

# 産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT  
OF  
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

2003

平成15年度



独立行政法人 産業安全研究所

## 中国海洋大学と国際研究協力協定の調印



調印署名中の尾添理事長(中央左側)と Dr. Feng Ruilong 書記(中央右側)

(平成15年9月23日, 中華人民共和国, 青島)

## 日韓共同セミナーの開催



韓国産業安全公団産業安全保健研究院との日韓共同セミナーにおける講演者等

(平成15年9月25日, 大韓民国, ソウル)

## 平成15年度外部研究評価会議の開催



外部研究評価会議実施状況(平成15年11月10日)

## 平成15年度産業安全に関する情報交換会の開催



情報交換会における討議の模様(平成15年11月27日)

## 科学技術週間に研究所施設を一般公開



研究施設一般公開のもよう(建設安全実験棟, 平成15年4月18日)

## 平成15年度安全技術講演会の開催



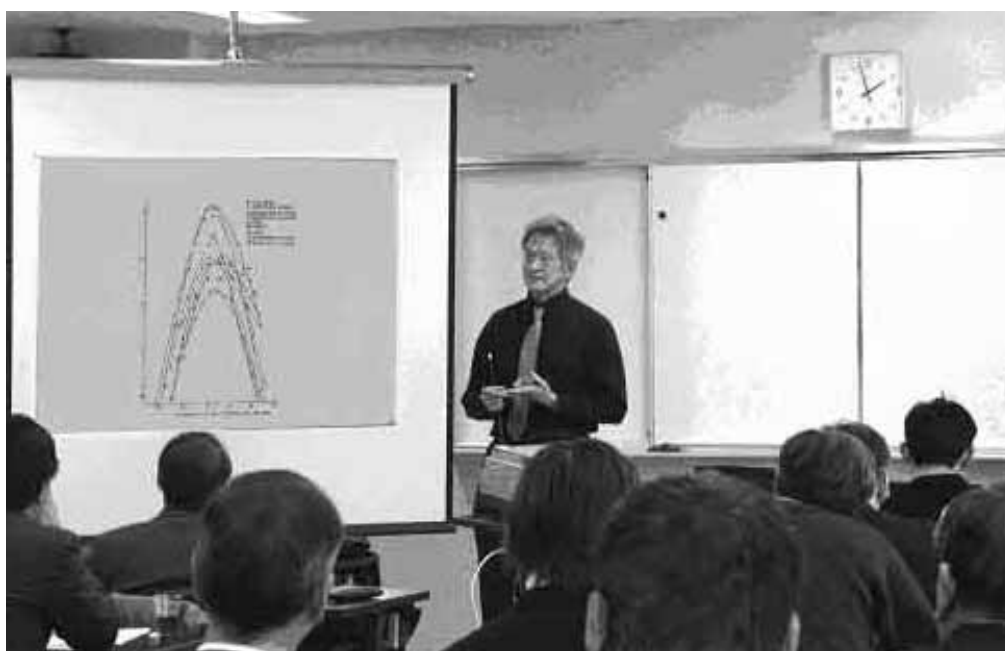
安全技術講演会(九州会場)のもよう(平成15年9月11日)

## 化学物質危険性測定セミナー開催（安全工学協会との共催）



セミナーにおける測定機器を用いた測定実習（平成15年10月15日）

## 海外研究者の来訪



水素爆発危険性に関する講演討論会で講演する McGill University Canadaの J. H. S. Lee教授  
（産業安全研究所主催，平成15年12月16日）

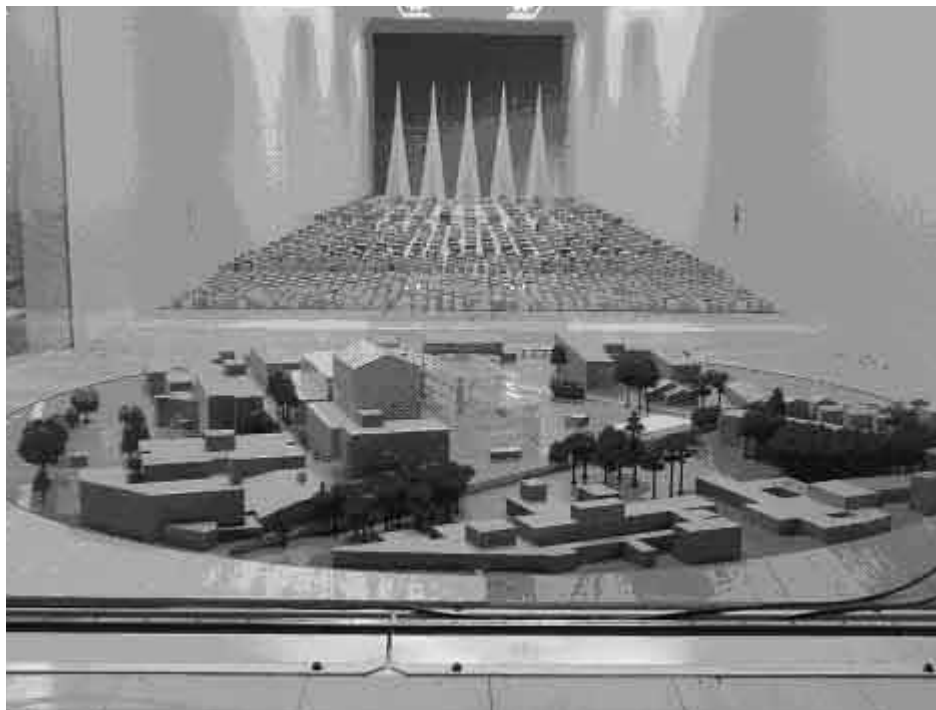
新規に導入された研究施設・実験設備



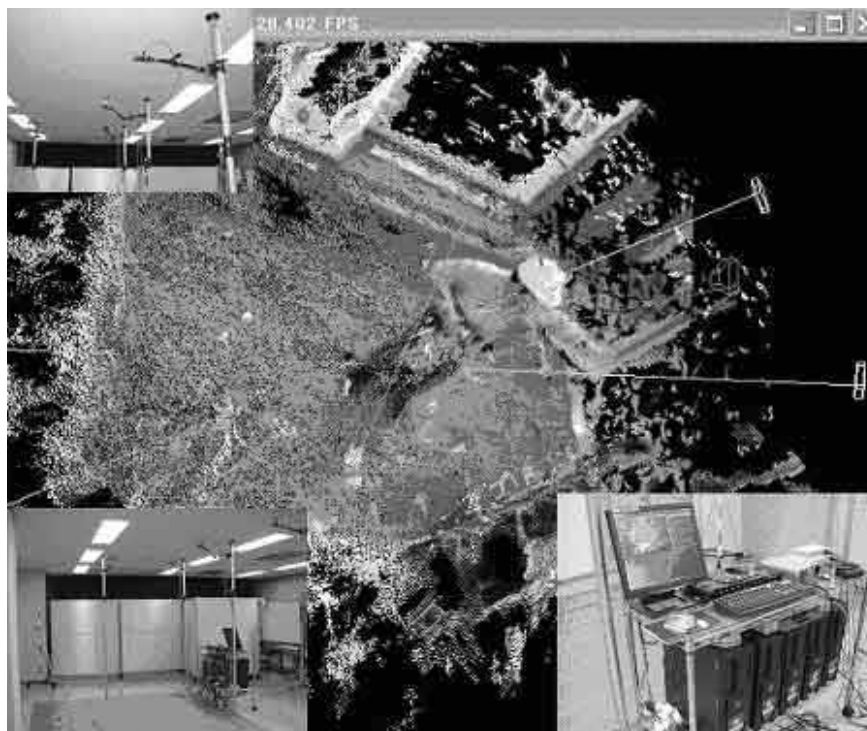
遠心載荷実験装置（土砂崩壊現象の解明・事故原因調査等に活用）



ガスモニター測定装置（物質の反応・爆発現象の解明，災害原因物質の調査等に活用）



周辺環境再現模型（足場等の風による倒壊災害防止研究において  
風環境シミュレータ内に設置された模型と模型実験状況）



広域 3 次元画像情報統合システム（人間・機械協調型作業システムの基礎的  
安全技術に関する研究における実験システムと作成された 3 次元画像）

## 目 次

### 第1章 総説

|                        |   |
|------------------------|---|
| 1.1 研究活動等の概要 .....     | 1 |
| 1.2 組織 .....           | 3 |
| 1.3 人員 .....           | 3 |
| 1.4 土地及び建物 .....       | 3 |
| 1.5 予算 .....           | 4 |
| 1.6 主要試験研究施設及び設備 ..... | 5 |
| 1) 施設 .....            | 5 |
| 2) 設備 .....            | 5 |
| 1.7 図書 .....           | 7 |
| 1.8 出版・広報 .....        | 7 |
| 1.9 表彰等 .....          | 7 |

### 第2章 調査及び研究業務の実施

|   |    |
|---|----|
| 2.1 平成15年度の研究課題 .....                                       | 8  |
| 1) プロジェクト研究 .....   | 8  |
| 2) 基盤的研究 .....  | 8  |
| 3) 受託研究 .....   | 9  |
| 2.2 平成15年度の研究成果の概要 .....                                    | 10 |
| 1) プロジェクト研究 .....   | 10 |
| 2) 基盤的研究 .....  | 26 |
| 2.3 労働災害の原因調査等に関する調査・研究 .....                               | 59 |
| 2.4 国内外の基準制改定への科学技術的貢献及び<br>産業安全に関する国内外の科学技術情報，資料等の調査 ..... | 59 |

### 第3章 外部研究評価等

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 3.1 外部研究評価会議の実施 .....          | 60 |
| 3.2 内部研究評価会議の実施 .....          | 61 |
| 3.3 厚生労働省独立行政法人評価委員会関連事項 ..... | 62 |

### 第4章 研究成果の普及・活用

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 4.1 研究成果の発表 .....         | 64 |
| 1) 学会論文発表等 .....          | 64 |
| 2) 学会口頭発表（国内） .....       | 68 |
| 3) 国際研究集会口頭発表 .....       | 75 |
| 4) 技術誌・一般誌への発表 .....      | 79 |
| 5) 著書 .....               | 81 |
| 4.2 安全技術講演会等の開催 .....     | 82 |
| 1) 安全技術講演会 .....          | 82 |
| 2) 産業安全に関する情報交換会 .....    | 82 |
| 3) 水素爆発危険性に関する講演討論会 ..... | 82 |
| 4) 所内講演会 .....            | 82 |
| 5) 化学物質危険性測定セミナー .....    | 82 |
| 4.3 研究施設の公開及び見学 .....     | 83 |



|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1) 研究施設の一般公開 .....           | 83 |
| 2) 施設の見学 .....               | 83 |
| 4.4 知的財産の活用 .....            | 83 |
| 1) 特許 .....                  | 83 |
| 2) 特許の実施 .....               | 84 |
| <b>第5章 国内外の産業安全研究機関等との協力</b> |    |
| 5.1 行政機関等に対する協力 .....        | 85 |
| 1) 災害調査等における協力 .....         | 85 |
| 2) 委員会活動等における協力 .....        | 86 |
| 3) 研修講師派遣等における協力 .....       | 87 |
| 4) その他 .....                 | 88 |
| 5.2 国内外の若手研究者・技術者の育成 .....   | 88 |
| 1) 国内外研究機関の研究員等の受入れ .....    | 88 |
| 2) 重点研究支援協力員等の受入れ .....      | 89 |
| 3) 大学等講師派遣 .....             | 89 |
| 5.3 国内外の産業安全研究機関等との協力 .....  | 90 |
| 1) 学協会の委員会活動等への協力 .....      | 90 |
| 2) 研究協力・技術指導等 .....          | 91 |
| 3) 外部機関の研究員の招聘 .....         | 93 |
| 4) 外部機関への研修 .....            | 93 |
| 5) 国際協力・海外派遣等 .....          | 93 |
| <b>付 録</b>                   |    |
| 1) 平成15年度計画（要旨） .....        | 95 |
| 2) 産業安全研究所年譜 .....           | 97 |
| 3) 産業安全研究所案内図 .....          | 99 |

---

## 第1章 総 説

### 1.1 研究活動等の概要

産業安全研究所は、職場における労働者の安全を確保することを使命として、科学と技術の両面から事業場における労働災害の防止に係る調査研究を推進している。平成15年における労働災害の発生状況を見ると、我が国を代表する企業の産業施設において火災・爆発事故等の重大な災害が多発し、設備の老朽化、設備の維持・補修・投資の減少、省力化・合理化による製造現場の人員の減少等の影響が懸念されている。労働災害による死亡者数は、長期的には減少傾向にあり、平成15年では1628人（前年に比べ30人減）であったが、一度に3人以上の労働者が死傷する重大災害は、前年に比べ発生件数が231件から249件へと増加している。特に爆発・火災による死亡者数は、前年の9人から43人へと大幅に増加している。これらに対処するには、職場の危険箇所の特定・評価及びそれに基づく対策の徹底が重要である。それらを支援するための調査、分析、研究を実施している産業安全研究所にとって産業安全研究中核機関としての使命と役割はますます重要なものとなってきている。

我が国の科学技術政策をみると、平成13年1月に政策推進の司令塔として内閣府に設立された総合科学技術会議の下で、同年3月には第2期科学技術基本計画が策定され、その中で重点的に資源配分を行うべき8つの研究分野が定められ、分野毎の戦略に基づいて科学技術活動の展開が図られている。厚生労働省においては、平成15年度より新たに第10次労働災害防止計画がスタートし、同計画で掲げた目標の達成に向けての取り組みが始まった。このような状況の下で、当研究所は、平成13年4月、国立研究所から独立行政法人産業安全研究所に移行し、3年目を迎えたところである。

独立行政法人制度においては、当研究所は、厚生労働大臣から示された平成13年度から17年度までの5年間の期間とする中期目標を達成するため中期計画を作成し、平成15年度においても毎年の年度計画に基づいて、各種業務の着実かつ積極的な実施に取り組んできた。平成15年度の業務活動の概要は、以下に示す通りである。

#### 業務運営の効率化に向けての活動

研究所の業務を効率的に行うため、管理・運営に係る所内会議、委員会等については前年度の状況を踏まえて見直しを行うとともに、厚生労働省技術移転機関との職務発明に係る技術移転等の契約締結を行い、かつそれに伴う職務発明規程等関連規程類の大幅改訂・整備を行った。また新たに人材の確保と有効活用を図るため、フェロー研究員制度を創設し、3名の外部研究者を産業安全研究所フェロー研究員に委嘱した。さらに、研究の内部進行管理の充実を図るため、内部研究評価会議を2回開催し、その結果を研究管理・業務運営に反映させ、より効率的な調査研究業務の推進が図られた。また、業務の実施状況の把握及び業績等を適正に評価するための業務管理システムの改良がなされ一部試験的な運用が行われた。

平成15年度においては、厚生労働省・他省庁等から募集のあった外部研究資金への応募を積極的に行った結果、「厚生労働省科学研究費（労働安全衛生総合研究事業）補助金」、「科学技術振興事業団重点研究支援協力員（平成11年度及び平成13年度に獲得した課題について継続）」に関する外部研究資金を継続して獲得するとともに「日本学術振興会科学技術研究振興費」を新規に獲得した。

受託研究に関してホームページによる広報等を行うとともに、民間企業等から依頼のあった2課題の研究を受託し実施した。なお、平成14年度以降、受託先からの評価（不満足－満足の5段階評価）を求めることとし、15年度分の評価結果としては、いずれも委託結果に満足との評価が得られた。施設貸与に関してホームページや民間との情報交換会における広報等を行うとともに、民間企業等から依頼のあった施設の有償貸与を行った。平成15年度に貸与した5つの装置は、国内でも数少ない産業安全研究所特有の実験装置であり、これらの活用を民間にも開いて施設の有効活用が図られた。

また、経費節減のため、前年度に引き続き平成15年度においても11月を省エネルギー月間と定め、全職員

の協力のもとで光熱水量の節約を行った。所内LANの活用によるペーパーレス化の推進についても一層の努力がなされた。一部の研究所刊行物については有償頒布を行い、約22万円の著作権実施料を得た。

### 業務の質の向上に向けての活動

中期計画に基づき、労働現場のニーズを把握し、業務へ反映させるため、平成15年度は労働安全関係団体の役職員の参加のもとに、自由討論の形式で「産業安全に関する情報交換会」を開催した。提言された産業安全研究所に対する要望・意見については報告書にとりまとめるとともに、平成16年度以降に実施する研究課題の中で極力取り上げて行くこととした。さらに、所内研究討論会に労働衛生関係の著名な研究者を招き、「これからの産業安全研究所に期待すること」と題する講演と意見交換を行うとともに、産業安全研究所への意見・要望を得た。

平成15年度においては、中期計画・年度計画に基づき、緊急で重要な課題について研究資源を重点的に投入し、期間を定めて集中的に取り組むプロジェクト研究として、下記に示す5課題を実施し、論文・学会発表・国際集会等で成果を公表するとともに、特許出願・所外での講演等についても積極的に行った。

各研究課題については、外部研究評価会議において、事前・事後・中間等の必要な評価を計画的に実施し、その結果を踏まえた適切な研究計画を作成しているものであり、かつ、内部研究評価会議でピアレビューを実施した。

ア 建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発（平成13～15年度）

イ 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究（平成13～16年度）

ウ 仮設構造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発（平成14～16年度）

エ 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究（平成14～17年度）

オ 人間・機械協調型作業システムの基礎的安全技術に関する研究（平成14～18年度）

これらの課題については、効率的に研究を進めるため、所内での研究グループ間の協力体制を整備するとともに、研究成果が労働現場に効果的に還元できるよう、一部については外部機関との共同研究として実施した。

基盤的研究については、中期目標に示された基盤的研究領域の全て（13領域）において、35の課題について研究を実施した。また、労働災害の原因等に関する調査研究として、厚生労働省等から依頼のあった災害原因調査、鑑定等を前年度から引き続く調査8件を含めて23件実施した。これらの成果の一部は、行政通達に反映されるなどして、関係団体や関係事業者等に周知され、類似災害、同種災害の防止に寄与している。

平成8年度に制定され、その後平成13年に改訂された「国の研究開発評価に関する大綱的指針」を踏まえて、平成9年度から継続実施している外部研究評価会議においては、産業安全研究所の機関運営及び内部研究評価会議の実施状況についての意見・提言をいただくとともに、プロジェクト研究2課題の事前評価、1課題の中間評価を実施し、これらの評価結果は、報告書にまとめるとともに、その概要をホームページに公表した。

研究成果の普及・活用等の活動については、国内外の関連学会・研究集会において、120件を超える口頭発表、論文発表を行ったほか、技術誌への寄稿や依頼による講演を行った。また、当所刊行物として、安研ニュース、年報、産業安全研究所研究報告、産業安全研究所特別研究報告、産業安全研究所技術指針、産業安全研究所安全ガイドを適宜発刊した。平成15年度はプロジェクト研究の研究成果を現場の安全担当者等にわかりやすく解説して活用を促すため、安全技術講演会を東京、大阪及び福岡の3カ所で実施した。また、科学技術週間における行事として研究所施設の一般公開を実施した他、随時の見学等にも対応するなど研究成果の普及・広報に努めた。

一方、知的財産の活用促進のため、研究所が所有する特許をホームページに公開するとともに、10件の特許出願と6件の特許登録を行った。この他、特許実施により、特許実施収益が初めて見込まれた。

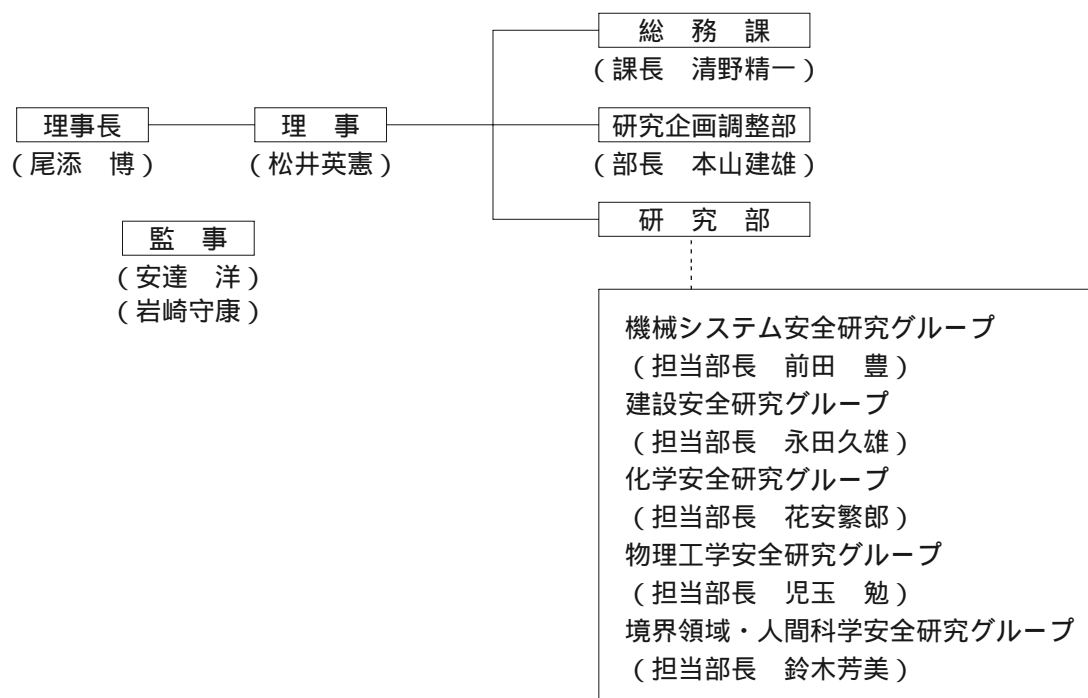
このほか、国内外の大学や民間企業等からの要請により、18名の外部研究員を受け入れたほか、依頼講演、技術指導及び研究員の海外派遣を行い、さらに安全工学協会との共催により、当研究所では初めての有料による1日コースの「化学物質危険性測定セミナー」を当所において開催する等、研究者・技術者の育成にも貢献した。

また、行政機関、災害防止団体や学会が主催する各種委員会等からの要請により、研究員を積極的に派遣して基準等の制改訂に対し科学技術的貢献を行った。

国際交流としては、国際研究協力協定を締結している韓国、英国、仏国の機関等への研究員の派遣（9件18名）、受入（1件2名）を行ったほか、中国海洋大学との間に新たな研究協力協定を締結した。

## 1.2 組 織

（平成16年3月31日現在）



## 1.3 人 員

（平成16年3月31日現在）

| 役職別 | 役 員 職 |     |     | 研 究 職 |         |       |             |    | 事 務 職 |     |         |    | 合 計 |
|-----|-------|-----|-----|-------|---------|-------|-------------|----|-------|-----|---------|----|-----|
| 区 分 | 理 事 長 | 理 事 | 監 事 | 部 長 等 | 主任 研究 官 | 研 究 員 | 任 研 期 究 付 員 | 計  | 課 長   | 係 長 | 一 般 職 員 | 計  |     |
| 人 数 | 1     | 1   | 2   | 6     | 19      | 11    | 2           | 38 | 1     | 3   | 7       | 11 | 53  |

（監事2は非常勤）

## 1.4 土地及び建物

（平成16年3月31日現在）

| 名 称           | 所 在 地          | 敷地面積<br>( $\text{m}^2$ ) | 建物面積<br>( $\text{m}^2$ ) |
|---------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 独立行政法人産業安全研究所 | 東京都清瀬市梅園 1－4－6 | 35,301.92                | 延16,795.32               |

## 1.5 予 算

| 区 分                                   | 平 成 14 年 度 |         |           | 平 成 15 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                                 | 461,558    | 209,488 | 671,046   | 371,339    | 157,704 | 529,043   |
| 研 究 費                                 | 55,699     | 368,478 | 424,177   | 54,732     | 357,289 | 412,021   |
| 経 常 研 究 費                             | 55,699     | 156,259 | 211,958   | 54,732     | 137,891 | 192,623   |
| 特 別 研 究 費                             | —          | 212,219 | 212,219   | —          | 219,398 | 219,398   |
| （建設機械の保守管理システム高度化<br>のための損傷評価技術の開発）   |            | 35,672  | 35,672    |            | 32,407  | 32,407    |
| （建設労働災害の発生原因としてのヒ<br>ューマンエラー防止に関する研究） | —          | 47,700  | 47,700    | —          | 40,303  | 40,303    |
| （仮設構造物の耐風性に関するアセス<br>メント手法の開発）        | —          | 35,093  | 35,093    | —          | 46,353  | 46,353    |
| （産業リサイクル過程における爆発・<br>火災災害防止に関する研究）    | —          | 33,296  | 33,296    | —          | 44,243  | 44,243    |
| （人間・機械協調型作業システムの基<br>礎的安全技術に関する研究）    | —          | 60,458  | 60,458    | —          | 56,092  | 56,092    |
| 施設整備費補助金                              |            | 61,950  | 61,950    |            | 119,050 | 119,050   |
| その他の経費                                | 28,255     | 141,903 | 170,158   | 28,037     | 140,830 | 168,867   |
| （小 計）                                 | 545,512    | 781,819 | 1,327,331 | 454,108    | 774,873 | 1,228,981 |
| （移替予算）                                | —          | —       | —         | —          | —       | —         |
| 合 計                                   | 545,512    | 781,819 | 1,327,331 | 454,108    | 774,873 | 1,228,981 |

## 1.6 主要試験研究施設及び設備

### 1) 施 設

| 施 設 の 名 称  |   |
|--|---|
| ガス配合室<br>配管等爆発実験施設<br>粉じん帯電実験施設<br>遮音実験室<br>液体攪拌帯電実験施設<br>機械安全システム実験棟<br>化学安全実験棟 | 建設安全実験棟<br>電気安全実験棟<br>環境安全実験棟<br>放電着火実験室<br>総合研究棟<br>材料・新技術実験棟<br>共同研究実験棟 |

### 2) 設 備

| 設 備 の 名 称  |   |
|--|---|
| 10トン横型引張試験機<br>横型真空焼鈍炉<br>500トン万能試験機<br>電気油圧式疲労振動試験装置<br>X線マイクロアナライザー<br>高温箱型電気炉<br>腐食疲労試験機<br>産業用ロボット<br>工業用ロボット<br>破壊じん性試験機<br>構造部材疲労試験機<br>ワイヤロープ疲労試験機<br>透過型電子顕微鏡<br>微小部X線解析装置<br>レーザー顕微鏡<br>CNC旋盤<br>温度可変装置及び試料ミキシング装置<br>非接触人体接近検出装置<br>100トン構造物疲労試験機<br>空間座標測定装置<br>万能疲れ測定機<br>軟X線光電子分光装置<br>振動三軸圧縮試験機<br>重心位置測定装置<br>動作自動解析システム<br>遠心載荷装置用加振装置 | 曲げ・圧縮試験機<br>建材試験装置<br>ハイスピードビデオカメラ<br>ワークシミュレータシステム<br>構造物振動試験機<br>視聴覚刺激呈示装置<br>立位姿勢保持能力検査装置<br>非接触電子工学式変位測定装置<br>中空ねじりせん断試験機<br>転倒耐力測定装置<br>超小型テレメータ装置<br>動的高圧力試験装置<br>最高血圧自動連続測定装置<br>アイマークレコーダ装置<br>平衡機能測定装置<br>生体情報システム装置<br>自然発火試験装置<br>マッハツェンダー干渉計<br>フーリエ変換赤外分光光度計<br>熱拡散率測定装置<br>暴走反応熱測定装置<br>高温伝導微少熱量計<br>元素分析装置<br>高速液体クロマトグラフ<br>レーザー誘起蛍光分析装置<br>BAM式蓄熱貯蔵試験器 |

| 設 備 の 名 称  |   |
|--|---|
| 液体クロマトグラフ質量分析計<br>超高速現象可視化装置システム<br>反応熱量計<br>熱流束式自動熱量計<br>動的示差走査熱量計<br>高圧熱酸化分解ガス発生装置<br>赤外線分光光度計<br>施工環境シミュレーター<br>電磁界監視解析装置<br>床反力解析システム<br>ドラムカメラ<br>差動型高圧示差熱天秤<br>高圧発火エネルギー測定装置<br>放電波形解析装置<br>三次元動作解析システム<br>小型分光器用プローブ<br>任意波型ゼネレータ<br>C T試験片疲労試験ユニット<br>熱分析システム<br>イメージコンバータ超高速カメラシステム<br>雰囲気制御走査型トンネル顕微鏡<br>低温度型恒温恒湿装置<br>表面形状精密解析装置<br>最小着火エネルギー試験装置<br>紫外線照射試験装置<br>インバータ漏電観測装置<br>高速度現象デジタル直視装置<br>光弾性実験装置<br>遠心载荷装置用掘削装置<br>噴霧粒度分布測定装置<br>生体負担解析装置<br>クレーン振動模型<br>粉体電界監視装置<br>浮遊粒子挙動監視装置<br>ショベル系掘削機の模擬体感装置<br>フルデジタル制御油圧疲労試験機<br>圧力計測システム<br>風速計測システム<br>土石流検出ユニット<br>頭部搭載型画像表示装置<br>プラズマ化学処理装置<br>試験ガス・蒸気発生システム | 接触角測定装置<br>ヘリウム用高気圧下短絡実験装置<br>環境試験装置<br>内部摩擦測定装置<br>吸着式ガス除害装置<br>ヒューマンエラー予測評価装置<br>汎用小型旋盤<br>フライス盤<br>多分力検出器<br>オシロスコープセット<br>土石流安全通報器<br>汎用計測・解析処理システム<br>DEM不連続体解析システム<br>微粒子キャラクタリゼーション装置<br>ひずみデータ収録システム<br>赤外線応力画像測定装置<br>生体反応測定装置<br>掘削機事故シミュレータシステム<br>遠心模型実験用可動土留めシステム<br>加速速度熱量計<br>多点同時風荷重測定システム<br>構造模型周辺風速測定システム<br>100KN荷重載荷試験機<br>クラッチ式精密繰返し三軸試験装置<br>微小材料試験システム<br>追跡実験用移動ロボットシステム<br>溶接部超音波探照システム<br>電界放射型走査電子顕微鏡<br>模擬人体接触モデル<br>レーゼンテックFBRM D600R<br>反応熱量計SuperCRC<br>ガスクロマトグラフ<br>高速度カメラ<br>危険事象疑似体験装置基本システム<br>±250KN油圧グリップ<br>ストロボ加熱画像観察装置<br>多分力解析载荷装置<br>2次元光ファイバー流速計<br>ガスクロマトグラフ質量分析計<br>工業用FTIRガス分析装置<br>3次元画像情報統合システム<br>遠心力载荷実験装置 |

## 1.7 図 書

### 1) 単行本

| 区 分 | 平成15年度受入数 | 蔵 書 数       |
|-----|-----------|-------------|
| 和 書 | 3 4 3     | 1 5 , 7 1 9 |
| 洋 書 | 3 4       | 3 , 1 7 4   |
| 計   | 3 7 7     | 1 8 , 8 9 3 |

### 2) 平成15年度中の購入雑誌の種類

| 区 分   | 雑誌の種類 |
|-------|-------|
| 和 雑 誌 | 6 6   |
| 洋 雑 誌 | 8 6   |
| 計     | 1 5 2 |

## 1.8 出版・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-2003 ( 2004 )     | 年 刊   | 9 0 0     |
| 産業安全研究所特別研究報告 | NIIS-SRR-NO.28 ( 2003 )   | 不 定 期 | 9 0 0     |
| 産業安全研究所技術指針   | NIIS-TR-NO.37 ( 2004 )    | 不 定 期 | 7 0 0     |
| 産業安全研究所安全資料   | NIIS-SG-NO.2 ( 2004 )     | 不 定 期 | 7 0 0     |
| 産業安全研究所年報     | 平成14年度版                   | 年 刊   | 2 , 0 0 0 |
| 安研ニュース        | Vol.27, No.2～Vol.28, No.1 | 隔 月 刊 | 8 5 0     |

その他、安全技術講演会講演概要集（東京会場500部、大阪会場・九州会場各250部）、研究所一般公開用パンフレット（300部）、産業安全に関する情報交換会報告書（200部）及び外部研究評価会議報告書（200部）を作成した。また、研究所ホームページの更新を随時、実施した。

## 1.9 表彰等

| 表彰名及び表彰内容   | 氏 名                       |
|---|---------------------------|
| International Journal of Physical Modelling in Geotechnics<br>Best Paper of the Year Award for 2002 ( Schofield Award )<br>「Centrifugal Simulation of Wave Propagation using a Multiple Ball Dropping System」 | 伊 藤 和 也<br>他 機 関 4 名      |
| 日本機械学会 交通・物流部門優秀論文講演<br>「全方位視覚センサを用いた移動体追跡と衝突予測」  | 濱 島 京 子<br>呂 健<br>石 原 浩 二 |



---

## 第2章 調査及び研究業務の実施

### 2.1 平成15年度の研究課題

#### 1) プロジェクト研究

- (1) 建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発（機械システム安全研究グループ）
  - ・ ボックスジブ移動式クレーンの荷重特性の現場計測及び移動式クレーンの荷重モニタリングシステムの検討
  - ・ ラティス構造へ赤外線法，箱型溶接構造へ超音波法を適用することによるジブ等の損傷検出技術の高度化
  - ・ 歪みゲージ等による疲労損傷モニタリングのフラジング型ボルト締結部への適用
- (2) 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究（境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - ・ 組織内における不安全行動・安全意識の構造とその醸成要因の解明
  - ・ 不安全行動防止のための訓練装置による教育効果の実験的解明
  - ・ 建設作業現場における情報伝達に伴うヒューマンエラー要因の解明
- (3) 人間・機械協調型作業システムの基礎的安全技術に関する研究（機械システム安全研究グループ，境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - ・ 機械との接触危険回避時の人体動作特性の解析及び機械の挟圧による人体耐性限界の測定
  - ・ 天井設置式カメラによる移動体追跡手法の検討及び環境認識のための安全判別手法の開発
  - ・ 危険点近接作業の災害情報・安全技術情報データベースの開発及び木工作業用安全装置の開発
- (4) 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究（化学安全研究グループ）
  - ・ 各種反応模擬装置によるスケール効果の解析，金属との混蝕危険性，廃化学物質混蝕反応生成物の危険性評価
  - ・ 引火性液体蒸気雲の生成機構，金属粉と含酸素物質との反応危険性の解明
  - ・ 粗大ごみ破碎プラントの実態把握と爆発抑制装置プロトタイプ的设计・製作
- (5) 仮設構造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発（建設安全研究グループ）
  - ・ 足場に作用する風荷重の実測調査
  - ・ 風荷重により足場水平補強材に加わる応力の解明
  - ・ 風が足場作業者に及ぼす影響の解明

#### 2) 基盤的研究

- (1) 機械等の安全制御技術の開発（機械システム安全研究グループ）
  - a) 機能性流体によるロボット制御技術に関する研究
  - b) ボイラ用安全弁の新機構と安全制御システムの開発に関する研究
- (2) 機械等の破損による災害の防止（機械システム安全研究グループ）
  - a) 負荷履歴の影響を考慮した経年圧力設備の高信頼度弾塑性破壊評価手法の開発（※）
  - b) 断層摩擦構成則から生じる強震動の研究－高精度震源近似式の作成（※）
  - c) 金属破断面の周期性に関する定量評価の基礎的な研究
- (3) クレーン等の転倒・倒壊防止
  - a) 支持地盤の不安定要因による移動式クレーンの転倒防止に関する研究（建設安全研究グループ）
  - b) 各種クレーンの耐震安全性に関する研究（建設安全研究グループ）
  - c) フロアクライミングクレーンの耐震性向上手法の研究（機械システム安全研究グループ，建設安全研究グループ）
  - d) 杭基礎で支持されたタワークレーンの地盤工学的不安定性に関する研究（建設安全研究グループ）
- (4) 建設工事における地盤災害の防止（建設安全研究グループ）

- a) 掘削時における地盤変形・側圧変化及び崩壊現象に関する研究
- b) 地盤流動による作業施設の被害軽減技術に関する実験的研究
- c) 施工時における斜面崩壊による災害の調査・分析
- (5) 仮設構造物に係る災害防止
  - a) 建設機械の振動が構造物の安定性および作業性に及ぼす影響（機械システム安全研究グループ，建設安全研究グループ）
  - b) フラットデッキを用いた床板式型枠支保工の安全性に関する研究（建設安全グループ）
- (6) 墜落・転倒災害の防止（建設安全研究グループ）
  - a) 高齢作業者の転倒災害防止のための安全性評価に関する基礎的な研究
  - b) 低層建築物の屋根工事における墜落防止のための足場の必要条件に関する研究
- (7) 化学物質の爆発危険性の解明
  - a) 微粒子粉体の発火・爆発危険特性に関する研究（化学安全研究グループ）
  - b) 高温・高圧下における気体物質の爆発危険性に関する研究（化学安全研究グループ）
  - c) 最小着火エネルギー試験法の開発と試験基準に関する研究（物理工学安全研究グループ）
  - d) 水素ガス漏洩爆発作業安全基準策定のための被害評価方法の確立に関する研究  
一次世代燃料技術開発に伴う災害防止への対応（化学安全研究グループ）(※)
- (8) 化学プロセスの安全化
  - a) 爆発・火災災害データベースの高機能化に関する研究（化学安全研究グループ）
  - b) リサイクル品・廃棄物処理工場での粉じん爆発災害の防止に関する研究（化学安全研究グループ，物理工学安全研究グループ）(※)
- (9) 電気機械器具等における障害・災害の防止（物理工学安全研究グループ）
  - a) 電圧入力型電撃危険性判別回路に関する研究
  - b) 制御用低圧電気回路の接触不良診断方法に関する研究
  - c) 強電磁環境下における大型クレーンの周囲作業者の作業環境に関する研究
- (10) 静電気障害・災害の防止（物理工学安全研究グループ）
  - a) 背面が接地された薄い絶縁物の静電気特性の解析とその静電気危険性評価への応用
  - b) 噴出帯電現象における測定技術の開発
  - c) 粉体用除電器の防爆性能の検討
- (11) 作業空間の安全化（境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - a) 広域作業空間における人体検出・計測に関する研究
  - b) FA工場における保守点検作業の再起動時の安全確保に関する研究
- (12) 不安全行動に基づく労働災害の防止（境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - a) 不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手段に関する研究(※)
- (13) セーフティアセスメント・マネジメント手法の高度化（境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - a) 等価リスク曲線による被害低減評価に関する研究（境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - b) 確率・統計的手法を用いた労働災害のリスク同定・評価とその事故防止施策の意思決定への応用  
（境界領域・人間科学安全研究グループ）(※)
  - c) 産業構造変容と労働災害発生動向との関連に関する研究（境界領域・人間科学安全研究グループ，化学安全研究グループ）
  - d) 大規模産業災害の頻発要因に関する調査研究（境界領域・人間科学安全研究グループ，化学安全研究グループ）

（注：※印は厚生労働科学研究費等の競争的研究資金に基づいて実施したものである。）

### 3) 受託研究

民間企業等の依頼により2件の受託研究を実施した。

## 2.2. 平成15年度の研究成果の概要

### 1) プロジェクト研究

#### 建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発

##### ー移動式クレーンの荷重モニタリングー

機械システム安全研究グループ  
吉見雅行, 吉久悦二, 前田 豊  
本田 尚, 山際謙太

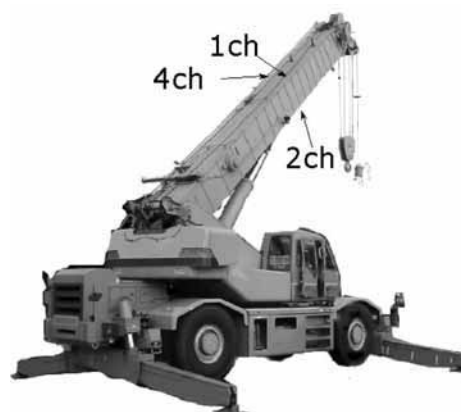


図1 45トンラフテレーンクレーン

### 1. 緒言

近年、構造物のメンテナンスの重要性が増している。移動式クレーンもその例外ではなく、疲労を含めて部材の強度を評価する必要がある。疲労設計あるいはクレーンのメンテナンスのためには、応力変動（応力振幅、回数等）の把握が重要と考えられるが、クレーンの稼動時に応力変動を実測した例は多くない。そこで、現場で作業中のラフテレーンクレーンを対象に、ジブ部の応力測定を実施した。

### 2. 作業場での移動式クレーン負荷計測

測定対象のクレーンは、建設工事会社の機材センターでの機材の移動作業に使用されている、45トン級のラフテレーンクレーンである（図1）。本機の稼動時のジブの応力を1軸ひずみゲージをジブ長軸方向に貼付して測定した。応力測定に加えて、クレーンの姿勢・動作も同時に記録した。記録変量は、ジブ長、起伏角、旋回角、起伏シリンダ油圧である。

### 3. 測定結果の概要およびまとめ

測定時刻歴波形例を図2に、5日間分の作業に対するレインフロー応力スペクトルを図3に示す。ジブの応力変動は、ジブの引き起こしによる静的変動、作業に伴う姿勢変化に応じた静的変動、姿勢の変化時、動作開始時にみられる動的不規則な変動の三種類の変動に大別できる。

大振幅の応力変動は、主にクレーンの引き起こし等の姿勢変化によってもたらされ、変動回数は少ない。衝撃荷重は、静的変動と重なることにより応力変動の最大振幅値を増加させるが、ピーク値以外の振動部分は振幅が小さいため疲労には重要ではない。したがって、疲労を含めたクレーン部材の強度評価に対しては、動的応力の影響は静的応力の割増分として考慮すればよい。

### 4. おわりに

これまでの研究で得られた負荷データの開示方法等について検討中である。

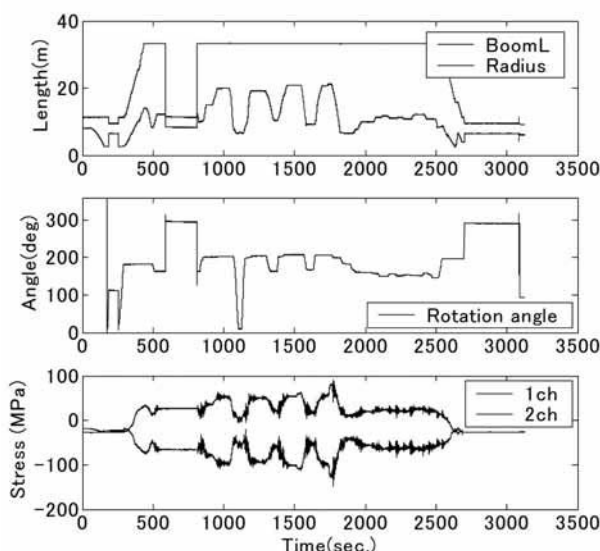


図2 測定時刻歴波形の一例

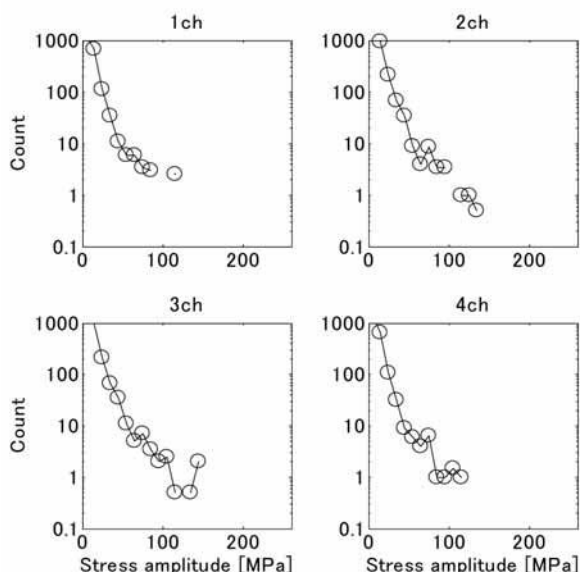


図3 応力スペクトル（5日間分）

# 建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発

## 一 構造部材の損傷検出技術の高度化一

機械システム安全研究グループ 吉久悦二， 本田 尚

### 1. はじめに

建設機械では，個々の機械によって使用時の負荷の大きさ・頻度が異なることから，使用状況に応じた保守検査間隔を導入することが望ましい。適切な検査間隔を設定するには，実働負荷を把握するとともに，検査時に，部材の疲労き裂等の損傷を検出し，その位置，大きさを評価する必要がある。TOFD 法は超音波探傷法の一手法で，パルス反射法と比べて，迅速且つ比較的容易に欠陥の検出とサイジングができ，厚肉容器の探傷に用いられるようになってきている。

そこで本研究では，クレーンのボックスジブ部材を想定した薄板に溶接欠陥，疲労き裂を導入し，TOFD 法による探傷を試みた。

### 2. 実験方法

図 1 は突合わせ溶接平板試験体を示したもので，MAG 溶接のビード内に，縦・横方向の表面開口疲労き裂( 深さ 5 及び 3 mm の疲労き裂付きブロックを埋込んで，周囲を TIG 溶接した。)の他，ブローホール(BH)，融合不良(LF)，溶込み不足(IP)を溶接欠陥としてを導入した。図 2 に探傷の様子を示す。溶接ビードを挟んで送受信用探触子を配し，欠陥端部で回折する縦波の到達時間から，欠陥端部の位置が求められる。

### 3. 実験結果

疲労き裂の探傷例を図 3 に示す。上が D スコープ像で，そこに見られる明暗は，左端が表面を伝ばして来たラテラル波，右端が底面での反射波で，底面波の左側に見える孤立した縞がき裂先端の回折波である。なお，下はき裂位置での A スコープ波形である。

表 1 は各欠陥の測定結果で，幅については X 線探傷による結果と差が殆どなかった( 幅広の板の場合，X 線探傷では深さ方向の情報は得られない。)。疲労き裂はブロック埋込み前より深くなっているが，これはブロック周囲を溶接した際にき裂を開口させる力が作用し，き裂が進展したためと思われる。欠陥部を含む小ブロックを切出して，側面から水浸探傷を行うことにより，TOFD 法の測定精度の確認を行っている。

### 4. おわりに

引き続き，クレーンブーム角溶接部を模擬した L 型試験体について，同様の実験を行う。

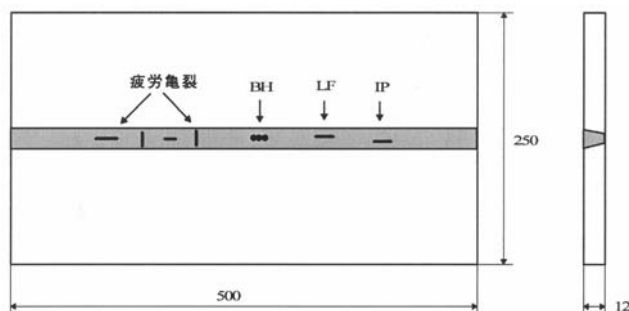


図 1 突合わせ溶接平板試験体

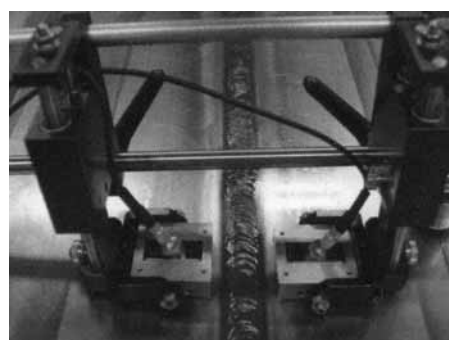


図 2 TOFD法による探傷

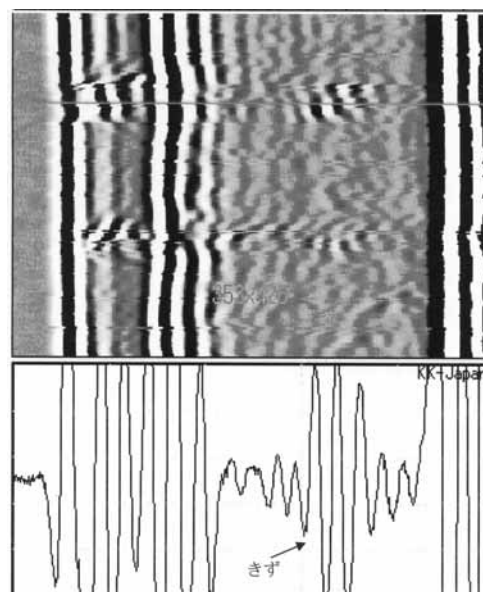


図 3 疲労き裂についての探傷例

表 1 各欠陥に対する測定結果

| 欠陥の種類  | 幅 (mm) | 端部の位置 表面側—底面側 (mm) |
|--------|--------|--------------------|
| 疲労き裂 1 | 11.0   | 7.8 (表面開口)         |
| 疲労き裂 1 | 5.0    | 8.4 (表面開口)         |
| 疲労き裂 1 | 13.0   | 8.3 (表面開口)         |
| 疲労き裂 1 | 6.0    | 8.4 (表面開口)         |
| ブローホール | 14.0   | 1.6—8.6            |
| 融合不良   | 12.0   | 1.6—7.6            |
| 溶込み不足  | 11.0   | 1.3—8.1            |

## 建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発

### 一接合部材の疲労損傷モニタリング技術の開発一

機械システム安全研究グループ 本田 尚  
筑波大 佐々木哲也

#### 1. 緒言

建設機械の破壊防止は、負荷データと非破壊検査の損傷検出限界値から適切に導き出された間隔で行われる保守点検によって達成できると考えられる。しかし、実際には旋回輪ボルトのように非破壊検査の困難な場所もあり、また非破壊検査における欠陥の見落としの可能性も否定できない。

そこで本研究では、建設機械の部材の接合部に発生する疲労き裂をひずみゲージを用いてリアルタイム・モニタリングする技術を開発することを試みる。今年度は、フランジ型ボルト接継手を用いた疲労き裂進展実験を行い、ボルトに発生・進展する疲労損傷のモニタリング特性を評価した。

#### 2. 実験方法

図1に本研究で使用了実験システムの概要を示す。フランジは、ひずみゲージを埋込んだ数本のM8六角穴付きボルトで接合され、15Hzの一定振幅荷重が負荷される。ゲージの出力は、ひずみ計の機能を持ったインターフェースを介して、パーソナルコンピュータに取込まれる。本実験では、サンプリング周波数1000Hzで、3～6分ごとに1～2秒間のデータを取込み、その変化を調べた。また、継手に一定以上の変位が認められた時には、破断したものと見なして試験を停止した。

#### 3. 実験結果及びまとめ

図2、3に8本のボルトでフランジを接合した一実験での、ボルトの配置と各ボルトに作用する軸力の変動幅－負荷回数－の関係を示す。ボルトの軸力の平均値と負荷回数の関係も、図3と酷似していた。図2で斜線を付けたボルトは、破断したものである。図3に見られるように、No.17のボルトは、 $0.6 \times 10^6$ 弱のサイクル数で、疲労き裂の進展にともなって軸力が低下し始め、破断した。その際に他の7本のボルトすべてで、程度の差はあるが軸力の再配分による変化が認められる。この場合の継手破断は $1 \times 10^6$ サイクルを越えており、継手の破断以前に、十分な余裕をもってボルトの損傷が捕らえられる。また、8本のボルトすべての軸力をモニタリングする必要はなく、いずれか1本で可能である。また、より安全を見込む場合は、対角に配置したボルト2本の軸力をモニタリングすれば、ど

の位置のボルトが破断しても、十分にそれを検出できると言える。

8本のボルトで接合されたフランジが、 $1 \times 10^6$ 程度の負荷で破断する場合、ひずみゲージ埋込みボルトと通常ボルトを交互に4本ずつ用いた場合も含めて、他の試験結果でも、同様な結果が得られた。

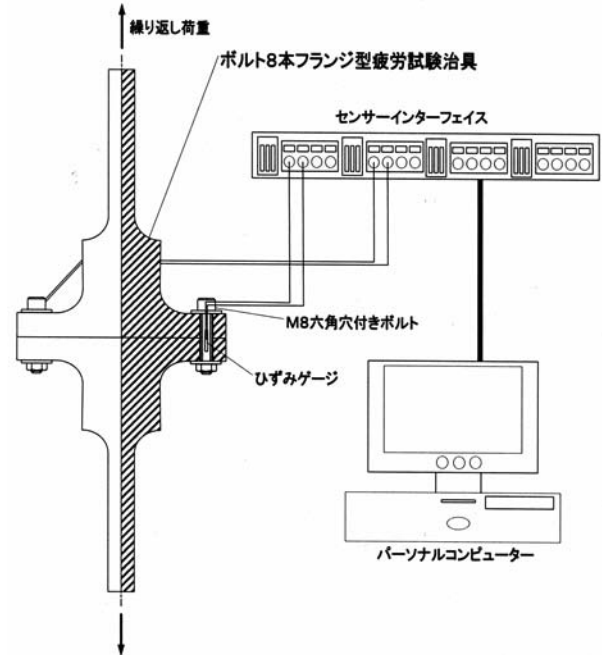


図1 実験システムの概要

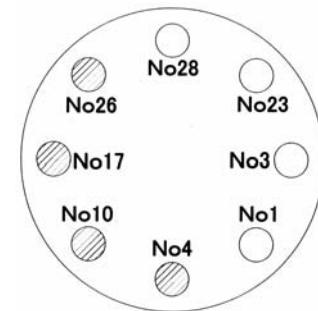


図2 ボルトの配置

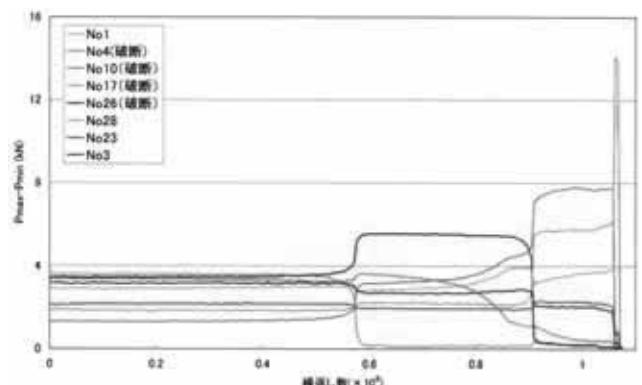


図3 軸力の変動幅と負荷の繰返し数

## 人間・機械協調型作業システムの基礎的安全技術に関する研究

### -人間と機械の共存・協調条件と本質安全構造の解明- (移動ロボットの動作環境における危険回避動作)

機械システム安全研究グループ 池田博康, 齋藤 剛

#### 1. はじめに

人間と作業空間を共有し、搭載しているコンピュータで協調作業を行う移動ロボットに対して、リスク評価を行うためには、リスク要素の定量的な見積もりが必要となる。このような移動ロボットによる挟圧や衝突に対する基本的なリスク要素である「傷害の程度」、「接触の頻度」、「回避可能性」を対象にして、分析を行っている。今回は、人間の危険回避可能性について人体動作特性から検討を加えた。

#### 2. 危険回避動作の分類

移動ロボットの作業環境における人間の回避可能性を調べるため、部品を加工機械へ搬送・設置する移動ロボットと人間が混在する実際の製造ラインの作業分析を行った。また、類似作業として、バランサー利用の重量物搬送作業、及び非産業分野での協調作業事例についても同様に分析を行った。

その結果より、危険源への人間の対処によって回避動作を以下のように分類することができる。

a. 直接回避：危険源への曝露回避（反射的動作、理性的動作による遠離）

危険源の低減（阻止、抑制、消散）

b. 間接回避：危険源の除去（非常停止操作など）

ここで、危険源とは、移動ロボット自体、あるいはそれがもたらす物理特性（速度や力）を指す。すなわち、危険源の低減は、移動ロボットの持つ運動エネルギーの人体へ過度に伝達されることを人体動作により防ぐことである。なお、危険源の除去は、移動ロボットによる回避動作あるいは停止を行わせる指示である。

#### 3. 人体動作特性と直接回避可能性

移動ロボットの接近に対して人間が直接回避できる可能性は、ロボット及び人間の動作速度、警告や回避空間等の環境要因、危険源の認識の程度や反応時間等に依存する。人間が視覚によって危険源を把握できず、かつ500mm以上の退避空間が確保できない場合、人間の回避可能性はロボットの物理特性に依存する。

一方、危険源の視覚認識が可能な場合は、人間の意識的な回避動作速度に依存する。そこで、典型的な回避動作パターンから人体各部位の回避動作速度を計測した。図1は、立位の成人男性が、後方の危険源から全速力で逃げるときの動作軌跡と部位速度を記録した

例である。上図は、頭、肩、肘、手先、腰、膝、足先の位置をスティック上に繋いで、人体側面から見た姿勢を表しており、下図は頭、手先、膝の人体側面から見た速度変化を示している。上肢、下肢の瞬発的な動作に比べて頭や胴体は平均1.5m/sであったが、無人搬送車の走行速度の目安1 m/sよりは余裕のある値と言える。

図1は回避動作としては理想的状況であるため、人体各部位の動作が最高速度に達するまでにはある程度の時間が必要である。例えば、屈んだ姿勢から腰の速度が1 m/sに達するまで約0.6s必要であった。その間の回避可能性を高めるためには、間接回避の効果を相乗させて、移動ロボットの制動・停止を図ることが重要である。

#### 4. 間接回避可能性の効果

接近する移動ロボットを停止させるための非常停止操作は、人間がロボットの接近を認識して非常停止装置を操作するまで平均0.53s要した。これにロボットシステム応答時間と惰走時間を加えると、間接回避に要する時間となる。したがって、最悪の回避パターンを想定すると、ロボット動作速度を低速に抑制するか、非常停止操作の短縮が求められる。前者の目安としては、250mm/sの動作速度（マニピュレータ部）が提唱されており、後者の実現にはイネーブル装置の利用が有効である。

今後、残るリスク要素の分析を進めて、人間側からのリスク評価の指標を提案する予定である。

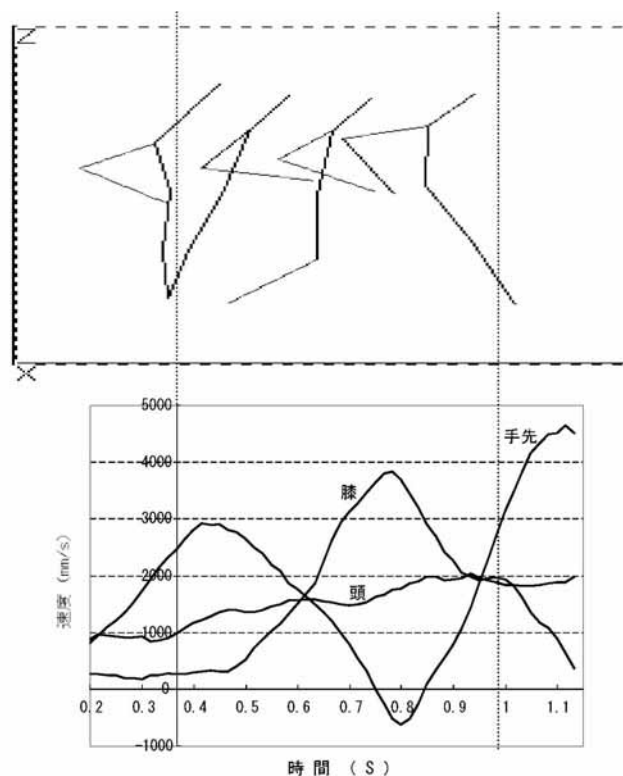


図1 全速力回避動作時の動作姿勢と部位速度

## 人間・機械協調型作業システムの基礎的安全技術に関する研究

### 一環境認識技術等を応用した移動体追跡手法の開発一

境界領域人間科学安全研究グループ 濱島京子，呂 健  
重点研究支援協力員 石原浩二

#### 1. はじめに

本研究では，人間・機械協調型作業システムや保守・整備作業など，作業者と運転中の機械が近接する環境で使用可能な画像監視装置の開発を目標とし，機械と人間の位置関係を取得し安全状態を判別する手法，ジェスチャ認識によるマンマシンインターフェース手法について検討している。本稿では，全方位視覚センサを用いた移動体追跡システムによる，移動ロボット制御実験の結果と問題点，ジェスチャ認識のための立体視カメラシステムの導入について報告する。

#### 2. 移動ロボット制御実験

まず，移動ロボットの走行停止に要する時間を算出する予備実験を行った。これにより，停止命令送信から停止完了までに2.5秒を要する事が判明した。この値を基にして移動体追跡システムに安全距離を設定した。静止状態にあるダミー人形へ向けて移動ロボットを走行させる実験では，人形から約20cm手前（ロボットと人形の中心間距離では約1 m）でロボットを停止させることができた。実験の様子を図1に示す。

#### 3. 実験により明らかになった問題点

以下の理由から安全状態判別に誤判定が生じ，ロボットを停止させられない事態が度々発生した。

(1) オクルージョンによる位置計測精度の低下

(2) キャリブレーション誤差等による検知漏れの発生

そこで移動体検出方法について再検討をし，移動体方位角の重複情報を用いて存在領域を検出する方法へと検出方法を変更した。図2は各カメラが捉えた移動体方位角を画像上に描写したものである。色の最も濃い領域が移動体存在領域を表している。H16年度はこの手法の有効性，安全性を検証していく。

#### 4. 立体視カメラの導入

ジェスチャ認識のための立体視カメラシステムを導入し，予備実験を行った。2眼式立体視カメラで取得した視差画像に基づいて三角測量計算を行い，パソコン上で監視目標の距離及び3次元位置情報を取得する。

視差情報は相対的な情報を利用するため，単眼カメラを利用する際に問題となりやすい照明変化の影響を受けにくい。一方，移動ロボット等を用いるFA工場のような相対的に広い現場を監視対象とする場合は，1台の立体視カメラ視野では全空間を観測できないた

め，複数台のカメラを組み合わせる必要がある。この場合，各カメラの3次元情報を統合しなければならない。本研究では4台の立体視カメラと用いた広域3次元空間情報統合システムを構築した。

現在，統合した3次元空間情報を用いた移動体の検出・追跡方法を開発中であり，H15年度末までに完成する予定である。16年度以降は，3次元空間情報を用いたジェスチャ認識方法を開発して，ジェスチャによるマン・マシンインターフェースとその安全性について検討する予定である。

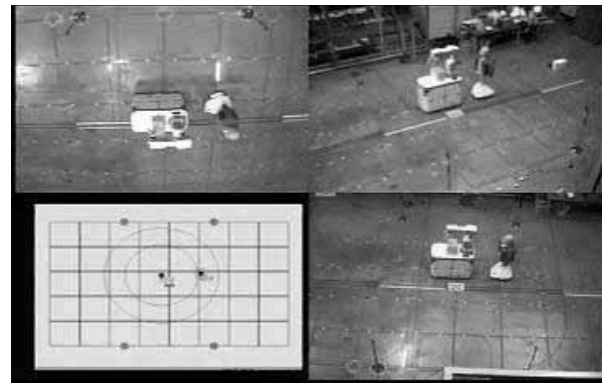


図1 移動体追跡実験



図2 方位角による移動体存在領域の生成



図3 立体視カメラ(左)と3次元空間情報統合システム(右)

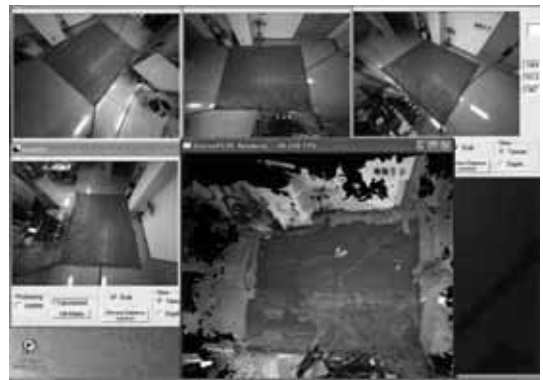


図4 立体視カメラにより再構成された実験空間

# 人間機械協調型作業システムの基礎的安全技術に関する研究

## 一危険点近接作業を対象とした災害防止対策の確立一

機械システム安全研究グループ 梅崎重夫, 清水尚憲

### 1. はじめに

最近の重大災害の背後には、作業者の人的ミスが存在すると言われている。しかし、表面上は人的ミスと思われるものでも、その背後には本質的な設備的・管理的要因が潜在している場合も多い。そこで、機械設備で行われる危険点近接作業（作業者が機械を止めずに機械の危険な可動部に近接して行う作業）を対象に、労働災害の根本原因の究明や抜本的な安全方策の提示が可能な安全設計支援システムを検討した。

### 2. 5W法による根本原因の究明

生産工学の分野では、根本原因を追及する際に5W法を使用することがある。これは、5回続けて「なぜ？」（Why・・・？）と聞くことで、生産技術上の根本原因に到達しようとする方法である。この方法は、労働災害の分析にも応用可能と考えられる。図1は、立旋盤による労働災害の分析結果である。これにより、表面上は「インタロックガードの付け忘れ」とされていた原因が、実は設備設計基準と工務取扱い基準の不備という本質の問題であったことが判明する。

### 3. 推論エンジンの構築

図1の分析は、一般の担当者では実施困難と考えられる。そこで、人工知能に類似した推論エンジンをあらかじめ提供することで、専門家が実施した場合と同等の推論を実現する。

図2はポジティブ・クラッチ式プレスによる労働災害事例の推論エンジンで、仮に災害事例に「安全装置を切って作業した」という記述があった場合は、推論

エンジンは「それはなぜですか？」という問いかけをするとともに、可能性の高い答えとして「大物部品の加工作業だった」、「長尺物の加工作業だった」、「金型の取付け、取外し、調整の作業だった」などを表示して選択させる。続けて「どのような形状ですか？」との質問があるので、これに対して形状の入力を行う。なお、推論エンジンは、専門家が随時見直しを行い、正確性と迅速性を確保する。

### 4. 安全方策の提示

次に、究明された根本原因を基に、抜本的な安全方策の提示を行う。この提示は、機械の基本計画、設計、製作、受入れ、設置、運転、保全、改造の各ライフサイクル毎にソリューション・マトリックスを利用して行う。以上の手法を採用することで、労働災害の根本原因究明や抜本的な安全方策の提示を可能とする。

- T2. 安全装置を切って作業した  
それは、なぜですか？
- M1 大物部品の加工作業だった
    - S1 何の部品ですか？  
(部品名の入力)
    - S2 どのような形状ですか？  
(形状の入力、必要に応じ画像入力)
  - M2 長尺物の加工作業だった
    - どのような形状ですか？  
(形状の入力)
  - M3 金型の取付け、取外し、調整の作業だった
  - M4 上記以外の安全装置を使えない作業だった
    - どのような作業ですか？  
(作業の入力)
  - M5 安全装置は使えるが、作業性が低下した
    - どのような作業ですか？  
(作業の入力)
  - M6 その他の理由  
(理由の入力)

図2 推論エンジンの例

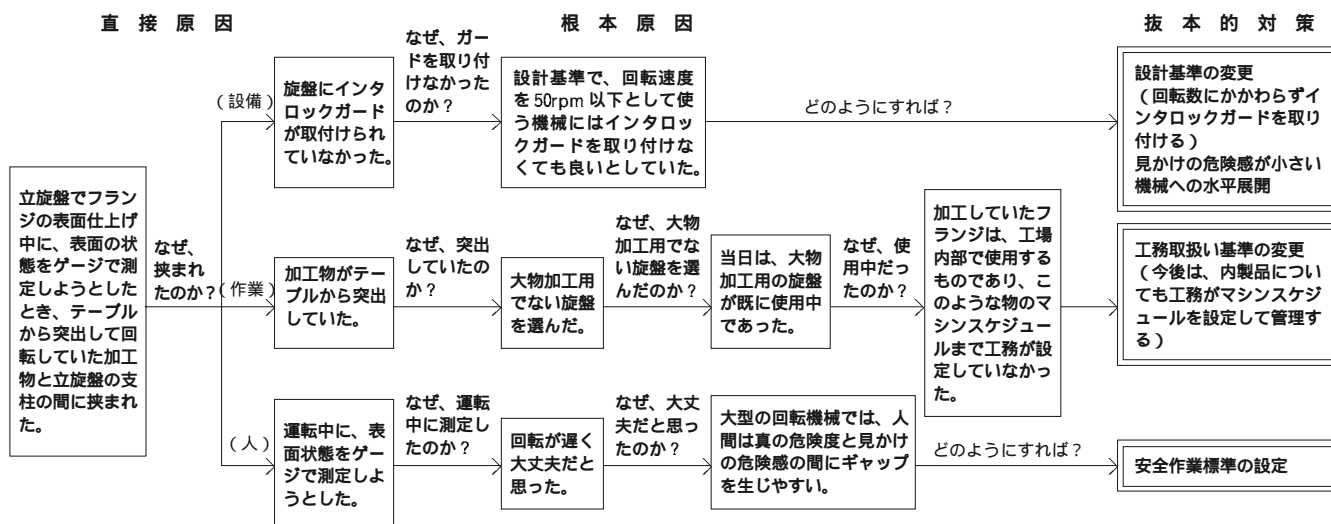


図1 根本原因究明の実施例



## 仮設建造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発 ー建設途上の建物・建造物の形状などを考慮した風荷重の実用式の確立ー（足場に作用する風荷重の実測）

建設安全研究グループ 大幢勝利, 高梨成次, 日野泰道  
重点研究支援協力員 佐藤 昇

### 1. はじめに

足場に作用する風荷重を評価し簡易算定方法を確立するため、基本的な構造の足場と建物の模型に対する風洞実験を行っているが、その妥当性を確認するためには、実際の足場を用いた実測調査を行う必要がある。そこで、当研究所内に設置した足場を用いた実測調査を長期間にわたり継続して行っている。また、その周囲を再現した周辺環境再現模型を用いた風洞実験を行い、両者の整合性の評価を行っている。

本報では、実測調査と風洞実験の概要、および実測調査の結果の一部について述べることとする。

### 2. 実測調査と風洞実験の概要

実測調査は、写真1に示すように、前面を防災シートで覆った7層6スパンのわく組足場を建物の1面に併設し、壁つなぎを2層2スパン毎に取り付けて実施している。その際、防災シートは、足場前面にエキスパンドメタルを設置し、それを覆うようにして取り付けた。実測調査の測定項目は、足場に作用する風荷重の分布と壁つなぎに作用する荷重、およびその時の足場周辺の風向風速であり、各荷重を測定するため、エキスパンドメタルと足場間および壁つなぎと建物間に、計66台のロードセルを取り付けた。各荷重の測定は、足場上および周辺に設置した3台の風速計のいずれかが、瞬間風速10m/sを越えた際にトリガーをかけて実施している。

風洞実験は、写真2に示すように、実測用足場の周辺を再現した周辺環境再現模型を用いて実施している。実験では、周辺環境再現模型を風洞内のターンテーブルに設置して、風向を360°変化させながら足場模型に作用する風荷重の分布を測定しており、その結果は実測調査の結果と比較する。

### 3. 実測調査の結果と考察

実測調査は、現在も継続して実施している。その結果の一部として、これまでに平均風速が最大であったケースにおける足場に作用する風荷重の分布を、平均風力係数の分布として図1に示す。図1は、足場前面を写真1と同じ方向から見たものである。図1に示す各測定点の平均風力係数  $C_i$  は、足場の各点で測定された平均風荷重  $P_i$  を、足場の最上部の平均風速  $U_T$  を基に基準化したものであり、次式により計算される。

$$C_i = \frac{2P_i}{\rho U_T^2 A_i}$$

ここで、 $\rho$ ：空気密度、 $A_i$ ： $i$ 点における風荷重の負担面積。 $C_i$ の方向は、足場前面を建物に向かって押し付ける方向を正とした。

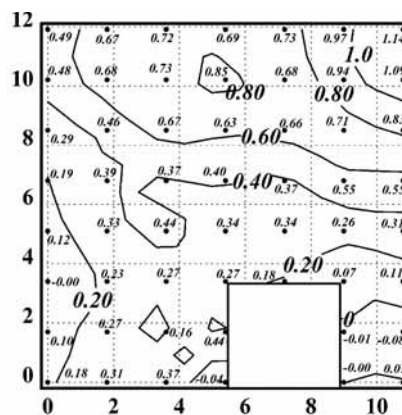
図1が測定された時の風向は、写真1の足場の右側前方より吹き付ける風向であったが、図1より足場の右上部に非常に大きな正の風圧力が発生している。一方で、足場の下部と左側の風圧力は非常に小さくなっている。風洞実験においてもこのような傾向にあり、実測調査と風洞実験の結果が定性的ではあるが一致していることが確認できた。



写真1 7層6スパンの実測用わく組足場



写真2 周辺環境再現模型



・風荷重測定点（数字は平均風力係数  $C_i$ ）

図1 平均風力係数の分布（平均風速5.9m/s）

## 仮設構造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発 -補強材の施工誤差による補強材の強度に及ぼす影響-

建設安全研究グループ 高梨成次，大幡勝利

### 1．はじめに

補強材は，足場の水平方向に対する剛性及び強度を負担するための材料である。実験で使用した補強材を写真1に示す。取り付けは，補強材のクランプを足場の建柱に緊結し，取付金具を建物に設置した金物にねじ込むことによる方法が一般的である。足場は，建物に概ね平行に設置される場合が多く，それらを繋ぐ補強材の設置は，それらに対して直角に設置されることが理想的であるが，現実的には必ずしも直角に設置されていない場合が多い。その様な補強材の施工誤差が生じた場合，補強材の耐力が低下することが予想される。その耐力低下を定量的に調べることを目的に実験を実施した。

### 2．実験概要

実験の変動因子は，補強材の設置角度とし，長さはクランプの中心から取付金具のねじ込み端までを400mmとした。補強材の設置角度は，0度，1.25度，2.5度，5.0度，10.0度，15.0度とした。15度以上の設置角度は，補強材の構造上，設置不可能である。補強材は，それ自体に遊びが多く，ある程度の施工誤差を許容した構造になっている。そのため，補強材に圧縮軸力を加える実験においては，実験結果のばらつきが大きくなった。そのため，同一条件での実験を3回行った。引張軸力を加える場合では，ばらつきが小さかったため，同一条件の実験は1回とした。加力は圧縮，引張とも静的な単調载荷とした。

### 3．実験結果

補強材に圧縮軸力を加えた場合の実験結果を図1に示す。設置角度が0度の場合には，3回とも角度調整ピンがせん断力によって破断し，脆性破壊を起こした。1.25度の場合は3回の加力中1回，角度調整ピンが破断した。他の2回は写真2に示すように，取付金具の曲げ降伏及び，長さ調整パイプの破断による延性破壊となった。設置角度を2.5度以上とした場合は全て，写真2に示した破壊形式となった。設置角度を2.5度とした場合には，最大圧縮力は設置角度0度に比べ約15%低下し，5度以上とした場合には約30%低下した。補強材に引張軸力を加えた場合の実験結果を図2に示す。引張の場合は，補強材の取り付け角度に依らず，角度調整ピンがせん断力によって破断することによって脆性破壊した。

引張軸力の場合，補強材の設置角度が5度以内であ

れば，最大強度の低下は確認できなかった。又10度以上では15%程度の強度低下となった。

今後は，補強材の施工誤差が及ぼす補強材の水平剛性についての検討を進めていく予定である。



写真1 補強材

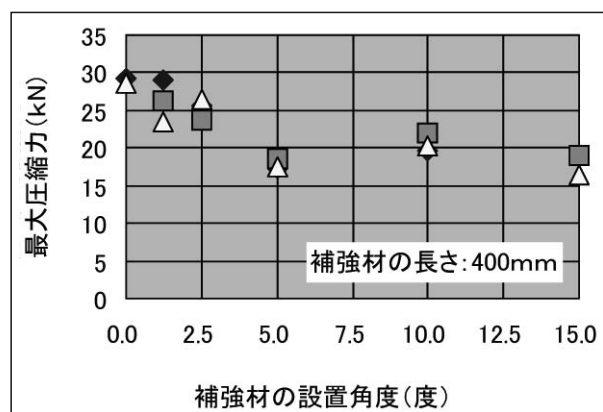


図1 補強材設置角度－最大圧縮力関係



写真2 最終破壊状況例

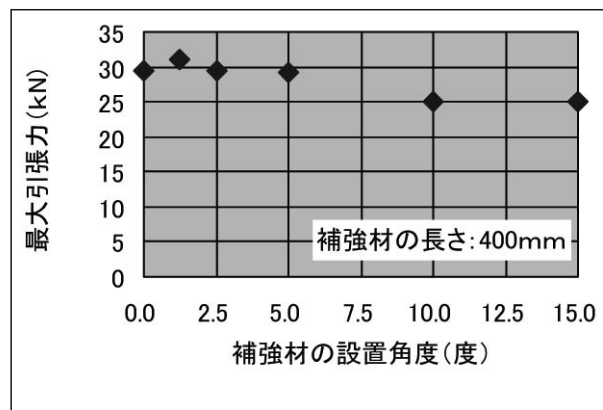


図2 補強材設置角度－最大引張力関係

# 仮設建造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発 —仮設建造物の組立・解体時の風環境下での危険性を 含めた統合的なアセスメント手法の開発— (強風が足場の組立解体に及ぼす影響の基礎実験)

建設安全研究グループ 大幢勝利,高梨成次,日野泰道  
重点研究支援協力員 佐藤 昇

## 1. はじめに

強風による足場など仮設建造物に起因する災害には、足場からの墜落災害が多くみられる。しかし、足場など仮設建造物上の作業者の強風に対する危険性については、不明確な点が残されている。そこで、これらの不明確な点を明らかにし、仮設建造物上の作業者の危険性を含めた耐風対策を確立するための基礎資料を得ることを目的として、強風が足場の組立解体時の作業者に及ぼす影響を調べるための基礎実験を行った。

## 2. 実験用風路の製作

本実験は、施工環境シミュレータの中で模型実験を行うことを主とした第1測定胴に比べ、断面が広く足場等が設置可能な第2測定胴において行う。しかし、第2測定胴は送風機に近いこと、および縮流されていないことから風速が場所により均一ではない。このため、強風が足場の組立解体に及ぼす影響を調べる実験を行う際に、不安定で再現性の乏しい強風しか発生することができなくなる。そこで、風路の断面方向に均一な気流を生成するため、写真1に示すように第2測定胴内に仮壁を設置し実験用風路を製作した。

図1に、仮壁設置後の高さ3mの位置における断面方向の風速分布を示す。この高さは、作業者がわく組足場の1層目の上に立った時の、腰の位置程度の高さである。図1では、それぞれの位置において5回ずつ風速を測定した平均値を示すが、写真1の両サイドの壁付近を除けば風速は非常に均一である。また、5回の測定値の変動も非常に少なく、安定した再現性の高い実験を行うことが可能となった。

## 3. 強風が足場の組立解体に及ぼす影響の基礎実験

写真1に示す仮壁を設置する際、足場の組立解体作業も必要となったが、この時、強風によりどのような作業が影響を受けるかを調べるための基礎実験を行った。その際、労働安全衛生規則の作業中止基準として示されている、10分間の平均風速10m/sより低い平均風速8m/sの風環境下で実験を行った。

実験は、仮壁設置時に使用するわく組足場の2層目を組立解体する際に行い、図2に示すように、足場の向きが風向に対し0°、45°、90°の場合において影響を受ける作業について調べた。組立解体を行った足場の

部材は、建柱、交差筋交い、床付き布柱である。

足場の組立解体に従事した作業者は3人で、作業終了後、アンケート形式で最も影響を受ける作業について聞き取りを行った。その結果、90°、すなわち足場に直角に風が吹く場合に、最も作業がしづらいことがわかった。また、3人の作業者全員が、床付き布柱を頭上で建柱に取り付け・取り外しを行う際に、風にあおられて最も作業がしづらいと答えた。よって、今後は足場の向きが90°の場合において、床付き布柱の取り付け・取り外し作業を中心に、強風時に作業者が受ける影響を調べて行く予定である。



写真1 第2測定胴に設置した仮壁

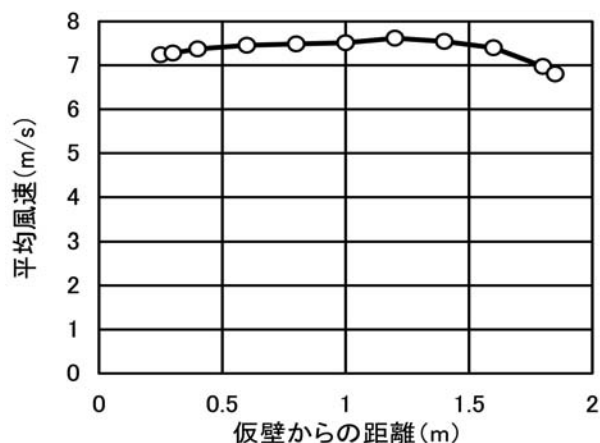


図1 第2測定胴内の風速分布

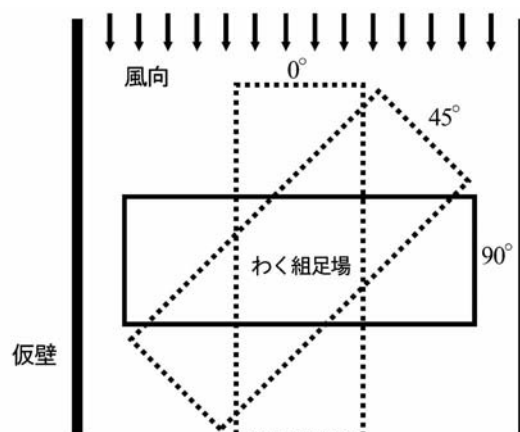


図2 足場の向きと風向の関係

## 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究 —廃化学物質のリサイクル過程における混触危険性の研究—

化学安全研究グループ 藤本康弘，水谷高彰，  
安藤隆之，熊崎美枝子

### 1. 概要

本研究では，廃化学物質のリサイクル過程における混触危険性についての評価手法を提案することを目指した研究を実施している。今年度は4年計画の2年目であるが，実施内容は，水と油のような不均一系の混合時の反応熱予測手法，発熱関連測定データの解析手法，反応生成物の分析手法，そして混触危険の代表例としての含酸素，含窒素化合物の金属イオン触媒効果による分解の基礎データ収集である。以下，個々の今年度の実施状況について述べる。

### 2. 実施状況

#### 2.1 不均一反応の反応熱予測手法開発

低濃度での液滴径の時間変化の測定から得られている経験式を再評価し，この経験式が現実の反応系に近い高濃度の系に適用できることを確認した(図1)。

これにより既に提案している発熱量の予測式の信頼性が高まった。また，その際液滴径の分布挙動を評価し(図2)，成分の結晶化の可能性を指摘。モデル反応の液滴径を評価する際の問題点を見つけた。

#### 2.2 測定データの評価手法の検討

測定データを評価する上で，その値を大きく左右すると言われているベースラインを決定する幾つかの方法を，今回デジタル化したDSCデータに適用してその影響を評価した。発熱量に着目した場合，一般に言われていることと異なり，ベースラインの決定方法に依らず，多くの例でほぼ同じ発熱量の値が得られた(図3)。今後，複雑なピークを持つDSCデータにも適用できるようプログラムを改良し，より多くのデータから同様の検討を行う予定である。

#### 2.3 反応生成物の同定・定量手法の開発

反応生成物の同定・定量に用いるガスクロマトグラフ質量分析装置を購入した。反応生成物をサンプリングしガスクロマトグラフ質量分析装置に導入するインターフェース部についての検討を継続中である。

#### 2.4 含酸素，含窒素化合物の分解における金属イオンの触媒効果

ヒドロキシルアミンの危険性について調査したところ，他の金属と比べて鉄との反応性が非常に高いことが明らかになった。ヒドラジンとの反応性の比較から

水酸基が危険性に主な寄与を及ぼすことが予想された。過酸化水素では塩化物イオンの効果が観測され，金属だけでなく陰イオン効果について検討が必要であることがわかった。

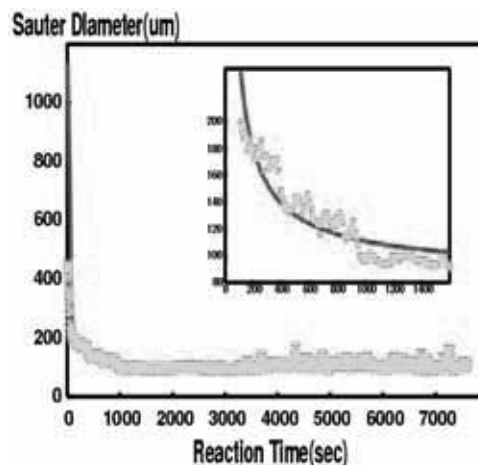


図1 不均一反応の液滴径の時間変化曲線と経験式へのフィッティング

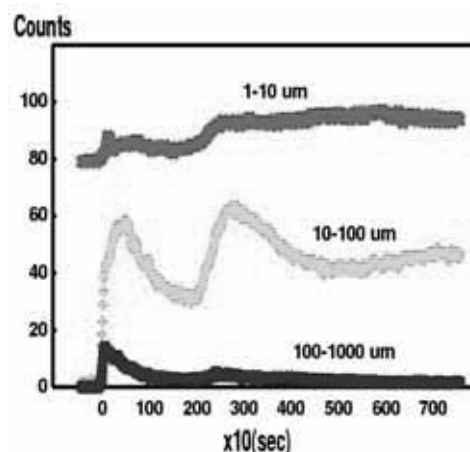
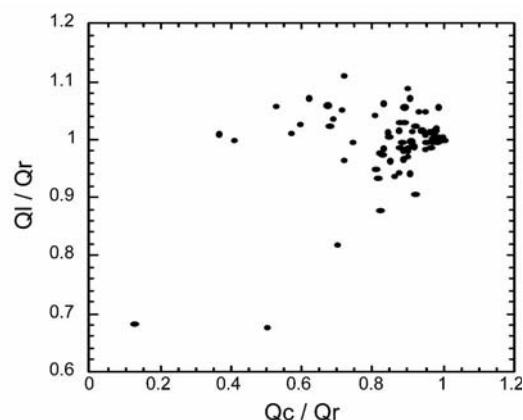


図2 液滴径分布の時間変化



Qc: 熱容量一定のベースラインから求めた発熱量  
Ql: 熱容量が温度の1次関数であるベースラインから求めた発熱量  
Qr: 熱容量が反応と共に変化し、発熱量が反応率に比例するベースラインから求めた発熱量

図3 発熱量のベースライン決定方法への依存性

## 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究

### 一廃化学物質のリサイクル過程における混触危険性の研究一

#### (ヒドロキシルアミン類の分解に及ぼす鉄の影響)

化学安全研究グループ 熊崎美枝子

#### 1. はじめに

化学物質の廃棄過程では、十分な安全性の検討がなされないまま、危険な反応を起こしてしまう物質を含んでいる廃液を不用意に混合してしまうことがある。その結果、廃液が発熱し、やがて発火・爆発に至ることがある。

安全な廃棄過程を確立するために、あらかじめ混合する化学物質の構造から、危険性を認知できる手法の構築が必要である。

本研究では、遷移金属によって促進される発熱分解機構について検討を行っている。基質として、遷移金属と相互作用する含窒素および含酸素化合物について着目しているが、本稿ではヒドロキシルアミン  $\text{NH}_2\text{OH}$  (以下 HA) およびその塩の分解に及ぼす鉄イオンの影響について検討した結果を報告する。

#### 2. 実験方法

混触危険性は小型反応熱量計 SuperCRC (Omnical, Inc. 製) を用いて評価した。SuperCRC は RC1 と同様に、攪拌や混合、試料添加によって発生する熱流束を測定する反応熱量計である。さらに、試料量が 16ml と少量であるため、RC1 では行うことができなかった不安定物質の反応プロセスのスクリーニングに有効である。

測定は 25℃ で行い、HA、HA 塩酸塩 (以下 HCl)、HA 硝酸塩 (以下 HAN) に精製水を加えて濃度を 2mol/l に調整した水溶液を 1ml 用いた。鉄イオン  $\text{Fe}^{3+}$  源は硫酸アンモニウム鉄(Ⅲ)12水和物  $\text{Fe}(\text{NH}_4\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  を用い、精製水を加えて濃度を 0.2mmol/g に調整した水溶液を 0.1g 用いた。

#### 3. 結果と考察

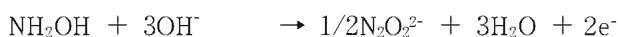
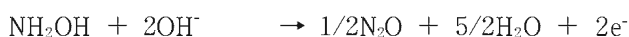
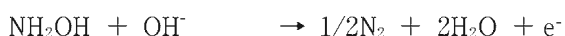
HA および HCl、HAN と  $\text{Fe}^{3+}$  水溶液の混合による発熱挙動を示したものが図 1 である。HA と  $\text{Fe}^{3+}$  の混合では、 $\text{NH}_3$  特有の臭気が感じられた。

最大発熱速度および反応熱は  $\text{HA} > \text{HCl} > \text{HAN}$  の順に低下した。とくに HA では SuperCRC の測定可能時間 (12.5 時間) では発熱が収束しなかった。一方 HCl、HAN と  $\text{Fe}^{3+}$  の発熱反応は 1 時間以内に収束している。HA、HCl、HAN と  $\text{Fe}^{3+}$  のモル比は 100:1 であり基質大過剰であることから、HA 中では  $\text{Fe}^{3+}$

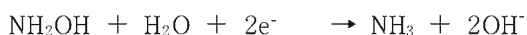
が触媒的な効果を示しているといえる。

測定終了後の溶液中には赤茶色の沈殿が観察された。HA が塩基性であるため、この沈殿は  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  と考えられる。HA と  $\text{Fe}^{3+}$  の反応が長時間にわたって継続したのは、 $\text{Fe}^{3+}$  が  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  を経てゲル状の  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  を形成し、その結果 HA との接触面積が低下したためと考えられる。

HA は還元性物質であり、 $\text{Fe}^{3+}$  を還元して  $\text{Fe}^{2+}$  を生成するものと考えられる。還元性物質としての HA の半反応式は



があるが、いずれの式も  $\text{NH}_3$  の発生を示していない。 $\text{NH}_3$  の発生を考えると、反応溶液中では HA 自身の還元も起きていると考えられる：



HA の還元に伴って  $\text{Fe}^{2+}$  が酸化されるとすると、 $\text{Fe}^{3+}$  が再生されることとなるため、鉄イオンの触媒的效果を説明することができる。

一方、HCl、HAN については混合によって  $\text{Fe}^{3+}$  の色が消えたことから酸化還元反応は起きているといえるが、HA と異なり  $\text{Fe}^{3+}$  が触媒的に HCl、HAN の分解を促進することはない。これは生成する  $\text{Fe}^{2+}$  が HCl、HAN 水溶液の酸性条件下で安定に存在し、 $\text{Fe}^{3+}$  を再生しないためと考えられる。

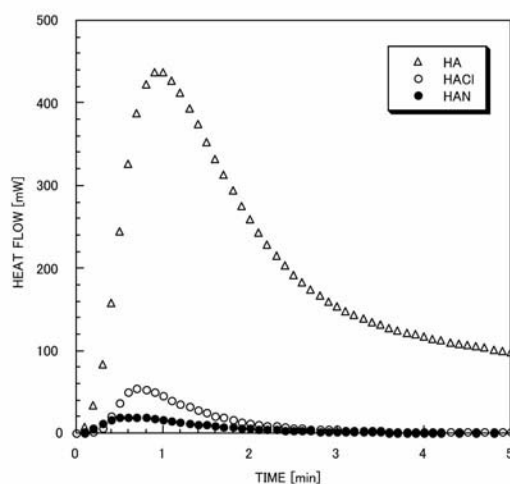


図1 HA、HCl、HANと鉄イオンの混触による発熱挙動

## 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究

### 一 廃可燃物質の爆発危険性の解明と評価一

#### （廃油類の試験法と可燃ガス容器の爆発危険性）

化学安全研究グループ 水谷高彰，板垣晴彦  
重点研究支援協力員 韓 宇燮

### 1. はじめに

近年の省エネルギー，省資源化，廃棄物の減量化の推進，あるいは，脱フロンなどの環境問題に伴い，様々な廃棄物に対してリサイクル処理が必要とされた結果，リサイクルの処理量と種類が急増している。ところが，このリサイクル過程において爆発・火災・中毒災害がたびたび発生しており，リサイクル産業に従事する作業者の安全と市民生活の安定のために，その防止対策に関する研究が必要とされている。

本研究では，多種多様の廃可燃物質のうち，爆発と火災の代表的な原因物質として，廃油類などの可燃性液体とスプレー缶などの可燃性ガス入り容器を取り上げ，その危険性の解明と評価を実施している。

### 2. 廃油類の爆発危険性簡易評価試験法の開発

リサイクル産業において取り扱う物質のうち，液状である廃棄物の多くは廃油類である。リサイクル産業でいう廃油類とは，使い古された潤滑油類というよりも，水や汚泥と油類の混合物や使用済みの洗浄剤，有機溶剤などを指す。この廃油類は，固形分が多量に混入していたり粘性が高かったりなどの問題点があるため，従来の爆発・火災危険性の評価試験法が適切ではなく，廃油類の危険性が誤って評価されてしまう場合がある。

そこで，リサイクル産業で取り扱われる廃油等の混合物について，正確かつ簡易で迅速に評価できる試験装置の開発を目指している。本年度は，試験者の熟練度による差を無くし，さらに試験時間の短縮化を図るため，引火点試験装置の調整と操作の自動実行を試みた。試作した装置の制御部を写真1に示す。

現在は，既知の可燃性液体を対象として，従来式の試験法と同等と試験結果が得られるように，試験装置の構成と自動制御の方法について，調整と修正を繰り返しているところである。

### 3. 可燃ガス容器からのガス漏洩時の着火危険性

廃棄されたスプレー缶などの可燃ガス入り容器の収集やスクラップ作業中に火災・爆発事故がたびたび発生している。これらの容器が破裂した際には蒸気雲を生成し，万一着火すれば大きな災害となる。

本年度は，可燃ガス容器の破裂実験を実施するにあ

たって可燃ガス雲の爆発危険性を調べるため，通常用のノズルから可燃ガスを漏洩させ，着火可能範囲を実測することとした。

実験方法は，燃料用の小型可燃ガス容器から一定時間可燃ガスを垂直上方に噴射させ，着火源の位置を水平方向と垂直方向に動かすことにより，どの範囲が着火可能で，どのように火炎が伝ばするかを調べた。

図1は，噴射時間が1秒と2秒の時の着火可能範囲である。着火可能範囲は鉛直線に対してほぼ左右対称で，漏洩方向の中心部よりも周辺部の方がやや広い。これは，周辺部では中心部よりも拡散が均等になりやすいためではないかと考えている。水平方向の着火可能半径は，噴射時間1秒の場合は約8cm，2秒の場合は約10cmと狭いが，垂直方向では1秒の時には45cm程度，2秒の時には60cmと，噴射方向の着火可能範囲は遠方まで広がっている。



写真1 試作した引火点試験装置の制御部

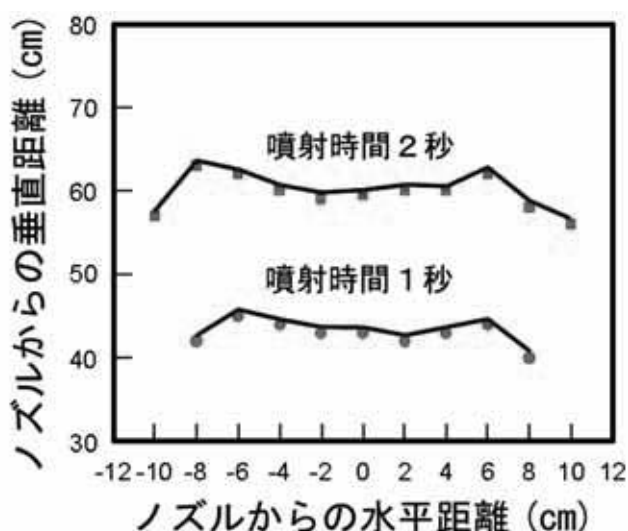


図1 可燃ガス容器からガス漏洩時の着火可能範囲

## 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究

### 一 廃可燃物質の爆発危険性の解明と評価ー (アルミニウム粉塵と水との爆発危険性に関する研究)

化学安全研究グループ 大塚輝人, 板垣晴彦

#### 1. はじめに

一般に最も広く使用されている消火剤は水である。しかしながら、金属粉塵と水が接触すると、水が酸化剤として働くため金属粉塵が発熱し、災害の拡大あるいは発生の原因となることがある。本研究では、マグネシウム-アルミニウム合金として電子機器の外装材に用いられるアルミニウム粉塵をモデルとして、水蒸気存在下における金属粉塵爆発危険性について報告する。

#### 2. 実験装置と方法

実験は、始めに1.3リットル吹上用タンク内に過剰の水を入れて加熱し水蒸気を充満させ、秤量したアルミニウム粉塵を1リットル爆発容器内の分散皿に移し、試料の劣化を抑制するため、ただちに爆発容器を密閉して減圧(2kPa以下)しておく。次に、吹上用タンクに加圧空気を送入し、温度と圧力を所定の値に調整した後、電磁弁を開いて粉塵を吹き上げる。電磁弁は、試料がなければ爆発容器内の最終圧力がちょうど101kPaとなるタイミングで閉じ、その直後に着火電極間に放電火花を200ms発生させ着火させた。

#### 3. 実験結果

120℃で噴出条件を一定に保ったままで、アルミニウム粉塵の量を変化させた結果を図1と2に示す。実験で得られた、120℃での、この爆発容器における3 $\mu$ mアルミニウム粉塵の爆発下限界は、空気のみで0.6g、空気と水で0.7gである。下限界付近を除いて、アルミニウム粉塵が過剰になるほど爆発圧力、最大圧力上昇速度ともに乾燥空気よりも水を含む方が大きくなる。圧力上昇速度が水蒸気により爆発が加速される。

エアタンク内の吹き上げ気体の組成から、120℃での爆発容器内の雰囲気露点が76℃であるので、実際のリサイクルなどの破碎溶解プラント、または製鉄鉄鋼プラントなどでも比較的容易に実現される条件と考えられる。すなわち、高温の金属と水が接触した場合には、水蒸気爆発のほかに、水との反応による圧力上昇も生じることが考えられる。また、今回の実験では評価していないが、発生すると予想される水素による二次的な災害も考慮する必要があるだろう。

図3は150℃における、水蒸気雰囲気下におけるアルミニウム粉塵3gの爆発圧力プロファイルである。

波形には、放電火花の通電に併せた大きなノイズが見られるが、燃焼が伝播していると考えられる中間部分にはほとんどない。水蒸気のみによる吹き上げ時にだけ見られる現象である。原因としては、水滴の混入とその蒸発、電荷の移動などが考えられるが現時点では不明である。また、前半部のノイズ部分から比較的長い着火遅れが観測される。このときの最大圧力は0.64MPa、最大圧力上昇速度は82.2MPa/sであった。

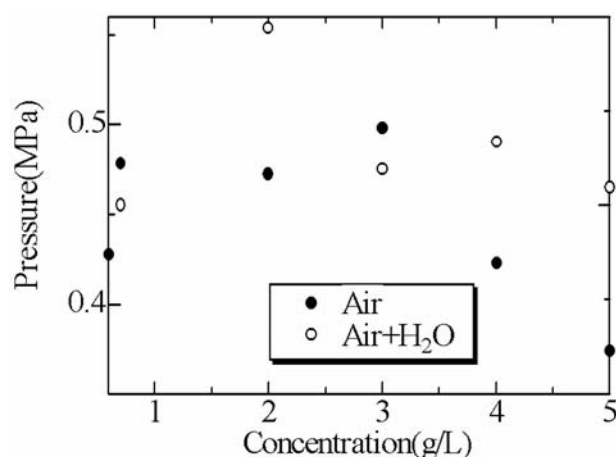


図1 濃度と最大爆発圧力(120℃)

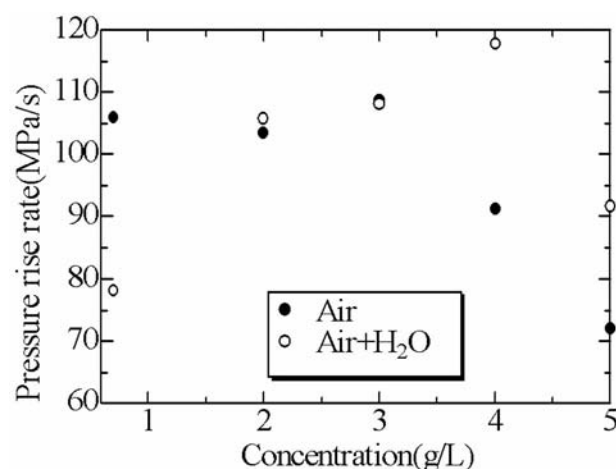


図2 濃度と最大圧力上昇速度(120℃)

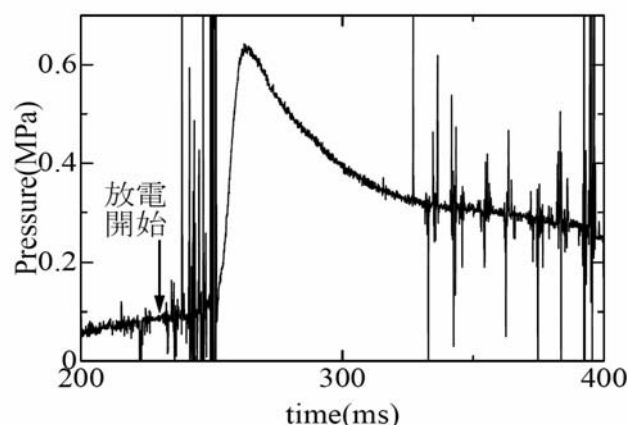


図3 水蒸気雰囲気(150℃)での爆発圧力



**産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究**  
**ー粗大ごみ破碎プラントにおける実用的な爆発抑制技術の開発ー**  
**（破碎処理施設の実態調査）**

化学安全研究グループ 八島正明

## 1. はじめに

粗大ごみ処理施設では、破碎機とその周囲でしばしば爆発や火災が発生しており、そのたびに多額の補修費用を要するとともに、さらに運転停止が長期にわたる場合には、粗大ごみや不燃ごみの収集に支障をきたし、市民生活に影響を及ぼすことになる。そのため、粗大ごみ処理施設においては、爆発・火災の予防（未然防止）とともに、仮に爆発・火災が発生したとしても被害の拡大を最小限にする方策が必要とされている。

本研究課題は実用的な爆発抑制技術の開発を目標とするが、平成15年度は実施初年度にあたり、有益な知見を得る目的で粗大ごみ破碎処理施設を実態調査し、爆発抑制技術の現状を調べた。

## 2. 現地調査

### 2.1 調査先

調査は、地方自治体・広域組合の粗大ごみ処理施設7ヶ所（山形、宮城、埼玉、東京、岐阜、三重、奈良）と、家電リサイクル品に関わる民間の粗大ごみ処理施設2ヶ所（千葉、東京）の計9ヶ所について行なった。調査先のうち、地方自治体・広域組合の施設のいくつかは、過去に爆発や火災が公表にされたところを選定した。

### 2.2 処理の流れと爆発火災防止対策

一例として、図1に埼玉県内のある施設の不燃・粗大ごみの処理の流れを示す。この施設では、図の中央付近の破碎機（横型高速ハンマ式）の前に粗破碎機（2軸低速せん断式）を設けているが、調査先では、むしろ

粗破碎を行なわない施設が多かった。しかし、処理工程はほぼ同様である。図中には、破碎機内とその前後のコンベアには監視カメラと消火用散水装置が取り付けられている（それぞれ、ITVと○印で示す）。このような安全装置は後から増設されたもので、きっかけは、本操業前の試運転の際に破碎物搬送コンベアにおいて出火したためだそうである。破碎機内は蒸気吹込みによって一定酸素濃度以下になるように、爆発範囲に入らないように制御されている。このような改良の後、現在までのところ、爆発、火災の発生は報告されていないそうである。

### 2.3 爆発・火災の発生と防止

調査先の災害事例では、ガス爆発（さらには粉じん爆発）が発生したところもあれば、火災のみが発生したところもあった。着火原因とされた可燃物は、小型LPガス容器、カセットボンベ、塗料缶などが挙げられたが、そのほかはどのようなものが初めに燃えたのかが特定できなかったようである。着火源としては、破碎機内の高温部分（熱面）や衝撃による火花などが推定された。現地で監視モニターを見る機会があったが、破碎機内では、火花はひっきりなしに発生し続けており、施設案内の方に聞いたところによると、特にベッドのスプリングに代表されるピアノ線（鋼鉄製）を破碎するときには長い火花がよく出るとのことであった。

一度爆発を経験すると、破碎機投入前の選別を慎重に行なうようである。破碎機においては、爆発圧力放散設備、温度検知器、散水装置が取り付けられている施設がほとんどで、発火の予防としては爆発範囲に入らないように強制的に通風を行ったり、酸素濃度を減少させるため、蒸気の吹き込みを行ったり、家電リサイクル品の破碎施設では投入量を厳密に管理している施設があった。

## 3. おわりに

この調査結果を整理し、次年度以降、実態に合った実用的な爆発抑制装置の開発に生かしていきたい。

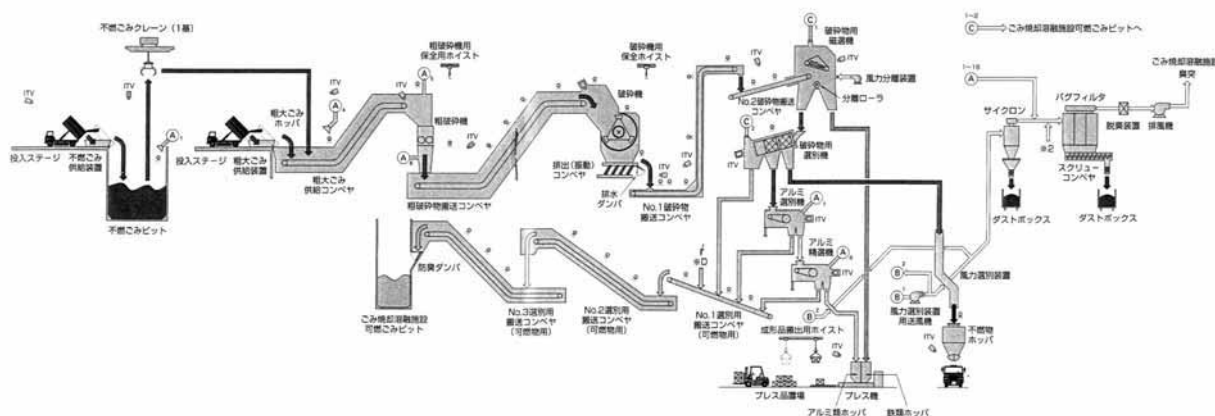


図1 不燃・粗大ごみ破碎処理工程の流れ（埼玉県内のある施設）



## 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究

### 一建設作業現場における不安全行動の発現とその対策に関する研究一

境界領域・人間科学安全研究グループ 庄司卓郎  
江川義之

#### 1. はじめに

近年、建設業においては作業員の不安全行動に起因した事故の割合が多い。不安全行動を誘発する要因はさまざまあるが、本研究では、面接調査、質問紙調査を通じて、不安全行動誘発要因とその防止対策について実態を明らかにした。

#### 2. 面接調査

建設作業現場における不安全行動の実態と不安全行動を招く要因、および不安全行動防止対策に関する情報を得ることを目的として、現場の作業員、現場職員、本社安全担当者を対象とした面接調査を行った。

##### (1) 建設現場における不安全行動

本社の安全衛生担当、作業現場の所長や本社の現場職員、協力会社の職長とも、近年では設備災害よりも人間が作業中に起こす不安全行動が引き金になって発生する事故や怪我が問題であると認識しており、不安全行動がなかなか減らないことが悩みの種であると考えていた。

具体的には、脚立で転ぶ、手を挟む、階段で転ぶ、カッターで指を切るなどで、内容は多岐にわたっていた。

##### (2) 不安全行動誘発要因

不安全行動の原因として、多く聞かれたのは、“思いこみ”である。これは「大丈夫であろう」、「……であろう」と、きちんと確認せずに行動をしてしまうケースである。これは、作業に慣れて緊張のゆるんだ状態で多く発生する。そのほかに多かったのが、工期が迫っている時や作業終了時間間際などによくみられる“慌て、急ぎ”であった。また、不安全行動が起こりやすい状況として、新規に入場する現場、作業場の安全設備に問題がある現場、整理整頓がなされていない現場、元請けの安全への意識が低い現場などがあげられた。

これらを基に不安全行動誘発要因を整理すると、1) 作業員の要因、2) 作業の要因、3) 作業環境の要因、4) 管理の要因、5) 組織の要因などに分けられる。実際にはこれらの1つだけが原因で不安全行動が発生することは少なく、これらが複雑に絡み合って、結果として不安全行動が生じてしまうことが多いようである。

##### (3) 現場における不安全行動防止対策

不安全行動防止の具体的対策としては、“うるさく注意すること”と“作業員同士がお互いに注意しあえる風土を作ること”などの意見が多く現場で聞かれた。朝礼やK Y活動を通じての注意は、ともすれば形骸化しがちであるが、それを承知の上で、現場職員や職長から何度もうるさく注意することが重要であるという意見も聞かれた。また、職長会の活動の重要性を指摘する意見も多かった。これは、協力会社同士や作業員同士の交流を活性化させることで、トラブルやめ事が無くなるだけでなく、他の協力会社の作業員に対しても、不安全行動を積極的に注意する風土が醸成され、作業員の意識の高揚にもつながるそうである。その他にも、多くの現場においては、つまりき防止や安全上の問題点が明らかになりやすいこと、さらには不安全行動をしようとする意識を招きにくいことなどの理由から、整理整頓が進められていた。

これらのことから、不安全行動の防止対策として、1) 整理整頓の徹底、2) K Yなどの現場の安全活動、3) 作業設備の整備、4) 職長会などの作業員同士の交流等が有効であると考えられる。

#### 3. 質問紙調査

面接調査で得られた知見の検証と精緻化を目的として質問紙調査を行った。大手建設会社8社21現場の所長、現場職員、及び協力会社の職長、作業員に配布され、558部(97.9%)が回収された。

その結果、不安全行動を誘発する具体的な事項として表1に示す項目の訴えが多かった。その中でも特に、組織や管理の要因の訴えが多かった。

#### 4. まとめ

建設作業現場や本社で行った現場調査、質問紙調査から、不安全行動を誘発する可能性のある要因、不安全行動を防止するのに有効であると考えられている要因、およびそれらの具体的な事項が明らかになった。

今後、質問紙調査の解析を進め、安全管理、安全対策と不安全行動の関係および有効な不安全行動防止対策のあり方について明らかにしていく予定である。

表1 不安全行動誘発要因

| 不安全行動誘発要因 | 具体的な項目   |
|-----------|--|
| 組織        | 不安全行動がとがめられない現場<br>整理整頓がなされていない現場<br>元請け会社の安全に対する意識が低い現場 |
| 管理        | 作業場の安全設備に問題がある場合<br>作業工程に無理がある場合<br>新規入場者教育が十分でない現場      |
| 作業環境      | 暑いとき<br>暗くて細部までよく見えないとき                                  |
| 作業員       | 作業員に気のゆるみがある場合<br>いつもやっている作業だからと油断するとき                   |
| 作業        | 行っている作業に対する知識や経験が不足しているとき<br>指示された作業方法が悪い場合              |
| その他       | 急いでいるとき  |

## 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究

### 一建設作業現場における視覚情報処理過程とヒューマンエラーに関する研究一

境界領域・人間科学安全研究グループ 中村隆宏

深谷 潔

重点研究支援協力員 万年園子

#### 1. はじめに

建設作業現場における不安全行動の防止を目的とした新たな教育・訓練手法検討のため、訓練装置（次世代型シミュレータプロトタイプ）開発を行った。また、現在の教習機関等で実施される安全教育にシミュレータ等の新しい技法を導入する際の問題点について、ヒアリング調査を実施した。

#### 2. 不安全行動防止のための訓練装置開発

VR等を利用した従来の危険体験システムは大規模かつ特殊な装置の使用を前提とするため、利用条件を著しく制限せざるを得ない。これは、シミュレーション等の新たな教育・訓練手法を導入しようとする際の大きな障害であった。

新たに開発した訓練装置は、従来の掘削機シミュレータをベースに、より汎用化・小型化を図ったものである（図1）。シミュレーション・シナリオは、一般的なPCを並列したシステムで運用され、映像を提示するスクリーン（図2）や体感装置を備えた運転席（図3）を可搬型とした。従来のシステムは移設が極めて困難であったが、汎用機器を中心にシステムを構成し可搬型としたことにより、各種教習機関や作業現場における安全教育など、様々な機会での利用が期待できる。

#### 3. シミュレータ導入の課題

現在の安全教育にシミュレータを導入する可能性について、教習機関指導員および企業安全担当者等へのヒアリング調査を行った。その結果、シミュレータ等の新しい手法に期待する理由として、

- ・ 資格取得のための教習カリキュラムにおいては、実作業で遭遇する危険やその対処法まで教習内容に含めることは困難である
- ・ 受講生のレベル差が大きく全てのニーズに対応出来ないため、自学自習の方法として活用出来る
- ・ 危険体験に関しては、実機を使用した教習では限界がある
- ・ シミュレータによる疑似体験を通して、教習内容を直感的に受講生に理解させやすい

等が挙げられた。一方、シミュレータ導入に際しての条件として、

- ・ 操作訓練の初期段階以外でも教育効果が期待出来ること

- ・ 教育効率の向上が見込める内容であること

- ・ コストに見合う教育効果が期待出来ること

等が挙げられた。これらは、シミュレーション等の新しい技法を取り入れる際の根幹に関わる課題である。

今後は、開発した訓練装置の活用方法を含め、不安全行動防止のための安全教育レベルの向上、および教育内容の充実を図る観点から、シミュレータによる教育・訓練内容について検討を行う。

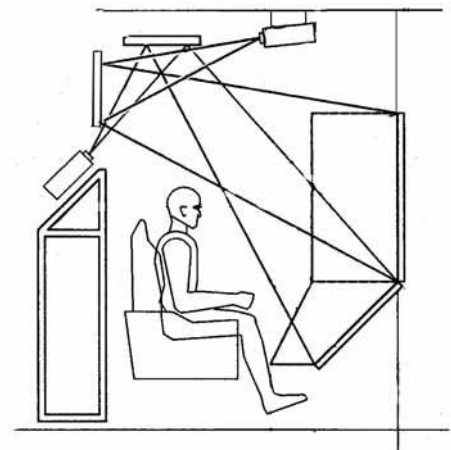


図1 訓練装置

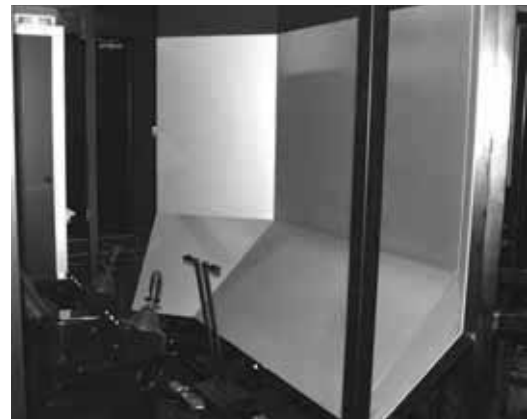


図2 スクリーン



図3 運転席

## 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究 一建設作業現場における不安全行動と安全情報の伝達に関する研究一

境界領域・人間科学安全研究グループ 江川義之  
庄司卓郎，中村隆宏

### 1．建設作業現場における情報伝達

建設作業現場の特徴は、元請会社の所長および職員、その下に重層する下請会社の職長および作業者が階層構造を構成していることである。そこでこれらの階層構造で、作業および安全に関して、どのような情報伝達が行なわれているのかについて現場観察と面接を行った。

### 2．現場調査結果

建設作業現場の安全施工サイクルにおける情報伝達状況とは、毎日行う朝礼・KYM・作業調整会議、毎月行う安全衛生協議会、その他の新規入場者教育などがある。そこでこれらの状況を対象にして調査を行った結果を述べる。

#### 〈朝礼〉

朝礼は作業開始にともなう心の切替と連帯感の育成を目的に、全員参加で行われる。その内容は、体操に始まり、挨拶、下請職長などから当日の作業人数と場所などの作業情報伝達、そして元請職員などから当日の危険作業と危険場所などの安全情報伝達が行われる。

#### 〈KYM〉

KYMは朝礼に引続き10分程度を費やして、リーダー（職長など）を中心に作業グループ単位で行われる。リーダーは前日行われた作業調整会議の結果による指示書をもとに各作業者に作業を割振る。そしてそれらの作業における危険性を作業者に予知させ、その対策を皆で話合って決め、安全を遵守させる活動である。

#### 〈作業調整会議〉

作業調整会議は毎日1回、正午前の30分程度を費やして行なわれる。参加者は元請会社の所長および職員、下請会社の職長および現場責任者などである。この会議では、当日の作業状況の確認と翌日の作業調整を行う。階層構造から見ると元請側と下請側が工事進捗状況に合わせて作業調整を行う会議である。

#### 〈安全衛生協議会〉

安全衛生協議会は毎月1回以上行い、参加者は元請会社の所長および職員、下請会社の事業主・安全衛生責任者・現場責任者などである。この協議会では元請側からの翌月の工程説明に基づき、各下請側が作業の調整および安全留意項目などを協議する。この協議会の参加者には、この作業現場に毎日参加していない下請会社の事業主なども含まれている。

#### 〈新規入場者教育〉

新規入場者教育は、新しくその現場に参加する作業

者を対象に行われるが、その職種や経験の程度は多様である。教育内容は元請職員からその現場での環境・安全についての留意事項の伝達が行われる。建設作業現場では工事進捗状況にともない危険箇所が変化することを考えれば、再入場者を対象にした教育も必要であるが、一般的には再入場者を対象にした教育は行われていない。

### 3．現場調査のまとめ

元請業者は建設作業現場で、複数の下請業者が行う建設工事の統括管理を行い、労働災害を防止するために、下請業者の管理・指導を行わなければならないことから、情報伝達経路はおのずと階層構造の上から下へ向かう縦方向型が主体となる。しかし工事進捗状況にともなう調整を必要とする情報伝達に関しては、下請業者間における横方向型の伝達経路も、縦方向型を補完する形で存在している。

そこで現場調査結果で述べた5つの情報伝達状況について、縦方向と横方向型そして一方向と双方向型という視点からの整理を試みた。

朝礼と新規入場者教育は、〈縦・一方向型〉に位置付けられる。朝礼は元請職員などから各作業者に縦系列で一方向の情報伝達が行われている。

作業調整会議と安全衛生協議会は工事進捗状況にともなう調整を必要とするものであり、作業調整会議は1日を単位とした、そして安全衛生協議会は1ヶ月を単位とした下請業者間の調整である。

これらの会議では元請側から今後の作業工程の説明、その説明に基づいて各下請側での作業調整、さらに調整結果を元請側に報告することを行っている。すなわち、これら会議における情報伝達経路を示すと、元請側からの工程説明と下請側からの調整報告などの〈縦・双方向型〉と下請間での作業調整などの〈横・双方向型〉が組合わされた伝達経路である。

KYMも〈縦・双方向型〉と〈横・双方向型〉が組合わされた伝達経路と考える。それらは作業リーダーによる作業指示、作業間による危険源の予知、そしてその対策をリーダーに報告することで構成される。

### 4．各伝達経路における問題点

〈縦・一方向型〉は多くの作業者に伝達可能であるが、フィードバックが得られにくいこと、さらに誰にでも共通な一般的内容の情報伝達になるという問題点がある。一般的安全規則の伝達であっても、作業者に具体的現場状況がイメージ出来る情報を付加することが必要である。

〈横・双方向型〉は、必ず〈縦・双方向型〉との組合せで行われる必要がある。〈横・双方向型〉のみの場合、そこで行われた調整結果が元請側に伝達されないことが生じる。特に安全情報の伝達経路に関しては情報を共有化出来る経路を確保することが必要であると考ええる。

## 2.2. 平成15年度の研究成果の概要

### 2) 基盤的研究

#### 機能性流体によるロボット制御技術に関する研究

機械システム安全研究グループ 齋藤 剛, 池田博康

#### 1. はじめに

人との接触を前提に作業を行うロボットでは、誤って過大な力を及ぼさないことを構造によって保証できるアクチュエータとその特性を活用した安全制御技術が必要である。本研究では、昨年度、上記の要求を満たすアクチュエータとして、磁場に感应する機能性流体である MR 流体 (Magneto-Rheological Fluid) を用いた拮抗回転型アクチュエータユニット(以下, MRAA)を開発した。本年度は, MRAA によって肩・肘関節が駆動される 2 自由度ロボットアーム(写真 1)を試作するとともに, ロボットの関節トルクを監視するインターロックへの MRAA の応用を検討した。

#### 2. MRAA を応用したトルク監視インターロック

MRAA は, MR 流体の流動特性を利用して, 受動的に過大なトルクの発生を防止しつつ, 内蔵された電磁コイルの制御電流のみに応じたトルク制御が可能である。この特性のため, 電流が適正値にあることを動作許可の条件とするインターロックを構築すれば, 電流で決定される値を超える負荷トルクに対しては滑りを生じ, 動作中に人と接触しても過大な力(トルク)を及ぼさないことが保証できる。ただし, 試作したロボットアームでは関節角度の変化(すなわち, 姿勢変化)に応じて自重を支えるために必要なトルクが変化するので, 上記のインターロックには, これに対処できる電流検定機能が必要である。そこで, 図 1 に示す MRAA を応用したトルク監視インターロックを構築した。アームの動作制御を汎用コントローラで行いつつ, 印加される電流を安全コントローラによって検定

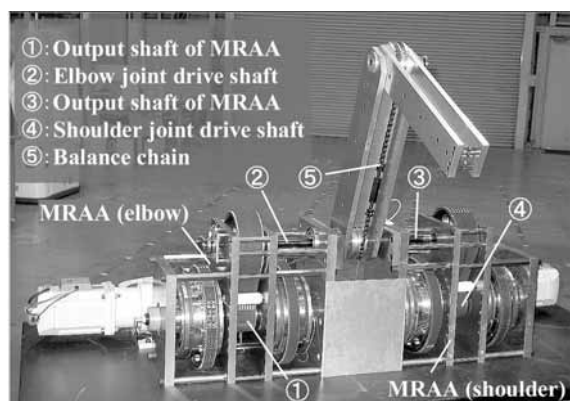


写真1 2 自由度ロボットアーム

する構成である。安全コントローラは, 3 つの独立した CPU から成り, 各関節のポテンショメータの角度情報より適正電流値を 20 ms 間隔で演算し, その結果と実際の電流との比較から動作継続を判断する。

#### 3. インターロック機能の検証実験

ロボットの動作中に模擬的に人との接触を起こし, それに抗する過大な電流から異常トルクを検知する実験を行った。実験結果の一例を図 2 に示す。模擬的接触の発生(約 10 s 時)に対し, 過大な電流(図では下限値を下回る電流)からこれを検知し, 直ちに許可信号が OFF となっている。このときに人体に加わる力は, 設定値の 1/2 以下(約 42 N, 測定 5 回の平均値)であり, 所要のインターロック機能の実現が確認できた。

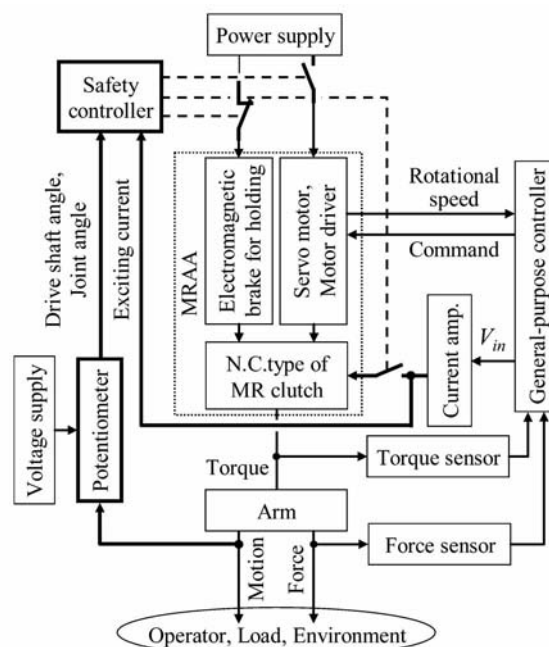


図1 トルク監視インターロックの構成

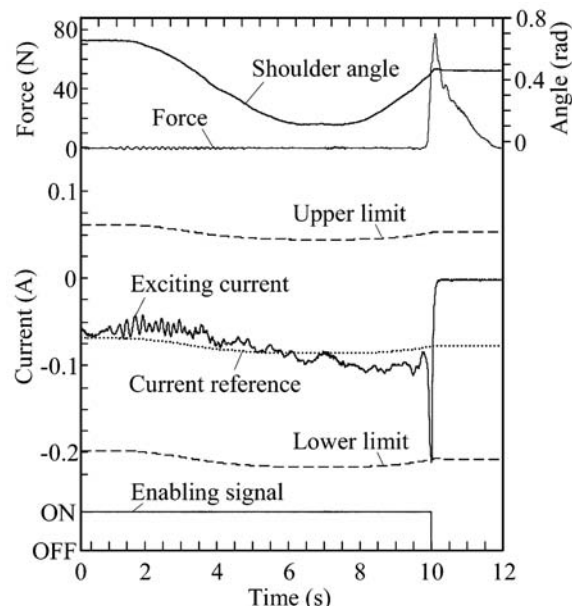


図2 検証実験結果の一例

## 安全ボイラ用安全弁の新機構と安全制御システムの開発に関する研究

機械システム安全研究グループ 清水尚憲、池田博康  
齋藤 剛

### 1. はじめに

ボイラは近年様々なタイプが製品化されており、また用途も様々である。そのような中で、ボイラ制御はコンピュータによる高度な制御技術が採用されており、機能的にはかなり高いレベルの運転が可能になってきている。しかし、万が一、故障が起こると重大な災害を引き起こす可能性が否定できないものがある。そこで、筆者らは昨年度、圧力を監視するための感温フェライトを利用する温度センサと、故意に設定圧力を調整できない永久磁石と機能性流体を利用した安全弁の原理モデルを考案した。ここでは本年度、実用化のための改良を行い、ボイラ実機にて実証実験を行なった結果を述べる。

### 2. フェールセーフな温度スイッチの開発

温度スイッチの動作の検証と性能評価を行なうため、実規模小型ボイラ（多管式貫流ボイラ、最高圧力0.98MPa）を実験対象とした。温度スイッチ作動する運転モードとしては冷態からの起動と0.8MPa 圧力待機からの起動（100% 燃焼）について実験を行なった（図1 参照）。その結果、待機圧力状態から100%燃焼時の温度スイッチオフにおける動作温度のずれ $\Delta \theta_1$ が最大となり、その時の内部圧力も最大となった。これは温度スイッチ内部の熱容量により急激な圧力上昇に伴う温度上昇の伝達が遅れたことが原因と考えられるが、実際のボイラ運転において遅れ時間8秒は許容できる値であると考えられる。一方、燃焼停止後の温度低下については、ボイラの熱容量が大きいいため、温度スイッチオンの動作温度のずれ $\Delta \theta_2$ はオフ時 $\Delta \theta_1$ のずれよりも小さい傾向が確認できた。

### 3. 蒸気用磁気式安全弁の開発

写真1に開発した蒸気用磁気式安全弁の外観を示す。今年度改良したモデルは、広く一般に採用されている安全弁の仕様を考慮し、ノズル径を20mmとし、吹出し圧力0.5MPaを目標に設計を行なった。さらに閉磁路が構成されるため磁氣的に有利となるため、高温での使用を考慮し、温度特性に優れる $\text{Sm}_2\text{-Co}_{17}$ 系磁石を採用した。また、シール部に充填する流体はMR流体：Mn-Zn フェライト：ポリ $\alpha$ オレインの体積分率が45：3：52のMR流体に磁性流体を混入した流体（Mixture of MR fluid and Magnetic fluid）を選定した。

蒸気圧力を印加した場合の弁動作を確認するため、

簡易貫流ボイラに取付け、実環境実験を行なった。実際のボイラの運用で良く見られる動作として、常温まで冷めた状態から炉を点火し、徐々に蒸気圧力を上昇させた時の様子を図2に示す。入口側圧力が約0.3MPaに達した170秒後あたりから安全弁内部に高温の蒸気が回り込み、急激に温度が上昇するが、ほぼ設定圧力で弁が作動した。また、蒸気圧力を0.4MPaに保持した状態から同様に圧力を上昇させた実験でも同様の設定圧力で弁が作動することを確認できた。

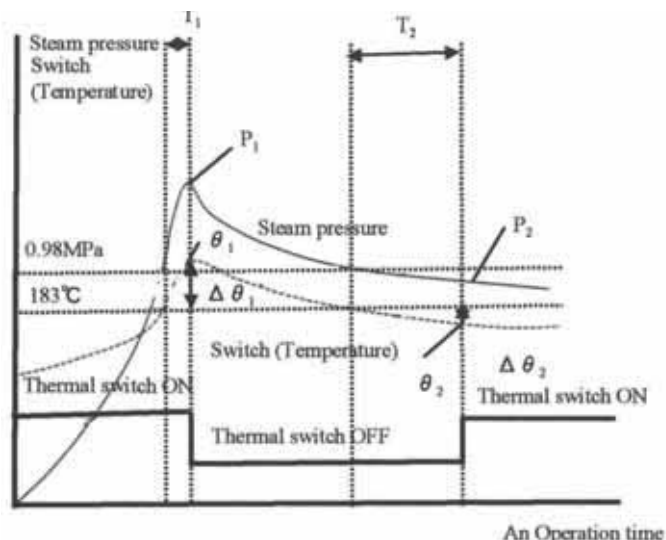


図1 温度スイッチの動作特性



写真1 改良型磁気式安全弁

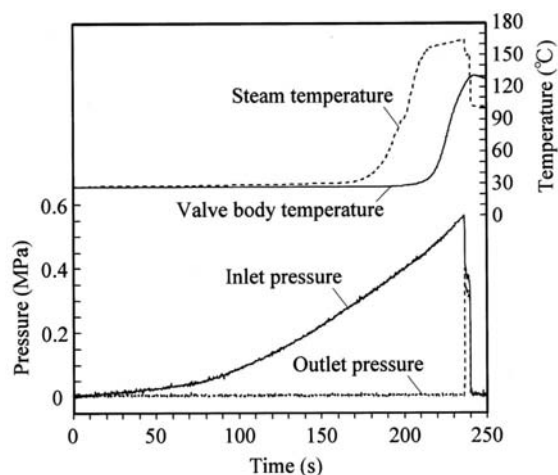


図2 完全停止状態から起動させた時の特性

# 金属破断面の周期性に関する定量評価の基礎的な研究

機械システム安全研究グループ 山際謙太

## 1. はじめに

疲労破面上のストライエーションの破面率（ストライエーション破面率）は、破面からの応力推定に有効な指標である<sup>[1]</sup>。本報は、ストライエーション破面率の定量評価に必要なパラメータについて提案する<sup>[2]</sup>。

## 2. ストライエーション度の提案

ストライエーション破面率を計算するためには、破面画像のストライエーション領域、非ストライエーション領域を区別する必要がある。本報では、特徴量として、ストライエーション度を提案する。ストライエーション度は画素単位に割り当てられており、入り組んだ複雑な領域の評価も可能にする。

ストライエーション度  $C$  は式 (1) を用いて計算する。

$$C(f, x_0, y_0) = \int_0^{2\pi} |\Psi(\sigma, f, \theta, x_0, y_0)| d\theta \quad (1)$$

但し、 $\sigma \approx 5f$

ここで、 $\Psi$  は Gabor ウェーブレット係数である。 $(x_0, y_0)$  は画像内の座標である。 $f$  は波の周波数である。ストライエーションの特徴は繰返し応力が作用した結果であるき裂進展方向に垂直な縞模様である。本報では、ストライエーションの特徴を濃淡の縞模様と定義する。 $f$  をストライエーションの周波数と同期させることで、 $\Psi$  に破面画像の縞模様の強度を反映することが可能である。しかし、き裂進展速度が遅い場合、ストライエーションの向きはくり返し塑性域が小さいことから結晶粒や介在物などの材料の微視構造に依存する。従って、特定の角度のみの評価を行った場合は、ストライエーション領域を十分に評価することが出来ない場合もある。この問題を解決するため、 $\theta$  に関する積分を行った値をストライエーション度とした。

## 3. 実破面を用いた解析

ストライエーション度を実際の軸荷重疲労破面に適用する。解析対象に用いた画像は 2.25Cr-1Mo 鋼疲労破断試験片破面である。

解像度は  $2048 \times 2048$  画素である。軸荷重疲労試験は CT 試験片を用い、繰返し速度 10Hz、最大荷重 2000kg、応力比  $R=0.5$  で行った。破面観察倍率は 800 倍であり、 $\Delta K=10.8 \text{ MPa}/\sqrt{\text{m}}$  のところの破面画像である。き裂の進展方向 (CPD) を矢印にて図内に示す。本研究に使用した SEM は、エリオニクス製 ERA-4000 である。

フーリエ変換を行い、ストライエーションの周波数を計算した後、 $C$  を用いて領域同定を行った。領域決定は、しきい値として最大値からの割合 (しきい値率)

を設定することで行った。図 1 はしきい値率を 15% と 20% の場合の同定結果である。unknown は、ストライエーション領域の判断があいまいな領域である。

## 4. 考察

図 1 において、目視による判定でストライエーション領域 (S 領域) とされた領域 (A, B 部) は、ストライエーション度による評価においても S 領域であると判定されていることがわかる。従って、ストライエーション度による S 領域の検出結果が目視による判定結果と対応していることが確認された。

しきい値率が 20% の場合、目視とよく対応しており、破面率は 47% である。これは、目視による判定の破面率の最大値 (71.9%) と最小値 (32.8%) の範囲内に含まれていることから、評価される破面率も目視による結果を満たすことがわかる。目視により判断した場合、観察者によって小領域毎に判断結果が異なるのに対し、ストライエーション度による評価は、しきい値により領域が一意に決定し客観性が高い評価である。

## 5. まとめ

本報ではストライエーション破面率を定量評価するためのパラメータとしてストライエーション度を提案し、有効性を確認した。

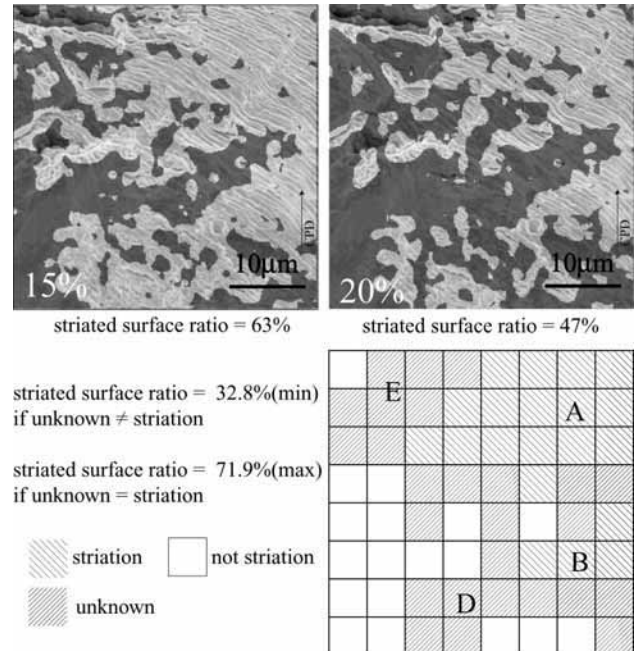


図 1 ストライエーション領域判定結果

## 参考文献

1. 大塚, 機論(A), No.45, pp.1312-1322, 1979.
2. 山際, 材料, Vol.53, No.3, pp.306-312, 2004.

## コンテナクレーンの設置条件が応答に及ぼす影響

建設安全研究グループ 高梨成次

### 1. はじめに

一般に、構造物上に設置されている構造物には、地盤上に設置される構造物に比べ、地震時に大きな地震力が入力される。港湾施設であるコンテナクレーンにおいて地震力はまず栈橋に入力され、栈橋の応答がクレーンに入力される。さらには、クレーンの応答が栈橋に影響を及ぼす相互作用問題と、クレーンに対する地震入力の評価は複雑になる。本報は、コンテナクレーンの設置状況の違いが、コンテナクレーンの応答に及ぼす影響を数値解析シミュレーションによって検討したものである。

### 2. 解析モデル

検討対象としたコンテナクレーンは総質量が約850 t、レールスパンが30mの剛脚クレーンとした。図1に示すように、クレーンの状態は、ブームダウン時(作業時)とブームアップ時(休止時)の2通りの検討を行った。クレーン単体での減衰定数は、全モードに対して1%とした。クレーンが設置されている栈橋モデルは、一般的とされる固有振動数が3Hz、減衰定数が10%の栈橋を仮定した。クレーンの設置条件は図1に示す3種類のモデルを用いた。Type-1は、地震波をクレーンに直接入力するモデル。Type-2は、クレーンの海側脚は栈橋を介して地震波がクレーンに入力され、陸側脚は地震波がクレーンに直接入力されるモデル。Type-3は、クレーンの海側脚、陸側脚共に栈橋を介して地震波が入力されるモデルとした。本検討においては、結果を簡便にする目的で、クレーン脚部の浮き上がりを拘束した線形解析とした。入力地震波には、兵庫県南部地震時にポートアイランドで観測された加速度記録を用いた。

### 3. 解析結果

地震応答解析結果から得られたクレーンの陸側脚部に発生した最大変動軸力を図2に、海側脚部に発生した最大変動軸力を図3に示す。全てのクレーン設置条件に対し、陸側脚、海側脚ともにブームアップ時の方がブームダウン時の応答よりも変動軸力が大きくなっている。この原因は、ブームアップによって、クレーンの重心が高くなり転倒モーメントが増大したことによる。

ブームアップ時に、陸側脚に発生した最大変動軸力は、Type-1に比べType-2では10%、Type-3では30%増加した。ブームダウンの状態においても、同様の結果となり、クレーン脚部に発生した最大変動軸力

は、栈橋の影響により増加した。

図4に示したクレーン脚部に生じた変動軸力のフーリエスペクトルより、クレーンの1次モードに相当する0.47Hzにおいては、大きな差異はないが、4次モードに相当する3.1Hzにおいては、栈橋の固有振動数と共振するためType-1に比べ、Type-3では大きくなっている。このことより、設計時には、コンテナクレーンが設置される栈橋を考慮にいたった設計が望ましいことが分かる。

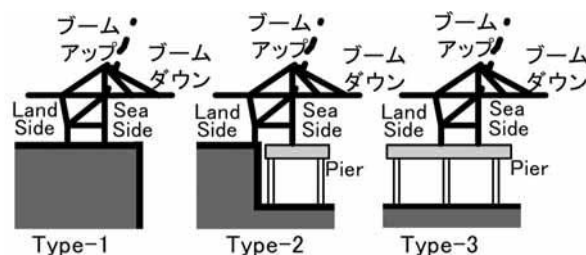


図1 クレーン及び栈橋の解析モデル

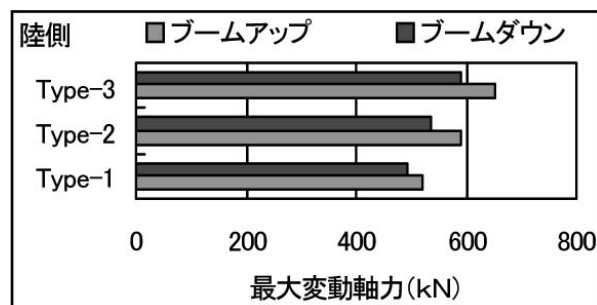


図2 最大変動軸力(陸側)

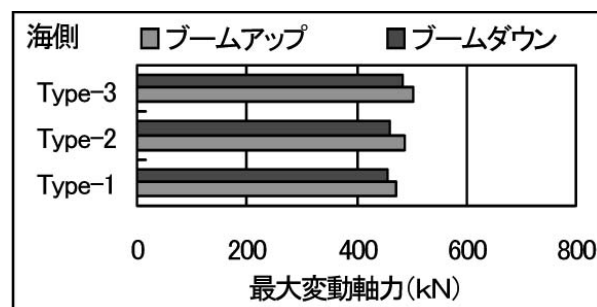


図3 最大変動軸力(海側)

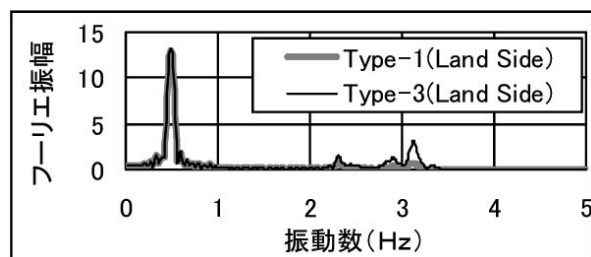


図4 変動軸力のフーリエスペクトル



# フロアクライミングクレーンの耐震性能向上手法の研究

機械システム安全研究グループ 吉見雅行  
建設安全研究グループ 高梨成次

## 1. はじめに

フロアクライミングクレーンは建物の上に設置されるクレーンである。地震時には建物で増幅された振動が作用するが、現状の耐震規格にはこの効果は取り入れられていない。そこで、建物上に設置されたクレーンの挙動について振動台実験を行なった。

## 2. フロアクライミングクレーン模型振動実験

振動台の上に、4種類の建物模型を設置し、それぞれの建物の最上部に3種類のクライミングクレーン模型を設置した(図1)。想定した建物の構造形式は鉄骨造とし、高さはそれぞれ220m, 120m, 60m, 20mとした。クレーンの揚重能力は20tm, 60tm, 100tm(各々A, B, Cと記す)と想定した。クレーンと建物とは電磁石によって固定した。電磁石の強さが各クレーンのマスト脚部の想定降伏強度となるよう電流値を調整した。

入力地震波は、神戸海洋気象台波, エルセントロ波, 八戸波を用い、相似比を考慮して時間軸を1/8にして入力した。建物頂部の振動は地震波の周期特性と建物の応答特性によって決まる。図2に各地震波を入力した時の振動台および各建物頂部の振動の速度応答スペクトルを示す。

## 3. 実験結果

クレーンのジブ角45度の場合の実験結果を表1に示す。振動により転倒したケースを●印で示す。なお、入力地震波名の数字部分は入力地震波の最大加速度(gal)を示し、表中のアルファベットはクレーンの種別を示す。

60m建物上のクレーンは神戸-890に対しては無被害だが八戸-190に対しては3機とも転倒するなど、被害は最大加速度だけでは説明できない。また、同程度の最大加速度を持つ入力地震波に対しても、被害の様子は異なり、全く同じ振動を受けても、クレーン種別によって被害状況に差異が生じている。

## 4. まとめ

地震時のフロアクライミングクレーンの挙動は、地震特性・建物の応答特性・クレーンの応答特性の影響を受けることが確認された。今後の耐震規格にはこうした動的効果を取り入れる必要がある。

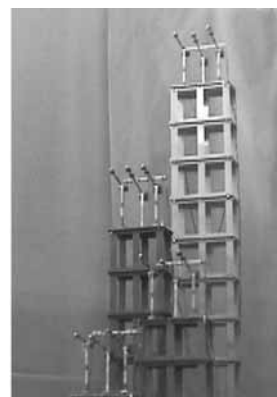


図1 建物ーフロアクライミングクレーン模型

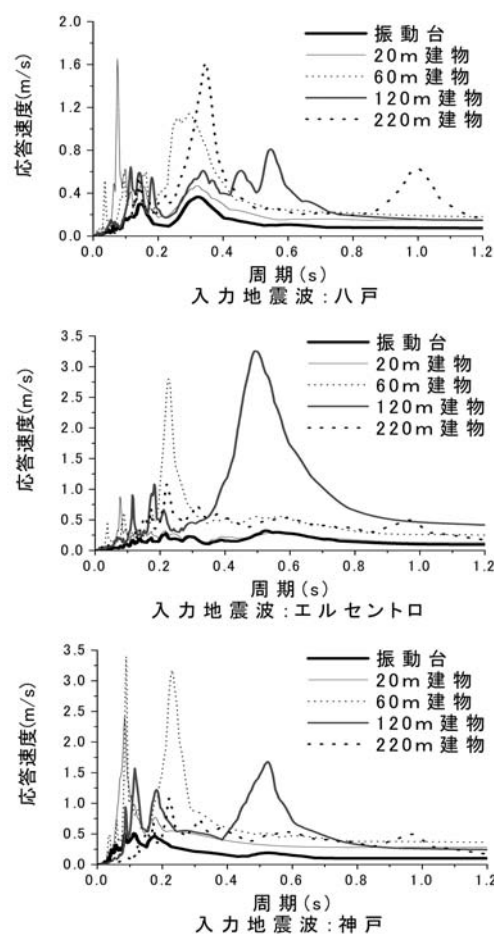


図2 地震波および建物応答の速度応答スペクトル

表1 実験結果(ジブ角45度)

| 入力地震波  | 60m建物 |   |   | 120m建物 |   |   | 220m建物 |   |   |
|--------|-------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|
|        | A     | B | C | A      | B | C | A      | B | C |
| 神戸-890 |       |   |   | ●      | ● | ● |        |   |   |
| エル-200 | ●     |   |   | ●      | ● | ● | ●      |   | ● |
| 八戸-190 | ●     | ● | ● |        |   |   |        |   |   |
| 八戸-280 | ●     |   | ● | ●      |   |   | ●      | ● | ● |

●: 転倒



# 支持地盤の不安定要因による移動式クレーンの転倒防止に関する研究 ―セメント安定処理における配合方法の違いが強度に及ぼす影響の調査―

建設安全研究グループ 玉手 聡  
重点研究支援協力員 有木高明

## 1. はじめに

移動式クレーンの支持地盤が軟弱である場合に、セメントを用いて地盤改良が施される。しかし、改良された地盤の不安定性による転倒災害が発生している。本報告では、粉体・現場混合方式によってセメント安定処理を施された地盤の強度に及ぼす対象土の含水比の影響を実験的に調査した結果を述べる。

## 2. 実験概要

不飽和土からセメントへの水分移動特性を実験的に調査した。処理土内のセメントと不飽和土に生じる水分移動状態を、図1に示すような2層供試体の境界部分で模擬し、水分移動実験が行われた。土試料には不飽和状態の関東ローム、豊浦砂が用いられ、セメントには超速乾セメントが用いられた。また、土試料の保水性を計測し、水分移動特性を検討した。

## 3. 実験結果

養生時間に対して測定された土試料の含水比変化を図2に示す。細粒分を含まない豊浦砂は水分をほとんど保持せず、6時間程度で水分移動の平衡状態に達した(図2(a))。その平衡状態では、含水比が2%程度となり、セメントにほぼ全水量を供給する結果を示した。一方、ほぼ全量が細粒分である関東ロームでは、養生時間に対する含水比の変化が終了する(セメントとの間での水分移動がほぼ平衡状態に至る)含水比は74%程度であることが分かった(図2(b))。

## 4. 結果の考察

測定された土試料の水分平衡状態を土の保水性から検討した。細粒分を含まない豊浦砂と全量が細粒分である関東ロームでは、図3に示したVGモデル(水分特性曲線)から、保水性が異なることがわかった。細粒分を多く含む試料は高い水分保持特性を有した。

図2に示した測定含水比を、図3の水分特性曲線上にプロットした。豊浦砂とセメント間では、水分移動の平衡状態において含水比がほぼ0となった。豊浦砂の塑性限界はNPであり、平衡した含水比は塑性限界にほぼ等しい結果が得られた。関東ロームの平衡状態の含水比は74%となり、その値も塑性限界とほぼ等しい値であった。以上より、安定処理される対象土からセメントへの供給水量は、対象土の全水量から塑性限界程度までの差分であることが明らかになった。

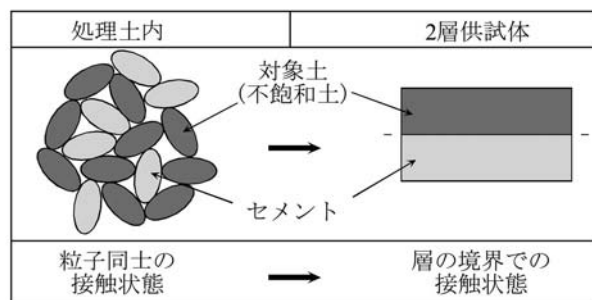
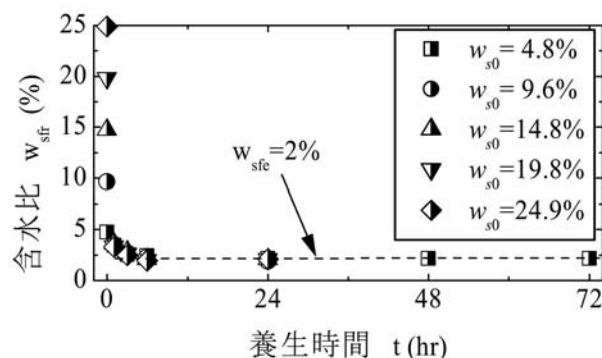
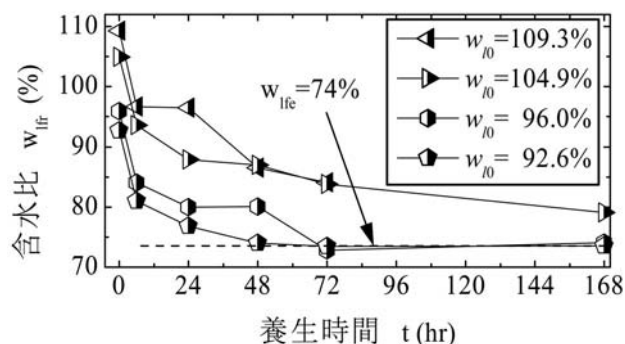


図1 処理土内の接触状態の再現模式図



(a) 豊浦砂での測定結果



(b) 関東ロームでの測定結果

図2 水分移動実験による測定含水比

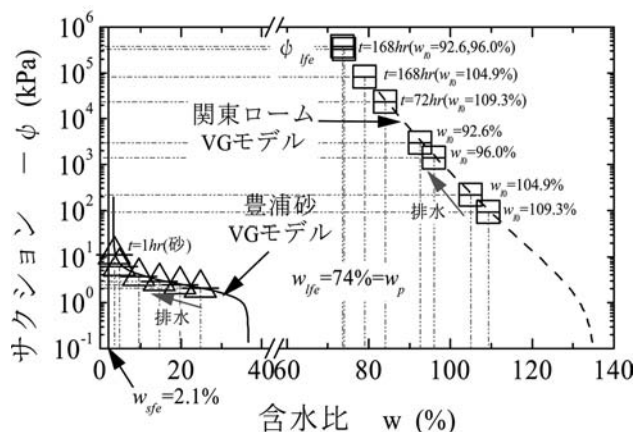


図3 土試料からセメントへの水分移動特性の検討

## 掘削時における地盤変形・側圧変化及び崩壊現象に関する研究

### —引張強度試験装置の開発とその実験結果—

建設安全研究グループ 豊澤康男，伊藤和也  
重点研究支援協力員 Tamrakar S.B.

#### 1. はじめに

掘削時に引張りクラックに起因して斜面が崩壊する災害が多く見られる。また，高速道路やフィルダム等の盛土施工中に引張りクラックが発生して盛土が崩壊する事例も報告されている。このような引張りクラックを適切に評価するためには土の引張強度を測定する必要がある。しかし，従来の研究では改良した土など強度が高い土を測定対象としていた。本研究では強度が小さい飽和・不飽和の自然粘土地盤を測定対象として，引張強度を直接に測定するための新しい試験装置を開発し，関東ローム試料の引張強度を測定し，その結果を一軸圧縮強度と比較した。

#### 2. 実験装置及び方法

新しく開発した試験装置（図1）の試料挿入容器“モールド”は数字‘8’の形をして，2つに分離できるように片半分を固定しており，片半分はリニアスライドを利用して自由に動くようになっている。モールドの面積は $38.5\text{cm}^2$ ，最大長さは $9.4\text{cm}$ ，深さは $5\text{cm}$ ，モールドの一番狭い接続部は幅 $3\text{cm}$ とした。引張力は引張側にあるロードセルで測定する。

本研究では，不飽和の関東ロームについて実験を行った。あらかじめ含水比（30，40，50，60，70，80と90%）を調整し，乾燥密度（0.66，0.68と0.70  $\text{g}/\text{cm}^3$ ）となるように所定の量をモールドに入れ，上からモールドと同型の載荷板で静的に押し固めて供試体を作成した。飽和土の場合は別のモールドと同型容器に試料（塑性限界の1.5倍の水と練り混ぜて圧密した。）を作成し，それを直接モールドに挿入した。

#### 3. 実験結果

図2のようにほとんどの実験では供試体はモールドの狭い部分において引張り方向に対し垂直面で破断した。含水比と乾燥密度による引張強度の関係を図3に示す。含水比60%のとき最大の強度を示し，その両側では減少している。乾燥密度が高くなるにつれ強度もあがる。乾燥密度の影響は乾燥側では大きく，飽和側では小さくなっている。一軸圧縮強度の実験でも引張実験と同じ傾向を示した。図4に引張強度と一軸圧縮強度の比較を示す。強度が高いところでは（乾燥側）少しばらつきがあるが一軸圧縮強度は引張強度の約12.5倍になっていることが分かった。

固定片半 可動片半 ロードセル

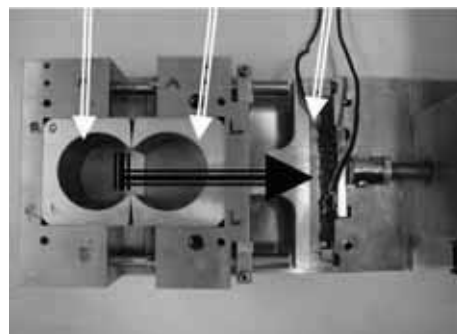


図1 新しく開発した引張試験装置

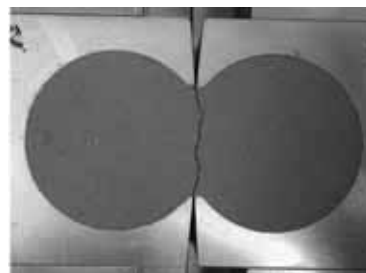


図2 引張クラック

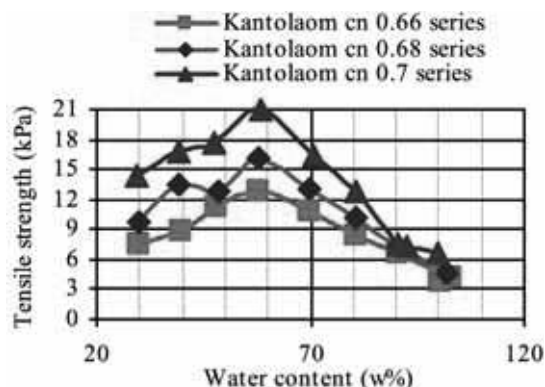


図3 含水比、乾燥密度の違いによる引張強度

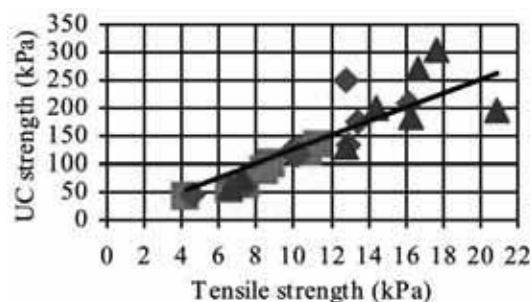


図4 一軸圧縮強度と引張強度の関係

#### 4. まとめ

- (1) 新しく開発した引張試験装置により関東ロームの引張強度を測定することができた。
- (2) 強度に関して，乾燥密度の影響は飽和側では少ないが，乾燥側ではその影響が大きい。
- (3) 関東ロームでは，一軸圧縮強度が引張強度の約12.5倍になった。

## 掘削時における地盤変形・側圧変化及び崩壊現象に関する研究 ―シルト質地盤及び砂地盤を対象として―

建設安全研究グループ 豊澤康男, 伊藤和也  
重点研究支援協力員 Tamrakar S.B.

### 1. はじめに

土留めの崩壊事故を防止するためには, 地盤や土留めの変形と土圧変化の相互作用, 崩壊に至るまでの挙動についての知見が必要となる。本研究ではシルト質地盤 (CFP-100) 及び豊浦標準砂を対象として遠心場可動土留め装置を用い, 基本的な土留めの変形を再現して土圧の再配分, 地盤の変形等との関連性について検討した。

### 2. 実験条件及び方法

土留め掘削工事における土留め矢板が変形した状態を再現するため, 遠心場可動土留め装置を用いた。本装置では10段に分割した矢板を PC によって独立に高精度な変位制御ができる。表1に実験条件を示す。模型地盤は土槽 (幅500mm, 高さ400mm, 奥行き200mm) に CFP-100 又は豊浦砂を空中落下法により作成し, 遠心加速度50G 場において, 矢板を表1右欄に示すように変形させた。地盤高は実地盤換算で約17m となる。

### 3. 実験結果

図1, 2には矢板の変形モードが上端固定時の土圧分布を示す。図中に Rankine の主動土圧と Dobrova らの理論式から導いた土圧分布を併せて示す。CFP-100と豊浦砂, どちらの試料を用いた場合においても地盤上部で大きな土圧が発生している。矢板上部に地盤が押し付けられたことで地盤内部でアーチ作用が発生したため, 矢板上部で土圧が大きくなり, 矢板中央部付近から急激に土圧が小さくなったと考えられる。CFP-100と豊浦砂で土圧分布形状に違いが見られるのは, ダイレイタンシー特性と粒子径の違いが変形領域の違いなどに影響しているためと考えられる。矢板の変形モードが下端固定時 (下端を中心として回転時) では主動化したと考えられる  $X/L = 0.040$  の時に Rankine の主動土圧分布と近い値となった。なお, 矢板の傾きは  $X/L$  ( $L$ : 地盤中央部までの高さ,  $X$ : 地盤中央部での水平変位) とした。

### 4. まとめ

(1) 土留め矢板を主動側に変形させると, 変形開始と同時に土圧は下降するが, その分布状態は矢板の変形モードにより大きく異なる。しかし, 個々の土圧値に変動はあるものの全土圧でみるとその合計値はほぼ一定の値に収束する。下端変形の場合, 土留め壁の傾きが0.04でほぼ一定値となる。

(2) 上端変形など変形形状によっては理論値よりはあるかに大きな土圧が発生する地点があり, 従来の土圧理論では説明出来ない壁面土圧分布になる場合がある。これは地盤内で発生するアーチ作用の影響が大きい。

(3) 壁面土圧は施工過程 (変形プロセス) の影響を受ける。つまり, 最終的な土留め矢板の変形形状が同じであっても, それに至るまでの過程が異なれば壁面土圧分布, 地盤内の変形状態は異なる。

(4) シルト質地盤と豊浦標準砂ではすべり線の形状, 土圧発生状況が異なる。ダイレイタンシー特性と粒子径の違いが影響していると考えられる。

表1 実験条件

| 試料      | 遠心<br>加速度 | 相対密度<br>D <sub>r</sub> ( % ) | 矢板の変形<br>モード |
|---------|-----------|------------------------------|--------------|
| CFP-100 | 50G       | 50.1                         | 下端固定         |
|         |           | 51.2                         | 上端固定         |
|         |           | 52.7                         | 中央変形         |
|         |           | 51.8                         | 平行移動         |
| 豊浦砂     |           | 50.5                         | 下端固定         |
|         |           | 47.3                         | 上端固定         |
|         |           | 43.3                         | 中央変形         |
|         |           | 48.3                         | 平行移動         |

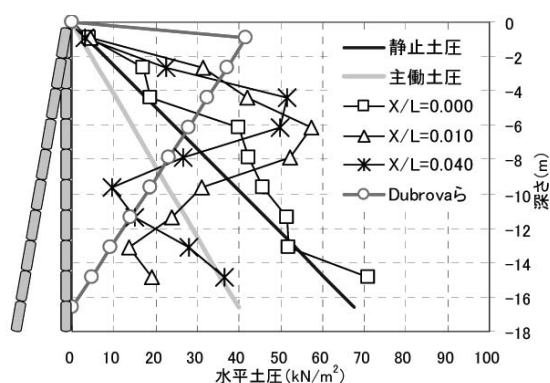


図1 上端固定時の水平土圧分布 (CFP-100)

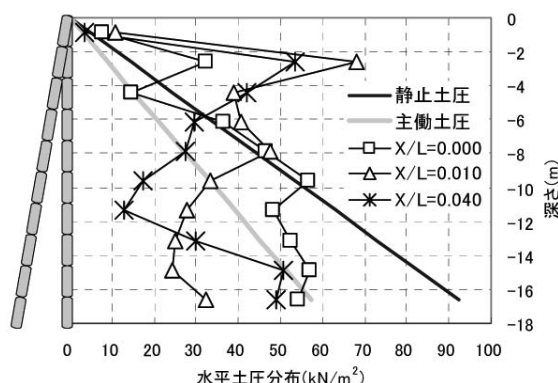


図2 上端固定時の水平土圧分布 (豊浦砂)

# 杭基礎で支持されたタワークレーンの地盤工学的不安定性に関する研究

建設安全研究グループ 玉手 聡, 豊澤康男, 伊藤和也  
武蔵工業大学 片田敏行, 末政直晃

## 1. はじめに

本研究は、杭基礎で支持された自立式タワークレーンの地盤工学的な不安定メカニズムの解明を目的とする。タワークレーンは工事用の機械設備であり、杭基礎に支持された仮設構造物と見なされる。1/50スケールのタワークレーンを作製し、これを遠心模型実験装置に搭載して実験が行われた。本報告では、実験の結果得られたタワークレーンの振動応答特性と杭基礎の曲げモーメント分布について述べる。

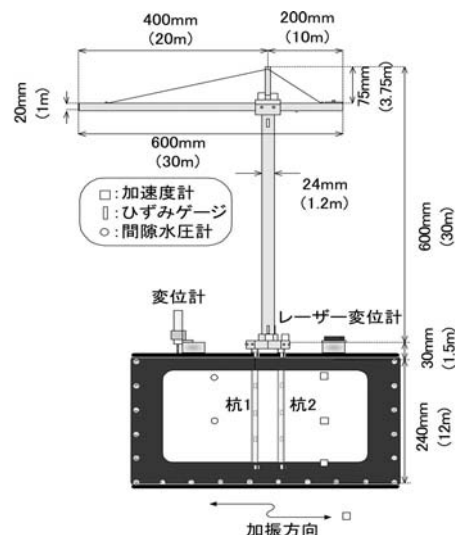
## 2. 実験概要

モデル化したタワークレーンは、「トンボ型クレーン」と呼ばれるタイプであった。このタワークレーンは、上部旋回体に備わるジブが起伏せず、水平な状態に固定されたものである。実験模型は、遠心加速度50g 場における動的相似則に基づいて設計が行われ、タワーとジブにはアルミニウム材が用いられた。模型地盤は内寸400mm × 150mm × 240mm の容器内に藤森粘土を圧密して作製された。実験装置の概要を図1に示す。実施した実験は、大きく微少加振実験と大加振実験の2種類であった。微少加振実験は、地盤～杭基礎～タワークレー系の振動特性の把握を目的に、入力加速度50gal の正弦波が用いられた。大加振実験では、杭頭部の曲げモーメントに増大が見られた振動数(1.6Hz)の正弦波が用いられ、その入力加速度は100gal, 200gal, 400gal の3種類であった。

## 3. 実験結果

図2は微少加振実験における、振動数と加速度応答倍率の関係を示す。タワー上部の加速度応答倍率には、約0.5Hzと1.6Hzで増大が見られた。この2つの振動数は上部構造物の1次固有振動数と2次固有振動数と考えられた。

図3は杭頭の曲げモーメントを入力加速度で除して正規化した値と振動数の関係を示す。杭頭の曲げモーメントには、1.6Hz付近で増大が見られた。タワー部が2次モードで振動すると、曲げモーメントは杭基礎頭部に集中することが明らかになった。大加振実験の入力波を図4に示し、杭に生じた最大曲げモーメントの深度分布を図5に示す。最大曲げモーメントは杭頭部に発生した。200galと400galを与えた時の曲げモーメントの値には、大きな違いが見られなかった。これは、地盤に比べて相対的に大きな杭の水平変位が、周辺地盤を押し広げて隙間を発生させ、この隙間が減衰効果としてタワークレーンに作用した影響と考えられる。



図中( )内は実換算値

図1 模型実験装置

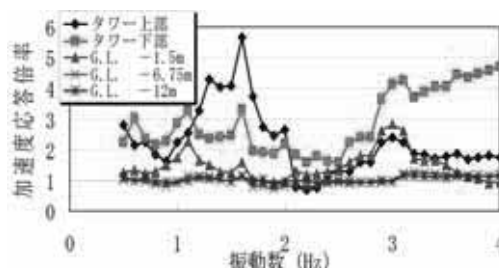


図2 加速度応答倍率～振動数

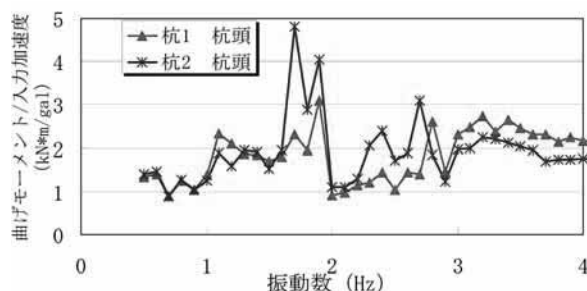


図3 杭頭部の曲げモーメント/入力加速度～振動数

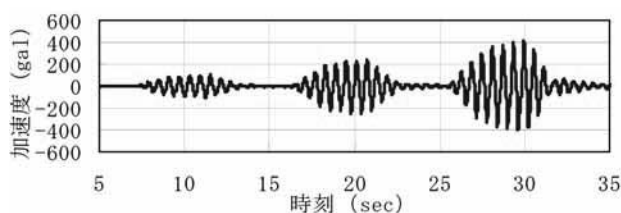
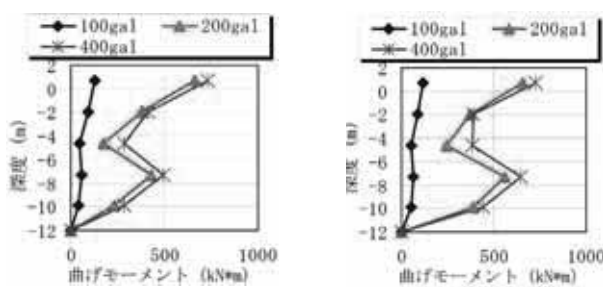


図4 大加振実験における入力波形



1 杭1(前方ジブ側)の様子 2 杭2(後方)の様子

図5 杭の最大曲げモーメント～深度分布



## 施工時における斜面崩壊による労働災害の調査・分析

建設安全研究グループ 伊藤和也，豊澤康男  
重点支援協力員 Tamrakar S.B.

### 1. はじめに

土砂崩壊による労働災害の死亡者は，毎年30～40名前後で推移している。そのうち約半数が道路建設工事等における斜面の切取り工事などにおける斜面崩壊によるものである。こうした災害の防止のためには災害の実態把握が不可欠である。そこで本研究は，斜面崩壊災害について実態把握・防止対策確立のための基礎的データを得ることを目的とするため，災害の事例調査・分析及び現場調査を行った。

### 2. 調査対象および調査項目

本研究では，平成5年から平成12年の8年間ににおいて道路建設・土地造成等により地山を切取る切土掘削工事によって発生した斜面崩壊災害61件（死亡災害および重大災害）を対象として，以下に示す項目について調査・分析を実施した。

- ①工事・管理関連要素（工事規模，安全管理状況等），
- ②災害発生状況関係（降雨との関連性，崩壊規模，崩壊形状，被災状況等），
- ③地盤関連要素（崩壊パターン，岩種・地質年代，地盤強度等），

である。以下に代表的な調査結果を示す。

### 3. 調査結果

#### （1）工事種別災害発生状況

一般に斜面を安定化する対策工法としては①擁壁工と②法面保護工がある。斜面崩壊災害を工事種別にて分類すると図1のようになる。ここで，掘削中とは擁壁工と法面保護工以外の目的で掘削を行っているものである。工事種別では擁壁工が全体の7割を占め，発生した労働災害のほとんどが擁壁工による工事であった，擁壁工，法面保護工ともに完成後には斜面が安定化するが，切取りから完成までの施工中の斜面は著しく不安定化する。これらの災害事例では，事前調査が行われておらず地質状況，地盤強度（N値等）が不明な場合が多い。また，施工中における法面安定性につ

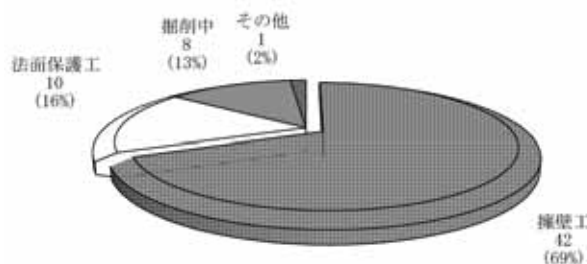


図1 対策工の種類別分類

いても検討は行われていない。

#### （2）災害発生時の死亡者の作業状況

図2は災害発生時に死亡者が行っていた作業についての分類結果を示したものである。床掘りや法面掘削を行っている際の被災のほか，掘削に関連した整理作業や擁壁のコンクリート型枠・組立・解体作業など，切取り法面に近接して行われる工種の作業中に被災するケースが多い。また，法面保護工は災害件数に対する死亡者数が他の作業工程の2倍以上となっている。これは，法面保護工の工程では多くの労働者が法面にて作業を行うことに起因しているものと思われる。

#### （3）降雨による影響

斜面崩壊と降雨の関係を調べると図3に示すような結果が得られ，災害発生当日または災害発生の3日前までに降雨があった事例が調査件数の約64%を占めていた。このことから災害発生3日前までの降雨と斜面災害には関連性が高いことが分かった。

### 4. まとめ

- 1) 工事種別の災害発生状況から，7割が擁壁工，2割が法面保護工にて発生していることが分かった。また，施工中における法面安定性について，ほとんど検討が行われていなかった。
- 2) 被災時の作業件数として，床掘り，法面掘削，法面保護，型枠組立・解体が多かった。特に法面保護では作業件数に比べて被災者が多く，一度に多くの被災者を出す可能性が高いことが分かった。
- 3) 災害発生3日前までの降雨が斜面災害と大きな関連があることが分かった。

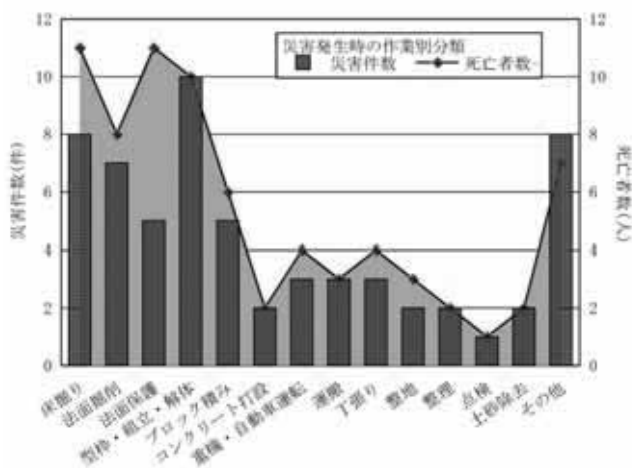


図3 降雨状況による災害発生件数

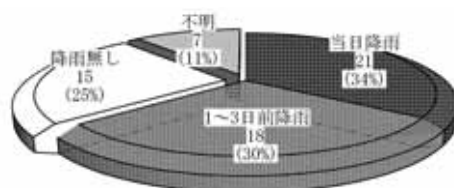


図2 被災者の作業別分類

# 地盤流動による作業施設の被害軽減技術に関する実験的研究

建設安全研究グループ 玉手 聡  
 東京大学 東畑郁生，本多 剛

## 1. はじめに

地震による地盤の液状化は地盤流動を発生させ、これが構造物や作業施設に大きな被害を与える。これらの被害原因は、地盤の大変形に起因する。従って、地盤の流動変形を抑制する対策の実施が、作業施設の被害軽減には有効である。本研究では、地中壁（鋼矢板壁、薬液改良体）の設置による地盤流動の抑制効果を、遠心模型実験により検証した。

## 2. 遠心模型実験

本研究では、河川堤防を想定して未対策ケースと鋼矢板壁と薬液改良体壁を設置したケースの振動台実験を30gの遠心場で実施した。図1に(a)鋼矢板壁と(b)薬液改良体壁を設置した模型地盤を示す。鋼矢板壁は堤体下部地盤の側方流動を抑えるために、法尻に設置された。薬液改良体壁は側方流動と堤体下部の沈下を同時に抑制することを目的に、法肩直下に設置された。

地盤材料には、河川周辺の軟弱地盤を再現するために細粒分含有率の高いシルト砂 ( $F_c = 92.8\%$ ) を使用した。この試料は、鳥取地震(2000)において実際に液状化した境港市の竹内工業団地から採取したものであった。模型矢板(材質: アルミニウム,  $E = 70 \text{ GPa}$ ,

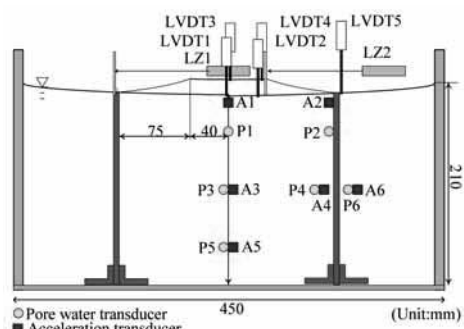
厚さ 6 mm) は、Ⅲ号矢板をモデル化したものである。薬液改良体には同程度の剛性を持つ締固めた砂が使用された。模型地盤は、予めスラリー状にしたシルト砂を容器に投入し、30gの遠心場で自重圧密を行って一様地盤(飽和単位体積重量は $17.3 \text{ kN/m}^3$ 程度)を作製した。その後、最小間隙比(単位体積重量  $\gamma_d = 67.34 \text{ kN/m}^3$ )に設定した鉛散弾を高さ15mm設けて、これを地盤に対する上載荷重として与えた。遠心加速度は、地盤が静的なすべり破壊を発生させないように、段階的に増加させて遠心圧密が行われた。加振は、振幅が異なる3種類(500, 300, 200 gal)の正弦波(2Hz, 15波)が入力された。

## 3. 実験結果

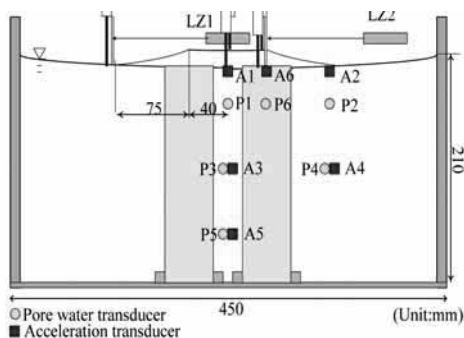
未対策の地盤の変形状況を写真1に示す。地盤の変形は表層付近に集中し、法尻付近に顕著な側方流動が発生した。図2に示した堤体直下の時刻歴から、沈下は加振時に増加したことがわかった。従って、地盤の変形は繰り返し载荷による残留変形の蓄積によって発生したことがわかった。対策を施したそれぞれのケースでは、未対策な場合との比較から沈下抑止効果が確認された。

## 4. まとめ

- (1) 矢板壁は地盤の側方流動に対して高い抑制効果を示した。盛土の不均一荷重に伴うせん断変形に対しては、矢板に与えた排水機能により対応できた。
- (2) 薬液改良体は、改良体直上の沈下を効果的に抑制した。一方、側方流動の抑制に対しては改良幅を十分に広く設けないとその効果は小さいことがわかった。



(a) 鋼矢板壁



(b) 薬液改良体壁

図1 地中壁を設置した模型地盤の概要

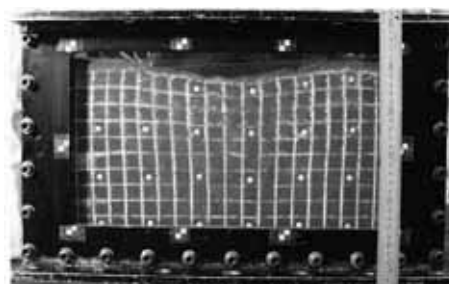


写真1 地盤の変形状況

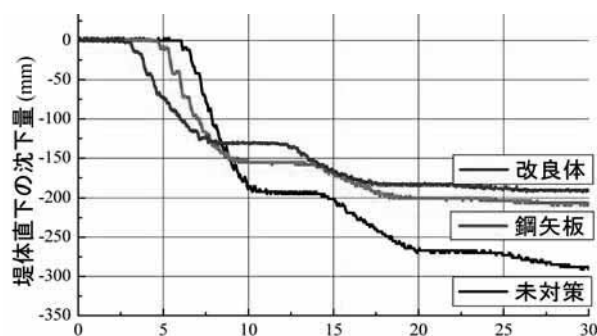


図2 堤体直下における沈下の時刻歴



## フラットデッキを用いた床板式型枠支保工の安全性に関する研究

建設安全研究グループ 永田久雄，大幡勝利  
高梨成次，日野泰道

### 1. はじめに

床型枠用鋼製デッキプレート（以下，フラットデッキ）とは，図1に示すように鉄骨造あるいは，鉄筋コンクリート造の建築物の床スラブのコンクリート打設時に使用する板厚0.8mm以上の薄鋼板製の型枠材である。建設作業中にフラットデッキが崩壊して作業員が墜落あるいは圧死する労働災害が発生している。本研究は，フラットデッキを用いた建設作業の安全性を高める観点から，主にフラットデッキの強度を検討し，建設作業の安全性の向上に資することを目指している。

### 2. フラットデッキが普及するまでの経緯について

1983年ごろから型枠工事施工の省力化やラワン材などの熱帯雨林木材の大量消費の制限といった観点から，フラットデッキが鉄骨造建築物において数多く使用されてきた。その後に，鉄筋コンクリート構造の床型枠工事においても使用されるようになり，その広がりと同時に「フラットデッキ型枠設計・施工マニュアル」がメーカを中心として旧建設省建築研究所が参加して，1991年7月にまとめられた。この指針によりフラットデッキの設計・施工指針が決定されている。

### 3. 災害調査・分析・実験

災害事例を調査した限りでは，最も古い事例は1992年にフラットデッキを用いて4階のコンクリートの床スラブを打込み終了直後にフラットデッキが崩壊し，階下にいた作業員1名が窒息死，3名が負傷した報告がなされている。いままでの災害事例から主な要因は，①フラットデッキ端部の取付けミスによる崩壊，②力学的な知識不足（等分布荷重と集中荷重），③材料の強度不足が考えられる。

表1に示す最近発生したフラットデッキによる災害事例を示した。災害要因は施工ミス，施工者側の力学的な知識不足などと複雑にからみあっているが，崩壊の根本原因は，エラーを許容できない材料の強度不足にあると思われる。そこで，本研究では，主に材料の強度の観点から取り組むこととした。市販されているフラットデッキを基本構造別（中空型・密閉型，差込タイプ・はぜタイプ），部位別（エンドクローズ部，中央フランジ部，ウェッジ部），薄板鋼板の厚さ別（0.8, 1.2, 1.6mm）に分けて強度を実測した。実験の様子を図2に示す。

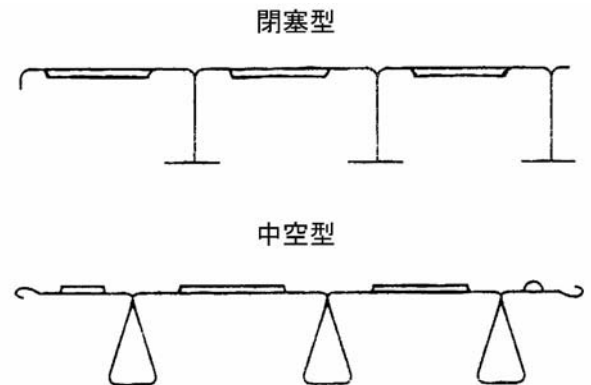


図1 フラットデッキの構造

表1 フラットデッキの崩壊による災害の例

| 発生日<br>(場所)<br>(死傷者)                  | 災害の概要  |
|---------------------------------------|--|
| 2000/12/1<br>(東京)<br>(1名死亡，<br>1名負傷)  | 28階でコンクリート打設作業中に，コンクリート流し込みようのホッパーのバルブが閉まらず，フラットデッキプレート上にコンクリート1.9立法メートルが一時に流れ込み，その重さに耐え切れずに崩壊した。作業中の2名が10m下の25階まで墜落した。                            |
| 2001/10/11<br>(神奈川)<br>(死亡1，<br>負傷1名) | 介護老人保健施設の建設現場において，3階床面部分に取り付けられていたデッキプレート上に，クレーンを使用して約2.5トンの鉄筋を仮置きしたところ，デッキプレートが崩壊し，2階での型枠組立作業員が鉄筋の下敷きになった。また，崩壊したデッキプレート上で作業をしていた鉄筋工が擦過傷等の軽傷を負った。 |
| 2002/11/20<br>(東京)<br>(5名負傷)          | 5階でコンクリート打設作業中にデッキプレートが抜けて，作業中の5名が2階まで墜落したが，その落下衝撃で2階のデッキプレート床が抜けて，4名が更に1階まで墜落した。  |



図2 曲げ強度試験の様子



## 建設機械の振動が構造物の安定性及び作業性に及ぼす影響

機械システム安全研究グループ 吉見雅行  
建設安全研究グループ 大幢勝利

### 1. はじめに

作業橋台をはじめとする仮設構造物は、建設機械や建設車両による動的荷重にさらされる。これら振動に対する構造物の安全性や作業者への影響を確認するためには、実作業時の振動特性を把握する必要がある。そこで、作業現場において振動計測実験を実施した。

### 2. 測定実験

橋脚の補強工事用の足場として河原に設置された仮設橋の振動を測定した。橋は鋼鉄製、長さ30m、幅6mであり、杭が長手方向に6m間隔、幅方向に2m間隔で設置されている一般的なものである。測定対象は、80トンクローラクレーンの走行、旋回、荷吊り時の振動（Case 1）、および、橋解体時のパイプロハンマー（6.6ton）による杭引抜時の振動（Case 2）である。図1にこれらの作業の模式図を示す。橋上上の2点にひずみゲージ変換式加速度計を設置し、上下方向、橋軸方向及び橋軸直角方向の作業中の振動を測定した。

### 3. 測定結果

測定結果の加速度波形の一例を図2に、パワースペクトルを図3に示す。

Case 1 では、主にクローラクレーンの走行による振動が顕著で振幅が100galに達するものもあった。旋回や荷吊りに伴う振動は非常に小さい（10gal以下）。上下動および橋軸直角方向の振動が大きく、橋軸直角方向の卓越振動数は4Hzであった。この卓越振動数は人間の立位時の共振周波数帯に近い。また、仮設構造物の設計用水平力は上載荷重の20%であり、さらに動的影響の安全率を0.3見積もることから、この程度の振動は設計時に見込まれている範囲内であると言える。

Case 2 では振動数15Hz、振幅は50gal程度の振動が継続していた。15Hzはパイプロハンマーの稼働周波数である。この振動はISO2631の24時間疲労限界よりも小さく、作業者に与える影響は小さい。

### 4. まとめ

本測定では、仮橋の地上高が小さく剛性も高いため、測定された振動は構造物、作業者にとって危険となるほど大きいものではなかった。しかしながら、仮設構造物の形態はさまざまであるため、今後も慎重な検討が必要であると考えられる。

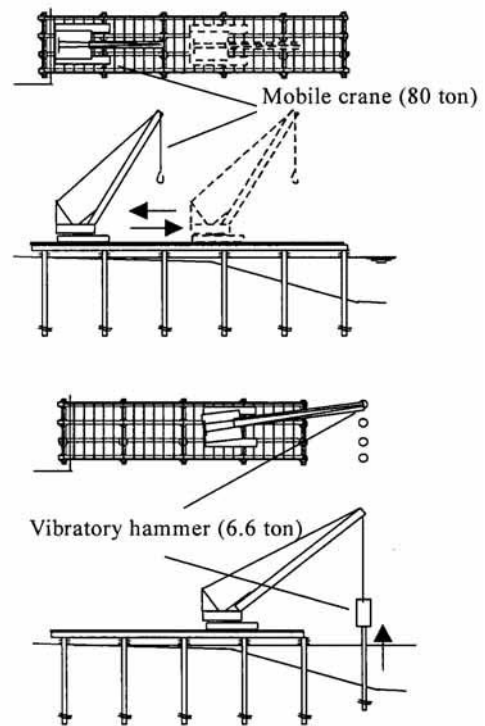


図1 測定対象作業

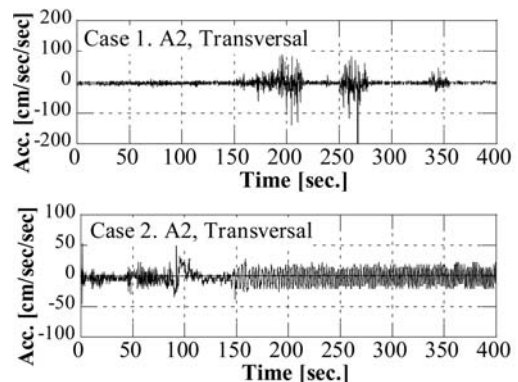


図2 加速度波形の一例

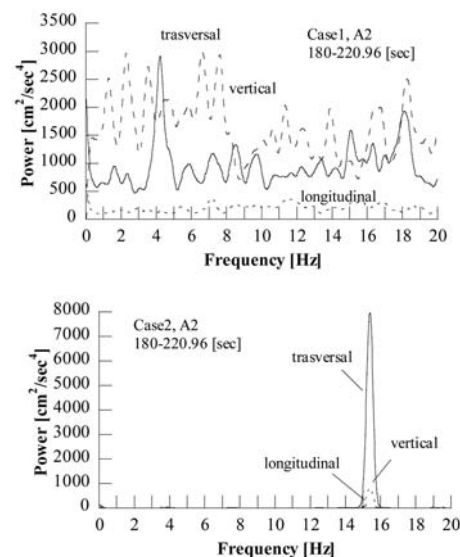


図3 パワースペクトル

# 高齢労働者の転倒災害防止のための安全性評価に関する基礎的な研究 ―後方へ転倒した際の頭部衝撃速度と転倒時間について―

建設安全研究グループ 永田久雄

## 1. はじめに

高齢になるにつれて、姿勢バランスの崩れに対応した素早い動きが取れなくなる傾向がある。特に、後方に転倒した際に、後頭部を打ち頭部損傷による重篤な災害となりやすい。そこで、高齢者の転倒事故防止の観点から、脚関節部の役割と床面に頭部が激突するときの衝突速度、転倒するまでの時間との関連を求める実験を行った。

## 2. 実験方法

図1に示すように、製作した小型リニアアクセラレータの走行台上にダミーモデルを電磁切離器を介して吊り下げて直立させ、床面を急加速して（加速時間、加速度）人体ダミーを転倒させた。転倒の様子をビデオレコーダで撮影し、画像解析によって転倒時間、速度等を算出した。

パソコン制御により図2に示すようにステップ状の急加速走行モードで運転することができる。実験では、走行台の動きの制御により様々なすべり状態を再現した。ダミーの切り離しは、上から吊り下げた電磁切離器によって行い、走行台の動きと連動して切り離されるシステムとなっている。人体ダミーの関節部は、「全脚関節」の固定状態、「足」、「膝」、「股」の各関節部1カ所のみを回転可動状態、「足+膝」、「膝+股」、「足+股」、「足+膝+股」の関節部の回転可動状態に分けてそれぞれ実験を行った。

## 3. 実験結果と考察

床材別転倒特性の比較では、摩擦が大きい滑り止め材と摩擦が小さいシリコンを吹き付けたアルミ床を敷き、滑りやすさ別に検討した。滑り止め材、アルミ床ともに走行台の最大速度の大小に関わらず、転倒速度がせまい範囲に集中していた。転倒時間は、足元がすくわれて、身体が地面と平行になりながら落下するような軌跡を描くため、すべりやすい床面では、転倒までの時間は図3に示すように明らかに短く、防御の姿勢をとる時間が短くなっている。

足関節と股関節が可動状態の場合の頭部衝撃速度は、比較的遅くなり、また転倒時間は長くなる傾向がある。このことから、特に、足関節部、股関節部が自由に可動できる状態にすることが、作業の安全性確保上はより重要となることが判明した。

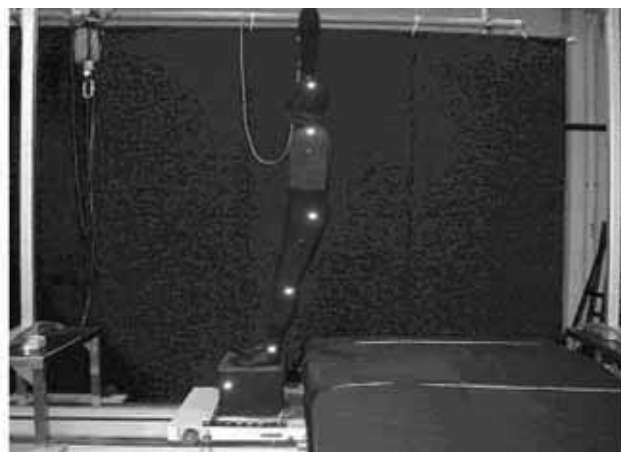


図1 実験の様子

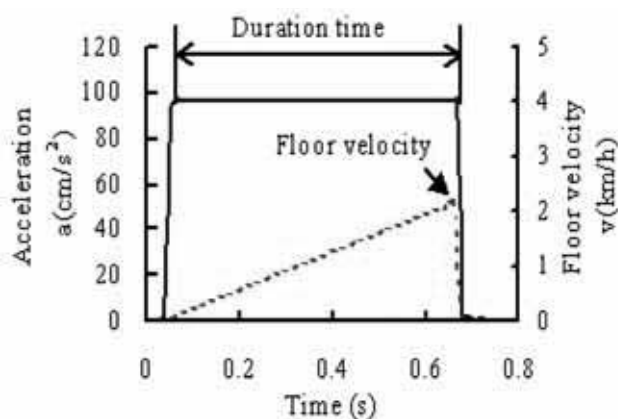


図2 走行台の加速波形と速度

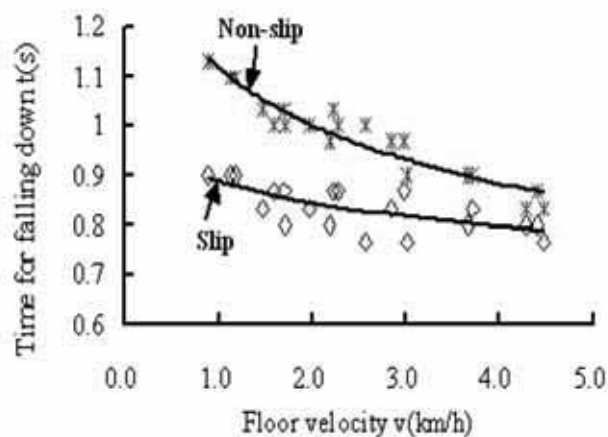


図3 走行台の速度と転倒時間

## 低層建築物の屋根工事における墜落防止のための足場の必要条件 ―中棧の設置位置に関する実験概要―

建設安全研究グループ 日野泰道

### 1. はじめに

屋根からの墜落を防止する設備として、仮設足場が一般的に用いられている。本研究では、その足場に要求される性能として、特に手すり・中棧の設置方法に着目し、実験的に検討を行っている。

### 2. 足場の設置基準と災害発生状況の関係について

屋根からの墜落防止のための足場の設置方法については、「足場先行工法のガイドライン」において規定されている。これによると、手すりの設置位置については規定がある（軒先から75cmの高さ、軒先と建地との間隔は30cm以下）が、中棧については、具体的な数値として規定がないのが現状である。これに対し、過去の屋根からの墜落による死亡災害（平成元年～平成13年：計302件）について分析してみると、足場に手すりや中棧を設置していたものにも拘らず、死亡災害に至ったケースが見られることが明らかとなった。特に近年では改修工事における災害が目立っており、新築工事における屋根からの墜落災害は減少傾向にあるが、その中で災害に至ったものでは、やはり中棧と屋根面との隙間から墜落するケースが多いようである。

### 3. 実物大屋根を用いた滑落実験

屋根からの墜落を防止するために必要な中棧の設置位置について検討するため、作業員を模擬したダミーモデルと実物大屋根実験装置（写真1参照）を用いて滑落実験を実施している。実験パラメータは①ダミーモデルの軒先位置での姿勢、②軒先位置での墜落速度、③中棧の設置位置、などである。

### 4. 実験結果

まず、足場先行工法のガイドラインの規定を満足するように足場の手すり・中棧を設置（建地と軒先の幅：30cm、手すりの設置高さ：75cm、中棧の設置高さ30cm）し、滑落実験を行ったところ、“墜落姿勢”に拘らずダミーモデルは中棧に衝突し、その後屋根面との隙間から墜落した。このことから、中棧について詳細な規定のない同規定の基準では墜落を防止する上で不十分であることがわかった。次に中棧の設置高さを変動因子として実験を行った。軒先位置での墜落速度を考えられる最大値（15km/h：平成14年の年報を参照のこと）として実験を行ったところ、写真2に示すような単管パイプの大変形が多くの実験において見られ、ダミーモデルはその広がった隙間から地面へ墜落した。このことから、単管手すりに衝突する際には大

きな荷重が作用すること、そして手すり等が振動等の変形を生じるため、中棧と軒先の隙間が広がることが明らかとなった。以上のことから、中棧の設置間隔は、足場の強度・剛性なども考慮に入れて、その適正値を明らかにする必要があることが分かった。

### 5. まとめ

手すりに衝突した際に発生する衝撃荷重は非常に大きいことが明らかとなった。そのため手すり・中棧の設置位置は、単なる設置位置ではなく、その強度・剛性、被災者へ及ぼす悪影響等を含めて、定量的な検討が必要である。



写真1. 実験装置概観図

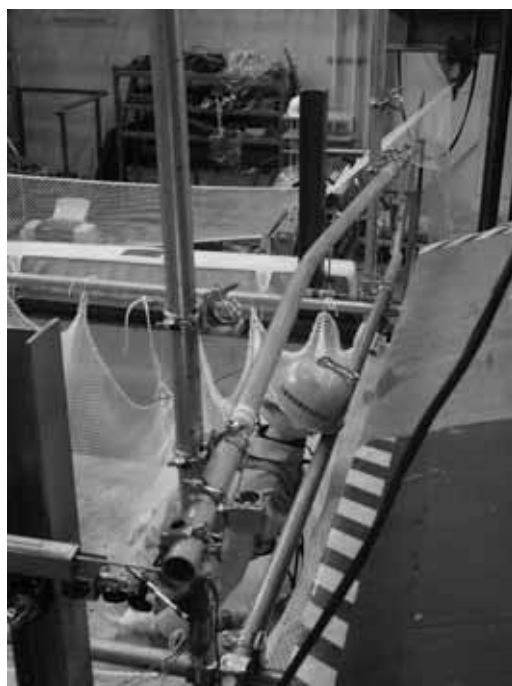


写真2. 実験結果の例  
（墜落速度15km/h、設置高さ250mm、設置幅120mmの場合）

# 微粒子粉体の発火・爆発危険特性に関する研究 —粉じん伝ば火炎における燃焼速度測定—

化学安全研究グループ 八島正明

## 1. はじめに

ガス爆発の際に見られる可燃性混合気中を火炎が伝ばするのと同じように、粉じん爆発の際にも可燃性粉じん雲中を火炎が伝ばする現象が見られる。前者の火炎の伝ばは、予混合火炎の自己伝ばの性質によるが、このときの伝ばを支える（層流）燃焼速度がその燃焼特性を表す重要な指標の一つとなっていることは周知の事実である。しかし、粉じん雲中を火炎が伝ばする場合には、火炎の伝ばという現象が類似していながら、単一粒子としての粉の燃焼特性、粒子群としての燃焼特性、分散・浮遊状態、周囲気流の有無など種々の因子により、火炎の伝ば機構が異なることが知られている。そのため、粉じん火炎に対して、予混合火炎と同じような燃焼速度が定義され、定量的に求められるのかどうかは不明な点が多い。

本研究では、粉じん火炎の燃焼速度を測定する方法の一つとして、これまで課題研究において行なってきた実験方法に改良を加え、火炎が観測部内に定在できる装置を試作し、火炎に相対する気流速度と粉の挙動から燃焼速度を測定できるかどうか調べてみた。

## 2. 実験

### 2.1 実験装置

実験装置を図1に示す。観測部は高さが184 mm、矩形流路断面50×55 mmであり、拡がり角度 $\theta$ （片側）は最大で3°まで変化させることができる。正面と対面は石英ガラス製、側壁の片方の一部も石英ガラス製とすることでPIV（Particle Image Velocimetry）測定の際のレーザシート光を側壁から観測部に入射し、正面から測定できるようになっている。逆火防止と整流の目的のため、ステンレス製ハニカム板（Carolina Metals, Inc, 米国, 目開き0.7937 mm, 長さ9.525 mm）を取り付けた。空気流れに粉を混ぜるためのフィーダは、ホッパ型（円錐コーン）とし、ノズル出口径と粉の空気押出し圧、振動強さによって粉の排出する量を調整できる。流量 $Q_1 \sim Q_4$ を可変することで所定の観測部の空気流れと粉じん雲濃度を制御できるように工夫した。実験に用いた石松子粉は、粒子径（中位径：32  $\mu\text{m}$ ）がほぼ一定で流動性が良いという特徴から、気流の動きを調べる際のトレーサ粒子としても使われている。この粉は可燃性でもあるため、粉じん爆発特性の標準試験粉体としても使用されているが、実験結果の比較の点から本研究でも石松子粉を用いた。

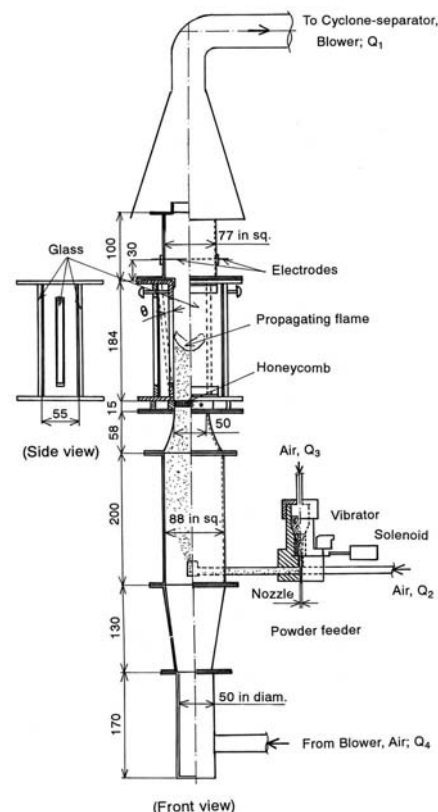


図1 実験装置

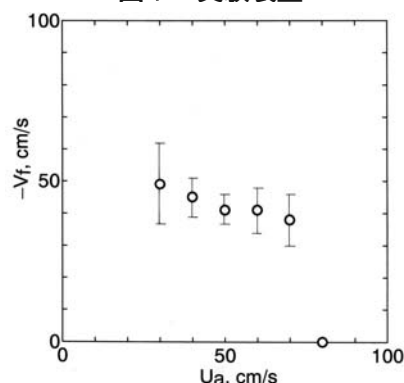


図2 対向空気流と火炎の伝ば速度の関係

### 2.2 実験結果

図2は、平行壁、粉じん濃度 $C=97 \text{ g/m}^3$ における $U_a$ と火炎の伝ば速度 $V_f$ の関係（相対速度）を調べた結果である。 $U_a$ が増加するとともに下方への火炎の伝ば速度が減少することがよくわかる。 $U_a=80 \text{ cm/s}$ になると、火炎は、側壁に近いところに沿って伝ばすることがあるが、むしろ、吹き飛び方向、すなわち下流に伝ばするようになる。以前の実験では $C=123 \text{ g/m}^3$ ,  $U_a=30 \text{ cm/s}$ の場合の $V_f$ は34 cm/sであった。そのことからすると、今回の値はやや大きいことがわかる。

## 3. おわりに

本研究では、伝ばする粉じん火炎を流路内に定在させることで燃焼速度を測定できる装置を試作した。粉じん火炎における燃焼速度の定義を再検討し、結果をまとめる予定である。

## 高温・高圧下における気体物質の爆発危険特性

化学安全研究グループ 水谷高彰

### 1. はじめに

アセチレンは常温では絶対圧が0.14MPa以上の条件下では、着火源があれば分解爆発を生じることが知られている。このため、一般にアセチレンを貯蔵・運搬する場合、液体アセトンにアセチレンを溶解させて取り扱う。常温では絶対圧が0.8MPa以下の条件であれば、仮に気相のアセチレンで分解爆発が発生しても、液相に溶けたアセチレンには分解爆発が伝ばしない。低温下では液体に対する気体の溶解度は上がるため、低温下でアセトン溶解アセチレンを取り扱うことで、貯蔵・運搬の効率化が期待される。そこで、低温・高圧下での爆発限界圧力・爆発圧力を測定することにより、アセチレンの分解爆発危険特性を評価した。

### 2. 低温下におけるアセチレンの分解爆発特性

三陽理科(株)製の低温恒温槽に1Lの円筒型爆発試験容器(内径110mm、深さ105mm)を沈め40Lのエタノールを熱媒として冷却を行った。低温恒温槽の冷却能力が不足する低温下では、液体窒素を冷媒として用いた。爆発圧力測定には(株)共和電業製のエンジン指圧変換器を用い、LeCroy製のデジタルオシロスコープで測定、記録した。着火には2.0kV、29mAの高電圧放電装置を用い、容器中心に設置した3mmの電極間隙に放電を発生させ着火源とした。

### 3. 実験結果

図1に低温下でのアセチレンの分解爆発限界圧力を示す。常温(10℃)～-60℃の範囲では温度が下がると爆発限界圧力が上がり、爆発し難くなることが分かった。また、詳細な測定は行っていないが、常温では、より小さいエネルギーの着火源でも着火できたが、低温では今回使用した大きなエネルギーの着火源でなければ着火できなかった。このことは温度の低下とともに、最小着火エネルギーが増加していることを示す。

図2に同じ初圧0.2MPa、初温-40℃の条件下で、液体アセチレンがある場合と無い場合の分解爆発圧力を比較測定した結果を示す。アセチレンのみの場合、爆発最大圧力が初圧の14倍程度であるのに比べ、液体アセトンがある場合、30倍程度の爆発最大圧力が観測された。この結果は、この実験条件でアセトンに溶けたアセチレンが分解爆発したためと考えられる。

### 4. まとめ

今回測定した条件下では、低温になるとアセチレンの分解爆発の限界圧力は上昇し、着火しにくくなること、アセトンに溶けたアセチレンに爆発が伝ばする限

界圧力は低下し、着火した場合、危険性が増すことが分かった。今後、アセチレンに爆発が伝ばする限界圧力の温度依存性や、着火源の影響(最小着火エネルギーなど)について、測定・検討する必要がある。

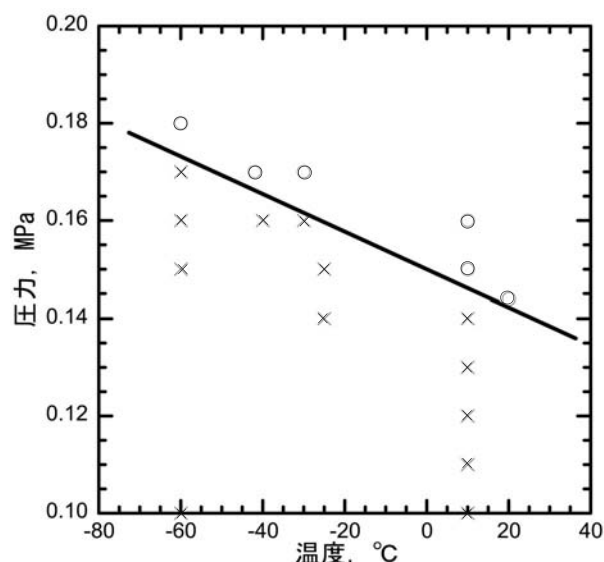


図1 低温アセチレンの分解爆発限界

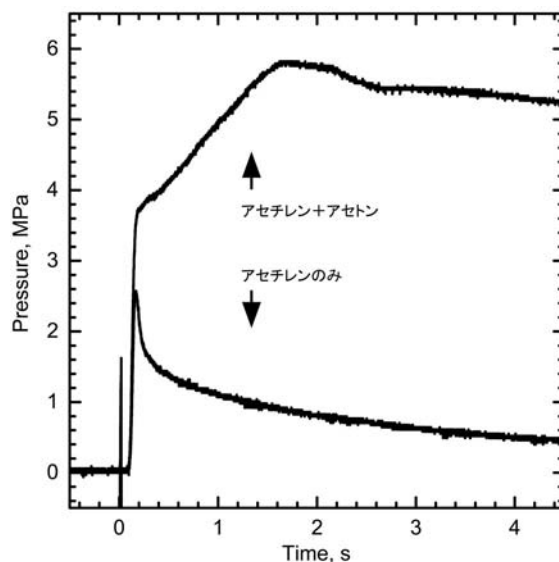


図2 低温下でのアセトン溶解

アセチレンの分解爆発

初圧：0.2MPa 初温：-40℃ アセトン：158g

## 新規化学物質等の爆発危険特性の解明とデータベースの構築に関する研究

化学安全研究グループ 水谷高彰  
板垣晴彦

### 1. はじめに

化学物質を取り扱う場合には、その物質が有する危険性を事前に十分検討し、的確な対策を実施することが重要である。化学物質の危険性に関するデータベースとしてMSDS等などが公開されているが、その収録されている物質数や項目内容は十分であるとは言いきれず、さらなるデータの拡充が求められている。

当所では、爆発・火災災害の原因となる物質の分析や発生メカニズムの解明を長年継続してきた。一方、産業安全技術協会では、化学物質の危険性についての依頼測定業務を行っており、様々な新規化学物質の危険性データを蓄積している。

そこで、爆発・火災災害の防止に貢献することを目的として共同研究を実施し、蓄積されている危険性データについてのデータベースを構築した。

### 2. 収録物質とデータ項目

化学物質の火災・爆発危険特性については、多くの指標があるが、災害防止のための重要性、及び、使用者の利便性の点から着目すべき指標を考慮し、収録物質を「可燃性ガス・蒸気」「可燃性粉体」「化学薬品」の3種類に分類し、それぞれについてデータ項目を設定した。それぞれの分類での主なデータ項目は次のとおりである。ほとんどのデータベースにおいては、数値が主たるデータ項目であるが、今回構築したデータベースでは、測定チャートや測定結果を整理したグラフを多数掲載している。

#### ●可燃性ガス・蒸気

数 値：発火温度、爆発限界濃度、最小着火エネルギー、引火点、爆発限界酸素濃度

グラフ：爆発限界と引火温度の関係線図、温度と発火遅れ時間の関係図

#### ●可燃性粉体

数 値：爆発下限濃度、最大爆発圧力、爆発指数(K<sub>st</sub>)、発火温度、最小着火エネルギー、爆発限界酸素濃度

グラフ：濃度と最大爆発圧力の関係図

#### ●化学薬品

数 値：発熱開始温度、最大発熱加速度、発熱量、自己発熱開始温度、最大自己発熱速度

グラフ：温度と発熱速度の関係図、温度と自己発熱速度の関係図

### 3. データベースの公開

構築したデータベースの公開は、現段階では所内ネットワークにおける試験運用としている。新規データの追加や検索・表示システムの改良の点で外部向けにはネットワークでの公開が望ましいが、セキュリティなどのシステム上の問題点がいくつか残っているため、今後検討を継続することとし、出版物の形での公開を準備しているところである。

**検索条件の入力** 検索条件が矛盾しないように指定してください。  
(guestの方には、検索機能と検索結果の表示に制限があります。)

検索方法のヒント

●和名/英名  
●慣用名/商品名  
●CAS No.  
●示式  
●官能基  
●主な用途  
●最大検索数

部分一致 完全一致 先頭一致 末尾一致

指定しない 指定しない

最大100件まで。

検索条件を入力し、一覧表示項目を適宜選択後、「検索実行」をクリックして下さい。

検索実行 入力取消 前ページに戻る

**検索結果一覧表の表示項目**  
(guestの方には、検索機能と検索結果の表示に制限があります。)

化学薬品の基本データ  
DSCデータ  
ARCデータ  
一覧表の基本設定

和名 英名 慣用名 商品名 CAS No.  
構造式 官能基 主な用途 生産量  
主なメーカー 法規制 毒性  
発熱開始温度T<sub>0</sub> 発熱開始温度T<sub>10</sub> 発熱量(J/g) 発熱量(kJ/mol)  
最大発熱加速度 試料量 雰囲気ガス 初期圧力 昇温速度 試験容器  
自己発熱開始温度 最大自己発熱速度 最大発熱加速度  
試料量 雰囲気ガス 初期圧力 昇温速度 試験容器  
表の幅 100% グラフへのリンク 事例へのリンク

表示項目が多いときは、表の幅(ウィンドウの幅に対する%)を広げると見やすくなります。

図1 検索条件の入力画面

**過酸化ベンゾイル**  
(Benzoyl peroxide)

**化学薬品の熱分の検索結果**

●検索条件  
和名: ""  
官能基: "ペルオキシ化合物"

●検索結果の一覧

| 和名                | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>10</sub> (°C) | 発熱量(cal/g) | 発熱量(kJ/mol) |        |
|-------------------|---------------------|----------------------|------------|-------------|--------|
| 過酸化ベンゾイル          | 108                 | 108                  | 438        | 106         | グラフ 事例 |
| tert-ブチルペルヒドレート   | 54                  | 66                   | 277        | 48.2        | グラフ 事例 |
| tert-ブチルヒドロペルオキシド | 85                  | 96                   | 252        | 22.7        | グラフ    |
| m-クロロ安息香酸         | 91                  | 88                   | 472        | 81.2        | グラフ    |

4 件見つかりました。

図2 検索結果の表示画面

## 爆発・火災災害データベースの高機能化に関する研究

化学安全研究グループ 大塚輝人, 板垣晴彦

### 1. はじめに

昨年度までの研究で, 本研究所化学安全研究グループによって作成された爆発火災災害データベースに対して, 数量化Ⅲ類の手法を用いて用語間に距離を導入することで, 災害データ間の近さを測る類語辞典と災害の類似度を定義したデータベースとを作成する手法について報告した。

作成された類語辞典は, 爆発火災災害の類似災害の記載において使われる用語同士の距離を定義したものである。類語辞典は単体として用いることができ, 任意のデータベースに対するクエリー時に利用することで, 利用者に爆発火災災害における連想的な入出力を提供できる。

また災害の類似度は解析者の恣意性を極力排除したものとなっており, 全てのデータ同士に距離が付されているので, 任意の災害について類似度順の出力が可能である。

本年度は作成されたデータベースを受けて, 今後更新してゆくための手法と, 更新手続きについての検討を行った。

### 2. データベース更新時の数量化処理について

図1に災害データベースに登録された災害件数を横軸に, 現れる単一化された用語数を縦軸にプロットしたものを示した。現在のデータベースの用語数は, 単一化処理を行うことで5800語になっている。図1から災害件数の増加に対して, 用語の増加率は低減しており, 最後の3500件から5500件への増加分2000件については, 800語程度の増加に過ぎないことがわかる。現時点で用語数が件数を上回っているが, 近い将来災害件数と用語数の関係は逆転すると考えられる。その場合, 計算時間と必要なメモリは, 各々用語数の2乗×件数+用語数の3乗および用語数の2乗に比例するようになる。件数が数倍程度に増えたとしても現在利用されているPC程度で十分計算が可能である。また, 用語が十分蓄積されれば, 現れる新規の用語は新素材に由来するもののみとなり, 実質用語数の増加は0とみなせるようになる可能性もある。

以上のことを表1にまとめた。

|      | 現在            | 将来            |
|------|---------------|---------------|
| 計算量  | $O(nm^2+m^3)$ | $O(mn^2+n^3)$ |
| メモリ量 | $O(m^2)$      | $O(n^2)$      |

表1 災害件数(m)と用語数(n)から必要とされる計算量及びメモリ量

### 3. 更新について

本爆発火災災害データベース内でも用語は適切に分解(単一名詞化)され, 同義語を整理しておく必要がある。したがって, 今後災害事例が追加登録される際に適切なフィルタを用い, 現れた新たな用語に関して単一化の処理が必要である。

一連の更新手続きはプログラム化されているため, 更新作業員に対して求められる作業は, データの入力および新規用語に関する単一化の作業である。

図2に爆発火災災害数の推移を示す。近年の爆発火災災害データベース登録件数は年100件を下回る水準であるため, 用語数の推移が変化しなければ, 40語/年程度の単一化を検討する必要があると考えられる。

今後も爆発火災災害が発生にあわせて災害データベースが更新される際, その更新に対応するように類語辞典, 災害の類似度ともに変化してゆくと考えられる。

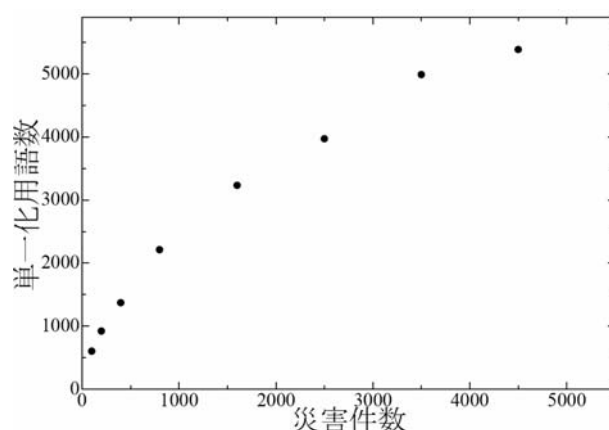


図1 災害件数と単一化用語数

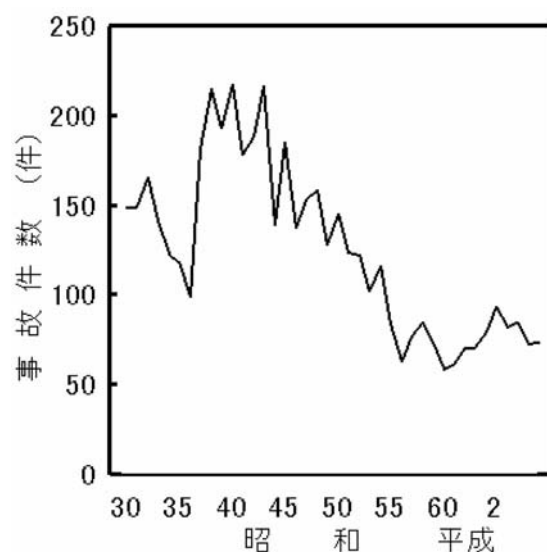


図2 爆発火災災害件数の推移



## 電撃危険性推定のための1回路モデル

物理工学安全研究グループ 山野英記

### 1. はじめに

近年は、地絡故障が生じた時の地絡電流(又は、誤って人体が接触した時の身体電流)として「商用交流又は直流」以外の波形や周波数の電流が想定される状況が増加しつつある。太陽光発電や風力発電等々の普及に伴う、インバータ等の電力変換機器の増加のためである。感電保護のためには許容限界を知る必要があるが、「商用交流又は直流」以外の電流の許容限界(又はしきい電流)は未知であることが多い。

ここでは、回路モデルによって、身体電流の電撃危険性(心室細動が発生するか否か)を推定するというアプローチの可能性について検討した。その結果、ある範囲の条件下で、この回路モデルによるしきい電流の推定値は、比較的に小さい誤差で既知のしきい電流に合うことが明らかになった。この種のアプローチは、しきい電流が解明されるまで暫定的という条件付きで、感電保護の一助になる可能性があると考えられる。

### 2. 研究方法の概要

本研究は次のようなアプローチで進めた。まず回路モデルを机上で構成(考案)した。

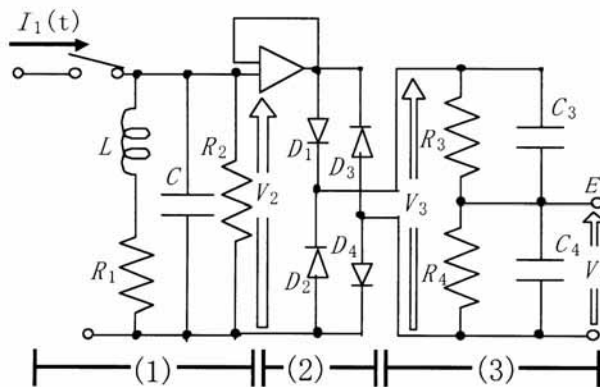


図1 身体電流の電撃危険性(心室細動)を推定するための回路モデル

そこで、モデル(図1)において、入力電流(身体電流)  $I_1(t)$  を入力した時の出力電圧  $V_4(t)$  の最大値を  $V_{4MAX}$  と置き、 $V_{4MAX} > E_t$  となる場合は、 $I_1(t)$  は危険であるから許容されないと見なすことにする( $E_t$ : 回路モデル内のしきい電圧)。次に、回路モデルから得られるしきい電流の計算値(推定値)は、しきい電流の既知データ(実験値又は規格値)にどの程度一致

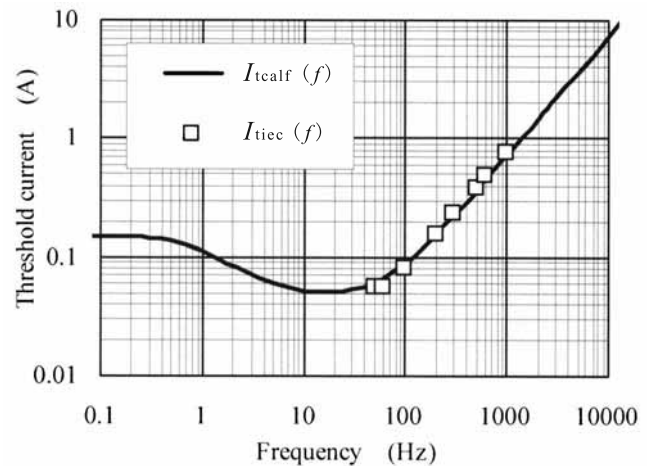


図2 周波数特性計算値とデータとの対比

$I_{tcal}(f)$ : 計算値(定数は持続時間特性に対して最適化後、IEC周波数特性データに対して最適化)、 $I_{tiec}(f)$ : IEC周波数特性データ

又は適合するかを次のように点検した。

(1) 直流しきい電流の持続時間特性データを用いて回路モデルの定数を最適化し、これに重ねて、周波数特性データに対して最適化した。この定数による周波数特性計算値とデータとはある程度適合した(図2参照)。持続時間特性は、重要区間において概ね適合した(図3参照)。

### 3. むすび

以上の検討から、本研究の回路モデル又はアプローチは、大まかに既知データに適合することが分かった。結論的にはこの種のアプローチは直ちに应用は困難であるが、将来的には可能性があると考えられる。

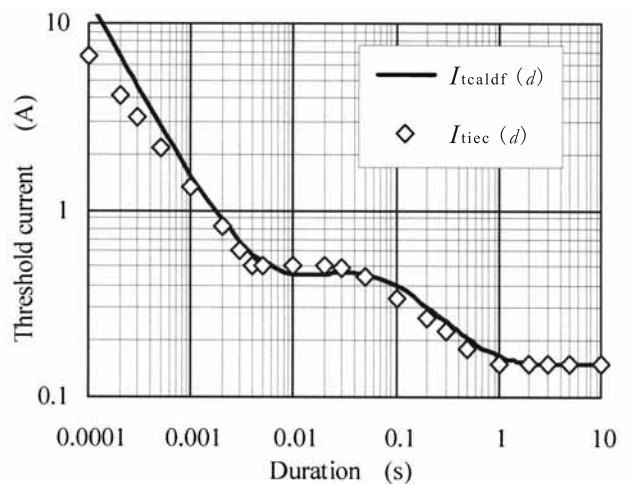


図3 持続時間特性計算値と既知データとの対比



# 制御用低圧電気回路の接触不良診断方法に関する研究 ー接触抵抗と最高上昇温度の関係ー

物理工学安全研究グループ 富田 一  
研究企画調整部 本山建雄

## 1. はじめに

電気機械器具の誤作動やそれに伴う災害において、電気的接続点の接触抵抗が大きくなり、火災や誤作動などの災害に至る場合がある。

本研究では電気的な接続点の接触不良による障害・災害を防止するため、電源のコネクター、ターミナルなどの接続部品について接続部分の電気的特性の把握等を実施する。

すなわちプラグとコンセント間の接触抵抗が高いとき、接触抵抗での発熱による絶縁体の熱劣化によってプラグ・コンセントの絶縁が低下する場合がある。例えばPVCの場合には、 $180^{\circ}\text{C}$ を超えた温度で長時間発熱した試料ほど、両刃間の絶縁抵抗が低下する傾向が報告されている。しかし、接触抵抗と温度上昇との関係については、プラグの刃とコンセントの刃受けが点接触などのように、安定した接触抵抗の測定が困難である場合が多い。そのために、接触抵抗と温度上昇の関係については十分に把握されていない現状にある。ここでは、プラグーコンセント間の抵抗とコンセント表面の温度上昇値との関係を求めた。

## 2. 実験方法

実験回路を図1に示す。PVC製のプラグの刃にニクロム線を巻いて抵抗を付加し、コンセントに接続した上で20Aを通電し、コンセント表面に取り付けた熱電対によって、コンセント表面の温度を測定した。

実験は常温、常圧下で実施した。

## 3. 実験結果

図2には、定格10Aのプラグ、定格15Aのコンセントに20Aを通電したときの、室温とコンセント表面温度の時間変化を示す。接触抵抗が $1\text{m}\Omega$ ではコンセント表面の上昇温度(表面温度から室温を差し引いた値)が $21^{\circ}\text{C}$ 程度であった。

一方、接触抵抗が $75\text{m}\Omega$ 程度になると、コンセント表面の上昇温度は $120^{\circ}\text{C}$ となった。接触抵抗が大きくなると表面の上昇温度も高くなっている。

以上のような実験を、プラグの刃に付加する抵抗値を変化させて実験した結果を、図3に示す。接触抵抗値が $70\text{m}\Omega$ までは、接触抵抗と上昇温度値との間にはほぼ線形の関係がみられた。

今後、図3の線形関係がどの程度の接触抵抗値まで満足されるか検討することとしている。

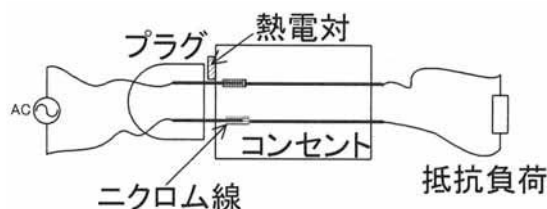
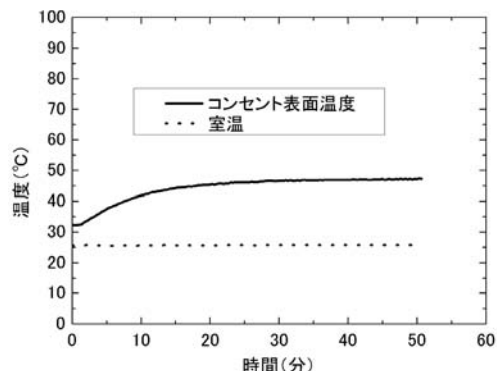
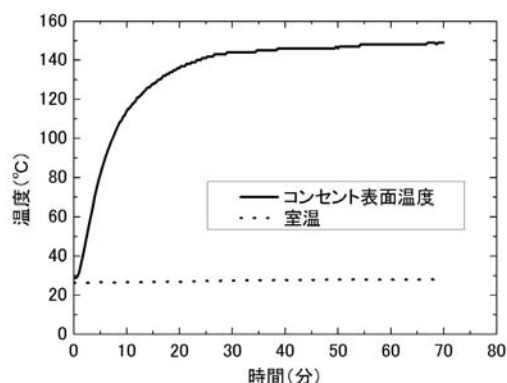


図1 実験回路



(a) 接触抵抗=1mΩ



(b) 接触抵抗=75mΩ

図2 ニクロム線の付加の有無によるプラグの温度上昇

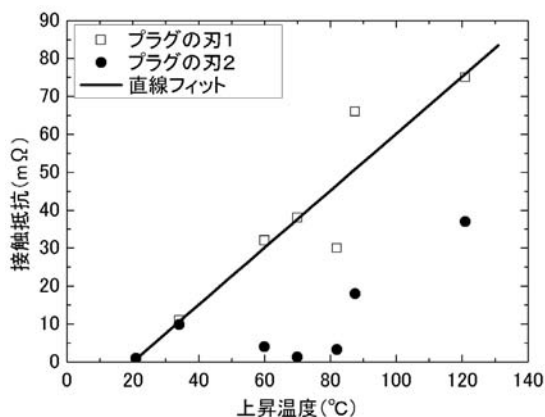


図3 プラグーコンセント間の接触抵抗とコンセント表面の上昇温度との関係

# 強電磁環境下における大型クレーンの周囲作業者の作業環境に関する研究

## ー大型クレーンフック周囲の電界強度測定ー

物理工学安全研究グループ 富田 一  
重点研究支援協力員 植木利之

### 1. はじめに

中波送信所付近で大型クレーンが使用されるとき、クレーンが中波の受信アンテナとして作用して、クレーンのフックに高電圧が誘起される電波障害の発生することがある。このような条件下では、フック周囲で作業する玉掛作業士は高電界にさらされる可能性が考えられるため、現状把握を目的としてフック周囲の電界強度を測定した。

### 2. 実験方法

実験場所の電界強度は約0.8V/m、対象となる中波の周波数は954kHzである。実験に用いた定格荷重50tのラフテレーンクレーン（以下、クレーンという）を表1のように設置し、フックの地上からの高さを1mに固定した。

表1 定格荷重50tのラフテレーンクレーンの設置条件

| ブーム<br>長(m) | ブーム<br>角度(°) | ジブ長<br>(m) | ジブ角度<br>(°) | ブーム+ジブ<br>+ワイヤ(m) |
|-------------|--------------|------------|-------------|-------------------|
| 39          | 80           | 14.5       | 35          | 106               |

このとき、フック周囲の電界強度を電界強度計（周波数範囲：100kHz～3GHz，測定範囲：1～800V/m）で測定した。測定時に、測定者は電界強度計より1m程度以上離れて測定した。なお高電圧プローブによるフックの電圧は約1kVであった。

電界強度測定時の測定座標系は、クレーンを空中より俯瞰して、フックを原点、クレーン車体の中心とフックを通る線をy軸とし、車体からフックへの方向をプラスとする。測定点の地表からの高さは、0（＝地表）m，0.6m，1.1m，1.7mとした。

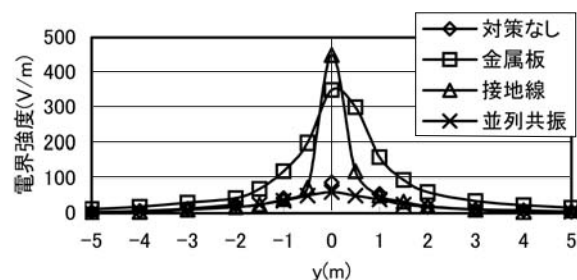
クレーンの状態は、①アウトリガーフロートに板木を挿入した場合（以下、「対策なし」という）、②板木とアウトリガーフロート間にアルミ板を挿入した場合（以下、「金属板使用」という）、③板木とアウトリガーフロート間に厚さ10mmの亚克力板を挿入し、これと並列に91μHのインダクタンスを接続して並列共振回路による対策を施した場合（以下、「並列共振回路使用」という）、さらに④通常の作業状態においてフックに簡易的な接地のための裸線を接続して地表に接触させた場合（以下、「接地線使用」という）の4つの場合とした。

3. 実験結果

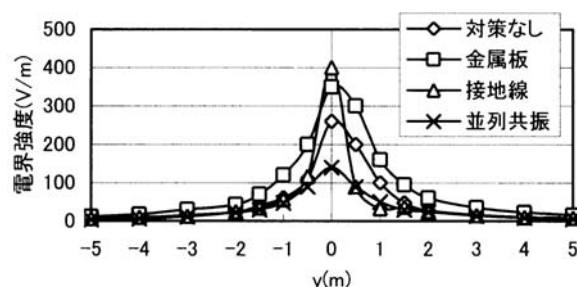
図1にはy方向の電界分布を示す。フック真下であるy=0においての電界強度は、接地線使用、金属板使用、対策なし、並列共振回路使用の順である。接地線使用の場合には、電界強度が450V/mに達しているが、フックから離れるに従い急激に電界強度が低下している。金属板使用では350V/mとなっている。これは対策なしに比較してクレーンの基部でのインピーダンスが小さくなり、結果的に受信アンテナとしての効率が向上したためと考えられる。クレーン作業で一般的に使用される板木は木製であるためにインピーダンスを持ち金属板に比較して受信効率が低下していると考えられる。さらに並列共振回路使用時が最も電界強度が小さくなっている。

地上高0.6mでも接地線使用が最も電界が強く約400V/m，最も低いのは並列共振回路使用の140V/mである。

y=0mにおいて、ワイヤのある地上高1.1mでは接地線使用時に最も電界強度が小さく800V/mであり、その他は800V/m以上の電界強度であった。さらに地上高1.7mでは接地線使用が600V/mと最も低く、他は800V/m以上であった。今後、フック周囲での電磁環境の改善等を検討する必要があると考えられる。



(a) 地上高=0m



(b) 地上高=0.6m

図1 y方向の電界強度

## 粉体プロセスにおける静電気による着火防止技術に関する研究

### —粉体槽内における着火性放電の発生限界と防止—

物理工学安全研究グループ 児玉 勉  
春日電機株式会社 鈴木輝夫，最上智史

#### 1. はじめに

本研究では、粉体の空気輸送に使用するサイロ内における静電気放電を着火源とする粉じん爆発を防止するため、粉体用除電器の開発を行っている。粉体用除電器は、金属製短管にノズル型イオナイザを取り付けたもので、ノズル内の針電極に交流又は直流の高電圧を印加してコロナ放電を起こさせ、空気イオンを生成させる。空気イオンは圧縮空気によって短管内部に送り込まれ、これを通過する粉体を電荷の中和作用によって除電する。これまでの研究により、除電器の印加電圧が低すぎると除電不足になり、高すぎると逆帯電（除電前の帯電とは逆符号に帯電することを言う。）が起こり、印加電圧の制御が必要なが示されたので、本年度は印加電圧のフィードバック制御を試みた。

#### 2. 実験方法

除電器の除電性能確認のため、実規模大の空気輸送帯電実験装置を使用した。サイロは直径1.5m、胴長2mのSUS製円筒型である。試料は粒径が3～4mmのポリプロピレンペレット約350kgを用いた。ペレットはサイロ底部からロータリーバルブにより全長約20mのSUS製4インチ空気輸送配管に導かれ、再び上部からサイロに充てんされる循環運転を行った。粉体用除電器は、長さ10cmのSUS製4インチ短管の円周上に2列・計16個のノズル型イオナイザを配置したものをを用い、これをサイロ充てん配管端末へフランジで接続した。印加電圧は除電効率の高い直流高電圧とした。除電器通過後のペレットの帯電量は除電器の他

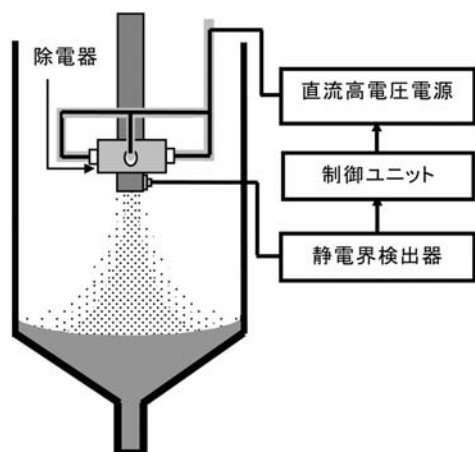


図1 除電器のフィードバック制御の概要

端に接続した配管帯電検出器を用いて測定した。これは、4インチSUS製短管（長さ20cm）の管壁にエアパージ型の静電界センサを取り付けたものである。試作した除電器のフィードバック制御システムの概要を図1に示す。具体的には、配管電界検出器のアナログ出力をAD変換し、デジタル信号としてノートパソコンに取り込み、比例制御の演算を行い、その結果をDA変換し、アナログ信号として高電圧増幅器（トレック社製MODEL 664）に入力し、定電流高電圧出力を発生させ、これをイオナイザに供給した。比例制御の演算式を(1)式に示す。

$$U(t) = -K_p \cdot e(t) \quad (1)$$

ここで、 $e(t)$ は制御偏差であり、設定値を電界強度ゼロとしたので、電界強度瞬時値に正比例する。 $U(t)$ は訂正信号であり、この場合は高電圧増幅器の入力信号に正比例する。 $K_p$ は制御要素のゲインで、比例常数である。負号は訂正動作を表す。

#### 3. 研究結果

フィードバック除電システムの除電特性に関する実験結果を図2に示す。縦軸はサイロ内を落下するペレットの重量比電荷（Q1、Q3及びQ2はそれぞれサイロ中心、壁面近く及びその中間位置の値）及び配管電界検出器の測定値で、横軸は制御要素のゲインである。ゲイン0は除電器OFFに相当する。ゲイン値を増すと電界強度が低くなり、比電荷も減少する。ゲインが2で電界強度及び各位置の比電荷はほぼ0になる。ゲインが2～3.5では、電界強度及び比電荷の極性が反転（逆帯電）を生じるが、その大きさは小さい。ゲインが1～3.5では着火性放電も消滅した。以上の結果、配管電界検出器の出力信号に基づく除電器供給電流の比例制御により着火性放電の抑制が可能であることが判明した。今後はより高度なPID制御システムについて検討する予定である。

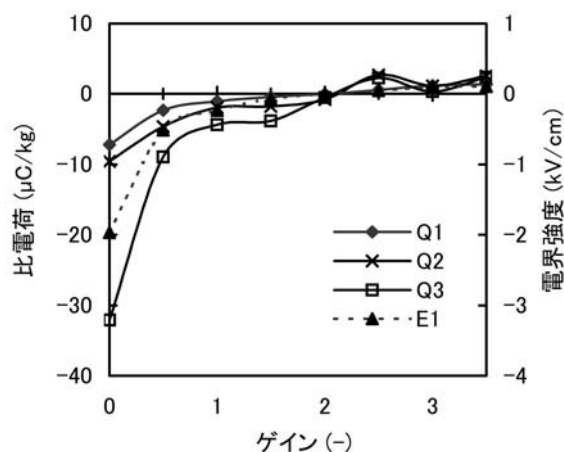


図2 フィードバック除電システムのゲインとペレット重量比電荷及び配管電界強度の関係

## 最小着火エネルギー試験方法の開発と試験基準に関する研究

物理工学安全研究グループ 山隈瑞樹, 大澤 敦  
児玉 勉

### 1. はじめに

従来, 引火点が常温を超える物質に関しては, 試験用の混合気を生成することが難しいため, 最小着火エネルギーを測定することは容易ではなかった。本研究では, 爆発容器の温度調節を行い, かつ, 試料を定量的に注入することが可能な着火試験装置を開発した。これにより, 高引火点物質の着火危険性を迅速に評価することができる。本年度は, この装置を用いて, 一般的に使用されているドライクリーニング用の溶剤の着火特性を測定した。

### 2. 実験装置及び方法

本研究で開発した着火試験を図1に示す。爆発容器はステンレス製であり, 容量は2,200mLである。爆発容器の周囲にリボンヒーターを巻き付けており, 温度コントローラにより最大300℃まで任意の温度に設定可能である。頭頂部には試験液体を霧化させて噴射するためのノズルを取り付けており, 爆発容器と同温度の支燃性ガスを用いて噴射することが可能である。

放電スパークは, 高電圧電源(最大16kV)によりセラミックコンデンサ(10pF ~ 100pF)を充電し, これを針状の金属電極へ接続して発生させた。

試験に用いた溶剤 N10 (分子式  $C_{10}H_{22}$ ) は引火点 53℃であるが, ドライクリーニング工程においては一時的この温度を超える。そのため, 工程を安全化するための技術資料とする目的で, 減圧下(最小0.04MPa)での着火特性を測定した。

### 3. 実験結果及び考察

爆発容器の内部温度及び N10 の濃度をそれぞれ 60℃ 及び 2% に保ち, 圧力を 0.04MPa, 0.08MPa 及び 0.1MPa (常圧) に変化させて, 放電スパークによる着火の可否を測定した。その結果を図2に示す。これによれば, 各圧力における最小着火エネルギー(MIE)は, 0.4mJ(0.1MPa), 1mJ(0.08MPa), 3mJ(0.04MPa) となり, 減圧量が多いほど MIE も大きくなることが確認された。0.4mJ(0.1MPa) は, 一般の炭化水素(メタン等)の常温における MIE よりもやや大きいものであるが, 通常の可燃性ガス・蒸気と同様の注意が必要であることを示している。本物質は常圧下においては酸素濃度約10%以下では発火しないが, 減圧下(0.04MPa)においては, 8.4%でも発火した。これは, 減圧下においては, 燃焼を抑える作用を有する窒素の

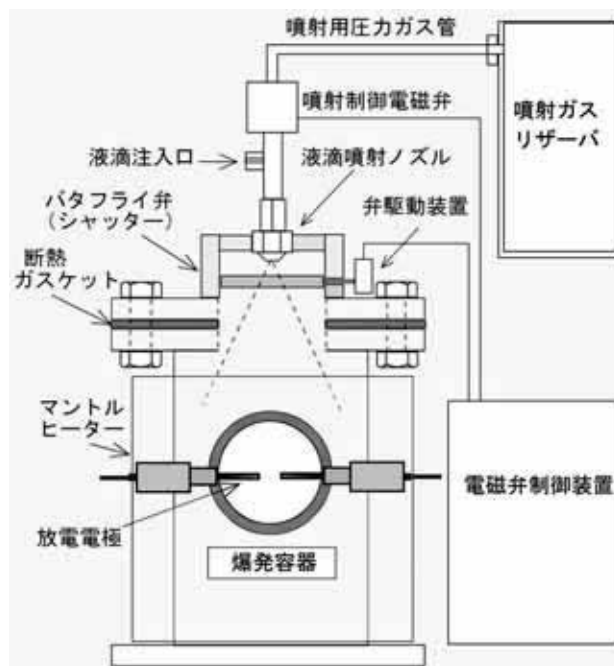


図1 開発した着火試験装置

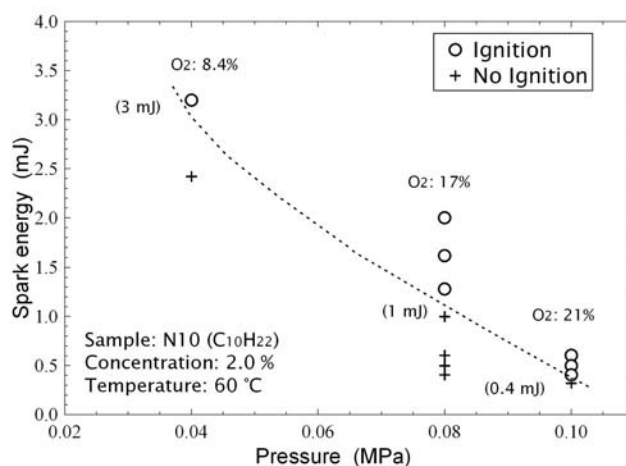


図2 溶剤N10の減圧下での着火特性

濃度も低下するためと考えられる。着火不能となる圧力については未だ測定は行っていないが, 0.04MPaにおける爆発時の火炎は橙色(不完全燃焼を示す)かつ放電電極近傍の狭い領域に限定されていたことから, この圧力付近と推定される。

なお, 本装置の課題としては, (1)爆発容器材料(SUS)の熱伝導率が低いこと, 外部設定温度と内部温度の差が大きいこと, (2)底部の温度がやや低いこと, 底部に付着した液滴が気化しにくい, という点が上げられるが, これらは材料を熱伝導率の高い物質(たとえばアルミニウム)に変えることにより対処可能と考えられる。

### 4. まとめ

本研究において開発した着火試験装置は, 特に, 高引火点物質の MIE を容易に測定することができることが確認された。

# 背面が接地された薄い絶縁物の静電気特性の解析とその静電気危険評価への応用

物理工学安全研究グループ 大澤 敦

## 1. はじめに

接地された導電体の上に薄く絶縁物がコーティングされているものは産業現場に多く存在する。たとえば、床、薬品を扱う耐腐食のためガラス等をコーティングした金属（グラスライニング）、作業台のシート、金属の塗装面などがそれにあたる。床では人体の帯電防止（人体からの静電気放電による災害、障害防止）また、作業台シートでは静電気による生産障害、製品破壊防止、グラスライニングではライニングも含めて薬品等の帯電防止の観点から、各種の帯電防止材料が用いられている。これらの帯電防止材の静電気特性と帯電防止性能の要件を把握することは非常に重要である。

背面が接地された薄い絶縁物の表面電位はディスク状あるいは断面が長方形の絶縁物に対して、表面・体積抵抗率と誘電率およびサイズに依存する抵抗と容量で構成される分布回路を用いて解析的に解くことが可能であり<sup>1)2)</sup>、これらの解を床やライニングなどの帯電防止性能を特徴づける漏洩抵抗と帯電電荷の緩和時間の評価に応用した。さらに、解析解は数値解<sup>3)4)</sup>とは異なり、現象を物理的にみとめることができるので、実験データなどの実際の現象を理論的に説明にすることができた。さらにこの理論は実験にも良く一致している。ここでは長方形の絶縁物の解析解を示す。

## 2. 理論

対象となる長方形の絶縁物の辺の長さ  $2a, 2b$  がその厚さ  $\delta$  よりも十分大きく、背面全体が静電的に接地されたとき、この絶縁物は抵抗-容量分布回路<sup>1)2)</sup>でモデル化できる。境界条件としては、長方形絶縁物の中心に置かれた1辺の長さが  $2c$  の正方形電極が置かれ（規格等の抵抗測定用の電極あるいは静電気の帯電部分に相当する）、絶縁物の端では開放回路を仮定している。この回路にキルヒホッフの電流・電圧則を適用し整理すると、表面電位分布を表す式は

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} - \frac{\rho_s}{\rho_v \delta} v - \frac{\rho_s \epsilon}{\delta} \frac{\partial v}{\partial t} = 0, \quad (1)$$

となる。ここで、 $x, y$  は絶縁物表面の中心を原点としたときの表面上の位置、 $t$  は時間、 $\rho_s, \rho_v$  は絶縁物の表面および体積抵抗率、 $\epsilon$  は誘電率である。

定常解を得るために時間微分の項を0とおき、対称性を考慮して  $0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b$  の部分を与えられた境界条件の下で解くと表面電位分布は近似的に

$$0 \leq x \leq c, 0 \leq y \leq c \text{ で}$$

$$v(x, y) = V, \quad (2)$$

$$0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq c \text{ で}$$

$$v(x, y) = V \cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(x-a)\right) \cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(a-c)\right) \quad (3)$$

$$0 \leq x \leq c, c \leq y \leq b \text{ で}$$

$$v(x, y) = V \cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(y-b)\right) \cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(b-c)\right) \quad (4)$$

$$c \leq x \leq a, c \leq y \leq b \text{ で}$$

$$v(x, y) = V \frac{\cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(x-a)\right) \cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(y-b)\right)}{\cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(a-c)\right) \cos\left(\sqrt{\frac{\rho_s}{2\rho_v\delta}}(b-c)\right)} \quad (5)$$

となる。ここで、 $V$  は印加電圧である。これを用いて漏洩抵抗は

$$R = \frac{V}{4 \int_0^a \int_0^b G_v v(x, y) dx dy} \quad (6)$$

より計算できる。ここで、 $G_v = 1/(\rho_v \delta)$  である。

帯電電荷の緩和への応用を考慮し、初期条件として  $-c \leq x \leq c, -c \leq y \leq c$  の部分のみに電圧  $V$  が与えられているとすると表面電位分布の過渡解（電荷緩和）は

$$v(x, y, t) = \sum_{m,n=0}^{\infty} A_{mn} \cos \frac{n\pi x}{a} \cos \frac{m\pi y}{b} \exp \left\{ \left[ -\frac{1}{\rho_v \epsilon} + \frac{\delta \pi^2}{\rho_s \epsilon} \left( \frac{n^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2} \right) \right] t \right\} \quad (7)$$

となる。ここで、 $v(x, y, 0) = f(x, y)$  とし、

$$A_{mn} = \frac{\alpha_n \alpha_m}{ab} \int_{-a}^a \int_{-b}^b f(x, y) \cos \frac{n\pi x}{a} \cos \frac{m\pi y}{b} dx dy$$

である。ただし  $\alpha_n = 1/\chi(k=0), 1(k \neq 0)$ 。

得られた解は表面・体積抵抗率と誘電率および寸法を用いて静電気特性を導出しているため、帯電性能および静電気危険性の評価・予測に有用である。さらに、これらの解析により、帯電防止性能は  $\rho_s/(\rho_v \delta)$  に強く依存することが示されている。

## 文献

- 1) A. Ohsawa and M. Ohuchi, Electrostatics 2003, IOP Conference series, IOP Publishing, to be published.
- 2) 大澤, 大内, 静電気学会誌, 28, (2004) 71
- 3) A. Ohsawa, J. Electrostat., 51-52, (2001) 625
- 4) 大澤, 産業安全研究所研究報告, NIIS-RR-20001, (2002) 37

## 1. はじめに

配管やノズルなどから液体が噴出すると、配管やノズル内での流動および噴出後の液体の分裂によって液滴に静電気が帯電する。原油タンカーのジェット洗浄中の爆発、CO<sub>2</sub>消火器、高圧ガス、液化ガスの漏洩噴出の際の爆発などの災害事例からみてもこの噴出帯電が原因とされる災害が発生している。また、最近の各種産業の工程では、液体の噴霧の伴う造粒、冷却、洗浄、反応、散布、塗装などの噴霧プロセスが多く用いられており、これらにおける静電気災害の防止技術の確立が求められている。本研究では噴霧帯電のモデル実験により、ノズルでの流動帯電、液滴の粒径分布、噴流速度、空間電荷分布、電界測定など噴霧・噴出における静電気の危険性評価に必要な計測システムを構築することを目的としている。これらのなかでノズル電流の計測によるノズルの流動帯電、レーザによる液滴粒径分布計測、隔離した2つのリング電極の電流計測による液滴群の速度測定、ファラデーケージによる計測、吸引式ファラデーケージによる計測と接地した円筒ケージの電界計測による空間電荷密度測定について実験・検討した。ここでは、噴霧帯電現象のモデル化を目的とした電界分布の計算に必要な帯電液滴の空間電荷密度に主眼をおいた測定結果を報告する。

## 2. 実験

写真1のように直径15 cm、長さ15 cmの接地円筒金属製ケージを噴霧空間に配置して、円筒ケージ壁の電界を電界センサで計測することによって帯電液滴群の空間電荷密度を測定した。帯電液滴がこの円筒ケージ内に一様に分布しているとガウスの定理より

$$2\pi aE = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{\pi a^2 \rho}{\epsilon_0}$$

とおけるので、電荷密度  $\rho$  は測定電界  $E$  を用いて

$$\rho = \frac{2\epsilon_0}{a} E$$

より求めることができる。ここで、 $a$  はケージの半径、 $Q$  はケージ内の単位長さあたりの総電荷、 $\epsilon_0$  は空間の誘電率である。図1に精製水（測定導電率  $9.8 \times 10^{-5}$  S/m）を  $3 \text{ kgf/cm}^2$  で2流体式ノズル（液孔径  $0.4 \text{ mm}$ ）を用いて噴出したときの測定例を示す。帯電ミストは正に帯電しており、150から300秒までの平均の電荷密度は  $1.8 \times 10^{-7} \text{ C/m}^3$  である。

さらに、測定法の妥当性を検討するためにこのとき



写真1 円筒ケージの電界計測による液滴の空間電荷密度測定

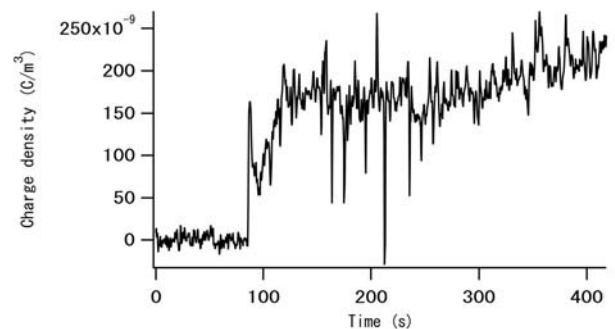


図1 電荷密度

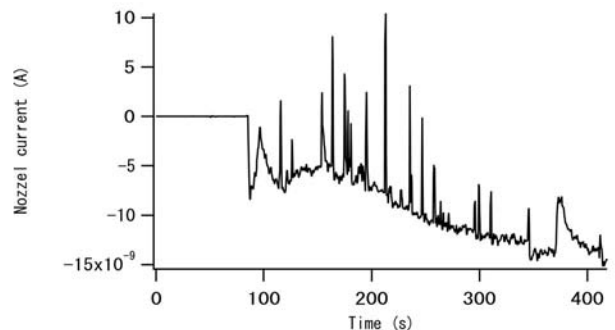


図2 ノズル電流

のノズル電流を図2に示す。電流連続、電荷保存則から電荷密度の時間変化はノズル電流と極性が反対でほぼ同じ形態となる。図1と図2はこれに矛盾がないことから円筒ケージの電界計測から電荷密度を求める方法は妥当であることを示す。また、測定された空間電荷密度は吸引式ファラデーケージによって測定されたものとも良く一致した。

暗室で intensifier camera を用いても放電を観測できなかったが、図1、2で同時に生ずるいくつかのパルスはごく小さな放電によるものと考えられる。

また、2重の円筒かごのファラデーケージによる空間電荷密度の測定は、直接付着する液滴電荷を区別するのが困難であるため、空間電荷密度の測定には適さないことがわかった。

## 粉体用除電器の防爆性能の検討

### —自己放電式粉体用除電器の除電性能—

物理工学安全研究グループ 児玉 勉，山隈瑞樹  
春日電機株式会社 鈴木輝夫，最上智史

#### 1．はじめに

粉体の空気輸送において配管との摩擦等によって帯電した粉体がサイロに運び込まれると，静電気放電が起こり，これが着火源となって粉塵爆発を誘発する危険性があり，その防止のため粉体用除電器の開発が産業界から求められている。除電器をサイロ内のような粉塵危険場所で使用する場合，除電器自身が可燃性粉塵の着火源とならないように防爆性能を有する必要がある。ここでは，その一つの方策として電源を使用しない自己放電式粉体用除電器を開発したので，その除電性能を検討した結果を報告する。

#### 2．自己放電式粉体用除電器

今回開発した自己放電式除電器は，図1に概要を示すように，PTFE（テフロン）短管（直径4インチ，長さ20cm）の外周上に6本の自己放電式イオナイザを取り付けたものである。イオナイザは，内蔵の高抵抗（ $50M\Omega$ ）を介して針電極を接地し，金属製ノズル先端部を絶縁したものである。PTFE短管は粉体との摩擦により負極性に帯電し，その静電誘導により金属製ノズル先端部が同じく負極性に帯電する。これにより針電極でコロナ放電が起こり，正極性の空気イオンが生成される。この正イオンが圧縮空気により短管内に送り込まれるので，粉体の帯電が負極性であれば，電荷の中和作用により粉体が除電される。一般に高分子粉体は金属配管との摩擦により負に帯電する傾向があるので，これらに対して除電効果を発揮する。

#### 3．実験方法

除電器の除電特性は実規模大の粉体空気輸送実験設

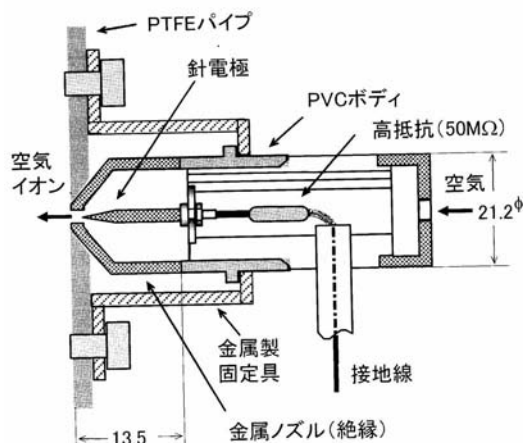


図1 自己放電式粉体用除電器の概要

備を用いて調べた。約350kgのポリプロピレンペレットをサイロ（直径1.5m，SUS製）と配管系（4インチSUS管，長さ約20m）間で循環運転を行った。除電器はサイロ内の充填配管の末端に接続した。除電特性を評価するため，サイロ側壁にエアパージ型電界センサを取り付けてサイロ壁電界を測定した。また，除電器の後に配管電界検出器を接続して配管電界を測定した。6本のイオナイザによるコロナ放電電流の総和であるノズル電流は，全ての針電極の接地線をボンディングし，これと大地間にエレクトロメータを接続して測定した。

#### 4．研究成果

自己放電式除電器の除電を停止（針電極を絶縁）した状態で数十分間循環運転を行った後，除電器を作動（針電極を接地）させたときのサイロ壁電界（ $E_s$ ），配管電界（ $E_p$ ）及びノズル電流（ $I_n$ ）の時間変化を図2に示す。除電を開始すると，ノズル電流が0から $-4\mu A$ になり，パイプ壁電界は $-1kV/cm$ からほとんど0まで低減した。サイロ壁電界は除電前では $-4kV/cm$ に達し，堆積したペレット表面で強い放電発光を伴う放電（着火性放電）が頻繁に観察されたが，除電を開始すると，直後に放電発光が消滅し，サイロ壁電界は徐々に正方向へ移行（逆帯電）し，数分後には飽和値 $+2.5kV/cm$ に達した。除電前の着火性放電は今回実験条件ではサイロ壁電界の大きさが $2kV/cm$ 以上のとき発生したが，除電による逆帯電では $+2kV/cm$ を超えても着火性放電は観察されなかった。これは，除電によりパイプ壁電界がほとんど0になっていることから，逆帯電したペレットの絶対量が小さいためと確認された。

以上のように，電源を使用しないため防爆性能の高い自己放電式除電器の除電性能が明らかとなった。今後は，各種粉体への適用性等，実用化に向けた検討を行う予定である。

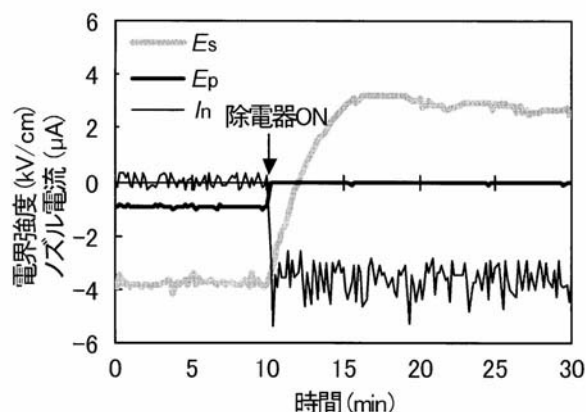


図2 除電器作動による電界等の時間変化



## 広域作業空間における人体検出・計測に関する研究 —画像式人体検出・計測手法の開発—

境界領域人間工学安全研究グループ 呂 健，濱島京子

### 1．はじめに

本研究は，自動機械と人間の接触防止のために，広域作業空間において，画像式人体自動検出計測法を中核技術とする知能的な人体検出・計測技術の開発を目的としている。平成15年度は，人体検出・計測のための特徴量を定めるため，前年度に引き続き人体の特徴の三次元画像解析を行った。歩行中において，人体の重心軌跡は手足部の軌跡より揺れ量が小さく，軌跡追跡に適することを3次元画像解析方法で検証した（図1）。また，重心や高度など特徴量の自動計測手法の開発を行った。次に，この特徴量の自動計測手法について述べる。

### 2．特徴量自動計測手法

図1のような3次元解析は予定の計測点（例えば指先）を事前にマーカーで標示する必要がある。しかし，現場での安全制御用センシング手段としては，マーカー無しの自動計測手法が望まれる。

このため，本研究では，視差画像を得られる立体視カメラを使用することを検討した。一方，視差画像は320x200程度以上の画素ごとの情報なので，目標物（物体/人体）ごとの3次元計測を行うために，視差画像の分割を行う必要がある。具体的に，近傍の画素の間に，視差値の近いものを同一領域に属するような領域拡張処理を行う。物理的な意味として，これは同一目標物に対応する画素を同一領域へ分類するための処理であるので，目標物抽出とも呼ぶ。図2は，前記画像分割を示す一例である。図2の下部は視差画像とその領域分割の結果を示す。図2の上半部は視差画像による分割結果を一般二次元画像と重ねる表示であり，太線は人体と背景を区分する境界線を示す。本来の処理によれば，数百の領域が得られたが，簡潔な表示とするため，ここでは面積が閾値1000以上の領域のみを示した。

次に，画像分割で得られた各領域に対し，各々の二次元重心画素に対応する座標（ $X, Y, Z$ ）を求め，これをその領域に対応する目標物の重心位置とする。他の特徴量も類似の手法で計算できる。

### 3．今後の予定

今後は，抽出された目標物の重心軌跡を計測するプログラムを完成し，さらに，このプログラムから計測した重心軌跡と高度等他の特徴量に基づいて人体と物体とを判別できる方法を確立する予定としている。

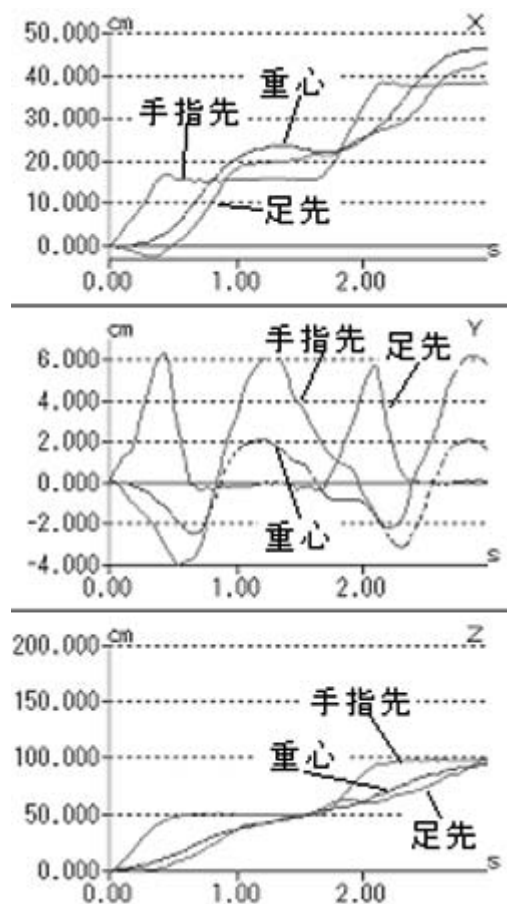


図1 歩行中の人体重心軌跡と手足部軌跡

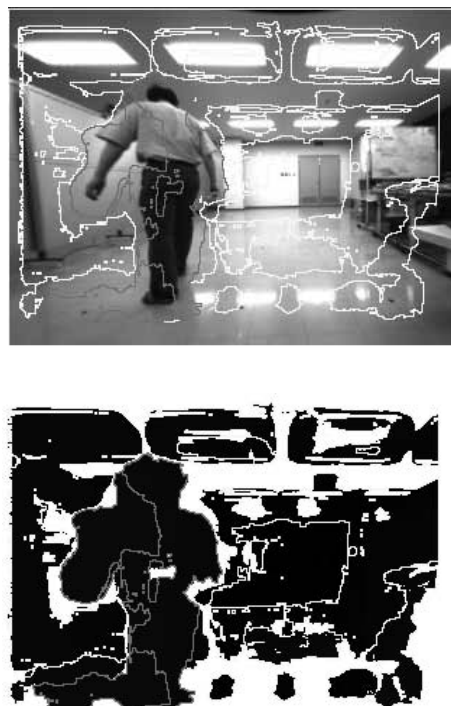


図2 視差画像から目標物の抽出例



## FA 工場における保守点検作業の再起動時の安全確保に関する研究

境界領域・人間科学安全研究グループ 深谷 潔

### 1. はじめに

自動化システムにおいては、機械の可動範囲内（危険領域）には人間を入れないことを原則としている。また、保守点検やトラブルシューティング等のためには、人間が危険領域内に入らなくてはならないが、その場合には、機械を停止するという原則がある。これらの原則を実現するために、危険領域を柵等で囲い、扉等の開口部からの人間の進入を監視する安全センサー等による機械の運転とのインターロック機構が用いられている。

しかしながら、危険領域境界の通過を監視するインターロックでは十分な事故防止ができない。すなわち、危険領域が人間より大きくなると再起動時に人間が危険領域内にいないという確認ができない。そのため、IT 技術を用いた人間検知技術を適用した対策について検討した。

### 2. 境界監視型安全確認手段の問題点

従来の危険領域境界の通過のみを監視するインターロックでは、出たか入ったかの識別ができず危険領域内部に残った人間の数は判断できない。そのため、何らかの別の対策が必要となる。

再起動時の対策を表 1 に示す。

従来は、このような場合には、標識や錠が用いられてきた。すなわち、危険領域内に入るときには、機械の起動装置に標識をかけ、作業中であることを表示したり、起動装置に錠をかけたりということが行われている。

しかしながら、標識を起動装置のスイッチにかけたり、錠をかけたりするのは作業者が自身で行わなくてはならず、必ずしも確実に行われるわけではなく、標識等を使用するルールがあっても守られずに事故とな

る例もある。

そのため、起動装置の鍵と開口部の鍵を兼用にして、起動装置をロックしないと、危険領域に入れないようなシステムもある。しかし、このようなシステムでも、複数の作業者が危険領域に入る場合には、2 番目以降に危険領域に入る作業者については、その出入りのチェックが行われない。

### 3. 危険領域全体監視方式

危険領域内部全域を監視し人間がいいることを検出する手段もある。例えば、ライン全体に安全マットを敷き詰めるとか、障害物がない場合には、レーザースキャナーが使用できる。しかし、このようなセンサーはすべての場所に適用できるわけではない。そのため、より一般的に適用できる手段として、個々の作業者の位置を検出して管理することで、危険領域内に人がいないということ判定する作業者追尾システムを開発した。

作業者は、位置検出のためのセンサーと通信装置を、作業中は常時着用しておく。位置センサーで現在の位置を判定し、通信装置でこの位置を危険領域の制御装置に知らせる。これによって、作業者が危険領域内にいるかどうか判断できる。

作業者の位置の検出には、加速度計とジャイロよりなるモーションセンサーと、RFID を用いた。通信装置としては無線 LAN を用いた。

現在、このシステムについて機能実験を行っている。現在の装置は汎用のノート PC をベースに開発しているので、重く大型であるが、将来的には PDS や携帯電話程度のものでできるものと思われる。

### 4. おわりに

保守用の携帯計測器等の計算機を組み込んだ携帯機器が作業現場にどんどん取り入れられて来ている。今後、このよう機器に追尾方式等の安全機能が取り込まれていくと思われる。そのような IT 技術を用いた安全対策の有効性と限界について明らかにしていきたい。

表 1 再起動時の安全確認の諸方式とその問題点

| 方式                   | 確認主体 | フェールセーフ化 | 問題点                |
|----------------------|------|----------|--------------------|
| <b>出入りの管理（境界の監視）</b> |      |          |                    |
| 起動装置に標識をつける          | 人間   | 不可能      | 柵・囲いで完全に囲うことが必要である |
| 起動装置に錠をかける           | 人間   | 不可能      | 複数作業者の対処に問題、つけ忘れ   |
| 起動装置と出入口のインターロック     | 設備   | 可能       | 錠のかけ忘れ             |
| 自動改札口方式による入退出管理      | 設備   | 可能       | 複数作業者の進入に対処できない    |
| 回転ドア方式による入退出管理       | 設備   | 可能       | 出入り口に厚みが必要         |
| <b>危険領域全域監視</b>      |      |          |                    |
| 作業者追尾方式              | 設備   | 困難       | 出入り口に厚みが必要         |
| 安全マットの敷き詰め           | 設備   | 困難       | 第三者の進入防止対策が別途必要    |
| レーザースキャナー            | 設備   | 可能       | 設置が困難・不可能な場所がある    |
| 監視カメラ                | 人間   | 可能       | 設置が困難・不可能な場所がある    |
|                      |      | 不可能      | 見落としがある            |

## 等価リスク曲線による被害低減評価に関する研究

化学安全研究グループ 花安繁郎

### 1. はじめに

生産活動に伴って生ずるさまざまな産業災害（労働災害を含む）について、それらの発生頻度と被害規模・強度に着目し、リスク分析の立場から発生頻度・被害規模の同時分析を行い、同分析法のリスク解析法としての特徴を明らかにすることを試みた。

### 2. 労働災害リスクの発生頻度・被害規模同時分析

これまでの災害統計解析より得られた知見から、ポアソン分布の発生頻度パラメータを $\lambda$ とし、また、基準化した被害規模 $h$ の分布のパラメータを $n$ とすると、一定期間（ $t$ ）内における特定被害規模 $h$ 以上の災害発生頻度分布は次のポアソン分布式となることが示される。

$$P(x) = \frac{(\lambda h^n t)}{x!} \cdot \exp\{-\lambda h^n t\} \quad (1)$$

$$E(X) = \lambda h^n t \quad (2)$$

ここで重要なことは、災害そのものの発生頻度パラメータ $\lambda$ と被害規模 $h$ 以上の確率との積 $\lambda h^n$ が、リスク分析の基礎である期待値 $E(X)$ を構成していると同時に、分布式全体のパラメータを構成していることである。すなわち、同式を用いて発生数（頻度）とその被害規模を考慮した分析を行い災害対策の効果を評価するとき、災害そのものの発生防止に関する効果は発生頻度パラメータ $\lambda$ で評価され、また被害低減の効果は被害規模パラメータ $n$ で評価される。被害規模パラメータ $n$ は大きくなるほど大規模災害となる確率が小さくなるので、 $n$ が増加すれば被害低減効果があったことを示し、一方、発生頻度パラメータ $\lambda$ は小さくなるほど災害の発生確率が少なくなるので、 $\lambda$ が減少すれば発生防止に効果があったことを示す。かくして、両パラメータの同時分析が、発生防止ならびに被害拡大防止に関する全体の効果を評価することとなる。

災害リスクについて、災害発生頻度とその被害規模との関係を調べるために、ここでは、例えば、 $t=1.0$ （単位期間）、 $\lambda h^n = 1.0$ 、 $h=2.0$ とする。すなわち、単位期間内に $h=2.0$ 以上の災害が平均して1回発生するポアソン過程を有するシステムを考える。同システムで単位期間内に災害が発生しない確率は $P(0)=0.368$ 、逆に1回以上発生する確率は0.632である。さてこのとき、当該システムの被害規模パラメータ $n$ が3.0から4.0へ変化したとき、 $\lambda = h^n$ であるので $\lambda$ は8.0から16.0となる。つまり $n$ が3.0から4.0へ変化（改

善）した場合には、仮に災害発生率が2倍になったとしても、 $h=2.0$ 以上の災害リスクはこれまでと同じになる。この逆もまた成立する。すなわち、災害発生率が16.0から8.0と1/2に改善された場合、被害規模パラメータは4.0から3.0へと低減しても全体としては同一リスクの状態にある。

この関係は被害規模が大きい災害でも同様である。例えば $h=5.0$ 以上の災害について、 $n$ を3.0から4.0へ改善することは、災害発生率 $\lambda$ を625.0から125.0へと1/5減少させることと同値である。この関係を図1に示した。同図に示した各直線は、等価なリスクの下での発生頻度と被害規模の関係を表したものと解釈できる。このように被害パラメータ $n$ の変動と、発生頻度パラメータ $\lambda$ の変化によって当該システムのリスクレベルが定まることとなる。

### 3. まとめ

問題は、従って、災害によるリスク全体を低減させるための方策として、災害発生防止の対策と被害低減の対策をどのようにバランスさせるかにある。

たとえば地震や台風のように、発生そのものを抑制出来ない現象によって生ずる災害に対しては、被害低減対策に努力を傾注するしか手だては無い。

一方、産業活動に伴う機械的・人為的行為によって発生するのが産業災害であり、また、その代表的な災害モードのひとつが労働災害であり、それらはあくまでも人間が行う営為によって結果として生ずることから、その対策には災害発生防止対策と被害低減対策の両者が求められことになる。

災害に対するリスク低減方策として、災害発生防止の対策と被害低減の対策をどのようにバランスさせるかについて、このような発生頻度・被害規模同時分析は有効な情報を与える。

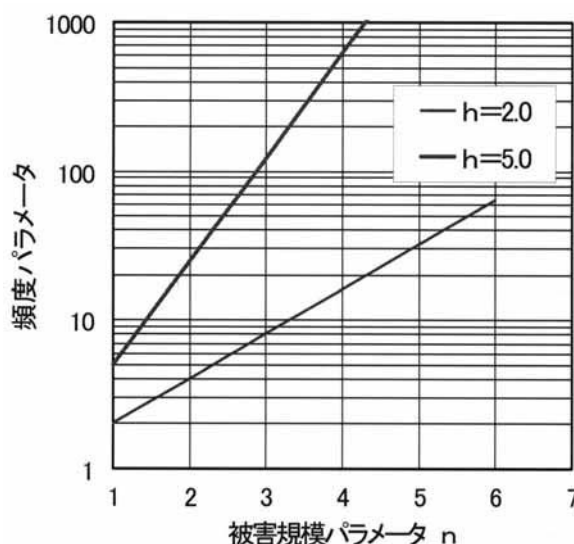


図1 頻度及び被害規模パラメータの関係

## 産業構造の変容と労働災害発生動向との関連に関する研究

境界領域・人間科学安全研究グループ 鈴木芳美  
化学安全研究グループ 花安繁郎

### 1. はじめに

労働災害の発生動向は、その背景に横たわる産業構造や就業構造と深く係わっている。本研究は、現在大きく変容しつつある我が国の産業構造・経済動向を視座に入れ、今後の我が国の労働災害発生動向を産業経済動向等との関連で分析を試みようとするもので、今年度は主に諸経済指標と労働災害件数の推移との関連についての分析に着手した。

### 2. 我が国の労働災害発生状況の推移

我が国の労働災害の発生状況を長期的・概括的に見ると図1に示されるように、1970年代前半に発生件数の急激な減少を見た後、現在に至るまで微減傾向が継続し、今日では全産業における労働災害死亡者数は年間2,000人以下になっている。

しかしながら、死傷労働災害に占める死亡労働災害の割合を見ると、図2に示されるように、1980年代中頃までの減少傾向は反転し、1980年代後半から始まった増大傾向は現在まで継続し、最近では1970年代の水準を超えた状況が続いており、今後の安全管理のあり方等が問われている。

### 3. 我が国の産業構造の変容等に関するデータ

我が国の労働災害に関するデータとしては、従来より労働省（現厚生労働省）から詳細な統計データが公表されている。

一方、我が国の産業構造の変容に関するデータ、特に諸経済指標等に関連する諸データには、各種の多様なものが公表されており、経済動向や産業間相互の関連の見地から作成される代表的なものとしては、総務庁（現総務省）等11省庁が共同事業として作成する産業連関表がある。また、産業別に見た場合には、例えば建設業関係では、建設省（現国土交通省）による建設投資額等のデータなどがある。これらの統計データは当然のことながら、データ項目や計上数値で必ずしも相互に整合の取れるものではないが、本研究ではその点を踏まえた上で参照することとしている。

### 4. 経済指標／労働災害データの関連分析の一例

上記に述べた諸データ相互の関連の分析を試みた一例として、図3に建設業における休業4日以上の労働災害発生件数と建設投資額との関連の年度ごとの推移を示した。同図からは、1960年代半ばから今日に至るまでの建設業における労働災害の発生状況は、大きく

5つの時期に分けて考えることができる。

すなわち、1)グラフ上方を右方へ推移した高度経済成長前期、2)グラフ中央を下方推移した高度経済成長後期、3)さらに右方推移のバブル経済期、4)グラフ右方に各年度のプロットが集中するバブル崩壊期、5)左方推移に移った現在、の5期である。

今後は、このような諸分析データに基づく中長期的な産業構造・産業経済の変容とそれに伴う労働災害の発生動向の予測的分析を含めた展開を予定している。

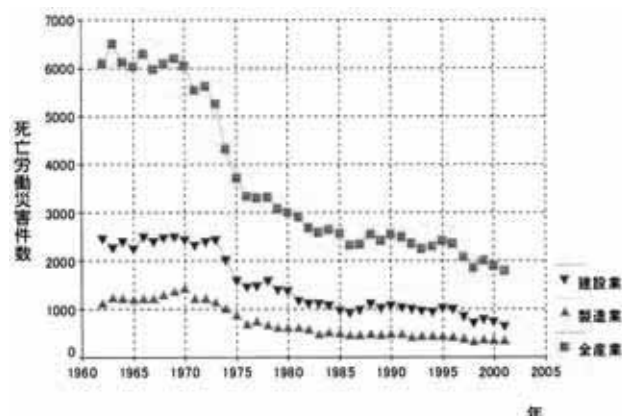


図1 我が国の労働災害発生状況の推移

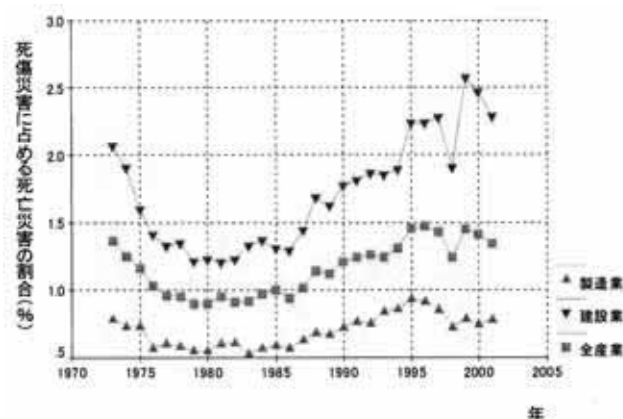


図2 死亡労働災害の割合の推移

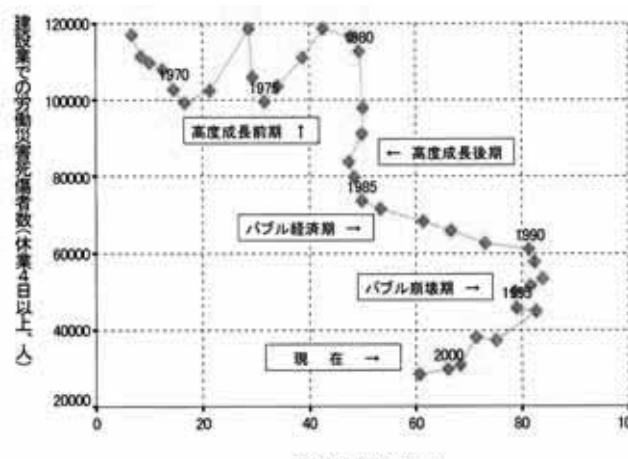


図3 建設投資額と建設労働災害件数との推移状況

## 2.3 労働災害の原因調査等に関する調査・研究

災害原因調査、鑑定等の労働災害の原因調査等に関する調査・研究の実施に関しては、中期目標、中期計画及び平成15年度計画に基づいて実施している。平成15年度には、行政機関等からの依頼に対応して、前年度から引き続く調査8件を含めて、計23件について災害の原因調査等を実施している。このうち、13件については調査を終了し依頼機関に報告書を提出しており、報告書作成を含めて10件については次年度（平成16年度）に引き続いて調査・研究を継続することとしている。

平成15年度には鹿児島県で発生した花火工場の爆発災害（10人死亡）をはじめ、名古屋市、福岡県などで爆発火災災害が相次いだ他、土砂災害も多く発生している。平成15年度に産業安全研究所が災害原因調査等で携わった災害はこれらのほか、平成14年度末に静岡県で発生したビル解体工事における壁崩壊災害、平成15年度に福島県で発生した道路舗装工事現場における土砂崩壊災害等、その発生場所は国内全域にわたる。

また、「急傾斜地対策工事における土砂崩壊災害調査」については産業安全研究所の中期計画に基づいて、「調査・研究の実施上必要があると研究所が判断し、行政機関等の協力を得て、実施した災害調査」であり、平成16年度から開始される予定のプロジェクト研究「情報化技術を援用した中小規模掘削工事の安全化に関する研究」を進めていく上で貴重な情報を与えた。

いずれの事例もその原因調査等の結果は、今後の同種労働災害の再発防止を進めてゆく上での貴重な資料となるものである。

## 2.4 国内外の基準制改定への科学技術的貢献及び産業安全に関する国内外の科学技術情報、資料等の調査

災害原因調査の結果については、例えば、「コンクリートポンプ車のブーム破損による労働災害の防止について（基安発第0723005号、平成15年7月23日）」、「土止め先行工法に関するガイドラインの策定について（基発第1217001号 平成15年12月17日）」等の通達において、当所の調査結果が科学技術的側面からの成果として盛り込まれ反映された。

このほか、指針・ガイドライン作成等のため、行政機関・学会等からの要請に積極的に対応し、例えば、ISO/TC96（クレーンに関する国際規格検討のための技術委員会）の国内委員会、ISO 10218（産業用マニピュレーティングロボットの安全性）改訂国際会議等をはじめ、100を超える諸委員会へ研究所職員を委員として派遣した。

さらに、厚生労働省からの要請に基づき、平成15年度に頻発した大規模製造業における爆発火災に関して安全衛生部に対し、「最近の爆発火災事例」に係る科学技術面からの情報収集及び提供、「自主点検アンケートに係る分析」に関する専門技術面からの情報提供を行った。このほか、産業安全に関する国内外の科学技術情報、資料の収集・提供の活動を実施した。

## 第3章 外部研究評価等

### 3.1 外部研究評価会議の実施

国立試験研究機関は、「科学技術基本法」、「第1期科学技術基本計画」、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法のあり方についての大綱的指針」（以下、「大綱的指針」という。）などにより、設立目的・社会的ニーズに対応した研究開発活動を活性化するために、外部有識者による厳正な評価を実施し、その結果を公開することが求められてきた。その後、平成13年3月に「第2期科学技術基本計画」が閣議決定され、その基本計画に基づいて、先の大綱的指針を改正した「国の研究開発評価に関する大綱的指針」が、平成13年11月28日に内閣総理大臣決定として定められ、評価の対象として研究開発施策、研究者等の実績が新たに追加されるとともに、評価の実効性をより一層向上させることが求められている。

当研究所においては、これら科学技術基本法、科学技術基本計画等に則り、研究所の運営・研究管理に資することを目的に、「産業安全研究所外部研究評価会議規程」に基づいて、外部の専門家により当研究所の役割と調査研究活動に関する評価を受けるための「外部研究評価会議」を開催している。同会議は独立行政法人化後は中期目標等で定められた研究のうち、主にプロジェクト研究について、研究課題の意義、研究計画の妥当性、研究成果等について、外部の第三者による事前、中間又は事後評価を実施するための会議として位置づけられている。

平成15年度は平成15年11月10日（月）に、下記委員から構成される外部研究評価会議を開催し、「産業安全研究所の機関運営」に関する説明及び討論、内部研究評価会議の運営に資するために「内部研究評価会議の実施状況」に関する意見・提言を受けるとともに、平成17年度以降に実施予定のプロジェクト研究2課題「橋梁架設中の不安定要因の解明と安全施工技術の開発」及び「液体噴霧時の静電気による爆発・火災の防止に関する研究」の事前評価、並びに平成13年度から実施しているプロジェクト研究1課題「建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究」の中間評価を実施した。

|     |         |                            |
|-----|---------|----------------------------|
| 議 長 | 中 村 英 夫 | 日本大学 理工学部 電子情報工学科 教授       |
| 委 員 | 石 田 敏 郎 | 早稲田大学 人間科学部 人間情報科学科 教授     |
| 同   | 嘉 納 成 男 | 早稲田大学 理工学部 建築学科 教授         |
| 同   | 垣本由紀子   | 実践女子大学 生活科学部 生活環境学科 教授     |
| 同   | 北 川 正 樹 | 石川島播磨重工業株式会社 技術開発本部 主席技監   |
| 同   | 杉 本 隆 男 | 株式会社日建設シビル 東京事務所 技術部 参事    |
| 同   | 鈴 木 崇 伸 | 東洋大学工学部 環境建設学科 助教授         |
| 同   | 関 根 和 喜 | 横浜国立大学大学院 工学研究院 教授         |
| 同   | 高 木 伸 夫 | 有限会社システム安全研究所 所長           |
| 同   | 高 橋 健 彦 | 関東学院大学 工学部 建築設備工学科 教授      |
| 同   | 竹 内 学   | 茨城大学 工学部 電気電子工学科 教授        |
| 同   | 西 茂太郎   | 安全工学協会 理事（元出光エンジニアリング株式会社） |
| 同   | 萩生田 弘   | 三井造船株式会社 鉄構物流事業本部 千葉工事部 部長 |
| 同   | 林 光 一   | 青山学院大学 理工学部 機械創造工学科 教授     |
| 同   | 細 谷 文 夫 | 細谷火工株式会社 代表取締役社長           |

産業安全研究所の機関運営に関する説明及び討論では、「独法化後2年間の業務内容は適切であるか」そして「今後の当研究所に、何を実施していくことが求められているか」の2点について討論が行われた。

前者については、比較的小人数の研究所でありながら、産業安全に関わる多方面の研究や、緊急を要する災害調査に積極的に関与して成果をあげているという評価が得られた。一方、これらの業務遂行が研究員の

負担増加に結びつかないよう環境整備をすることが必要という意見も聞かれた。また、後者については、法人化のメリットを活かせるようなシステムを構築していくこと、研究予算の増額と優秀な人材の継続的確保を行うこと等の意見が寄せられた。

「内部研究評価会議」については、その役割と目的、実施状況に対する意見・提言を受けるとともに、実施中の研究課題に対する意見を頂いた。内部研究評価会議は、効率的・効果的な研究業務の遂行を目的として、研究課題の設定、研究内容・計画の審議、研究の進捗管理、成果の評価等をピアレビューするため、年度の開始前と年度途中とに実施している所内会議であり、採点による評価の実施、評価結果に基づく課題内容の見直し等が行われており、役割・目的に合致した適切かつ妥当な内部研究評価が実施されていると評価された。また、研究実施上における問題点を早期に発見して、円滑に研究を進める方向性を探る上で、内部研究評価会議の意義は極めて大きいという意見、現在実施している研究者の自己評価と会議評価結果を比較検討すると有効な研究推進がなされる等の提言がなされた。

プロジェクト研究課題評価は、最高点を5点とする5段階評価で行われ、事前評価では「学術的意義」「社会的意義」「研究計画と目標」の3項目について、中間評価では、この3項目に加えて「研究成果と価値」「研究成果の公開」の各項目について評価を受けた。これらを相加平均した総合評価点は、「橋梁架設中の不安定要因の解明と安全施工技術の開発」が3.6点、「液体噴霧時の静電気による爆発・火災の防止に関する研究」が4.2点であった。また「建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究」（平成13～16年度）は4.2点で中間評価として高い評価を受けた。

「橋梁架設中の不安定要因の解明と安全施工技術の開発」は、橋梁架設時に未解決な部分が多い不安定要因を解明して、その管理手法の確立を目的としている。建設業における重大災害の中で、比較的頻度の高い橋梁工事における労働災害を防止するための研究であり、学術的意義というよりは、むしろ社会的意義の高い研究である。このような橋梁工事は非常に特殊な条件下で行われることが多く、今後、橋梁工事を行う特殊技能者の後継者は少なくなることが予想されるため、国家政策上の意義も極めて高いという評価を受けた。

「液体噴霧時の静電気による爆発・火災の防止に関する研究」は、噴霧帯電のメカニズムの解明とその危険性評価手法の確立を目指す研究であり、液体の噴出または噴霧にともなう静電気が着火源になった爆発・火災は依然として多く発生し、労働者の安全への重大な脅威となっている。この点からも本研究成果に大いに期待しているとの評価を受けた。

「建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究」は、ヒューマンエラーによる労働災害が多い建設作業を対象として、その防止を目的とした研究である。本研究は重要であるにも拘わらず科学的根拠に基づく検討が十分になされていない問題にアプローチする内容であり、安全管理技術創出の可能性が高いという評価を受けた。

これらの外部研究評価会議での評価結果については、報告書として取り纏め、その概要をインターネットのホームページ上に公表している。

### 3.2 内部研究評価会議の実施

当研究所においては、中期目標・中期計画に基づき、研究業務の進行管理を定期的かつ組織的に行うための仕組みとして「内部研究評価会議」を設けている。当該会議は年2回開催（年度開始前及び年度途中）し、実施中の全研究課題、終了した研究課題、開始予定の研究課題について、事前・中間・事後の必要な評価を行っており、その結果に基づいて、所内予算措置・担当研究人員の措置・研究計画の変更の措置等を講じている。

平成15年度の内部研究評価会議に関しては、年度中間の内部研究評価会議を平成15年9月2～4日及び10日に実施し、平成15年度実施の5課題のプロジェクト研究、基盤的研究（年度中に新たに立ち上げた共同研究課題、受託研究課題等を含む）及び災害調査課題の全課題に関して、主にその進捗状況等の中間評価を実施した。また併せて、平成14年度の終了課題についてもその事後評価を実施した。

また、年度末の内部研究評価会議を平成16年1月19～21日に実施した。これらの評価結果を受け、平成16年度の研究費配分に反映させることとともに、指摘のあった研究課題については研究計画の再検討・再立案を実施した。

### 3.3 厚生労働省独立行政法人評価委員会関連事項

平成15年度における厚生労働省独立行政法人評価委員会は、平成13年4月から独立行政法人となった当研究所他2機関に加え、厚生労働省所管の国立病院等が新たに独立行政法人として発足することから、評価委員会総会のもとに6部会が設置され、それぞれ担当する独立行政法人の評価を実施し、総会が統括する体制となった。当研究所は産業医学総合研究所、国立健康・栄養研究所と同じ「調査研究部会」所属し、平成15年7月17日に第1回部会、7月22日に第2回部会、7月23日に第3回部会、7月25日に第4回部会、8月4日に第5回部会、8月12日に第6回部会が各々開催された。産業安全研究所では必要な報告書類を提出するとともに、当所理事長、研究企画調整部長等が出席した。また、当研究所の平成14年度の業務状況等に関する主たる説明日として指定された第3回部会においては平成14年度の業務状況等の説明を実施し、委員からの質問に対し回答等を行った。

平成14年度の業務実績の評価に関しては、平成15年8月19日付けで「独立行政法人産業安全研究所の平成14年度の業務実績の評価結果」について、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）の規定に基づき、厚生労働省独立行政法人評価委員会（委員長：黒川 清 東海大学総合医学研究所所長）から独立行政法人産業安全研究所に通知がなされた。

その全文については、当産業安全研究所のホームページに掲載しているが、当所の平成14年度の評価については「全体として適正に業務を実施した」との評価であった。以下にその概要を紹介する。

#### ○ 全般の評価

平成14年度は、災害調査等研究外業務への積極的対応が可能となるよう、内部進行管理の改善が図られるなど、新しい取組がなされた。また、業務の中心である調査研究については、継続中の調査研究の今後の成果に留意が必要であるが、個別項目に関する評価結果にも見られるように全般としてほぼ適切に行われていると考えられる。また、厚生労働大臣からの要請等に応じて引き続き、迅速かつ的確に産業災害の調査も実施しており、これらを踏まえて行政通達などに有効に反映した。

これらを踏まえると、平成14年度の業務実績については、全体としては当研究所の目的である「労働者の安全の確保」に資するものであり、適正に業務を実施したと評価できる。

#### ○ 具体的評価

##### (1) 業務運営の効率化について（B～B<sup>+</sup>）

- 1) 組織体制の見直しが進められる等一層の効率的業務運営が図られた。
- 2) 災害調査等研究外業務への貢献度も勘案した研究予算の配分等バランスのとれた研究業務の推進等に向けたインセンティブ付与の仕組みが構築された。
- 3) 競争的外部研究資金（5件）共同研究数（12件）施設貸与（3件）など経費節減研究資源の効率的な活用を図っている。

これらを踏まえると業務運営の効率化については業務運営体制内部進行管理の進捗が認められ中期目標に沿った取組が行われている。

##### (2) 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上について（B～A）

###### 1) 調査研究に関する業務内容

イ 産業安全に関する情報交換会の開催、産業安全関連団体・学会等の委員会を通じた現場のニーズの把握などの実績を上げている。

ロ プロジェクト研究については成果を上げているとともに外部研究評価が適切に行われている。

ハ 基盤的研究については必要に応じて研究課題を積極的に立ち上げた。

ニ 産業災害の原因調査においては迅速かつ的確着実に実施しこれらの結果は行政通達などに有効に反映され同種災害の防止に寄与している。

ホ 国内外の労働安全に関する基準の制定改定に研究成果を提供し労働者の安全に貢献をしている。

これらを踏まえると調査研究業務については当研究所の目的である労働者の安全の確保への寄与という観点から適正に実施されている。

###### 2) 調査研究成果の普及及び活用（B～A）

イ 国内外の学会での論文発表に関しては中期目標を達成するためには十分なものであり論文賞を受賞す

る等高く評価されている。

ロ 安研ニュース研究報告，安全資料，技術専門誌，講演ホームページなどで成果の普及を行っている。

ハ 知的財産の活用促進に関しては出願 5 件，実施 3 件の成果を得ているなど積極的に取り組んでいる。

これらを踏まえると調査研究成果の普及及び活用についても中期目標に照らし適正に実施されている。

3) 外部機関との協力の推進 (B+~A)

研究員等の受入れ，研究所職員の派遣，大学等との共同研究のほか国際研究協力協定に基づく派遣及び新たな協定の締結などを含め成果を得ている。

(3) 財務内容の改善等について (B~B+)

運営費交付金以外の外部資金の獲得はやや少なく今後積極的に実施することが必要である。また職員の採用人事の計画は適正に実施されている。

なお，上記の具体的評価における判定基準は業務の個別的な進捗状況について数量のみならずその質及び前年との比較についても考慮され以下の5段階評価が行われたものである。

「S」：目標を大幅に上回っている。

「A」：目標を上回っている。

「B」：目標を概ね達成している。

「C」：目標をやや下回っている。

「D」：目標を下回っており，大幅な改善が必要。



## 第4章 研究成果の普及・活用

### 4.1 研究成果の発表

#### 1) 学会論文発表等

| 題 目                                   | 発 表 誌 名                               | 発 表 者                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| フロアクライミングクレーンの耐震性能に関する研究              | 産業安全研究所研究報告<br>NIIS-RR-2003(2004)     | 吉 見 雅 行<br>高 梨 成 次          |
| 磁気粘性流体を用いたロボット用アクチュエータと安全インターロックシステム  | 同上                                    | 齋 藤 剛<br>池 田 博 康            |
| ボイラ用安全弁の新機構と安全制御システムの開発に関する研究         | 同上                                    | 清 水 尚 憲<br>齋 藤 剛<br>池 田 博 康 |
| 地中構造物と地盤の動的な相互作用による地盤反力特性に関する研究       | 同上                                    | 玉 手 聡<br>豊 澤 康 男<br>他機関3名   |
| 鋼矢板控え壁を有する自立式土留め工の安定性－軟弱地盤を対象として－     | 同上                                    | 豊 澤 康 男<br>堀 井 宣 幸<br>他機関4名 |
| 電撃危険性推定のための1回路モデル                     | 同上                                    | 山 野 英 記                     |
| バグフィルタでの粉じん剥離帯電特性と金属粉じんの放電現象          | 同上                                    | 山 隈 瑞 樹<br>児 玉 勉            |
| 大気圧グローを用いた除電器の開発                      | 同上                                    | 大 澤 敦                       |
| 粉体プロセスのコンピュータシミュレーションによる静電気危険性評価      | 同上                                    | 大 澤 敦                       |
| 粉体用除電器によるサイロ内着火性放電の抑制                 | 同上                                    | 児 玉 勉<br>他機関2名              |
| 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究（中間報告） | 産業安全研究所特別研究報告<br>NIIS-SRR-NO.28(2003) |                             |
| 序論                                    | 同上                                    | 中 村 隆 宏                     |

| 題 目   | 発 表 誌 名  | 発 表 者                                  |
|---|--|--|
| 建設作業現場における不安全行動とその対策に関する実態調査  | 産業安全研究所特別研究報告<br>NIIS-SRR-NO.28(2003)                            | 庄 司 卓 郎<br>江 川 義 之                     |
| 建設作業現場における安全情報の伝達と作業行動の変容に関する研究   | 同上   | 江 川 義 之<br>庄 司 卓 郎<br>中 村 隆 宏          |
| 建設工事における高所作業に関する人間工学的研究   | 同上   | 江 川 義 之<br>庄 司 卓 郎<br>中 村 隆 宏<br>他機関1名 |
| 環境温度の違いが作業パフォーマンスに及ぼす影響   | 同上   | 庄 司 卓 郎<br>江 川 義 之<br>他機関1名            |
| 掘削機オペレータの眼球運動と注視行動  | 同上   | 中 村 隆 宏<br>深 谷 潔<br>万 年 園 子            |
| 掘削機操作におけるタイムプレッシャーの影響   | 同上   | 中 村 隆 宏<br>深 谷 潔<br>万 年 園 子            |
| 掘削機災害シミュレータの開発  | 同上   | 深 谷 潔<br>中 村 隆 宏<br>万 年 園 子            |
| 安全帯使用指針   | 産業安全研究所技術指針<br>NIIS-TR-NO.37(2004)                               |  |
| 圧縮空気駆動式小型研磨器の静電気対策<br>－電撃及び可燃性物質への着火防止方法－   | 産業安全研究所安全ガイド<br>NIIS-SG-NO.2(2004)                               |  |
| Quantitative Characterization of Fracture Surface of Full Lamellar TiAl under High Temperature Creep and Fatigue Conditions on the Basis of Fractal Concept | Strength Fracture and Complexity,<br>Vol.1, No.1, pp.19-29, 2003 | K.Yamagiwa<br>et al.                   |
| パワーリードスイッチの安全性評価手法に関する一考察－フィールドデータに基づく危険側故障の発生確率の推定－  | 日本信頼性学会, Vol.25, No.3,<br>pp.257-264, 2003                       | 梅 崎 重 夫<br>小 林 茂 信<br>他機関2名            |

| 題 目   | 発 表 誌 名  | 発 表 者   |
|---|--|---|
| 震源近傍の特定地点に特定の周期帯の波を卓越させる地震断層モデル<br>ー全無限等方均質弾性体における検討ー   | 土木学会応用力学論文集, Vol.6<br>pp.799-808, 2003   | 吉 見 雅 行<br>他機関2名  |
| 強震動シミュレーションのためのすべり速度時間関数の近似式 <sup>(2)</sup><br>ー不均質な横ずれ断層への応用と改良式ー  | 地震第2輯, Vol.56, pp.125-139,<br>2003   | 吉 見 雅 行<br>他機関2名  |
| Influence Discharge of Conditions on the Ignitability of Lycopodium Streams due to a Single Capacitance Discharge Spark | KIEE International Transaction of Electrophysics and Applications, Vol.3-C, No.3, pp99-105, 2003 | M.Yamaguma<br>T.Kodama<br>et. al                        |
| 油空圧システムの安全設計原則と制御技術   | 日本信頼性学会誌, Vol.25, No.6,<br>pp.505-513, 2003  | 池 田 博 康   |
| A New Passive-type Electrostatic Eliminator used in a Powder Storage Silo   | Powder Technology, Vol.135-136,<br>pp.209-215, 2003  | T.Kodama<br>et al.                                      |
| Computer Simulation for Assesment of Electrostatic Hazards in Filling Operations with Powder                            | ditto, pp.216-222.   | A.Ohsawa  |
| 機械設備のリスク低減手順と方策   | 日本機械学会誌, Vol.106, No.1023,<br>pp.40-44, 2003   | 池 田 博 康   |
| 遠心力载荷装置を用いた補強砂地盤の支持力実験  | 地盤工学会誌, Vol.51, No.11,<br>pp.47-49, 口絵, 2003   | 豊 澤 康 男<br>楊 俊 傑  |
| 軟弱な不飽和土の土質安定処理におけるセメントへの水分移動特性  | 平成15年度地盤工学シンポジウム論文集, pp.15-22, 2003  | 有 木 高 明<br>玉 手 聡  |
| 統計学的アプローチによる産業災害リスクマネジメントに関する研究   | 構造物の安全性および信頼性,<br>Vol.5, pp.255-260, 2003  | 花 安 繁 郎<br>他機関1名  |
| リスク曲線を引いた大規模災害の発生予測と評価  | 同上, pp.265-270   | 花 安 繁 郎<br>他機関3名  |
| 建設工事で使用する小規模足場の安全性に関する研究  | 同上, pp.351-356   | 大 幢 勝 利<br>高 梨 成 次<br>日 野 泰 道<br>ソ ン ボ ル<br>ポ ン ク ム シ ン |

| 題 目  | 発 表 誌 名  | 発 表 者                                  |
|--|--|--|
| 施工段階における斜面の土砂崩壊に対する安全性評価   | 構造物の安全性および信頼性 ,<br>Vol.5, pp.357-364, 2003   | 豊 澤 康 男<br>伊 藤 和 也<br>花 安 繁 郎<br>他機関2名 |
| 建設作業現場におけるコミュニケーション・エラーの分析   | 建設マネジメント研究論文集 ,<br>Vol.10, pp.287-296, 2003  | 中 村 隆 宏<br>他機関3名                       |
| Calorimetric Behaviors of Hydroxylamine and its Salts Caused by Fe(Ⅲ)            | Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol.16, No.6, pp.507-512, 2003 | M.Kumasaki<br>Y.Fujimoto<br>T.Ando     |
| Effects of Corona Charging of Polymer Powders on Their Minimum Ignition Energies | ditto, Vol.17, No.1, pp.59-63, 2004  | M.Yamaguma<br>T.Kodama<br>et al.       |
| バグフィルタでの粉じんの剥離帯電特性   | 静電気学会誌, Vol.28, No.1, pp.65-70, 2004   | 山 隈 瑞 樹<br>児 玉 勉                       |
| 背面が接地された薄い絶縁物の表面電位の解析解と帯電防止性能評価への応用  | 同上, pp.71-76   | 大 澤 敦<br>他機関1名                         |
| 遠心力載荷装置を用いた補強基礎地盤の支持力実験  | 土木学会論文集, No.757/Ⅲ-66, pp.247-257, 2004   | 豊 澤 康 男<br>楊 俊 傑<br>他機関2名              |
| ウェーブレット変換を用いた疲労破面のストライエーション領域同定手法  | 材料, Vol.53, No.3, pp.306-312, 2004   | 山 際 謙 太<br>他機関2名                       |

## 2) 学会口頭発表(国内)

| 題 目                               | 発 表 会 名                         | 年月日       | 発 表 者                       |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------------|
| 設計用地震動としての強震動震源パラメータの設定について       | 大都市大震災軽減化プロジェクト、動的断層モデルと強震動セミナー | 2003. 2.5 | 吉 見 雅 行                     |
| 安全面から見た歩行と転倒<br>ー多面的な取り組みと応用ー     | 第2回姿勢と歩行研究会                     | 3.1       | 永 田 久 雄                     |
| 機械の包括安全設計原則とロボットへの適用              | 第3回日本生活支援工学系学会連合大会              | 5.16      | 池 田 博 康                     |
| 部品工場における軽金属粉じん爆発災害事例分析            | 平成15年度日本火災学会研究発表会               | 5.22      | 八 島 正 明<br>山 隈 瑞 樹          |
| MRクラッチを用いた協調運搬作業用ロボットの挟圧防止インターロック | ロボティクスメカトロニクス講演会<br>2003        | 5.24      | 齋 藤 剛<br>池 田 博 康            |
| 不均一液／液バッチ反応中の液滴径測定                | レーゼンテックユーザーフォーラム<br>2003        | 6.25      | 藤 本 康 弘                     |
| ブロック式補強土擁壁の動的遠心実験                 | 第38回地盤工学研究発表会                   | 7.2       | 豊 澤 康 男<br>他機関4名            |
| 一体系構造物における基礎杭の地震時挙動               | 同上                              | 7.3       | 玉 手 聡<br>他機関4名              |
| 相対密度の異なる二層砂地盤において土留め変形を再現した遠心模型実験 | 同上                              | 7.4       | 豊 澤 康 男<br>堀 井 宣 幸<br>他機関4名 |
| 控え壁を有する自立式鋼矢板工法の軟弱地盤における安定性       | 同上                              | 7.4       | 豊 澤 康 男<br>他機関3名            |
| 掘削機の安定性に及ぼす建設機械荷重の影響に関する遠心模型実験    | 同上                              | 7.4       | 豊 澤 康 男<br>楊 俊 傑<br>堀 井 宣 幸 |
| 地表面加振による波動伝播および遮断に関する遠心模型実験       | 同上                              | 7.4       | 伊 藤 和 也<br>他機関4名            |
| 不飽和安定処理におけるロームからセメントへの水分移動特性の検討   | 同上                              | 7.4       | 有 木 高 明<br>玉 手 聡            |
| スクリー状短杭付きフーチングの支持力実験              | 同上                              | 7.4       | 玉 手 聡<br>有 木 高 明            |

| 題 目   | 発 表 会 名          | 年月日  | 発 表 者   |
|---|------------------|------|---|
| 支持杭と摩擦杭の地震応答特性の相違   | 第38回地盤工学研究発表会    | 7.4  | 玉 手 聡<br>伊 藤 和 也<br>他機関3名                     |
| 中波による大型クレーンへの誘導電流等の測定と対策の一検討  | 第33回安全工学シンポジウム   | 7.10 | 富 田 一<br>植 木 利 之                              |
| くさび式足場の強度に関する実験的研究  | 同上               | 7.10 | 大 幢 勝 利<br>ソンボル<br>ボンクムシン                     |
| Risk Assessment for Prevention of Collapse of Scaffolds by Strong Wind Based on Wind Tunnel Experimental Data | 同上               | 7.10 | 大 幢 勝 利<br>ソンボル<br>ボンクムシン<br>日 野 泰 道          |
| 人間機械システムにおける安全の判断に関する基礎的考察<br>ー人間優先か機械優先かー  | 同上               | 7.10 | 梅 崎 重 夫                                       |
| 暑熱環境における模擬建設作業のパフォーマンス  | 同上               | 7.10 | 庄 司 卓 郎<br>江 川 義 之<br>他機関2名                   |
| フロアクライミング型タワークレーンの地震時共振回避策の検討   | 同上               | 7.10 | 吉 見 雅 行                                       |
| 仮設足場に作用する風圧力に関する基礎的研究   | 同上               | 7.10 | 日 野 泰 道<br>大 幢 勝 利<br>ソンボル<br>ボンクムシン          |
| 新エネルギー利用における爆発リスクと評価ー水素エネルギーの爆発リスクー   | 同上               | 7.10 | 松 井 英 憲                                       |
| ホイスト用リンクチェーンの疲労強度評価   | 2003年度日本機械学会年次大会 | 8.6  | 本 田 尚<br>田 中 正 清<br>吉 久 悦 二<br>前 田 豊          |
| ラフテレーンクレーンブーム部の動作別負荷測定  | 同上               | 8.7  | 吉 久 悦 二<br>吉 見 雅 行<br>前 田 豊<br>佐々木哲也<br>本 田 尚 |

| 題 目   | 発 表 会 名             | 年月日  | 発 表 者   |
|---|---------------------|------|---|
| ラチスジブ移動式クレーンの実働負荷について   | 2003年度日本機械学会年次大会    | 8.7  | 吉 見 雅 行<br>吉 久 悦 二<br>前 田 豊<br>佐々木哲也<br>本 田 尚           |
| Basic Understanding and Interpretation of Risk and its Application to Risk Analysis Methodology | 第10回信頼性設計技術ワークショップ  | 8.19 | S.Hanayasu<br>et al.                                    |
| 足場の耐風安全性に関する研究<br>ーその1 足場に作用する風荷重特性ー  | 2003年度日本建築学会大会学術講演会 | 9.5  | 大 幢 勝 利<br>高 梨 成 次<br>日 野 泰 道<br>ソ ン ボ ル<br>ポ ン ク ム シ ン |
| 足場の耐風安全性に関する研究<br>ーその2 足場の構造特性ー   | 同上                  | 9.5  | 高 梨 成 次<br>大 幢 勝 利                                      |
| 低層住宅建設工事における屋根からの墜落防止に関する研究ーその2 手すりに衝突した際に発生する衝撃荷重の検討   | 同上                  | 9.5  | 日 野 泰 道<br>永 田 久 雄                                      |
| 背面が接地された薄い絶縁物の表面電位の解析解の帯電防止性能評価への応用   | 第27回静電気学会全国大会       | 9.11 | 大 澤 敦<br>他機関1名  |
| フィードバック制御のイオナイザによる粉体の除電   | 同上                  | 9.11 | 児 玉 勉<br>他機関3名  |
| バグフィルタでの粉じんの剥離帯電特性  | 同上                  | 9.11 | 山 隈 瑞 樹<br>児 玉 勉  |
| 高齢者における墜落災害防止に関する実験的研究  | 第19回産業・組織心理学会大会     | 9.12 | 江 川 義 之<br>庄 司 卓 郎<br>中 村 隆 宏<br>他機関1名                  |
| EHDポンプ型アクチュエータの開発<br>ーEHDポンプの改良と応用についての検討   | 第21回日本ロボット学会学術講演会   | 9.22 | 齋 藤 剛<br>他機関7名  |
| EHD現象を用いたアクチュエータの開発<br>ーEHDポンプ型アクチュエータの提案   | 同上                  | 9.22 | 齋 藤 剛<br>他機関7名  |

| 題 目   | 発 表 会 名         | 年月日  | 発 表 者   |
|---|-----------------|------|---|
| 移動式クレーンの地盤工学的転倒危険度の評価法に関する実験的考察   | 第58回土木学会年次学術講演会 | 9.24 | 玉 手 聡<br>他機関2名                                |
| 法面崩壊による労働災害の発生状況  | 同上              | 9.24 | 豊 澤 康 男<br>伊 藤 和 也<br>他機関1名                   |
| ゴム粉混入アスファルトを用いた交通振動低減対策に関する遠心模型実験   | 同上              | 9.24 | 伊 藤 和 也<br>他機関4名                              |
| フロアクライミング型タワークレーンの地震共振回避策の検討  | 同上              | 9.25 | 吉 見 雅 行                                       |
| 突発的水平振動を受ける人間の応答測定実験  | 同上              | 9.25 | 吉 見 雅 行<br>他機関2名                              |
| 掘削溝の安定性に及ぼす建設機械荷重の影響評価  | 同上              | 9.25 | タムラカル<br>スレンダラ<br>豊 澤 康 男<br>伊 藤 和 也<br>楊 俊 傑 |
| リスク表現法としてのリスク曲線の特性に関する考察  | 同上              | 9.25 | 花 安 繁 郎<br>他機関1名                              |
| Wind Pressures Acting on the Scaffolds in Case when Building has all Openings | 同上              | 9.26 | ソンボル<br>ボンクムシン<br>大 幢 勝 利                     |
| 仮設足場の結合部の性能に関する実験的評価  | 同上              | 9.26 | 大 幢 勝 利<br>ソンボル<br>ボンクムシン                     |
| 信頼性解析を用いた斜面施工時における掘削手順の相違による安全性の比較  | 同上              | 9.26 | 豊 澤 康 男<br>堀 井 宣 幸<br>花 安 繁 郎<br>他機関2名        |
| シルト地盤上に施工した河川堤防における地震時液状化に伴う側方流動に関する遠心模型実験                                    | 同上              | 9.26 | 玉 手 聡<br>他機関6名                                |
| 補強土擁壁の動的遠心模型実験  | 同上              | 9.26 | 豊 澤 康 男<br>他機関4名                              |



| 題 目                                     | 発 表 会 名                    | 年月日   | 発 表 者                     |
|---|----------------------------|-------|---------------------------|
| ウェーブレット変換を用いた疲労破面特<br>性化手法              | 日本機械学会材料力学部門講演会            | 9.25  | 山 際 謙 太<br>他機関2名          |
| 中小規模切土工事での災害を減少させる<br>ためにー産業安全研究所の研究紹介等 | 第24回地盤工学若手セミナー             | 10.25 | 伊 藤 和 也                   |
| EHD減少を駆動源とする回転型アクチュ<br>エータの開発ー試作と特性評価ー  | 平成15年度秋季フルードパワーシス<br>テム講演会 | 11.6  | 池 田 博 康<br>齋 藤 剛<br>他機関7名 |
| 空気輸送プロセスにおける帯電粉体から<br>の静電気放電の抑制         | 第13回EOS/ESD/EMCシンポジウム      | 11.7  | 児 玉 勉<br>他機関3名            |
| 金属によるヒドラジンの熱分解挙動                        | 火薬学会西部支部大会                 | 11.13 | 熊崎美枝子<br>他機関3名            |
| 各種作業環境条件に適応した特殊な構造<br>のゴンドラーゴンドラ委員会報告   | 第24回全国クレーン安全大会             | 11.19 | 高 梨 成 次                   |
| 粉じん伝ば火災における燃焼速度測定<br>ー燃焼帯前後の気流と粒子の移動速度ー | 第41回燃焼シンポジウム               | 12.3  | 八 島 正 明                   |
| 鉛直ー水平荷重下における足場の設計強<br>度について             | 第 8 回設計工学に関するシンポジウ<br>ム    | 12.4  | 大 幢 勝 利                   |
| 化学プロセスにおける爆発火災災害の分<br>析                 | 第36回安全工学研究発表会              | 12.4  | 板 垣 晴 彦                   |
| アルミニウム粉塵と水との爆発危険性に<br>関する研究             | 同上                         | 12.4  | 大 塚 輝 人<br>板 垣 晴 彦        |
| 固液攪拌におけるイオナイザによる除電<br>の試み               | 同上                         | 12.4  | 児 玉 勉<br>他機関3名            |
| 静電気によるジルコニウム粉発火事例調<br>査                 | 同上                         | 12.4  | 山 隈 瑞 樹<br>他機関6名          |
| 自己放電式イオナイザによるサイロ充て<br>ん粉体の除電特性          | 同上                         | 12.4  | 児 玉 勉<br>山 隈 瑞 樹<br>他機関2名 |
| 過酸化水素の分解に及ぼす金属の影響                       | 同上                         | 12.5  | 熊崎美枝子                     |
| スプレー缶の破裂による蒸気雲の着火挙<br>動                 | 同上                         | 12.5  | 韓 宇 燮<br>板 垣 晴 彦          |

| 題 目  | 発 表 会 名             | 年月日   | 発 表 者   |
|--|---------------------|-------|---|
| リスク曲面を用いた大規模災害の発生予測とそのリスク評価                  | 第36回安全工学研究発表会       | 12.5  | 花 安 繁 郎<br>他機関4名                              |
| コンテナクレーンの振動特性<br>ーその2:コンテナクレーンの応答に及ぼす棧橋の影響   | 第12回日本機械学会交通・物流部門大会 | 12.9  | 高 梨 成 次<br>他機関1名                              |
| 作業場におけるラフテレーンクレーンの稼働時負担測定                    | 同上                  | 12.9  | 吉 見 雅 行<br>吉 久 悦 二<br>前 田 豊                   |
| ラフテレーンクレーン動作時のブーム応力について                      | 同上                  | 12.9  | 吉 久 悦 二<br>吉 見 雅 行<br>前 田 豊<br>佐々木哲也<br>本 田 尚 |
| つり荷走行中のラフテレーンクレーンにおける応力頻度の計測                 | 同上                  | 12.9  | 前 田 豊<br>吉 見 雅 行<br>吉 久 悦 二<br>本 田 尚<br>佐々木哲也 |
| 全方位視覚センサを用いた移動体追跡と衝突予測                       | 同上                  | 12.9  | 濱 島 京 子<br>石 原 浩 二<br>呂 健                     |
| ステレオカメラを用いた工場用移動体追跡手法の検討<br>ー実現手法及び安全制御への応用ー | 同上                  | 12.9  | 呂 健<br>濱 島 京 子<br>石 原 浩 二                     |
| 物流機械用安全制御システムのプラットフォームに利用できるフィールドバスシステムの標準化  | 同上                  | 12.9  | 梅 崎 重 夫<br>他機関3名                              |
| 物流機械を対象とした定量的リスク評価手法の提案                      | 同上                  | 12.9  | 梅 崎 重 夫<br>清 水 尚 憲                            |
| 事前のリスク評価を用いた高所作業用支援装置の開発                     | 同上                  | 12.9  | 清 水 尚 憲<br>梅 崎 重 夫<br>他機関1名                   |
| 杭基礎で支持された自立型タワークレーンの動的遠心実験                   | 第27回地震工学研究発表会       | 12.11 | 伊 藤 和 也<br>玉 手 聡<br>他機関4名                     |

| 題 目  | 発 表 会 名                  | 年月日           | 発 表 者                       |
|--|--------------------------|---------------|-----------------------------|
| 地中壁の設置による側方流動軽減技術に関する遠心模型実験                        | 第27回地震工学研究発表会            | 12.11         | 玉 手 聡<br>他機関6名              |
| 低温化における水素爆発危険性特性－低温下での貯蔵・利用等の漏洩爆発危険性               | 水素ステーション爆発危険性評価に関する講演討論会 | 12.16         | 水 谷 高 彰                     |
| Detonation Initiation at a Turbulent Interface     | 同上                       | 12.16         | T.Otsuka<br>et. al          |
| 長大橋の照査用震動の設定の実施例                                   | 第813回地震研究所談話会            | 2004.<br>1.23 | 吉 見 雅 行<br>他機関3名            |
| コンピューターシミュレーションによる粉体充填工程の静電気危険性評価                  | 第 1 回静電気学会研究会            | 3.4           | 大 澤 敦                       |
| 自立型タワークレーンの動的遠心実験                                  | 土木学会関東支部第31回技術研究発表会      | 3.5           | 玉 手 聡<br>伊 藤 和 也<br>他機関4名   |
| シルト質地盤上の円形基礎の支持力実験                                 | 同上                       | 3.5           | 伊 藤 和 也<br>他機関3名            |
| 遠心場における矢板の強制変位実験－シルト質地盤を対象として－                     | 同上                       | 3.6           | 豊 澤 康 男<br>伊 藤 和 也<br>他機関2名 |
| 一体型補強土擁壁の動的遠心実験                                    | 同上                       | 3.6           | 豊 澤 康 男<br>他機関3名            |
| 後方へ転倒した際の頭部衝撃速度と転倒時間について－脚関節の可動特性と床面のすべり特性の違いについて－ | 第 3 回姿勢と歩行研究会            | 3.6           | 永 田 久 雄<br>他機関1名            |
| 統計学的アプローチによる産業災害のリスクマネジメントに関する研究                   | 日本機械学会関西支部第79期定期総会講演会    | 3.17          | 花 安 繁 郎                     |
| 中波送信所付近に置かれた大型クレーンのフック周囲電界強度の測定                    | 平成16年度電気学会全国大会           | 3.18          | 富 田 一<br>植 木 利 之            |
| ウェーブレット解析を応用した破断面の特性化手法                            | 日本材料学会フラクトグラフィ部門委員会      | 3.26          | 山 際 謙 太                     |

### 3) 国際研究集会口頭発表

| 題 目   | 発 表 会 名  | 年月日       | 発 表 者   |
|---|--|-----------|---|
| Statistical Damage Modeling and Analysis of Industrial Accidents and its Application to Industrial Safety Problems        | The 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, USA | 2003. 7.7 | S.Hanayasu<br>et al.                                      |
| Risk Analysis of Wedge Joint Temporary Structures during Construction   | ditto  | 7.8       | K.Ohdo<br>S.Takanashi<br>Y.Hino<br>S.Phongkum-sing        |
| Development of Excavator Simulator and Experiment using the Simulator   | The XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Korea                           | 8.25      | K.Fukaya<br>T.Nakamura<br>S.Umezaki<br>Lu Jian<br>Y.Egawa |
| Experimental Analysis of the Mechanism of Falling Backwards Caused by Abrupt Acceleration                                 | ditto  | 8.26      | H.Nagata<br>et al.  |
| Psychological Analysis of Mental Workload at an Elevated Work Place<br>-Comparison between Elderly and Young Workers-     | ditto  | 8.26      | S.Usui<br>Y.Egawa<br>T.Shoji<br>T.Nakamura                |
| The Structure of Safety Climate and its Effects on Workers' Attitudes and Work Safety at Japanese Construction Work Sites | ditto  | 8.27      | T.Shoji<br>H.Koshimizu<br>Y.Egawa                         |
| A Study on the Effect of Heat Stress on Work and Cognitive Performance during Simulated Construction Work                 | ditto  | 8.27      | T.Shoji<br>H.Koshimizu<br>Y.Egawa<br>et al.               |
| Shock Absorption Performance of Fall Protection Airbag System   | ditto  | 8.27      | K.Fukaya  |
| Estimate of Fatigue on using Wavelet Transform  | Mesomechanics 2003, Tokyo  | 8.28      | K.Yamagiwa<br>et al.                                      |

| 題 目   | 発 表 会 名   | 年月日  | 発 表 者  |
|---|---|------|--|
| Risk of Overturning in Mobile Cranes due to Ground Penetration by Outriggers  | BGA International Conference on Foundations 2003, UK                        | 9.4  | S.Tamate<br>et al.                             |
| Centrifugal Simulations of Vertical Vibration of Shallow Foundation on Sand   | ditto   | 9.4  | K.Itoh<br>et al.                               |
| Eye Movements and Useful Field of View in the Operations of an Excavator  | Internarional Conference vision in Vehicles 10, Spain                       | 9.8  | T.Nakamura<br>K.Fukaya<br>S.Mannen             |
| The Effect of Heat Conduction on Stress Concentration Factors and Stress Intensity Factors Determined by Thermoelastic Stress Analyses                              | Advanced Technology of Experimental Mechanics 2003, Nagoya                  | 9.10 | T.Honda<br>T.Sasaki<br>T.Otsuka<br>E.Yoshihisa |
| A New Electrostatic Eliminator using High Voltage Usable in Explosive Atmosphere  | IFAC Symposium on Power Plant & Power System Control 2003, Korea            | 9.18 | T.Kodama<br>et al.                             |
| A Study on Determination of Decomposition Characteristics   | The 31th Annual Conference on Thermal Analysis and Applications, USA        | 9.22 | T.Mizutani                                     |
| Falling Accident in the Roofing Work of Residential Houses  | 2nd International Structural Engineering and Construction Conference, Italy | 9.23 | Y.Hino   |
| Computer Simulation for Assessment of Electrostatic Hazards in Filling Operations with Powder   | Joint Seminar between NIIS and KOSHA 2003, Korea                            | 9.25 | A.Ohsawa                                       |
| Analytical Solution of Surface Potential Distribution on Thin Insulators Having Grounded Backing Conductro and Their Applications to Electrostatic Characterization | ditto   | 9.25 | A.Ohsawa                                       |
| Neutralization of Static Charges by an Atmospheric Pressure Glow Discharge  | ditto   | 9.25 | A.Ohsawa                                       |
| A Study on Educational Communication Technique of Safe Technical Information  | ditto   | 9.25 | S.Shimizu                                      |

| 題 目   | 発 表 会 名   | 年月日   | 発 表 者  |
|---|---|-------|--|
| Characteristics of Flame Propagation and Quenching Distance Over Metallic Dust Layer  | Joint Seminar between NIIS and KOSHA 2003, Korea                            | 9.25  | Ou-sap Han                                     |
| Stratified Safety Control System of Cooperative Working Robot with Human Worker   | 3rd International Conference Safety of Industrial Automated Systems, France | 10.14 | T.Saito<br>H.Ikeda                             |
| Development of the Safety Design Supporting System for the Purpose of Optimum Design of Man-Machine Systems   | ditto   | 10.14 | S.Shimizu<br>S.Umezaki                         |
| Basic Consideration on the Optimum Design Method of the Safety Control System using Programmable Electronic Equipment<br>-The Development and Evaluation of the Discrimination System of Human Bodies and Objects | ditto   | 10.14 | S.Umezaki<br>S.Shimizu<br>et al.               |
| Feasibility Study on Radio Pendant Device with Enabling Function for Industrial Robots  | ditto   | 10.15 | H.Ikeda<br>T.Saito                             |
| Effect of Droplet Size Distribution on Reaction Heat in Liquid-Liquid Heterogeneous Reaction Process  | Mary Kay O'Connor Process Safety Center Symposium 2003, USA                 | 10.29 | Y.Fujimoto                                     |
| Calorimetric Measurements of Hydroxyl-amine Decomposition in the Presence of Transition Metals  | ditto   | 10.29 | M.Kumasaki                                     |
| An Anti-Resonance Scheme for Floor-Climbing Tower Crane   | Asia Pacific Symposium on Safety 2003, Taiwan                               | 11.18 | M.Yoshimi                                      |
| A Basic Study of the Risk Assessment about Slope Failure in Construction Stage  | ditto   | 11.19 | Y.Toyosawa<br>K.Itoh<br>S.B.Tamrakar<br>et al. |
| Properties and Incendivity for Dusts of Discharges from Electrostatically Charged Insulating Materials  | ditto   | 11.19 | M.Yamaguma<br>T.Kodama                         |

| 題 目   | 発 表 会 名  | 年月日          | 発 表 者  |
|---|--|--------------|--|
| Electrostatic Charge Elimination on Powder by Nozzle-type Ionizers  | Asia Pacific Symposium on Safety 2003, Taiwan  | 11.19        | T.Kodama et al.                                    |
| Study on the Safety Evaluation Method of the Power Reed Switch-Estimation on the Occurrence Probability of Failure to Danger Based on Field Data- | ISEMD2003, Japan   | 11.21        | S.Umezaki et al.                                   |
| Study on the Strength of the Temporary Scaffolds under Wind and Construction Working Loads  | The 9th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Indonesia | 12.16        | K.Ohdo<br>S.Takanashi<br>Y.Hino<br>S.Phongkum-sing |
| Vibration Monitoring of Temporary Pier during Dismantlement   | ditto  | 12.16        | M.Yoshimi<br>K.Ohdo                                |
| Effects of Wall Openings on Wind Pressures Acting on the Scaffolds  | ditto  | 12.17        | S.Phongkum-sing<br>K.Ohdo<br>Y.hino                |
| Centrifuge Model Tests on Mitigation Effects of Underground Walls on Liquefaction-Induced Subsidence of Embankment                                | ICSDEE & ICEGE 2004, USA   | 2004.<br>1.9 | S.Tamate et al.                                    |
| Extracting Human Body from Disparity Image  | 35th International Symposium on Robotics, France   | 3.24         | J.Lu<br>K.Hamajima                                 |

#### 4) 技術誌・一般誌への発表

| 題 目  | 発 表 誌 名                                    | 発 表 者                                  |
|--|--|--|
| 巻頭言「志波城跡を訪ねて」  | 仮設機材マンスリー，No.221，p1，<br>2003               | 尾 添 博                                  |
| 労働災害防止に活用できる歴史的災害の考察   | セーフティ・エンジニアリング，<br>Vol.29，No.5，pp.1-6，2003 | 梅 崎 重 夫                                |
| ヒドロキシルアミン等の爆発危険特性  | 安全工学，Vol.42，No.2，pp.92-97，<br>2003         | 板 垣 晴 彦<br>安 藤 隆 之<br>水 谷 高 彰<br>熊崎美枝子 |
| 中波による大型クレーンの電波障害の対策に関する研究                                    | 働く人の安全と健康，Vol.54，No.4，<br>pp.76-78，2003    | 富 田 一                                  |
| 低層住宅建設工事における屋根からの墜落災害の傾向（その１）－墜落災害の死因の８割は頭部損傷、保護帽を着用し頭を守ろう!! | 建設労務安全，Vol.28，No.4，<br>pp.22-28，2003       | 日 野 泰 道                                |
| 低層住宅建設工事における屋根からの墜落災害の傾向（その２）－濡れたトタン屋根でも安全なのはスニーカータイプの安全靴！   | 同上，Vol.28，No.5，pp.28-32，<br>2003           | 永 田 久 雄                                |
| 英国における最近の労働安全政策の動向   | 安全衛生コンサルタント，Vol.23，<br>No.66，pp.48-52，2003 | 花 安 繁 郎                                |
| リンクチェーンの破断事故と疲労強度評価  | クレーン，Vol.41，No.5，pp.4-9，<br>2003           | 本 田 尚                                  |
| シミュレーションによるヒューマンファクター研究                                      | 働く人の安全と健康，Vol.54，No.5，<br>pp.74-76，2003    | 中 村 隆 宏                                |
| 移動式クレーンのラチスジブの座屈強度（下）  | 実務展望，Vol.36，No.213，<br>pp.33-38，2003       | 前 田 豊                                  |
| 燃え拡がり研究の発展と動向（その４）－燃え拡がりにおける不安定性と消炎                          | 火災，Vol.54，No.3，pp.59-64，<br>2003           | 八 島 正 明                                |
| 爆発圧力放散設備の設計法－その１：爆発放散口の基礎                                    | 安全工学，Vol.42，No.3，<br>pp.192-198，2003       | 板 垣 晴 彦                                |
| 爆発圧力放散設備の設計法－その２：長さとお内径の比が５以下の装置の放散面積                        | 同上，Vol.42，No.4，pp.244-248，<br>2003         | 板 垣 晴 彦                                |



| 題 目   | 発 表 誌 名                                    | 発 表 者            |
|---|--|------------------|
| 爆発圧力放散設備の設計法－その 3：ベントカバーの設計と点検・保守                 | 安全工学，Vol.42，No.5，<br>pp.331-335，2003       | 板 垣 晴 彦          |
| 爆発圧力放散設備の設計法－その 4：爆発圧力放散指針NFPA68の主な改訂内容           | 同上，Vol.43，No.1，pp.50-53，<br>2004           | 板 垣 晴 彦          |
| 日々安全 東急レールウェイサービス長津田車両工場                          | クレーン，Vol.41，No.7，pp.35-42，<br>2003         | 吉 久 悦 二          |
| 社会的な役割・使命   | 実務展望，Vol.36，No.214，p.2，<br>2003            | 尾 添 博            |
| 移動式クレーン災害防止への取り組み(2)－地盤に注意！転倒を防ぐにはアウトリガーの確実な沈下防止を | 建設労務安全，Vol.28，No.8，<br>pp.16-20，2003       | 玉 手 聡            |
| 多い通勤途上での転倒事故－雇用活性化のカギは「通勤環境の改善」に！                 | 労働安全衛生広報，Vol.35，No.824，<br>pp.20-23，2003   | 永 田 久 雄<br>他機関1名 |
| 「墜落・転落」災害における防止対策のポイント                            | 同上，Vol.35，No.825，p.27，<br>2003             | 永 田 久 雄          |
| 感電災害の現状   | 北海道のでんき，No.644，pp.5-8，<br>2003             | 富 田 一            |
| 静電気による金属粉じん爆発災害の動向と事例                             | 安全衛生コンサルタント，Vol.23，<br>No.68，pp.40-44，2003 | 山 隈 瑞 樹          |
| シール部にMR流体を用いた磁気式安全弁の開発                            | 配管技術，Vol.45，No.13，<br>pp.43-49，2003        | 齋 藤 剛            |
| 古いクレーン誌からもっと新しいクレーン誌へ                             | クレーン，Vol.41，No.11，p.55，<br>2003            | 前 田 豊            |
| 静電気災害を防ごう   | 安全衛生のひろば，Vol.44，No.11，<br>pp.7-17，2003     | 山 隈 瑞 樹          |
| 墜落・転落・転倒に気をつけよう！                                  | 同上，Vol.44，No.12，pp.5-11，<br>2003           | 永 田 久 雄          |
| 独立行政法人産業安全研究所－職場における労働災害から働く人を守るために               | 厚生労働，Vol.58，No.12，<br>pp.46-47，2003        | 堀 井 宣 幸          |
| 静電気障災害：分析と対策（第 1 回）－静電気の帯電機構と作用の基礎                | 静電気学会誌，Vol.28，No.1，<br>pp.83-87，2004       | 山 隈 瑞 樹          |

| 題 目                           | 発 表 誌 名                               | 発 表 者 |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 帯電防止性能の理論的な評価                 | IDEMA Japan News, No.58, pp.1-7, 2004 | 大 澤 敦 |
| 巻頭言「おごれるもの久しからず」              | 仮設機材マンスリー, No.233, p.1, 2004          | 尾 添 博 |
| 移動式クレーンの旋回サークル取り付けボルトの強度上の問題点 | 実務展望, Vol.37, No.218, pp.25-29, 2004  | 前 田 豊 |

## 5) 著 書

| 書 名 等                                   | 著 者 名                         | 出 版 社 名     |
|---|-------------------------------|-------------|
| 労働科学研究所監訳、ILO産業安全保健エンサイクロペディア 第Ⅱ巻（分担翻訳） | 永 田 久 雄<br>本 山 建 雄<br>藤 本 康 弘 | 労働調査会       |
| 性能設計体系における合意形成・評価手法に関する研究小委員会報告書（分担執筆）  | 大 幢 勝 利                       | 土木学会構造工学委員会 |
| ごみの百科事典（分担執筆）                           | 熊 崎 美 枝 子                     | 丸善株式会社      |
| 足場の組立・解体等作業安全対策委員会結果報告書（分担執筆）           | 永 田 久 雄                       | 建設業労働災害防止協会 |
| 法面での土砂崩壊防止対策に関する調査研究委員会検討報告書（分担執筆）      | 豊 澤 康 男                       | 建設業労働災害防止協会 |

## 4.2 安全技術講演会等の開催

### 1) 安全技術講演会

当研究所の研究成果は、産業安全研究所研究報告等及び学協会における誌上発表・口頭発表により公表するほか、昭和60年以来毎年、安全技術に関する講演会を開催し、研究成果の平易な解説や安全技術情報の提供を行っている。平成15年度には、「プロジェクト研究成果の報告」をテーマとして、8月27日には産業安全研究所、9月11日にはKKRホテル博多、また9月12日には大阪産業安全技術館において、下記の演題により講演会を開催した。参加者数は、東京会場が95名、九州会場が83名、大阪会場が82名、計260名であった。

#### (1) 化学プロセスにおける爆発危険性の評価手法

化学安全研究グループ 熊崎美枝子

#### (2) 粉体取り扱いプロセスにおける粉じん爆発の抑制

化学安全研究グループ 八島 正明

#### (3) プログラマブルな電子制御装置を利用した安全システムの産業現場への応用

機械システム安全研究グループ 梅崎 重夫

#### (4) 人間と作業空間を共有する建設用ロボットの安全設計と安全技術

機械システム安全研究グループ 池田 博康

### 2) 産業安全に関する情報交換会

中期計画に基づき、当研究所では、労働現場のニーズに対応した調査・研究及び技術支援等を積極的に実施することを目的に、現場の安全管理に携わっている実務者の方々との間で情報交換を行い、研究所の業務に関する要望、意見をうかがうための「産業安全に関する情報交換会」を開催している。平成15年度は11月27日に、労働安全関連団体等から36名の参加を得て、現在の産業現場での問題点、産業安全研究所に対する意見・要望に関して情報交換を実施した。これらの結果は報告書として取りまとめて公表した。

### 3) 水素爆発危険性に関する講演討論会

平成15年12月16日、本研究所において、平成15年度厚生科学研究費補助金による研究課題「水素ガス漏洩爆発作業安全基準策定のための被害評価方法の確立」実施の一環として、「水素ステーション爆発危険性評価に関する講演討論会」を当研究所において、国内外の関係研究機関の研究者35名の参加の下に開催した。共同研究者である名古屋大学吉川教授から概要説明として背景、実績を報告した後、労働安全衛生推進事業における外国人研究者招聘事業により招聘したカナダ・McGill 大学教授 J.H.S.Lee 教授が講演を行った。さらに本年度の研究で得られた結果が4件発表され各々活発な質疑応答がなされた。

### 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、研究所外から各分野の専門家を講師として招いて所内講演会を開催している。平成15年度には下記の講演会を開催した。

平成16年3月23日 「これからの産業安全研究所に期待すること」

(財)労働科学研究所 副所長 酒井 一博 氏

### 5) 化学物質危険性測定セミナー

平成15年10月15日、安全工学協会との共催により、当研究所において標記セミナーを開催した。本セミナーの特色は、座学である講義に加えて最新の測定機器を用いた測定実習を行ったことで、反応性物質の熱分析手法及び可燃性ガス・蒸気・粉体の爆発・火災危険性測定手法に関する講義と実習が行われ、ほぼ定員の23名の参加があった。

## 4.3 研究施設の公開及び見学

### 1) 研究施設の一般公開

文部科学省主催による科学技術週間における活動の一環として、研究施設の一般公開を平成15年4月16日に実施した。当日は、機械・建設安全系見学コースと化学・電気安全系見学コースに分けて計12研究施設の公開を行った。参加者は企業の安全担当者、安全衛生コンサルタント、団体見学者、地域住民等を含めて計105名（機械・建設安全系見学コース：54名、化学・電気安全系見学コース：51名）であった。

### 2) 施設の見学

#### (1) 国外からの来訪者

韓国産業安全保健研究院建設安全研修企画部研修員、ソウル保健大学教授、国際協力事業団労働安全衛生政策セミナー研修員、タイ国チュラロンコン大学短期留学生

#### (2) 国内の来訪者

厚生労働省安全衛生部長、佐賀労働局審査員候補者、東大阪労働基準監督署地方安全専門官、都道府県労働局地方産業安全専門官、清瀬市役所職員、早稲田大学人間科学研究科大学院生、職業能力開発総合大学校研修生、横浜国立大学文部科学技官・他、財団法人鉄道技術総合研究所構造物技術研究部長・他、日立電線労務管理研究会、電気安全関東委員会、独立行政法人消防研究所研究員、清瀬商工会建設部会、多摩地区市役所

## 4.4 知的財産の活用

### 1) 特 許

| 区 分     | 出 願 番 号       | 発明の名称                                   | 発 明 者                                    |
|---------|---------------|---|--|
| 特 許 出 願 | 特願2003-112430 | 高温度帯域用温度スイッチ                            | 清 水 尚 憲<br>池 田 博 康<br>齋 藤 剛<br>他 機 関 4 名 |
|         | 特願2003-112600 | クレーンにおける電撃軽減方法およびその装置ならびに電撃軽減機能を備えたクレーン | 富 田 一                                    |
|         | 特願2003-112805 | 異種多重シール装置                               | 齋 藤 剛<br>他 機 関 1 名                       |
|         | 特願2003-143590 | 移動式クレーンにおける転倒防止方法および転倒防止手段              | 玉 手 聡                                    |
|         | 特願2003-170400 | 蒸気ボイラ                                   | 清 水 尚 憲<br>池 田 博 康<br>齋 藤 剛<br>他 機 関 4 名 |
|         | 特願2003-172368 | 横吊りランブ                                  | 玉 手 聡                                    |
|         | 特願2003-344917 | 仮設構成部材における疲労限界検出方法                      | 大 嶋 勝 利<br>他 機 関 1 名                     |

| 区 分     | 出願番号／特許番号     | 発明の名称                     | 発 明 者                         |
|---------|---------------|---------------------------|-------------------------------|
| 特 許 出 願 | 特願2004-50167  | 電界測定装置及び電界測定方法            | 児 玉 勉<br>山 隈 瑞 樹<br>他 機 関 1 名 |
|         | 特願2004-58561  | 補強部材を用いた斜面補強の設計支援方法及びその装置 | 豊 澤 康 男<br>他 機 関 2 名          |
|         | 特願2004-101745 | 部分放電の発生を検知する装置            | 富 田 一<br>他 機 関 1 名            |
| 特 許 登 録 | 第34782444号    | コロナ放電装置                   | 山 隈 瑞 樹<br>児 玉 勉              |
|         | 第3482457号     | 粉体着火試験装置                  | 山 隈 瑞 樹<br>児 玉 勉<br>張 偉 林     |
|         | 第3491048号     | ロボットの回転位置検出装置             | 梅 崎 重 夫<br>小 林 茂 信            |
|         | 第3507897号     | 大気圧グロー放電発生器及び除電気          | 大 澤 敦                         |
|         | 第3507898号     | 除電器                       | 大 澤 敦                         |
|         | 第3525185号     | 地耐力測定方法およびその装置            | 玉 手 聡                         |

## 2) 特許の実施

| 実 施 し た 発 明 の 名 称 (特許番号／出願番号)  | 件 数     |
|--------------------------------|---------|
| 吊下げ自由移動機構 (特許第2517881号)        | 2 (継続中) |
| 靴底・床材滑り試験機 (特許第1646070号)       | 1 (継続中) |
| 大気圧グロー放電発生器及び除電器 (特許第3507897号) | 1 (継続中) |
| 人体落下衝撃吸収補助具 (特願2002-70189)     | 1 (継続中) |

## 第5章 国内外の産業安全機関等との協力

### 5.1 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                                  | 災害発生<br>年 月 日     |
|-----------------------------|--|-------------------|
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>郡山労働基準監督署  | 町民センター建設工事における移動式クレーンの転倒事故調査＊            | 14. 3. 5          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>四日市労働基準監督署 | 車体工場プレス挟まれ事故＊                            | 14. 6. 8          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>三重労働基準監督署  | 擁壁工事における鉋滓土の土砂崩壊災害原因調査＊※                 | 14.10.13          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>鶴見労働基準監督署  | 内部浮き屋根付きガソリントankの爆発火災原因調査＊<br>※          | 14.11.13          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>大分労働基準監督署  | アンローダテンションバー破断事故調査＊※                     | 14.12.21          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課               | 静岡県でのビル解体における壁崩壊災害調査＊                    | 15. 3.13          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>瀬峰労働基準監督署  | 宮城県での道路拡幅工事における法面崩壊災害原因調査＊               | 15. 3.25          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>秩父労働基準監督署  | 埼玉県での鉄道土砂崩壊災害調査＊                         | 15. 3.26          |
| 山梨県韮崎警察署                    | マグネシウム粉塵に関わる爆発及び火災事故等についての捜査関連事項照会に対する回答 | 15. 4. 9<br>(回答日) |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>鹿児島労働基準局   | 鹿児島県での花火工場爆発災害原因調査※                      | 15. 4.11          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>横須賀労働基準監督署 | 神奈川県での急傾斜地対策工事における土砂崩壊災害調査               | 15. 6.14          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課               | 福島県での斜面工事現場における土砂崩壊災害調査                  | 15. 8.18          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>四日市労働基準監督署 | 三重県ゴミ固形化燃料貯蔵サイロの爆発災害調査※                  | 15. 8.19          |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>愛知労働局      | 愛知県COGタンク爆発火災災害調査※                       | 15. 9. 3          |

| 行政機関等名称                      | 協 力 事 項                                     | 災害発生<br>年 月 日       |
|------------------------------|---|---------------------|
| 岡山県総社警察署                     | 採石場における大規模斜面崩壊事故に関する調査関連事項照会に対する回答          | 15.10. 3<br>( 回答日 ) |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>厚木労働基準監督署   | 神奈川県生ゴミ処理施設の爆発災害調査※                         | 15.10. 7            |
| 経済産業省中部近畿鉱山保安<br>監督部         | バケットエレベーターで発生した粉じん爆発についての<br>災害事例に対する回答     | 15.11. 4<br>( 回答日 ) |
| 厚生労働省安全衛生部安全課                | 福島県での遺蹟発掘現場における土砂崩壊災害調査※                    | 15.12. 5            |
| 瀬峰労働基準監督署                    | 宮城県での道路拡幅工事における法面崩壊災害に関する<br>捜査関連事項照会に対する回答 | 15.12.25<br>( 回答日 ) |
| 厚生労働省安全衛生部安全課<br>北九州西労働基準監督署 | 福岡県パーティクルボード工場における爆発火災災害調<br>査※             | 16. 1. 5            |
| 宮城県大和警察署                     | マグネシウム粉じん爆発についての捜査関連事項照会に<br>対する回答          | 16. 1.15<br>( 回答日 ) |
| 北九州西労働基準監督署                  | 塩化鉄工場で発生した発火事故に関する鑑定委嘱に対す<br>る回答            | 16. 3.17<br>( 回答日 ) |
| 四日市労働基準監督署                   | RDF製造施設で製造したRDFの発火についての捜査関連<br>事項照会※        | 15. 8.19            |

注) \*印は平成14年度からの継続, ※印は平成16年度に継続

## 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                       |
|------------|------------------------|---------------------------|
| 人事院        | 安全専門委員                 | 尾 添 博                     |
| 人事院        | 平成15年度労働基準監督官採用試験専門委員  | 本 田 尚<br>玉 手 聡<br>池 田 博 康 |
| 厚生労働省      | 労働安全衛生コンサルタント試験委員会委員   | 尾 添 博                     |
| 厚生労働省      | 労働安全衛生総合研究事前評価委員会委員    | 尾 添 博                     |
| 厚生労働省      | 労働安全衛生総合研究中間・事後評価委員会委員 | 尾 添 博                     |
| 厚生労働省労働基準局 | 労働安全衛生規則第94条に基づく審査委員   | 永 田 久 雄                   |

### 3) 研修講師派遣等における協力

| 行政機関等名称   | 講 演 課 題 等            | 年月日            | 氏 名     |
|-----------|----------------------|----------------|---------|
| 労働研修所     | クレーン等の構造力学           | 15. 5.13       | 前 田 豊   |
| 労働研修所     | 産業安全技術館展示物説明及び総合質疑応答 | 5.26<br>～ 5.27 | 清 水 尚 憲 |
| 千葉労働局     | 静電気による爆発火災災害の防止について  | 6.27           | 山 隈 瑞 樹 |
| 労働研修所     | 仮設構造物の強度計算           | 7.25           | 大 幢 勝 利 |
| 労働研修所     | 土砂崩壊災害の防止対策          | 7.29           | 豊 澤 康 男 |
| 労働大学校     | 講義「自動化と安全」及び施設見学     | 11.13          | 池 田 博 康 |
| 島根労働局     | 土砂崩壊災害の事例と防止対策について   | 11.18          | 堀 井 宣 幸 |
| 労働大学校     | 電気災害の防止対策            | 12. 1          | 山 隈 瑞 樹 |
| 労働大学校     | 爆発火災の防止対策            | 12.19          | 安 藤 隆 之 |
| 長野労働局     | はさまれ・巻き込まれ災害防止の基本と応用 | 16. 1. 8       | 清 水 尚 憲 |
| 労働大学校     | フェールセーフ              | 1. 3           | 梅 崎 重 夫 |
| 延岡労働基準監督署 | 電気火災について             | 2. 2           | 富 田 一   |
| 労働大学校     | 力学の基礎                | 3. 3           | 吉 久 悦 二 |
| 労働大学校     | 構造力学                 | 3. 3           | 前 田 豊   |
| 労働大学校     | 仮設構造物の強度計算           | 3.12           | 永 田 久 雄 |
| 労働大学校     | 土砂崩壊災害の防止対策          | 3.15           | 玉 手 聡   |



#### 4) その他

| 行政機関等名称     | 協 力 事 項   | 年月日      |
|-------------|---|----------|
| 清瀬市役所       | 「市報きよせ」の取材（ジュニア記者見て聞いて感じて）のため中学生ジュニア記者（１名）と市職員（２名）が来所 | 15. 5.26 |
| 多摩地区市役所     | 多摩地区の市役所広報担当課長・係長が施設見学のため来所                           | 7.17     |
| 厚生労働省       | 厚生労働省から安全衛生部長と専門官が、研究業務視察のために来所                       | 11.12    |
| 労働大学校       | 都道府県労働局地方産業安全専門官24名が、研修のため当研究所で講義受講と研究施設見学のため来所       | 11.13    |
| 東大阪労働基準監督署  | 東大阪労働基準監督署地方安全専門官が研究施設見学のため来所                         | 16. 2.10 |
| 佐賀労働局審査員候補者 | 佐賀労働局審査員候補者４名が研究施設見学のため来所                             | 3. 1     |

## 5.2 国内外の若手研究者・技術者の育成

### 1) 国内外研究機関の研究員等の受入れ

| 区 分               | 受 託 件 数 | 人 員 数 |
|-------------------|---------|-------|
| 大学関係の研究生（国内）      | 5       | 9     |
| 大学関係の研究生（海外）      | 1       | 2     |
| 大学関係を除く機関の研究生（国内） | 3       | 7     |
| 大学関係を除く機関の研究生（海外） | 0       | 0     |
| 合 計               | 16      | 18    |

## 2) 重点研究支援協力員等の受入れ

| 研 究 テ ー マ                | 所 属・職 名   | 期 間                   | 氏 名            |
|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|
| 生産システムにおける安全技術の高度化に関する研究 | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～15. 9.30 | ソンボル<br>ポンクムシン |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | 韓 宇 燮          |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | 小 林 茂 信        |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | 植 木 利 之        |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | 万 年 園 子        |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15.10. 1<br>～16. 3.31 | 佐 藤 昇          |
| 掘削工事における建設労働災害防止に関する研究   | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | タムラカル<br>スレンダラ |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | 有 木 高 明        |
| 同上                       | 重点研究支援協力員 | 15. 4. 1<br>～16. 3.31 | 石 原 浩 二        |

## 3) 大学等講師派遣

| 講 義 課 題                             | 派 遣 大 学 等 | 期 間                    | 氏 名     |
|-------------------------------------|-----------|------------------------|---------|
| 建設マネジメント（建設安全管理論）<br>ー建設工事にかかる安全問題ー | 広島工業大学    | 15. 4.24～25<br>5. 8～ 9 | 花 安 繁 郎 |
| 静電気火災の発生機構                          | 消防大学校     | 15. 7. 8<br>11.18      | 山 隈 瑞 樹 |
| 自動化システム設計における機械安全                   | 職業能力開発大学校 | 15. 9.19               | 梅 崎 重 夫 |
| 土木工事における安全管理と技術者倫理                  | 神戸大学工学部   | 15.10. 9               | 花 安 繁 郎 |
| 静電気による災害の発生機構とその対策の基本               | 近畿大学工学部   | 15.10.11               | 山 隈 瑞 樹 |

### 5.3 国内外の産業安全研究機関等との協力

#### 1) 学協会の委員会活動等への協力

| 題 目                                 | 発 表 会 名 等                       | 年月日      | 担当者氏名   |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|---------|
| 特定構造物の耐震設計を目的とした強震動予測               | 産業技術総合研究所活断層研究センターセミナー          | 15. 6.17 | 吉 見 雅 行 |
| 掘削機操作における空間的注意配分特性                  | 日本原子力学会ヒューマンマシンシステム研究調査委員会      | 6.30     | 中 村 隆 宏 |
| 機械の安全と予防                            | 神奈川県工業技術研修センター                  | 7. 1     | 梅 崎 重 夫 |
| 背面が接地された薄い絶縁体の表面電位の解析解の帯電防止性能評価への応用 | 国際ディスクドライブ協会ESDコントロール分科会        | 10.17    | 大 澤 敦   |
| 快適職場のための人間工学                        | 中央労働災害防止協会平成15年度全国快適職場推進大会      | 10.30    | 永 田 久 雄 |
| 発火源の管理と静電気対策                        | 安全工学協会第25回安全工学セミナー              | 11.12    | 山 隈 瑞 樹 |
| 爆発放散口の設計                            | 同上                              | 11.12    | 板 垣 晴 彦 |
| 背面が接地された薄い絶縁体の表面電位の解析解の帯電防止性能評価への応用 | 第110回建築床特殊性能研究会                 | 11.28    | 大 澤 敦   |
| 静電気による災害の発生機構                       | 火薬学会西部支部静電気安全に関する研究会            | 12. 9    | 山 隈 瑞 樹 |
| 統計学的アプローチによる産業災害のリスクマネジメント          | 日本高圧力技術協会セミナー「事故から学ぶリスクマネジメント」  | 12. 9    | 花 安 繁 郎 |
| 電磁妨害とEMC指令の概要                       | 日本溶接協会電気溶接機部会溶接技術講演会            | 12.10    | 富 田 一   |
| 静電気災害の事例と対策の具体例                     | 中災防中部安全衛生サービスセンター静電気安全対策研修会     | 16. 1.23 | 山 隈 瑞 樹 |
| 地盤振動伝播のモデル化と振動対策について                | 地盤工学会地盤環境振動の評価予測対策の新技术に関する研究委員会 | 3.18     | 伊 藤 和 也 |
| オゾン，酸素等可燃性ガスの爆発・火災危険性               | 安全工学協会第14回半導体工業用ガスの安全に関する講習会    | 3.19     | 松 井 英 憲 |

上記の他、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、講演会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15年度には主として以下の学協会等に協力した。

#### ○委員会等

安全工学協会、火薬学会、静電気学会、地盤工学会、電気学会、土木学会、日本フルードパワーシステム学会、日本化学会、日本火災学会、日本学術会議、日本機械学会、日本建築学会、日本材料学会、日本人間工学会、日本溶接協会、安全衛生技術試験協会、危険物保安技術協会、建設業労働災害防止協会、鋳

業労働災害防止協会，高圧ガス保安協会，産業安全技術協会，全国指定教習機関協会，中央労働災害防止協会，電気安全関東委員会，日本労働安全衛生コンサルタント会，林業・木材製造業労働災害防止協会，仮設工業会，石油産業活性化センター，全国仮設安全事業共同組合，電気安全全国連絡委員会，日本クレーン協会，日本トンネル技術協会，日本化学工業協会，日本海事検定協会，日本機械工業連合会，日本電気協会，日本電子部品信頼性センター，日本電設工業協会，日本粉体工業技術協会，日本保安用品協会，沿岸開発技術研究センター，宇宙開発事業団，宇宙航空研究開発機構，IABMAS'04組織委員会，エネルギー総合工学研究所，失敗知識活用研究会，製造科学技術センター，日本工学アカデミー安全専門部会，東京大学大学院，武蔵工業大学，他

#### ○研究成果の公表等

British Geotechnical Association, International Ergonomics Association, Institute National de Recherche et de Securite, International Federation of Robotics, Italian Association for Building Industrialization, Korean Institute of Electrical Engineers, International Federation of Automatic Control, North American Thermal Analysis Society, Texas A&M University Mary kay O'Conner Process Safety Center, 韓国産業安全公団産業安全保健研究院，安全工学協会，火薬学会，国際ディスクドライブ協会，国際建設リスク・信頼性学会，産業・組織心理学会，姿勢と歩行研究会，信頼性設計技術委員会，生活支援工学系学会連合，静電気学会，地盤工学会，電気学会，土木学会，日本クレーン協会，日本フルードパワーシステム学会，日本ロボット学会，日本火災学会，日本学術会議，日本機械学会，日本建築学会，日本材料学会，日本信頼性学会，日本電子部品信頼性センター，日本燃焼学会，ボイラ・クレーン安全協会，仮設工業会，建設業労働災害防止協会，中央労働災害防止協会，日本労働安全衛生コンサルタント会，厚生労働問題研究会，東京大学地震研究所，北海道電気協会，労働調査会，メトラートレド，他

#### ○講演・講義等

安全工学協会，火薬学会，地盤工学会，日本学術会議，日本機械学会，日本原子力学会，日本高圧力技術協会，日本クレーン協会，国際ディスクドライブ協会，日本溶接協会，四国地区電力需用者協会，日本機械工業連合会，産業技術総合研究所活断層研究センター，近畿大学工学部，広島工業大学，消防大学校，職業能力開発大学校，神戸大学工学部，鳥取大学工学部，茨城県商工労働部，神奈川県工業技術研修センター，延岡労基署，千葉労働局，長野労働局，島根労働局，労働研修所・労働大学校，仮設工業会，産業安全技術協会，中央労働災害防止協会，全国指定教習機関協会，爆発火災等労働災害防止研究会，粉体と工業社，北関東地区化学技術懇話会，建築床特殊性能研究会，他

## 2) 研究協力・技術指導等

### (1) 国内共同研究

| 共同研究機関名       | 課 題 名                            | 年月日                   | 担当者氏名                            |
|---------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 東京大学大学院工学系研究科 | 地盤流動による作業施設の被害軽減技術に関する実験的研究      | 15. 2. 1<br>～16. 8.31 | 玉 手 聡                            |
| 武蔵工業大学        | 杭基礎で支持されたタワークレーンの地盤工学的不安定性に関する研究 | 15. 7. 1<br>～16. 3.31 | 玉 手 聡<br>豊澤 康男<br>伊藤 和也<br>高梨 成次 |
| 静岡県静岡工業技術センター | プレス機械を対象としたリスクアセスメント手法の開発        | 15. 8. 1<br>～16. 3.31 | 梅崎 重夫<br>清水 尚憲                   |
| 春日電機株式会社      | 粉体用除電器の防爆性能の検討                   | 16. 3.10<br>～17. 3.31 | 児玉 勉<br>山隈 瑞樹                    |

(2) 国際研究交流（研究協力協定を含む）

| 研究交流機関名  | 実 施 内 容              | 年月日                          |
|--|----------------------|------------------------------|
| INRS<br>（国立安全衛生研究所）<br>（フランス）<br>（研究協力協定締結機関）              | 共同研究に係る人的交流，情報交換等の実施 | 15. 9.12<br>10.13            |
| 韓国産業安全公団産業安全保健<br>研究院（韓国）<br>（研究協力協定締結機関）                  | 共同セミナー，人的交流，情報交換等の実施 | 15. 9. 23<br>～ 9.27<br>11.27 |
| 中国海洋大学（中国）<br>（研究協力協定締結機関）                                 | 研究協力協定を締結，研究者の受入     | 15. 9.22<br>～ 9.27           |
| The Health and Safety Laboratory<br>（イギリス）<br>（研究協力協定締結機関） | 共同研究に係る人的交流，情報交換等の実施 | 15.10. 6<br>～10. 8           |
| ソウル産業大学校（韓国）<br>（研究協力協定締結機関）                               | 共同研究に係る人的交流，情報交換等の実施 | 16. 3.15                     |
| 韓国釜慶大学校工科大学（韓国）<br>（研究協力協定締結機関）                            | 共同研究に係る人的交流，情報交換等の実施 | 16. 3.16                     |

(3) 技術指導等

| 協力先機関名                 | 協 力 事 項  | 年月日                | 担当者氏名   |
|------------------------|--|--------------------|---------|
| 産業技術総合研究所活<br>断層研究センター | 2003年イラン南東部バム地震の緊急研究について，客員研究員として協力                              | 16. 1. 8<br>～ 3.31 | 吉 見 雅 行 |
| 日本地震工学会                | 産業技術総合研究所活断層研究センターの客員研究員として，バム地震被害の日本地震工学会調査団に加わり，イランにおいて現地調査を実施 | 16. 2.16<br>～ 2.26 | 吉 見 雅 行 |

### 3) 外部機関の研究員の招聘

#### (1) 流動研究員

| 研 究 テ ー マ                       | 所 属・職 名               | 期 間                   | 氏 名     |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| 大規模産業災害の頻発要因に関する調査研究            | 遠藤克和社会保険労務士事務所<br>前所長 | 16. 3. 5              | 遠 藤 克 和 |
| 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究 | 佐藤工業(株)総合研究所<br>主任研究員 | 15.10. 1<br>～16. 3.31 | 高 木 元 也 |
| 接合部材の疲労損傷モニタリング技術の開発            | 筑波大学助教授               | 15. 6. 1<br>～16. 3.31 | 佐々木哲也   |

### 4) 外部機関への研修

| 研 修 区 分        | 研 修 先                  | 研 修 内 容                             | 期 間                   | 氏 名     |
|----------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------|
| 労働安全衛生総合研究推進事業 | McGill大学<br>(カナダ)      | 水素漏洩拡散時の燃焼特性に関する研究                  | 15. 9. 5<br>～12. 3    | 大 塚 輝 人 |
| 労働安全衛生総合研究推進事業 | Washington大学<br>(アメリカ) | 負荷履歴の影響を考慮した経年圧力設備の高信頼度弾塑性破壊評価手法の開発 | 15. 9.29<br>～16. 3.26 | 本 田 尚   |

### 5) 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                |
|--|--|--------------------|
| Institut National de Recherche et de Securite (INRS) | 境界領域・人間科学安全研究グループ中村隆宏を、Institut National de Recherche et de Securiteとの打ち合わせ他のためフランスに派遣                       | 15. 9. 5<br>～ 9.14 |
| 中国海洋大学、国立安全科学技術センター                                  | 理事長尾添博と建設安全研究グループ永田久雄を、中国海洋大学との国際研究協力協定の調印及び国立安全科学技術センターとの協議のため中国へ派遣   | 15. 9.22<br>～ 9.27 |
| 韓国産業安全公団産業安全保健研究院                                    | 機械システム安全研究グループ清水尚憲、物理工学安全研究グループ大澤敦、化学安全研究グループ重点研究支援協力員韓宇燮を、韓国産業安全保健研究院との研究協力協定に基づく日韓共同セミナー2003における講演のため韓国へ派遣 | 15. 9.23<br>～ 9.27 |

| 機 関 等 の 名 称   | 協 力 事 項 等   | 年月日                |
|---|---|--------------------|
| Health and Safety Laboratory  | 化学安全研究グループ安藤隆之と藤本康弘を、共同研究打ち合わせのためイギリスへ派遣  | 15.10. 6<br>～10. 8 |
| Project Team for Revision of ISO10218会議                                 | 機械システム安全研究グループ池田博康を、ロボット工業会の依頼により ISO/TC184/SC2 プロジェクトチーム国際会議に有人プログラム検証及び協調ロボットの安全要件を提供するため、日本代表としてドイツへ派遣 | 15.10. 8<br>～10.10 |
| Fraunher IPA, BIA, Institut National de Recherche et de Securite (INRS) | 機械システム安全研究グループ池田博康, 齋藤剛, 清水尚憲を、ヨーロッパにおけるロボット安全研究と労働保健制度の調査のため、ドイツとフランスへ派遣                                 | 15.10.16<br>～10.17 |
| Dupont社, Dow社, Eastman Kodak社   | 化学安全研究グループ藤本康弘と熊崎美枝子を、米国化学企業の研究機関及びプラント等訪問のため、アメリカへ派遣   | 15.10.27<br>～11. 3 |
| ソウル産業大学校  | 物理工学安全研究グループ児玉勉と山隈瑞樹を、国際研究協力協定の協力内容に関する協議のため韓国へ派遣   | 16. 3.14<br>～ 3.15 |
| 釜慶大学校   | 物理工学安全研究グループ児玉勉と山隈瑞樹を、国際研究協力協定の協力内容に関する協議のため韓国へ派遣   | 16. 3.16<br>～ 3.17 |

(2) 海外からの来訪者

| 機 関 等 の 名 称          | 協 力 事 項 等   | 年月日                |
|----------------------|---|--------------------|
| 韓国産業安全保健研究院建設安全研修企画部 | 韓国産業安全保健研究院建設安全研修企画部李光碩ほか 8 名が研修の一環として来訪              | 15. 4.16           |
| ソウル保健大学              | ソウル保健大学の教授20名が産業保健センター構築の一環として、産業保健に関する事業運営の現状視察のため来訪 | 15. 8. 5           |
| 国際協力事業団労働安全衛生政策セミナー  | 労働安全衛生セミナー研修のため 9 カ国 9 名の外国人研修員が来訪                    | 15.11.11           |
| 韓国産業安全保健研究院統計調査部     | 韓国産業安全保健研究院統計調査部 Kim Min Soo 他 1 名が災害統計分析手法の調査のため来訪   | 15.11.27           |
| 中国海洋大学               | 中国海洋大学環境科学与工程学院洪波高級技術師が遠心载荷装置を使用した実験に係る研修等のため来訪       | 16. 2.26<br>～ 3.22 |
| タイ国チュラロンコン大学         | タイ国チュラロンコン大学より、消防研究所での短期留学の一環として来訪                    | 16. 3.31           |

---

## 付 録

### 1) 平成15年度計画（要旨）

#### 第1 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき事項

##### 1 効率的な業務運営体制の確立

- (1) 独立行政法人産業安全研究所（以下「研究所」という。）の組織体制は、柔軟な体制を維持し効率的な運営を行う。研究所の業務を効率的に行うため、管理運営に係る所内会議等については前年度の状況を踏まえた見直しを行うとともに、必要に応じて関連規程類の改訂を行う。
- (2) 内部研究評価会議を開催し、その結果を研究管理・業務運営に反映させ、より効率的な調査研究業務の推進を図る。また、業務の実施状況の把握及び業績等を適正に評価するための支援システムとして構築した業務管理システムを改良し、試験的に運用する。
- (3) 節電・節水による省資源、省エネルギーに努め、所内LANの活用によるペーパーレス化を図る。また、競争的外部研究資金への積極的な応募を行うとともに、インターネット等による受託研究及び施設貸与の広報を行う。

##### 2 効率的な研究施設・設備の利用

研究施設・設備の共同利用を行い、研究資源の効率的な活用を図る。このため、共同利用可能な研究施設・設備の一覧を研究所のホームページに公開するとともに、関係研究機関に対して研究施設・設備の共同利用を働きかける。

#### 第2 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき事項

##### 1 労働現場のニーズを的確に把握し、業務へ積極的な反映

業界団体や第一線の安全管理者等を対象とした産業安全に関する情報交換会を開催する。

##### 2 労働現場のニーズ及び行政ニーズに沿った調査及び研究業務の実施

- (1) 中期目標に示された重点研究領域において、重点的に研究資金と研究要員を配する下記のプロジェクト研究を実施する。
  - ① 建設機械の保守管理システム高度化のための損傷評価技術の開発
  - ② 建設労働災害の発生原因としてのヒューマンエラー防止に関する研究
  - ③ 人間・機械協調型作業システムの基礎的安全技術に関する研究
  - ④ 産業リサイクル過程における爆発・火災災害防止に関する研究
  - ⑤ 仮設建造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発
- (2) 研究所の研究基盤を継続的に充実・向上させるために、研究背景、研究概要等を記載した研究計画書を作成し、基盤的研究を計画的に実施する。
- (3) 行政から依頼を受けたとき、又は調査・研究の実施上必要とするとき、労働基準監督機関等の協力を得て、労働災害の原因調査等を実施するとともに、厚生労働大臣から緊急の依頼があった場合に、災害調査に迅速、的確に対応する。
- (4) 産業安全に関する国際基準、国内基準の制改定等のため国内外の委員会に参加し、研究所の研究成果を提供する。
- (5) 産業安全に関する国内外の科学技術情報、資料等の調査を行う。

##### 3 外部評価の実施及び評価結果の公表等

プロジェクト研究について進捗状況、研究成果等を評価するため、外部研究評価会議を開催し、評価結果を研究管理・業務運営に反映させる。



#### 4 成果の積極的な普及・活用

- (1) 内部研究評価会議により，研究計画の見直し，研究進捗状況の管理，研究環境の整備等を行い，研究成果の発表を促進する。
- (2) 平成14年度の研究成果に関する研究所内外の刊行物に発表した論文について，原則としてその全数をホームページに公開する。平成14年度年報，安研ニュース，産業安全研究所研究報告，産業安全研究所特別研究報告及び研究成果を活用した技術ガイドライン等を発行する。また，研究成果の一般誌等への寄稿を積極的に行う。
- (3) 研究成果の一般への普及を目的とした技術講演会を，東京，大阪他1カ所で開催する。
- (4) 研究所の一般公開を実施し，主要な研究成果の紹介及び研究施設の公開を行う。
- (5) 特許権の取得を積極的に進めるとともに，特許流通データベースへの登録，研究所ホームページでの広報等を実施し，知的財産の活用促進を図る。

#### 5 国内外の産業安全関係機関との協力の推進

- (1) 積極的に外部研究員の受入を引き続き行くとともに，研究所職員による他機関等への講演，技術指導，技術移転等の協力・支援を行う。
- (2) 国内外の産業安全に係る研究者と研究交流を行う。また，民間，他機関等に対して共同研究課題の提案・受入を積極的に行う。

#### 第3 予算，収支及び資金計画

第1の「業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき事項」に配慮した予算，収支計画及び資金計画を策定した。

#### 第4 短期借入金の限度額

重大な公務災害等の発生に伴う補償費の支払い等，偶発的な出費に対応するため，短期借入限度額を具体的に策定した。

#### 第5 剰余金の使途

研究用機器等を充実させるための整備，広報や研究成果発表等の充実，職員の資質向上のための研修・研究交流への参加及び職場環境の快適さを向上させるための整備。

#### 第6 その他主務省令で定める業務運営に関する重要事項

##### 1 人事に関する計画

新規研究員の採用に際しては，公募による選考採用を原則とし，また若手育成型任期付研究員の採用に努める。

##### 2 施設・設備に関する計画

遠心力積荷実験装置とその設備環境整備

## 2) 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。組織が所長、庶務課、安全科、機械科、土木建築科、化学科と改められる。 |
| 昭和24年 6月20日 | 安全科が参考館課と改称される。  |
| 昭和24年 8月27日 | 武田所長退官し、化学課長中島誠一が所長に就任。  |
| 昭和27年 3月20日 | 中島所長退官し、福島労働基準局長高梨湛が所長に就任。   |
| 昭和27年 9月 1日 | 組織が所長、庶務課、指導課、機械課、土木建築課、化学課、電気課と改められる。                                 |
| 昭和27年11月15日 | 開所10周年記念式典が当所講堂で労働大臣ら臨席のもとで行われる。                                       |
| 昭和28年12月16日 | 産業安全参考館が産業安全博物館と改称される。   |
| 昭和29年 3月16日 | 組織が所長、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）に改められる。              |
| 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 | 組織が所長、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。  |
| 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1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畠泰幸が所長に就任。

平成11年 1月27日 共同研究実験棟が竣工。

平成12年 3月31日 田畠所長退官。

平成12年 4月 1日 福岡労働基準局長尾添博が所長に就任。

平成13年 1月 6日 厚生労働省の発足とともに，厚生労働省産業安全研究所となる。

平成13年 3月31日 尾添所長退官。

平成13年 4月 1日 独立行政法人通則法の施行に伴い，独立行政法人産業安全研究所となる。

尾添博が理事長，河尻義正が理事，浅野和俊，関口宏明が監事（非常勤）に就任。

組織が理事長，理事，監事（非常勤），総務課，研究企画調整部，研究部（機械システム安全研究グループ，建設安全研究グループ，化学安全研究グループ，物理工学安全研究グループ，境界領域・人間科学安全研究グループ）に改められる。

平成15年 3月31日 河尻理事，浅野監事，関口監事が退任。

平成15年 4月 1日 松井英憲が理事，安達洋，岩崎守康が監事（非常勤）に就任。

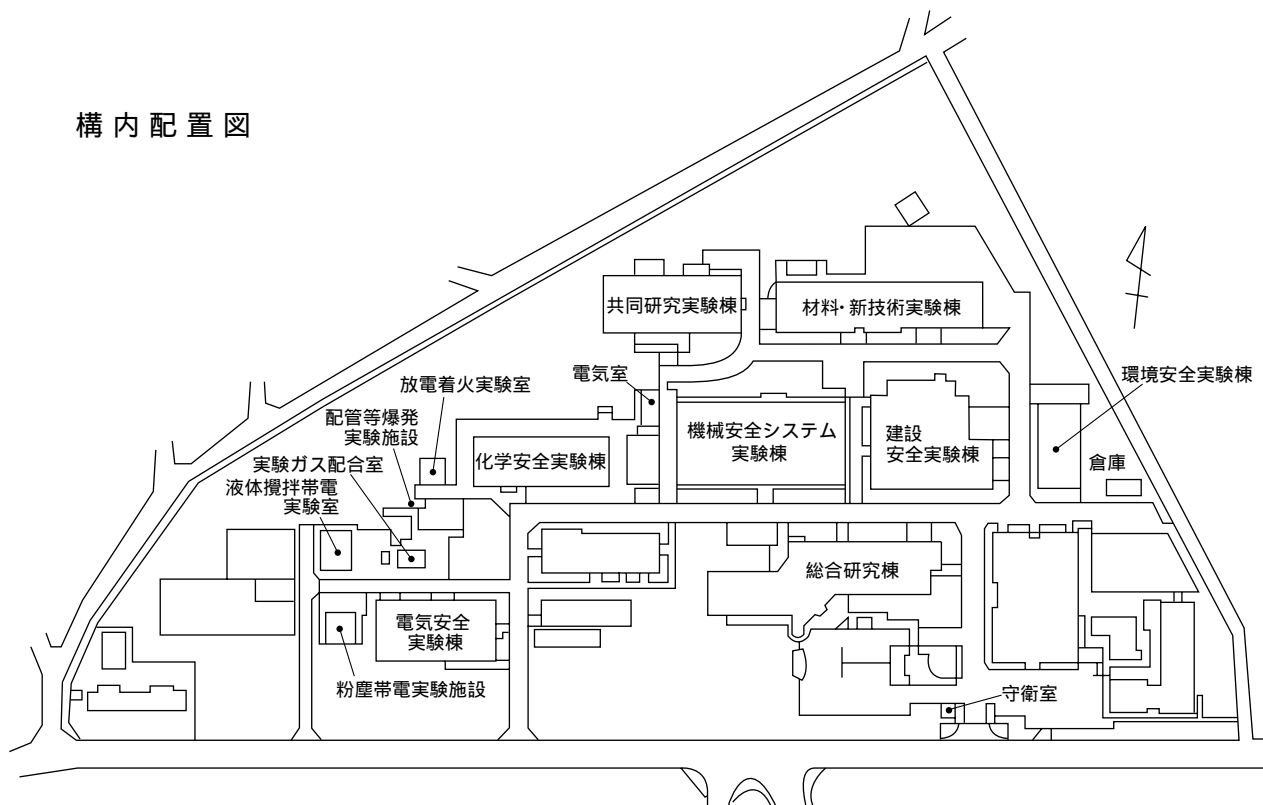
### 3) 産業安全研究所案内図

独立行政法人 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  
ホームページ <http://www.anken.go.jp/>

交通機関  
西武池袋線清瀬駅南口下車，バス停2番乗車，  
国立東京病院北 下車（所要時間7分）



### 構内配置図



産業安全研究所年報

平成15年度

---

|       |  |
|-------|--|
| 発 行 日 | 平成16年 6 月 1 日  |
| 発 行 所 | 独立行政法人産業安全研究所<br>〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6<br>電 話 0424-91-4512(代表)<br>F A X 0424-91-7846<br>ホームページ <a href="http://www.anken.go.jp/">http://www.anken.go.jp/</a> |

---

印刷所 (有)祥栄堂

ANNUAL REPORT  
OF  
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

2003



THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY  
1-4-6 Umezono Kiyose Tokyo 204-0024 JAPAN