

3Dプリンタで作製された積層体のコテ仕上げにおける振動付与の効果

有明工業高等専門学校 正会員 ○岩本 達也 有明工業高等専門学校 大野 恵聖
 有明工業高等専門学校 原榎 真也 有明工業高等専門学校 森山 英明
 大成建設株式会社 正会員 木ノ村 幸士

1. はじめに

建設業界における人手不足問題に対して、省人化や省力化を目的としたセメント系材料の3Dプリンタの開発が進められている。材料押し出し方式の3Dプリンタにおいて吐出口が円形の場合、複雑な形状の造形が容易であるが積層体の断面は楕円形状となる。このため、層状に積み上げた積層体の側面には、層と層の間に凹凸（縞模様）が生じる。積層体の例を図1に示す。このような凹凸の存在は、意匠的な制約や汚れの付着など美観への影響が懸念されるだけでなく、層と層の境界が不連続面を形成した場合には、雨水などの侵入による耐久性や構造耐力の低下が懸念される。本研究では、仕上げ作業の自動化を目的として、コテ仕上げによる積層体層間の凹凸の平滑化について、振動付与の効果を検討した。



図1 積層体の例¹⁾

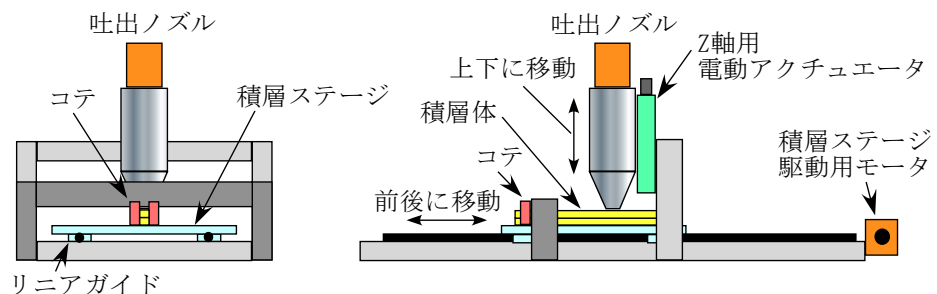


図2 実験装置

2. 実験装置

図2に実験装置を示す。実験装置は、材料を積層するための吐出ノズルと積層ステージ、層間仕上げのためのコテで構成されている。吐出ノズルは上下に移動可能であり、積層ステージは前後に移動可能である。1列多段に積層された材料に対して、コテを当て、振動の違いによる仕上げ効果などが確認できる。

3. コテ形状および振動付与

図3にコテの形状を示す。コテの台形形状の突起が積層体に接触することで仕上げ（平滑化）を行う。振動は、振動モータをコテに取り付けて付与した。振動モータには偏心した錘が取り付けられており、錘の回転時の遠心力を最大強度とする正弦波としてコテに振動を与える。錘の遠心力 $F[N]$ は、次式で与えられる。

$$F = m\epsilon\omega^2$$

ここで、 m は錘の質量[kg]、 ϵ は回転中心から重心までの距離[m]である。 ω は角速度[rad/sec]であり、周波数を f [Hz] とすると $\omega = 2\pi f$ で与えられる。振動モータの錘 ($m = 0.95g$, $\epsilon = 1.25$ mm) を回転させたときの遠心力と周波数（モータ回転数）の関係を図4に示す。なお、錘の回転軸は積層体側面に対して平行とした。

4. 実験方法

積層材料には、モルタルの疑似材料として、石灰石微粉末と陸砂（最大粒径 2.5mm）と水を練ったものを使用した。表1に配合比を示す。なお、水分量は、フロー値(15打フロー)が190程度になるように調整した。実験では、まず、1列2段の積層体（長さ 300 mm、幅 25 mm）を作製した。その後、コテを通過させて仕上げを行った。コテは積層体の両側に配置し、コテ間の距離は 23 mm（仕上げ幅 片側 1mm）とした。積層体の通過速度は毎秒 33 mmとし、仕上げ無と仕上げ有（振動無、 $f=120\text{Hz}$, 200Hz ）の場合について検証した。

キーワード 3Dプリンタ, モルタル, 積層構造, コテ仕上げ, 振動

連絡先 〒836-8585 福岡県大牟田市東萩尾町 150 有明工業高等専門学校 TEL 0944-53-8626

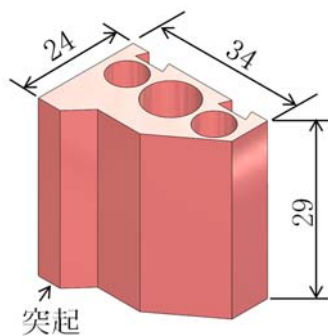


図3 コテ形状

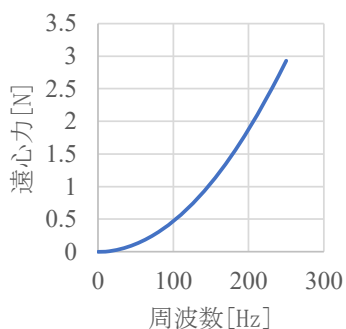


図4 遠心力と周波数の関係

表1 疑似材料の配合比 (g/L)

水	250~300
石灰石微粉末	773
陸砂	1122

5. 実験結果

図5に、コテ仕上げ後の積層体側面を示す。また、図6は積層体断面を示す。断面は、積層してから15時間程度経過した後、カッターを用いて中央付近を切断して作製した。図5(a)の仕上げ無の側面には凹凸が確認できるが、(b)~(d)では、ほぼ消えておりコテ仕上げによる平滑化の効果が確認できた。図6より、(b)振動無と(c) $f = 120\text{Hz}$ の断面を比較すると、断面上部の角において、(b)は丸みがあるのに対して、(c)は直角に近づいていた。これは、振動を付与した結果、積層体の流動性が高まり、コテの形状に沿って積層体が変形したためと考えられる。一方、(d) $f = 200\text{Hz}$ では、断面下部の横幅が広がっており、また、断面の高さも小さくなっている。これは、材料の流動性が高くなりすぎて、コテ通過後に材料が広がったと考えられる。

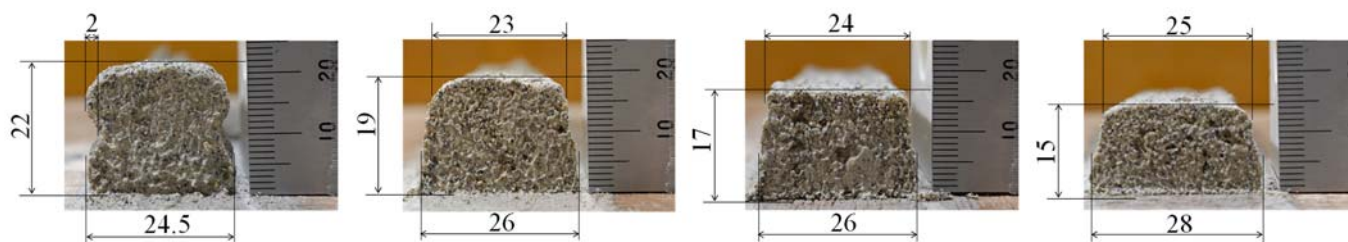


(a) 仕上げ無

(b) 仕上げ有・振動無

(c) 仕上げ有・ $f=120\text{Hz}$ (d) 仕上げ有・ $f=200\text{Hz}$

図5 積層体側面



(a) 仕上げ無

(b) 仕上げ有・振動無

(c) 仕上げ有・ $f=120\text{Hz}$ (d) 仕上げ有・ $f=200\text{Hz}$

図6 積層体断面

6. 終わりに

モルタルの疑似材料に対してコテ仕上げを行った結果、コテに適度な振動を与えることにより、流動性が高まり、コテ形状に沿った断面を得られることが確認できた。今後は、モルタルや繊維入りモルタルなどの材料に対する仕上げ効果について検討する予定である。

参考文献

- 1) 大成建設株式会社 プレスリリース https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2018/181210_4531.html