

1. 序 論

河尻義正*, 鈴木芳美**, 永田久雄*

1. Introduction

by Yoshimasa KAWAJIRI*, Yoshimi SUZUKI** and Hisao NAGATA*

Abstract: Many accidents, caused by falls, are occurring in many workplaces. Especially in the construction industries, accidents caused by falls reckoned for more than 30% of casualties and 40% of fatal accidents in 1998. To date, although many countermeasures to prevent accidental falls have been brought into effect by the construction industries and administrative authorities concerned, there has been no remarkable decrease in the number of accidental falls over the last few decades. As one of conceivable reasons, conventional countermeasures to prevent accidental falls seem to be mainly put much emphasis upon strength and durability of hardware, such as scaffolds, guardrails, ladders, roofs, etc. Accidental falls are considered to be caused by various factors, not only physical factors, but also human factors. An approach from the aspects of human related methods, so-called software methods should be taken to decrease accidental falls. From these aspects, the following survey and three experimental studies have been carried out:

- (1) A questionnaire survey to construction workers to seek relevant human factors to cause accidental falls.
- (2) An analysis of physiological and psychological workloads of workers during scaffolding work.
- (3) Working limits and safety limits in regards to accidental falls due to wind-induced vibration during high-rise construction work.
- (4) Study on sliding properties on pitched roofing surfaces.

Latent human factors, which cause accidental falls, were analyzed from 817 questionnaires in the first study. Experimental data of human factors during scaffolding work were generated from 10 skilled workers and 7 non-skilled workers. Stability of standing posture was analyzed for low frequency sway by using non-skilled 15 males, 15 females and 5 skilled welding workers, and working limits in regard to safety and work efficiency especially for welding works were obtained. In stead of actual workers, a dummy on various pitched roofing surfaces was employed to study sliding speed, dynamic slip resistance of clothes or footwear on wet and dry surfaces.

A lot of data were generated from these studies. These data and the ergonomic approach can be expected to give new information and to initiate studies to prevent accidental falls.

Keywords; Fall, Construction, Questionnaire, Scaffolding, Roof, Workload, Sway, Slip.

1. はじめに

生産現場においては、多くの墜落災害が発生している。特に高所作業の多い建設業においては、死傷災害

の3割、死亡災害の4割以上を占めるに至っている。

このように多発する墜落災害に対しては、これまで各事業所、災防団体、監督官庁において、防止に向けて多くの努力が続けられてきたにもかかわらず、他の

* 建設安全研究部 Construction Safety Research Division

** 建設安全研究部 (境界領域研究グループ) Construction Safety Research Division (Interdisciplinary Research Group)

災害に比べて一向に減少してない。

このように墜落災害がなかなか減少しない理由としては、墜落災害が、多種多様な状況の中で発生しており、その原因も、手すりや安全ネットが設けられていなかったというような設備の不備・欠陥に起因するものから、不安全行動等の人の特性に起因するものまで、広範に及んでいることが考えられる。このため、防止対策はケースバイケースに、かつ物と人との両面にわたったきめの細かな対策を必要とするが、これまでは、特に人的な要因に関するデータの不足などの理由から、主に物的な面についてのみの一通りの対策とならざるを得なかったことがあげられよう。

したがって、墜落災害に対して実効ある対策を樹立するためには、人的要因を加味した新たな対策の樹立に資する調査研究が必要不可欠と考えられ、産業安全研究所においても、特別研究「高所作業における墜落危険性に関する人間科学的な研究」を計画し、実施した。本報告書はその結果得られた成果をとりまとめた

ものである。

2. 墜落災害の現状

図1は、平成10年度における全死傷者数と墜落・転落による死傷者数を業種別に示したものである。また、図2は、同じく全死亡者数と墜落転落による死亡者数を主な業種別に示したものである。これらによれば、墜落・転落による災害は全業種にわたって広く発生しているが、特に建設業においては多く発生しており、死傷者数の約3割、死亡者数の約4割以上が墜落によるものである。

図3は、建設業での死亡者数及びそのうちの墜落災害による死亡者数の推移である。また、図4は、建設業での死亡災害のうち墜落災害の占める割合の推移を示したものであり、図5は、建設業での死傷者数について、墜落災害とそれ以外の災害との割合の推移を示したものである。これらの図からは、建設工事での労働災害件数及びそのうちの墜落災害件数は、全体とし

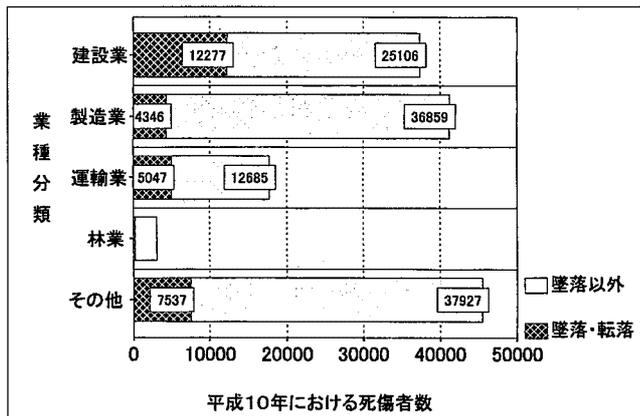


図1 業種別死傷者数と墜落・転落による死傷者数

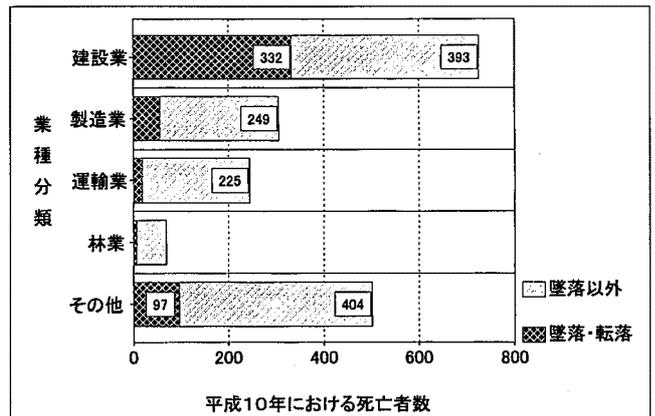


図2 業種別死亡者数と墜落・転落による死亡者数

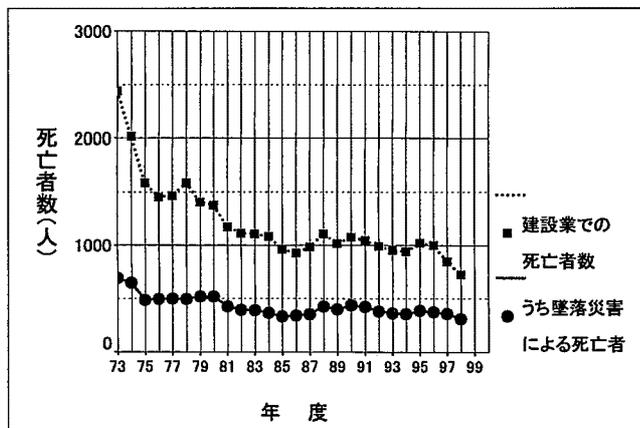


図3 建設業死亡者数とうち墜落による死亡者数の推移

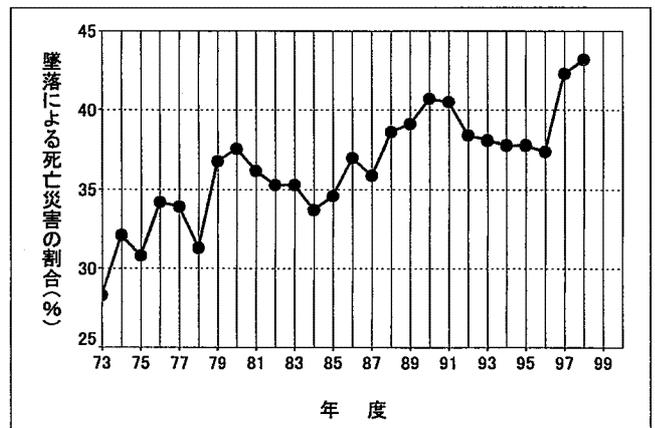


図4 建設業死亡労働災害に占める墜落災害の推移

注) 図1～図10は参考文献²⁾に記載されている数値に基づき作成したものである。

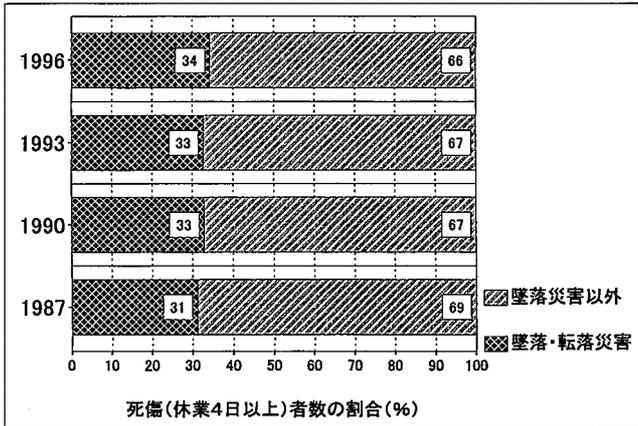


図5 建設業労働災害に占める墜落災害の推移

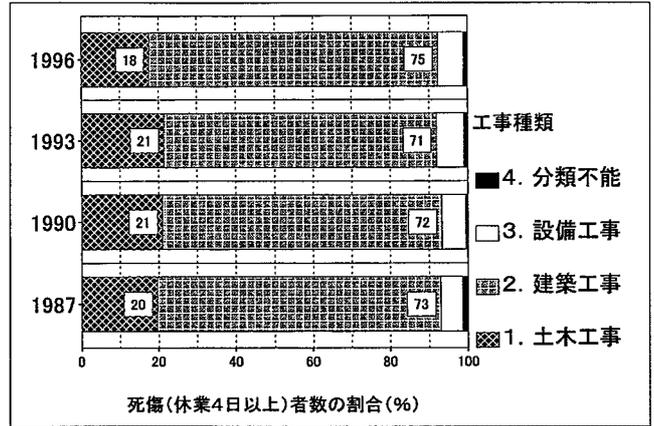


図6 工事別に見た墜落災害の割合

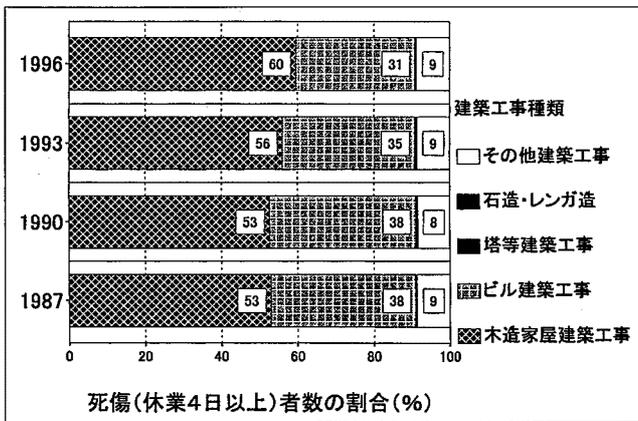


図7 建築工事における墜落災害の割合

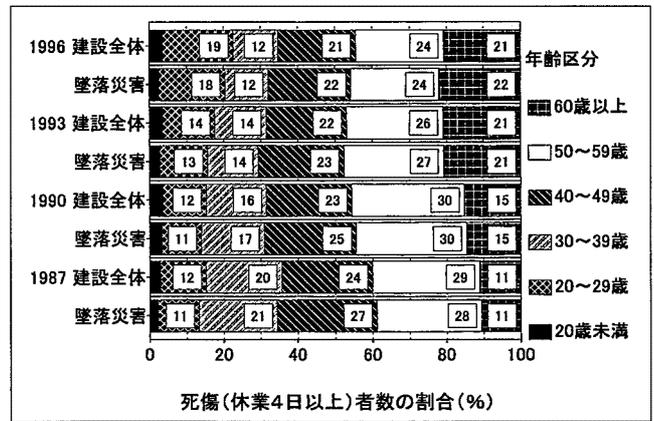


図8 年齢別死傷者数の推移

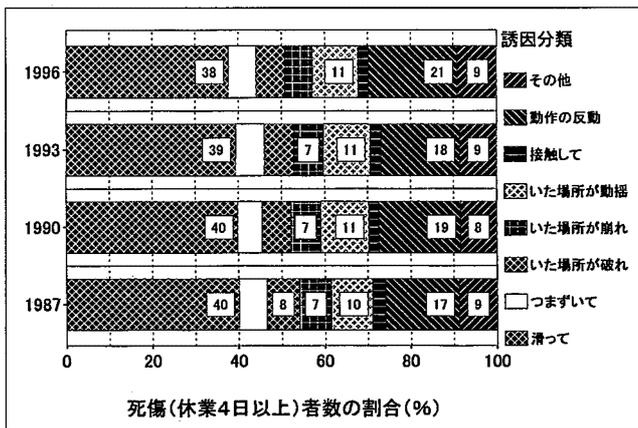


図9 墜落災害の誘因別割合の推移

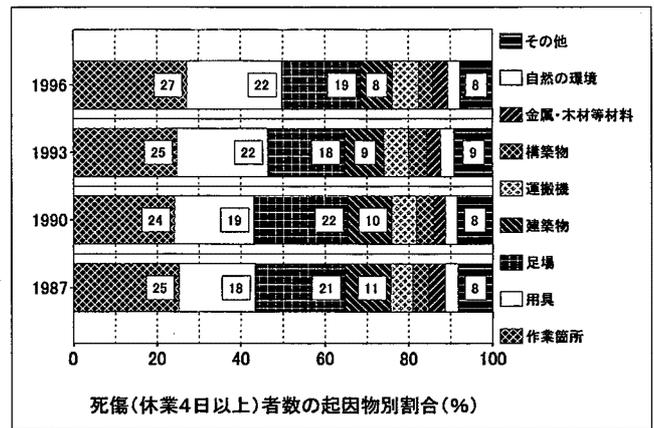


図10 墜落災害の起因物別割合の推移

て減少傾向ではあるが、墜落災害の占める割合は、変動はあるものの長期的には増加傾向にあることがわかる。次に、図6は、建設業の墜落災害の推移を工事の種類別に示したものであるが、工事別では、建築工事で発生する割合が増加傾向にある。さらに、図7は、建築工事の種類別に見たものであるが、最近では木造建築

工事での墜落災害の割合が増大傾向にある。図8は、建設工事全体と墜落災害について年齢別死傷者数の推移を見たものであるが、墜落災害の被災者の年齢は、建設工事全体災害での被災者の年齢にほぼ比例しており、差は見られない。また、最近の建設工事での被災者には、20歳台以下の若年者と、60歳以上

の高齢者の割合が増加している。

図9は、建設工事の墜落災害の誘因の推移であるが、「動作の反動によるもの」が増加気味である。

図10は、墜落災害の起因物（落ちた場所、物）の推移であるが、経年による大きな違いは見られず、広範にわたっているが、中でも作業箇所（屋根、梁、母屋、階段等）、足場、用具（はしご、脚立等）によるものが多い。

3. 墜落災害の防止対策上の問題点と研究課題

墜落災害を防止するための基本は、

- ① 足場や作業床は破壊したり、動揺したりしないよう堅固で安定な構造とする。
- ② 作業床や通路は、滑ったり、つまづいたりしないよう平坦で防滑性に優れたものとする。
- ③ 作業箇所の周辺に手すりや囲いを設けるとともに、水平開口部を足場板等で覆う。
- ④ ③の対策がとれない場合、安全ネットを設けるか、親綱を張って安全帯を用いる。
- ⑤ ④の対策に加えて、
- ⑥ 作業開始前の作業員への作業内容・方法の周知徹底を図る。
- ⑦ 作業員の能力・体調を勘案して適正配置する。
- ⑧ 高所作業に対する平素からの安全教育・訓練を通して作業員の意識を改革する。
- ⑨ 作業に当たっては作業主任者により作業の指揮を行う。
- ⑩ 墜落防止設備の管理を徹底する。

など、人や物の管理面の対策を講ずることとされているが、実際にはこれらの対策が徹底して実行されないところに問題がある。実行されない理由としては、経済性、作業性の制約から実行困難な場合がある一方で、実際に発生した災害を分析した結果¹⁾などによれば、安全帯が必要だとわかっているにもかかわらず、昇降設備が設けられているのに足場の外側面をつたって昇降するなど、人間の行動特性に起因するものが多く含まれていることが明らかにされている。これより、墜落災害のさらなる減少を図るためには、これらの人間特性を加味して対策をたてることが不可欠と思われる。

しかし、このような視点から、上記の対策を見ると、例えば

- ①では、作業床の揺れと作業性や安全性
- ②では、傾斜屋根のように作業面が傾斜したり、凹凸がある場所の歩行時、作業時のすべりに関する安全性
- ③では、作業床や傾斜屋根の軒部分に設ける手すりの高さや隙間、水平開口部の安全寸法
- ④～⑩では、高所作業に対する適性評価の方法、高所

作業床・傾斜面の危険性の認識、高所での作業方法と危険性、高所作業に従事する作業員の意識と行動などに関する人間科学的な資料やデータが必要となるが、現状ではこれらについての報告はほとんど見当たらない状況である。

したがって本研究では、以上のような墜落災害の動向及び防止対策上の問題点を踏まえ、まず、墜落災害につながる人間の行動の背景にはどのような要因があり、それらがどのように関わりあっているのかを明らかにするため、サブテーマ「墜落災害の背景にあるヒューマンファクターに関する調査」を実施した。次いで、具体的な高所作業環境における人間特性を明らかにするため、サブテーマ「高所作業における生理・心理的負担要因」及びサブテーマ「高層構造物の建設時における風による揺れと作業限界および墜落に関する安全性の限界」を実施した。さらに、人間特性を踏まえて高所環境を人間科学的に改善するためのケーススタディとして、サブテーマ「傾斜屋根面からの滑落特性」を実施した。

以下に、各研究テーマと得られた結果の概要を述べる。

(1) 墜落災害の背景にあるヒューマンファクターに関する調査

墜落による災害事例分析を通して明らかになった安全帯不使用・開口部放置・不十分な情報伝達の3つの問題点に焦点を絞った質問紙調査を、建設現場で働く作業員を対象に実施した。得られた回答に対して、回答の集計・分類ならびに多変量統計解析を適用した分析を行い、背景にある人的要因へのアプローチを試みた。その結果、安全帯不使用の背景には、日常的不使用因子・作業能率因子・急ぎ疲れ因子が存在すること、回答内容に職種や年齢の差異に基づく特徴や違いがあること、などが明らかになった。

(2) 高所作業における生理・心理的負担要因

高所にある仮設足場上の歩行及び作業特性を明らかにするため、熟練職群と素人群を対象に作業員の生理・心理的負担について実験的研究を行った。歩行実験では、ビデオを用いて歩行速度、筋電図、姿勢モニターにより歩行姿勢を、また二重課題法により精神的負担を計測した。さらに、手すりの高さについてアンケート調査を行った。作業特性実験では、足場の2層にいる作業員が4層にいる作業員に対し、足場板をわたす作業動作について姿勢モニターを用いて計測した。また、作業時に作業員が好ましいと感じる4種類の手すりについてアンケートを行った。その結果、歩行動作は、素人群では作業床の高さや幅により歩行速度が低下したが、熟練職群では変化が見られなかった。また、安

定歩行のためには、足場板の幅は40cm以上は必要であることが明らかになった。さらに物の垂直受け渡し作業においては、上層にいる作業者に墜落危険性をともなう姿勢が観察された。

(3) 高層構造物の建設時における風による揺れと作業限界および墜落に関する安全性の限界

橋梁主塔の架設時やゴンドラ上での作業時に風により発生する揺れ曝露下での安全性、作業性を検討するため、作業性については、直線描き作業と溶接作業について、安全性については、直立姿勢の保持限界について、実験的研究を行った。実験ではこの目的のために開発した安定性評価装置の上に被験者を立たせ、あるいは作業させた時の姿勢や作業結果について観察・分析した。

その結果、正弦波状の揺れ0.5~2.0 Hzの範囲では、直立姿勢の保持が限界となる加速度は、周波数の増加に伴って増加する傾向が見られた。また、直線描き作業と溶接作業の限界加速度と周波数の関係は、両対数軸上で0.5 Hzを中心にV字型を示し、国際規格ISO6897の推奨値とは異なる結果となった。

(4) 傾斜屋根面からの滑落特性

木造建築工事における墜落災害が多発していることから、住宅の傾斜屋根面を対象に作業中の滑落特性を明らかにするための実験を行った。実験では実物大の模擬屋根装置と人体ダミーを使用して、屋根葺き材料別では、トタン葺き、日本瓦葺き、スレート瓦葺き、合板葺きについて、また、履物別では、地下たび、安全

靴、運動靴について、さらに屋根面が乾燥した場合と濡れた場合について滑落实験を行った。その結果、屋根面別ではトタン屋根が最もすべりやすく、かつ、乾燥した時と濡れた時のすべり抵抗の差異が著しく大きく危険であることが明らかとなった。衣服を着用したダミーと履物の滑りを合板とトタン葺き屋根で比較すると、履物の方が乾湿共に全てにわたり滑り抵抗係数が大きいことが判明した。

以上、本特別研究で実施した研究概要を述べた。これらの研究成果は、必ずしもそのまま対策につながるものではないが、これまで物的な対策に偏っていた墜落災害の防止対策に人間科学の面からアプローチを試みたものであり、新しい視点に立って対策を講ずる際に有用な情報を提供しているものと考えられる。

また、いずれの課題においても、学術的に興味深い成果が得られており、今後当所の基盤研究として発展的に継続していくことが期待される。

参 考 文 献

- 1) 鈴木芳美, 白井伸之介, 江川義之, 庄司卓郎, 建設工事における墜落災害の人的要因に関する多変量統計解析, 労働省産業安全研究所研究報告, NIIS-RR-97, pp. 17~26(1998).
- 2) 中央労働災害防止協会, 安全衛生年鑑(平成3, 6, 9, 11年度).

(平成12年11月17日受理)