

建設用 3D プリンティング技術の農業水利施設の改修・補修への活用に向けた技術開発 Research and development of construction 3D printing technologies for irrigation facilities

黒田 清一郎*, ○金森 拓也*

KURODA Seiichiro*・KANAMORI Takuya*

1. はじめに

近年、工事現場における技術者不足への対応や生産性の向上、工期短縮などを目的として、コンクリート構造物におけるプレキャスト製品の導入が積極的に進められている。一方で、農業水利施設の中には、例えば地形的制約や他の水利システムとの接続性確保のために、特殊形状とせざるを得ないものもあり、必ずしも規格化されたプレキャスト製品だけでは対応できない場合がある。こうした特殊形状を有する農業水利施設に対して、比較的自由的な形状をデザインできるコンクリート 3D プリンティング（以下 3DCP）技術の適用が有効となる。本稿ではそのような観点から、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 3 期スマートインフラ「サブ課題 B：先進的なインフラメンテナンスサイクルの構築」における、著者らの 3DCP 技術への取り組みについて述べる。

2. 3DCP 技術の適用可能性

3DCP 技術は、例えば曲面や中空など、従来の型枠を用いた成形方法では困難であった複雑な形状をデザインすることが可能となる。このことから、3DCP 技術は無人工化施工による省力化や生産性の向上に資するとともに、形状の自由度の高さから、意匠性に優れる、あるいは構造的・水理的に有利な断面を有する構造物など、機能性を付加した構造物を実現できる可能性がある。このような特徴は、農業水利施設においては地形形状や水理的な要求により固有あるいは特殊な形状が必要とされる場面などで有利に働くと考えられる。そのことから、a.貯水施設の附帯構造物（底樋出口柵¹⁾等）、b.河川施設（頭首工、堰およびその附帯構造物）、c.水路施設（分水、合流部）を 3DCP 技術の活用可能性がある重要な農業水利施設として想定し、研究開発を行っている。また 3DCP 技術は原理的には現場にプリンタを運搬することも可能であり、現地に構造物を直接設置する形での現地施工も可能である。この特徴は災害時の復旧・補修工事における迅速な対応に有効と考えられる。したがって、特に近年の豪雨災害において頻発している比較的小規模な頭首工・堰等の河川構造物およびその附帯施設の補修への利活用も想定される。

3. 3DCP による構造物の診断技術

3DCP は、規格化が困難であり、従来であれば現場において型枠を設置して打設する必要のあった特殊な形状・仕様のコンクリート構造物のプレキャスト化を可能にする。工場等の屋内で製作することから、製作時に詳細な形状の把握や構造物内部の診断を行うことも可能と考える。こうした観点からレーザスキャナーや LiDAR 機能を有するタブレット端末等を用いた 3 次元形状把握手法の検討を行っている。これらの方法により 3DCP 構造物の特徴である積層構造も把握できる。また 3DCP に用いられる移動機構は構造物の効率的なスキャンにも活用できることから、その移動機構の活用を想定した電磁波等による非破壊診断技術の検討も行っている（Fig. 1）。

* (国研)農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO,

キーワード：建設用 3D プリンティング, 農業水利施設, デジタルファブリケーション, オーダーメイド型プレキャスト

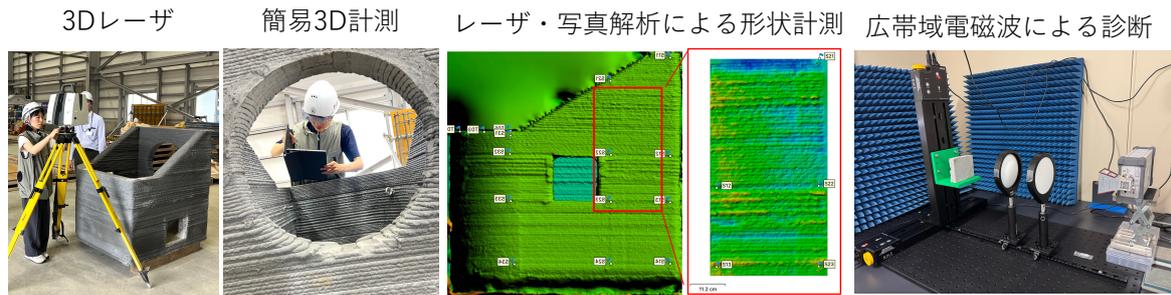


Fig. 1 3DCP による構造物を対象とした 3 次元形状計測および非破壊診断技術の適用

4. 農業水利施設への導入に向けた総合的技術への取組み

3DCP はデジタル設計と施工機械が一体化したデジタルファブリケーションとよばれる技術の一つであり、設計データから直接モノを作るデータ駆動型の製造技術である。このプロセスは 3D データや BIM/CIM と親和性を持っており、形状だけでなく属性や施工情報のデータも提供できれば、製造プロセスに直接連携させることも可能となり、デジタル情報から現実の施工へのシームレスな橋渡しが可能となる。これにより水利施設の補修や改修工事における生産性向上と省人化を実現することが肝要である。このような観点から調査・測量・計画から設計・施工とその品質管理、そして設置後の維持管理を見据えた総合的なプロセスを支援する技術に関して技術開発を行っている (Fig. 2)。

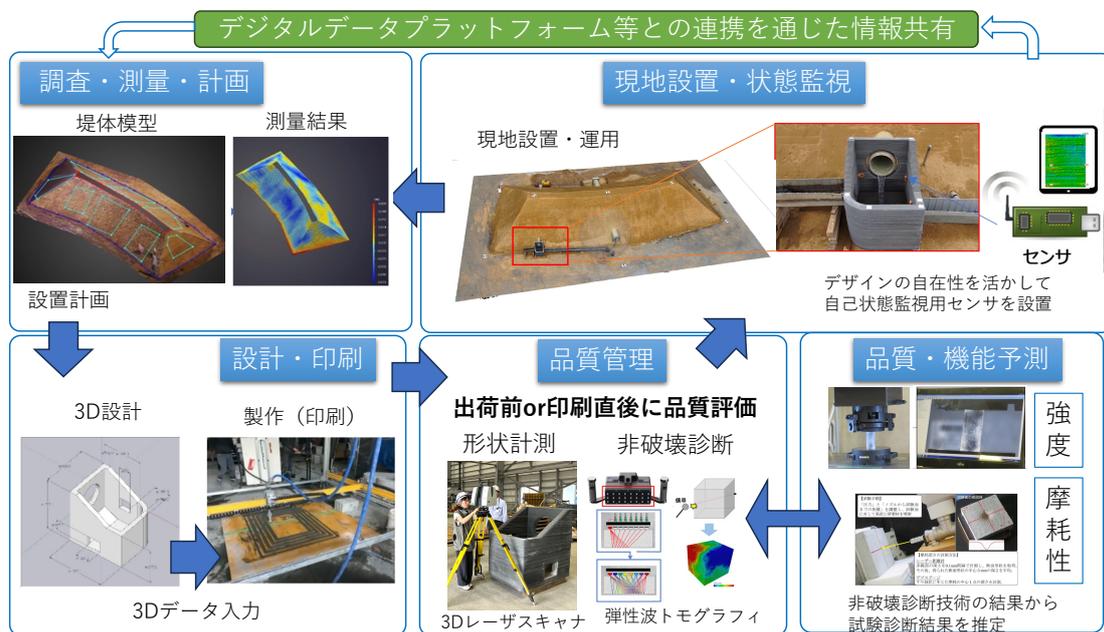


Fig. 2 設計・施工等に関するデジタル情報と連携した総合的な 3DCP 技術体系のイメージ

謝辞 本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議 官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)および戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第 3 期「スマートインフラマネジメントシステムの構築」JPJ012187 (研究推進法人：土木研究所) によって実施した。本研究にあたりご協力いただいた関係各位に感謝の意を表す。

参考文献

金森ほか(2024) 建設用 3D プリンティング技術の農業水利施設への適用に向けた取組み, 農業農村工学会大会講演要旨