

墨出し効率化システム 「T-iDigital MARKING」

－建設現場における墨出し作業を効率化し更なる生産性向上を実現－

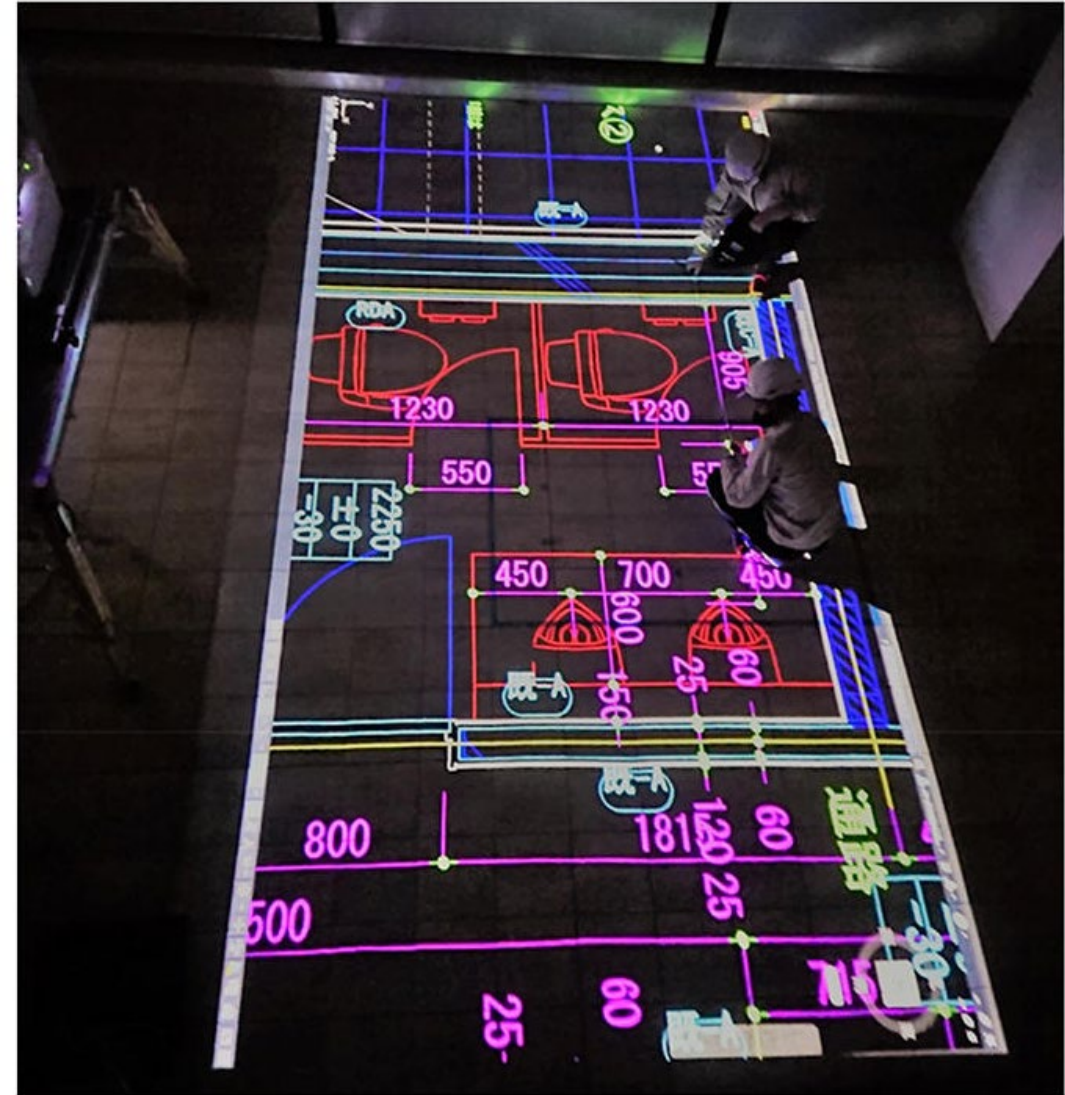
概要・機材構成

T-iDigital MARKING 開発の背景と目的

建設工事では、各工程の最初に設計図や施工図等に記載された様々な基準線、設備器具の取り付け位置などの寸法情報を、実際の施工現場に原寸大で書き出す「墨出し」を行います。

従来の墨出しは、建築仕上(壁・床・建具)工事や設備工事毎に複数の専門職員や作業員が墨出し場所を事前に測量した上で、各工事に必要な基準線や設備器具の取り付け位置などを計測し、マーキングしていました。しかし、これらの作業では測量ミスや設計変更後の情報が反映されていない図面の使用など的人為的な誤りのほか、工事毎に別々に墨出しを行うため手待ち時間が発生するなど、作業の正確さや効率に課題がありました。

そこで、プロジェクションマッピングを利用して、建物の床面に原寸大で投影した図面を元に、作業員が直接マーキングすることで墨出しを正確かつ迅速に行うことができ、現場作業の生産性が向上することを目指し技術開発を行いました。



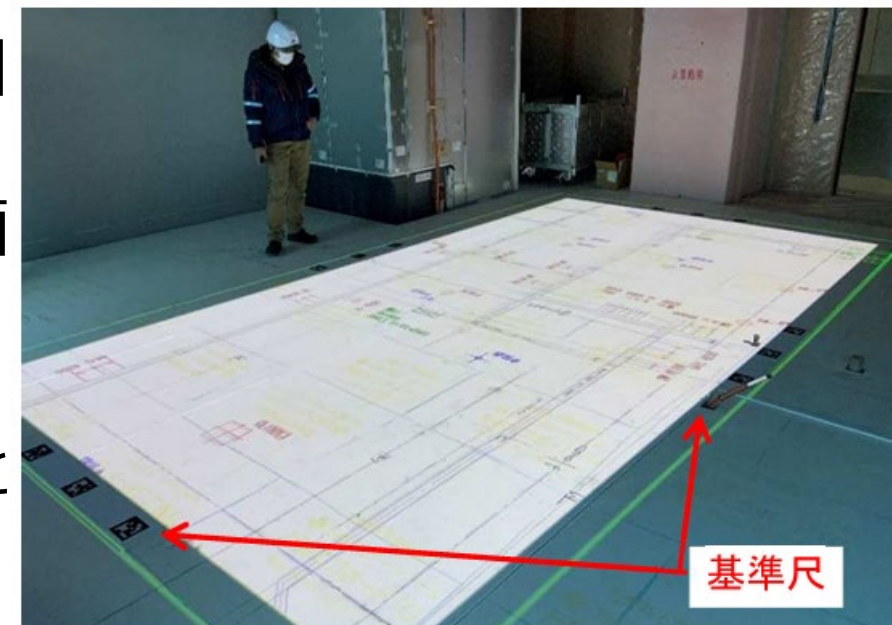
T-iDigital MARKING 概要

本技術の特長は以下の通りです。

1. 歪みが発生しない補正技術により高精度の映像を確保
プロジェクターで投影された映像に生じる歪みを高精度に補正できる「映像補正技術」を独自に開発しました。その結果、床面に正確な原寸大図面の投影が可能となります。精度は、平滑床で概ね2mm以内（外周部の歪み3mm程度）です。

2. 高品質な画質による広範囲の投映画像を実現
（株）リコーと新規開発した4K超短焦点プロジェクターの導入により、4K（3840×2160ピクセル）の高品質な画質に加え、300インチ（約6.6m×3.7m）と広範囲な投映が可能です。

3. 図面位置合わせの簡略化
プロジェクター本体の設置後、投映画像の縮尺・回転角調整や図面の位置合わせを簡略化するため、本技術では、建設現場の基準墨に合わせて床面に設置した専用基準尺（ARマーカー）を画像投映領域面に対して水平および垂直方向に配置し、ARマーカー間の距離を基準寸法として撮影画像上の距離を自動で算出しています。このため次の作業エリアに機材を移動するたびに必要となる準備作業の時間が約5分に短縮され、墨出し作業全体の効率が向上します。



T-iDigital MARKING 概要

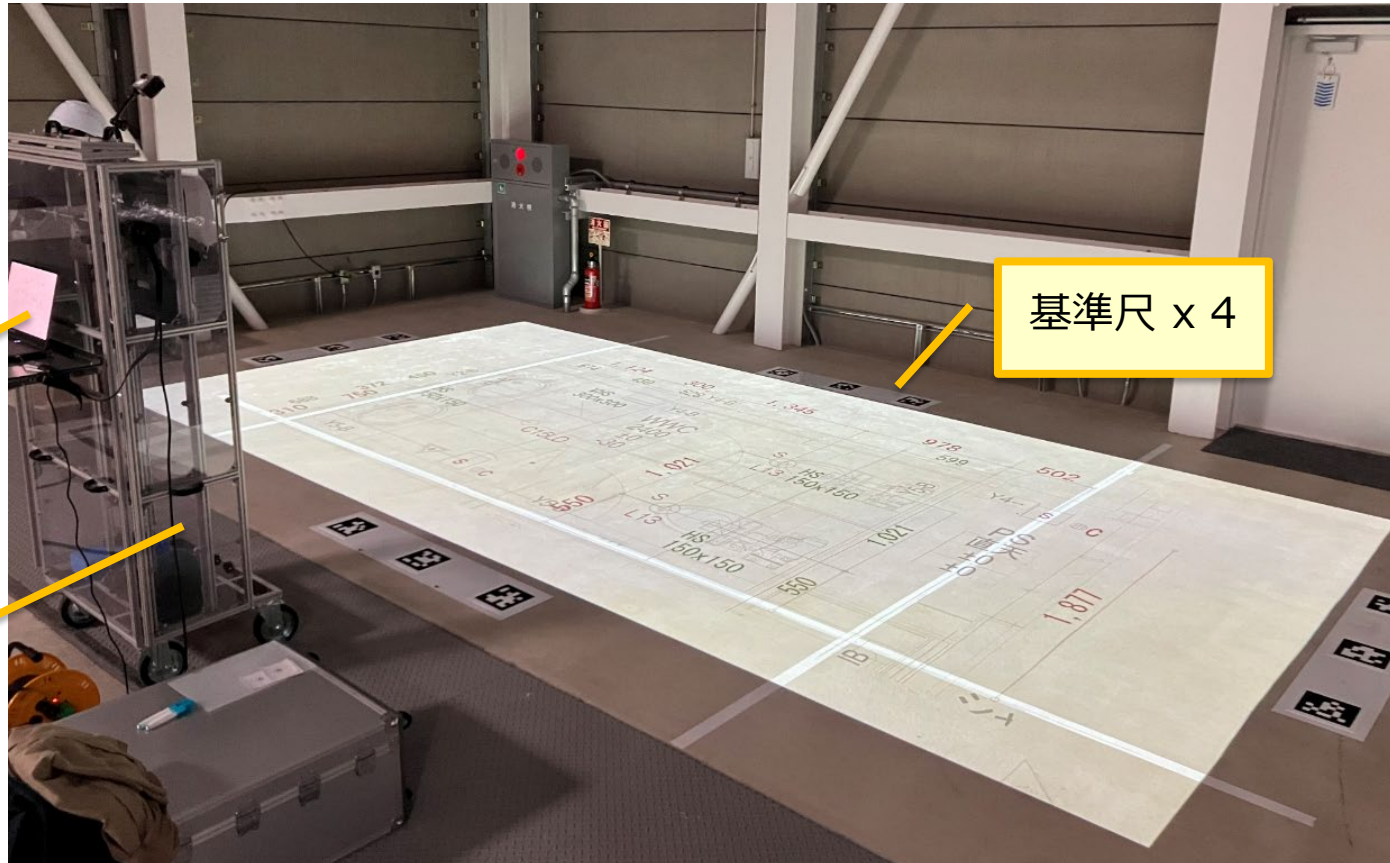
原寸大図面を、床面に高精度に投影することで
作業員は直接マーキングするだけで墨出し作業が可能

PC

プロジェクタ・カメラ
一体型架台



操作用
ワイヤレス
トラックボール



作業員は投影した映像を
「なぞる」だけ



セッティング手順

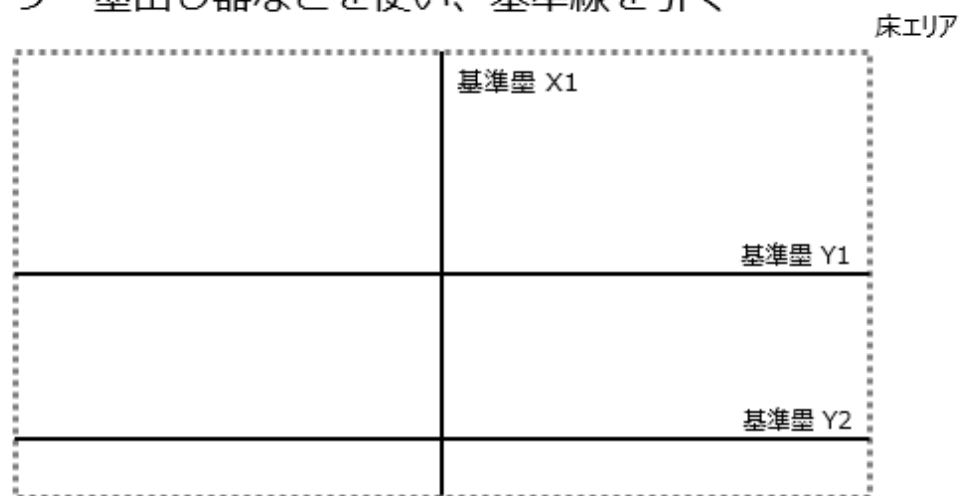
「T-iDigital MARKING」セッティング手順 ~建設現場における墨出し作業を効率化し更なる生産性向上を実現~

STEP1 : 図面上に基準線 : 3本を追加する

- ・ 図面の位置合わせをするための基準線を追加する

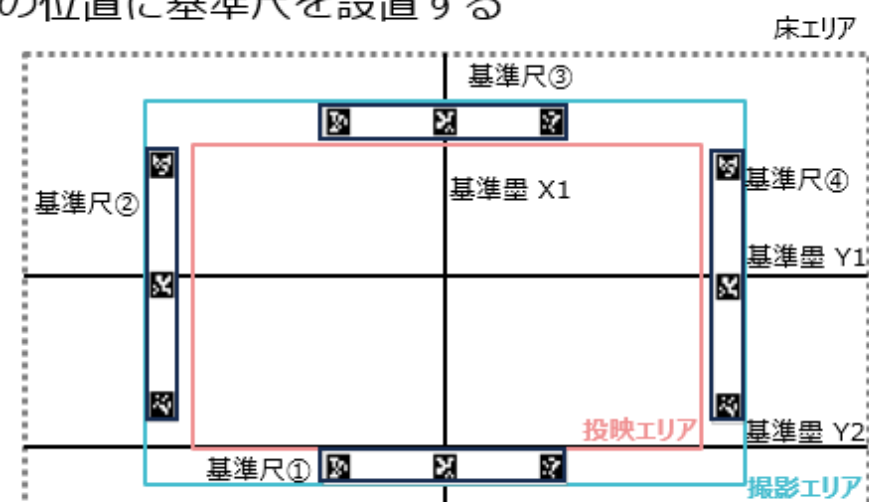
STEP2 : 図面上に追記した基準線 : 3本の基準墨を床に引く

- ・ レーザー墨出し器などを使い、基準線を引く



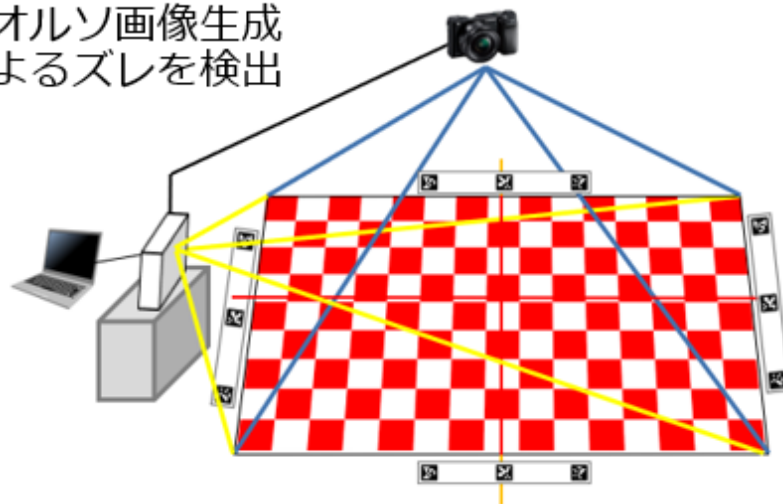
STEP3 : 基準尺の設置

- ・ 指定の位置に基準尺を設置する



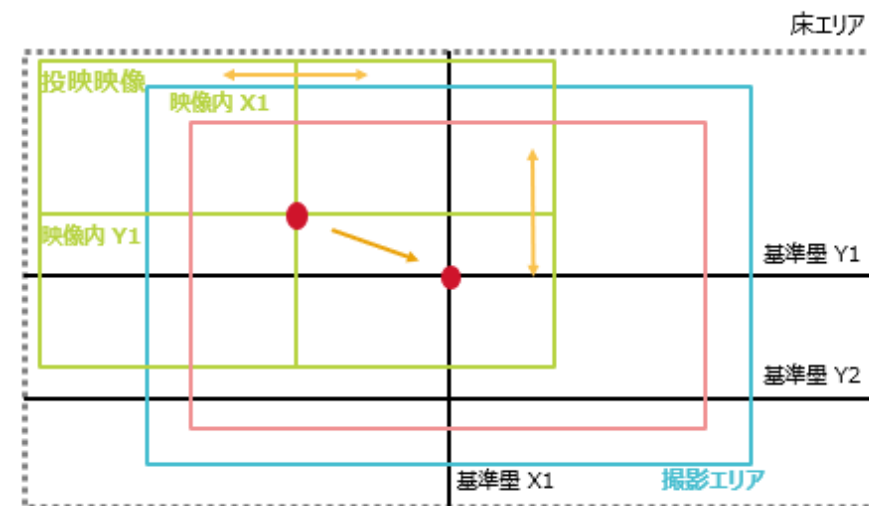
STEP4 : カメラで写真を撮って、投映画像を補正する

- ① 補正用画像の投映
- ② 投映状態を撮影
- ③ 撮影した画像を正射変換し、オルソ画像生成
- ④ 投映映像よりレンズの影響によるズレを検出
- ⑤ ズレを基に補正値を算出
- ⑥ 補正した画像を出力

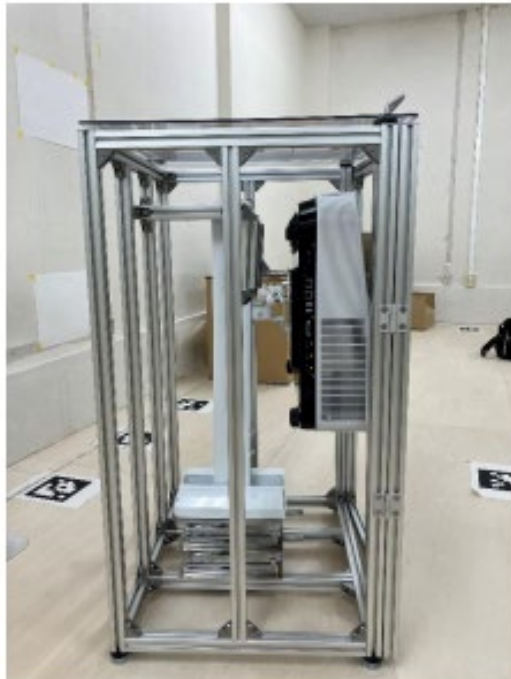
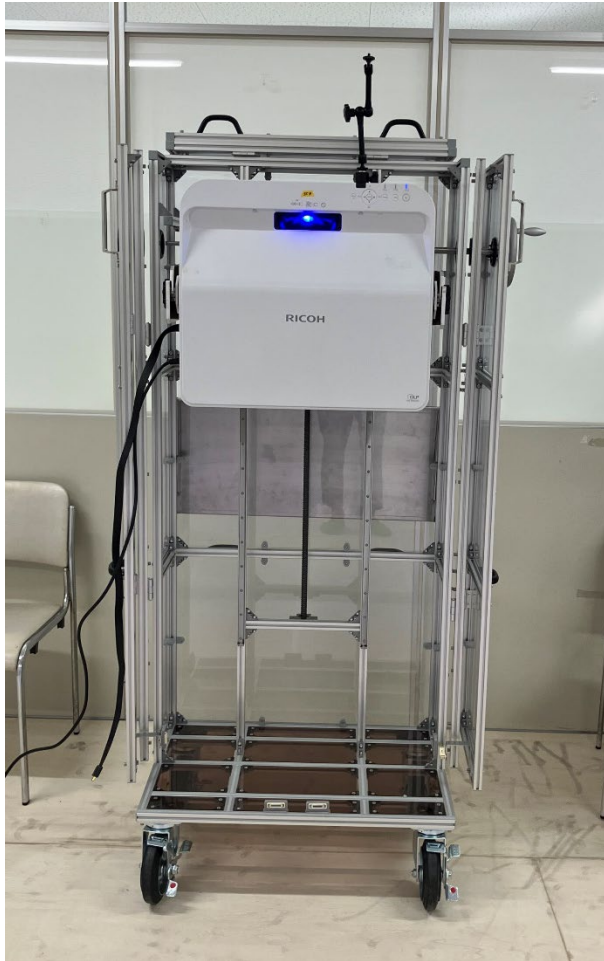


STEP5 : 基準線に沿ってPJの投映画像を合わせる

- ・ 床の基準墨に対して、図面内の該当する線を合わせる
この際、図面の位置、回転、縮尺を調整する



プロジェクタ・カメラ一体型架台の種類



三脚タイプ

プレスリリース等

プレスリリースほか

- ・ プロジェクションマッピングを利用した
墨出し技術「[T-iDigital MARKING](#)」を開発
(2021/12/27)



- ・ プロジェクションマッピングを利用した
墨出し技術「[T-iDigital MARKING](#)」を高度化
(2023/10/23) ※ [\(株\) リコー](#)と共同発表



- ・ 創業150周年 技術セレクション
[T-iDigital MARKING](#)

プロジェクションマッピングを利用した墨出し技術



プロジェクションマッピングを利用した墨出し技術「T-iDigital MARKING」を開発

原寸大図面の高精度な床面投影により現場作業の生産性を向上

2021年12月27日
大成建設株式会社

大成建設株式会社（社長：相川善郎）は、建設現場でプロジェクションマッピングを利用して設計図面等を床面へ高精度に投影した原寸大図面から墨出しを行う技術「T-iDigital MARKING」を開発しました。本技術の導入により、床面に投影した墨出しに必要な情報を元に専門知識の有無に関わらず必要最小限の人員で正確かつ迅速に作業を行えるため、現場作業の生産性を大幅に向上させることが可能となります。

建設工事では、各工程の最初に設計図や施工図等に記載された様々な基準線、設備器具の取り付け位置などの寸法情報を、実際の施工現場に原寸大で書き出す「墨出し」を行います。従来の墨出しは、建築仕上(壁・床・建具)工事や設備工事毎に複数の専門職員や作業員が墨出し場所を事前に測量した上で、各工事に必要な基準線や設備器具の取り付け位置などを計測し、マーキングしていました。しかし、これらの作業では測量ミスや設計変更後の情報が反映されていない図面の使用などの人為的な誤りのほか、工事毎に別々に墨出しを行うため手待ち時間が発生するなど、作業の正確さや効率に課題がありました。

そこで、当社は、プロジェクションマッピングを利用して建物の床面に原寸大で投影した図面を元に、作業員が直接マーキングすることで墨出しを正確かつ迅速に行うことができる技術「T-iDigital MARKING」を開発し、実証試験によりその有効性を確認しました。（写真1参照）

本技術の特長は以下の通りです。

- (1) 歪みが発生しない補正技術により高精度の映像を確保
プロジェクターで投影された映像に生じる歪みを高精度に補正できる「映像補正技術」を独自に開発しました。その結果、床面に正確な原寸大図面の投影が可能となります。2m離れたプロジェクターから投影した場合、±2mm以内の高精度な映像を確保することができます。
- (2) プロジェクター自動姿勢制御装置により歪みのない映像を投影
投影される図面の映像はプロジェクターが少しでも傾くと大きく歪むため、プロジェクターの姿勢を傾斜角0.001度の精度で制御する「自動姿勢制御装置」を開発・導入しています。その結果、本装置にプロジェクターを固定するだけで歪みのない原寸大図面を投影することが可能となります。（写真2、3参照）
- (3) 墨出し作業を効率化
本技術の導入により、これまで重複していた墨出し場所の事前測量作業が一度に実施できるだけでなく、建築仕上・設備工事などの墨出しに必要な総合的な情報を投影することで、専門知識の有無に関わらず最小限の作業員数により各種作業を同時に行うことが可能となります。（写真4参照）

今後、当社は、土木・建築分野のすべての建設工事が必要となる墨出しにおいて、生産プロセスDX化による生産性向上に向けた取り組みの一環として、本技術を積極的に適用してまいります。



写真1 プロジェクションマッピングによる施工図面の投影状況



写真2 自動姿勢制御装置に固定したプロジェクター

プロジェクションマッピングを利用した墨出し技術「T-iDigital MARKING」を高度化 ー建設現場における墨出し作業を効率化し更なる生産性向上を実現ー

2023年10月23日
大成建設株式会社
株式会社リコー

大成建設株式会社（社長：相川善郎）と株式会社リコー（社長執行役員：大山晃）は、「生産プロセスのDX」の一環として、プロジェクションマッピングを利用した墨出し技術「T-iDigital MARKING」の高度化に関する共同開発を進め、更なる高品質・高精度な墨出し技術を実現しました。図面との投映誤差を概ね2ミリ以内^{※1}に抑え、投映面積を従前の3.5倍以上^{※2}に拡大したことで、専門工業者が工種ごとに行う墨出し作業の合理化・省力化による一層の生産性向上が図れます。

建設工事では各工程の最初に「墨出し」作業を行います。これは設計図や施工図等に記載された様々な基準線、設備機器等の取付け位置などの寸法情報を、実際の施工現場に原寸大で書き出す重要かつ不可欠な作業で、多くの手間と時間を要していました。大成建設が2021年に開発した「T-iDigital MARKING」は、プロジェクションマッピングを利用した新たな墨出し技術で、建物の床面に原寸大で投映した図面を基に、作業員が直接マーキングすることにより正確で迅速な墨出しを可能にしました。

大成建設とリコーは、今回本技術の高度化に向けた共同開発に取り組み、4K超短焦点プロジェクターを新規に開発するとともに、「T-iDigital MARKING」の複数機能を拡張しました。さらに新規開発した本技術を建設現場に導入し、墨出し作業の効率化および更なる生産性向上に有効であることを実証しました。

「T-iDigital MARKING」の高度化技術の特徴は以下の通りです。

(1) 高品質な画質による広範囲の投映画像を実現

リコーのプロジェクター技術と実績を基に、新規開発した4K超短焦点プロジェクター（写真1参照）の導入により、4K（3840×2160ピクセル）の高品質な画質に加え、従来の約3.5倍となる300インチ（約6.6m×3.7m）に投映範囲を拡大しました。高品質な画質で広範囲な投映画像の適用により、墨出し作業の効率向上に大きく寄与することが期待されます。

(2) カメラを利用した自動補正により投映画像の精度を向上

投映面を認識する撮影カメラや投映するプロジェクターのレンズの歪み補正（キャリブレーション）と床面の障害物への対応が可能な自動補正システムを開発し、投映画像の精度向上を図りました。各レンズのキャリブレーションにより算出された補正パラメータを基に、レンズ歪みに起因する投映画像の歪み補正を実施しています。また、建設現場特有の床面の段差や設備工事による立上げ配管などの障害物による投映画像の歪み補正にも対応できます。投映画像の精度向上により、設備墨出しだけでなく、より高い精度が求められる建築墨出しへの適用も可能となります。

(3) 図面位置合わせなど準備作業の自動化により時間を短縮

従来は、プロジェクター本体の設置後、投映画像の縮尺・回転角調整や図面の位置合わせといった準備作業を全て手動で行っていましたが、これら一連の準備作業を自動化することで時間を短縮しました。本技術では、建設現場の基準墨に合わせて床面に設置した専用基準尺^{※3}（ARマーカー）をカメラで読み取ることで投映位置を認識し自動で投映画像の縮尺・回転角を調整して図面の位置合わせを行います。このため次の作業エリアに機材を移動するたびに必要となる準備作業の時間が約5分に短縮され、墨出し作業全体の効率が向上します。

今後、大成建設とリコーは、建築・土木分野の建設工事で用いる墨出し作業全般に本技術の積極的な導入を図ることで、生産プロセスDX化による建設現場の生産性向上に向けた取り組みを推進してまいります。



（本体拡大）



（全 景）

写真1 4K超短焦点プロジェクター



写真2 投映状況



写真3 墨出し作業状況

- ※1 誤 差：平滑床での歪みが概ね2ミリ以内（外周部の歪みは3ミリ程度）
- ※2 投映面積：従来の160インチ（約3.5m×2.0m）から300インチ（約6.6m×3.7m）に拡大
- ※3 基準尺：AprilTagと呼ばれるARマーカーを表面に3つ付けた長さ1300mm、幅200mm、厚さ5mmの器具を画像投映領域面に対して水平および垂直方向に配置。このARマーカー間の距離を基準寸法として撮影画像上の距離を自動で算出。

T-iDigital MARKING

プロジェクションマッピングを利用した墨出し技術

お客様のメリット

高精度な投影技術により、原寸大で床面に投影した図面を作業員が直接トレースするだけで、墨出し作業が可能です。

専門知識がなくても、各工種の墨出し作業を最小限の作業員数で同時に行うことが可能です。

施工パートナーである専門工事業者の墨出し作業が合理化・省力化され作業時間を削減します。

技術の特徴

1. 墨出し作業を効率化

建設工事では、各工程のはじめに設計図や施工図等に記載された様々な基準線、設備機器等の取付位置などの寸法情報を、実際の施工現場に原寸大で書き出す「墨出し」作業を行います。従来は、建築仕上(壁・床・建具)工事や設備工事ごとに複数の作業員が墨出しを行っていました。また、図面を確認しながら墨出し作業による人為的ミスや作業時間が多いなど、作業の正確さや効率に課題がありました。そこで、建物の床面に原寸大で投影した図面を元に作業員が直接マーキングすることで、墨出しを正確かつ効率的に行うことが出来る技術を開発しました。



墨出し投影状況



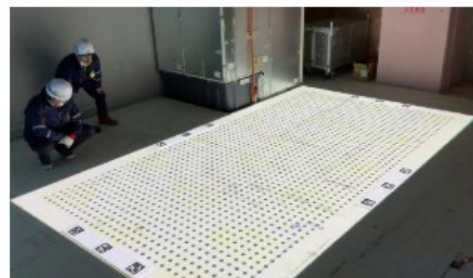
墨出し作業状況

2. カメラを利用した自動補正システムの開発により精度を向上

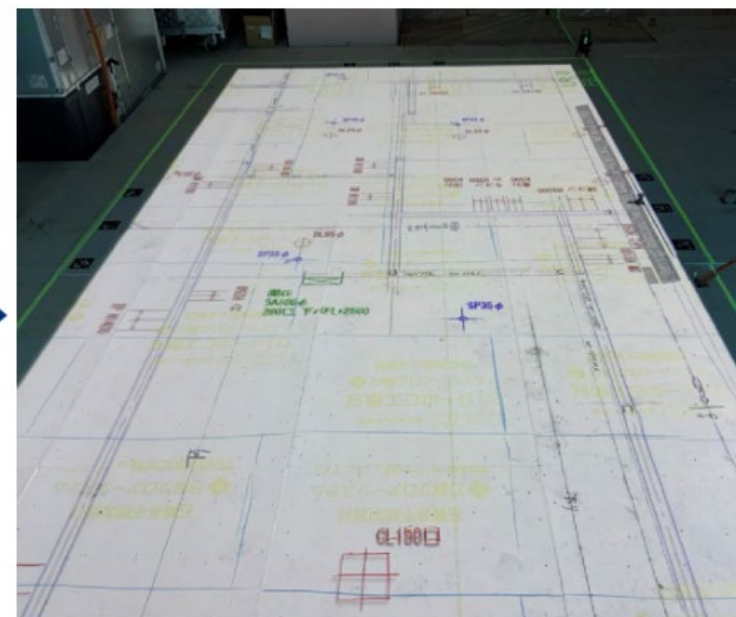
撮影カメラや投影するプロジェクターのレンズには固有の歪みがあり、床面に投影をすると映像が歪んでしまいます。この歪みを解消するために、各レンズのキャリブレーションにより算出された補正パラメータをプログラムに取り込み、レンズの歪みに起因する投影映像の歪み補正を実施しています。また、投影する床面には床段差や設備工事による立上配管などが存在するため、それらの障害物による投影映像の歪み補正にも対応できます。



障害物対応用の補正映像



歪み補正対応用の補正映像



自動補正後の投影状況

3. 図面位置合わせの自動化により墨出し作業の準備時間を短縮

範囲の墨出し作業が完了すると、次の作業エリアにプロジェクター機器類一式を移動し、新たな墨出し作業の準備を行う必要があります。移動後の投影画像の位置調整・図面の縮尺調整・回転調整に要する時間を短縮するため、現地墨出しエリアの基準墨に合わせて投影専用の基準尺※1 (ARマーカ―)を配置し、その基準尺をカメラで読み取ることで投影位置が認識され、自動で投影画像の縮尺・回転角を調整し図面の位置合わせを行います。

4. (株)リコーとの共同研究による4K超短焦点プロジェクターの開発・導入により高品質な画角・画質の投影画像を実現

(株)リコーのプロジェクター技術と実績をベースに4K超短焦点プロジェクターを開発・製作を行いました。これにより、4K(3840×2160ピクセル)の高画質に加え、300インチ(約6.6m×3.7m)の投影が可能としています。



4K超短焦点プロジェクター



本システム機器一式

※1基準尺: AprilTagと呼ばれるARマーカ―を表面に3つ付けた長さ1300mm、幅200mm、厚さ5mmの器具を画像投影領域面に対して水平および垂直方向に配置。このARマーカ―間の距離を基準寸法として撮影画像上の距離を自動で算出

その他メディア掲載

- ・ 建設現場 「[プロジェクトマッピング](#)」で
どう変わる？（おはBiz 2024/6/19）



その他

[日刊建設工業新聞](#)



[建設通信新聞](#)



[ITmedia BUILT](#)



にも掲載

ご清聴ありがとうございました

導入についての問合せは、下記へお願いいたします

株式会社リコー デジタルプロダクツBU
SC事業部 現場DX事業推進室 事業推進G GL
久保 良生宛

TEL : 080-7477-8067 (ダイヤルイン)

MAIL: yoshio.kubo@jp.ricoh.com