

張 文博\*<sup>1</sup>・村田 哲\*<sup>2</sup>・木ノ村 幸士\*<sup>1</sup>

## Experimental Study on Quality Evaluation of 3D Printing Materials for Construction

Wenbo ZHANG, Satoshi MURATA and Koji KINOMURA

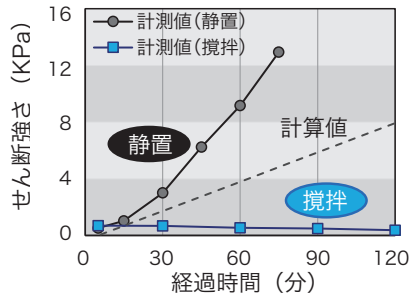
## 3Dプリンティング (3DP) 積層材料の要求性能

- (a) 定常的な押し出しに必要な流動保持性
- (b) 自立安定性 (自重で形が崩れない)
- (c) 形状保持性 (積層できる)
- (d) 良好なポンプ圧送性



ベーンせん断試験機およびその測定風景

## 本研究で提案した3DP積層材料の品質評価方法



・せん断強さの計測値&gt;せん断力の計算値 → (c) 形状保持性

- ・攪拌直後のせん断強さ0.4kPa以上 → (b) 自立安定性
- 1.0kPa以下 → (a) 流動保持性

・せん断強さ+ポンプ始動圧力・圧送効率 → (d) ポンプ圧送性

## 研究の目的

建設3Dプリンティング技術は、型枠不要で遠隔操作が可能であり、さらに複雑な曲面にも簡易に対応でき、建設業において生産性向上やコストの削減などが期待できます。この技術を実施工に用いる場合、従来のコンクリートとは異なる性能が求められるため新しい品質管理手法が必要となります。例えば、環境温度が積層材料のフレッシュ性状の変化や保持時間、ポンプ圧送性や積層可能高さに大きく影響を及ぼすと考えられます。この場合、高いチキソトロピー性を有する積層材料では、静置や攪拌などの存置状態にも左右されます。このようなことを踏まえ、施工現場においても簡便に操作できるベーンせん断強さ試験によって積層材料の流動保持性や積層性を評価することを提案しました。また、施工中のポンプ圧送において不慮の一時停止があっても施工が継続できる材料特性が必要となります。そこで、ポンプ圧送の一時停止時間を考慮したポンプ圧送試験を実施し、圧送再開時の始動圧力や圧送効率への影響を検討しました。

## 技術の特長

ベーンせん断強さ試験方法は、攪拌状態または静置状態の試料に対してせん断抵抗力を計測できるため、流動保持性を評価するモルタルフロー試験のように攪拌直後の試料の測定や、積層可能高さの指標となる静置状態の試料に対しても計測できることが特徴です。また、ポンプ圧送試験では、材料が起因したポンプの閉塞を予測するため、圧送再開時の始動圧力を用いることを提案し、さらにベーンせん断強さ試験によって圧送効率を評価できる可能性を示しました。

## 主な結論と今後の展開

ベーンせん断強さ試験により、積層材料のフレッシュ性状の経時保持性、積層可能高さを予測できる可能性を示しました。材料の累積静置時間がポンプ圧送再開時の始動圧力および圧送効率に及ぼす影響が大きいことが分かりました。また、静置状態のベーンせん断強さは、ポンプ圧送効率を評価できる可能性を示しました。今後、ベーンせん断試験法やポンプ圧送試験の実施範囲を拡大し、得られた結果の汎用性について検証していきます。特に、積層高さの評価に用いた計算方法の精度の向上、およびベーンせん断試験とポンプ圧送性の関連性について考察する予定です。

\*1 技術センター 社会基盤技術研究部 材工研究室

\*2 横浜支店 土木工事作業所