

# 建設3Dプリンティング技術の現状と今後の可能性

清水建設 技術研究所 小倉 大季

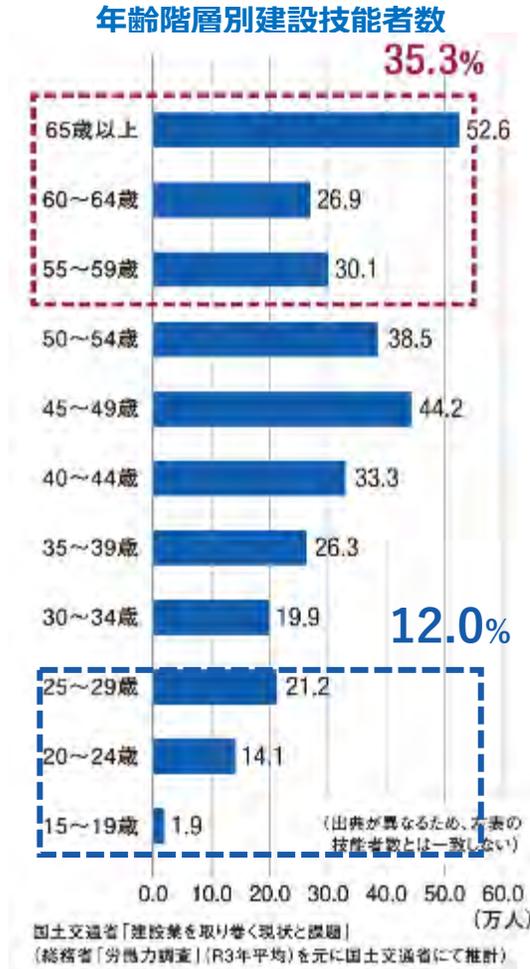
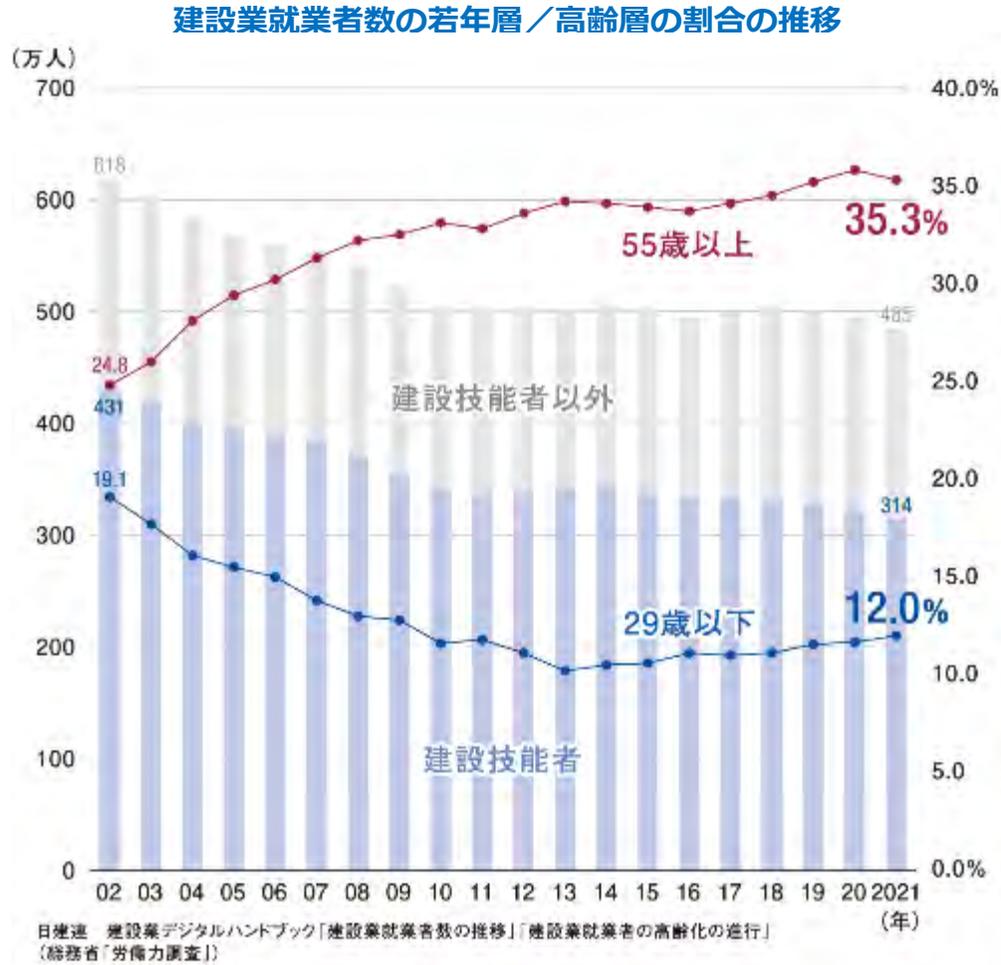
## CONTENTS

1. 今なぜ建設3Dプリンティングなのか
2. 建設3Dプリンティングとは
3. 建設3Dプリンティングの海外と国内の動向
4. シミズの3Dプリンティング技術と実用化事例
5. 3Dプリンターがもたらすモノづくりの未来

## CONTENTS

1. 今なぜ建設3Dプリンティングなのか
2. 建設3Dプリンティングとは
3. 建設3Dプリンティングの海外と国内の動向
4. シミズの3Dプリンティング技術と実用化事例
5. 3Dプリンターがもたらすモノづくりの未来

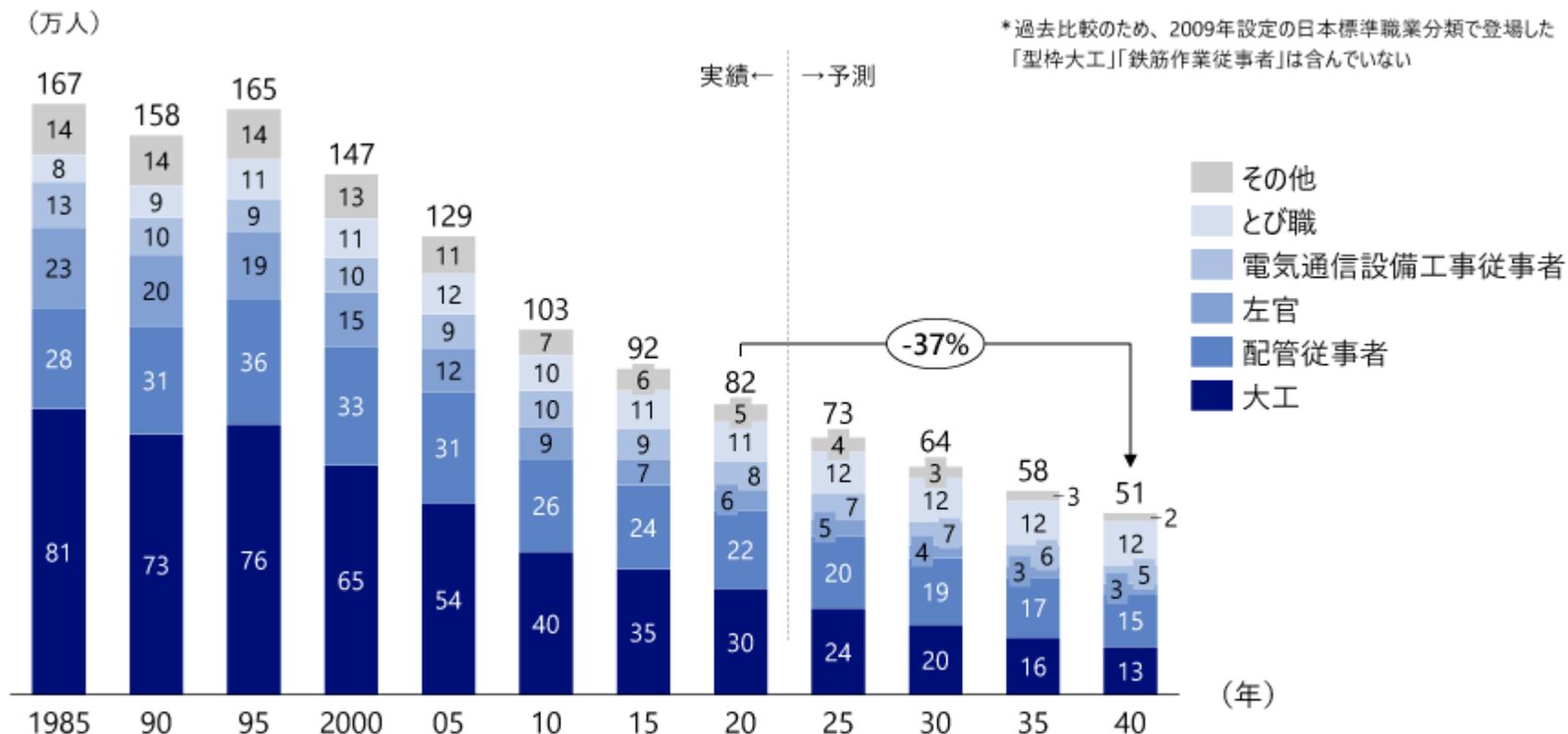
# 建設業の状況



就業者数は10年で10万人減少→今後も減少は続いていくことが予想される

既に工事現場では職人が足りない状況が現実が発生

## 「住宅建設技能者\*」の人数の実績と予測

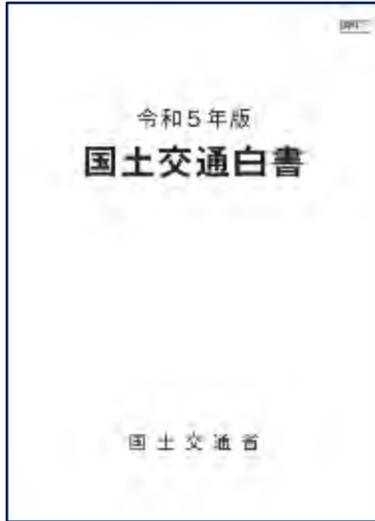


(注) 職種ごとの人数は四捨五入して掲載しているため、足し上げても合計と一致しない場合がある

(出所) 実績値：総務省「国勢調査」 予測値：野村総合研究所

出典：野村総合研究所 <https://www.nri.com/jp/journal/2023/0828>

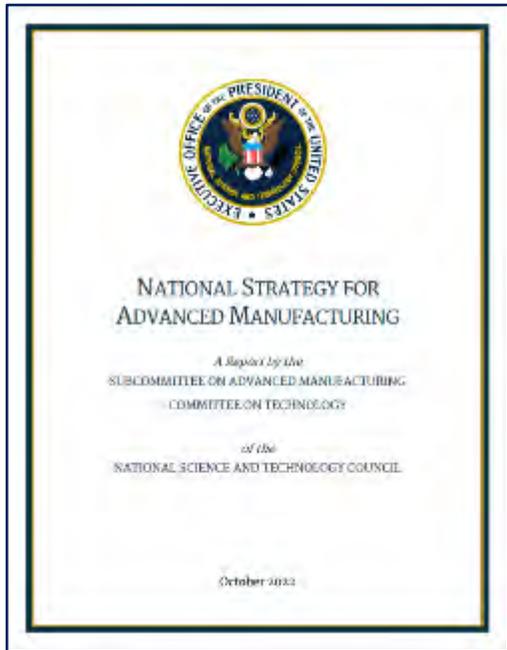
住宅建設技能者数は、2040年時点で約51万人に減少する見通し。特に大工の減少が顕著。



# 令和5年版 国土交通白書

3Dプリンターのコラムが掲載。

DX・GXが国としての大きな課題でもある状況のなか、建設用3DプリンターはDX・GXとも相性が良い技術国としても3Dプリンターへの注目度は高い。



## 2022 アメリカ大統領府 National Strategy for Advanced Manufacturing

(高度な製造業のための国家戦略) → グローバルサプライチェーンからローカル内需拡大への転換

- 3Dプリンティング(Additive Manufacturing)が技術の一つに挙げられる ※製造業の分野
- : 2022年にはAM Forwardという自主協定を締結、バイデン大統領も締結式に参加
- : 3Dプリンティングのためのサプライチェーン構築について、大手と中小企業の自主協定 (大手企業はAM技術研修を中小企業向けに実施し、3Dプリンタ製品を中小企業から購入する)
- : 国家としても商務省にサプライチェーン局を設置

# 期待される社会への貢献

## ①建設の生産性向上、デジタルコンストラクション

- **省人化、工期短縮**への期待
- 情報化施工 ⇒ **安全性向上、品質の安定、トレーサビリティ確保**

## ②環境負荷低減

- 型枠不要の施工 ⇒ **廃棄物削減／省運搬**
- 設計合理化による材料使用量の減少 ⇒ **CO2排出量減**



## 建設のDX、GXに貢献できる技術

## ③建設業界の魅力向上

- ロボットやデジタルを活用した**最先端技術** ⇒ **若い人へのアピール**、魅力ある現場への変革・**担い手不足解消**につながる

現在



未来



## CONTENTS

1. 今なぜ建設3Dプリンティングなのか
2. 建設3Dプリンティング技術とは
3. 建設3Dプリンティングの海外と国内の動向
4. シミズの3Dプリンティング技術と実用化事例
5. 3Dプリンターがもたらすモノづくりの未来

# ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES

液槽光重合

材料押出

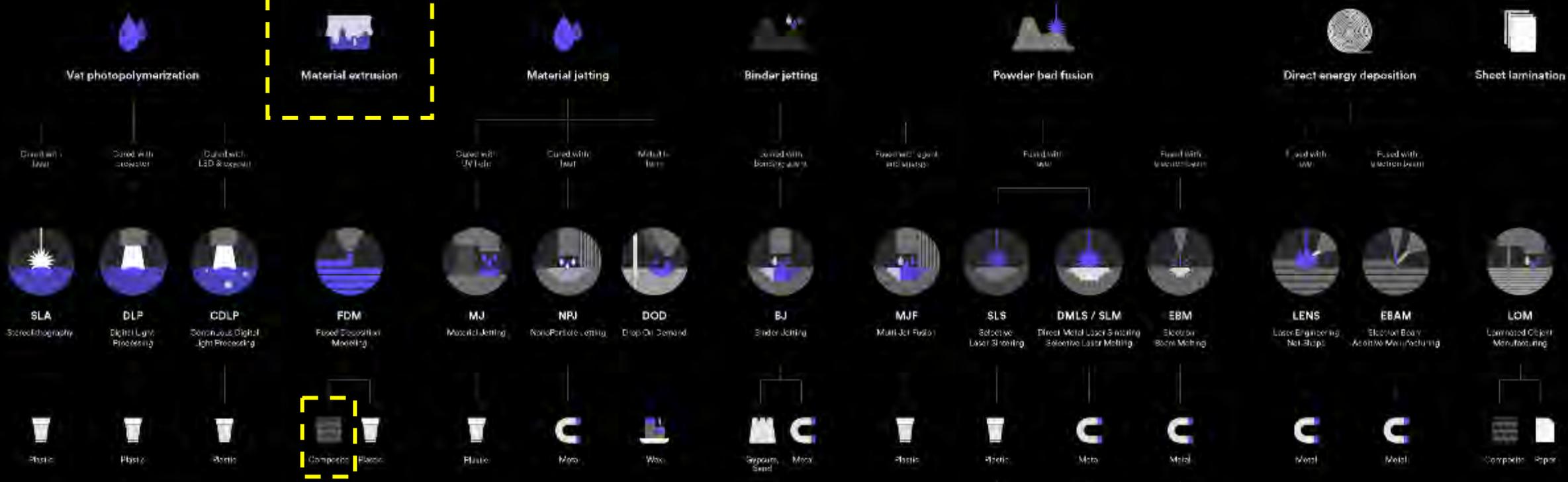
材料噴射

結合材噴射

粉末床溶融結合

指向性エネルギー堆積

シート積層



<https://www.hubs.com/guides/3d-printing/>

# 建設スケールの3Dプリンティング方式

材料押出法  
Material Extrusion



材料噴射法  
Material Jetting



結合材噴射法  
Binder Jetting



[www.d-shape.com](http://www.d-shape.com)

アーク溶接法(金属)  
Wire-arc Additive  
Manufacturing

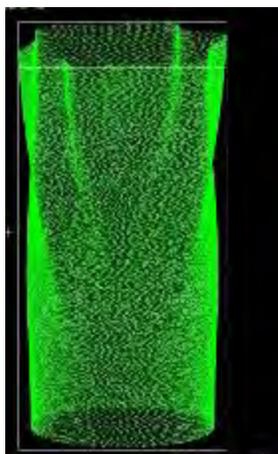


[www.mx3d.com](http://www.mx3d.com)

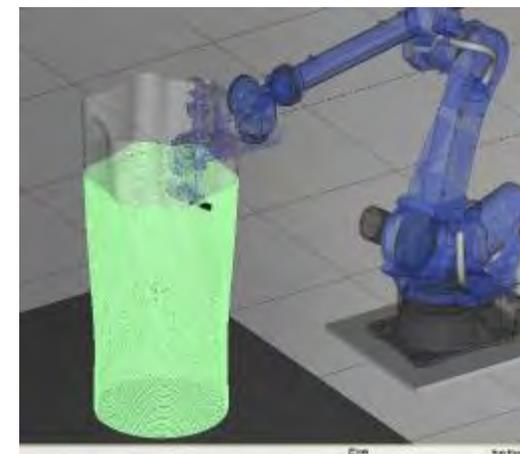
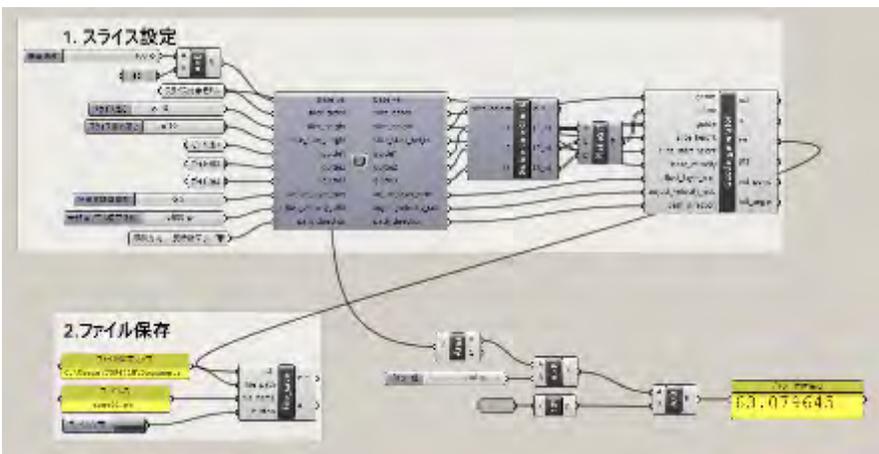
- 余分な材料を使用しない ⇒大型化が簡単
- 施工スピードが速い／オンサイトでも適用可能



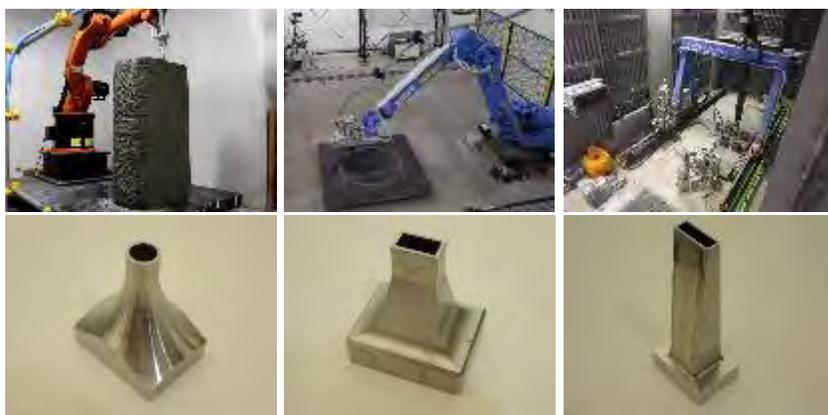
設計モデル



プリントパスの生成



ロボット制御プログラム



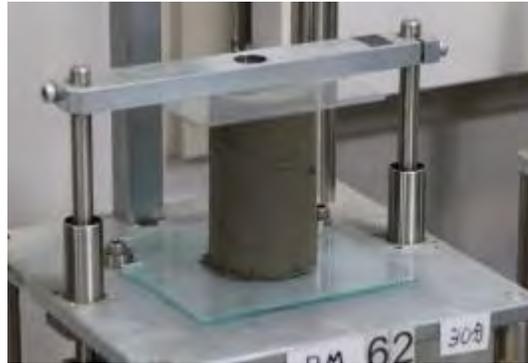
製造条件（プリンタ、材料、ノズルなど）の決定



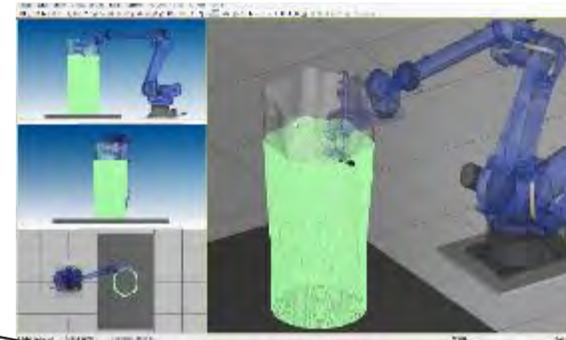
出力

# 3Dプリンティング技術に必須となる3要素

マテリアル



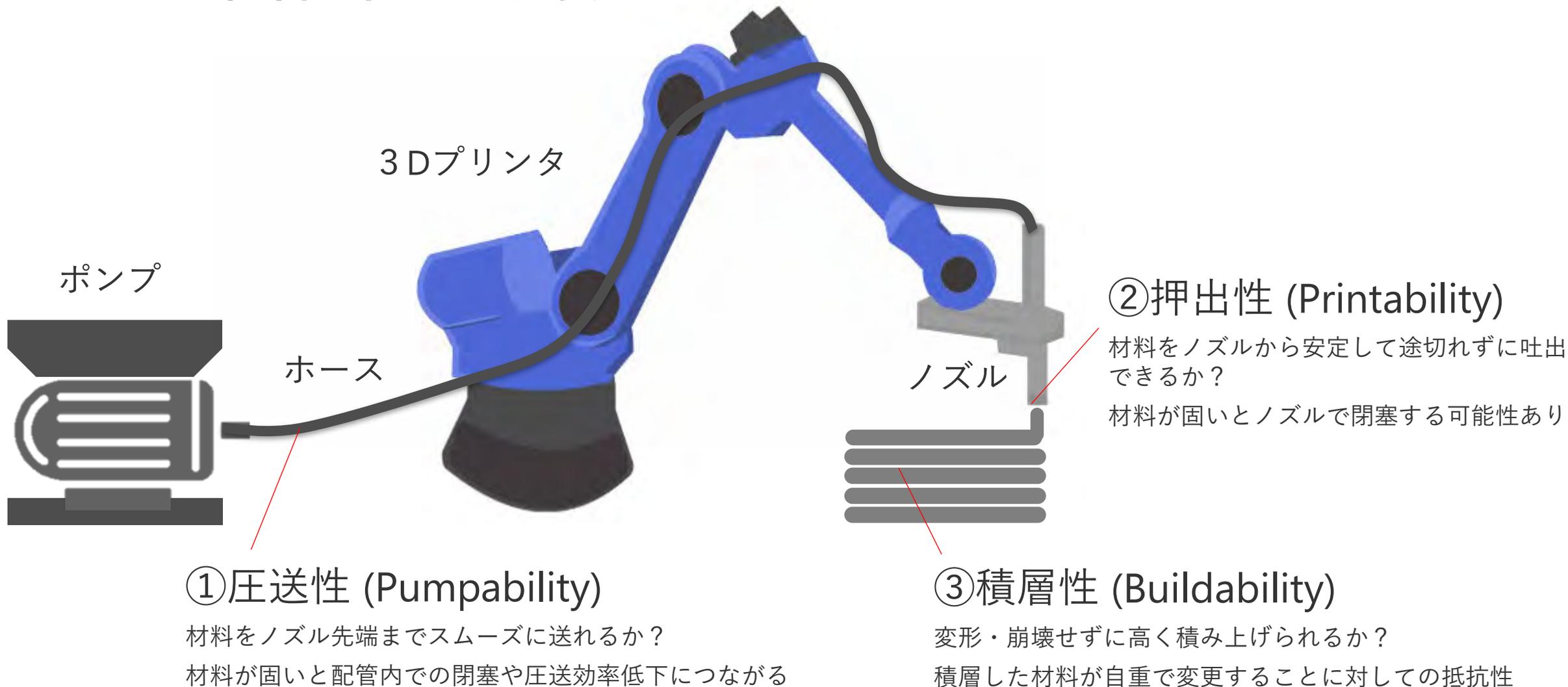
ソフト  
(設計、システム)



ハード  
(3Dプリンタ)



# プリント材料の開発が重要

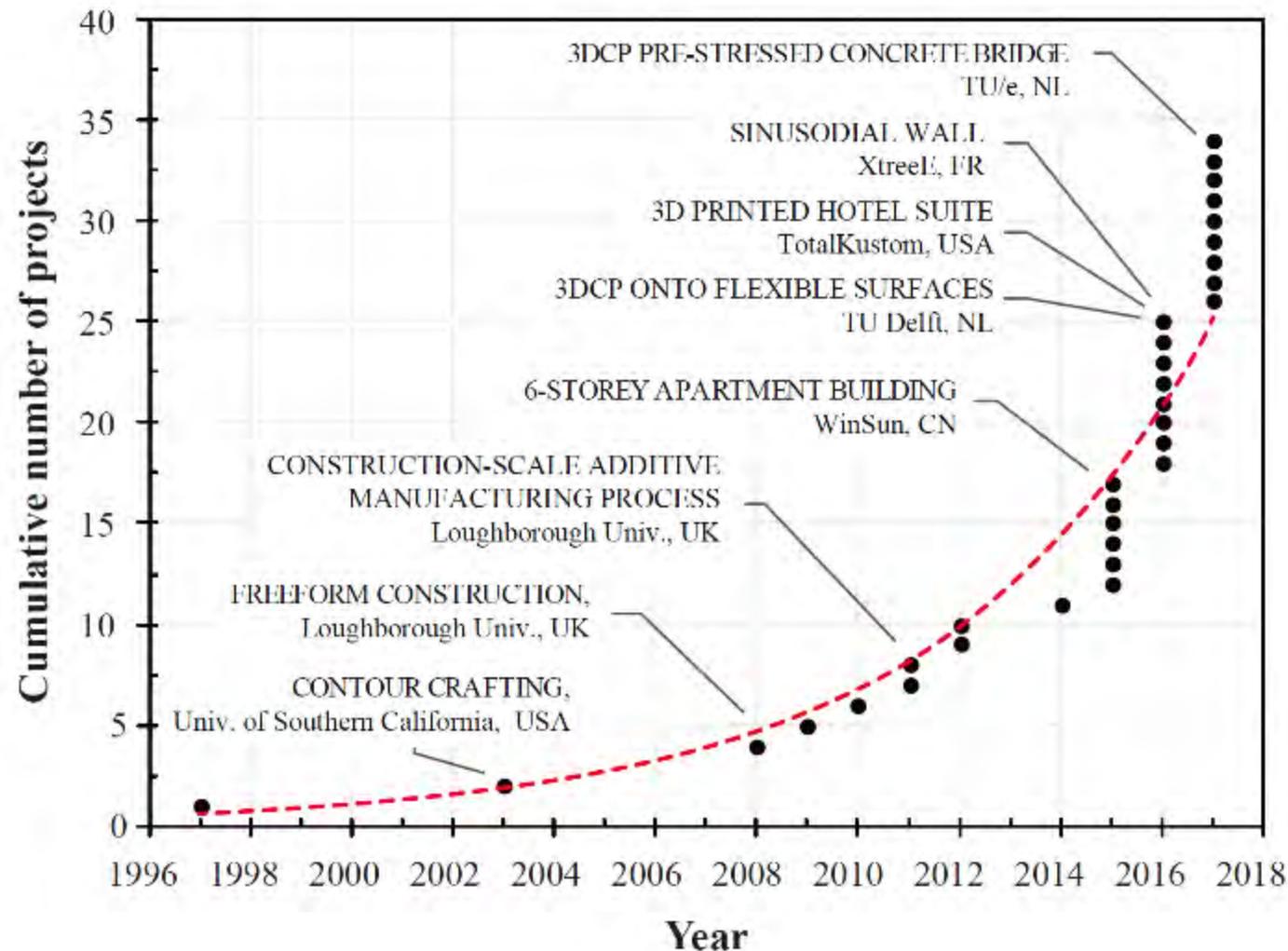


①、②では軟らかく、③では上部自重に抵抗 ⇒ 相反する性能の付与が必要

## CONTENTS

1. 今なぜ建設3Dプリンティングなのか
2. 建設3Dプリンティングとは
3. 建設3Dプリンティングの海外と国内の動向
4. シミズの3Dプリンティング技術と実用化事例
5. 3Dプリンターがもたらすモノづくりの未来

# 海外の建設3Dプリンティングの研究開発



Buswell, R.A. et. al., 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research, Cement and Concrete Research, vol.112, pp.37-49, 2018

# 世界では実プロジェクトが多数進行

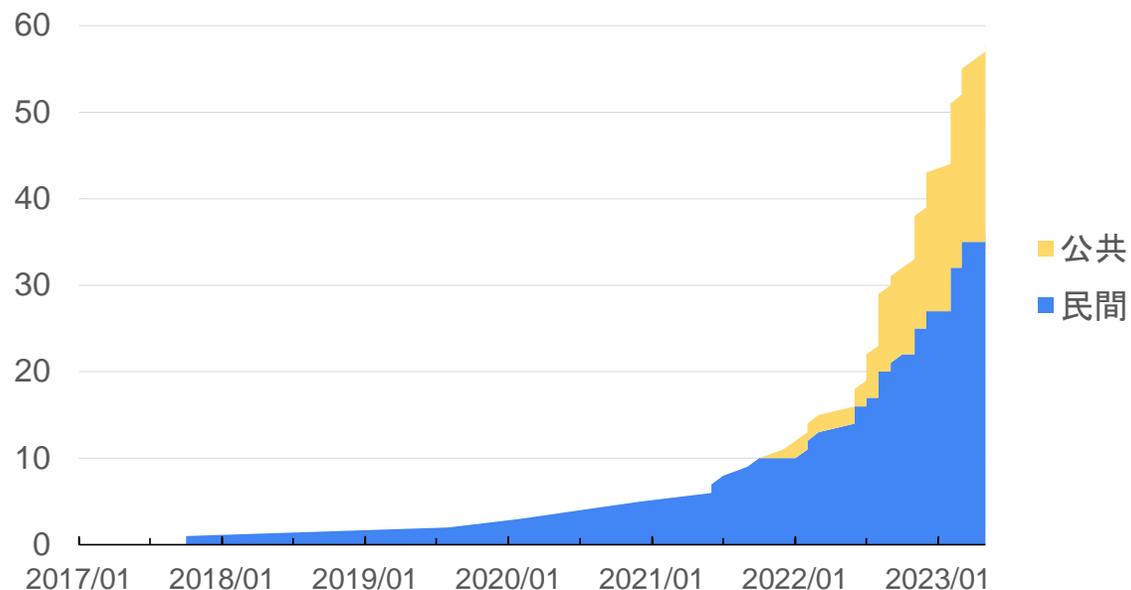


ドバイでは化石燃料の供給がピークに達することを見据え、2030までに建設される建物の25%を3DP製とする目標を策定

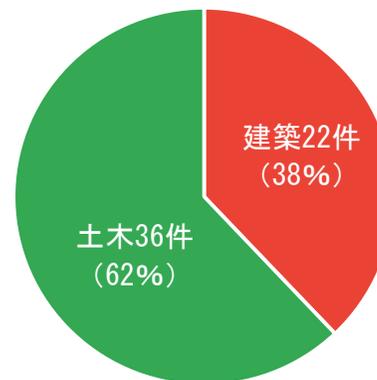
# 国内の実施例

出典：土木学会 3Dプリンティング技術の土木構造物への適用に関する研究小委員会（364委員会） 成果報告会

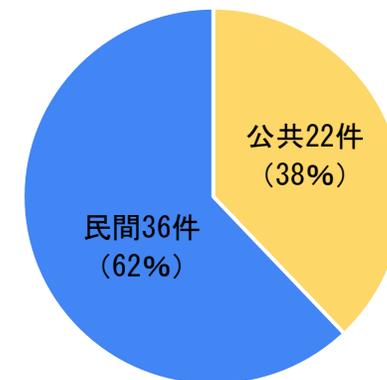
累計施工事例数（件）



施工実績に占める土木・建築用途の割合  
(2023年6月時点)



施工実績に占める民間・公共工事の割合  
(2023年6月時点)



- 様々な事例が増える中で、どのような安全性を担保すべきが不明確
- 品質確認項目や検査での留意点が不明確
- 国外からも3Dプリンタを購入可能になってきており不適切利用の懸念
- 3Dプリンター技術を良く知らない設計者による設計による不具合の懸念
- 必要以上の検査・確認項目の設定による生産性の悪化

設計者、発注者、施工者にとって必要十分な安全性を担保できるガイドラインを制定する必要性

建設用3Dプリンタの安全で有用な活用を促進する環境を構築

# 国内事例のカテゴリー分け

出典：土木学会 3Dプリンティング技術の土木構造物への適用に関する研究小委員会（364委員会） 成果報告会

	オフサイト	ニアサイト	オンサイト
A 非構造部材	   	 	
B 非構造部材型埋設型枠		 	 
C 構造部材型埋設型枠 (耐久性照査不要)			
D 構造部材型埋設型枠			
E 構造部材			

# 建築に関する法規制

## 日本国内の規制緩和の動き

内閣府 規制改革推進会議

令和5年1月27日（金）



第7回 スタートアップ・イノベーションワーキング・グループ

令和5年6月1日 答申

### イノベーションと安全の確保との両立

- 新たな空のモビリティ（無操縦者航空機）の推進
  - ・ 機体性能や運用条件を勘案した安全基準の適用等、運用の柔軟化に向けた検討を実施
- 建設用3Dプリンターや環境配慮型コンクリートの社会実装
  - ・ 安全性を確保した上で、新たな工法やそれらに適合した材料の認定の在り方について、デジタル時代を踏まえて検討を実施

国土交通省  
3Dプリンター対応検討委員

## 規制改革の方向を検討中

当社も協力委員として参加

## 海外の動向

ICON Sets Standard and Receives Acceptance Criteria for 3D-printed Walls by the International Code Council's Evaluation Service

ICON社が国際規格評議会評価サービス (ICC-ES) によるAC509基準適合を発表

AC509:3D プリント壁の設計、性能、品質管理を評価昨年のする基準

→ICON社がICC-ESと連携して基準の作成から行う

→品質基準などの整備を民間主導で行った例

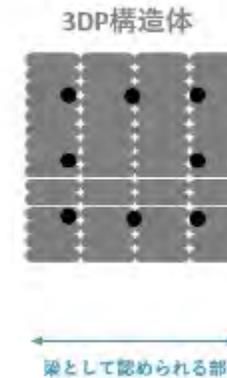
出展：<https://www.iconbuild.com/newsroom/icon-sets-standard-and-receives-acceptance-criteria-for-3d-printed-walls-by-the-international-code-councils-evaluation-service>

## CONTENTS

1. 今なぜ建設3Dプリンティングなのか
2. 建設3Dプリンティングとは
3. 建設3Dプリンティングの海外と国内の動向
4. シミズの3Dプリンティング技術と実用化事例
5. 3Dプリンターがもたらすモノづくりの未来

# 清水建設の特徴①

プリント体が型枠だけでなく「構造体」として算入可能な構法を開発



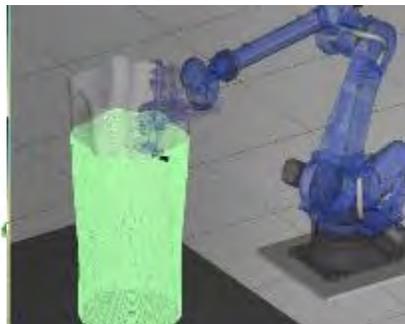
- **大臣認定を取得した唯一のプリント材料**
- 構造体となること(指定建築材料)で使用材料の低減・環境負荷低減・意匠性向上が期待  
→現場練り 3DP材料の規制緩和で更なる適用拡大を目指す

## 清水建設の特徴②

### 独自に自社内開発を進めてきたことによる総合力



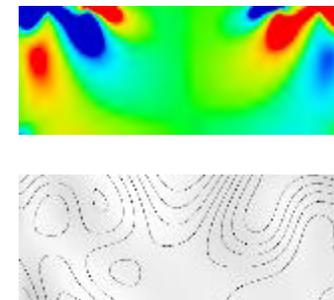
材料



ソフト  
(システム)



ハード  
(3Dプリンタ)



設計  
(意匠・構造)



建設3DPは高度な専門性が求められるため、上記4分野での専門性が必須  
効果的な組み合わせができる体制を構築済み

- 適用案件数ゼネコトップ
- ラクツムの品質・耐久性・美観で差別化

主な受賞：

土木学会 技術開発賞  
(2023)

日本コンクリート工学会賞  
技術賞 (2022)

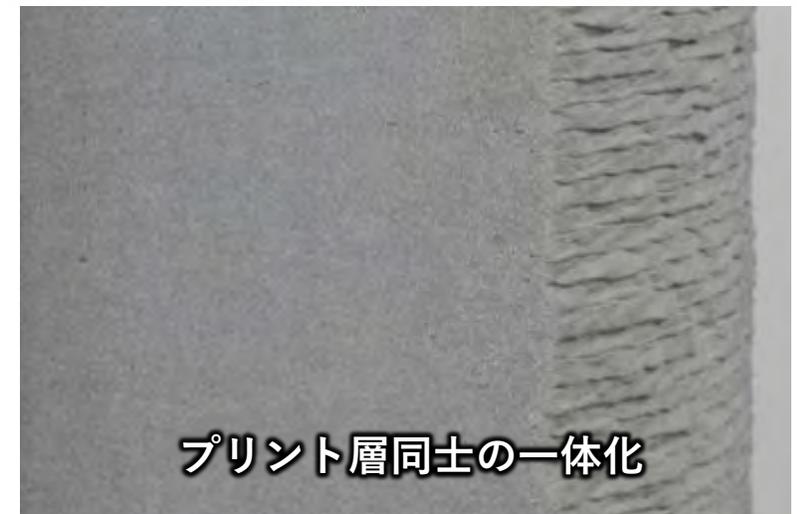
日本建設機械施工大賞  
最優秀賞 (2022)

エンジニアリング功労者賞  
中小規模PJ枠 (2022)

土木学会 吉田研究奨励賞  
(2019)

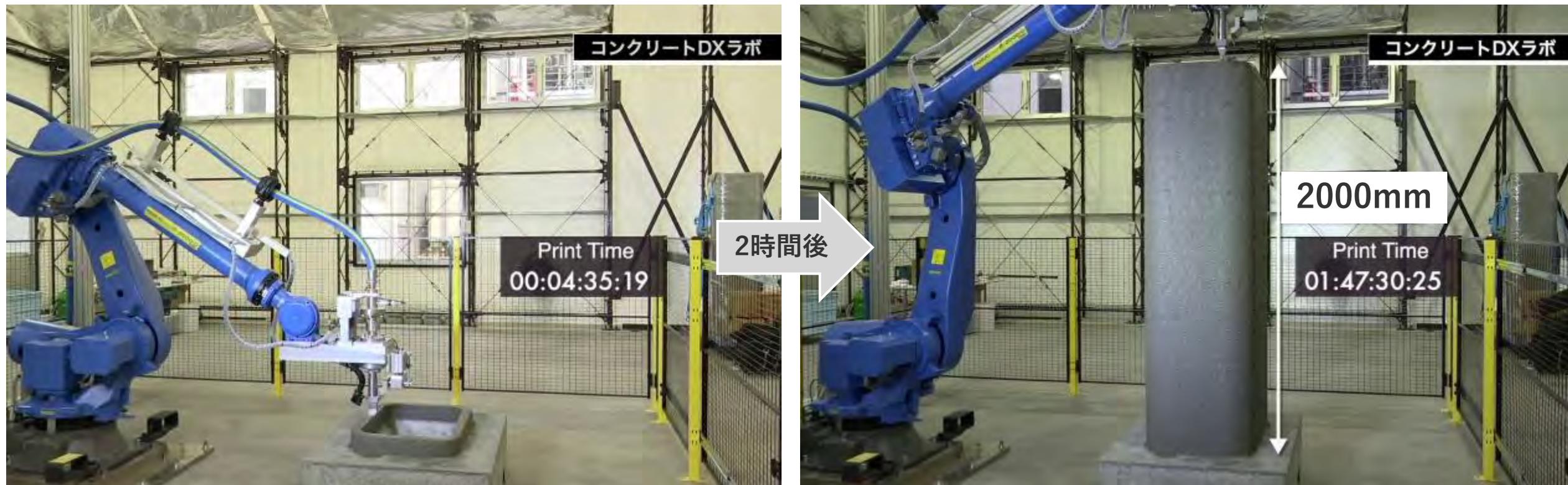
# 3Dプリンタ用のセメント材料「ラクツム」 LACTM (Laminatable Cement-based Tough Material)

繊維補強モルタル：W/P=0.24、P：C + シリカフェーム + フライアッシュ、Vf=0.75 vol.%



清水建設HP「3Dプリンティング用の繊維補強モルタル「ラクツム (LACTM)」」 <https://www.shimz.co.jp/solution/tech368/>

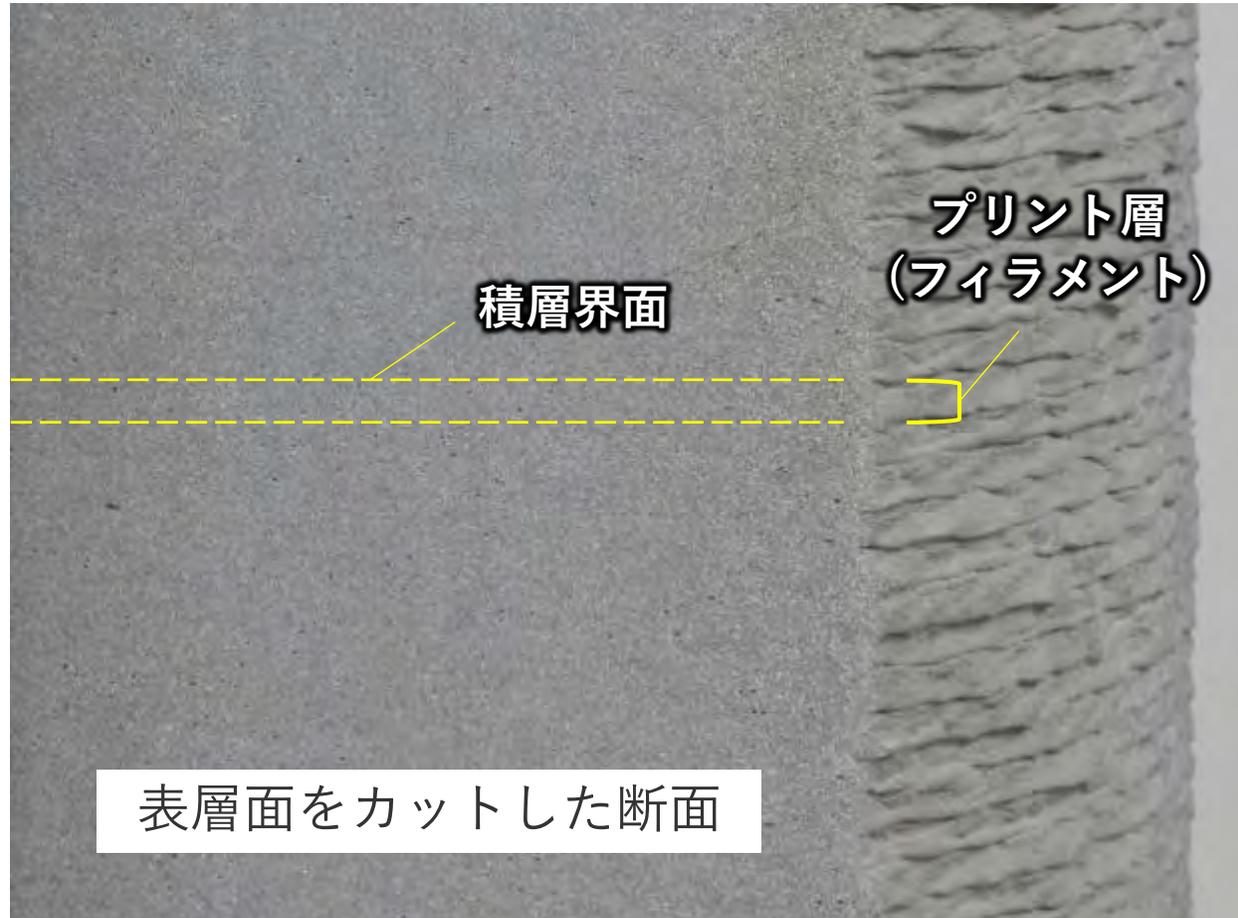
# ラクツムの特徴：高い積層性・形状保持性



高さ2mの積層体をプリント可能

(**曲げ強度14MPaを超える材料での実現は世界的に見ても数少ない**)

# プリント界面の一体性



既往技術の積層体



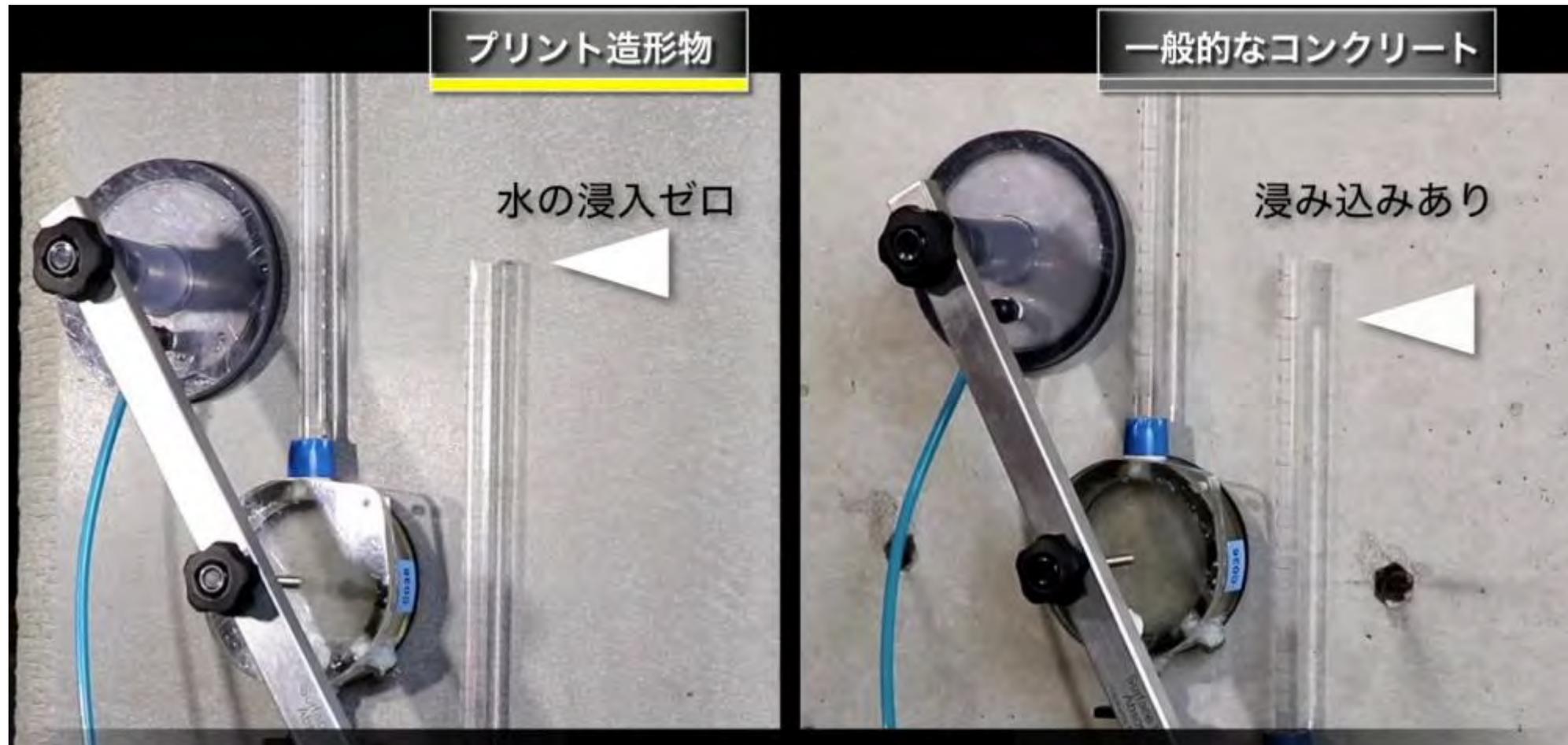
出典：R.A. Buswell et al.: 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research, Cement and Concrete Research, 2018.

積層界面に弱部ができやすいという従来技術の課題を克服

⇒積層体の高品質化の実現が他にはない特徴

# 高い吸水抵抗性

表面吸水試験（SWAT法）600秒後



一般的なコンクリートよりも高耐久な施工可能

阿部寛之, 小倉大季, 菊地竜, 山本伸也 (2021). 3Dプリンティングで作製した繊維補強モルタル試験体の物質移動抵抗性, コンクリート工学年次論文集

# シミズ保有の3Dプリンタ

①ロボットアーム型

②大型ロボットアーム型

③ガントリー型



ラボレベル

10cm



工場レベル

1m



現場レベル  
(国内開発のなかで最大級)

10m

造形スケール

# 清水建設の3DP適用事例

## 非構造部材



## 埋設型枠 (非構造)



## 構造部材



2020

2021

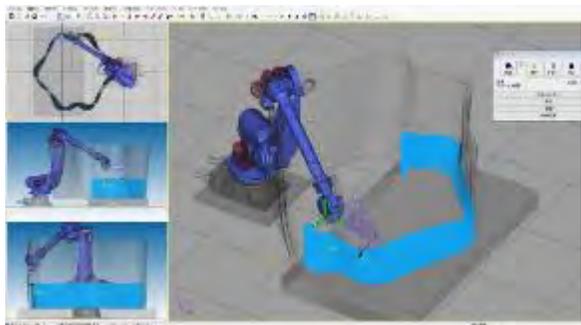
2022

2023

2024



## 実用化事例1 豊洲MiChiの駅（2020年12月）



プリントパス／制御プログラム生成



3Dプリンティング(24体)

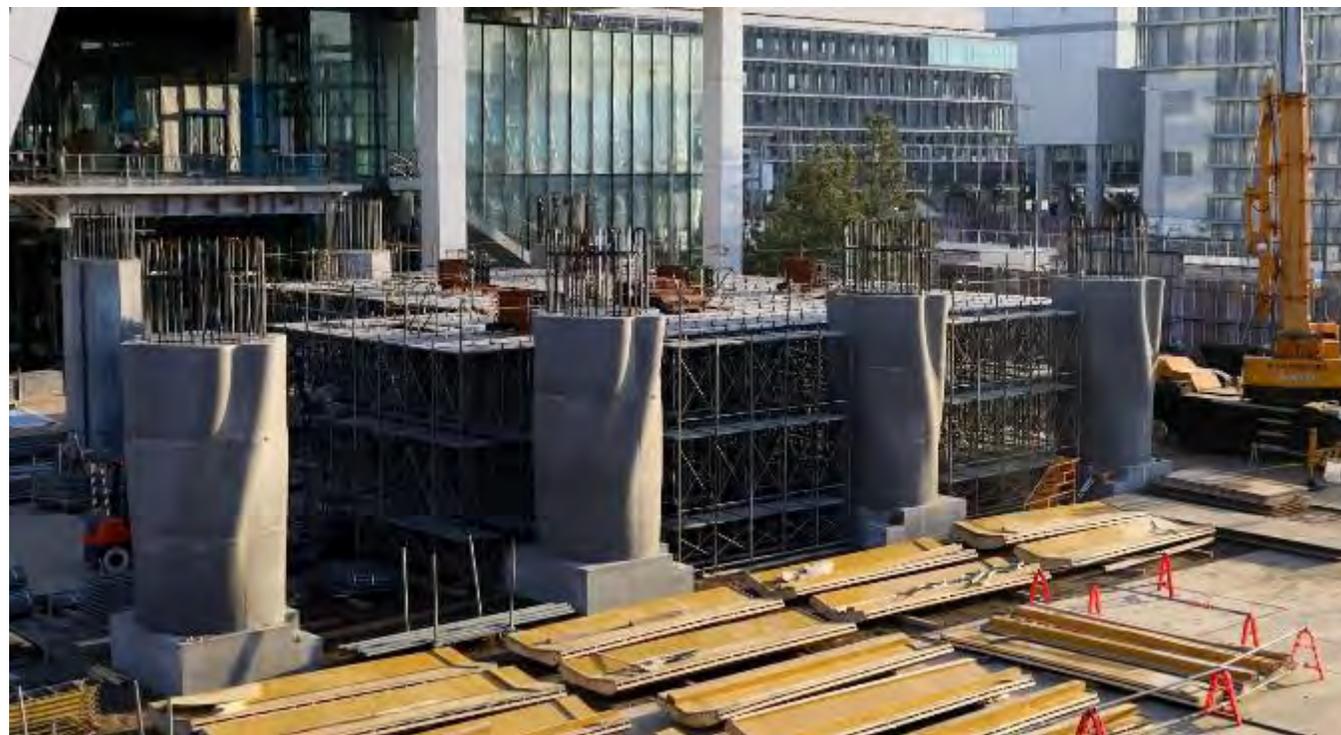


現場へ運搬・組立



コンクリート打込み

曲面型枠24体を不良率0%で製造  
⇒ 安定製造は**3DP本来の優位性**



豊洲MiCHiの駅（2020年12月）

## 構造柱に3Dプリンティング技術を初適用

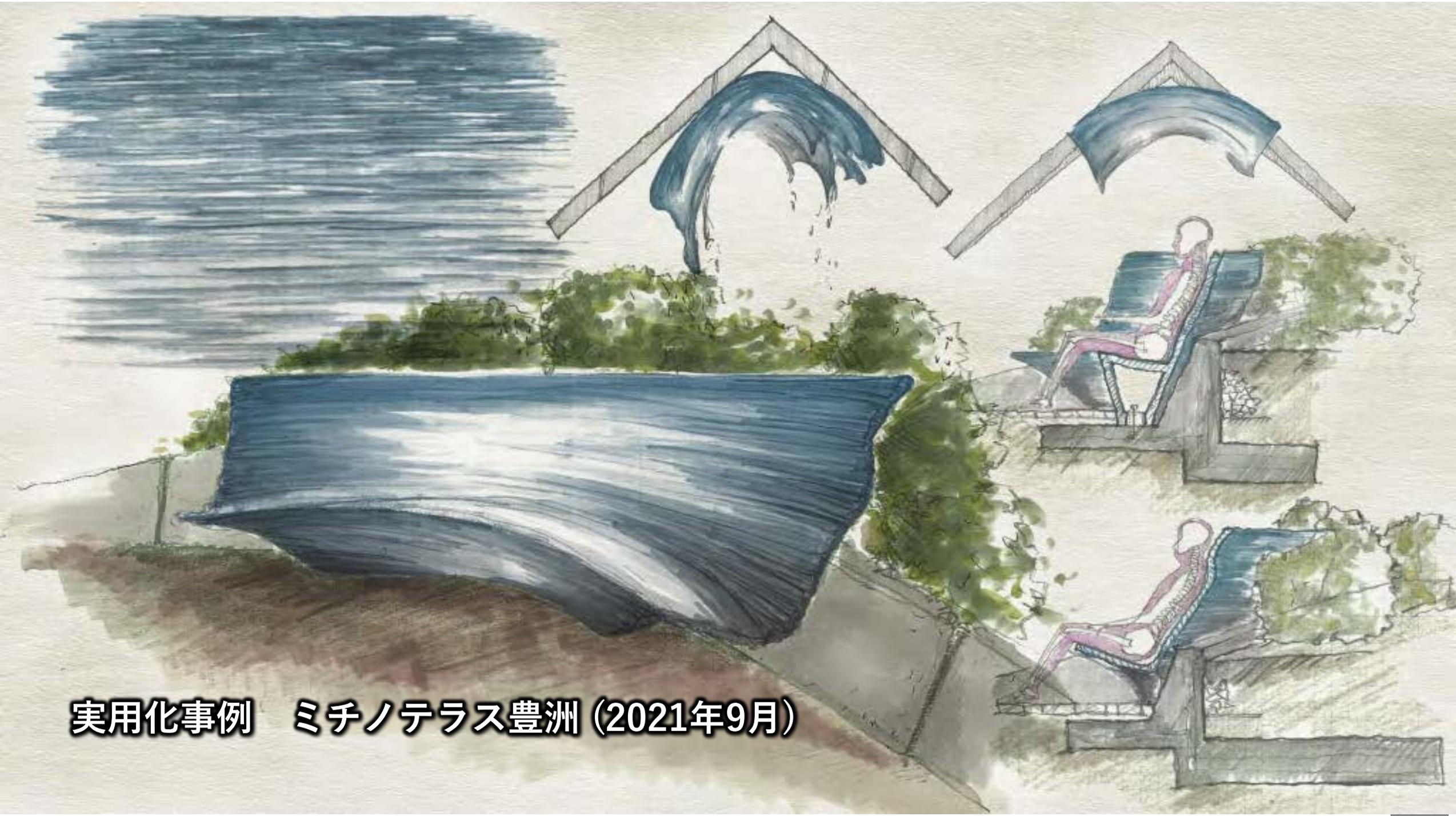


[意匠性の自由度向上]：設計者の意匠的なアイデアを具現化

[経済性]：柱施工の現場工期を6割短縮、多品種小量生産でもコストを抑えて製造可能

3Dプリンティングで自由曲面形状の巨大柱を実現 繊維補強モルタル「ラクツム」の可能性 <https://www.shimz.co.jp/topics/technology/item01/>





実用化事例 ミチノテラス豊洲 (2021年9月)

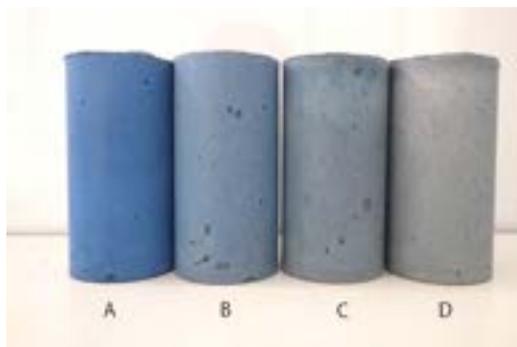
ミチノテラス豊洲 (2021年9月)

# グラデーション色の曲面ベンチを3時間で印刷

新技術：カラーラクツム



- 調色設計したラクツムでグラデーション化
- 人間工学に基づくデザインを低コストで実現



## 曲面カラーベンチを3時間で造形

清水建設は、3Dプリンターを用いた造形技術で、曲面カラーベンチ「ラクツム」を開発し、豊洲の公園に設置した。このベンチは、3Dプリンターで造形されたコンクリート製の曲面ベンチで、カラーラクツムの調色設計により、グラデーションカラーを実現している。

### 清水建設 3Dプリンティング用に独自開発

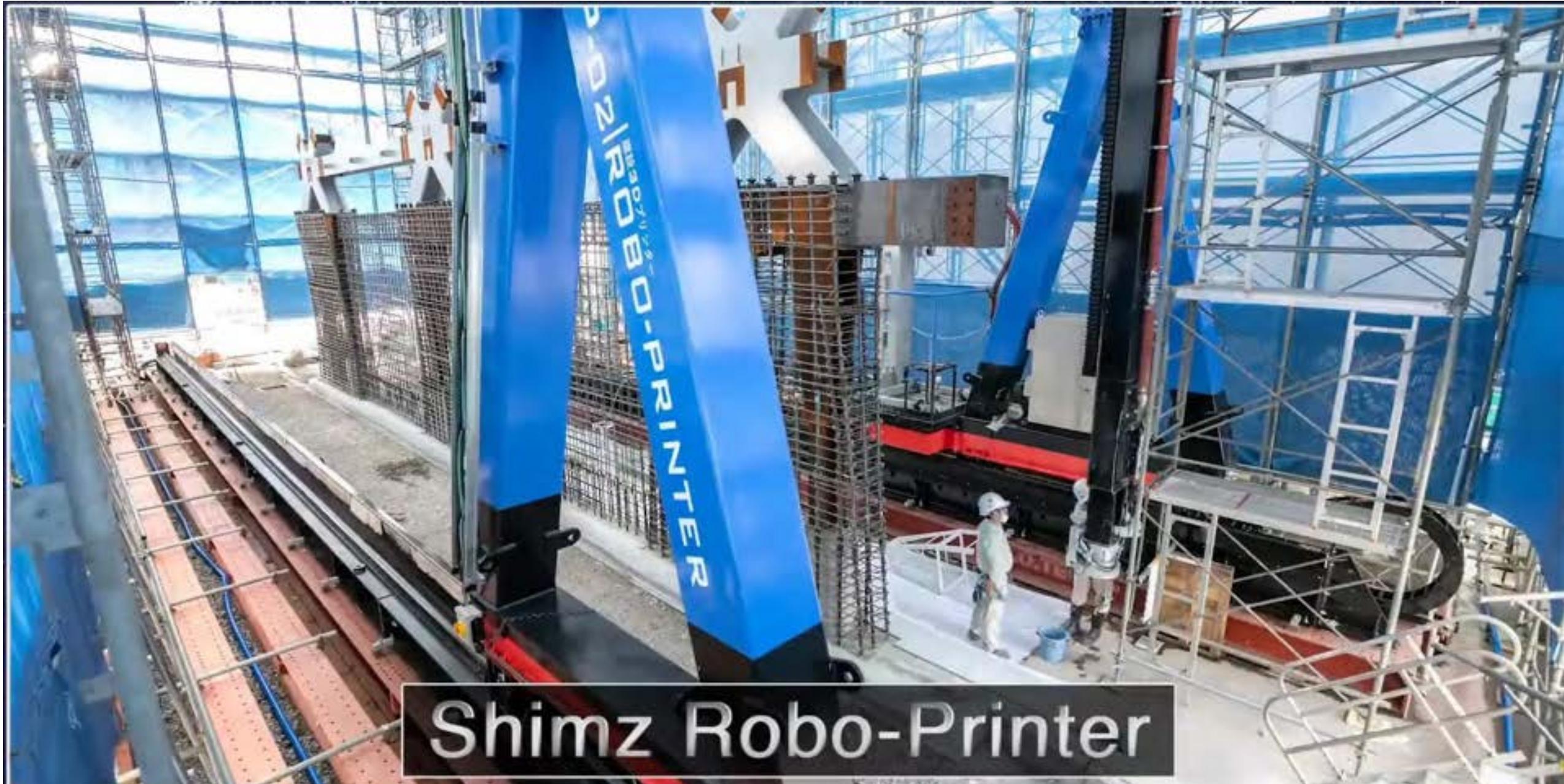
曲面カラーベンチ「ラクツム」は、清水建設が独自開発した3Dプリンティング用のコンクリート材料である。従来のコンクリートとは異なり、3Dプリンターで造形するための特殊な配合と、曲面を正確に再現するための技術が採用されている。また、カラーラクツムの調色設計により、グラデーションカラーを実現している。このベンチは、豊洲の公園に設置され、市民の憩いの場となっている。

豊洲に登場 — 「ラクツム」が実現した最新コンクリート3Dプリンティング事例

<https://www.shimztechnonews.com/solution/case/2021-04.html>



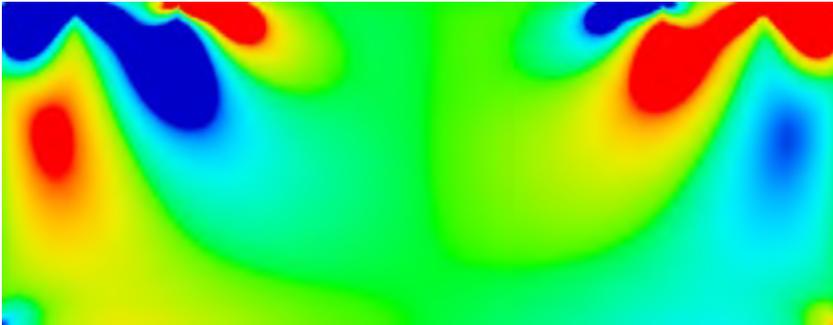
**実用化事例 温故創新の森 NOVARE Academy (2022年8月)**



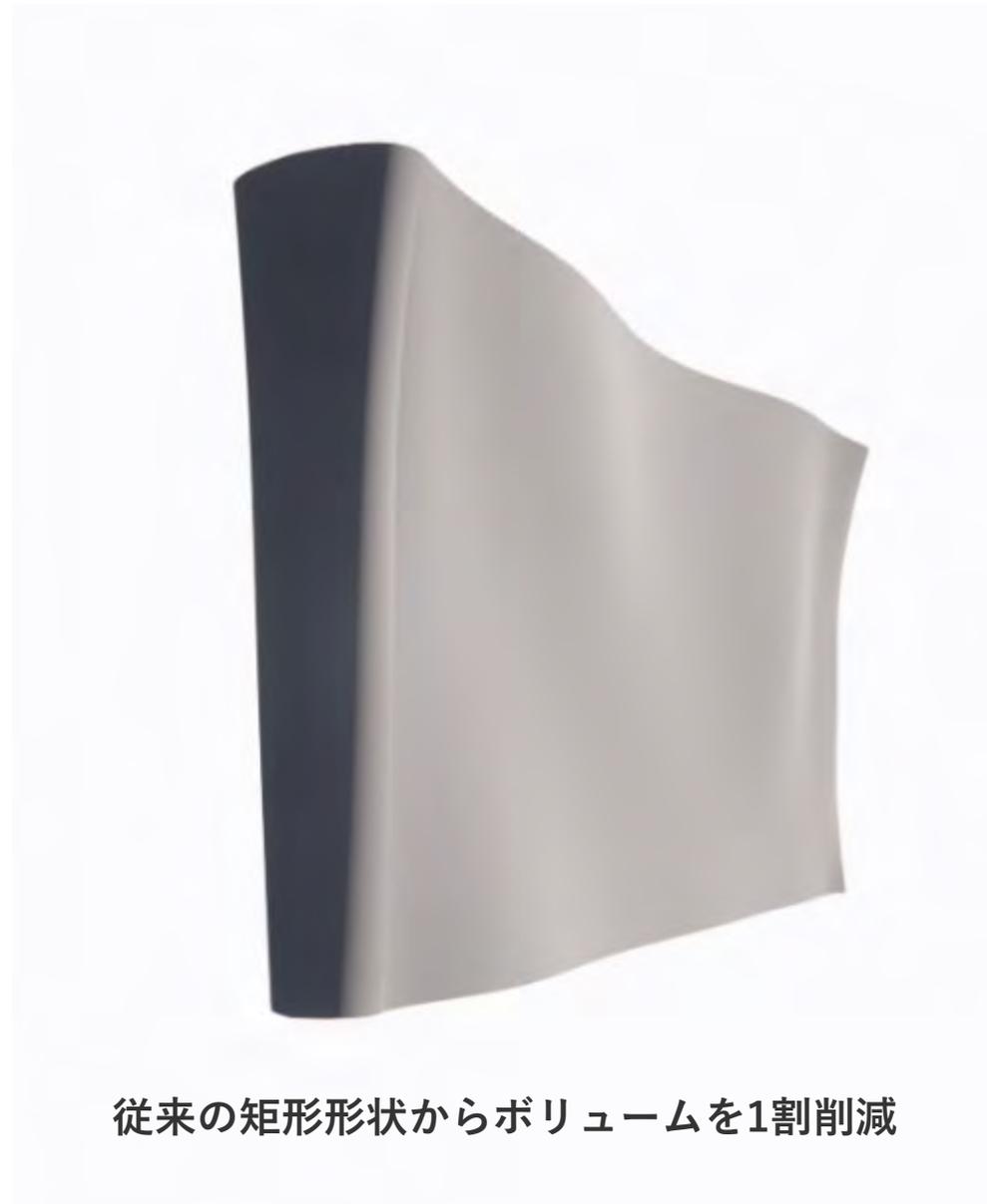
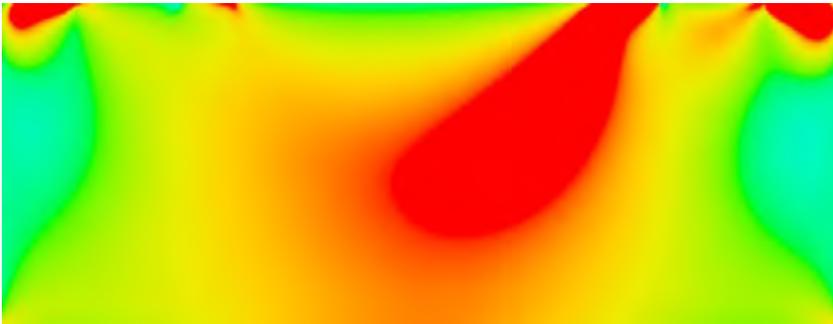
# Shimz Robo-Printer

# 設計プロセス

長期せん断力



地震時 せん断力



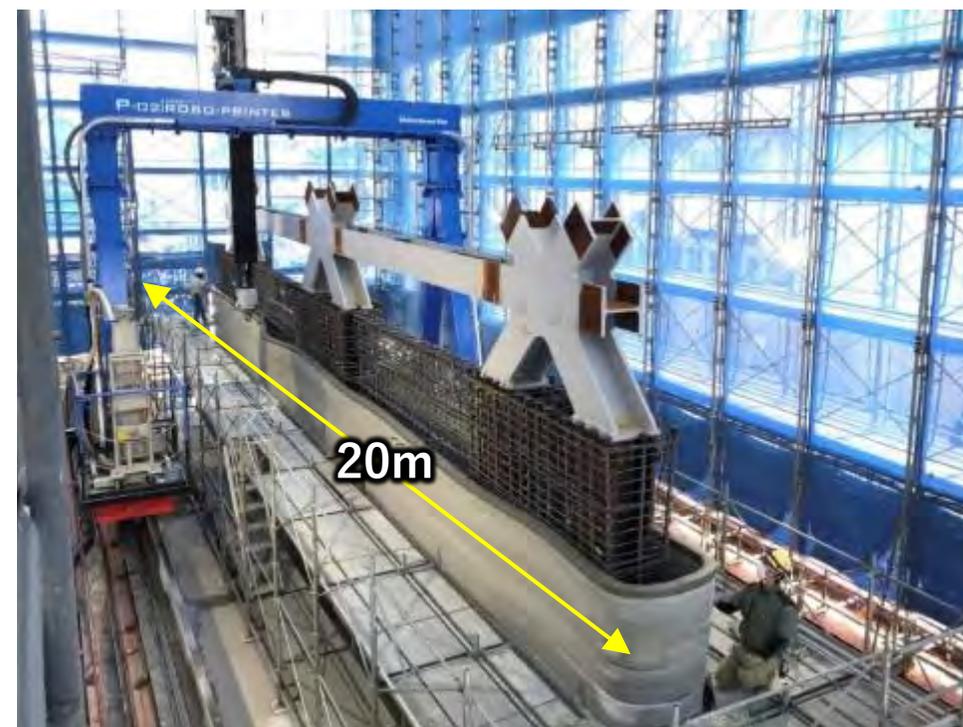
従来の矩形形状からボリュームを1割削減

NOVARE Academy (2022年8月)

壁柱の構築場所で20mの型枠を直接印刷

—使用材料を1割減—

新技術：ガントリー型3Dプリンタ



清水建設プレスリリース「幅20m・高さ4.5mの大規模造形物を施工場所でそのまま“印刷”」 <https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2022/2022043.html>



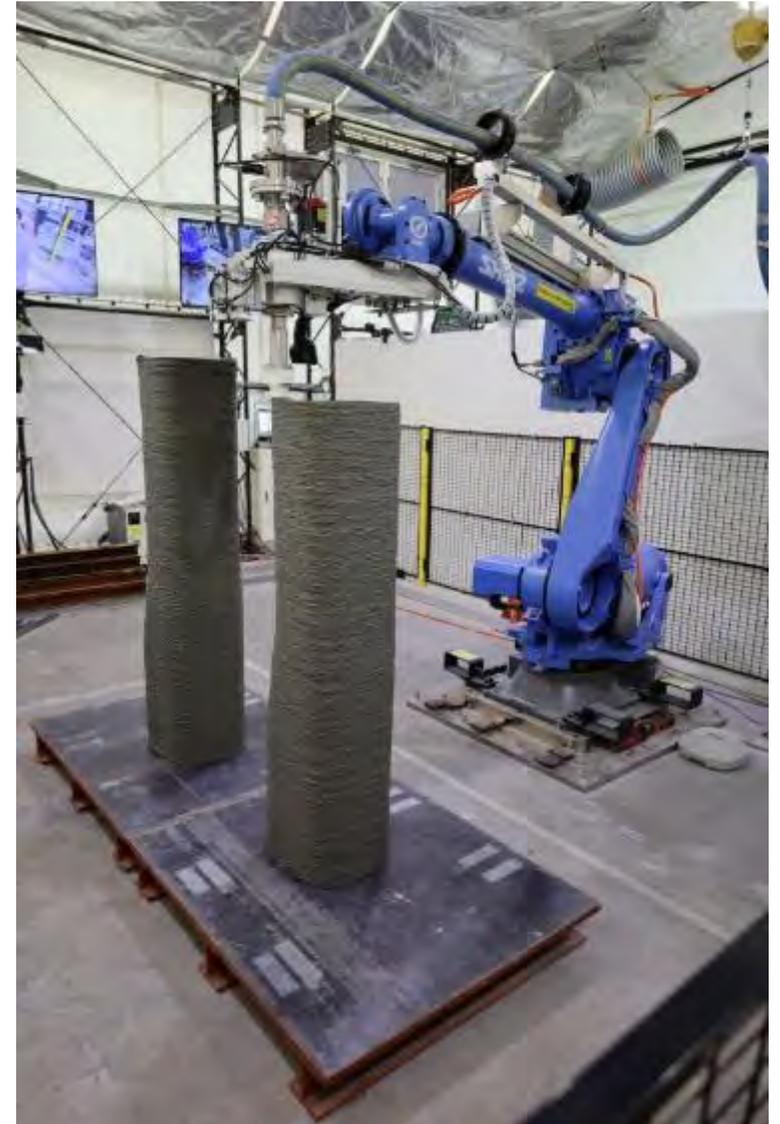
# 実用化事例 NOVARE 駐車場計画 (2023年4月)



住所	: 東京都江東区潮見
用途	: 自動車車庫
面積	: 39.5m <sup>2</sup>
高さ	: 3800mm
主要構造部	: 準耐火建築物構造と同等の準耐火性能を有する構造
構造種別	: RC造一部S造
基礎	: 直接基礎 (べた基礎形式)
上部構造	: 耐震構造 (基礎からの片持ち柱形式)
構造計算	: 限界耐力計算法
工期	: 2022.11 ~2023.3

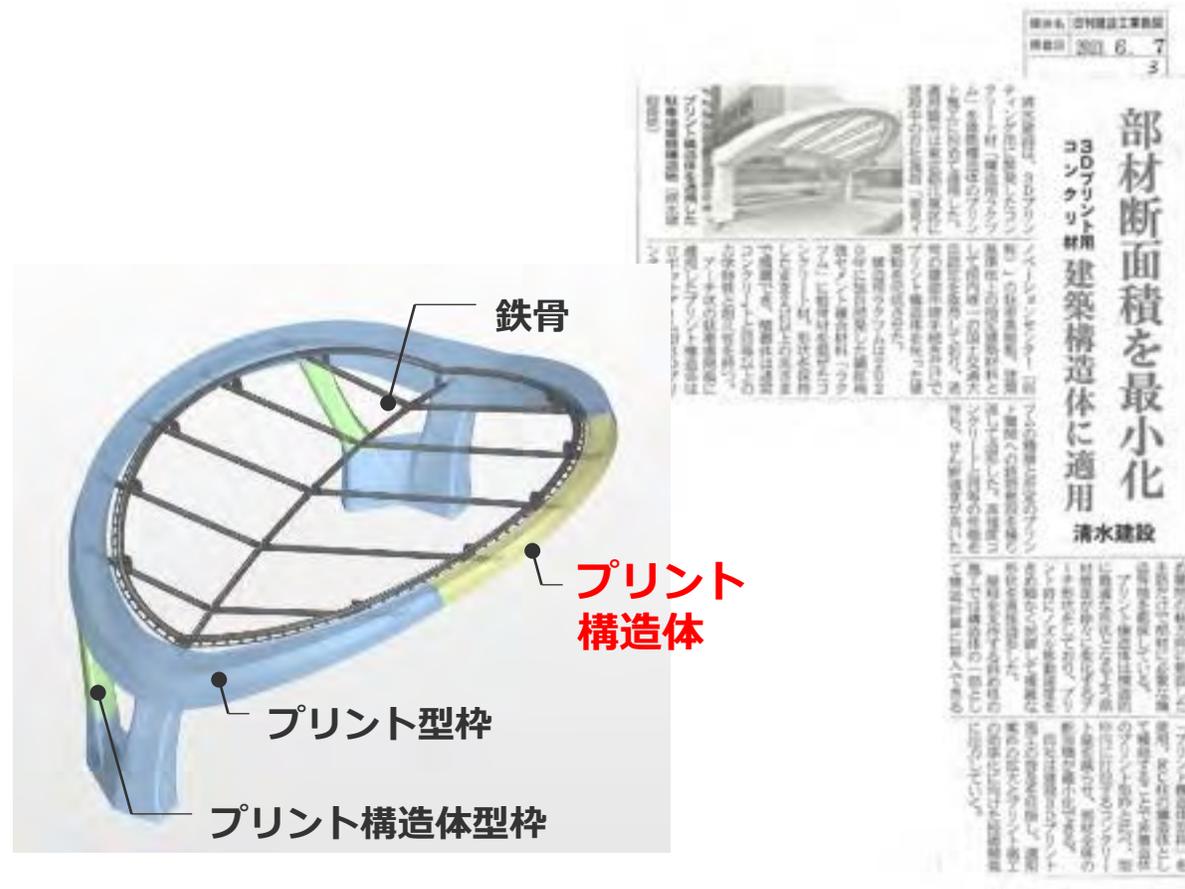
## 適用のポイント

- ① 国内で初めて3Dプリンタで構造体そのものを直接印刷
- ② 大臣認定 (法37条適合) を取得した国内唯一のプリント材料「構造用ラクツム」を初適用
- ③ 法20条の大臣認定を要さず、通常の建築確認申請 (構造適判) で行政手続きを完了
- ④ 3Dプリンタによる梁部材の製造方法の確立 (従来RC以上の構造性能を実証)



# 国内初 3Dプリンタでコンクリート構造体を印刷

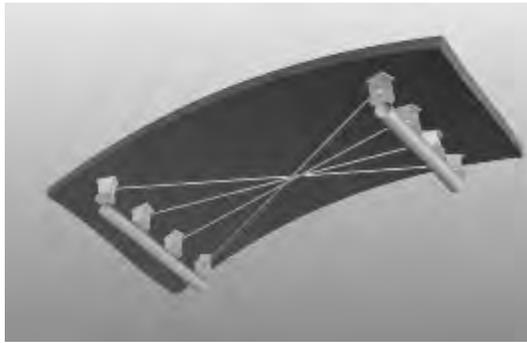
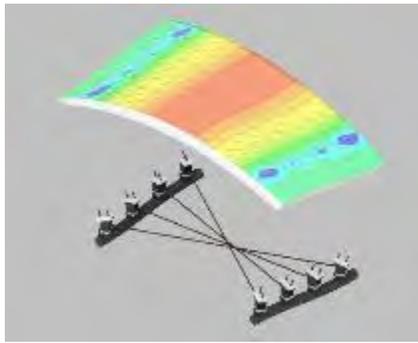
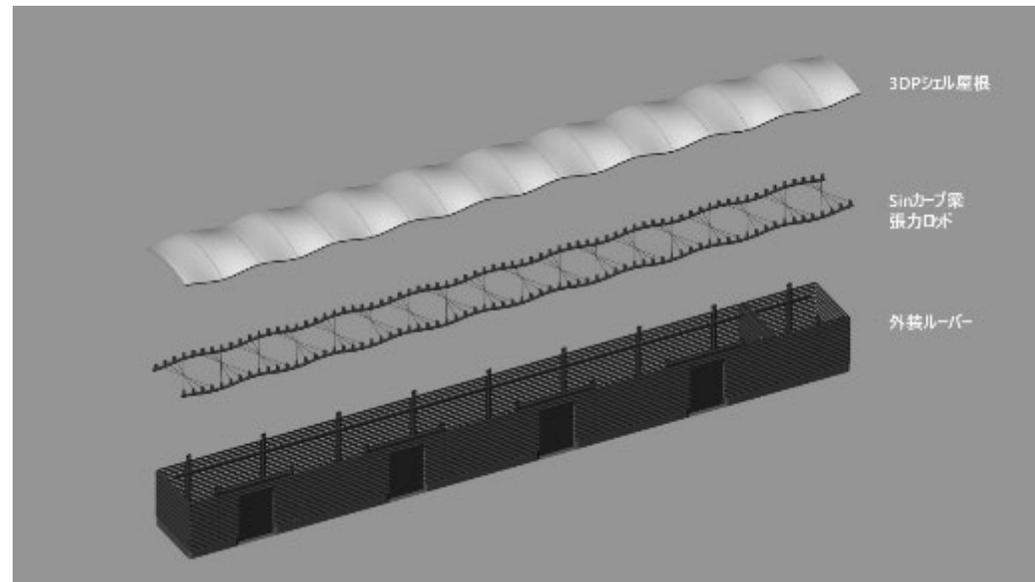
新技術：構造用ラクツム  
(大臣認定取得)



清水建設プレスリリース「3Dプリンタでコンクリート構造体を印刷」 <https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2023/2023010.html>

# 実用化事例 NOVARE 再利用保管庫 (2023年9月)

## ラクツムの高い強度特性を活かした3次元曲面シェル構造



**[意匠性の自由度向上] :**

幅3m 厚さ80mm のシェル形状の屋根を鉄筋なしでプリント

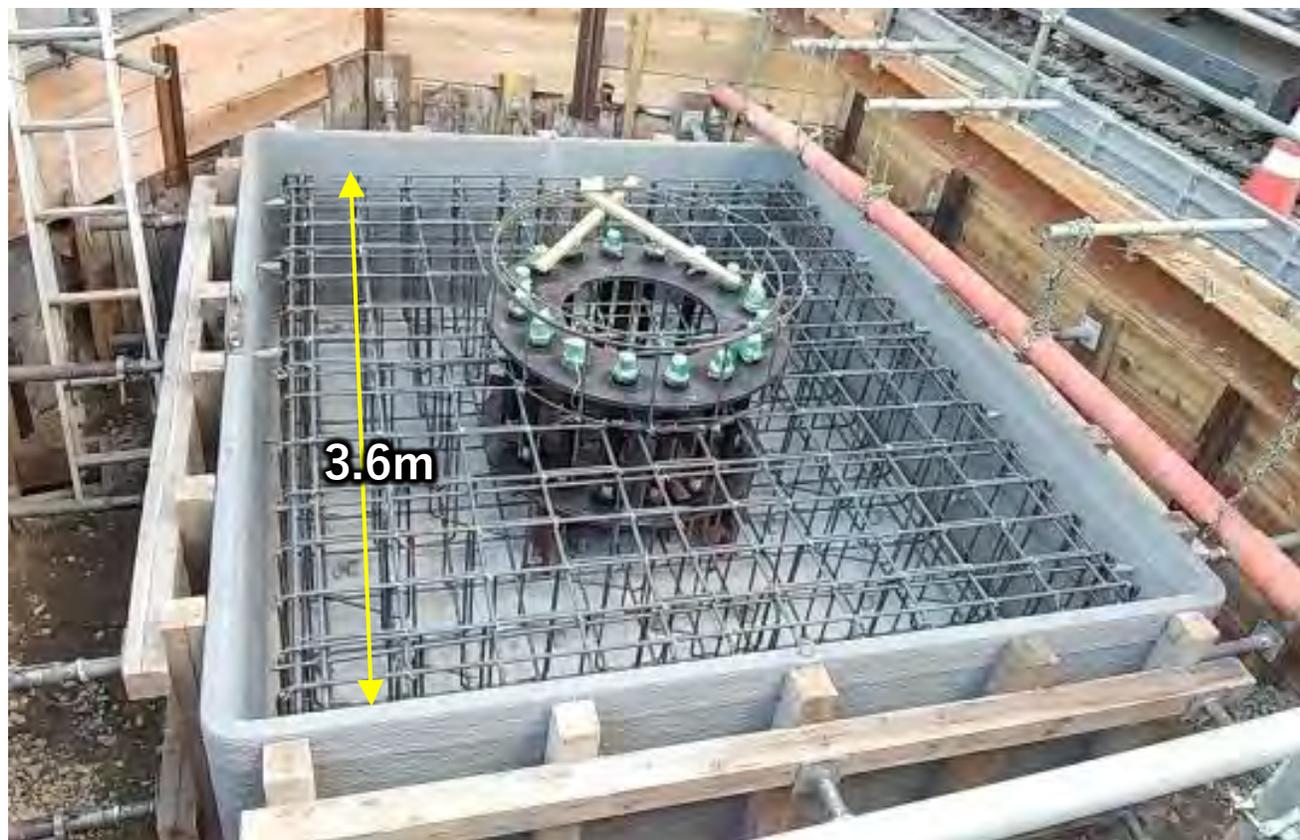
## 実用化事例 NOVARE 駐輪スタンド(2023年12月)

多品種少量生産、オンデマンド (設計モデルを受領した翌日にプリント完了)



# 実用化事例 鉄道工事現場 (2021年12月)

## 柱基礎の埋設型枠への適用で工期6割短縮



### 大手建設会社の動向

### 工事での埋設型枠採用が進む 清水建設は6割の工期短縮に

土木構造物への建設用3Dプリンターの活用は、大手建設会社で盛況が広がっている。清水建設は建設工事に広く3Dプリンタを活用する建設現場での活用が広がっている。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。

2021年12月、清水建設は、埋設型枠の採用が広がる。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。

埋設型枠の採用が進む。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。

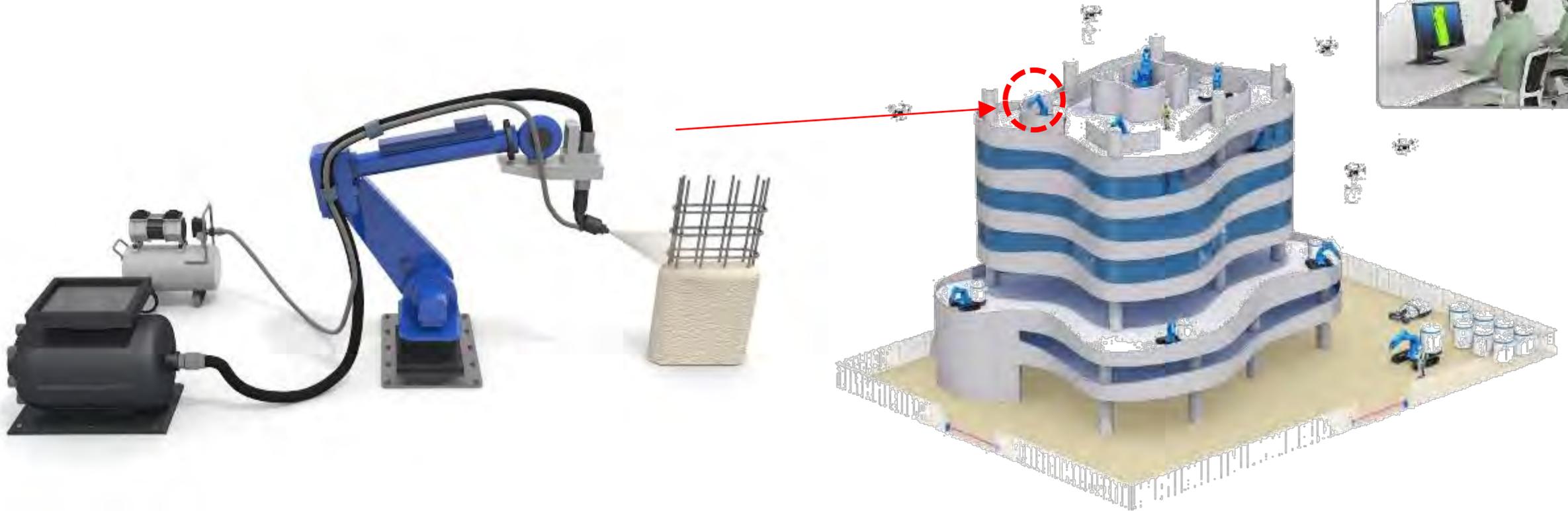
埋設型枠の採用が進む。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。従来の型枠に比べて、工期が6割短縮に成功している。



日経コンストラクション 2022年5月号

# 新しい3DP方式「材料噴射型3Dプリンティング」の開発

材料を噴射して有筋構造部材を自動製造できる技術（構造体の新しい作り方）



デジタルコンストラクション実現のためのキー技術になりうる

- 施工の省人化・省力化や意匠性の高い構造物の具現化に寄与
- 木製型枠の使用量が減り、環境負荷の低減効果が期待

# 有筋部材の自動製造

①鉄筋内部への材料噴射



鉄筋の外周から材料を吹きつけて内部へ充填

②表層への材料噴射



表層には別の配合を重ねて吹き付け

③コテによる表面仕上げ



左官職人の動きを再現し、なめらかに表面仕上げ

補強材を配置した状態でもプリントが可能 ⇒ 構造部材そのものを直接製造できる

## CONTENTS

1. 今なぜ建設3Dプリンティングなのか
2. 建設3Dプリンティングとは
3. 建設3Dプリンティングの海外と国内の動向
4. シミズの3Dプリンティング技術と実用化事例
5. 3Dプリンターがもたらすモノづくりの未来

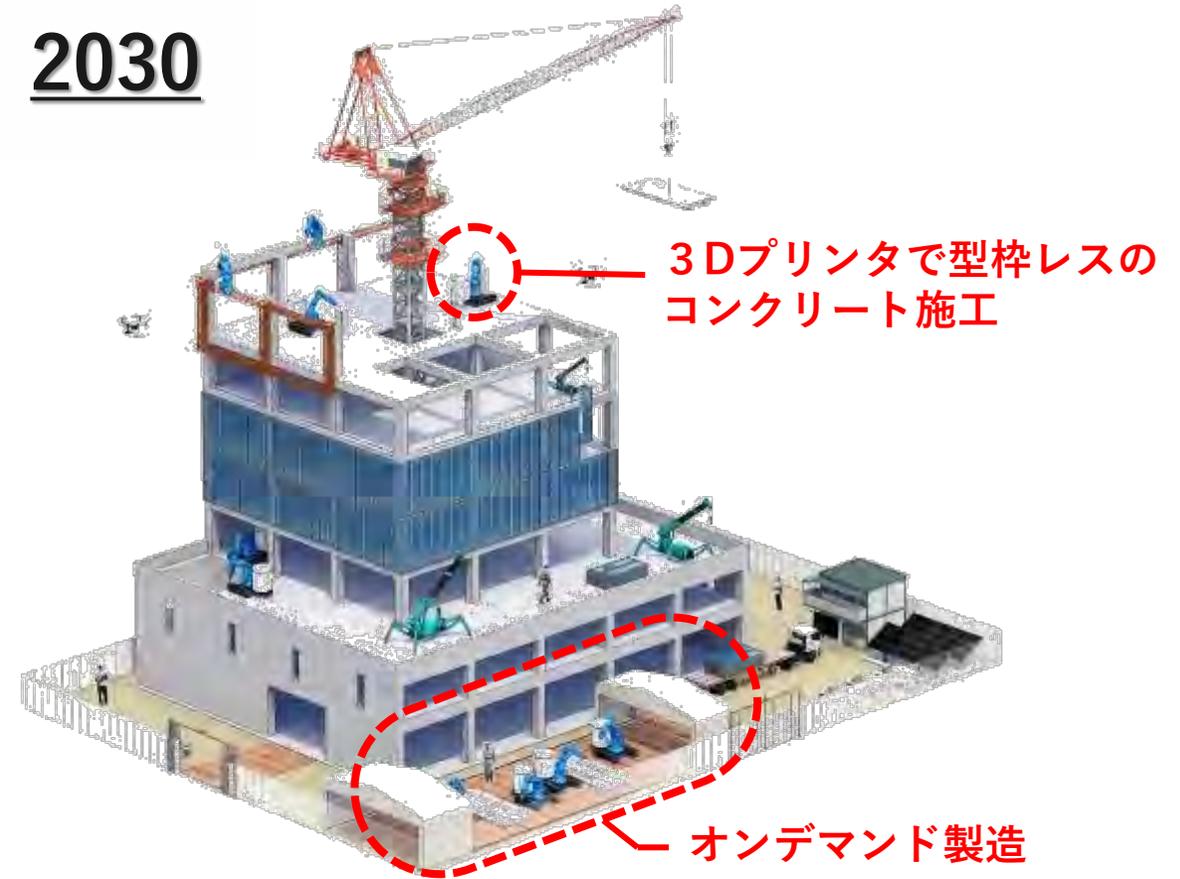
# 3Dプリンタがもたらす建設の未来像

現在



- 労働集約型
- 環境負荷大  
(型枠廃棄・資材運搬)

2030



- 建設用3Dプリンタ  
→ 省人化・廃棄物削減/省運搬による環境負荷低減

# 3Dプリンタがもたらす建設の未来像

現在



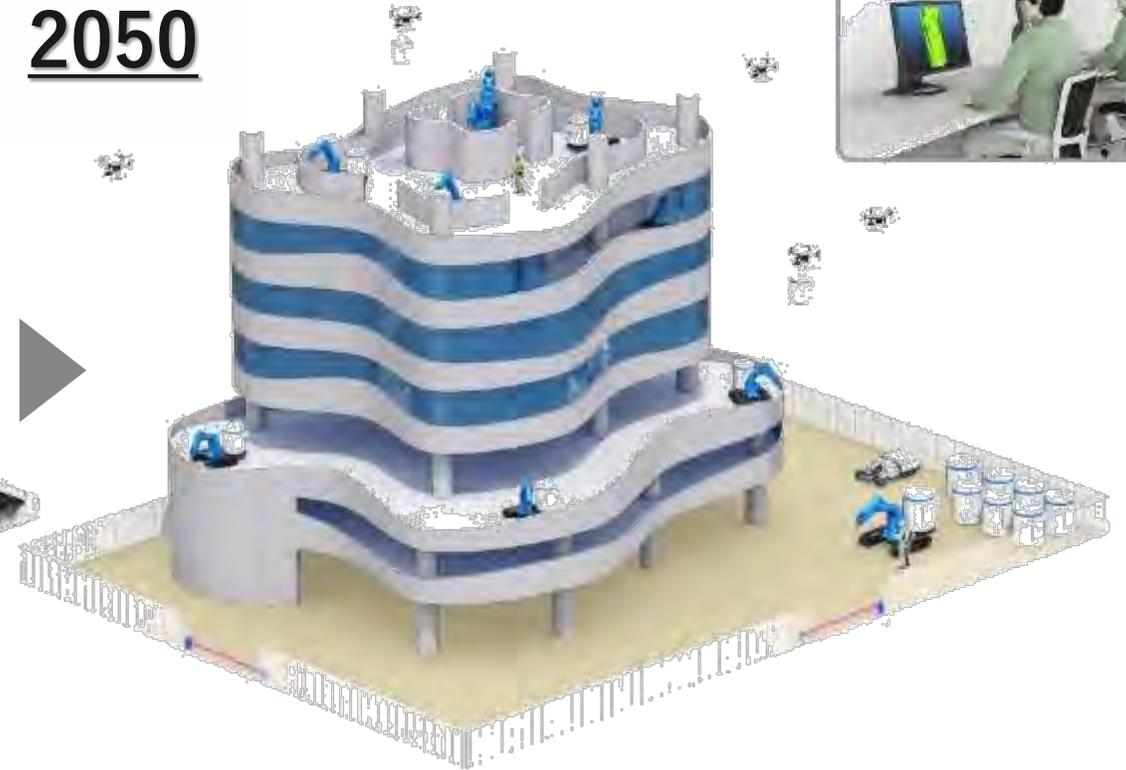
- ・ 労働集約型
- ・ 環境負荷大

2030



- ・ 省人化
- ・ 環境負荷低減

2050



- ・ デジタルコンストラクション  
(情報化施工→安全性・自由な造形)
- ・ 環境配慮デザイン  
(構造最適化による数量減・環境負荷低減)



# 普及に向けた取り組み



プロジェクトを通して育ててきた社内の専門チーム

- ・ 建設3DPの設計
- ・ 建設3DPの機械
- ・ 建設3DPの素材
- ・ 建設3DPの製造
- ・ 建設3DPのシステム開発

各分野の人材が  
育ててきている

+

社外パートナーも含めたエコシステム構築

- ・ プリンター運用会社
- ・ 材料供給会社

製造技術の移管・協働体制構築

サプライチェーン構築も含めプロジェクト普及へ繋げる

# 「誰でも使える技術」にするための課題

## ① 材料に関する法規制の壁の高さ

材料性能や適用部位に応じたスムーズな認定が必要

e.g. プリンタと小規模プラントをセットで認定する仕組み

⇒ 内閣府 規制改革推進会議 スタートアップ・イノベーションワーキング・グループ (2023/1/27)で提案

## ② 性能評価・品質管理の統一化

各社バラバラの手法で評価・管理 ⇒ 統一的な手法の確立が必要

⇒ 土木学会「建設用3Dプリンターによる埋設型枠設計・施工に関する研究小委員会」(2023年10月～)

## ③ オンサイトプリンティングにおける装置・材料の信頼性

環境外乱に強い材料、安定した施工技術（装置／システム）の確立が肝要

## 建設3Dプリント材料「ラクツム」を改良し、大臣認定を取得

～建築構造部材の3Dプリンティング施工が可能に～

2022.5.23

清水建設（株）＜社長 井上和幸＞はこのほど、建設3Dプリンティング用に独自開発した繊維補強セメント複合材料「ラクツム」を、粗骨材を混練したコンクリート材に改良し、大臣認定を取得しました。これにより、従来は建物の柱・梁の型枠や、非構造部材の製作に活用されていた3Dプリンティングを、構造部材そのものの製作に適用できるようになり、建築分野における3Dプリンティング施工の適用範囲が大きく広がります。当社は、大臣認定を取得したこの「構造用ラクツム」を東京都江東区内に建設中の自社施設「（仮称）潮見イノベーションセンター」の構造部材の一部に適用する予定です。なお、本大臣認定は東京コンクリート（株）と共同で取得したものです。

3Dプリンティング技術の活用が多分野で進むなか、建設分野ではコンクリート施工への適用に向けた技術開発が進められています。コンクリートの造形に型枠を使用しない3Dプリンティングは施工の省力化・省人化に寄与することから、建設産業の慢性的な労働力不足に対する有効な解決策の一つとして期待されています。

当社が開発したラクツムは、モルタルに合成繊維、混和材を付加した繊維補強セメント複合材料で、形状を保持したまま2m以上の高さまで積層することができます。ラクツムの積層体は耐久性にも優れており、積層界面が目視で確認できないほど一体化し、劣化の原因となる水や空気の浸入を助長する気泡や空隙は内部にほとんど生じません。一方、モルタル材であるラクツムの積層体はこれまで、建築法規の制約により非構造部材にしか適用できず、例えば、埋設型枠としての活用を想定した場合、型枠の厚さの分、構造体の断面積が大きくなってしまいうというデメリットがありました。大臣認定の取得により構造部材への適用が可能になることで、こうした課題を解決できます。

大臣認定の取得にあたっては、3Dプリンティングに最適化したラクツムの材料特性は保持しつつ、高強度コンクリートと同等の性能を発現する調合を確立しました。また、材料押し出し方式の3Dプリンティングシステムについても、粗骨材を含んだ材料をスムーズに押し出せるようポンプとノズルに改良を施しています。

## 構造用ラクツムを開発

＝粗骨材の添加などの改良により、  
コンクリートとして、  
建基法第37条適合の大臣認定を取得

→今後は、認定建築材料として  
構造躯体への適用が可能

ただし、必ずしも建設用3Dプリンタの汎用化に向けた最適解ではなく、以下の2点を妥協

- ・粗骨材の添加  
→ノズルでの材料の閉塞リスクが高まる
- ・現場練りでなく、工場製造  
→運搬時間の制約から適用エリアが限定

# 「誰でも使える技術」にするための課題

## ④ 設計人材が足りない

3Dプリンタの特性をよく理解した人材による設計で導入効果が最大化される  
⇒ DfAM(Design for Additive Manufacturing)を熟知し、関連技術分野との連携を可能にする  
DfAMマネージャー等の職能が確立されれば建設プロジェクトでの適用が進むが・・・

## ⑤ コスト

サプライチェーンの構築が進むことにより生産性が向上し、コスト減少する  
⇒ ニーズの顕在化によりメーカーの導入が進むと予想

## ⑥ プラットフォームの必要性

3DPは機械・材料により造形特性が大きく異なる。設計データに対して適切な機械・材料を選び出力までしてくれるようなプラットフォーム・プレイヤーが必要  
⇒ 海外では既にそういったサービスが出現し始めている

ご清聴ありがとうございました

## ニュースリリース

### ● (2024.01.31)

材料噴射型3Dプリンティングで有筋構造部材を高精度に造形  
～鉄筋への材料噴射から表面仕上げ、出来形計測までの全工程を自動化～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2024/2023061.html>

### ● (2023.06.07)

3Dプリンタでコンクリート構造体を印刷  
～建築物個別の大臣認定を要さず、プリント構造体を実構造体に適用～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2023/2023010.html>

### ● (2022.09.30)

幅20m・高さ4.5mの大規模造形物を施工場所でそのまま“印刷”  
～オンサイト建設3Dプリンタ「Shimz Robo-Printer」を新規開発～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2022/2022043.html>

### ● (2022.05.23)

建設3Dプリント材料「ラクツム」を改良し、大臣認定を取得  
～建築構造部材の3Dプリンティング施工が可能に～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2022/2022014.html>

### ● (2021.09.22)

グラデーション色の自由曲面カラーベンチを3時間で“印刷”  
～「ラクツム」で広がるコンクリート造形物の新たな可能性～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2021/2021043.html>

### ● (2021.02.04)

3Dプリンティング技術を活用し、自由曲面形状の大規模コンクリート柱を構築  
～繊維補強モルタル「ラクツム」で積層造形した埋設型枠を実現場に初適用～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2021/2020053.html>

### ● (2020.10.05)

3Dコンクリートプリント用の繊維補強モルタル材料「ラクツム」を開発  
～高さ2m超の埋設型枠の3Dプリンティングを実現～

<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2020/2020022.html>

## シミズHP

### ●事業トピックスー技術開発

技術研究所から 3Dプリンティングで自由曲面形状の巨大柱を実現  
繊維補強モルタル「ラクツム」の可能性

<https://www.shimz.co.jp/topics/technology/item01/>

### ●技術・ソリューション

3Dプリンティング用の繊維補強モルタル「ラクツム (LACTM)」

<https://www.shimz.co.jp/solution/tech368/>

### ●テクノアイ テクニカルニュース

3Dプリンティング用の繊維補強モルタル「ラクツム (LACTM)」

<https://web23dvp.shimztechnonews.com/hotTopics/news/2021/2021-01.html>

### ●テクノアイ ソリューション 事例

建設3Dプリンター用の繊維補強セメント複合材料「ラクツム」  
豊洲に登場 — 「ラクツム」が実現した最新コンクリート3Dプリンティング事例

<https://www.shimztechnonews.com/solution/case/2021-04.html>

### ●テクノアイ トピックス 開発者ストーリー

「打ち込む」から「積み上げる」へ  
革新的な施工法を実現した革新的コンクリート材料

<https://web23dvp.shimztechnonews.com/topics/engineer/2021/2021-01.html>

## YouTube

### ●YouTube：3Dプリンティングで実現する自由曲面の構造体の施工

<https://www.youtube.com/watch?v=qG3qQrKA7dM>

### ●YouTube：3Dプリンティングで実現する高品質な構造体の施工

<https://www.youtube.com/watch?v=PDK0ohUQaZk>

### ●YouTube：ビルの建材を作る3Dプリンターを見てきた [ビル×3Dプリンター]

<https://www.youtube.com/watch?v=WOQF6MiVjvE>