

実習におけるウェアラブルデバイスの 可能性とその効果

—「鋼構造施工管理課題実習」で遠隔臨場を実施—

近畿職業能力開発大学校 村岡 寛

1. 背景と目的

建設業は社会資本の整備のみならず、災害時の「地域の守り手」として不可欠な役割を担っている。しかし、若年層の入職・定着不足による就業者数の減少は深刻であり、産業としての持続可能性が問われている。こうした中、2024年（令和6年）4月より適用された時間外労働の上限規制への対応は喫緊の課題であり、働き方改革の推進とICT活用による生産性向上が急務となっている。

これを受け、2024年6月には「第三次・担い手3法」が改正・公布され、国による「ICT指針」の策定が義務付けられた。国土交通省不動産・建設経済局においても、実効性の高いICT活用の普及を目的として事例集^[1]を公開している。特に最新の改訂版においては、従来の「工事施工」分野に留まらず、「施工管理」のICT化にも焦点が当てられており、建設現場におけるデジタルトランスフォーメーション（DX）の領域は拡大しつつある。

本稿では、建設業界で社会実装が進むBIMやドローン、遠隔臨場をはじめとするICT技術のうち、本校で未導入のウェアラブルカメラを用いた「遠隔臨場」に着目した。訓練カリキュラム「鋼構造施工管理課題実習（以下、S造実習）」へ本技術を試行的に導入し、従来の対面型指導と遠隔臨場による指導の比較検討を行う。本検証を通じ、学生の理解度および作業効率の観点から、訓練現場における本技術の有効性を評価・考察する。

2. 遠隔臨場

遠隔臨場とは一般的に、受注者（元請）がウェアラブルカメラ等を用いて撮影した映像および音声を経営職員等に配信し、双方向通信によって会話をしながら「段階確認」「材料確認」「立会」を実施する手法である。本システムの活用により、検査や確認作業を迅速に遂行できることから、コスト削減および人為的ミスの軽減を通じた効率的な管理が期待されている。さらに、視点の共有が可能であるため、遠隔地においても技術伝承が可能となり、人材育成や教育の場面においても高い効果が見込まれている。

3. 実施方法について

3.1. 実施内容

対象は2023、2024年度の本校建築施工システム技術科の学生20名とし、S造実習の鉄骨建方工程における高力ボルトの締付作業（1次締め、マーキング、本締め）（図1）を実施した。

なお、遠隔臨場での実習は、現場での安全性の確保が困難であることから、別途、現場に指導員を配



図1 高力ボルトの締付け作業

置し実施した。

3.2. ウェアラブルカメラについて

ウェアラブルカメラの選定にあたって、ヘルメット装着型とMRグラス型(図2)の2機種を比較検討した。まず、ヘルメット装着型(エレコム社製ウェアラブル対応WEBカメラ^[2])は、既存のヘルメットへ容易に後付けできる利点がある。しかし、装着位置が側頭部に限定されるため、作業者の視線とカメラ映像に「ずれ」が生じることが課題となった。また、通信時にスマートフォン等の外部端末を常時接続する必要があり、配線による作業性の低下や、屋外環境における接続の煩雑さも懸念された。これに対し、今回採用したMRグラス型(マイクロソフト社製HoloLens2^[3])は、通信機能を本体に内蔵したスタンドアロンのデバイスである。外部端末を介さず単体で通信可能なため、完全なハンズフリー環境を実現できる点が大きな優位性である。さらに、カメラが作業者の眉間付近に配置されているため、学生視点と共有映像がほぼ一致する。これにより、高力ボルトの締付け状況やマーキングの有無を正確に把握でき、的確な指示・確認ができた。



図2 ウェアラブルカメラの選定

3.3. 通信ソフトウェアの条件とシステム構成

遠隔臨場による指導においては、双方向の会話機能に加え、作業手順書(PDF・画像・動画)の共有や、振り返り学習のための録画機能が不可欠であると判断し、通信ソフトウェアにはマイクロソフト社の「Dynamics 365 Remote Assist」を選定した。本ソフトウェアは同社のMicrosoft Teamsを基盤

としており、指導員と学生が互いの画面上に矢印や手書きの注釈を描画できるアノテーション機能も備えている。システム構成は、当初の想定に加え、検査結果などの数値を入力して報告したいという学生のニーズに対応するため、スマートフォンを併用し、Excelを用いて指導員へ報告できる体制を整えた(図3)。



図3 システム構成

3.4. 評価方法

評価方法として、実習終了後、締付け手順や目的、トルク値、マーキング手法、合否判定、および修正方法に関する理解度テスト(計10問)とアンケート調査を実施した。なお、アンケート項目は「作業効率」「今後の実習での活用」「自由記述による意見・感想」の3点とした。

4. 結果と考察

4.1. 理解度テストとアンケートの結果

従来の対面型指導を受けた学生の平均得点は68%(SD=17)、遠隔臨場での指導を受けた学生の平均得点は72%(SD=12)であり、両者の得点に有意な差は見られなかった($t(10)=0.45, p=0.65$)。よって、

指導法による学習成果の差異は確認できなかった。

また、アンケートの結果は、「作業効率が良い」「今後の実習で活用できる」との回答が80%あった。意見・感想として「作業中、的確な指示を受けることができるので、よく理解できた」と肯定的な意見がみられる中、「画面注視による危険」等安全管理に触れる意見があった（図4）。

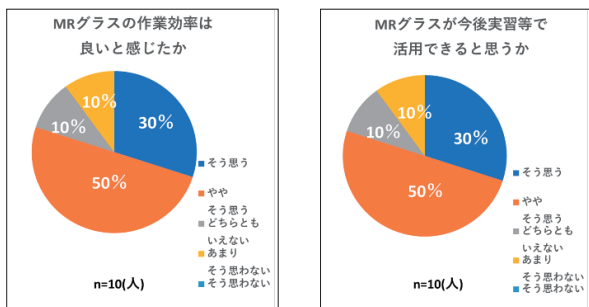


図4 理解度テストとアンケート

4.2. 理解度テストとアンケートについての考察

理解度テストの得点のばらつきは、遠隔臨場による指導の方が標準偏差が小さく、学習効果が比較的一定である可能性が示唆された。対面型指導では学生間の理解度に差が生じやすいが、遠隔臨場ではMRグラスに内蔵する資料によって自己学習や情報提供が均等に行われるため、学習ペースが揃いやすいと考えられる。

アンケートによってMRグラスは、指導員が学生の視点を共有することで、リアルタイムな指導を可能にし、学生がより深く正確な知識を習得するための実習支援ツールとして有効であると考えられる。一方で、操作性に関しては、MRグラスの使用に不慣れなことによる作業の滞りが見られた。使用前の事前教育が重要であると考えられる。安全性に関して、操作に集中することで周囲への注意が疎かになる場面があり、高所作業を単独で行わないなど

の対策が必要である。また、長時間の使用では目の疲労や酔いといった身体的負担も懸念されるため、使用時間やタイミングの工夫も必要と思われる（図5）。

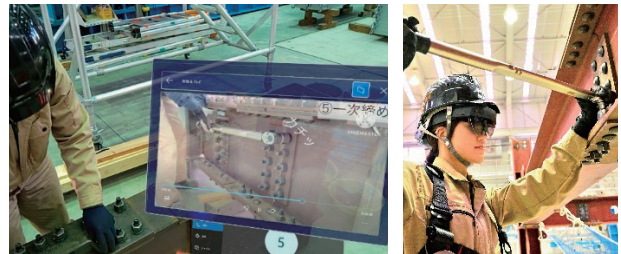


図5 MRグラス装着時の画面と様子

5. 今後の展開

実践的なものづくり技術・技能を習得する職業訓練において重要なのは、単なるICT機器の導入に留まらず、それらを有効に活用することで、生産性向上に資する「問題解決力」や「論理的思考力」、「協働力」といった現代社会に不可欠な能力を育成することにある。今後も学生に対し、多様なICT機器に触れる機会を継続的に提供し、時代に即応した環境の構築に努めていく所存である。

最後に、本稿の実施にあたり多大なるご協力をいただいた、近畿職業能力開発大学校 建築施工システム技術科 24期および25期生の諸君をはじめ、関係者の皆様に深く感謝の意を表す。

<参考文献>

- [1] 国土交通省：不動産・建設経済局建設課, https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/const/content/001851357.pdf, 2026年4月30日参照
- [2] エレコム株式会社：ウェアラブル対応 Web カメラ, <https://www.elecom.co.jp/products/UCAM-CW50ABWH.html>, 2026年4月30日参照
- [3] 日本マイクロソフト株式会社, HoloLens2, <https://learn.microsoft.com/ja-jp/hololens/hololens2-hardware>, 2026年4月30日参照