

201130015A

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

携帯情報端末を用いた作業・安全分析による
造船・建設業におけるリスクアセスメントシステムの
構築と展開に関する研究

平成23年度 総括研究報告書

研究代表者 篠田岳思

平成24（2012）年 5月

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

携帯情報端末を用いた作業・安全分析による
造船・建設業におけるリスクアセスメントシステムの
構築と展開に関する研究

平成23年度 総括研究報告書

研究代表者 篠田岳思

平成24（2012）年 5月

目 次

I. 総括研究報告	1
携帯情報端末を用いた作業・安全分析による造船・建設業における リスクアセスメントシステムの構築と展開に関する研究 篠田岳思	
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	30
III. 研究成果の刊行物・別刷	31

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
I. 総括研究報告書

携帯情報端末を用いた作業・安全分析による造船・建設業におけるリスクアセスメントシステムの構築と展開に関する研究

研究代表者 篠田岳思 九州大学大学院工学研究院海洋システム工学部門

研究要旨

PDA（携帯情報端末）を用いた作業・安全分析法の整備を行い、リスクアセスメントシステムとして発展させ、造船・建設業での実際の現場での活用展開について研究を行った。

（1）PDA 作業・安全分析法：作業および作業に関する不安全状態として作業者行動や作業環境等を同時に観測して、PDA に観測状況の入力を行い、作業に潜む不安全状態を抽出し定量化するツールの開発を進めている。このツールを用いて作業者相互が観測し合い不安全状態を認識し合うことや、不安全状態の定量化による改善検討に一定の効果を見出した。

（2）リスクアセスメントシステムの構築：PDA 作業・安全分析法を労働安全向上のためのリスクアセスメントシステムとして構築し、実際の作業現場に適用して、使い勝手の良い方法として開発を行った。ここではリスクアセスメント（RA と略す）の過程を次の5段階、過程1）労働災害の潜在危険の同定、過程2）労働災害リスク解析、過程3）労働災害リスク軽減対策の策定および費用対効果の評価、過程4）対策実施の合意形成、過程5）対策実施後のリスク軽減のチェック、として設定しシステム化と開発を進めている。

（3）リスクアセスメントシステムの現場適用の課題の抽出：現場作業者にはRAは馴染みが薄いため導入への課題を設定して取組んだ。

研究分担者 田中太氏 九州大学大学院工学研究院海洋システム工学部門・准教授
小山田英弘 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門・助教

A. 研究目的

近年の建造量の増加と国際的な競争を背景にして、造船工場では生産性を向上させ、工場全体のスループットを改善していくことが不可欠である。しかしその一方で、建造量の増加や技能不足に伴う労働災害の増加が危惧されており、労働災害の社会的・経済的な影響は大きく、産業の維持・継承や持続的な発展のためには、作業者の安全の確保は重要な課題である。

これまで造船業や建設業での重作業を伴う安全管理の現場において、リスクアセスメント活動は広く行われているが、一般には「起こりやすい・にくい」等の感性尺度に基づく評価方法が取られており、安全意識の高揚について一定の効果は上げているが、安全向上への効果が不明な点があり、さらに有効な方法が求められている。本研究では、これまで開発してきた PDA（携帯情報端末）を用いた作業・安全分析法を用いてリスクアセスメントシステムとして発展させ、実際の作業現場で試験的に実施しながら研究を進める。

B. 研究方法

研究の方法としては、初めに労働安全の向上のためのリスクアセスメントツールの構築を行い、実際の作業現場に適用を行いながら改良を進めていく。また、安全対策として検討を行うために、モックアップ実験による歩行路環境の安全性評価についても検討を行った。

作業および作業に関する不安全状態として作業者行動や作業環境等を同時に観測して、PDA に観測状況の入力を行い、作業に潜む不安全状態を抽出するツールの開発と適用研究を行ってきた。この作業・安全分析法は IE(Industrial engineering)の瞬間観測法の理論に基づいており、ランダムな時間に作業者行動の瞬間観測値を記録し、作業毎の頻度を集計して作業・不安全状態の割合を推測する。このツールを実際に適用して、作業者がお互いに観測し合い、不安全状態を認識し合うことに一定の効果を見出しており、研究では PDA 作業・安全分析法をリスクアセスメントシステムとして発展させる。

C. 研究結果

C-1 労働安全のためのリスクアセスメントツールの構築

C-1-1 作業・安全分析の流れ

PDA 作業・安全分析法を労働安全向上のためのリスクアセスメントシステムとして構築し、実際の作業現場に適用して、使い勝手の良い方法として開発を目指す。ここではリスクアセスメント（RA と略す）のステップを次の5段階に設定しシステム化を図る。

課程1) 労働災害潜在危険（ハザード）の同定（Identification of hazards）

作業環境、作業者の作業・行動を理解して、労働災害において人的・物的な損失を引き起こす潜在的な危険・作業・行動を抽出する。抽出方法としては、災害事例データベースの構築と分析について検討を行った。

課程2) 作業安全リスク解析の過程（Risk Analysis）

労働災害に至る危険度を工学的な手法を用いてリスク評価値として定量化する。このため標準作業に基づき、作業観測と安全観測を同時に行い、作業と安全の関連分析を行う。

初めに1) PDA 作業・安全観測項目案の作成を行うが、これには RA の対象の作業・安全状況の把握のために、作業者へのヒアリングや、作業の映像デジタルデータを収集し資料の整理を行い、PDA 作業・安全観測項目として、工程、要素作業、作業安全上懸念される不安全状態、安全レベルについて設定を行う。次に PDA 作業・安全観測の実施を行うが、作業・安全観測を実施し、観測上の問題点があれば項目の修正を行う。さらに3) 作業・安全リスク分析を行うが、これには観測結果にクロス集計等を行い、作業の有する不安全状態の発生頻度や危害の程度からリスク分析を行う。

課程3) リスク軽減対策の立案（Generation of risk control option）

労働災害のリスクを軽減化するために必要な対策（リスクコントロールオプション、RCO）を立案する。

課程4) リスク軽減対策（RCO）の費用対効果の評価・検討（Cost benefit analysis）

リスクコントロールオプションについてのコストや効果を評価・検討する。

課程5) 意思決定者への提示・報告（Recommendations to decision maker）

所長、工場長等の意思決定者に対して分析結果を報告して、最善の対策を提示し、対策実施の判断を委ねる。

C-1-2 PDAを用いた作業・安全観測

C-1-2-1 現状の作業・安全状態の把握の意義

災害を未然に防ぐためには、過去の災害事例から学ぶと共に、現状の作業現場における不安全状態を把握することが重要である。

事故、インシデント（注1）、ヒヤリハット（注2）には、労働災害の分野において有名なハインリッヒの法則と言われる経験側がある。1件の重大事故が発生した際には、その背後には29件のインシデントがあり、さらに300件のヒヤリハットが潜んでいると言われるものである。

この考え方の特徴としては、現状の作業現場におけるヒヤリハットや不安全状態は重大事故の予兆と捉えることができる。だが、現状のヒヤリハットや不安全状態を把握し、その段階で無くす、もしくは減らすといった対策を講じることができれば、重大災害の芽を摘むことができ、重大災害のリスクを軽減させることができるというものである。

本研究では、現状の不安全状態把握のために、IEで用いられるワークサンプリングによる方法を用いた。

現状の不安全状態の把握における意義を整理すると以下の様に考えられる。

- 1) 現状の作業現場における不安全状態を把握し、対処することで重大事故の芽を摘む。
- 2) 作業分析により、現状の作業現場における作業と不安全状態の関係性を洗い出し、作業改善を行う。また、作業改善から安全性の向上と生産性の向上の融合を目指す。

注1) インシデント…事故への予測性があまり無く重大事故に至る可能性のある事態が発生したが、実際には事故に繋がらなかった潜在的事例である。

注2) ヒヤリハット…予測性が比較的あったが、あまり好ましくぬ事態であり、事故やインシデントに至る可能性のある事態が発生したが、実際には事故やインシデントには繋がらなかった潜在的事例である。

C-1-2-2 IEにおけるワークサンプリング

IEにおけるワークサンプリングとは、より効率よく作業を実施することを目的として作業の現場状況を観測し、作業分析・作業改善を行うことを指す。

本研究では、作業・安全観測法を検討するが、これは、従来のワークサンプリングを活かしながら、さらに作業安全に関するワークサンプリングを加える考えである。作業観測と安全観測を同時に行うい、作業や作業安全に関わる課題を抽出する方法を指す。

IEにおける観測方法には、連続観測法と瞬間観測法という以下の2つの手法がある。

(1) 連続観測法

研究対象(人とか機械)の作業を連続して観測する方法である。研究対象の全ての作業(直接作業、間接作業)について観測し、観測は長期に渡る。

長所としては、実時間を計測するため調査が徹底的であり、かつ動作の内容を詳しく調べられる。

また、短所としては、作業員1人に対して観測者1人が実時間を計測するため多大な労力を要する上に、調査範囲が狭く、しかも観測結果の一部(特に余裕率)に信頼度が低いという欠点をもっている。

(2) 瞬間観測法

ランダムな時間に、多数の作業員または機械の動きを瞬間的にとらえ、観測する方法で

ある。作業毎の頻度を集計することにより、作業割合を推測する方法である。

長所としては、1人で多数の対象を同時に観測可能であり、対象に精通していれば誰にでも容易に労力が少なく観測可能である。また、対象者が意識的に行動することがほとんどないので、稼働率または余裕率を正しくつかむことができる。さらに観測値の精度を見積もることができるので、研究目的に応じた合理的な調査計画を立てられ、短期間で精度に応じた作業要素の割合を推定できる。

短所としては、観測は外面的にとどまり、かつ断片的であることから、深く研究しようとする経済性が失われることや、作業時間が小さいものに信頼性を上げようとするデータ数が膨大となり、膨大なデータ処理の問題が出てくる。

瞬間観測法における観測の回数は、観測項目の発生比率 P 、要求精度 S と信頼度により次式で計算される。

$$S \cdot P = U_{\alpha} \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

ここに、

P :作業の占める割合

S :求める作業割合の正確さ

N :観測回数

U_{α} :作業水準 or 信頼度 or 発生確率(面積) or 全体をどの程度網羅しているか

U_{α} は信頼度によって決まる値であり、普通、信頼度は95%もあれば十分であり、この時 $U_{\alpha}=1.96$ となるが、近似値 2.0 を用いる。

例えば $P=35\%$ とすると、 $n=745$ の観測数が取れば S は $\pm 10\%$ で納まる。(観測の回数に関しては、平野裕之著『新作業研究 現代モノづくりの基本技術』日刊工業新聞より引用) 本研究では主に瞬間観測法を取る。

C-1-3 PDA を用いた作業安全観測ツール

現状の不安全状態の把握を行うにあたり、本研究では、入力と処理を容易にするため、携帯情報端末 (PDA: Personal Digital Assistant) を用いたサンプリングツールの構築とシステム開発を行った。

PDA はパーソナル向けの小型情報管理ツールである。ノートパソコンと比べると機能は限定されているが、プログラミングも可能であり、手のひらサイズのため持ち歩きしやすく、ソフトウェアの動作も軽快であり電池の持続時間も長いなどの特徴がある。また、本研究ではタッチパネル式の PDA を用いた。これは、タッチペンなどで液晶ディスプレイ上をなぞることで操作指令を実行することが可能である。さらに、PDA はパソコンとのデータ受送信機能を持つため、入力データのパソコンへの転送が容易に行える。

PDA を利用した瞬間観測法を用いて、作業とその作業による不安全状態の入力を同時に行うことにより、作業と不安全状態の因果関係の調査を行うが、前述した瞬間観測法の短所である膨大なデータ処理の必要性に関しては、PDA を用いることにより容易に実現できる。さらに、このシステムの使用方法としては、現場安全担当者が安全パトロールの際に携帯することや、安全小集団活動での利用も想定し、実際の安全現場への適用を考え、実際の安全現場において活用価値が高いものとする。さらに、作業分析・作業改善による安全性の向上や IE の本来の目的である作業能率・生産性の向上を検討し、それらの結果を、

実際の造船現場，生産計画へとフィードバックさせていくことを目指す。

図C-1-3-1に本研究で用いたPDA写真を示す。HP(ヒューレッド・パッカード) iPAQ Pocket PC を用いた。

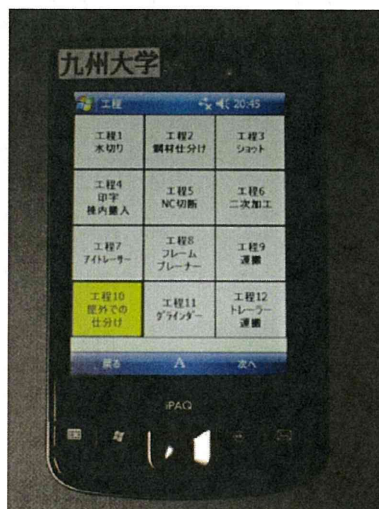


図 C-1-3-1 作業・安全観測に用いたPDA

C-1-4 リスクアセスメント適用の課題と改善

C-1-4-1 現場導入の課題

PDAを用いた作業・安全観測ツールの現場導入についての課題を以下に整理する。

- 1) 現場の作業者にとっては不慣れであるPDAの入力は難しくないか。
- 2) PDAによる観測項目の作成は，工程を考えて要素作業に分解し，入力項目を組み立てる必要があり，現場の作業者には困難さがないか。
- 3) 作業・安全観測のシステムを運用するのは難しくないか。
- 4) 解析結果から対策を創成するのは難しくないか

C-1-4-2 現場導入の課題への改善案

前節のこれらの現場導入の想定される課題について改善案を検討した。

- 1) ユーザーフレンドリーなPDA入力方式の検討
- 2) 観測項目の定型化・簡単化の検討
- 3) RA手順書の整備の検討
- 4) ハザード・対策展開法の適用の検討

以下に順に述べる。

(1) ユーザーフレンドリーなPDA入力方式への改良

PDA入力に対する抵抗感や扱いにくさを少なくするために，画面を15分割し1つのボタンへの割付を大きくして，指により直接画面をタッチし選択する選択方式とした。またこの際に，年配者が装置を扱うことも考慮して表示するボタンの文字の大きさについても検討を行った。また，画面切り替えや画面レイアウトや項目の配置についても検討を行い，観測者が入力項目を迷いが少なく選択しやすいうように，さらに入力時間の短縮できるように工夫を行った。



図 C-1-4-1 PDA 入力画面

(2) 観測項目の定型化・単純化

観測項目の定型化・単純化を行うに際して、観測項目には作業者が普段使っている馴染みのある言葉を用いた。

さらに観測項目を以下に示す 8 つに絞ることにより、観測項目の定型化を行った。

- 1) 観測者氏名：誰が入力したか、どの程度時間を要したか、何件入力を行ったかの集計に使用する。
- 2) 船体ブロック名：どのブロックにどの程度の不安全状態が存在するかの集計に使用。(観測対象によって省略する場合あり)
- 3) 工程名：どの工程にどの程度の不安全状態が存在するかの集計に使用。
- 4) 職掌：どの職掌にどの程度の不安全状態が存在するかの集計に使用。(観測対象によって省略する場合あり)
- 5) 要素作業：どの要素作業が不安全状態を誘発するか、また要素作業と不安全上多の関係の集計に使用。
- 6) 作業場所：作業場所の足元の状態はどうであったか、また不安全状態を誘発しないかの集計に使用。
- 7) 不安全状態の観測項目：どのような不安全状態が存在するかの集計に使用。
- 8) 安全判定：主観により安全レベルの判定を入力する。

(3) RA 手順書の整備

PDA 作業・安全観測システムを用いたリスクアセスメントの手順書を整備することにより、リスクアセスメントの観測対象の選定から観測、対策までを体系化することで、リスクアセスメントにかかる時数の短縮を図る。RA 手順書については次節にのリスクアセスメントの手順に示す。

(4) ハザード・対策展開法の適用

対策を立案するように指示したとしても、中々出てこないことが現状である。そこで、ハザード・対策展開法の考案をおこない対策案立案の支援する方法について検討を行った。

C-1-5 労働安全対策展開法

労働災害における災害報告書を読むと災害防止対策については、「指導・教育する」や「再徹底する」という言葉が目立ち、対策が作業者の安全意識に頼ったものとなっており、具体的な対策が取られていない現状にある。本研究では、前述した安全対策の現状について、人間工学の分野における4M-4E法やm-shellモデルを基にした考えを適用することにより、工学的なアプローチを加えることで、作業者の安全意識だけに頼らない安全対策の検討・展開方法を提案する。

C-1-5-1 ハザード展開モデル

対策を立案するためのハザード展開モデルでは要因軸と対策軸の2軸を設定して、対策を立案していく方法である。4M-4E法およびm-SHELモデルを参考にして2軸について検討を行った。

(1) 4M-4E法

災害は1つのエラーだけで起こるのではなく、さまざまな要因が連鎖上に絡まって起こるものであることから、災害に関わる要因を抽出することで、その連鎖関係を明らかにし、対策を講じる方法に4M-4E法がある。

4M-4E法では災害の要因を4M (Man, Machine, Media, Management) の4つの視点に分類し、各要因に対して4E (Education, Engineering, Enforcement, Example) 4つの側面から対策を検討することにより、科学的合理的な対策を立てることが可能である。4Mには以下がある。

- 1) Man (人間) : 人の判断や操作のミス
- 2) Machine (物・機械) : 機械や装置の欠陥・故障・扱いにくさ
- 3) Media (環境) : 情報や環境条件
- 4) Management (管理) : 管理手法

4Eには以下がある。

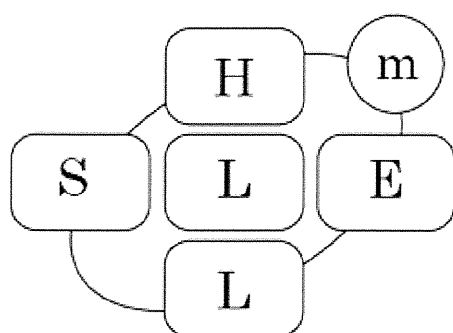
- 1) Education (教育・訓練) : 教育
- 2) Engineering (技術・工学) : 工学的対策
- 3) Enforcement (強化・徹底) : 強化, 強調作業手順, 管理規定の制定実施
- 4) Example (模範・事例) : 模範

これらの2つの軸から対策を立案していくことが、この方法の長所である。

(2) m-SHELモデル

m-SHELモデルでは、L (人間) を中心に、その周囲をS (ソフトウェア), H (ハードウェア), E (環境), L (他の人間) の4つの要素が取り囲む形で作られている。中心に存在する人間(L)とその周りを取り囲む要素(S, H, E, L)との関係が常に正常な状態を保っていないとエラーが生じるという考え方である。また、5つの周りを取り囲んでいるm (マネジメント) 要素は、この5つの要素を管理、調整する役割を意味している。こ

のモデルの長所は要因の因果関係をモデル化している。



Liveware (人間)：人間
Software (ソフトウェア)：手順書, マニュアル
Hardware (ハードウェア)：道具, 機器
Environment (環境)：作業環境
Liveware (他の人間)：個人的要素
management (マネジメント)：管理

L-L：人間関係

図 C-1-5-1-1 m-SHEL モデル図

C-1-5-2 ハザード対策展開法の手順

労働安全における潜在危険（ハザード）要因について、以下に示す手順でその展開を行い対策の検討を行う。

ここでは、保護具未使用に対する不安全についてハザード展開の例を示す。展開例は図 C-1-5-2-1 に示す。

<手順 1> 労働安全ハザード検討対象

PDA 作業・安全観測の結果より、対策検討を要する項目について記載する。ここでは、対象例を「保護具未使用」とする。

<手順 2> 危惧項目

「保護具未使用」のまま作業を遂行する上で、危惧される安全・衛生上の危惧項目を記載する。ここでは例えば「じん肺の恐れ」とする。

<手順 3> ハザード文章展開

手順 1, 2 では検討対象についての詳細が不明であるため、できるだけ詳細に文章で説明する。文章には、考えられる「要因」と「危惧される点」を書く。

ハザード文章展開例としては次のようになる。「NC 切断機から鋼板切断時に発生するヒュームをマスク装着せずにいると、じん肺の恐れがある」。

<手順 4> キーワード抽出

ハザード文章からハザードに関するキーワードを抽出する。この場合のキーワードとしては例えば、1) NC 切断機, 2) ヒューム, 3) じん肺, 4) マスク, がある。

<手順 5> キーワード理解

それぞれのキーワードについての理解を行う。キーワードの理解記述例を示す。

1) NC 切断機：

- ・NC 切断機は切断時にヒュームが発生する。
- ・ヒュームは切断機での吸い込みが悪いと工場内に拡散する。
- ・工場内の換気が十分であれば、ヒュームは局所に抑えることが可能である。

2) ヒューム：ヒュームには、じん肺の恐れのある微粒子が含まれている。

3) じん肺：

- ・ 1－5ミクロン（千分の1ミリ）の粒子が肺に蓄積しやすい。
- ・ この微粒子が肺に長期間蓄積されると、肺胞や気管支に障害を生じる。
- ・ この障害が呼吸器に影響を与える。

4) マスク：

- ・ マスクは、じん肺の予防効果がある。
- ・ マスクにはフィルターが付いており、微粒子の流入を防ぐ。
- ・ フィルターは目詰まりすると息苦しくなる。

<手順6> 労働安全ハザード

これらを労働安全ハザード要因・対策マトリックスに展開する。

C-1-5-3 ハザード対策の検討

ハザード対策の検討事項について、そのハザード要因を5つに分類し、それぞれについての検討内容、危険源・危険回避、事象発生要因・要因の組み合わせ、検討事項についてまとめたものを表C-1-5-3-1に示す。

また、ここで、労働安全ハザード対策を検討するにあたり、以下に示す3つの視点から対策の検討を行う。

1) 教育的対策：

知識教育，意識教育，実技演習，危険体験センター

2) 工学的対策：

安全改善，作業環境改善，表示・警告，多重化，仕様変更，工程変更・削除

3) 確実に実施するための対策：

規定化，手順の設定，注意喚起，事例の提示，模範の提示

表C-1-5-3-1に示した5つのハザード要因について、現状と上記の3つの視点に立った対策についての相関表を作成することで、現状の危険源の要因を整理し、それぞれについての具体的な対策を立てることができる。

また、現状を整理し定型化された視点で対策を検討することで、対策検討の時間を大幅に短縮することで可能であり、対策の実施状況の消し込みにも用いることができる。このため、安全管理者の作業時数を大幅に減らし、同種災害に対する対策も講じやすくなると考えられる。表C-1-5-3-2に、ハザード対策展開表の例として、保護具未使用について展開して示す。

表 C-1-5-3-1 労働安全潜在危険（ハザード）要因の検討事項

ハザード要因	人間・作業者	管理体制	作業機器	保護機器	作業環境
検討内容	作業従事者 身体状況 健康状況 心理・精神状況 技量 知識 コミュニケーション	組織 管理規定 工程・計画 教育・訓練方法 手順書 マニュアル チェックリスト 周知方法	設備 機器 器具 機能 配置 強度 品質	保護具 防護施設	施設 設備 歩行路環境 足元状況 労働時間 勤務時間 工程余裕
危険源	○		○		○
危険回避	○	○		○	
事象発生要因 要因組合わせ	人自身 人と人	管理	機器 人と機器	機器 人と機器	環境 人と環境
検討事項	人自身や他者との関連を考える。	管理体制について諸事を考える。	人と機器の接触が問題になる。	人の危険源回避のあり方が問題になる。	人が曝される環境が問題になる。

表 C-1-5-3-2 ハザード対策展開表（保護具未使用の例）

ハザード検討対象： 保護具未使用

危険項目： じん肺の恐れ

		人間	危険回避・防護 (Risk Avoidance)		危険源	
		人間・作業従事者 (Man) 身体状況、健康状況、 心理・精神的状況、 技量、知識、 コミュニケーション	リスク回避・ハード (Hardware) 保護具、防護施設	管理 (Management) 組織、管理規定、工程 計画、教育・訓練方法 手順書、マニュアル、 チェックリスト、表示	作業機器 (Machine) 設備、機械、器具 機能、配置、強度、 品質	作業環境 (Environment) 施設、設備、歩行路環 境、足元状況 労働時間、勤務時間 工程余裕
12	現状 (Event)	装着がめんどくさいか らつけない。 フィルターが詰まると息 苦しい。	支給しているが、必ず しも作業者に着けて貰 えない。	注意喚起しているが、 装着の不備がある。	NC切断機からヒューム の発生が多い スラグによる換気流量 低下	建屋内換気容量の不 足
	教育的対策 (Education)	知識教育 意識教育 実技演習 危険体験センター	フィルターの扱いの知 識、健康被害の知識	じん肺等のヒュームの 有害性を認識させるた めに、危険体験セン ターで例示する。		
	工学的対策 (Engineering)	安全改善 作業環境改善 表示・警報 多重化 仕様変更 工程変更 削除 フェールセーフ		掛けやすい、使い易い 保護具にする。	ヒュームの発生量を減 らす。 スラグの除去を行う。	換気装置を改善する。
	確実に実施す るための対策 (Enforcement)	規定化 手順の設定 注意喚起 事例の提示 模範の提示	作業区での取組として 看板の設置やお互い の注意喚起を行う。		違反切符の発行を積 極的に行う。	定期的なスラグの清掃 計画

対策例

C-2 労働安全のためのリスクアセスメントツールの構築

C-2-1 作業・安全分析の手順

前節にて述べたリスクアセスメント適用の課題改善における RA 手順の内容を示す。本研究では、RA の 1 つの流れを Step 1~11 の 11 段階に分けて手順書の作成を行った。各 Step での概要と作成すべき資料と資料作成の要領について示す。

<Step 1> 観測対象の選定

(1) 概要

過去の災害事例や、安全管理者へのヒアリングを通して作業安全観測の対象（大工程、場所等）を選定する。

(2) 内容

安全管理者へのヒアリングを行い、危険と認識している場所等を抽出し、整理する。また、過去の災害事例（本研究では、労働災害データベースを使用）より、災害発生場所や工程、作業の項目ごとに分析を行う。

(3) 作成資料および作成方法

1) ヒアリングメモ

安全管理者に、以下の点についてヒアリングを行う。

- ・過去の災害事例の発生状況
- ・安全パトロール等において危険と認識している場所や作業

2) 労働災害分析

過去の災害事例について、災害発生場所や工程、作業等の項目ごとに頻度分析やリレーショナル分析を行い、災害の特徴を抽出する。この際、ヒアリングメモを参考にし、危険との認識が大きい項目について分析を行う。

<Step 2> 作業内容のヒアリングおよび映像資料の撮影

(1) 概要

観測項目の検討のため現場管理者や作業員へのヒアリングを行い、作業現場と作業内容を写真・動画で撮影する。

(2) 内容

観測対象の概要を把握するために、現場管理者や作業員へ業務内容等のヒアリングを行い、観測対象を把握する。

次に、観測項目の検討のための資料として、作業現場と作業内容を写真・動画で撮影する。

(3) 作成資料および資料作成の方法

1) ヒアリングメモ

現場管理者や作業員へ以下の項目についてヒアリングを行い、観測対象の概要を把握する。

- ・製品
- ・業務内容
- ・工程分類
- ・作業場所
- ・作業担当
- ・操作機器
- ・作業人数

また、現場管理者や作業員が日常感じている不安全状態・不安全行為についてもヒアリングを行い、観測項目の検討のための資料とする。

2) 写真・動画の撮影

写真や動画の撮影は、ヒアリングでの工程分類や作業担当をもとに、工程や作業場所、作業担当毎に行う。この時、作業の流れを把握できるように、作業の 1

サイクルを連続して動画で撮影する。

また、危険行為や不安全状態に対する意識の高い場所について重点的に撮影する。

<Step 3> 観測対象資料の整理

(1) 概要

観測対象の作業の全体をつかむために、撮影した写真・動画を整理する。

(2) 内容

ヒアリングした内容より作業工程を分類し、各工程について写真・動画の整理を行う。

(3) 作成資料および資料作成の方法

1) 工程分析表

ヒアリングした内容や撮影した資料をもとに、以下の項目についてまとめ、表 C-2-1-1 に示す、工程分析表を作成する。

- ・ 工程名
- ・ 作業担当
- ・ 操作機器
- ・ 作業人数

2) 工場レイアウト図

作業環境を把握するため、以下の項目についてレイアウト図を作成する。また、クレーンなどの設備や機器の能力なども記入する。

- ・ 建屋
- ・ 設備の配置（定盤）
- ・ 機器の配置（切断機）
- ・ 作業場所の配置（作業場所、ストック場所など）
- ・ 運搬機（クレーン、フォークリフト）
- ・ 安全通路

3) 写真・動画

写真や動画は、フォルダのファイル名を工程名や作業担当名を含むものとし、整理を行う。また、写真に関しては表 C-2-1-2 に示す、写真による工程説明図を作り、工程ごとに分類し整理する。

表 C-2-1-1 工程分析表

No	工程名	作業担当	操作機器	作業人数	備考
1	工程 1	担当 1	機器 1	1	
		担当 2	機器 2	2	
		担当 3		1-2	
2	工程 2	担当 1	機器 3	1	
		担当 4		1-2	
・	・				
・	・				
・	・				

表 C-2-1-2 工程説明図

No	工程名	説明	備考
1	工程 1	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 80px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 写真 1 </div> 説明 1	
2	工程 2	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 80px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 写真 2 </div> 説明 2	
⋮	⋮	⋮	

<Step 4> PDA 作業・安全観測項目案の作成

(1) 概要

整理した資料をもとに、PDA 作業・安全観測項目案を作成する。

(2) 内容

Step 3 で作成した工程分析表や整理した資料をもとに、各工程についての作業担当、要素作業、不安全状態を整理する。

(3) 作成資料および資料作成の方法

1) PDA 作業・安全観測項目案

各工程について Step 3 で作成した工程分析表をもとに、それぞれの作業担当について要素作業、不安全状態を整理する。表 C-2-1-3 に PDA 作業・安全観測項目案の作成要領を示す。

要素作業は、作業担当毎に写真・動画を参考に抽出する。また、過去にリスクアセスメントが行われていた場合には、同種の要素作業を参考に作成する。

不安全状態は、各工程における要素作業で起こりうる不安全状態を列挙する。過去にリスクアセスメントが行われていた場合には同種の要素作業についての不安全状態を参考にする。また足下の状態が問題となる場合には、ヒアリングや映像資料をもとに決定する。

表 C-2-1-3 PDA 作業・安全観測項目案

No	工程名	操作機器	作業担当	作業者数	要素作業	不安全状態
1	工程 1	機器 1	担当 1	1	作業 1 作業 2 作業 3	不安全 1 不安全 2 不安全 3
			担当 2	2	作業 1 作業 4	不安全 1 不安全 4
			担当 3	1-2	作業 5 作業 6	不安全 5 不安全 6 不安全 7
2	工程 2	機器 2 機器 3	担当 1	1	作業 1 作業 2	不安全 1 不安全 2
			担当 4	1-2	作業 7 作業 8	不安全 1 不安全 8 不安全 9
・			・			
・			・			
・			・			

<Step 5> PDA 作業・安全観測項目の決定

(1) 概要

Step 4 で作成した PDA 作業・安全観測項目案をもとに、観測項目を決定する。

(2) 内容

安全担当者や現場作業者と審議を行い、PDA 作業・安全観測項目（要素作業，不安全状態，足下の状態）を決定する。また，観測者間で各項目について共通の認識を持てるように，要素作業・不安全状態について定義付けを行う。

(3) 作成資料および資料作成の方法

1) PDA 作業・安全観測項目の定義

Step 4 で作成した PDA 作業安全観測項目案と整理した動画等を参考に，安全担当者や現場作業者と審議を行い，各工程における PDA 観測項目（要素作業，不安全状態，足下の状態）を決定する。表 C-2-1-4 および表 C-2-1-5 に概念を表として示す。この際，不安全状態については，各不安全状態から想定される事故の型毎に分類する。

また，観測時に観測者によって選択項目が異なることを防ぐために，各要素作業・不安全状態について例を挙げ定義付けを行い，観測者間で各項目について認識を統一する。

2) PDA 作業・安全観測の入力パネル配置

工程，作業担当，要素作業，足下の状態，不安全状態，安全レベルについて PDA 入力画面のレイアウト一覧を作成する。

画面レイアウトは，同等の作業では同じ画面上に要素作業等を表示させ，工程や作業担当で選んだ項目によって進む画面を分岐することで，ボタンを選択可・不可とさせ，できるだけ少ない画面で表示させるようにする。

作成した画面レイアウト図をもとに，Step 6 で PDA アプリケーションに反映させる設定ファイルを図 C-2-1-1 のように作成する。

表 C-2-1-4 PDA 作業・安全観測項目の定義（要素作業）

No	工程名	作業担当	要素作業	要素作業の定義（例）
1	工程 1	担当 1	作業 1	例 1
			作業 2	例 2
			作業 3	例 3
		担当 2	作業 1	例 1
			作業 4	例 4
			作業 5	例 5
担当 3	作業 6	例 6		
	担当 1	作業 1	例 1	
		作業 2	例 2	
担当 4		作業 7	例 1	
	作業 8	例 8		
・			・	
・			・	
・			・	