

# インフラメンテナンスにおける 安全教育 VR の導入効果

西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社 事業推進本部 安全品質部 安全品質課

おかだ たくや  
課長代理 岡田 卓也

## 1. はじめに

建設現場における新規入場者や若年者は、事故やヒヤリハットに遭うことが多く、安全意識の向上につながる現場に即した効果的な安全教育の重要性が高まっている。

現状の安全教育では、座学を中心として知識の習得を行っているが、受講者からは教育内容がマンネリ化し、記憶に残りにくいという意見が多く、効果的な安全教育の実施が課題となっている。

こうした状況を踏まえ、現場に存在する事故の危険を疑似体感することにより、危険に対する感受性を高められることに着目した。

西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社では、このような課題解決のため、eQ 危険体感 VR（以下、「VR」という）を開発した。

本稿は、開発した VR に対して、安全教育の定量的な導入効果を検証報告するものである。検証にあたっては、一般の人を対象とした各企業先や展示会に参加した 391 人のアンケート調査<sup>1)</sup>（以下、「事前調査」という）の結果を踏まえ、インフラメンテナンスの点検作業に携わる技術者のアンケート調査（以下、「本調査」という）を行った。

## 2. 概要

「危険感受性」<sup>2)</sup>とは、「何が危険か、どうなるか危険な状態になるのかを直観的に把握し、危害の程度・発生確率を敏感に感じ取る能力」と定義されている。

インフラメンテナンスにおける橋梁点検車からの墜落 VR を例に、概要を次に説明する。

VR の内容は、墜落制止用器具を装着しているが、フックの未使用により墜落する事故の疑似体感である。この VR の目的は、体験者が、「フックの未使用の省略行為によって、事故につながった」という危険を認識し、危険感受性を高めることにある。

VR の教育時間は「4～5分未満」とした。これは、「1～2分未満」の疑似体感による事前調査の結果から、体感した際の感じ方を示したものである。

これによると、VR 教育時間では、「1～2分未満」と「2～3分未満」を合わせると、10代で 60.0%であり、年代とともに低下し 60代以上で 44.4%であった（図-1）。

年代別の体感時間を見ると、「ちょうどよい」は、10代が 100%であり、年齢とともに低下し 60代以上で 43.3%であった。「やや短い」と「短

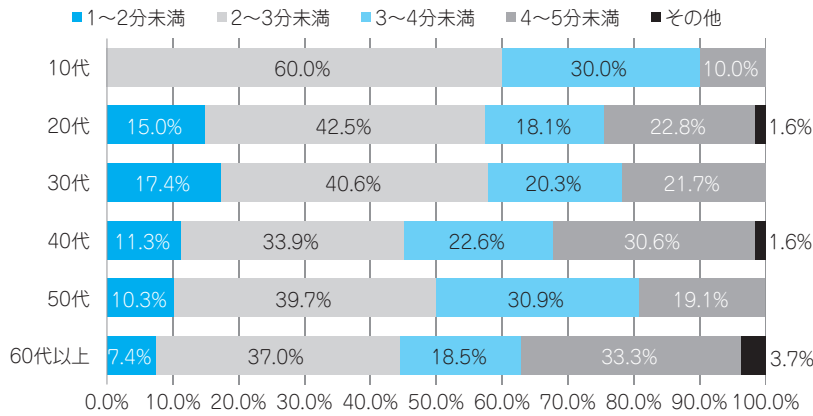


図-1 VR教育時間

い」は合わせて、10代が0%、60代以上では56.7%と年代が上がるごとに多くなっている(図-2)。

これらのことから、年代が高くなると危険に対する知識や経験が豊富なため、体感時間が短く感じる傾向が表れたと考えられる。

本調査では、体験者が危険な状況から事故に至るまでの流れをVRが十分描写できているか評価する。墜落コンテンツは、高所作業時のフック使用の有無によるそれぞれのシチュエーションを疑似体感する内容としている。

主な構成機器は、VRヘッドマウントディスプレイ(5K映像, 90fps, 210度の視野角)、ネックスピーカー、コントローラー、歩行型デバイス(転倒防止)である(図-3)。

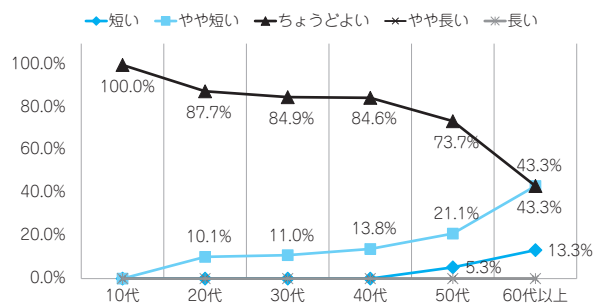


図-2 年代別の体感時間

### 3. 本調査

#### (1) 対象者

インフラメンテナンスの点検作業に携わる土木技術者34人を対象に、墜落VRを体験してもらった。対象者の年齢は、22歳から29歳まで(平均24.4歳, 標準偏差2.2歳)であった。

#### (2) 回答率

回答率は、100%(34人)

#### (3) 調査時期

令和4年6月13日(月), 17日(金)

#### (4) 質問項目

アンケートの質問項目は、「総合評価, 臨場



図-3 主な構成機器

感, リアル感, 体感時間, VR教育時間」で、特性を把握するために5段階評価とした(表-1)。

具体的には、①総合評価は危険感受性が高められる内容であるか、②臨場感はあたかも自分がその場にいるような感覚があるか、③リアル感はコンテンツが現実に近い感覚であるか、④体感時間は危険な体感をしてもらう時間の長さ、⑤VR教育時間はVRを体感した「4~5分未満」を基準に安全教育のツールとしての適する時間、を問う

表-1 アンケート質問項目

①	総合評価	<input type="checkbox"/> 大変満足	<input type="checkbox"/> 満足	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不満	<input type="checkbox"/> 大変不満
②	臨場感	<input type="checkbox"/> 大変満足	<input type="checkbox"/> 満足	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不満	<input type="checkbox"/> 大変不満
③	リアル感	<input type="checkbox"/> 大変満足	<input type="checkbox"/> 満足	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不満	<input type="checkbox"/> 大変不満
④	体感時間	<input type="checkbox"/> 短い	<input type="checkbox"/> やや短い	<input type="checkbox"/> ちょうどよい	<input type="checkbox"/> やや長い	<input type="checkbox"/> 長い
⑤	VR教育時間	<input type="checkbox"/> 1~2分未満	<input type="checkbox"/> 2~3分未満	<input type="checkbox"/> 3~4分未満	<input type="checkbox"/> 4~5分未満	<input type="checkbox"/> その他

内容である。

(5) 体験手順

VR体験手順は、次の①~④のとおりである(図-4)。

① 点検車のバケットへ乗車する

ここで、まず現場に存在する物の形状や奥行き、高さ、影、風の音、機械が動く実際の時間、音のリアル感を知ってもらう。次に、体験者の手、バケットに乗車している場所、360°の方向、動きの状態の臨場感を体験してもらう。なお、体験者は、フルハーネス型墜落制止用器具を装着しているが、フック掛けを使用していない状況である。

② バケットから身を乗り出し点検する

点検箇所へ移動後、橋梁の床版下面でコンクリートの劣化状況を打音により点検を開始する。この体験は、体験者の手で点検ハンマー(コントローラー)を持って打音することで、音と振動が出る仕組みとしている。

③ 点検車から墜落する「疑似体感」

体験者は、バケットから身を乗り出して打音するときに、バケットから墜落する。事故の危険を

疑似体感したことで危険に対する感受性を高める。

④ 法的根拠、安全ポイントの説明

体験者は、事故の背景の説明を聞く。「不安全な状態のモノ」と「不安全な行動をするヒト」が重なり事故に至ったことを、法的根拠に基づいた条文で説明し、安全確認のポイントを理解する構成としている。

4. 本調査の結果と考察

(1) 総合評価の結果

総合評価を、「大変満足」、「満足」、「普通」、「不満」、「大変不満」の5段階で評価した。

アンケート結果は、34人の有効回答率100%であった(図-5)。「大変満足」が最も高く61.8%、次いで、「満足」が38.2%であり、これらを合わせると100%が満足という結果であった。

アンケートの自由記述欄では、「座学でも危険に関して学ぶことはできるが、VRによる臨場感やリアル感のある学習の方が現場経験の少ない若手でも事故の重要性が伝わる」、「安全について考

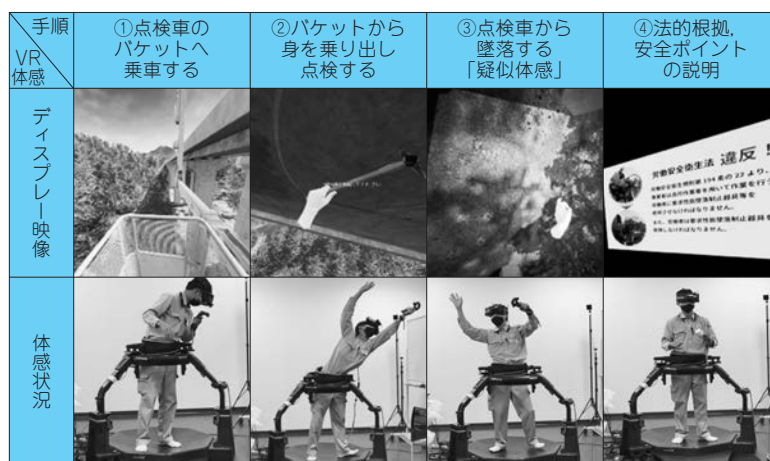


図-4 体験の流れ

える良いきっかけとなった」など安全の重要性に関する記述が多く得られた。

これらのことから、VRによる危険な状況から事故に至るまでの流れの内容が描写できたといえる。また、VRの映像がリアルで、体験者の経験に基づき再現された臨場感によって、事故の危険を疑似体感し、危険感受性が高められたことが示唆された。

### (2) 臨場感とリアル感の関係

臨場感とリアル感を、「大変満足」、「満足」、「普通」、「不満」、「大変不満」の5段階で評価した。

アンケート結果は、34人の有効回答率100%であった。臨場感とリアル感の関係(図-6)には、強い正の相関関係( $r=0.939$ ,  $N=34$ ,  $p=0.00$ )が認められた。 $p=0.00$ であることからVRの有意性も認められる( $p < 0.05$ )。つまり、臨場感とリアル感の間には、有意な相関が存在することが分かった。また、平均値(M)および標準偏差(SD)は、臨場感(M=4.647, SD=0.478)、リアル感(M=4.618, SD=0.486)であった。

これは、全体の光景と関連した場所のリアル感と、あたかも自分がその場にいるような臨場感の特性が大きく影響したと思われる。

アンケートの自由記述欄では、「臨場感があり手汗をかくほど入り込んだ。安全意識を高める教材としては素晴らしい」、「落ちるときの感覚がリアルで良かった」など肯定的な記述が多く得られた。

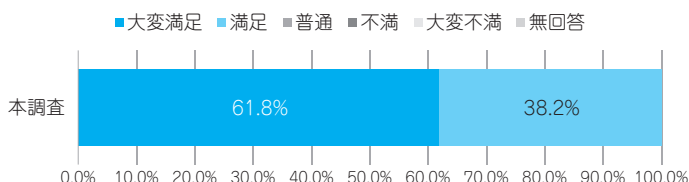


図-5 総合評価

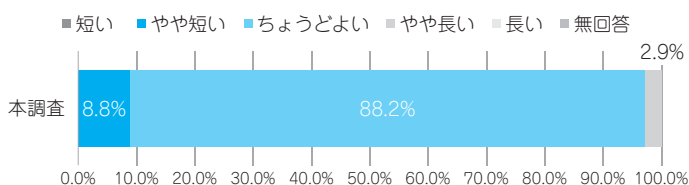


図-7 体感時間の長さ

これらのことから、VRのコンテンツは、危険に対する感受性の強化に必要となる臨場感とリアル感のバランスが良いと結論付けられる。

### (3) 体感時間の長さ

体感時間の長さを、「短い」、「やや短い」、「ちょうどよい」、「やや長い」、「長い」の5段階で評価した。

アンケート結果は、34人の有効回答率100%であった(図-7)。体感時間「4~5分未満」の長さに対して、「ちょうどよい」が88.2%、次いで「やや短い」が8.8%、「やや長い」が2.9%であった。

アンケートの自由記述欄では、「実際の高所点検で、事故・落下等を経験していないため、落下するとどうなるか、墜落制止用器具の未使用による危険がよく分かった」など、VRの内容が充実していたとする記述が多くあった。

これにより、危険な状況から事故に至るまでの内容が、現場に存在する危険に対する感受性を高めるために適した時間であったことが示された。

### (4) VRの教育時間

適するVRの教育時間の長さを「1~2分未満」、「2~3分未満」、「3~4分未満」、「4~5分未満」、「その他」の5段階で評価した。

アンケート結果は、34人の有効回答率100%であった(図-8)。適する時間は、「2~3分未満」が41.2%、次いで「4~5分未満」が35.3%であった。

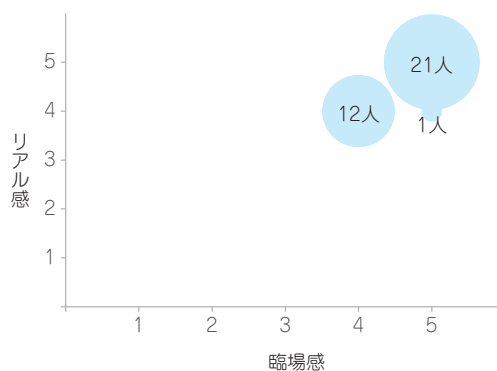


図-6 相関関係の散布図

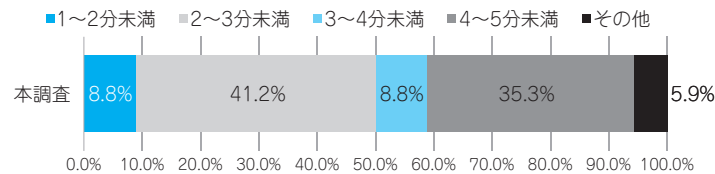


図-8 VR教育時間

これは、体感時間の長さでは「4～5分未満」の「ちょうどよい」の回答が多かったことに対して、実際に安全教育にツールとしてVRを導入すると、適する時間が3分未満の回答が約5割を占めたことになる。

この主な理由として、1人がVRを体験しているとき、他の人たちに待ち時間が出たことが原因と分かった。つまり、安全教育の効果を最大化するには、効率かつ効果的な教育プログラムが重要であると示唆された。

## 5. まとめ

本稿では、20代の若年層を対象として、本調査を行い、VRの導入効果を検証し、次の結論を得た。

### (1) 総合評価の結果

このVRの臨場感とリアル感によって、危険な状況から事故に至るまでの内容を仮想空間内で疑似体感したことで、危険感受性が高まった。

### (2) 臨場感とリアル感の関係

臨場感とリアル感の関係には、強い正の相関関係が認められた。つまり、このVRは、危険に対する感受性強化に必要となる臨場感とリアル感のバランスが良いと結論付けられた。

### (3) 体感時間の長さ

体感時間の長さの結果からは、体験者が事故のイメージを膨らませる時間が「4～5分未満」であったことが示された。つまり、なぜそれが事故

につながったかというプロセスを理解するのに適した時間が「4～5分未満」であることを意味する。

### (4) VRの教育時間

VRの教育時間では、安全教育にツールとしてVRを導入する時に、待ち時間が出ないように効率かつ効果的な教育プログラムを構築する必要があると示唆された。

## 6. 今後の展開

本稿は、墜落VRの報告であったが、そのほかにも転倒、感電、挟まれ、接触事故、落下物など7つのコンテンツがある。これらのコンテンツを安全教育のツールとして、多様な工種の安全教育にVRを導入した新しい安全教育プログラムを構築し、教育の効果を高めていく。

(謝辞)

最後に、本研究のVR教育に参加いただいた多くの方々のご協力により検証を実施し、さまざまなデータを得ることができたことに心より感謝いたします。

### 【参考文献】

- 岡田卓也：インフラメンテナンス作業の点検等に特化した安全教育VR「eQ危険体感VR」の活用に向けて、建設機械施工、2022年9月、pp.46-51、一般社団法人日本建設機械施工協会
- 厚生労働省：職場のあんぜんサイト、[https://anzen.info.mhlw.go.jp/yougo/yougo86\\_1.html](https://anzen.info.mhlw.go.jp/yougo/yougo86_1.html)