

建設用3Dプリンタによる造形物の
出来形及び品質の確認に関する参考資料（案）

令和8年3月

国土交通省 大臣官房 技術調査課

はじめに

セメント系材料を用いた建設用 3D プリンタ（以下、文中では 3D プリンタという）による造形に際しては、型枠が不要で設計データと連携できることから、省人化・工期短縮等が期待でき、国土交通省直轄工事においても、適用事例が増えつつある。

一般的に従来工法において JIS A 5308 で規定されるレディーミクストコンクリートを用いる場合は、JIS 規格があることから、原材料や製造のための装置等は、その品質管理状況を確認できる書類等の確認ですませることができる。また、型枠に材料を打ち込む施工方法は一般化されており、出来形の確認方法も規定されている。しかしながら、3D プリンタの場合は、材料や造形方法に関する標準が存在しないため、品質管理や検査の方法も含め、個別に検討する必要がある。現時点では、受発注者協議の上、施工時の生コンの品質管理基準等を参考にしつつ、3D プリンタ造形物特有の確認項目（出来形、品質、製造プロセス等）を追加する等の対応を現場で行っている。

一方、3D プリンタに関する技術指針として、土木学会から「建設用 3D プリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針（案）」が令和 7 年 7 月に発刊されている。この指針（案）は、コンクリート構造物を対象に、セメント系材料を用いて 3D プリンタで製造した無筋の埋設型枠（3D プリント埋設型枠）を採用する場合において、構造物の構造計画、設計、製造、施工、維持管理の一般的な原則を示したものであるが、以下の理由により、品質管理項目等は標準化されていない。

- 3D プリンタは、各社固有の仕様であり、プリンタに適合した材料を使用し、その種類、配合等も異なる。
- 適切に積層するためのプリント条件（材料の吐出圧、量、積重ね時間間隔等）もプリンタの仕様（ポンプの種類、ノズルの大きさ等）、使用材料、プリントする環境（屋外・屋内、気温等）に大きく依存する。
- このため、3D プリンタによる造形物が所定の要求性能を満足しているかどうかを、使用する材料やプリンタの仕様等で一律に規定することは困難であり、今後も各社個別の協議が必要となる。

そこで、本資料は、受注者から 3D プリンタの適用を提案され、発注者が承諾するケースを前提に、発注者が留意すべき事項等を示したものである。まず第一に、当該工事において、3D プリンタの適用に当たって、適用工種の妥当性、再設計の必要性等に関する考え方を示している。次に、3D プリンタによる造形物の特性を考慮し、監督職員等が造形物の出来形及び品質を確認するための基本的な考え方を示し、個別協議が円滑な実施となるよう留意点を整理し

ている。現時点では、施工実績も少ないため、限られた情報にとどまっているが、今後の施工実績や知見の蓄積により、より内容の充実を図ることとする。

1. 適用の考え方

3Dプリンタには、材料押出方式と材料吹付け方式の2種類がある。材料押出方式は、材料をプリンタの先端にあるノズルから一定量を吐出し、一層ずつ積み重ねて構造物を造形する方式であり、造形途中で鉄筋を配置することは困難なため、従来、無筋コンクリートとして構築されていた構造物、または、鉄筋コンクリート構造物のうち鉄筋を含まない部位（埋設型枠等）に適用される。なお、材料吹付け方式は、セメント系材料を組み立てた鉄筋に吹き付け、両者を一体化させる方式であり、鉄筋コンクリート構造物の造形も可能である。

ただし、これまでの直轄土木工事における3Dプリンタの実績は、材料押出方式によるものであり、材料吹付け方式の実績は確認できなかったことから、本資料では、材料押出方式を対象としている。巻末資料に、3Dプリンタの施工実績を示しているなので、参考にされたい。

また、3Dプリンタに関する技術指針として、土木学会から「建設用3Dプリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針（案）」¹⁾が発刊されている。この指針（案）は、コンクリート構造物を対象に、セメント系材料を用いて3Dプリンタで製造した無筋の埋設型枠（3Dプリント埋設型枠）を採用する場合において、構造物の構造計画、設計、製造、施工、維持管理の一般的な原則を示したものである。直轄工事において、埋設型枠だけではなく、無筋構造物本体に3Dプリンタを適用する際にも、発注者、設計者、施工者各々が留意すべき事項の参考となるものであり、本資料においても、指針（案）の内容を一部引用している。また、積層体の圧縮強度試験用の供試体の作製方法についても、土木学会により「3Dプリンタで積層されたモルタル（コンクリート）造形物の圧縮強度試験および静弾性係数試験用コア供試体の作り方（案）（JSCE-F711-2025）」²⁾が規準化されているので、参考にされたい。

2. 3Dプリンタ適用に際しての考え方

これまでの直轄土木工事の施工事例によると、施工中に受注者から3Dプリンタを適用したいとの申し出を受け、協議の上、発注者が承諾しているケースがほとんどであり、契約変更しているケースは僅かで特殊な場合のみである。また、当初設計から3Dプリンタの適用を見込んでいるケースは実績がない。

施工中に受注者から3Dプリンタを適用したいとの申し出があった際には、発注者として以下の点に留意しなければならない。

(1) 適用する構造物の妥当性

巻末資料（直轄土木工事におけるセメント系材料を用いた建設用3Dプリンタの適用事例）に示すように、これまでの直轄土木工事の施工事例は、

従来、無筋コンクリートとして製造されてきた構造物・部材、あるいは鉄筋コンクリート構造物の埋設型枠への適用に限定されている。仮に、これら以外の構造形式への適用が提案された場合は、その妥当性について、十分検討する必要がある。

(2) 再設計の必要性

一般に、3Dプリンタの材料は、粒径の大きな骨材が含まれておらず、単位体積あたりの骨材量も少ないため、レディーミクストコンクリートやプレキャスト製品に比べて、単位体積重量が小さい。このため、重力式擁壁等に適用する場合には、安定計算を再度実施しなければならない場合がある。

(3) 契約変更における留意

一般に、3Dプリンタの材料は、レディーミクストコンクリートやプレキャスト製品に用いられるコンクリートと比べて高価な場合が多い。一方、型枠が不要、製造時間が短い、現場条件に応じて自由な形状が造形できる等の特性を持っており、現場の状況によっては材料費が高くなったとしても省人化・工期短縮等が図られる場合もある。発注者は、目的物だけではなく工事全体の設計変更の妥当性・必要性について受注者と共通認識を図る必要がある。なお、これまでの施工実績では、施工承諾という扱いにしているケースがほとんどである。

3. 出来形、品質確認の留意点

従来、場所打ちコンクリート構造物の場合、施工者は土木工事施工管理基準及び規格値（案）に基づき、出来形及び品質を管理する。監督職員等は施工者の作成した管理資料等の確認、あるいは現場での目視・実測等により、出来形、品質の確認あるいは検査を行うこととなっている。

3Dプリンタによる造形物の出来形、品質の確認においては、従来、場所打ちコンクリート構造物の土木工事施工管理基準及び規格値（案）に準拠する部分が多い。しかしながら、型枠に材料を打ち込むのではなく、材料押出方式の場合は材料を一層ずつ積み重ねて造形するため、以下のような点が異なる。

(1) 造形物の表面には、積層模様が生じる。

(2) 層状に積み重ねることにより、同じ材料を型枠に打ち込んで製造した場合とは圧縮強度に差が生じる場合がある。また、造形物を構成する積層方向に由来し、方向によって材料特性が異なる性質（異方性）を持つことが想定される。

(3) 積層プロセス（プリント速度、積層時間間隔、材料温度等）が造形物の品質に影響を与える。現状では、JIS規格のような品質保証制度が確立されていないため、造形の再現性（一定の品質が保たれているか）を担保するために、積層プロセスの確認が重要である。

本資料では、このような3Dプリンタによる造形物の特性を考慮し、出来形、

品質を確認する際の留意事項等について記載している。

4. 出来形の確認方法

材料押出方式の場合、造形物表面に積層模様が生じるが、凹凸の差は5mm程度であり、場所打ちコンクリート構造物の出来型管理基準に規定される規格値と比較してはるかに小さく、適正な造形がなされていれば、規格値を超過する可能性は極めて小さい。このため、3Dプリンタによる造形物の出来形の確認において、測定項目・規格値等は現行の出来形管理基準（場所打ちコンクリート）に準拠することを基本とする。

しかしながら、積層表面の凹凸のどこを測定するか等は規定しておく必要があり、造形物の要求性能を考慮し、以下によるものとした。

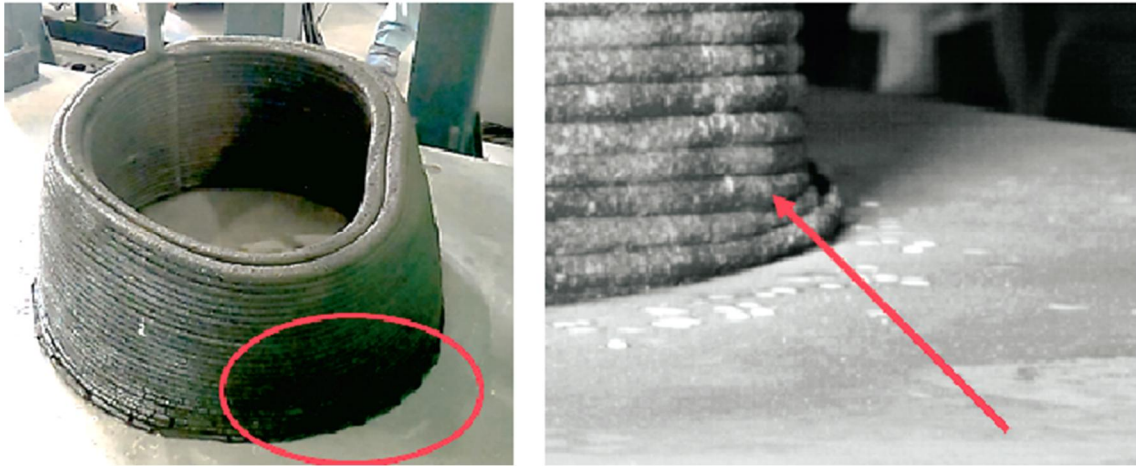
- (1) 造形物の対応する工種（場所打ちコンクリート）の出来形管理基準及び規格値に準拠する。
- (2) 造形物の外観（表面）に顕著なひび割れや損傷等の異常が発生していないか、積層模様の凹凸が著しく不均一になっていないか等を、目視等により確認する。
- (3) 造形物の下部等に、自重による過度の変形が生じていないか等を、目視等により確認する。

上記（2）、（3）に該当する場合、構造物の性能や品質に与える影響を考慮し、その後の対応を受発注者間で協議する必要がある。

適正に造形できていると判断できる例を写真-1に、造形中に変形が生じた例を写真-2に示す。



写真-1 3Dプリンタによる造形物の一例³⁾



(a) 造形物全体

(b) 造形物下部（赤丸部分を拡大）

写真-2 降伏による崩壊の例¹⁾

- (4) 造形物の性能を考慮し、積層の凹凸部の計測位置を設定する。
- ①造形物の幅・高さ・長さ・厚さ等、構造上の要求性能に影響する場合は、造形物の縁端を考慮しないで測定する（凹部で測定）。なお、凹部を直接計測できない場合は、凸部より 5 mm 控除した箇所を測定箇所とみなすこととする。

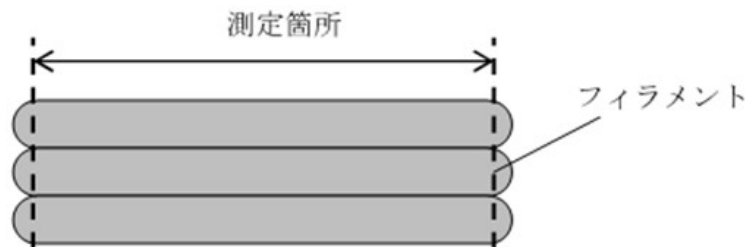


図-1 幅・高さ・長さ・厚さ等の測定方法（幅・長さの例）

- ②内空幅・内空高さ等の確保が必要な場合は、造形物の縁端を考慮して測定する（凸部で測定）。

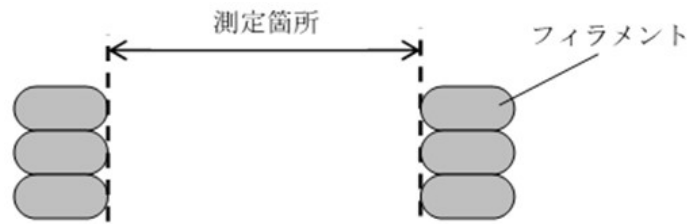


図-2 内空幅・内空高さ等の測定方法（内空幅の例）

- (5) 造形物端部は、直角ではなく、カーブ状となる。また、端部にはダレが生じることがある。これらのカーブやダレについては、出来栄えや出来形への影響は一般には小さいと考えられるが、出来栄えへの影響を考慮の上、受発注者で協議し、その取り扱いを事前に確認しておくことを基本とする。

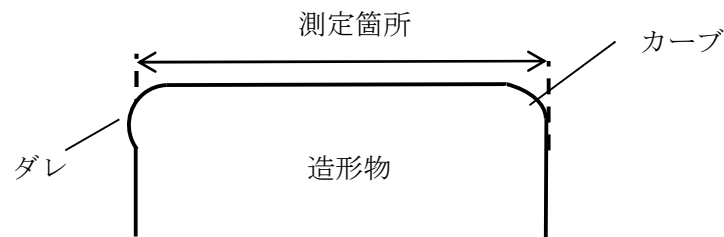


図-3 端部の測定方法

5. 表面の出来栄え評価の考え方

3Dプリンタ造形物表面の積層模様については、製造過程で必ず発生するものであり、型枠にレディーミクストコンクリートを流し込む現場打ちコンクリート構造物と同様の出来栄え評価を適用することは合理的ではないため、出来栄え評価の対象外とした。ただし、表面に性能や品質に影響がない程度の欠損等が生じている場合は、マイナス評価として良い。また、仕様書等で特別に表面処理を要求している場合は、この限りではない。なお、積層模様が構造物のディテールとして見栄えに大きく影響する場合もあることから、景観検討区分に応じた景観検討にも留意する。また、設置以降の経年変化として、特に日陰では従来工法に比べ苔の繁茂による見栄えや、水際における植生の活着により場合によっては維持管理や流水阻害を来すことにも留意が必要である。

6. 3Dプリンタによる造形物の品質管理の確認方法

3Dプリンタによる造形物の品質管理状況については、以下の6.1～6.3の項目を確認しなければならない。

6.1 プリント原材料の品質

プリント原材料とは、プリント材料を構成するセメント、水、骨材、混和材料等の各材料のことであり、3Dプリンタを用いた造形物の製造者は、各材料の品質を確認しなければならない。JIS に規定がある材料の場合は、セメント・コンクリートの品質管理基準及び規格値を適用することができる。

一方、JIS に規定がない材料やプレミックス材料を用いている場合は、材料メーカーの品質証明書（または試験成績書）及び SDS（安全データシート）^{注)}の両方が必要となる。発注者は、3Dプリンタによる造形前に、品質証明書（または試験成績書）から原材料の品質（材料構成、密度等の物性、強度特性等）を、SDS から原材料の安全性を確認する。また、造形途中で材料の種類や配合等が変更された場合は、その都度確認を行う必要がある。

注) SDS とは、安全データシート (Safety Data Sheet) の略語。SDS に記載する情報には、化学製品中に含まれる化学物質の名称や物理化学的性質のほか、危険性、有害性、ばく露した際の応急措置、取扱方法、保管方法、廃棄方法などが記載される（厚生労働省 HP から抜粋）

6.2 プリント材料の品質

プリント材料とは、プリント原材料をミキサで練り混ぜたもののことであり、3Dプリンタを用いた造形物の製造者は、プリントするプリント材料の品質（適切に造形が可能か、造形物が所定の品質を満たすか）を試験等により確認しなければならない。発注者は、それらの試験結果からプリント材料の品質を確認する。表-1 にプリント材料の品質管理項目の例¹⁾を示す。

適用工種が無筋コンクリートの場合も、鉄筋コンクリート構造物に用いる埋設型枠の場合でも、3Dプリント造形物には設計で求めた強度が必要である。また、セメント系のプリント材料に限れば、圧縮強度とそれ以外の強度（曲げ強度、せん断強度等）の間にコンクリートの場合と類似した関係が成立すると期待されるので、圧縮強度を確認項目として選定することが妥当である。

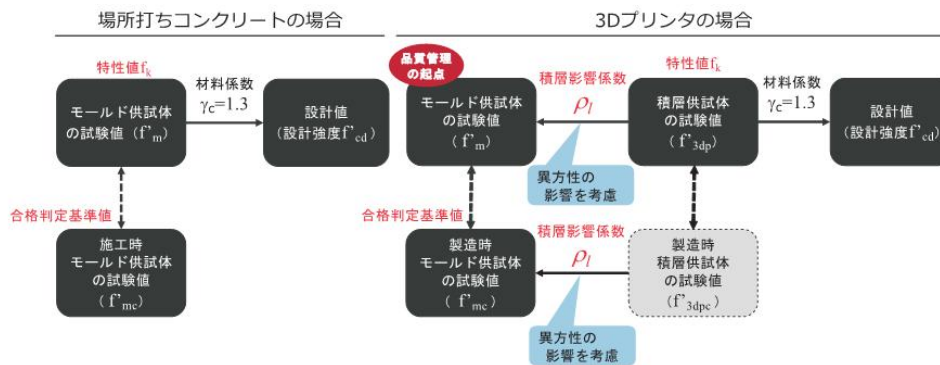
表-1 プリント材料の品質管理項目の一例¹⁾

管理の項目		試験・確認方法	頻度（時期）	判定基準
プリンタビリティ		必要がある場合に項目を選定（スランプ、フロー、ベーン試験、粘度測定等）	必要により確認	管理基準を満たす
空気量		JIS A 1128 等 （凍害が懸念される地域等に用いる場合、凍結融解試験（JIS A 1148）等で所定の耐凍害性を有することを 3.6.1（3）にて確認したプリント材料を用いる）	基本的に不要	— （耐凍害性を要求する場合は 3.6.1 により確認した試験時の配合が管理基準を満たす）
塩化物含有量		簡易的な塩化物含有量測定計 （各プリント原材料に含まれる塩化物含有量から、プリント材料の塩化物含有量を算出する等により、塩化物含有量が規格値を超える危険性がないことを示す）	基本的に不要	—
圧縮強度	積層影響係数 r_l が判明している場合	モールド供試体を用いた JIS A 1108 等	1 日 1 回以上または 20m ³ ～150m ³ ごとに 1 回のうち、頻度が高い方	管理基準を満たす
	積層影響係数 r_l が判明していない場合	3D プリントモルタルで積層されたモルタル（コンクリート）造形物の圧縮強度試験用および静弾性係数試験用コア供試体の作り方（案）（JSCE-F 711-2025）」により切り出された積層供試体を用いた JIS A 1108 等	1 日 1 回以上または 20m ³ ～150m ³ ごとに 1 回のうち、頻度が高い方	管理基準を満たす

これまでの研究成果等から、3D プリントで製造した造形物の場合、セメント系材料を層状に積み重ねるといった造形方法に起因して、型枠に打ち込んで製造したコンクリートと圧縮強度に差が生じることがわかっている⁴⁾。このため、土木学会の「建設用 3D プリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針（案）」では、圧縮強度による品質管理について、以下のように規定している。

(指針 (案) における品質管理に関する記載の抜粋)

実際の造形時に採取したモールド供試体の試験値 f_{mc} で管理することを基本とし、 f_{mc} を積層影響係数 r_l で除した値が、設計時に定めた不良率を考慮した上で、積層供試体の特性値 f_{3dp} を上回ることを確認することで管理してもよい。モールド供試体との比較をしておらず積層影響係数 r_l が求まっていない場合には、製造時に造形した積層供試体の試験値 f_{3dpc} が、積層供試体の特性値 f_{3dp} を設計時に定めた不良率を考慮した上で上回ることを直接確認することで品質管理を行ってもよい。なお、プリント実績が少なく適切な不良率の設定ができない場合には、全ての試験値が特性値を上回ることを確認することで代替してもよい。また、3Dプリント埋設型枠に用いる各特性値は積層方向によって異なる場合があるため、積層方向に応じた特性値を求めておく必要がある。その際に、同一材料および養生で作製したモールド供試体でも試験値を求めておくことで積層供試体での試験値 f_{3dp} とモールド供試体の試験値 f_m との比から積層影響係数 r_l を得ることができる。(解説図 6.1.1)



解説図 6.1.1 材料の特性値と積層影響係数の関係

また、過去に十分な試験データが蓄積されており、強度試験結果のばらつきがレディーミクストコンクリートと同等と判断される場合（不良率が設定できる場合）は、圧縮強度試験の方法、規格値等は、品質管理基準及び規格値（案）に準拠し、表-2 に示す通りとする。また、これまでに施工実績がない材料を適用する場合等、十分な試験データが蓄積されておらず、試験値が呼び強度を下回る確率が明らかでない場合（不良率が設定できない場合）は、表-2 に示す規格値について、「すべての試験結果が呼び強度を上回ること」に変更する必要がある。

表-2 圧縮強度試験方法、規格値等
(土木工事施工管理基準及び規格値(案)から一部抜粋)

工種	種別	試験項目	試験方法	規格値
1 セメント・コンクリート (転圧コンクリート・コンクリートダム・覆工コンクリート・吹付けコンクリートを除く)	施工	コンクリートの圧縮強度試験	JIS A 1108	1回の試験結果は指定した呼び強度の85%以上であること。 3回の試験結果の平均値は、指定した呼び強度以上であること。 (1回の試験結果は、3個の供試体の試験値の平均値)

6.3 積層プロセスの妥当性

積層プロセス(プリント速度、打ち重ね時間間隔等)のばらつきにより、3Dプリンタによる造形物の品質にもばらつきが生じることが想定され、積層プロセスが許容範囲内に収まっていることを確認することが重要である。また、積層中に得られる各種データは、供用中に何らかの不具合が発生した場合に原因究明の有用な情報になる。

表-3に積層中の品質管理項目の例¹⁾を示す。

表-3 積層中の品質管理項目の一例¹⁾

管理の項目	試験・確認方法	頻度(時期)	判定基準
積層パス	目視、動画、ログ等	製造中適宜	・所定の積層パスであること ・積層中にプリント材料が詰まるなどの不具合がないこと
プリント速度	目視、ログ等	製造中適宜	所定のプリント速度であること
吐出量	目視、動画、圧力計等	製造中適宜	適切に吐出されていること
打ち重ね時間間隔	時間計測、動画、ログ等	製造中適宜	所定の打ち重ね時間の範囲であること
付帯材料や付帯設備	目視、動画等	製造中適宜	位置および設置方法が製造計画の通りであること

一方、個々のプリンタによって、品質管理の具体的な方法や記録される情報が異なることから、基本的には個別協議によって、管理項目や管理基準を事前に決定することが望ましい。一方、試験データや工事实績が少ない現状では、これらの管理項目が造形物に与える影響の大きさが十分には明らかでないため、定量的な管理基準を設定することは困難である。このため、形状や大きさ等が類似する造形物の実験結果や工事实績等を参考とし、管理項目や管理基準の目安を設定することが現実的である。

発注者の確認方法としては、データログを取れるプリンタであれば、データログの提出を求め、それを確認することで積層プロセスの妥当性を判断する。また、データログが取れないプリンタの場合は、発注者あるいは施工者が製造現場に立ち会い、積層プロセスを確認する等の措置が必要である。

なお、3D プリンタを用いた造形物の特性として、プリント材料の性質は、材料の品質やプリント条件等のわずかな変化の影響を受けやすく、適正な積層プロセスを確保できない場合は、設計値通りに積層することが困難で製造中に大きく形が崩れる場合が多い。このため、造形物が所定の出来形を満足していれば、積層プロセスは適正であったと見なすという考え方もある。これまで直轄工事で使用した実績のあるプリンタと工種・規模の組合せ範囲内であれば、この考え方を適用することも十分可能である。

積層プロセスの妥当性に関しては、個別協議の効率化・信頼性確保に加えて、これまで施工実績のない新たな工種・規模に適用するためにも、今後は第三者認証等の活用が必要である。

<参考文献>

- 1) 土木学会：建設用3Dプリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針（案）、2025
- 2) 土木学会：3Dプリンタで積層されたモルタル（コンクリート）造形物の圧縮強度試験および静弾性係数試験用コア供試体の作り方（案）（JSCE-F 711-2025）
- 3) 加和太建設㈱ 施工見学会 <https://www.kawata.org/news/230920/>
- 4) 日本コンクリート工学会：3D プリンティングによるコンクリート構造物構築に関する研究委員会報告書、2021

直轄土木工事におけるセメント系材料を用いた建設用3D プリンタの適用事例


NO	工 種
1	曲線ベンチ
2	歩車道境界ブロック
3	歩車道境界ブロック
4	集水枿
5	集水枿
6	集水枿
7	重力式擁壁
8	重力式擁壁
9	擁壁
10	潜水突堤
11	護岸パネル
12	防雪柵基礎
13	魚道(埋設型枠として適用)
14	フーチング(埋設型枠として適用)

公表資料およびアンケート調査(対象:発注者、施工者、技術開発者)による。アンケート調査に基づく記載部分については、回答者を【】書きで末尾に示している(次ページ以降同様)。


発注者	北海道開発局 札幌開発建設部 国営滝野すずらん丘陵公園事務所
工事名	国立民族共生公園広場整備工事
施工者	道路工業(株)
適用3Dプリンタ	Cybe社製c3dp
施工時期	2019年
プリント構造物	曲線ベンチ
プリント場所	オフサイトプリンティング
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル(Cybe社製)
品質管理項目	圧縮強度、曲げ強度、引張強度(積層供試体をコア抜きし、事前に実施)、通常の管理は圧縮強度(モールド供試体)で実施【技術開発者】
出来形管理項目	事前にロボットアームを動かし所定の位置(図面と同等)に来ていることを確認。プリント後は、スケールや3次元スキャンを用いて測定し、所定の形状に造形出来ていることを確認(プリント精度±5mm)。【技術開発者】
適用メリット	型枠が不要、自由な形状の造形が容易。【技術開発者】
適用デメリット	材料がモルタルであるため、鉄筋コンクリートと比較すると強度が劣る。【技術開発者】
技術的特徴	曲線的で角の無い形状デザインに追従出来る施工を実現
参考写真	
参考資料	1)會澤高圧コンクリート(株):「UPOPOY BENCH ウポポイ(民族共生象徴空間)ベンチ」 https://www.aizawa-c3dp.com/upopoy/


発注者	東北地方整備局 岩手河川国道事務所
工事名	平林地区改良舗装工事
施工者	(株)小原建設
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	歩車道境界ブロック
プリント場所	ニアサイトプリンティング(現場内近傍でのプリント、その後設置位置に運搬)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」、「コンクリート標準示方書」に従う。圧縮強度試験(3Dプリンタメーカーによる過去の試験結果)【施工者】
出来形管理項目	・スケールにて計測。【発注者】 ・「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。【施工者】
適用メリット	・型枠が不要、曲線部の造形が容易。【発注者、施工者】 ・自由な形状を印刷することが可能である。特に特殊形状や一品生産に対して有利である。施工工期が短縮できる。施工にかかる人工が削減できる。作業する人材が専門的な知見がなくても施工ができ、属人化を低減できる。廃材が少なくなる。安全に施工できる。災害復旧など迅速な対応が求められるケースにも臨機応変に対応できる。【技術開発者】
適用デメリット	・従来工法に比べて割高。【発注者】 ・コストが高い。【施工者】
技術的特徴	曲線の歩車道境界ブロックを型枠を使用せずに製作
参考写真	
参考資料	1)岩手日日新聞社「3Dプリンターで構造物 工期短縮など期待 岩手河川国道4号拡幅・北上」 https://www.iwanichi.co.jp/2023/10/04/11331194/ 2)東北地整「生産性向上チャレンジ! ~3Dプリンタによる製作試行~」 https://www.thr.mlit.go.jp/bumon/kisya/kisyah/images/97075_1.pdf


発注者	近畿地方整備局 京都国道事務所
工事名	国道24号河原町十条地区電線共同溝工事
施工者	吉村建設工業(株)
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	歩車道境界ブロック
プリント場所	オフサイトプリンティング(吉村建設工業所有の倉庫、京都府京都市の施工現場敷地内)・オンサイトプリンティング(施工現場)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。事前に3Dプリンタのメーカーより過去の試験結果資料の提供を受け、圧縮強度(積層供試体)を確認した。また、施工時にはモールド試験体を作成して圧縮強度を確認した。【発注者、施工者】
出来形管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。スケールによる。造形後、仕上げ後に1部材に1箇所以上と変化点で測定。【発注者、施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・曲線形など複雑な形を含む自由な形状の構造物が、継ぎ目なく製作できる。(間詰め作業の手間などを削減)強度発現までの時間が短いので養生期間短縮につながる。【発注者】 ・作業人員の削減が可能となる、熟練技能士でなくてもコンクリート構造物の構築が可能となる、ニアサイトで3次元プリンタ造形を行うことで工期短縮が可能となる、型枠工法では作成出来ない形状の造形が可能となる、型枠材の廃棄物が発生しない。【施工者】 ・型枠工が不要の為、型枠の組立、脱型の必要がなく工期が短縮できる。特殊形状や一品生産に対して有利である。施工にかかる人工が削減できる。作業する人材が専門的な知見がなくても施工ができ、属人化を低減できる。廃材が少なくなる。安全に施工できる。災害復旧など迅速な対応が求められるケースにも臨機応変に対応できる。【技術開発者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・印刷機械の据え付け位置など事前の調査や準備が必要。3次元設計がきっちり整備されていることが前提となる。現時点では材料、導入コストが高い。【発注者】 ・3Dプリンタを施工位置に設置する際に、フレームやプリンタノズルが施工物に干渉し、制作物を損なう懸念がある。施工場所の傾斜度合いによっては、架台移動による構造物の精度に影響が出る懸念がある。費用が高い。【施工者】
技術的特徴	オンサイトプリンティングによる造形、左官仕上げによる積層模様の平滑化
参考写真	 
参考文献	1)近畿地整「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」 https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/happyou/theses/2023/lbhrsn000000m6iu-att/a1684912639949.pdf

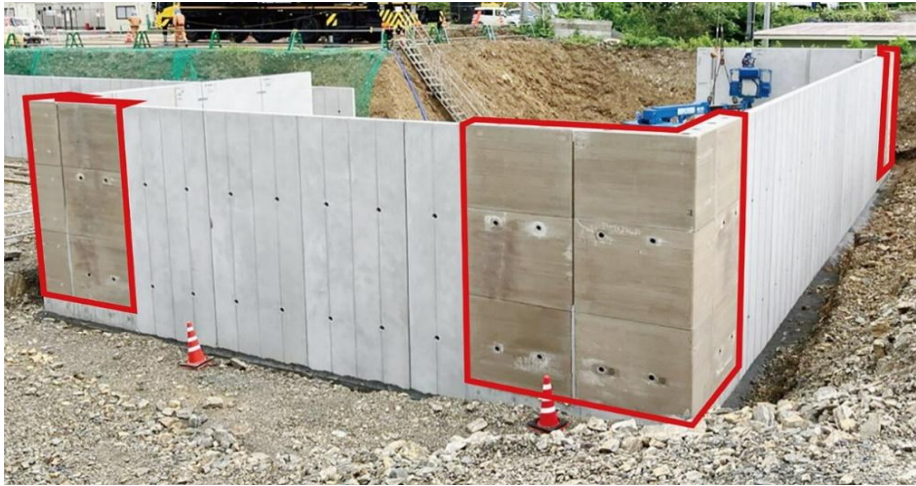
発注者	中部地方整備局 沼津河川国道事務所
工事名	令和4年度 河津下田道路箕作地区道路建設工事
施工者	加和太建設(株)
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	集水柵
プリント場所	オフサイト・ニアサイトプリンティング(製作会社工場N=1基、施工現場敷地内N=1基)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。モールド供試体による圧縮強度試験による。【発注者、施工者】
出来形管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。スケールを用いて計測した。【発注者、施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・施工業者による展開図の作成及び熟練工(型枠工)が不要。【発注者】 ・下請け業者等と工程の調整をしなくても機械さえあればすぐに造形が行える。【施工者】 ・自由な形状を印刷することが可能である。特に特殊形状や一品生産に対して有利である。施工工期が短縮できる。施工にかかる人工が削減できる。作業する人材が専門的な知見がなくても施工ができ、属人化を低減できる。廃材が少なくなる。安全に施工できる。災害復旧など迅速な対応が求められるケースにも臨機応変に対応できる。【技術開発者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・従来工法に比べて費用が高い。現場で造形する場合平らなスペースが必要等の制約が多い。【発注者】 ・費用が高い。現場で造形する場合の制約が多い。【施工者】
技術的特徴	型枠不要による生産性向上 静岡県内の国土交通省発注の工事現場において建設用3Dプリンタ技術を用いた施工は初めての事例
参考写真	
参考文献	1)加和太建設(株) 施工見学会 https://www.kawata.org/news/230920/

発注者	中国地方整備局 広島国道事務所
工事名	令和4年度安芸津バイパス上条地区第2改良工事
施工者	山陽工業(株)
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	集水柵
プリント場所	オフサイトプリンティング(吉村建設工業所有の倉庫)・ オンサイトプリンティング(施工現場敷地内)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	・「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。3Dプリンタのメーカーより過去の試験結果資料の提供を受け、圧縮強度試験結果を確認し判断した。【発注者、施工者】 ・プリントと同時に供試体を作成し、後でコアを抜いて圧縮強度試験を行った。【施工者】
出来形管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。スケールによる。【発注者、施工者】
適用メリット	・小型で型枠工に手間がかかるような構造物にメリットが大きい。特に同じ形の物を複数個製作する場合には特にメリットが大きい。【発注者】 ・工期が短縮できる。施工にかかる人工が削減できる。【施工者】
適用デメリット	費用が割高である。【発注者】
技術的特徴	現地の形状に合わせた集水柵の造形
参考写真	
参考文献	1)山陽工業(株) 安芸津バイパス上条地区第2改良工事現場にて3Dプリンターによる集水柵の造形現場見学会を開催 https://www.landingsanyo.co.jp/news/20231201.html

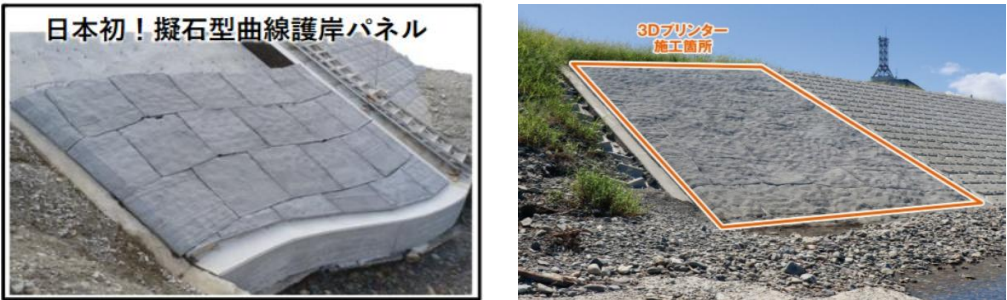
発注者	四国地方整備局 松山河川国道事務所
工事名	令和3-4年度 新居浜BP西喜光地地区外改良工事
施工者	白石建設工業(株)
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2022年
プリント構造物	集水桝
プリント場所	オフサイトプリンティング(レンタル工場)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。積層供試体での圧縮強度確認。【発注者、施工者】
出来形管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。スケールによる実測。【発注者、施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・現場作業の省人化・省力化・時間短縮また、曲線で造形できるため機能性やデザイン性が向上する。【発注者、施工者】 ・設計段階から3Dプリンターありきで組み込まれれば、デザイン、景観など土木構造物に対するイメージが大幅に向上すると思う。【施工者】
適用デメリット	管理基準が不明確であること。構造物によっては、費用が増大する。【発注者、施工者】
技術的特徴	型枠不要で現場に合わせた形状の集水桝を造形 愛媛県内初の3Dプリンタを活用した土木工事
参考写真	<p>令和4年9月20日(火)・21日(水) 建設用3Dプリンターを現場で体験！(国土交通省四国地方整備局松山河川国道事務所) 撮影場所:新居浜バイパス</p>  <p>~造形完成~</p>
参考文献	1)Youtube『新居浜バイパス×建設用3Dプリンタ』～最新土木技術の現場見学会状況～ https://www.youtube.com/watch?v=gT3hmL2HvZA

発注者	東北地方整備局 山形河川国道事務所
工事名	新庄国道管内防災対策工事
施工者	(株)新庄砕石工業所
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	重力式擁壁
プリント場所	オフサイトプリンティング(株)新庄砕石工業所 敷地内)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	共通仕様書の項目に準じる。3次元プリンタの日当たりの使用量が少ないため週1回程度のテストピースを作成し品質(圧縮強度)を確保した。【施工者】
出来形管理項目	・「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。【発注者】 ・設置後に埋め戻しを行うため、造形物設置前に各ブロックの両端の高さ・天端幅・下部幅を計測した。【施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・型枠工が不要。現場施工日数が低減するため片側交互交通の規制日数を短縮。交通誘導員の人数が減少。1個の重量が小さいため、ユニック車で運搬及び据え付けが可能(トラッククレーン不要)製作は若手技術者でも可能。【発注者】 ・工事内容にもよるが、道路規制を伴う工事であれば工事期間を短縮することができるため災害リスク時間が大幅に減少し安全性が向上する。工程計画が考えやすく実施工量も把握しやすい。現地詳細測量後、擁壁の形状が決定したら、最短で0.5日～1.0日から製作に開始できるため、工期の短縮が可能である。PC作業が多く若者が興味を持つような製作環境のため、これを入口に建設業の後継者育成が図れる。【施工者】 ・自由な形状を印刷することが可能である。特に特殊形状や一品生産に対して有利である。施工工期が短縮できる。施工にかかる人工が削減できる。作業する人材が専門的な知見がなくても施工ができ、属人化を低減できる。廃材が少なくなる。安全に施工できる。災害復旧など迅速な対応が求められるケースにも臨機応変に対応できる。【技術開発者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・擁壁工の延長が約44mのため分割施工となり現地で接合するのに影響が出ないよう工夫が必要になった。従来工法(施工全体)より施工単価が高いため、採用しづらい。【発注者】 ・3Dプリンタの技術がまだまだ発展途上であるため、製作日数の計画が立てにくい。3D造形物の端部は多少の凹凸が発生してしまうため、部材間のクリアランスが一定とならない。2次製品と比較すると延長方向の寸法にばらつきがあるため、上下の据え付け位置がずれる恐れがある。3Dプリンタの需要が少ないため、制作費が高い。(通常施工比 約260%)【施工者】
技術的特徴	3Dプリンターで重力式擁壁の埋設型枠になる部材を印刷。その印刷物を現場に運搬、設置し、内部にコンクリートを流し込んで一体化させた。その後、重力式擁壁の上部に落石防護柵の支柱やワイヤなどを設置した。
参考写真	
参考文献	1)日経クロステック 3Dプリンターの“印刷”で落石防護柵設置工事の工期を4割短縮 https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00107/00220/

発注者	中国地方整備局 三次河川国道事務所
工事名	令和5年度江の川上流旭地区護岸補修外工事
施工者	(株)加藤組
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	重力式擁壁
プリント場所	オフサイトプリンティング(プラント内)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。モールド採取による圧縮強度確認。【施工者】
出来形管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。スケールによる実測。【施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・自由な形状を印刷することが可能である。特に特殊形状や一品生産に対して有利である。施工工期が短縮できる。施工にかかる人工が削減できる。職種の変換(技能職から一般職)が可能である。【施工者】 ・安全に施工できる。型枠不要のため廃材が少なくなる。災害復旧など迅速な対応が求められるケースにも臨機応変に対応できる。【技術開発者】
適用デメリット	材料単体のコストがかかる。オフサイトプリンティングの際は、保管・運搬が必要である。【施工者】
技術的特徴	重力式擁壁の端部プレキャスト部材を使用せずに、3Dプリンタで埋設型枠を造形した後、コンクリートを打設
参考写真	
参考文献	1)(株)加藤組HP:「建設用3Dプリンタ現場見学会を開催 ～大学生、高校生が最先端技術を体感～」(2023/7/26) https://kato-gr.com/news/20230726185140_2176/

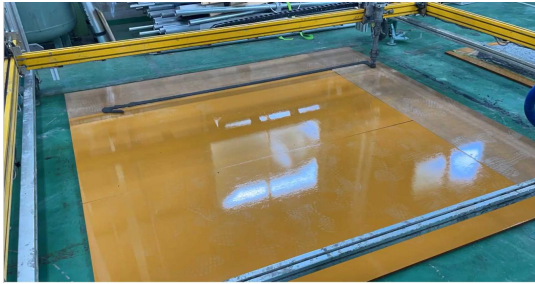
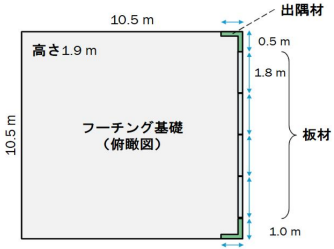
発注者	中部地方整備局 新丸山ダム工事事務所
工事名	新丸山ダム本体建設第1期工事
施工者	(株)大林組
適用3Dプリンタ	3dpod(自社開発)
施工時期	2024年
プリント構造物	仮設管理施設の擁壁工
プリント場所	オフサイトプリンティング
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「スリムクリート」
品質管理項目	—
出来形管理項目	—
適用メリット	建設現場内で型枠を製作し、コンクリートを打設した場合と比べて、現場施工に係る日数を約20日から1.5日に、約90%の工期短縮を実現
適用デメリット	モルタル材料であるため、収縮によるひび割れ発生リスクがある。 埋立型枠として使用した場合の側圧・温度応力によるひび割れリスクがある。 ピン角を造形できない。
技術的特徴	仮設の工事用管理施設の擁壁に、規格品と建設用3Dプリンターで製作したプレキャスト部材を適用し、擁壁工事のフルプレキャスト化を実現
参考写真	
参考文献	1)(株)大林組HP「擁壁工事に3Dプリンターを活用したプレキャスト部材を適用」 https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20241203_1.html

発注者	関東地方整備局 京浜河川事務所
工事名	R3西湘海岸岩盤型潜水突堤整備工事
施工者	(株)大林組
適用3Dプリンタ	3dpod(自社開発)
施工時期	2023年
プリント構造物	潜水突堤
プリント場所	オフサイトプリンティング(工場)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「スリムクリート」
品質管理項目	<p>※コア抜き供試体による各種試験の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・圧縮強度、曲げ強度試験、割裂引張試験、中性化試験、塩分浸漬試験、凍結融解試験、摩耗試験。 ・事前試験として、圧縮強度試験、曲げ強度試験、割裂引張試験、中性化試験、塩分浸漬試験、凍結融解試験、摩耗試験を実施。積層体について、圧縮強度試験、曲げ強度試験、割裂引張試験、3DP-UFC複合供試体の曲げ載荷試験、3DP-UFC間の付着試験を実施。長期耐久性確認試験結果の確認。【発注者、施工者、技術開発者】
出来形管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」。(表面の凹凸や端部がピン角でないことにより計測値の正確性に課題あり)【施工者、技術開発者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・複雑な形状をした構造物でも製作が可能。【発注者】 ・複雑形状の造形、鋼製型枠費の削減、省人化施工【施工者、技術開発者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の二次製品よりも高額になる。【発注者】 ・モルタル材料であるため、収縮によるひび割れ発生リスク。埋設型枠として使用した場合の側圧・温度応力によるひび割れリスク。ピン角を造形できない。【施工者、技術開発者】
技術的特徴	大型構造物を分割し、各部材について3Dプリンタで埋設型枠を造形した後、コンクリートを打設したものを、プレキャスト部材として適用
参考写真	
参考資料	<p>1) (株)大林組HP「国内初、3Dプリンターで製作したプレキャスト部材を大型土木構造物で適用」 https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000019.000118168.html</p>

発注者	四国地方整備局 高知河川国道事務所
工事名	令和4-5年度 仁淀川中島地区下流護岸外(その1)工事
施工者	福留開発(株)
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	護岸パネル
プリント場所	オフサイトプリンティング(Polyuse社工場)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	3DプリンタのメーカーであるPolyuseより過去の試験結果資料を提供を受ける形で下記の試験結果を確認しつつも実際に同様に今回の施工に合わせて作成することで「割裂引張試験、圧縮強度試験」に関して追加試験を実施し確認を行った。コア抜き及びモールド供試体による試験を実施した。【発注者、施工者】
出来形管理項目	従来の出来形測量と同様(レベル、テープなど)。【発注者、施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・職人不足の解消及び工期短縮が図れる。複雑な構造への対応が可能。【発注者】 ・BIM/CIMとの連携により、設計段階で既存工法では対応できない箇所への活用が見込まれ、施工性・安全・工程面において効果が発揮できる。河川工事においては周りとの景観が重要であり、それらに対応が可能である。(表面形状を擬石・同護岸などに造形できる)【施工者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・従来工法よりコストが高い。活用事例が少なく基準値等の取り決め項目の妥当性への判断が困難である。【発注者】 ・活用事例が少なく各現場での3Dプリンタ導入による施工方法・手順等の検討が必要である。(事例により詳細構造の検討・施工方法などを事前に把握する事ができれば、もっと施工における効率化が図れる)【施工者】
技術的特徴	3Dプリンターを活用した擬石型曲線護岸パネルの施工は国内初。これにより、令和6年度「インフラDX大賞(国土交通大臣賞)」を受賞した。
参考写真	
参考文献	<p>1)福留開発(株) 事業紹介 https://www.fukudome.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/12/04_001852737.pdf</p> <p>2)日経クロステック「清流の護岸や魚道の隔壁を3D印刷、自然に合った特殊な形状を実現」 https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ncr/18/00226/102800003/</p>

発注者	東北地方整備局 酒田河川国道事務所
工事名	興野地区防雪柵設置工事
施工者	(株)丸高
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	防雪柵基礎
プリント場所	オフサイトプリンティング(Polyuse社工場)・ニアサイトプリンティング(施工現場敷地内)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	「土木工事施工管理基準及び規格値」に従う。圧縮強度試験(3Dプリンタメーカーの過去の試験結果資料により圧縮強度、凍結融解抵抗性(相対動弾性係数))を確認した。【施工者】
出来形管理項目	・実測(最小)による。【発注者】 ・従来と同じ方法(スケールによる計測)。【施工者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・複雑な形状の小構造物の少数生産が向いている。プレキャスト製品の端部や接続部、集水柵に向いている。型枠工が不要となるため、型枠工の減少に対応できる。床掘内の人手を要する作業が減少し、安全性が向上。割高で制作期間を要する、プレキャスト製品の端部、接続部が不要となり、安価になりかつ工期短縮が見込める。【発注者】 ・型枠工などの熟練工を不要とすることができ、人員の省力化が見込める。設計の自由度が高い。【施工者】 ・自由な形状を印刷することが可能である。特に特殊形状や一品生産に対して有利である。施工工期が短縮できる。施工にかかる人工が削減できる。作業する人材が専門的な知見がなくても施工ができ、属人化を低減できる。廃材が少なくなる。安全に施工できる。災害復旧など迅速な対応が求められるケースにも臨機応変に対応できる。【技術開発者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・近隣に3Dプリンターが無いため、現場搬入に時間がかかる。【発注者】 ・全国的な普及率が低く、費用が高い。【施工者】
技術的特徴	防雪柵基礎の埋設型枠として適用
参考写真	<p>実演の様子</p> <p>約1時間で完成!</p> <p>造形後、3日程で現場での使用が可能になります。</p> <p>造形した基礎は、現在施工中の「興野地区防雪柵設置工事」で実際に使用します。</p>
参考文献	1)東北地整 酒国LINE 建設用3Dプリンタ実践見学会 https://www.thr.mlit.go.jp/sakata/community/press/sakakokuline/lib/sakakokuline096.pdf

発注者	東北地方整備局 岩手河川国道事務所
工事名	内川流域山下堰(右岸)工事
施工者	(株)橋本店
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	魚道(埋設型枠として適用)
プリント場所	オフサイトプリンティング
プリント材料	—
品質管理項目	圧縮強度(28kN/m ² 以上の強度)
出来形管理項目	—
適用メリット	複雑な形状のコンクリート構造物を型枠なしで製作可能。 型枠処分の必要がなくなることで、カーボンニュートラルに貢献。
適用デメリット	材料費等のコストが高い。
技術的特徴	複雑な形状の魚道の隔壁を型枠無しで製作。
参考写真	
参考文献	1)日本経済新聞「橋本店、3Dプリンターでコンクリート部材 魚道工事で」(2023年3月) https://www.nikkei.com/nkd/industry/article/?DisplayType=1&n_m_code=081&ng=DGXZQOCC05E4N0V01C23A2000000

発注者	四国地方整備局 土佐国道事務所
工事名	令和4-5年度 安芸道路黒鳥高架橋下部P3-P5工事
施工者	入交建設(株)
適用3Dプリンタ	(株)Polyuse社製
施工時期	2023年
プリント構造物	フーチング(埋設型枠として適用)
プリント場所	オフサイトプリンティング(Polyuse社工場)・ニアサイトプリンティング(施工現場敷地内)
プリント材料	建設用3Dプリンタ用プレミックスモルタル「POLYMO-HP」
品質管理項目	プリンタメーカーである(株)Polyuse社より過去の試験結果資料(圧縮強度 / 静弾性係数、曲げ強度、中性化速度係数、透水速度係数、長さ変化)の提供を受け、試験結果を確認し判断した上で、曲げ強度、中性化速度係数、透水速度係数」に関して追加試験を実施し確認を行った。コア抜き及びモールド供試体による試験を実施した。【発注者、施工者】
出来形管理項目	現場での計測、および3次元出来形計測。【発注者】
適用メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・工程面で優位、自由度が高い。【発注者】 ・工程に優位性がある。自由度が高い構造物に適用できる(円形など)。【施工者】
適用デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・費用が増大する。新技術であり、ガイドラインが策定されていないので、管理する面から見ると難しい。【発注者】 ・コスト面。【施工者】
技術的特徴	国内の公共工事で初となる「重要構造物(橋梁下部工)」
参考写真	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>3DP製の残存型枠(仮設計)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フーチング基礎の寸法：10.5 m×10.5 m×高さ1.9 m ・印刷サイズの制約：W2.3 m×L1.8 m×H1.8 m ・型枠の基本要素：板材+出隅材  </div> </div>
参考文献	1)四国地整【R5.11.2開催】第7回 四国ICT施工活用促進部会 別紙-4 インフラDX大賞の紹介「令和4-5年度 安芸道路黒鳥高架橋下部P3-P5工事において、橋脚底版部への埋設型枠へ適用」P.41～ https://www.skr.mlit.go.jp/kikaku/iconstruction/pdf/bukai(20231102)4.pdf