

# 産業安全研究所年報

ANNUAL REPORT  
OF  
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

2004

平成16年度



独立行政法人 産業安全研究所

---

# 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 役職員	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16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16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	31
2.3 労働災害の原因調査等に関する調査・研究	63
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	63

## 第3章 内部研究評価等

3.1 内部研究評価会議の実施	64
3.2 外部研究評価会議の実施	64
3.3 厚生労働省独立行政法人評価委員会関連事項	65

## 第4章 研究成果の普及・活用

4.1 研究成果の発表	67
1) 学会論文発表等	67
2) 学会口頭発表(国内)	71
3) 国際研究集会口頭発表	80
4) 技術誌・一般誌への発表	83
5) 著書	86
4.2 安全技術講演会等の開催	87
1) 安全技術講演会	87
2) 産業安全に関する情報交換会	87
3) 所内講演会	87
4) 産業安全に関する国際シンポジウム(ISIS2004)	87
5) 化学物質爆発・火災危険性測定技術セミナー	88

4.3	研究施設の公開及び見学	88
1)	研究施設の一般公開	88
2)	施設の見学	88
4.4	知的財産の活用	88
1)	特許	88
2)	特許の実施	89
<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	90
1)	災害調査等における協力	90
2)	委員会活動等における協力	92
3)	研修講師派遣等における協力	92
4)	その他	93
5.2	国内外の若手研究者・技術者の育成	93
1)	国内外研究機関の研究員等の受入れ	93
2)	重点研究支援協力員等の受入れ	93
3)	大学等講師派遣	94
5.3	国内外の産業安全研究機関等との協力	95
1)	学協会の委員会活動等への協力	95
2)	研究協力・技術指導等	97
3)	外部機関の研究員の招聘	99
4)	国際協力・海外派遣等	100
<b>付 録</b>		
1)	平成16年度計画（要旨）	103
2)	産業安全研究所年譜	105
3)	産業安全研究所案内図	107

---

# 第1章 総説

## 1.1 研究活動等の概要

産業安全研究所は、事業場における災害の予防に関する調査及び研究を行うことにより、職場における労働者の安全の確保に資することを目的としている。労働災害による死傷者数は、昭和43年の172万人を頂点として長期的に減少してきているが、今なお年間約53万人もの労働者が被災し、そのうち休業4日以上の死傷者が約13万人を占めている。また、死亡者数については、昭和36年の6,712人を頂点として、労働安全衛生法が施行された昭和47年から4年間で半減に近い減少を示してから長く漸減傾向にあったが、平成10年に2,000人の壁を破って以降、着実に減少しつつある。しかし、今なお年間1,600人以上もの労働者が労働災害により死亡している。他方、一度に3人以上が被災する重大災害の件数は昭和60年以降長期的には増加傾向にあり、平成15年夏以降、我が国を代表するような企業において爆発・火災による災害が頻発した。これらに対処するには、職場の危険箇所の特定及び当該危険の程度の評価とそれに基づく対策の徹底が重要である。このような企業による自律的なリスク管理を支援するための調査、分析、研究は当研究所の重要な使命のひとつである。

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、その中で研究開発投資の効果を向上させるため、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をスタートさせ、同計画で掲げた目標の達成に向けての取り組みが積極的に行われている。このような状況の下で、当研究所は、平成13年4月、国立研究所から特定独立行政法人産業安全研究所に移行し、4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16年度においても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いる。平成16年12月には、総務省政策評価・独立行政法人評価委員会の「学際的な研究を実施すると共に、行政ニーズの高い重大災害の防止対策など独法として真に担うべきものに重点化」との業務見直しの指摘を受け、平成18年度より産業安全研究所は産業医学総合研究所と統合し、役職員の身分を非公務員化することが決定され、新たな体制造りが求められている。

平成16年度の産業安全研究所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担当者の見直しを行うとともに、以下の規程類の制改定を行った。

研究活動の活性化を目的として、公平・公正な研究者評価を行うため、2年間の試行を経て、新たに研究者評価規程類を制定し、業績のポイント制に基づく研究者評価を実施した。また、所内で使用した毒劇物の管理及び廃液の処理をより適正なものとするため、関連規程類の改訂・整備を行った。

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・管理をより効率的に行うため、業務管理システムの改良を行い、業務管理や業績等の評価に活用した。

平成16年度においては、厚生労働省・他省庁・民間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」5件、「文部科学省科学技術振興調整費」4件の外部研究資金を獲得した。

受託研究に関して安研ホームページによる広報等を行うとともに、民間企業から依頼のあった1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）を求めるとし、16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。施設貸与に関して産業安全研究所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3件を行った。また、一部の研究所刊行物については有償頒布が行われ、約66万円の著作権実施料が見込まれた。

## 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16年度は企業の安全部門担当者を対象に、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17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、所内研究討論会に企業の経営者を招き、「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い、産業安全研究所への貴重な意見・要望を頂いた。

平成16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、内部研究評価会議でピアレビューを実施したうえ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る。

ア 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）

イ 仮設建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）

ウ 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）

エ 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）

オ 情報化技術を援用した中小規模掘削工事の安全化（平成16～18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維持するとともに、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13の基盤的研究領域において、31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き調査8件を含めて28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、同種災害、類似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評価会議においては、内部研究評価会議の実施状況についての意見・提言、プロジェクト研究1課題の事前評価、1課題の中間評価及び1課題の事後評価を実施し、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・活用等については、国内外の関連学会・研究集会において、135件の口頭発表及び38件の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、産業安全研究所安全資料、産業安全研究所安全ガイドを適宜発刊した。最新技術ガイドライン等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、大阪及び名古屋の3カ所で開催した。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。

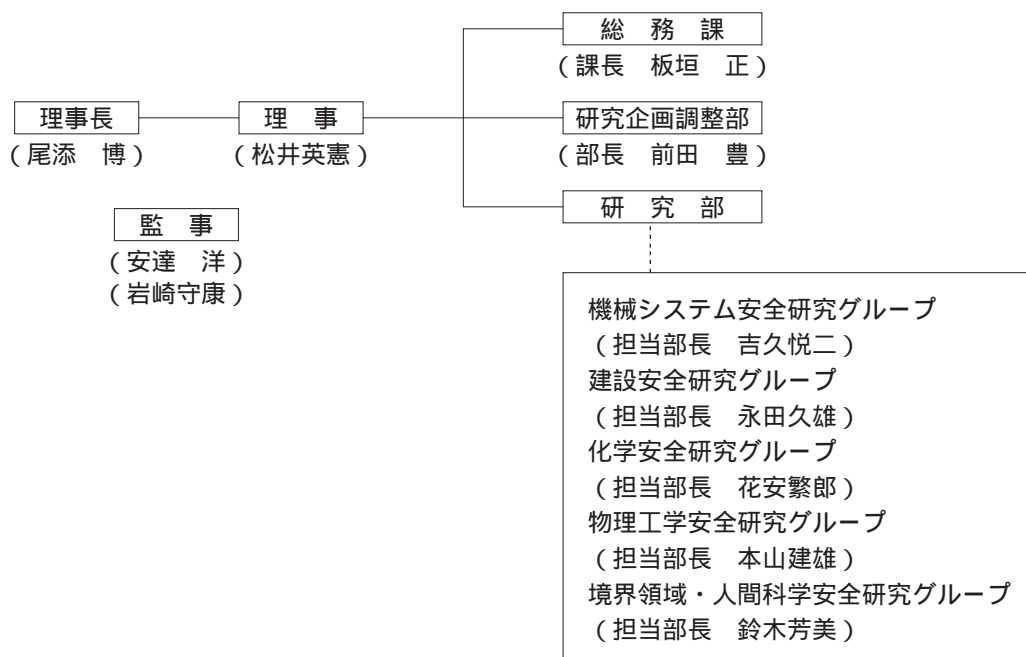
一方、知的財産の活用促進のため、研究所が所有する特許をホームページに公開するとともに5件の特許出願、特許登録5件と1件の特許実施契約を締結した。これにより平成16年度には、約74万円の特許実施収益が得られた。このほか、国内外の大学や民間企業等からの要請により、18名の外部研究員を受け入れたほか、依頼講演、技術指導及び研究員の海外派遣を行い、さらに16年度も安全工学協会との共催により、当所において、「化学物質爆発・火災危険性測定技術セミナー」を開催する等、研究者・技術者の育成にも貢献した。

また、要請により行政機関、災害防止団体や学会が主催する各種委員会等に、研究員を積極的に派遣して基準等の制改定に対し科学的貢献を行った。また、連携大学院制度に基づいて、当所と長岡技術科学大学、日本大学理工学研究科および大阪大学人間科学部との間で、教育研究協力協定が締結され、相互の研究交流の促進が図られた。

国際交流としては、当所と国際研究協力協定を締結している研究機関との研究交流促進の一環として、産業安全に関する国際シンポジウム(International Symposium on Industrial Safety 2004)を主催し、海外からの8名を含め合計95名の参加を見た。

## 1.2 組 織

(平成17年3月31日現在)



## 1.3 役 職 員

(平成17年3月31日現在)

役職別 区 分 人 数	役 員 職			研 究 職					事 務 職				合 計
	理 事 長	理 事	監 事	部 長 等	主 任 研 究 官	研 究 員	任 研 期 付 員	計	課 長	係 長	一 般 職 員	計	
	1	1	2	6	22	7	3	38	1	3	7	11	53

## 1.4 土地及び建物

(平成17年3月31日現在)

名 称	所 在 地	敷地面積 ( $m^2$ )	建物面積 ( $m^2$ )
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 15 年 度			平成 16 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	371,339	157,704	529,043	359,430	177,656	537,086
研 究 費	54,732	357,289	412,021	54,776	358,929	413,705
経 常 研 究 費	54,732	137,891	192,623	54,776	139,209	193,985
特 別 研 究 費	—	219,398	219,398	—	219,720	219,720
(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)	—	32,407	32,407	—	—	—
(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)	—	40,303	40,303	—	22,154	22,154
(仮設建造物の耐風性に関するアセス メント手法の開発)	—	46,353	46,353	—	44,555	44,555
(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)	—	44,243	44,243	—	49,653	49,653
(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)	—	56,092	56,092	—	57,956	57,956
(情報化技術を援用した中小規模掘削 工事の安全化)	—	—	—	—	45,402	45,402
施設整備費補助金	—	119,050	119,050	—	—	—
その他の経費	28,037	140,830	168,867	30,114	143,486	173,600
(小 計)	454,108	774,873	1,228,981	444,320	680,071	1,124,391
( 移 替 予 算 )	—	—	—	—	—	—
合 計	454,108	774,873	1,228,981	444,320	680,071	1,124,391

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



設 備 の 名 称

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

## 1.7 図 書

### 1) 単行本

区 分	平成15年度受入数	蔵 書 数
和 書	5 1 0	1 6 , 2 3 0
洋 書	8 0	3 , 2 5 5
計	5 9 0	1 9 , 4 8 5

### 2) 平成16年度中の購入雑誌の種類

区 分	雑誌の種類
和 雑 誌	7 1
洋 雑 誌	8 5
計	1 5 6

## 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-2004 (2005)	年 刊	9 0 0
産業安全研究所特別研究報告	NIIS-SRR-NO.29 (2004)	不 定 期	9 0 0
産業安全研究所特別研究報告	NIIS-SRR-NO.30 (2004)	不 定 期	9 0 0
産業安全研究所技術資料	NIIS-SD-NO.19 (2005)	不 定 期	7 0 0
産業安全研究所技術資料	NIIS-SD-NO.20 (2005)	不 定 期	7 0 0
産業安全研究所安全ガイド	NIIS-SG-NO.3 (2004)	不 定 期	7 0 0
産業安全研究所安全ガイド	NIIS-SG-NO.4 (2005)	不 定 期	7 0 0
産業安全研究所年報	平成15年度版	年 刊	2 , 0 0 0
安研ニュース	Vol.28, No.2~Vol.29, No.1	隔 月 刊	8 5 0

その他、研究所ホームページの更新を随時行った。また、安全技術講演会講演概要集（1000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。

## 1.9 表彰等

表彰名及び表彰内容	氏 名
平成16年秋の叙勲「瑞宝中綬章」	前 郁夫(元所長)
2004年度安全工学論文賞 「超音波振動を利用した粉じん最小着火エネルギー測定装置の開発」	崔 光 石 山 隈 瑞 樹 他 機 関 1 名
北海道大学より学位授与〔博士（工学）〕 「産業現場で発生する繰返し衝撃騒音の特性と評価に関する研究」	江 川 義 之
武蔵工業大学より学位授与〔博士（工学）〕 「不安定な支持地盤に設置された移動式クレーンの転倒危険性に関する研究」	玉 手 聡

---

## 第2章 調査及び研究業務の実施

### 2.1 平成16年度の研究課題

#### 1) プロジェクト研究

- (1) 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防止の諸対策が安全意識・行動に及ぼす影響の解明
  - ・ 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発現機序の解明
  - ・ ヒューマンエラーによる災害防止対策としての安全教育の在り方についての提言
- (2) 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）
  - ・ 機械の挟圧による人体耐性限界の評価と機械側の安全要件の解明
  - ・ 移動体追跡手法の検討及び安全性判別手法の開発
  - ・ 木材加工用機械及びショベル系掘削機を対象とした危険点近接作業用安全装置の必要要件の検討並びにローラー機用安全装置の開発
- (3) 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）
  - ・ 簡易反応模擬試験手法の開発，化学構造と侵蝕危険性との関係の解明及び混触反応生成物の分析手法と危険性評価
  - ・ 廃油類の簡易爆発危険性評価装置の改良及び引火性液体の蒸気雲の爆発危険性の解明
  - ・ 廃棄物の燃焼性状測定及び実現模爆発抑制装置の設計・試作
- (4) 仮設建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）
  - ・ 建設途上の建物・建造物の形状を考慮した風荷重の簡易算定方法の確立
  - ・ 足場補強材のモデル解析による補強方法の考案と妥当性の実験による検証
  - ・ 足場等の耐風性に影響する設計風速の評価方法の解析及び風環境下での耐風対策の提案
- (5) 情報化技術を援用した中小規模掘削工事の安全化（建設安全研究グループ，境界領域・人間科学安全研究グループ）
  - ・ 切土掘削工事現場における施工実態調査及び災害事例の調査・分析
  - ・ 斜面工事における土砂崩壊メカニズムの解明
  - ・ 地盤強度等簡易計測装置の試作及び性能試験

#### 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) 安全制御機器へのフィールドバス通信技術の適用に関する基礎的研究
- (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) 金属破断面の周期性に関する定量評価の基礎的な研究
  - c) 高温環境でのステンレス鋼溶接継手の疲労強度に関する研究
  - d) アルミニウム合金の疲労強度に及ぼすショットピーニングの影響
  - e) ボルト継手のヘルスマニタリングに関する基礎研究
- (3) クレーン等の転倒・倒壊防止（建設安全研究グループ）
  - 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
  - b) 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

- (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) 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
    - b) 落石現象の物理モデル化と衝撃圧の測定に関する研究（※）
  - (5) 仮設構造物に係る災害防止
    - a) 橋梁架設時における不安定要因に関する事例的研究（機械システム安全研究グループ，建設安全研究グループ）
    - b) ワイヤロープのグリップ強度に関する研究（機械システム安全研究グループ）
  - (6) 墜落・転倒災害の防止（建設安全研究グループ）
    - a) 作業特性を考慮した墜落防護工の安全性に関する研究
    - b) 汎用型すべり試験機を用いたつまづき評価に関する研究
  - (7) 化学物質の爆発危険性の解明（化学安全研究グループ）
    - a) 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
    - b) 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  
－次世代燃料技術開発に伴う災害防止への対応－（※）
  - (8) 化学プロセスの安全化
    - a) 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）（※）
    - b) プラントライフサイクル情報を利用した安全運転管理システム開発の実現（科学安全研究グループ）（※）
    - c) パッチプラントの製品・プロセス開発から生産・管理までを短縮する統合情報環境の開発（科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) 制御用低圧電気回路の接触不良診断方法に関する研究
    - b) 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
    - c) 200V配線推進に伴う感電災害・電気火災などの予防に関する研究（※）
  - (10) 静電気障害・災害の防止（物理工学安全研究グループ）
    - a) 噴出帯電現象における測定技術の開発
    - b) 粉体用除電器の防爆性能の検討
    - c) コロナ荷電による粉塵の放電着火エネルギーへの影響に関する研究
  - (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法に関する研究（※）
  - (13) セーフティアセスメント・マネジメント手法の高度化
    - a) 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）
    - b) 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）
    - c) 次世代安全管理のためのプロセスハザード解析支援環境の構築（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

民間企業の依頼により 1 件の受託研究を実施した。

## 2.2. 平成16年度の研究成果の概要

### 1) プロジェクト研究

#### 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- (人体耐性限界の評価と本質安全条件の分析)

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

人間への接触を前提とする協調作業用コンピュータの安全設計に当たり、リスク分析に基づいてアクチュエータ能力等の仕様を決定する必要がある。リスクの評価においては、危害の程度を見積もることが重要であるが、これに関する定量的な指標がないことがコンピュータの開発・実用化を阻害している。

そこで、機械的な危険源に対する合理的な許容基準を提案するため、人体の力学的耐性限界を調べて本質的に安全を確保できる条件を求め。今回は主に挟圧に対する人体耐性値について検討した。

### 2. リスク低減のための挟圧力の判断

人体が機械可動部に挟まれる危険性があるとき、間隙の確保によりリスク低減できないとすると、挟圧力を軽減する必要がある。安全な挟圧力の目安が示されている既存機械設備はいくつかあるが、挟圧想定条件が様々であるためそれらの基準値は75N ~ 750N とばらつき、また、ほとんど値の根拠が示されていない。協調作業用コンピュータはドア等の設備に比べて、より積極的な人体との接触が生じるため、多数の人体各部位について根拠のある許容値が求められる。

そのため、挟圧力の許容の判断として、人体の痛覚に基づく耐性限界に着目し、これを挟圧に対する本質安全条件と見なした。挟圧持続時間を制限すれば、人体組織に損傷を与えずに、挟圧解放時には組織が回復可能となる最大挟圧力を規定することができる。

### 3. 人体挟圧限界の測定

被験者の人体各部位に微速で接触プローブを押し込んでゆき、耐えられる限界までのプローブ変位とプローブにかかる力を測定する人体挟圧限界値測定システム(写真1)を開発した。装置内に立った被験者は、プローブの挟圧に耐えられなくなるとプローブ退避ボタンを押し、その時点の力が挟圧耐性限界値として記録される。退避ボタンの操作によりプローブは直ちに原点に退避するが、測定上の安全確保のため、プローブによる挟圧力の上限を予め定めるとともに、測定者もプローブ変位と力を監視しながら緊急停止を始動で

きる態勢をとった。

接触プローブの形状は、人体表面が平面でないため直径10~30mmの金属平板と球を用意し、測定部位へ垂直に当たるようにプローブ位置と繰り出し方向を調整した。また、被験者背面は固定平板により拘束されるが、その拘束状態を圧力分布として併せて測定している。

5点の測定部位について、直径10mmの平板接触プローブを用いて、プローブ変位と挟圧力を測定した例を図1に示す。図中の○印が挟圧耐性限界値を表しており、上腕の耐性値が最も低く60Nであった。この結果に従って、機械の推力を制限するとともに、許容変位(<10mm)からも機械の制動特性を規定することが可能となる。

今後、測定データを増やして挟圧耐性についての人体部位毎の指標を提案するとともに、衝撃耐性についても検討する予定である。

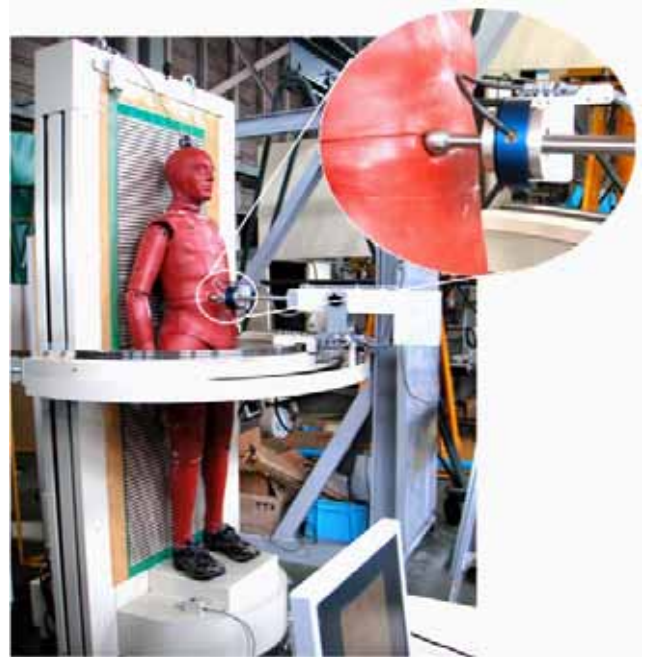


写真1 人体挟圧限界測定システム

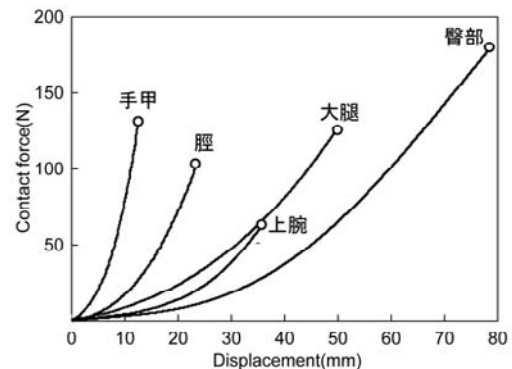


図1 接触プローブによる挟圧値測定例

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

—環境認識技術等を応用した移動体追跡手法の開発—

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

人間と機械が作業空間を共有する環境での安全確保を目的とした移動体追跡手法では、移動体の検出漏れは許されない。本稿では、検出漏れに頑健な移動体検出手法および移動体追跡実験の結果を述べる。

また、移動ロボットの新しいインターフェースとして見込まれるジェスチャ認識手法について、16年度からその安全性に関して検討を開始した。

2. 存在空間検出による移動体追跡法

移動体の存在空間とは、移動体を包含する空間を指す。本システムにおいては各全方位カメラが検出した方位角が重複する空間を指す(図1左)。三角測量の原理に基づく一般的な移動体の位置推定手法では、図1(右)に示すようにオクルージョン発生時に誤った位置を推定する可能性があるが、本手法では存在空間は移動体を確実に包含するため、危険側誤認識を生じないという特徴がある。

3. 追跡実験

図2はダミー人形とAGV(自動走行搬送車)を用いた追跡実験の様子である。図2(b)は各カメラが検出した方位角の描写であり、cam1およびcam3においてオクルージョンが発生している。この方位角情報に基づく実験結果を図2(c),(d)に示す。図2(c)は三角測量の原理に基づいた位置推定結果であり、AGVの位置検出漏れが生じている。図2(d)は存在空間の検出結果であり、人形とAGVの各存在空間が検出されている。これにより検出漏れに対する存在空間検出法の頑健性が明らかとなった。今後は本システムの性能について評価する予定である。

4. ジェスチャ認識手法の安全性

ジェスチャ認識による機械とロボット制御において、誤認識やジェスチャの個人差、設計の曖昧さが安全性に及ぼす影響を評価し、安全性を配慮したジェスチャの設計手法と認識手法の確立を目的とする。

1) 安全性評価：ジェスチャの設計手法と認識手法が系統的に確立されていない状況を踏まえ、まず、腕による静止ジェスチャに絞り、3次元空間における特徴点位置の相関性と空間距離の数値解析を行うツールを開発した。次に、多種にわたるジェスチャはジェスチャの曖昧性や認識困難の原因になる観点から、基

本ジェスチャを片腕4種類(図3)に限定し、両腕の組み合わせで構成される16種類のジェスチャ系を対象として、数値解析を行った。

2) ジェスチャ認識プログラムの試作：前述の数値解析の結果を踏まえ、移動ロボットの基本走行制御命令用として、誤認識リスクを配慮したジェスチャを設計した。また、これらジェスチャを対象とする認識プログラムを開発した。

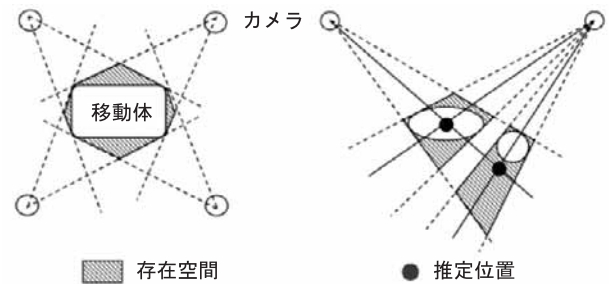


図1 存在空間(左)及び位置推定手法との違い(右)

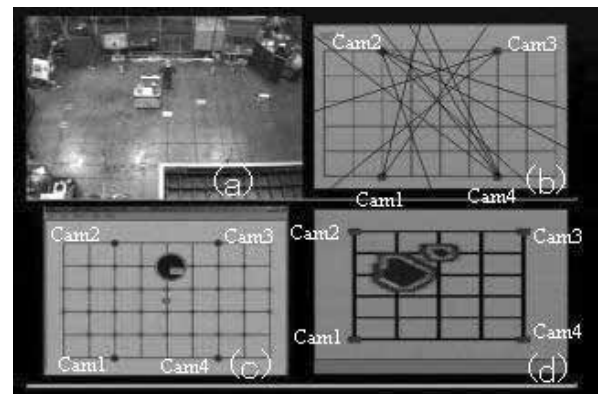
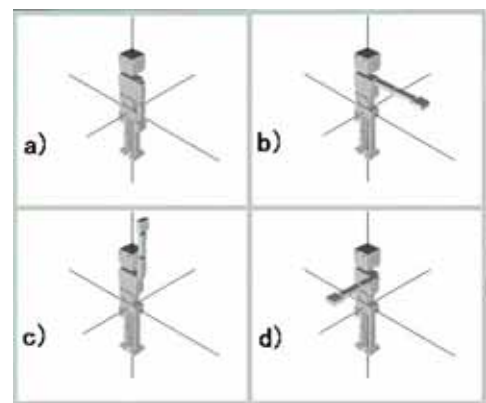


図2 ダミー人形とAGVを用いた追跡実験



a) 自然下垂 B)左 C)上 d) 前

図3 片腕(左腕)4種類の基本ジェスチャ

次年度には、ロボット開発用プラットフォームを用いたジェスチャ認識によるロボット走行制御実験を行うとともに、産業用ロボットと連動するための制御プログラムの開発、検証実験、および現場への適用に伴う諸問題について検討する予定である。

## 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 清水尚憲, 梅崎重夫

#### 1. はじめに

丸鋸盤による作業では、回転する鋸歯に近接して作業者が木材加工を行っている。このときに作業者の手指が鋸歯と接触するのを防止するために、鋸歯を覆う接触予防装置が使用されている。しかし、この装置は作業者が容易に取り外せたり、木材との隙間を容易に変更できる構造であるために、その有効性に問題があった。また、最近では、鋸歯の急停止機構も開発されているが、鋸歯の停止には相当な時間を必要とするため、その有効性に問題があった。そこで、以上の問題を解決できる鋸歯の接触予防装置を開発した。

#### 2. 開発した接触予防装置

写真1は、本装置の外観である。本装置では、手袋に装着したICタグを使用して、あらかじめ定められた安全領域（丸鋸盤のテーブル上に設置した鋸歯に接触しない領域）に作業者の手指が存在しているかを確認する。

この結果、作業者の手指が安全領域にあると確認できたときは、電磁クラッチをオンとして接触予防装置の覆い（以下「可動ガード」と呼ぶ）のロックを解除する。これにより、木材加工が可能となる。これに対し、作業者の手指が安全領域にあることが確認できないときは、電磁クラッチをオフとして可動ガードをロックする。これにより、可動ガードの隙間から手指が入らなくなるため、災害は防止できる。

図1に、本装置が設置された丸鋸盤の運転許可条件を示す。この装置は、次の特徴を持つ。

- 1) 鋸歯は、ICタグを装着した左右の手袋が定められた位置に存在するときに起動する。
- 2) 鋸歯の起動後は、手袋が所定の安全領域に存在しているときに、可動ガードの動作が可能となる。
- 3) もし、手袋の位置が所定の安全領域から逸脱したときは、電磁クラッチによって可動ガードをロックするとともに、バネの力によって可動ガードを強制的に閉じる。また、モーターの動力を遮断して鋸歯を停止する。これにより、手指が鋸歯と接触する災害を防止する。

図2は、手袋に設置したICタグの位置を検出するときに、アンテナに誘起した電圧の実測結果である。この波形パターンを識別装置で識別することで、現在手袋がどの位置に存在しているかを正確に知ることが

できる。

#### 3. おわりに

この装置では、作業中に手袋だけを安全領域に置いて素手で作業を行なった場合、手指が鋸歯と接触する危険性が残る。したがって、運転時には必ず手袋を装着するという作業者の意識的行為を必要とする。本研究では、危険点近接作業を対象として、作業者が行う安全行為（人的リスク低減方策）と、装置によってリスク低減を支援する（支援保護装置）との組み合わせによる総合的安全方策の提案と具体的な安全装置の開発を行った。

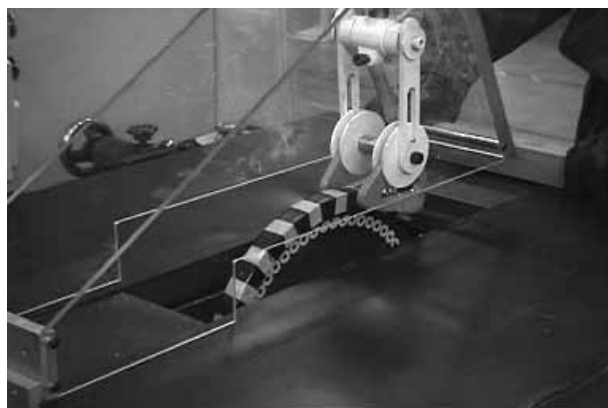


写真1. 開発した接触予防装置の外観

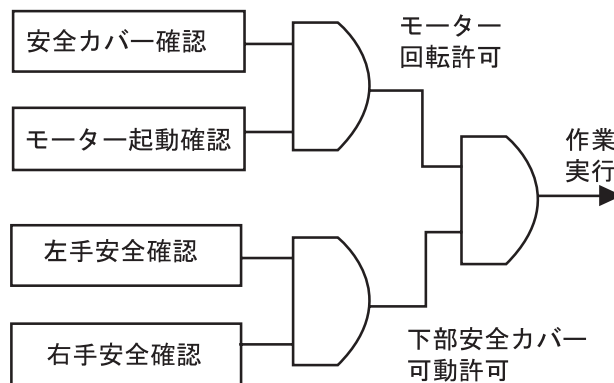


図1. 丸鋸盤の運転許可条件

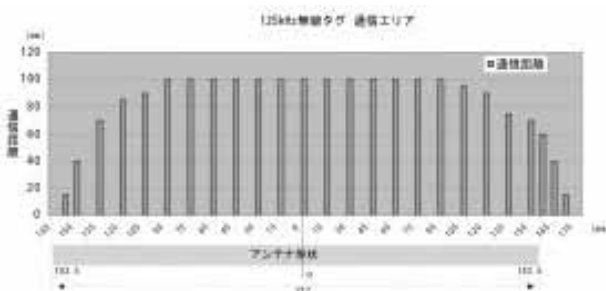


図2. ICタグの位置と誘起電圧との関係

## 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 江川義之  
高木元也  
産業医科大学 産業保健学部 庄司卓郎

#### 1. 緒言

建設業において、近年では設備災害よりも作業員の不安全行動が原因となって発生する災害の割合が多いと言われている。また過去の調査研究等を通じて、不安全行動の誘発要因や防止対策に関しては明らかにされつつある。

しかし、一方で職位によって安全や安全管理に対する意識が異なることも指摘されてきており、同じ現場内においても、安全管理に対する方針が徹底されず、それが安全対策の円滑な実施に支障をきたす可能性も考えられる。そこで作業現場における安全管理をスムーズに行うために、建設現場の安全に関する職位による意識の相違を調べるために質問紙調査を行った。

#### 2. 研究方法

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558人から回収された質問紙調査票（平成15年度実施）を用い、建設作業現場における不安全行動とその対策に関する職位による意識の相違を明らかにし、現場において有効な安全管理手法について検討を行った。

#### 3. 研究結果

事故・労働災害の誘発要因に関して、表1に示すように、所長と他の職位、特に作業員との間で大きな回答パターンの相違がみられた。所長は全体的にスコアが高く、多くの質問項目について事故や労働災害を誘

発する可能性が高いと回答している。特に「作業員の気のゆるみ」「作業員が安全規則を守らない」などの作業員の安全意識に関する項目や、「不安全行動がとがめられない現場」「所長の安全への意識が低い現場」「所長が厳しくない現場」などの所長の現場に向けた安全意識に関する項目を重視している。一方作業員は、「指示が厳格で自分のやり方でできない」「所長や管理者が口うるさい」などを事故の誘発要因としてあげており、裁量性の低い現場で災害誘発の傾向が高いと回答していた。作業員はこれまで様々な現場で作業を行ってきているが、所長の方針は現場毎に異なり、ある現場で容認されていたことも他の現場では認められないことがあり、自分が今までやってきたやり方で作業ができない「やりにくさ」について訴えていたと考えられる。

不安全行動の誘発要因に関しては、職位による差は比較的小さいが、「降雨」や「寒さ」に関しては所長と作業員の間で回答スコアに差がみられた。

不安全行動防止対策の効果に関しては、所長と作業員の差は比較的小さく、職長と現場職員の差が顕著であった。全体的に、最もスコアが高かったのは職長で、特に、職場の快適化や作業員への配慮などの効果を高く評価していた。所長や現場職員（元請スタッフ）は厳しく取り締まることを重要視しているが、職長と作業員（協力会社スタッフ）は、気分良く働ける環境作りを重視する傾向があった。

#### 4. まとめ

各項目の回答に対して、職位（所長、現場職員、職長、作業員）により回答パターンの相違が観察された。回答の相違は、特に、所長と作業員の間で大きかった。管理者側である元請の所長・現場職員と協力会社の職長は、作業や安全に関する内容について、現場で作業を行っている作業員との間の意識の相違を理解して、安全管理を進めていくことが必要と思われる。

表1 事故の誘発要因に関する質問項目の職位別平均スコアと差の検定結果（主な項目）

	所長(H)	現場職員(E)	職長(F)	作業員(W)	(H)と(W)	(E)と(W)	(F)と(W)
作業員が安全規則を守らない場合	4.76	4.40	4.34	4.23	>>		
不安全行動がとがめられない現場	4.76	4.44	4.27	4.06	>>>	>>>	
いつもやっている作業だからと油断するとき	4.00	4.30	4.17	4.06		>>	
指示された作業方法が悪い場合	4.43	4.15	4.14	3.94	>		
元請け会社の安全に対する意識が低い現場	4.38	4.26	4.05	3.90	>	>>	
新規入場者教育が十分でない現場	4.38	4.24	4.06	3.91		>>	
事故や不安全行動に対して厳しくない現場	4.38	4.18	4.08	3.76	>>	>>>	>>
工期が優先されている現場	4.00	3.95	4.02	4.06			
作業内容や手順が突然変更になった場合	4.48	4.15	3.85	3.74	>>>	>>>	
作業員間の人間関係が良好でない現場	4.24	3.87	3.85	3.70	>>		
指示や作業手順書、マニュアルが十分でない場合	4.19	3.90	3.81	3.70	>		
所長の安全への意識が低い現場	4.45	3.92	3.63	3.59	>>>	>>	
新しい現場で作業を開始した直後	4.00	3.89	3.65	3.55		>>>	
他の作業の工程を知らされていないとき	3.86	3.86	3.69	3.52		>>>	
新規入場者が多い場合	3.86	3.84	3.68	3.52		>>	
規則通りでは作業がしにくい現場	3.05	3.76	3.61	3.75	<<<		
所長が厳しくない現場	4.14	3.36	3.30	3.32	>>>		
所長や管理者が口うるさい現場	2.57	2.56	2.75	3.02		<<<	<<

不等号の向きは大小関係を示す >:p<0.10, >>および<<:p<0.05, >>>および<<<:p<0.01



## 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に開発した訓練装置について、リアリティ向上のための細部の調整を行った。また、シミュレータ等による疑似体験を通じた安全教育の手法について検討を行った。

#### 2. 訓練装置のリアリティ向上

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汎用化・小型化を図ったものであり、次世代型シミュレータのプロトタイプとしての位置づけにある。可搬性を考慮しつつも、視野角を確保するため特殊な形状のスクリーンを採用したことから、スクリーン屈曲部、および隣り合う映像の重複部分（ブレンディング部）に明るさの不均衡（写真1）や映像の歪み等が生じ、シミュレーションのリアリティを低下させる原因となることが懸念された。

こうしたことから、これらの現象の解消を含め、より高次のシミュレーションを実現するため、運転席の動揺機能と映像とのマッチング、映像の立体視化（写真2）等について、装置細部の改良・調整を行った。研究担当者らによる評価に基づき、プロジェクターからスクリーンへの提示距離の見直し、ブレンディング部の映像調整等を実施した。

これらの調整作業を経た後、最終的な機能評価を実施する予定である。

#### 3. 疑似体験による安全教育の課題

シミュレータ等の技法を取り入れた教育手法の特徴の一つには、疑似的な体験を通じ、受講者に直感的な理解を促すことが挙げられる。このような疑似体験に関しては、ダミー人形の使用や、厳しく管理された条件下での実体験等を通じて運用されている例もある。

いずれの手法の場合にも、疑似体験を通じた心理的なインパクトの強さばかりが目されると、受講者に対して「驚き」や「恐怖心」を与えることに主眼が置かれてしまい、教育の本来の目的が損なわれる可能性があることに留意しなければならない。体験そのものが忌避すべき内容に終始しては、現実の作業場面への展開が期待出来ず、危険補償行動による反作用が懸念

されるためである。

本研究において検討した結果、疑似体験による災害防止効果を高めるためには、教育・訓練内容に以下のプロセスを取り入れることが効果的であると考えられる。これを「imagination-spiral」<sup>1)</sup>として提言する。

- ①疑似体験の内容と実際の作業場面での経験・体験を結びつける
- ②現実場面で起こりうる災害の発生原因や発生過程を具体的に、詳細にイメージする
- ③災害防止のための対処方法を検討する
- ④上記①～④を自発的・継続的に行う

教育・訓練課程においては、単なる疑似体験に留まらず、これらの一連のプロセスをどの様に取り入れるかが重要である。また、これらのプロセスの実現のためには、教育における体験内容の検討、教育内容の柔軟性等に関する方法論の確立、および実際の教育を担うインストラクター等の人材育成といった課題を解決する必要がある。

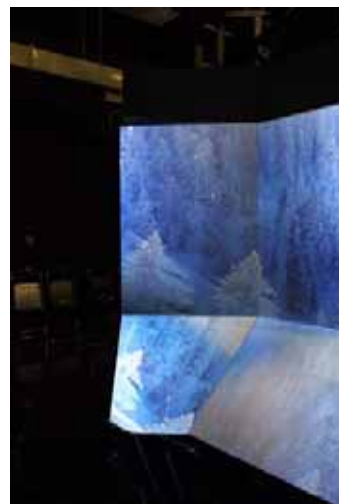


写真1 スクリーン屈曲部の明るさの不均衡



写真2 映像立体視化のためのプロジェクター

1) 中村隆宏, 労働安全教育における疑似的な危険体験の課題と展望, 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, pp.619-620

## 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  
高木元也，中村隆宏

#### 1. はじめに

建設作業現場における安全に関する情報の伝達は、朝礼・KYT・作業調整会議・安全衛生協議会・新規入場者教育などの場で行われている。そこで本年度は新規入場者教育に焦点を絞り質問紙調査を行った。建設作業現場で初めて作業を行う労働者は、現場での規則あるいは安全上の留意点に関する伝達を受けるために新規入場者教育を受講しなければならない。

この教育は、これまでの作業経験が豊富な者とそうでない者を区別せず、しかも広範な職種を対象に行われている場合が多い。

このような現状を踏まえて、より効果的な新規入場者教育のあり方を考えるために質問紙調査を行った。

#### 2. 質問紙の内容と配布状況

質問紙の内容は、工事の種類・請負金額・工期などの建築工事概要に関する設問のほか、次の4つの設問群から構成されている。

- 1) 新規入場者教育の現状について。
- 2) 教育担当者が現状の新規入場者教育に感じている問題点。
- 3) 新規入場者と労働災害の関連性について。
- 4) 新規入場者の労働災害を防止するための効果的な教育方法について。

質問紙は建設業24社の479建築現場に配布して、そのうち369の質問紙が回収され、回収率は77.0%であった。

#### 3. 調査結果

調査結果によると、新規入場者教育は次のような状況で行われていた。

1回の教育での受講者の人数は、6名(±4名)の範囲で教育が行われており、最大は45名であった。教育時間は10～19分が59%、次いで20～29分が25.3%であり、全体の91.6%は30分未満で教育が行われていた。主に実施されている教育内容について実施頻度の高い順に列挙すると、1)当該建築現場の安全管理目標(スローガン)の伝達、2)取得資格の確認、3)安全帽着用など留意事項の確認、4)立入禁止区域の伝達などであった。教育を行う場所については、施工現場内あるいは現場外の室内で行う例が88.8%であり、新規入

場者が作業を行う場所で教育を行うという回答は0.5%であった。

次に、教育担当者がこのような教育の現状を、どのように感じているか?という設問群についての回答を示す。

教育で新規入場者に教えなければならない内容量については、「ちょうど良い」が62%、「やや多い」が29.1%であり、「多い」と回答した担当者は3.3%であった。教育時間については、現状の教育時間を「ちょうど良い」と考えている担当者が65.2%あり、次いで「やや少ない」が19.2%であった。

新規入場者教育を実施することの効果があると思うか?という設問に関しては、「ある」あるいは「ややある」と答えた担当者が72.1%、「どちらとも言えない」が23.8%であり、「あまりない」あるいは「ない」という否定的な回答は4.2%であった。

新規入場者と労働災害の関連性について、新規入場者は他の作業者に比較して労働災害にあう可能性が高いと思うか?という設問に関しては、「高い」あるいは「やや高い」が58.7%、「どちらとも言えない」が33.5%、「やや低い」あるいは「低い」と回答した担当者は7.7%であった。

現状における新規入場者教育が、施工現場内あるいは現場外の室内で行われている実例が88.8%であることについては前述した通りであるが、新規入場者の労働災害を防止するための教育場所としての要因を探るため、「安全に関する教育は新規入場者が作業を行う現場で行うことに労働災害防止効果があるか?」、また「作業現場を教育の場として使用することに実現可能性がどの程度あるか?」という設問を行った。

新規入場者の教育を作業現場で行うことによる労働災害の防止効果については、「高い」あるいは「やや高い」が79.3%、「どちらとも言えない」が16.9%であり、「やや低い」あるいは「低い」と考えている担当者は3.8%であった。

一方、作業現場を教育の場として使用することについての実現可能性については、「高い」あるいは「やや高い」が30.3%、「どちらとも言えない」が18%であり、「やや低い」あるいは「低い」と考えている担当者は51.7%であった。

すなわち、新規入場者の安全教育を入場者が作業を行う現場で行うことに、教育効果があると認める担当者は約8割いるが、その実現可能性となると約5割は否定的な見解を示していることが明らかになった。

今後、作業現場での教育の実現を阻害している要因を考えていく必要がある。

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

化学安全研究グループ 藤本康弘、安藤隆之

1. はじめに

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標として、種々の観点から研究を実施している。ここではそのうち「混触危険性測定用反応模擬装置のスケール効果」、「廃化学物質の混合による反応生成物の危険性評価の研究」の2つの観点からの研究の今年度の実施状況について述べる。

2. 実施状況

2.1 混触危険性測定用反応模擬装置のスケール効果の研究

低価格な混合試験としての簡易測定手法を検討し、その手法によって不均一系を攪拌した時の粒子径の時間変化が、RC1を用いた結果と同様の関係式を用いて表されることを示した。

$$Q_r(t) = KA(t)V = \frac{K_6 \phi_0 e^{k_5 t} V}{k_1(1 + k_2 \phi_0 e^{k_5 t}) \left( \frac{\rho}{\sigma} N^2 L^3 \right)^{-r} L(1 + k_3(N_l)^{k_4})}$$

ここで検討した測定手法(以下、DRSとする)は、同型の市販の汎用フラスコ2個を使いそれらの温度の差分を測定することで反応による発熱量を測定する方法で、ジャケット温度制御の不安定性や外気温の影響、フラスコ等の器具の熱容量の影響といったものを、理論上はキャンセルできることから、高性能、高価格の部品を用いなくとも、スクリーニングに十分な精度の結果を得られることが期待される(図1)。

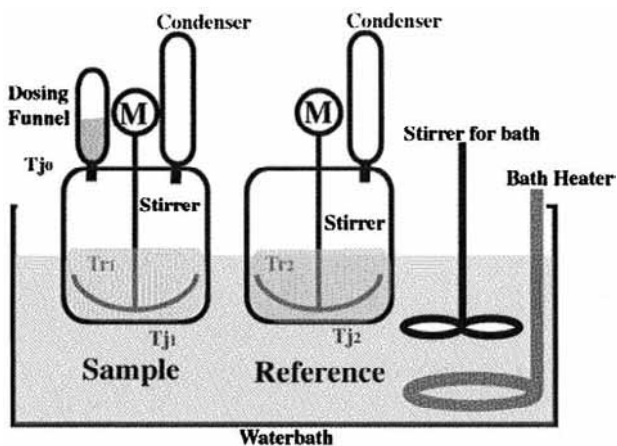


図1：DRSの模式図

今年度は、この手法を用いた場合の不均一反応の粒子径の時間変化を測定し(図2)。

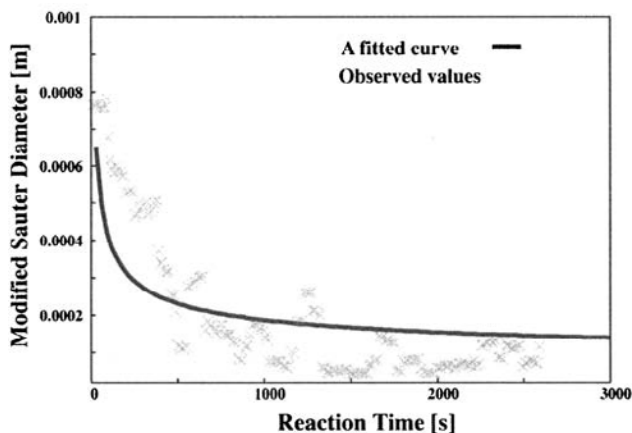


図2：DRSにおける粒子径時間変化の例

その結果とこれまでにRC1を用いて行なってきた同様の試験結果とを比較した。そして、いずれの結果も先に示した式を用いることで、その粒子径の時間変化、発熱速度を表わせることが確認できた(表1)。

Reactors	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$
RC1	0.040	4.0	41	-0.69	-10
DRS	0.011	3.9	68	-0.45	-1.1
(lit)	0.06	3.75	16	-0.53	-

表1：粒子径時間変化を示すパラメータ例

すなわち、ここで検討しDRSによって得られた測定結果とRC1を用いた場合の測定結果とは十分な相関を持っている。RC1の測定結果による危険性評価は、実際の装置での危険性評価に役立てる研究はこれまでに数多く行われており、今回の簡易試験手法(DRS)による試験結果を実際の装置の危険性評価に役立てる道筋が見えた。

2.2 廃化学物質の混合による反応生成物の危険性評価の研究

混触危険性測定用反応模擬装置から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したが、この手法を現場で利用出来る程度に簡易化するのは困難であると判断した。その後は、より現場における実用性の高い手法として、既存のガス検知管やポータブルガス検出器を組み合わせて簡易に危険性を判定するためのアルゴリズムの検討を行った。

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、本稿では窒素と酸素原子の鉄イオンに対する親和性について比較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 (Omnicol, Inc. 製) を用いて測定温度25℃で評価した。

試料は窒素と酸素を有する最も簡単な化合物ヒドロキシルアミン  $\text{NH}_2\text{OH}$  (HA) のメチル、ジメチル置換体を用いた。N-メチル体とO-メチル体の反応性を比較することによって、鉄イオンとの親和性について情報が得られると考えられる。試料水溶液はN-メチルヒドロキシルアミン塩酸塩  $\text{NHCH}_3\text{OH}\cdot\text{HCl}$  (NHACl), O-メチルヒドロキシルアミン塩酸塩  $\text{NH}_2\text{OCH}_3\cdot\text{HCl}$  (OHACl), N,N-ジメチルヒドロキシルアミン塩酸塩  $\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$  (NNHACl), N,O-ジメチルヒドロキシルアミン塩酸塩  $\text{NHCH}_3\text{OCH}_3\cdot\text{HCl}$  (NOHACl) をそれぞれ2mol/lの濃度に調整したものを1ml用いた。また、液性の影響を調べるために水酸化ナトリウムで塩基性とした同濃度の試料についても同時に調整した(それぞれNHAOH, OHAOH, NOHAOH, NNHAOH)。鉄源として硫酸アンモニウム鉄(III)12水和物  $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Fe}^{3+}$ ), ヘキサシアノ鉄(III)カリウム  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ( $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ), エチレンジアミン四酢酸鉄ナトリウム3水和物  $\text{Na}[\text{Fe}(\text{EDTA})]3\text{H}_2\text{O}$  (EDTA=エチレンジアミン-N,N,N',N'-四酢酸) ( $\text{Fe}(\text{EDTA})^-$ ) をそれぞれ0.2mmol/gの濃度に調整したものを0.1g用いた。

3. 結果

表1は置換HA水溶液と鉄化合物の混触により発生した発熱量をまとめたものである。無置換HAと同様、4種のメチル置換体は概して塩基性条件下で高い反応性を示している。さらに塩基性条件下での発熱量で比較すると、窒素上にメチル基のあるNHAOHおよびNNHAOH中で $\text{Fe}(\text{EDTA})^-$ が大きな発熱挙動を示している。すなわち立体障害のない酸素が反応点となつて鉄と相互作用していると示唆される。

$\text{Fe}(\text{EDTA})^-$ とNHAOHおよびNNHAOHの反応では、置換HA類と鉄化合物の分子比が100:1と置換HA類が大過剰での反応あること、さらに反応が数時間にわたっていることなどから $\text{Fe}(\text{EDTA})^-$ が触媒的な働きを示していることが考えられる。これは $\text{Fe}^{3+}$ が塩基性水溶液下で沈殿を生成して反応性が低下するのに対して、 $\text{Fe}(\text{EDTA})^-$ は溶存しているため安定して高い反応性を示していると考えられる。

表1 置換HAと鉄化合物による反応熱 [ J ]

酸性条件下	$\text{Fe}^{3+}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$\text{Fe}(\text{EDTA})^-$
HA[ 1 ]	3.39	2.96	2.02
NHACl	4.53	0.36	0.74
OHACl	0.26	2.50	1.01
NNHACl	0.28	1.15	0.07
NOHACl	0.20	0.03	0.18
塩基性条件下	$\text{Fe}^{3+}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$\text{Fe}(\text{EDTA})^-$
HA[ 1 ]	>238	99.1	489
-NHAOH	20.6	5.29	165
OHAOH	0.71	0.05	0.22
NNHAOH	1.70	2.29	133
NOHAOH	2.45	4.30	3.47

4. 参考文献

- [ 1 ] M.Kumasaki, Y.Fujimoto and T.Ando, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16 (2003) 507-512

## 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  
大塚輝人  
板垣晴彦

### 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、地球温暖化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ている。ところが、この処理において爆発・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は、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に分類される。リサイクル産業でいう廃油類とは、使用済み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有機系洗浄剤、有機溶剤などを指している。これらの廃油類には、多量の固形分の混入や高い粘度などの問題点があるため、従来の可燃性液体に対する爆発・火災危険性の評価試験法では正確な測定ができず、廃油類の危険性が誤って評価されてしまうことがある。

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自動引火点測定装置を試作した。

本年度は、従来法による手動で測定したデータと合致するデータが、試作した自動装置でも同様に測定されるよう不具合の修理・改良を進めた。

### 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中やスクラップ中に火災・爆発事故がたびたび発生している。これらの可燃ガス入り容器は破裂時に蒸気雲を生成して大きな災害を引き起こす危険性がある。

本年度は、可燃ガス容器の破裂実験を実施するにあたり安全上の観点から、まず水浴を用いて加熱し、破裂の状況を観察した。市販スプレー缶を加熱した場合は、一部のミニサイズの商品を除き、水温が90~96℃に上昇した時に破裂した。破裂の状況は、缶本体が裂

けることはまれで、上部のカシメ止めしてある部分が外れることがほとんどであった。つまり、破片が生じるとしてもその破片は大きく、金網で囲うことによって飛散物による被害を防止できることがわかった。また、スプレー缶のノズル部分に配管を接続し、缶内の圧力測定を試みた。図1はその結果の一例で、破裂直前の圧力は1.4MPa程度であった。

着火・爆発実験を実規模で今後実施する予定だが、スプレー缶中の可燃性液体量を容器の容量や可燃性ガスの成分量(図2)から計算すると、ガス量は最大で約80リットルとなるので直径50cm程度 of ガス球の爆発規模であると推定される。

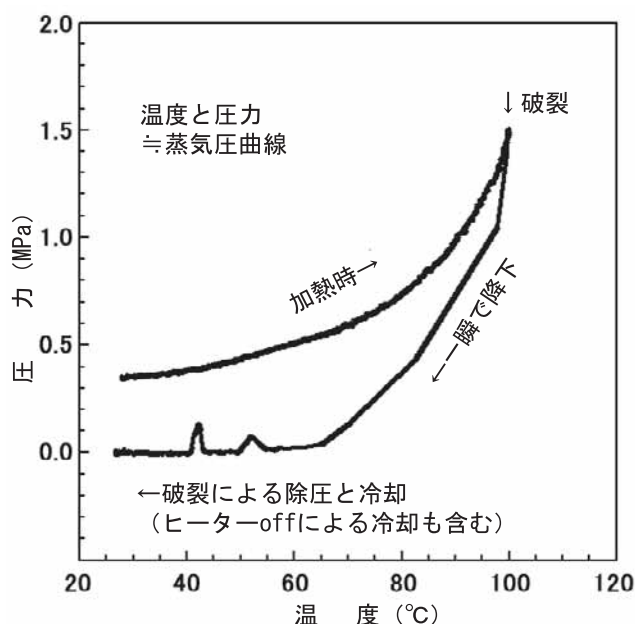


図1 スプレー缶加熱時の加熱温度と缶内圧力の推移

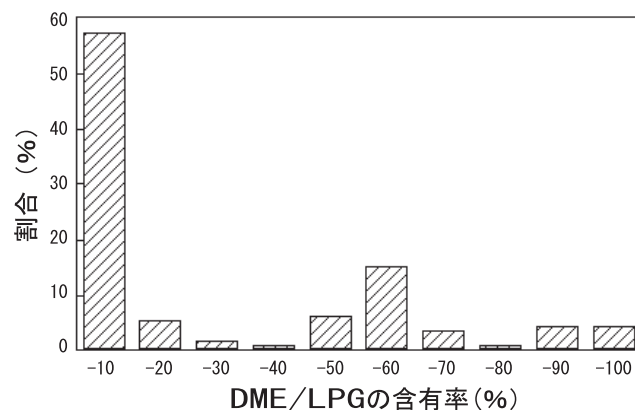


図2 ある化粧品メーカーの製品における可燃性ガス (DME/LPG)含有量の分布

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  
—粗大ごみ破砕プラントにおける実用的な爆発抑制技術の開発—  
(爆発圧力放散設備技術指針の改訂作業)

化学安全研究グループ 八島正明

## 1. はじめに

可燃性のガスや粉体を取り扱う設備では、爆発が発生しないように発火防止、不燃化などの予防対策が施されなければならないが、万が一の爆発に備え、仮に爆発しても被害が拡大しないように装置の防護、爆発抑制対策が施されることも必要である。可燃性のガス・蒸気や粉じんによる爆発災害の爆発防護対策の一つとしては、爆発の際に発生する圧力を安全に大気中放出させて装置の破壊を防ぐことができる爆発圧力放散設備があり、わが国における普及を図るため、産業安全研究所の技術指針 NIIS-TR-No.34(1998)として発行し、国内では唯一の指針として関係方面に活用されてきた。これは、全米防火協会 NFPA(National Fire Protection Association)のNFPA 68とドイツ技術者協会(Verein Deutscher Ingenieure)のVDI-3673などのガイド(1994年版)を参考に発行されたものであるが、その後、NFPAでは改訂が進み、1998年、2002年と新たな版が、VDIも2002年版が発行されており、国内外の最近の動向、多方面の産業界の意見を取り入れ、新たにTR-No.34の1998年版の改訂版の作成が急務となっている。本稿では改訂作業の現状を述べる。

## 2. 爆発圧力放散設備とは

爆発圧力放散設備では爆発放散口(開口部)を設けることになる(写真1)。これは、内部で爆発を生ずるおそれのある装置、容器、ダクトの一部に意図的に弱い部分を設け、爆発が生じたときに発生する圧力や高温の燃焼生成物などを大気中に放散させることによ



写真1 集じん機への設置例(矢印位置が爆発放散口)

り装置の破壊を防ぎ、周辺の作業員や設備に対する損傷を最小限度に止めるためのものである。図1に爆発放散口を設けた場合の爆発圧力の時間的変化を示すが、爆発放散口を設けることによって装置内の圧力上昇を抑制できることがわかる。

爆発圧力放散設備は乾燥設備だけでなく、破砕機、貯槽、ホッパー、サイロなど内部に粉体を貯蔵・保管する装置にも適宜設けられている。

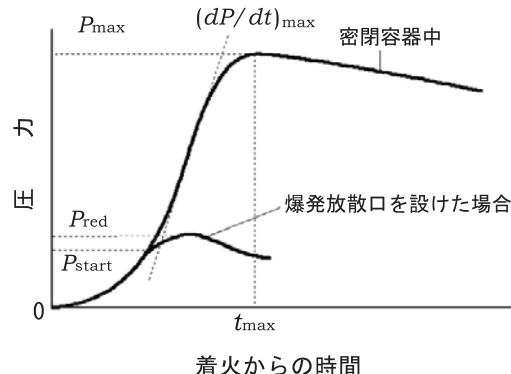


図1 爆発圧力の時間変化と爆発特性値

## 3. 改訂原案の作成

### 3.1 審議の委託

技術指針の改訂原案の作成と審議は(社)日本粉体工業技術協会に委託した。筆者も審議委員会の一員として原案作成と審議にあっている。

### 3.2 改訂を予定する主な項目

#### (1) 変更

- ・ 圧力単位をパスカル(Pa)に変更。
- ・ 適用できる内容積範囲に関して、小さいほうはそれまでの $1\text{m}^3$ から $0.1\text{m}^3$ に、大きいほうは可燃性粉じんについて、それまでの $1,000\text{m}^3$ から $10,000\text{m}^3$ に拡大。
- ・ 相当径の定義の見直し。
- ・ NFPA68(2002)に基づき、ガス爆発、粉じん爆発の放散面積の全面的な見直し。
- ・ 放散面積の導出は計算式によるもとし、ノモグラフからの導出は補助的なものとした。ただし、計算結果の確認のため、新たにノモグラフを作成。

#### (2) 追加

- ・ 圧力放散に伴う反動力の考慮。
- ・ 計算フローの図示。
- ・ 放散面積の導出の細分化。
- ・ 粉じんが局在化する場合の計算の緩和措置。
- ・ 特定の装置に対する留意事項の追加。
- ・ 計算例の追加。

## 4. 今後の予定

平成16年度審議終了、その後所内手続きを経て平成17年度前半に改訂版を発行する予定である。

## 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

### —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—

(RDF 堆積層内の燃え拡がり)

化学安全研究グループ 八島正明

#### 1. はじめに

RDF は、家庭などから出される可燃性廃棄物を原料として、数%の消石灰あるいは生石灰などを添加し、圧縮成形、押し出し成形などによって、直径1~4cm、長さ2~5cmの円筒形(ペレット)に固形化されたごみ固形化燃料のことである。ごみの再資源化技術の開発とともに、RDF は熱エネルギー(さらには電気エネルギー)を得る目的で、焼却設備、ボイラなどの燃料として使われるようになってきたが、その使用量の拡大とともに、燃焼過程だけでなく、その前段階である RDF 化製造過程や貯蔵過程においても RDF に関わる爆発や火災などの事故災害が見られるようになってきた。

本研究では、高温熱面上に RDF が堆積した場合に発火し、上方に燃え拡がる現象に着目し、燃え拡がり特性を明らかにするため、燃え拡がり挙動と堆積層内の温度変化を実験的に調べた。

#### 2. 実験方法

実験に用いた容器は、50mm厚さの断熱材(セラミック・ファイバー・ブランケット)を内径150mm、高さ350mmの円筒状に丸めたもので、これをホットプレート上に置き、その円筒内に RDF 試料を高さ300mmになるまで堆積させた(写真1)。なお、ホットプレートの上には熱面(容器円筒の底面)の温度分布均一化と燃焼熱からホットプレート本体を保護する目的で、厚さ10mmのステンレス板を敷いた。実験毎に用いた試料量は約2.6kgである。層内の温度を測定

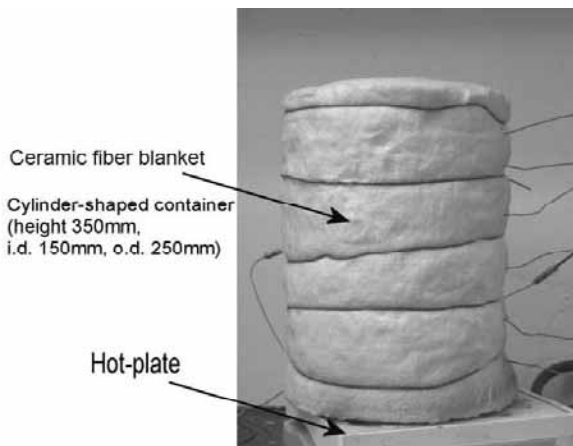


写真1 セラミックファイバー円筒容器

するため、複数の熱電対(被覆管入り、径1.6mm)を円筒容器の中心軸に沿って設置した。RDF 試料は実際に稼動中の RDF 化製造施設から入手したもので、平均直径は15mm、長さ32mm、水分割合8.6% wt、TR(JISの標準情報)の規定に合うものを用いた。

#### 3. 上方燃え拡がりの際の層内の温度変化

図1に加熱開始からの時間経過  $t$  における層内の温度変化を示す。ただし、燃え拡がりが堆積層上面に達する時間付近のみに着目し、 $t=10$ h以降を图示した。

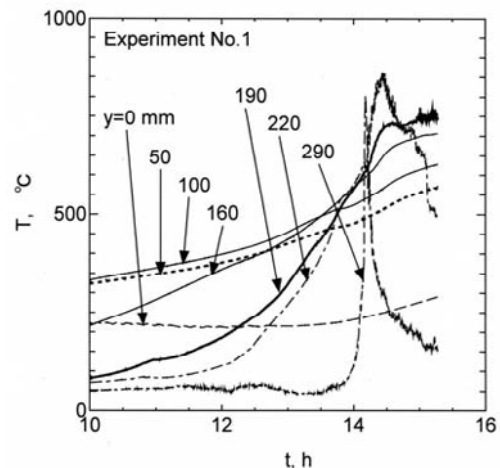


図1 時間経過に対する層内の温度変化

このときの最高温度は862°Cであった。熱が上方に伝わり、 $y=190$ と220mmの2点間について、一定温度に到達する時間から見積った結果、そこでの局所的な燃え拡がり速度は1.0mm/minであった。 $y=200$ mmよりも上方に行くに従い加速し、燃え拡がり速度は1.8mm/minであった。ここで、堆積層全体の平均燃え拡がり速度を加熱開始から $y=290$ mmの急激に温度が上昇する時間までと定義すると、0.34mm/minとなる。

層内の温度分布を調べた結果、燃焼領域は広く、燃え拡がりにおける燃焼帯の厚さが RDF 1本の長さをゆうに超えていることがわかった。すなわち、この燃え拡がりは個々の RDF が端から燃えていくのではなく、堆積層全体で見れば、個々の RDF にはよらず、ほぼ均一的に熱が伝わって燃えていることがわかった。

#### 4. まとめ

(1) 上方への平均燃え拡がり速度は0.34mm/minであった。

(2) 燃え拡がりとともに RDF が消費、堆積層が崩れると、それまでの RDF 間の隙間が大きくなり層内への上方からの空気の流入が容易になり、火炎が形成しやすくなることがわかった。火炎が形成すると、熱気流による上方への熱伝達により未燃焼 RDF の予熱に寄与するため、燃え拡がり速度が増加する。

**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**

**一切土掘削工事現場における施工実態調査および災害事例の調査・分析一**

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り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。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. 調査の対象および項目**

道路工事・土地造成等により斜面を切り取る切土掘削工事中に発生した斜面崩壊を、平成元年から平成13年の13年間について調べた。本研究では得られた162件中、詳細を把握出来た121件について、調査・分析を実施した。以下に得られた代表的な調査結果を示す。

**3. 調査結果および考察**

**(1) 発注機関別による災害発生状況**

図1は発注機関別による工事種類毎の災害件数を示したものである。工事種別では、道路工事中における災害が全体の7割近くを占めていることが分かる。次に、発注機関別について見ると、調査対象とした工事の性格上、公共工事が災害件数の大部分を占めている。特に、都道府県、市町村のような地方公共団体(以下、地方)が発注した工事による災害が、全体の約8割を占め、多くの災害が発生している。地方が発注する工事は、工事規模が小規模で絶対数が多いため、この結果だけでは災害発生確率が高いとは言えない。しかし、絶対的な災害件数が多いことは事実であり、地方が発注するいわゆる小規模工事での労働災害を抑制するこ

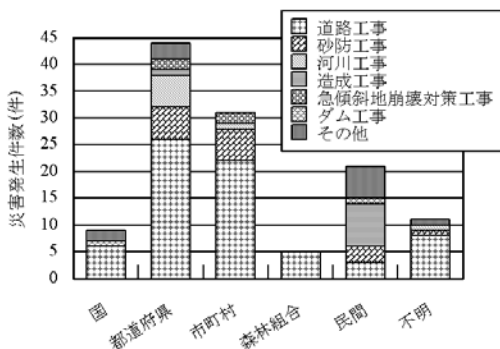


図1 発注機関別災害件数

とが、斜面崩壊による労働災害の減少に大きく寄与するものと思われる。

**(2) 被災者の属性(年齢・経験年数別分類)**

図2は死亡者の経験年数と年齢の関係を示したものである。それぞれの年齢層において20代で建設業界に従事したことが伺えるピークが存在する。55歳~64歳の階層では、上述の傾向の他に、経験年数が5年未満にもピークがあり、経験年数の浅い労働者も多く被災している特徴が見られる。

**(3) 斜面切り取り後から災害発生までの経過時間**

図3は災害件数を斜面切り取り後から災害発生までの経過日数について分類したものである。斜面の切り取り後3日以内での災害件数が25件と不明分(28件)を除くと全体の3割弱で最も多かった。これは、切土掘削後に法面付近で労働者が擁壁工設置などの何らかの作業をしていることが多いためと思慮される。しかし、それ以降の災害件数も多く、切り取り後50日以降でも16件の災害が発生している。一般に、地山掘削により切土法面の強度は、掘削時の重機や発破による乱れ、応力解放による吸水膨張、そして風化作用により時間とともに低下する。このようなことから、切土掘削中の斜面の点検はもとより、切り取り後の斜面について、その変化を注視することが、安全管理上重要であろう。

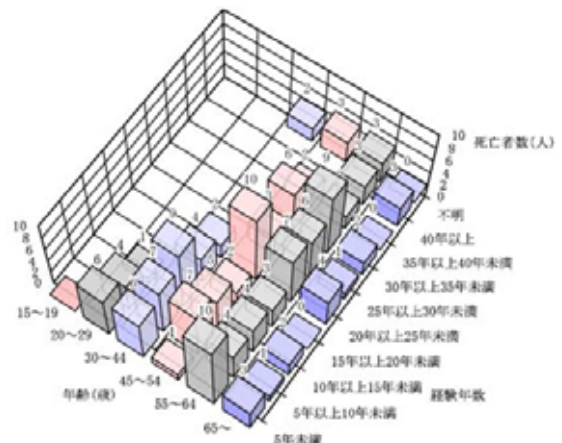


図2 被災者の経験年数と年齢層の関係

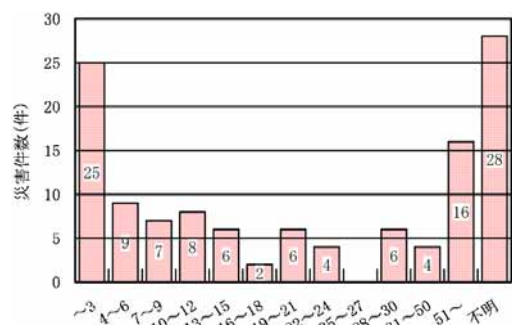


図3 法面掘削後災害発生までの経過日数



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

一斜面工事における土砂崩壊メカニズムの解明一  
(切土斜面の崩壊メカニズムの解明)

建設安全研究グループ 伊藤和也, 豊澤康男, 玉手聡  
研究企画調整部 堀井宣幸  
重点支援協力員 Tamrakar S. B., 有木高明

1. はじめに

道路拡張工事や急傾斜地対策工事では既存斜面よりその勾配を急にし、そこに重力壁などの対策工を設置して最終的な安定性を向上させるケースが多く見られる。しかし、施工時には斜面が急勾配となり、さらに法尻を掘削する施工が行われているため、非常に不安定な状況となっている。特に、労働災害に関わる斜面崩壊は斜面の掘削時や急勾配となった斜面近傍での作業時に多く発生していることから、何らかの対策が必要だと考えられる。そこで、本研究は斜面を急勾配に切り取る切土掘削工事が法面安定性に与える影響およびその崩壊メカニズムについて、遠心模型実験により検討を行った。

2. 実験方法

実験は災害現場近傍から採取した火山灰砂を用いて50Gの遠心加速度場にて行った。斜面概略ならびに掘削パターンを図1に示す。3種類の荷重圧力にて圧縮した地盤を用いて表1のような計4ケースの実験を行った。ここで、水平掘削とは法先と同じ水平の高さまで掘削を行うことを言い、床掘りとはそれより深く掘削を行うことを言う。計測は、接触型変位計を用いて図1に示す位置の鉛直変位を計測した。以下に示す結果は全て実地盤換算にて表記する。

3. 実験結果

崩壊時点の掘削範囲を表1に示す。荷重圧力の違いにより、掘削範囲が異なり、荷重圧力が高い場合が最も掘削することができた。ケース2と3を比較すると、荷重圧力が同じ(150kPa)であっても、掘削工程の違いにより掘削可能領域が異なった。崩壊に影響する土量は先に床掘りした場合、多くなる。しかし、それに抵抗するすべり面の長さは両者共それほど変わらない。このことにより、先に床掘りを行うケース3は崩壊の滑動力が大きくなり、後に床掘りを行うケース2よりも早く崩壊に至ったものと考えられる。崩壊後の法面形状を図2に示す。これらの図には、崩壊前の法面形状・すべり形状・テンションクラックを書き入れてある。両者ともすべり形状は円弧状であった。

図3はケース3における崩壊直前の法肩部V1地点

の挙動を示したものである。斎藤によれば斜面の変位について、経時変化図を作成することにより定速度変位の2次クリープと変位が加速して崩壊に至る3次クリープに区分することが出来る<sup>1)</sup>。本実験でも同様の傾向を見ることが出来た。このことは、切土掘削工事中に何らかの計測を行うことにより、崩壊を事前に予測できる可能性を示唆している。

参考文献

- 1) 斎藤迪孝：斜面崩壊発生時期の予知，土と基礎，Vol. 17, No. 2, pp. 29-38, 1969.

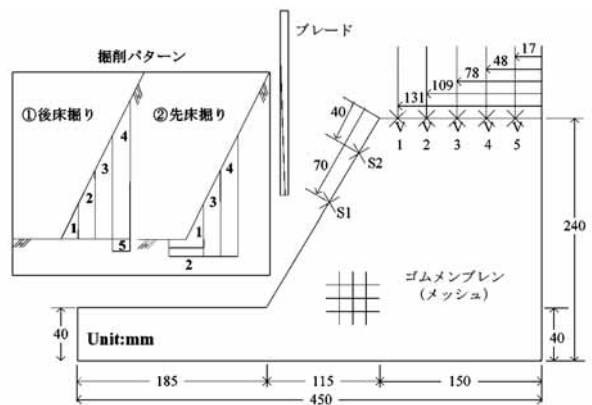
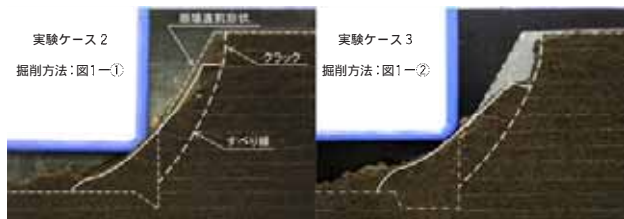


図1 実験概略図と掘削パターン

表1 実験ケースおよび崩壊時の幅・高さ

ケース	荷重圧力 (kPa)	掘削方法	掘削パターン	崩壊時(実物換算)	
				幅 (m)	高さ (m)
1	100	水平掘削	図1-①	0.9	1.4
2	150	水平掘削+床掘り	図1-①	1.9	4.0
3	150	水平掘削+床掘り	図1-②	1.3	3.0
4	200	水平掘削+床掘り	図1-①	2.35	4.5



(a) ケース2 (b) ケース3  
図2 崩壊後の法面形状

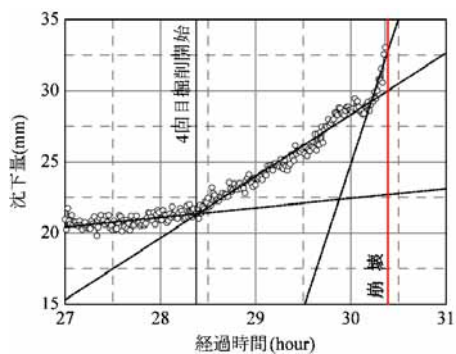


図3 ケース3における崩壊時の変形挙動

# 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

## 一斜面工事における土砂崩壊メカニズムの解明— (引張り強度の測定および影響因子について)

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

### 1. はじめに

斜面の切取り工事などで発生した崩壊災害現場において、すべり面を観察すると、そのすべり面上部ではすべりによる崩壊ではなく「はく離」した表面が観察されることが多い。これは、斜面の法肩において引張りクラックが発生し、それに起因して斜面が崩壊していることを示していると考えられる。このような崩壊メカニズムを解明するためには、地盤の引張り強度をより正確に測定し、その影響を評価する必要がある。そこで本研究は、土の引張り強度を直接測定するために新しく開発した試験装置を用いて、粘性土の引張り強度を測定し、それらと一軸圧縮強度と比較した。さらに、引張り速度及び試料厚さが引張り強度に与える影響を調べた。

### 2. 実験概要

粘性土である①飽和 NSF-clay 及び②混合試料（木伏粘土：石英シルト＝1：1）を液性限界の1.5倍の含水比となるように蒸留水と攪拌混合し、予圧密容器においてそれぞれ100, 200, 300kPa で圧密した。その後、それらを引張り試験装置のモールドに挿入し、当該装置のモールドの半分を引張り、その引張り力を測定した。なお、同試料について一軸圧縮試験も行いそれらの比較を行った。

上記装置を用いた引張り試験において、引張り速度を0.09, 0.174, 0.342, 0.882, 1.746mm/min と変化させるとともにモールドの中の試料の厚さを1.25, 2.5, 3.75, 5mmと変化させた。この試験の試料には、それぞれ①不飽和の関東ローム及び②不飽和 NSF-clay と豊浦砂の混合試料(75:25)を締め固めたものを使用した。

### 3. 実験結果

表1に①飽和 NSF-clay と②混合試料（木節粘土と石英シルト）について測定した引張り強度  $q_t$  と一軸圧縮強度  $q_u$  の関係を示す。一軸圧縮強度と引張り強度の比 ( $q_u/q_t$ ) はそれぞれ約3と約4であった。不飽和の関東ロームの場合はこの比は12.5であったことから、飽和試料の場合  $q_u/q_t$  の比が小さく、不飽和の場合は高くなるのが分かる。

引張り速度と引張り強度の関係を図1に示す。引張り速度が0.342mm/minの時に引張り強度は一番低く

なった。それより速度が遅くても速くても引張り強度が高くなった。サクシオンが影響しているものと考えられるが、詳細は今後の研究課題である。

当該引張り試験装置のモールド深さは5 cmである。図2は、その中に入れる締め固めた試料の厚さを変えて試験を行った結果を示したものである。試料厚さが薄くなると引張り強度が大きくなるのが分かる。これは、試料厚さが変わることによって、試料の中心と張力がかかる位置にずれが生じることによってモーメントが働く可能性があり、その影響で試料の厚さが薄いものほど引張り強度が大きくなったものと考えられる。従って、当該試験を行う場合は試料の中心位置に引張り力を作用させる必要がある。

### 4. まとめ

(1)新しく開発した引張り試験装置を用いて、飽和 NSF-clay および飽和の混合試料（木伏粘土：石英シルト＝1：1）の引張り強度を計測した。その結果、それぞれ  $q_u/q_t$  の比が約3, 約4となった。

(2)引張り強度は引張り速度に依存し、速度約0.35mm/minで一番低い値を示し、それより速度が遅くても速くても引張り強度が大きくなった。

表1 引張り強度 $q_t$ と一軸圧縮強度 $q_u$ の関係

予圧 (kPa)	$q_u$ (kPa)	$q_t$ (kPa)	$q_u/q_t$
NSF-clay			
100	29.88	8.68	3.44
200	52.8	21.31	2.48
300	73.12	26	2.81
木伏粘土：石英シルト			
100	43.13	11.35	3.80
200	122.89	29.34	4.19
300	135.46	33.82	4.01

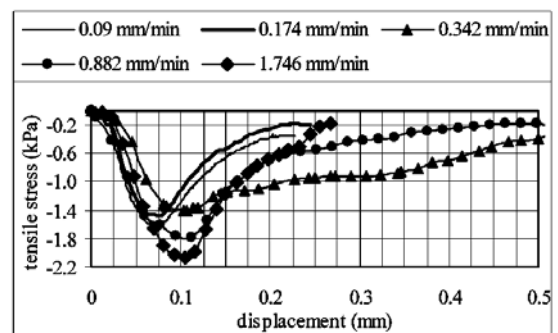


図1 引張り速度と引張り強度 $q_t$ の関係

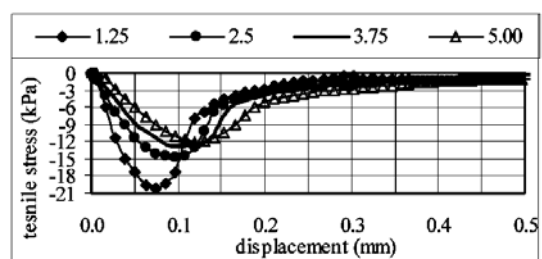


図2 試料厚さと引張り強度 $q_t$ の関係

## 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

### 一斜面工事における土砂崩壊メカニズムの解明— (法面保護工の維持補修時における斜面安定性)

建設安全研究グループ 伊藤和也, 豊澤康男  
研究企画調整部 堀井宣幸  
重点支援協力員 Tamrakar S. B.

#### 1. はじめに

高度経済成長期に風化・浸食・落石防止の為に斜面に多く施工された法面保護工は、施工から既に数十年が経過しており、老朽化により維持・補修を行う必要がある。このような老朽化した法面では、吹付け面背後の岩盤が経年経過による風化・劣化により砂礫化している場合があり、斜面は不安定化している可能性がある。このような法面の補修・改修工事において、既設法面の撤去が起因となり斜面全体が崩壊し法面にて作業をしている労働者が被災する事故が報告されている。

本研究は、モルタル吹付け面背後に風化岩盤がある老朽化モルタル吹付け法面の維持・補修時における斜面崩壊について、崩壊メカニズムやその主要な要因を求めるために遠心模型実験を行った。

#### 2. 実験方法

実験には、図1に示すような法面保護工を施した斜面の代表的な断面を図2のようにモデル化した。一般的にモルタル吹付け斜面の改修工事では、既設吹付け面を小割り(50cm×50cm程度に細かくすること)・撤去した後、新たに岩盤にモルタルを吹付けることにより法面を保護する。本実験では、遠心加速度場にて上記のような工程を再現できるようなシステムを開発した。実験はモルタル吹付けが健全な場合と補修工事中の状況を再現したケースを行った。その際の地盤変形を側面から CCD カメラ(30万画素)により観察した。

#### 3. 調査結果

図3は小割りの工程を再現した際の崩壊状況を示したものである。下から5番目の小割部分の孕み出しとともに突然崩壊した。その際、下部の小割は風化砂礫とともに崩壊し、上部の小割は一枚板のように滑落するような形状となった。労働災害事例の崩壊形状もほぼ同様であることから、モルタル吹付け面の維持補修工事中の斜面崩壊のメカニズムとしては、背面側の風化砂礫の土圧に抵抗していたモルタル吹付け面が補修工事中の小割り作業により弱体化し、突然崩壊に至るものと考えられる。特に、斜面下層部については大きな土圧が働くことから、補修工事の際にはモルタル背

面側の状態を確認することが必要だと言える。なお、健全なケースでは崩壊に至らなかった。

#### 4. まとめ

(1)モルタル背面の岩盤が風化している場合、小割り作業はモルタル吹付け面を弱体化させ、モルタル背面の風化土砂を伴った急激な崩壊が起きる可能性がある。

(2)これらの崩壊は、モルタル吹付け面下層部が孕み出し、突然崩壊するため、補修工事の際にはモルタル背面の状態を確認することが必要だと言える。

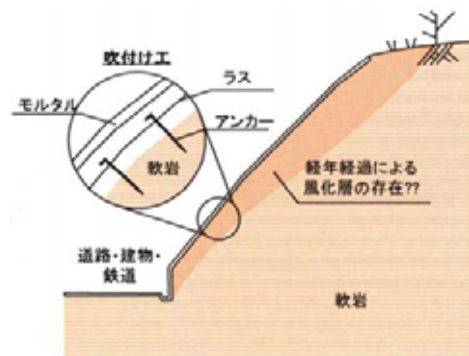


図1 想定した吹付け斜面

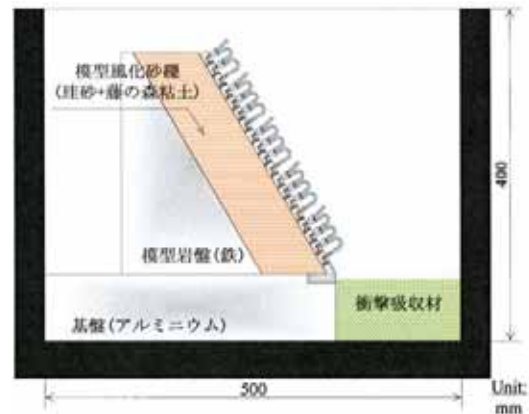


図2 実験装置概略図



図3 小割りケースでの崩壊状況

**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**

**一崩壊危険性判定基準の検討と画像情報等を用いた地盤計測技術の開発一**

建設安全研究グループ 豊澤康男, 伊藤和也  
境界領域・人間科学研究グループ 濱島京子, 呂建  
重点支援協力員 Tamrakar S. B., 石原浩二  
大成基礎設計(株) 武山峰典, 篠川俊夫, 小久保達生

**1. はじめに**

道路拡張工事や急傾斜地対策工事では重力壁などの対策工を設置して最終的な安定性を向上させるケースが多く見られる。しかし、施工時には法面が急勾配となり、法尻を掘削する施工が行われているため、斜面が崩壊し労働災害となる場合が多い。斜面崩壊災害の原因としては、施工時における斜面崩壊の危険性に対する認識が不十分であること、計測施工（計測に基づき危険性を予測しながら工事を進めること）が実施されていないことなど安全な施工法が採用されていないことが挙げられる。これらの背景には、中小規模工事に対応した労働災害防止技術の開発の立ち後れや、経費に余裕のない中小規模工事においても利用可能な情報化技術を援用した安全で信頼性の高い施工法に関する知見が十分整備されていないことがある。こうした災害を減少させるためには、点や線だけでなく画像による地盤情報等を用いて計測し的確な判断基準によって崩壊の可能性を予知することや、現在の計測器よりも廉価で経費に余裕のない中小規模工事にて利用可能な計測施工に関する技術開発が不可欠である。

本研究はその第一段階として、重力場において様々な強度の斜面を作成し、斜面崩壊直前の変形状況等の計測を行うことにより、事前崩壊予知の可能性について検討を行った。

**2. 実験方法**

図1に示すような寸法の中型土槽を使用して行った。実験は、段階的に法尻部を掘削することにより斜面を不安定化させ、崩壊に至るまでの変形挙動の計測を行った。ここで、計測箇所は図1に示す斜面上6箇所（レーザー変位計）、法肩部の水平変位（レーザー変位計）、および法肩部の鉛直変位（LVDT）である。

**3. 実験結果**

図2は各場所の変位計時刻歴を示したものである。法尻を掘削する各段階において微小ながら変位が発生している状況が確認できた。本実験事例では第7次掘削が終了しているのに拘わらず変形が収束せず、掘削終了から約210秒後に、部分的な斜面崩壊に至った

(図3(a))。災害事例においても、斜面内での崩壊は多く発生しており、このように局部的に急激な崩壊に至る形態の斜面崩壊についても、計測を行うことにより事前に兆候を得ることが出来た。この後第10次掘削中に急激に変形し、全体崩壊に至った(図3(b))。以上のような、一連の重力場実験により、斜面崩壊感知センサーの開発のための基礎的なデータの蓄積が行えた。今後は、崩壊判定基準等の検討を行い、より廉価な装置の開発を行う予定である。

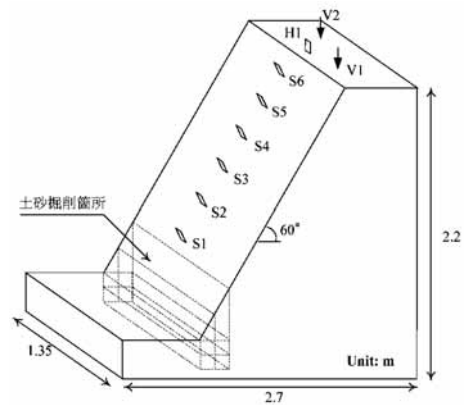


図1 実験土槽概略図

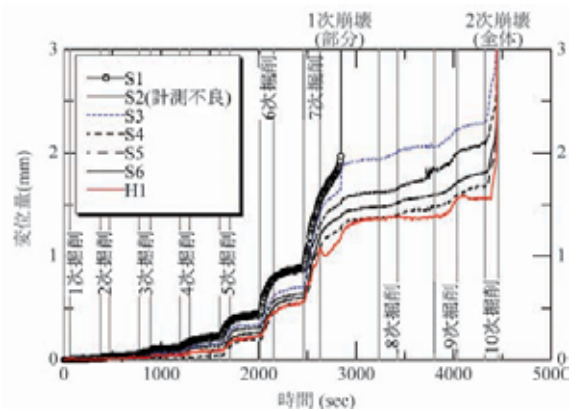
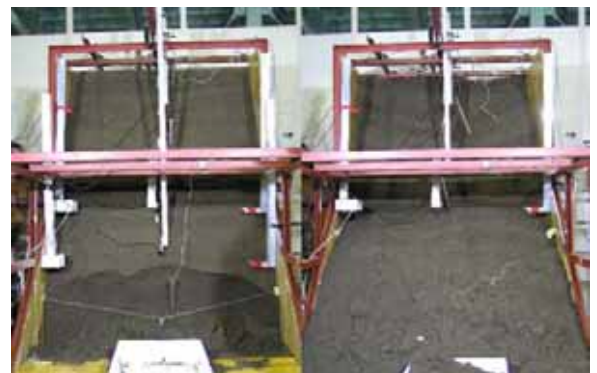


図2 各場所の変位計時刻歴



(a)1次(部分)崩壊 (b)2次(全体)崩壊

図3 崩壊状況

## 仮設構造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発 —建設途上の建物・構造物の形状などを考慮した風荷重 の実用式の確立—（壁つなぎに作用する風荷重の実測調査）

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 齋藤耕一

### 1. はじめに

強風による足場の倒壊災害を防止するため、これまでに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きた。風洞実験においては、剛体モデルを用いて足場に作用する風圧力を測定し、その分布を調べてきた。しかし、実際の足場の倒壊を考えると、足場と建物をつなぐ壁つなぎの破壊による倒壊が多く見られるため、壁つなぎに作用する荷重についても検討する必要がある。このため、当研究所内の建物の外壁に沿って足場を併設し、実測調査を行っている。

本報では、足場と建物の間にロードセルを介して壁つなぎを取り付けることにより、強風時に壁つなぎに作用する荷重を実測調査した結果について報告する。

### 2. 壁つなぎに作用する荷重の実測方法

壁つなぎは、実測調査を行っている足場の2層2スパン毎に12本取り付け、これらの壁つなぎに作用する軸力を測定することとした。写真1に、足場と建物、および壁つなぎの取り付け部分の拡大写真を示す。写真1に示すように、まず建物側にロードセルを取り付け、次に足場の支柱に壁つなぎをクランプで取り付けた。その後、無風状態においてロードセルに荷重が作用しないように長さ調節材を調整しながら、壁つなぎとロードセルとを接続した。

壁つなぎに作用する荷重の測定は、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た。

### 3. 実測調査の結果と考察

図1は、平成15年11月末から平成16年8月末までの期間で、足場を建物外壁に押し付ける方向の荷重、すなわち壁つなぎに圧縮力が作用した場合において最大値が現れた時の荷重分布で、この場合の荷重方向を正とした（風速18.9 m/s）。一方、図2はその逆に、足場を外壁から引き倒す方向の荷重、すなわち壁つなぎに引張力が作用した場合において、負の最大値が現れた時の荷重分布を示す（風速16.8 m/s）。図1および図2より、正負とも、最上段に非常に大きな荷重が作用している。また、負の最大値が現れた場合には、中段、下段とも正の場合と比較して比較的小さな荷重となっている。これは、足場の最上段1層分は建物から

突き出しているため上段の壁つなぎに作用する負の荷重は大きくなったが、中段、下段は建物の影となりほとんど風荷重が作用しないためである。全体的に考えると、足場設置時のガタ等の影響により壁つなぎ間における荷重のばらつきが大きく、特定の壁つなぎに荷重が集中していることが明らかとなった。



写真1 足場、建物、壁つなぎの取り付け部分

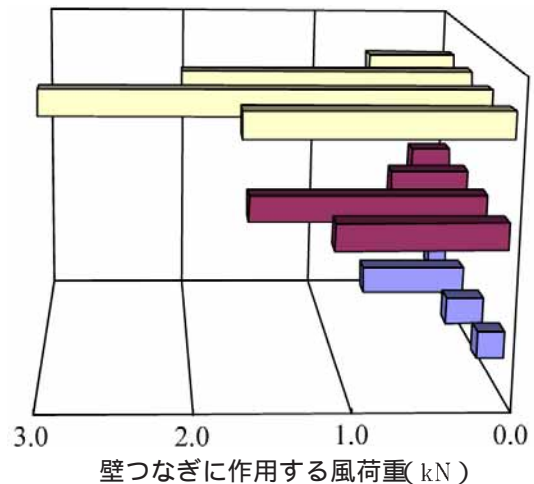


図1 壁つなぎに作用する荷重分布（正の最大）

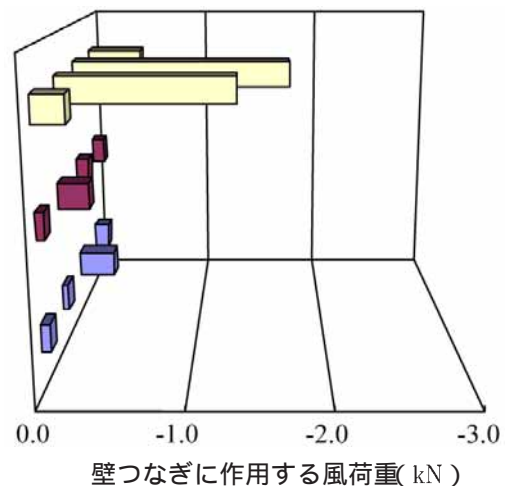


図2 壁つなぎに作用する荷重分布（負の最大）

# 建設途上の建物・構造物の形状などを考慮した風荷重の実用式の確立 —開口部付近の風圧係数の検討—

建設安全研究グループ 日野泰道, 大幡勝利, 高梨成次

## 1. はじめに

本研究は、建設途上の建築構造物の外壁部に見られる開口部が、建設用足場に作用する風圧力に及ぼす影響について風洞実験により検討を行ったものである。実験では中層建物に防音パネル付きの足場が併設された状態を想定した。試験体は風洞の断面寸法や風路内の気流の生成状況を考慮して、1/150スケールのモデルを用いた。図1に実験諸元を示す。

## 2. 実験方法

実験は、地表面粗度区分としてレベルIV相当の乱流を作成して行った。本実験での計測項目は、風洞内における平均風速と足場の正面側および背面側に作用する風圧力である。アクリルを用いて製作した足場模型に圧力計測用のビニールチューブを挿入し、多点圧力計により計測を行った。

## 3. 実験結果と検討結果のまとめ

風洞実験により得られた足場各部に作用する風圧力をもとに、開口部の影響を客観的に比較できるように、それらを無次元化したもの（風圧係数：足場各部の風圧力を風洞内の基準風圧で除したものを）を図2(a)～(c)に示す。図2(a)より、足場正面側に作用する風圧力は、建設途上の建築構造物の外壁の開口部の存在にほとんど影響を受けず、各座標位置で等しい値となること、そして足場背面側に、その影響が顕著に現れることが図2(b)よりわかる。また足場に作用する風圧力（正面圧と背面圧の和）の絶対値は、足場を建物側へ押し付ける力（図2の正側）では開口部のない場合、足場を建物から引き離す力（図2の負側）では、開口部を有する場合で大きくなるのがわかる。さらにこの傾向は、足場の設置状況の違いに拘らず、I-model, L-model, O-modelでも等しく観察することができた。

したがって足場に作用する風圧力は、建設建物の外壁の開口部の影響として背面圧にのみ生じ、特に足場を建物から引き離す力（負側）が、当該開口部の影響を考慮しない場合と比較して大きくなる可能性があると言える。なお、図3には足場全体に作用する風荷重の無次元量（抗力係数）の関係を示しているが、いずれのケースにおいても開口部がある場合とない場合でほぼ等しい抗力係数となっていることがわかる。これらのことから、外壁の開口部の影響は、足場全体ではなく局所的に発生することが分かる。

## 4. まとめ

以上の検討から、開口部の影響を受ける局所的な箇所を特定し、このような引張荷重の増大分が負担可能な壁つなぎ、および固定用アンカーを設計・使用・施工することが、足場の耐風安全性を確保する上で必要であることが明らかとなった。

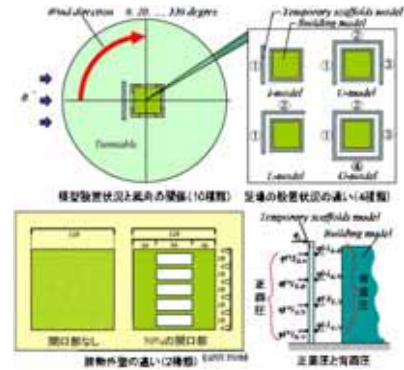


図1. 実験概要

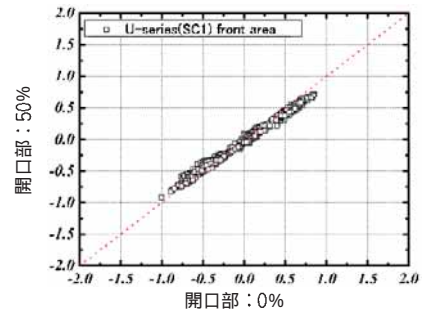


図2(a). 正面圧の比較

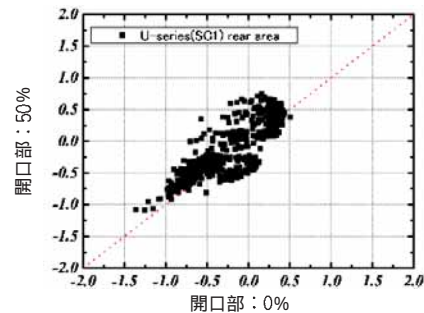


図2(b). 背面圧の比較

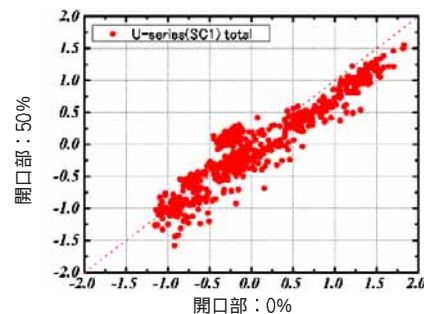


図2(c). 総圧の比較

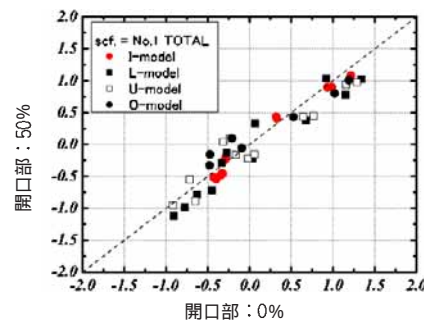


図3. 抗力係数の比較(足場①)

## 補強材の施工誤差による仮設構造物の倒壊危険性の説明および補強方法の開発

### —補強材のクランプ部締め付けトルクが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 大嶋勝利

#### 1. はじめに

これまでに、補強材の設置角度や建物側の取り付け金具の埋め込み深さが、補強材の強度特性に及ぼす影響について調べてきた。本報では、補強材を足場の建柱等に連結させるクランプの締め付けトルクが、補強材の強度に及ぼす影響を定量的に調べることを目的に実験を実施したので報告する。

#### 2. 実験概要

足場側クランプ部分の締め付けトルクによる影響を調べる実験において、補強材の設置角度を2.5度及び5.0度とし、補強材の支点間距離は400mmとした。

構造規格では、補強材の強度を測定する場合における締め付けトルクを $350\text{kg}\cdot\text{cm}$  ( $34.3\text{N}\cdot\text{m}$ )としている。実験では、締め付けトルクの選定には、熟練工による工作物から抜き取り検査によって得られたトルク値を参考に $25\text{N}\cdot\text{m}$  から $45\text{N}\cdot\text{m}$  までとした。

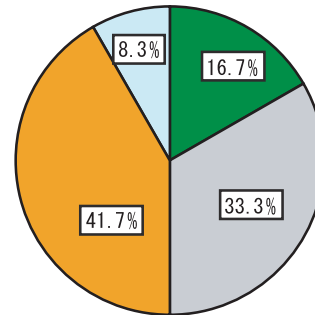
図1に締め付けトルクの抜き取り検査結果を示す。抜き取り検査の他に、個別に締め付けトルクの調査を行ったところ、比較的経験が浅い作業員は、過剰に締め付ける傾向にあり、作業性が悪い箇所においては、締め付けトルク不足となる傾向が確認された。

#### 3. 実験結果

補強材の設置角度を2.5度とした場合における荷重-変形曲線を図2に示す。締め付けトルクが $45\text{N}\cdot\text{m}$ とした場合のみ、他の締め付けトルク値の場合よりも約20%大きな値を示した。その他の $25\text{N}\cdot\text{m}$  から $40\text{N}\cdot\text{m}$ の締め付けトルクに関しては、酷似した荷重-変形特性を示しており、最大強度に関しても6%以内の差となった。図3に、補強材の設置角度を5度とした場合の荷重-変形曲線を示す。この場合には、締め付けトルクを $45\text{N}\cdot\text{m}$ とした場合の強度が最も小さく、 $35\text{N}\cdot\text{m}$ の場合に比べ約10%の強度低下が確認された。しかしながら、本実験で確認した一般的な締め付けトルクの範囲においては、補強材として必要とされる強度である $8.83\text{kN}$ を十分に上回っていることが確認できた。また、クランプ部の締め付けトルクが補強材の強度に及ぼす影響は、補強材の設置角度や取り付け金具の埋め込み深さの影響に比べ小さいことがわかった。



写真1 補強材



■ 25-30N・m □ 30-35N・m  
■ 35-40N・m □ 40-45N・m

図1 クランプの締め付けトルクの割合

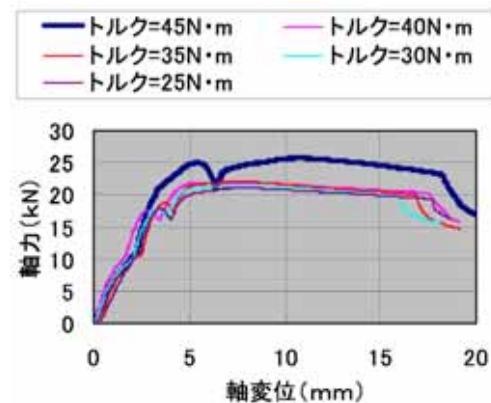


図2 クランプの締め付けトルクと最大強度の関係  
(補強材の設置角度：2.5度)

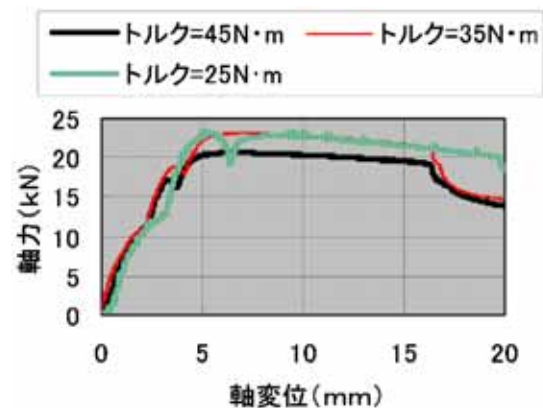


図3 クランプの締め付けトルクと最大強度の関係  
(補強材の設置角度：5度)

**補強材の施工誤差による仮設構造物の倒壊危険性の解明および補強方法の開発**

**一床付き布枠による荷重の伝達特性一**

建設安全研究グループ 高梨成次 大幡勝利

**1. はじめに**

これまでに、補強材の施工誤差によって、補強材を含んだ足場全体の剛性に不均衡が生ずれば、ある特定部位に応力が集中し、設計荷重以上の荷重が作用する可能性が高くなることを指摘した。本報では、床付き布わくの設置状況を変動因子として、外力が補強材に伝達される特性を実験によって確認したので報告する。

**2. 実験装置及び実験概要**

実験装置の概念図を図1に示す。補強材は図1のように配置し、水平度及び足場との垂直度に留意して取り付けた。外力は、評価を簡素化する目的で、図1の様に頂部2点に載荷した。また、加力装置の都合で、最大荷重を3.8kNとした。実験の変動因子は図1の床付き布わく $\alpha$ 、 $\beta$ の有無とし、床付き布わく $\alpha$ 、 $\beta$ を設置した場合を実験A、 $\beta$ のみを設置した場合を実験B、 $\alpha$ 、 $\beta$ ともに設置しない場合を実験Cと称する。

**3. 実験結果**

図2に実験A,B,Cの補強材に発生した軸力を比較して示す。

実験A,Bを比較すると、実験Bでは、上段の補強材B1,B5で実験Aの約70%の軸力しか負担していないことが分る。これに対し、下段のA3では、約2倍の軸力を負担している。この原因は、応力の伝達経路で説明ができる。実験Aでは、荷重P1は最上層左端の床付き布わくを介し構面に達し、さらに建わくを介して補強材B1に達する経路と、荷重P1が直下の建わくを介し、節点B2に達し、床付き布わく $\beta$ を介して補強材B1に達する経路がある。荷重P2についても同様に考えられる。これに対し、実験Bでは、荷重P1は直下の建わくを介し節点B2に達した後、左右の床付き布わく及び直下の建わくにせん断力として振り分けられる。振り分けられたせん断力の約50%が節点B1に達し、補強材B1の軸力になっている。このように考えれば、節点B2に到達する力は、実験Aよりも実験Bの方が大きくなる。このことが上記実験結果の原因と考えられる。本例の場合、せん断力の振り分け率は、床付き布わく：建わくは、0.6：0.4～0.7：0.3となった。

次に、実験BとCを比較すると。実験Bに比べ実験Cでは、補強材B1の軸力が著しく小さくなっている。これに対し、補強材B5,A3の軸力は、それぞれ520N、

514N大きくなっており、増加率はそれぞれ約150%、140%である。実験Bでは、荷重P1は、床付き布わく $\beta$ を介して節点B1に到達しているのだが、実験Cでは、床付き布わく $\beta$ が存在しないため、主にB5とA3に振り分けられたものと考えられる。このように、床付き布わくを除去することによって、力の伝達経路が変化し、特定の補強材に応力が集中する可能性があるため。そのため、設計時には補強材の配置だけでなく、床付き布わくの配置にも十分に配慮する必要があることが分かる。

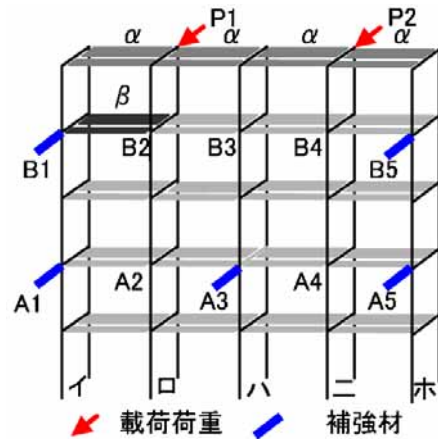


図1 実験装置の概念図

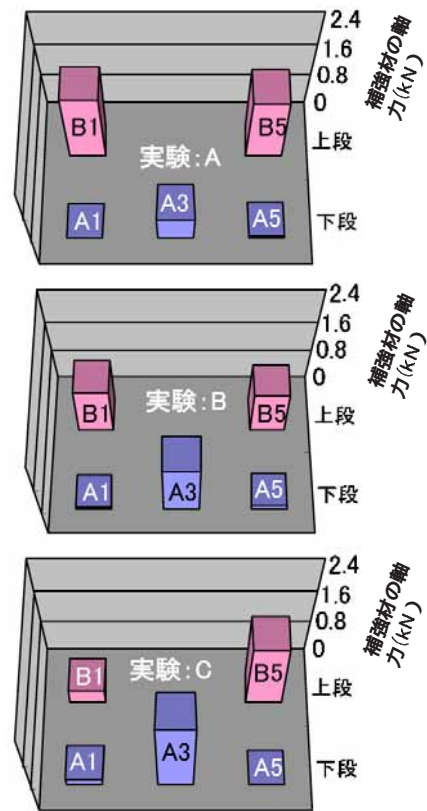


図2 補強材の軸力



**仮設構造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発  
—仮設構造物の組立・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作業に及ぼす影響)**

建設安全研究グループ 大幢勝利,日野泰道,高梨成次

**1. はじめに**

建設工事は屋外作業が多いため強風の影響を受けやすいが、強風による足場など仮設構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。そこで、これまでに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てきた。

本報では、基礎実験の結果を基に、10人の作業員に対する被験者実験を行い、風速と足場の組立解体時の危険性との関係について検討した。

**2. 実験方法**

基礎実験の結果より、強風下で最も足場の組立解体が危険となる条件として、写真1に示すように足場の向きが風向に対して90°の場合において、被験者にわく組足場2層目の床付き布枠の取り付け・取り外し作業を行わせ、風速と作業の危険性との関係について調べることとした。その際、平均風速を5m/sから1m/s刻みに上昇させ、それぞれの風速毎に一旦作業を中断し、「1.安全」、「2.やや危険」、「3.危険」、「4.かなり危険」、「5.非常に危険」、の5段階で作業の危険性を判断させた。被験者は、足場の組立解体に従事した経験がある作業員10人とし、平均年齢35.9歳、作業の平均経験年数は12.4年であった。

実験では、安全上の配慮として、風により飛散する恐れのある床付き布枠は、写真1に示すように風路の天井に固定した金具を用いてロープで吊り下げた。また、被験者には安全帯を着用させ、すでに組み立てられている2層目の建枠に安全帯を取り付けさせた状態で実験を行った。

**3. 実験結果と考察**

図1、図2は、被験者が強風下での作業について「3.危険」と感じるレベルと、「5.非常に危険」と感じるレベルを平均風速との関係として表したものである。同図より、床付き布枠の取り付け作業より取り外し作業の方が、「3.危険」、「5.非常に危険」と感じるレベルの平均風速がどちらも低くなっている。よって、強風下においては、床付き布枠の取り外し作業の方が危険な作業であると考えられる。

また、「5.非常に危険」と感じるレベルは、これ以上作業を続けることができないほど危険であると感じるレベルとしたが、取り付け作業の平均は9.4m/s、

取り外し作業の平均は8.9m/sであった。労働安全衛生規則では、10分間平均風速が10m/s以上(解釈例規)の場合に高所での作業を中止することとされているが、本実験の結果、平均風速がそれ以下の場合においても、足場の組立解体作業は非常に危険であるということがわかった。



写真1 床付き布枠の取り付け・取り外し作業

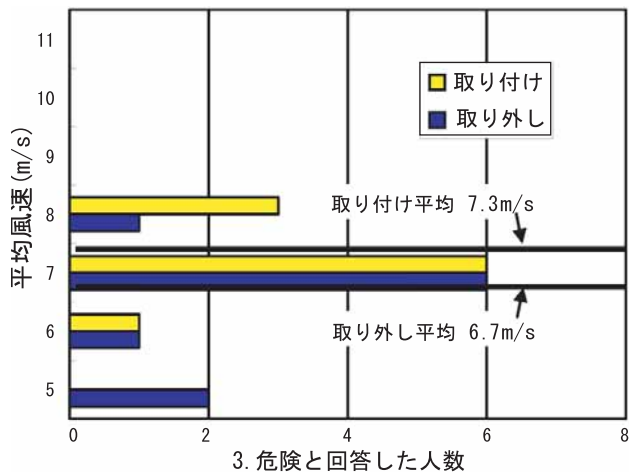


図1 強風下での作業が「3.危険」と感じるレベル

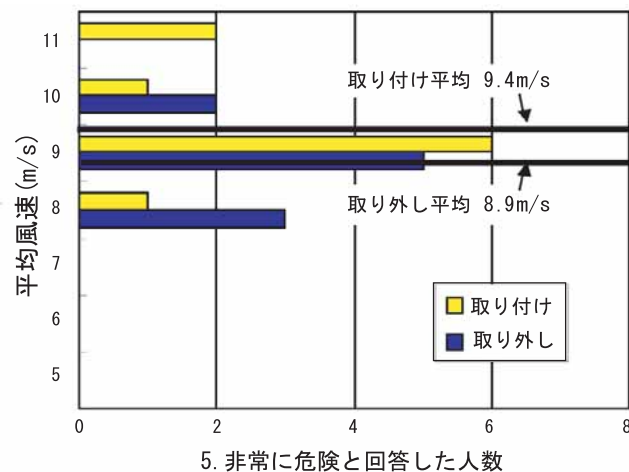


図2 強風下での作業が「5.非常に危険」と感じるレベル

## 2.2. 平成16年度の研究成果の概要

### 2) 基盤的研究

#### 安全制御機器へのフィールドバス通信技術の適用に関する基礎的研究

機械システム安全研究グループ 齋藤 剛，  
池田博康，梅崎重夫

#### 1. はじめに

近年、製造ラインの各所に配置されたドアインタロックスイッチや光線式安全装置が出力する安全確認信号や緊急停止信号を、双方向シリアル通信ネットワーク（安全フィールドバス）により伝送する技術が、欧州を中心に実用化されつつあるが、緊急かつ重要な安全関連情報を確実に伝送するための技術的要件が明確に示されていないのが現状である。そこで、本研究では、安全制御に関する既往の研究や国際安全規格の要求に基づき、伝送エラーの発生に対し、危険側故障を回避するための安全フィールドバスの基礎的安全要件を検討するとともに、バス接続が可能な安全制御機器のモデルを実際に試作し、その安全性能を評価した。

#### 2. 安全フィールドバスの基礎的安全要件

伝送エラーの発生に対し、バス接続された安全制御システムが危険側故障を生じないための基礎的要件として、以下の項目が挙げられる。

- 1) 交叉比較機能付き冗長化プロセッサの採用  
異構造のコントローラが互いに演算結果を比較する構成をプロセッサの基本とし、機能的に非対称誤り特性を実現する。バスライン等の単一系部分については、そこで生じた伝送エラーを全て危険側誤りと見做す。
- 2) 伝送機能の正常性確認のための周期的信号伝送受信器間で、伝送機能の正常性を確認するための信号伝送を周期的に繰り返し、許容時間内に正しい返答がない場合には安全状態へ移行する機能を具備する。
- 3) 安全関連情報用に特化した符号化機構  
メッセージの改ざんを検知するための安全関連情報用に特化した符号化機構を、標準で装備される機構とは独立に具備することで、多重の符号化を実行する。
- 4) Well-trying な情報処理理論的方策の採用  
送信元同定機構やタイムスタンプ等の十分吟味された（Well-trying）伝送エラー防止方策を採用し、伝送情報の健全性・適時性を確保する。

#### 3. 故障検知時間の測定と評価

汎用16ビットマイコン（ルネサステクノロジ社製 H8 / 3687F）と異種冗長化バスコントローラ（Pilz社製 Safety BUS p Chip）を用い、バス接続が可能な

安全制御機器のモデルを試作した（写真1）。この機器モデルに対し、内部にハードウェア故障を疑似的に起こした際、これを検知してシステムが安全状態に移行するまでの時間（検知遅れ時間）を測定した。一例として、マイコンとコントローラを接続するデータバスの最下位ビットを、アナログスイッチICを用いてGNDに短絡させた場合の測定結果を図1に示す。バスシステム全体を管理する安全制御用PLCのバスラインチェック周期及びサイクルタイムが増加すると、それに伴って検知遅れ時間が延長し、条件次第では約6倍もの違いが見られた。この結果に基づいて、実現される安全性能を評価した。その結果、異種冗長化の条件で構成ハードウェアの平均故障間隔を28000時間以上にできれば、危険側故障率の観点からは、現行の国際安全規格で要求されている高リスク対応の安全関連部の性能が達成できることが分かった。しかし、実際の測定値は、機械安全の分野で一般的に要求される応答性（10～150ms）と比べて必ずしも十分とは呼べず、安全フィールドバスが真に有効な安全方策として現場で使用されるには、今後、より高速化を達成することが必須と考える。

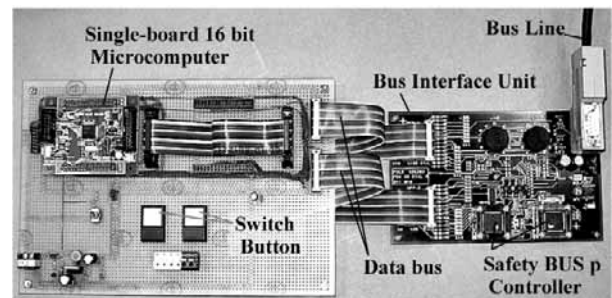


写真1 試作した安全制御機器モデル

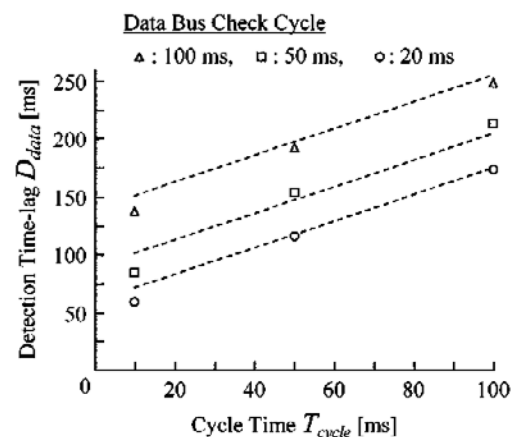


図1 検知遅れ時間の測定結果の一例

## 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

機械システム安全研究グループ 佐々木哲也, 本田 尚  
群馬大学 松原雅昭, 小山高専 伊澤 悟

### 1. 緒言

我が国では経済の低成長化にともない産業現場で利用される圧力設備が設計寿命を越えて使用されるようになってきており、破損事故の可能性が増大している。これら経年圧力設備を安全に寿命延伸するためには、圧力容器や配管の代表的破壊モードである弾塑性破壊に対する安全性を高精度に評価する必要がある。しかし、従来の圧力容器や配管の弾塑性破壊評価に際しては、当然考慮されるべき負荷履歴の影響が考慮されていないため、不安全側の評価になっている可能性がある。そこで、本研究では、負荷履歴が弾塑性破壊挙動に及ぼす影響を明らかにするとともに、それを既存の強度評価手法に効果的に取り入れるための手法を開発する。

### 2. 本年度の実施内容

昨年度までは主として切欠き付き平板に対して負荷履歴が弾塑性破壊挙動に及ぼす影響について検討してきた。本年度はこれまでの研究に引き続き、群馬大学が保有する軸力・曲げ同時負荷制御試験機(図1参照)を用いて、切欠き付き配管に対して負荷履歴が塑性崩壊荷重に及ぼす影響を調べる。また、赤外線計測や光弾性皮膜法などの実験力学的的手法によって切欠き材の断塑性崩壊挙動を評価する手法について検討し、負荷履歴の違いによる弾塑性破壊挙動の違いを明らかにする。さらに、有限要素法等に適用可能な信頼性評価手法を開発する。

### 3. 実験結果と考察

写真1にSUS304切欠き付き配管の軸力・曲げ同時負荷実験の様子を示す。この実験によって得られた負荷履歴と塑性崩壊点の関係を図2示す。軸力と曲げの負荷履歴に関係なく、各試験条件における崩壊点が塑性崩壊限度曲線上に分布しており、SUS304切欠き付き配管においては軸力と曲げの負荷履歴が塑性崩壊荷重に及ぼす影響はほとんどなかった。

また、SUS304切欠き付き配管の軸力・曲げ同時負荷実験において赤外線計測を行ったところ、負荷履歴の違いによって、切欠き先端の温度分布に違いが生じ、弾塑性破壊挙動の違いを赤外線計測で評価できる可能性があることが示された。

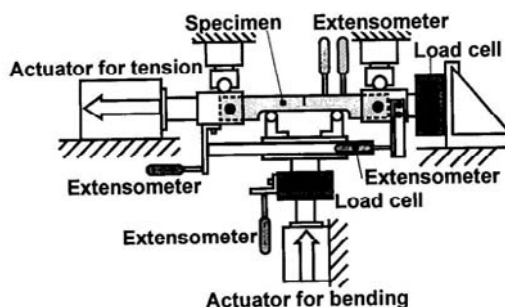


図1 軸力・曲げ同時負荷制御試験機概念図

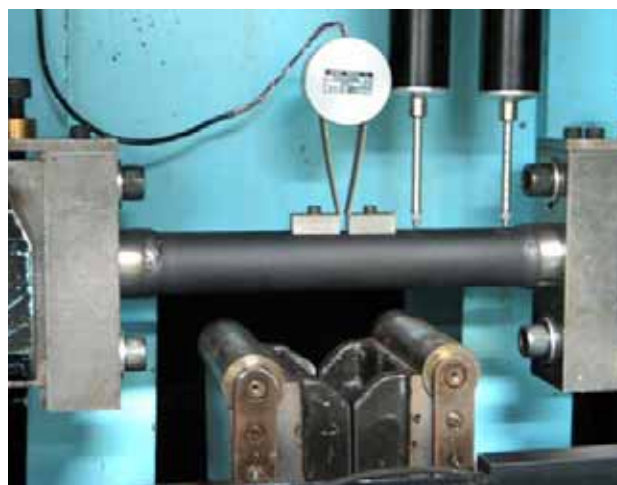


写真1 SUS304切欠き付き配管の軸力・曲げ同時負荷実験の様子

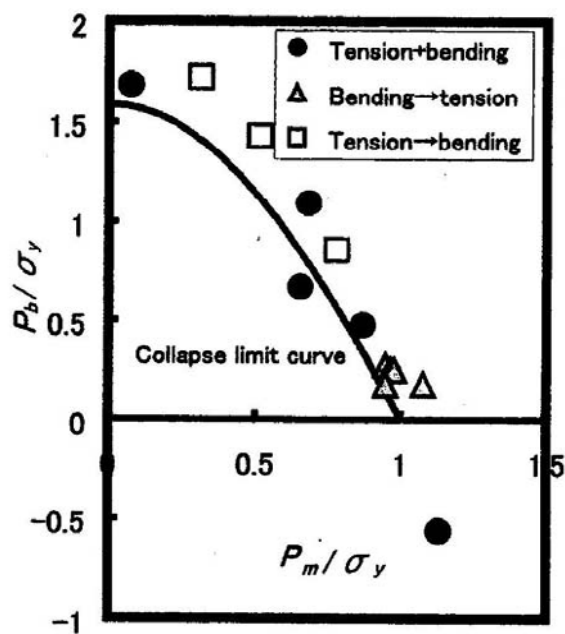


図2 SUS304切欠き付き配管の塑性崩壊挙動に及ぼす負荷履歴の影響

1. はじめに

破断面の数値解析手法の一つであるフラクタル解析は「フラクタル次元」と呼ばれるパラメータを用いて破断面の複雑さを評価する手法である<sup>[1]</sup>。破断面は異方的な自己相似性(自己アフィンフラクタル)を有している<sup>[2]</sup>ことから、本稿では、自己アフィンフラクタルの指標である Hurst 数を用いて破断面の評価を行ったので、これを報告する。

2. 二次元局所 Hurst 数の数値計算法の提案<sup>[3]</sup>

等方的に縮尺を変化させた時に相似性を示す図形を自己相似フラクタル図形と言う。これに対し、異方的に縮尺を変化させた時に相似性を示す図形を自己アフィンフラクタル図形と言う。つまり、画像に関するある関数  $I(x, y)$  がある時に  $x \rightarrow \lambda x$  という変換を行った時、

$$h(x, y) \cong \lambda^{-H} I(\lambda x, \lambda y)$$

の関係が存在するものを自己アフィンフラクタル図形と呼ぶ。ここで  $H$  は Hurst 数である。 $H$  は 0~1 の値であり、小さいほど図形が複雑である。破断面の濃淡画像が局所においても自己アフィンフラクタル図形であると仮定し、濃淡画像  $h(x, y)$  の任意の場所  $(x_0, y_0)$  における二次元局所 Hurst 数を算出する方法について述べる。

濃淡画像  $h(x, y)$  において、

$$h_{x_0, y_0}(x, y) = h(x + x_0, y + y_0) - h(x_0, y_0)$$

と定義するとき、任意の場所において、

$$h_{x_0, y_0}(x, y) \cong \lambda^{-H} h_{x_0, y_0}(\lambda x, \lambda y)$$

が成立するとする。本研究では、二次元局所 Hurst 数を計算するために、信号・画像の局所的な相似構造を調べるのに有効な手法であるウェーブレット変換を使用した。二次元ウェーブレット変換の基礎式<sup>[4]</sup>は

$$W(K(x, y); a, b_x, b_y) = \frac{1}{a} \iint \psi\left(\frac{x-b_x}{a}, \frac{y-b_y}{a}\right) K(x, y) dx dy$$

である。これに前述の自己相似性を仮定した式を代入し

$$W(K(x, y); a, x_0, y_0) \propto a^{H+1}$$

を得る。従って、 $\alpha$  と  $W$  を両対数グラフ上にプロットすれば、 $H$  の計算が可能である。また、 $H$  はゆらぎが大きいことから、Simonsen らが提案する Averaged Wavelet Coefficient 法<sup>[5]</sup>を使用し  $H$  を計算した。

3. 実破面を用いた解析

3.1 ストレッチゾーン領域の同定手法

本研究では、 $H$  を用いて弾塑性破壊試験の破面に観

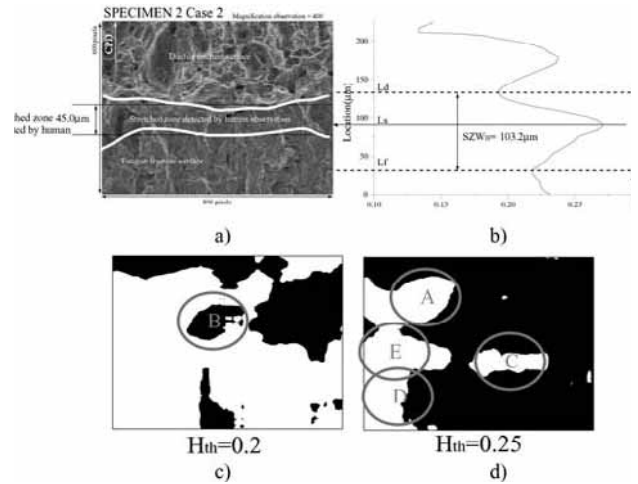


図1 二次元局所 Hurst 数の分布とSZW 計測結果

察されるストレッチゾーン(SZ)の幅(SZW)を計測した。計測結果を図1に示す。

図1中、aは破面画像、c、dはHの分布に対してそれぞれしきい値を設定した場合、しきい値より大きい箇所を白で示した図である。Bは横軸がHを横方向に平均化した値、縦軸が画面内の位置である。SZは平坦領域であることから、Hが最大となる位置(Ls)、その前後(Lf, Ld)を決定し、その半分をSZWとした。

4. 考察

判定されたストレッチゾーンの境界の妥当性について述べる。図1bより、ストレッチゾーンと延性破面の境界は、目視と計算結果がよく対応していることがわかる。しかしながら、ストレッチゾーンと疲労破面の境界は、よい一致が得られなかった。次に、その原因について述べる。ディンプルの深さは数  $\mu m$  である。また、画像から判別できるようにディンプルの大きさは数十  $\mu m$  である。これに対し、ストライエーションの高さは数百 nm である。つまり、疲労破面は、延性破面と比較して非常に小さい構造で形成されている。従って、疲労破面側の境界のほうが延性破面側の境界と比較して精度良く検出できなかったと考えられる。

5. まとめ

本報では破面の複雑さを定量評価するためのパラメータとして二次元局所 Hurst 数を提案し、有効性を確認した。

参考文献

1. Benoit B. Mandelbrot, " Nature ", Vol. 308, 1984.
2. 池庄司 他, 機論(A), Vol.64, No.623, 1998.
3. 山際 他, 機論(A), 掲載予定.
4. Charles K. Chui, " An introduction to wavelets ", Academic Press, 1992.
5. I. Simonsen, et. al., " Phys. Rev. B ", 58, 1998.

## 高温環境でのステンレス鋼溶接継手の疲労強度

機械システム安全研究グループ 吉久悦二, 本田 尚  
山際謙太, 佐々木哲也

### 1. はじめに

化学プラント等の高温機器には長期間にわたって運転されているものが増えて来ているが、延命化によりこれら経年機器の割合は今後さらに増加すると考えられる。したがって、機器の寿命評価技術の重要性はますます高くなってきている。

実際の高温機器での低サイクル疲労を考えると、その多くは機械的負荷(繰返し応力)と熱的負荷(熱サイクル)が同時に作用する状況下で起きる。このような負荷条件を再現するために、機械的負荷と熱的負荷を独立に制御して行うのが熱機械疲労(TMF)試験であり、本研究は、高温機器の寿命評価のために316ステンレス鋼母材と溶接継手のTMF強度とその破壊過程を明らかにすること目的としている。

### 2. 試験片及び実験方法

試験片は図1に寸法、形状を示す母材、溶接金属及び溶接継手をゲージ部に持つ3種類で、溶接継手試験片では溶接金属部の幅を2及び7mmに変えたものを製作した。母材はSUS316鋼、溶接部は母材とほぼ同一成分のJIS Y316ワイヤを用いたTIG多層溶接である。図2は母材、溶接金属の組織を示したもので、母材はオーステナイトの単相であるが、溶接金属はオーステナイトとフェライトの2相の組織で、母材よりやや結晶粒が小さい。

高温機器の破損では、周囲の拘束の違いにより、高温になった時に破損部が引張応力状態になり、低温になった時に圧縮応力状態になる場合(In Phase, 以下IPと記す。)とその逆の場合(Out of Phase, 以下OPで表す。)がある。母材及び溶接金属試験片は、OP試験に(IP試験結果は既報)、溶接継手試験片はIPとOP双方の試験に用いる。試験は、1サイクルを600秒、温度範囲 $\Delta T$ を573~973Kとして大気中で行うもので、本年度は母材のOPの試験を行っている。

### 3. 実験結果

疲労寿命について非弾性歪み範囲で整理した結果を図3に示す。データが少なく、疲労寿命のデータがかなりばらつくことを考えると断定はできないが、SUS316母材では、OP疲労寿命はIPのそれよりは長くなる傾向にある。この原因としては酸化の影響、すべり発生機構の相違等種々のことが考えられる。疲労き裂の伝ば経路、破面の微視観察等によってこれを明らかにするとともに、引き続き、実際上より重要と考

えられる溶接金属、溶接継手のTMF強度を支配する要因の検討を行いたいと考えている。

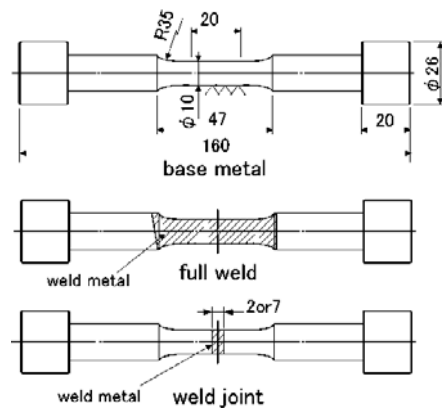


図1 母材(上), 溶接金属(中), 溶接継手(下)の各試験片

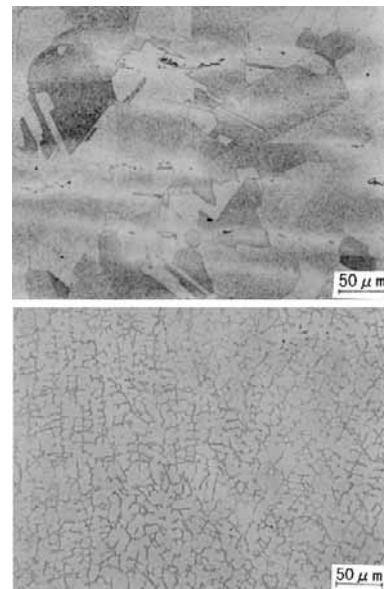


図2 試験片長手方向に直角な面での供試材の組織(母材(上)と溶接金属(下))

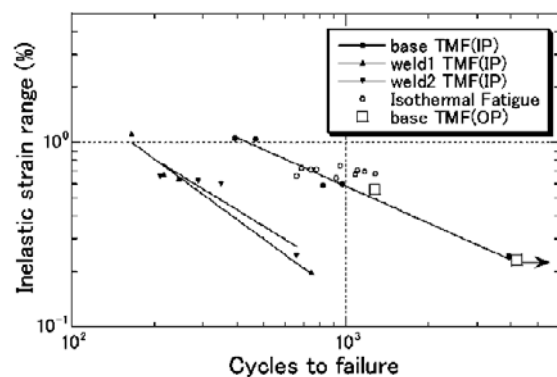


図3 疲労寿命と非弾性歪み範囲の関係

# アルミニウム合金の疲労強度に及ぼすショットピーニングの影響

機械システム安全研究グループ 本田 尚, 佐々木 哲也

## 1. はじめに

高強度アルミニウム合金は鉄鋼材料に比べ疲労寿命が短く、その寿命延伸が急務となっている。ショットピーニングは、鉄鋼材料の疲労寿命向上法として実績があるが、アルミニウム合金に対しては十分な検討がなされていない。そこで本研究では、ショットピーニングがアルミニウム合金の疲労強度、特に疲労き裂進展に及ぼす影響について検討した。

## 2. 残留応力測定

図1に示すアルミニウム合金7075-T7351で作製したSENB試験片に、4種類のショットピーニング処理を施し、X線応力測定装置により残留応力を測定した。電解研磨により、試験片表面を0.1mm除去する毎に、き裂進展方向に対して直角な方向の残留応力を測定した。図2に測定結果を示す。ショット強さが大きくなるほど圧縮残留応力は大きくなり、より深いところまで圧縮領域となっているのが分かる。

## 3. 疲労試験方法と結果

SENB試験片の疲労試験は、電気サーボ油圧試験機に3点曲げ治具を取り付けて行った。荷重波形はサイン波で、荷重周波数は2~15Hz、応力比 $R=0.1$ で破断まで行った。図3に疲労試験結果を示す。ショット強さが大きくなるにつれ、わずかに疲労寿命の向上が見られた。

## 4. 有限要素解析による応力拡大係数範囲の算出

SENB試験片の疲労破面を図4に示す。疲労き裂前縁は湾曲していることから、湾曲した疲労き裂前縁に沿った応力拡大係数範囲 $\Delta K$ を算出するために、3次元有限要素解析を行った。解析モデルは対称性を考慮し、試験片の1/4を8節点6面体要素で、要素数10374、節点数11572に分割した。なお、ヤング率 $E$ は70GPa、ポアソン比 $\nu$ は0.34とした。図5に応力拡大係数範囲 $\Delta K$ の分布を示す。ショットピーニングによる圧縮残留応力のため、表面近傍では応力拡大係数範囲 $\Delta K$ が、著しく低下することが分かった。

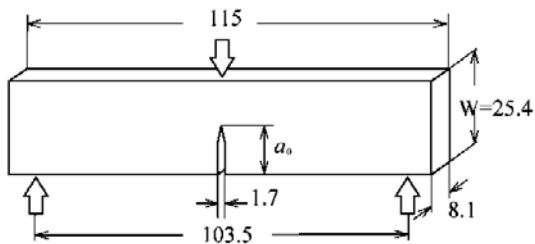


図1 SENB試験片の寸法

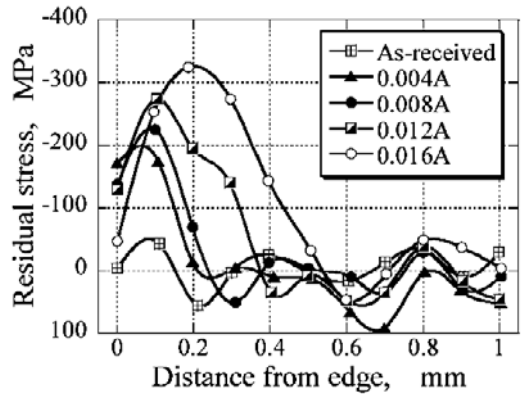


図2 残留応力測定結果

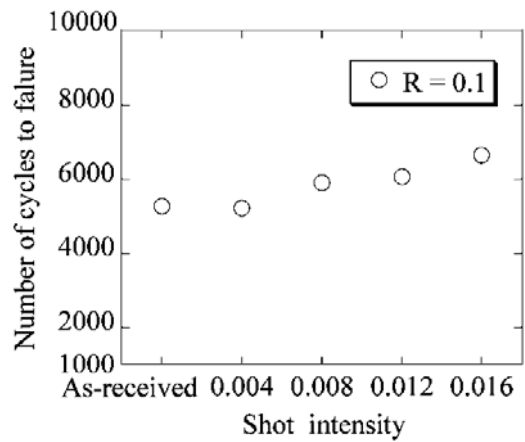


図3 SENB試験片の疲労試験結果

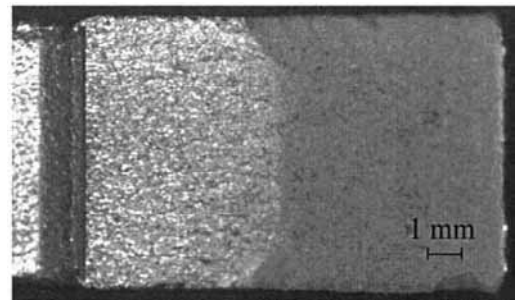
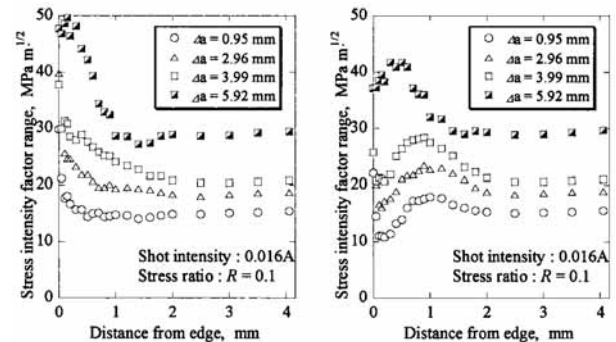


図4 SENB試験片のき裂前縁形状



(a) 残留応力なし

(b) 残留応力あり

図5 き裂前縁における応力拡大係数範囲の分布

## ボルト継手のヘルスマonitoringに関する基礎研究

機械システム安全研究グループ 佐々木哲也  
本田 尚

### 1. 緒言

これまで、事業場で使用される機械や構造物の疲労破壊による災害を防止するためには、安全寿命設計や損傷許容設計が用いられてきた。しかし、より高い安全性を確保するためには、部材に発生する疲労き裂を何らかの方法で常時監視する、いわゆるヘルスマonitoringの考え方が必要になる。そこで著者らは、構造部材の中でも特に疲労き裂が発生しやすいボルト接合部を対象として、継手母材のボルト穴近傍やボルト自身に発生する疲労き裂をボルト内に内蔵した既存のセンサーを用いてリアルタイム・モニタリングすることを試みてきた。本研究では、損傷検出センサーで検出可能な範囲外の疲労損傷を予測するために、疲労き裂検出用のボルト内蔵センサーで、継手に負荷された荷重の大きさと繰り返し数をモニタリングすることを試みる。

### 2. 実験方法

図1は本研究で使用したせん断型ボルト接合継手試験片である。この試験片は、母板(6mm厚)を2枚の添接板(3mm厚)で挟んだ2面せん断型継手であり、ファスナには軸力測定用センサーを内蔵したM8の高張力ボルト8本(4列2段)を使用している。この継手に正弦波状の一定振幅荷重を負荷し、添接板のボルト穴に疲労き裂を発生させたときのセンサー出力を記録し、評価した。

### 3. 実験結果

図2は疲労き裂が発生したボルト穴に位置するセンサー内蔵ボルトの出力変化を表したものである。センサー出力の平均値は疲労き裂の有無によって大きく変化しており、これによって疲労き裂の発生が検出可能であることがわかる。一方、図3は疲労き裂が発生しなかったボルト穴に位置するセンサー内蔵ボルトの出力変化を表したものである。この場合は、疲労き裂の有無によってセンサー出力の平均値はあまり変化しておらず、センサー内蔵ボルトから離れた場所の疲労き裂検出することは困難であることがわかる。しかし、図2、図3いずれの場合も、負荷荷重の変動に伴うセンサー出力の振幅は、疲労き裂の有無によってあまり変化していない。このため、センサー出力の変動成分から負荷荷重の振幅と繰り返し数を推定し、疲労き裂の発生を予測することは可能と考えられる。

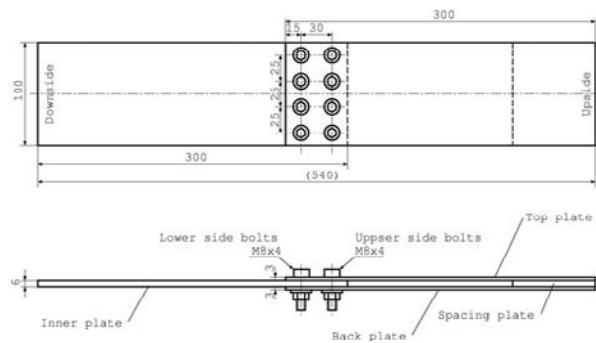


図1 せん断型ボルト接合継手試験片

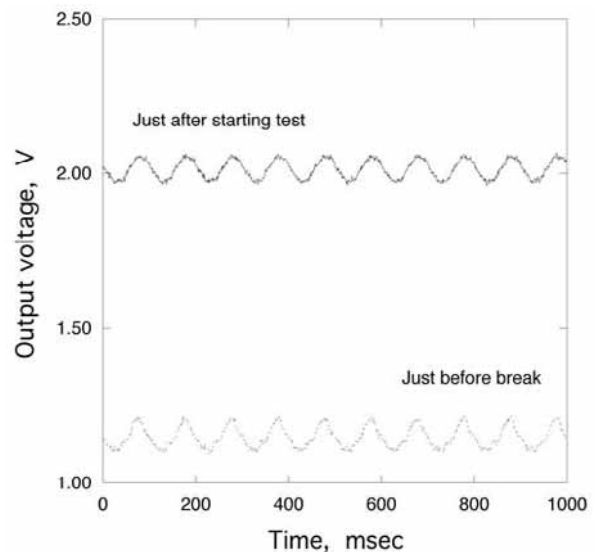


図2 き裂が発生した箇所におけるボルト内蔵センサー出力の時間変化例

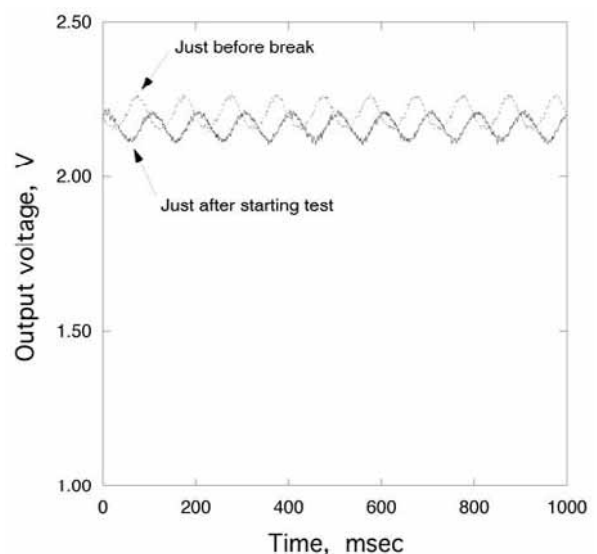


図3 き裂が発生しなかった箇所におけるボルト内蔵センサー出力の時間変化例

支持地盤の不安定性による移動式クレーンの転倒防止に関する研究 —スクリュー状短杭付きアウトリガの移動式クレーン転倒抑止効果—

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

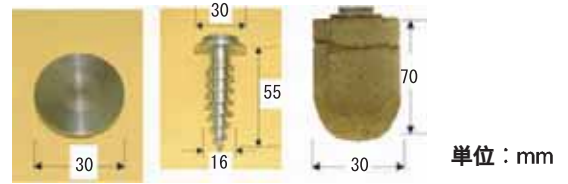


図1 転倒抑止効果を比較したアウトリガ基礎

1. はじめに

作業時の移動式クレーンは、アウトリガにより安定化が図られる。このアウトリガには作用荷重を分散して地盤に伝達するためのフロート(フーチング)が備わる。従って、移動式クレーンは、直接基礎に支持された作業機械と見なされる。しかし、移動式クレーンの転倒事故は多発しており、その事故原因にはアウトリガの沈下が多く見られる。本研究では異なる基礎をクレーンに与えることによる転倒抑止効果を、実験的に検討した。本報告では3種類の基礎を模型クレーンに与えて実施した遠心模型実験の結果を述べる。

2. 遠心模型実験による移動式クレーンの転倒実験

本実験では最適含水比の関東ロームを147kPaで静的に圧縮することにより模型地盤を作製した。実験に用いた模型クレーンは、約1/20スケールのホイールクレーンである。検討した基礎形式は、アウトリガフーチングを模擬した直接基礎、スクリュー状短杭をアウトリガフーチングに取り付けた合成基礎、ならびに合成基礎を冷却して地盤の局所的凍結による一体固化を再現した模擬凍結基礎である(図1参照)。これらの基礎をクレーン模型に与え、転倒抑止効果を実験的に調査した。転倒実験では遠心加速度16g場においてジブ起伏角を減少させ、クレーンに転倒モーメントを与えた。なお、つり荷には、ジブ起伏角が45度の時に、アウトリガの沈下なしで転倒する質量を与えた。

3. 実験結果

図2は遠心模型実験によって得られたクレーンの機体傾斜角とジブ起伏角の関係を示す。図中に示す点線は静的安定限界であり、アウトリガの沈下を考慮した安定限界の解析値である。直接基礎を与えたCs1では、ジブ起伏角の減少に伴う機体傾斜角の増加が見られる。クレーンは、ほぼ静的安定限界に到達して転倒した。

合成基礎を与えたCs2の曲線は、Cs1にほぼ一致した軌跡を示した。しかし、転倒時の機体傾斜角はCs1に比べて大きく、Cs2の転倒は静的安定限界を上回った条件で発生した。模擬凍結基礎を与えたCs3では、ジブ起伏角の減少に伴う機体傾斜角の発生が、ほぼゼロである。ジブ起伏角を30度まで減少させ、静的安定限界を大きく上回る転倒モーメントを与えたが、転倒には至らなかった。

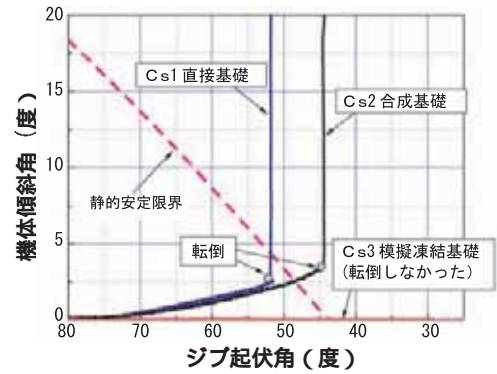


図2 遠心実験におけるジブ起伏角と機体傾斜角の関係

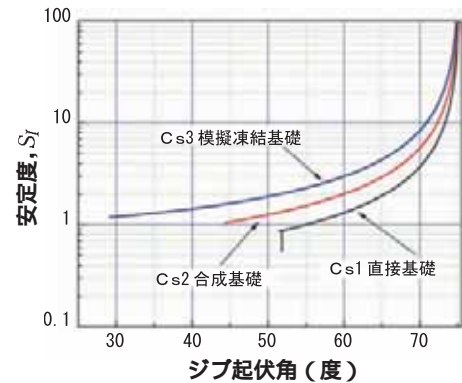


図3 基礎形式の違いがクレーンの安定度に与える影響

4. 基礎の違いによる安定度の比較

図3は遠心模型実験におけるジブ起伏角と安定度( $S_I$ )の関係を示す。 $S_I$ とは、安定モーメント( $M_s$ )を転倒モーメント( $M_d$ )で除したものであり、アウトリガの沈下による機体傾斜を考慮した値である。 $S_I$ 値の減少はクレーンの不安定化を意味する。なお、Cs2とCs3の $M_s$ には、機体の自重による効果に加えて基礎の引き抜き抵抗を考慮している。Cs1はジブ起伏角52度の時に $S_I < 1$ となって転倒している。Cs2の曲線はCs1よりも上方に位置している。転倒はジブ起伏角が45度の時に、 $S_I < 1$ となって発生したことが確認できる。Cs3の曲線はCs2よりもさらに上方に位置し、模擬凍結基礎の高い転倒抑止効果を示している。ジブ起伏角が30度の時に $S_I$ 値は約1.2を有し、クレーンは安定状態にあったことが確かめられた。なお、凍結基礎の実用上の問題点と異なる地盤条件への適用性については未解明な点が残されており、今後明らかにされる必要がある。



# 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  
高梨成次, 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。これまでに、粘土地盤に設置されたタワークレーンの振動応答特性を実験的に調査し、杭基礎が地盤に比べて相対的に大きく振動することによる押し広げ現象の発生を明らかにした。この現象は杭周辺地盤に隙間を発生させ、支持条件に変化を与えた。その結果、クレーンの応答には振動の载荷に伴う変化が発生した。本年は弾性的な杭の支持条件を密な砂地盤によって再現し、タワークレーンの振動応答特性を実験的に調査した。本報告では実験的解析に基づいた知見を述べる。

## 2. 実験概要

本研究ではドンボ型タワークレーンの1/50モデルを用いて、遠心加速度50g場における動的遠心模型実験を行った。試料には豊浦砂を用い、相対密度が100%の模型地盤を作製した。試料容器にはせん断土槽を使用した。クレーン模型には4本の杭によって支持される構造を与え、実験は2次元条件で実施した。本文に示す杭1とはメインジブ側、すなわち前側杭である。杭2はカウンターウエイトジブ側の杭、すなわち後側杭である。クレーン模型には、つり荷に定格荷重相当の質量を与え、アンバランス状態を再現した。加速度計を地盤内部、地表面、フーチング部ならびにタワー上部の計4箇所に設置した。模型杭には歪みゲージを設置し、曲げモーメントを測定した。加振条件は実スケール換算1.0Hzのsin波による水平加振である。

## 3. 実験結果

図1は入力加速度と応答加速度の時刻歴を示す。なお本報告では、実験結果を実スケールに換算した値で示す。入力加速度とタワー上部およびフーチング部における応答加速度を比較すると、その値に大きな差は見られない。しかしながら、フーチング部の応答にはスパイク状の波形が見られる。一方、タワー上部の応答波形には、フーチング部に見られる高周波成分の発生が見られない。

図2は加速度応答倍率を示す。クレーン構造部ではフーチング部に最も大きな応答が見られ、杭基礎を含む全体系には2次モード的な振動が発生している。地盤内部の加速度は入力加速度に比べてその値が小さく、

減衰傾向が見られる。フーチング部の加速度は地表のそれよりも大きく現れている。

図3は杭の曲げモーメント分布を示す。なお、図示した分布は、曲げモーメントが最大値を示した時のものである。モーメント分布には、杭1および杭2に共通した傾向が見られ、その値は杭頭部において最大値を示している。また、杭1の頭部における曲げモーメントの値は杭2に比べて大きい。杭頭部における最大曲げモーメントの発生は粘土地盤においても確認された現象である。

杭頭部における曲げモーメントの増大は、粘性土地盤および砂地盤の異なる設置条件において発生する共通した現象であることが明らかになった。

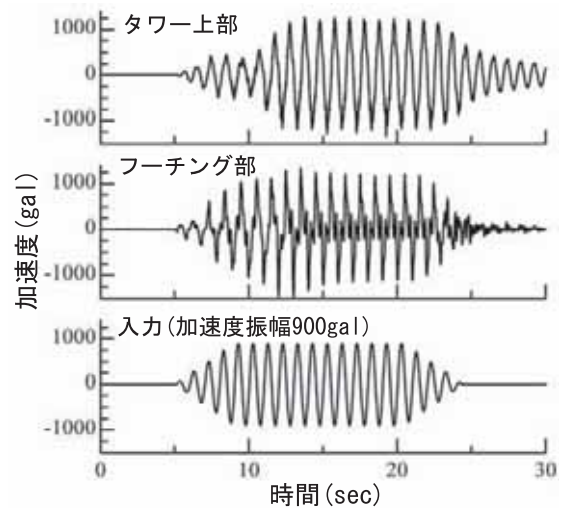


図1 応答加速度時刻歴

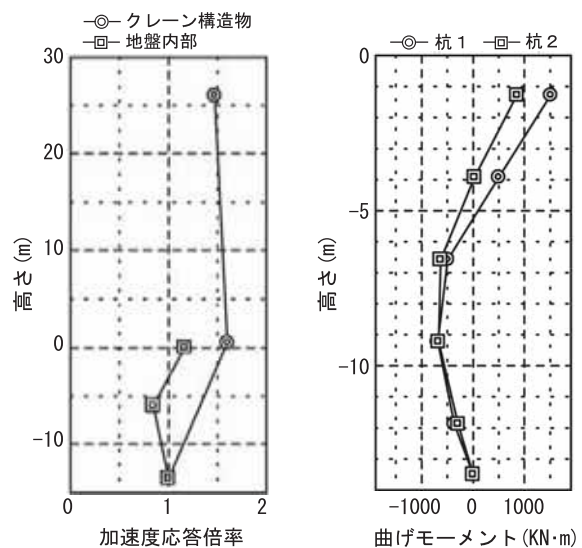


図2 加速度応答倍率

図3 曲げモーメント分布

# 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

1995年に発生した兵庫県南部地震では、港湾岸壁に設置された多数のコンテナクレーンに倒壊や転倒災害が発生した。この災害は地震により液状化した地盤がケーソン護岸を海側へ移動させたことに原因があり、護岸に発生した過大な変位がクレーンの脚部に損傷を与えた。本研究では液状化による護岸構造物の変位抑止を目的として、動的遠心模型実験を行なった。本実験では、既設護岸の対策工法として地中壁設置(抑止杭、矢板、薬液改良体)による抑止効果を検討した。

## 2. 実験概要

地盤材料には平均粒径0.20mmの豊浦硅砂を使用し、空中落下法にて模型地盤を作製した。ケーソン護岸模型は高さ120mm×幅80mmとし、単位体積重量 $20.6\text{kN/m}^3$ である。この模型地盤では、液状化条件をケーソン直下の置換砂とケーソン後方の背後地盤に与え、相対密度はともに約40%とした。ケーソン裏込め材及びラブルマウント材には粒径約5mmの礫を使用し、基盤層には非液状化層として相対密度80%の豊浦硅砂を配置した。この地盤は未対策な状態を模擬したケース1である。対策を施したケースとして、矢板壁(厚さ3mmのアルミ製、II型矢板に相当)をラブルマウントの海側つま先部に設置したケース2、ならびにシリカ濃度4%の薬液改良(旭電化工業のパーマロックASF 4.0%)を施したケース3について実験を行った。遠心加速度は $50g$ であり、間隙流体にはシリコンオイルを使用した。加振では正弦波(2Hz, 400gal, 30波(実物換算値))によりL2地震を再現した。

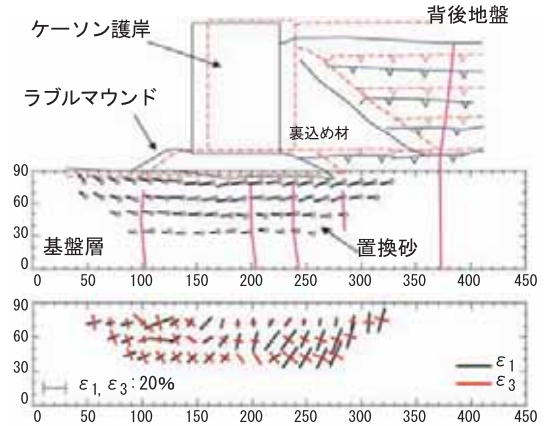
## 3. 実験結果と考察

図1に地盤の最終変形図と主ひずみ分布を示す。背後地盤に示す波線と実線は、それぞれ初期状態と加振後の状態である。置換砂の変位ベクトル図及び主ひずみ分布は、地盤内に設置した標点より求めたものである。ケース1の未対策地盤では、背後地盤に発生した沈下により、置換砂が海側に周り込む様が見られる。ケース2の矢板壁設置のケースでは、海側のラブルマウント直下にて置換砂の著しい隆起が見られる。これに伴いラブルマウント自体が大きく変形し、ケーソン直下には大きな変形が発生している。

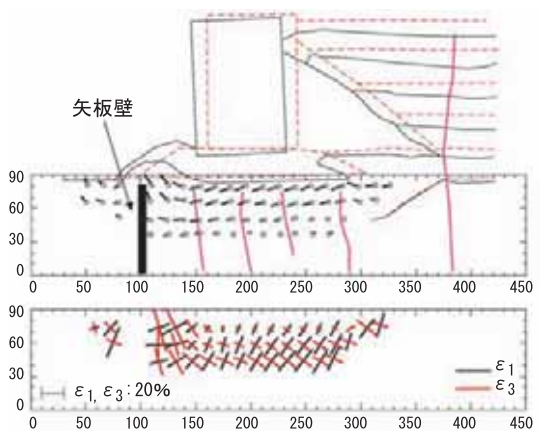
ケース3の薬液改良を施したケースでは、薬液改良体が緩やかに変形したため、ケーソン直下にひずみの

集中は見られない。しかしながら、薬液改良体の海側では、ラブルマウントに大きな沈下が見られる。

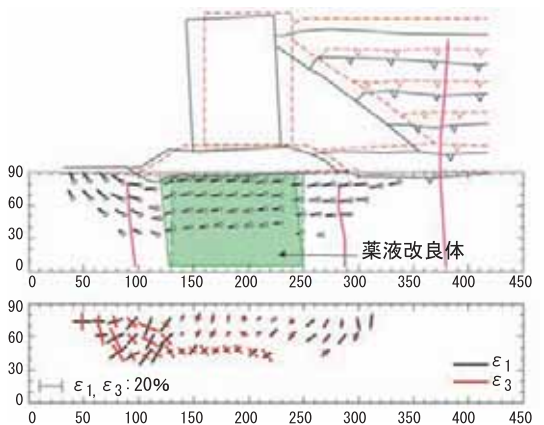
最終的なケーソンの変形量を比較すると、未対策地盤と対策地盤ではほぼ同程度の変位が見られた。従って、今回比較検討した2つの対策法には、大幅な変位低減効果を期待できないことが分かった。



a) ケース1 未対策地盤



b) ケース2 矢板壁設置による対策地盤



c) ケース3 薬液改良による対策地盤

図1 加振により生じた模型地盤の変形

## 落石現象の物理モデル化と衝撃圧の測定に関する研究

建設安全研究グループ 伊藤和也，豊澤康男  
東京工業大学 日下部治

### 1. はじめに

落石は道路，鉄道，住宅等へ影響を及ぼす斜面災害の中でも発生頻度の比較的高い災害現象の一つである。しかし，落石現象は多くの場合突発的に発生するものであり，現象の解明に直接役立つ具体事例の集積が難しい。また，斜面上を落下する落石の運動形態や衝突現象など，落石対策の計画・設計に必要な事柄についても未だ十分には解明されていないのが現状である。現在までの落石に関する研究では，実物大スケールの実験は数少なく，事例の収集に基づき多変量解析による要因分析，個別要素法や質点系手法による数値シミュレーションなどが行われているが，多くのパラメータにより複雑に振る舞うことが知られており，これらを打開する方法が待望されている<sup>1)</sup>。そこで本研究は多くのパラメータが自明となり，応力条件を等価にすることが出来る遠心模型実験手法を用い，図1に示すような破碎を伴いながら衝突と跳躍を繰り返す落石現象について物理モデル化を行い，その運動形態・衝突現象を解明，および落石による衝撃圧の推定を行うことを目的とするものである。

### 2. 実験方法

本研究にて開発した遠心場落石発生装置を図2に示す。本装置はリボルバー式落石ホルダー(8個搭載可能)，それを回転させるモーター，そして落石を斜面に落下させる落石開口部(空圧式高速シャッター)から成り立っている。本装置を用いることにより最大8回の落石実験を行うことが出来る。既往の研究から最大跳躍量は，一般的な斜面形状の場合には落石の形状によらずほぼ2m以下であるが，斜面勾配が急変する箇所では5mを超える<sup>2)</sup>。そこで，今回の予備実験では，斜面勾配が45度から60度に変化する斜面を作成し，落石実験を行った。落石は $\phi 20\text{mm}$ のアルミ球を使用し，遠心加速度は20Gとした。なお，実験時の落石の挙動を側面からCCDカメラ(30万画素)により観察した。

### 3. 実験結果および考察

図3は落石の軌跡を撮影したものである。落石は勾配45度にて跳躍後，60度の斜面を飛び越えて落下したことが分かる。今回の実験では30フレーム/秒の通常のカメラを使用した。しかし，遠心模型実験での落石現象は約0.1秒の高速運動であるため，落石の回転等については把握することが出来なかった。今後は，高

速度カメラなどを使用することで，より詳細に落石の運動形態の把握を行う予定である。また，落石対策工への衝撃圧についても測定を行う。

本研究は文部科学省科学研究費補助金(萌芽研究，課題番号16656145，研究代表者：伊藤和也)により実施しているものである。

### 参考文献

- 1) 松尾修：講座 落石対策 1. 講座を始めるにあたって，土と基礎，pp. 39-40，Vol. 50，No.1，2002.
- 2) 佐々木康ほか：落石の跳躍量に関する実験，第14回日本道路会議特定課題論文集，pp. 113-115，1981.

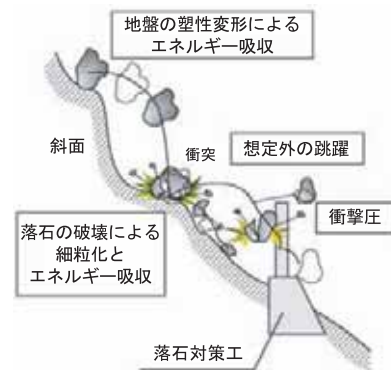


図1 想定される落石の運動形態

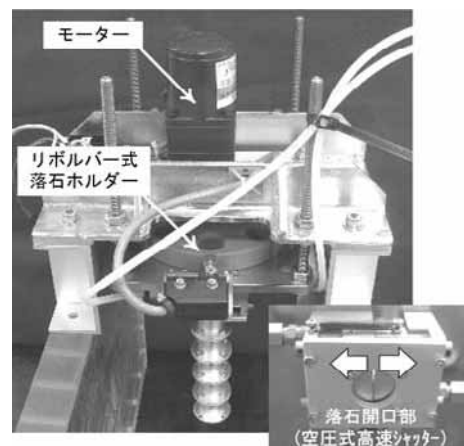


図2 遠心場落石発生装置

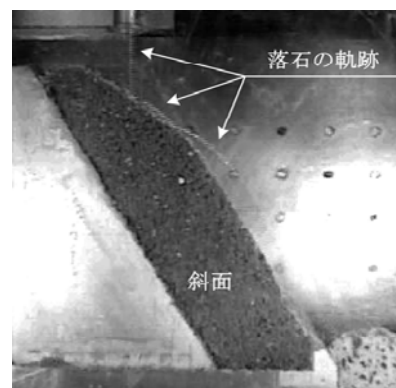


図3 落石の軌跡

## 橋梁架設時における不安定要因に関する事例的研究

建設安全研究グループ 大嶋勝利, 高梨成次, 日野泰道  
 機械システム安全研究グループ 前田豊, 佐々木哲也  
 本田尚, 山際謙太

### 1. はじめに

橋梁架設工事において、架設中の橋桁やつり足場等は非常に不安定となるため倒壊災害が度々発生しており、重大災害となるケースも多い。これらの災害事例は現場へフィードバックされることが多いため、橋梁架設技術は著しく進歩を遂げているものの、今なお災害が発生している現状にある。

そこで本研究では、橋梁架設時の不安定要因に関する基本情報を得ることを目的として、架設時において発生した倒壊・墜落災害の事例分析、および実際の橋梁架設工事関係者との研究会を通じ、現状の架設技術ではカバーできない問題点を明らかにした。

### 2. 災害発生状況

図1は、平成元年～14年に橋梁建設工事で発生した労働災害による死亡者数の推移を示したものである。図1より、死亡者数は平成11年より減少し始め、平成14年では19人となっている。これは、近年減少し続けている建設業における死亡者数の傾向とほぼ一致している。

図2は、平成元年～14年に発生した倒壊・墜落による重大災害のうち、橋梁建設工事が占める割合を示したものである。図2より、全201件の内、橋梁建設工事に発生したものは37件であり、18%と高い割合を占めていることがわかった。

### 3. 現状の橋桁架設技術の問題点

橋桁架設時において発生した倒壊・墜落災害の事例分析、および実際の橋梁架設工事関係者との研究会より、以下の技術的な問題点が浮かび上がった。

#### (1) 送りだし工法におけるジャッキや支持台の不安定要因

橋桁の送りだし工法時における、ジャッキや支持台に作用する水平力の評価方法が未解明である。特に、曲線の線形を持つ曲線桁の送りだし時に発生する水平力には不明な部分が多く、重大災害が発生し原因が特定できていないものもある。

#### (2) 高さの高いサンドルの不安定要因

送りだし工法等では、橋桁の支持台（サンドルと呼ばれる）として高さ100～150mm程度のH形鋼を井桁状に組み上げて使用されている。しかし、近年はサンドルの高さが5mを超えるものもあり、サンドルの使用高さに対する制限値を定める必要がある。

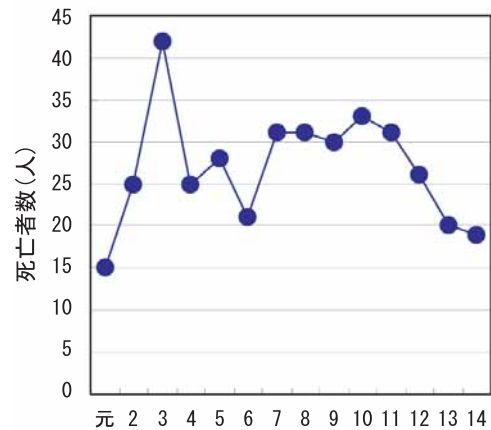


図1 橋梁建設工事で発生した死亡災害の推移

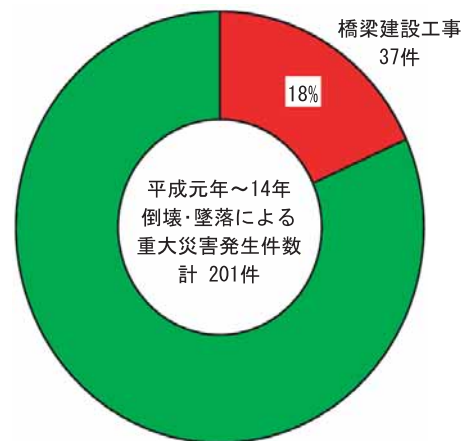


図2 倒壊・墜落による重大災害発生件数

#### (3) ケーブルエレクション等で使用するワイヤグリップの管理手法

ワイヤロープのグリップに関しては、送電線建設技術研究会の取り付け基準を基に、グリップの締め付けトルクや取り付け個数等を定めたJIS規格が作成されている。しかし、ケーブルエレクションによる橋桁架設と送電線とは、ケーブルの太さや荷重条件等が異なるためその管理手法が確立されておらず、多くの重大災害が発生している。

#### (4) つり足場の設置・解体時における不安全要因

橋桁の架設・解体や補修時においては、橋桁の下につり足場を設置することが多いが、このつり足場の倒壊・落下に起因する墜落災害が多発している。特に、つり足場に使用されるつりクランプには、クランプメーカーが想定していない斜め方向の荷重が作用するため、その管理手法を確立する必要がある。

### 4. まとめ

以上の問題点は、平成17年度から始まるプロジェクト研究「橋梁架設中の不安定要因の解明と安全施工技術の開発」で検討する予定である。

## ワイヤロープのグリップ強度に関する研究

機械システム安全研究グループ 佐々木哲也, 本田尚  
山際謙太  
研究企画調整部 前田 豊

### 1. 緒言

代表的な橋梁架設工法の一つであるケーブルエレクション工法では、ケーブルクレーン等に使用するワイヤロープの末端処理にワイヤグリップ止めが多用されているが、このグリップが滑ることによる労働災害がこれまでに度々発生している。しかし、ワイヤグリップの保持力についてはこれまでに十分検討されていないのが現状であり、事故の再発防止法も明確ではない。そこで、本研究ではワイヤグリップの保持力を評価するとともに、ワイヤの滑りを防止するために有効なワイヤグリップの管理手法を開発することを目的とする。本年度は、まずワイヤグリップの保持力を評価するための実験手法について検討するとともに、U字型ワイヤグリップを用いて保持力試験を行った。

### 2. 実験方法

図1は本研究におけるワイヤグリップ保持力試験の概念図を示している。実験は引張り試験機(200kN容量の電気油圧サーボ式試験)を用い、ワイヤグリップとシンプルで末端処理したワイヤロープに荷重を負荷することによって行う。そして、ワイヤロープが滑り始めた荷重を記録する。写真1は本研究で使用したU字型ワイヤグリップの一例である。また、写真2は実際に保持力試験を行っている様子を示している。

### 3. 実験結果と考察

本年度は主としてワイヤグリップ保持力を計測するための実験手法を開発することを目的として基礎的な実験を行った。その際、直径8mmのワイヤロープと一般的なU字型ワイヤグリップを用いて保持力試験を実施し、開発した実験手法の妥当性を確認した。

### 4. 今後の予定

今後は、開発した実験手法を用いて、ワイヤグリップボルトの締め付けトルクやグリップの個数・取り付け間隔がグリップ保持力にどのような影響を及ぼすかを明らかにする。また、グリップ保持力の確保に有効と思われる増し締め効果についても検討する。なお、ケーブルエレクション工法ではU字型ワイヤグリップの他に、ニッサクグリップM型も使用されているため、これについてもU字型グリップと同様な保持力試験を実施する予定である。

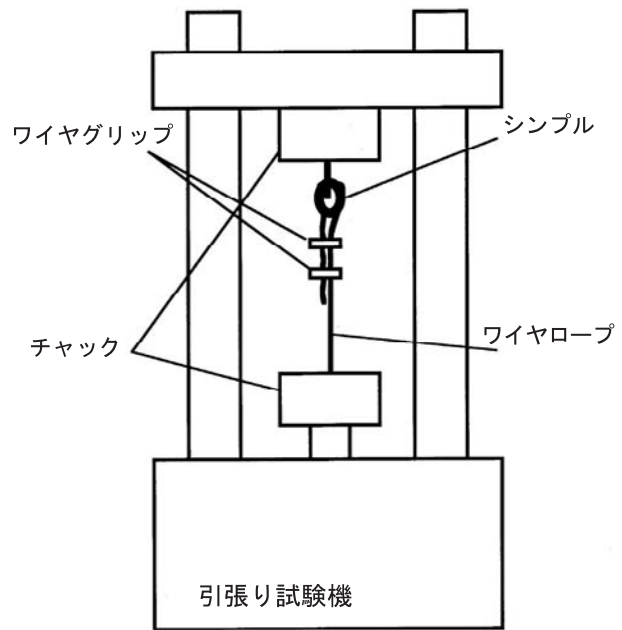


図1 ワイヤグリップ保持力試験の概念図



写真1 U字型ワイヤグリップの一例

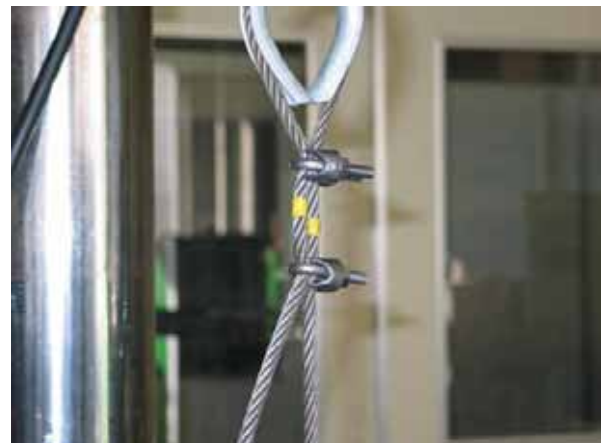


写真2 U字型ワイヤグリップを用いた保持力試験の様子

## 汎用型のすべり試験機を用いたつまずき評価に関する研究

建設安全研究グループ 永田久雄

### 1. はじめに

つまずき、すべりなどで姿勢バランスを崩し、転倒・転落、墜落して死傷する事故が後を絶たない。2003年の人口動態統計によれば「転倒・転落」で、年6722名が死亡している。多くは、歩行路面や階段で体のバランスを失って転倒、転落、墜落して、大腿骨頸部骨折、頭部骨折、頭蓋内損傷により死亡している。バランスを失う基本原因には、すべり、つまずき、踏み外し、動作の反動、押されて・あおられてなどがある。ここでは、姿勢バランスを崩す要因のうち「つまずき」を研究対象とした。

### 2. 歩行面のすべりとつまずき

屋根などでの傾斜面歩行では、すべりにくいほど転落リスクが少ないと考えられる。しかし、水平面歩行では摩擦係数が大きければ大きいほど転倒の危険が全くなるとは必ずしも言えない。例えば、すり足歩行になりがちな高齢者では、摩擦係数の非常に大きい床面では、つまずきやすくなる。また、激しい動きをする運動では、ある程度のすべりがないと、捻挫や脱臼を引き起こしやすくなる。歩行面の摩擦係数とリスクとの概念図を図1に示した。この図からも分かるように、「すべり」と「つまずき」は歩行面の摩擦係数の大小で考えることができる。

歩行すべりの発生メカニズムを観察してみると、すべりが発生する直前まで靴底と床面の間に働く最大静止摩擦力と、すべっている時の動摩擦力に分けて考える。最大静止摩擦力は、一般に動摩擦力よりも大きくなる。しかし、最大静止摩擦力と動摩擦力の間に大きな差があると、不意に滑り出し、姿勢バランスを崩し転倒しやすい。安全靴技術指針では、最も危険な条件を想定して、凹凸のまったくない滑らかな床面に油などの潤滑材がある歩行面上で耐滑性能を評価している。ここで、測定される動摩擦係数は大きいほど、すべった後の加速度は小さくなり、ゆっくりとすべる傾向がある。

一方、「つまずき」の評価では、人間の関節部の粘弾性的な衝撃吸収性を介して測定するほうが、実際的であるが、しかし、粘弾性の大きさ別に最大静止摩擦係数は異なってくる問題がある。

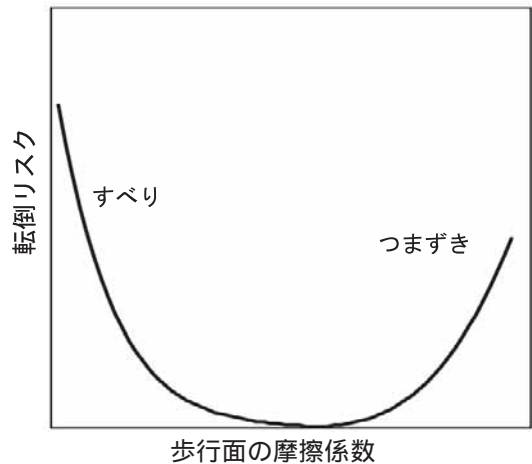


図1 摩擦係数と転倒リスクの概念図



図2 汎用型のすべり試験機

### 3. 汎用型すべり試験機

図2は、当研究所で実用化した汎用型すべり試験機である。当研究所の安全靴技術指針のなかで定められている動摩擦係数の測定も可能である。動摩擦測定では、床面をそのまま定速度で移動させて摩擦係数の定常値を読み取る。

一方、つまずきの発生は、通常、靴裏のつま先部ですべりを感じることから、建築材料分野では、靴裏材の前足部を切り取り、それを試験片とする測定法を用いて、すべり感覚と関連の高いバネ力を介して測定する。しかし、本汎用型すべり試験機では、靴をそのまま使用するのが特徴である。

つまずき評価では、足・脚の関節部が有する粘弾性的な衝撃吸収性を加える必要があるため、パソコン制御により水平力に応じて床面の移動を調整できるようにした。今後は、最大摩擦係数をジャーク力（粘弾性特性）別に測定し、すべり感覚ではなく実際の転倒を引き起こす、「つまずき」との相関性を検証することが求められている。

屋根作業者の作業特性を考慮した墜落防護工の安全性に関する研究 —中棧に生じる衝撃荷重の検討—

建設安全研究グループ 日野泰道

1. はじめに

本研究は、屋根からの墜落防止を目的とした中棧の設置基準を明らかにすることを目的とし、その設置位置および必要強度等について実験的に検討を行ったものである。

2. 実験諸元

図1に実験装置および実験方法を示す。実験は、ワイヤーロープを介して人体ダミーをレールから吊下げて切離装置と固定し、切離装置のロックを解除することにより人体ダミーの滑落運動が開始する仕組みである。本報では、既発表の文献1の結果を踏まえ、軒先位置での墜落速度が約15km/h(災害データに基づく推定速度の最大値)となるよう、屋根角度・切離装置の設置位置を調整した。実験で用いた人体ダミーは、自動車の衝突安全実験で一般的に用いられる Hybrid III<sup>3)</sup>(以下、H-3)を使用し、墜落防止用として設置した足場は、建地(柱材:2本)と手すり(1本)、中棧(1本)、および壁つなぎ(4本)で構成したものである。なお、人体ダミーの墜落姿勢は前向きの中腰姿勢とした。

3. 中棧に生じる衝撃荷重の検討

図2にH-3が中棧に衝突した際の様子、図3にその際生じた衝撃荷重の例を示す。この衝撃荷重は、図4に示す計測位置で得たひずみデータを基に、次式により算出したものである。

$$P = \frac{(\epsilon_1 \epsilon_2) \cdot E \cdot Z}{2 \cdot h} \times n$$

ここで、P: 衝撃荷重、E: ヤング係数、Z: 断面係数  $\epsilon_{1,2}$ : 建地端部のひずみ、n: 建地本数(2本)

衝撃荷重は平均で420kgfに達し、また中棧に残留変形が観察される実験が多くみられた。この荷重の反力として等しい荷重が被災者に作用することを考慮すると、極めて大きな荷重が発生していると判断できる。ちなみに図3で示す黒塗り(●印)は、その衝突により残留変形が生じた実験結果を表すものであり、衝撃荷重の大きさのばらつきは、極めて小さい(平均値: 576kgf)ことが分かる。これは、衝撃荷重の最大値が、中棧自身の強度特性により決まるからである。図3には、中棧を両端固定の単純梁にモデル化し、その中央に衝撃荷重が作用するものとして計算した結果を併せて示している(計算方法は図6参照)が、その大きさは中棧に残留変形が観察された実験結果(●印)の平

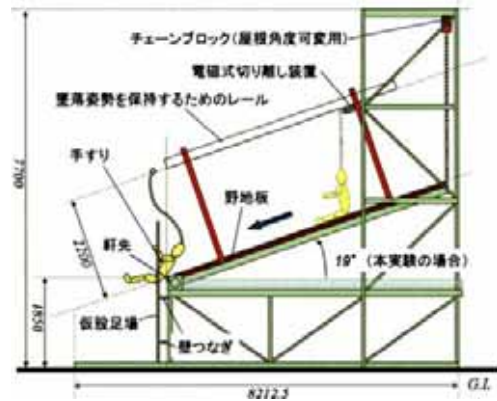


図1. 実験装置および実験方法



図2. 実験風景

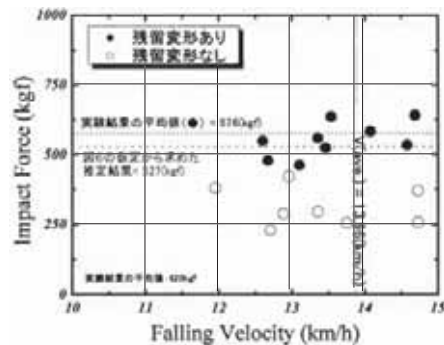


図3. 手すりに衝突した際に発生した衝撃荷重

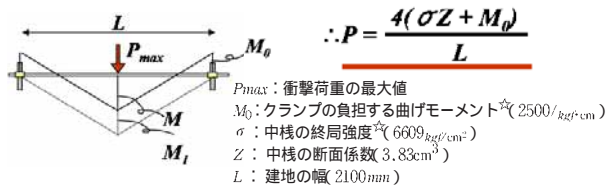


図4. 中棧の材料特性に基づく衝撃荷重の算定方法

均値とほぼ等しい値となっている。以上のことから衝撃荷重の最大値は、被災者の墜落速度や墜落姿勢の違いに影響を受けず、中棧の材料特性により決まることが分かった。

4. まとめ

中棧に生じる衝撃荷重の算定方法を明らかにした。また、その最大値は極めて大きくなる可能性があり、安全確保のため強度・剛性の配慮が必要であることを明らかにした。

## 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

気体物質を取り扱う場合、爆発危険特性を把握することは、保安上、必要不可欠である。工業的に気体物質を取り扱う場合、生産効率などの理由から、加圧、加温又は冷却下で取り扱うことが多い。現在、MSDSを始めとして化学物質の物性データ集は数多く公表されているが、その殆どが常温・常圧下での物性であり、高温・高圧下での物性について記載された物は少ない。そこで、本研究では産業界からのニーズが高い幾つかの気体物質について高温・低温・高圧下での爆発危険特性、特に爆発限界濃度と爆発最大圧力を測定すると共に、測定手法を確立することを目的とした。

### 2. 実験結果

#### 2.1 高温・高圧下における p-キシレンの爆発特性

容積200mLの逆円錐形容器で大気圧～1.1MPaの条件下で p-キシレンの引火点および爆発限界酸素濃度を測定した。爆発限界酸素濃度は加圧しても12vol.%で影響がなかった。引火点は大気圧下から1.1MPaに加圧すると22℃から76℃に上昇し、キシレン蒸気濃度1.1vol.%を維持するための飽和蒸気圧曲線とほぼ一致した。

#### 2.2 高温・高圧下における DMF +ピリジンの爆発特性

容積200mLの逆円錐形容器で大気圧～0.6MPaの条件下で DMF とピリジンの混合溶液の引火点を測定した。引火点は大気圧下から0.3MPaに加圧すると42℃から53℃に上昇した。配管などに蒸気圧の低いピリジンが凝縮してガスの混合比が変化してしまい、混合比の影響を正確に測定することは出来なかった。

#### 2.3 高圧下におけるオゾンの分解爆発特性

容積1Lの円筒形容器および25A、5mの管状容器で常温10℃・常圧～1.0MPaの条件下で0～20vol.%のオゾン・酸素混合ガスの分解爆発特性を測定した。爆発限界濃度(10vol.%)および、火炎伝ば特性は初圧の影響をほとんど受けなかった。爆発最大圧力は初圧に比例した。爆発限界濃度付近では着火位置によって特異的な火炎面が観測された。管状容器内では一定の火炎伝ば速度が観測され、一般の可燃性混合ガスの様に火炎の加速やDDTは観測されなかった。

#### 2.4 低温下におけるアセチレンの分解爆発特性

容積1Lの円筒形容器で常温(10℃)～-60℃・大気圧～0.2MPaの条件下で、アセチレンの分解爆発特性を測定した。10℃から-60℃になるとアセチレンの分解爆発の限界圧力は0.15MPaから0.17MPaに上昇し、

着火しにくくなった。その一方で、アセチレンの輸送時利用されている液体アセトンの存在下では、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、10℃、0.2MPaではアセトンの影響が爆発最大圧力に与える影響は観測されなかったが、-40℃、0.2MPaアセトンおよび溶解アセチレンも分解し爆発最大圧力が約2.5倍になる現象が確認された。このためアセトンの存在下では着火した場合、危険性が増すことが分かった。

### 3. まとめ

高圧下では主に初圧に比例して最大爆発圧力が上昇するため、危険性が増すが、爆発限界濃度や爆発限界酸素濃度は圧力の影響をあまり受けない傾向にある。低温下では着火しにくくなり爆発範囲が狭くなる傾向があるが、溶媒の存在下では溶解ガス量が増加するため、危険性が増す場合もある。高温下における爆発危険特性の測定には湯浴などの部分的な加熱装置だけでは正確な測定が難しいため、大型の恒温器が必要不可欠である。現在、本年度に購入した高温恒温器の改造と測定装置の設置を行っており、今後、高温下でのデータの収集を進める予定である。



写真1 高温恒温器



## 水素ガス漏洩爆発作業者安全基準策定のための被害評価方法の確立

化学安全研究グループ 大塚輝人, 水谷高彰  
名古屋大学大学院工学研究科 斎藤寛泰, 吉川典彦

### 1. はじめに

水素ガスは次世代クリーンエネルギーとして注目されている燃料であり, 自動車の燃料電池やエンジンの燃料, 発電施設等の多くの分野で, その利用技術開発が着実に進展しており, 試験的ではあるが, 水素ガスステーションも設置されるようになった。また, 最近では, 重油の脱硫過程にも水素を利用する技術が普及しており, 水素漏洩による爆発事故がしばしば起き問題となっている。この様な水素利用拡大に伴い, その安全基準策定が課題として浮上する。従来小型実験装置で得られた水素爆発に関する基礎データや知見では, 大規模な爆発過程と被害状況を推算することは不可能である。本研究では, 爆発被害評価法確立に必要な要素研究として, 5.4L 小規模爆発実験, 150L 中規模爆発実験, 1.5m<sup>3</sup>大規模爆発実験とともに, 拡散の数値計算および, 小規模爆発実験に対応する爆発燃焼計算を行った。以下には, 主に小規模爆発実験に対応する数値計算について述べる。他の実験の詳細については, 文献[1-4]を参照されたい。

### 2. 計算手法および計算対象

計算には, ANSYS 社の CFX4.4 を用いて行った。乱流モデルとしては  $k-\epsilon$  モデルを用い, 燃焼には, 渦による混合が燃焼の律速であるとの考えから導かれた, Eddy-Break-up モデルを用いた。

計算の比較対象となる, 室内実験に用いた実験装置の概略図を図1に示した。実験装置はラテックス膜をリングで押さえた板に, 試料混合気の導入と, 着火用スパークプラグの設置のための穴を穿ったものである。混合気の充填はラテックス膜が直径275mmの半球を形成するまで行った。したがって, 内部に導入される混合気は約5.4Lである。

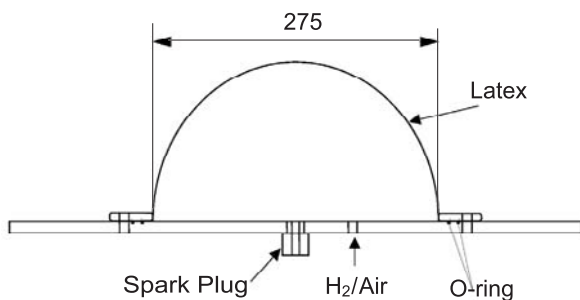


図1 計算対象

計算領域としては, 円筒対称を仮定して, 高さ方向と半径方向の2軸を用いた二次元系を火炎が届く可能性のある部分(半径  $r$ , 高さ  $h < 500$  mm)を5mmのメッシュでとった。壁面から反射する音波の影響を避けるために,  $r, h < 1000$  mm で10mm,  $r, h < 2000$  mm で20mm,  $r, h < 4000$  mm で40mmのメッシュをとり, 高さ, 半径方向ともに4mの領域を計算した。初期温度は293Kを仮定しており, 火炎部分は約20msの間, 反射波の影響を受けずにすむ。

### 3. 結果

図2に当量比1.0の計算結果と高速度カメラの写真の比較を示す。図は右側を中心軸として円筒方向を左に250mm, 垂直方向を縦に500mmの範囲を切り取ったものである。

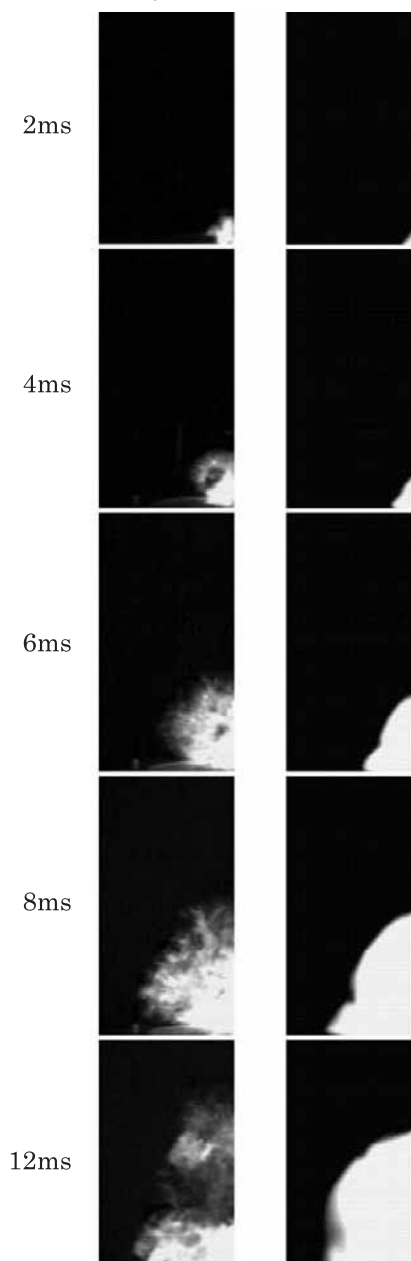


図2 計算結果の一例

たものである。左列が実験時の映像であり, 可視光として記録されているのは水分子の高振動励起状態からの遷移に伴う発光である。計算では水の質量分率を Gray-scale で示した。CFX による計算がほぼ実験を再現できている。

### 4. 文献

1. 上坂・斎藤・吉川, 第41回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.113-114(2003)
2. 斎藤他, 水素-空気爆燃の野外実験, 火薬学会誌第65巻, pp.140-146(2004)
3. 上坂他, 第42回燃焼シンポジウム講演論文集, (2004)
4. 斎藤他, 第42回燃焼シンポジウム講演論文集, 講演論文集(2004)

# リサイクル品・廃棄物処理工場での粉塵爆発災害の防止に関する研究

## —沿面放電による粉じんへの着火特性の測定—

物理工学安全研究グループ 山隈瑞樹

### 1. はじめに

環境保全，資源再利用の観点から家電製品のリサイクルおよび廃棄物処理が活発に行われるようになったが，その処理の過程で可燃性の粉じんやガスが発生し，これに何らかの原因で着火し，爆発災害に至る事例が頻発している。本研究では，特に，リサイクルの現場で発生しうる静電気放電によって粉じん爆発が発生する可能性を検証するために，沿面放電による粉じんへの着火特性の測定を行った。

### 2. 実験装置及び方法

沿面放電を模擬するために，金属板又は格子状に導電性糸を縫い込んだ布を接地して，その上に厚さ0.1mmのPETシートを載せ，コロナ放電によって発生したイオンを照射してPETシートを所定の電位に帯電させた。その後，試料粉体をフルイを用いて帯電領域に薄く堆積させた後，接地金属球を帯電領域の中心部に接近させて沿面放電を発生させた。放電の電荷量はCTプローブによって測定した電流を時間積分して求めた。

試料粉体として，アントラキノン及び石松子を使用した。これらは，着火試験用の標準物質として広く使用されているものであり，浮遊粉じんの最小着火エネルギー(MIE)は，それぞれ3mJ及び30mJであることがわかっている。

### 3. 結果及び考察

沿面放電によって堆積粉じん(アントラキノン)が爆発する様子を図1に示す。一般に堆積粉じんをこのように炎上させるのは困難であるが，沿面放電は非常に強力であるので，放電のエネルギーの一部が高速の空気流を発生させ，粉じんを舞い上げていると考えられる。

沿面放電の着火エネルギーを正確に求めることは技術的に困難であったので，放電電荷量によって着火性を評価することとした。金属板とPETシートの組み合わせで発生させた沿面放電による着火実験結果を図2に示す。このときの爆発に必要な最小の電荷量(MIC)は160 $\mu\text{C}$ であった。同じ放電条件で石松子のMICは180 $\mu\text{C}$ であり，浮遊粉じんの着火特性から予測されたほどに大きな違いは見られなかった。一方，導電性糸を織り込んだ布とPETシートの組み合わせにおいては，アントラキノン及び石松子のMICは，

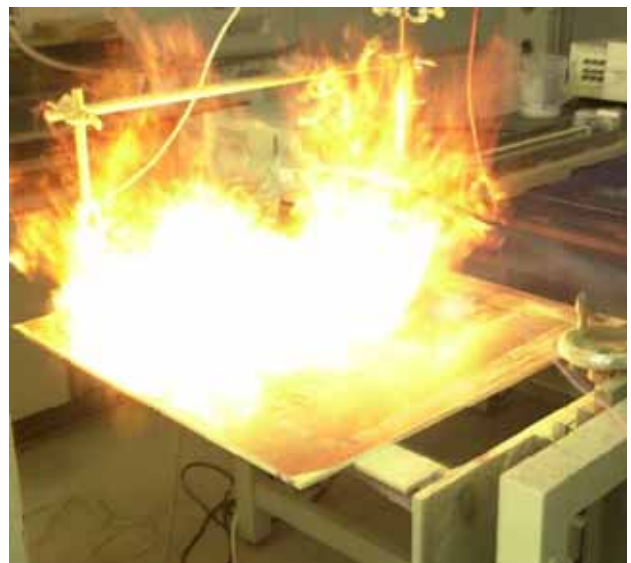


図1 沿面放電による堆積粉じん爆発の様子

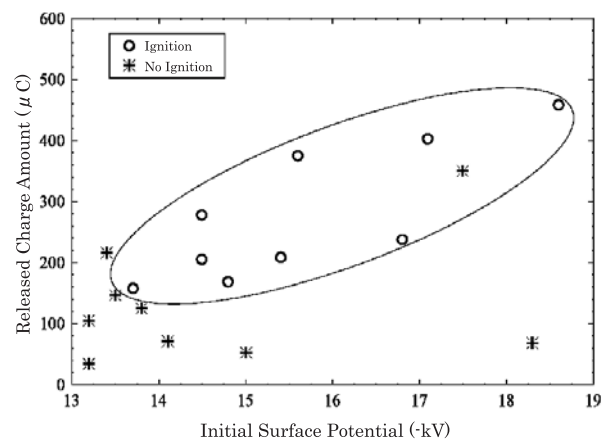


図2 アントラキノンの着火特性

それぞれ70 $\mu\text{C}$ 及び330 $\mu\text{C}$ と大きな違いが見られた。理由は明確ではないが，両粉体の性質を考慮すると，粉体の舞い上がり易さ及び放電の密度が影響しているものと考えられるので，現在，これらの観点から引き続き実験及び解析を行っている。

なお，火花放電の場合は，粉じんに対するMICは約3 $\mu\text{C}$ 以上であるから，沿面放電の場合のMICはこの約20倍以上である。このような大量の電荷の蓄積は，絶縁配管での高速粉体輸送，ガラスライニング容器による粉体貯蔵，フレキシブルコンテナでの粉体の投入等の工程で生じる得る。

### 4. まとめ

沿面放電による粉じんの着火特性は，必ずしも浮遊粉じんの着火特性から予測されるものと一致するものではないことが確認された。放電のエネルギー密度及び粉じんの性質が影響しているものと考えられる。

## リサイクル品・廃棄物処理工場での粉塵爆発災害の防止に関する研究

—可燃性のガスと粉じんのハイブリッド混合気中を伝ばする火炎の挙動—

化学安全研究グループ 八島正明

### 1. はじめに

リサイクル処理事業場においては、断熱材等の破砕に伴い発生する粉じんとその断熱材の発泡用として使われた可燃性ガスの在留分による爆発や火災の発生が懸念される。一般的に、可燃性ガスと空気、さらに可燃性の粉じんが混合したハイブリッド混合物（異相混合物）では、可燃範囲が広がるなどそれらが単独の場合とは異なる燃焼特性、爆発特性を有することが知られている。

本研究は、ハイブリッド混合物における燃焼特性、爆発特性を明らかにすることを目的とする。本研究では、代表的な断熱材であるポリウレタンとその発泡用ガスであるシクロペンタンのハイブリッド混合物における爆発の強さを実験的に調べた。さらに現象を単純化して解析するため、燃焼管内を上方に火炎が伝ばする挙動をビデオカメラを使って調べた。

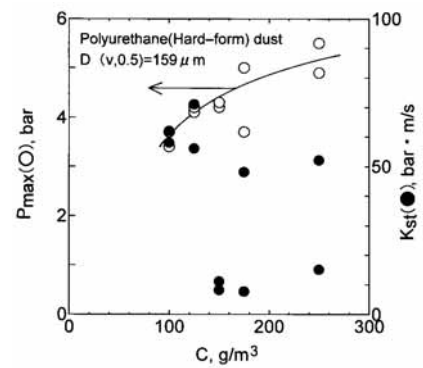
### 2. シクロペンタンガス-ポリウレタン粉じんハイブリッド混合気中における爆発の強さ

実験では20L球形爆発試験容器を用い、可燃性ガスとしては二種類の濃度のシクロペンタン( $C_5H_{10}$ )を使用した。このガスの空气中、常温・常圧下の爆発範囲は1.1~6.7%である。実験では予め2,020と5,270 ppmの濃度で空気と混合、調製したガスを用いた。ポリウレタン粉は実際に家電リサイクル処理事業場から入手したもので、平均粒子径は中位径  $D(v, 0.5)$  では159  $\mu m$ 、面積径  $D(3, 2)$  では102  $\mu m$  であった。図1に得られた結果を示す。実験の結果、シクロペンタンの混合によって、最大爆発圧力  $P_{max}$  が増加し、最大昇圧速度  $(dp/dt)_{max}$  が逆に小さくなること、また、粉じん雲濃度  $C=140\sim 160 g/m^3$  を境にして爆発指数  $K_{St}$  の傾向が変化することがわかった。このような結果は、ポリウレタン粉のシクロペンタン-空気混合気中での流動特性、予混合火炎と粉じん火炎の共存によってもたらされる火炎構造、燃焼反応量の違いによると考えられる。

### 3. 鉛直燃焼管を上方に伝ばする火炎の様子

実験は観測窓付き正方形断面  $50 \times 50 mm$ 、長さ500mmの鉛直燃焼管を用い、流動層方式により粉を管内に分散させて行なった。用いた試料粉は石松子粉（中位径32  $\mu m$ ）とPMMA粉（57  $\mu m$ ）である。可燃

(a)ポリウレタン粉(単独)の場合



(b)ポリウレタン粉とシクロペンタン2,020ppmのハイブリッド混合気の場合

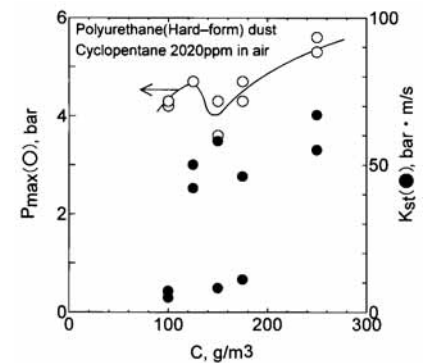


図1 粉じん雲濃度に対する最大爆発圧力と爆発指数の関係

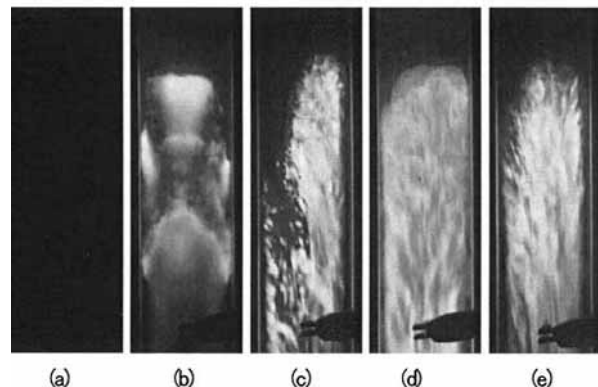


写真1 上方への火炎伝ばの様子(管は下端開・上端閉)

(a)プロパン-空気：プロパン濃度2.86% in vol.(当量比0.7)  
(注)火炎が薄く、濃淡差が無い印刷では不鮮明となっている。(b)石松子粉-空気：粉じん雲濃度  $C=62 g/m^3$  (c)PMMA粉-空気：129  $g/m^3$  (d)プロパン-石松子粉-空気：2.86%，62  $g/m^3$  (e)プロパン-PMMA粉-空気：2.86%，129  $g/m^3$

性ガスとしてプロパン(純度99.5%)を用いた。写真1に火炎の上方伝ばの様子を示す。

### 4. まとめ

実験の結果、ハイブリッド混合物の場合には火炎が長くなり、燃焼量が増すこと、火炎の伝ば速度が増加すること、実験の範囲内ではプロパンによる火炎と粉じんによる火炎が分離して形成、独立して伝ばしていないこと、などがわかった。

## プラントライフサイクル情報を利用した安全運転管理システム開発の実現

化学安全研究グループ 島田行恭

### 1. はじめに

生産システムの事故の原因として、(1)装置の老朽化に対する保全が不十分であること(設備管理の問題)、(2)リスク管理に基づいた設計・運転・保全技術の一貫した論理と技術情報基盤が確立していないこと(技術伝承と情報共有の問題)が挙げられる。一方、プラント異常時の運転を支援する様々なシステムが提案されているが、論理的で総合的な判断に基づく安全運転管理を行うシステムは未だ実用化されていない。これに対してプラントライフサイクル全体での安全管理技術(情報)を体系化することにより、技術伝承と情報共有の問題を解決し、プラントの安全運転を支援するシステムを開発することが望まれている。

### 2. 研究目的

プラント運転に関する上記のような問題を解決するために、以下の3項目について研究を行う。

- 1) プラントライフサイクル内の各業務技術情報とそれらの情報の流れを明確にした技術情報基盤を確立する。
- 2) 設計時に検討された安全管理技術情報と熟練オペレータの持つ経験的運転技術情報に基づき、プラント異常発生時にオペレータが行うべき操作を決定する仕組みを作る。
- 3) プラント異常時運転支援のための各要素技術(システム)をリンクさせ、一つの総合的な安全運転管理システム開発を実現させる。

### 3. 安全運転管理システムの概要

図1に本研究課題で構築を目指す安全運転管理システムの概要を示す。設計根拠情報の再利用をベースとして、安全運転のための技術情報管理のあり方について検討していく。プラントライフサイクルにわたる業務の分析を行い、設計で検討された情報(結果、論理など)とプラント安全運転のためにオペレータに知らされるべき情報・技術の対応付けを行う(情報伝達)。また、過去の運転トラブル実績から熟練オペレータの持つ経験的な運転技術情報を収集する(技術伝承)。これらの情報を基に、安全運転管理システムの各サブシステムが利用するための知識ベースを構築する。一方、これまで個々の研究者が開発してきた状態監視、異常診断、挙動予測、対応操作決定を含めたモジュール管理、及びインタフェースを共通のプラットフォーム上で構築することにより統合し、一つの安全運転管理シ

ステムとして実用化する。

### 4. 運転支援システムに関する調査

研究初年度は研究会や講演会参加、企業見学等を通じて実際に企業で導入されている運転支援システム等の見学も行い、現状のシステム開発の課題をまとめるとともに、システム開発の方針について議論を行った。システム、情報モデルの具体的な開発は次年度以降に始める予定である。

### 5. まとめ(期待される成果)

本研究の特徴、及び利点をまとめておく。(1)総合的な安全運転管理システムの開発を通して、従来の生産システムにおける技術伝承と情報共有の問題を解決することにより、プロセスプラントの事故発生の防止に貢献する。(2)本研究で整備する技術情報基盤は、化学プラントだけでなく、様々な生産システムの安全管理問題にも適用できる概念であり、建設や機械システムなどの各分野での安全技術情報管理システムの開発にもつながる。

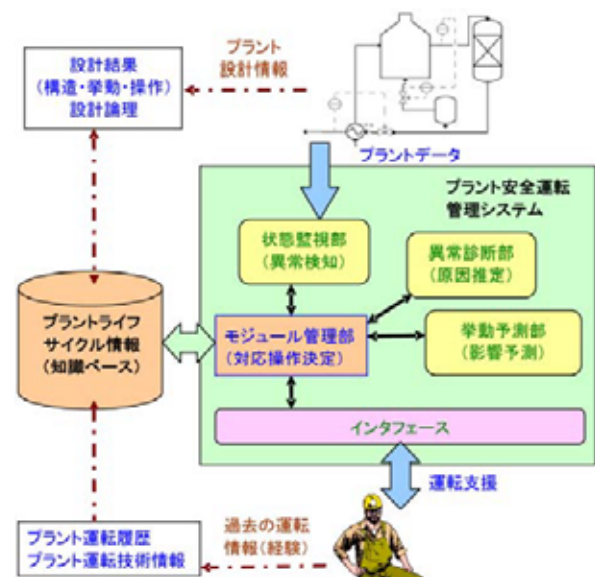


図1 安全運転管理システムの概要

### 謝辞

本研究は平成16年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究B(1)(課題番号:16310115)による補助を受けて行われた。

(研究代表者)産業安全研究所 島田行恭  
(研究分担者)東京工業大学 洲野哲郎, 青山 敦  
九州大学 武田和宏  
名古屋工業大学 濱口孝司  
東京農工大学 北島禎二

## バッチプラントの製品・プロセス開発から生産・管理までを短縮する統合情報環境の開発

化学安全研究グループ 島田行恭

### 1. はじめに

製品の開発から市場化までを短時間に行い、製造を安全に確実に実行するという生産技術が求められている。このためバッチプラントに対する有効な製造設備、製品情報、計画・運転・管理の各業務アプリケーションのあるべき姿を検討し、製品の開発からプロセス設計、運転管理、保全までの問題解決を一つの枠組みの中で検討できる統合環境の構築が必要とされている。

### 2. 研究目的と研究概要

プラントライフサイクルのすべての業務で用いられる情報をレシピ、設備情報、生産計画の観点から整理する。これらの情報とその流れを基に、製品開発、プロセス開発、制御、生産計画、設備保全、実績管理までの問題を一貫した観点から統一的にとらえ、連動して変更される仕組みを開発する。検討項目を示す。

- 1) 各業務情報の統一的な整理
- 2) オントロジーで意味付けを行った情報のワークフローマネジメントシステムの開発
- 3) 各業務に必要な情報をもつシミュレーションモデルの開発
- 4) シミュレーションモデルとリンクするモジュールベースの各業務用アプリケーションの開発
- 5) 新たな製品や装置の追加をレシピ情報、装置情報、装置の接続情報にだけ与えると、各業務のアプリケーションがその変更情報を受入れ、連動して挙動することを統合環境にて実証

### 3. オンサイト R & D

図1に本研究課題で検討するバッチプロセスに対するオンサイト R&Dを示す。研究開発の時点からすべての業務に関する情報を、レシピ、設備情報、生産計画に整理し、いち早く製造装置での開発を行い、研究者とエンジニアが相互乗り入れしながら、顧客要求へ迅速に対応する構造を考える。

### 4. ジャパンバッチフォーラム第3WG(統合環境)

本研究課題は日本学術振興会プロセスシステム工学第143委員会の常設分科会であるジャパンバッチフォーラム(JBF)第3WG活動の一部としても行っており、JBF研究会での標準モデル(ISA-S88, S95)の紹介を基に、共通に用いる言語、モデルの勉強を行っている。さらに、JBFの企業側委員からの情報提供により、バッチプロセスの安全問題(例外処理など)についても取り組むべき課題が提示され、整理してい

る。

### 4.1 例題プラント及び製品特性の作成

JBF-WG1(企業メンバー中心)で作成した例題プラントが開示され、各WG共通のプラントモデルとして利用する。現在、操作手順情報と構造体情報の理解、及びISA-S88との整合性をチェックしている。

### 4.2 設備保全管理に関する情報の整理

設備保全管理に関する手法を整理するとともに、各手法に必要な情報をまとめた。これを基にバッチプロセスにおける生産計画とスケジューリング、設備保全計画を関連付けし、情報共有による生産性・安全性向上を実現するための議論を行っている。情報を整理する際の標準言語として、ISA-S95をベースとしたXML実装であるB2MMLを用いることの是非、オントロジーによる情報整理の方法について検討している。

### 5. まとめ(期待される成果)

多業務のコンカレント化と変更管理の一貫性に注目し、そこに共通な情報モデルを求め、作業を同時に実行し得る統合情報環境を構築する。これにより、バッチプロセスを対象とした製品・プロセス開発から生産・保全までの問題を一貫した形で扱え、開発の短期化、省力化、効率化、及び安全性確保、トレーサビリティの向上が期待できる。また、リスクマネジメントやその他の安全管理活動を生産プロセス設計と並列して実行することができ、企業活動において疎かにされがちな安全に対する取り組みを生産活動と同時に実行することが可能となる。

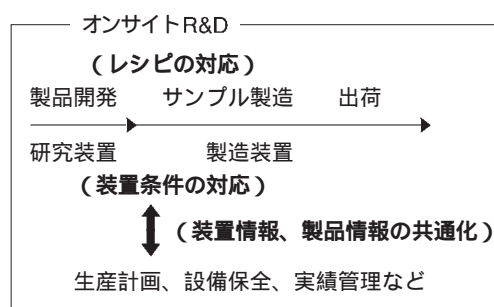


図1 バッチプロセスに対するオンサイト R & D

### 謝辞

本研究は平成16年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究B(1)(課題番号:16360394)による補助を受けて行われた。

(研究代表者)名古屋大学 小野木克明

(研究分担者)名古屋大学 橋爪 進

名古屋工業大学 伊藤利昭, 橋本芳宏, 濱口孝司

東京工業大学 淵野哲郎, Rafael Batres

産業安全研究所 島田行恭

東京農工大学 北島禎二

## 制御用低圧電気回路の接触不良診断技術の開発に関する研究

(信号用配線に接続されたコネクタの接触不良検出)

物理工学安全研究グループ 本山 建雄, 富田 一  
 研究生 中田 健司

### 1. はじめに

接触不良を予想される障害が発生した場合, その原因が接触不良であるか否かを検出する方法が必要になる。この場合, 接触抵抗は振動, 電圧を印加によって回復する場合があることから, 接続部に振動を与えず, 信号程度以下の電圧によって計測することが望ましい。このようなことから, 本研究では接触部の両端に接続した絶縁電線にアルミ箔を取付け, 容量結合により外部から高周波電圧を印加し, 測定したアルミ箔間のインピーダンスの直列抵抗成分から接触抵抗を算出する測定方法について検討した。

### 2. 測定原理

#### 2.1 測定方法の概要

図1は接続部の接触抵抗として抵抗素子を接続した場合の被測定電線の外観を示している。絶縁電線にアルミ箔を巻き付け, 高周波電圧を印加して, 接触抵抗を測定する。

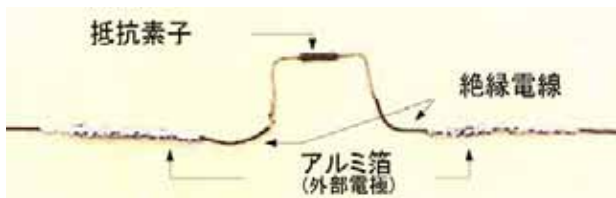


図1 測定方法の概要

#### 2.2 等価回路

図1は測定回路のインダクタンス分が十分に小さい条件下で, 図2の等価回路として表すことができる。

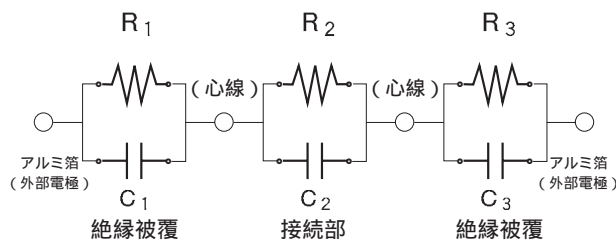


図2 等価回路

$R_1, R_3, C_1, C_3$ は絶縁被覆の抵抗, 静電容量であり,  $R_1=R_3, C_1=C_3$ とおける。 $R_2, C_2$ は接続部での接触抵抗, 静電容量に相当する。回路のインピーダンス $Z$ は

$$Z = \left( \frac{2R_1}{1 + \omega^2 C_1^2 R_1^2} + \frac{R_2}{1 + \omega^2 C_2^2 R_2^2} \right)$$

$$-j\omega \left( \frac{2C_1 R_1^2}{1 + \omega^2 C_1^2 R_1^2} + \frac{C_2 R_2^2}{1 + \omega^2 C_2^2 R_2^2} \right)$$

となり, 抵抗成分は

$$R_s = \frac{2R_1}{1 + \omega^2 C_1^2 R_1^2} + \frac{R_2}{1 + \omega^2 C_2^2 R_2^2}$$

となる。上式から  $R_2=0$ と見なせる条件, 例えば, 接続部のない条件での  $R_s$  を測定し, これを  $R_{s1}$  として  $R_s - R_{s1}$  を求めると第2項が得られ,  $\omega^2 C_2^2 R_2^2 \ll 1$  の条件を満たすよう周波数を設定することにより  $R_2$  を求めることができる。

### 3. 測定結果

等価回路による検討にしたがって, 抵抗素子を想定した例を図3に示す。測定はLCRメータを用いて実施した。

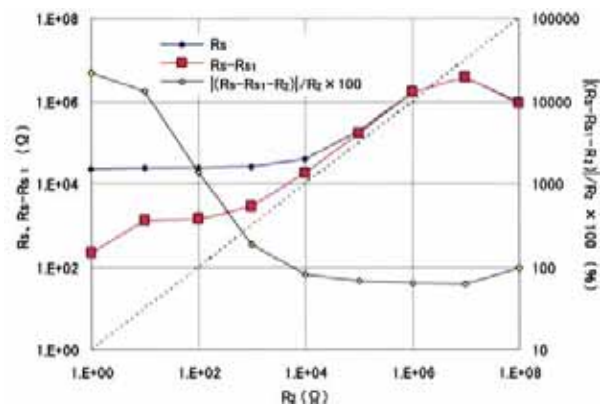


図3 抵抗素子を測定した場合の例

(周波数: 100kHz, 印加電圧: 4V, アルミ箔の幅: 5cm)

図3によると被測定抵抗 $R_2$ と測定値( $R_s - R_{s1}$ )の関係には $R_2 < 1\text{M}\Omega$ において $R_2$ の増加に対して( $R_s - R_{s1}$ )が増加しており, 両者には相関性がある。また $100\Omega < R_2 < 1\text{M}\Omega$ の範囲において( $R_s - R_{s1}$ )と $R_2$ はある程度, 近い値を示しており, その比は,  $R_2 \geq 10^3\Omega$ では200%以下であることから, この範囲において接触状態の判断が可能であると思われる。

一方, 図3から推測されるように $R_2 < 100\Omega$ において, ( $R_s - R_{s1}$ )は $100\Omega$ と $10\Omega$ はほぼ同程度の値となっており, また,  $R_2$ との比は大きいことから測定は困難と思われる。これは, 被測定抵抗値 $R_2$ が絶縁電線の被覆の抵抗 $R_1$ に比べてかなり小さく, 測定値を $R_s$ と $R_{s1}$ の差から求めていることから, 測定誤差の影響が相対的に大きく現れるためと推定される。この原因は簡易的な手法を用いたことによると想定されることから, 測定周波数, 測定電圧, 絶縁電線に巻いたアルミ箔の幅等の最適化を進めることによって, 精度の改善が見込まれる。

# 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

## —大型クレーンフック周囲の電磁界の緩和—

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

中波送信所の近く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、クレーンのフック周囲には高電界の発生する場合がある。このとき、フック周囲で作業する玉掛作業士などは高電界に曝される可能性が考えられるため、電磁界を緩和する一方法について実機ラフテレーンクレーンを用いて検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 クレーン設置場所

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。このとき、アウトリガーフロートと地表間には厚さ10cmの板木を挿入した（以下、「対策なし」という）。

表1 定格荷重50tのラフテレーンクレーンの設置条件

ブーム長 (m)	ブーム角度 (°)	ジブ長 (m)	ジブ角度 (°)	ブーム+ジブ +ワイヤ(m)
39	80	14.5	35	106

#### 2.2 電磁界測定

フック周囲の電磁界強度を電界プローブ（周波数範囲：100kHz～3GHz，測定範囲：1～800V/m），磁界プローブ（周波数範囲：300kHz～30MHz，測定範囲：0.017～17A/m）で測定した。測定器とデータ読み取り用パソコンとは長さ10mの光ファイバケーブルによって接続した。

電磁界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), 0.6m, 1.2mとした。

#### 2.3 電磁界緩和の方法

影響を受ける中波に対してクレーンの車体部分に並列共振回路を付加する目的で、車体下部の地表に約2m×10mの金網(1mmφ，辺の長さ10mmの6角形)を

敷いた。また板木とアウトリガーフロート間に両面にアルミニウム板が張られた厚さ10mmの亚克力板を挿入し、板木と接しているアルミニウム板と金網とは導線によって接続した。これと並列に15.3μHのインダクタンスをアウトリガーフロートと金網間に接続して並列共振回路による対策を施した（以下、「並列共振回路使用」という）。

### 3. 実験結果

図1には地上高=0.6mにおける電磁界分布を示す。電界強度はフックから離れるにしたがい急激に減少している。フック真下であるy=0においての電界強度は、対策なしでは230V/mであるのに対して、並列共振回路付加時には100V/mと対策前の約43%に緩和されている。

磁界強度についても、フックから離れるにしたがい急激に減少している。フック真下であるy=0においての磁界強度は、対策なしでは43mA/mであるのに対して、並列共振回路付加時には18mA/mと対策前の約42%に緩和されている。

電磁界の地表及び地上高=1.2mにおいても同様の傾向であり、並列共振回路を付加することはフック周囲の電磁界強度の緩和に寄与することが確認された。

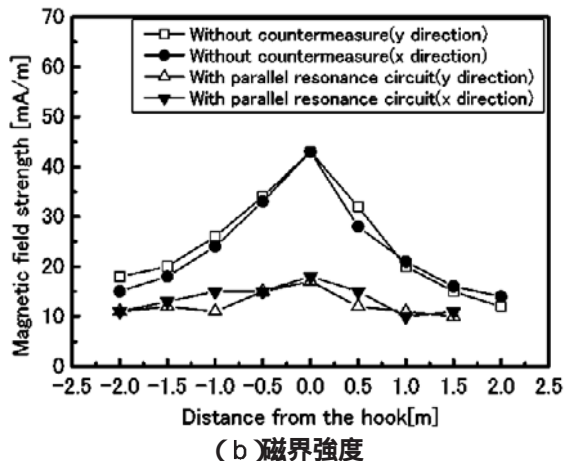
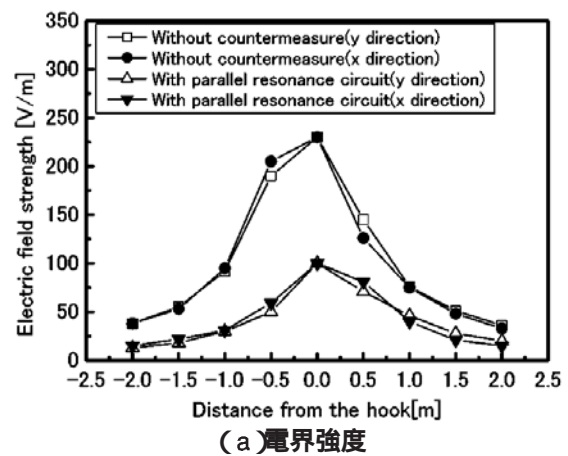


図1 対策の有無による電磁界強度（地上高=0.6m）

## 200V 配線推進に伴う感電災害・電気火災等の予防に関する研究

### —200V 配電系の普及状況・労働災害の実態調査—

物理工学安全研究グループ 富田 一， 本山建雄

#### 1. はじめに

現在，100V 系を主たる配電線の電圧としている国は世界中で日本，米国，北朝鮮などであり，低成長時代において，少ない設備投資により電力需要に対応するためには，必然的に200V 系配電線が主たる配線電圧にならざるを得ない。しかし，200V 系配電線が一般的に使用されるようになると，感電危険性が増大し，また，漏電による火災や機器の損傷等の障害・災害が多く発生すると予想されることから，これらの災害にも対応できるよう，検討を諮っておく必要がある。

本研究は，主たる配線電圧が200V 系に変更されたときの危険要因を明確にし，望ましい安全対策の提言及び200V 系配電線への円滑な移行推進のための基礎データ提供を目的とする。そのために，200V 系配電線の普及状況や労働災害の実態調査を実施した。

#### 2. 保安統計からの傾向

原子力安全・保安院より出されている電気保安統計においては，100V，200V，400V，高圧の分類がなされている。1991～2001年について，作業者に係る感電死傷件数を図1に示す。全般的に100V に比較して200V における死傷件数が多い傾向となっている。

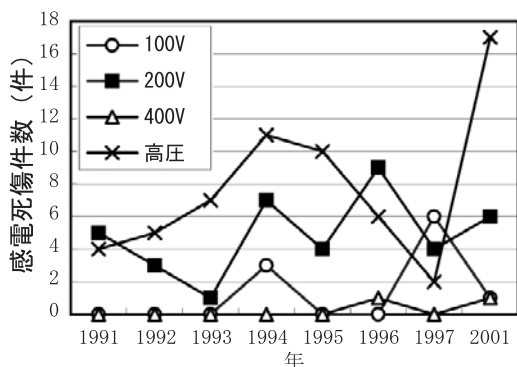


図1 作業者の感電死傷件数の推移 (電気保安統計)

## 3. 感電による労働災害からの検討

### 3.1 電圧別の死亡者数

1995～2001年の7年間における感電死亡災害の中で，65人の感電死亡災害を調査した結果を図2に示す。100V 以下の死亡者が17人，200V が22人であって，両者に大きな偏りは見られない。100V 以下については，交流アーク溶接機による死亡者が10人と大きな割合を占めている。これは作業中に充電された溶接棒が露出

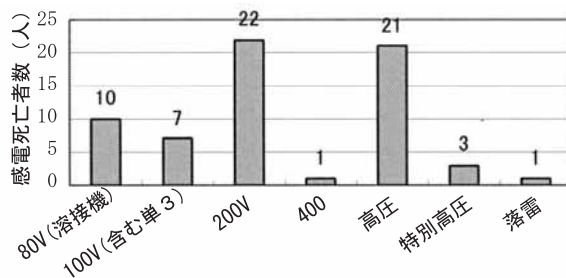


図2 感電死亡労働者数

状態となることや，交流アーク用自動電撃防止装置の装着されないアーク溶接機の使用などが災害発生要因と考えられる。

アーク溶接作業を除いた100V以下での死亡者については，7人と半減している。溶接作業時の死亡者を除いた死亡者数で見ると，200Vが100Vの約3倍となり，200Vでの感電死亡者が100Vより明確に多い。

### 3.2 事故の機器

図2の死亡労働災害において，溶接機を除いて災害に結びついた機器を100，200Vの場合について表1に挙げる。

これらの機器について，人的要因を除いた災害発生原因をみると，漏電が主であり，絶縁不良，誤配線といったケースも見られた。また人的要因からみると，誤って接触したケースが多く，作業前の十分な対策，作業手順の励行など基本的な対策が不十分であることが多く見られた。

100V 200V配電電圧における感電災害を調査したが，200Vでの発生件数が多いことから見て，低圧であっても200Vにおける感電災害防止には特に配慮が必要と考えられる。

表1 100，200V配電電圧での災害の機器

原因	漏電	絶縁不良	誤配線	作業ミス
100V	扇風機，電動ポンプ (2人)	移動電線 (1人)		作業灯，キュービクルの充電部，配電盤，電子レンジ (4人)
200V	バルパー，ポンプ，モータ (2)，クレーンスイッチ，洗浄器 (6人)	サーモスタット，軸受け温度計，研磨機 (3人)	型ばらし機，シャレンチ，クレーンスイッチ (3人)	電源表示灯，コントロールボックス，配線 (2)，ニクロム線，シリンダ分解装置，クレーントロリー線 (2)，クレーン集電装置，攪拌機 (10人)



# 噴出帯電現象における測定技術の開発 —液体噴出・噴霧の静電気危険性の評価法—

理工学安全研究グループ 大澤 敦

## 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体・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、高压ガス、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。著者はこのように液体の噴出・噴霧にともなう静電気の危険性を評価する方法を検討している。なお、本評価法はすでに災害調査に適用して原因究明に貢献している。

## 2. 評価法

評価法として以下の2つの方法を検討した。

(1) 簡易な評価法として、噴霧空間に置いた接地円筒かごの側面の電界を電界センサーで測定し、これを電界が最大となる位置に置き、この測定最大電界から電荷密度を求める。この電荷密度が均一に噴霧空間にあるとしてポアソン方程式より数値的に電界分布を求める。求めた電界分布を空気の絶縁破壊電界と比較することによって評価する。

(2) さらに、詳細に評価が必要とされたとき、あるいは上記の簡易評価で絶縁破壊電界が生ずることが予測されたときの評価法として、噴霧した空間の数点で電荷密度を吸引式ファラデーケージで測定し、内挿して密度分布を求める。この分布を用いてポアソン方程式より数値的に電界分布を求めて同様に評価する。

## 3. 実験

噴霧は精製水(導電率:  $9.8 \times 10^{-5}$  S/m)を噴霧装置(圧搾空気ドライフォグ2流体ノズル: いけうち AkiJet)により行った。ノズルの液口径は0.4mm、噴霧圧力は2.6kgf/cm<sup>2</sup>、噴霧量は $2.03 \times 10^{-4}$ kg/sである。液滴の平均粒径は7-8μm程度である。噴霧対象は直径40cm、長さ63.5cmの接地した金属製かごである。このかごはノズルからの軸方向位置  $z = 3, 9, 16, 31, 48, 62$ cm に吸引式ファラデーケージの測定子を挿入できるようにしてあり、この測定子は鉛直・水平方向に可動である。吸引式ファラデーケージは同軸円筒構造で外側(12mmSUSパイプ)は接地、内側(1/4 in. SUSパイプ)であり、終端に液体のトラップ用フィル

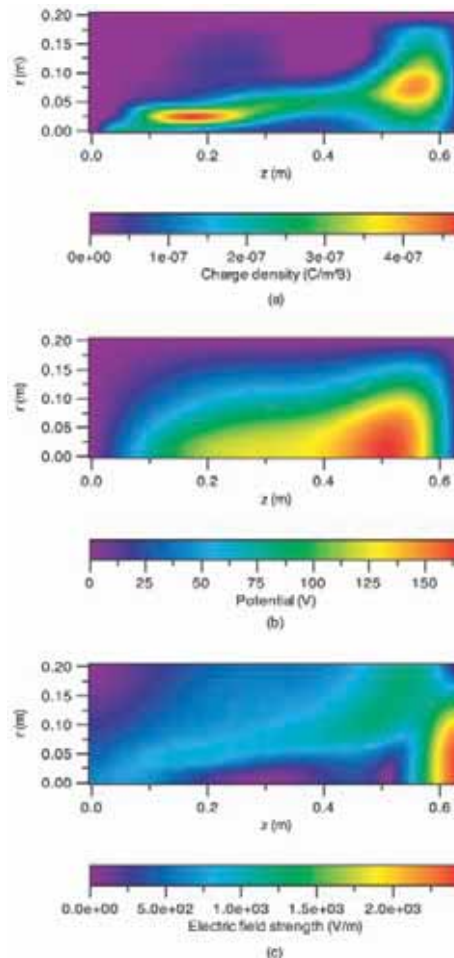


図1 評価結果 (a) 電荷密度分布, (b) 電位分布, (c) 電界分布

タがある。吸引は一回の吸引毎に真空にされる100 mL容器に接続された電磁バルブによって制御している。吸引式ファラデーケージの電荷量の測定にはエレクトロメータ(Keithley 6517A)を用いた。

## 4. 結果

図1に評価法2の吸引式ファラデーケージを用いて数点で測定した電荷密度から求めた評価結果を示す。空気の絶縁破壊電界(3MV/m)を超える電界がないことから、本評価法により本噴霧装置(水噴霧により静電気環境を改善する装置として用いられている)の静電気着火に対する安全性を確認できた。評価法2の結果は電界センサーを用いた評価法1と良く一致しているため、簡易法1も評価法として有効である。

## 5. 結論

液体のノズル噴出・噴霧における静電気の危険性を評価する方法を検討した。吸引式ファラデーケージや電界センサーを用いた評価法は相互に良く一致し、目的の評価法として利用できることがわかった。今後は数値解析の方法の検討、容器の寸法、ノズル径、ノズル形状などを変えて本評価法を検討・改良する。

## 粉体用除電器の防爆性能の検討

理工工学安全研究グループ 山隈 瑞樹, 崔 光石

### 1. はじめに

粉体サイロ内において、静電気放電によって着火したと考えられる粉じん爆発災害がしばしば発生しており、これらの災害を防止するため粉体用除電器（フランジ型）の試作を行ってきた。一方、現場においては取り扱われている粉体の粒子径が小さくなる傾向にあるので、静電気が発生しやすく、最小着火エネルギーも低下して静電気トラブルの発生危険性が增大している。最小着火エネルギーの低下は、除電器に除電性能のみならず、可燃性雰囲気中で使用しても着火源とならないこと、即ち防爆性能を兼ね備えることを新たに要求している。このような背景から、本研究では、防爆性能を有する粉体除電器の開発を行うことを目的として、粉体除電器の防爆性能として必要とされる仕様の調査及び除電・防爆手法を考案し、防爆型除電器を試作した。

### 2. 防爆構造

各種防爆資料及び規格の検討を行い、内圧防爆構造方式を採用した。内圧防爆構造とは、容器の内部に空気、窒素、炭酸ガス等の保護ガスを通風又は封入することにより、当該容器の内部に外部から可燃性ガス・蒸気、粉じんが侵入しないようにした構造をいう。試作した内圧防爆型除電器の構造の概略図を図1に示す。まず、防爆型除電電極はフランジ型の内圧容器内にノズル型（図2）除電電極8本×2段を取り付けた構造とし、容器にはイオン吹き出し口（穴の直径：2.4mm）を設置した。また、内圧防爆構造電気機械器具に関する規格（国内規格（技術的基準）、IEC 60079-2, 529）に従い、防爆性能の要求仕様を満たすため、必要な実験を行った。主な実験項目と結果は、以下の通りである。

#### (1) 衝撃試験

衝撃試験は、防爆機器の機械的強度が十分であることを確認する実験であり、直径25mm、質量1.0kgの半球状の重錘を高さ0.7mから2回落下させて行うものである。容器の材質・厚さなどを考慮して、計16個の試料について試験した結果、SUS製の厚さ2mmが適当という結果が得られた。

#### (2) 内圧試験

内圧防爆構造では、外部から可燃性物質が侵入しないように、容器内部の圧力を外部圧力より高く保持すること（規格では0.05kPa以上）が防爆性能上不可欠である。本試験の結果から、この要件を満足するため

には、粉体サイロの元圧力（0.4kPa）を考慮すると、内圧防爆に使用するエア圧力が少なくとも数十kPa必要であることがわかった。

#### (3) 圧力分布試験

容器の内圧が適正に均一に保持されることを確認するために、容器に24個の圧力測定用穴（上部：8個、中部：8個、下部：8個）を設けて、圧力分布を測定した。その結果、内圧防爆に使用するエア圧力が100kPa以上では、分布が均一になっていることが確認された。

#### (4) 保護装置の動作試験

掃気用圧力検出器及び内圧低下検出器が所定の値で動作することなどを確認した。

### 3. まとめ

フランジ型の内圧容器の材質及び厚さ、内圧防爆に使用するエア圧力の値及びフランジ型の内圧容器内の圧力分布などを求めるための実験を行った。その結果、内圧防爆型除電器の基本設計仕様が得られ、それに従って除電器を試作した。今後、試作した除電器の電極の本数と除電能力（V-I特性）の測定、さらに、実際、内圧防爆型除電器を実規模の粉体空気輸送帯電実験装置に使用して、除電能力を明らかにする予定である。

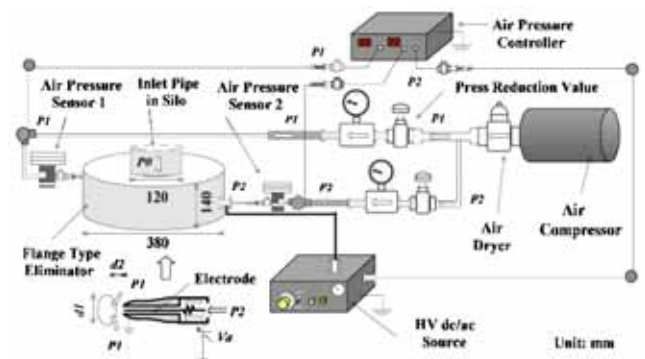


図1 内圧防爆型除電器の構造の概略図

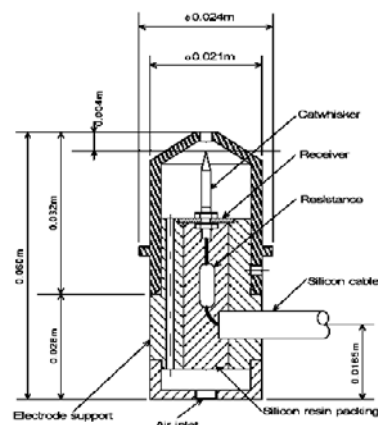


図2 ノズル型除電電極

## コロナ荷電による粉塵の放電着火エネルギーへの影響に関する研究

物理工学安全研究グループ 崔 光石, 山隈 瑞樹

### 1. はじめに

近年, 静電粉体塗装は一般の吹付塗装に比べ, 生産効率が高く, 環境にやさしいという大きなメリットから普及率が極めて高い。しかし, 静電粉体塗装は高電圧印加により塗料を帯電させ, 接地した被塗物に向かって放電させる工程であるため, 着火性放電発生の可能性が高く, 粉塵爆発・火災の発生が危惧されている。この危険性を低減するためには, 対象の粉体塗料の最小着火エネルギー(MIE)を帯電した条件のもとで正確に把握し, それに対応した安全対策を施すことが肝要である。このような背景から, 本研究では, コロナ荷電が粉体塗料のMIEに及ぼす影響について実験的に評価し, 静電気による微細粉塵の火災および爆発を防止することを目的として実施した。

### 2. 実験装置及び方法

粉体塗料の着火性の測定には, 国内外で標準的に用いられている IEC 規格に準拠した吹上げ方式着火試験装置(ハルトマン式, MIKE-3)を使用した<sup>1)</sup>。放電回路には規格に従い, 着火性を高めるために1mHのインダクタンスを直列に接続した。レシーバタンク(内容積: 1.28L)の圧縮空気(圧力: 0.7bar)によって, 吹き上げた粉じんにスパーク放電を繰り返し発生させ, 10回までの放電のうちに着火し, 火災が爆発容器内(1.2L)で100mm以上伝搬した場合を着火したと判定した。着火試験用試料粉体としては, ポリマーを主成分とする粉体塗料(ポリエステル, エポキシ, ポリエステル/エポキシ, アクリル, ナイロン)及び5種類(色別)のポリエステル粉体塗料の計10種類を用いた。いずれの粉体も, 着火試験に先立って50℃の恒温槽デシケータに24時間入れて乾燥させた。MIEはキャパシタの静電容量  $C$  及び充電電圧  $V$  を  $CV^2/2$  の式に代入して計算した。

コロナ荷電が粉体のMIEに及ぼす影響についての実験では, 超音波式粉塵MIE試験装置を使用した<sup>2)</sup>。この試験装置は, 試験用粉体塗料(ポリエステル)をシート状に自由落下させ, この粉塵流の両サイドにあるコロナ荷電電極で帯電させた後, 放電電極ギャップ間を通過する粉塵に放電エネルギーを与えて着火するものである。実験は, コロナ荷電の有無による粉体塗料のMIEをそれぞれ測定した。

### 3. 実験結果及び考察

様々な粉体塗料の粉塵濃度を変えて, 着火エネル

ギーを調べた。その結果, 図1のように, ポリマーを主成分とする粉体塗料は30mJ以下の小さい放電エネルギーでも着火する危険性が現れた。特に, 粉体塗料の粒径を考慮すると, エポキシ粉体塗料の方が他の粉体塗料に比べて, 着火しやすい結果が得られた(発熱量などの影響)。また, 粉体塗料に含まれている顔料などの成分によっては, MIEはほとんど変化しないこともわかった。コロナ荷電が粉体塗料のMIEに及ぼす影響について調べた結果(図2)では, 粉体塗料がコロナ荷電により, 良く分散されることや静電気放電の特性(放電持続時間の増加など)が変化することから, MIEが低下するという結果が得られた。

従って, 静電粉体塗装での安全性を評価するために行う粉体塗料のMIE測定時はコロナ荷電の影響を考慮する必要があると考えられる。

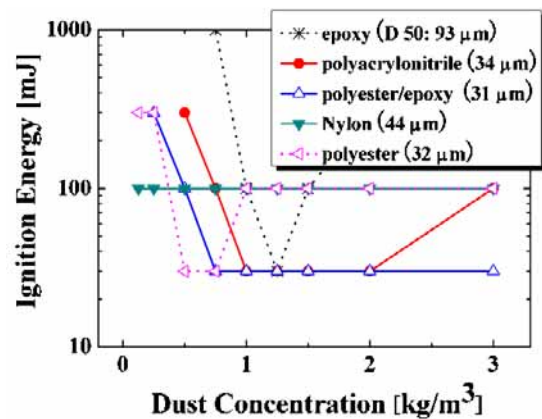


図1 粉体塗料の着火性

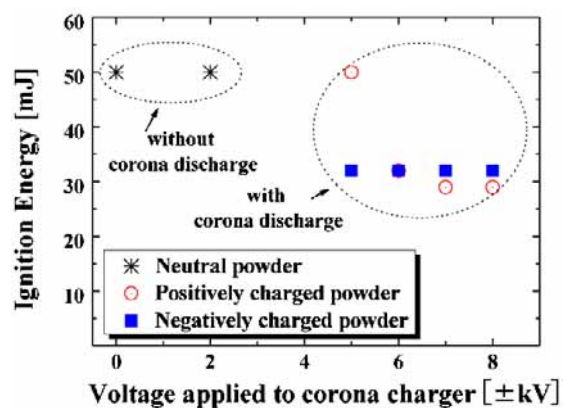


図2 コロナ発生装置の印加電圧と粉体塗料の着火性の関係(コロナ放電開始電圧: ±5kV)

参考文献

- (1) IEC, International standard (1241-2-3) (1994)
- (2) K.S. CHOI, M. YAMAGUMA, M. TAKEUCHI, 安全工学, Vol.42, No.1 (2003), pp. 60-67.

## 広域作業空間における人体検出・計測に関する研究 —マルチセンシング式安全装置の検討—

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

本研究では、自動機械と人間との接触防止のために、画像式人体自動検出計測法を中核技術とした「知能的な広域作業空間での人体検出・計測技術」の開発を目的とする。今年度は、前年度に引き続き画像式人体検出・計測法の開発を行うとともに、さらに、従来式センサーとしての IF タグとの併用からなるマルチセンシング式計測装置を試作し、評価実験を行った。

### 2. マルチセンシング式計測装置

図1の上半部分は装置のハードウェア構成を示す。図1の下半部分はそれぞれのハードウェアに対応するソフトウェアである。出入口センサーは、近距離 RF タグから構成され、監視空間に入退出する人数を検出し、管理する。画像式人体検出部は主に立体視カメラと PC からなる立体視ノード4つで構成される。計測に先立ち、各ノードは予めそれぞれ監視空間の視差画像を撮影し保存する。計測中は、各ノードに変化があった視差画像から、監視空間にいる人体を検出し、位置計測を行う。ノードからの検出・計測情報はホスト PC により統合されてから、出入口センサーからの入退出情報と照合される。照合の結果が一致すれば、位置計測情報が出力され、照合に矛盾があった場合には「人数エラー」という警告情報が出力される。

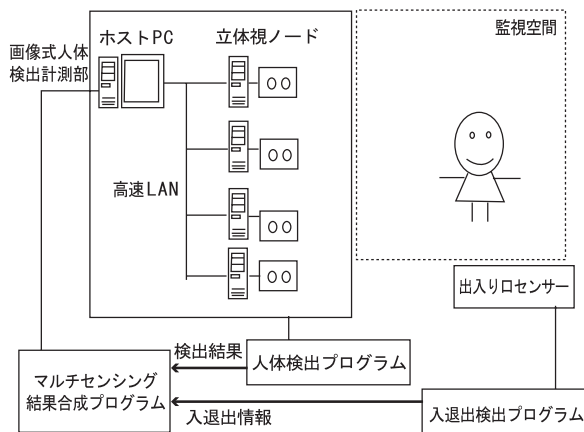


図1 マルチセンシング式計測装置

### 3. 評価実験

評価実験は  $4\text{ m} \times 6\text{ m}$  の領域において、人間の存在と歩行の状況を想定し、多数のテスト・パターンを用

いて行った。図2と図3は画像式人体計測部の計測結果を示す例である。図2と図3はともに2人が  $4\text{ m} \times 6\text{ m}$  四方形の周囲を歩き、もう1人が  $2\text{ m} \times 4\text{ m}$  四方形の周囲を歩くケースであるが、図3はさらに人間以外に高さ1.6mの看板が存在する(座標(1, 0))ケースである。図2では99%以上の計測値が実際の歩行位置との誤差0.3m以内である。図3では約78%の計測値が同じ誤差範囲内であるが、残り22%の計測値誤差が0.3mから1mである。図3に示されたように、歩行ルートから離れる計測値の多くは看板の位置(1, 0)とルートの間に散布している。

### 4. 安全装置へ適用の考慮

図3のような結果に対し、入退出情報との照合状況を調べたところ、誤差が0.3mから1mの計測値が生じる場合に「人数エラー」警告を、1)出す場合、2)出さない場合、の両ケースがある。安全装置として使われる場合、「人数エラー」警告が機械の「安全側停止」に繋がれば、1)の場合は問題にならない。2)の場合では、大きい誤差があるほど、物体を人間として誤認識し、かつ、人間に対する検出に失敗するリスクがある。今後の課題として、計測の誤差とこのリスクの関係について検討予定としている。

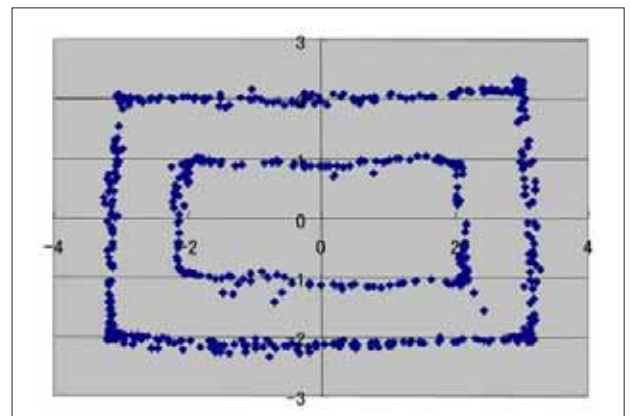


図2 画像式人体計測結果(1) 人体(3人)のみ

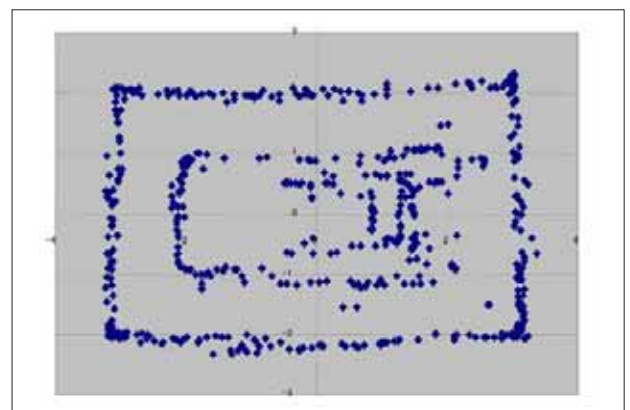


図3 画像式人体計測結果(2) 3人+物体

## 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か、人間が危険領域内に入る場合には機械を停止するという原則がある。この原則を実現するために、危険領域を柵等で囲い、扉からの人間の進入を監視する安全センサー等と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、ラインのように危険領域が人間よりはるかに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. 危険領域全体監視

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。

最も素直な方法は、危険領域内に人間がいないことを検出することである。安全マットを敷き詰めたり、レーザースキャナーを使用したりするという方法があるが、障害物がある等のこれらのセンサーが使用できない場合もある。そのため、作業者が常時センサー等を携帯し、自分の位置を計測してそれを通信によって制御装置に知らせるシステムを開発し、その安全性と有効性を検討した。

### 3. 作業員位置監視システム

作業員の位置の検出には、RFID を用いた。タグを一定の間隔（約1.5m）に升目状に配置し、携帯するリーダーで近くのタグを読み取ることで位置を推定した。読み取りできるタグは基本的にはリーダーの近くのものだけなので、受信できるタグの位置の平均位置にいと推定した。なお、この RFID システムはアクティブタグ方式であり、タグは一定（1秒）の時間間隔でタグ識別情報を発信している。また、通信装置としては無線 LAN を用いた。

このシステムにおいて、作業員が移動した場合にどこにいるかを推定した結果の一例を図1に示す。推定値は作業員がいる升目またはその隣であり、おおむねどの辺の位置にいるかの検討はつけられる。

この RFID リーダーは、電波受信感度が設定できる。リーダーを測定領域の中心に置いて受信感度を変えた

ときに、どのタグの電波を受信できるか測定した。その一例を表1に示す。ここで、数が小さいほど受信感度が低く、感度を上げるほど受信可能なタグの範囲は広がるが、その受信最小感度を示す。

### 4. 考察

今回、開発したシステムでは、柱によって物理的に区切られた升の4隅にタグを配置し、どの升にいるかを判定することをめざした。しかしながら、あるタグの近傍にいることは分かるが、そのどの方向にいるかは原理的に分からないため、受信したタグの周囲の4つの升のいずれかということまでしか分からなかった。移動の履歴によっている方向を推定することを検討したが、電波の発信が断続的なため履歴情報の利用する方法では無理であった。タグを升の中心に配置する等の別の対策が必要である。

位置計測に電波を用いる手段は他にもあるが、距離によって電波が低減するとか電波が直進することを前提としている。しかし、現実には、物体による反射等のため、表1に示すようにこの前提がなりたない場合もある。従って、この情報を機械の運転と直結することは危険である。人間の安全確認の補助手段と考えるべきであろう。

### 5. おわりに

IT時代の技術としてGPS等の人間の位置情報の計測手段とサービスが話題に上ることが多くなった。これらの技術は安全の分野でも活用できるが、安全センサーとするには問題がある。人間の補助手段と考えるべきであろう。

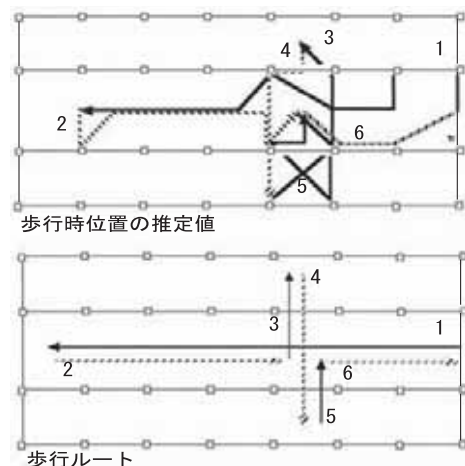


図1 作業員移動時の位置の推定結果  
表1 送信位置と受信最小感度

柱番号	1	2	3	4	5	6	7	8
1	5	6	6	5	5	5	8	5
2	6		4	3	4	5	4	6
3	4	3	4	3	3	5	5	6
4	6	4	3	4	4	7	8	5

## 不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究

境界領域・人間科学安全研究グループ 中村 隆宏  
大阪大学大学院人間科学研究科 臼井伸之介  
大阪大学大学院人間科学研究科 篠原 一光  
名古屋工業大学大学院工学研究科 神田 幸治  
大阪大学大学院人間科学研究科 太刀掛俊之

### 1. はじめに

労働災害を防止するためにはヒューマンファクターへの対策を構築することが危急の課題となっている。また、人間はエラーをおかすものという見解が今日広く認識され、その視点からの安全教育が徹底されているにもかかわらず、ヒューマンファクターに起因する類似の労働災害が繰り返されていることも事実であり、新たな視点からの対応策を考慮する必要がある。本研究は不安全行動を誘発する事態を現場作業と関連づけて実験的にシミュレートし、作業員の誰もが引き起こす不安全行動をパーソナルコンピュータベースの比較的簡便な設備を用いて自ら体験させる、すなわち人間はどのような事態でどのような心理的状况になりエラーをおかすのかを、観念としてではなく経験として体験可能とするシステムを開発する。さらにそのような危険事態に陥った場合の効果的な回避方法について、教育的にフィードバックする総合的なシステムづくりを目指す。

### 2. 不安全行動の誘発・体験システムの検討経緯

これまでバーチャルリアリティ等を利用した危険体験システムは存在するが、装置類は大規模かつ高価であり、またそこでは外部作業環境に存在する危険を対象としている。一方、本研究で開発されるシステムは、自らがおかしてしまう不安全行動を比較的簡便に体験させ、かつ人間の内なる危険、すなわち心理面の危険を対象にするという新たな視点から、作業員の安全意識の向上を目指すものである。

こうしたシステム構築のため、本研究ではこれまで、年度毎に以下の目的に従って研究を実施してきた。

#### 【平成14年度】

- ・労働災害事例の分析から、いかなる個人の心理的事象が災害発生に関与しているかを実証的に明らかにする。
- ・ヒューマンエラーの主要な発生要因である「精神的負荷(メンタルワークロード)」、「注意の偏り」について、従来の研究を整理し、実験システムの構築の基礎的資料とする。
- ・違反行動を生起する背景条件を具体的に記述した

データの内容分析から、違反行動の発生機構について検討する。

#### 【平成15年度】

- ・事故発生の主要な要因である「作業の中断(外乱の挿入)」、「注意の偏り」、「急ぎ・慌て」の各要因を操作した複数の課題を作成し、実験の実施及びその結果分析からヒューマンエラーの誘発状況およびその発生メカニズムを検討する。
- ・個人の日常的なエラー傾向を測定する質問紙を作成し、質問紙調査結果と実験課題パフォーマンスの関連性を検討する。
- ・実験課題として抽出した心理的事象要因と災害発生の関係を、災害事例の内容分析から詳細に検討する。

#### 【平成16年度】

- ・前年度実施したヒューマンエラー誘発実験の課題をより現実場面に則した内容とする実験を行い、ヒューマンエラー誘発システムの一般化を図るとともに、前年度実験結果から示唆されたヒューマンエラーの発生メカニズムを再検討し、より深化させる。
- ・これまでの検討結果を踏まえ、違反行動誘発実験の実験手続きおよび実験条件を検討し、実験を実施する。
- ・違反行動誘発実験結果を分析し、統計的に検討を加える。
- ・実験結果から、人間はどのような状況でどのような種類の不安全行動を生起させるかのプロセスを明確化し、主として自己モニターにより不安全行動を回避する方略について検討する。
- ・日常的注意経験質問紙と、認知的課題、作業検査、心理尺度との関連について検討し、質問紙の信頼性、妥当性の向上を図る。

### 3. システム実現に向けた検討事項

本研究で開発を進めてきたシステムについて、現在は複数の誘発・体験プログラムのコンテンツ作成と評価の段階にある。今後さらに、不安全行動回避のための効果的なフィードバック手法とその提示方法について、システム全体の整合性を図りながら検討を加えていく予定である。

また、前述の通り本システムは、比較的簡便に利用出来ることを前提とし、市販のPC等で体験出来ることを目指している。体験プログラムの作動条件等については、PC等の性能に左右される部分も多いことから、実装を想定した機材等の仕様についても検討することが必要である。

## 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、高木元也  
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関わっている。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を通して分析を試みたものである。今年度は主に「労働災害に伴うマクロ的な経済損失をどのように捉えるべきか」について検討を行い「産業別の労働災害に伴う損失額の試算」を試みた。

### 2. 労働災害に伴う損失の考え方

労働災害に伴って生じる損失の種類については定まった考え方がある訳ではないが、大きく分類すれば「何らかの形で経済的損失として計測できる(している)もの」と「経済的損失としては計測されにくい(していない)もの」との2種類が考えられる。

いわゆる経済的損失として計測されにくいものとしては、労働災害発生に起因した社会的影響、例えば近隣住民の不安や当該企業や当該産業分野のイメージ低下などがあるが、これについては本研究では取扱わず別に検討する予定としている。

一方、労働災害に伴う損失を経済的損失として計測できる場合でも、様々なレベルのものがあり、例えば、労働災害の発生を出来させた事業所等の企業単位で考えた場合においては、当該災害の災害補償、工事や操業の遅延、復旧等に伴う直接的な損失などを考えることができる。また、国全体の単位で考える場合には、個々の労働災害の発生に伴って生じた経済的損失が、トータルとして一国の経済活動に対してどのような影響を及ぼすことになるか、すなわち「労働災害に伴うマクロ的な経済損失」からの視点が必要と考えられ、本研究においては、主にこの「労働災害に伴うマクロ的な経済損失」を研究対象としている。

### 3. 労働災害に伴うマクロ的な経済損失額算出の試み

もし何らかの形で、個々の労働災害の発生に伴って生じた経済的損失のトータルとしてマクロ的な経済的損失を算出できるならば、産業連関分析等より、労働災害が及ぼす経済的影響を試算することが可能と考えられる。そこで今回は、図1に示すように、「産出高生産性(国民経済計算データ)」と「労働損失人数(厚生労働省各種統計データ)等」とをベースに各産業別の「労働災害に伴う損失額の算出」を試みた。

その結果、図2に示すように、労働災害に伴って建設業・製造業等では、毎年ほぼ数千億円程度の損失額を生じていると言う試算結果が得られた。これらは図3に示すように変動はあるものの各業種別のGDP比では、およそ1~4%に及ぶことになる。これらの数値は変動幅の大きな強度率等の数値がベースとなっているためもあり、あくまでも試算結果の一例としての参考数値である。今後、例えば「労災補償保険給付額」等に基づく試算を試みるなど、検討を継続する予定としている。

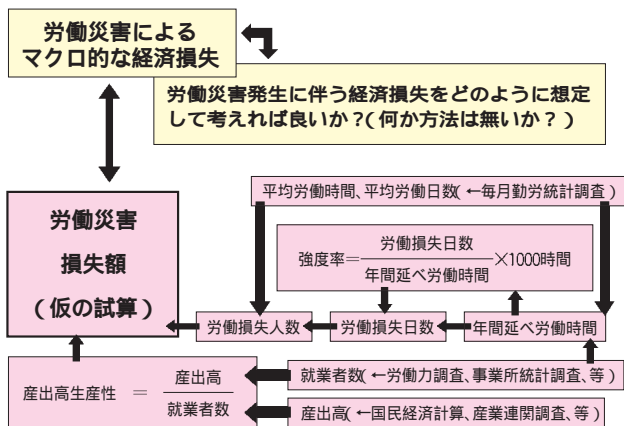


図1 労働災害損失額の算出試算の考え方の一例

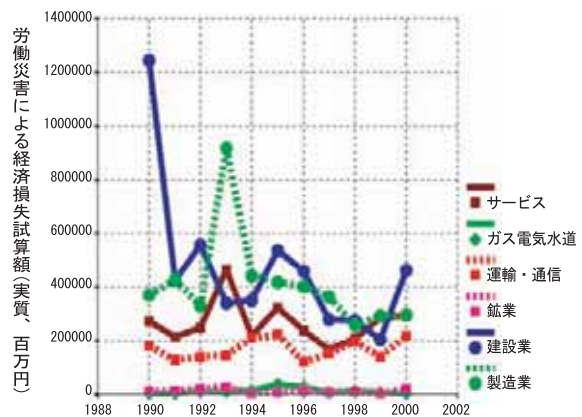


図2 試算結果による産業別損失額の推移

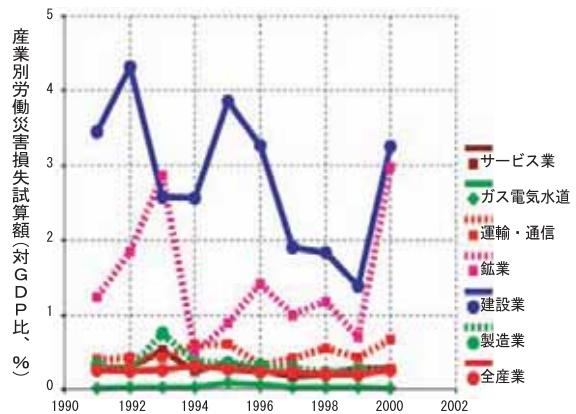


図3 試算結果による労働災害損失額のGDP比

## 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 鈴木芳美  
中村隆宏  
化学安全研究グループ 花安繁郎，安藤隆之  
板垣晴彦

### 1. はじめに

近年，特に平成15年には，日本を代表する企業の事業所等で大規模な爆発災害，火災災害等が立て続けに発生した。

このような重大災害の頻発の背景要因として，報道機関等からは，就業形態の多様化や合併・分社化による組織形態の変化，世代交代やリストラによる安全に係るノウハウの伝承の不十分さ，所属の異なる作業員の混在，等々が指摘された。

一方，厚生労働省では，上記のような状況の下で，平成15年秋に「大規模製造業における安全管理体制に係る自主点検」を全国的に実施し，その分析結果について公表<sup>1)</sup>した。

本研究は，上記の自主点検結果に関して更に詳細な統計的分析検討を加え，また並行して独自に企業の安全担当者等や産業安全関係有識者へのヒヤリング調査を実施し，それらの結果と上記自主点検結果との整合性や背景問題に関して考察を行って，今後の「労働安全の確保」に向けたバックデータを得ることを目的として行ったものである。

### 2. 自主点検結果の詳細分析

当研究所では，上記の自主点検の実施と結果の分析にあたって，担当部局の要請に基づき，統計解析等の専門的視点から参考意見を提供した。

本研究では，自主点検結果の分析結果で述べられている幾つかのポイントの中から，「企業トップの姿勢に関する調査項目」，「人員削減/予算削減等が安全管理に及ぼす影響に関する調査項目」，「安全教育に関する調査項目」，「リスクアセスメントの実施に関する調査項目」を取り上げ，回答のあった事業場を千人率の良好なグループと比較的良くないグループとに大別した上で，アンケート回答項目ごとに両グループの回答傾向や回答内容に有意の差異があるか否かを，分散分析等を用いて検討した。

### 3. 企業の安全担当者等へのヒヤリング調査

複数の研究担当者が面接先を訪問し，複数のヒヤリング対象者と面談を行った。対象は，企業の安全担当者等16件である。聞き取りは，予め設定した項目毎に質問して回答を求めるのではなく，安全衛生の面で対象者が置かれている現状について自由な質疑を行い，

そこから各自の見解・意見を導き出すという方針で行った。回答は，上記の詳細分析結果を参照し，「協力会社との連携状況に関する項目」を追加した5項目に分類・整理した。

### 4. 結果

- (1)自主点検結果に対する詳細な統計的解析の結果は，厚生労働省から発表された分析結果を裏付けるものであった。
- (2)ヒヤリング調査によって，それぞれの事業所等から多様な意見が得られた。それらの回答は，統計的分析の結果を裏付けるものが多かった。
- (3)ヒヤリングによる調査結果の中には，報道記事等に見られるような災害の頻発要因とは一致しない意見があった。
- (4)例えば，バブル経済崩壊後のリストラや安全技能の伝承の問題等の報道機関で喧伝されている要因が災害に直接的に結びついてはいない，という意見が複数あった。
- (5)むしろ，新たな観点から安全に取り組む体制作りを活かそうとしたり，旧態然として行ってきた方法を見直すきっかけとして活用しているなど，現在の厳しい状況を乗り越えようと苦闘しているのが現場の実態であった。

### 5. まとめ

厚生労働省による自主点検結果，本研究での詳細分析結果及び事業場等へのヒヤリング結果を総合すると，現下の状況において，事業場安全の更なる向上のためには以下の事項が急務である。

- (1)リスクマネジメント等の自主的な安全衛生取組促進のための措置
- (2)分社化，アウトソーシング等の新たな事業形態の下での安全管理体制の充実
- (3)労働安全教育の更なる充実

なお，今後の検討課題としては以下のような点が挙げられ，今後も継続した検討の必要がある。

- (1)今回実施したヒヤリング調査の対象は，そのほとんどが安全に関して優良な実績を持ち，かつある程度以上の規模を有する企業であった。したがって，必ずしも国内企業の平均的な実態と一致しているとは限らないことから，より広範な業種や企業規模を対象とした調査も必要と思われる。
- (2)社会情勢・経済情勢の変化と事業場における安全との関係を把握するためには，本研究のような調査・分析を継続的・定期的に行う必要があると思われる。

参考資料：1)厚生労働省，「大規模事業場における安全管理に係る自主点検結果について」，平成16年2月17日発表



## 次世代安全管理のためのプロセスハザード解析支援環境の構築

化学安全研究グループ 島田行恭

### 1. はじめに

従来のプロセスハザード解析では、どの範囲で、どのような異常伝播を想定し、危険度解析を行ったのかが明示されておらず、設計された対策の選択根拠も暗黙的である。安全管理はプラントに係る全てのエンジニアリング情報を必要とするため、ライフサイクルにおける統合支援環境の構築が急務とされているが、そのためには安全管理アクティビティの解析により、エンジニアや管理者の思考過程を把握することが不可欠である。ここでは、従来のプロセスハザード解析方法論を昨今のビジネスモデリングとオブジェクト指向方法論により体系化することを目指しており、様々な統合環境構築のための方法論の基礎となる。

### 2. 研究目的

安全管理アクティビティモデルの作成と解析を行い、プロセスハザード解析を支援する環境を開発する。

- 1) 階層化手法を用いてプラント構造体のモデル化を行い、それに基づき潜在危険の同定、影響（伝播）評価、対策立案を可能とする。
- 2) 階層化されたプラント構造情報との関係を明示的にすることで、伝播範囲の設定根拠や対策根拠の関連付け、独立防御階層設計との明示的なリンクを可能とする仕組みを検討する。
- 3) 1) 2) に基づき、網羅性、再利用性、及び透明性を備え、ライフサイクル全体での安全管理を目的とした、次世代のプロセスハザード解析支援環境の概念設計、及び実装を行う。

### 3. 研究概要

ライフサイクルでプロセスハザード解析を実施し、安全管理のための安全情報の中核となる次世代のプロセスハザード解析環境を構築するために、次の4項目について検討するとともに、支援環境としての計算機への実装とその検証が必要となる。

- 1) 潜在危険同定、危険伝播、対策立案に対して、如何に論理、根拠、そしてモデルを関連付けるかを検討するために、例題プラントのHAZOP解析結果を基にして、既往のプロセスハザード解析手法で用いられた知識の抽出とその解析を行っている。
- 2) 潜在危険の同定は、潜在危険に対する論理や想定根拠を用い、プロセス構造情報から潜在危険の対象となるプロセス構造情報を抽出し、そのプロセス構造に対して再び潜在危険に対する論理・根拠を用い

て行っていると考えられる。ここでは、如何に潜在危険の対象となるプロセス構造を抽出し、それをどのような形で保存するか、また潜在危険に対する論理や想定根拠と如何に関連付けるかについて検討している。

- 3) 潜在危険についても2)と同様に、同定された潜在危険状態、伝播に対する論理・根拠・モデル、及びプロセス構造情報を基に、伝播範囲が同定され、その範囲に対して、再度伝播に対する論理・根拠・モデルを関連付けることで、伝播されたハザード状態が同定される。ここでは、如何に伝播範囲を示すプロセス構造を抽出し、それを保存するか、伝播に対する論理・根拠・モデルと如何に関連付けるかについて検討している。
- 4) 対策立案では、伝播されたハザード、同定された潜在危険状態とプロセス構造情報に対して、対策の論理・根拠を適用することにより、独立防御階層として設計される。また、その情報はプロセス構造情報にフィードバックされる。独立防御階層設計の情報は安全度水準（Safety Integrity Level）を示すことにより対策立案の論理・根拠として記録され、全体の整合性が取られる。これらの情報の関連付けについては、次年度以降に詳細な検討を行っていく。

### 4. まとめ（期待される成果）

本研究課題により以下のような成果が期待される。

- 1) プロセスハザード解析の思考過程を明確にすることにより、従来プロセスハザード解析で用いられた論理や根拠情報を再利用し、危険度解析を繰り返し、効率よく実行することが可能となる。
- 2) プロセスハザード解析の情報をライフサイクルを通じて一元管理することにより、設計、運転、保全などの全ての情報との関連付けが可能となり、論理的な安全管理の実現が期待される。

### 謝辞

本研究は平成16年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究B(1)(課題番号：16310108)による補助を受けて行われた。

(研究代表者)東京工業大学 淵野哲郎

(研究分担者)東京工業大学 青山 敦, Rafael Batres

産業安全研究所 島田行恭

九州大学 武田和宏

### 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16年度計画に基づいて実施している。平成16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28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5件については次年度（平成17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16年度にはリサイクル工場や化学工場などの事業場のほかにビル改修工事現場でも爆発火災災害が発生した。また，構造物の落下事故や建設工事現場の水没災害が発生している。これらのほか，平成15年度に福島県で発生した遺跡調査現場における土砂崩壊災害の調査終了後に中越地震が起きたため，研究所が独自に各所の大規模な土砂災害の発生状況を調査した。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のための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，「製鉄事業場における化学設備等の定期自主検査等の徹底について（基安発第0716001号，平成16年7月16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，各種の指針・ガイドライン作成等のための，行政機関・学会等からの要請に積極的に対応しており，例えば，「大型自動回転ドアの安全規格」のJIS原案作成委員会やIEC防爆電気機器規格適合試験制度の国内委員会，ISO 10218（産業用マニピュレーティングロボットの安全性）改訂国際会議をはじめ，100を超える諸委員会へ研究所の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，安全衛生部に対して「特定機械が係わる爆発火災事例」や「探傷検査スプレーが係わる労働災害事例」について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，労働災害事例の収集・整理，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 内部研究評価等

### 3.1 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組織的・体系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（年度中間及び第4四半期）開催し、開始予定の研究課題、実施中の研究課題、終了した研究課題について、事前・中間・事後の評価を行っており、その結果に基づいて必要な場合は、所内予算措置、担当研究人員の配置及び研究計画について、変更等の措置を講じている。

平成16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16年9月14～16日に実施し、平成16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）の全課題に関して、主にその進捗状況等の中間評価を、平成15年度の終了課題については、その事後評価を実施した。

また、2回目の内部研究評価会議を平成17年1月17,24,25日に実施し、これらの評価結果を平成17年度の研究費配分に反映させた他、修正等の意見を受けた研究課題については研究計画の再検討・修正等を実施した。このほか、災害原因調査課題の進捗状況についても、報告に基づき評価を行った。

### 3.2 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、具体的には独立行政法人化後の中期計画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、研究の達成目標、研究計画の妥当性、研究成果等に関する、外部の第三者による事前、中間又は事後評価を実施しており、その構成は以下のとおりである。

議長	中村 英夫	日本大学 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 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	株式会社日建設計シビル 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 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

平成16年度は平成16年11月15日（月）に会議を開催し、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18年度以降に実施予定のプロジェクト研究1課題「災害多発分野におけるリスクマネジメント技術の高度化と実用化に関する研究」の事前評価、および平成14年度から実施して平成17年度に終了予定のプロジェクト研究1課題「産業リサイクル過程における爆発・火災災害の防止に関する研究」の中間評価、及び平成13年度から実施して平成15年度に終了したプロジェクト研究1課題「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」の事後評価を実施した。

「内部研究評価会議の実施状況」については、その役割と目的、実施状況に対する意見・提言を頂いた。これについては、独立行政法人となり3年半が経過した現時点において、内部研究評価会議のあり方も十分定着してきたと評価された。一方、現在行っている内部研究評価方法に関しては3年から5年ごとに検討を行い、見直しのサイクルを考えることも必要であるという意見を頂いた。

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、中間評価および事後評価では、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、事前評価研究課題「災害多発分野におけるリスクマネジメント技術の高度化と実用化に関する研究」が4.0点、中間評価研究課題「産業リサイクル過程における爆発・火災災害の防止に関する研究」が4.3点、事後評価研究課題「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」は3.3点であった。

「災害多発分野におけるリスクマネジメント技術の高度化と実用化に関する研究」は、建設・機械・化学分野等の災害多発分野を対象に、労働災害防止のため、多様なリスクを科学的・体系的に特定・評価・低減するためのマネジメント技術の構築を目的とした研究であり、昨今リスクマネジメントの重要性が様々な産業分野で指摘されていることから考えても、社会的意義の高い研究であるとの評価を受けた。

「産業リサイクル過程における爆発・火災災害の防止に関する研究」は、産業廃棄物のリサイクル技術に関しては、爆発・火災などの危険性をはらんでいるのにもかかわらず、安全性という視点からの研究はほとんど行われていない。そのため社会的に意義のある研究と認められ、また研究の成果も高水準であるという評価を受けた。是非、この研究成果が広く産業分野へと還元されること、すなわちリサイクル施設的设计・施工管理への情報提供や厚生労働省の施策への反映を期待するという意見を頂いた。

「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」は、機械の構造健全性評価は寿命延伸という社会的潮流に沿っており、建設機械の破損は労働災害に直結する可能性が高いことから、社会的意義が高いという評価を受けた。またクレーン稼働時の負荷スペクトル・赤外線による応力分布測定・TOFD法による探傷データ・損傷モニタリングなど個々の研究においては有用なデータが得られており、新技術創出への可能性の萌芽も考えられ、学術的に意義のある研究であるとの評価が得られた。

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。

### 3.3 厚生労働省独立行政法人評価委員会関連事項

平成16年8月、厚生労働省独立行政法人評価委員会調査研究部会において、産業安全研究所ほか2研究所の平成15年度における業務実績の評価が行われ、それに基づき8月30日付けで厚生労働省独立行政法人評価委員会から「独立行政法人産業安全研究所の平成15年度の業務実績の評価結果について」が通知された。

その全文については産業安全研究所のホームページに掲載しているが、「全体としては適正に業務を実施したと評価できる」との内容であった。以下にその概要を紹介する。

## 【全般の評価】

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、全般としてほぼ適切に行われている。

また、厚生労働大臣からの要請等に応じて産業災害の調査も実施しており、行政通達の発出などに有効に活用されている。

平成15年度の業務実績は、全体として「労働者の安全の確保」に資するものであり、適正に実施したと評価できる。ただし以下の点に留意する必要がある。

- ① 内部進行管理について、研究員のインセンティブを高め、評価の客観性、公平性を高める等の取組がされているが、その成果が具体的に現れるよう、継続的に検証することが望ましい。
- ② 一般公開、講演会等については、国民に関心が持たれるよう広報に工夫が必要である。

## 【具体的な評価】

### (1) 業務運営の効率化について

業務運営体制、内部進行管理の面で業務運営の効率化に進捗が認められる。

内部進行管理に関し、研究員のインセンティブを高める取組が実施されていることは評価できる。また、ポイント制による個人業績評価を実施することにより、評価の客観性、公平性を高めている。今後、一連の改革の成果が具体的に現れることが期待される。

共同研究は研究所の規模からみると多いと評価できる。また、施設貸与についても研究資源の効率的な運用が着実に推進されている。

### (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

#### ① 調査研究に関する業務内容

調査研究業務については、適正に実施されている。

産業安全に関する情報交換会の開催、各種の委員会を通じた現場ニーズ把握などの実績を上げている。

プロジェクト研究は効率的に実施されている。

基盤的研究は35課題を実施し評価できる。今後は重点化を図り、成果が対策に活かされるようにすることが必要である。

行政機関等からの要請に対応して迅速かつ確かな産業災害の調査を着実に実施したことは高く評価できる。国内外の労働安全に関する基準の制定改定に際し、多大な貢献をしていることについて評価できる。

産業安全に関する国内外の科学技術情報、資料等の調査については、国民一般に向けて積極的な情報発信をすることが必要である。

外部評価は適切に実施されている。

#### ② 調査研究成果の普及及び活用

調査研究成果の普及及び活用は適正に実施されている。国内外の学会での発表123回、論文発表48報は、中期目標達成に十分であり、質的にも高く評価される。

研究成果は幅広い手段を活用して普及を行っている。

知的財産の活用促進は、所有特許の製品化が初めてなされており、高く評価できる。広報等の取組を行うことが望ましい。

#### ③ 外部機関との協力の推進

唯一の産業安全に関する研究機関として、中小事業者や産業現場のための活動を実施している。また、国内外の研究機関との研究交流を積極的に進めている。

### (3) 財務内容の改善等について

経費の節減については、数値により客観的に示すことが必要である。運営費交付金以外の外部資金の獲得はやや少ない。職員の採用、人事の計画については計画どおり適正に実施されている。

## 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
安全制御用フィールドバスの基礎的安全要件とその考察	産業安全研究所研究報告 NIIS-RR-2004(2005)	齋藤 剛 他機関2名
二次元局所Hurst数を利用した破面特性化手法とストレッチゾーン幅の定量解析による $J_{IC}$ 推定への応用	同上	山際謙太 本田 尚
遠心場可動土留め装置を用いた壁面土圧の発生機構に関する研究	同上	豊澤康男 伊藤和也 スレンダラB. タムラカル
新しく開発した引張り試験装置による粘性土の引張り強度について	同上	スレンダラB. タムラカル 豊澤康男 伊藤和也
地盤流動による港湾岸壁及び河川堤防の被害軽減技術に関する実験的研究	同上	玉手 聡 他機関2名
コンテナクレーンとジブクレーンの耐震性に関する研究	同上	高梨成次 日野泰道
空気輸送粉体用自己放電式除電器の開発	同上	児玉 勉 山隈瑞樹 他機関1名
信号用配線に接続されたコネクタの接触不良検出	同上	本山建雄 富田 一 他機関1名
背面が接地された材料の帯電防止性能評価の理論	同上	大澤 敦
中波によってラフテレーンクレーンに誘起される電磁界測定と対策の一検討	同上	富田 一

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
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（中間報告）	産業安全研究所特別研究報告 NIIS-SRR-NO.29(2004)	
序論	同上	安藤隆之
不均一反応の反応速度予測のための液滴径評価	同上	藤本康弘
アルミニウム粉じんと水との爆発危険性に関する研究	同上	大塚輝人 板垣晴彦
小型液化ガス入り容器の爆発火災災害の発生状況と着火実験	同上	板垣晴彦 韓宇燮
粗大ごみ破碎処理施設における爆発防護に関する現地調査	同上	八島正明
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	産業安全研究所特別研究報告， NIIS-SRR-NO.30(2004)	
序論		吉久悦二 前田 豊
ラチスジブ移動式クレーンの実働負荷測定	同上	吉見雅行 吉久悦二 前田 豊
ラフテレーンクレーンブームの実働応力測定	同上	吉久悦二 吉見雅行 前田 豊 佐々木哲也 本田 尚
赤外線応力測定による非破壊評価の高精度化	同上	本田 尚 吉久悦二
クレーンブームのコーナー部溶接継手を模擬した薄板溶接材の超音波深傷	同上	本田 尚 吉久悦二
ボルト接合部材の疲労損傷モニタリング技術の開発	同上	佐々木哲也 本田 尚

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
床型枠用の鋼製デッキプレート（フラットデッキ）の安全性	産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.19(2005)	永田久雄 大幢勝利 高梨成次 日野泰道
コンクリートポンプ車のブーム疲労破壊事故の調査	産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.20(2005)	佐々木哲也 本田 尚 吉久悦二
ごみ固形化燃料(RDF)の爆発・火災の危険性と安全な取扱いについて	産業安全研究所安全ガイド NIIS-SG-NO.3(2004)	
Observation of Propagating Brush Discharge on Insulating Film with Grounded Antistatic Materials	IEEE Transaction on Industrial Applications, Vol.40 No.2, pp.451-456, 2004	M.Yamaguma et al.
発泡スチロールビーズとソイルセメントからなる交通振動低減工の開発	土と基礎, Vol.52, No.4, pp.23-25, 口絵12-17, 2004	伊藤和也 他機関4名
Survery on Accidental Falls of Elderly Workers While Commuting to and from Work	Contemporary Ergonomics 2004 edited by Paul T. McCabe, pp.78-82, 2004	H.Nagata et al.
スプレー缶噴霧時の帯電危険性—非破壊検査用スプレー缶を中心として	安全工学, Vol.43, No.4, pp.229-237, 2004	山隈瑞樹
高速電子写真技術のためのコロナ帯電方式の改善	電気学会論文誌A, Vol.124, No.8, pp.754-755, 2004	崔 光石 他機関2名
水素—空気爆燃の野外実験	Science and Technology of Energetic Materials, Vol.65, No.4, ppl40-146, 2004	水谷高彰 大塚輝人 松井英憲 他機関4名
Effect of Hot Airflow on Charging Performance of Corona Charger in Electrophotography	Japanese Journal of Applied Physics, Vol.43, No.11A, pp.7963-7965	K.S.Choi et al.
Calorimetric Study on the Decomposition of Hydroxylamine in the Presence of Transition Metals	Journal of Hazardous Materials, Vol.115, pp.57-62, 2004	M.Kumasaki



題 目	発 表 誌 名	発 表 者
Effect of Droplet Size Distribution on Reaction Heat in a Liquid-Liquid Heterogeneous Reaction Process	Journal of Hazardous Materials, Vol.115, pp.111-114, 2004	Y.Fujimoto
強風下における足場の組立・解体作業の危険性に関する基礎研究	第18回風工学シンポジウム論文集 pp.181-186, 2004	大 嶋 勝 利 日 野 泰 道
欧州連合における最近の安全衛生政策の動向	建設マネジメント研究論文集 Vol.11, pp.343-350, 2004	
Precisely balanced ionizer using atmospheric pressure glow discharge in air	Journal of Electrostatics, Vol.63, No.1, pp.45-57, 2005	A.Ohsawa
空気輸送粉体用自己放電式除電器の除電特性	静電気学会誌, Vol.29, No.1, pp.44-49, 2005	山 隈 瑞 樹 他機関4名
圧縮空気駆動式研磨器の帯電危険性―帯電特性および研磨粉じんの着火特性	安全工学, Vol.44, No.1, pp.9-16, 2005	山 隈 瑞 樹
Method for Characterizing the Fracture Surface Using a Two-Dimensional Local Hurst Exponent and its Application to Quantitative Evaluation of Stretched Zone Width	Proceeding of the 11th International Conference on Fracture, CD-ROM, No.4948, 2005, Fracture, Italy	K.Yamagiwa et al.
Quantitative Measurement of Stretched Zone Width based on Differences in Fracture Surface Roughness	Proceeding of the 11th International Conference on Fracture, CD-ROM, No.3941, 2005	K.Yamagiwa et al.
Development of New Type of Tensile Test Apparatus and Results of Compacted and Pre-consolidated Clayey Soils	Proceeding of Geo-Frontiers 2005, Geotechnical Special Publication138 (CD-ROM), ASCE, Reston, Va.	S.B.Tamrakar Y.Tooyosawa K.Itoh 他機関1名
建設工事中の斜面崩壊による労働災害の調査・分析	日本地すべり学会誌 特集号「切土法面の安定性」, Vol.41, No.6, pp.17-26, 2005	伊 藤 和 也 豊 澤 康 男 S.B.Tamrakar 堀 井 宣 幸

2) 学会口頭発表(国内)

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
建設機械油圧ブレーカーの低騒音の評価方法に関する研究	日本騒音制御工学会春季研究発表会	平成 16.4.23	江川 義之
CFQは時間的圧力下の注意配分行動を予測するか	第2回日本認知心理学会大会	5.8	中村隆宏 他機関5名
発泡スチロールビーズを混合したソイルセメント壁による交通振動遮断工の開発	地盤環境振動の予測と対策の新技术に関するシンポジウム	5.13	伊藤和也 他機関5名
風工学諸分野における風環境評価の現状と課題－建設工事に関する風環境評価	日本風工学会年次研究発表会オーガナイズセッション	5.31	大幢 勝利
高齢作業者の仮設足場上における歩行・運搬時の生理的負担	第45回日本人間工学会大会	6.5	江川 義之 中村隆宏 他機関2名
車椅子転倒防護用エアバッグの緩衝性の評価	同上	6.5	深谷 潔
注意制御に関する日常的経験と内田クレベリン精神検査の関連性の検討	同上	6.6	中村隆宏 他機関5名
招待講演「産業災害と安全倫理」	第40回日本交通科学協議会総会学術講演会	6.10	花安 繁郎
建設作業現場における不安全行動防止対策について	第39回日本働態学会全国大会	6.13	江川 義之 他機関1名
混合危険性の評価方法	日本RXEフォーラム2004	6.29	藤本 康弘
複数の全方位視覚センサを利用した画像監視装置のための基礎的検討	第34回安全工学シンポジウム	7.1	濱島京子 石原浩二 呂 健
車椅子転倒防護用エアバッグの緩衝性能	同上	7.1	深谷 潔
機械設備を対象とした安全設計支援システムの構築	同上	7.1	梅崎重夫 清水尚憲
危険点近接作業を対象とした支援防護装置に関する基礎的研究	同上	7.1	清水尚憲 梅崎重夫 小林茂信

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
パネルディスカッション「安全知の体系化とその教育のあり方」－産業災害と安全教育	第34回安全工学シンポジウム	7.1	花 安 繁 郎
中波の影響下にある大型クレーンのフック周囲の電界強度測定	同上	7.1	富 田 一
粉体帯電量制御システムの開発	同上	7.1	山 隈 瑞 樹 崔 光 石 他機関3名
金属線及び導電性繊維による静電気放電特性に関する実験研究	同上	7.1	崔 光 石 他機関3名
圧縮空気駆動式小型研磨器の帯電危険性	同上	7.1	山 隈 瑞 樹
大規模災害頻発の背景要因の解明－産業現場の認識調査	同上	7.1	安 藤 隆 之 板 垣 晴 彦 花 安 繁 郎 鈴 木 芳 美 中 村 隆 宏
強風を受ける建設用足場の風圧力分析に関する基礎的研究	同上	7.2	日 野 泰 道 大 幢 勝 利 高 梨 成 次
風荷重を受ける足場の荷重伝達特性に関する研究	同上	7.2	高 梨 成 次 大 幢 勝 利
強風下における足場の鉛直強度に関する研究	同上	7.2	大 幢 勝 利 高 梨 成 次 日 野 泰 道
斜面崩壊に関する引張強度と新しく開発した引張試験装置による引張強度測定	同上	7.2	S.B. Tamrakar 豊 澤 康 男 伊 藤 和 也
施工時における斜面崩壊による労働災害の発生状況について	同上	7.2	豊 澤 康 男 伊 藤 和 也 S.B. Tamrakar 他機関1名
セメント安定処理を施した関東ロームの一軸圧縮強度	第39回地盤工学研究発表会	7.7	有 木 高 明 玉 手 聡

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
杭基礎を有する自立型タワークレーンの動的遠心実験	第39回地盤工学研究発表会	7.7	玉手 聡 伊藤和也 他機関4名
スクリー状短杭付きアウトリガの移動式クレーン転倒抑止効果	同上	7.7	玉手 聡 有木高明 他機関3名
新しく開発した土の引張試験装置－関東ローム引張強度と一軸圧縮強度の比較	同上	7.7	S.B.Tamrakar 豊澤康男 伊藤和也
ブロック式補強土擁壁の動的遠心模型型実験（その2）	同上	7.8	豊澤康男 他機関3名
ブロック式補強土擁壁の動的遠心模型型実験（その3）	同上	7.8	豊澤康男 他機関3名
表層固結地盤の極限支持力に関する実験的解析	同上	7.8	玉手 聡 他機関4名
乾燥シルト地盤上の円形基礎の支持力実験	同上	7.8	伊藤和也 他機関3名
可動土留め装置を用いた壁面土圧に関する遠心模型実験	同上	7.8	豊澤康男 伊藤和也 他機関3名
控え壁を有する自立山留めの設計法に関する研究	同上	7.8	豊澤康男 他機関4名
遠心載荷装置を用いた地下鉄振動の模型実験方式の開発	同上	7.8	伊藤和也 他機関4名
法面保護工の維持補修時における斜面崩壊に関する遠心模型実験	同上	7.9	伊藤和也 豊澤康男 S.B.Tamrakar 堀井宣幸
建設業における高齢者墜落災害防止に関する研究	電子情報通信学会大会	8.24	江川義之 中村隆宏 他機関2名

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
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(その3)－中棧の設置方法に関する実験的検討	2004年度日本建築学会大会学術講演会	8.29	日野泰道
足場の耐風安全性に関する研究(その3)－足場に作用する風荷重の実測調査	同上	8.29	大幢勝利 高梨成次 日野泰道
足場の耐風安全性に関する研究(その4)－施工精度が壁つなぎ材の構造特性に及ぼす影響	同上	8.29	高梨成次 大幢勝利
正規化リスク曲線の適用に関する基礎的検討－火災リスクのモデル化と分析への統計的手法の適用(その1)	同上	8.30	花安繁郎 他機関1名
外乱により誘発されるエラーの発生メカニズムに関する実験的研究	第71回日本応用心理学会大会	9.4	中村隆宏 他機関4名
2次元局所Hurst数を使用した金属破断面特性化手法	2004年度日本機械学会年次大会	9.6	山際謙太 他機関3名
可搬型掘削機災害シミュレータの開発	第9回日本バーチャルリアリティ学会大会	9.9	深谷 潔 中村隆宏 万年園子
安全教育の現状と今後の課題－安全教育の向上に向けて	平成16年度土木学会全国大会研究討論会	9.8	花安繁郎 大幢勝利
相対密度の異なる砂地盤を用いた遠心場における矢板の変位実験	第59回土木学会年次学術講演会	9.8	豊澤康男 伊藤和也 他機関3名
Tensile Strength of Compacted and Saturated Soils using Newly Developed Tensile Strength Apparatus	同上	9.9	S.B.Tamrakar Y.Toyosawa K.Itoh
相対密度の異なる多層地盤において土留め変形を再現した遠心模型実験	同上	9.9	豊澤康男 伊藤和也 S.B.Tamrakar 他機関2名

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
移動式クレーン基礎の支持力と引き抜き抵抗増加法の検討	第59回土木学会年次学術講演会	9.10	玉手 聡 有木高明 他機関2名
災害リスクの発生頻度・被害規模の同時解析に関する研究	同上	9.10	花安繁郎 他機関2名
強風が足場の組立解体作業に及ぼす影響	同上	9.10	大幢勝利 日野泰道
施工時における斜面崩壊による労働災害の発生状況に関する調査・分析	同上	9.10	伊藤和也 豊澤康男 S.B.Tamrakar 堀井宣幸
建設業労働災害の発生動向に関する一考察	同上	9.10	鈴木芳美 花安繁郎
杭基礎で支持された自立型タワークレーンの動的安定性	同上	9.10	伊藤和也 玉手 聡 他機関3名
労働安全教育における疑似的な危険体験の課題と展望－危険再認識教育を例に	同上	9.10	中村隆宏
異なる壁面を用いたアンカー式補強土擁壁の加振実験	同上	9.10	豊澤康男 他機関3名
危険点近接作業を対象とした災害防止戦略の提案	日本機械学会関東支部ブロック合同講演会	9.11	梅崎重夫 清水尚憲
掘削機操作時の注視対象－VRシミュレータと実機の比較	第4回VR心理学研究会	9.15	中村隆宏 深谷 潔 万年園子
液体噴出・噴霧の静電気危険性の評価法	第28回静電気学会全国大会	9.17	大澤 敦
Improvement of Performance for a Nozzle-Type Electrostatic Eliminator by Providing a Hot Airflow	同上	9.17	K.S.Choi M.Yamaguma 他機関3名
フィードバック制御式イオナイザーによる静電気帯電の抑制(2)	同上	9.17	山隈瑞樹 崔 光石 他機関3名

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
機械安全分野における安全教育手法の基礎的研究－危険点近接作業を対象とした総合的安全方策	日本機械学会関東支部山梨講演会 2004	10.22	清水尚憲 梅崎重夫
機械作業を対象としたリスク定量化手法に関する基礎的考察	同上	10.22	梅崎重夫 清水尚憲
統計学的アプローチによる産業災害のリスクマネージメント	日本高圧力技術協会技術セミナー第2 回事故から学ぶリスクマネージメント	10.29	花安繁郎
爆発圧力放散設備技術指針	国際粉体工業展 2004 粉体技術フォーラム	11.10	八島正明
粉体用フィードバック制御式イオナイザによる帯電量の抑制	2004年度粉体工学会秋期研究発表会	11.12	山隈瑞樹 崔光石 他機関3名
建築用タワークレーンの地震被害と耐震設計法に関する研究	第48回日本大学理工学部学術講演会	11.17	高梨成次
建築工事現場における労働災害発生状況とその問題点－高所からの墜落に起因する死亡災害	同上	11.17	日野泰道
置換ヒドロキシルアミン類と鉄の反応	平成16年度火薬学会秋季大会	11.18	熊崎美枝子
MR流体の高圧用シールへの適用－圧力逃がし弁の弁座面シールを対象とした耐圧特性について	平成16年秋季フルードパワーシステム講演会	11.18	齋藤剛 池田博康
EHD現象を応用したアクチュエータの開発	同上	11.18	池田博康 齋藤剛 他機関5名
油空圧安全コンポーネントにおける危険源分析と安全原則の考察	第17回秋季信頼性シンポジウム	11.19	池田博康 他機関2名
建設作業員の不安全行動に関する認識について	第25回日本人間工学会九州支部大会	11.20	江川義之 他機関1名
ラフテレーンクレーンの中波による電磁妨害と対策の一検討	第14回電気学会東京支部新潟支所研究発表会	11.20	富田一 植木利之

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
法面工事中の土砂崩壊災害の現状と対策について	第37回安全工学研究発表会	11.25	豊澤 康男 伊藤 和也 S.B.Tamrakar
OS「シミュレーション技術の安全への展開」－掘削機シミュレータ	同上	11.25	深谷 潔 中村隆宏 万年園子
機械安全分野における労働災害の根本原因追求手法に関する基礎的考察	同上	11.26	清水尚憲 梅崎重夫
可燃性のガスと粉じんの複合（ハイブリッド）混合気中を伝ばする火炎の挙動	同上	11.26	八島 正明
Ignitability of Coating Powders due to Single-Capacitance Discharge Spark	同上	11.26	K.S.Choi M.Yamaguma 他機関2名
化学プロセスの設計論理の表現方法と安全管理のための再利用に関する研究	同上	11.26	島田 行恭 他機関1名
RDF堆積層内の燃え広がり	同上	11.26	八島 正明
広大な危険領域内部での作業時におけるIT技術を用いた再起動防止システムの検討	第14回自動制御連合講演会	11.26	深谷 潔
機械システムのリスク評価と安全確保	日本機械学会北陸信越支部特別講演会「安全に関する温故知新」：失敗とリスク評価		佐々木哲也
水素－空気爆燃の野外実験	第42回燃焼シンポジウム	12.1	水谷 高彰 大塚輝人 松井英憲 他機関4名
室内実験による水素－空気爆燃現象の観測	同上	12.1	水谷 高彰 大塚輝人 他機関3名
水素ガス漏洩現象の計算的検証	同上	12.2	大塚輝人 水谷 高彰 他機関3名
破壊破面解析支援データベースの構築	第20回材料・構造信頼性シンポジウム	12.2	山際 謙太 他機関3名



題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
掘削機災害小型シミュレータの開発	第13回日本機械学会交通・物流部門大会	12.3	深谷 潔 中村隆宏 万年園子
危険点近接作業における総合的リスク低減戦略の提案	同上	12.3	清水尚憲 梅崎重夫
産業用セーフティバスとインターフェースの検討	電子情報通信学会ディペンダブルコンピューティング研究会	12.17	齋藤 剛 他機関3名
広大作業空間における機械の再起動時の安全補助システムの検討	計測自動制御学会東北支部40周年記念学術講演会	12.22	深谷 潔
3次元骨組解析法による建設用足場の座屈および座屈後挙動の予測	2004年度日本建築学会九州支部研究発表会	平成 17.3.6	大幢勝利 他機関6名
Minimum Ignition Energy of Coating Powders due to Electrostatic Spark	第6回静電気学会春季講演会	3.7	K.S.Choi M.Yamaguma 他機関2名
静電気に起因する粉塵爆発災害事例分析	2005年第1回静電気学会研究会	3.8	山隈瑞樹
超音波振動型粉じん爆発試験装置の開発	同上	3.8	崔 光石
コロナ放電によって生成したイオンのチューブ搬送	同上	3.8	大澤 敦
建設現場における労働災害事例に学ぶ	平成16年度労働災害防止のための安全教育シリーズ	3.9	大幢勝利
広大な危険領域におけるRFIDを用いた再起動時の事故防止システムの検討	第40期機械学会東北支部講演会	3.15	深谷 潔
砂地盤における自立型タワークレーンの動的安定性(その1)	第32回土木学会関東支部技術研究発表会	3.16	伊藤和也 玉手 聡 他機関4名
砂地盤における自立型タワークレーンの動的安定性(その2) - 曲げモーメントの応答について	同上	3.16	伊藤和也 玉手 聡 他機関4名
アンカー式補強土壁の振動台実験	同上	3.16	豊澤康男 他機関3名

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
遠心場における可動土留め装置を用いた矢板の変形実験	第32回土木学会関東支部技術研究発表会	3.16	豊澤康男 伊藤和也 他機関3名
信号用電路の接続部における接触状態の診断	平成17年度電気学会全国大会	3.17	本山建雄 富田 一 植木利之 他機関1名
200V配電電圧における感電災害について	同上	3.18	富田 一 本山建雄 他機関1名
100/220Vにおける感電危険性の比較－IEC479-1 Third edition 1994-09に基づいた一考察	同上	3.18	本山建雄 富田 一 崔 光石 他機関1名
自立分散型バッチ運転管理システムにおける洗浄の検討	化学工学会第70年会	3.23	島田行恭 他機関5名
産業用セーフティバスとインターフェースの安全要件とその実現	2005年電子情報通信学会 総合大会	3.23	齋藤 剛 他機関3名
静止画像による腕ジェスチャーの認識可能性について	電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会	3.24	呂 健 濱島京子 ほか
静電気放電による粉体塗料の着火性 (Electric Spark Ignition Energy for Coating Polymer Powders)	第52回応用物理学関係連合発表会	3.29	崔 光石 山隈瑞樹 他機関2名
ステレオカメラを用いた広域作業空間における人体検出法	電子情報通信学会安全性研究会	3.29	呂 健 濱島京子

### 3) 国際研究集会口頭発表

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
Survey on Accidental Falls of Elderly Workers while Commuting to and from Work	Annual Conference of Ergonomics 2004, UK	2004. 4.16	H.Nagata et al.
機械設備を対象とした定量的リスクアセスメント手法に関する研究	2004年度韓国産業安全学会春期学術発表会, Korea	4.30	S.Shimizu
設備投資を対象とした定量的リスクアセスメント手法に関する研究	日韓共同セミナー, Korea	5.3	S.Shimizu
Behavior of Liquefaction Mitigative Measures of Foundation Soil under Earth Embankment	International Symposium on Engineering Practice and Performance of Soft Deposits Osaka	6.3	S.Tamate et al.
The Psychological Factors concerning Human Errors as the Cause of Labour Accidents in Japan	7th Probabilistic Safety Assessment and Management, Germany	6.14	T.Nakamura et al.
Damage Assessment of Industrial Accidents by Frequency-Magnitude Curve	ditto	6.17	S.Hanayasu et al.
Failure Mechanism of Slope Covered with Shotcrete in a Centrifuge	IXth International Symposium on Landslides, Brazil	7.1	K.Itoh Y.Toyosawa S.B.Tamrakar N.Horii
Comparison between Different Construction Sequences for Safety of Slope by Reliability Analysis	ditto	7.1	T.Toyosawa K.Itoh N.Horii S.B.Tamrakar et al.
An Experimental Investigation of the Onset of Detonation	30th International Symposium on Combustion, USA	7.27	T.Otsuka et al.
Dynamic Loading Test for Pile Supported Tower Crane in Soft Clay	13th World Conference on Earthquake Engineering, Canada	8.3	K.itoh S.Tamate Y.Toyosawa N.Horii et al.

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
An Application of Magneto-Rheological Suspension Seal to Pressure Relief Device	The 9th International Conference on Electro-rheological (ER) Fluids and Magneto-rheological (MR) Suspensions, China	8.30	T.Saito H.Ikeda et al.
Wind Loads Acting on Ties for Connecting Scaffolds to Building Walls	The 3rd International Conference on Advance in Structural Engineering and Mechanics, Korea	9.2	K.Ohdo S.Takanashi Y.Hino S.Charuvisit
All Inclusive Participatory Approach foran Ageing Society	1st International Conference on the Nect Generations of Older Adults, Canada	10.5	H.Nagata
Shot Peenig and Fatigue Crack Growth in 7075-T7351 Aluminum	Asian Pacific Conference of Fatigue and Strength 2004, Korea	10.7	T.Honda et al.
A System Theoretic Approach to Support HAZOP Studies	The 10th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering, Kitakyushu	10.19	Y.Shimada et al.
Study on the Safety of Demolition Works of Composite Girder Bridges	The 2nd International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Kyoto	10.21	K.Ohdo S.Hanayasu S.Charuvisit
Monitoring a Wide Manufacture Field Auto matically by Image Recognition Method	4th International Symoisium Safety Science and Technology, China	10.26	Jian Lu K.Hamajima K.Ishihara
Study on the Background Factors of Recent Frequent Large-scale IndustrialAccidentsin Japan -Interview to on-site engineers and administrators	International Symposium in Industrial Safety 2004, Tokyo	11.4	T.Ando H.Itagaki T.Nakamura S.Hanayasu Y.Suzuki
Mesurement of Wind Loads Acting on Scaffolds and Ties to Builing Wall	ditto	11.14	K.Ohdo
One-dimensional Fluid Model for Charge Neutralization by Ionizers	International Symposium Electrostatics and Atmospheric Pressure Plasma Applications, Tokyo	11.19	A.Ohsawa

題 目	発 表 会 名	年月日	発 表 者
Mechanism of Liquefaction Process under Embankment without and with a Mitigation Measure Studied by Dynamic Centifuge Testing	The 15th Southeast Asian Geotechnical Conference Thailand	11.22	S.Tamate et al.
A Study of the Droplet Size Distributions and the Reaction Heats in Liquid-liquid Heterogeneous Reaction Process	Hazards XVIII , UK	11.23	Y.Fujimoto
Method for Characterizing the Fracture Surface Using a Two-Dimensional Local Hurst Exponent and its Application to Quantitative Evaluation of Stretched Zone Width	Proceeding of the 11th International Conference on Fracture, CD-ROM, No.4948, 2005, Fracture, Italy	2005. 3.21	K.Yamagiwa et al.
Quantitative Measurement of Stretched Zone Width Based on Differences in Fracture Surface Roughness	ditto, No.3941	3.23	K.Yamagiwa et al.

#### 4) 技術誌・一般誌への発表

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
安全帯使用の指針	建設の安全, No.447, pp.6-9 2004	深谷 潔
安全帯使用指針にみる安全帯の正しい使用方法—フルハーネス型や安全帯関連器具の使用方法に加え, 廃棄基準が明確に!!	建設労務安全, Vol.29, No.5, pp.22-32, 2004	深谷 潔
静電気障災害; 分析と対策(第2回)—災害統計と事例	静電気学会誌, Vol.28, No.2, pp.147-150, 2004	山隈瑞樹
同上(第3回)—静電気対策の考え方と実施例	同上, No.3, pp.183-186, 2004	山隈瑞樹
「機械の包括的安全基準に関する指針」に基づく機械安全の基本的考え方	TIISニュース, Vol.216, pp.4-6, 2004	清水尚憲
VRシミュレータを利用した掘削機操作時の注視対象測定—シミュレータによる実験例と今後の課題	安全工学, Vol.43, No.2, pp.82-88, 2004	中村隆宏
仮設足場における高齢作業者の歩行および運搬特性	安全衛生コンサルタント, Vol.24, No.70, pp.35-39, 2004	江川義之 中村隆宏 他機関2名
風工学諸分野における風環境評価の現状と課題—建設工事に関する風環境評価	日本風工学会誌, No.99 pp.19-20, 2004	大幢 勝利
各種作業条件に適応した特殊な構造のゴンドラ(委員会報告)	クレーン, Vol.42, No.5, pp.29-33, 2004	高梨成次
建設業におけるヒューマンエラー防止を考える(2)—十分な作業床幅の確保が歩行時の“エラー”を防ぐ!	労働安全衛生広報, 5月15日号, Vol.36, No.843, pp.20-25, 2004	江川義之
同上(3)—掘削機操作に関わる実証実験などを通し災害発生要因との関係を検証する!	同上6月15日号, No.845, pp.16-21	中村隆宏
多様化する21世紀の安全性・信頼性問題への挑戦—人間と工学研究連絡委員会安全工学専門委員会の活動から	学術の動向, Vol.9, No.5, pp.86-88, 2004	花安繁郎
化学プロセスにおける危険性評価手法	セイフティエンジニアリング, Vol.31, No.1, pp.7-12, 2004	板垣晴彦
平成16年度研究発表会の概要	火災, Vol.54, No.3, pp.63-64, 2004	板垣晴彦

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
化学物質の危険性評価試験法	ケミカルエンジニアリング, Vol.49, No.7, pp.519-523, 2004	松井英憲
ずいそう「危険予測と安全管理」	実務展望, Vol.37, No.4, p.2, 2004	松井英憲
仮設安全時評「世界へ先行型手すり普及を」	建設通信新聞7/21, Vol.47, p.5, 2004	永田久雄
転倒とすべり	セイフティエンジニアリング, Vol.31, No.2, pp.13-16, 2004	永田久雄
日本の研究開発拠点－働く人を産業災害から守る	Science & Technology Journal 7月号, pp.48-49, 2004	富田 一
クレーンへのインバータ導入に伴うEMCについて	クレーン, Vol.42, No.8, pp.21-26, 2004	富田 一
玉掛け方法の検証－つり上げ途中の荷が不安定となり落下し, 玉掛け作業中の被災者の頭部を直撃	同上, pp.30-35	豊澤康男
感電災害の現状と対策	セイフティダイジェスト, Vol.50, No.8, pp.13-20, 2004	富田 一
産業災害防止のための安全・倫理教育	橋梁と基礎 2004年8月特集号, pp.36-38, 2004	花安繁郎
感電災害の現状	北海道のでんき 8月号, No.652, pp.5-8, 2004	富田 一
土砂崩壊災害(中編)－専門家の見解	労働安全衛生広報 8月1日号, Vol.36, No.848, pp.18-23, 2004	豊澤康男 伊藤和也
同上(後編)－切土法面の土砂崩壊防止対策	同上 9月15日号, Vol.36, No.851, pp.20-25	豊澤康男 伊藤和也
安全帯の正しい使い方	安全スタッフ, No.1977, pp.8-14, 2004	深谷 潔
墜落防護器具の取扱方法	セイフティエンジニアリング, Vol.31, No.3, pp.18-22, 2004	深谷 潔
ISO/TC96京都国際会議報告(2)－SC5(使用, 操作, 保守)会議報告	クレーン, Vol.42, No.10, pp.18-19, 2004	前田 豊

題 目	発 表 誌 名	発 表 者
第34回安全工学シンポジウム参加報告	安全衛生コンサルタント, Vol.24, No.72, pp.80-83, 2004	江川 義之
手筒花火見学記	Explosion, Vol.14, No.3, pp.168-170, 2004	熊崎美枝子
巻頭言「情報の発信と共有」	日本信頼性学会誌「信頼性」, Vol.26, No.7, p.599, 2004	齋藤 剛
強風下における足場の組立て・解体作業の危険性－足場解体作業時は直角方向からの風に要注意	建設労務安全, Vol.29, No.14, pp.8-15, 2004	大 嶋 勝 利
増加する金属粉じん爆発 帯電防止・燃焼物除去の徹底を！－静電気による金属粉じん爆発の動向と災害事例分析	労働安全衛生広報, Vol.36, No.857, pp.6-15, 2004	山 隈 瑞 樹
遠心模型実験－実験技術と実務への適用－設計基準・設計手法の策定・改訂に係わる事例	土と基礎, Vol.52, No.12, pp.93-100	玉 手 聡 他機関3名
危険再認識教育の課題と展望(1)	全登協ニュース 1月1日号, No.1, pp.12-13, 2005	中 村 隆 宏
高齢者と交通機関の安全－高齢者の通勤途上での転倒	社会教育 1月号, pp.28-30, 2005	永 田 久 雄
一般工作機械におけるリスク低減の考え方と方策	TIISニュース, No.219, pp.6-8, 2005	池 田 博 康
効果的な聴力保護具の選定法について	安全衛生コンサルタント, Vol.25, No.73, pp.44-48, 2005	江 川 義 之
機械の安全基礎講座(第1回)「機械安全の基本的考え方」	安全衛生のひろば, Vol.46, No.1, pp.36-37, 2005	梅 崎 重 夫
同上(第2回)「リスクに基づく安全とアセスメント」	同上, No.2, pp.36-37	池 田 博 康
同上(第3回)「本質的安全設計に基づくリスク低減方策(機械的要件)」	同上, No.3, pp.38-39	清 水 尚 憲
高齢社会での新たな製品・環境などの創造に何が大切か	セイフティダイジェスト, Vol.51, No.2, pp.2-5, 2005	永 田 久 雄
グループ紹介「独立行政法人産業安全研究所 科学安全研究グループ」	Explosion, Vol.15, No.1, pp.26-27, 2005	安 藤 隆 之



題 目	発 表 誌 名	発 表 者
MR流体をシール部に用いたボイラ用安全弁	B. T avenue 2005 Winter, No.35, pp.21-27, 2005	齋 藤 剛
床型枠用フラットデッキの崩落災害と安全上の留意点ー床中央部に荷重が集中すると曲げ強度不足で崩落しやすい！	建設労務安全, Vol.30, No.3, pp.28-33, 2005	永 田 久 雄

## 5) 著 書

書 名 等	著 者 名	出 版 社 名
「ローカルサイトエフェクト(仮題)」(分担執筆)	吉 見 雅 行	土木学会
除電装置を除電技術 応用編, 第1章「プラスチック・粉体の除電と問題点」第6章「大気圧グロー放電を用いた除電」(分担執筆)	大 澤 敦 他 機 関 15 名	シーエムシー出版
構造工学ハンドブック, 9.6節「機械設備のリスク削減」(分担執筆)	池 田 博 康	丸善株式会社
手すり先行工法に関するガイドラインとその解説(共同執筆)	大 幢 勝 利 他 機 関 12 名	建設労働災害防止協会
危険物の辞典, I. 総論 3.4節「高圧ガス」3.5節「安衛生法危険物」ほか, 用語編(分担執筆)	安 藤 隆 之 八 島 正 明 熊 崎 美 枝 子	朝倉書店
新版防火・防爆対策技術ハンドブック 第3編 発火・爆発性物質の危険性評価, 1.3節「自己反応性物質」, 2.3節「自己反応性」, 5.2節「DSCデータ集」(分担執筆)	安 藤 隆 之	テクノシステム
建設業安全衛生年鑑平成16年度版「産業安全研究所における研究活動」(分担執筆)	永 田 久 雄	建設労働災害防止協会
新潟県中越地震の被害状況に関する現地調査報告書(共同執筆)	大 幢 勝 利 他 機 関 8 名	建設労働災害防止協会

## 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16年度は、「最新技術ガイドライン等の解説」のテーマで、8月31日に産業安全研究所、9月2日に大阪産業安全技術館、9月3日に名古屋国際ホテルにおいて、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123名、大阪会場が96名、名古屋会場が89名、計308名であった。

(1) 特別講演「機械の安全制御と機能安全（最近の国際規格の動向）」

東京海洋大学 海洋工学部教授

佐藤 吉信

(2) 「墜落防護具の正しい使い方」

協会領域・人間科学安全研究グループ

深谷 潔

(3) 「静電気に起因する粉塵爆発災害の動向―事例分析と対策例―」

物理工学安全研究グループ

山隈 瑞樹

### 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、調査・研究及び技術支援等が労働現場のニーズに対応したものとなるよう、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16年度は、11月19日に企業の安全・環境部門等から29名の参加を得て、現在の産業安全活動の問題点や当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、報告書としてとりまとめて公表した。

### 3) 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16年度は、平成17年3月15日に春日電機株式会社社長西川正幹氏および独立行政法人産業医学総合研究所の企画調整部長の本間健資氏を当研究所にお招きしてご講演頂いた。

春日電機株式会社は静電気の測定、障害・災害防止に関する製品を開発・製造・販売するメーカーであり、現在、物理工学安全研究グループと粉体用の防爆型除電器の共同研究開発を実施している。西川氏は春日電機株式会社の紹介のあと、これまで実施した共同研究開発の事例と研究所の静電気安全指針の改訂など、今後、研究所に望むことについて講演された。

また、当研究所は産業医学総合研究所と来年度に統合することになっている。両研究所とも旧労働省付属の研究機関であったが、工学と医学という研究分野の違いもあって、これまで比較的交流が少なかったところから、今回は産業医学総合研究所の組織や研究内容に関して概括的な話をさせていただくとともに、流動研究者宿舎や国際学術誌の刊行などについても紹介をいただいた。

### 4) 産業安全に関する国際シンポジウム (ISIS2004)

標記国際研究集会 (International Symposium on Industrial Safety 2004 : ISIS2004と略称) が産業安全研究所の主催で、11月4日～5日、アルカディア市ヶ谷において開催された。本研究集会への参加者は、海外からの8名 (サウジアラビア2名、韓国6名) を含め合計95名に達し予想以上の盛況となった。

同集会は、当所と国際研究協力協定を締結している研究機関との研究交流の一環として企画されたものであり、今回は韓国側3機関 (国立ソウル産業大学校、産業安全保健研究院、国立釜慶大学校) 及び日本側3機関 (横浜国立大学、(独)消防研究所、(独)産業安全研究所) の合計6研究機関の参加を得て、産業安全に関する日頃の研究成果を発表した。

初日は、尾添理事長の開会挨拶の後、横浜国立大学田村昌三客員教授が“Industrial Safety in the 21st Century from Chemical Standpoint”と題して基調講演を行った。その後、8件の一般研究発表が行われた。いずれも先端的かつ実用的な内容であり、講演者と聴衆との間で活発な討論がなされた。研究発表終了後、懇親会が開催された。約50名が出席し、なごやかな雰囲気のもとで歓談し、親交を深めた。

2日目は、13名の参加を得て、テクニカルツアーを挙行了した。訪問先は、富士フイルム株式会社足柄工場及び富士通株式会社川崎工場であり、前者では使い切りカメラのリサイクル工程を見学した。後者では最新の電子機器製造工程の他、付設されている博物館でコンピュータ、通信機器等の開発の歴史についても触れることができた。

次回は、2005年に国立ソウル産業大学校がホスト機関となり、ソウルにおいて開催の予定である。

#### 5) 化学物質爆発・火災危険性測定技術セミナー

平成16年11月12日、安全工学協会との共催により当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、講義と実習を行い測定技術を習得できる点にある。今回は、前回（昨年度実施）と同様の可燃性ガス・蒸気・粉体の爆発火災危険性測定に加え、静電気等による着火危険性評価に関する講義と実習も行われた。参加人数は18名であった。セミナー終了後のアンケートによる5段階評価は平均4.3と好評であった。また、主な参加者である各企業の安全担当者と担当研究員の間で、現場での問題点等の情報共有ができ、参加者・担当者双方に有意義なものであった。

### 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16年4月14日に実施した。当日は、機械・建設安全見学コースと化学・電気安全見学コースに分けて計10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延べ126名（機械・建設安全見学コース：57名、化学・電気安全見学コース：69名）であった。

#### 2) 施設の見学

国内外の団体等からの依頼に応じて見学者に施設を公開した。平成16年度の主な見学者は次のとおりである。

##### (1) 国外からの来訪者

労働安全衛生セミナー外国人研修員、台湾「施工足場安全管理」研修員、韓国大宇建設工事現場所長・安全管理者、韓国電気電子試験研究院研究員、サウジアラビア電力公社職員

##### (2) 国内の来訪者

厚生労働大臣政務官、厚生労働省安全衛生部長、科学警察研究所爆発研究室長・他、都道府県労働局地方産業安全専門官、日本信頼性学会会長・他、日本交通科学協議会会員、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構安全環境専門委員会委員長・他、電気安全関東委員会、全国自動ドア協会、日本フィールドアスレチック協会会長・他、協和発酵工業(株)環境安全部部长・他、都立武蔵高校教諭、九州大学大学院生、東京大学大学院生、東京理科大学大学院生、早稲田大学大学院生、日本大学大学院生、東京電機大学大学院生

### 4.4 知的財産の活用

#### 1) 特許

区 分	出願番号／特許番号	発明の名称	発 明 者
特 許 出 願	特願2004-150714	斜面保護壁の施工及び擁壁築造ユニット	豊澤 康男 伊藤 和也
	特願2004-239418	斜面保護擁壁の施工方法	豊澤 康男 伊藤 和也

区 分	出願番号／特許番号	発明の名称	発 明 者
特 許 出 願	特願2004-304229	破壊面解析支援装置	山 際 謙 太 他 機 関 2 名
特 許 出 願	特願2005-76635	レーザー光と光センサーを利用した変位計測及び変位検知システム	豊 澤 康 男 伊 藤 和 也 他 機 関 1 名
TOLに委託 特 許 出 願	特願2004-374289	丸鋸システム	梅 崎 重 夫 清 水 尚 憲 小 林 茂 信
特 許 登 録	第3543118号	ロール機のロール面清掃装置	齋 藤 剛 梅 崎 重 夫 池 田 博 康
特 許 登 録	第3540294号	ロール機用安全装置	梅 崎 重 夫 他 機 関 5 名
特 許 登 録	第3616815号	転倒防止手段を有する移動式クレーン	玉 手 聡
特 許 登 録	第3603084号	ブランキングシステム	梅 崎 重 夫 他 機 関 1 名
特 許 登 録	第3660190号	広大領域用の安全確認システム	梅 崎 重 夫 他 機 関 1 名

## 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 )
高温度帯域用温度スイッチ (特願2003-112430)	1 ( 新 規 )
蒸気ボイラ (特願2003-170400)	1 ( 新 規 )

## 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 年 月 日
厚生労働省安全衛生部安全課 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*	平成 14.11.23
厚生労働省安全衛生部安全課 大分労働基準監督署	アンローダテンションバーの破断事故調査*	14.12.21
厚生労働省安全衛生部安全課 鹿児島労働基準監督署	鹿児島県で発生した花火工場爆発災害*	15. 4.11
厚生労働省安全衛生部安全課 四日市労働基準監督署	三重県ごみ固化燃料貯蔵サイロ爆発災害*	15. 8.19
厚生労働省安全衛生部安全課 愛知労働局	愛知県の製鉄所におけるCOGホルダー爆発火災災害*	15. 9. 3
厚生労働省安全衛生部安全課 厚木労働基準監督署	神奈川県生ごみ処理施設の爆発災害調査**	15.10. 7
厚生労働省安全衛生部安全課 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*	16. 1. 5
厚生労働省安全衛生部安全課 いわき労働基準監督署	福島県いわき市での遺跡調査現場における土砂崩壊災害 の原因調査*	15.12. 5
厚生労働省安全衛生部安全課 土浦労働基準監督署	茨城県の木材工場における爆発災害	16. 5.27
厚生労働省安全衛生部 化学物質対策課 秋田労働基準監督署	秋田県の電解フッ素化工場における爆発災害	16. 6. 8
厚生労働省安全衛生部安全課 呉労働基準監督署	広島県の造船場におけるブロック構造体の落下事故※	16. 7. 5
厚生労働省安全衛生部安全課 名古屋南労働基準監督署	愛知県の建設工事におけるコンクリートポンプ車のブーム折損事故	16. 2.19
厚生労働省安全衛生部 化学物質対策課 福井労働局	福井県の産業リサイクル処理工場における爆発災害	16. 9. 7

行政機関等名称	協 力 事 項	災害発生年月日
厚生労働省安全衛生部安全課 王子労働基準監督署	東京都のビル改修工事現場におけるガス爆発災害（仮称）※	平成 16. 9.18
厚生労働省安全衛生部安全課 東京労働局	東京都の下水道工事における水没災害調査	16.10. 9
産業安全研究所独自	新潟県中越地震による土砂崩壊等の調査※	16.10.23
厚生労働省安全衛生部安全課 大阪労働局	大阪府の金属加工工場における粉じん爆発災害（仮称）※	17. 2. 2
厚生労働省安全衛生部安全課 春日部労働基準監督署	埼玉県のOA機器リサイクル工場における粉じん爆発災害（仮称）※	17. 2. 3
四日市労働基準監督署	三重県下のRDF製造施設，貯蔵サイロにおける自然発火に関する調査関係事項照会	16. 6 ( 回答日 )
いわき労働基準監督署	福島県いわき市での遺跡調査現場における土砂崩落災害についての捜査関係事項照会に対する回答	16. 7 ( 回答日 )
横須賀労働基準監督署	急傾斜地崩壊対策工事現場における土砂崩落災害についての捜査関係事項照会に対する回答	16. 9 ( 回答日 )
豊橋労働基準監督署	豊橋市におけるタンクローリ火災に関する鑑定	16. 9 ( 回答日 )
北九州西労働基準監督署	北九州のパーティクルボード工場で発生した火災災害に関する鑑定囑託	16.10 ( 回答日 )
王子労働基準監督署	ビル改良工事現場で発生した爆発事故に係わる鑑定	16.12 ( 回答日 )
広島地方海難審判理事所 海難審判庁	香川県の造船会社において発生した爆発災害の着火源に係わる意見書	16.12 ( 回答日 )
岡山地方裁判所	岡山県での土砂崩壊災害に係わる証人尋問のため出廷	17. 1.14 17. 2. 3 17. 3.18
広島県警呉警察署	造船工場のドック内で破断した鳥居金具についての鑑定	16. 7. 5
兵庫県篠山市消防署	鋳物粉の粉じん爆発性に関する鑑定	17. 2 ( 回答日 )

注) \*印は平成15年度からの継続，※印は平成17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
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
人事院	平成16年度労働基準監督官採用試験専門委員	本田 尚 高梨成次
人事院	安全専門委員	尾添 博
林野庁	平成16年度林業労働災害防止機械・器具等開発改良事業外部評価委員会委員	清水尚憲
厚生労働省雇用均等・児童家庭局	女性の坑内労働に係わる専門家会合委員	鈴木芳美
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

## 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
労働大学校	機械設備の安全化	平成 16. 5.24	清水尚憲
人事院	転倒，転落・墜落事故の防止について	6. 4	永田久雄
三重労働局	爆発・火災災害の発生状況と原因および対策	6.18	八島正明
消防大学校	静電気火災の発生機構	7.13	山隈瑞樹
労働大学校	機械安全の考え方と基本技術	7.29	齋藤 剛
労働大学校	爆発火災の防止対策	12.17	藤本康弘
北海道労働局	電気災害について	平成 17. 1.20	富田 一
労働大学校	フェールセーフ	1.25	梅崎重夫
労働大学校	材料力学Ⅰ	2.22	吉久悦二
労働大学校	材料力学Ⅱ	2.22	佐々木哲也
労働大学校	仮設建造物の強度計算Ⅱ	2.23	大幢勝利
労働大学校	土砂崩壊の防止対策	3. 3	玉手 聡

#### 4) その他

行政機関等名称	協 力 事 項	年月日
労働大学校	都道府県労働局地方産業安全専門官32名が、講義受講と研究施設見学のため来所	平成 16. 7.29
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来所	8.25
科学警察研究所	科学警察研究所爆発研究室室長14名が、鑑定技術職員研修の一環として研究施設見学のため来所	10.26
厚生労働省	厚生労働省から厚生労働大臣政務官と秘書が、研究業務視察のため来所	平成 17. 1.11

## 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者等の受入れ

区 分	受 託 件 数	人 員 数
大学関係の研究生（国内）	12	14
大学関係の研究生（海外）	3	3
大学関係を除く機関の研究生（国内）	3	6
大学関係を除く機関の研究生（海外）	0	0
合 計	18	12

### 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	平成 16. 4. 1 ～12.28	韓 宇 燮
同上	重点研究支援協力員	16. 4. 1 ～12.28	小 林 茂 信
同上	重点研究支援協力員	16. 4. 1 ～12.28	植 木 利 之
同上	重点研究支援協力員	16. 4. 1 ～12.28	万 年 園 子



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	平成 16. 4. 1 ～12.28	斎藤 耕一
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	16. 4. 1 ～17. 3.31	S.B.Tamrakar
同上	重点研究支援協力員	16. 4. 1 ～17. 3.31	有木 高明
同上	重点研究支援協力員	16. 4. 1 ～17. 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
災害科学総論Ⅰ，Ⅱ，災害科学特別演習Ⅰ，Ⅱ	中央大学	平成 16. 4. 1 ～3.31	花安 繁郎
建設マネジメント（建設安全管理論） －建設工事にかかる安全問題－		4.22～23 5. 6～ 7	花安 繁郎
実務の現状と将来「産業災害と安全倫理」	武蔵工業大学	6. 2	花安 繁郎
機械の安全と予防	神奈川県工業技術研修センター	6.29	梅崎 重夫
仮設物の風災害・地震災害の実情	九州大学仮設工学ワークショップ	11.15	大幢 勝利
建設用タワークレーンの地震被害と耐震設計法に関する研究	日本大学	11.17	高梨 成次
建築工事現場における労働災害発生状況とその問題点	日本大学	11.17	日野 泰道
静電気火災の発生機構	消防大学校	11.30	
博士課程前期集中講義「リスク・コミュニケーション論」	北九州市立大学	16.10. 1 ～17. 3. 3	永田 久雄
特別講義「土木と技術者倫理」	神戸大学工学部	17. 1.20	花安 繁郎
信頼性工学	筑波大学	16. 9. 1 ～16.11.30	佐々木 哲也

### 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
電気工学	日本クレーン協会「検査員資格取得研修」	平成 16. 4.21 ～ 4.22	富田 一 齋 藤 剛
静電気による災害の発生機構と対策の基本	日本化学会「近畿支部化学安全講習会」	6. 4	山 隈 瑞 樹
産業災害と安全倫理	日本交通科学協議会「総会学術講演会」	6.10	花 安 繁 郎
爆発災害の防止	中央労働災害防止協会「安全管理講座(後期)」	6.16	安 藤 隆 之
「実技教育実施方法／実技教育の留意事項」「災害事例と災害防止」	全国登録教習機関協会「ローラー運転従事者に対する危険認識教育」	6.24 ～ 6.25	中 村 隆 宏
建設業における安全作業	日本ウォータージェット協会「ハンドガン操作技能講習会」	8.27	永 田 久 雄
最近の爆発・火災災害の事例紹介と分析	産業安全技術協会「爆発・火災の事例紹介と防止対策の実務」	9. 3 9.10	大 塚 輝 人
建設産業の構造変容に伴う中小建設業の安全問題	中小企業診断協会「住宅産業経営支援研究会」	9. 5	高 木 元 也
「教育に当たっての留意事項」「実技教育後の学科教育の進め方」	全国登録教習機関協会「ローラー危険再認識教育講師養成研修」	9.21 9.22	中 村 隆 宏
「静電気と労働災害－視聴覚資料による災害発生機構及び動向の解説」「墜落防護器具の使用法」	四国地区電力需用者協会「電気関係災害防止対策講習会」	9.29	山 隈 瑞 樹 深 谷 潔
「教育に当たっての留意事項」「実技教育後の学科教育の進め方」	全国登録教習機関協会「高所作業車危険再認識教育講師養成研修」	10.20 ～10.22 11.17 ～11.19 12.16 ～12.18 17. 1.11 ～ 1.12	中 村 隆 宏
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「技術セミナー」	10.29	花 安 繁 郎
安全帯使用指針の解説と指針の活用法	産業安全技術協会「安全技術講習会」	11. 5 11.12	深 谷 潔

題 目	発 表 会 名 等	年月日	担当者氏名
試行機関に対する実技ならびに学科教育指導	全国登録教習機関協会「危険再認識教育普及及び事業委員会」	平成 11. 8 ～11. 9 11.30 ～12. 1 12.21 ～12.22 17. 1.25 ～ 1.26	中村 隆 宏
仮設構造物に関する知識	仮設工業会「計画作成参画者の厚生労働大臣が定める研修」	11.10	永田 久 雄
爆発圧力放散設備技術指針	国際粉体工業展粉体技術フォーラム	11.10	八島 正 明
爆発放散口の設計	安全工学協会「安全工学セミナー」	11.17	板垣 晴 彦
機械システムのリスク評価と安全確保	日本機械学会「北陸信越支部特別講演会」	11.29	佐々木 哲也
電気災害の防止	中央労働災害防止協会「安全管理講座（後期）」	12. 7	富田 一
爆発災害の防止	中央労働災害防止協会「安全管理講座（後期）」	12. 8	安藤 隆 之
粉体塗装における粉体塗料の着火，燃焼，爆発の危険性と対処法	日本パウダーコーティング共同組合「粉体塗装研究会セミナー」	17. 2.15	崔 光 石
爆発・火災防止技術の基礎	産業安全技術協会「爆発・火災防止技術の基礎と対策」	3. 2	松井 英 恵
建設現場における労働災害事例に学ぶ	土木学会安全問題研究委員会「労働災害小委員会」	3. 9	大 嶋 勝 利

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16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，資源協会，静電気学会，地盤工学会，電気学会，土木学会，日本化学会，日本火災学会，日本学術会議，日本機械学会，日本信頼性学会，日本人間工学会，日本騒音制御工学会，日本風工学会，安全衛生技術試験協会，建設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，全国仮設安全事業協同組合，全国建設研修センター，全国登録教習機関協会，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，ボイラ・クレーン安全協会，仮設工業会，石油産業活性化センター，日本クレーン協会，日本ボイラー協会，日本ロボット工業会，日本機械工業連合会，日本規格協会，日本建設機械化協会，日本電気協会，日本電気制御機器工業会，日本電設工業協会，日本粉体工業技術協会，エネルギー総合工学研究所，宇宙航空研究開発機構，沿岸開発技術研究センター，国土技術研究センター，岡山大学，長岡科学技術大学，武蔵工業大学，IABMAS'04組織委員会，失敗知識データベース化事業材料分野研究会，他

○研究成果の公表等

Beijing Institute of Technology, Chinese Academy of Science, Chinese Mechanical Engineering Society, International Association for Probabilistic Safety Assessment and Management, Electrostatics Society of America, Institute of Social Gerontology of Quebec, Korea Advanced Institute of Science & Technology, Southeast Asian Geotechnical Society, The Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering, The Ergonomics Society, The International Association for Bridge Maintenance and Safety, The International Association for Earthquake Engineering, The Institution of Chemical Engineers, The Joint Technical Committee on Landslides, The Korean Society Mechanical Engineers, 韓国産業安全公団産業安全保健研究院, 安全工学協会, 応用物理学会, 化学工学会, 火薬学会, 計測自動制御学会, 静電気学会, 地盤工学会, 電気学会, 電気情報通信学会, 電子情報通信学会, 土木学会, 日本バーチャルリアリティ学会, 日本フルードパワーシステム学会, 日本機械学会, 日本応用心理学会, 日本火災学会, 日本学術会議, 日本建築学会, 日本材料学会, 日本信頼性学会, 日本人間工学会, 日本騒音制御工学会, 日本地すべり学会, 日本働態学会, 日本認知心理学会, 日本燃焼学会, 日本風工学会, 風工学会, 粉体工学会, ボイラ・クレーン安全協会, 科学技術広報財団, 産業安全技術協会, 全国仮設安全事業協同組合, 全国登録教習機関協会, 全日本社会教育連合会, 総合安全工学研究所, 中央労働災害防止協会, 日本クレーン協会, 日本学術協力財団, 日本保安用品協会, 日本労働安全衛生コンサルタント会, 発電設備技術検査協会, 北海道電気協会, 労働新聞社, 労働調査会, メトラートレド, 他

○講演・講義等

安全工学協会, 土木学会安全問題研究委員会, 日本化学会近畿支部, 日本学術会議, 日本機械学会北陸信越支部, 日本交通科学協議会, 日本高圧力技術協会, 日本粉体工業技術協会, 科学技術振興機構, 仮設工業会, 産業安全技術協会, 四国地区電力需用者協会, 全国指定教習機関協会, 全国登録教習機関協会, 中央労働災害防止協会, 中小企業診断協会, 日本ウォータージェット協会, 日本クレーン協会, 日本パウダーコーティング共同組合, 広島工業大学, 消防大学校, 神戸大学工学部, 神奈川県工業技術研修センター, 中央大学, 日本大学理工学部, 武蔵工業大学, 北九州市立大学, 九州大学, 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	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	平成 15. 2. 1 ～16. 8. 31	玉手 聡
春日電機株式会社	安全制御機器へのフィールドバス通信技術の適用に関する基礎的研究	16. 4. 1 ～17. 3. 31	齋藤 剛 池田博康 梅崎重夫
群馬大学, 小山高専	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	14. 9. 1 ～17. 3. 31	佐々木哲也 本田 尚
名古屋大学	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一次世代燃料利用技術開発に伴う災害防止への対応	14. 9. 1 ～17. 3. 31	大塚輝人 水谷高彰 岩佐 樹
産業技術総合研究所, 茨城大学	リサイクル品・廃棄物処理工場での粉じん爆発火災の防止に関する研究	14. 8. 1 ～17. 3. 31	山隈瑞樹 八島正明
春日電機株式会社	粉体用除電器の防爆性能の検討	15. 4. 1 ～17. 3. 31	山隈瑞樹 崔 光石
大阪大学, 名古屋工業大学	不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究	14. 7. 1 ～17. 3. 31	中村隆宏

共同研究機関名	課 題 名	年月日	担当者氏名
大阪大学，産業医科大学	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. 4. 1 ～17. 3.31	中村隆宏 江川義之 深谷 潔 高木元也 輿水ヒカル 万年園子
産業医科大学	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－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－	13. 4. 1 ～17. 3.31	江川義之 高木元也
福井大学	金属破断面の周期性に関する定量評価の基礎的な研究	15. 9. 1 ～18. 3.31	山際 謙太 本田 尚
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性に関する研究	15. 7. 1 ～18. 3.31	玉手 聡 豊澤康男 伊藤和也 高梨成次
東京工業大学	落石現象の物理モデル化と衝撃圧の測定に関する研究	16. 4. 1 ～18. 3.31	伊藤和也 豊澤康男
関東学院大学	200V配線推進に伴う感電災害・電気火災などの予防に関する研究	16. 9. 1 ～18. 3.31	富田 一 本山健雄
東京工業大学，九州大学，名古屋工業大学，東京農工大学	プラントライフサイクル情報を利用した安全運転管理システム開発の実現	16. 4. 1 ～19. 3.31	島田行恭
名古屋大学，名古屋工業大学，東京工業大学，東京農工大学	バッチプラントの製品・プロセス開発から生産・管理までを短縮する統合情報環境の開発	16. 4. 1 ～19. 3.31	島田行恭
東京工業大学，九州大学，名古屋工業大学，東京農工大学	次世代安全管理のためのプロセスハザード解析支援環境の構築	16. 4. 1 ～19. 3.31	島田行恭
大成基礎設計	情報化技術を援用した中小規模掘削工事の安全化－斜面工事における土砂崩壊メカニズムの解明と安全な対策工法の検討	16. 4. 1 ～19. 3.31	伊藤和也 豊澤康男 玉手 聡 堀井宣幸 S.B.Tamrakar 有木高明

(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
国立ソウル産業大学校（韓国） （研究協力協定締結機関）	共同研究「コロナ荷電による粉塵の放電着火エネルギーへの影響に関する研究」、人的交流	平成 16. 4. 1 ～17. 3.31
韓国産業安全公団産業安全保健 研究院（韓国）	共同研究「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」、共同研究に係る打ち合わせ	16. 4. 1 ～17. 3.31
韓国産業安全公団産業安全保健 研究院 （研究協力協定締結機関）	共同研究の実施打ち合わせと情報交換	16. 5. 3
ワシントン大学	共同研究で得られた実験結果の討論と、新たな実験 方法の可能性の打ち合わせ	16. 7.25 ～ 7.29
上海大学，中国国家安全生産監 督管理局安全科学研究センター 他機関	研究協力協定に関する協議	16.10.24 ～11. 3
The Health Safety Laboratory （研究協力協定締結機関）	イギリスにおける産業廃棄物処理の実態調査，共同 研究に係る人的交流，情報交換等の実施	16.11.21 ～12. 1
INRS（国立安全衛生研究所） （フランス） （研究協力協定締結機関）	感電災害の状況と感電防止技術についての現状調査， 共同研究に係る人的交流，情報交換等の実施	17. 3. 5 ～ 3.12
Purdue大学	共同研究に係る情報交換等の実施	17. 3. 6 ～ 3.11
VTT( Finland )， INRS( France )， BQ( Germany )	共同研究の可能性について調査・協議を実施	17. 3.12 ～3.20

3) 外部機関の研究員の招聘

(1) 招聘動研究員

研究テーマ	所属・職名	期間	氏名
200V配線推進にともなう感電災害・ 電気火災等の予防に関する研究	韓国国立ソウル産業大学校・教 授	平成 16.12. 6 ～12.17	鄭 載 喜
電気・静電気安全に関する情報交換と 国際共同研究等の研究協力の検討など 研究交流	韓国国立忠北大学校安全工学科 ・教授	17. 1.14 ～ 1.21	Doo Hyun Kim

(2) 産業安全研究所フェロー研究員

平成16年度には、以下に示す専門家・研究者に産業安全研究所フェロー研究員の称号を授与し、研究所の調査・研究業務の効率的実施にご協力をお願いした。

氏名	所属機関・役職	期間
杉本 旭	北九州市立大学国際環境工学部教授	平成 16. 4. 1 ～19. 3.31
浅野 和俊	山形大学工学部電子情報工学科名誉教授	16. 4. 1 ～19. 3.31
臼井伸之助	大阪大学大学院人間科学研究科教授	16. 4. 1 ～19. 3.31
児玉 勉	シンド静電気(株)横浜工場参与・特別顧問	16. 6. 1 ～19. 5.31
河尻 義正	安全衛生技術試験協会参与	16.11. 1 ～19.10.31

4) 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
BIA(ドイツ法令労働保健協会), HVBG(ドイツ労災保険中央会)安全教育センター	リスク定量化に関する研究情報交換会議及び、最先端の機械安全技術情報収集のため、機械システム安全研究グループ清水尚憲主任研究官をドイツに派遣	平成 16. 4.18 ～ 4.26
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主任研究官を、韓国産業安全公団産業安全保健研究院「日韓共同セミナー」での研究発表と共同研究打ち合わせのため韓国に派遣	16. 5. 1 ～ 5. 5
Project Team for revision of ISO 10218会議	機械システム安全研究グループ池田博康主任研究官を、日本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同期ロボット制御及びケーブルレス教示の安全要件を提供するため、日本代表としてスウェーデンに派遣	16. 5. 9 ～ 5.14
オランダ運輸省	確率的堤防管理リスクマネジメントに係る政策動向調査のため、化学安全研究グループ担当花安繁郎研究部長をオランダに派遣	16. 6.13 ～ 6.16
Esslingen University, Universite of Warwick	機械システム安全研究グループ齋藤剛研究員を、Safety Bus方式に係る海外での研究発表と動向調査のためドイツとイギリスに派遣	16. 6.27 ～ 7. 4
ワシントン大学	国際共同研究について得られた実験結果の討論と、新たな実験方法の可能性の打ち合わせのため、機械システム安全研究グループ佐々木哲也主任研究官をアメリカに派遣	16. 7.25 ～ 7.29

機関等の名称	協力事項等	年月日
FUDAN大学, 上海大学(中国)	国際研究協力の交渉のため, 境界領域・人間科学安全研究グループ呂健研究員を中国・上海に派遣	平成 16.10.27 ～10.30
国立安全科学研究センター, 北京大学, 北京理工大学, 清華大学(中国)	国際研究協力の打ち合わせと研究概要の調査のため, 境界領域・人間科学安全研究グループ呂健研究員を中国・北京に派遣	16.10.31 ～11. 3
The Health and Safety Laboratory(イギリス)	産業廃棄物処理の実態についての調査のため化学安全研究グループ藤本康弘主任研究官をイギリスに派遣	16.11.26 ～11.29
INRS, APAVE社, CONSUEL Paris社, BUREAU VERITA Paris社	感電災害状況と感電防止技術についての現状調査のため, 物理工学安全研究グループ主任研究官の富田一主任研究官を厚生労働科学研究費補助金によりフランスに派遣	17. 3. 5 ～ 3.12
Purdue 大学(アメリカ)	科学プロセスのリスクマネジメントの開発についての技術指導, 情報交換, 及び, 研究動向調査のため, 化学安全研究グループ島田行恭主任研究官を文部科学省科学研究費補助金によりアメリカに派遣	17. 3. 6 ～ 3.11
Project Team for Revision of ISO 13857, 13854会議	機械システム安全研究グループ齋藤剛研究員を, 社団法人日本機械工業連合会の依頼によりISO/TC199/WG6に関する国際会議に, 日本代表としてドイツに派遣	17. 3. 8 ～ 3.12
VTI(フィンランド), INRS(フランス), BIA(ドイツ)	欧州研究機関に関する研究情報の収集, 共同研究の可能性の調査のため, 研究企画調整部板垣晴彦主任研究官および機械システム安全研究グループ清水尚憲主任研究官と齋藤剛研究員をフィンランド, フランス, ドイツに派遣	17. 3.12 ～ 3.20

(2) 海外からの来訪者

機関等の名称	協力事項等	年月日
クレーン等安全検査技術交流参加者	中華人民共和国より「日本におけるクレーン等に関する安全検査技術交流」の一環として5名の参加者が研究施設見学のため来所	平成 16. 6. 4
韓国大宇建設工事現場 所長・安全管理者	建設作業における安全活動や安全技術の現状視察をおこない, 安全対策に資するために大宇建設の安全担当, 安全管理者30名が来訪	16. 6. 8
韓国電気電子試験研究院 研究員	静電気研究の動向調査の国際協力の協議のために, 韓国電気電子試験研究院研究員他1名が来訪	16. 7.12
台湾「施工足場安全管理」研究員	台湾政府行政労工委員会技官, 検査院など4名の研修生が日本における施工足場の安全管理の実態調査の一環として来訪	16. 9.16



機 関 等 の 名 称	協 力 事 項 等	年 月 日
労働安全衛生セミナー 外国人研修員	労働安全衛生政策セミナー研修のため11ヵ国14名の外国人研修員が来訪	平成 16.11. 5
サウジアラビア電力公社職員	安全技術の現状調査を目的として、サウジアラビア電力公社職員 2名が来訪	16.11. 8
米国国立安全衛生研究所研究員	調査研究活動の一環として研究員 1名が研究施設見学のため来所	16.11.18
「作業場における人間工学」コース研修員	「作業場における人間工学」コース研修のため11ヶ国11名の外国人研修員が来訪	17. 3.25

---

## 付 録

### 1) 平成16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促進するとともに、インターネット等による受託研究及び施設貸与の広報や一部の研究刊行物の有償頒布を行う。

##### 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 労働現場のニーズの的確な把握と業務への積極的な反映

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。また、安全技術相談等を通じた労働現場のニーズの的確な把握と業務への反映に努める。

##### 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。

ア 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

イ 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

ウ 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

エ 仮設建造物の耐風性に関するアセスメント手法の開発

オ 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

- (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、国内外委員会等に研究所役職員を派遣し、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15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15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。また、随時の見学希望者に対しては、その専門分野、要望に応じて柔軟に対応する。
- (5) 特許権取得がふさわしい研究成果について、研究所自らの特許権取得、厚生労働省TLOへの委託を通じた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) 外部研究員の受入れを引き続き積極的に行うとともに、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次の研究交流を行う。また、民間、他機関等に対して共同研究課題の提案・受入れを積極的に行う。

#### 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

なし

## 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。
- 平成17年 3月31日 尾添理事長，松井理事が退任。
- 平成17年 4月 1日 鈴木芳美が理事長，飛鳥滋が理事に就任。

産業安全研究所年報

平成16年度版

---

発 行 日 平成17年 6 月 1 日

発 行 所 独立行政法人産業安全研究所

〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6

電 話 0424-91-4512(代表)

F A X 0424-91-7846

ホームページ <http://www.anken.go.jp/>

---

印刷所 (有)祥栄堂

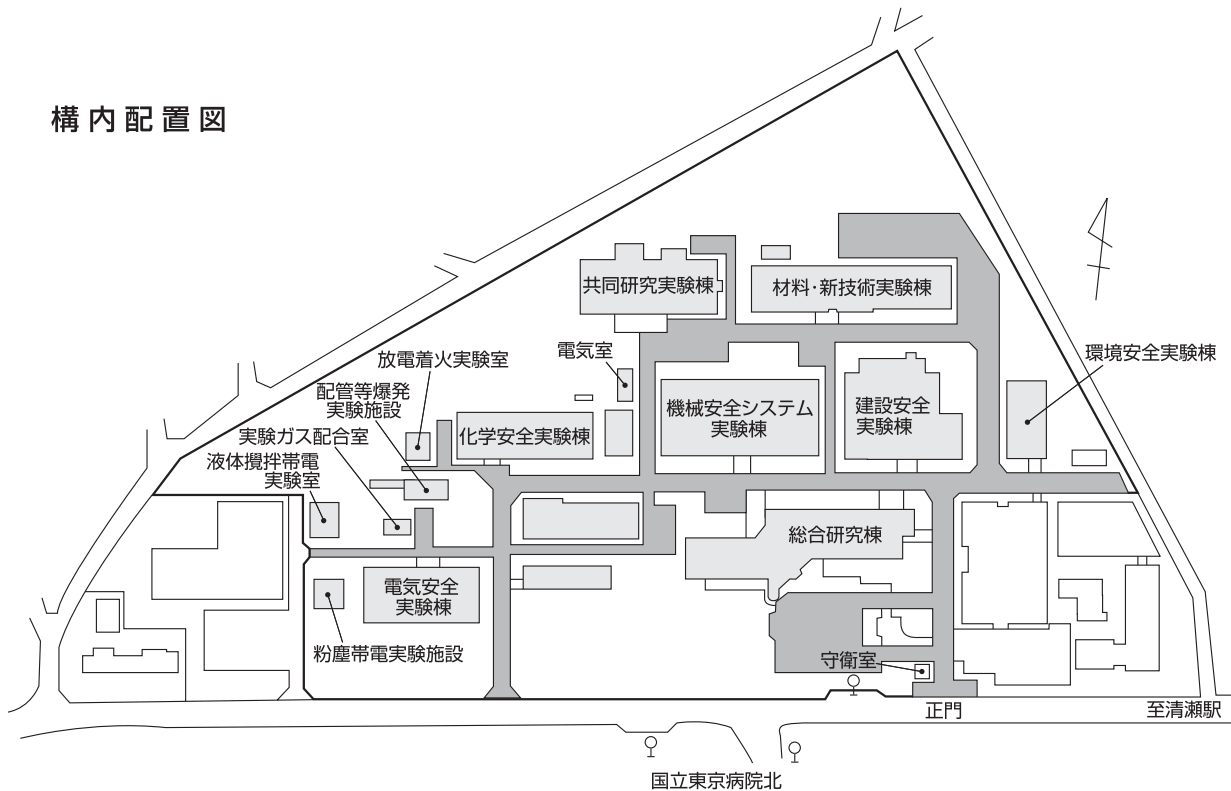
### 3) 産業安全研究所案内図

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



ANNUAL REPORT  
OF  
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

2004



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