法について検討した。

2. 実験方法

沿層方向の絶縁破壊強度 (BDS) と比較検討する上からも沿層方向の試験方法と同様な棒-平板電極を用いた。貫層方向用の試料は, 一方向引抜FRPロッドを繊維方向にロッド中央付近でカットし, 繊維方向と直角方向から棒電極挿入のための穴をあけて作製した。ただし, 穴の形状及び深さは, 貫層方向のBDSが高いため, 電極間に挟まれる試料厚を1.0, 1.5, 2.0mm (一部試料については2.5mm) までと薄くし, 穴底は縁のエッジを多少丸めた平らな形状とした。更に, 穴の直径を1.5, 3.0, 6.0, 9.5, 14.5mmの5通りに変えて, 試料と接する棒電極底面積の影響も調査した。挿入した棒電極の直径及び先端形状は試料にあけた穴の形状と同じくし, 出来るだけ試料と棒電極の間に隙間が出来ないように構成にし, かつ, 挿入する際には沿層方向の場合と同様, ポリプロピレングリコール溶液 (誘電率 $\epsilon = 14.5$) で穴の表面を濡らした。試料及び

電極構成を図1に示す。

3. 実験結果及び考察

図2にボイドあり一方向引抜FRP試料Aについて, 棒電極の直径をパラメーターとして試料厚を1.0, 1.5, 2.0mmと変えたときのBDSを示す。これから, 試料厚が増すとBDSが小さくなる傾向があること, 棒電極の直径が1.0mmと細いとBDSは低く3.0, 6.0mmと太くなるに連れてBDSが高くなる傾向があること, しかし, 棒電極の直径が9.5mm以上 (他メーカー製の試料では棒電極の直径が6.0mm以上) になるとBDSが低下する傾向があること等が明らかになった。なお, BDSは絶縁破壊電圧 (BDV) を単純に絶縁厚で除した値である。

試料厚の増加に連れてBDSが低下する傾向は, 概に試料の体積効果によると見なすより, 電極と試料表面付近で一旦トリートが発生すると, その後のトリートは容易に進展し貫通破壊を起こすのではないかと考えられる。それ故, BDVを単純に絶縁厚で除した値のBDSを比較するのではなく, 厚さも同一にして比較する必要がある。

一方, 棒電極の直径の違いによるBDSの変化は, 直径が1.0mmのように細いと棒電極先端周囲の電界が高くなるため, トリートが発生しやすくなりBDSが低くなったものと考えられる。また, 直径が6.0mmより大きい場合のBDSが低下する理由は, 穴あけの加工上の問題と思われる節があり, ドリルで大きな穴をあける場合, 絶縁物表面上のガラス繊維がエポキシ樹脂から遊離し (特にボイドレスに作られた試料B), 表面でトリートが発生しやすい欠陥が形成されるものと考えられる。

以上のことから, 貫層方向の絶縁破壊試験の試料及び電極構成としては, 試料厚が1.5mm, 棒電極の直径が3-6mmが良いと思われる。

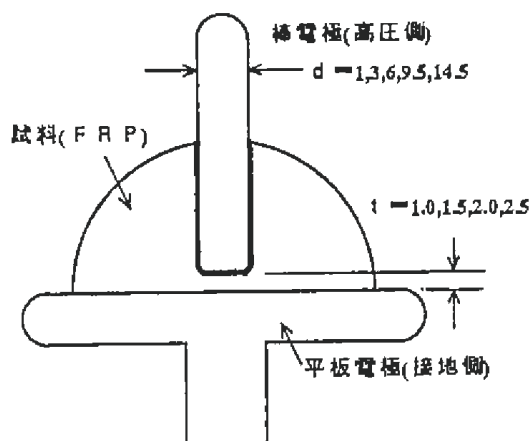


図1 試料及び電極構成

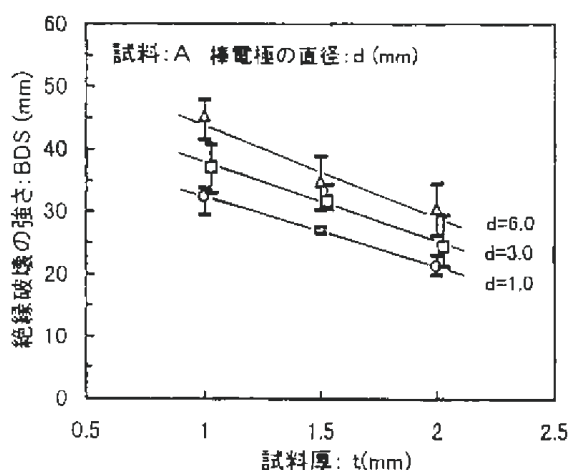


図2 貫層方向の絶縁破壊の強さ

マイグレーションによる配線板の絶縁性低下 — 周囲環境による加速性 —

物理工学安全研究部 本山建雄, 市川健二

1. まえがき

電子機器は制御機器, 計測機器として産業現場に導入されつつあり, その小型化, 高機能化に伴い, 狭ピッチの配線板が使用されるようになってきた。また, 使用雰囲気は空調の行き届いた室内だけでなく, 屋外や化学プラントなどその範囲が多様化している。このため, 電界, 表面に吸着した水分, 電解質の相互作用により配線の金属が溶けだし, 配線間に沈積して絶縁性を低下させる現象(電気化学マイグレーション)による絶縁不良が生じている。

このような絶縁不良は周囲の雰囲気依存し, 一時的に回復することもあるので, 電子機器の故障原因の解明を難しくするとともに, 災害の原因となる危険性がある。

ここでは, 配線板, 端子板等の絶縁不良による災害の防止を目的として, マイグレーション発生と周囲雰囲気関連性について検討した。

2. 実験

試験片として, 配線間距離0.16mm(4組), 0.4mm(4組), 1.0mm(3組), 2.5mm(2組), 6.3mm(2組)の15組の平行配線(平行部分50mm)からなる模擬配線板を使用した。この試験片を環境試験槽に入れ, 表1に示すような条件下で実験を行った。

EXP.1の場合, 電気化学マイグレーションの進展により配線間の抵抗が $10^7 \Omega$ 以下となる時間を測定した。サイクル試験は2つのステップ(各20分)からなり,

40°C/90%RH/10Vでは結露のため抵抗は減少し, 20°C/65%RH/10Vでは回復する。EXP.2, EXP.3の場合, 20°C/65%RH/10Vにおいて配線間の抵抗が $10^7 \Omega$ 以下となる時間を測定した。

3. 実験結果

試験後の配線間には電気化学マイグレーションによる析出物が観察された。EXP.1では変色やデンドライト状の析出物が, EXP.2では結露のため細いデンドライト状の析出物が多くみられた。EXP.3では SO_2 による腐食や硫化物の結晶が成長し, それに沿って配線金属の析出物が観察された。

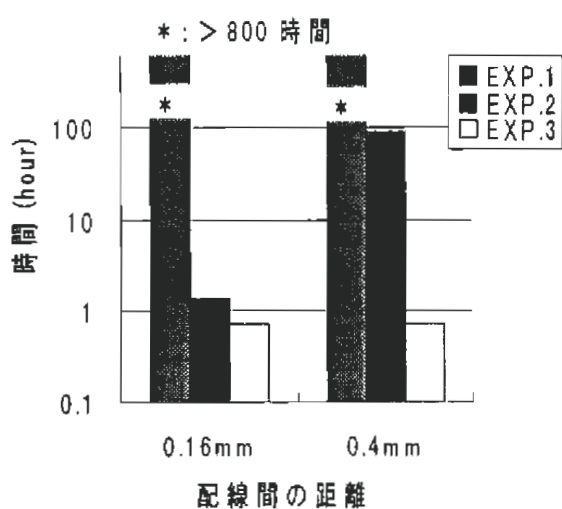
図1はガラス基材エポキシ樹脂基板および紙基材フェノール樹脂基板における結果を示しており, 配線間の抵抗が $10^7 \Omega$ 以下となる時間は恒温恒湿の条件よりも温度湿度の変化の影響および雰囲気中の SO_2 ガスの影響を強く受けることがわかる。

このように, 絶縁性の低下は結露と SO_2 ガスによって大きく加速されることから, 化学プラントなどではメンテナンスを十分に行う必要がある。

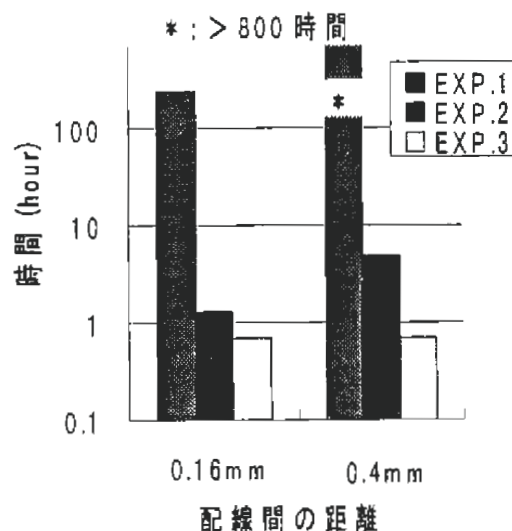
表1 マイグレーション試験条件

EXP. 1 (恒温恒湿試験)	40°C/95%RH/100V
EXP. 2 (サイクル試験: 空气中)	(20分/20°C/65%RH/10V) — (20分/40°C/90%RH/10V)
EXP. 3 (サイクル試験: SO_2 (35.5ppm)中)	(20分/20°C/65%RH/10V) — (20分/40°C/90%RH/10V)

備考 サイクル試験: 1サイクル40分



(a) ガラス基材エポキシ樹脂基板



(b) 紙基材フェノール樹脂基板

図1 配線間の抵抗が $10^7 \Omega$ 以下となる時間

作業現場における人体検出と三次元計測に関する研究—カラー特徴による作業帽の検出実験

物理工学安全研究部 呂 健
機械システム安全研究部 梅崎重夫

1. はじめに

自動倉庫等のような広大な領域を占有する機械では、作業現場にいる作業員等の位置の確認とその3次元計測が重要である。本研究は、人体画像の特徴の抽出とそのパターン認識を中心とする人体検出の方法を開発することである。画像のパターン認識の一般的な手法は、図1に示すように、1) 入力画像からその画像に関する特徴を抽出し、2) その特徴を予め設定した標準パターンの特徴とマッチング（照合）により認識を行う。画像に関する特徴としては、画像の内容によって異なるが、カラー、濃度、形状などの特徴が考えられる。ここでは、作業現場で作業員が黄色の作業帽を着用する場合について、カラーによるパターン認識で作業帽を検出する実験を行った。

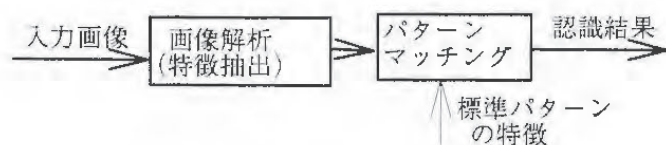


図1. 画像のパターン認識

2. 実験装置と実験方法

1) 実験装置

実験に用いた画像解析システムのブロック図を図2に示す。

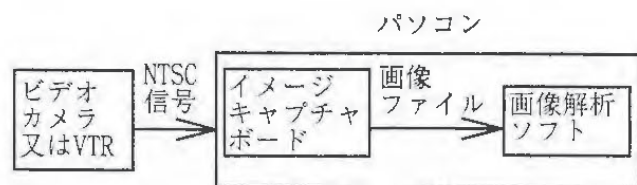


図2. 画像解析システム

2) 色表現方式

一般に画像解析システムでは、色情報を24ビットのRGB値(三つの基本色成分のRed, GreenとBlueに、それぞれ8ビットの0~255の整数値)で表す。しかし、このRGB色表現方式を用いたパターン認識法では、現場に存在する様々な物体を明確に識別できない場合も多

い。そこで、本研究では、色相H, 彩度Sと輝度Iで色情報を表すHSI表現を用いて、作業帽の検出を行った。24ビットRGB値から変換したHSIの値域は、 $H: (0, 2\pi)$, $S: (0, 1)$, $I: (0, 255)$ とする。

3) 標準パターンとしてのカラー特徴の確定

カラー特徴による作業帽のパターン認識(検出)を行うには、予めサンプル画像を解析し、標準パターンとする作業帽のカラー値の範囲の確定が必要である。そこで、図3(a)の画像をサンプルとしてヒストグラム分析を行ったところ、作業帽の各画素のHSI値は次の範囲であることが分かった。

$$H: 0.7-1.1 \quad S: 0.02-0.1 \quad I: 150-255$$

これら範囲を作業帽検出実験の標準パターンとしてのカラー特徴とした。

3. 実験結果

上記の標準パターンを使って、作業帽検出の実験を行った。実験は、図3(a)のサンプル画像だけを対象としたのではなく、他の画像も対象として実験を行った。図3(b)は他の画像の一例である。図3(a)と(b)の現場画像に対して、検出結果をそれぞれ(c)と(d)に示す。白い画素は検出した作業帽の画素であり、いずれの場合にも作業帽の位置を正しく検出したことが分かる。

現段階では実験の対象画像がまだ多くないので、正確な検出率はまだ明らかでない。また、作業帽と同じ又は近いカラーを持つ物体がある場合に、それらの物体を作業帽と誤って認識する可能性もある。したがって、作業員の検出の正確性を確保するため、今後、作業帽のカラーの特徴だけでなく、作業服のカラーの特徴及び作業帽と作業服の形状の特徴も併せて考察する予定である。

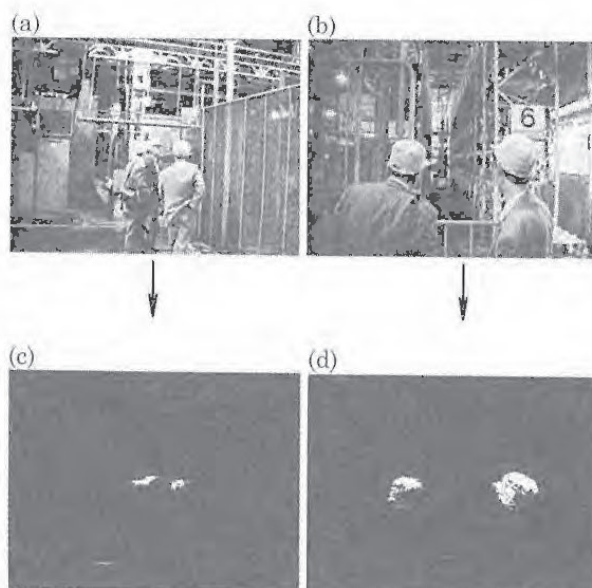


図3. 自動倉庫での現場画像と作業帽の検出結果

墜落災害の人的要因に関する質問紙調査

建設安全研究部 鈴木芳美 庄司卓郎
機械システム安全研究部 江川義之

1. はじめに

これまでの研究で、安全带等防保護具装着、開口部の安全施設設置、打ち合わせ不徹底、など墜落災害における主要な問題点が、浮かび上がっている。

このような問題点の背景要因を探るため、建設現場の作業員や職員を対象とした質問紙調査を昨年度末に実施（配布数357、回収数239、回収率66.9%）した。本調査は現在なお継続中（新規別途配布数600）であるが、本報では現在までに寄せられた239回答について、途中結果として集約し、さらに多変量統計解析等を適用して分析を行った結果の一部を報告する。

2. 分析内容

質問紙は全20設問で構成した。その内容は、フェースシート関係8問、安全带装着関係4問、開口部養生・手すり関係3問、作業上の情報伝達関係3問、作業省略・不安全行動関係2問である。これらのうち2問は自由記述型の設問であるが、他の18問は設問ごとに複数の回答項目から該当項目に○印をつける（回答項目数指定）選択肢回答型の設問とした。

選択肢型設問の回答に対する分析には、集計結果に対して多変量統計解析手法を適用し、背景因子の抽出等を試みた。また、自由記述型設問の回答に対してはKJ法を用いた回答内容の類型化などを行った。

3. 分析結果

3-1 単純集計の結果

前述のような選択肢回答型設問に対する回答の単純集計結果の例として、「設問7:開口部に設置された手すりを取り外すのはどのような場合か」に関する結果を図1に示す。開口部の手すりを取り外すのは、作業の邪魔（回答割合91%）、一時的な取り外し（同74%）、他者からの要望（同48%）に回答が集中した。

この結果は、例えばビル建築工事のように工程上多くの作業が並行して進められる現場状況が如実に反映されたものであり、実際に異業者（作業員）間での作業の輻輳・競合から、手すりを（一時的に）取り外すようなことは少なくなく、災害事例に照らしてもく手すりが作業の邪魔になるため、一時的に取り外し、それが周知されないか放置されたため事故に結びついた事例は多い。

3-2 多変量統計解析結果の例

選択肢回答型の設問への回答結果に対しては、設問

ごとにあるいは複数の設問を併せて、多変量統計解析を適用し、回答の背景に考えられる因子抽出を試みた。図2はその一例で、「設問2:安全带を使用しない場合はどんな場合か」に対する主成分分析の結果である。この場合には、「作業の能率因子(因子1: X軸)」「作業員の心理・生理的因子(因子2: Y軸)」が背景要因として読み取れることが判る。

3-3 自由記述回答の分析結果の例

自由記述型設問に対する回答には予想を上回る回答が寄せられ、その内容は多種多様であるが建設的な意見も多かった。そこで、これらに対しては、KJ法により回答内容を幾つかへの集約分類を試みた。表1は「設問4: どうすれば皆が安全带を使うようになるか」に対する諸回答をまとめた結果である。

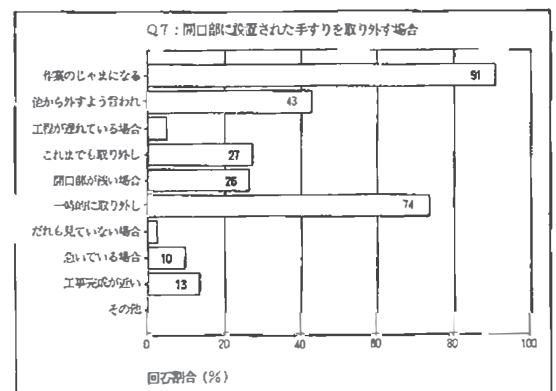


図1 開口部手すり取り外しに関する回答集計結果

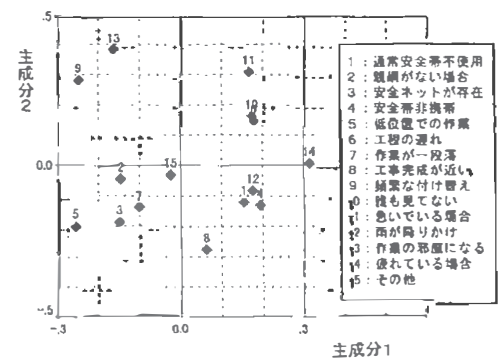


図2 安全带不使用に対する回答結果の主成分分析例

表1 安全带使用に対する自由記述回答内容の集約

大分類	回答数(割合%)
1. 組織/管理者による管理の強化	50 (23.6%)
2. 作業員同士の相互管理	15 (7.1%)
3. 自発的対策が重要	19 (9.0%)
4. 安全教育の充実が必要	46 (21.7%)
5. 作業環境の改善	55 (25.9%)
6. 業界構造に関する問題の解消	12 (5.7%)
7. その他	15 (7.1%)
合計	212 (100%)

高所作業に及ぼす心理的負担要因の解明と作業改善に関する研究

機械システム安全研究部 江川義之

1. 実験目的および方法

仮設足場を歩行する時、適切な作業床幅を調べるため、その幅を変化させて歩行形態を調べた。

作業床幅は240と500mmを用い歩行させた。歩行時に筋電位とビデオ計測を行なった。

筋電位を計測するための電極は足の脛の外側にある筋肉（前頭骨筋）に貼付した。この筋肉は遊脚期（足の裏が床から離れている時期）に高い電位を示す筋肉である。さらに、この遊脚期において2つのピークを示し、ひとつは足を蹴り出す直後に現れ、もうひとつは着地時に現れる。赤ん坊が歩き始めた時にヨチヨチと歩きにくそうな歩行形態を示すが、この筋電位を計測すると遊脚期に前頭骨筋の電位が高く、蹴り出しと着地力が弱いため2つのピークが現れない。すなわちこの筋肉の筋電図は歩きにくさを示す指標である。

2. 実験結果および考察

図1に作業床歩行時の筋電図を示す。層高さの変化において筋電波形の相違は観察されないが、作業床幅の変化において幅500mmより240mm歩行時に前頭骨筋の電位が高い。

図2にビデオ撮影より観察された遊脚期の足の運び方を示す。作業床幅500mm歩行時においては、左右の足を真っ直ぐ前方に踏出すことが可能であるが、

240mm歩行時においては、左右の足を真っ直ぐ踏出すことが出来ず、迂回させて踏出していた。

日本人の平均足幅は約105mmあり、左右の足を隙間なく合せたとき約210mmになる。さらに歩行時には左右の足を105mm程度はなして歩いている。そのため図2に示したように作業床幅240mm歩行時には足を迂回せざるを得なくなり、迂回時には足の裏は作業床上にはない。これが図1に示した240mm歩行時に前頭骨筋の電位が高く計測された原因と考察され、この筋肉（前頭骨筋）に負担がかかっている。この負担を軽減するための作業床幅は、最低でも400mmは必要であると考察する。

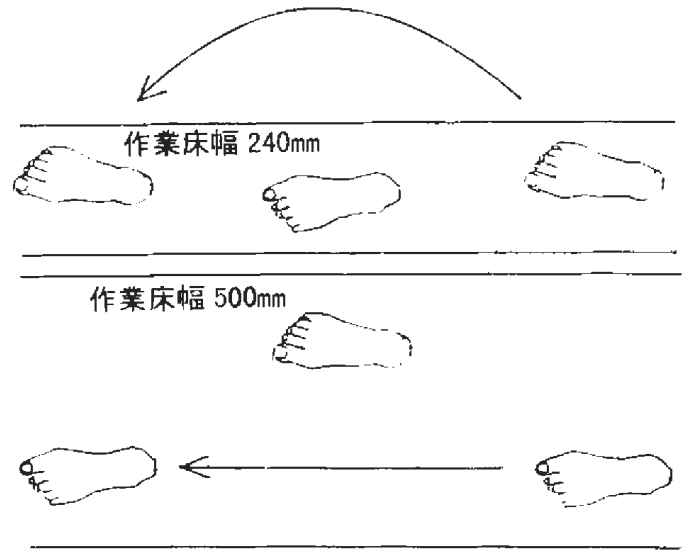


図2 作業床幅による歩行形態の相違

層	作業床幅	筋電波形
6層	500mm	
	240mm	
4層	500mm	
	240mm	
2層	500mm	
	240mm	

図1 歩行形態による筋電位の変化

建設業におけるコミュニケーション・エラーによる災害事例の分類に関する研究

機械システム安全研究部 江川義之, 深谷 潔
建設安全研究部 花安繁郎, 鈴木芳美, 庄司卓郎

1. はじめに

産業現場でのコミュニケーションは、様々な形態で行われているが、それがうまくいかず発生した災害が見られる。そこで建設業における災害事例集から、コミュニケーション・エラーによる災害事例を抽出して、それら事例の分類およびモデル化を試みた。

2. 研究方法

災害事例集からコミュニケーション・エラーが原因で発生したと思われる事例の抽出を行なった。コミュニケーション・エラーとは、コミュニケーションを行なったが内容がうまく伝達されなかったことと、コミュニケーションを採っていれば災害を生じなかったが、それを採らなかったために災害に至ったこととした。

これら災害事例について、数量化Ⅲ類分析を行ない、モデル化の検討を行なった。

3. 研究結果

建設業における災害事例372事例を調べたところ、約40例(10.8%)はコミュニケーション・エラーに基づく災害であった。図1に災害事例の数量化Ⅲ類分析結果を、図2に災害形成要因項目の数量化Ⅲ類分析結果を示した。

図1に示した各モデルについて災害事例を詳読する

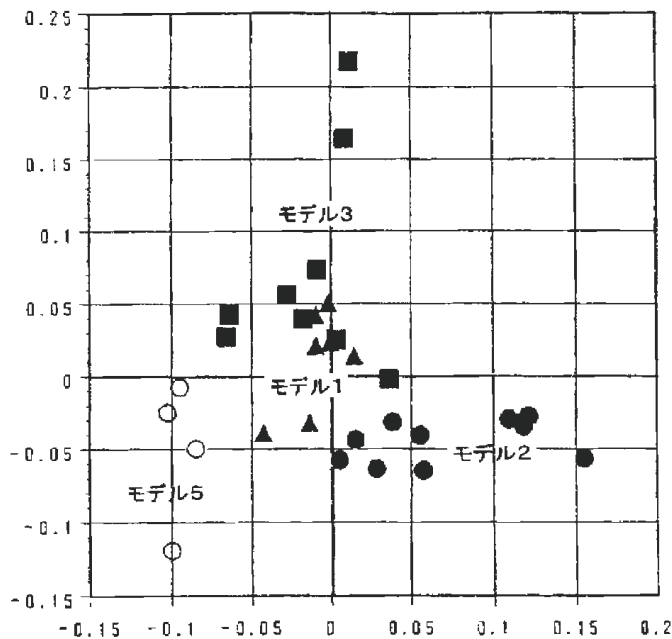


図1 コミュニケーション・エラーによる 災害事例の数量化Ⅲ類分析結果

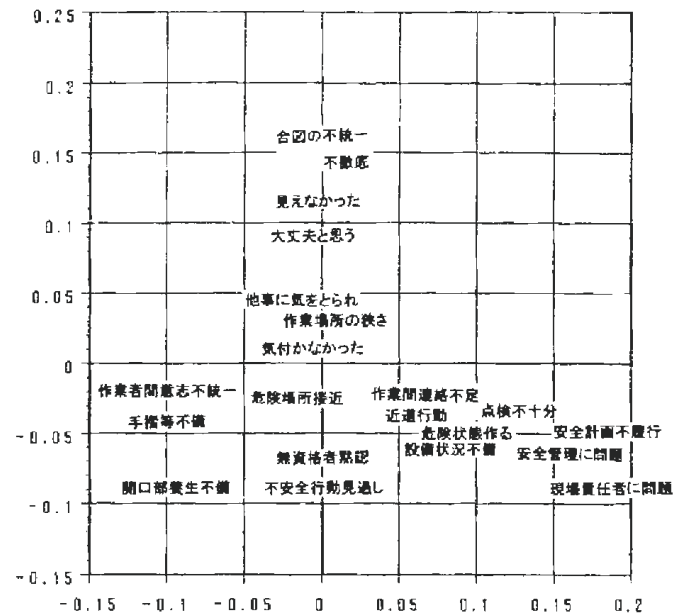


図2 災害形成要因項目の数量化Ⅲ類分析結果

と次のことが明らかになった。

コミュニケーション・エラーに基づく災害は、「場所」「時間」「作業目的」の3アイテムで分類可能であった。すなわち、災害原因を作った作業者の「場所」「時間」「作業目的」と、被災した作業者の「場所」「時間」「作業目的」が(同一=0)か(異なる=1)かを指標としてモデル化が可能であった。以下、災害事例の多いモデル1と2について、各アイテムの関係と代表的災害事例を示す。

表1 モデルと「場所」「時間」「作業目的」の関係

モデルの種類	時間	場所	作業目的
モデル1	0	0	1
モデル2	1	0	1

「同一」=0 「異なる」=1

【モデル1の災害事例】

移動式タワー上で天井の配管作業をしていた時、バックして来た荷を運搬中のフォークリフトが、タワーに衝突し、配管作業者がタワーより墜落した。

災害を生じた場所および時間は同一であるが、作業目的は配管作業と荷運搬作業で異なる事例。

【モデル2の災害事例】

前日の作業で足場番線を切る必要が生じたため、番線が切ってあった。当日それを知らぬ運搬作業者が、その足場上を歩いて墜落した。

災害を生じた場所は同一であるが、時間(前日と当日)と作業目的(足場番線を切る必要があった作業と運搬作業)が異なる事例。

2.4 研究成果の発表

1) 誌上发表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
応力集中係数および応力拡大係数の決定のための熱弾性効果の適用	産業安全研究所研究報告 NIIS-RR-97(1998)	橋内 良雄 本田 尚 佐々木哲也
人間特性を考慮したロボット設計のための人体痛覚耐性値の評価	同上	池田 博康 杉本 旭
建設工事における墜落災害の人的要因に関する多変量統計解析	同上	鈴木 芳美 臼井伸之介 江川 義之 庄司 卓郎
深層混合処理工法により改良された複合地盤の盛土荷重に対する安定性	同上	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡
遠心模型実験における一段式アンカー土止めの掘削に伴う変形・崩壊挙動	同上	豊澤 康男 堀井 宣幸 玉手 聡
マグネシウム及びその合金の粉じん爆発危険性	同上	松田 東栄
有機溶媒の反応危険性に関する研究(第2報) —エピクロロヒドリンとジメチルスルホキシドとの混合液の反応機構—	同上	安藤 隆之
不安定物質の熱分解における活性化エネルギーの評価	同上	大塚 輝人
電気化学マイグレーションによる配線板の絶縁低下	同上	本山 建雄 市川 健二
帯電粉体のシミュレーションと静電気危険性評価 爆発・火災災害の統計分析	同上 産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.15	大澤 敦 板垣 晴彦
土木技術者のための安全衛生管理Q & A 安全性とカテゴリー	土木施工, Vol.38, No.4, 91~95 安全, Vol.48, No.4, 8~9	花安 繁郎 杉本 旭
死亡災害の背景要因とその基本的な対策の方向	労働時報 1997.6, 8~11	永田 久雄
コンクリート圧送時に足場に作用する荷重等について	仮設機材マンスリー, No.151, 1997, 4,2~3	河尻 義正
欧州における機械安全事情	安全衛生コンサルタント, 1997 Vol.17, No.42, 42~45	梅崎 重夫
ハイヒール歩行の危険性について	靴の医学, Vol.10, 20~24, 1996	永田 久雄
Suppression of Incendiary Discharges Occuring between Electrified Liquid & Earthed Conductor	Journal of Electrostatics, 40&41 (1997) 535-540	T.Kodama Y.Tabata
Safety Evaluation of Anti-static Flexible Intermediate Bulk Container Having Non-conductive Inner Bag	Journal of Electrostatics, 40&41 (1997) 541-546	T.Kodama S.Yamaguma Y.Tabata
動く歩道・エスカレーターの非常停止方法に関する研究	日本建築学会計画系論文集, 第499号 97-103	永田 久雄 他機関共同

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
電磁ノイズによる障災害と対策	安全衛生コンサルタント 1997, Vol.17, No.43, 29~34	冨田 一
天井クレーンの経年損傷と疲労強度評価—経年損傷の状況—	クレーン'97, Vol.35, No.8, 2~5	橘内 良雄 前田 豊 吉久 悦二
追従型搬送台車の安全制御システム	日本機械学会論文集C編, 63巻 614号1997-10月, 3424~3431	杉本 旭 池田 博康 他機関共同
痛覚耐性値に基づく安全な人間の接触検出および停止機能を有するロボットシステム	日本機械学会論文集C編, 63巻 614号1997-10月号, 3552~3557	池田 博康 杉本 旭 他機関共同
天井クレーンの経年損傷と疲労強度評価 —応力スペクトルの測定と疲労強度—	クレーン, Vol.35, No.11, 2~6	橘内 良雄 前田 豊 吉久 悦二
General Characteristics of a Newly Developed Bipolar Static Charge Eliminator	Journal of Electrostatics 42(1997)193-202	Y.Tabata T.Kodama W.L.Cheung
作業者の帯電による静電気障災害事例	OHM '97/11, 34-37	山隈 瑞樹
作業者の帯電防止対策の3原則	OHM '97/11, 38-42	児玉 勉
静電気障災害に関連した国際規格とその意義	OHM '97/11, 57-60	大澤 敦
静電気のはなし①	安全衛生のひろば, 38-11, 42-43	児玉 勉
静電気のはなし②	安全衛生のひろば, 38-12, 42-43	児玉 勉
Interpretation of Direct Shear Box Testing of Sands as Quasi-Simple Shear	Geotechnique, 47, No.4, 769~790	S.Tamate et al.
Fatigue Strength of Gusset Welded Joints Under Simulated Program Loading of Overhead Travelling Crane	JSME International Journal, Vol.41, No.1, 112~120	Y.Kitsunai Y.Maeda E.Yoshihisa
人体帯電防止用床の性能評価方法に関する研究	日本建築学会構造系論文集, 第501号, 25-31, 1997年11月	田島 泰幸 他機関共同
ボイラーにおける技術のパラダイムシフト 墜落災害の背景にあるヒューマンファクターの研究	ボイラ研究 第286号, 2-3, 安全衛生コンサルタント, Vol.18, No.45, 44~47	田島 泰幸 江川 義之
すべり事故防止に関する日仏間の国際共同研究を通して	セイフティ・ダイジェスト, Vol.43, No.11, 35~38	永田 久雄
米国OSHAにおける自主的安全衛生管理プログラム(VPP)及び最近の政策動向について	安全工学, Vol.37, No.1, (1998) 45~52	花安 繁郎
断続騒音の大きさの評価と等価騒音レベルの関係 梁式型枠支保工の支点としての合板型枠の強度 重大災害から学ぶ	人間工学, Vol.33, No.6, 371~378 仮設機材マンスリー, No.162, 6~7 安全, Vol.49, No.3, 50~51	江川 義之 河尻 義正 高梨 成次

2) 口頭発表 (国内)

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
加速刺激に対する立位姿勢の安定性に関する研究 (その6) 加速刺激の波形の相違が姿勢反応におよぼす影響	日本人間工学会第38回大会	9.5.18	永田 久雄 他機関共同
墜落災害の背景にあるヒューマンファクターの研究 -足場条件に関する検討-	同上	5.18	江川 義之
墜落災害の背景にあるヒューマンファクターの研究 -災害調査記録書の分析-	同上	5.18	江川 義之 鈴木 芳美 他機関共同
ロボット適用の拡大と新しい安全の秩序化	機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 '97	6. 7	杉本 旭
ロボットコントローラへ適用される自己故障診断機能の安全性評価	同上	6. 7	池田 博康
空気圧アクチュエータのイン칭ングによる位置決め	同上	6. 7	杉本 旭 他機関共同
E R 拮抗回転駆動式アクチュエータの位置保持特性に関する研究	同上	6. 7	杉本 旭 他機関共同
制御による事故回避のための新しい安全の秩序化	第27回安全工学シンポジウム	7. 3	杉本 旭
遠心模型実験による土止め崩壊災害の発生メカニズムの解明	同上	7. 3	豊澤 康男 堀井 宣幸 玉手 聡
剪断力を考慮したくさび結合式型枠支保工の座屈強度	同上	7. 3	大塚 勝利 河尻 義正 他機関共同
フレキシブルコンテナによる粉体取扱時の静電気安全評価	同上	7. 3	児玉 勉 山隈 瑞樹 他機関共同
可燃性ミストの着火エネルギー	同上	7. 4	松井 英憲 大塚 輝人
エピクロロヒドリン・DMSO溶液の熱安定性 (その2)	同上	7. 4	安藤 隆之
攪拌条件が発熱化学反応の速度に及ぼす影響	同上	7. 4	藤本 康弘
不安定物質の熱分解における活性化エネルギーの評価	同上	7. 4	大塚 輝人
プレス用光線式安全装置の伝導性ノイズに対する耐性	同上	7. 4	富田 一
兵庫県南部地震によるクレーンの被害調査結果	同上	7. 4	橋内 良雄 前田 豊

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
地盤破壊による移動式クレーンの転倒に関する一考察	第32回地盤工学研究発表会	7.15	玉手 聡 堀井 宣幸 他機関共同
遠心模型実験による控え矢板を有する土止めの崩壊メカニズムの検討	同上	7.15	豊澤 康男 堀井 宣幸 他機関共同
関東ローム地盤の支持力実験における地盤内変形の観察	同上	7.17	玉手 聡 堀井 宣幸 他機関共同
深層混合処理の位置が軟弱地盤改良効果に与える影響	同上	7.17	堀井 宣幸 豊澤 康男
クレーンの耐震解析と非線形有限要素法	日本機械学会分科会	7.16	玉手 聡 他機関共同 前田 豊 本田 尚
建設用タワークレーンの耐震性に関する基礎的研究	第24回地震工学研究発表会	7.24	大幢 勝利 河尻 義正 他機関共同
タワークレーンへの簡易な加振方法について	第6回交通・物流部門大会	8.1	橋内 良雄 前田 豊 吉久 悦二 河尻 義正 大幢 勝利
天井吊り下げ移動装置の安全確認システム	平成9年度電気学会電子・情報システム部門大会	8.29	杉本 旭 他機関共同
電源線ノイズフィルタの低周波域における減衰特性とコイル特性との関係の検討	平成9年度(第15回)電気設備学会全国大会	9.5	山野 英記 富田 一 市川 健二 本山 建雄 他機関共同
温湿度サイクル試験雰囲気中でのイオンマイグレーション発生に及ぼすSO ₂ の影響	誘電・絶縁材料研究会	9.9	本山 建雄 市川 健二
遠心模型実験による既設杭近接掘削の影響に関する基礎的研究	第52回土木学会年次学術講演会	9.10	豊澤 康男 堀井 宣幸 他機関共同
切断砥石の強度評価法に関する一考察	ABTEC'97 1997年度砥粒加工学会学術講演会	9.10	桑川 壮一
空気圧バランスシステムの位置保持の性能向上に関する研究	第15回日本ロボット学会学術講演会	9.12	杉本 旭 他機関共同

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
天井吊り下げ型自由移動装置のインターロック	第15回日本ロボット学会学術講演会	9.12	杉本 旭 他機関共同
建設工事墜落災害の背景要因に関する数量化分析	第52回土木学会年次学術講演会	9.12	鈴木 芳美 江川 義之 他機関共同
災害被害規模の構造変化に関する研究	同上	9.12	花安 繁郎
鋼体振り子モデルによる建設用タワークレーンの振動特性	同上	9.12	河尻 義正 大嶋 勝利 他機関共同
建設工事用タワークレーンの自由振動実験	1997年度日本建築学会大会	9.14	河尻 義正 大嶋 勝利 他機関共同
IWR Cワイヤロープの内部損傷促進因子について(第3報) グリース不足および清水環境の影響	平成9年度資源・素材関係学協会合同秋季大会	9.25	田中 正清
完全変分型分子軌道法を用いた「計算科学的シミュレーション」の試み(4) 水素結合から陽電子結合への可能性についての考察	日本物理学会秋季分科会	10. 8	大塚 輝人 他機関共同
ER流体を利用した制御サーボ方式におけるビンガム因子の影響	第45回レオロジー討論会	10. 9	杉本 旭 他機関共同
Vibrating Minimum Ignition Energy Measurement System	第21回静電気学会全国大会国際セッション	10.16	児玉 勉 山隈 瑞樹 W.L.Cheung
Particle-in-cell Simulation of Charged Powder in Vessel	同上	10.16	大澤 敦
メタン・酸素混合ガスにおける放電着火の時空間分解発光・分光速度	第35回燃焼シンポジウム	11.22	大澤 敦
ジルコニウム粉じんの発火特性	第30回安全工学研究発表会	11.27	松田 東栄 他機関共同
タンタル粉じん発火事故原因について	同上	11.27	山隈 瑞樹 松田 東栄
自己発熱性物質の経時温度変化予測手法の開発	同上	11.27	大塚 輝人
粉体の最小着火エネルギー測定における放電条件の影響	同上	11.27	児玉 勉 山隈 瑞樹 他機関共同
FMEAを用いた故障解析シミュレーターの開発	同上	11.27	梅崎 重夫 杉本 旭 他機関共同

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
抑制剤を噴射した場合の管内伝ば火炎の 消炎挙動	第30回安全工学研究発表会	11.28	八島 正明 松井 英憲
粉体取扱時の災害事例紹介と原因調査実 験	静電気障災害シンポジウム	12.12	山隈 瑞樹
機械安全に関するリスクアセスメント規 格	電子情報通信学会第2回安全問題研 究会	12.19	糸川 壮一
プロトンダイナミクスのための動的拡張 型分子軌道法の開発	日本化学会第74回春季年会	3.28	大塚 輝人
溶接継手の疲労強度に及ぼす板厚および ガセット寸法の影響	日本機械学会第75期通常総会講演 会	3.31	橋内 良雄 本田 尚

3) 国際研究集会口頭発表

題 目	発 表 会	発表年月日	発 表 者
Safety Evaluation of Anti-static FIBC Having a Nonconductive Inner Bag	Colloquium on Electrostatic Hazards in Powder Handling with FIBC Standards, Measurements and Studies, London, UK	9.4.17	T. Kodama
Suppression of Incendiary Discharges Occurring between Electrified Liquid and Earthed Conductor	8th International Conference on Electrostatics, Poitiers-Futuroscope, France	6.8	T. Kodama Y. Tabata et. al.
Safety Evaluation of Anti-static Intermediate Flexible Bulk Container Having Non-conductive Inner Bag	8th International Conference on Electrostatics, Poitiers-Futuroscope, France	6.8	T. Kodama Y. Tabata M. Yamaguma et. al.
New Device for Studying Postural In-stability under Acceleration Distur-bance	13th International Symposium on Control Posture & Gait, Paris, France	6.22-26	H. Nagata
Comparison of Postural Instability under Sine-, Rectangular- or Triang-ular-Shaped Acceleration Disturbance	13th International Symposium on Control Posture & Gait, Paris, France	6.25	H. Nagata
Predictive Model of After Nap Performance of Visual Perception by Three Components, Sleep Length, Prior Awake Time and Circadian Phase	New Challenges for the Organization of Night and Shiftwork X III International Symposium on Night and Shiftwork Kirkkonummi, Finland	6.24	T. Shoji
Safety Study on Emergency Stopping Methods for Moving Walkways and Escalators	International Ergonomics Association 13th Triennial Congress, Tampere, Finland	7.1	H. Nagata
Fretting Fatigue Strength of SNCM 439 Steel	International Conference on Materials and Mechanics'97, Tokyo, Japan	7.20	M. Kamaraj Y. Kitsunai
Application of Thermoelastic Effect to Determination of Stress Intensity	International Conference on Materials and Mechanics'97, Tokyo, Japan	7.22	Y. Kitsunai T. Honda
A Study on Electro-Rheological Motion Control Using an Antagonistic Rotary Actuator	International Conference on Electro-Rheological Fluids, Magneto-Rheological Suspensions and The Applications, Yonezawa, Japan	7.24	N. Sugimoto et. al.
Proposal on Test Methods for Measuring Breakdown Strength of Composite Insulating Materials	10th International Symposium on High Voltage Engineering Montreal, Canada	8.27	K. Ichikawa
Influence of Stirring on Exothermic Rate of Liquid-liquid Reactions	8th RC User Forum Europe Lugano, Switzerland	11.6	Y. Fujimoto
Case Study of Accident due to Lateral Buckling of a Composite Girder Bridge during Demolition	7th International Conference on Structural Safety and Reliability, ICOSSAR '97 Kyoto, Japan	11.24	K. Ohdo S. Hanayasu

題 目	発 表 会	発表年月日	発 表 者
Parameter Estimation of Frequency Magnitude Curve of Natural Disasters and Construction Accidents	7th International Conference on Structural Safety and Reliability, ICOSSAR '97 Kyoto, Japan	11.24	S. Hanayasu et. al.

4) 著 書

書 名 等	著 者 名	出 版 社 名
家庭の防災知災「150感電事故防止」「151感電したとき」 火災便覧第3版「フレームアレスターによる火炎伝ばの防止」 信頼性ハンドブック「事故発生に関する確率・統計解析」 機械工学事典分担執筆「フラクトグラフィ他」 機械安全の国際規格とCEマーキング 1.4 リスクアセスメントの原則 2.6 機械から放出される危険物質による健康へのリスクの低減 2.7 機械から放出される危険物質による健康へのリスクの低減 3.1 ガード一固定式及び稼働ガードの設計と構造に関する一般 要求事項	山野英記 林 年宏 花安繁郎 橘内良雄 桑川壮一	新日本法規出版株式会社 (社)日本火災学会 日本信頼性学会 日本機械学会 (財)日本規格協会

第3章 関連業務

3.1 産業安全研究所主催行事

(1) 特別展及び特別講演会

当研究所の研究成果は、産業安全研究所研究報告等として発表する一方、学協会等における誌上・口頭発表により公表しているが、そのほかに、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、当所附属の産業安全技術館において、特別展と銘打って一定期間展示を行うとともに、期間中に講演会を開催して、研究成果の発表や安全技術情報の提供を行っている。

平成9年度には「機械安全技術の最近の動向とフェールセーフの実際」をメインテーマとして、10月1日～11月28日に大阪の産業安全技術館において、また、1月12日～3月31日には東京の産業安全技術館において、特別展を開催するとともに、10月22日には大阪中央労働総合庁舎大講堂において、また、2月4日には産業安全会館講堂において次の演題により講演会を開催し、両会場合わせて262名の参加者があった。

- | | | |
|--------------------------|-------------|-------|
| 1) 機械安全の基本と技術基準の動向 | 機械システム安全研究部 | 桑川 壮一 |
| 2) 機械プレスの安全に関する欧州規格の構成 | 機械システム安全研究部 | 梅崎 重夫 |
| 3) 機械制御装置の電磁ノイズ対策 | 物理工学安全研究部 | 富田 一 |
| 4) 工作機械制御回路のフェールセーフ化手法 | 機械システム安全研究部 | 杉本 旭 |
| 5) コンピュータによる安全制御とフェールセーフ | 機械システム安全研究部 | 池田 博康 |
| 6) 総合討論：機械安全の現状と展望 | | |

(2) 研究効率化専門家会議

当研究所においては、研究業務を効率的に推進するために、学識経験者、研究者、企業の安全実務者等から構成される専門家会議を設置し、研究体制、研究課題等について検討を重ねている。

平成9年度には、前年度に引き続き、下記委員よりなる「物理工学の分野で取り組む研究のあり方の検討会議」を6回開催した。審議の結果は近く報告書としてとりまとめられる予定である。

- | | | |
|-----|-------|-----------------------------|
| 委員長 | 川口 邦供 | (社)産業安全技術協会 会長 |
| 委員 | 合原 一幸 | 東京大学工学部 教授 |
| 同 | 柿倉 正義 | 東京電機大学工学部 教授 |
| 同 | 門谷 建蔵 | 日立化成工業(株)山崎工場 主管技師長 |
| 同 | 佐藤 吉信 | 東京商船大学商船学部 教授 |
| 同 | 竹谷 是幸 | 中立電機(株) 専務理事 |
| 同 | 仁田 周一 | 東京農工大学工学部 教授 |
| 同 | 蓬原 弘一 | 日本信号(株)技術研究センター 安全技術研究室長・理事 |

(3) 外部研究評価会議

当研究所においては、平成7年に制定された科学技術基本法及びこれを受けて策定された科学技術基本計画の趣旨に従い、外部の専門家に当研究所の国立研究機関としての役割と研究課題について評価をして頂き、これらの結果を今後の研究所の運営・研究管理に反映させることを目的に平成9年度から「外部研究評価会議」を設置した。平成9年度は、下記委員から構成される会議を開催した。審議の結果は報告書としてとりまとめられる予定である。

- | | | |
|-----|-------|--------------------|
| 委員長 | 長田 英世 | (社)火薬学会 会長 |
| 委員 | 安達 洋 | 日本大学理工学部海洋建築工学科 教授 |

同	奥村 幾正	大同信号(株)信号事業部 研究開発センター長
同	黒田 勲	早稲田大学人間科学部健康科学科 教授
同	小林 英男	東京工業大学工学部機械宇宙学科 教授
同	重松開三郎	(株)重松製作所 取締役社長
同	末岡 徹	大成建設株式会社技術研究所 土質研究室 主席研究員
同	中村 英夫	日本大学理工学部電子工学科 教授
同	西川 康二	高圧ガス保安協会 教育事業部長
同	村田 雄司	東京理科大学理工学部電気工学科 教授

(4) 所内講演会

当研究所の研究員全員が参加する研究討論会においては、研究の活性化を図るために、研究所外から各分野の専門家を講師として招いて講演会を開催している。平成9年度には下記の講演会を開催した。

平成10年1月20日 「リスクマネジメント手法を用いた安全の推進とその課題」

(株)三菱総合研究所総合安全研究センター 政策工学研究部長 野口和彦氏

平成10年2月10日 「英国健康安全研究所の紹介」

英国健康安全庁健康安全研究所 上席主任研究員 T. J. Snee

平成10年2月10日 「電磁界中での生体反応」

ブタペスト工科大学 電気情報工学部教授 I. Berta

3.2 行政機関等に対する協力

1) 災害調査等における協力

行政機関等名称	協 力 事 項	年月日	氏 名
福島労働基準局	昭和キャボットスーパーメタル(株)東長原工場において発生した労働災害調査	7.28	松田 東栄 山隈 瑞樹
広島労働基準局	スカイレール工事用台車逸走激突事故災害調査	8.7	吉久 悦二
北海道労働基準局	橋梁落下災害調査	9.3	河尻 義正 高梨 成次
愛知労働基準局	名古屋東山ビルガス爆発災害事故調査	9.11	安藤 隆之 八島 正明
船橋労働基準局	移動式クレーンジブ折損事故の原因調査	9.16	橋内 良雄 前田 豊 本田 尚
労働省	土石流災害調査および復旧工事状況視察	9.24	堀井 宣幸 豊澤 康男
大分労働基準局	産業廃油処理工場における爆発火災災害原因についての現地調査	10.29	松井 英憲 水谷 高彰
岡山労働基準局	廃棄処理施設爆発災害調査	11.6	板垣 晴彦
徳島労働基準局	造船所爆発災害調査	11.8	板垣 晴彦

2) 委員会活動等における協力

行政機関等名称	協 力 事 項	氏 名
労働省	大規模建設工事計画審査委員会委員 大規模建設工事に係る審査委員による現地調査の参加 労働安全衛生コンサルタント試験専門委員	河尻 義正 河尻 義正 研究員 6名
通産省	化学物質安全性予測基盤の確立に関する研究運営委員会 第2回化学物質安全性予測基盤の確立に関する研究運営委員会	安藤 隆之 安藤 隆之
人事院	安全専門委員	田島 泰幸
科学技術庁	「高齢社会における製品・生活環境等のユニバーサル化に関する研究」の総合推進委員会	橋内 良雄
消防庁	危険物の輸送、貯蔵取扱いに関する安全国際ワークショップ Scientific Committee委員会	松井 英憲

3) 研修講師派遣等による協力

行政機関等名称	講演課題等	年月日	氏名
労働研修所	工学の基礎知識（力学）	9. 5.19	永田 久雄
労働研修所	工学の基礎知識（化学）	5.21	安藤 隆之
三田労働基準監督署	人間特性から見た労働災害防止	6.11	永田 久雄
三重労働基準局	安全確認型で職場の安全を考える	6.24	杉本 旭
労働研修所	自動化と安全	7.23	杉本 旭
労働研修所	電磁ノイズ対策	7.24	富田 一
岡山労働基準局	化学工業における爆発・火災の防止	8.19	松井 英憲
川口労働基準監督署	爆発火災の災害事例にみる安全管理上の問題点	10.22	松井 英憲
科学警察研究所	機械構造物の破壊について	10.27	橋内 良雄
労働研修所	電気災害の防止対策	10.1.28	山野 英記
労働研修所	仮設構造物の強度計算（Ⅰ）	2.26	永田 久雄
労働研修所	仮設構造物の強度計算（Ⅱ）	2.26	河尻 義正
岡山労働基準局長	小規模掘削溝の崩壊メカニズム	3.12	豊澤 康男

4) その他

行政機関等名称	協力事項	年月日
労働省	労働基準局安全衛生部計画課松野調査官が当所研究業務視察のため来所。	9. 5.30
労働省産業医学総合研究所	桜井所長，中村企画調整部長，西村庶務課長が当所研究業務視察のため来所。	6.24
労働研修所	地方産業安全専門官産業安全専門（Ⅱ）の研修生25名が研究施設を視察。	7.23
労働省	労働基準局安全衛生部尾添安全課長が当所研究業務視察のため来所。	9.30
労働省	労働基準局安全衛生部計画課佐々木調査官が当所研究業務視察のため来所。	10.28
大阪地方検察庁	日浦教養課長ほか1名が労働安全衛生法違反事件捜査参考のため当所研究施設を視察。	10. 1.14
山形労働基準局	山崎安全衛生課長ほか1名が業務研修のため当所研究施設を視察。	1.21
栃木労働基準局	栃木労働基準局労災防止指導員の一行12名が研修のため当所研究施設を視察。	2.21
自治省消防庁消防研究所	消防研究所が開催する「エネルギー物質の危険度評価に関する国際ワークショップ」の技術見学会の一行40名が当所研究施設を見学。	3.12

3.3 外部機関との協力

1) 学協会の委員会活動等への協力

学協会への協力としては、産業安全に関する調査・研究、規格・基準作成の委員会活動等に参加して当研究所の研究成果を反映するなど、学術・技術の面で学協会等の事業に協力しており、平成9年度には主として以下の学協会等に協力した。

○学会・協会

安全工学協会、応用物理学会、火薬学会、高圧ガス保安協会、資源・素材学会、静電気学会、電気学会、電子情報通信学会、電気設備学会、土質工学会、土木学会、日本化学会、日本火災学会、日本学術会議、日本機械学会、日本靴医学会、日本建築学会、日本材料学会、日本心理学会、日本騒音制御工学会、日本人間工学会、溶接学会

○防災関連団体

仮設工業会、建設業労働災害防止協会、鉱業労働災害防止協会、合板仮設安全技術協会、産業安全技術協会、中央労働災害防止協会、東京労働基準協会連合会、日本クレーン協会、日本ボイラ協会、日本労働安全衛生コンサルタント会、安全衛生技術試験協会、産業安全コンサルタント協会

○その他の団体

宇宙開発事業団、エネルギー総合工学研究所、海洋科学センター、神奈川県工業技術研修センター、原子力安全システム研究所、鋼材倶楽部、四国地区電力需要者協会、損害保険料率算定会、電気絶縁材料工業会、日本海事検定協会、日本化学工業協会、日本機械工業連合会、日本橋梁建設協会、日本工作機械工業会、日本鋼索工業会、日本材料試験技術協会、日本産業機械工業会、日本産業用ロボット工業会、日本鍛圧機械工業会、日本電気協会、日本電気技術者協会、日本電機工業会、日本電設工業協会、日本能率協会、日本非破壊検査協会、日本粉体工業技術協会、日本保安用品協会、日本溶接協会、廃棄物研究財団、国際協力事業団、金属材料技術試験所、研削砥石工業会、総合安全工学研究所、動力炉・核燃料開発事業団、建築保全センター、製品安全協会、日本電子部品信頼性センター

2) 技術指導、研究協力等

(1) 国内共同研究

協力先機関名	協力事項	年月日	協力者氏名
大阪大学人間科学部	高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究	9. 5.26 ～10. 3.31	鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎
	サブテーマ1 墜落災害の人的要因の分析に関する研究 サブテーマ2 高所作業に及ぼす心理的な負担要因の解明と作業改善に関する研究	9. 5.26 ～10. 3.31	河尻 義正 江川 義之 庄司 卓郎
鉄道総合研究所	掘削土留め工の安定問題に関する実験的研究	9. 6.1 ～10. 3.31	堀井 宣幸 豊澤 康男 玉手 聡
鹿島建設株式会社	衝撃吸収用エアバックの開発及び評価に関する研究	9. 8.1 ～10. 6.30	深谷 潔
(社)仮設工業会	新しい仮設機材の性能評価法に関する研究	9.10.20 ～11. 3.31	河尻 義正 大幢 勝利 高梨 成次

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
(株) 竹中工務店	タワークレーンの耐震対策に関する研究	9.11.1 ～11. 3.31	橋内 良雄 前田 豊 吉久 悦二 佐々木哲也 本田 尚 河尻 義正 大幢 勝利 高梨 成次
神奈川県産業技術総合研究所	反応性物質の危険度定量化手法の開発に関する研究	9.10.14 ～10. 3.31	松井 英憲 安藤 隆之 藤本 康弘

(2) 国際共同研究

協 力 先 機 関 名	協 力 事 項	年 月 日
The Health and Safety Laboratory	暴走化学反応，ガス爆発及び粉じん爆発等による爆発災害防止に関する研究	1998. 1.14 ～ 2001. 1.13

(3) 技術指導等

協力先機関名	協 力 事 項	年月日	協力者氏名
長岡工業高等専門学校 水産大学・山口大学 大阪大学人間科学部	燃え拡がり挙動に関する研究協力 高齢者の立位姿勢保持に関する研究指導 墜落災害の人的要因の分析に関する研究協力	9.10.23 11.26 12. 2	八島 正明 永田 久雄 鈴木 芳美 江川 義之 庄司 卓郎

3) 外部機関の研究員の招へい

(1) 海外研究員

研 究 テ ー マ	所 属・職 名	期 間	氏 名
高温高圧水中におけるA533B鋼における疲労き裂進展挙動に及ぼす材料異方性の影響	ASHOK LEYLAND LIMITED Assistant Meager-Product Development	1997.11.1 ～1999.10.31	Subramanian Ganesh Sundara Raman

研究テーマ	所属・職名	期間	氏名
放電による有害性物質の分解に関する研究	市立仁川大学校産業安全工学科 副教授	1998.1.19～ 2.18	禹 仁成
ポリマがいし用絶縁材料の加速劣化及び劣化特性の研究	忠南専門大学教授	1997.7.22～ 8.3	朴 康植 韓 相逸 崔 南浩
すべり現象に及ぼす人的要因に関する研究	フランス国立安全衛生研究所室 長	1997.11.3～ 11.16	Michel Tisserand
粉体プロセスに使用される帯電防止材料の性能評価に関する研究	ハンガリー共和国・ブダペスト 工科大学電気情報工学部・高電 圧工学科	1998.2.8～ 2.22	István Berta
反応物質の界面特性が反応暴走に及ぼす影響に関する基礎研究	英国健康安全庁健康安全研究所 プロセス災害研究グループ	1998.2.7～ 2.14	Timothy Snee

(2) 流動研究員

研究テーマ	所属・職名	氏名
反応液の物性が反応速度へ及ぼす影響の実験的評価	横浜国立大学工学部物質工学科講師	三宅 淳巳
地震に対するクレーン等の安全対策の確立に関する研究	上智大学理工学部機械工学科教授 (株)竹中工務店東京機材センター	曾我部 潔 坪田 章
クレーン構造部材及びマスト支持材の強度評価	東洋大学工学部環境建設学科助教授	鈴木 崇伸
動的荷重による地盤-仮設構造物系の崩壊挙動の解明に関する研究	武蔵工業大学工学部土木工学科講師	末政 直晃
生産施工システムの総合的安全制御技術の開発に関する研究	(株)小森安全機研究所 山武ハネウエル(株) 理研オブティック(株) ピルツジャパン(株) (株)ソルトン S S Rエンジニアリング(株) (株)山武商会 (株)オムロン 日本信号(株)	小森 雅裕 松本 重典 田中 伍睦 三平 律雄 岩田喜代志 北村 豊 北嶋 信吾 野崎 豊 白井 稔人

4) 外部機関への研修

研修区分	研修先	研修内容	期間	氏名
科学技術庁 日豪科学技術交流 研究員	西オーストラリア 大学	圧縮性地盤の支持力機構と地盤 強度の調査手法に関する研究	9.7.23～10.7.1	玉手 聡
科学技術庁 長期在外研究員	米国・ノートル ダム大学	風に対する施工中の構造物およ び作業員の安全性に関する研究	9.9.1～10.8.31	大嶋 勝利

5) 外部機関の研究生の受託

区 分	受託件数	人員数
大学関係の研究生（国内）	5	5
大学関係の研究生（海外）	1	1
大学関係を除く機関の研究生（国内）	7	18
合 計	13	24

6) 国際協力, 海外派遣等

(1) 海外派遣

機関等の名称	協力事項等	年月日
日本クレーン協会	機械システム安全研究部前田 豊が, ISO/TC97国際会議 に日本代表として出席のためケープタウンへ出張。	9.5.4 ～ 5.16
土木学会	建設安全研究部花安繁郎が, タイ国及び香港における建設施工現 場での安全管理技術に関する調査のためタイ国及び香港へ出張。	7.20 ～7.26
西オーストラリア大学	建設安全研究部玉手 聡が, 科学技術庁日豪科学技術交流研究員 として, 圧縮性地盤の支持力機構と地盤強度の調査手法に関する 研究のためオーストラリア西オーストラリア大学へ出張。	7.23 ～10.7.1
マサチューセッツ工科大学ほか	物理工学安全研究部市川健二が, 平成9年度科学技術庁二国間協 力専門家派遣制度によりアメリカ, カナダへ出張。	8.16 ～ 9.15
ノートルダム大学	建設安全研究部大嶋勝利が, 風に対する施工中の構造物および作 業員の安全性に関する研究のため, 米国ノートルダム大学へ出張。	9.1 ～10.8.31
I N R S	建設安全研究部永田久雄が, 国際共同研究二国間型にかかる共同 研究及び研究討論のためフランスへ出張。	10.4 ～10.17
中央労働災害防止協会	建設安全研究部花安繁郎が, 諸外国における安全衛生制度に関す る調査研究のためイギリス他4カ国へ出張。	10.16 ～10.26

機関等の名称	協力事項等	年月日
CEBTPほか	建設安全研究部河尻義正及び永田久雄が、国際共同研究に係る研究討議のためフランス他2カ国へ出張。	10.1.24 ～2.5
ブダペスト工科大学	物理工学安全研究部児玉 勉及び山隈瑞樹が、国際共同研究に係る研究討議のためハンガリー共和国へ出張。	3.20 ～3.29

(2) 海外からの来訪者

機関等の名称	協力事項等	年月日
日本労働研究機構	E U三者構成若手労組指導者として、欧州委員会安全衛生課長Mr.R.Haich, オランダ労働組合連盟労働安全衛生アドバイザーMr.M.ilders, および欧州産業連盟経済・財政局アドバイザーMr.S.V.Tlborgが来訪。	9. 7. 2
中央労働災害防止協会	中国労働保護科学技術学会李宗顔副秘書長を団長とする中国労働保護科学技術学会視察団の一行7名が来訪。	7.18
中央労働災害防止協会	中国冶金工業部安全環境研究院大気汚染制御研究所張雄文副所長を団長とする中国冶金工業部安全衛生視察団の一行8名が来訪。	9. 1
中央労働災害防止協会	国際協力事業団平成9年度労働安全衛生セミナーの外国人研修生22名が来訪。	9.10
労働省	インドネシア労働省労使関係労働基準総局長Mr.Suwartoほか1名が来訪。	9.24
労働科学研究所	労働科学研究所で研修中のタイ, フィリッピン, マレーシアの労働衛生専門家4名が来訪。	10. 2
労働省	タイ国労働省カウンターパート研修員として労働条件環境改善国立研究所建設安全課長Mr.V.Lutthigaviboonが来訪。	11.12
労働省	インドネシア労働安全衛生教育拡充計画/カウンターパート研修員として人間工学労働安全衛生センター化学物質コース担当のMrS.Soewarno TasbehおよびMs.Sri Astutiが来訪。	11.21
韓国産業安全学会	韓国釜慶大学校安全工学科睦演洙教授ほか3名が来訪。	12. 1
日本クレーン協会	中華民国行政労働委員会のカレーン安全検査研修員4名に対して主としてクレーン等の安全に関する実務研修を実施。	12.11
早稲田大学	早稲田大学理工学部経営システム工学科へ文部省国費研究生として留学中のインド国立工業技術研究所研究員Dr.S.Kumarが来訪。	10. 2.16
建設業労働災害防止協会	中華民国行政院労働委員会の研修生4名に対して主として建設安全に関する実務研修を実施。	2.24
自治省消防庁消防研究所	「エネルギー物質の危険度評価に関する国際ワークショップ」参加者10名が主として化学安全に関する研究施設を見学。	3.12

第4章 産業安全技術館等業務

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、研究所における研究成果ならびに災害防止に関する各種の資料を整備して、広く安全知識、安全技術情報の普及と提供を図るとともに安全技術相談に応じている。

産業安全技術館（東京）の施設の概要は次のとおりである。

第一展示場	1階	336m ²	第二展示場	2階	573m ²	図書室	1階	95m ²
第三展示場	2階	376m ²	特別展示場	2階	333m ²	見学指導室	1階	146m ²

1階第一展示場は主に機械関係の展示で、まず機械的な潜在危険性の認識に関する展示に始まり、プレス機械の安全問題の変遷、各種型式のプレス機械や木工機械の安全装置および防護柵の間隔測定、電磁ノイズ誤動作等に関する体験装置ならびに作業能率比較体験装置などから構成されている。2階第二展示場では、「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）の体験装置、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シアター、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のモデル展示を行っている。また、第三展示場では、仮設構造物安全コーナー、自動機械安全コーナー、安全人間科学コーナー、電磁ノイズ対策コーナー、材料安全コーナーを設け、より専門的な安全技術の展示を行っている。2階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9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 前述の通り
- 2) 特別展示

(1) 産業安全研究所特別展の実施。詳細は4.3のとおり。

(2) '97安全衛生特別展「見つめ直そう！安全・健康・快適職場」を平成9年7月1日～10月7日に中央労働災害防止協会の主催で実施。

- 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（346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、解説を行った。

- 4) 産業安全技術館来館者数

開館日数 245日（平成9年4月1日～平成10年3月31日）

来館者数 38,465名（うち団体132組、2,030名）

- 5) 国外来館者および主な国内来館団体

- (1) 国外来館者

韓国火災保険協会2回、海外技術者研修協会、中華人民共和国労働部労働安全使節団、JICA国際安全衛生実務研修員2回、中災防労働安全衛生セミナー研修員、台湾工業省、韓国国際戦略産業研究院、タイ国労働社会福祉省、インドネシア労働基準局、日・タイ経済協力会、ASEAN政労使上級指導員、韓国一般見学者（合計212名）

- (2) 主な国内来館団体

- ① 教育・研究・行政機関等

労働研修所、東京都交通局、修善寺中学校、都営地下鉄、川崎職業訓練校、品川職業訓練校、労働監督行政視察団、東京電子専門学校、八王子市役所福祉部、順天堂大学スポーツ健康科学部、神奈川

工業高校，墨田生涯学習センター，関東学院大学，池袋監督署，杉野女子大学，栃木労働基準労災防止指導員，高等海難審判庁

② 民間団体等

東芝協力会，くびき村商工会，JR田町電車区，所沢建設業協会，川鉄千葉協力会，広島中央労働基準協会，中国新聞社

4.2 大阪産業安全技術館の活動

東京の産業安全技術館と同様な目的で大阪産業安全技術館が設立されており，平成8年8月30日に新装オープンした。

大阪産業安全技術館の施設の概要は次のとおりである。

1階展示ホール	79㎡	2階特別展示場	75㎡	2階事務室	79㎡	2階図書室	32㎡
2階見学指導室	77㎡	3階常設展示場	395㎡	6階講堂	194㎡		

1階展示ホールには，事業所にある様々な機械の要素をイメージしたボールサーカスによるシンボルディスプレイがある。3階の常設展示場には，八つの展示コーナーを設け，安全に関する実物の装置や模型，映像等による体験・対話型の展示資料を主体とした安全技術の解説を行っている。各コーナーにおける主な展示資料は以下のようである。

機械安全コーナー	：実物ロボットによる模擬工場，プレス実機と安全装置，同シミュレータ
爆発災害防止コーナー	：デーヴィの安全灯，スパークエネルギー発生装置，自動ガス爆発装置，粉塵爆発実演装置，各種ガス検知器類，防爆電気機器類，安全器類
静電気安全コーナー	：帯電除電模擬装置，摩擦帯電・静電誘導実験装置，各種測定器・対策機器材料
感電災害防止コーナー	：感電危険実演装置，漏電遮断機動作模型，各種計器類
建設災害防止コーナー	：型枠支保工，土留め支保工，座屈柱，ゴンドラ模型，安全ネット，Q & A対話装置
安全人間科学コーナー	：視覚・聴覚診断評価システム，自立機能評価システム，階段・スロープ体験装置
保護具コーナー	：各種保護具の展示
ビデオシアターコーナー	：各種安全教育ビデオのボタン選択による自動上映

平成9年度の大阪産業安全技術館の主な活動は以下のとおりである。

- 1) 常設展示 前述のとおり
- 2) 特別展示 4.3のとおり
- 3) 安全に関する技術相談など

当研究所の研究情報その他安全一般に関する安全技術相談件数は41件で，主な内容は，安全带・安全靴等の保護具の規格・性能，プレスの構造規格・安全対策，墜落防止対策，粉じんの爆発危険性，二酸化炭素・石綿の有害性，酸欠災害事例，防爆電気機器の構造・適用，防爆電気工事，静電気の測定法，建設業における安全管理・作業手順作成法などに関するものであった。

- 4) 安全衛生教育研究会（講演と安全教育ビデオの上映）

安全教育研究会「爆発火災の防止と安全教育」を6月27日に開催。参加者数は48社，71名。

労働衛生教育研究会「防塵マスクの選択と管理」「防毒マスクの選択と管理」を9月25日に実施。参加者数は45社，59名。

- 5) 大阪産業安全技術館来館者数

開館日数 245日（平成9年4月1日～平成10年3月31日）

来館者数 5,969名（個人4,128名，団体48組 1,841名）

4.3 特別展および特別講演会の開催

平成8年8月30日に大阪産業安全技術館が改築により新装オープンしたのを記念して，しばらく中断していた産業安全技術特別展を東京と大阪の産業安全技術館で下記により開催した。

- 1) 特別展のテーマ：「機械安全技術の最近の動向とフェールセーフの実際」
- 2) 開催の主旨および目的

近年メカトロニクスの急速な進歩により、電子化された各種の安全装置が欧州を中心に開発され、我が国でも工作機械等の安全制御機器に採用されつつあるので、当研究所では機械の本質安全化の一層の普及を図るため、欧州および国内メーカーの協力を得て、各種ガードや安全装置等の有効性を紹介する産業安全技術館特別展を開催した。また、特別展期間中の行事として、当研究所が機械の本質安全化について調査研究を実施した成果、および機械安全規格が整備されつつある欧州規格について調査し、その基本的な考え方や我が国の関係規格の対応等について検討した成果を収録した産業安全研究所安全資料を中心にして、最近の機械安全に対する考え方や本質安全化のための手法について、特別講演会を開催した。そのほか、新聞・雑誌等の媒体に対して最近の機械安全技術について紹介する特別展発表会を実施した。

3) 特別展の概要

(1) 東京会場

平成10年1月12日～平成10年3月31日に2階特別展示場で実施した。主な展示品はガード、安全センサー、扉の安全スイッチ、安全装置、安全リレーなどで、出展協力社数は17社、期間中参加人数は3,538名であった。

(2) 大阪会場

平成9年10月1日～平成9年11月28日に2階特別展示場で実施した。展示品は東京会場とほぼ同じで、出展協力社数は13社、期間中参加人数は2,062名であった。

4) 特別講演会の概要

(1) 東京会場

平成10年2月4日に産業安全会館講堂で実施した。講演題目および講師は3.1に示すとおりで、参加者数は137名であった。

(2) 大阪会場

平成9年10月22日に大阪産業安全技術館講堂で実施した。講演題目および講師は東京会場と同じで、参加者数は125名であった。

5) 特別展発表会

平成10年1月12日に産業安全技術館見学指導室で特別展の主旨、展示品の説明等を行った。参加者数は20名であった。

4.4 研究施設の見学および公開

1) 研究施設の一般公開

平成9年度科学技術週間にちなみ、平成9年4月15日に午前(一般コース)及び午後(専門コースⅠ、Ⅱ)の2回に分けて研究施設の公開を実施した。見学者数は一般コースが75名、専門コースが55名であった。

2) 施設の見学

内外団体等から依頼があった場合、研究の遂行に著しく支障を及ぼさない範囲で随時一部研究施設の視察・見学を実施した。平成9年度の主な来訪者は次のとおりである。

(1) 国外来訪者

E U三者構成若手労組指導者欧州委員会、中国冶金工業部安全衛生視察団、中国労働保護科学技術学会視察団、J I C A労働安全衛生セミナー研修生、インドネシア労働省労使関係労働基準総局長、労働科学研究所国際協力事業アジア三国労働衛生研修生、タイ国労働省カウンターパート研修員、インドネシア労働安全衛生カウンターパート研修員、韓国釜慶大学校安全工学科、台湾クレーン安全研修員、中華民国行政院勞工委員会研修生

(2) 国内来訪者

自動車産業経営者連盟、日本油空圧学会機能性流体の油空圧機器への応用に関する研究委員会、早稲田大学建設ロボット国際研究フォーラム、日本機械学会産業化学機械部門化学プラントの信頼性安全性研究会、日本品質保証機構関東管理センター、地方産業安全専門官産業安全専門研修生、建災防神奈川支部鶴見分会、大阪地方検察庁教養課、栃木労災防止指導員研修

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を挙行、同10日より一般公開が開始される。
- 昭和22年 9月 1日 労働省の発足と共に厚生省より移管され、労働省産業安全研究所と改称される。組織は所長、庶務課、安全科、機械科、土木建築科、科学科と改められる。
- 昭和24年 6月20日 安全科が参考館課と改称される。
- 昭和24年 8月27日 武田所長退官し、化学課長中島誠一が所長に就任。
- 昭和27年 3月20日 中島所長退官し、福島労働基準局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 産業安全参考館が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 大阪市森ノ宮東之町に大阪産業安全博物館を開設し、一般公開が開始される。
- 昭和39年 7月 1日 高梨所長退官し、労働省労働基準局安全課長山口武雄が所長に就任。
- 昭和40年 4月 1日 研究部に防爆課が新設される。
- 昭和41年12月23日 東京都清瀬市の日本鋼管付属病院敷地を買収し、屋外実験場とする。
- 昭和42年 1月17日 旧田町庁舎改築のため、屋外実験場の一部を仮庁舎として移転。
- 昭和43年 6月15日 山口所長労働省安全衛生部長に転任し、労働省安全衛生部安全課長住谷自省が所長に就任。
- 昭和45年 5月 1日 2部7課を廃止し、機械研究部、土木建築研究部、化学研究部、電気研究部の4研究部、博物館課及び庶務課の2課に改められる。
- 昭和45年 5月18日 住谷所長退官し、電気研究部長上月三郎が所長に就任。
- 昭和46年 3月31日 産業安全会館竣工。
- 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になる。
- 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。
- 平成 4年 4月30日 清瀬実験場に材料・新技術実験棟が竣工。
- 平成 4年 5月30日 清瀬実験場に総合研究棟が竣工。
- 平成 4年 6月19日 総合研究棟及び材料・新技術実験棟落成式並びに設立50周年記念式典挙行。
- 平成 4年 7月 1日 産業安全研究所を田町庁舎から清瀬実験場に移転。
- 平成 5年 5月 1日 改築のため大阪産業安全技術館が仮庁舎に移転。
- 平成 6年 4月 1日 木下所長退官し、化学研究部長森崎 繁が所長に就任。
- 平成 7年 4月 1日 4研究部が、機械システム安全研究部、建設安全研究部、化学安全研究部及び物理工学安全研究部に改められる。
- 平成 7年 7月 7日 産業安全技術館が全面改装され、記念講演会が開催される。
- 平成 8年 8月30日 大阪産業安全技術館が改築竣工。
- 平成 9年 4月 1日 安全技術課が研究企画調整課に改組される。
森崎所長退官し、物理工学安全研究部長田島泰幸が所長に就任。

2) 産業安全研究所案内図

(1) 産業安全研究所

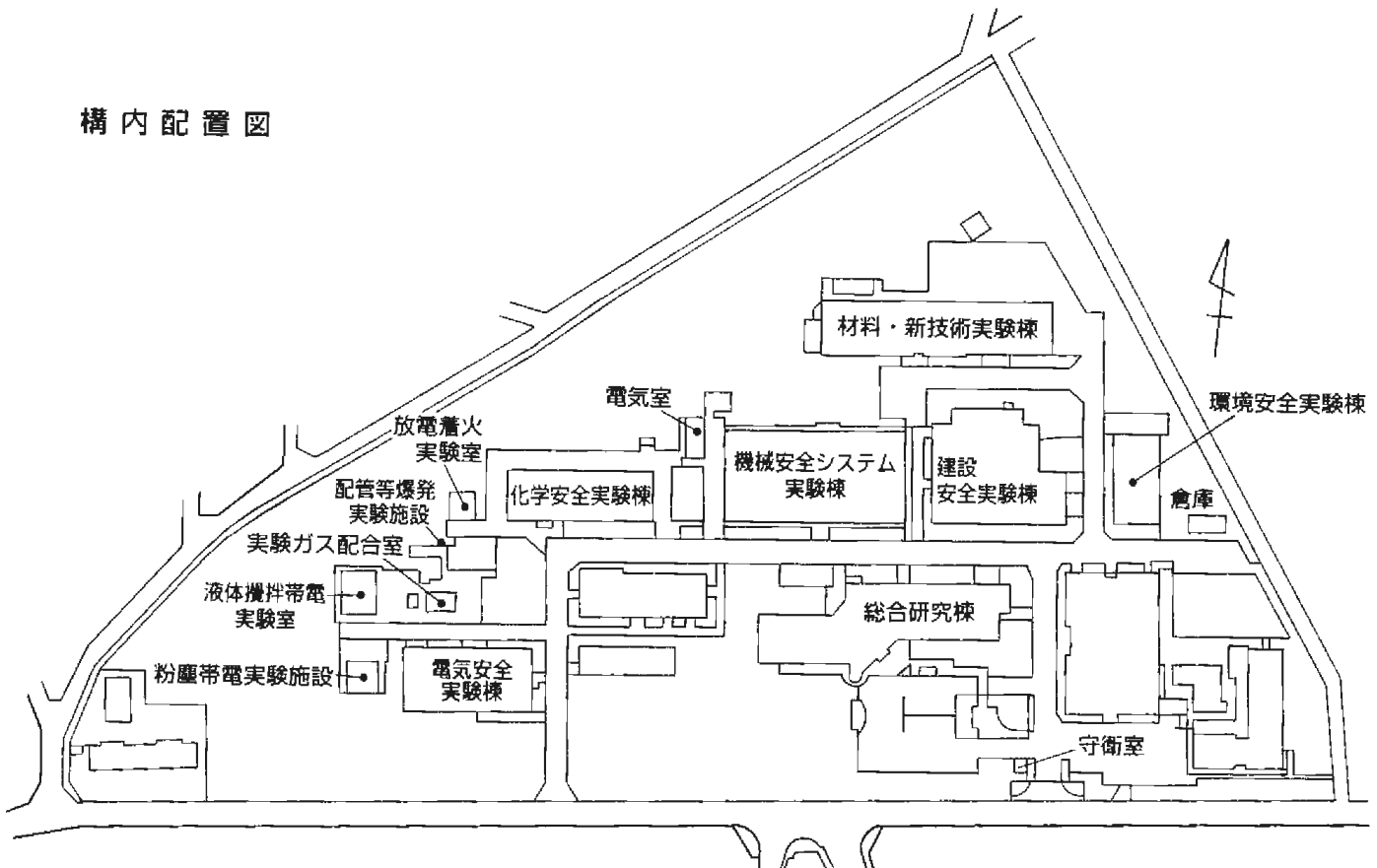
〒204-0024 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号
 Tel. (0424)91-4512(代表)
 Fax. (0424)91-7846

交通機関

西武池袋線清瀬駅南口下車，バス停2番乗車，
 東京病院前下車（所要時間7分）



構内配置図

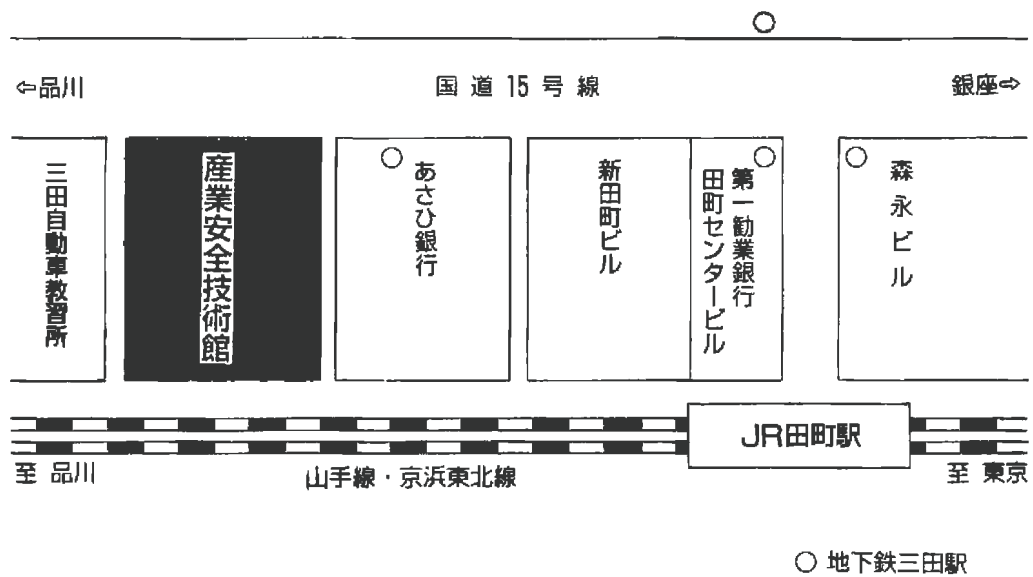


(2) 産業安全技術館

〒108-0014 東京都港区芝5丁目35番1号 (産業安全会館内)

Tel. (03)3453-8441

Fax. (03)3452-6565

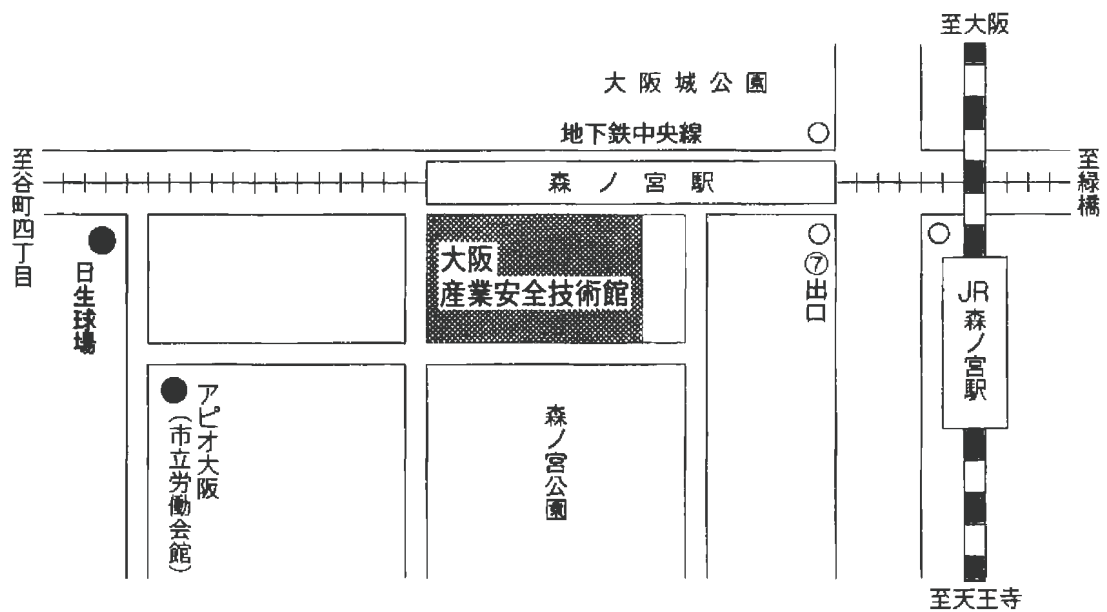


(3) 大阪産業安全技術館

〒540-0003 大阪府中央区森ノ宮中央1丁目15番10号

Tel. (06)942-3868

Fax. (06)942-3869



産業安全研究所年報

平成9年度版

発行日 平成10年5月29日

発行所 労働省産業安全研究所

〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6

電話 0424-91-4512(代表)

印刷所 (有)祥栄堂

ANNUAL REPORT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1997

THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

1-4-6 Umezono Kiyose Tokyo 204-0024 JAPAN