

## 1 . 序論

中村隆宏\*

### 1. Introduction

by Takahiro NAKAMURA \*

**Abstract** : The death toll of the labor accident decreases gradually for the long term. However, the decrease rate shows the tendency to become duller recently. In the background, some factors might exist; 1) As the working environment has been improved than before, it would be difficult for the workers to recognize the risk in the working environment. 2) As the workers should do more advanced and complicated work, the hazard of the disaster become more complex. 3) As the number of experienced workers has decreased gradually, it would be difficult to follow the knowledge and the technique concerning safety management. 4) As the workers have less experiences of the disaster, their sensitivity to risk would become dead. From the end of past century, the social and economical environment which surrounds workers have changed greatly, and the characteristics of the labour accidents might change more and more, too. It should be necessary to make a new paradigm in the approach of the labor accident prevention in the near future.

About the labour accidents, the fatalities in the construction industry account for about 40% constantly. The disasters caused by human errors are serious, because the automation in the construction is difficult and a lot of workers support the construction work. The larger the number of workers who work on the site is, the higher the possibility the human errors cause the accident is.

This project consists of a few studies;

First, the safety attitude of workers and environmental factors of construction work sites, which are regarded as the cause of human errors and risk taking, are examined by means of field research such as hearing, questionnaire, and so on.

Second, the most of human errors are related to the cognitive process. Especially, visual information is very important for human. So, the occurrence mechanism of human errors is investigated in some experiments which attach importance to psychological aspects, such as the abilities to detect the targets (sometimes they are dangerous ones), risk-sensational sphere of workers, and so on.

Third, the occurrence mechanism of human errors, which is connected with the communication about safety information, is investigated. One of the influential factors for human errors is the interaction among human beings such as the contents of information, the way to communicate and the situation of conveyance.

In addition, the aging is an important problem even in the construction industry. Therefore, the interest of the physiological- psychological workload and human errors are examined from a view of the aging.

Based on these studies, this project proposes the desirable methods of safety education and safety training. Their purpose is the prevention of a disaster caused by human errors or risk-taking, and these supply a new technology for the safety management in the construction industry.

**Keywords** ; construction industry, human errors

---

\* 境界領域・人間科学安全研究グループ Interdisciplinary and Human Science Safety Research Group

## 1. はじめに

労働災害による死亡者数は長期的には減少しているものの、ここ数年は漸減傾向にあり大幅な減少を示すには至っていない。災害発生数の減少はバブル崩壊後の国家的な経済低迷の影響である可能性も否定出来ないことから、必ずしも数値の減少を楽観視出来る状態にはない。

労働災害が多発した1960年代以降、災害防止のために設備や管理体制に取り入れられてきた様々な工夫が功を奏し、さらには多くの人々の尽力によって労働災害発生数は大幅に減少した。しかし現在のように減少傾向が次第に鈍化し、あたかも歯止めがかかったかのように災害発生数の大幅な減少が見られなくなった背景には、

- 1) 安全化の進展に伴い危険源が潜在化し、危険を認識しにくくなっている
- 2) 作業内容の高度化に伴い危険源が複雑化し、危険であるか否かを弁別しにくくなっている
- 3) 災害が多発した時代の経験を有し安全管理に関する経験が豊富な労働者が次第に減少していることにより、これまでに蓄積されてきた安全ノウハウの次世代への継承が困難になっている
- 4) 身近に災害を体験することが以前よりもまれになっていることから、個々の労働者の危険に対する感受性が低下している

等といった、様々な、かつ急速な変化を助長する要因が存在していると考えられる。すなわち、国際化・高齢化・少子化といった社会的変化を含め、高度情報化に伴う労働環境の変化、労働形態の多様化は今後ますます進展する傾向にあり、これからの労働災害防止の取り組みにおいては災害が多発した時代の知識と経験の蓄積のみではもはや対応しきれない事態になりつつあることを示唆している。

労働者を取り巻く環境が大幅に変化し労働災害の発生メカニズムも次第に複雑化していく状況において、改めて注目されるようになったのが、災害原因としての「ヒューマンエラー」であった。最新の設備・万全の管理体制のもとであっても労働災害を完全に防止できない理由の一つには、様々な形や段階で人間側の要因が災害の発生に関係しているためである、といった指摘は、これまでの災害原因分析の過程において繰り返されてきている。Table 1は、様々な事故や災害のうち、どの程度がヒューマンエラーに起因しているかに関する調査結果である<sup>1)</sup>。分野によって違いはあるものの、ヒューマンエラーに起因する事故の比率は40～90%以上にもものぼり、その対策が如何に重要かつ

急務であるかが伺える。

現場で作業に従事する労働者個人の行為や判断の結果として災害が発生する、あるいは個人が属する組織の風土が災害発生の一因となるケースが少なからず存在することは否定できない。しかし一方では、設備や作業環境が改善され安全管理体制等は着実に進歩しているのに対し、人間の機能は必ずしもこれらの進歩に対応した変化を遂げているわけではない。また、労働者が災害発生の危険性を認識することなく、単に作業を効率的に円滑に進めようと工夫した結果、図らずも災害の引き金を引いてしまうことも少なくない。そのため、万全に整えられきちんと管理されているはずの作業環境においてさえも人間の行動に起因した災害が発生してしまうことは、いかなる労働現場においても人間の関与をゼロにすることが不可能である限り不可避なこととも解釈されがちである。「過つは人の常」と言い表されるように、人間が作り出す災害原因には対

Table 1 The proportion of accidents caused by human errors

### ヒューマンエラーに起因する事故災害の比率

(井上・高見, 1988)

分野	ヒューマンエラーに起因する事故の比率	発表者 (年)
構造物事故	90%以上	Allen (1975)
	78% (800件)	Hauser (1979)
	66% (287件)	前田 (1983)
ロボット事故	45% (18件)	杉本 (1979)
化学プラント事故	60%以上	林 (1979) 大島 (1980)
石油化学コンビナート事故	45～65% (483件)	高圧ガス保安協会 保安情報センタ (1978～1982)
危険物工場火災	50% (1,270件)	上原 (1985)
製造業事故	40%以上	労働省安全年鑑 (1984)
航空機事故	70～80%	笠松 (1979)
		黒田 (1979)
航空機・船舶 発電所事故	70～90%	Rubinstein (1979) Danaher (1980) Billings (1981)
医療事故	80%以上 (16件)	古幡 (1980)
自動車事故	90%以上	橋本 (1979)

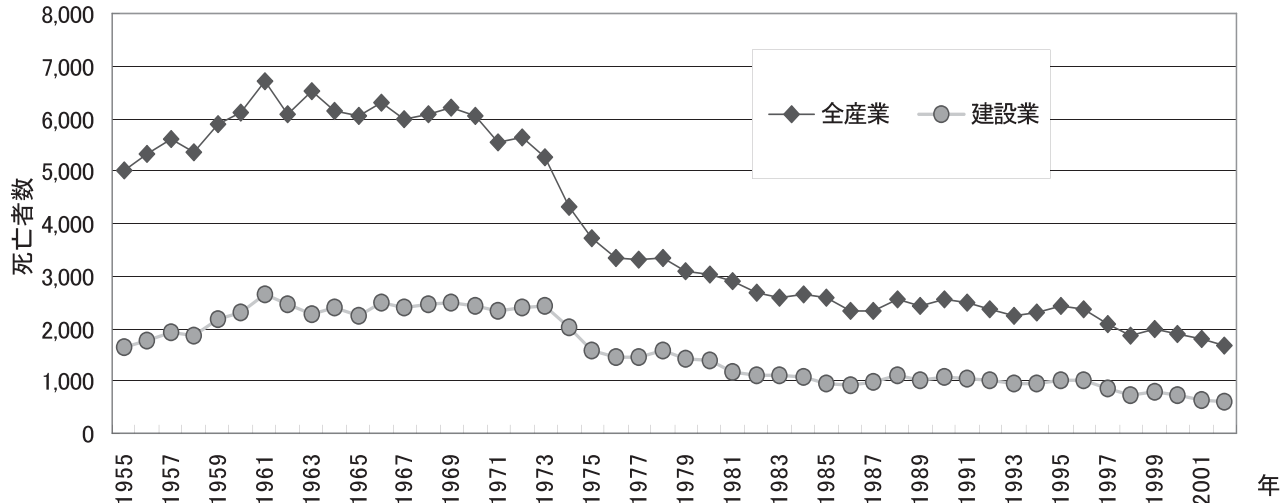


Fig.1 Change in the number of fatalities : all of the labour accidents and construction  
 労働災害死亡者数の推移：全産業と建設業

(安全衛生年鑑平成14年版より；一部改変)

応しようがない、と諦めてしまう雰囲気(ごく一部にはあるだろうが)生じてしまうのも、この種の災害の防止が極めて困難であると認識されていることを示す一例であると言えるだろう。

## 2. 建設業における労働災害とヒューマンエラー

あらゆる産業場面において、ヒューマンエラーに起因する災害への対応は極めて重要な課題となっているが、建設業においてはとりわけ深刻な問題である。Fig.1に示すとおり、建設業における労働災害死亡者数は全体の約4割を占める状態が恒常的となっており、「災害の多い業種」とみなされている<sup>2)</sup>。

建設業において災害が多い原因として、高木<sup>3)</sup>は、

- 1) 作業内容が日々変化する
- 2) 他業種の専門工事業者が入場している
- 3) 単品受注生産である
- 4) 雇用期間が短い

といった、建設生産方式の特殊性を挙げている。

建設業のこうした特殊性は、工事の進捗に伴い作業内容・作業環境が日々変化するとともに、現場で作業を行う労働者の入れ替わりが激しい、といった現象につながる。そのため、以下のような安全対策上の課題を抱えることになる。

- 1) 作業内容の変化に伴い安全設備や作業手順の内容もより適切なものに変更すべきだが、対応可能な範囲には限界がある。
- 2) 工事の進捗に伴い作業内容が変化することから、作業員が作業に習熟することによる安全効果が期待出来ない。

- 3) それぞれの進捗段階において多種多様な専門業者が同一の現場に入場し、それぞれの担当に応じて作業を進めることになるため、各作業間の連絡・調整を上手く図ることが出来ない場合がある。
- 4) 作業員の入れ替わりは恒常的であるため雇用期間が短く、個々の労働者の作業に対する適性を把握しにくい。また、労働者に対する継続的な教育や訓練を実施することが困難である。
- 5) 同一の場所に、同一の建造物を、同一の条件で建設することは有り得ないため、定常的な作業環境で一定の作業を行う事態は皆無であり、製造業などと比較して安全対策の規格化や基準化、安全管理手法のマニュアル化が難しい。加えて、シミュレータ等の手法を用いた特定の作業を対象とする体験教育・訓練は馴染まない。
- 6) 労働力を供給する「日雇い」というシステムが長い歴史の中で培われてきたことと相まって、一時的な労働力不足の場合には安全教育をほとんど受けていない労働者であっても受け入れる場合がある。

このように、建設業においては、他産業のような作業の自動化や機械化が困難であるため、工法や作業機械の改良は進展しても、多数の人間が直接作業に従事する「人間主体」といった特性が大きく変化することはない。その結果、個々の労働者の多様性・柔軟性・冗長性を活かし、優れた技能・技術が発揮される結果として、品質の向上を期待出来るという側面がある。しかしその反面、人間としての脆弱な部分、例えば信頼性や正確性、反復性などのバラツキは、直接的・間

接的な災害原因となる可能性も高い。すなわち、労働集約型産業の典型である建設産業においては、他産業と比べ人間が直接作業に関わる比率が高く、その人間側の要因がヒューマンエラーにつながり、さらに災害原因を生み出す可能性も高いのである。

### 3. ヒューマンエラーをどの様に捉えるか

「過つは人の常」なのであれば、災害を防止するためには如何にして「人間の過ち=ヒューマンエラー」を防ぐか、が最大の関心事となる。ヒューマンエラーとは文字通りに解すれば「人間の過ち」を意味するが、建設作業現場では、一般的に常用されるほど浸透しているわけではない。そのため、時には「対策の施しようがない事故原因」と解される場合もあるようだ。

人間工学・心理学などの分野においては、これまでにヒューマンエラーに関していくつかの分類が試みられており、また、用語の定義もなされている。例えば Swain (1980)<sup>4)</sup> は、ヒューマンエラーを「システムによって定義された許容限界を超える一連の人間行動」とし、Reason (1990)<sup>5)</sup> は「計画された心理的・身体的過程において意図した結果が得られなかった場合を意味する用語」と定義している。

小松原<sup>6)</sup> は、「綱渡り」を例に挙げ、「渡りきれなかった」という結果が「ヒューマンエラー」であるとした上で、ヒューマンエラー発生原因をいくつかの観点から列挙している。エラー発生原因として、行為者本人の責任に帰すべき内容も指摘されているが、設備機械や道具、作業指示や関係文書、環境や周囲の人間なども原因として挙げられている。さらに、ヒューマンエラーの原因は様々であり、その原因の一つ一つに適切な対応をとっていくことが必要であり、「これをすれば全てOKというようなOne Best Way は存在しない」としている。

前述の通り、「ヒューマンエラーによる災害は仕方がない」「対策の施しようがない」といった捉え方がごく一部でなされていることは確かである。具体的な災害発生の可能性に直面する最前線の現場では、ヒューマンエラーをどの様に捉えるかといった問題よりも、どの様に防止するかが重要である。しかし、即効性がある具体的な対策を期待するあまり、労働者に対して「注意せよ」「気をつけよ」「確認せよ」といった指図に留まりがちであったことは否めないだろう。また、「過つのは本人の問題であり、優れた労働者は過ちなどしない」といった評価がなされ、労働者個人の責任に帰する風潮はなかったであろうか。すなわち、ヒューマンエラーによる災害が発生する背景には特殊な個人的要因が存在しており、極めて稀な状況で偶発的に

発生する災害なのだから、労働者に注意を喚起することが安全管理上の責務を果たすことである、といった考え方である。注意喚起は極めて重要であるが、しかし、小松原<sup>6)</sup> が指摘するように、ヒューマンエラーの防止のための単純で容易な方法は存在せず、注意を喚起することのみで十分な対応を図ることは極めて難しい。

この点に関して、臼井<sup>7)</sup> は「同じ形態の行動であっても、システムが許容する範囲によっては、結果的にヒューマンエラーとなる場合もならない場合もある」と説明する。さらに、「ある行動をそこでの外部環境や状況に求められる基準と照合し、許容範囲から外れていた場合に命名される結果としての名称」がヒューマンエラーであり、「何も特別で異常な性質を持った行動を意味しているわけではない」と補足する<sup>8)</sup>。同様に黒田<sup>9)</sup> は、ヒューマンエラーとは「達成しようとした目標から、意図せずに逸脱することになった、期待に反した人間の行動」と定義している。

ここで注目すべきは、ヒューマンエラーとは「意図せずに逸脱」し、「許容範囲から外れていた」「期待に反した」内容であり、あくまで「結果」を表す用語として捉えられている点である。すなわち、災害につながり易い何らかの特殊な要因が特定の個人や環境、条件等に具備されており、何らかのきっかけによって災害として表面化するのではなく、誰もが当たり前のように振舞う行為であってもその時々環境と状況によって、行為の結果としてのヒューマンエラーとなる可能性があることを示している。

### 4. 本研究の概要と構成

本研究は、労働災害が多発し、災害の発生に人的な要因が大きく影響する建設労働災害を対象に、ヒューマンエラーによる災害の防止という観点から効果的な災害防止対策を講じることを目的として、平成13年度から16年度までの4年間に於いて実施されている。

研究を実施する上では、当初から、建設労働災害におけるヒューマンエラーをどの様に捉えるか、といった疑問に直面することとなった。前述の通り、ヒューマンエラーに関してはこれまでも様々な側面から多くの研究が実施されている。しかし、その解釈や対象とする範囲は分野によって幾分違いがあり、建設労働災害を対象とした分析に当てはめるためには、さらに検討が必要である。その理由の一つは、ヒューマンエラーという現象に関して、災害発生の可能性に常に直面する最前線の現場と学術的な知見との間には、その捉え方に幾分隔たりがあるためである。例えば、労働現場で「不安全行動」と称される行動に関しては広く

認識されているが、この「不安全行動」とヒューマンエラーは同義と見なされることも少なくない。そのため、従来のヒューマンエラーの分類や対策手法をそのまま現状の安全対策に取り込むことが可能であったとしても、様々な誤解が生じる等により、建設作業現場におけるヒューマンエラー防止対策は本来目指していた効果を発揮できなくなる、という危惧が生じる。

これらの点を踏まえ、現場の実態に即しつつ効果的な災害防止対策の在り方を探るため、本研究の実施期間の上半期（平成13年度～14年度）においては、建設作業現場の実態調査を重点的に行った。すなわち、労働者や安全管理者等、現場で作業に従事するそれぞれが、ヒューマンエラーに起因する災害に対してどのような認識を持っているのか、具体的対策としてどのような手法を採用しておりその効果をどのように評価しているのか、さらには今後どのような対策が必要であると考えているのか、といった点について把握することを重視した。

また、本研究は下記に示す4つのサブテーマから構成されている。各々研究対象を「建設労働災害」に限定してはいるものの、人間のあらゆる行動がヒューマンエラーに関係し、その全てを一度に網羅しようとするれば膨大な範囲に広がるため、むしろ問題点が拡散する可能性が生じる。そのため、それぞれのサブテーマ毎に重点的に対象とすべきポイントを定め、それぞれ異なる観点からのアプローチを試みている。以下に、それぞれのサブテーマ課題名・概要を示した。また、各々の末尾には、本中間報告において、各々のサブテーマでこれまでに得られた成果を示した本中間報告書における章建てと章題を明記した。

サブテーマ1：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

建設作業に関連して発生する不安全行動やヒューマンエラー及びその対策を質問紙調査や面接調査等から明らかにする。また、それらの発生状況・発生環境を分析し、不安全行動やヒューマンエラーの発現要因を系統的に整理することによって、不安全行動やヒューマンエラー発現要因および発現過程を明確化する。さらに、作業環境が作業員の生理・心理機能や行動に及ぼす影響について把握するための基礎実験を行い、ヒューマンエラーの発現過程に関する検討を行う。

次に、企業が行うヒューマンエラー防止の諸対策について、現場レベル、本社組織レベルなどの対策とその実施状況を質問紙調査などから明らかにし、これら対策の効果について、安全意識・行動、安全対策の理解度、安全方針の浸透度等を指標とした評価を行う。

また、模擬実験を通じてこれら対策の効果のモデル化を行う。

以上を通じて、作業員および職員の不安全行動とヒューマンエラーの防止に有効な対策について検討する。

第2章：建設作業現場における不安全行動とその対策に関する実態調査

第5章：環境温度の違いが作業パフォーマンスに及ぼす影響

サブテーマ2：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

時間的圧迫状況における作業の正確性の変化、作業環境における危険対象の検出率や危険感受域等に関する測定実験を通じ、視覚情報獲得に伴うヒューマンエラーの発生機序について検討する。また、効果的な訓練手法を検討するための『危険事象擬似体験装置』の開発、およびサブテーマ1, 3および4の研究成果を踏まえ、作業員の不安全行動の防止・ヒューマンエラーによる災害防止を目的に、シミュレーター等の新しい技法を取り入れた効果的且つ持続性が期待できる教育・訓練のあり方を検討する。

第6章：掘削機オペレータの眼球運動と注視行動

第7章：掘削機操作におけるタイムプレッシャーの影響

第8章：掘削機災害シミュレーターの開発

サブテーマ3：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

建設作業現場で安全情報が伝わらないことによる不安全行動を防止するために、作業危険性に関する情報の内容・伝達方法・伝達状況が、不安全行動発生に及ぼす影響について、災害資料や現場調査などを通して、系統的に整理して明確化する。

さらに、安全情報伝達条件を操作した作業実験を行い、安全情報伝達状況と不安全行動発生状況の関連性について検討する。

第3章：建設作業現場における安全情報の伝達と作業行動の変容に関する研究

サブテーマ4：高齢者における高所作業環境適正化に関する研究

高齢作業者の墜落災害を防止するために、まず墜落災害資料から、高齢作業者の災害発生原因を明らかにする。そして、高所作業での作業条件（設備・方法など）と、高齢者が受ける作業負担の関連性を実験的に調べ、安全で作業負担の少ない作業条件を明らかにする。すなわち、高齢者に仮設足場上で歩行や作業を実

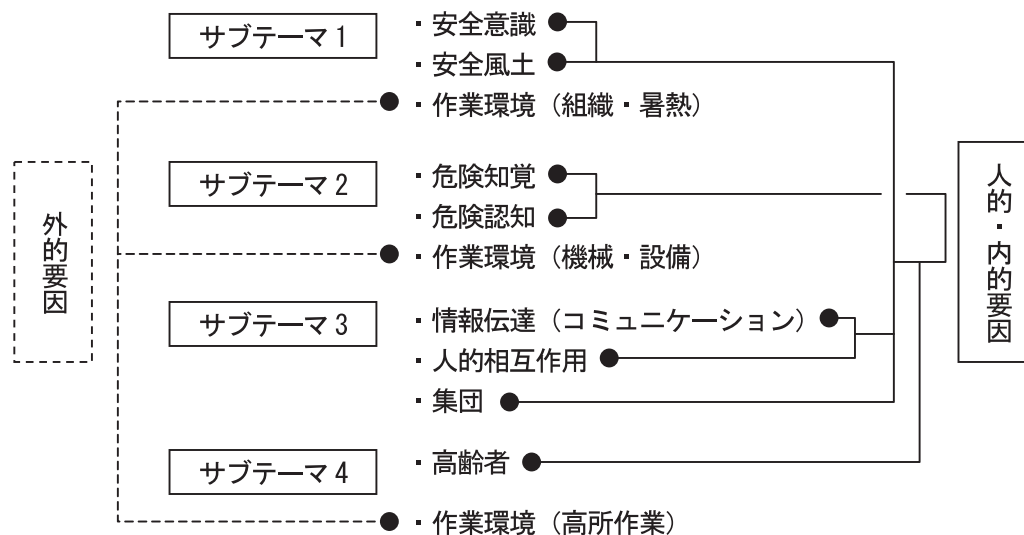


Fig.2 Framework of the study and relations among each sub-theme  
研究の構成と各サブテーマの関連

験的に行わせ，種々の作業条件下における作業負担を計測して，これらの実験結果から，高齢者にとって適正な高所作業環境を検討する。

第4章：建設工事における高所作業に関する人間工学的研究

Fig.2に，それぞれのサブテーマにおいて対象とする内容と相互の関連性について示す。

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対策を立案するにあたって，大きくは「人的・内的要因」と「外的要因」からの具体的なアプローチを試みている。それぞれのサブテーマが重点的に対象とすべきポイントは異なるが，最終的にはこれらの研究成果を総合的に再検討し，ヒューマンエラーによる災害防止のための提言として取りまとめる予定である。

なお，本報告書はあくまで中間報告として，平成13年度および平成14年度までに得られた研究成果の途中経過について報告するものである。各々の成果に関しては，第2章以降を参照されたい。

#### 参考文献

1) 井上 紘一，高見 勲：ヒューマン・エラーとその定量化，システムと制御，Vol.32，No.3，152-159，1988

2) 安全衛生年鑑平成14年版，中央労働災害防止協会，2002

3) 高木元也：建設業におけるヒューマンエラー防止対策～HEART手法による原因分析と対策樹立～，労働調査会

4) Swain, A. D & Guttman, H. E. : Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Application, U.S NRC-NUREG/CR-1278, April, 1980

5) Reason J. : Human Error, Cambridge University Press, Cambridge, 1990

6) 小松原明哲：ヒューマンエラー，丸善株式会社，2003

7) 臼井伸之介：産業安全とヒューマンファクター(1) - ヒューマンファクターとは何か - ，クレーン，第33巻，8号，2-7，1995

8) 臼井伸之介：人間工学の設備・環境改善への適用，中央労働災害防止協会編，新産業安全ハンドブック，中央労働災害防止協会，277-286，2000

9) 黒田 勲：「信じられないミス」はなぜ起こる - ヒューマンファクターの分析 - ，中央労働災害防止協会，2001

(平成15年9月22日受理)