

複合現実技術を用いた建設業の 生産性向上

～ 3D ホログラフィックを活用した
遠隔臨場コミュニケーションによる施工管理の効率化～

小柳建設株式会社

1. はじめに

昨今、建設業の透明性への不安、建設業の担い手不足、長時間労働など、建設業の働き方には課題が多く存在する。2016年から仮想現実（VR：Virtual Reality）を用いた産業ソリューションの開発が加速的に進んでいる。その潮流の中、2017年より複合現実（MR：Mixed Reality）という分野で建設業の働き方における課題を解決するため、小柳建設は他社に先んじて、日本マイクロソフト社と共同で建設ITソリューション「Holostruction（ホロストラクション）」の開発に取り組んできた。

本稿では、システム「Holostruction」の機能、実証実験の結果について紹介する。

2. 複合現実技術とは？

「Holostruction」の説明に先立ち、複合現実（MR）技術について説明する。近年「xR」という新しい用語が生まれた。xRは現実世界と仮想世界を融合させて新しい価値を提供することが目的である。xRに属する技術として仮想現実（VR）技術や拡張現実（AR：Augmented Reality）技

術などがある。

本技術で用いる複合現実（MR）技術は現実世界と仮想現実のちょうど中間に位置する技術といえる（図-1）。



図-1 複合現実技術イメージ

なお、仮想現実（VR）技術については、背景を含む全ての空間を仮想世界として表現する技術であるため、現実世界の視界は完全に遮断され、自由な移動などが制限される。また、拡張現実（AR）技術については、補助的な情報提供用途として主に利用されている。

これに対し、複合現実（MR）技術は、現実世界に3Dホログラムを融合しながら表示する技術である（表-1、写真-1）。

デバイス（ヘッドマウントディスプレイ）上のレーザースキャナとカメラにより投影する場所の空間認識を行うため、デバイス装着者は投影された3Dホログラムがあたかもその場所に存在する

表-1 VR・MR・AR 技術比較

技術	技術概要
仮想現実 (VR)	背景を含む仮想世界内に人が入る
複合現実 (MR)	現実世界に仮想世界の情報を融合する
拡張現実 (AR)	現実世界に仮想世界の情報を重ね合わせる



写真-1 現実世界に 3D ホログラムを融合しながら投影する

ものとして、立体的に認識することができる。また、自ら投影空間を自由に移動しながら、様々な角度や縮尺により投影物を現実に近い形で目視することができる (写真-2)。



写真-2 1/100 スケールの確認イメージ

なお、複合現実 (MR) 技術では現実世界が実際に見える状態であるため、机などの障害物や他の利用者などと衝突することなく、投影空間内を自由に移動できる点が大きな特徴である。

3. Holostruction の機能

Holostruction とは、複合現実 (MR) 技術を活用したアプリケーションであり、現実の世界に 3D ホログラムを重ねて投影し、確認や操作を行える。

なお、Holostruction の活用は、3D ホログラムを活用する全ての工種において適用が可能である。例えば建設工事では、以下の活用に効果がある。

- ・設計 / 計画時に、3D ホログラムを活用することで、工事の手戻りが削減できると考えられる
設計 / 計画段階から実物大の完成形がイメージできることで、空間の広さ、高さの確認など、これまで施工時または施工後でしか気づけなかったことが事前に確認できるようになる。

- ・設計 / 計画時に、3D ホログラムを活用することで、関係者との齟齬が削減できると考えられる

関係者が実物大でイメージできることで、より具体的な利用イメージ、レイアウトイメージを共有できるようになる。施工時または完成後でしか確認できなかったことも、設計時に確認でき、様々な関係者との齟齬を回避できるようになる。

- ・施工時に、設計 / 計画と異なる部分が発生し、関係者との協議などに時間がかかる

施工時における設計変更は、社内外を含む多くの関係者との協議が必要になる。その業務において、より早く変更案の合意を得ることは、工期短縮化につながる。

- ・関係者が離れた場所において、会議の実施に時間がかかる

工事によっては、関係者が一堂に会することが難しい場合があるが、リモート環境で利用することで、会議開催までの期間の短縮および工期短縮化につながる (写真-3)。



写真-3 会議室にて遠隔地にいる参加者と協議を行っている様子

4. 当システムによる実工事での協議実施事例と発注者の評価

本稿では、2019年度国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」における「北陸地方整備局 信濃川下流河川事務所 大河津分水路山地部掘削その6他工事」施工現場における「品質管理の高度化等を図る技術の試行業務」を紹介する。詳細は次のとおりとなる。

(1) 施工時の検討課題を施工前に検討できるようになる（フロントローディング）

① これまでの設計検討

施工するに当たって、事前に現地確認を行い、丁張等を用いて設計照査を行っていたが、検討箇所によっては発注者の現場立会のもと、施工イメージを共有しながら、変更案の検討を行う必要が

あった。

このような設計検討に当たり、必要となる資料の作成や現場への移動など、発注者との合意までに時間を要するため、現場が手待ちの状態となることも多い。

② Holostruction 活用によるフロントローディング検討

実際の CIM データを変換して Holostruction で確認することにより、事前に工事の施工イメージを発注者や関係者に対して分かりやすく伝えることができた。

検討箇所を拡大して様々なスケールや角度で見ることで、検討対象部分がより分かりやすく伝えられただけでなく、実物大で見ることによって、その高さ、大きさも体感してもらうことができた。

③ 実施イメージ（図-2）

(2) 施工時の手戻り工数を削減できる（フロントローディング）

① これまでの設計検討

一部の掘削箇所について、工事用道路の勾配が最大十数パーセントのポイントがあることが判明した。

これまでは施工前に関係者が 2D 図面による現場の課題抽出と対策検討を行っているが、今回のような安全面の課題が施工中に発生した場合は、発注者への説明と安全対策を実施する必要があり、協議期間中の手待ち・手戻りが発生する可能性があった。

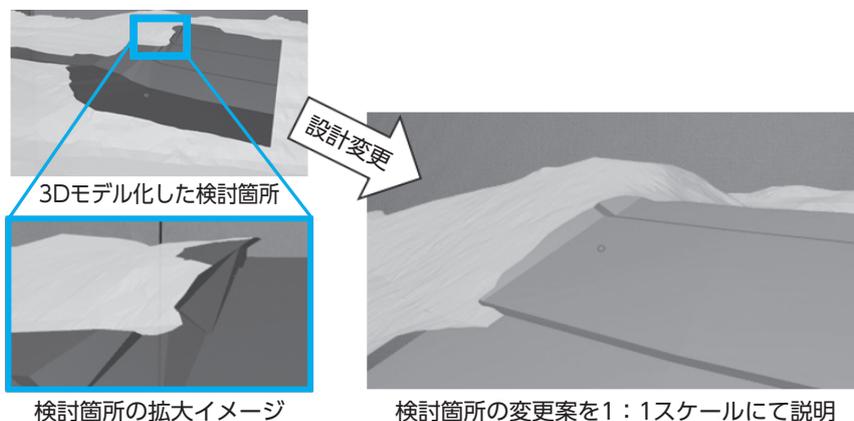


図-2

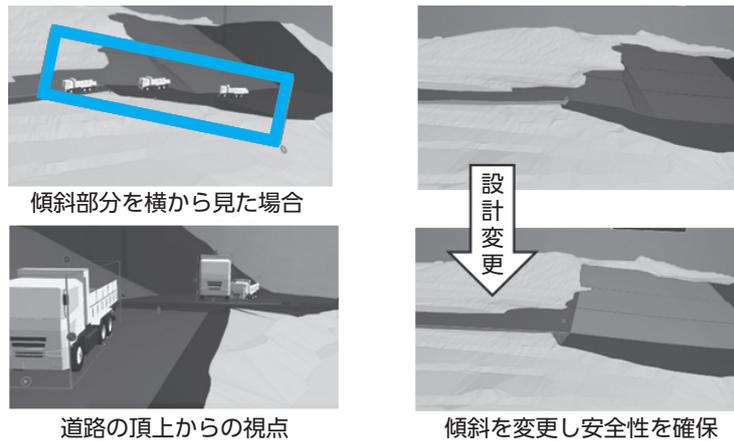


図-3

② Holostruction 活用による安全性向上の検討

施工段階の3Dモデルを見ることで、工事開始前に実物大の道路勾配や法面勾配を確認してもらうことができた。また、その場所に運搬車両や安全施設のモデルを配置・シミュレーションすることで、実際の高低差を体感・認識してもらうことができ、安全面から設計変更の実施を施工前に合意することができた。

③ 実施イメージ (図-3)

(3) リモート環境での協議開催 (コミュニケーション向上)

① これまでの設計検討

これまでの工事の打合せでは、多くの資料を用いてイメージを共有しなければならないため、面着で実施することが多く、打合せに必要な説明資料の作成や印刷、出席者のスケジュール調整などの多くの準備作業が必要であった。結果、準備が

遅れると、それが工期に影響する場合があった。

また、関係者が会議や打合せに参加するためには移動時間や移動経費も必要であった。

② Holostruction 活用によるコミュニケーションの向上

協議において、施工前に3Dモデルで確認し、さらには実物大でも現場を確認できることで、これまでと比べて少ない資料で合意形成を行うことができた。また、資料なども共有できるので、直接顔を会わせなくても会議を実施することも可能であることを証明できた。会議時間調整も容易になり、後続の会議においてもリモートで実施することで、移動時間や移動経費を削減することができる。

③ 実施内容

工事関係者がアバターとしてリモート参加 (写真-4)



写真-4

(4) 実施結果

① 定量評価 (表-2)

表-2

施工事例	効果	概要
(1) 施工時の検討課題を施工前に検討できる	施工変更協議(作業準備期間含む)を6.3日間削減	協議部分を3Dモデルで確認し、さらに実物大でも確認できることで、施工設計段階での協議が可能になる。また発注者にも納得しやすい説明が実施できるとともに、施工前に設計変更の合意が可能となり、フロントローディングを実現できた。その結果、施工開始後の丁張や詳細測量など協議のための作業が軽減できた。
(2) 施工時の手戻り工数を削減できる	施工時に課題や変更協議が発生した場合、方針決定までの間手待ち日数を削減	安全面に關わる検討課題が施工時に発見された場合、いったん工事を止めて、発注者との協議が必要となるケースがある。計画段階において何らかの事故につながるリスクを3Dモデルを用いることで具体的にシミュレーション可能となり、施工前に気づけることでスケジュール管理、安全管理の向上につながる。
(3) リモート環境での協議開催	会議調整から実施までの会議準備、合意形成、移動時間削減(最低35%削減)	これまでの打合せの3回に1回はリモートでの会議が可能になると想定される。また、リモートの場合には、会議の準備のための資料印刷、移動時間、会議調整時間の効率化も可能であるため、会議にまつわる移動時間が33%削減できる。さらに資料印刷、会議調整時間などの会議開催の準備作業も必要であるため、+αの時間削減につながる。3Dモデル活用によって、合意形成までの時間削減を合わせると、最低35%の削減が見込まれる。

② 定性評価 (表-3)

表-3

施工事例	目的の達成と理解度		施工管理の高度化				効率化		発注者 / 利用者コメント
	シナリオの目的を達成できた	説明内容を理解できた	施工前の課題解決につながる	施工日数の軽減になる	リモート環境で協議できる	施工情報共有が早くなる	移動時間削減になる	会議時間削減になる	
(1) 施工前に検討課題を	○	○	○	○	○	-	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 発注者間との協議におけるワンデーレスポンスをさらに推進させると感じた。 詳細な部分を1:1の実寸大で確認できるのは非常に良い。 性質上、紙ベースのものは残さないとはいけませんが、協議・承諾の判断はしやすい。 1:1の3Dモデルを見ることで課題点が良く分かった。 3Dモデルを使うことでスケール感を感じることができた。 もう少し視野が広いと大きなモデルと俯瞰で見られそうだ。
(2) 施工時の手戻り工数を削減できる	○	○	○	○	○	-	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 危険予知の品質も上がると感じた。 最終の仕上がりが見えるのは良い。 工事の手戻りも減ると思う。 3Dで見ることは施工前に潜在的な課題を見つけることにつながると思った。 3次元により協議参加者間の共通認識が持ちやすくなると思った。 適用できる現場と適用できない現場があると思う。
(3) リモート環境での協議開催	○	○	-	-	○	-	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 会議時間や移動時間の削減など、作業効率につながる。 同じ3Dモデルや書類を交互に出して共有できる点は良い。 離れた人がアバターでその場にいるように感じられた。 一部の打合せや会議は試行技術で置換可能だと思う。 定例の会議などで活用できそうだ。 その場で書類を修正できると良い。

5. 今後について

今後の技術開発として、マルチデバイスの活用を検討している。HoloLens だけではなく、スマートフォン、タブレット等のデバイスでも「Holostruction」を活用することで、用途に応じて柔軟に使用することができるようになる。

また、点群データの活用も視野に入れている。点群データは、昨今、建設業での活用において、測定の速さや精度が大幅に向上している。施工現場の点群データの活用を「Holostruction」で行うことができ、現場に行かずとも確認できる遠隔臨場を実現することでより生産性の向上が加速すると考える。

新型コロナウイルス感染症の拡大を契機に、「アフターコロナ」、「with コロナ」といわれる時代が到来し、既存の建設業における働き方を考え直すきっかけとなっている。「Holostruction」が、建設業界全体でデジタル技術による変革（デジタルトランスフォーメーション）を加速させることで、新しい働き方を促進する一助になれば幸いである。

小柳建設株式会社 会社概要

所在地	新潟県三条市東三条 1-21-5
創業	1945 年（昭和 20 年）11 月
資本金	3 億円
社員数	252 名（2020 年 6 月 1 日時点）
主な事業内容	建設工事の請負、企画、設計、監理およびコンサルティング業務等
URL	https://n-oyanagi.com/