

4. 年齢別・経験年数別の労働災害の分析と
建設作業者に対する作業手順の教示方法の
検討

中嶋良介，西野真菜，
菅間敦，島田行恭，平内和樹

4-1. 年齢別・経験年数別の千人率試算による労働災害発生傾向の分析

研究分担者 菅間 敦

((独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所)

研究分担者 島田 行恭

((独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所)

研究協力者 平内 和樹

((独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所)

研究要旨

本研究では、労働災害発生率における経験年数の影響を明らかにするため、年齢別・経験年数別の千人率を推計して比較した。分析には、労働者死傷病報告による死傷者数データ、労働力調査統計による年齢別労働者数データ、賃金構造基本統計調査による年齢別・勤続年数別労働者数データを用いた。分析の結果、全産業および建設業の集計値について、千人率が最も高くなるのは、高年齢(50歳以上)かつ経験1年未満の労働者であることが示された。また全ての年代において、経験年数の浅い労働者の方が、経験の長い労働者よりも千人率が高くなることが示され、経験年数の影響は年齢の影響(高齢化)よりも大きい傾向がみられた。これらのことから、災害発生率の分析において経験年数を加味して分析を進め、災害対策も経験年数に着目して立案・実施する重要性が示唆された。

A. 研究目的

労働災害の発生傾向に関する先行研究[1]では、年齢階級ごとに比較すると若年層での災害発生率（千人率）が高くなることを示している。千人率は労働者千人あたりの死傷者数を示す指標であり、一般的には業種別または年齢別に千人率を比較することが多い。一方、労働災害データのうち、作業者の経験年数の情報は一般に公開されておらず、千人率も経験年数別に算出されることは少ない。そのため経験年数の影響は十分に明らかにされておらず、未熟練者＝若年者であるとのイメージが先行し、高齢の未熟練者の被災リスク等は正確に把握されていない傾向にある。そのため本研究では、年齢別・経験年数別の千人率を業種別に求めることで、年齢および経験年数による災害発生傾向を比較するための資料を提供することを目的とした。

B. 研究方法

1) データの収集

労働災害データは厚生労働省から提供された労働者死傷病報告データベースを用いて、2019年の休業4日以上労働災害を対象に全数調査を行った。平均労働者数のデータには、総務省 労働力調査統計[2]における「産業別・年齢区分別の雇用者数（役員除く）（単位：万人）」を利用した。

経験年数別の労働者数データとして、厚生労働省の提供する賃金構造基本統計調査[3]を用いた。本統計は常用労働者10人以上を雇用する事業所について、約7万8千事業所と労働者約163万人が抽出されたものである。労働者の経験年数に関する項目としては、現在の企業への勤続年数（年単位の自由記述）と、現職の経験年数（5段階の選択式）が含まれる。労働災害データとの整合性からは経験年数が本来適切であると考えられるが、賃金構造基本統計調査の経験年数は幅広い職種についてのデータが公開されていないことと、5段階の選択式のため精確さが低くなることを考慮し、本研究では勤続年数を分析に用いた。なお勤続年数の算定には試用期間や見習期間などは含まれ、休職期間は勤続年数から除外される。また、解雇や退職、企業の名義変更、分割合併等による再雇用の場合も、勤続年数に通算される。

（倫理面への配慮）

労働安全衛生総合研究所の保有する休業4日以上労働災害データを用いて分析を行うため、厚生労働省からデータの研究利用に関する許可を得た上で実施した。個人情報の保護

に関する措置等については労働安全衛生総合研究所の規定に基づき実施している。

2) 年齢別・経験年数別の千人率の推計

年齢階級 $i (= 1, 2, \dots, 11)$ かつ経験年数階級 $j (= 1, 2, \dots, 9)$ に含まれる労働者集団について、経験年数別・年齢別の千人率 R_{ij} を式(1)のように算出した。ここで I_{ij} は被災者数（労働災害統計）、 E_i は雇用者数（労働力調査統計）、 W_{ij} と W_i はそれぞれ労働者数（賃金構造基本統計調査）である。

$$R_{ij} = 1000 \frac{I_{ij}}{E_i * \frac{W_{ij}}{W_i}} \quad (1)$$

年齢階級は労働力調査に合わせて5歳刻みとし、15-19歳から65歳以上までの11カテゴリとした。なお厚生労働省提供の統計には15歳未満のデータを含むが、便宜的に15~19歳の集団とみなしても影響は小さいと判断し上記カテゴリに含めた。経験年数階級は労働災害統計および賃金構造基本統計調査に合わせて0年（1年未満）、1-2年、3-4年、5-9年、10-14年、15-19年、20-24年、25-29年、30年以上の9カテゴリとした。

C. 研究結果

1) 労災件数および雇用者数の概観

労働災害データの集計により得られた、2019年に発生した休業4日以上死傷災害について、年齢別・経験年数別の内訳を図1に示す。図1左の全産業の傾向をみると、年齢別にみると45歳から60歳までの死傷者数が多い傾向を示した。一方、全年齢において、経験年数0年（1年未満）および経験年数1~2年の労働者が一定数含まれていた。50歳以上の労働者においても、経験年数10年未満の労働者が半数以上を占めていた。次に図1右の建設業の傾向をみると、年齢別の傾向は全産業と同様に、40~60歳の労働者で多い傾向がみられた。一方、経験年数については経験0年（1年未満）および同1~2年の労働者の災害件数は、年齢が高くなるにつれて減少傾向にあり、代わりに経験20年以上の労働者の災害が増加する傾向がみられた。

労働力調査統計および賃金構造基本統計調査を用いて推計した、年齢別・経験年数別の推定雇用者数の結果を図2に示す。図2左の全産業の傾向をみると、年齢別では労働者数が最も多いのは45歳~49歳であり、これは図2右の建設業においても同様の傾向であった。経験年数の分布傾向としては、経験年数が長い労働者数が、年齢が高くなるにつれて増加傾

向にあった。一方、経験5年未満の労働者数は、年齢が高くなっても同程度の人数が含まれていることが確認された。

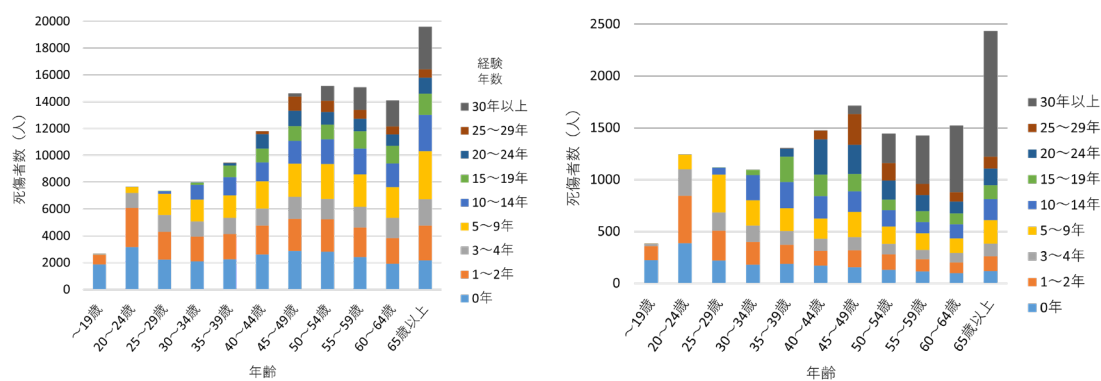


図1 年齢別・経験年数別の労災件数（2019年）。左：全産業，右：建設業。

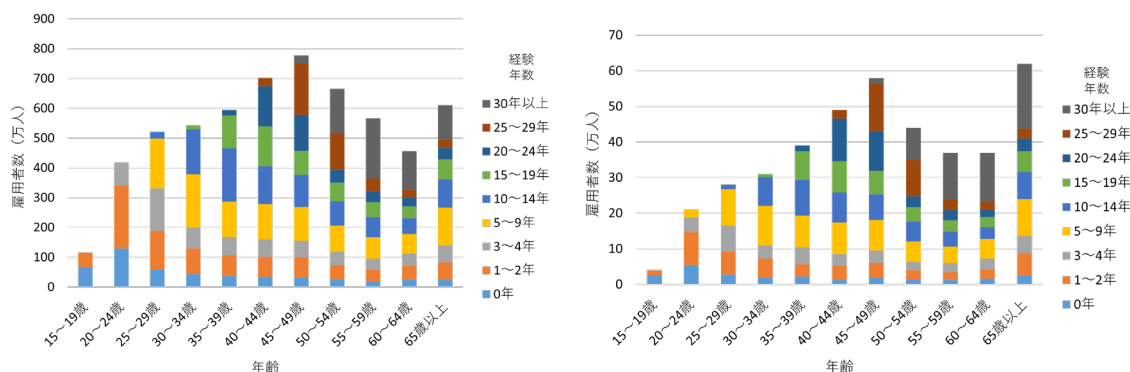


図2 年齢別・経験年数別の推定雇用者数（2019年）。左：全産業，右：建設業。

2) 年齢別・経験年数別の千人率

表1に全産業の、表2に建設業の年齢別・経験年数別の千人率の結果を示す。この結果より、全業種と建設業のどちらも、経験の浅い未熟練労働者の災害発生率が高くなる傾向が示された。例えば、全産業における55~59歳の労働者の千人率（平均）は2.66であるのに対し、経験0年（1年未満）の労働者では同12.77と、被災率が4.8倍に増加している。また全産業における25歳~29歳の労働者の千人率（平均）は1.41であるのに対し、経験0年（1年未満）の労働者では同3.69と、被災率が2.6倍に増加していた。全体として、40代~50代の高齢・未熟練者の千人率が最も高くなる傾向にあり、若年・未熟練者より高い傾向がみられたが、建設業のみ、各年代で経験年数が長いカテゴリで千人率が高くなる傾向

がみられた。

表 1 年齢別・経験年数別の千人率（全産業，2019 年）

千人率 被災時 年齢	経験年数（厚労省区分）									年齢階 級別計
	0 年	1-2 年	3-4 年	5-9 年	10-14 年	15-19 年	20-24 年	25-29 年	30 年以上	
-19 歳	2.76	1.51	12.77							2.29
20-24 歳	2.44	1.38	1.43							1.83
25-29 歳	3.69	1.62	0.88	0.94	1.00					1.41
30-34 歳	4.78	2.15	1.63	0.90	0.72	1.29				1.47
35-39 歳	6.06	2.72	1.96	1.41	0.75	0.80	0.99			1.59
40-44 歳	7.57	3.20	2.18	1.71	1.11	0.77	0.80	0.75		1.68
45-49 歳	9.02	3.55	2.87	2.20	1.58	1.36	0.95	0.61	0.93	1.88
50-54 歳	11.08	4.95	3.42	2.97	2.22	1.78	2.18	0.67	0.75	2.28
55-59 歳	12.77	5.63	4.02	3.36	2.88	2.56	2.53	1.59	0.84	2.66
60-64 歳	7.94	4.06	3.57	3.53	3.35	3.35	2.89	2.16	1.51	3.09
65 歳以上	8.81	4.43	3.49	2.83	2.83	2.38	3.08	2.20	2.75	3.21
総計	5.50	2.64	2.10	1.87	1.55	1.53	1.47	0.92	1.50	2.09

表 2 年齢別・経験年数別の千人率（建設業，2019 年）

千人率 被災時 年齢	経験年数（厚労省区分）									年齢階 級別計
	0 年	1-2 年	3-4 年	5-9 年	10-14 年	15-19 年	20-24 年	25-29 年	30 年以上	
-19 歳	8.37	10.22								9.63
20-24 歳	7.02	4.99	6.20	6.41						5.92
25-29 歳	7.76	4.42	2.45	3.61	5.25					3.99
30-34 歳	9.25	4.06	4.40	2.19	2.99	6.29				3.53
35-39 歳	8.30	5.44	2.71	2.49	2.52	3.00	5.32			3.35
40-44 歳	13.18	3.63	3.46	2.21	2.57	2.34	2.86	3.54		3.01
45-49 歳	8.41	3.86	3.64	2.85	2.78	2.50	2.52	2.23	4.97	2.95
50-54 歳	9.54	5.76	4.14	3.01	2.78	2.45	6.05	1.66	3.12	3.28
55-59 歳	8.94	5.14	3.62	3.45	2.58	3.34	5.36	3.77	3.56	3.86
60-64 歳	5.99	4.01	2.91	2.57	4.14	3.80	5.47	3.90	4.68	4.11
65 歳以上	4.63	2.31	2.46	2.19	2.65	2.34	4.50	4.04	6.68	3.93
総計	7.07	4.07	3.34	2.73	2.90	2.91	3.66	2.53	5.70	3.71

図 3 に年齢別千人率の業種間比較結果を示す。全産業においては年千人率が 2.0 前後の値をとる。若年労働者の災害発生率は高くなく、高年齢労働者になるにしたがって、緩やかに増加傾向にある。社会福祉施設や小売業も全産業と同様の傾向を示す。一方、製造業と建設業では若年労働者の災害発生率が顕著に高くなる傾向を示す。特に建設業では 20～24 歳の労働者の千人率が屋 6.0、建設業では約 3.0 となるなど、全産業と比較して顕著に高い傾向を示す。製造業では、50 歳以上の労働者についても増加傾向を示し、年齢が上がるにつ

れて単調増加の傾向を示す。

図4に経験年数別千人率の業種間比較結果を示す。全産業をはじめ、記載したすべての産業について、経験年数が短い労働者の千人率が高くなる傾向がみられた。特に、経験0年（1年未満）の労働者の千人率が顕著に高くなる傾向がみられ、全産業・経験0年の千人率は5.5、建設業では同7.0、製造業では9.7と、それぞれ高い値を示した。ほとんどの産業では経験年数が増加するにつれて千人率が緩やかに低下する傾向がみられたが、建設業では横ばいまたは上昇する傾向にあった。

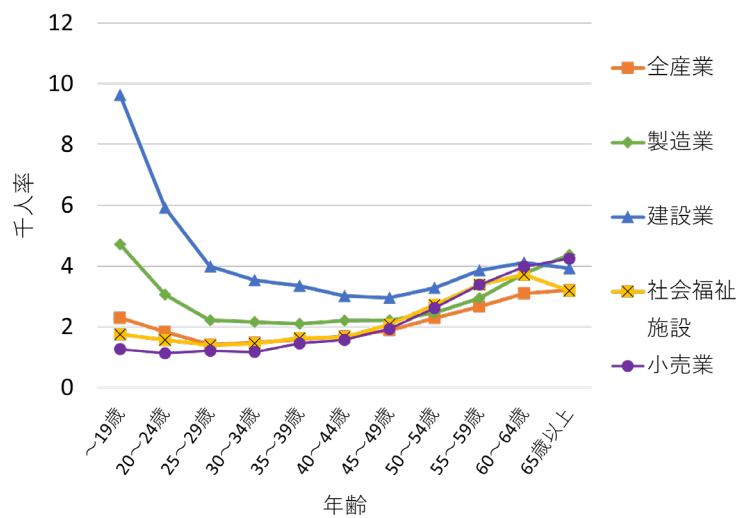


図3 年齢別千人率の業種間比較

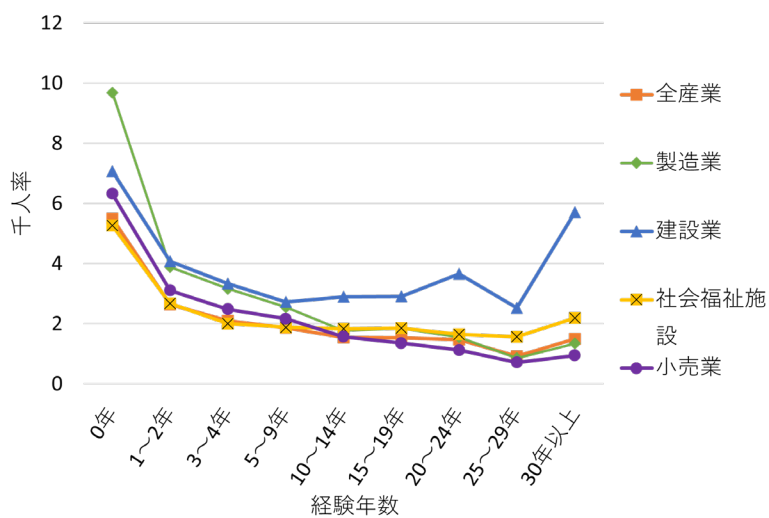


図4 経験年数別千人率の業種間比較

D. 考察

全産業についての年齢別・経験年数別の千人率の結果より、経験年数の浅い労働者、特に1年未満の労働者の被災率が高いことが示された。この結果は、作業自体に不慣れなため、職場や作業の危険性を十分に理解できていないことや、作業への焦りによる見落としや、疲労による影響等が関係していると考えられる。一般に、作業未経験者は若年者に多いと考えられやすいが、年齢別・経験年数別の労働者数をみると、高年齢労働者にも若年労働者と同程度の人数が存在しており、未経験者＝若年者ではないことがうかがえる。また、千人率は経験年数が増加すると減少する傾向を示す一方で、年齢が上がるにつれて増加する傾向もみられ、トレードオフの関係がうかがえる。そのため、経験の長い労働者であっても、千人率が完全には低下しないことに注意する必要がある。また、最も千人率の高い（被災リスクの高い）のは、高年齢労働者（50歳以上）で経験年数が1年未満のグループである。転職等による中途採用等により、新たな業種・職種に就くこととなった高年齢労働者については、被災率が高いことに留意し、入社時・入場時の教育を十分に行う必要があると考えられる。建設業においても高年齢かつ経験の浅い労働者の千人率が最も高い傾向がみられたが、その他に、若年かつ経験の浅い労働者の千人率も高い傾向がみられた。これは年齢別に千人率を比較すると若年層において顕著に千人率が高くなることが影響しているが、この原因としては、建設業では高所作業や電動工具の使用等、他の業種と比較して危険性が高い作業に就業直後から従事することが一因であると考えられる。上述の作業は、転倒や腰痛等、日常生活でも経験する可能性のある怪我や疾病とは異なり、未経験者は正しい作業手順や危険性を回避する手段を習得することが難しく、被災リスクが高くなることが考えられる。また各年代において、経験年数が最も長いカテゴリにおいて千人率が上昇する傾向がみられた。これは他の産業ではみられない傾向であったことから、推計時の情報の不精確さによるものではなく、建設業の災害発生傾向であると考えられる。各年代において、経験年数が相対的に長いことによる不注意の増加や、違反行動の増加などが考えられる。

なお本研究で用いた推計手法には不確かさが見込まれる。例えば、19歳以下で経験が長いカテゴリの値が顕著に高い傾向にあるが、これは労働者数統計の不確かさによるものと考えられる。他業種への転職を繰り返している場合、経験は長いが勤続年数は短くなり、年千人率は経験年数の長いカテゴリで過大評価になりやすい。そのため、建設業の雇用慣行等の他に、賃金構造基本統計調査の「勤続年数」を用いた影響を反映している可能性もあるため、今後精査する必要がある。

E. 結論

本研究では、労働者死傷病報告による死傷者数データ、労働力調査統計による年齢別労働者数データ、賃金構造基本統計調査による年齢別・勤続年数別労働者数データを用いて、労働災害発生率の指標である千人率を、年齢別・経験年数別に推計した。その結果、全産業および建設業ともに、千人率が最も高くなるのは高年齢（50歳以上）かつ経験1年未満の労働者であることが示された。また全ての年代において、経験年数の浅い労働者の方が、経験の長い労働者よりも千人率が高くなることが示され、経験年数の影響は年齢の影響（高齢化）よりも大きい傾向がみられた。これらのことから、災害発生率の分析において経験年数を加味して分析を進め、災害対策も経験年数に着目して立案・実施する重要性が示唆された。

文献

- [1] 三浦崇, 高橋明子: 労働災害発生率と年齢との関係, 労働安全衛生研究, Vol. 10, No. 1, pp. 33-43, 2017.
- [2] 総務省: 労働力調査
<https://www.stat.go.jp/data/roudou/index.html> (2022年5月13日アクセス)
- [3] 厚生労働省: 賃金構造基本統計調査
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/chinginkouzou.html> (2022年5月13日アクセス)

F. 健康危険情報

(分担研究報告書には記入せずに、総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1) 論文発表

なし

2) 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1) 特許取得

なし

2) 実用新案登録

なし

3) その他

4-2. 建設現場における作業の教示方法と作業方向の相違が 作業性に及ぼす影響の検討

研究分担者 中嶋 良介

(電気通信大学)

研究協力者 西野 真菜

(電気通信大学)

研究要旨

本研究では、実際の建設現場について IE (Industrial Engineering) 手法を用いて実態調査を実施し、作業特性を理解した上で建設現場において新人作業者をどのように教育すべきか実験的に検討した。具体的には、まず、ハウスメーカーA社の作業経験が長い熟練作業員2名の作業の様子についてビデオカメラ8台を用いて分析し、建設現場の作業特性として、大きな定型作業のサイクルの中に非定型作業が共通して発生していること、作業が進むことにより作業対象の位置や必要な用具(脚立など)といった作業環境が逐次変化していくので、作業員自身が段取りを考えながら作業を遂行する必要があること、同様の作業をする場合でも作業方向によって作業性が大きく異なることが示された。次に、非定型作業が含まれる課題を対象に、どのような作業に対して重点的な教育が必要であるか(どのような作業で動画を活用すべきか)、どのように作業員に教示すべきかを実験的に検討した。その結果、定型作業を含む課題に従事されている建設現場の新人作業員に対しては作業手順マニュアル等を用いて適切に「教える」ということが効果的である可能性があり、特に、脚立を用いる作業に対しては脚立上での作業域など想像しづらいことなどに対して重点的な教育が必要であることも示された。今後は、得られた実験データを安全性の観点からさらに詳細に分析するとともに、脚立を用いた作業に対して、動画の活用も含めて効果的な教育方法を検討する予定である。

A. 研究目的

厚生労働省の統計[1]によると、令和3年の建設業の休業4日以上死傷者数は16,079人（全産業の約10.7%）、死亡者数は288人（全産業の約33.2%）であり、建設業では死亡災害や重篤災害の割合が高くなっている。

このような現状に対して、実際の建設現場では作業者に作業手順マニュアルを用いた安全教育が行われている。ただし、それらは文字のみで書かれていることが多く、また、抽象的な表現も多いため、作業経験の浅い作業者では作業手順マニュアルを見ただけでは安全に作業が遂行できないことが予想される。この問題に対して、令和3年度に実施した研究[2][3]では、作業の教示方法として作業手順マニュアルに動画を用いることが作業順守率の向上に有効であることを示している。しかし、建設現場の全ての作業に対して動画を用いることは現実的に困難であり、その活用方法を検討していく必要があることもわかってきた。そこで本研究では、実際の建設現場についてIE（Industrial Engineering）手法を用いて実態調査を実施し、作業特性を理解した上で建設現場において新人作業者をどのように教育すべきか実験的に検討することを目的とする。

B. 研究方法

1) 実際の建設現場の実態調査

建設現場の作業特性を分析するため、ハウスメーカーA社の作業経験が長い熟練作業員2名（どちらも経験年数が約45年）の作業の様子についてビデオカメラ8台を用いて撮影する。調査は2日に分けて行い、それぞれ2時間ずつ撮影する。なお、対象とする作業は、板の貼り付け作業（作業員A）と断熱材の挿入作業（作業員B）とする。次に、撮影動画に対してIEの考え方[4]をもとに作業を分類し、その内訳を作業時間の割合の観点で分析する。また、一般的に建設現場は非定型作業が多く、その標準化が難しいと考えられているが、その実態についても調査する。

2) 建設現場の特性を考慮した実験

上記1)の実態調査より、建設現場では非定型作業が含まれる作業が多く、また、作業方向によっても作業性が大きく異なることが確認された。そこで、このような非定型作業が含まれる課題を対象に、どのような作業に対して重点的な教育が必要であるか（どのような作業で動画を活用すべきか）、どのように作業者に教示すべきかを実験的に検討する。

課題作業として、被験者には採寸や貼り付け、ネジ締めといった作業を課す。その際、実際の建設現場における開口部や突出物といったハザードを模したものを混入する。具体的には、被験者に対して、はじめに作業完了時の完成像を提示するとともに、作業に必要な汎用的な用具である脚立(長谷川工業株式会社製:RS2.0-12, 株式会社ピカコーポレイション製:JOB-90E, JOB-150E)や電動ドライバー(株式会社マキタ製:TD022D)の使い方について動画を用いて教育した後、後述する 3 種類の方法で作業手順の教示し、ハザードにも注意しながら課題作業をしてもらう。

本実験では、作業手順の教示方法として、何も教えずに課題作業を行う場合(以後、「教えない」と呼ぶ)と、事前に実験者が用意した紙の作業手順マニュアル(令和3年度の研究を基に実験者が作成)を用いて教示した上で課題作業を行う場合(以後、「教える」と呼ぶ)、事前に被験者自身に作業手順を紙に記載してもらった上で課題作業を行う場合(以後、「考えさせる」と呼ぶ)の3水準を被験者間要因とする。また、作業方向による作業性の違いも検討するため、作業の作業方向として床面と机面、壁面、天井面の4水準を被験者内要因とする。

本実験では、新人作業者を想定し、建設現場での作業経験を有しない被験者12名を教示方法別に4名ずつ3つのグループに分割して実験を実施する。実験の前に被験者に対して、実験の概要と方法について説明し、作業着や保護具を装着した上で、用具の使い方などにも十分に習熟してから3種類の教示方法のいずれかで作業を教示し、実験の様子は6台のビデオカメラと被験者の視点を計測するためのアイカメラを用いて撮影する。

(倫理面への配慮)

実験前に被験者に対して実験の概要と方法について文書と口頭の両方で説明し、同意書に署名することによりインフォームド・コンセントを得られた被験者にのみ、実験を実施する。

C. 研究結果

1) 実際の建設現場の実態調査

板の貼り付け作業では主体作業が36%(主作業29%, 付随作業7%), 付帯作業が64%(準備作業55%, 運搬作業9%)であり、断熱材の挿入作業では主体作業が69%(主作業46%, 付随作業23%), 付帯作業が31%(準備作業17%, 運搬作業13%)であり、作業内容によって主体作業と付帯作業の割合が大きく異なることが確認された。

そこで、作業内容に着目すると、どちらの作業も大きな定型作業のサイクルの中に非定型作業が共通して発生していることが確認された。非定型作業の例としては、床の清掃や部材のサイズ調整などであり、非定型作業が発生する要因としては、建設現場では作業が進むことにより作業対象の位置や必要な用具(脚立など)といった作業環境が逐次変化していくという特性が考えられる。これは、作業者自身が段取りを考えながら作業を遂行する必要があると言え、環境変化にも対応可能な教示方法を検討する必要があることがわかった。また、同様の作業をする場合でも、作業方向(天井面や壁面、床面など)により作業性(作業効率や作業姿勢、危険性)が大きく異なることが確認された。したがって、作業方向により作業性がどのように異なるか検証し、その違いをどのように教示するか検討する必要があることもわかった。

2) 建設現場の特性を考慮した実験

教示方法ごとの平均作業時間を図1に示す。図1より、「教えない」と「考えさせる」では平均作業時間が同程度となったのに対し、「教える」では短くなり、特に作業のための準備の時間が短くなることが確認された。次に、作業方向ごとの平均作業時間を図2に示す。図2より、同じ作業でも作業方向によって平均作業時間が大きく異なることが確認された。

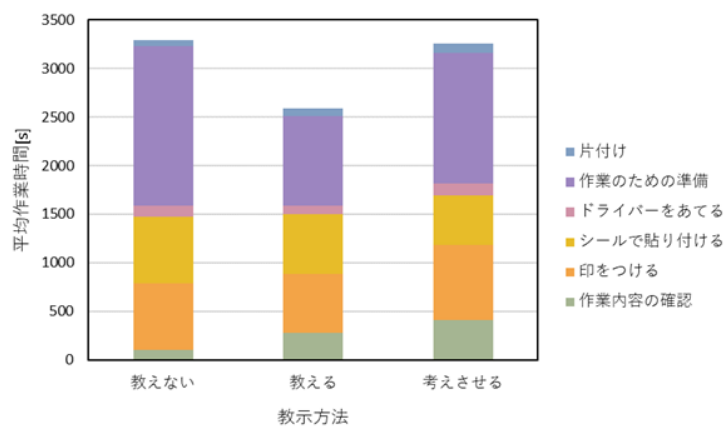


図1 教示方法別平均作業時間

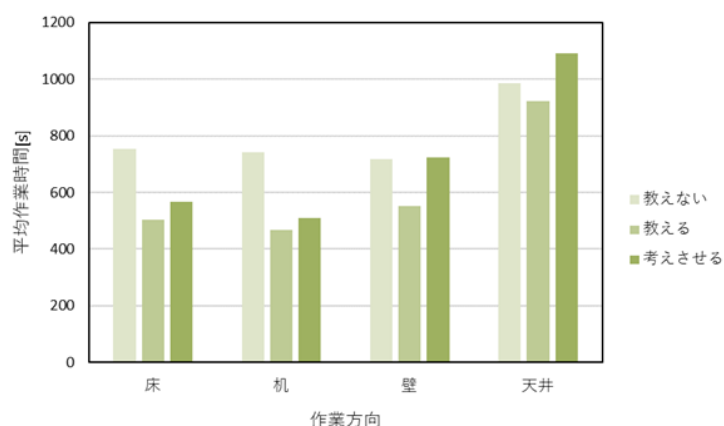


図2 作業方向ごとの教示方法別平均作業時間

D. 考察

実験結果より、教示方法「教える」において作業時間が短くなること、同じ作業でも作業方向によって平均作業時間が大きく異なることが確認された。また、床面と机面では「教える」と「考えさせる」の平均作業時間が短くなる一方で、壁面や天井面では「教える」の平均作業時間が短くなることが確認された。すなわち、脚立を使用しない作業では「教える」と「考えさせる」が有効である一方で、脚立を使用する作業では「教える」が有効であることを示唆する結果であり、これは、脚立上での作業域が新人作業者にとって想像しづらく、脚立の置き直しや作業のやり直しが発生していることが影響していると考えられる。

以上のことより、非定型作業を含む課題に従事されている建設現場の新人作業者に対しては「教える」という教示方法が効果的である可能性があり、特に、脚立を用いる作業に対しては脚立上での作業域など想像しづらいことなどに対して重点的な教育が必要であることが明らかになった。

E. 結論

本研究では、建設現場の実態調査により、建設現場の作業特性として、大きな定型作業のサイクルの中に非定型作業が共通して発生していること、作業が進むことにより作業対象の位置や必要な用具(脚立など)といった作業環境が逐次変化していくので、作業者自身が段取りを考えながら作業を遂行する必要があること、同様の作業をする場合でも作業方向によって作業性が大きく異なることが明らかになった。また、このような建設現場の特性を考慮した実験により、非定型作業を含む課題に従事されている建設現場の新人作業者に対し

では作業手順マニュアル等を用いて適切に「教える」ということが効果的である可能性があり、特に、脚立を用いる作業に対しては脚立上での作業域など想像しづらいことなどに対して重点的な教育が必要であることも明らかになった。

今後は、実態調査や実験を通じて得られたデータを安全性の観点からさらに詳細に分析するとともに、脚立を用いた作業に対して、動画の活用も含めて効果的な教育方法を検討する予定である。

参考文献

- [1] 厚生労働省, 労働災発生状況(令和3年労働災害発生状況), <https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/rousai-hassei/> (参照 2023 年 5 月 10 日)
- [2] Mana Nishino, Ryosuke Nakajima, Akiko Takahashi, Atsushi Sugama: A Fundamental Study on Easy-To-Understand Work Procedure Manuals for Safety Work in Construction Sites, Proceedings of 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications, Paper ID 39, 2021.
- [3] Mana Nishino, Ryosuke Nakajima, Akiko Takahashi, Atsushi Sugama, Kazuki Hiranai: A Proposal for Work Procedure Manuals to Improve Work Compliance Rates in Construction Sites, 人間工学 57 卷 Supplement 2 号, p. J2, 2021.
- [4] 藤田彰久: IE の基礎, 建帛社, 1997.

F. 健康危険情報

(分担研究報告書には記入せずに、総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1) 論文発表

なし

2) 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

- [1] 西野真菜, 高橋明子, 菅間敦, 平内和樹, 島田行恭, 石垣陽, 島崎敢, 三品誠, 中嶋良

- 介：建設現場における作業者に提示する作業手順マニュアルの相違が作業効率と作業安全に及ぼす影響の分析，安全工学シンポジウム 2022 講演予稿集，pp.314-317, 2022.
- [2] 岩井俊明，平内和樹，中嶋良介，菅間敦，高橋明子：機械学習を用いた脚立作業の分析と危険作業検知システムの開発に関する基礎研究，日本設備管理学会秋季研究発表大会論文集，pp.12-15, 2022.
- [3] 岩井俊明，平内和樹，菅間敦，高橋明子，中嶋良介（2023）動画像解析と機械学習を活用した脚立作業の危険検知システムの開発に関する研究，2023 年度精密工学会春季大会学術講演会，pp. 33, 2023.

H. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

なし

1) 特許取得

なし

2) 実用新案登録

なし

3) その他

4-3. 建設現場における作業遵守率を向上させるための作業手順マニュアルの 検討

研究分担者 中嶋 良介

(電気通信大学)

研究協力者 西野 真菜

(電気通信大学)

研究要旨

本研究では、建設現場での労働災害の発生を低減させるため、建設現場で用いられる作業手順マニュアルに着目し、作業遵守率向上の観点から作業手順マニュアルの分析を通じて、その改善方法と効果的な提示方法を検討した。具体的には、従来の作業手順マニュアルの問題点を改善した紙による作業手順マニュアルと動画による作業手順マニュアルの2つを作成し、その有効性を検証するため、作業手順マニュアルを変動要因とする被験者実験を実施した。その結果、作業遵守率は改善後の動画による作業手順マニュアルが最も高く、次いで改善後の紙による作業手順書、従来の作業手順書の順となることが明らかになった。また、改善後の作業手順マニュアルでは、作業のやりとばし、やり忘れといった重大なエラーの発生率が低くなることも確認された。さらに、改善後の作業手順マニュアルでは、確認時間は長くなるものの、作業時間はどの作業手順マニュアルでも同程度となることが確認された。すなわち、改善後の作業手順マニュアルを用いることで作業遵守率の向上が期待でき、実際の建設現場での労働災害の低減に貢献する可能性があることが示された。今後は、提案した作業手順マニュアルの有効性をさらに検証し、実験結果を踏まえた作業手順マニュアルの改善や実際の建設現場への適用を進めるとともに、建設現場へのIE (Industrial Engineering) の適用可能性についてさらに検討する予定である。

A. 研究目的

厚生労働省の統計[1]によると、令和2年の建設業の休業4日以上之死傷者数は14,977人（全産業の約11.4%）、死亡者数は258人（全産業の約32.2%）であり、建設業においては死亡災害のような重篤な災害の割合が高くなっている。特に、建設業では若年齢層で作業経験の浅い作業者の労働災害の発生確率が高くなっている[2]。

労働安全衛生法第59条では、事業者は労働者に対し安全又は衛生のための教育を行わなければならないと定められている。これに対して、実際の建設現場では、危険予知活動(KY活動)や作業手順マニュアルを用いた On-the-Job Training が安全教育として行われている。ただし、それらの作業手順マニュアルは文字のみで書かれていることが多く、また、危険防止対策には「安全に注意すること」といった抽象的な表現も多い。そのため、作業経験の浅い作業者にとっては必ずしも作業手順マニュアルを見ただけでは安全に作業が遂行できないことが予想される。建設現場の事故要因を分析した先行研究では、建設現場の事故要因の70%を人的要因が占めており、不安全行動の背景としては安全知識の不足が挙げられ、教育訓練の不足が指摘されている[3]。また、ハザード特定に着目した先行研究では、作業者全体のハザード特定率の平均が46%であるのに対し、経験の浅い作業者は9%から22%しか特定できていないことが報告されている[4]。以上のことから、特に経験の浅い作業者に対する安全教育が必要であると考えられる。

このような現状に対して、実際の建設現場では労働災害を防止するため、作業者に対して作業手順マニュアルなどを用いた安全教育が行われている。ただし、一般的な作業手順マニュアルは文字のみで書かれていることが多く、また、防止策には「安全に注意すること」といった抽象的な表現も多い。そのため、作業経験の浅い作業者にとっては必ずしも作業手順書を見ただけでは安全に作業が遂行できないことが予想される[3][4]。

これらの問題意識のもと、著者らは作業者から見た作業手順マニュアルに着目し、建設現場を対象として作業手順遵守の観点で作業者にとって分かりやすい作業手順マニュアルに関する研究を進めている[5]。本研究ではこれらの後続研究として、実際の建設現場の作業手順マニュアルの分析をもとにその改善方法を考案し、その効果的な提示方法を提案する。そして、それらの有効性について実験的に検証することを目的とする。

B. 研究方法

1) 従来の作業手順マニュアル分析と改善

従来の作業手順マニュアルの問題点について検討するため、まず、実際の建設現場で使われている作業手順マニュアルについて、いつ・どこで・誰が・何を・なぜ・どのようにという5W1Hの観点で分析を行い、その記述数と記述率を分析する。次に、5W1H分析の結果をもとに、作業安全の専門家と複数回の改善検討会を実施し、問題点を明確化する。その上で、明らかになった問題点を考慮し、作業者にとって分かりやすい新たな作業手順マニュアルを考案するとともに、作業者目線カメラ(パナソニック社製:HX-A500)で撮影した動画と定点カメラ(パナソニック社製:HC-V480MS)で撮影した動画を用いた作業手順マニュアルも考案する。

2) 考案した作業手順マニュアルの有効性の検証

上記で考案した作業手順マニュアルが作業遵守率に及ぼす影響を検証するため、建設現場をモデル化した課題作業において上記の考え方で作成する作業手順マニュアルを変動要因とする被験者(20歳から24歳の計6名(男性5名,女性1名))実験を実施する。課題作業として、実際の建設現場を想定し、開口部などのハザードに対して安全確認をしながら、脚立(長谷川工業株式会社製:RS2.0-12, 株式会社ピカコーポレーション製:JOB-90E, JOB-150E)や電動ドライバー(株式会社マキタ製:TD022D)を活用して作業を遂行することが求められる課題を設定する。その際、被験者には3種類のいずれかの作業手順マニュアルを確認したのち、実際に作業を実施することを課す。

(倫理面への配慮)

実験前に被験者に対して実験の概要と方法について文書と口頭の両方で説明し、同意書に署名することによりインフォームド・コンセントを得られた被験者にのみ、実験を実施する。

C. 研究結果

1) 従来の作業手順マニュアル分析と改善の結果

従来の作業手順マニュアルの問題点について5W1Hの観点で分析した結果を表1に示す。その結果、記述率(記述数)は、Whenが7%(1行/14行)、Whereが21%(3行/14行)、Whoが0%(0行/14行)、Whatが86%(12行/14行)、Whyが0%(0行/14行)、Howが86%(12行/14行)となり、必ずしも記述率が高くないことがわかった。また、さらに詳細に特徴を分析すると、一人作業ではWhoが省略されていること、When/Whereが十分に書かれていないこと、Whyが別の欄(予測される危険の欄)に書かれていること、Howが抽象的で具体

的に書かれていないこともわかった。また、5W1H分析の結果をもとに、作業安全の専門家2名と計4回(各回2時間程度)の改善検討会を実施した結果、①作業手順と危険防止対策が別に書かれており、作業者にとって理解しづらいこと、②危険要因に対する注意方法が抽象的であり、いつ、どこで、何を、どのように注意すべきかが明確でない(マルチタスクになってしまう)こと、③文字を補足する図表などが必要であるが、それを挿入する基準も不明確であることの3つが問題点であることが明らかになった。

表1 従来の作業手順マニュアルに対する5W1H分析表

作業手順	防止対策	Who いつ	Where どこで	Who だれが	What 何を	How なぜ	How どのように	Do する
1 脚立を運搬する ①脚立は1脚ずつ運搬する ②重心をかつぎ運搬する	脚立は1脚ずつ、重心を持って運搬し、コーナー、扉をよく見て運ぶ。				脚立は 重心を コーナー、扉を	1脚ずつ 持つて よく見て		運ぶ
2 脚立を設置する(脚立の設置手順は別に定める) ①脚立を等距離に設置する ②脚立の水平を脚立に設置する ③低い箇所(凹部)には、脚立を置いて、安定させる	脚立はバランスよく水平に設置する。				脚立は		バランスよく水平に	設置する
3 ①三点支持で、2枚板で結束し足場板を載せる ②足場板の幅の部分は20cm以上とする	脚立は三点支持とし、2枚板でゴムバンド等で結束し、使用する。				脚立は		三点支持とし、2枚板で ゴムバンド等で結束し	使用する
4 天井に足場板を載せる ①レーザー光線に合わせて天井に墨出しをする ②墨出しは足場板の中央部で行う	レーザー光線で天井墨出し時は、まず足元を確認し、足場板の中央部で作業する。	天井墨出し時	足場板の中央部	足元を		確認して		作業する
5 天井に開口する ①墨に合わせて天井に開口する ②半端めがね、防じんマスク、皮手袋等保護具を着用し開口する ③LISはディスクランダーで切断して開口する	足場板中央部で、足元をよく確認し、墨に合わせて作業する。		足場板中央部	足元を		長く確認して、 墨に合わせて		作業する
6 照明器具の運搬をする ①照明器具は台車等で運搬する ②周囲をよく見て、人や物にぶつからないよう運搬する	半端めがね、防じんマスク、皮手袋等保護具を着用し作業する。				半端めがね、防じんマスク、 皮手袋等保護具を	着用して		作業する
7 支柱材を取付け補強する	電機運搬器、②キャブタイヤケーブル、二重絶縁の電動工具を使用する。				電機運搬器、②キャブタイヤケーブル 二重絶縁の電動工具を			使用する
8 照明器具の取り付け ①二人で声を掛け合い取り付け ②照明器具の向きを確認し、はめ込みボルトで留め取り付ける ③照明器具の向きを見て取り付ける	台車は周囲を良く見て、方向転換の際は早めに切る。			方向転換の舵を		周囲を良く見て		早めに切る
9 ケーブルを結線する	皮手袋で慎重に良く見て作業する。				皮手袋で慎重に良く見て			作業する
10 蛍光灯を取り付ける ①二人で声を掛け合い取り付け ②照明器具の向きを確認し、はめ込みボルトで留め取り付ける ③照明器具の向きを見て取り付ける	皮手袋で慎重に良く見て作業する。				皮手袋で慎重に良く見て			作業する
11 蛍光灯を取り付ける ①二人で声を掛け合い取り付け ②照明器具の向きを確認し、はめ込みボルトで留め取り付ける ③照明器具の向きを見て取り付ける	照明器具の取り付け作業は、足元を良く確認し、2人で声を掛け合い作業する。			足元を		長く確認して		作業する
12 ケーブルを結線する	長く見て慎重に作業する。					2人で声を掛け合い		作業する
13 蛍光灯を取り付ける ①二人で声を掛け合い取り付け ②照明器具の向きを確認し、はめ込みボルトで留め取り付ける ③照明器具の向きを見て取り付ける	長く見て慎重に作業する。					長く見て慎重に		作業する
14 蛍光灯を取り付ける ①二人で声を掛け合い取り付け ②照明器具の向きを確認し、はめ込みボルトで留め取り付ける ③照明器具の向きを見て取り付ける	長く見て慎重に作業する。					長く見て慎重に		作業する
15 蛍光灯を取り付ける ①二人で声を掛け合い取り付け ②照明器具の向きを確認し、はめ込みボルトで留め取り付ける ③照明器具の向きを見て取り付ける	蛍光灯を取り付ける際は、管をそろえて取り付け、管とさなないように慎重に取り扱い、管をそろえて取り付け。				管を	そろえて		取り付け
16 化粧カバーを取り付ける ①化粧カバーを取り付ける ②化粧カバーの向きを確認し、整然と取り付ける	足場の中心で、足元を良く確認し作業する。		足場の中心	足元を		長く確認し		作業する
17 取り付け確認・締め具合の点検をする ①ボルトナットの締め具合をチェックして取り付け確認・締め具合を ②点検する ③点検と関係、すき間等を見つけて四面通り正しく取り付け	安全帯を使用する。				安全帯を			使用する
		記述数 記述率	1/14 7%	3/14 21%	0/14 0%	12/14 86%	0/14 0%	12/14 86%

そこで、明らかになった問題点を考慮し、作業者にとって分かりやすい新たな作業手順マニュアルを作成した。具体的には、①作業手順に危険防止対策を含めて記載すること、②When/Where/WhatとHowを関連させ、注意すべきポイントやタイミングを明確にすること、③自分以外のもの・ヒトが安全に影響する場合は図を示すこと、④禁止行為と禁止理由を記載することの4つの観点から従来の作業手順マニュアルを改善した。考案した作業手順マニュアルを表2に示す。

また、改善した作業手順マニュアルについても5W1Hの観点から分析を行った結果を表3に示す。各作業手順の記述率(記述数)は、Whenが10%(3行/29行)、Whereが17%(5行/29行)、Whoが0%(0行/29行)、Whatが100%(29行/29行)、Whyが0%(0行/29行)、Howが52%(15行/29行)となり、従来の作業手順マニュアルと比較して3-11%程度記述率が改善された。また、自分以外のものやヒトが安全に影響する場合は図が挿入され、補足情

報が提示されるようになった。How の記述率が減少した要因として、表現を具体的にすることで What の記述率が増加したことが挙げられる。

さらに、考案した作業手順マニュアルをもとに、作業員目線カメラと定点カメラで撮影した動画を用いて作業手順マニュアルを作成した。動画の作業手順マニュアルの一例を図1に示す。動画の作業手順マニュアルでは、考案した作業手順マニュアルと同等の情報を適切な場面で文字テロップが表示されるように作成している。

表2 考案した作業手順マニュアル

作業手順	禁止行為	禁止理由
1 脚立を運搬する		
2 脚立を設置する (設置順序は別に定める)		凹凸場所への設置 足場が傾き転落するため
3 脚立に足場板を載せる	二点支持での使用	重量で足場板が折れ墜落するため
4 天井に墨出しをする		
5 天井に開口する		
6 照明器具の運搬をする		
7 支持材を取り付け補強する		
8 照明器具を取り付ける		
9 ケーブルを結線する		
10 蛍光灯を取り付ける		
11 化粧カバーを取り付ける		
12 取り付け確認・締め具合の点検をする		



表3 考案した作業手順マニュアルに対する 5W1H 分析表

作業手順	When いつ	Where どこで	Who だれが	What 何を	Why なぜ	How どのように	Do する
1 脚立を運搬する	①脚立を1脚ずつ、重心を担いで運搬する。 ②コーナー、扉では壁との距離や出てくる人に注意する。(図1)			脚立を 重心を 壁との距離や出てくる人に		1脚ずつ 担いで	運搬する 注意する 確認する
2 脚立を設置する (設置順序は別に定める)	①床の凹凸を確認する。 ②凹んでいるところの高さを調節し、床の水平を保つ。 ③脚を等間隔に並べる。			床の凹凸を 凹んでいるところの高さを 床の水平を		等間隔に 並べる	確認する 載せる 結束する
3 脚立に足場板を載せる	①足場板は20cm以上重ねて脚立に三点支持で載せる。 ②脚立と足場板をゴムバンド等で結束する。			足場板は 脚立と足場板を		20cm以上重ねて 三点支持で ゴムバンド等で	確認する
4 天井に墨出しをする	①足場板の中央で足元を確認する。 ②レーザー光線に合わせて天井に墨出しをする。	足場板の中央で		足元を 天井に		レーザー光線に合わせて	墨出しをする
5 天井に開口する	①保護メガネ、防塵マスク、革手袋を着用する。 ②足場板の中央で足元を確認する。 ③墨に合わせて天井を開口する。 ④IGSをディスクサンダーで切断する。	足場板の中央で		保護メガネ、防塵マスク、革手袋を 足元を 天井を IGSを		着用する 確認する 墨に合わせて ディスクサンダーで	確認する 開口する 切断する
6 照明器具の運搬をする	①照明器具を台車等にのせる。 ②台車の運搬時は段差やコーナーから出てくる人を確認する。(図1) ③方向転換のときは、早めに台車の舵を切る。(図2)		台車の運搬時は 方向転換のとき	段差やコーナーから出てくる人 台車の舵を		のせる 確認する 早めに 切る	確認する
7 支持材を取り付け補強する	①皮手袋をつける。 ②天井下地金物の角に注意して支持材を取り付ける。			皮手袋を 支持材を		つける 天井下地金物に注意して	取り付ける
8 照明器具を取り付ける	①足場板の中央で足元を確認する。 ②2人で声を掛け合いながら照明器具を受け渡す。 ③照明器具の向きを確認する。 ④照明器具を落とさないように注意し、はめ込みボルトで留める。	足場板の中央で		足元を 照明器具を 照明器具の向きを		2人で声を掛け合いながら 確認する 確認する 落とさないように 注意し はめ込みボルトで 留める	確認する 受け渡す 確認する 注意する 留める
9 ケーブルを結線する	①電線の皮をむくときはカッターで手を切らないよう注意する。	電線の皮をむくとき		手を		カッターで切らないよう 注意する	注意する
10 蛍光灯を取り付ける	①蛍光灯を落とさないように注意し、向きをそろえて取り付ける。			蛍光灯を		落とさないように 向きをそろえて	注意し 取り付ける
11 化粧カバーを取り付ける	①足場板の中央で足元を確認する。 ②化粧カバーを向きをそろえて取り付ける。 ③安全帯を装着する。	足場板の中央で		足元を 化粧カバーを 向きをそろえて		確認する 取り付ける	確認する 取り付ける
12 取り付け確認・締め具合の点検をする	①ボルトナットの締め具合を点検する。 ②通りと間隔、すき間等を目視し、図面通り取り付ける。			ボルトナットの締め具合を 通りと間隔、すき間等を		点検する 目視し 取り付ける	点検する 目視し 取り付ける
		記述数 3/24 10%	5/24 17%	0/24 0%	20/24 100%	0/24 0%	15/24 62%



図1 考案した動画による作業手順マニュアル（一部抜粋）

2) 考案した作業手順マニュアルの有効性の検証

建設現場をモデル化した課題作業の作業手順マニュアルをもとに、作業手順を安全確認のための行動と課題作業のための行動に分類し、作業遵守率を評価した。使用した作業手順マニュアルと作業遵守率の関係を図2に示す。図2より、作業遵守率は改善前の紙の作業手順マニュアル(改善前_紙)、改善後の紙の作業手順マニュアル(改善後_紙)、改善後の動画の作業手順マニュアル(改善後_動画)の順に高くなることが明らかになった。次に、使用した作業手順マニュアルと平均作業時間及び作業手順マニュアルの平均確認時間の関係を図3に示す。図3より、平均作業時間は作業手順マニュアル間で同程度となることが確認できた。一方で、作業手順マニュアルの平均確認時間は改善前_紙、改善後_紙、改善後_動画の順に長くなることが明らかになった。

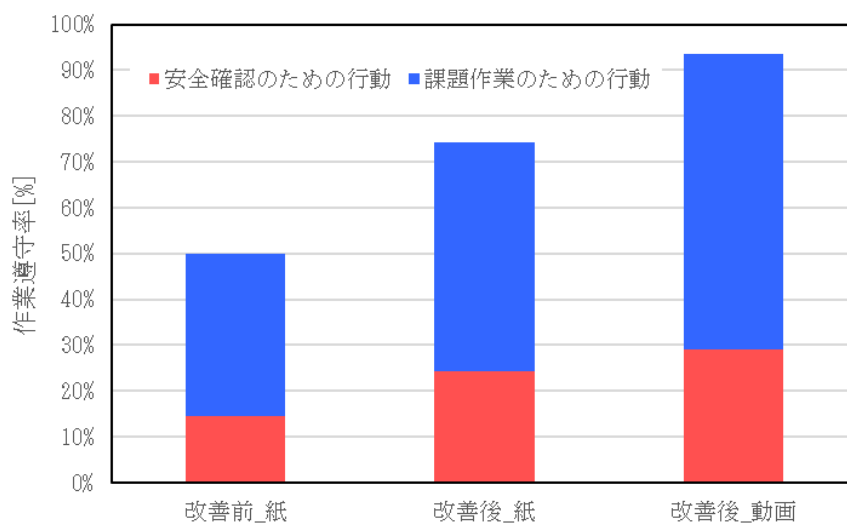


図2 作業手順マニュアルと作業遵守率の関係

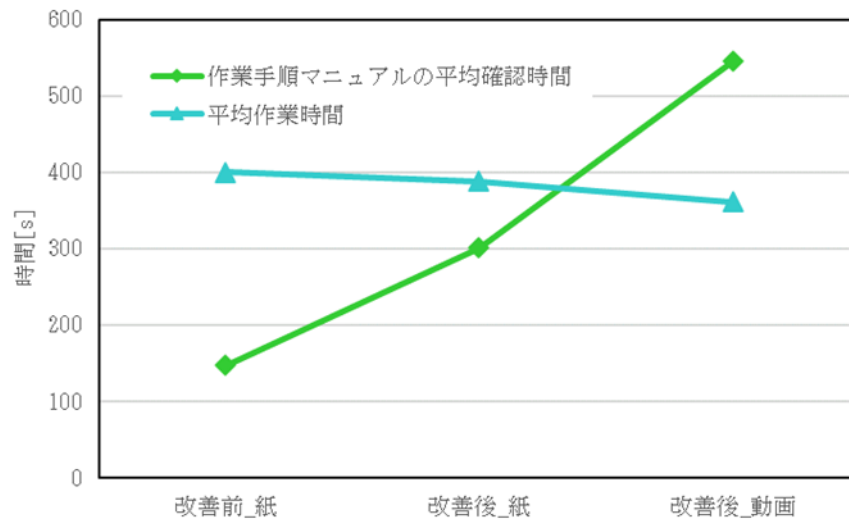


図3 作業手順マニュアルと平均作業時間，作業手順マニュアルの平均確認時間の関係

また，作業手順のエラーについて Swain & Guttman(1983)のヒューマンエラーの形態による分類[6][7]の中で，Omission error(やりとばし，やり忘れ)と Sequential error(順序間違い)が認められた．使用した作業手順マニュアルとエラーの分類の関係を図4示す．図4より，改善後_紙では課題作業のための行動におけるエラーと安全確認のための行動における Omission error の減少，改善後動画ではすべての分類に対しエラー数の割合の減少が認められた．

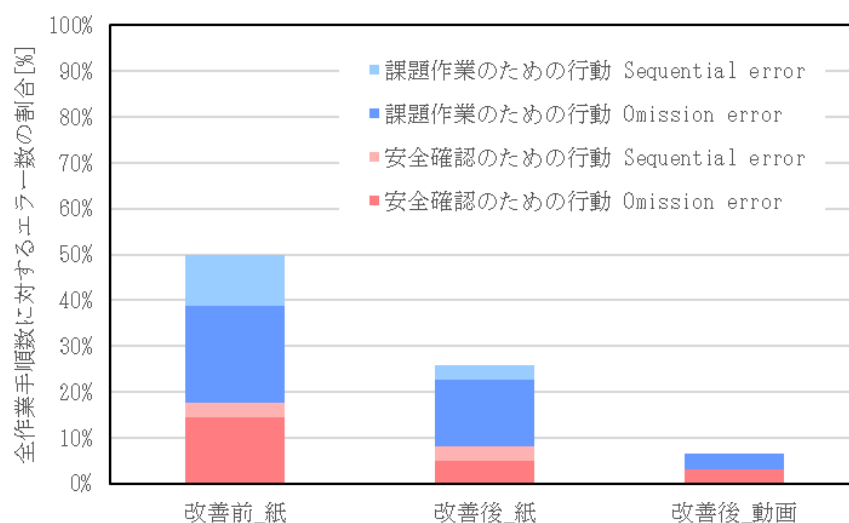


図4 作業手順マニュアルとエラーの分類の関係

D. 考察

実験結果より、改善後_紙や改善後_動画を用いることで作業手順マニュアルの確認時間は長くなるものの作業遵守率が高くなる効果が示された。このことより、改善後の作業手順マニュアルを用いることで安全に作業ができるようになる可能性があると考えられる。作業手順マニュアルの確認時間については、改善前_紙と比べて、改善後_紙では約 2.0 倍、改善後_動画では約 3.7 倍の時間がかかっている。これは、改善前_紙に比べて改善後_紙では文字数が増えていること、改善後_動画では動画の時間が 5 分程度あることが影響していると考えられる。

次に、作業手順のエラーに着目し、Omission error と Sequential error を比較すると、Omission error の方がより重大なエラーであると考えられる。実験結果より、エラー数の減少が認められたが、改善後の 2 種類の作業手順マニュアルにおいても Omission error が発生した。したがって、Omission error を減少させるように作業手順マニュアルを改善する余地があると考えられる。

図 5 に被験者別のエラー分類と作業時間、作業手順マニュアルの確認時間を示す。改善後_紙では被験者による大きな違いが認められる。これは、被験者の特性が作業時間と確認時間に影響を及ぼすことが考えられ、この点についても被験者数を増やしてさらなる検討が必要であると考えられる。

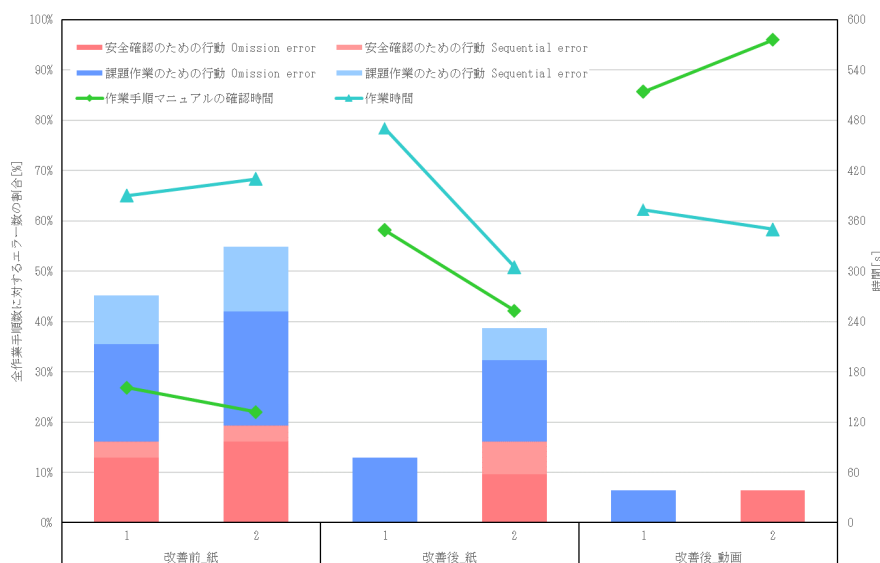


図 5 被験者別の作業エラー分類と作業時間、作業手順マニュアルの確認時間

E. 結論

本研究では、建設現場における作業手順マニュアルに着目し、作業遵守率向上の観点から作業手順マニュアルの改善と効果的な提示方法の検討を行った。また、作成した作業手順マニュアルの有効性を確認する実験を実施した。作業手順マニュアルが作業遵守率に与える影響については、改善前_紙、改善後_紙、改善後_動画の順に作業遵守率が高くなることがわかった。また、改善後の作業手順マニュアルの確認時間は長くなるが、作業時間はどの作業手順マニュアルでも同程度となることがわかった。これにより、改善後の作業手順マニュアルを用いることで安全に作業ができるようになる可能性が示された。

今後は、考案した作業手順マニュアルの有効性をさらに検証し、実験結果を踏まえた作業手順マニュアルの改善や実際の建設現場への適用を検討していく予定である。また、来年度も引き続き、建設現場への IE (Industrial Engineering) の適用可能性について検討を進める予定である。

文献

- [1] 厚生労働省, 労働災発生状況(令和 2 年労働災害発生状況), 2021.
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/rousai-hassei/> (参照 2022 年 5 月 10 日)
- [2] 三浦崇, 高橋明子: 労働災害発生率と年齢との関係, 労働安全衛生研究, Vol. 10, No. 1, pp.33-43, 2017.
- [3] Roger Haslam, Sophie Hide, Alistair Gibb, Diane Gygi, Trevor C. Pavitt, Sarah Atkinson, Roy Duff: Contributing factors in construction accidents, Applied Ergonomics, Vol. 36, No. 4, pp.401-415, 2005.
- [4] Susanne Bahn: Workplace hazard identification and management: The case of an underground mining operation, Safety Science Vol. 57, pp.129-137, 2013.
- [5] 西野真菜, 中嶋良介, 高橋明子, 菅間敦: 建設現場を対象とした新人作業者に優しい安全作業手順書の検討, 日本設備管理学会 2020 年度秋季研究発表大会論文集, pp. 143-144, オンライン開催, 2020.11.
- [6] A. D. Swain, H. E. Guttman: Handbook of Human-Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications. Final Report, United States, 1983, <https://doi.org/10.2172/5752058> (参照 2021 年 2 月 3 日)

- [7] 小松原明哲: 安全工学人間工学の理論と技術 ヒューマンエラーの防止と現場力の向上, 丸善出版, 2016

F. 健康危険情報

(分担研究報告書には記入せずに, 総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1) 論文発表

なし

2) 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

今年度は以下の2件の国際会議発表を通じて研究成果を発表した。

- [1] Mana Nishino, Ryosuke Nakajima, Akiko Takahashi, Atsushi Sugama, Kazuki Hiranai: A Proposal for Work Procedure Manuals to Improve Work Compliance Rates in Construction Sites, The 23rd Korea-Japan Joint Symposium of Human Factors and Ergonomics, Tokyo (online), Japan, 2021.12.

Proceedings は人間工学 57 巻 Supplement 2 号に掲載予定で現在印刷中。

- [2] Mana Nishino, Ryosuke Nakajima, Akiko Takahashi, Atsushi Sugama: A Fundamental Study on Easy-To-Understand Work Procedure Manuals for Safety Work in Construction Sites, Proceedings of 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications, pp. 79-83, Japan, 2021.4.

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む.)

なし

1) 特許取得

なし

2) 実用新案登録

なし

3) その他