

VR 技術を活用した山岳トンネル安全教育ソフト

戸田建設株式会社 正会員 ○内藤 雅人, 正会員 辻川 泰人
正会員 石川 巧, 正会員 和久田 敦志

1. はじめに

山岳トンネル工事は、閉鎖された空間の中で、常時、大型重機を使用する作業形態であり、重機接触災害や肌落ち（崩落）災害、坑内火災などの労働災害の危険要因が多く潜んでいる。その多くは重篤災害に発展する危険性が高く、労働災害を防止するために、様々な安全対策が求められており、近年では、仮想現実（以下「VR」という）を利用した3次元の臨場感あふれる体感型の教育システムにより安全意識の向上を目指した安全対策が様々なフィールドで導入されつつある。しかし、これまで山岳トンネル工事の一連の流れを体験できるシステムはなく、当社ではVR技術を活用して山岳トンネル工事に特化した安全教育ソフトを開発し、作業所の安全教育や社内研修に活用した。本稿は、開発したソフトの概要とその効果、作業所等で使用した実績について報告する。

2. 安全教育ソフトの開発と概要

本ソフトは、トンネル現場の職員、作業員に対してより効果的、効率的な安全教育を目的とし、トンネル経験のある技術者の意見を参考に、実体験に基づいてソフト開発を行った。ソフト体験者は、ヘッドマウントディスプレイを装着することで実際のトンネル現場にいるような仮想の3D-CG空間に入ることができ、手にしたコントローラの操作により空間内を歩き回ることができる（写真-1）。また、コントローラのボタンを押すことで、対象物を選択したり、マーキングしたりすることが可能である。これら既存のVR機能を活用して、「バーチャルNATM」と「バーチャルNATM-TR」の2つのソフトを開発した。

使用したVR機材は市販の機器の中で、コントローラの操作が簡単であり不慣れな作業員にも操作しやすいVR機器を選定し、だれにでも体験できるよう、複雑な操作をできるだけ排除した。体験者が視覚する画像は第三者が専用PCのモニターより確認可能である。また、長時間のプレイにより体調不良を起こすことを懸念し、1シナリオ長は概ね5分以内で設定した。

2. 1. バーチャル NATM

バーチャル NATM は、トンネル工事の各作業箇所が発生する労働災害の原因となる不安全行動や不安全状態を指摘する仮想体験による安全教育用シナリオツールとした。トンネル作業における通路編、覆工編、インバート編、切羽編の4つの作業区分から構成される。（図-1, 2）

体験者はトンネル内を歩き回り、安全上の指摘項目をチェック（安全巡視）して、不安全箇所等を発見した場合には専用のコントローラで指摘ができる。もし体験者自らが不安全行動を行うとヒヤリハット体験やトンネル坑内で起こりうる労働災害に巻き込まれる疑似的な体験ができるソフトとした。



写真-1 VR体験状況



図-1 バーチャル NATM キャプチャ画像

キーワード VR, 仮想現実, 安全教育

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設株式会社 土木技術部技術 1 課 TEL03-3535-1354



図-2 バーチャル NATM キャプチャ画像

2. 2. バーチャル NATM-TR

バーチャル NATM-TR (TR はトレーニングの意味) は、トンネル坑内で発生する肌落ち災害や坑内火災発生時の一般的な行動手順を仮想体験の中で学習する安全教育用シナリオツールとした。災害発生時の救護訓練編、坑内火災時の避難訓練編のほかに、トンネル坑内の標準的な安全設備の設置場所や関係法令等を学習することができる坑内設備確認編の3シナリオから構成される(図-3)。

体験者は、肌落ち災害発生時、坑内火災発生時の対応を画面上部に表示される指示に従い、選択肢を選びながら行動することで、非常時の行動手順を効果的に学習することができる。また、トンネル坑内に標準的に設置されている避難用器具等の安全設備をコントローラで選択することにより、選択した安全設備の関係法令等を表示されたテロップで確認することができるソフトとした。



図-3 バーチャル NATM-TR キャプチャ画像

3. 作業所等での使用実績

開発した安全教育ソフトを社内の4作業所の安全教育で使用した。ソフトの体験状況を写真-2に示す。4作業所のうち1つの作業所で体験者にアンケートを実施したところ、ほとんどの体験者がスムーズに体験することができ、80%以上の体験者がその内容に「満足した」との回答を得た。また、若手社員研修での使用、国内複数の建設技術展示会に出展した結果、概ね好評を得た。初めてのVR機器にうまく操作ができない人もいたが、具合が悪くなる人もおらず、一般的な資料やビデオを使った安全教育に比べ、興味をもって教育を受けてもらったように思う。



写真-2 作業所での実施状況

4. まとめ

近年、様々な分野でVR技術が発展しているが、これまでにない山岳トンネルに特化した安全教育ソフトを開発し、実用化することができた。開発した安全教育ソフトがトンネル現場の労働災害防止の一助となれば幸いである。