

## 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\*

鈴木芳美\*\*, 白井伸之介\*\*\*, 江川義之\*\*\*\*, 庄司卓郎\*\*

### Statistical Analysis on Human Factors concerning Falling-accident in Construction Works\*

by Yoshimi SUZUKI\*\*, Shin-nosuke USUI\*\*\*, Yoshiyuki EGAWA\*\*\*\* and Takuro SHOJI\*\*

**Abstract:** Although industrial injuries in Japan have decreased as a whole, the number of cases in construction industry accounts for about 40% of the total casualties(deaths) and trend in the cases by falling-accident is increasing recently.

In order to establish the ergonomic countermeasures against the falling-accident in construction works, statistical analysis on human factors concerning construction work sites are carried out.

Procedures in this study are summarized as follows;

- 1) By means of the utility program in the "Occupational Accident Report Database System" developed in The National Institute of Industrial Safety (NIIS), pattern analysis on human behavior in 154 falling-accident cases have been made.
- 2) In order to investigate the potential factors concerning human factors in falling-accidents, these 154 accident cases are checked from 198 view-points which are listed as latent factor of accidents considering actual construction work sites.
- 3) Then, to estimate relationship between 198 view-points and 154 accident cases, statistical quantification analysis are applied on data which are obtained by above step 2).

Main results of these investigations are as follows;

- 1) From the pattern analysis on human behavior in falling-accidents, actual falling-accidents in construction work sites are classified into 5 types as follows;  
Type I: Falling at walking on scaffold, Type II: Falling in reaction of fallen worker's task on scaffold, Type III: Falling by shaking/swaying of scaffold/equipment, Type IV: Falling caused by mal-handling of scaffold/equipment by cooperated worker, Type V: Falling caused by mal-handling of scaffold/equipment by fallen worker-himself.  
Almost 90% of 154 falling-accident cases are occurred by causes of Type I and II. From the point of difference of the kind of works, Type I accident are frequent in Wooden building works, and Type II accident are much more in Steel and reinforced concrete building works.
- 2) As the results of investigation on accident cases from 198 view-points of latent factor of accident, some latent factors concerning human factors are extracted as follows: Psycho-physiological factors of workers, Behavioral factors of workers, Safety-equipment factors and Management factors in construction processing.
- 3) As the results of statistical quantification analysis, these factors mentioned above are clarified

\* 平成8年9月第51回土木学会年次学術講演会, 平成9年9月第52回土木学会年次学術講演会, および平成9年5月第38回日本人間工学会において, 各々, 本研究の一部について発表した。

\*\* 建設安全研究部 Construction Safety Research Division, NIIS

\*\*\* 大阪大学人間科学部 Faculty of Human Sciences, Osaka University (前産業安全研究所建設安全研究部)

\*\*\*\* 機械システム安全研究部 Mechanical & System Safety Research Division, NIIS

in scatter diagrams of category weights of 198 view-points, and these view-points can be re-grouped as background factors of falling-accident as follows: Psychological & behavioral factor, Management factor on working-process, Education or experienced factor and so on.

**Keywords**; Occupational accidents, Human factors, Construction work, Statistical analysis.

### 1. まえがき

建設工事などで発生する墜落災害は、従来から、いわゆる在来型災害・繰り返し型災害などと呼ばれる代表的な産業災害である。この「墜落災害」が建設業の死亡災害に占める割合は、年々、微増の傾向が続いている状況にある。

このような墜落災害に対しては、これまで安全設備や安全装置（足場・手すり・親綱・安全帯など）に係るいわゆるハード的対策が主に取り上げられてきた。今後さらに、新技術を導入した防護設備や防護装備を開発してゆくなどのハード的対策の充実が不可欠であることは論を待たない。

しかし一方で、実際に現場で作業する人間の側に着目した対策、すなわち人間の不安全行動やヒューマンエラーの背景にある様々な人的要因（ヒューマンファクター）を明らかにし、それらを考慮した上での新たな視点からの災害防止対策を講じてゆくことも重要と考えられる。

そこで、本研究では「墜落災害」における人的要因に着目した調査研究を実施することとした。本研究では人的要因として、いわゆる作業者の生理的・心理的機能に係わる問題のみに囚われることなく、建設工事特有の諸条件すなわち、単品受注生産であること、作業行動や作業場所に多様性があること、自然条件の影響を大きく受けること、非定常作業が連続すること、な

ど建設業特有の諸条件が人的要因に様々な形で影響を及ぼしていることを考慮に入れて、広い視座から人的要因へのアプローチを行うこととした。

このような立場から、建設工事における墜落災害を見直すため、本研究では第一段階として、1987年以降に我が国で発生した墜落災害事例から無作為に選択した154件の災害事例記録書（災害調査復命書、以下単に「調査復命書」という）に記載された内容を取り上げ、人的要因の観点から分析を行い、考察を加え、被災者が墜落に至るまでの行動パターンの分類を試みることにした。

次に第二段階として、予め設定した198項目の墜落災害形成要因項目について個々の事例での該当の有無のチェックを行った。さらに、それらの結果に対して、多変量統計解析手法等を適用することにより、墜落災害発生に係わる人的要因の抽出を試みることにした。

### 2. 最近の墜落災害の発生傾向

本論に入る前に本章では、我が国での最近の墜落災害の発生傾向について、その概略を述べ、現状の把握を行っておくことにする。

平成8年の我が国における労働災害による死亡者数は、2,363人であり、そのうち建設業での死亡者数は4割強の1,001人、さらにその4割近くの374名が墜落災害によるものである。これらの人数は、Fig. 1\*注に示されているように、この10年間程は、大きな変動は

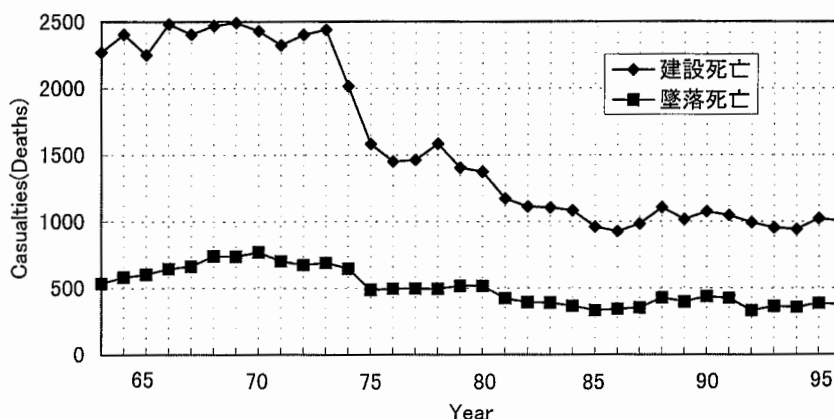


Fig. 1 Trend in number of casualties (falling-accident in construction industry).  
建設業死亡労働災害件数およびその中の墜落災害件数との年度別発生状況の推移

\*注：Fig. 1～Fig. 3の各グラフは「産業安全年鑑」「安全衛生年鑑」（昭和48年～平成8年、中央労働災害防止協会発行）に記載されている数値に基づき作成したものである。

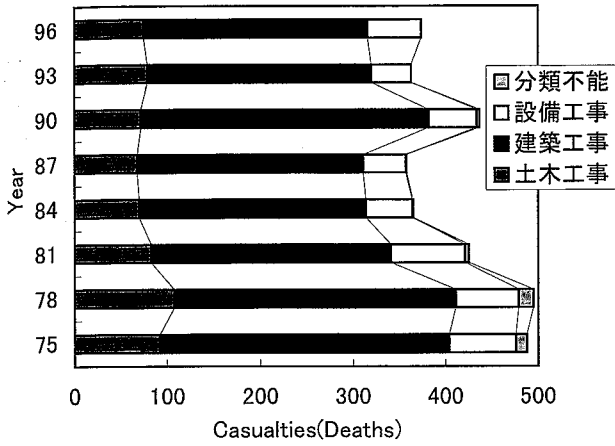


Fig. 2 Trend in number of casualties by falling-accidents in construction works.  
墜落災害の建設工事種類別の死亡災害発生状況

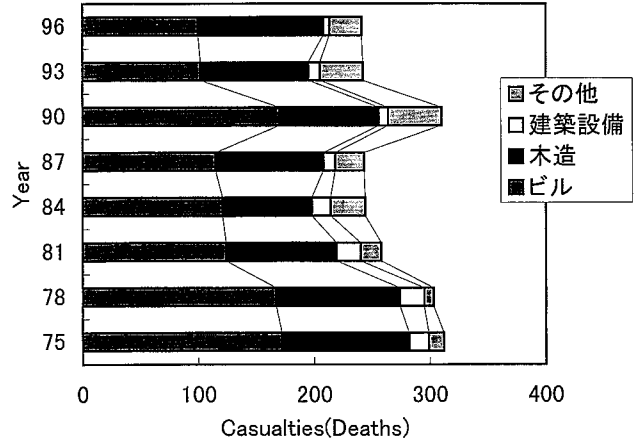


Fig. 3 Trend in number of casualties by falling-accidents in building works.  
建築工事における墜落災害の発生状況

Table 1 Results of behavioral patterns in falling-accidents.  
墜落災害における被災時の行動パターンとその分類結果

	木造建築 工事	ビル建築 工事	土木工事 その他	合計 (比率%)
タイプI 移動時発生型	26 (48.1)	18 (30.5)	21 (51.2)	65 (42.2)
1. 垂直移動 (上昇中)	2	0	0	2 ( 1.3)
2. 垂直移動 (下降中)	1	3	2	6 ( 3.9)
3. 水平移動	8	10	9	27 (17.5)
4. 通路外移動 (通路は設置)	0	0	3	3 ( 1.9)
5. 通路外移動 (通路なし)	0	0	2	2 ( 1.3)
6. 傾斜面移動	13	0	4	17 (11.0)
7. スレート面移動	0	4	1	5 ( 3.3)
8. 飛び降り移動	1	0	0	1 ( 0.6)
9. 飛び越し移動	1	1	0	2 ( 1.3)
タイプII 作業時発生型	22 (40.7)	31 (52.5)	16 (39.0)	69 (44.8)
1. 動作反動	5	5	5	15 ( 9.7)
2. 動作反動 (手の滑り)	1	1	0	2 ( 1.3)
3. 引き込まれ	3	8	3	14 ( 9.1)
4. 無理な姿勢	8	10	5	23 (14.9)
5. 作業時 (水平) 移動	4	6	1	11 ( 7.1)
6. 作業時 (垂直) 移動	1	1	2	4 ( 2.6)
タイプIII 足場不安定型	5 (9.3)	3 (5.1)	3 (7.3)	11 ( 7.1)
1. 足場転倒	1	0	1	2 ( 1.3)
2. 足場動揺	3	1	1	5 ( 3.3)
3. 足場強度不足	1	2	1	4 ( 2.6)
タイプIV 足場 (他者設定) 倒壊型	0	7 (11.9)	1 (2.4)	8 ( 5.2)
1. 解体作業	0	1	0	1 ( 0.6)
2. 組立作業	0	4	0	4 ( 2.6)
3. その他の作業	0	2	1	3 ( 1.9)
タイプV 足場 (自者設定) 倒壊型	1 (1.9)	0	0	1 ( 0.6)
1. 解体作業時	1	0	0	1 ( 0.6)
2. その他の作業時	0	0	0	0 ( 0.0)
合計 (比率%)	54 (100)	59 (100)	41 (100)	154 (100)

見られず推移している。しかし、労働災害死亡者数が増減を繰り返しながら大筋では減少傾向で推移している中で、墜落災害による死亡者数の割合を見た場合ではむしろ微増傾向が続いていると言っても良い。

これらの墜落災害を工事種類別に見ると建築工事におけるものがほぼ7割を占め (Fig. 2\*註), この傾向にも大きな変化は見られない。さらに建築工事の内容を見ると、ビル建築工事が5割を占めている状況が続いていたが、この数年木造建築工事での割合に急増傾向が見られている (Fig. 3\*註)。

### 3. 墜落災害のパターン分類

前述したように、本研究では第一段階として、調査復命書に記載された内容について、人的要因の観点から分析を行い、被災者が墜落に至るまでの行動パターンを考察することとした。

すなわち、まず、当研究所の災害事例データベースを用いて、建設工事における墜落災害事例を対象として災害発生状況に関する記録内容の出力を行った。これらを元に墜落災害事例1,153件の中から、工事種類を考慮した上で154件の災害事例を無作為に選択した。選択された事例については、データベースのオリジナルデータである調査復命書の原典を直接精査し、記載されている「災害発生状況」や「原因調査記録」などの内容について、人的要因の観点から考察を加えた。

その結果、被災者が墜落に至るまでの行動パターン (墜落災害発生時の被災者の行動) に関し、Table 1に示すように、おおむね5タイプ23通りのパターンに分類することができた。

すなわち、タイプIは作業者が目的の作業のため例えば足場上を移動している際に発生したもの (移動時発生型)、タイプIIは作業者が何らかの作業中にその作業動作の反動などにより墜落に至ったもの (作業時発生型)、タイプIIIは足場の転倒・動揺等が直接的原

因で発生したもの (足場不安定型)、またタイプIVとタイプVは足場の組立・解体作業などにおける他の作業員あるいは作業員自身の当該足場に対する設定や取り扱いの不備・不具合による足場の破損などにより墜落に至ったもの (足場倒壊型)、の5つのタイプである。また、各々のタイプの中にはTable 1に示したように細かなパターンを挙げることができた。

これらのタイプ別に各事例を分類した結果、Fig. 4に示したように移動時発生型と作業時発生型が多く、両者で全体の約90%を占めていることがわかった。

次に、工事の種類をビル建築工事、木造建築工事、その他の建設工事 (例えば、道路工事や河川工事など各種の土木工事を含む。したがって以下、土木工事と言う) に3分類した分析を行った。

その結果 (Table 1参照)、木造建築工事では移動時発生型に多発傾向が見られる。一方、ビル建築工事では作業時発生型が50%以上を占め、相対的に移動時発生型が少なくなっている。

また、ビル建築工事では足場 (他者設定) 倒壊型が比較的多いという特徴も見出せる。

さらに土木工事では、移動時発生型が半数を占めているが、道路・トンネル・河川・橋梁などの工事種類 (=作業形態) が多様で、各々の工事の特徴を考慮し個別に分析を行う必要があると考えられる。現時点では、分析例がまだ少ないので今後の課題としたい。

タイプ別に得られた結果の詳細をみると、移動時発生型の中では、水平移動時の被災例がほぼ4割で最も多い。しかし垂直移動時の場合とともに、工事別による目立った違いは見出せない。

作業時発生型では、無理な姿勢・動作反動・引き込まれ・作業しながらの水平移動に多く発生している。これらの中では、ビル建築工事で引き込まれが多いのが特徴として挙げられる。

### 4. 災害形成要因の分析

#### 4.1 災害形成要因項目の設定

今回の分析にあたっては、各種の資料<sup>1),2)</sup>を参考に、災害に関連した要因を198項目設定した。本報では、これらの要因項目を以後「災害形成要因」と呼び、概要はTable 2に示す通りである。これらは、大きくは、作業員に関する要因、物に関する要因、管理に関する要因、その他の要因とに大別される。

作業員に関する要因には、個人的要因 (年齢・経験等の外的属性やあわてていた・見えなかった等の個人的レベルでの墜落災害発生に関連した諸事項など) に係る事項、個人間要因 (共同作業、計画伝達など) に

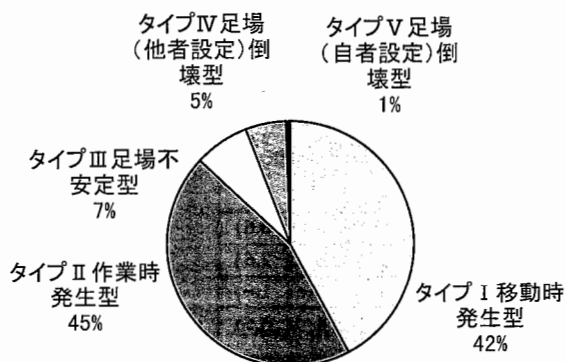


Fig. 4 Results of classification of behavioral patterns in falling-accidents (154 cases).  
墜落災害のタイプ別分類結果 (154 事例)

Table 2 198 Human factor items for analysis.  
災害形成要因 198 項目の概要

1. 作業者に関する要因 (96 項目)	
A 個人的要因：心理的要因 (あわてていた, いらいらしていた, 心理的要因不明, 等) . . . . .	17 項目
個人的要因：生理的要因 (見えなかった, 聞こえなかった, 生理的要因不明, 等) . . . . .	17 項目
個人的要因：個人的要因その他 (経験の不足, 高齢による影響, 等) . . . . .	12 項目
B 個人間要因 (計画が伝わらない, 共同作業者が変わる, コミュニケーションに問題, 等) . . . . .	9 項目
C 集団・組織・社会的要因 (組織間の情報伝達の悪さ, 経済的問題等生活環境の問題, 等) . . . . .	8 項目
D 作業行動要因 (作業手順の間違い・省略, 安全保護具の不使用, 危険な位置・無理な姿勢での作業, 等) . . . . .	33 項目
2. 物に関する要因 (51 項目)	
E 物自体の要因 (材料の欠陥, 形状・構造の欠陥, 使用中の故障・破壊, 等) . . . . .	14 項目
F 安全施設要因 (開口部の覆い・手すり等の不備, 足場・棧橋等の不適, 等) . . . . .	18 項目
G 作業環境要因 (雨・風・雷等の悪天候, 照明の不適, 温湿度・換気の不適, 等) . . . . .	19 項目
3. 管理に関する要因 (50 項目)	
H 作業に対する管理 (事前調査不足/未実施, 作業・安全計画の不良/未作成, 等) . . . . .	21 項目
I 物に対する管理 (重機持ち込み時の管理不足・無管理, 機械器具の点検, 等) . . . . .	13 項目
J 人に対する管理 (危険予知ミーティング, 新規入場者教育, 作業員配置の無理, 資格者, 等) . . . . .	16 項目
4. その他の要因 (1 項目)	

係る事項, 作業行動要因 (手順省略, 保護具不使用など)に係る事項を挙げた。また, より背景的な要因として考えられる集団・組織・社会的要因 (グループ間の情報伝達の悪さなど)については, 多くの災害事例記録ではこれらの要因にまで言及されることは少ないものの, 近年, 災害の背景要因としてこれらの要因の重要性が指摘<sup>3),4)</sup>されており, 今回の分析にも項目として掲げておくこととした。

また, 物に関する要因としては, 物自体の要因 (資材・機材などの材料的欠陥, 構造上の欠陥, 使用中の故障や破壊など)に係る事項, 安全施設や安全装置の要因 (開口部など)に係る事項, および作業環境要因 (天候, 照明など)に係る事項を挙げた。さらに, 管理に関する要因として, 作業に対する管理, 物に対する管理, 人に対する管理に関わる事項を列挙した。

4.2 災害形成要因項目のチェック結果

これらの 198 項目のひとつひとつについて, 154 件の分析対象の各災害事例の各々に該当する事項の有無をチェックする作業を行った。

各工事種類ごとにチェックされた災害形成要因項目数は, 全 198 項目のうち, 全事例 (154 事例) では 157 項目であり, うちビル建築工事 (59 事例) では 126 項目, 木造建築工事 (54 事例) では 94 項目, 土木工事 (41 事例) で 116 項目であった。

上記のようなチェック作業を行った結果のうち, 幾つかの主な項目のチェック状況を Table 3 に示した。こ

Table 3 Checking results of main human factor items of 154 accident cases.  
主たる災害形成要因項目のチェック状況

	木造 (%)	ビル (%)	土木 (%)	全体 (%)
心理的要因不明	81.5	71.2	92.7	80.5
生理的要因不明	75.9	61.0	90.2	74.0
保護帽・安全帯・作業靴等の不備	85.2	66.1	41.5	66.2
安全帯の不携帯	79.6	32.2	14.6	44.2
安全帯の非装着	1.9	35.6	14.6	16.0
安全帽の未使用	40.7	6.8	0	16.9
安全帽顎紐締めず	16.7	0	0	5.8
開口部の覆い・手摺等の不備・未設置	24.1	23.7	17.1	22.1
足場・作業床等の不備・未設置	20.4	10.2	17.1	15.6
開口部の水平養生等の不備・未設置	3.7	16.9	2.4	8.4
安全帯取付設備の不備・未設置	64.8	40.7	29.3	46.1
打ち合わせが不十分	0	13.6	4.9	6.5
単独作業	29.6	20.3	12.2	21.4
共同作業	16.7	22.0	14.6	18.2

れらからは, 以下の 4 つの事項が明らかになった。

- ① 個人的要因のうち特に, 作業者の心理・生理的要因に関しては, それに該当する記述が調査復命書には言及されている例が少なく「不明」とせざるを得ないものが多くを占め約 80%に達したこと。

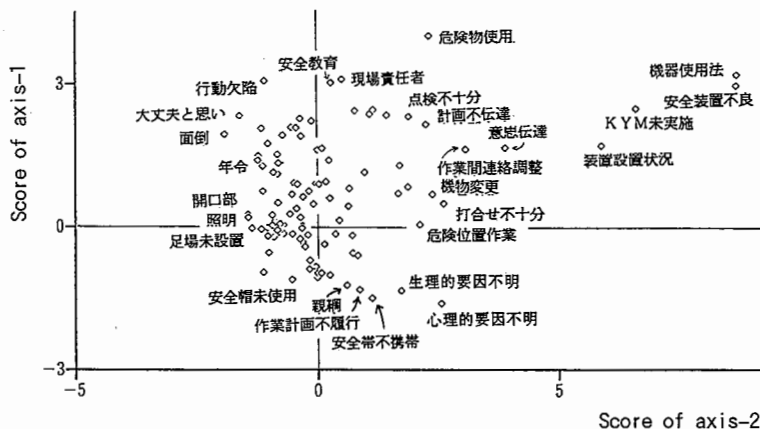


Fig. 5 Scatter diagram about category weight of human factor items by quantification analysis on 154 accident cases. 数量化 III 類分析結果 (災害形成要因項目のカテゴリウエートに基づく散布状況, 154 事例の分析結果)

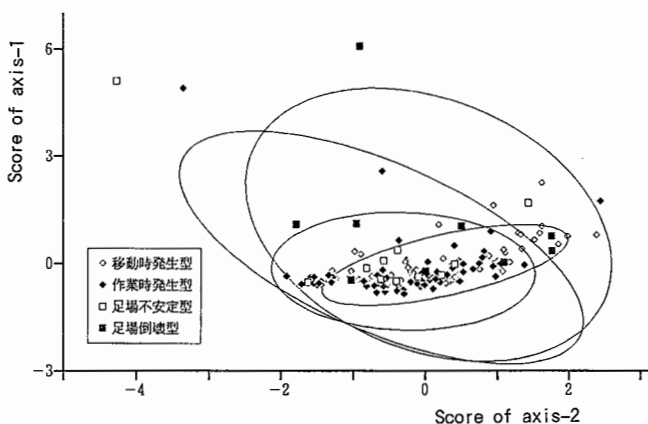


Fig. 6 Results of quantification analysis (Scatter diagram about sample score of 154 cases by behavioral patterns). 数量化 III 類分析結果 (災害事例のサンプルスコアに基づく墜落パターン別の散布状況)

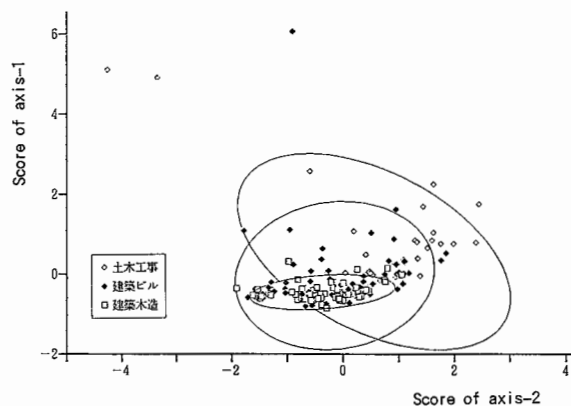


Fig. 7 Results of quantification analysis (Scatter diagram about sample score of 154 cases by kind of construction works). 数量化 III 類分析結果 (災害事例のサンプルスコアに基づく工事種類別の散布状況)

- ② 作業行動に関しては、「保護具未着用」項目のチェック率が66%を占め、特に木造建築工事で高い値(85%)を示したこと。また、保護具に関する具体的な項目では、「安全帯不携帯」(木造 80%, ビル 32%), 「安全帯非装着」(ビル 36%), 「安全帽未使用」(木造 41%), 「安全帽顎紐締めず」(木造 17%)などを特徴的な結果として挙げる事ができたこと。
- ③ 安全施設に関しては、「開口部の覆い・蓋, 手摺等の不備」(全工事で 22%), 「作業床等足場の不備」(同 16%), 「安全帯取付設備の不備」(同 46%), 「開口部の水平養生等の不備」(ビル 17%), などの項目でのチェック率が高かったこと。
- ④ 個人間要因に関しては、ビル建築工事で「共同作業」(22%), 木造建築工事で「単独作業」(30%)

が多くを占め、またビル工事での「連絡・打合せ不十分」のチェック率が高く(14%), コミュニケーションの問題が災害発生に関与している側面があること。

## 5. 災害形成要因の数量化分析

### 5.1 災害形成要因の数量化 III 類による分析

今回分析を行った全 154 件の墜落災害事例では、前項に示した災害形成要因 198 項目のうち、前述のように、157 項目にチェックがなされた。これらのチェックされた災害形成要因項目と各災害事例との関係に対して数量化 III 類<sup>\*注</sup>を適用した分析を行った。その結果、Fig. 5 に示すような各災害形成要因のカテゴリ散

\*注：外的基準のないカテゴリカルデータの分析 (反応パターンから類似のサンプルやカテゴリーの分類・特性の抽出など) に用いられる多変量統計解析手法のひとつ。数学的には対称行列の固有値問題に帰結し、アイテムに対して得られる固有値の要素 (解) がカテゴリーウエート、サンプルに対する解がサンプルスコアである。

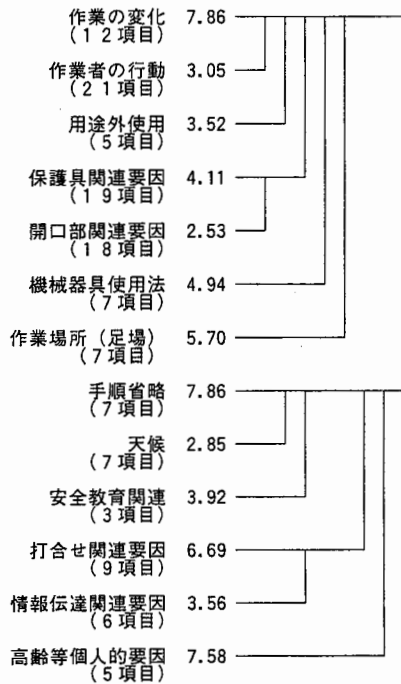


Fig. 8 Result of cluster analysis on categories of 126 human factor items in 59 accident cases in steel and reinforced concrete building works.  
ビル建築工事における災害形成要因 (126 項目) のクラスター分析結果

布図を得ることができた。

これらの散布図から、第2軸はマイナス方向に個人の心理行動関係の諸要因、プラス方向に共同作業に係わる諸要因が布置し、「人間行動」に関する軸と解釈され、また第1軸はマイナス方向に作業実施段階に係る

管理要因、プラス方向には作業準備段階に係る管理要因が各々多く布置しており、「作業の管理」に関する軸と考えられる。

なお前述した墜落タイプ別に各災害事例のサンプルスコアに基づく散布状況を調べたところ、Fig. 6 が得られた。本図中には、墜落タイプ別に各事例の散布位置や散布範囲を示すため、確率楕円で表示を行っているが、図に示されるように、特に顕著な差異を見出すことはできなかった。

これは、ビル建築工事・木造建築工事・土木工事の工事種類別に見た Fig. 7 の場合でも同様で、木造建築工事における事例の散布範囲が比較的狭い範囲にまとまりを見せている以外には、明瞭なサンプル (事例) 散布状況に違いは見出せなかった。

### 5.2 工事種類別の数量化 III 類による分析

そこで次には、さらに、土木工事・ビル建築工事・木造建築工事など工事内容の差異を念頭に置き、上記災害形成要因項目について、数量化 III 類およびクラスター分析<sup>\*注</sup>を適用し、各事例で墜落災害発生に関連した人的要因に係わった背景要因を抽出・整理することを試みた。すなわち、各工事種類ごと (土木工事 41 事例、ビル建築工事 59 事例、木造建築工事 54 事例) に分析対象を絞り、各々をひとつの分析対象とした。分析は、各災害事例と災害形成要因 198 項目との関係について数量化 III 類を適用し、各々のカテゴリスコアに基づく散布図 (Fig. 9~Fig. 12) を作成し、各要因項目の散布状況を考察した。

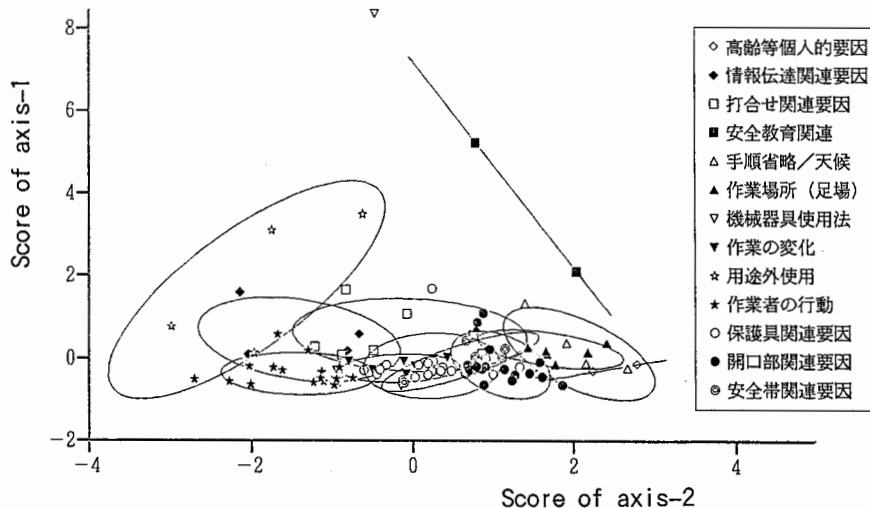


Fig. 9 Scatter diagram about category weight of 126 human factor items by quantification analysis on 59 accident cases in steel and reinforced concrete building works (No.1:Axis-1 & Axis-2).  
ビル建築工事での墜落災害における災害形成要因項目の数量化 III 類分析結果 (クラスター別散布状況その 1)

\*注：データ間の類似度を定義し類似度の近いものから順に幾つかの均質なもののグループにまとめる多変量統計解析手法のひとつ。類似度の定義には距離・相関係数など様々なものがあるが、本研究では最遠隣法に基づいた分析結果を示した。

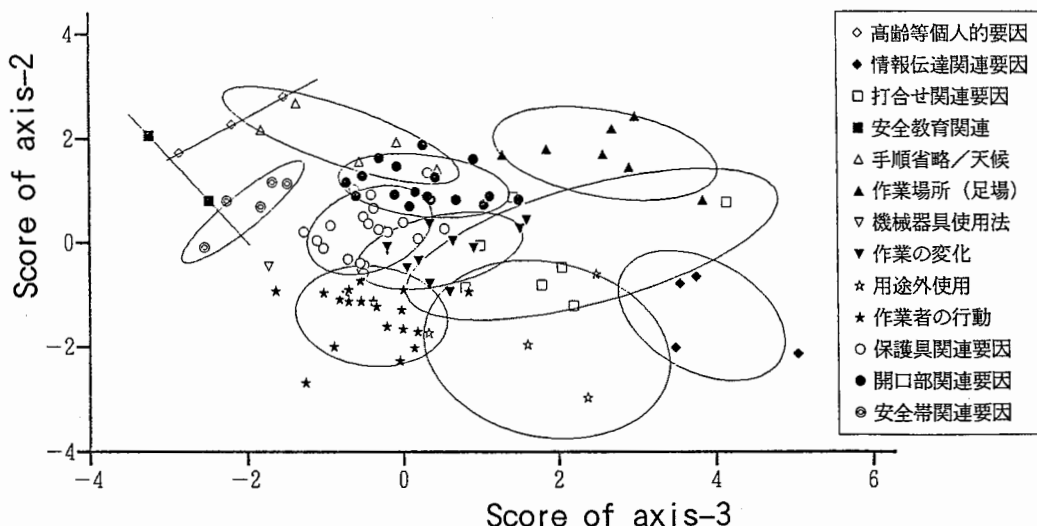


Fig. 10 Scatter diagram about category weight of 126 human factor items by quantification analysis on 59 accident cases in steel and reinforced concrete building works (No. 2: Axis-2 & Axis-3).  
ビル建築工事での墜落災害における災害形成要因項目の数量化 III 類分析結果 (クラスター別散布状況その 2)

さらに、数量化 III 類の分析結果で得られた各災害形成要因のカテゴリスコアを用いて、各要因項目のグルーピングをクラスター分析を適用して行い、墜落災害の背景要因を各工事別に抽出・整理することを試みた。

### 5.2.1 ビル建築工事における災害形成要因の分析

今回分析を行ったビル建築工事における墜落災害事例 (59 件) では 198 項目の災害形成要因項目のうち 126 項目に該当チェックがなされた。これらについての数量化 III 類の分析結果を用いて、クラスター分析を行ったところ、各災害形成要因項目は、Fig. 8 に示すような各グループにまとめられることが判った。これらの各グループには Fig. 8 に示したクラスター名を付けてある。

「打合せ関連」クラスターには、「作業間連絡調整」「作業安全指示」「打合せ不十分」と言った 9 項目の災害形成要因項目が、また「情報伝達関連」クラスターには「計画が伝わらない」「意思伝達が十分でない」「コミュニケーションの不具合」と言った 6 項目の災害形成要因項目が含まれており、類似した内容の災害形成要因項目は同じグループでまとめられている。

また、「手順省略」クラスターには「手順を省略した」、個人心理での「面倒と思った」などが含まれているが、さらに「悪天候の影響」「温湿度」「天候が関与した変化」など天候に関係した災害形成要因項目が近接グループにまとめられており、実際の災害事例での手順省略には天候に影響された事例が多かったことがうかがえる。

さらに「作業者の行動」クラスターには「他のことに気をとられた」「大丈夫と思った」「無理な姿勢」「安全帯取付け方法」「作業・安全計画の不履行」「物の置

き方・積み方の不具合」等の 21 項目の災害形成要因項目が含まれている。

これらの各クラスターの散布領域を確率楕円で表示し、数量化 III 類の分析結果から得られたカテゴリスコアに基づく各災害形成要因項目の散布状況 (散布図) に重ね併せて図示した例が、Fig. 9 ならびに Fig. 10 である。

Fig. 9 では、上側に「機械器具使用法」「用途外使用」「安全教育」にまとめられるクラスターが布置しており、その他のクラスターは下側に重なり合いながら並列している。このことからビル建築工事における主要な背景要因として、経験・教育に関連する事項が存在していることがうかがえる。

また、Fig. 10 では、右端に「情報伝達」・「打合せ」等にまとめられるコミュニケーションに関わる各クラスターが、また左端に「安全帯使用」・「高齢」等の個人的要因に係るクラスターが、また上側には「作業場所 (足場)」等の作業計画段階に関連する各クラスター、下側に「作業者の行動」「用途外使用」など作業実施時に関連する各クラスターなどが布置している。

このように Fig. 9, Fig. 10 に示された各災害形成要因項目の散布状況を考察すると、ビル建築工事における墜落災害における背景状況として、安全教育関連 (第一軸)、作業の管理関連 (第二軸)、情報伝達関連 (第三軸) の各要因軸を挙げ得ることが判った。

### 5.2.2 木造建築工事における災害形成要因の分析

木造建築工事における墜落災害 (54 事例) の場合では 198 項目の災害形成要因項目のうち 94 項目に該当チェックがなされた。



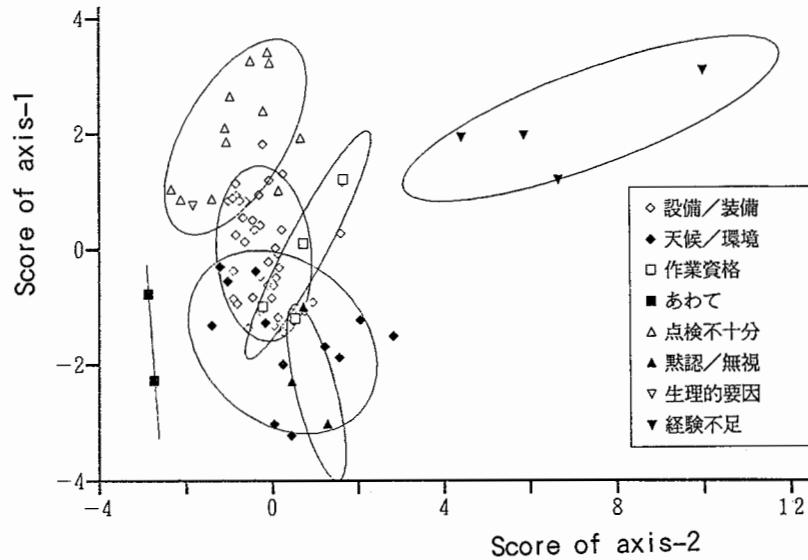


Fig. 11 Scatter diagram about category weight of 94 human factor items by quantification analysis on 54 accident cases in wooden building works.  
木造建築工事での墜落災害事例における災害形成要因項目の数量化 III 類分析結果 (クラスター別散布状況)

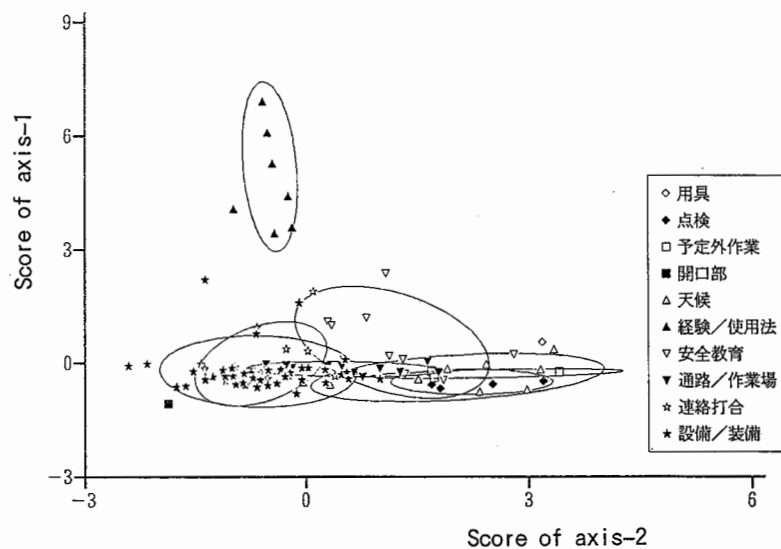


Fig. 12 Scatter diagram about category weight of 116 human factor items by quantification analysis on 41 accident cases in public construction works.  
土木工事での墜落災害事例における災害形成要因項目の数量化 III 類分析結果 (クラスター別散布状況)

前項と同様の分析作業を行った結果では、前述のビル建築工事や後述する土木工事の場合と比べて、「経験不足」クラスターが顕著に弁別され、また、「あわて」「無視・黙認」「点検不十分」などのクラスターも比較的明瞭に弁別された。

これらのクラスターの分布範囲を重ね合わせたカテゴリスコアの散布図が Fig. 11 であり、木造建築工事における墜落災害の発生に関しては、作業者の経験に関係した要因（第二軸）が明瞭に把握できることが判る。この分析結果は、最近の木造工事での労働災害の

現状、すなわち、個人住宅建築工事に代表されるような小規模建築工事などでの作業者の経験不足や未熟練作業者の被災が多いという実状が、そのまま本分析結果にも反映された形で表れている。

一方また、このような小規模工事にありがちな個人レベルでの管理の不徹底や作業省略（第一軸）などで整理される背景要因のあることもうかがえる。

### 5.2.3 土木工事における災害形成要因の分析

土木工事における墜落災害の場合では、分析を行った41件の事例において116項目の災害形成要因でチェッ

ク事項が見出された。事例数に比してチェックされた災害形成要因項目が多く、建築工事に比較して工事の内容や作業等に多様性のある土木工事の特徴が反映されている。

これらを前項までと同様に分析したところでは、災害形成要因のカテゴリ散布状況 (Fig. 12) では、作業者の経験に関わるクラスターが明瞭に弁別され (第一軸) るとともに、「開口部」「設備・装備」など作業準備段階での管理事項に係るクラスター (左端) と「天候」「予定外作業」などの作業実施段階での管理事項に係るクラスター (右端) などから想定される作業の管理要因 (第二軸) とが浮かびあがった。またここでは図を省略したが、作業者の個人的要因 (第三軸) と併せて、土木工事における墜落災害にはこれらの3つの要因軸で各々整理される背景を考えることができた。

しかし今回の土木工事についての分析では、橋梁・道路と言った工事内容の多様性に比べて、未だ分析事例が少ないため、これらに起因する差異を特定するまでには至っていない。

#### 5.2.4 各工事種類ごとの比較

以上、各工事種類別に分析を行った結果を見比べると、単独作業の多い木造建築工事、各種の工程や作業が輻輳するビル建築工事、また作業場所が広範囲にわたり工事内容に多様性のある土木工事など、各々の工事に特有の諸条件が、各々に墜落災害の背景要因としても反映していると考えられる。しかし一方で、各々に「作業の管理」・「作業者の経験」等として意味付けられる要因軸などは、工事種類の違いにかかわらず共通した背景要因として浮き彫りになっているとも考えることができる。

## 6. あとがき

本研究では、154件の墜落災害の調査復命書内容について、人的要因の観点から考察を加えた。すなわち、各事例について個々に分析を行った結果、被災者が墜落に至るまでの行動パターンは、5タイプ23パターンに分類されることが判った。さらに、198項目の災害形成要因項目を設定し、それらについて各事例のチェックを行った。その結果、安全帯等保護具装着の問題、開口部における手摺り等安全施設設置の問題、連絡・打ち合わせの不徹底など作業上でのコミュニケーションに係わる問題など、墜落災害発生に係わる幾つかの問題点を明らかにすることができた。

さらに続いて、各分析災害事例でチェックされた災害形成要因項目に数量化III類を適用した分析を行って、墜落災害発生の背景にある要因を大まかなながらも、人間行動に関する要因、作業の管理に関する要因、など

に整理し把握することができた。

これら災害形成要因項目と各災害事例との関係を、さらに工事種類ごとに、同様に数量化III類を用いて分析した結果、Fig. 9～Fig. 12に示したような結果を得た。すなわち、ビル建築工事では「安全教育」「作業の管理」「コミュニケーション」、木造建築工事では「経験」「作業の管理」、また土木工事では「経験」「作業の管理」などの要因軸が、墜落災害の背景として浮かび上がってくるのが判った。

災害事例の198項目の災害形成要因の分析で問題点として挙げられた、安全帯装着、開口部放置、コミュニケーションなどの諸事項は、これら数量化III類の分析で明らかになった要因軸 (安全教育・経験、作業の管理、コミュニケーション) の形成に大きく関わっている主要で代表的な具体的事項として位置づけて捕らえることができる。

したがって、今後は、問題点として明らかになったこれら、「安全帯装着」「開口部の放置」「連絡・打合せの不徹底」などの諸事項に焦点を絞り、その出現背景に迫るため、上記の各事項に関連する質問紙調査などを行って、墜落災害発生に係わる人的要因の背景について、調査・分析を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 白井伸之介：産業安全とヒューマンファクター (1～6), クレーン, Vol. 33, No. 8～Vol. 34, No. 1, 1995. 8～1996. 1.
- 2) 小澤宏之：墜・転落防止対策に潜む死角, 安全スタッフ, No. 1633, pp. 6～12, 1995. 3.
- 3) Reason, J.: Human Error, Cambridge University Press, New York, 1990.
- 4) Reason, J.: A system approach to organizational error, Ergonomics, Vol. 38, No. 8, pp. 1708～1721, 1995.
- 5) 鈴木芳美, 白井伸之介, 江川義之：建設工事墜落災害における人的要因に関する一考察, 土木学会第51回年次講演会概要集 VI-17, pp. 34～35, 1996. 9.
- 6) 建設業労働災害防止協会：建設工事ヒューマンファクターに関する調査研究委員会中間報告, 1997. 3.
- 7) 白井伸之介, 江川義之, 鈴木芳美：墜落災害の背景にあるヒューマンファクターの研究—災害調査記録書の分析—, 日本人間工学会第38回, 日本人間工学会誌 Vol. 33, pp. 458～459, 1997. 5.
- 8) 鈴木芳美, 白井伸之介, 江川義之：建設工事墜落災害の背景要因に関する数量化分析, 土木学会第52回年次講演会概要集 VI-73, pp. 146～147, 1997. 9.

(平成9年12月22日受理)