

3 次元配筋モデルを活用したフロントローディングによる生産性向上への取り組み

鹿島建設(株) 正会員 ○新倉里紗 藤井広志 石黒真聖 山本正人

1. はじめに

施工段階での生産性阻害要因の一つとして、アナログ化された2次元図面に基づいた情報伝達が挙げられる。鉄筋工事を例に挙げると、まず工事受注者が発注者から受領した2次元配筋図を確認し、施工性等を考慮した2次元配筋図に発注者と協議しながら修正し、2次元鉄筋加工図を作成する。そして、鉄筋組立業者が2次元鉄筋加工図を受け取り、鉄筋加工帳および鉄筋曲げ加工に必要な絵符を作成する。このように、実際に施工する鉄筋を現場に搬入するまでには複数の関係者が関与し、情報の受け渡しが行われる。これら一連の情報伝達がアナログであるが故に、図面の授受や理解・確認作業による時間ロス、誤解や手作業転記・入力によるヒューマンエラーが発生する原因となり生産性を低下させる。また、近年では、熟練技能者不足により、鉄筋の組み間違いや、鉄筋加工ミスが発生することもある。さらには、配筋変更箇所を竣工図に反映する作業にも多くの時間を要し、現場職員の残業時間増加にも繋がっている。一方で、従来はマンパワーの問題から過密配筋部等の局所的な3次元モデル化が主体であったが、モデリングスキルの向上・ソフトウェアの機能発展等により、大規模な配筋のモデル化が容易となり、BIM/CIMによるメリットの享受範囲がますます拡大している。

そこで、以下に示す工事では交差部を含む3スパンの覆工・インバート・坑門部の鉄筋(38.93t)を全てモデル化した。本BIM/CIMモデルを活用して鉄筋情報をデジタル空間で一元管理し、発注図受領から竣工図作成までのプロセスを効率化した施工管理を実現したので報告する。

2. 適用工事概要

令和3-4年度 日下川新規放水路管理道整備工事は、国土交通省が整備する放水路(本坑)への作業坑を管理道として整備するために、覆工・インバート工等を構築する工事である。また今回受注した工事は受注者希望型のBIM/CIM活用工事であり、交差部、DIII区間、坑門工にてBIM/CIMを活用したものである。

3. 課題

本工事は、BIM/CIMを活用したフロントローディングによる手戻りの防止やスムーズな施工を実現するため、下記の課題を解決する必要があった。

課題①: 三心円断面の放水路トンネル本坑と矩形断面の管理道が直角に交差して複雑な構造・配筋であったため、施工段階で鉄筋の干渉に気づくと工程の遅れに繋がる可能性があった(図-1)。

課題②: 発注者への施工承諾に際し、配筋変更箇所を視覚的に分かりやすく説明する必要があった。

課題③: 鉄筋工事の経験が浅い技能者が組み立てミス無く施工できるように、配筋組み上がりイメージを視覚的に共有するとともに、配置鉄筋番号を簡便に確認する必要があった。

課題④: 維持管理段階で有効活用可能な正確な竣工図を効率的に作成する必要があった。

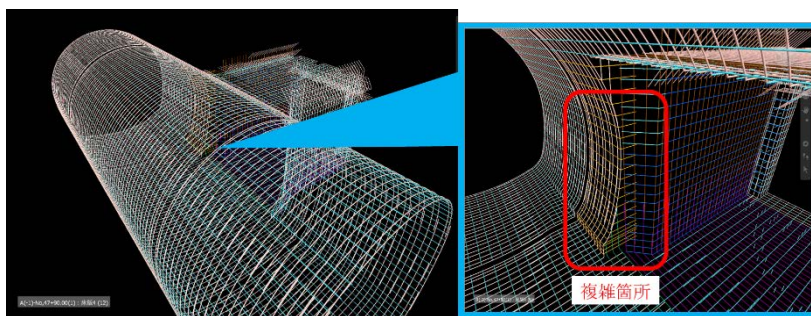


図-1 交差部の3次元配筋モデル

キーワード 施工性向上, BIM/CIM, ICT

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)土木管理本部 TEL03-5544-1111

4. 実績と効果

本工事では前記の課題を解決するため、下記に取り組み、記載の効果を得た。

(1) 課題①への対応

配筋図を基に施工性を考慮した3次元配筋モデルをRevitで作成し、クラウド(BIM360)上で共有した。同じモデルを元請職員・協力会社が共有し、鉄筋干渉や組み立て困難な状態に無いかなどを複数の角度から事前確認した。問題点や改善点を発見した場合は、モデル上にコメントを入力して関係者間で情報共有した。デジタル空間内で全ての配筋を事前確認したことで、施工中の手戻りを防止できた。また、モデルの作成やコメントに対する修正は現場での配筋作業に知識を有する設計事務所に依頼し、元請職員・協力会社は現場作業に専念した。

(2) 課題②への対応

従来は、複数枚の2次元図面を駆使してお互いの頭の中で3次元をイメージしながら鉄筋の干渉を説明・理解していたが、3次元配筋モデルを拡大・回転させて様々な角度から同じ映像を受発注者ともに共有することで合意形成に掛ける労力をお互いに小さくできた。

(3) 課題③への対応

現場で3次元配筋モデルをタブレット型AR(Augmented Reality; 拡張現実)に表示させ、施工前の配筋説明、施工後の配筋チェックに使用した(図-2)。ARで鉄筋同士の位置関係やフックの向き等を視覚的に確認でき、協力会社も「分かりやすい」と評価した。配置する鉄筋番号を都度モデルで確認して絵府と照合することで

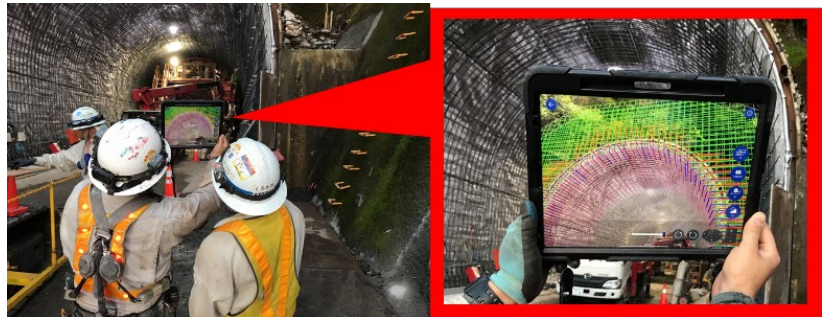


図-2 協力会社とARを確認する様子

配置間違いの発生を防止するとともに、効率的な作業を実現した。また、組み立て間違いは1件も発生しなかった。さらに、組立て後の配筋チェックにもARを利用した。

(4) 課題④への対応

Revitで作成した鉄筋の属性情報を有する3次元配筋モデルから2次元の完成配筋図や鉄筋集計表を簡便に作成した。一方でRevitでは、「CAD製図基準」に合致した図面データや電子納品基準に則したファイル形式のデータを出力できないため、図面の修正やデータ形式変換作業が必要になった。納品要領に合致させるアドオン開発、あるいは要領自体の見直しが望まれるところである。

5. おわりに

本工事では、工事計画段階から十分な検討を実施したため作業着手後に顕在化する手戻りは発生せず、工期内に施工を進めることができた。また、鉄筋組立時にはARを活用することで技能者に分かりやすく配筋手順を説明したため、鉄筋の組み間違い件数はゼロ件であった。

3次元配筋モデルを作成したことによる効果は、施工段階における手戻り防止だけではない。従来の完成図は、承諾図および協議図を基に発注図(契約図面)を修正したものであったが、本工事では施工性等を考慮して修正した配筋が3次元モデルに反映されており、BIM/CIM活用工事の納品物となる3次元配筋モデルは施工した鉄筋の1本1本が正確に表現されていることと、修正した図面(施工図)そのままに2次元図面ができることから、完成後の維持管理において、非常に有益な情報であると言える。以上から、3次元配筋モデルは計画・施工・維持管理の多様な建設生産プロセスにおいて生産性向上に寄与するものとする。

また、鉄筋工事のより一層の省力化に向けて、3次元配筋モデルから鉄筋加工情報を加工機に引き継ぐことで、ヒューマンエラーが介在しない鉄筋の切断・曲げ加工の実現にも取り組んでいる。