

3D-VR 可視化を可能にした法面作業の 安全教育について

菊地 薫¹・柳本 暁²

¹ライト工業株式会社 西日本支社 技術一部 (〒564-0063大阪府吹田市江坂町1-16-8)

²ライト工業株式会社 西日本支社 施工技術一部 (〒564-0063大阪府吹田市江坂町1-16-8)

安全教育VRは3Dのバーチャルリアリティ（仮想現実）を活用し、現場に潜む危険ポイントを探し出す新感覚の安全教育ソフトである。CGで再現されたバーチャルな現場に入りこむことで、実際の作業現場にいるかのような体験が可能となる。弊社では法面作業用の安全教育VRを開発し、コンテンツ中の事故の疑似体験やクイズ形式の気づき教育の繰り返し等により、基本的な関連法規や作業現場のルール周知徹底を図り災害防止活動の推進に役立てている。

キーワード 3D-VR, 安全教育, 疑似体験, バーチャル現場

1. はじめに

近年の当社における労働災害について検証を行った結果、比較的経験年数の浅い作業員や外国人の研修生、高齢作業員の災害が多発しており、建設現場におけるヒューマンエラーによる類似労働災害の撲滅が急務であることが分かった。

特に高所や急傾斜地において、作業員が命綱を使って作業を行う法面作業は、墜落・転落のリスクが高い危険な作業であり、一つのヒューマンエラーが大きな事故につながるリスクを有する。

ヒューマンエラーによる労働災害には危険軽視や近道・省略行動、無知・未経験・不慣れなど様々な原因がある。これらに対する安全教育は紙のテキストとDVDなど映像で実施する座学の場合や、現場の朝礼において安全意識を高める周知が一般的である。しかし話し言葉で伝えることは、教える側の主観による偏った教育になりやすく、また記憶に残りにくく相手に伝わりにくい。学習する側は労働災害の事例を知ったとしても他人事のような感覚で終わってしまう可能性が高い。

近年、建設業では安全教育にVRが導入されるようになったが、当社の主要工事である法面用、地盤改良用の「安全教育VR」はまだない。このような状況から作業の安全性を高める手段として座学の場合に加え、現実に近い場面を3D-VRで体験する法面作業に特化した安全教育コンテンツ「安全教育VR」の開発・製作を進め現場に導入した。本稿ではこの「安全教育VR」の概要について述べる。

2. 教育分野にVRを取り入れる一般的なメリット

VRでは頭部にヘッドマウントディスプレイを装着し、視界全体に広がり360度存在する3D映像により、体験者自らが「見渡す」という能動的なアクションを起こすことが可能である。座学や2D映像での受動的な学習より「記憶に残りやすい」「複雑な内容も理解しやすい」というメリットが提唱されている。¹⁾

安全教育のコンテンツを高精細なCGで作成、そしてインタラクティブな表現が可能である「リアルタイムCG」で作成することで、より能動的なアクションが必要とされ教育内容を深く記憶に定着させることが可能である。

加えてヘッドマウントディスプレイで両目を、またヘッドフォンで耳を覆うことで、周囲の情報から遮断され、集中力の維持にも効果が発揮される（写真2-1）。



写真2-1 ヘッドマウントディスプレイ装着

3. 「安全教育VR・法面篇」コンテンツ内容

座学による安全教育は、受動的に内容を見聞きするため学習者の興味や関心が低い場合は、教育により得られる効果が低い。安全教育VRではより高い学習効果を得られるよう、視覚効果に合わせ自発的な学習を促すクイズゲーム形式を採用している。

クイズ形式用の設問は多数用意されて、問題がランダムに出題されるため、マンネリ化せず繰り返し学習に役立つ。また何度も繰り返して教育を受けても新しい発見が可能となる。

体験者の属性（年齢・性別・国籍等）を入力する画面を作成し、属性による解答傾向などを分析できるようにし、将来の安全教育にフィードバックすることができる。

(1) VR現場から危険ポイントを探し出す新感覚ソフト

CGで再現されたVR作業現場に入り込むことで、現地にいるかのような体験が可能である。

体験コースは4つあり、①始業前準備コース、②始業前点検コース、③法面作業コース、④高所足場作業コースとなる。それぞれのコースでは作業現場に潜む危険ポイントを探し出すモードと、作業員の間違った発言を探し出す〇×クイズ形式の安全学習が可能なおソフトがある（写真3-1）。

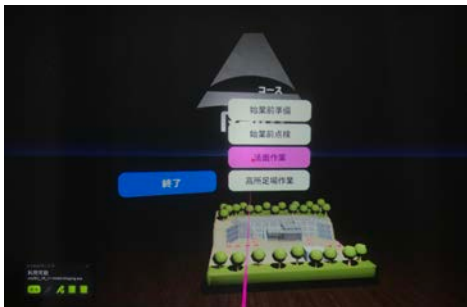


写真3-1 体験コース選択画面

a) 作業現場に潜む5か所の危険ポイントを探し出す「現場篇」

目の前の現場作業状況や作業員の装備や行動を観察し、危険と思われる箇所を探し出しコントローラーで5か所を選択する（写真3-2）。VR内では体験者自身が動き回ることが可能で、その場から移動しポイントに近づくことで状況を確認したり、前後左右を見渡すことで不安全行動（状況）である正解を発見することが可能である。

問題は詳細に作られており、目の前の作業員の首にタオルがかけられていたり、火花の出る作業のそばに灯油缶が置いてあったり（写真3-4）、仮設足場の足場板に割れ目があるなど、近づいて確認しないと誤りに気付かないことがある。正解以外にダミーポイントが設定されているので注意して観察する必要がある。解答後は正解の箇所に対して音声と文字で解説を行う（写真3-3）。



写真3-2 「現場篇」解答選択画面



写真3-3 「現場篇」解説画面



写真3-4 「現場篇」不安全作業画面

b) 作業員の発言から3つの間違った発言を探し出す「発言篇」

目の前にいる作業員の6つの発言の中から危険と思われる発言や間違っている発言を3つ選択する（写真3-5）。

問題は熱中症対策や高所作業について、足場の組み立て作業ルール等関連法規や規則に則った内容となっている。解答後、正解に対して解説があり、法令で定められている規則や社内ルールを詳しく学習することが可能である（写真3-6）。



写真3-5 「発言篇」解答画面



写真3-6 「発言篇」解答画面



写真3-9 基本情報入力画面

c) リスクなく教育が受けられる「事故シーン体験」

体験学習が終了すると、それぞれのコースで、危険な現場にて起こり得る事故や不安全行動の結果として起きる事故を間近で疑似体験できる（写真3-7、写真3-8）。事故シーンは3パターンあり、目の前で起こる臨場感ある体験は特に記憶に残りやすく悲惨な事故を未然に防ぐ効果が期待される。



写真3-7 事故シーン体験コース選択画面



写真3-8 法面作業の事故シーン画面

(2) 体験者の解答傾向を分析することが可能

体験の初めに基本情報を入力することにより体験時の出題や解答状況のログがパソコンに残されるため容易にデータを解析することができる（写真3-9、図5-1、図5-2）。基本情報は年代、出身（国）、所属（社内・協力業者・ゲスト）、経験年数を選択する。

現場で起こり得る事故と体験者の理解度の比較検証を行うことにより、ヒューマンエラーが発生しやすい状況の確認、原因の特定、再発防止策の具体的な改善につながる。また、ソフトの設定を充実させコンテンツとしての品質を高めることが可能である。

4 VRを活用した安全教育の事例

実際の工事現場においてVRを活用した安全教育を実施した事例について紹介する。

安全教育VRは現場で毎朝行われるKY活動や日常の安全行動についての内容であるが、参加者がこのVRを体験し、記憶に残りやすい気づき教育や繰り返し教育の効果について体験してもらう。

事例1は斜面勾配45°を超える急傾斜地で施工箇所付近に送電線の鉄塔が存在していた。急傾斜地でのロープ作業は安全確保が重要であり、ロープ作業の教育が必要であった。事例2は災害に強い道路、交通混雑の緩和を目的とした道路を新たに作るため、切土により生じた斜面の補強対策を施工する現場である。土足場施工現場で足元が大変危険であり、不安全行動から労働災害が起こりやすいため始業前準備や始業前点検等の教育が必要と考えられた。

(1) 事例1

ICT・省人化機械とVRを活用した安全教育（渦ヶ森地区）（写真4-1）

開催日時：令和元年11月8日14：00～17：00

参加者：発注者・施工業者他

工事名：渦ヶ森地区1工区斜面对策工事

施工場所：兵庫県神戸市東灘区渦森台3丁目地先

発注者：近畿地方整備局六甲砂防事務所

工期：平成31年3月～令和2年3月



写真4-1 安全教育VR体験状況

(2) 事例2

ICT・省人化機械とVRを活用した安全教育（西舞鶴今田北地区）（写真4-2）

開催日時：令和元年11月22日14：00～17：00
 参加者：発注者・施工業者・コンサル関係者他
 工事名：西舞鶴道路今田北地区改良工事
 施工場所：京都府舞鶴市今田地先
 発注者：近畿地方整備局福知山河川国道事務所
 工期：平成31年2月～令和2年3月



写真4-2 安全教育VR体験状況

安全教育を実施後、体験者より「座学よりもわかりやすい」、「ヘッドマウントディスプレイを装着することで集中できる」、「ゲーム感覚で学習でき、繰り返し体験しても新たな設問を学習でき楽しく学ぶことができた」などの意見があった。安全教育VRを体験している人だけではなく、学習中の内容をディスプレイに映すことで非体験者が同時に経験でき、指摘しあうことで安全に対する意識が高めることが可能と考える（写真4-3）。



写真4-3 非体験者の学習状況

5. 今後の課題

今後の課題としてマンネリ化を防ぐために設問数を増加させたり、全国で安全教育VRを体験したデータを基に、間違いが多い解答を分析・比較検討し設問を充実させる。また改正される法令にも迅速に対応し、分かりにくく難しい法令を理解しやすいコンテンツに仕上げたいと考えている。

安全教育学習でVRを活用することにより、作業員一人ひとりがヒューマンエラーに気づき、危険の多い作業現場での労働災害を少なくする効果が期待される。体験者には今後も安全教育VRで繰り返し教育を受けてもらい、更なる安全意識向上につながる手法としたい。

日付	開始時刻	終了時刻	取付った設問	正答率	所属	実務経験	正答数(設問中)	正答率(設問中)
2019/3/22	22:00:00	22:04:00	005:00～09:00	100%	日本	中小-工業社員	4	2.5%
2019/3/22	22:09:00	22:04:00	005:00～09:00	100%	日本	中小-工業社員	4	2.5%
2019/3/24	14:11:00	14:14:00	010:00～09:00	100%	日本	中小-工業社員	4	3.1%
2019/3/24	15:58:00	15:58:00	005:00～09:00	100%	日本	中小-工業社員	3	1.5%
2019/3/24	15:58:00	15:58:00	005:00～09:00	100%	日本	協力企業	4	2.5%
2019/3/25	16:04:00	16:01:00	010:00～09:00	100%	日本	中小-工業社員	4	2.5%
2019/4/18	10:35:00	10:59:00	005:00 503～	100%	日本	学生	5	2.5%
2019/4/20	10:12:00	11:19:00	1:07:00 503～	100%	日本	中小-工業社員	5	3.1%

図5-1 出力結果（例）



図5-2 分析結果（例）

6. まとめ

3D-VRで可視化した法面作業の安全教育VRについてメリット及びコンテンツの内容、安全教育体験の事例を紹介した。

現在公開できるコンテンツは法面工事現場を対象とする内容であるが、当社の主力工事である都市土木工事現場等についても順次製作を進めている。3D-VRの特徴を最大限に活用し、社員・協力業者の危険感受性向上及び、コンテンツ内における事故の疑似体験・気づき教育の繰り返し等により、基本的な法規や作業現場ルールの周知徹底を図り災害防止活動の推進に役立てたい。

謝辞：本稿に際して、国土交通省 近畿地方整備局六甲砂防事務所及び福知山河川国道事務所、またその他関係各位には多大なご指導をいただき、ここに記して謝辞を申し上げます。

参考文献

- 1) 瀬戸崎典夫ら：VR教材の効果的な活用場面に関する調査，日本化学教育学会年会論文集，vol33，2009