

JCI-TC192A : 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  
第2回 全体委員会 議事録

- 日 時 : 2019年8月1日(木) 10:00~13:00
- 場 所 : JCI 第5会議室
- 出席者 : 石田, 木ノ村, 兼松, 小川, 石関, 大野, 古賀, 高林, 寺西,  
桐山, 山宮, 齋藤, 小林, 絹村, 田邊, 東, 田原, 丸屋,  
日下部(事務局) 以上, 19名(敬称略)
- 配布資料
  - 2-1 第2回全体委員会 議事次第
  - 2-2 第1回全体委員会 議事録
  - 2-3-1 構造WGの活動方針
  - 2-3-2 材料WGの活動方針
  - 2-3-3 他産業WGの活動方針
  - 2-4-1 全体相関図
  - 2-4-2 全体工程(案)
  - 2-5 候補テーマ分布図
  - 2-6-1-1 3D Printing がもたらす将来像(石田)
  - 2-6-1-2 3D プリンティング技術の可能性(石田)
  - 2-6-2 3D Printing がもたらす将来像(木ノ村)
  - 2-6-3 3D Printing がもたらす将来像(山宮)
  - 2-6-4 3D プリンティングがもたらす建設の将来像(大野)
  - 2-6-5 3D プリンティングによるコンクリート構造物構築の将来像(桐山)
  - 2-6-6 3D プリンティングがもたらす建設の将来像(小林)
  - 2-6-7 3D プリンティングがもたらす建設の将来像に関する討議(田原)
  - 2-6-8 3DP コンクリート構造物の将来像と適用対象(高林)
  - 2-6-9 3D-FS 委員会 近未来の開発(石関)
  - 2-6-10 3D プリンティングがもたらす建設の将来像(絹村)
  - 2-6-11 3D プリンティングがもたらす建設の将来像(東)
  - 2-6-12 3D プリンティングの将来像と適用対象(齋藤)
  - 2-6-13 3DP がもたらす建設の将来像(小川)
  - 2-6-14 3D プリンティングによる将来像・適用対象(田邊)
  - 2-7 3D プリンタとファボラボが普及した2010年代, その先は?

■ 議事

1. 委員長挨拶

委員長より第2回全体委員会の開会にあたり挨拶があった。

## 2. 議事録の確認

第1回全体委員会の議事録の確認を行った。

## 3. WG 活動方針

まず各WGの幹事から活動方針が説明された。続いて全体討議を行った。

### 他産業WG:

活動は3つのPhaseに分けて進めていく。まずは他産業での3Dプリンティング（以下、3DP）の適用状況を洗い出す。特に、航空など大型の製造物を扱う産業に着目する。次に3DPによって得られた効果を産業ごとに調査する。建設でも同様の効果が得られるかを検討する。最後に建設分野への転用方法と転用の際の障壁を調査する。

——以下、全体討議——

・他産業では“3Dプリンタ業”が成立しているように思える。データをプリンタ屋に送れば製品を届けてくれるサービスが既にあるが、だれが設計し、だれが制作し、だれが品質を検査・保証しているのか？そういった実運用上の構造が他産業にすでに構築されているかも調査してはどうか。

→ 提案いただいた通り、3DPの使い方の枠組みを他産業から学ぶことを検討してみる。また、逆にどういう構造であれば我々建設業にとって使いやすいかも考慮してみる。

・3DPの本質的な強みを、他産業ではどう活かしているのか。入れ歯への適用などは、既設構造物補修などへ転用できるアイデアではないか。

→ 3DPの強みと弱みを整理することで、建設産業における適用のフィードバックにする。たとえば、他産業で試作に留まっている適用対象では、なぜ試作までなのかを検討することが有益だろう。

・機械化が進んでいる自動車産業の技術者に、建築・構造物を作るならどの程度まで機械化できそうかをヒアリングしてはどうか。彼らの持つ最先端の技術なら、既にかかなりの部分を機械化できる可能性がある。

・調査対象には海外の他産業も含めるのか。

→ 含める。産業にもよるが、3DPの公開されている活用事例は海外のほうが多い。また、その見せ方もうまいので、参考になる部分が多い。

### 材料WG:

まずはFS委員会で収集した文献の精査と、新しい情報（追加の文献や3DPに関する国際会議の情報）を調査する。次に3DPに特有な性能を再整理して、それらの評価方法や基準化について検討する。現状、フレッシュ性状に関するものは多くあるが、強度やクリープ・収縮などに関する情報は少ないため、補強

が必要。最後は 3DP の具体的な適用対象の選定と、その実現に向けた材料設計手法の検討までつなげたい。具体的には、調配合設計法、各性能の評価方法や指針作成などを目指したい。

——以下、全体討議——

・積層方式に限っているように見えるが、方式を絞らず、色々な将来に対応できるような柔軟性を残しておくべきではないか。場合によっては、セメントに限らない新しい材料の提案もありうる。

→ Binder jet (BJ) 方式なども含めることは可能。より広い検討を行う。

→ 海外では機械化されたショットクリート（ブラウンシュバイク工科大学）なども盛んに研究されているので、方式の違いを検討に含めることは重要。

→ 5月のRILEMの会議では、プリンティングの方式の仕分けを熱心に議論していた。方式によって材料に求められる要件が大きく異なるので、それをどう落とし込むのかを、RILEM TC-DFCの最終報告書を参考にしてはどうか。本委員会の活動期間中には最終報告書が発刊されると思う。

・門型やアーム型などのプリンタ自体の違いはどこに含めるのか。ノズルの方式でもいくつかのバリエーションがありうる。

→ RILEMでは各組織が各自のプリンタ方式を紹介する形で整理していたが、日本では事例が限られてしまうのが難点である。

・品質管理についてはどうか。現場での印刷はもちろん、工場内でも管理が難しいだろう。

→ 各性能の検討の際に、品質管理の項目も含める。

#### 構造 WG :

WGの初回会合で詳細を詰め、次回の全体委員会で報告する。

——以下、全体討議——

・構造物適用への課題を洗い出してほしい。理論上より実際の性能が落ちているという報告に懸念がある。どう設計し、どう評価するかを検討してほしい。また、理論と実際の差をどう解決するかの方策も検討したい。

続いて、WGの希望調査を各委員に行い、以下のようにWGの構成が決定した。

材料WG - 古賀，寺西，桐山，齋藤，小林

構造WG - 小倉（副査）大野，田邊，東

他産業WG - 高林，山宮，絹村，田原

\* 寺本委員は欠席のため未定。→ 後日調整の結果，他産業WGに決定。

#### 4. 全体工程（案）について

幹事長より、資料 2-4-1, 2-4-2 にもとづき、本委員会活動の全体工程について提案がなされた。本委員会では、各委員の描く将来像と収集・調査した関連情報および技術動向を基盤とする。また、識者の講演会、ヒアリング、ワークショップ等を積極的に行い、トリガーとする。その上で、他産業 WG を中心として、FS 委員会では十分に検討できなかった、新たな価値の創出（シーズ志向）に関する検討を進める。また、FS 委員会での成果を更に発展させ、構造・材料 WG を中心に適用ターゲットの明確化（ニーズ志向）に関する検討も進める。最後に、これらをまとめて複数種類の開発ロードマップを作成し、それを本委員会の成果物とする。

——以下、全体討議——

- ・各 WG の会合の頻度はどれぐらいにすべきか。
- 全体委員会の中に 1 回ぐらいが標準的。予算上も問題ない。
- ・各 WG では副査を決めて、次回の全体委員会で報告してもらいたい。

#### 5. 話を聞きたい分野や専門家について

幹事長より、講演を依頼する専門家とテーマの候補について、資料 2-5 に基づき提案がなされた。続いて、具体的な講演者の提案とコネクションの有無に関する情報を各委員から収集した。

#### 6. 3D プリンティングがもたらす建設の将来像に関する討議

議題について、各委員から資料に基づき説明がなされた。続いて、全体討議が行われた。

——以下、全体討議——

- ・説明された多くのアイデアの中で、3DP で型枠を作るというアイデアには可能性を感じる。
- ・FS 委員会の時は現実的な意見が多かったが、今回は可能性を広げた自由な発想が多くなってきていると感じる。
- ・これまで、既存のものの置き換えから出発していて、従来の考え方の枠組みに束縛されていたような印象だった。FS 委員会での情報収集やワークショップなどを通して、少しずつ解放されてきているように感じる。自由な発想を更に推し進めて、心が躍るようなアイデアや遊び心なども入れていけるとよい。
- ・議論をより活発にするため、各組織からの情報提供を積極的に行ってほしい。技術の進歩を共有して、全員で盛り上げていきたい。

7. その他（連絡事項）

- ・次回全体委員会は、10月24日（木）14－17時で、慶應義塾大学の田中浩也教授にご講演いただく。
- ・将来像に関する発表が間に合わなかった委員は次回全体委員会で発表する。
- ・次回全体委員会の終了後、有志で懇親会を行う予定。

以上