

施設更新設計における DX 活用事例

中央コンサルタンツ(株) ○吉川瑛人 吉川圭 村瀬良太

近年、DX の急速な進展が各分野で顕著であり、建設コンサルタント業界も例外ではない。企業はデジタル技術を駆使して競争力を確立する必要があり、そのためには DX に関するスキルや専門性を有する人材を確保し、デジタル技術を導入して DX を実現することが急務と考えられる。本論文では、デジタル技術の導入によって業務プロセスを変革し、生産性を向上させるための具体的な事例として、「LiDAR スキャン計測技術の活用」と「3D モデルを活用した設計プロセスの改善」を報告した。

Key Words : 業務プロセスの変革、DX、LiDAR スキャン、3D モデル

1. はじめに

近年、デジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation、以下、DX) の急速な進展が様々な産業・分野において顕著になっている。経済産業省によると、DX は“企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争力の優位性を確立すること”を指すとしている。

この背景から、企業が DX を実現することは競争上の優位性を築く上で不可欠であり、デジタル技術の活用範囲は今後一層広がるが見込まれる。一方、DX を推進する上で、DX に関するスキルや専門性を有する人材の確保が課題として挙げられる。

建設コンサルタント業界も例外ではなく、社会資本の維持・改修、自然災害への対応、建設生産・管理システムの変化や環境への配慮等、果たすべき役割が年々変化・拡大している中、若手技術者の減少、ベテラン技術者の退職等による担い手不足が深刻な課題となっている。また、近年の働き方改革の強化に伴い、業務プロセスの抜本的な変革を通じて生産性の向上も急務である。その中で、BIM/CIM、AI、ICT 等のデジタル技術を積極的に導入し DX を推進することは業界の魅力を高め、担い手不足解決の有効な手段となると期待される。

そこで、本稿では、デジタル技術を導入して業務プロセスの変革と生産性の向上を達成した業務事例に焦点を当て、その報告を行う。

2. 業務プロセスの変革

具体的な事例として、「LiDAR スキャン計測技術の適用による現場データ収集の効率化」と「3D モデルを活用した設計プロセスの改善」について以降に記す。

2-1. LiDAR スキャン計測技術の適用による現場データ収集の効率化

従来の業務プロセスにおいて、現場状況を把握する手法は、主に現場踏査や既存図書の確認が一般的である。しかしながら、既存図書が無い場合や必要な情報を十分に把握できない場合、現場踏査や現地測量を実施し情報を補完する必要がある。この手法は多大な労力と時間を要す上に概略的な情報の取得に留まることから、その結果として以降の業務プロセスが逼迫するケースも少なくない。

今回、浄水場の沈殿池に堆積するスラッジの移送過程でし渣を事前に分離するため除塵機を追加整備する計画において、図 1 に示すように候補地（既設管理棟横）周辺の構造物や樹木等の詳細状況が既存図書から十分に把握できなかったことから、業務プロセスの変革を主眼とし、上述の課題に対処する手段として従来の手法を見直し、LiDAR^{※1} スキャン計測技術を適用した点群測量を実施した。この手法により、不足情報を補完するとともに、計測した点群データを活用することで現況平面図の再現（CAD 化）に要する時間の短縮を図った。

※1: LiDAR (Light Detection and Ranging) とは、レーザー光を照射して、その反射光の情報を元に対象物までの距離や対象物の形状等を高精度に計測する技術である。

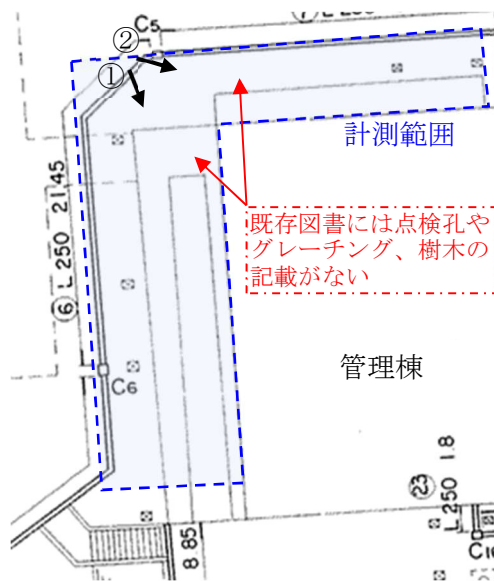


図 1 竣工図書と現場の不一致状況

1) 利用技術

今回、簡便でありながら高度な知識を必要としない特性から、iPad Pro (Apple Inc.) が搭載する標準の LiDAR スキャン機能を活用して点群データを取得し、XYZRGB 形式のテキストデータとして 3D 座標と色を記録することができる低価格なアプリケーションを利用した。

アプリケーションにより取得した点群データは、CAD ソフト「V-nasClair」(川田テクノシステム (株)) に読み込み、同様に読み込んだ竣工図書のスキャンデータと重ね合わせ、不足している情報を補完することで現況平面図 (CAD) を作成した。この手法は、コストを抑えつつ高い実用性を備え、従来の 3D レーザー計測技術に比べて簡便かつ効率的な解決策を提供できると判断した。

2) 計測手法の最適化

今回、プレ計測により iPad Pro の LiDAR スキャン機能によるスキャンレンジが 5m を超過した場合、ノイズや計測精度の低下が発生することを確認した。また、LiDAR 技術の特性から障害物による死角を考慮する必要がある。

今回、これらの制約に対処するために、計測間隔を 4m としスキャンレンジを 0.5m 重複させ、かつ進行方向を交互に設定することで計測精度を確保した。また、計測は 2 回実施することで点群データの取得漏れを防止した。この最適化手法により、LiDAR 技術の有効性を引き出すと同時に、計測精度の向上を図った。

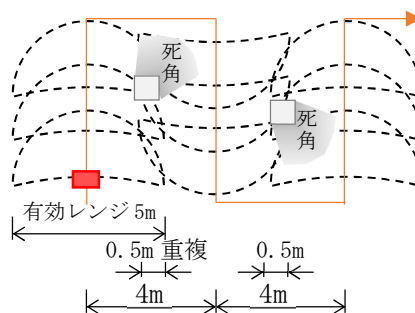


図 2 精度を確保した計測方法概念

3) LiDAR スキャン計測の効率と優位性

LiDAR スキャン計測の対象範囲は、既設ポンプ棟周辺であり、その面積は約 170 m²、取得した点群データの総数は約 8,700 万点であった。現場での計測に要した時間（アプリ起動から作業員による測定終了まで）は約 1 時間程度であったほか、取得した点群データを利用することで容易に再現性の高い現況平面図の作成が可能であった。

以上より、LiDAR スキャン計測は生産性向上の観点で、従来の業務プロセス（現地測量より作図する場合）と比較して大幅な時間短縮が達成できたことから、従来の手法に対する優位性があるものと評価できる。

点群データと竣工図書を重ね合わせた V-nasClair の画面を図 3 に示す。



図 3 点群データ・現況平面図の重ね合わせ画面（V-nasClair）

4) LiDAR スキャン計測技術の現場応用と課題の検討

今回、不足情報の補完を目的に、従来の手法を見直し LiDAR スキャン計測技術を適用した点群測量を実施した。この技術は、大掛かりな測量機材や高度な測量技術を必要としないため、従来の手法と比較して迅速かつ効率的に膨大な現場データの収集が可能となり、業務プ

ロセスの効率化を促進することが期待できる。また、高密度な点群データの取得により、精度の高い平面図を容易に作成でき、現場の詳細情報がデータとして蓄積されることで、再踏査の必要性が軽減され、業務の効率化に寄与するものとする。

一方で、本稿で採用した技術は簡易なアプリケーションであったため、一定の計測誤差が生じた。また、レーザー光の原理に基づくため、樹木の葉や雑草が生い茂る領域やメッシュフェンス等の繊細な構造物においては、点群データの取得が制限された。

これらの結果から、従来の現地測量に比べて著しく労力と時間を削減できる点を鑑みると、LiDAR スキャンによる計測は高い精度 (mm 単位) を必要とするケースには不向きであるものの、簡便かつ効率的に不足情報を補完する手法として、業務プロセスの変革に寄与する有望な技術と考える。

2-2. 3D モデルを活用した設計プロセスの改善

近年、国交省を筆頭に BIM/CIM 等、3 次元モデルを活用する設計業務は多くなってきているものの、水道分野では未だに 2 次元資料による設計が主流である。水道施設の設計プロセスにおいて、図 4 に示すとおり、設計者は 3 次元の構想を設計図や報告書等の 2 次元資料に可視化し、それを基に「計画の妥当性検証」や「発注者への計画説明」を行っている。

しかしながら、水道施設の設備更新や改修の計画においては、施設内に複数の設備 (水配管、機械設備 (ポンプ・弁等)、電気設備 (盤類・電線路等)、建築付帯設備等) が複雑に交錯していることが多く、2 次元資料を基に計画の妥当性を検証する際に、設備間の干渉や施工性・維持管理性等への配慮が見落とされる可能性が高くなる。同時に、2 次元資料を基に発注者が 3 次元で計画を理解する際に、認識の不一致や計画理解度に誤差が生じる懸念も存在する。

今回、実際に複数の設備が交錯する水道施設内における既設配管の更新計画を対象に、3D モデルを活用して計画を策定することで、設計ミス (設備間の干渉、配慮不足) の防止や計画理解度の向上に寄与し、業務プロセスの改善を図った。

この手法は、従来の 2 次元資料による設計と比べて計画の妥当性の確認を容易にさせ、設計段階での問題発生を抑制する有望なアプローチと考える。

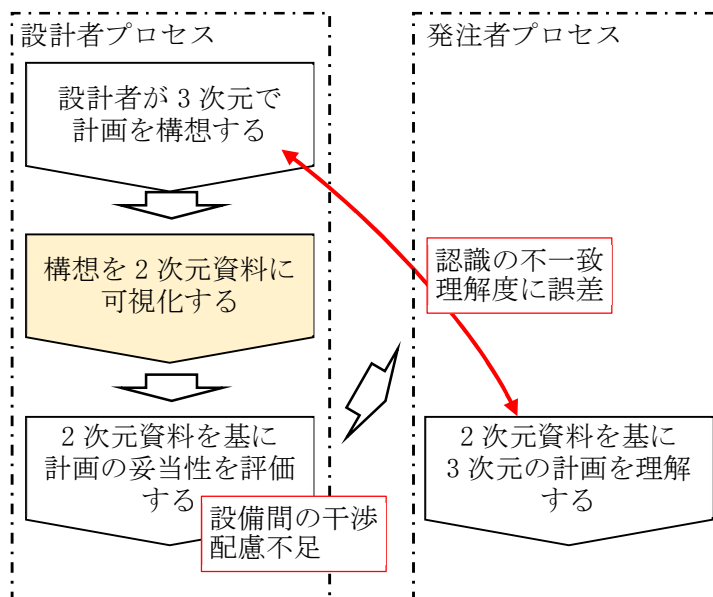


図 4 従来プロセスのフローと課題

1) 利用技術

3D モデル (CAD) は Rebro ((株) NYK システムズ) を用いて作成した。Rebro は、水配管、機械設備、電気設備、建築設備等の標準要素を備えており、一つのモデルデータから平面図や任意の断面図等の多様な図面を生成することが可能である。この機能から、水道施設の 3D モデル化において Rebro の有用性が高いと判断した。



図 5 複雑な現場状況

2) 3D モデル化と活用方法

今回作成した 3D モデルは、水道施設内の既設配管の更新計画を 3D モデルにより視覚的かつ具体的に表現したものである (施設状況を図 5 に示す)。

今回、設計ミス防止の観点で、成果品としてこの 3D モデルから生成した平面図及び断面図を利用することで、図面間の整合チェックを省略することができ、照査に要する時間を削減されただけでなく、作図時間も大幅に削減することができた。また、発注者への計画説明資料として 3D モデルを活用することで、計画の可視化に役立つとともに、設計内容を効果的に伝達することができた。3D モデルの作成状況及び生成した 3D モデル・断面図を図 6 に示す。

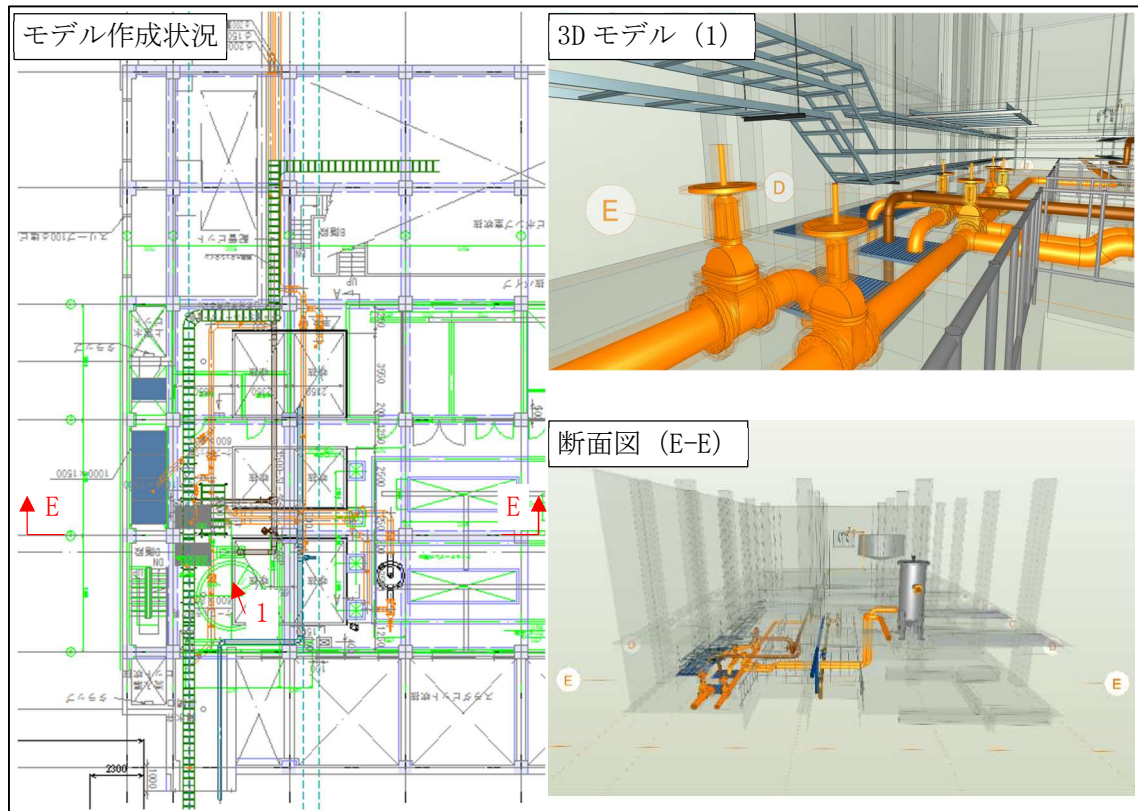


図 6 作成状況 (2D)・3D モデル・断面図

3) 3D モデルを活用した水道施設設計の妥当性検証と情報共有の促進

本稿では、設計ミス（設備間の干渉、配慮不足）の防止と計画理解度の向上を目指し、3D モデルを活用して水道施設の計画を立案した。比較的制約が多かった従来技術（2次元）と異なり、3D モデルを用いることで、設備の形状、寸法、配置等を現実的かつ立体的に視覚化することが可能となった。この特長により、設計者と発注者の間で円滑な情報共有が促進され、現場状況と計画の理解度向上に寄与したものと考える。また、作成した 3D モデルからは平面図及び任意の断面図を生成でき、これが設計ミスの防止や工程短縮に繋がり、効率的かつ高品質な設計を確保できたものとする。

3DCAD の利用には一定のスキルと技術研鑽が必要であるものの、3D モデルを活用した計画の妥当性検証や発注者への計画説明を行うことで、従来の設計ミスや計画理解度の誤差の改善が可能である。これにより、設計の手戻りを防止するために有望な技術であると評価する。

3. まとめ

建設コンサルタント業界の課題に対して、本稿では、デジタル技術の導入によって業務プロセスを変革と生産性の向上に寄与した具体的な事例（LiDAR スキャン計測技術及び 3D モデルの活用事例）を報告した。

◆LiDAR スキャン計測技術の活用（効率化）

- ・今回利用した LiDAR スキャン計測技術は高い精度を必要とするケースには不向きであるものの、計測手法を最適化することで、現場データの収集に焦点を当て簡便かつ効率的なデータ取得が可能である。
- ・業務プロセスの効率化を実現し、コストと時間の削減が達成された。

◆3D モデルを活用した設計プロセスの改善

- ・3D モデルによる計画の視覚化になり、設計者と発注者の間で円滑な情報共有が促進され、計画理解度の向上に寄与した。
- ・3D モデルを使用して設計プロセスを改善することで、2次元資料では見落とされがちな設備間の干渉や配慮不足を防ぐことができ、効率的かつ高品質な設計を確保できた。

結論として、デジタル技術の導入にはスキルと技術研鑽が必要であるが、LiDAR スキャン計測技術や 3D モデルを活用することは、従来の業務プロセスの変革、かつ生産性向上に寄与し、設計の手戻りを防止する有望なアプローチになると評価する。また、計画、調査、設計段階において DX の活用範囲が広がることは、その後の施工、維持管理の各段階との連携強化に繋がり、建設生産・管理システムの効率化・高度化にも寄与するものとする。

計画、調査、設計を担う建設コンサルタントとして、従来の業務プロセスに捉われず、積極的に DX の推進に取り組むことにより、建設業界全体の魅力を高め、担い手不足解決の一役となることを期待する。