

3D プリンターによる仮設住宅の設計 パラメトリックデザインを活用した住空間の提供 Designing temporary housing build by 3Dprinter Providing a quick living space utilizing parametric design

○服部立¹, 小林直明²Tatsuru Hattori², *Naoaki Kobayashi¹

In recent years, the 3D printer market has been expanding, mainly in the manufacturing and medical fields. The construction industry is no exception, and overseas, houses are constructed using 3D printers, and are attracting attention due to their short construction time and high degree of freedom in modeling.

On the other hand, the current situation is that the introduction of 3D printers for construction work has been delayed in Japan. Reasons include the fact that it does not conform to the current regulations and that it is difficult to evaluate earthquake resistance. However, in recent years, labor shortages have become a problem, and in the domestic construction industry where renewal by DX (digital transformation) such as BIM is required, there is no way to give up 3D printing construction that can greatly improve construction efficiency. It is necessary to identify the bottlenecks in the introduction of 3D printed buildings in Japan and devise improvement measures.

The purpose of this proposal is to set up temporary housing in disaster-stricken areas such as earthquakes as a case where the needs for 3D printed construction in Japan may occur, and to quickly provide a comfortable living space with parametric design and 3D printer for construction.

1. はじめに

近年製造業や医療分野を中心に 3D プリンター市場は拡大を見せている。建築業界も例外ではなく、既に海外では 3D プリンターによって住宅が建設され、施工時間の短さ、造形自由度の高さなどから注目を集めている。その一方で、日本国内においては建築施工へ 3D プリンター導入は遅れをとってしまっているのが現状だ。理由としては、現在の法規に合致しない、耐震性の評価を行いにくいことなどが挙げられる。しかし、近年人手不足が問題視され、BIM をはじめとした DX(デジタルトランスフォーメーション)による刷新が求められる国内の建築業界において、施工効率の大幅な向上を可能にする 3D プリント施工を見放す手はない。国内における 3D プリント建築導入のボトルネックとなっている箇所を洗い出し、改善策を考案する必要がある。本研究では、国内での 3D プリント建築のニーズの発生しうるケースとして、地震等の災害被災地における仮設住宅を設定し、パラメトリックデザインと建築用 3D プリンターによって快適な住空間を迅速にできる設計及び施工手法を提示することを目的とする。

2. 計画背景

2.1. 3D プリント市場の拡大

2000 年台以降急速に普及が進んだ 3D プリンター。その用途は製造業でのプロトタイプ製作、医療現場での特注治具など中心に多岐に渡り、2023 年に市場規模は 4750 億円に上ると予想されている(図 1)。自動的に立体物を造形する特性は建設業においても着目され、既に海外では 3D プリンターによって橋や住宅が建設されている^[1] (図 2)。



Figure 1. Trends of 3D-Printer market size around the world



Figure 2. Example of 3D-print house in Belgium

1:日大理工・院(前)・海建 Department of Oceanic Architecture and Engineering, College of Science and Technology, Nihon University.

2:日大理工・教員・海建 Department of Oceanic Architecture and Engineering, College of Science and Technology, Nihon University.

2.2. 国内 3D プリント建築における課題

海外では確実に実績が積み重ねられる一方で、国内において建設業での 3D プリンター導入は消極的であり、大手総合建設業者や研究機関が技術研究段階として導入している程度である^[2]。導入が進まない主な理由としては現在の建築基準法に適合しないこと、引張材を入れながらの施工ができないことが主な原因と考えられる^[2]。また、在来の建築施工を生業としている業者からの反発も予想される。

2.3. 3D プリント施工が活きる環境

国内において最初に 3D プリント建築の導入が想定される状況は災害時における復興住宅だと考えられる。仮設や可動式であれば恒久的な建築物に比べ法規による規制が少なく、突如として緊急かつ莫大な需要が発生するため既存事業との拮抗も発生しにくい。そこで災害発生後にパラメトリック設計と 3D プリントによって迅速に快適な住空間を設計及び施工できる手法を示す (図 3)。

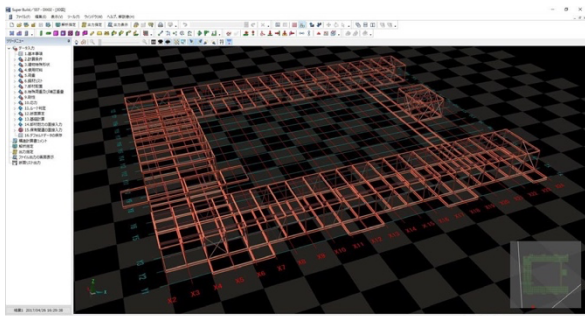


Figure 3. Example of palametric design of masterpla

3. 基本方針と計画

上記の背景から、地震や台風等の災害が多い日本において、3Dプリントによって復興住宅を提供する方法を検討したい。具体的には、以下4項目を課題とする。

- ① パラメトリックデザインによる迅速な設計提案。
- ② 3Dプリント施工を活かした設計による付加価値の提供
- ③ 成果物をGコードとした機材運用形態のシミュレーション
- ④ 3Dプリントを活かした設備設計

4. 計画地基本方針と計画

4.1.1. 敷地選定条件

計画背景および計画方針より以下のように選定条件を設ける。敷地を1箇所に限定せず、設計パラメーターを作成し、モデルケースとして敷地に適合させる。具体的には東日本大震災を踏まえた国の指針に基づきの仮設住宅建設候補地を仮定し^[3]、敷地に

最適化した配置設計を行うパラメーターを設け、複数の敷地に適合させる。

5. 建築計画

5.1. 導入機能

- ① 住宅(バス, トイレ含む)
- ② 集会室
- ③ 共用キッチン
- ④ 窓枠や断熱材, 上下水道設備の3Dプリント施工

5.2. 基本計画

3Dプリント施工のメリットを最大限活かした設計を取り入れる。意匠, 構造, 設備を一体として設計し (図 4), 在来工法に比べ合理的な設計を行う。最終成果物を図面ではなく G コードとし^[4]、施工時の機械可動域のシミュレーションまで一貫して行う (図 5)。

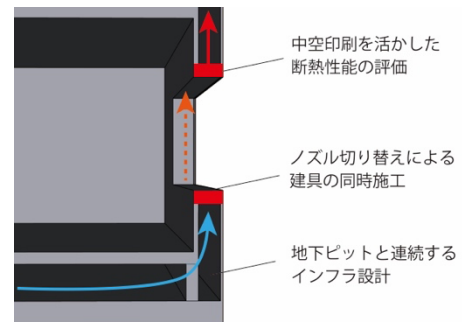


Figure 4. Unified infrastructure

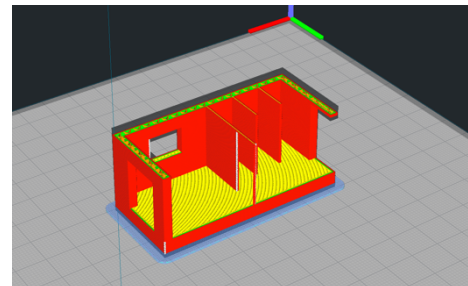


Figure 5. Preview of g-code file to control 3Dprinter

6. 参考文献

- [1] 柚山精一: 「建設用 3D プリントとは何か」日本建築学会 技術ノート, vol. 133, No. 1712, 2018
- [2] 今井公太郎: 「3D プリント(付加製造技術)による仕口を用いたセルフビルド実験住宅 その 1 幾何学システムの概要と効用」日本建築学会論文集, No. 5623, 2020
- [3] 総務省 応急仮設住宅の供与
- [4] 高橋治輝 「3D モデルへの Gcode 埋め込みによる一元管理とその利用例」, 情報処理学会インタラクシオン, 2019