

# 3Dプリント土壁と在来木造の建築が拓く未来

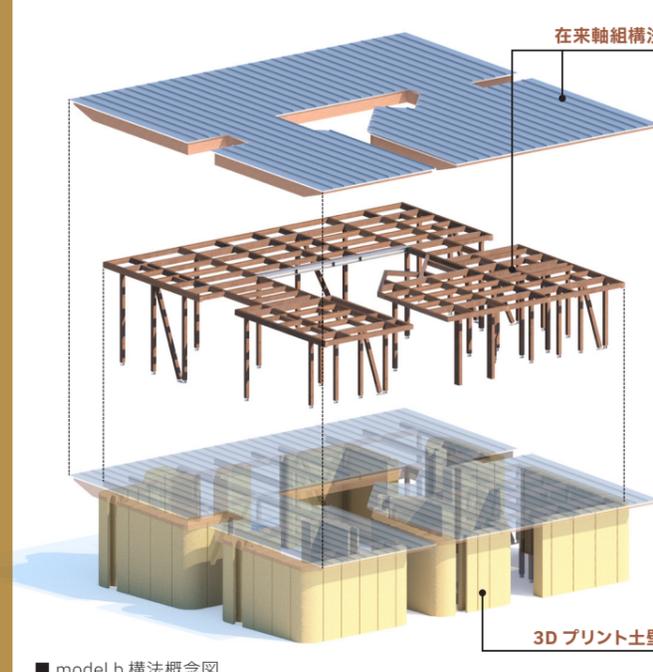
## Lib Earth House model b

「model b」は土を3Dプリントして内・外壁を構築した、100平米程度のモデルハウスである。先端技術を開発・活用しながら、成熟した在来技術を組み合わせることで、土に還る住まいのあり方を、社会実装しやすいかたちで示し、循環型社会にふさわしい建築を目指した。一連の Lib Earth House Project では、こうした建築を広く社会に普及させ、環境負荷を抑えながら資源の循環を促し、地球環境をより豊かにする仕組みの構築を目指して、継続的に取り組みを続けている。



3Dプリント土壁と在来構法の片勾配屋根による構成

土を「印刷」し、在来軸組構法と組み合わせる



model b 構法概念図

**3Dプリンターと在来軸組構法による、土に還るハイブリッド建築**  
 先進的な3Dプリンターと、国内においてすでに普及・成熟した在来軸組構法とを組み合わせることで住宅を構築している。昨今3Dプリンターによる建築は珍しくないものになってきたが、そのほとんどがセメント系の基材を印刷するものであるのに対し、ここでは環境に配慮した国産の「土」を印刷している点が独自である。また在来構法と組み合わせることで、構造・法規の課題を比較的容易に克服でき、広く普及可能な構法を提示している。

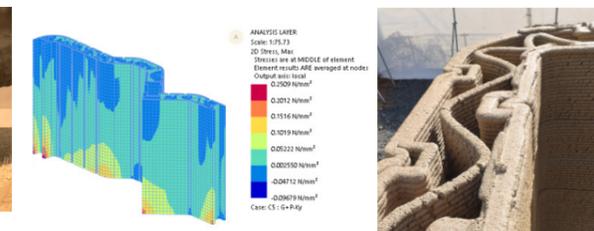


3Dプリンター

× 普遍的な在来技術



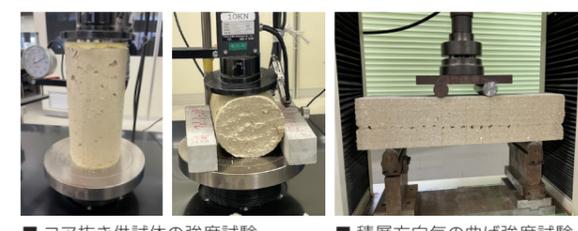
■ 天然由来の3Dプリント土壁の原料 ■ 複数の繊維補強材料をテスト



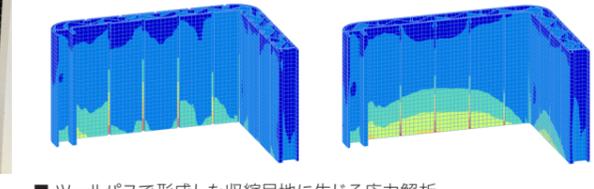
■ プリント土壁短期（地震時）引張応力度 ■ 開発途上のツールパス



■ 建具のモックアップ



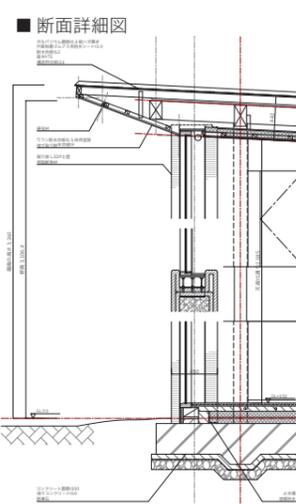
■ コア抜き供試体の強度試験 ■ 積層方向毎の曲げ強度試験



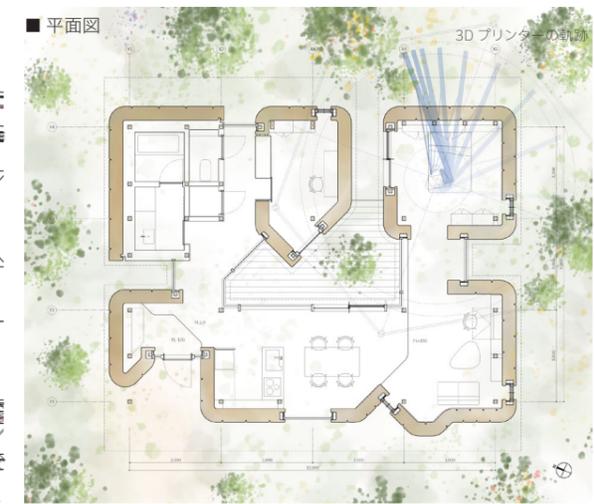
■ ツールパスで形成した収縮目地に生じる応力解析



■ 土壁印刷後の木造建方



■ 断面詳細図



■ 平面図

**天然由来の3Dプリンター土壁用材料を独自開発**  
 締め固めない土を自立させるため、プリンターから出力する**基材の開発**が求められた。原料には土、砂、結合材として石灰、高炉スラグ、繊維補強材として麻を混ぜている。いずれも**天然由来**または産業副産物である。様々な原料を試し、各種試験を繰り返しながら、通常のコンクリートの1/3程度の強度を確保するに至った。敷地から離れた国内の土を使っているものの、今後は現場の土を使えるよう開発を進めている。なお、仕上げにおいても、現地の土を使った塗料、草木染めのフローリング等、**環境負荷を抑えたもの**を使用した。

**プリント土壁を成立させるディテール**  
 450mm厚の3Dプリント土壁は木造部から切り離され、**自立**している。安全性を担保しながら材積を抑え、表面に現れる意匠性、構造的合理性、施工性が両立するよう、**ツールパス形状を最適化**した。また、乾燥収縮に伴うクラックを無秩序に生じさせないよう、**ひび割れ誘発目地**を設けた。目地の間隔や形状の影響を配合土の物性をもとに独自のプログラムで検証した。その効果を実証するため、壁毎にピッチを意図的に変えて目地を設けた。なお、壁の空隙部分には**天然由来**の断熱材を充填し、これらの効果を各種センサーでモニタリングしている。

**プリント土壁と在来構法を共存させる納まり**  
 印刷時にプリンターが軸組と衝突する事を避けるため、**壁を印刷した後に木造建方を行う**必要がある。壁と軸組との間にクリアランスを設けることで建方の施工を可能にしている。また、発展途上である**3D印刷技術**と成熟した**在来構法**との間には施工精度の差があるため、天井に土壁をのみ込ませる断面構成とした。**柔軟な平面計画**にも対応可能な構法である。建具は、**専用に製作した金物**を介して土壁の小口に固定している。複数種類の**モックアップ**を製作してその効果を検証し、建具の種類毎に適材適所のディテールを採用した。

**屋外環境を採り入れるクラスター型プラン**  
 土壁に包まれた各部屋の一部を廊下で接続していくクラスター型の平面計画を採用した。使用している3Dプリンターの印刷可能範囲である直径約8mの円内に壁をおさめつつ、**屋外環境を室内へ積極的に採り込む計画**としている。同時に**住まい手のニーズ**に柔軟に対応可能な仕組みになっている。3Dプリンターを用いるため、壁の平面形状は本来自由であるが、木造軸組との関係を踏まえ、直行軸と45度軸に絞って土壁を計画した。壁が蛇行することで**転倒防止に寄与**するとともに、3Dプリンターならではの**変化に富んだ空間**を生み出している。

**設計から施工まで、新しいデザイン・プロセス**  
 ハウスメーカー、エンジニア、建築家がプリンタ導入段階から**協同**して、ひとつのチームとして動いていることが本プロジェクトの特徴である。未踏の構法であるため、規格・設計・施工・運用、各々の**領分を越えて**作業した。ここでは**3Dモデル**が各者を橋渡しする媒体となり、このデータが**意匠・構造図であると同時に、3Dプリントのショップドローイング**でもあった。**一貫したデータ**を基盤に、汎用3DCAD、非線形解析ツールなどの助けを得ながら、意匠・エンジニアリング・施工のプロセスを展開した。

**未来のために、今、動き出していること**  
 本プロジェクトでは、**人が健やかに暮らせる空間**・社会と、複雑で豊潤な地球環境の持続を、新しい住宅建築を通じて実現する方法を模索している。当面は、現地の材料を使い**大地へと還る循環型の建築**をつくりだす**構法**を開発し、その**生産体制の普及**を目標にしている。目下、普及版住宅の設計を進めており、社会実装に向けた歩みを進めている。また、より汎用性の高い2階建て住宅の設計、それに対応する3Dプリンターの開発を行っている。新技術と既往の技術を併用することで、この建築技術は、**広く社会へ波及する可能性**を秘めている。



屋外環境を感じながら、快適に暮らせる内部空間



蛇行する3Dプリント土壁による、変化に富んだ空間



外観夕景