

VR モデルを用いた夜間都市土木工事の効率的な安全計画への試み

清水建設株式会社 正会員 石崎 裕大 正会員 河上 展久 正会員○石井 佳枝

1. はじめに

本工事は、千葉縣市川市の京葉 JCT 部に、京葉道路上り線（千葉方面）から東京外環自動車道外回り（高谷方面）へ接続するGランプの函体（工事延長 L=230m）を開削工法で新設する工事であり、工事区間の一部が供用中の高速道路ランプと一般道に交差する箇所位置している。現場周辺は昼夜問わず交通量が多い市街部（図-1）であり、工事の進捗に合わせて供用中道路を複数パターンで規制し、かつ視認性が低い夜間作業（図-2）となるため、一層の安全確保が求められている。



図-1 工事位置

規制帯際の作業では、重機・吊荷の規制帯外への越境等、ヒューマンエラーによる一般車両との接触事故リスクが懸念されるため、重機オペレーターへの安全教育の手段として VR を活用することとし、運転席からの視点で作業環境を予め体感することで、安全な施工に資する取組を行った。

2. 3次元モデルとVRモデルの作成

(1) 作成モデル

道路規制は工事の進捗ごとに 6 パターンを計画しているが、今回は施工時期が迫っている2つの道路規制パターンについて VR モデルを作成した。

現場周辺の地形モデルは、工事着手時に取得した点群を利用し、移設電柱など工事着手時から位置・形状が変わっているものについては点群を削除したうえで新たにモデルを作成して配置した。覆工板や迂回路は仮設計画図を基にモデル化したが、周辺地形モデルとの高さを取り合わない事象が発生したため、仮設計画の再検討を行ったうえでモデルを修正した。カラーコーン、ミニガードや看板、防音壁等の安全設備も実大モデルを配置し、VR モデルのリアリティを出すように努めた。

モデル化にあたっては VR モデル作成ソフトウェア（福井コンピュータ（株）「TREND-CORE」）の汎用オブジェクトも活用しているが、本体の旋回範囲が安全計画のうえで重要となるクレーン車については実際に現場で利用する機体に合わせてモデルを作成した。

(2) 夜間の表現

VR モデル内で現場周辺の夜間の明暗を表現するため、モデル全体の明るさ設定（環境光・拡散光）を調整したうえで、投光器モデルと一般車両のヘッドライト部に光源モデルを設定し、光源周辺の明るさを表現した。

キーワード VR, 安全計画, 夜間都市土木, デジタルツイン, CIM 活用

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 清水建設株式会社 土木技術本部イノベーション推進部

TEL 03-3561-1111



図-2 夜間作業の様子

3. VRモデルによる成果と今後の課題

現時点においては、今回作成したVRモデル(図-3)を実際の重機オペレーターの安全教育に活用する前段階であるが、VRモデルを作成する過程において以下のような安全性向上のための検討ができ、CIM活用によるフロントローディング効果も確認できた。



図-3 VRモデルの画像

(1) 重機オペレーター目線の再現

道路規制パターンごとに2~3箇所の重機配置パターンを検討し、「100tクローラークレーン」「バックホウ」「3点式杭打機」についてオペレーター目線で確認するシーンを再現し、運転席からの死角の確認や、夜間照明の有無や配置による視認性等について検討することができた。(図-4)

また、運転席からの視点で規制帯際の作業状況がどのように見えるかを確認でき、例えばクレーン車による芯材の吊込みといった危険の伴う作業状況における注意点などを事前に把握することもできた。

(2) 作業員等第三者目線の再現

誘導員等の重機に乗車しない作業員目線等から重機稼働状況や可動範囲を確認することができ、重機稼働時に注意すべきポイントなどについてもVRモデル内で疑似体験することができた。(図-5)

また、(1)の検討により運転席からの死角も把握できているため、合図を出す作業員の安全な立ち位置等も検討することができた。

(3) 今後の課題

本稿では重機オペレーターや作業員といった工事関係者目線でのVRの有用性について論じたが、工事中にランプを利用する一般車両運転手目線での安全性の確認や、地域住民目線での景観確認など、様々な立場の目線でVRモデルを活用することも可能である。本VRモデル作成時点では重機の自在な動きや、街灯・夜間照明等の光源の表示といった夜間の明暗の表現等、VRモデルのリアリティ向上に関する技術的な課題も残っており、ソフトウェアの機能向上や新たなICT技術の導入などが今後の課題と考える。

4. おわりに

今後、他の道路規制パターンに対しても順次同様の取組を行っていく予定であり、事前にVRモデルを用いた安全計画を行うことによって、安全な施工の実現を図りたいと考えている。また、デジタルツインなど仮想現実の中で物事を検討することが当たり前になると想定されるため、VR技術やその他様々なICT技術を活用し、建設現場の安全性および生産性向上を目指したいと考えている。

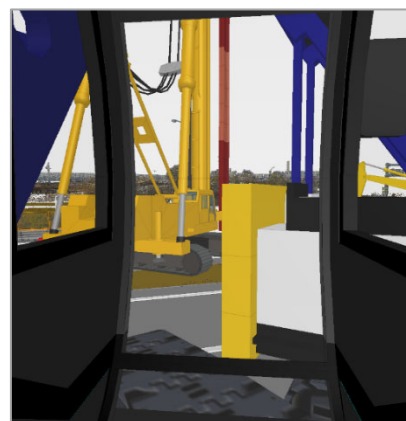


図-4 重機オペレーター目線



図-5 第三者目線