

## 9. 建設機械の遠隔運転シミュレータ

トンネル切羽ブレーカーはつり作業の遠隔運転をサイバー空間で練習する

西松建設（株）技術研究所 ○平野 享

西松建設（株）技術研究所 高原裕介

西松建設（株）技術研究所 辻岡高志

### 1. 開発目的

山岳トンネル切羽作業の安全と環境を抜本的に改善するには切羽の無人化が得策である。無人化を自律機械でカバーできない部分のつなぎは、建設機械の遠隔運転を充てることが有効と考えている。現在の遠隔運転の技術では、遠隔機械の操作応答にあと少しの遅延が残ること、二次元のモニター画面を頼りに運転することなどから、運転者は実搭乗と異なる特異な環境に置かれる。そこで、遠隔運転化にあたって運転者に遠隔運転の練習機会を十分与えるとともに、第三者に安全で失敗が許される練習フィールドの確保が課題となっていた。これを実地（フィジカル）空間で提供することは制約が多いため、代替に仮想（サイバー）空間で練習環境を提供できる本シミュレータを開発するに至った。

### 2. 本シミュレータの構成

本シミュレータは、プログラムで仮想空間に模擬現場と模擬機械を実装し、教習生に模擬機械を模擬運転席から操縦させて、模擬現場で起こる環境変化を体験学習してもらう。これはありきたりだが、模擬する環境を実搭乗でなく遠隔運転とし、それゆえ運転席も搭乗機の運転席ではなく、あえてモニター画面だけが目視できる遠隔運転席としていることが新しい（図1）。

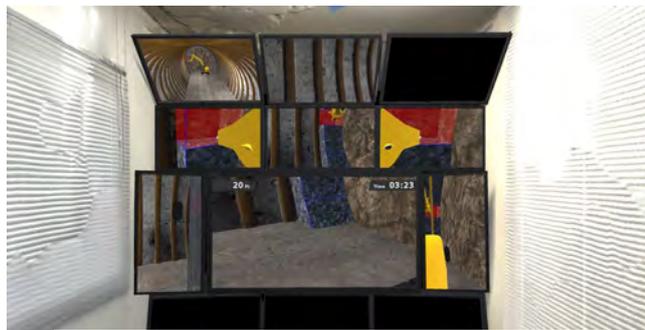


図1 仮想再現された遠隔運転席からの視野

### 3. 遠隔運転シミュレータのリアリティ

フィジカル空間での遠隔運転の実状をみると、前述のような実搭乗のリアリティが欠損した環境にて、運転者は仕事をこなしている。作業精度や周囲への安全配慮が実搭乗に劣ることは否めないが、無人フィールドでの作業に限定するなど、運用面で補われている。

さて、これを仮想化する場合、模擬現場と模擬機械のリアリティ追求の面では、遠隔モニター画面の視認から判別できない情報は、シミュレータ実装で省略できると考える。実装コスト面でこれは有利である。

### 4. 遠隔運転シミュレータの機能

目的	モニター画面だけの目視、操作反応の遅延などの、実搭乗のリアリティが欠損した環境に慣れるための練習環境を提供
内容	①自由操作、②時間制限内に課題とする動作を完了できるかの試験
実装	シミュレータソフトを搭載する PC 1 台を、ゲームコントローラを介したサイバーの遠隔運転席に、又は、直接フィジカルの遠隔運転席に、どちらか接続する
付帯機能	①遠隔カメラ位置の変更 ②運転レコーダーとリプレイデモ

### 5. まとめ

山岳トンネルで遠隔運転が必要とされたので、遠隔運転の持つ特異性を踏まえて、十分な練習機会の提供ができる遠隔運転シミュレータを開発した。シミュレータ導入効果の評価について結論は得られていないが、観察では、本物の遠隔運転のベテランはシミュレータでも最初から上手であることが見られ、技能に共通性が窺える。したがって逆方向となる教習生の訓練効果は少なからずあるものと期待している。