

AR/MR 技術による実物への重畳表示で現場作業を革新し、 効率化と品質を飛躍的に向上

Revolutionizing Fieldwork by Overlaying Real Objects
with AR/MR Technology to Dramatically Improve Efficiency and Quality



柿山 優大*¹
Yudai Kakiyama

池田 直人*²
Naohito Ikeda

一井 大輔*³
Daisuke Ichii

横田 大武*⁴
Hirotake Yokota

藤岡 晃生*³
Koki Fujioka

三好 翔太*⁴
Shota Miyoshi

近年、現実空間に仮想情報を重ね合わせて表示する AR/MR 技術を活用した HMD 型デバイスの実用化が各産業分野で急速に進展している。三菱重工業株式会社では、航空機・船舶・プラントをはじめとする大型製品や複雑な構造物に対し、その 3D モデルを実物に高精度で重ね合わせ表示する技術と、現場作業に適したユーザインタフェース技術の開発を推進してきた。あわせて、AR/MR 環境の標準化・プラットフォーム化に取り組み、様々な製品への適用・展開を図っている。本報では、これらの技術を活用した事例として、鋳型模型への冷し金設置マーキング作業及び船舶の重量重心位置把握作業の 2 事例を取り上げ、現場作業の効率化と品質向上への貢献について述べる。

1. はじめに

近年、現実空間に仮想情報を重ね合わせる AR(拡張現実)/MR(複合現実)技術を活用した HMD(Head Mounted Display)型デバイスの実用化が進展し、製造・建設・検査をはじめとする各種産業分野における応用が急速に拡大している。三菱重工業株式会社(以下、当社)では、Magic Leap 社製の AR/MR デバイス“Magic Leap 2”を主要デバイスとして採用し、航空機・船舶・プラントなどの大型製品や複雑な構造物に対してその 3D モデルを高精度に実物へ重ね合わせ表示する技術と、現場での組立て・検査作業を支援するユーザインタフェース技術の開発に継続的に取り組んでいる。

大型製品・構造物における作業指示・検査指示は、マーキング位置・配線経路・部品取付け位置を含め、従来は 2D 図面を主体として行われてきた。しかし、複雑な立体構造の把握には熟練者の経験と習熟が不可欠であり、作業時間の長期化や作業ミスの発生が課題となっていた。これに対し、AR/MR デバイスの半透明グラスを通じて仮想的な 3D モデルや作業・検査箇所及び工作情報を実物に重ね合わせ表示することで、作業者が必要な情報を視覚的・直観的に把握できる環境を実現し、作業効率と品質の飛躍的な向上を達成している。

さらに当社では、AR/MR 環境の構築・運用手順の標準化とプラットフォーム化を推進し、専門知識を持たない作業者でも容易に AR/MR 環境を構築・運用できる体制を整備した。これにより、防衛・宇宙部門を中心として 2026 年 6 月末時点で社内 12 部門への適用・試行が進み、現場作業のデジタル化推進に大きく寄与している。

*1 三菱重工業株式会社 デジタルイノベーション本部 デジタルインテリジェンス研究開発部 主席チーム統括

*2 三菱重工業株式会社 デジタルイノベーション本部 デジタルインテリジェンス研究開発部 ME

*3 三菱重工業株式会社 バリューチェーン本部 鋳造センター

*4 三菱造船株式会社 マリンエンジニアリングセンター 造船設計部

本報では、上記の技術基盤を活用した具体的な適用事例として、鋳型模型への冷し金設置マーキング作業及び船舶の重量重心位置把握作業の 2 事例を紹介し、各事例における効果について述べる。

2. AR/MR の環境構築及び運用手順の標準化とプラットフォーム化

2.1 業務上の課題

AR/MR 技術を現場作業へ適用するにあたり、各部門が独立して AR/MR 環境の構築及びコンテンツ作成を行う場合、技術ノウハウの属人化、作業負荷の増大、ならびに成果物の品質ばらつきを招くとともに、社内展開の加速を阻害する要因ともなる。このため、AR/MR 環境の構築・運用手順の標準化及びプラットフォーム化が不可欠である。

一方、多様な製品を扱う当社では、3DCAD データの形式が事業部門・製品ごとに異なる上、適用対象となる作業内容也多岐にわたる。これらを統一的な枠組みのもとで取り扱い、標準化を実現することが主要な課題であった。

2.2 標準化とプラットフォーム化の取組み

これらの課題を解決するため、以下の機能を備えた AR/MR プラットフォームを構築した。まず、形状・色情報・部品階層を維持したまま多様な 3DCAD データ形式を軽量化・変換する機能をプラットフォームに組み込み、部門・製品ごとに異なる CAD データを統一的に AR/MR コンテンツへ変換できる環境を整備した。次に、所定の CSV フォーマットに作業・検査箇所及び工作情報を記述してロードすることで、対応するオブジェクトを 3D モデルに紐付ける機能を実現した。これらを複数の AR/MR デバイス及びタブレットデバイスに対応したアプリケーションとして提供することにより、対象製品や作業内容が異なる場合においても、同一プラットフォーム上で AR/MR コンテンツを生成・運用できる基盤を構築した。図 1 に AR/MR 環境の標準化とプラットフォーム化の構成図を示す。

さらに、AR/MR デバイス上で作業者が実施したマーキング及び作業指示の結果をリアルタイムにアプリケーション内へ記録し、当該作業記録を CSV 形式でデバイスから出力できる機能を実装した。これにより、作業履歴の管理及び後工程への情報連携を効率的に行うことが可能となった。

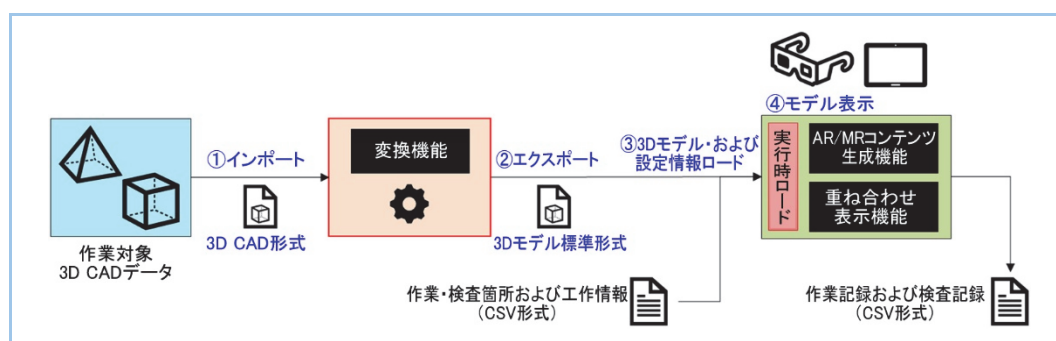


図1 AR/MR 環境の標準化とプラットフォーム化

2.3 成果

本標準化・プラットフォーム化の取組みにより、AR/MR 環境の構築期間を短縮し、新規適用領域への迅速な展開を実現した。また、複数の事業部門において共通の運用基盤を活用することで、部門間のナレッジ共有が促進され、作業品質の均一化及び継続的改善サイクルの加速に貢献した。

3. 鋳型模型への冷し金設置マーキング作業

3.1 業務上の課題

鋳造品の肉厚部における冷却速度の均一化を図り、巣穴発生を防止するため、鋳型模型に冷し金と呼ばれる金属塊を設置する位置をマーキングする作業が必要である。

鋳型模型は、凹凸や曲面を有することが多く、非熟練者にとっては 2D 図面からマーキングの位置を読み取ることが難しく、加えて、冷し金の設置数が 100 個を超えるケースもあることから、作業時間の長期化及び品質のばらつきが課題となっていた。図 2 に鋳型模型へのマーキング作業の様子を示す。



図2 鋳型模型へのマーキング作業

3.2 AR/MR デバイスを用いたマーキング作業

冷し金の設置位置を含む鋳型模型の 3D モデルを AR/MR デバイスに取り込み、実空間の鋳型模型に重ね合わせて表示する手法を適用した。これにより、作業者は 2D 図面を参照することなく、また別途計測作業を行うことなく、正確な設置位置を直観的に把握可能となった。

さらに、マーキング箇所を視覚的に示す風船オブジェクトを配置し、タッチ操作によって完了状態を記録し未処理箇所を一目で把握できるマーキング漏れ防止機能、及びモデルのレイヤー表示機能を実装することで、作業性と視認性を大幅に向上させた。図 3 に鋳型模型の 3D モデルの重ね合わせ表示及び風船オブジェクトの表示例を示す。

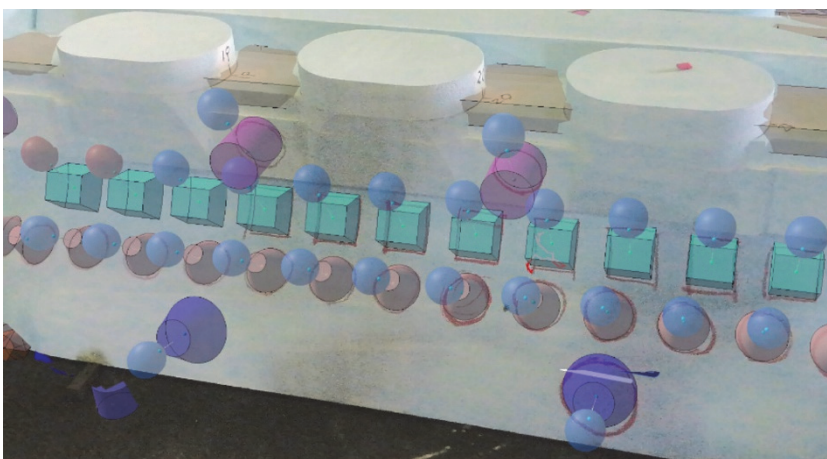


図3 3D モデルと風船オブジェクトの重ね合わせ

3.3 成果

本手法の適用により、非熟練者でも正確なマーキング作業が実施可能となった。また、作業時間は従来比で最大 75%削減できることを確認し、作業効率及び品質の両面において顕著な改善効果が得られた。

4. 船舶の進水時における重量重心位置把握作業

4.1 業務上の課題

船舶の進水作業では、船体の重量重心を正確に把握する必要があるため、本船装備品以外の搭載物件が予定位置に配置されているかを、配置図を参照しながら目視で全数照合している。搭載物件が約 300 個以上に及ぶケースや 100m を超える大型船舶・複数デッキにわたる広範な環境下での全数照合は、多大な作業工数を要していた。また、位置ズレが発生した際の再計測では、作業者の経験・技能によって計測結果にバラつきが生じやすかった。加えて、手作業による記録整理の工数増大も課題であった。図 4 に船舶搭載物件の配置照合作業(イメージ)を示す。



図4 船舶搭載物件の配置照合作業(イメージ)

4.2 AR/MR デバイスを使用した重量重心位置把握作業

本手法では、少数の位置合わせマーカを配置するのみで、100m を超える大型船舶や複数デッキにわたる広範な環境においても高精度な重量表示を実現している。各搭載物件の配置座標に、視認性を確保するための1m 立方のキューブオブジェクト及び照合操作用の風船オブジェクトを配置し、実船に重ねて表示する。搭載物件と各オブジェクトが重なることで、作業者は配置図を参照することなく予定位置への配置状況を容易に照合できる。また、搭載物件リストから対象物件を選択すると案内ビームが表示され、広大な船内においても目的の物件位置を即座に特定できる。図 5 に搭載物件とオブジェクトの重ね合わせ表示と搭載物件の一覧を示す。



図5 搭載物件にキューブと風船オブジェクトを重ね合わせ

位置ズレが生じている搭載物件については、作業者が AR/MR 空間上でオブジェクトを実際の物件位置に合わせて移動させることで、実際の座標を即時取得することができ、従来の再計測作業を省力化するとともに、計測精度の均一化を実現している。記録・管理面では、照合結果や座

標情報を CSV 形式で出力でき、手作業による記録整理工数を削減できるほか、オブジェクトの新規追加・削除機能及び確認済み物件の消し込み操作により管理精度を向上させている。

4.3 成果

本手法の適用により、従来手法と比較して作業時間を約 80% 短縮できることを確認した。また、システムによる自動座標取得で計測精度の均一化や CSV 出力による記録整理作業の効率化が図られた。加えて、少数の位置合わせマーカの配置のみで船舶規模によらず安定した重畳精度を確保できることを確認しており、大型船舶や複数デッキにわたる広範な環境においても安定した作業品質の確保に貢献している。

5. まとめ

本報では、当社が開発した AR/MR 環境の標準化・プラットフォーム化の取組みを述べるとともに、MR デバイスを活用した 3D モデルの高精度な重ね合わせ表示技術及び現場適用可能なユーザインタフェース技術を、鋳型模型への冷し金設置マーキング作業ならびに船舶の重量重心位置把握作業の 2 事例を通じて紹介し、作業時間の大幅な短縮と品質向上の実現を示した。

今後は、新たに発売予定の AR/MR デバイスを含め、当社製品の多様な用途・要求に応じて最適なデバイスを選択・適用し、さらなる現場作業の効率化及び品質向上に継続的に取り組んでいく。