

## 3D プリンティング × CO<sub>2</sub>で固まるコンクリート でベンチを製作 ～ 環境負荷低減と地域にゆかりのある意匠を実現して金沢市内の公園に設置 ～

学校法人金沢工業大学  
鹿島建設株式会社

学校法人金沢工業大学(理事長:泉屋 吉郎、以下 金沢工大)と鹿島建設株式会社(社長:天野 裕正、以下 鹿島)は、建設分野向けのセメント系 3D プリンティングと、CO<sub>2</sub>を材料として固まるコンクリート「CO<sub>2</sub>-SUICOM<sup>®</sup>」の技術を組み合わせた「カーボンネガティブ 3D プリンティング」に関する研究開発を共同で進めています。

両者は今般、研究開発の一環として行っている公共物製作プロジェクトの成果として、同技術を用いてベンチを製作し、金沢市内の公園(外濠公園二号地)に設置しました。本プロジェクトにより、構造物の生産性向上に資する設計から製造に至るすべてのプロセスのデジタル化、並びに景観に馴染む意匠を表現するための複雑な形状の実現について実証することができました。また、3D プリンティングと CO<sub>2</sub>-SUICOM の融合により、セメント系造形物として、効率的な CO<sub>2</sub>の吸収・固定化を達成しています。

両者は今後も、生産性の向上及びカーボンニュートラルの実現といった建設業が抱える課題の解決に資するため、本技術の研究開発を進め早期の社会実装を目指していきます。



ベンチ設置状況

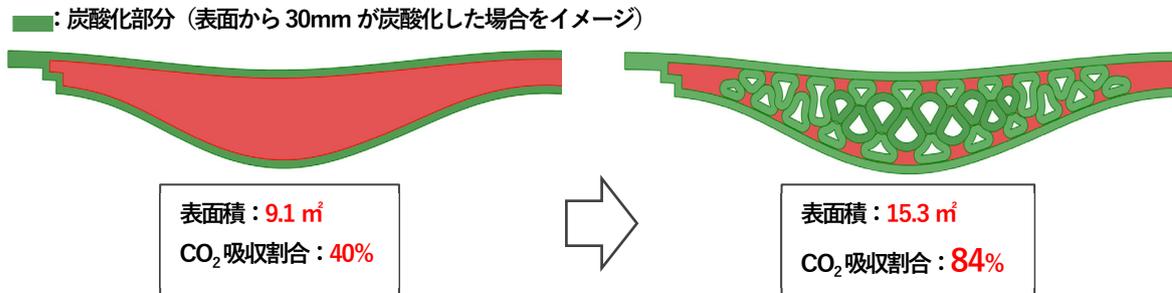
### 【プロジェクトの背景】

3D プリンティングの技術は、従来の型枠を用いた施工方法では実現が困難な造形を可能にするものとして建設分野でも注目を集めており、研究開発が進んでいます。また、2050年カーボンニュートラル社会の実現に資する技術として、CO<sub>2</sub>-SUICOM を含む環境配慮型コンクリートの開発も急ピッチで進められています。しかし、それらの社会実装を早期に進めていくためには、両技術を用いて製作した実用的な構造物をできるだけ多くの方が触れられる場所に設置し、実際に使ってもらうことでフィードバックを得て、さらなる改良・改善を行っていく必要があります。そのため本プロジェクトでは、計画の当初から成果物を公共の場に設置することを目標とし、金沢市の協力を得て、産官学の取組みとして検討を進めてきました。

## 【ベンチの特長】

### (1) CO<sub>2</sub>の吸収効率の向上

3D プリンタは型枠無しで複雑な形状の造形物を製作できることが大きな特長です。一方、CO<sub>2</sub>-SUICOM は外部から CO<sub>2</sub>を強制的に供給することで部材の表面から CO<sub>2</sub>を吸収して固まるため、CO<sub>2</sub>を効率的に吸収・固定化させるためには、CO<sub>2</sub>との接触面積を増やすことが有効です。今回製作したベンチは、3D プリンタの造形技術でベンチ脚部をヒダ形状にすることで、空隙がないベンチと比べ表面積を約 1.7 倍に増大、CO<sub>2</sub>吸収割合を 2 倍以上にまで向上させました。



ベンチ脚部の造形の違いによる表面積及び CO<sub>2</sub> 吸収割合の比較

### (2) ベンチの意匠

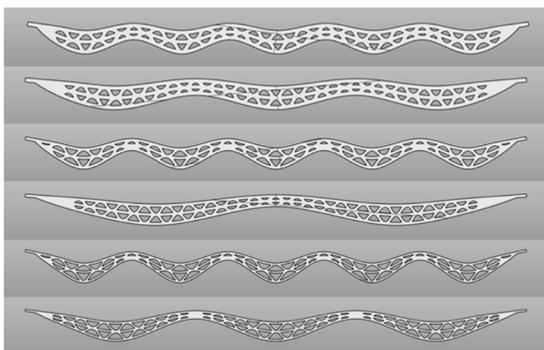
本ベンチは金沢市内の公園という公共の場に設置するため、市民や観光客に受け入れられるデザインを目指して、金沢にゆかりのある加賀友禅の製作工程である友禅流しをモチーフとしました。全長 5m、幅 0.7m の大きな座面は、友禅流しの壮大さを表現しています。波型形状の座面には白色系の塗装を施すことで加賀友禅が河川に漂う様子をイメージするとともに、ベンチ脚部は褐色系のカラーモルタルを使用することで暗めのトーンとし、友禅流しを模した座面を引き立たせる意匠を採用しています。



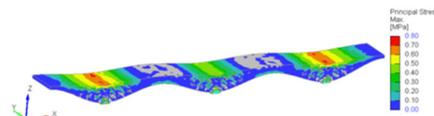
波型形状の座面と脚部の様子

### (3) ベンチの製作

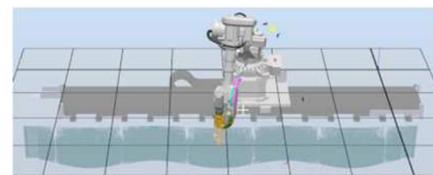
本ベンチは、金沢工大のやつかほりサーチキャンパス内の「KIT × KAJIMA 3D Printing Lab」に設置したロボットアーム式の 3D プリンタを用いて製作しました。製作にあたっては、土木、建築、機械分野等の研究室の教員、学生も多数参画し、鹿島の技術者と一体で研究を進める体制を構築しました。これにより、3D プリンタの機械的な制御や意匠性、構造成立性、ベンチとしての安全性や CO<sub>2</sub> の吸収効率までを考慮したデザイン、プリンティングする材料など、多岐にわたる検討が可能となりました。



デザイン検討状況



解析による構造的安全性の確認



仮想空間における  
3D プリンティングのシミュレーション

3Dプリンタで造形したベンチを、Lab に設置した炭酸化養生槽に入れ、CO<sub>2</sub>を強制的に供給することで吸収・固定化させました。その結果、最終的なCO<sub>2</sub>排出量は-9.7kg/m<sup>3</sup>となり、カーボンネガティブとなる3Dプリンティングを達成しました。



ベンチ製作状況



炭酸化養生状況

製作したベンチは金沢工大の扇が丘キャンパスに仮設置し、今回、金沢市内の外濠公園二号地に本設置しました。



ベンチ設置状況

#### 【今後の予定】

両者は今後も、「KIT × KAJIMA 3D Printing Lab」を中心に本技術の研究開発を進め、早期の社会実装に向け取り組むことで、社会課題の解決に貢献してまいります。

※CO<sub>2</sub>-SUICOM®

**CO<sub>2</sub>-Storage and Utilization for Infrastructure by CO<sub>2</sub>Concrete Materials**

CO<sub>2</sub>-SUICOM は、製造過程において大量の CO<sub>2</sub>を強制的に吸収・固定化させることにより、コンクリート製造におけるトータルの CO<sub>2</sub>排出量をゼロ以下にできるコンクリートです。

CO<sub>2</sub>-SUICOM(シーオーツースイコム)は、中国電力、鹿島、デンカの登録商標です。