タブレット端末を用いた建設作業向け安全教材の教育効果

－年齢による比較－

○高橋明子, 高木元也 (独立行政法人労働安全衛生総合研究所),
三品誠 (有限会社サイビジョン), 島崎敢, 石田敏郎 (早稲田大学)

Effectiveness of a tablet-PC-based safety-training tool for construction workers

- Age-related comparison

Akiko TAKAHASHI, Motoya TAKAGI (National Institute of Occupational Safety and Health, Japan),
Makoto MISHINA (Cyvision, Ltd), Kan SHIMAZAKI, Toshiro ISHIDA (Waseda University)

1. はじめに

低層住宅建築工事現場は一人作業の場合があり、作業開始前の危険予知活動が実施されづらい。また、現場が各地に点在するため、安全管理担当者が危険予知活動の実施状況を把握しづらい。そのため、作業者が一人でも実施でき、遠隔から実施状況を把握できる安全教材が望まれている。

本研究では、低層住宅建築工事現場を対象に、タブレット端末を用いた建設作業向けの安全教材を開発し、その教育訓練効果について実証的に検討することを目的とした。ここで、作業者の年齢、実務経験年数は様々であり、すべての作業者に一律の安全教材を実施してよいかという問題がある。本研究では作業者の年齢に着目し、安全教材の教育訓練効果について年齢間の比較を行った。

2. 方法

2-1. 安全教材の作成

安全教材はタブレット端末 (iPad, Apple製 MD328J/A) の画面上に作業場面を4画像同時に提示し、そのうち1画像のみ危険要因を含めた。実験参加者にこの危険要因を含む画像を選択させた後、正誤と解説を示した (図1)。これを反復することにより危険要因を覚えさせた。

安全教材の題材は、低層住宅建築工事現場において労働災害が頻発する外部足場上での作業、脚立の作業、電動丸ノコの作業、自動釘打ち機の作業¹⁾を選定した。これらについて、14社のハウスメーカーの労務安全担当者の意見を聴取し、各作業8項目の危険要因を選定した (表1)。

画像は2箇所の現場で撮影した。ハウスメーカーの労務安全担当者14名により、脚立の作業の「両手に物を持って脚立に上がろうとしている」の画像が不適切と判断されたため、除外した。

図1 安全教材のイメージ

表1 選定した危険要因

作業	危険要因
外部足場上	1 躯体と足場が離れている所で安全帯を使用していない
	2 手すりが外され、放置されている
	3 作業中、作業床が外されている箇所がある
	4 昇降設備以外で上下作業間を移動する
	5 足場上に部材が放置されている
	6 手すりに足を掛けて作業をしている
	7 段差付近でストッパーをはずしに作業をしている
	8 足元近くに安全帯を掛けて作業をしている
脚立の作業	1 脚立に変形がある
	2 開き止めを使用していない
	3 両手に物を持って脚立に上がっている
	4 天板に乗って作業をしている
	5 無理な姿勢で作業をしている
	6 物が散らかっているところで脚立の作業をしている
	7 段差のある場所で脚立の作業をしている
	8 脚立を背にして降りている
電動丸ノコの作業	1 電源コンセントに差したまま作業前点検をしている
	2 安全カバーを固定して丸のこを使用している
	3 首からタオルを垂らして丸のこを使用している
	4 軍手を着用し丸のこを使用している
	5 部材を手に持って丸のこを使用している
	6 作業台が散らかっている状態で作業をしている
	7 身体の位置を歯のラインからかわしていない
	8 作業終了後、電源コンセントを抜かず放置している
自動釘打ち機の作業	1 エアホースを差したまま作業前点検をしている
	2 エアホースを差したまま釘を装填している
	3 保護メガネを着用していない
	4 エアホースを差したまま部屋を移動している
	5 釘打ち終了後、指を掛けたままにしている
	6 打つ向こう側に人がいる
	7 射出口を人に向けている
	8 作業終了後、エアホースを差したまま放置している

1作業につき8場面 (脚立の作業は7場面) 提示し、これを1セットとした。危険要因を覚えさせるため、このセット (教育訓練用セット) を3回繰り返した。4セット目は危険要因を覚えたかど

うかを検討するため、同じ危険要因を含む異なる画像8場面（教育訓練効果検証用セット）を提示した。すべての正誤と反応時間を記録した。また、4作業の提示順序、8場面の提示順序、4枚の画像の提示位置はランダムとした。

本研究では教育内容を理解したかということを指標とし、各作業の1回目と4回目の正答率が上昇したか、危険要因を認知するまでの判断時間が短縮したかについて検討を行った。

2-2. 実験

実験参加者は男性の建設作業員70名で、年齢により3群（若年層17名：平均29.8歳，SD4.0歳，中年層36名：平均41.6歳，SD4.2歳，高年齢層17名：平均60.9，SD5.9歳）に分けた。

実験はまず実験内容を説明し、参加の同意を得た。次に、単純反応時間を測定した後、安全教材による教育訓練を実施した。実験には40分～1時間を要した。

3. 結果と考察

3-1. 教育内容の理解についての教育訓練効果

正答率について、作業ごとに年齢（若年層，中年層，高年齢層）と回数（1回目，4回目）による比較を行った（図2）。その結果、正答率の有意な上昇は、外部足場上での作業と自動釘打ち機の作業ではすべての年齢層で、脚立の作業では高年齢層で、電動丸ノコの作業では若年層と中年層で認められた。また、4枚の画像が提示されてから実験参加者が画面をタッチするまでの時間から、単純反応時間の平均値を減じた値を判断時間とし、正答率と同様に、年齢と回数による比較を行った。その結果、判断時間の短縮は、すべての年齢層、すべての作業において認められた（すべて $p<0.001$ ）。このことから、安全教材を繰り返し実施することにより、異なる画像を見ても危険要因

を正確に、早く認知できるようになり、教育訓練効果が確認できたと言える。なお、脚立の作業において、若年層と中年層の正答率の有意な上昇がなかったのは、若年層と中年層が1回目から正答率が1に近く、天井効果によるものだと考えられる。また、電動丸ノコの作業は高年齢層の正答率の有意な上昇が見られなかったことから、他の年齢層と同じ3回の反復では教育訓練が不十分なことが示唆された。

3-2. 教育訓練効果の年齢間の比較

1回目の正答率は、すべての作業において高年齢層が他の年齢層よりも低い傾向があった。これは、高年齢層がタブレット端末の操作形式に不慣れであったことが影響した可能性もある。しかし、高年齢層の危険要因を認知する能力が低い可能性もある。

正答率の上昇について、高年齢層は脚立の作業以外の3作業で、他の年齢層ほどの上昇は認められなかった。これも先述と同様に、高年齢層にとっては3回の反復では他の年齢層と同程度の教育訓練効果が得られないことを示唆しており、反復回数を増やすことにより効果の向上が期待できる。しかし、実験において、同じセットを複数回反復することへの抵抗感を示す実験参加者もいたため、回数を増やすだけでなく、問題部分の画像をシンプルにして難易度を下げるなどの他の方策も検討する必要がある。

他方、安全教材の現場での運用を考慮すると、安全教材の改良に加え、良い成績だったら報酬を与えるなど、教育訓練のモチベーションを上げてその効果を向上させる方策も考える必要がある。

参考文献

- 1) 社団法人住宅生産団体連合会，独立行政法人労働安全衛生総合研究所：ヒューマンエラー防止対策ガイドブック低層住宅建築工事，2010

図2 正答率の比較

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$