

MR技術を活用したコンクリート締固め作業の品質管理手法の工夫

株式会社熊谷組 土木事業本部 正会員 ○山木みなみ 丸光竜樹
 北陸支店 土木部 二村峻太 西行和 新海らいち
 株式会社インフォマティクス 黒坂文生 在原遼

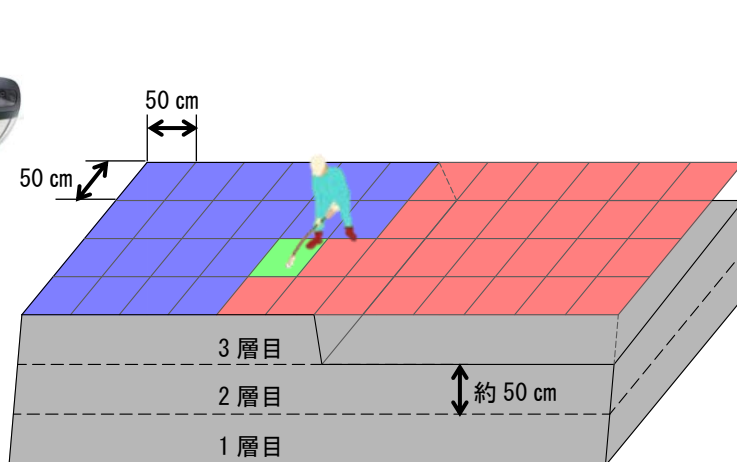
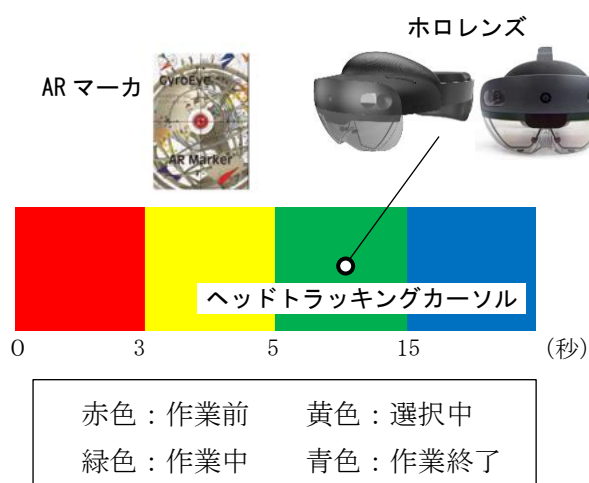
1. まえがき

コンクリートの品質は、締固め作業に大きく左右されるため、打込み後十分な締固めを行う必要がある。締固めが不足するとジャンカや充填不足などの不良個所が発生し、コンクリートの品質に重大な悪影響を及ぼす。コンクリートの締固め管理は、施工技術者の技量に依存しており、客観的な締固め作業の記録を保証するデータが残されていないのが現状である。筆者らは、建設現場でも活用されている複合現実（Mixed Reality :MR）技術を利用してコンクリートの締固め作業を可視化し、締固め位置および締固め時間を表示・記録するシステムを開発し、実証実験を行った。本報文にて報告する。

2. システム概要

複合現実（MR）とは、コンピューターでつくられた画像などの仮想映像と実写の現実映像を融合させた映像で仮想体験を得ることである。今回は、Microsoft 社製のヘッドマウントディスプレイ「HoloLens（ホロレンズ）」を使用したシステムをベースにして開発を行った。予め打設箇所の締固め作業用に区分けされたメッシュ（50cm×50cm）を作成しておき、ホロレンズを装着した締固め作業者が現地に設置したARマーカで位置を合わせると、実際の打設箇所にメッシュが反映される。締固め位置の検知は、ホロレンズのヘッドトラッキングのカーソルとメッシュ面の当たり判定により、どのメッシュで作業をしているのかを判別し、締固め段階によりメッシュの色を4種類に変化させる（赤：施工前、黄：選択中、緑：施工時、青：施工後）。締固め作業者はメッシュの中心を目安に締固め振動機を挿入して締固めを開始し、メッシュの色が緑色から所定時間（今回は10秒に設定）が経過して青色に変わるとそのメッシュでの締固め作業が終了したことを周知されたことになり、次のメッシュでの締固め作業を開始する（図-1）。

深さ方向の管理は、一層（約50cm）をレイヤー（層）とし、レイヤーを切替えることで対応した（図-2）。パソコン上でもホロレンズ装着者の画像を確認することができ、締固め記録を残すことで、トレサビリティシステムとしての機能も付与した。



キーワード MR 技術, ホロレンズ, 締固め管理

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1

株式会社 熊谷組 土木事業本部総合評価対策部 TEL03-3235-8646

3. 現場実証実験

実証実験は、基礎構造物の底版部で実施した。コンクリート打設状況を示す(写真-1)。締固め作業は、コンクリート打込みホース付近に締固め振動機2台、後追いの締固め作業として締固め振動機1台を使用して作業を行った。ホロレンズは、後追い締固め作業者が装着し、メッシュの色の変化に合わせて締固め作業を行った。メッシュ寸法は計画通り50cm×50cmで、深さ方向も一層50cmでレイヤー分けした。ホロレンズを装着した締固め作業員の作業状況(写真-2)、とホロレンズの画面を示す(写真-3)。メッシュの色は鉄筋や足場などが確認できるよう、安全性を考慮して透けて見える色とした。同時に管理者がパソコン画面上でもホロレンズの画像を確認し、締固め作業前のメッシュは赤色で、締固め作業を進めるにつれて黄色から緑色に変わり、青色になって作業完了する流れをメッシュ画像で確認することができた(写真-3)。

本システムを利用することの効果として、コンクリート標準示方書に記載の締固め振動時間(5～15秒程度)、挿入間隔(50cm)を確実に順守できるとともに、全てのメッシュが青色になることで打設箇所全面において締固め不足を防止でき、均質なコンクリートを構築することが可能となる、ことなどが挙げられる。

作業終了後、ホロレンズを装着した作業員に作業状況についてヒアリングしたところ、表示されたメッシュ画像による作業への影響はなく、全体の締固め状況が目視で確認できるため、効率的な作業ができるということが利点として挙げられた。また、ヘッドトラッキングのカーソルと目線が合わないため操作性に難があることや、締固め作業時は目線が拘束されるため、周囲の打設状況が把握できないという意見も得られた。今後のシステム開発に役立てたいと考える。

4. 今後の展開

今後の展開として、今回開発したシステムをベースに以下の追加機能の付与を検討中である。

- ・締固め振動機が所定の深さ(旧コンクリートの10cm程度)まで挿入されているかの確認ができるよう、センサーなどで感知し、システムと連携する機能
 - ・旧コンクリートの締固め完了時間から上層のコンクリートの打設開始時間を算出して周知し、許容打重ね時間を厳守する機能
 - ・締固め作業の結果(トレサビリティ)の充実(見やすさ、保存方法、アウトプットなど)
- などが考えられ、次回の報告とする予定である。

5. まとめ

今回のシステム開発にあたり、コンクリート打設現場を提供して下さった現場関係者の方々に、厚くお礼申し上げます。

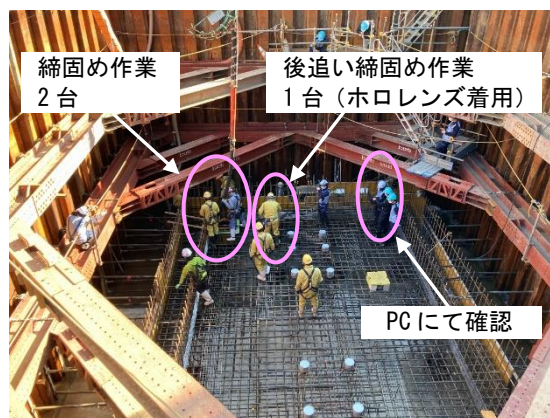


写真-1 コンクリート打設状況



写真-2 ホロレンズ装着による締固め作業状況

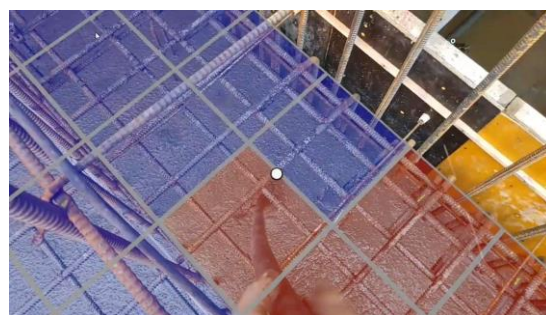


写真-3 ホロレンズ画像 (メッシュ色確認)