

国土交通省の直轄土木工事における 三次元プリンタの活用状況

櫻井 真¹・市村 靖光²・堤 達也³

^{1,2}非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

¹E-mail:sakurai-m8312@mlit.go.jp

²E-mail:ichimura-y92pi@mlit.go.jp

³正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail: tsutsumi-t92ta@mlit.go.jp

近年、直轄土木工事において三次元プリンタの活用の実績が増えている。本報告では、三次元プリンタの活用事例を収集し、施工された工種等の整理を行い、効果や今後の課題について整理を行った結果を報告する。

Key Words : three dimensional printer

1. はじめに

建設産業では大量のインフラ施設の老朽化、材料費の高騰など様々な課題に直面している。中でも技術者の高齢化、若手技術者離れを起因とした建設産業人口の減少・不足は大きな課題となっており、現場環境改善や施工の効率化が急務である。

三次元プリンタ（以下「3Dプリンタ」という）は、型枠を使用せずに造形物を製作することが可能であることから、型枠工等を必要としないほか、造形の自由度によって意匠性に優れた造形物の製作も可能となる。

近年の直轄土木工事において3Dプリンタの活用による事例が増えつつあるが、造形物の施工にあたっては管理基準が定められていない。

本稿では、3Dプリンタの適用性や品質管理方法などを検討するため、令和4年度以降に直轄工事において先進的に活用されている事例収集を行った結果について報告する。

2. 3Dプリンタ種類

3Dプリンタは、三次元的なデータで構成されたモデルを元に立体物を造形する機械である。今回、事例収集した工事において使用された3Dプリンタは、「ガント

リー型」と「ロボットアーム型」があった。

また、造形の方法は、材料押出方式と材料噴射方式の2種類があるが、収集事例においては、材料押出式のみであった。

(1) ガントリー型

フレーム構造の中を材料の吐出口が移動して造形。



図-2.1 ガントリー型（写真提供：polyuse）

(2) ロボットアーム型

人間の腕のような動きをするアームの先端に吐出口が取り付けられている。

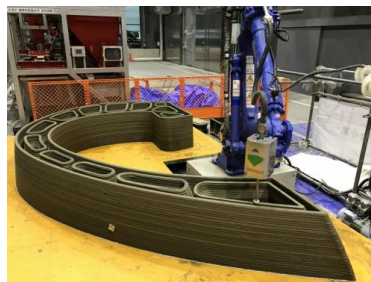


図-2.2 ロボットアーム型（写真提供：大林組）

(3) 材料押出方式

材料を押出ながら一層ずつ積層を繰り返して造形。



図-2.3 材料押出方式 (写真提供: 清水建設)

(4) 材料噴射方式

材料を噴射させ、堆積させて固体化して造形。



図-2.4 材料噴射方式 (写真提供: 清水建設)

3. 施工方法

本報告においては、下記①～③に分類をして整理した。

① オンサイト

施工現場に3Dプリンタを設置し、現地に直接プリントを行う施工方法。施工場所に3Dプリンタを設置するスペースを確保する必要がある。



図-3.1 施工状況 (写真提供: 京都国道事務所)

② ニアサイト

施工現場近くにプリントを行うヤードを設け、プリントを行い、現地に運搬して据付けを行う施工方法。

③ オフサイト

工場などでプリントを行い、現地に運搬して据え付けを行う施工方法。ニアサイトより運搬距離が長くなる。

4. 活用事例

国土交通省直轄工事において、3Dプリンタを活用し、施工を行った工事の事例調査を行い、活用を行った工事

の発注者及び受注者にヒアリングを行った。

(1) 活用工事件数 (地整別)

3Dプリンタ活用工事は、全国で21工事であった。なお、活用状況の件数は、令和6年1月末までに収集出来た件数で集計している。

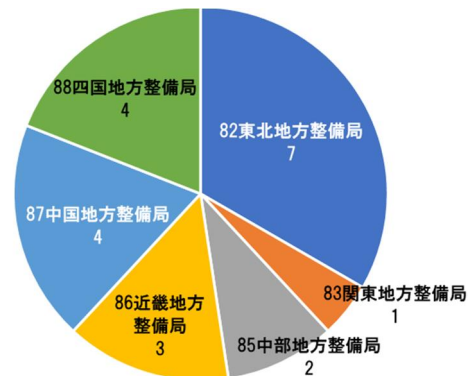


図-4.1 地方整備局別内訳 (令和6年1月末時点)

(2) 製作した造形物の種類

21件の工事において製作された構造物の内訳は、集水樹が9件と最も多く、約半分を占め、重力式擁壁(3件)、歩車道境界ブロック(2件)であったほか、護岸パネル、フーチング(埋設型枠)、潜水突堤先端擦り付け部ブロックなどの事例があった。

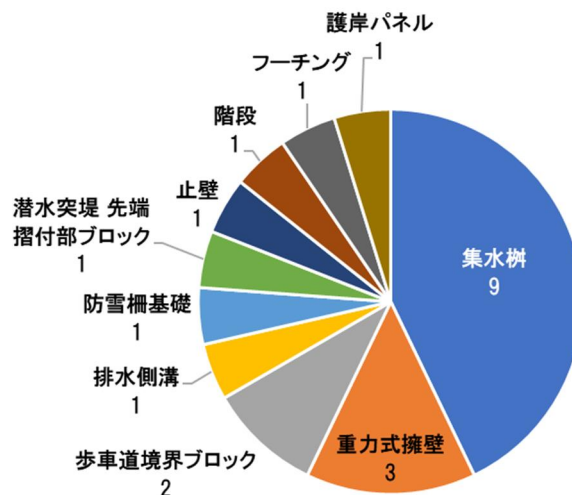


図-4.2 種類別内訳

(3) プリント場所

オンサイトプリントは、近畿地方整備局京都国道事務所所で施工された歩車道境界ブロックの1件であり、そのほかは、ニアサイトもしくはオフサイトによるプリントであった。

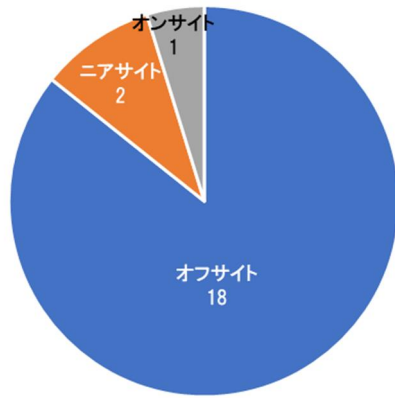


図-4.3 プリント場所内訳

(4) 代表的な事例

① 集水ます (土佐国道事務所 令和4年1月) ¹⁾

(施工方法) オフサイト

道路改良工事における排水構造物のうち、集水ますを3Dプリンタで製作。



図-4.4 集水ます (国内の公共工事での初施工)

② 歩車道境界ブロック (京都国道事務所 令和4年7月) ²⁾

(施工方法) オンサイト

電線共同溝工事の構造物復旧工として、交差点部の歩車道境界ブロックを施工。

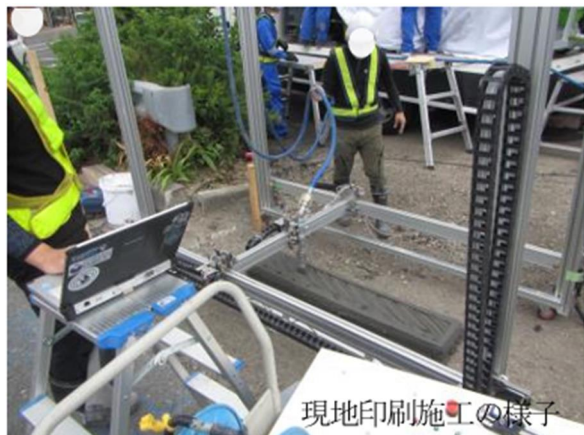


図-4.5 歩車道境界ブロック (オンサイトでの国内初施工)

③ 重力式擁壁 (名四国道事務所 令和4年7月) ³⁾

(施工方法) オフサイト

道路改良工事における重力式擁壁を製作 (擁壁の外枠をプリントし、コンクリートを中心に充填)



図-4.6 重力式擁壁 (プリント状況)



図-4.7 重力式擁壁 (現地据付前)

5. 施工管理

3Dプリンタの施工管理は、土木工事共通仕様書 (案) おける出来形及び品質管理基準に準拠して、工事ごとに受発注者間で協議のうえ決定して実施されているが、それぞれの管理項目については、課題があると感じている受注者が半数であった。

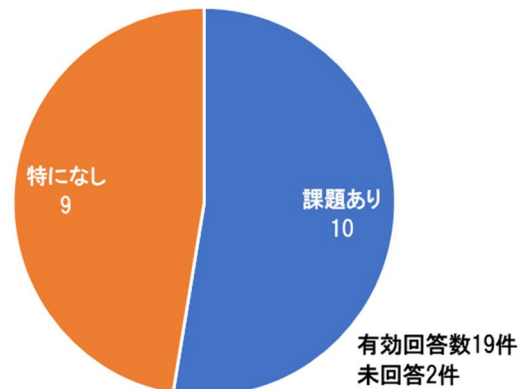


図-5.1 出来形管理

(出来形管理に関する主な意見や課題)

- ・ 「測定項目」「規格値」「測定箇所」については、現行基準で問題ない。
- ・ 積層体の端部は丸みを帯びているため、出来形を計測する位置に配慮が必要。

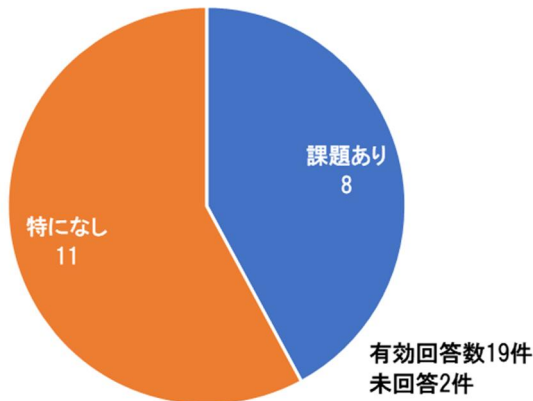


図-5.2 品質管理

(品質管理に関する主な意見)

- ・ 強度については、プリント前に供試体を作成し、試験を実施。
- ・ 積層体からのコア採取等はしていない。
- ・ 材料の温度が効果時間に影響する。
- ・ 試験と本施工との再現性を確認することはしていない(再現が出来ているという前提で施工)。

6. 活用の感想と今後の課題

(効果)

- ・ 工期を短縮できるメリットがある。
- ・ 山間部などでの施工で、型枠大工が来てくれるかわからない状況においては有効な施工方法。

- ・ 導入の初期段階においては、プリントに失敗をすることもあったが、経験を重ねれば信頼性は増してくると思われる。

(課題)

- ・ 構造物完成までの管理方法が不明確
- ・ 品質管理基準の設定が必要。
- ・ 型枠工は不要になるが、現状としては材料費がたかいたためコストがかかる。

7. まとめ

3Dプリンタの活用は、今後も増えていくと考えられる。発注者としては、製作した構造物の受入に関する出来形及び品質管理基準の整備が必要であり、今後、積極的な活用が可能になるようにするためには、その整備が必要であると考えられる。

謝辞: 活用状況の収集及びアンケート調査にあたり、各地方整備局、工事受注者等の皆様にはお忙しい中にも関わらず多大なるご協力を賜りました。心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土佐国道事務所：国内の公共工事初！重要構造物（橋梁下部工）に3Dプリンタを活用します！！，令和5年10月17日記者発表資料
- 2) 大京真也：建設用3Dプリンタを用いたコンクリート構造物の施工について，令和5年度近畿地方整備局研究発表会論文集イノベーションI
- 3) 名四国道事務所：中部地方で初施工！～建設用3Dプリンタを活用し，土木構造物（重力式擁壁）を施工します～，令和4年7月21日記者発表資料

(2024.5.受付)

In civil engineering works under the direct jurisdiction of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Usage status of 3D printers

Makoto SAKURAI, Yasumitsu ICHIMURA and Shinya TSUTSUMI

In recent years, the use of three-dimensional printers in direct civil engineering work has been increasing. In this report, we will collect examples of the use of 3D printers, organize the types of work performed, and report the results of organizing the effects and future issues.