

3D プリンタ模型製作に見る施工リモートワークの課題と展望

株式会社 安藤・間 正会員 ○山岸 真理
株式会社 安藤・間 正会員 石濱 裕幸

1. はじめに

国土交通省は平成 28 年度から i-Construction を推進し、ICT の全面的な活用による建設生産プロセスの抜本的な生産性向上に取り組んでいる。また、急速に進展するデジタル技術を活用し、建設施工の自動化・自律化及び遠隔化の開発と試験導入が、大手建設企業、建設機械メーカ、ソフトウェアベンダーを中心に進められている。これらの取組の 1 つとして現場外から施工を行う状態(以下、施工リモートワークと呼ぶ)がある。施工リモートワークの実現に向けて、自動化を前提とした施工管理手法の構築が必要である。

模型製作等に使用される小型の 3D プリンタは CIM などの 3D モデルから、短時間で模型製作できる自動化の進んだツールである。3D プリンタによる模型製作は、3D モデルを元に実物を造形できる点で自動施工機械による施工リモートワークに類似していると考える。そこで、3D モデルから 3D プリンタで模型製作するフローと施工リモートワークのフローを対比させ、3D プリンタによる模型製作上の課題から施工リモートワークで生じる課題の推定を試みた。

2. 作業フローごとに推定した課題

表 1 作業フロー対比表

3D プリンタによる模型製作の作業フローと、施工リモートワークの作業フローとの対比を表 1 に示す。太字で示した作業における課題について下記に示す。

2. 1 クリアランスの編集／施工境界の保護

複数の部材を組み合わせる模型製作では、部材同士のクリアランスを適切に確保しなければ全体の寸法や組み立てに不具合が生じる。そのため、模型出力前にカタログ値にあわせ 3D モデルを編集しクリアランスを調整する。3D モデルの編集だけでなく、機器の定期的な校正・確認、機材のマニュアル整備などでクリアランスを適切に確保している。

施工リモートワークでは、建設機械の精度や使用材料のばらつきなどにより様々な誤差が生じる。これらの施工誤差

準備	3D プリンタによる 模型製作	施工リモートワーク
	3D モデル作成	3D モデル作成
	色に合わせた編集	材料、仕様の切り替え
	接合部の編集	施工中断時と再開時の処理
	クリアランスの編集	施工境界の保護
	出力解像度にあわせた編集	自動施工機械の動作精度
	テスト出力	試験施工
実施	出力	施工
	仮組みと成形	検査・不良個所の対応
	塗装・仕上げ	人力での仕上げ対応

を考慮せずに施工を進めると大きな手戻りにつながる可能性がある。したがって、施工誤差を考慮した品質管理手法や施工中の品質確認方法を検討しておく必要がある。

2. 2 出力解像度にあわせた編集／自動施工機械の動作精度

模型製作では、目的に応じて必要な精度と出力解像度を備えた 3D プリンタを選定する。例えば、3D プリンタは熱溶解積層方式¹を使用する場合、模型製作時、成果品の必要な精度と出力解像度を同時に考慮しないと、模型の形状が正しく表現されない。そこで、小さいモデルは表 2 に示す熱溶解積層方式

キーワード：施工リモートワーク、i-Construction、3D プリンタ、模型製作、CIM モデル
連絡先：〒105-7360 東京都港区東新橋 1-9-1/TEL: 03-3575-6126

より出力解像度の高い光造形方式 3D プリンタを使用して造型を行う。さらに、3D プリンタの仕様に合わせて 3D モデルの編集を行う。

施工では、施工機械を組み合わせることで工事を行うため、完全に施工リモートワーク化するには多様な施工機械をリモート化する必要があると思われる。

2. 3出力／施工

(1) 環境への適応

3D プリンタは、造型時の気温と湿度が推奨値の範囲内でないと材料吐出後の形状保持や材料の品質に悪影響を及ぼす。そのため、3D プリンタ出力時に図1のIoTセンサで気温と湿度をモニタリングする。また、3D プリンタの稼働音への配慮や出力後の薬剤処理の廃液処分を適切に行うことが求められる。

施工リモートワークでは、気温や天候、周辺環境にも配慮する必要がある。例えば、コンクリート打設では気温や天候によって配合を調整する必要がある。また、排気ガスや粉塵への配慮、廃棄物の適切な処分が求められる。施工リモートワークでは、環境モニタリングやトレーサビリティの確保が求められ、リモートで行える手段を構築する必要がある。

(2) 機器の故障、異常検出

模型製作では、確実に納期内に造型するために、監視とバックアップ体制を整備している。図2に示す3Dプリンタ内蔵カメラと監視ソフトに表示される情報で、3Dプリンタの状況を常時監視し、故障時に即時対応できるメンテナンス会社と契約している。

施工リモートワークでは、施工機械の故障検知やバックアップ体制の確保が必要となる。例えば、確実な故障検知・通知システムを構築しつつ故障時に代替機によるバックアップが可能な体制を構築するなどが考えられる。

3. まとめ

デジタル化された情報を実物化する点で3Dプリンタ模型製作と施工リモートワークには類似点が多い。そこで、これらの作業フローを対比して施工リモートワーク実現時に向けた課題をある程度抽出することができた。よい模型／施工結果を得るには、3Dモデル形状やカタログ値などデジタル化された情報だけでなく、実際の出力環境や出力時の誤差や出力解像度、環境面や故障時の対応などを考慮する必要がある。

4. 考察

施工で生じる課題を事前に抽出して解決するフロントローディングの取り組みが盛んにおこなわれている。しかし、現在の技術力では現地に行かなければ対応できないことが多く、現時点で完全な施工リモートワークは現実的でない。

現場未経験者やデスクワークのみの人材に3Dプリンタ出力を経験させ、実際の作業で発生する課題を配慮できるようにすることや、実際の施工誤差を考慮した設計作業の標準化を進めることで課題解決となる可能性がある。

表2 機械別の解像度

出力方式	解像度
熱溶解積層方式	0.127 mm
光造形方式	0.05 mm



図1 IoTセンサ(温度)

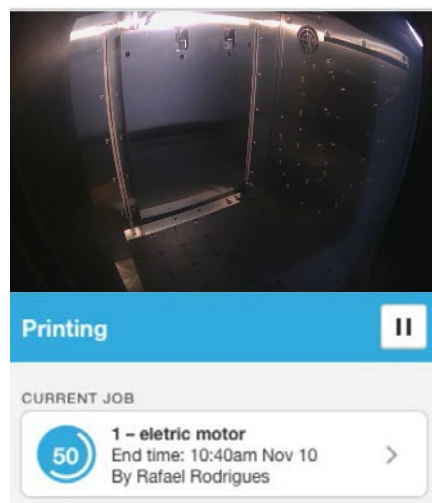


図2 3Dプリンタ監視状況

i 熱溶解積層方式 3D プリンタ：熱可塑性プラスチック材料を半液状に溶かして積層する方法