

博士学位論文

意匠的側面からみた版築の再考とその手法

2019年1月25日

近畿大学大学院
システム工学研究科システム工学専攻

齊藤 正

序 論

- 0.1 本研究の背景と目的 5
- 0.2 版築に関する既往研究 7
- 0.3 本論文の構成 9

本 論

第1章 『意 匠』

- 1.1 版築建築物「本島プロジェクト」 12
- 1.2 エイジング 24
- 1.3 乱れ 35
- 1.4 小結 48

第2章 『施 工』

- 2.1 版築における規定条件 57
- 2.2 版築施工法の提案 60
- 2.3 経年変化によるインシデントの発見 63
- 2.4 小結 68

第3章 『材料（実験）』

- 3.1 材料実験の概要 71
- 3.2 使用材料 72
- 3.3 長期材齢について（曝露試験） 73
- 3.4 吸水性の確認 75
- 3.5 版築材料の実験 76
- 3.6 小結 78

第4章 『応用』

4.1 版築ハウス 80

4.2 現代建築における版築の可能性 87

4.3 小結 89

結 論 91

補 遺

参 考 文 献

謝 意

あ と が き

序 論

0.1 本研究の背景と目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、多くの家屋やインフラが津波によって流され、1万5千人を超える人命が失われた。筆者は被災地に赴き、各地域に簡易大衆浴場を17棟建設した。こうした災害支援の経験から多くの知見を得た。

その後、瀬戸内国際芸術祭2013秋本島（香川県丸亀市本島）に参加する機会を得た。そこでは既存の発注形式の建築ではなく、セルフビルドの建築に挑戦できないか検討を重ねた。東日本大震災の災害支援時に多くの日本人が、自力でモノを作る能力を失っていると感じたからである。筆者自身も例外ではなく、道具も材料もない世界では何も産み出すことはできない。そこで、瀬戸内国際芸術祭2013秋本島の制作物は、世界中どこでも入手しやすい資源材料である「土」を選択し、原始的な道具で制作可能な版築建築を目指した。

「土」を原材料とした建築は、世界の温暖地域では一般的である。特に発展途上国では、「土」の住居で生活が営まれ、今なおつくり続けられている。近代技術である鉄やコンクリートと比較して、必要とされるものが「土」と「水」と「労力」のみであり、圧倒的にローコストであるためだ。また、「土」の建築は、ほとんどがセルフビルドであるため、焼成しなければ二酸化炭素排出量は極めて少ない。さらに倒壊してから同じ原地の材料で再生させることも可能なため、廃棄物を出すこともない。したがって、「土」の建築は環境に優しく、サステイナブルな建築として見直され始めている。

また、「土」の建築歴史は古く、4000年以上前から建築技術として確立された。日本でも古くから建物の内壁や外壁、基礎や土間などの建築材料として「土」が用いられている。代表的な土の建築としては、土蔵が存在する。それは盗難・火災に備えて、町屋では家財や商品の収納貯蔵、農家で

は穀物等の貯蔵として活用されてきた。しかしながら、土蔵は木造の骨組を土や漆喰などで塗り固めた構造であり、純粋な「土」の建築とは言えない。そのため、日本では「土」自体を構造とする建築は、ほとんど存在しない。その要因は森林資源が豊富なこと、地震国であることなどが考えられる。確かに「土」の建築は、耐震性の観点からは日本に不向きな建築と言えるかもしれない。しかしながら、原始的な道具のみでセルフビルド可能な土の建築は、現代の技術と組み合わせることで、未来の建築として生まれ変わる可能性を秘めている。

本研究では、古代から用いられる版築技術に注目し、筆者の版築建築の制作を通して得られた知見を元に、日本における「土」建築の可能性を探究することを目的とする。

0.2 版築に関する既往研究

次に、版築に関する既往の研究を整理し、本研究の学術的独自性について述べる。

まず、伝統的な版築建築を調査した研究としては、青木，中村，江面，鳥澤，佐藤ら^{01)~05)}のブータン王国における伝統建造物保存修復に関する一連の研究が挙げられる。これらの研究では、ブータン王国のパガ・ラカン寺院の版築壁体の引き倒し実験や材料実験および構造解析等が行われ、版築職人への聞き取り調査等も実施されている。また、川瀬ら⁰⁶⁾と荒木ら^{07), 08)}は、伝統工法による版築壁の材料強度に関する研究を行っている。また、赤谷ら⁰⁹⁾は、伝統工法による版築壁への表面保護材の適用に関する研究を行っている。また、荒木ら¹⁰⁾は、伝統的版築塀の地震時挙動に関する研究を行い、高逵・腰原¹¹⁾は、版築塀の面外方向の耐震性能と補強方法に関する研究を行っている。その他、版築の歴史に関する研究としては、鬼塚・陸ら^{12)~14)}の中国の古代版築技術に関する一連の研究が挙げられる。

次に、伝統的な版築工法を現代構法に発展させる研究として、遠野，赤谷，中里ら^{15)~20)}は、版築壁の施工法，材料強度，施工性，壁倍率等に関する一連の研究を行っている。また、川村ら²¹⁾は、土の表乾状態を基に水量管理した版築工法による建築物の造築方法に関する研究を行っている。橋本・藤井²²⁾は、版築による土塀の築造方法に関する研究を行い、杉山ら²³⁾は、版築ブロックの材料設計手法に関する基礎的研究を行っている。また、反町，板東，小林ら^{24)~26)}は、関東ロームを用いた版築に関する基礎的研究として、材料強度と施工性に関する研究を行っている。さらに、橋本，内藤ら^{27)~30)}は、版築による土塀の築造方法に関する一連の研究を行っている。

以上のように、版築に関する研究は、施工法、施工性、材料強度、耐震性に着目した研究が主で、建築意匠の側面から研究を行ったものは少ない。このような研究としては、畑中ら^{31)~35)}のセルフビルドによる土の実験住宅建設と性能測定に関する研究、版築壁を用いたホテル客室の熱環境性能に関する研究、版築のホテル客室界壁としての計画と施工報告、版築のデザインと工法に関する研究等が挙げられる。また、永井、堤、遠野ら^{36)~38)}の版築シェルターに関する一連の研究や山田ら³⁹⁾の竹筋を用いた薄肉版築壁に関する基礎的研究なども意匠的側面を持っている。その他、山下ら⁴⁰⁾は土素材の高度利用の一例として非焼成土ブロックを用い、組積耐力壁を構築する技術開発を試みている。

一方、筆者^{41), 42)}は、版築建築に関する作品を新建築に発表し、意匠的側面から版築の意味を再考している。また、版築の現代構法への応用として、土にセメントを混入して突き固めた版築材料を現代建築に用いることを考え、このような版築材料の基礎物性を供試体の破壊実験から確認している⁴³⁾。また、版築を建物外壁として使用するにあたり、意匠性・風雨に対する耐久性（長期材齢における強度変化、吸水性、劣化度）についても検討している⁴³⁾。本論文は、これらの研究を骨子として、意匠的側面から版築建築を再考し、版築のデザイン的な付加価値を再発見することで、日本における「土の建築」の可能性を探究したものである。また、本論文では、これまでの研究では、あまり言及されていない意匠的な版築模様の表現法や版築の虫害、冷害などのナチュラルインシデントにも着目し、版築建築の普及に向けての手法についても言及する。

0.3 本論文の構成

本論文では、日本における土の建築の可能性を探究するために、4章の構成で本論を展開している。

第1章では、設計手法を下敷きに、意匠と版築の関係性について言及し版築の意匠的な意義を証明している。

第2章では、版築の新しい施工技術の開発と施工条件を制作や経年変化で得た知見を元に地域特性やインシデントの分析を行い、意匠的かつ安定的な版築の施工技術の開発研究をしている。

第3章では、版築は建築基準法において材料特性が定められておらず、国内において建築構造の主要な材料として用いられた例は極めて少ないことから、版築の建築構造への適用にあたって、構造強度を明確にする研究をしている。

第4章では、版築に関連する筆者の建築作品を示し、考察を加えている。

そして、最終の結論において、本研究において新たに得られた知見についてまとめている。

第 1 章

『意 匠』

はじめに

元々「土」という材料は、古来より一般家屋にも使われてきたが、昨今我が国の建築では見られなくなった材料の1つである。その理由は、土を施工することに熟練が必要なこと・施工時間が掛り、費用がかさむこと・大量生産可能で安価な材料に取って代わられたことによる。

しかし、版築は意匠の面から見れば、現代建築に無い表現ができる工法である。筆者が取り組んだ瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島『善根湯×版築プロジェクト』が、フランスリヨンで開かれた「TERRA AWARD」や文化庁芸術選奨文部科学大臣新人賞として多くの評価を国内外で受けていることから「土」という素材が国内外で注目されていることがわかる。

「土」という材料をインターネットで検索すれば、有機的・安定・安心・緊張を和らげる・茶色・堅実さ・温もり・伝統・歴史・継続などというキーワードがヒットする。これらの言葉の多くは、時を経る意味をもつ「エイジング」に関連している。そこに版築の意匠的魅力を読み解くヒントが隠れていると思われる。また、版築独特の「縞模様」については、機械的な模様でないことから、このような「乱れ」にも版築の意匠的魅力を読み解くヒントがあると考えられる。

瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島で制作した「とぐろ」は、共同作業で作ることで愛着が生まれた。しかし、作業による愛着以外にも、意匠的な魅力が版築建築にはあるように思われる。そこで本章では、筆者が瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島で制作した版築作品を意匠的に構成していく設計手法と、「版築は、なぜ美しいか？」という問いに対して「エイジング」と「乱れ」をキーワードに版築の意匠的価値に関する新しい知見について論じる。

1.1 版築建築物「本島プロジェクト」

版築は我が国の現代建築ではあまり採用されない。補遺にあるように、過去 25 年間の新建築及び住宅特集ではほとんど発表されていない。筆者が版築を採用するに至った経緯とその手法について考察する。

1.1.1 「本島プロジェクト」の概要

本島プロジェクトは、瀬戸内国際芸術祭環境整備事業に伴う市有地造成工事として建設された建築であり、香川県丸亀市から船で 15 分程度の沖、瀬戸内海にある本島に建てられた。厚さ 500mm、高さ 2.7m の版築壁四面で囲まれた 7.1m×3.1m の矩形な建物を中心に、L 字型に配された展望台と最高高さ 8m のシンボリックな塔からなり、風呂、展望台、展示&ショップスペースを有する延べ床面積 114.21m² の建物である。(図 1.1.1～図 1.1.6, 写真 1.1.1～1.1.9)



写真 1.1.1 本島プロジェクト全景（北東より望む）

設計：齊藤正+穀工房	施工：齊藤正×続・塩飽大工衆
敷地面積：405.30 m ²	建築面積：97.09 m ²
延床面積：32.22 m ²	階数：地上 1 階
構造：版築	工期：2013 年 6 月～11 月
用途：芸術祭の作品制作	施主：瀬戸内国際芸術祭実行委員会
立地：香川県丸亀市本島。瀬戸大橋が見える両墓制の墓所の隣地。	

1.1.2 新建築掲載内容の引用と解説 (新建築 2014 年 4 月号の文章を引用)

建物をつくる執念を取り戻す

この本島を中心とした塩飽諸島には、幕末から明治にかけて 400 人の棟梁を誇る大工衆がいた。一説には船大工だった民が、その技術の高さを武器に家堂宮を手掛けるようになり、瀬戸内沿岸にとどまらず、北前船や商船の行き着くところまで、仕事の範囲を広げたとされている。しかし現在は大工を引退した老人がひとり島に残るだけになってしまっている。なんとか、技術だけでも傳承させたいとの思いから、20 年ほど前から塩飽大工の技術保存の活動を始めた。最近では塩飽大工学校と銘打って、子ども達との大工体験や塩飽大工展も行っている。東日本大震災の救援プロジェクト『ZENKON 湯』として東北の被災地に 17 棟の共同風呂を建設にあたったのもこの活動の一環である。ZENKON 湯プロジェクトで訪れた避難所の光景は、私達に衝撃を与えた。避難所には大工も設計者も居たのだが、建物を作る気力を奪い取るほどの災害が、建築行為を臆病にさせていた。戦後の復興期の不法占拠住宅には、生きる力と建てることの執念があった。65 年の歳月が我々からそれを引き剥がしたのかもしれない。私はその執念を我々の手に取り戻す機会を求め、瀬戸内国際芸術祭 2013 にチャレンジする事にした。

島には、一般的な建築をつくるための材料資源がほとんど無い。しかし建築をつくる執念を取り戻すプロジェクトにとっては、好都合だったのかもしれない。島には海と土はある。それを使えば版築ができる。本来版築は、海からとれる苦汁と消石灰を土に混ぜて築き固め、強度を出す工法で、万里の長城等にも採用されたとされる。大陸から版築の技術がもたらされたときにも、瀬戸内が結節点になり日本にもちこまれたことは、この島の歴史とリンクする。大工技術の復活を目指すプロジェクトとしても、最も原始的なことから始めると言うのもイメージに合致する。

とぐろのように渦を巻くこの形は、アスペクト比を原則に繋ぎ合わせることででき上がった。手作りであることは、ディテールやテクニクを度外視に合理的な形を追求することになる。結果、和のテイストを持ちつつも、国籍や時代性をミスリーディングさせる造形ができ上がった。

現地の土を使い、築き固める。人力でひたすら築き固める。最初は少人数で始めたプロジェクトだったが、多くの人に共感して頂き、約 300 人の方が作業に参加して頂いた。その中には大工さんもいる。我々の塩飽大工技術復活のプロジェクトも順風満帆ではなく、なかなか職方から協力を得る事ができていないのが現実だったが、このプロジェクトが進むにつれ、風向きが変わって来た。

建築をつくることの執念を証明できたような気がする。そして、塩飽大工学校の未来も微かに見えて来た。

このプロジェクトにチャンスを頂いた瀬戸内国際芸術祭 2013 と、本島の方々を始めご協力を頂いた多くの方々に、この場を借りて謝意を表したい。

(引用：新建築 2014 年 4 月号, 132-139)

本島・塩飽大工衆の概要

本島は塩飽水軍の本拠地として知られた香川県丸亀市の島である。瀬戸内海の海上交通の拠点にあり、瀬戸大橋から本島を望むこともできる。戦国時代から江戸にかけてこの島が栄えた背景には、瀬戸内の海流が大きな影響を及ぼしている。瀬戸内海は潮の流れが早く、満ち潮と引き潮で全く違う流れになる。特に塩飽諸島海域では干満の潮溜まりを起こし、当時の操船技術では、潮の流れによって進むことができない場所でもあった。そのためこの海域は潮待ちにより栄え、幕府御用船主等が人名となり御朱印を預かりこの海域を納めていた。本島は海運の要所であることに加え、木造船の造船技術と操船技術に優れていることから、咸臨丸の乗組員を多く出した島でもある。一説にその造船技術を担った船大工が、江戸期の造船不景気時に家堂宮大工として大工衆を組織し、後に香川県内の工業高校の前身となる「塩飽補修訓練学校」を始めた。幕末から明治大正にかけ活躍した大工衆は、400人の棟梁を誇る集団だったと言われている。その大工衆は北前船に乗り込み、日本全国でその腕を振った。遠くは新潟にも塩飽大工の棟札が発見されている。しかし、昨今の職人離れから伝統工具を使った家大工が減少し、現在では大工の担い手がない状態になってしまった。筆者は最後の塩飽大工と言われた高島氏に師事し、大工技術をこどもに伝えるプロジェクト「塩飽大工学校」を行う活動をしていた。

瀬戸内地方には法然上人と行基の伝説が多く残っている（補遺参照）。

1.1.2.1 設計手法

新しい技術や材料の発見と同時に、建築の形態も望ましい形が求められる。版築も例外ではなく、その工法や材料、コンテキストなどに合わせた形態にデザインする必要がある。本節では版築にとって望ましい形を導くにあたり、Tipsにより造形のヒントになるものを探る。

Tips

『ヒストリカルミミクリー』

古くから大陸では版築による建造物が多く見られる。その一つが万里の長城である。版築のあるべき姿の事例としてヒントにする。→

「分析と統合」「エイジング」

『バイオミミクリー』

スズメバチの巣は版築の縞模様が複層する姿に、アリ塚はボリューム感をデザインする上でヒントになっている。→

「分析と統合」「乱れ」

『フィジックミミクリー』

転倒のAspect比1:4に適合する形でデザインすることを考える。→「佇まい」

『ジオミミクリー』

さざれ石や地層は土本来の姿として、版築のデザイン原点となる。→「材料」「エイジング」

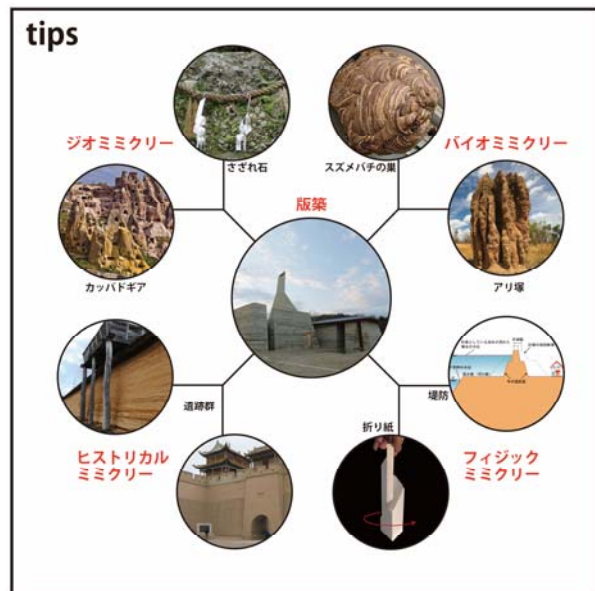


図 1.1.1 版築 Tips (樹状図)

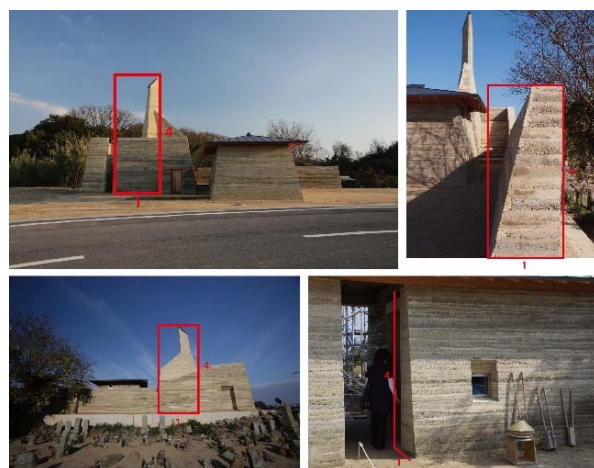


写真 1.1.2 「とぐろ」Aspect比 4:1

形の分析と統合




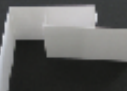


























上記のことをヒントに、形の分析と統合を行う。ここでは、デザインパーツの分解を行う。デカルト『精神指導の規則』事物の心理を探求する方法をヒントに、建築そのものをパーツに分化し、その分解したものに版築が望むべき形を選択し再統合を行うという手法をとる。建築を立地、屋根、壁、床、柱、窓、天井に分化し、それぞれのあり方や形を羅列し、その中から版築にふさわしいものをピックアップし再統合を行った。

とぐろのように渦を巻くこの形は、蛇のとぐろを巻いたように見えることに加え、粘土をとぐろ状に巻いて陶器を作るように、人の手で時間をかけて作る建築である「埤」という字に由来し、アスペクト比を原則に繋ぎ合わせることででき上がった。手作りであることは、ディテールやテクニックを度外視し、合理的な形を追求することになる。結果、和のテイストを持ちつつも、国籍や時代性をミスリーディングさせる造形ができ上がった。

GL 位置	
屋根	
窓	
天井	
形状	
床	木 石 コンクリート モルタル 砂 土 Pタイル

図 1.1.2 建築の構成：形の分析と統合

表 1.1.1 造形スタディ

模型	平面イメージ	断面イメージ	考察
			折り曲げ壁 一枚の壁を折り曲げることで空間を制御。
			板壁 壁に隠れた部分で空間のアクセントをつけることができる。高低差を設けることもその手段の一つである。
			L字の囲み 単純な壁の囲みで大きな空間を形成し、空間を寸断させる。型枠の基本単位が小さいことから少ない資材で様々な空間を生み出せる。
			別棟 単位空間をバラバラにもちつつそれぞれの関係性を廊下状の空間でつなく迷路的な構成。
			フィン 中心の存在と拡散された側の関係性を同時におこなう。
			白菜の切り株 板状の壁で視線を遮ることで空間にいくつもの隙間（居場所）を作り込むことができる。
			渦 A 人を誘い込むような造形。
			渦 B 自然と高低差を登るようなプランニングに役立てることができる。
			収束 外観から内観が想像できないこの形で、土を彫り込むことができればコロシウムのような造形も可能。
			タワー ネバールで計画中のアスペクトタワー。メソポタミアの塔のようにアスペクト限界から絞り込むことで塔を表現。

サウナの部分は唐風呂で、正月飾りを燃すとんどの熱量でサウナになる。無病息災の意味も込めている。東面に瀬戸大橋の見える海岸があり。唐風呂と交互に入浴する。そのためのシャワー施設、ショップとなっている。

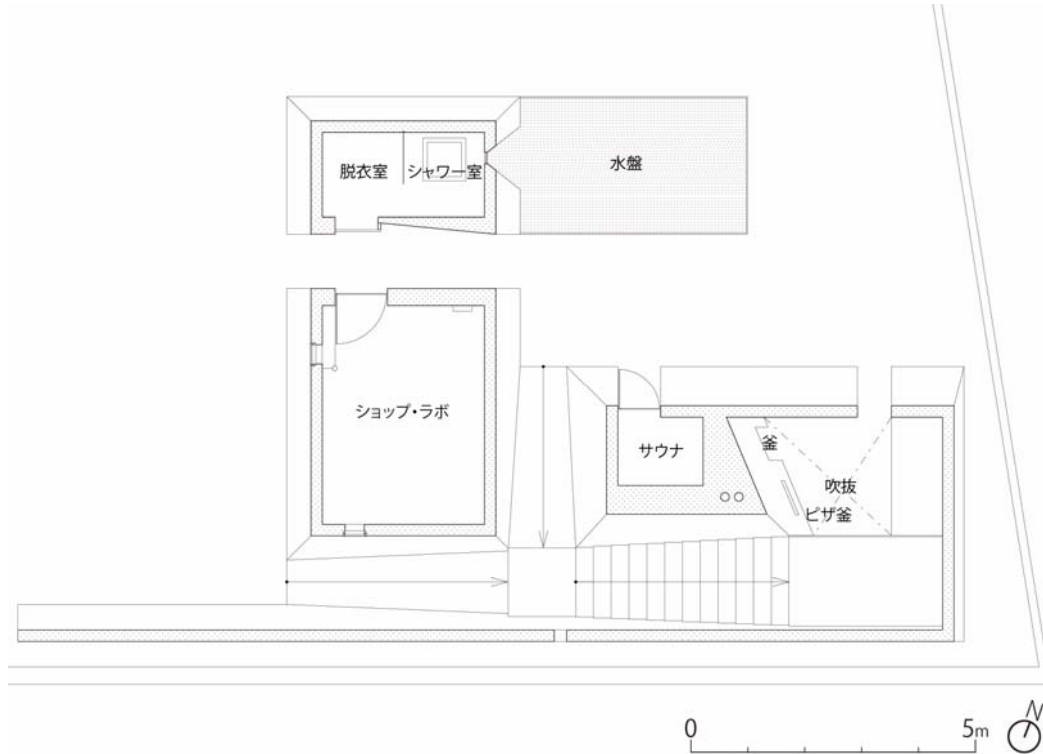


図 1.1.3 「とぐろ」平面図

防波堤をモチーフに作られた断面。むくり屋根は塩飽大工伝統の工法。

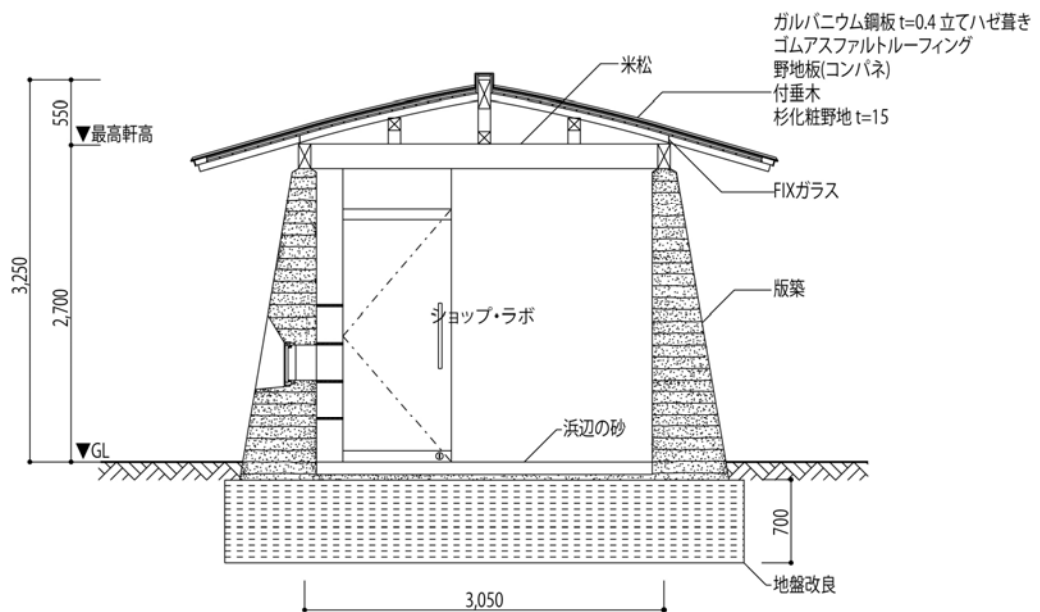


図 1.1.4 「とぐろ」断面図

北面道より望む。正面戸が唐風呂への入口。高くそびえる塔は唐風呂の煙突。

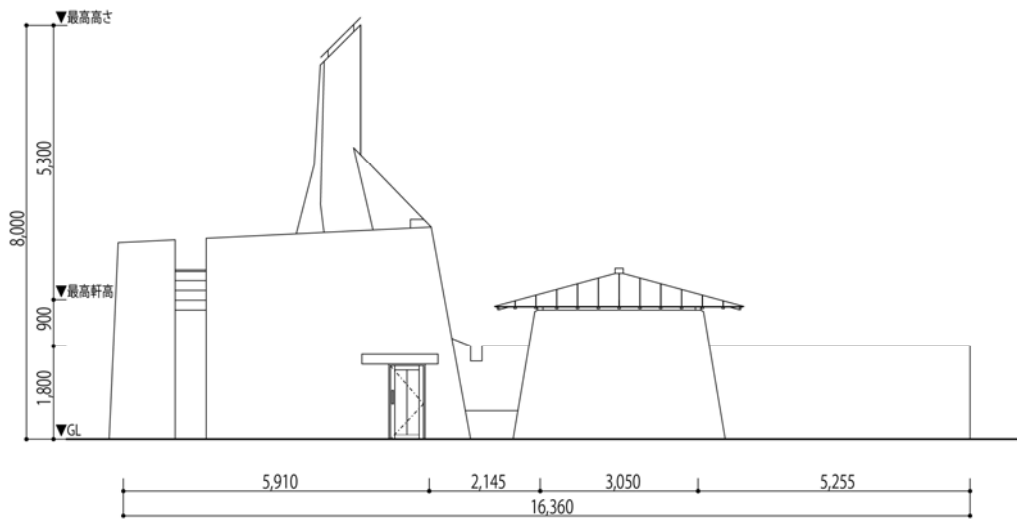


図 1.1.5 「とぐろ」北側立面図

本島港側から望む。背後に瀬戸大橋の見える海岸がある。屋根のかかるショップ棟の正面。

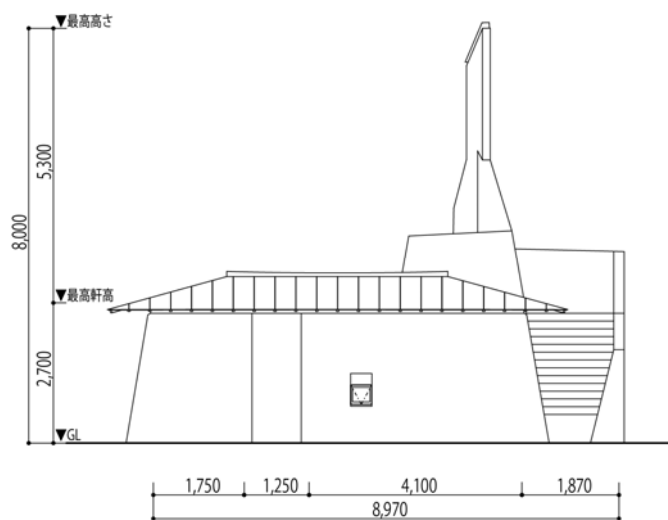


図 1.1.6 「とぐろ」西側立面図

南隣地両墓制の埋墓より望む。両墓制への配慮を持ったデザイン。

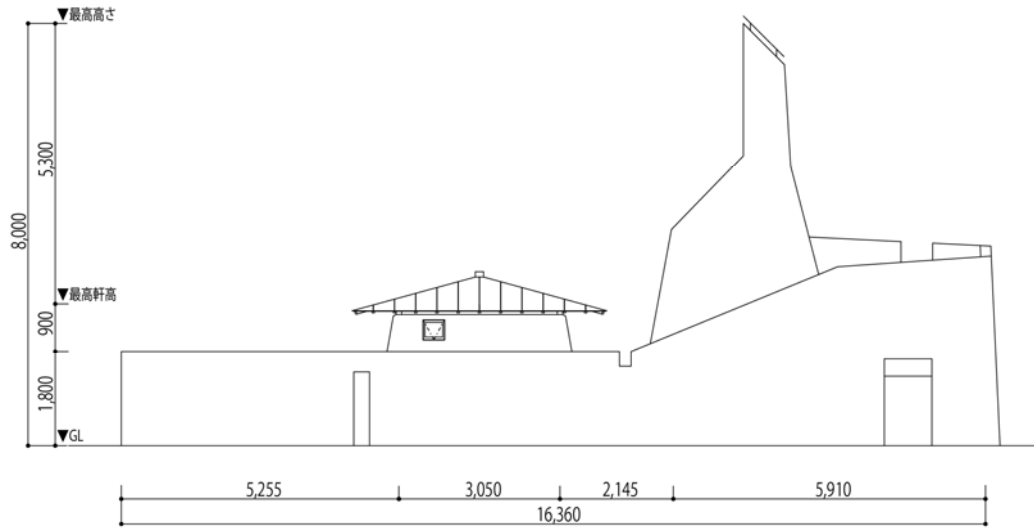


図 1.1.7 「とぐろ」南側立面図

東面海岸側から望む。開口部は、シャワー室の開口、瀬戸内国際芸術祭ではピンホールカメラとして展示

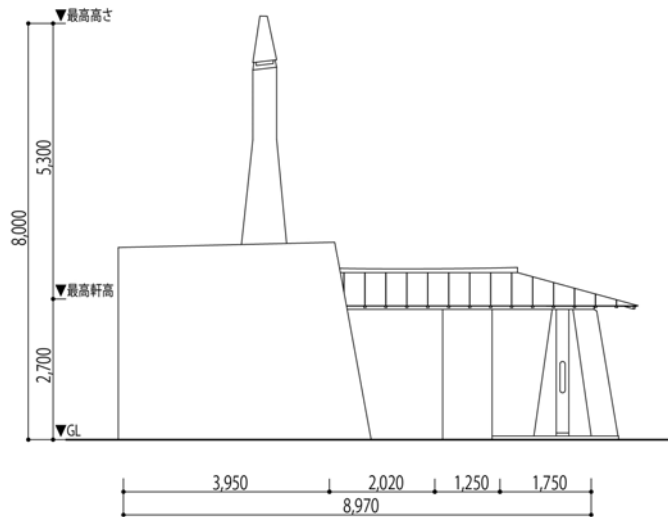


図 1.1.8 「とぐろ」東側立面図

版築独特の縞模様と階段



写真 1.1.3 西側より見る

入り口は、廃棄物のフローアーヒンジ強化ガラスドアの再利用



写真 1.1.4 ショップ・ラボ内観 1

瀬戸内本島では雪が降ることも稀で積雪になることはほとんどない。



写真 1.1.5 「とぐろ」雪化粧

床は砂を敷き詰めている。瀬戸内国際芸術祭では映像投影を行った。



写真 1.1.6 ショップ・ラボ内観 2



左上写真 1.1.7 西側より見る雪化粧
右上写真 1.1.8 東面より見下ろす
左下写真 1.1.9 南西から見る
右下写真 1.1.10 西側より見上げる

1.2 エイジング

どのような建築物も竣工から何年も経過すると、その外観に変化が生ずる。そういった現象を「エイジング」と呼ぶが、エイジングに伴って外壁には汚れが発生し、汚れは美観を損なうものとして捉えられることが多い。理由の1つとして、現代建築においては、人工材料が多用されていることが挙げられ、新しさに価値を求められる人工材料は、汚れることによって醜いと感じられる傾向にある。

エイジングに関しては、橘高ら^{74)~79)}がエイジング効果の及ぼす影響について論じ、谷合ら⁸⁰⁾が風格値と経過年、外壁材料の特性との関係について考察を行っている。これらの研究では、エイジング効果により風格を得る建築が存在することを明らかにしている。このようにエイジング建築を対象とした研究は近年増えつつある。しかし、版築におけるエイジングについては、特異であるため評価対象とされていない。

そこで本節では、版築建築におけるエイジングの印象評価について考察する。

1.2.1 エイジングに関する一般的考察

ケース1: テディベアとマネキン

まず、写真 1.2.1 に示すテディベアのぬいぐるみとマネキンを例に考察を行う。

テディベアはアメリカのルーズベルト大統領の逸話から生まれたクマのぬいぐるみであり、哀れみの対象物として痩せ細ったクマをぬいぐるみにしたものである。一方のマネキンは、フランス語のモデルを表すマヌカン「mannequin」が語源で、理想体型に合わせて作られた造形である。この2つには大きな差がある。テディベアは永く愛され、マネキンは少し傷がついただけで廃棄される。このことから「造形のバランス美」よりも、「素材」に対する愛着が、製品としての寿命に大きく作用していることがわかる。



写真 1.2.1 テディベアとマネキン

ケース2:テディベアとポロンちゃん

次に、ともに形態に近いテディベアとポロンちゃん、愛着の違いを検証する（写真1.2.2参照）。

テディベアとポロンちゃんは、幼児にプレゼントされるケースが多く、同等スケールの比較である。ポロンちゃんは、子供をあやすための玩具で、起き上がり小法師をプラスチックで作られているが、おおよそ2歳から4歳の短い期間で廃棄される。これに対してテディベアは、もっと長期にわたって保存され、愛される場合が多い。このことから、「形態」よりも「素材」が、その愛着の期間に大きな影響を及ぼしていることがわかる。



写真1.2.2 テディベアとポロンちゃん

ケース3:マネキンとトルソー

次に、同じマネキンのスケールで素材の違いを検証してみる。図 1.2.3 は、マネキンとトルソーを比較したものである。

一般にマネキンの耐用年数は、約2年と設定されている。しかし、2年を待たずに廃棄されるものも少なくない。一方、同じサイズのトルソーもマネキン同様、耐用年数約2年に設定されているが、少しの傷や汚れでは廃棄されにくく、5年以上にわたって長期利用するものも少なくない。このことからモノの「素材」がその寿命に関係していることがわかる。

以上の3つのケースの比較からわかるように、プラスチックなどの大量生産された人工的材料への愛着は、希薄になりがちであることがわかる。この現象は、建築にも起こっていると考えられる。

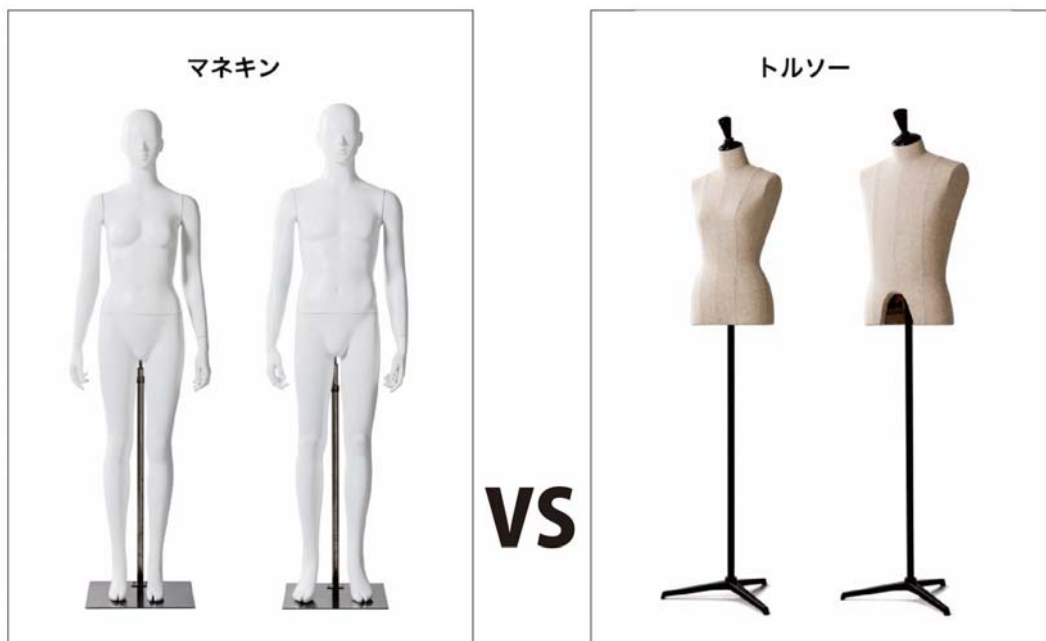
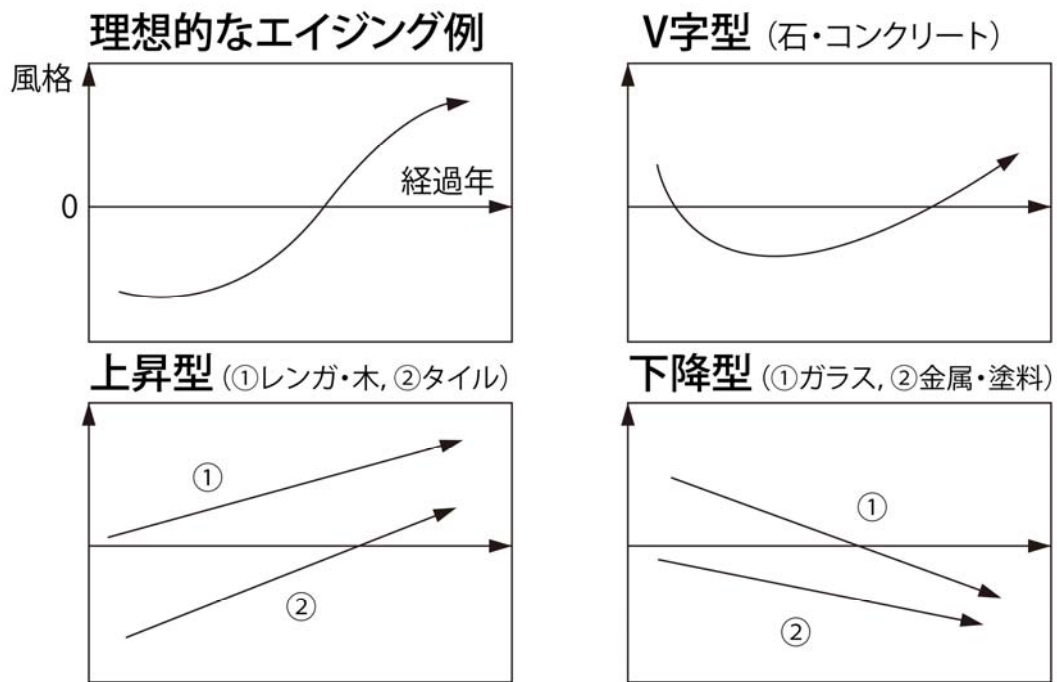


写真 1.2.3 マネキンとトルソー

1.2.2 版築のエイジング効果に関する官能検査実験と考察

先述の谷合ら⁸⁰⁾の「建築物の風格とエイジングに関する研究」では、8つの外装材におけるエイジング効果を検証している。当研究では各素材による風格の変化傾向として、図1.2.1に示すV字型・上昇型・下降型の大きく3つに分類されている。また上昇型と下降型では、初期値の違いによりさらに細分化されている。

本項では既往の研究にもとづき、建築の長期的な維持が建築に対する愛着に由来し、その愛着の一因が建築素材によることを証明するため、建築素材における経年変化と見え方、風格について定性的分析を行った。



※ ①と②の違いは初期値が0より大きい小さいかによる。

図1.2.1 各素材による風格の変化傾向⁸⁰⁾より引用

本研究で実施した官能検査のバロメーターを図 1.2.2 に示す。検査は対象とする建物ファサード面を写真撮影したものをを用いる。検査対象は建物のファサード面が写り、できる限り全体が把握できる位置から撮影したものとする。したがって、対象壁面の大きさは建築物によって異なる。また、建物の種類は材質と竣工時期をバランスが取れるよう考慮し、20 種類（表 1.1）を選定した（補遺図 5.1.1 参照）。四国を中心に全国から対象建築を選定し、選定条件はファサード面の外装材がほぼ単一の素材で構成されていること、撮影画像 1 枚から建物外観が把握できること、外装仕上げ、経過年数が広範囲に及ぶようバランス良く選ぶこととした。検査員は著者が運営管理を行う西予市宇和米博物館の一般来観者 20 名である（2018 年 9 月）。検査での質問事項は、建築物の風格（ないーある）と見え方（古く見えるー新しく見える）の 11 段階（図 1.2.2）とする。アンケート表については補遺の図 5.1.1 を用いた。

I：風格



II：見え方



図 1.2.2 官能検査のバロメーター

表 1.2.1 対象事例

外装材	建築名	経過年数
サイディング 金属等	建売住宅A	3
	建売住宅B	10
	VEGETATION vol.3(穀工房)	10
石	瀬戸内海歴史民俗資料館	44
	旧帝国ホテル本館(ライト館)	95
	丸亀市猪熊弦一郎現代美術館	27
ガラス	岡崎市美術博物館	23
	百十四銀行本店	51
	満濃の家(穀工房)	23
木	梶原町総合庁舎	12
	金刀比羅宮 御本宮	140
	CONSERVATORY(穀工房)	13
コンクリート	地中美術館	14
	香川県県庁舎(東館)	59
	イスノキ(穀工房)	9
版築	法隆寺 西院大垣	4
	セトレマリーナびわ湖	5
	とぐろ(穀工房)	5
	HANCHIKUハウス(穀工房)	4

表 1.2.2 アンケート調査結果

		経過年数	見栄え平均値	風格平均値
サイディング 金属等	A 建売住宅A	3	1.05	-1.75
	B 建売住宅B	10	2.80	-1.80
	C VEGETATION vol.3	10	2.25	-0.10
石	D 瀬戸内海歴史民俗資料館	44	-2.90	3.25
	E 旧帝国ホテル本館(ライト館)	95	-1.50	3.15
	F MIMOCA 丸亀市猪熊弦一郎現代美術館	27	0.65	2.80
ガラス	G 岡崎市美術博物館	23	2.65	1.45
	H 百十四銀行本店	51	1.55	1.55
	I 満濃の家	23	3.35	1.55
木	J 榑原町総合庁舎	12	2.00	2.45
	K 金刀比羅宮 御本宮	140	-3.85	4.05
	L 藤原邸	13	1.45	1.70
コンクリート	M 地中美術館	14	-0.10	2.75
	N 香川県県庁舎(東館)	59	-2.45	3.50
	O イスノキ	9	1.95	1.05
版築	P 法隆寺菊地塀 修繕前	50	-2.45	3.15
	Q 法隆寺版築塀 修繕後 西院大垣	4	0.90	2.05
	R セトレマリーナびわ湖	5	2.15	0.30
	S とぐろ	5	-2.20	3.20
	T HANCHIKUハウス	4	1.65	0.35

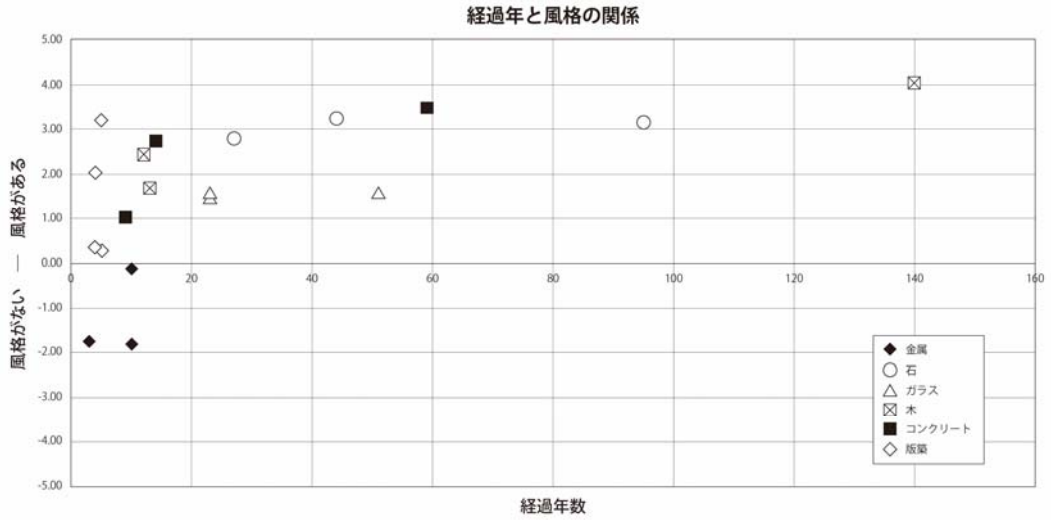


図 1.2.3 経過年と風格の関係

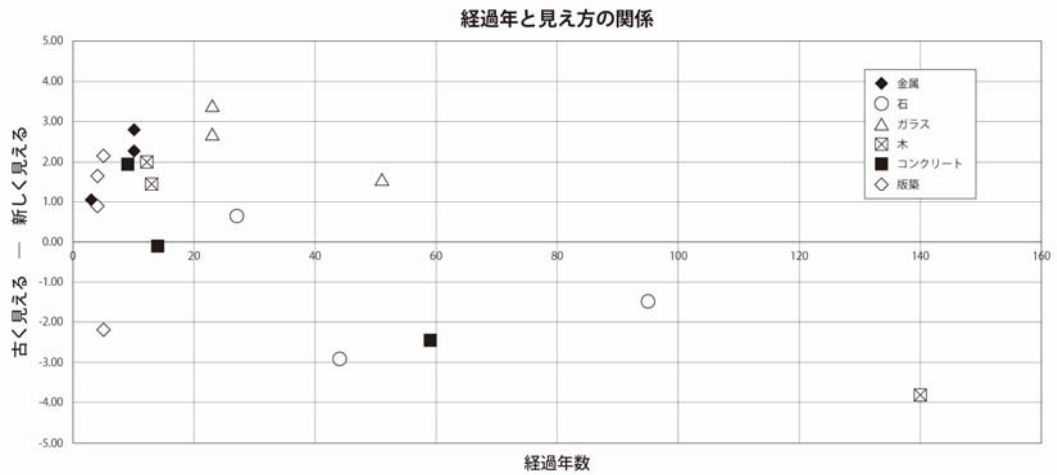


図 1.2.4 経過年と見え方の関係

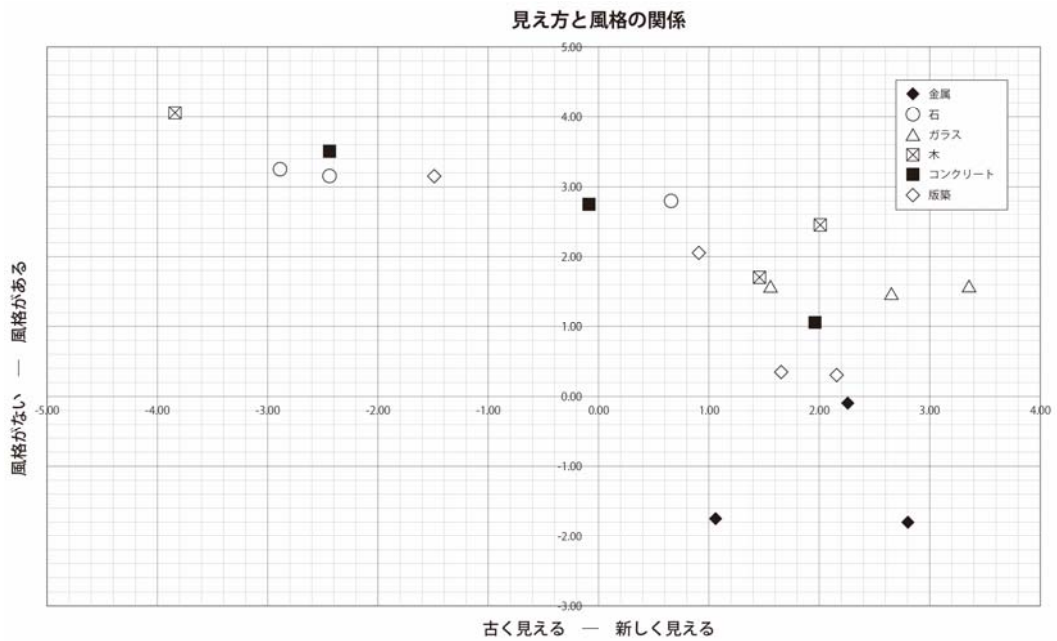


図 1.2.5 風格と見え方の関係

【実験結果と考察】

経過年と見え方の関係

- 【金 属】：時間経過と見え方に関係がない。
- 【 石 】：仕上げによっては古く見える場合があり，仕上げで見え方が異なる。
- 【ガラス】：時間がたってもあまり古く見えない。
- 【 木 】：時間が経つにつれて徐々に古く見える。
- 【コンクリート】：時間が経つにつれて徐々に古く見える。
- 【版 築】：時間が経てば急に古く見える。

経過年と風格の関係

- 【金 属】：時間経過と風格に関係がない。
- 【 石 】：常に風格がある。
- 【ガラス】：時間経過と風格に関係がない。
- 【 木 】：時間経過とともに風格が増す。
- 【コンクリート】：時間経過とともに徐々に風格が増す。
- 【版 築】：時間経過とともに風格が出てくる。

見え方と風格の関係

- 【金 属】：風格が出ない。
- 【 石 】：常に風格がある。
- 【ガラス】：見え方と風格に関係はない。安定している。
- 【 木 】：木の使い方によって古く見えるほど風格が出てくる。
- 【コンクリート】：古く見えるほど風格が出る。
- 【版 築】：古く見えるほど風格が出る。

版築は時間が経つにつれ劣化が進み古く見えるが、同時に風格の増減が愛着の増減に起因することがわかった。土の建築は有機的でオーガニックな表情を初期状態で保つことが難しいものの、その劣化の姿までも愛着となりやすい傾向がある。

以上の結果より、金属系のサイディングやガラスは、経年による変化が起こりづらく同時に風格の変化が小さいのに対し、石やコンクリート、木、版築は、経年変化により風格を感じやすいということがわかった。こうした分析から無機質な素材よりも有機的な素材の方が、風格を醸しやすいと言える。

以上より、版築はエイジング効果により風格や愛着を感じさせるエモーショナルな建築の1つに成り得ることが検証された。

表 1.2.3 オーガニックメーター図

材 料	オーガニックメーター	備 考
テラコッタタイル		粘土を素焼きにした板状の材料で、オーガニック調のカフェなどの床素材として使われる。
磁器タイル		高温で焼かれたタイルで長寿命であることから外壁に多く用いられる。
天然石板		天然石を板状に整形した製品で、本磨き仕上げから叩き仕上げまで15の表面の仕上げ方法があり、多様性がある。貼り方も様々であるが、表面的な仕上げである。
組積石		天然石を積み上げる工法、積み方によっては人為的に見える。
レンガ		素焼きレンガを積み上げたもの
サイディング		低価格で量産を目的とされた材料
押出成形セメント版		耐火性能が高く、多くの場合は塗装仕上げとなる。
ガルバリウム鋼板		安価で量産を目的とした材料、金属の素材感が少しある。
ガラス		ガラス単体の素材であるが、工業生産品である。
紙		古来より日本の和室に使われてきた材料である。代表的な生成りな材料。
コルテン鋼板		鉄サビを人為的に起こした材料。工業生産品。
版築		現場の近隣の土を使った工法。セメントなどの混和材。
木		木材を製材した材料で構造や仕上げに用いられる。
コンクリート		構造材に使われたり、打ち出しコンクリートとして単一素材として利用することもある。塗装を施すことが多い。

1.3 乱れ

前節では、版築に代表されるオーガニックな材料と大量生産されるファスト建材を比較することにより、版築のエイジング評価に及ぼす影響について考察を行った。しかし、前節ではファスト建築の外壁面が均質に近いものを比較対象としていたため、外壁面の不均質性の影響についても考察を加える必要がある。

そこで本節では、版築への愛着が素材のエイジングだけでなく、オーガニック材料の唯一性でもある「乱れ」に関係していると考え、建築意匠における「乱れ」の影響について考察する。



写真 1.3.1 ファスト建築
(低価格で大量生産を目的とした建築)



写真 1.3.2 オーガニック建築
(無垢・生成りの素材感を持った建築)

1.3.1 自然界の乱れ

マーブル模様

マーブル模様は、同じものが二度とできない自然界の乱れを表現するものである。マーブル模様は、偶像崇拝を好まないイスラムで認められるデザインでもある。建築意匠的には無二性は重要であるが、マーブル模様は乱れが混沌としており、コントロールできないことから、本研究の意図とは異なるものである。

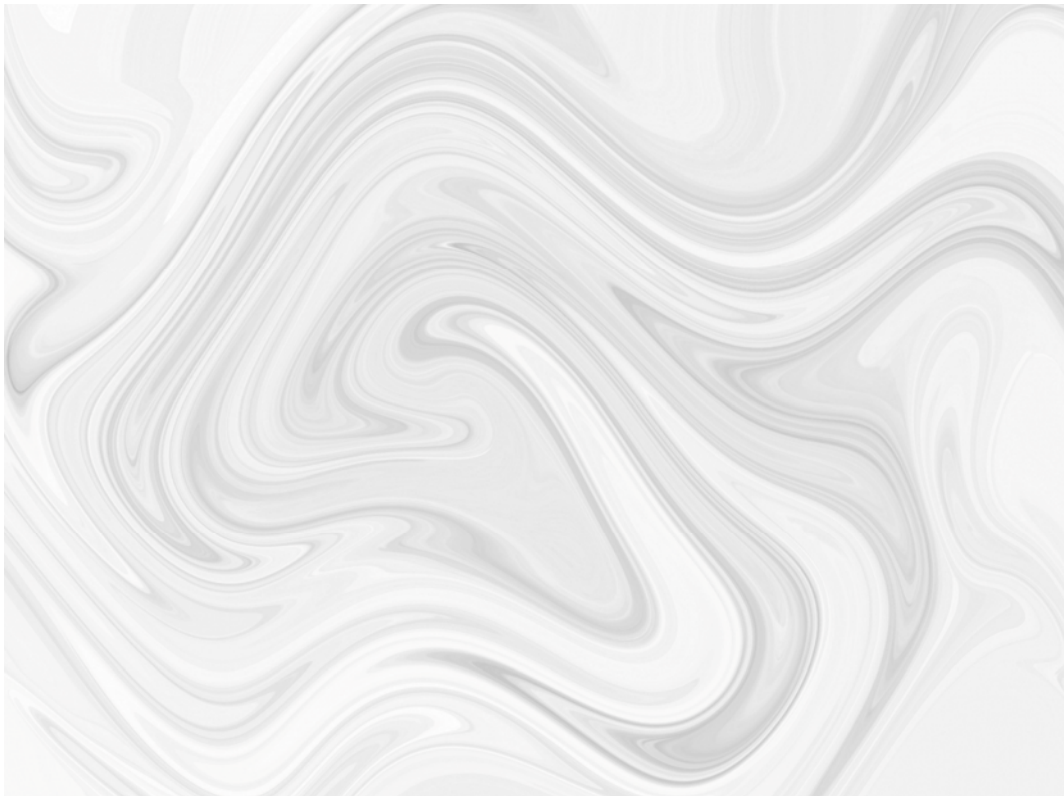


写真 1.3.3 マーブル模様

人の顔

人の顔に2つと同じ顔がないのは、進化の賜物と言われる。交配の過程で起こった変異はゲノム配列だけでなく、表情にまで現れる。ゲノム配列は生殖を繰り返すごとに、複製を繰り返すことになる。その複製の過程で「エラー：誤記」が起こる。一般的にその変異は、集団の中で消去されて平均化していくが、ごくまれに生存上における有利な変異が残る。これが自然界で起きている「乱れ」の一例である。

このように進化の過程で乱れをつくり出せば、唯一性を創造できる。結果、工業的な無頓着を脱皮した表情のある外壁を作り出すことができるのではないか。本研究で考察を加える「乱れ」とは、物理学の平均値からの変動を表す「ゆらぎ」である。

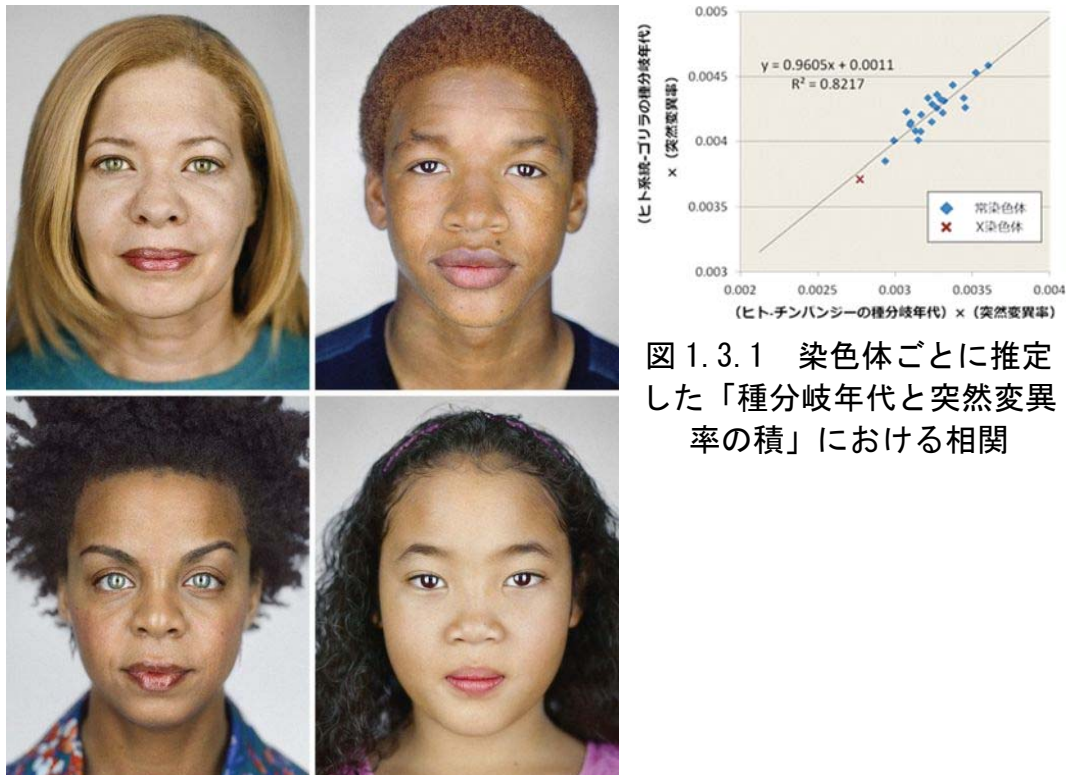


図 1.3.1 染色体ごとに推定した「種分岐年代と突然変異率の積」における相関

写真 1.3.4 人の顔の揺らぎを示す例

(図版：ナショナル ジオグラフィック誌「変わる米国人の顔」より引用)

1.3.2 無作為の乱れ

前述したように、人間の顔は一般的に顔として一様なものと認識されるが、厳密には異なるものであり不均一である。そこで、ここでは好ましいと感じる「乱れ」について考察するために、交配の過程で起こった不均一性を作為的につくる実験を行った。

ガルバリウム鋼板のような工業製品は均一化されており、それを単純に張っただけでは、簡素な仕上がりになりやすい。意匠的に簡素に仕上げることは手段として存在するが、目的を誤ると茶の湯の「わび」やロジェ・カイヨワ「遊びと人間」のエリアで言われる「粗相：そそう」のないものに仕上がりがねない。したがって、「粗相」として始末の悪いものにならないようにコントロールしながらデザインすることが必要となる。

1.3.3 《実験1：ダズル迷彩》

シマウマが群れになることで、肉食動物からの攻撃を逃れる効果を持った模様をダズル迷彩と呼ぶ。ダズル迷彩は集合になることで平均化を誘発し、狙いを逸らす効果がある。

実験1は工業製品であるタイルを平均的な規格品から愛着を持てる製品にすることを目的として実施したものである。ここでは放射状に伸びる5本の線が入った外形の違う3種類（四角形、六角形、丸形）のダズルタイルを用いる。そして各々をランダムに貼り、風格と平均性についての印象評価を行う。さらに、ランダムに並べたダズルタイルの中央部に大きさの異なるダズルタイルを配置した場合、ノイズとして感じるかどうかの評価も行う。評価は20名へアンケートを実施し、定性的に判断したものである。

なお、この実験では下記に示すように3つの試験体に順位をつける形で評価を行なった。

I：平均化して見える順位

II：風格を感じる順位

III：ノイズを感じる順位

また、各種ダズルタイルの回転パターンは以下のとおりである。

- ・四角形は90度の回転ずつで4通り
- ・六角形は、60度の回転ずつで6通り
- ・丸形は、自由に回転するので無限

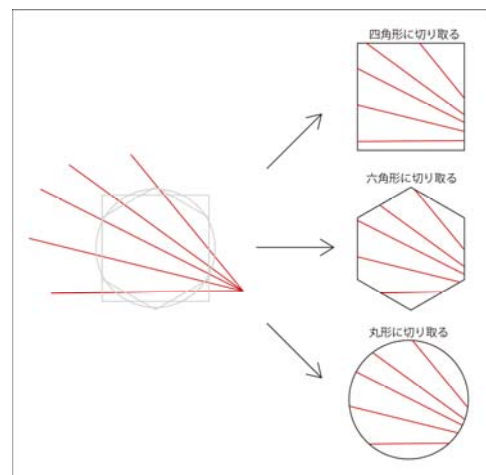
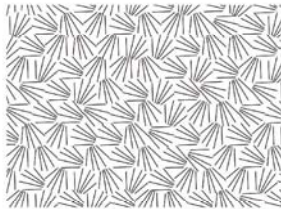


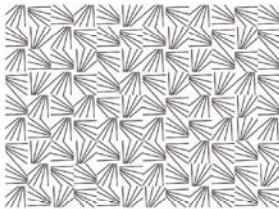
図 1.3.2 ダズルタイルパターン

ダズル迷彩アンケート

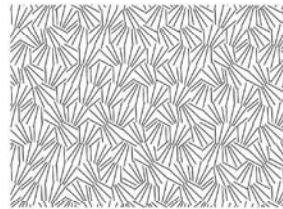
・あなたの感想をお聞かせください。次の三つの柄で均一に見えるものから順に番号をつけてください。



A () 丸形ダズルタイル

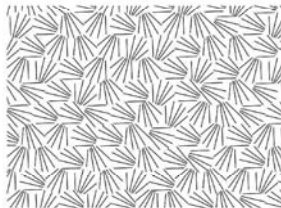


B () 四角形ダズルタイル

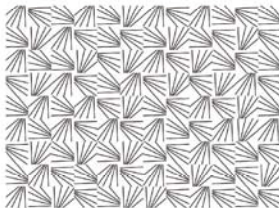


C () 六角形ダズルタイル

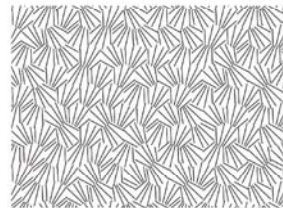
・あなたの感想をお聞かせください。次の三つの柄で風格があると思うものから順に番号をつけてください。



A () 丸形ダズルタイル

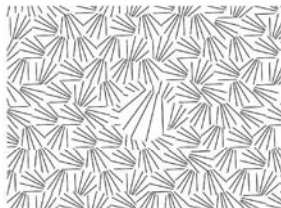


B () 四角形ダズルタイル

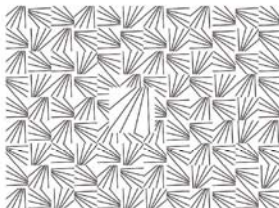


C () 六角形ダズルタイル

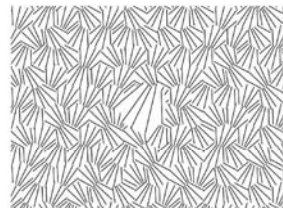
・あなたの感想をお聞かせください。次の三つの柄でノイズが気になるものから順に番号をつけてください。



A () 丸形ダズルタイル



B () 四角形ダズルタイル



C () 六角形ダズルタイル

以上でございます、ご協力ありがとうございました。

図 1.3.3 ダズル迷彩アンケートシート (調査協力: INAX1992 年)

以上の実験の結果、均一性が最も感じやすいのは六角形であった。次いで丸形、四角形である。これはタイル目地が六角形の場合は多く、線の密度が高まったためと考えられる。

風格は六角形が一番感じられたものの、四角形との差はほとんど見られなかった。少数の回転パターンが、繰り返されることに起因する。

また、大きさの異なるダズルタイルを含めたノイズ評価では、四角形が最も違和感があるものとして評価された。これは均一性の逆説的な捉え方ができるものと言える。

これらの実験より、ダズルタイルはランダム配置するより、六角形のようにある程度コントロールされた指向性がある方が、愛着を感じやすいことがわかった。

表 1.3.1 ダズルタイル評価に関するアンケート結果 (調査協力: INAX1992 年)

	均一性			風 格			ノイズ		
	四角形	六角形	丸形	四角形	六角形	丸形	四角形	六角形	丸形
	2	1	3	2	1	3	1	3	2
	3	1	2	1	2	3	3	2	1
	3	1	2	3	1	2	1	3	2
	3	1	2	1	2	3	3	2	1
	3	1	2	3	1	2	1	3	2
	1	2	3	1	2	3	1	3	2
	2	1	3	2	1	3	1	3	2
	3	1	2	1	2	3	1	3	2
	3	2	1	1	3	2	1	3	2
	3	1	2	3	1	2	1	3	2
	3	1	2	3	1	2	1	3	2
	3	1	2	1	2	3	1	3	2
	3	1	2	1	2	3	1	3	2
	2	1	3	2	1	3	2	3	1
	3	2	1	2	3	1	1	3	2
	2	1	3	2	1	3	2	3	1
	3	1	2	1	2	3	3	2	1
	3	2	1	3	2	1	1	2	3
	2	1	3	1	3	2	1	3	2
合計	53	24	43	37	34	49	28	56	36
平均	2.65	1.2	2.15	1.85	1.7	2.45	1.4	2.8	1.8
順位	3	1	2	2	1	3	1	3	2

1.3.4 《実験2：くじ引き張り》

実験2はコントロールした乱れの発生を意図して、くじ引きにルールを与えて色札配列することで、許容範囲を逸脱せずに乱れを起こす実験を行ったものである。

【実験結果】

① 趣向のある5色の色を選ぶ。

それぞれの色が混ざり合わない状態。



写真 1.3.5 色鉛筆の同系色選定

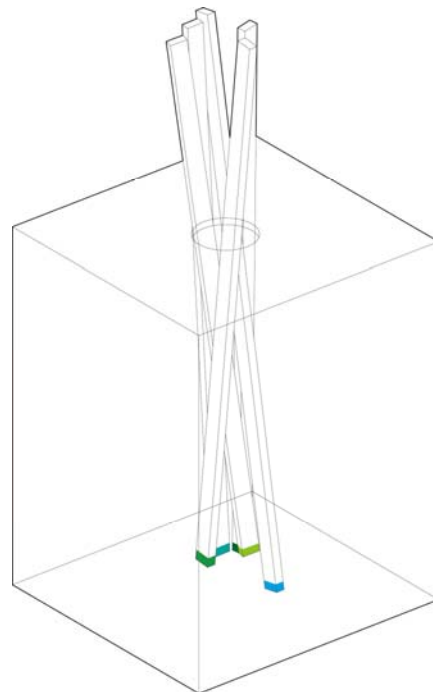


図 1.3.4 くじ式選定法



図 1.3.5 基本色



図 1.3.6 くじ式選定法

② その色の配列を平均的に並べる。

5色を順に並べ平均的に出現回数を揃えることで、平均的な配列にする。しかし、この並べ方では退屈な印象を与えてしまう。



図 1.3.7 平均的配列例

③ 乱数に従い並べる。

任意に並べ替えるためには、最もバラツキのある並べ方である。同色の重なりがあるなど「粗相」の過ぎる感じがする。



図 1.3.8 乱数配列例

④ くじ引きで並べる。



図 1.3.9 くじ引き配列例

以上の結果より、設計者の意図からデザインを一時的に離すことで、乱れを生み出す効果があることが示された。



左写真 1.3.6, 右写真 1.3.7 乱れを誘発した建築事例（藪工房作品）

1.3.5 《実験3：ノイズ》

工業的な平均値と無作為に作られる結果のズレを一般にノイズと言う。実験3は工業的な線とフリーハンドの線が、どれほど印象が異なるかを実験したものである。

ここでは4種の直線をそれぞれ異なった方法で引くことで、無作為なノイズを誘発して印象評価を行った。各線は「CADの線」、「定規の線」、「ガイドラインをなぞった線」、「フリーハンド」である。迷いや手グセが自然界の偶発性と想定した。用いたアンケートシートは補遺の図5.1.2を参照。

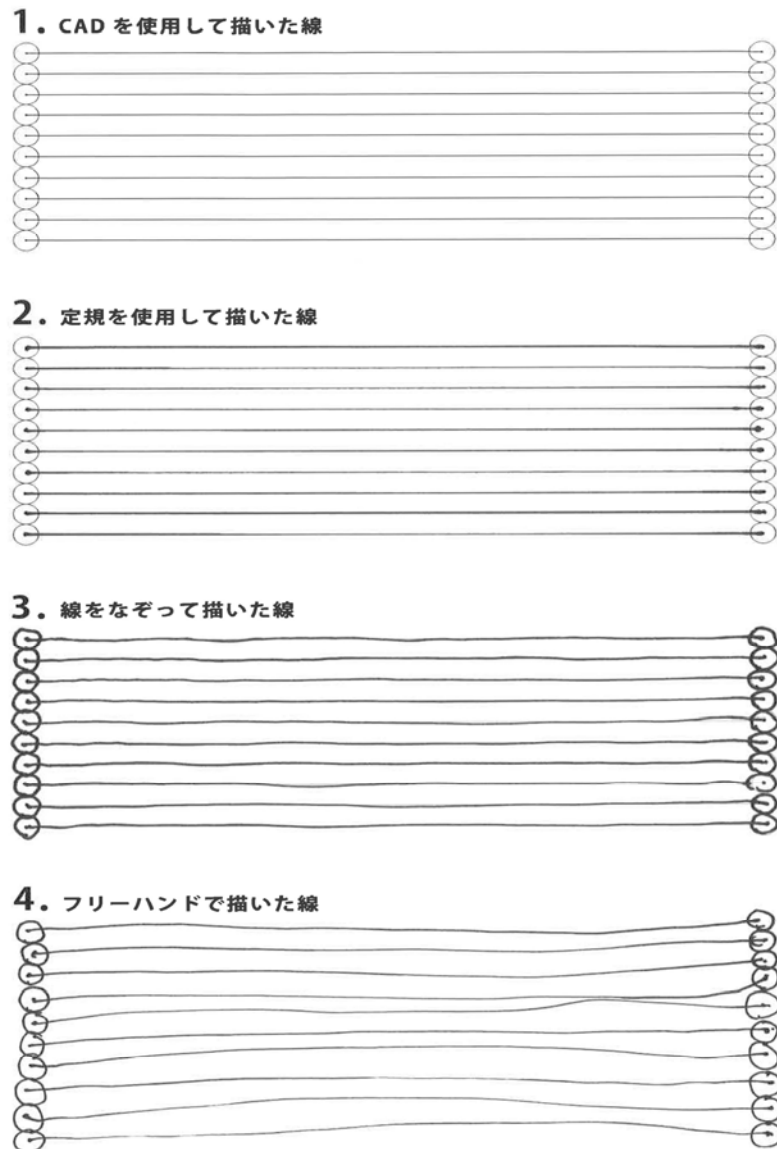


図 1.3.10 工業的な線とフリーハンドの線の記入例

表 1.3.2 ライン評価結果

	CAD	定規	トレース	フリーハンド
1	2	3	1	4
2	4	3	1	2
3	3	3	2	1
4	1	3	2	4
5	3	2	1	4
6	1	2	3	4
7	2	1	3	4
8	2	3	1	4
9	4	3	1	2
10	1	2	3	4
11	4	3	2	1
12	2	3	1	4
13	2	1	3	4
14	4	3	1	2
15	1	2	3	4
16	3	2	1	4
17	1	2	3	4
18	2	1	3	4
19	3	2	1	4
20	1	2	3	4
合計	46	46	39	68
平均	2.3	2.3	1.95	3.4

【実験結果】

① CAD の線

安定した線であり，非常に工業的である。

② 定規の線

CAD 同様，安定した線である。

③ ガイドラインをなぞった線

風合いがあり，印象が良い。

④ フリーハンド

乱れすぎである。個人差もあり，表現に安定性がない。

以上の結果，ガイドラインをなぞった線が最も風合いがあることがわかった。この実験により，完全にコントロールされた線より少々乱れた線の方が，好まれる傾向にあることが証明された。これはエイジング効果における愛着にも通じる結果である。

建築においてファサード面のルーバーを木製やアルミなど異なる素材で表現した場合、ずいぶんと印象が異なる。例えば、隈研吾氏の木製ルーバーのファサードは、材料を選定などのコントロールをした後、デザインを一度手放した結果、美しく仕上がったとも言える。有機質な材料を使う醍醐味は、一瞬デザインを偶発性に委ねることができることにある。建築デザインにその偶発性を付加させることは、ファスト化した現代建築においても参照可能な手法と言えるだろう。

木製ルーバーにより自然素材を取り入れることで、工業的な平均化された羅列から偶発性を持ち、風格を得たことがわかる。同様に版築も水平縞模様を手作業の施行により偶発性を獲得し、風格を得ることができている。版築は作業そのものが、自ずと偶発的な乱れを起こしてしまう材料である。そのため、型枠や材料調合などの施工のコントロールを十分に行うことが、建築としての風格をあげることにつながるのである。

ブラザー・クラウド野外礼拝堂は、型枠によって版築土の有機性をコントロールする例である。コンクリート型枠を応用した版築は、水平垂直に開けたセパレーターの穴により、版築の風情を損なうことも少なくない。コンクリート打放しの場合、セパ穴が垂直水平に配置するのに対し、当建築の特徴は斜めに配置していることにある。版築の表現がコンクリート打放し表現に侵食されないための気配りであろう。コンクリート型枠の技術を応用しつつ、セパレーターの扱いに注視した例である。版築の色彩はコンクリートに比べると色が土色に仕上がりに、独特の縞模様といった部分は同じである。



写真 1. 3. 8 木製ルーバー建築例（隈研吾建築都市設計事務所）



写真 1. 3. 9 版築土の有機性をコントロールする例

1.4 小結

エイジングの実験の結果、エモーショナルな建築をつくるためには、有機的な材料を用いることが有効であることが検証された。また「乱れ」の実験で版築の魅力は、有機材料であることだけでなく、デザイン的な「乱れ」にもあることが検証された。これは無機的な材料にも転用できる要素であり、「乱れ」を確率や乱数を用いてコントロールした上で、最終的には自然界の乱れ効果に任せる。そうすることで無機的な材料を用いたデザインにも、愛着を誘発させることが可能であることがわかった。逆説的には、版築は有機的な素材を人為的な工法で施工したものであり、人為的に十分コントロールをしなければ粗暴で荒々しい建築になりかねないことも同時に示唆する結果となった。

これらから版築は、エイジング効果と乱れの効果を併せ持つ材料であることが証明できた。経年変化で風格が増していく材料であるが、経年変化を緩やかに起こす研究が求められる。次章では、施工方法を通じてその対策についても述べる。

第 2 章

『施 工』

はじめに

第1章の意匠考察から、版築がエイジング効果と同時に乱れ作用も併せもつ工法であることが分かった。本章では、その特性を発揮する上で重要な要素である施工方法について考察を行う。

我が国に古来より伝わる工法（写真 2.0.1 と写真 2.0.2）は、土木的な工法であり、粗暴な型枠に粘土質の土をつなぎとして藁や苦汁、瓦、小石を混ぜて突き固めたものである。このため建設後に表面を削り、寸法を調節することもしばしばあった。そうした工法を選定する背景には、表面仕上げとして荒壁や漆喰を塗るという前提がある。このような土木的な土手や土塁の工法は、現代でもそのまま寺社建築の塀などに用いられている。その他の版築の施工方法については補遺（図 5.1.1～図 5.1.3）で記載する。しかしながら、こうした工法は、第1章でも考察したような版築の意匠的表情が損なわれてしまう。

そこで本章では、筆者が瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島で制作した版築作品の施工法を概説し、版築を版築らしく美しく、また安全に作るための施工法について考察する。



写真 2.0.1 古来より伝わる版築工法の様子 1



写真 2.0.2 古来より伝わる版築工法の様子 2

施工手順

① 型枠設置

版築の作業のために 450 mmの高さの型枠 2 段を盛り替えながら施工。

② 材料の混和

材料を十分に混和させることが重要である。真砂土は布に包み、布が湿る程度の湿潤な状態を保つ。次に湿潤な真砂土とセメントを混和し、ミキサーで混ぜる。直径 10 mm程度の玉ができるまで混和する。

③ 型枠に材料を投入

100 mmの厚さで水平に均す。

④ タンピング

タコや振動機を用いて、材料厚さが 70 mmになるまで圧力をかける。

⑤ 反復作業

打ち継ぎ部分は目荒らし水打ちを行い、湿潤状態を保ちながら再び材料を投入し、作業を繰り返す。

⑥ 型枠盛り替え、脱型

番線やバタ角を使い固定、盛り替えを行い、これを繰り返す

⑦ 完成

型枠幅の考察 (以下のように分類した)

A <<30~70 : 左官>>

表面だけの版築表現には限界があり、意匠的にも版築とは言い難い。しかし、今後の版築補修のことを考慮して研究の必要性がある。

B <<70~150 : 左官版築>>

厚さが十分に確保でないため型枠のセパレーター一部分で割れが生じやすい。木造やRC造などの構造体に張り付けるように施工することは可能である。

C <<150~450 : 薄肉版築>>

構造版築として期待できないが、割れにくく型枠の盛り替えを行うことで、版築として制作可能である。主架構としては、RC造などの工法を用いる。版築の最上部は、型枠として解放しなければ施工できないため注意が必要となる。海外ではプレファブリック版築として採用される例もある。

D <<450~700 : 厚肉版築>>

道具を型枠部に挿入できるため施工性も高く、構造体として版築を活用できる。作業員が型枠内部に入れなため、型枠は片面盛り替えの必要あり。

E <<700~ : マス版築>>

型枠内部に大型道具を挿入可能なため、型枠の盛り替えの必要がない。また、鋼管締め付けを使った型枠を用いることで、安定した版築を作れる。しかし、作業の繰り返しごとに圧密強度の確認が重要となる。

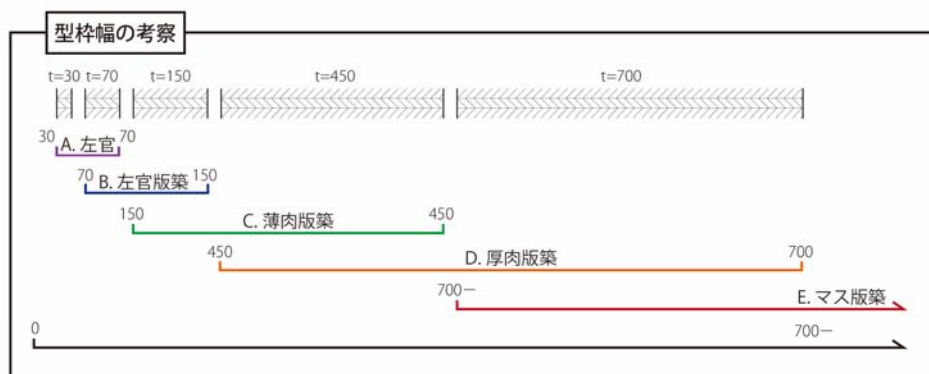


図 2.0.2 型枠幅に関するイメージ図

版築における作業労力

版築は土を締め固める工法であるため、腕力を必要とする重労働な作業に思われがちである。だが世界に目を移せば、状況は異なる。例えば南アジアに位置するブータンでは、版築の建設工事を行うのは女性が担っている。実際、筆者が試みた施工法も型枠や運搬作業は比較的重労働であるが、土を突き固める版築そのものの作業は、軽労働と言える。瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島の作業では女性にも多くご協力いただき、作品が完成した。時間をかけてコツコツつくることが重要である。

■作業実績を経験値より算出した。(型枠作業を含む)

壁：平均幅 400 mm×長さ 10m×仕上がり高さ 70 mm×4回 (1日3人作業)

$$0.4 \times 10 \times 0.07 \times 4 = 1.12 \text{ (約 3 人で } 1 \text{ m}^3 \text{/日 施工可能)}$$



写真 2.0.3 女性による施工の様子

版築の手引

【素材】

本来、版築自体はほぼ土や石（礫）のみ若しくはそれらと少量の石灰等の混合物でできているが、工期と強度の信頼性の為今回はセメントを使用する。

本来使用される材料



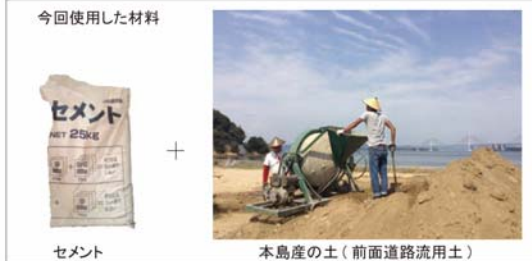
消石灰

にがり

花崗土



今回使用した材料



セメント

本島産の土（前面道路流用土）



版築

【今回の版築のつくり方】



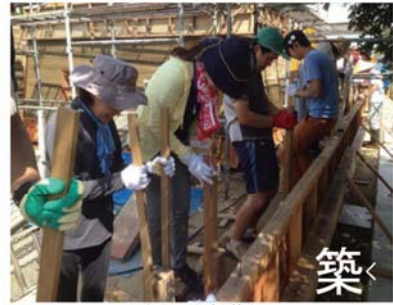
土とアルカリ分（セメント）を均等に混ぜ合わせネタをつくる。



ネタを人力で運ぶ。



ネタを型枠内で整える。力が均等に行き渡るように整える。



タコでひたすら築く

【道具】

タコとは、手作業で版築を製作する際に土を築き固める道具として使う。



子供達とワークショップでタコを製作

1,000~1,200



瀬戸内国際芸術祭 2013 秋 @ 本島 齊藤正 × 続・塩飽大工衆

図 2.0.3 版築の手引き（新建築 2014 年 4 月引用）



2.0.4



2.0.5



2.0.6



2.0.7



2.0.8



2.0.9



2.0.10



2.0.11

写真 2.0.4 型枠の設置

写真 2.0.6 材料投入

写真 2.0.8 タコによるタンピング

写真 2.0.10 タンピング作業

写真 2.0.5 圧縮材のサン木

写真 2.0.7 所定の高さに均す作業

写真 2.0.9 機械によるタンピング

写真 2.0.11 版築作業の見学



2.0.12



2.0.13



2.0.14



2.0.15

- 写真 2.0.12 タコ（タンピングに使う）
写真 2.0.13 タコによる版築タンピング作業
写真 2.0.14 基礎施行中（基礎も版築で制作）
写真 2.0.15 材料攪拌用ミキサー

2.1 版築における規定条件

2.1.1 建築法規における版築

都市計画区域外に建築する場合、規模によって建築確認の必要はないが、土を主原料とした構造体となる版築構法は、基準強度や設計法がなく、建築基準法の適用範囲外となる。建設実施にあたり、地元の建築主事に事前相談したところ以下の助言を得た。

- 1) 版築は目地のないレンガ造に相当するのではないか。一般にレンガの圧縮強度は 10N/mm^2 以上であるため、目標強度 10N/mm^2 となる配合を決め、供試体による強度試験を行ってはどうか。
- 2) 組積造関係の法的規制に準拠するよう設計・施工してはどうか。具体的には壁式構造となるため、組積造による構造体として建築基準法施工令（以下、令とする）54条から57条を満足する。令54、55条により、壁の構造は長さ（対隣壁間の距離）10m以下、厚さは高さの $1/15$ 以上かつ30cm以上となる。

このことから本設計では、壁の高さは2.7mなので壁厚（ $1/15=$ ）180mm以上かつ300mm以上が必要となる。

令56条により、版築構造壁の壁頂にはRC造の臥梁が必要となるが、土台を敷いて木造の小屋組を載せた。本設計では、数か所に出入り口や開口部が設けられているが、令57条の範囲内で設計した。

2.1.2 冷害による劣化

本研究では三和土を参考としながら、真砂土を使った版築の再興を目指している。真砂土は花崗岩が風化してできた砂状の土壌であることから、花崗岩の出土されるエリアを確認した。

関東以北で版築を行なった例に対してヒアリングを行った。その結果、当初版築の仕上がりは良かったが、一冬越せば素材の劣化は著しい。凍結融解による溶けるような状態が起きたことを聞き取ることができた。そこで凍結の恐れのある地域を地図で確認した。

2つの地図を重ねると、瀬戸内地域が最も版築に適した地域であることがわかる。以上のことから地域的な対策と施工方法としての対策を同時に行う必要がある。

- ・ 版築を行う地域を限定する。
- ・ 版築を外部で使用せず、インフィルにする。

また、建設現場に近い場所の土を用いることで材料調達の移動距離を短くし、輸送コストの削減とともに環境への配慮が可能である。

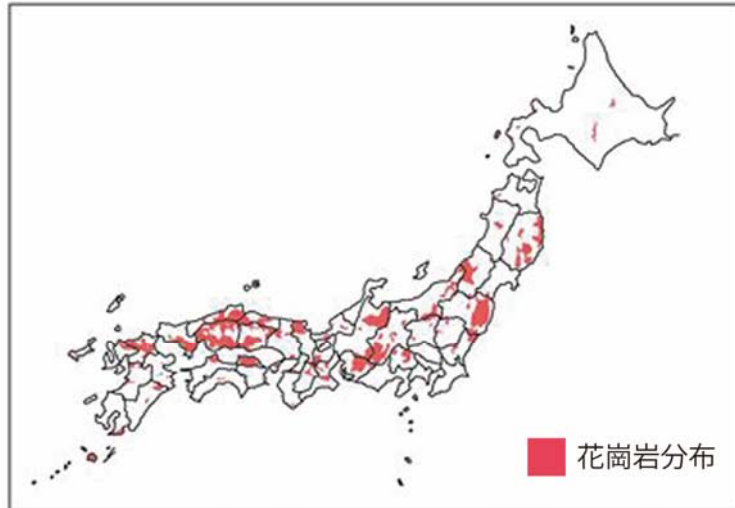


図 2.1.1 花崗岩分布図

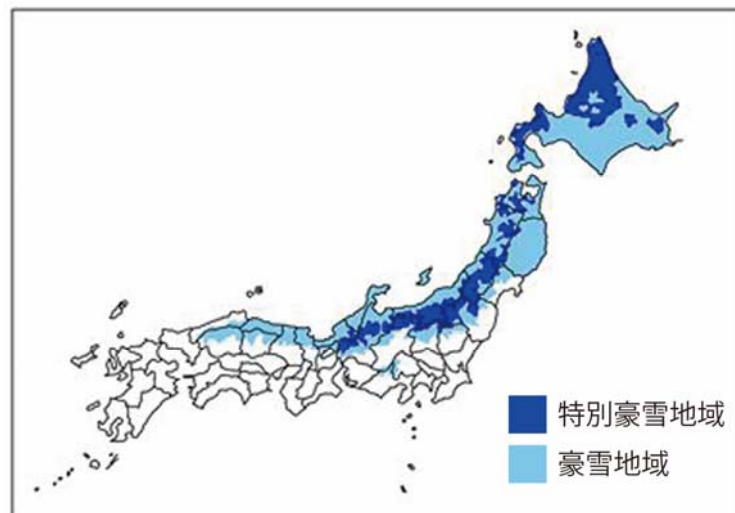


図 2.1.2 冷害地域分布図

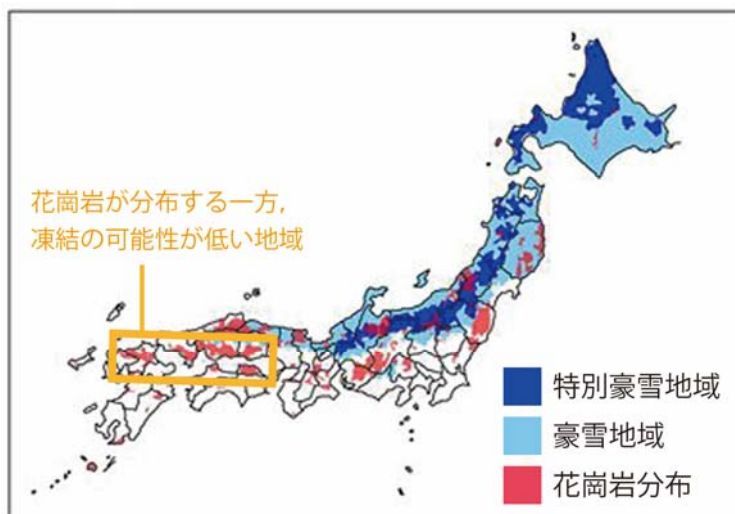


図 2.1.3 花崗岩-冷害地域分布合成図

2.2 版築施工法の提案

2.2.1 版築を版築らしくつくること

版築工法は，型枠に材料を流し込んで打ち固めて作ることから，コンクリート打放し工法と近似している。しかし，版築らしく作るためには，コンクリート打放しのイメージから離れる必要がある。コンクリート打放しとは違う版築らしさを表現するにおいて重要なものに，下記の3つが挙げられる。

<コンクリートとの差別化に必要なこと>

- ・ 縞模様
- ・ 土色
- ・ セパ穴がない



写真 2.2.1 版築壁面

2.2.2 版築工法の施工事例

一般的にコンクリート打放しにおけるセパレーターの役割は、型枠の固定にある。型枠が揺れ動かないようにタイバーを締め込むことで、引張と圧縮を同時に補強する。しかし、本島や郡家町で制作した作品は意匠的な側面を考慮し、セパレーターを使わないで施工する方法を試みた。

本研究で提案する施工方法を単的に言えば、引張力と圧縮力を分解して型枠固定を行う。

具体的には、作業能率を向上させるために型枠を 450 幅で製作し、2 枚ずつ盛変えながら、圧縮はバタ角、引っ張りは番線で固定を行う。圧縮力については、材料が充填されていない時はバタ角によって圧力を負担し、材料が充填された後は、その材料が圧力を負担する。引張力は番線により行い、型枠脱型時に一緒に外す。番線の利点は、土が茶色であり、番線のサビ色が同色であることで目立ちにくい特性がある。また、番線自体が細いため打設圧力をより均等に伝えることができる。

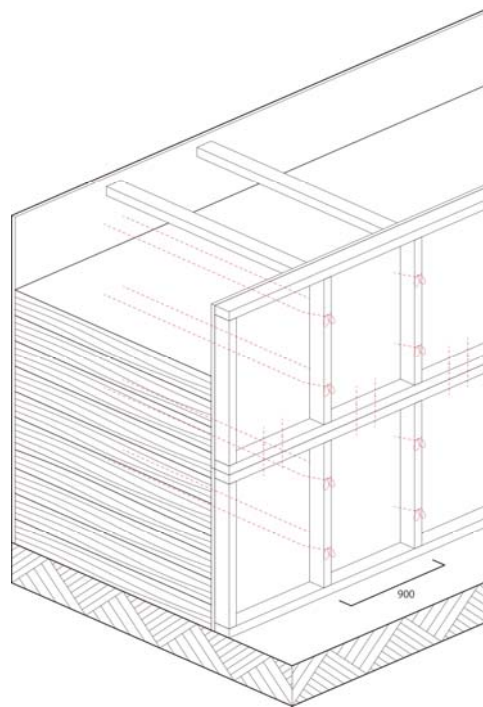


図 2.2.1 セパレーターを使用しない施工方法 1

2.2.3 寸切りを使ったボルト工法（改良版）

コンクリート用型枠の場合、タイバーを鋼管に固定するが、本工法では鋼管に固定を行わなかった。それは型枠の盛り替えを行うため作業動線の確保のためであるが、それにより力が抜けやすくなる傾向が見られた。そこで鋼管に補強を行う工法を参考としながら、新たな改良版工法を考案した。

番線による引張力は、比較的確保できた。しかし、番線を括るには技術を必要とし、圧力コントロールを習得しなければならない。この部分を寸切りのボルトを用いることで、引張力を安定して確保することができた。最終的に寸切りは抜き取り、その穴を補修することでサビの心配も無くなる。

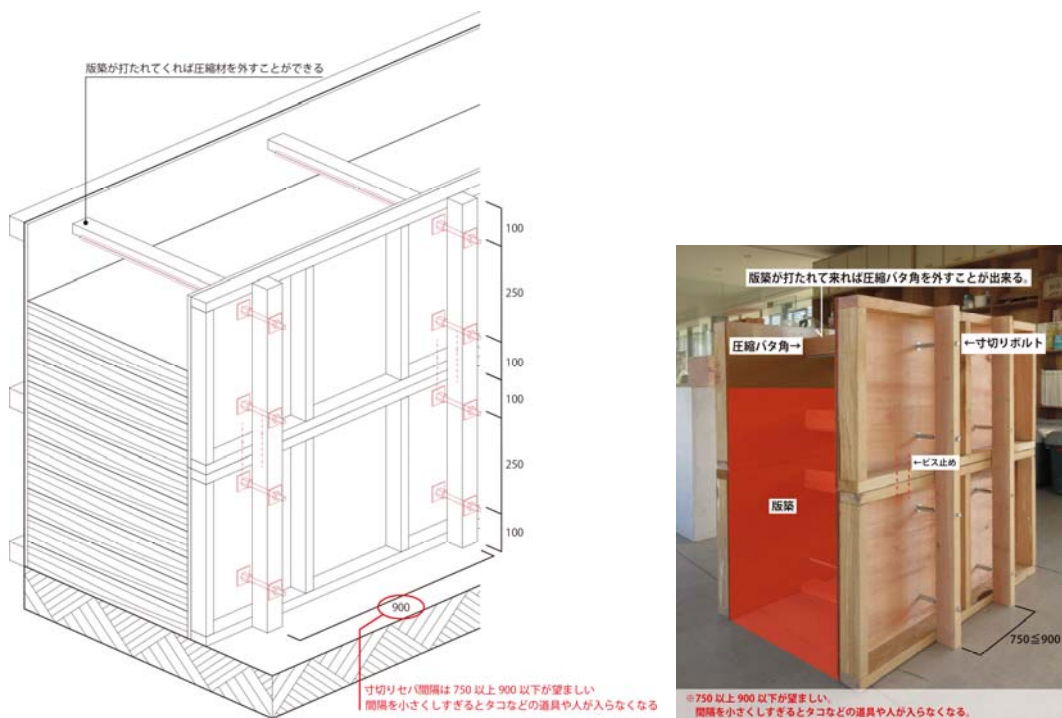


図 2.2.2 セパレーターを使用しない施工方法 2（1の発展版）

2.3 経年変化によるインシデントの発見

2.3.1 施工後5年における現況

瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島の「とぐろ」を対象として、経年変化を観測する。その目的は、版築建築の竣工後に想定されるインシデントを探ることである。図 2.3.1 と写真 2.3.1 に「とぐろ」の経年変化における風雨・虫害被害の様子を示す。

版築を施工後5年間、野ざらしにした結果をこの建築で見ることが出来る。この建築は3年に一度の瀬戸内国際芸術祭のパビリオンとして使用される以外は日常的には使用されず、島を訪れる観光客に外観のみ公開されている。そのため外部は風雨に曝され、暴露実験と同様の状態になっているためナチュラルインシデントの知見を得ることが出来る。

- ・屋根の架かる部分は、方角などに関係なく健全な版築が保たれている。

写真①：美しい版築が保たれている。

- ・版築は方角によって、劣化度合いが異なることがわかる。

写真②：北側が特に劣化している。

- ・版築の上部に保護のない場合、劣化することがわかる。

写真③：版築の頂部に保護のない部分は劣化している。

- ・コーナー等の型枠強度が低かった部分は表面劣化より内部劣化がある。

写真 A：型枠強度の低い部分。

写真 E：材料の圧縮強度不足がわかる。

- ・版築の足元や湿度の多い部分に虫害が発生する。

写真 F：北面の日陰になり水分が蒸発しにくい部分には虫害が起きている。



写真 2.3.1 竣工から5年後の風雨・虫害被害の様子
 (①～③：全体、A～F：詳細)

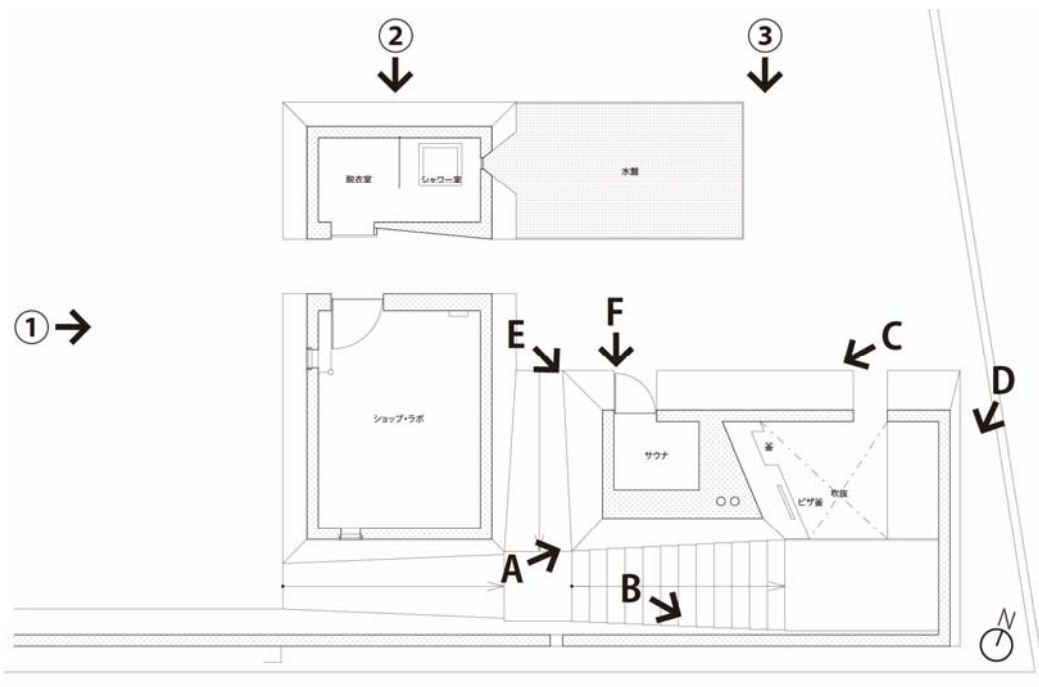


図 2.3.1 風雨・虫害被害の撮影箇所

上記のことから方角格差と型枠強度、天端保護、虫害、足元の毛細管現象が重要なインシデントとわかる。

既往の虫害研究では、藁などの有機物をつなぎとして使った場合虫害があるとされていたが、この版築では有機物の混入が少ない版築においても湿度が多く、日陰の部分では虫害の発生が起こることがわかった。天端保護をするためには、庇の出と高さを 1:10 以上の比率で庇を設けることが版築を保護することにつながる。足元の水分を毛細管現象で吸い上げないためには、犬走りや石積みで毛細管現象を切ることが効果的である。また、天端保護と毛細管現象を切る施工を行えば、方角に関係なく健全性が保たれることもわかった。

図 2.3.1 からは、方角によって版築の劣化速度が異なることが読み取れる。その原因の多くは虫害であり、水分を多く含み日陰になりやすいところに、虫が発生していることがわかる。また、北面の屋根のかかっていない足元にも虫害が発生しやすいことがわかった。

左からワラジ虫，ダンゴムシ，カツオブシ虫，蟻，シミ。その他，ヤスデ，ナメクジ，カマドウマが見られた。いずれも湿度の高い場所を好む虫ばかりである。藁などの有機物をほとんど含まない版築でも苔やカビの胞子発芽，虫の死骸などが原因となり，版築に虫害を及ぼすことがわかった。以上のことから日陰の湿度が多い部分は，虫害の危険性が高い。



写真 2.3.2 虫

2.3.2 版築における毛細血管現象

スプーンに紅茶をすくい、角砂糖を載せると毛細管現象が起こり、角砂糖に紅茶が滲み込んでことがわかる。版築のようにポーラスな素材も同様に、水を吸い上げる能力がある。版築が壁体内に水分を含むことで、風雨・虫害被害にも影響を及ぼし、壁面が崩れやすくなる。そのため水を吸い上げる作用を遮断することが必要となる。

上記のインシデントの発見より、
下記の2つを提言する。

- ・コンクリートによる犬走りを設ける
- ・石などによる下駄履



写真 2.3.3 滲水の実験様子

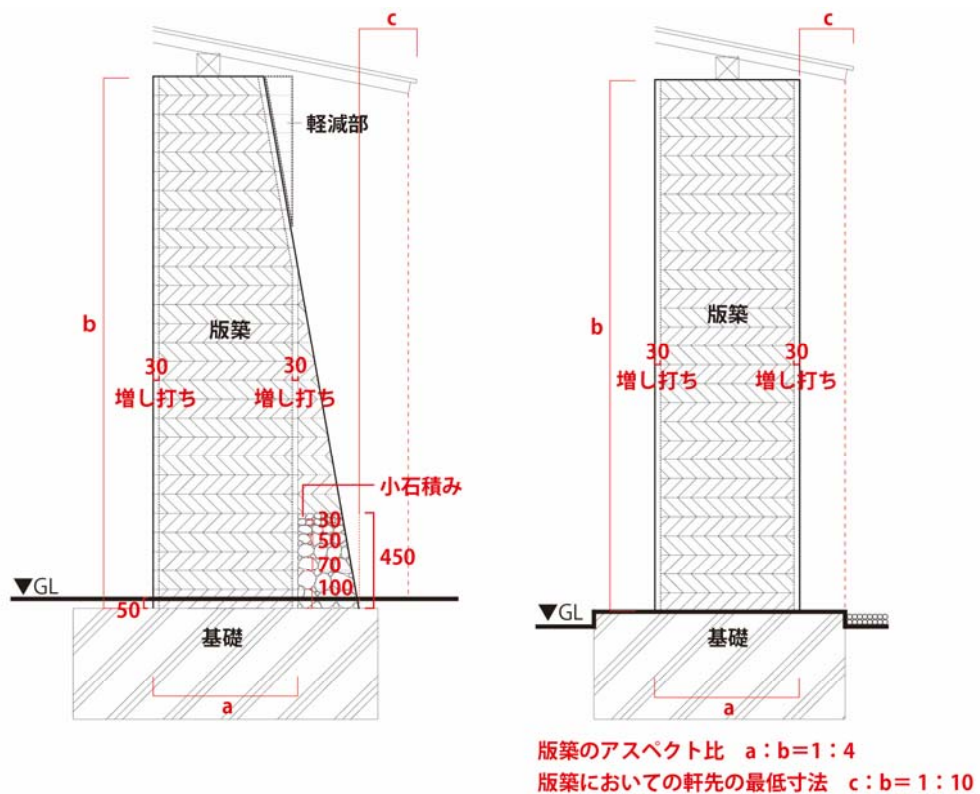


図 2.3.2 軒先寸法比率⇒毛細管現象を切るために石積みを行う

2.4 小結

本研究では、版築が版築らしく見えるための施工技術について研究を行い大きく2つの結論を得ることができた。

1つ目には、「版築のための型枠」についてである。RC造とは異なった型枠の工夫として、古来の版築技術の典型的な番線型枠による側圧コントロールから、本研究では寸切りボルトによる型枠を開発・提案・実証することができた。

もう1つは、実際の版築の経年変化を観察することで得ることができたインシデントの発見である。特に、虫害や風雨被害を実地調査により発見することができた。こうした原因の多くが「毛細管現象」であることがわかった。本章では犬走りや石積みで毛細管現象を断ち切るために、版築の天端を保護する重要性も説いてきた。これは大工の世界で長持ちする建築の鉄則として「傘とゲタ」と言われていることと同義である。最後に美しい版築の醍醐味は、連続した縞模様である。本研究で提案する工法は、それを実現するものであり、意匠的な有効性を示している。また、版築は物理的に連続した組積造でもある。

第 3 章

『材料（実験）』

はじめに

版築は古典的な技法で古くから寺社仏閣などの壁として構築されてきた。古典的構法は、固化材として石灰と苦汁を使用しているが、職人の経験に基づいて施工されていることが多く、材料特性など不明な点が多い⁸²⁾。現代構法への応用として、セメントを固化材にした版築研究はいくつかみられるが、事例は少ない⁸⁵⁾。またソイルセメントは古くから数多く研究されており、地盤改良や路盤材などでの施工事例も多い⁸⁶⁾。最近では細骨材資源の枯渇から土を細骨材としたコンクリートの開発研究も見られる^{87)、88)}。版築は建築基準法において材料特性が定められておらず、国内において建築構造の主要な材料として用いられた例は極めて少ない。したがって、版築の建築構造への適用にあたっては、まずは構造強度を明確にすることが最も重要な課題である。

本章では、土にセメントを混入して突き固めた版築材料の基礎物性を確認することを目的に、供試体をつくり破壊実験から強度特性の把握を行った。更に版築を建物外壁として使用するにあたり、意匠性・風雨に対する耐久性（長期材齢における強度変化、吸水性、劣化度）についても検討した。

3.1 材料実験の概要

建築基準法には、版築工法に関する規定がない。そこで版築工法による構造体設計を行うため、材料に関する様々な情報を揃える必要があった。本島プロジェクトの建築では真砂土を主原料として版築を製造するが、2.1節で述べたように、圧縮強度 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 程度の材料として築造する必要があるため、固化材としてセメントを配合して強度を高めることとした。また、長期間風雨に晒されても劣化しない耐久性についても確認する必要があった。

セメントを混入した土質材料の耐久性を確認するために、1年間屋外暴露し、強度の推移を調べた。土は吸水性が高いため、乾湿の度合いによる強度変化も確認した。そして、版築の施工条件を確認するため、締め固めの度合いとセメント濃度の違いによる材料強度を確認した。

3.2 使用材料

本研究で使用する土は、広島県東広島市の山中から掘り出し、オーブンで十分に乾燥させたものを使用する。土質試験の結果を表 3.1 に示す。この結果より本実験で使用した土は、真砂土で沖積層の砂質土であると判断される。また土粒子の密度は大きく、間隙率が低いため、粒径が大きいことがわかる。図 3.2.1 にふるい分け試験の結果を実線で示すが、点線はコンクリート用細骨材の粒度の標準である。およそ砂の標準粒度の範囲内に分布していることがわかった。供試体作成に使用した水は水道水、セメントは普通ポルトランドセメント、砂を使用した配合ではコンクリート用標準粒度の川砂を使用した。

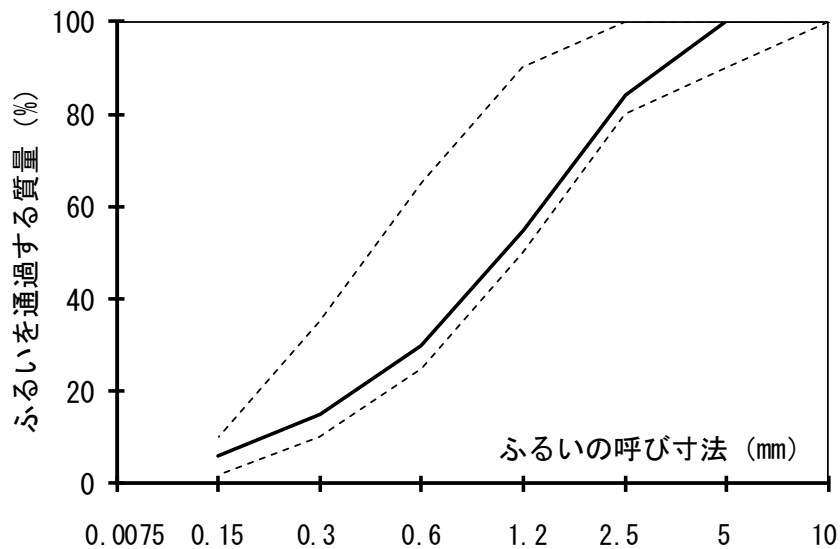


図 3.2.1 ふるい分け試験の結果

表 3.2.1 本実験で使用した土の物性

含水比 (%)	土粒子の密度 (g/cm ³)	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙率 (%)
5.21	2.65	1.87	1.44	45.75

3.3 長期材齢について（暴露試験）

配合は重量比でセメント 0.5，土 0.25，砂 0.25 を混合したもの（Type I）とセメント 0.4，土 0.6 を混合したもの（Type II）の 2 種類とした。配合により必要な水量は異なるが，施工性が同程度となるように，フロー値が $150 \pm 10\text{mm}$ になるよう加水量を調整した。

フレッシュ性状としてフロー値は，砂を配合した Type I が 135mm，土のみの Type II は 152mm となり，砂が含まれた供試体はややフロー値がやや小さくなった。JISR5201 に規定された方法で鋼製型枠に詰め，2 日後に型枠から取り出した後，屋外暴露養生を開始した。建物の屋上で押えコンクリート面から約 1m の高さに水平から 45° 傾けて南面に向けて並べた。材齢 1 か月，3 か月，6 か月，1 年目で単位体積重量と圧縮強度，曲げ強度を測定した。

図 3.2 に単位体積重量，図 3.3.2 に圧縮強度，図 3.3.3 に曲げ強度の時間的推移をそれぞれ示す。単位体積重量は，砂を混入した Type I が 1 年後に少し小さくなっているが，原因は不明である。圧縮強度は配合にかかわらず，1 年後も緩やかに増加する傾向にある。

曲げ強度は土だけの Type II は緩やかに低下しており，風化や収縮の影響があると考えられる。一方の砂を入れた Type I は，年間の変動が大きかった。供試体製作は 8 月で，1 ヶ月目は 9 月，3 ヶ月目は 11 月，6 ヶ月目は 2 月に強度試験を行っている。気温と湿度の影響で乾燥収縮が大きく，試験前の降雨による吸水の影響も考えられる。

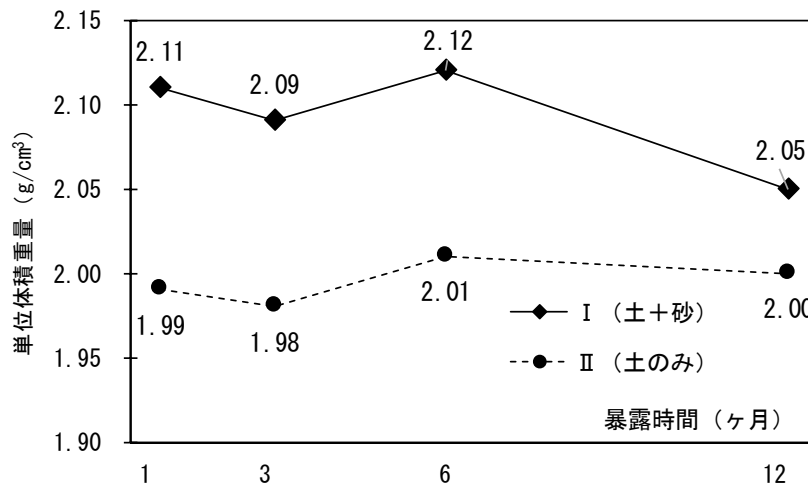


図 3.3.1 単位体積重量の推移 (暴露試験)

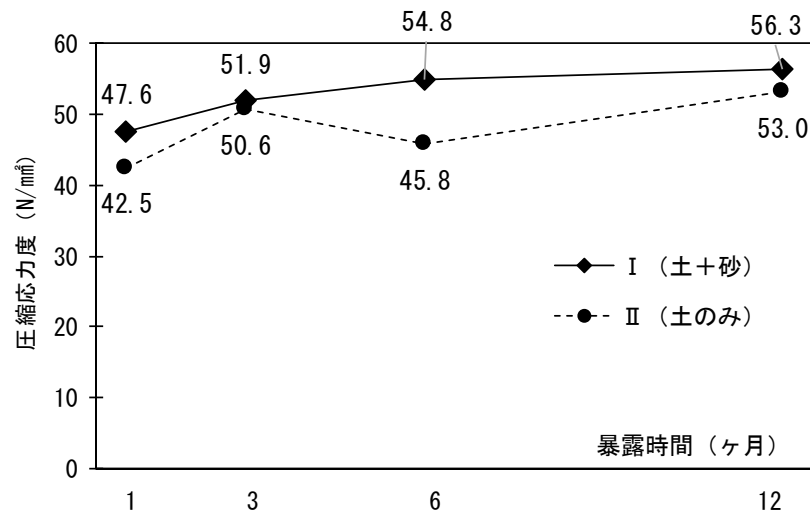


図 3.3.2 圧縮強度の推移 (暴露試験)

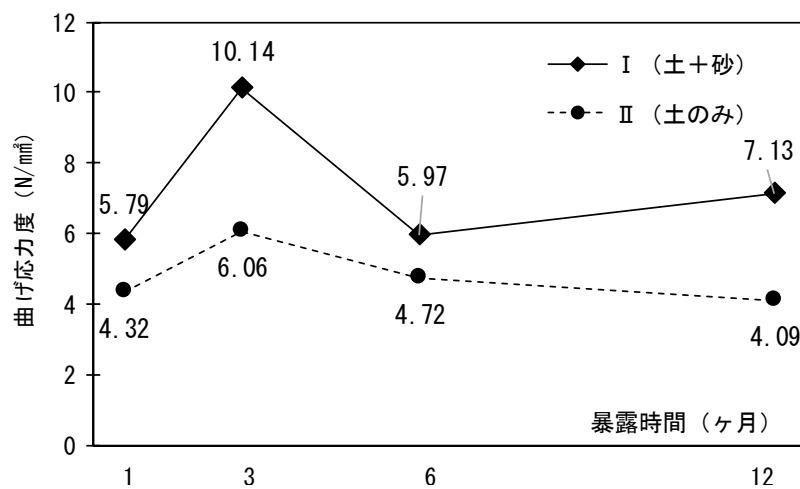


図 3.3.3 曲げ強度の推移 (暴露試験)

3.4 吸水性の確認

土は吸水性や保水性が高く、外壁などに使用した場合に吸水乾燥による膨張弛緩の影響でひびわれる事が予想される。土供試体の乾燥状態と湿潤飽和状態の強度を調べ、吸水と強度の関係を確認する。配合は上記 Type II に相当し、セメント 0.6，土 0.4 として砂は混入しなかった。吸水性の実験は以下の手順に従い、吸水率と圧縮強度，曲げ強度を計測した。

- 1) 打設後 28 日水中養生した供試体を 100°C で 48 時間乾燥させる。
- 2) 乾燥状態の強度試験を行う（乾燥状態）。
- 3) 残りの供試体は、乾燥時の質量を測定した後、再び水中に沈める。
- 4) 1 時間，6 時間，1 日，7 日後の質量を調べ、吸水量を測定する。
- 5) 7 日目の吸水量測定後に、強度試験を行う（湿潤状態）。

吸水量の推移を図 3.4.1 に、乾燥状態と湿潤状態における強度の比較を図 3.4.2 に示す。図 3.4.1 から供試体は 6 時間程度で十分に吸水し、その後はあまり吸水量が増えないことがわかる。図 3.3.2 と図 3.3.3 より、材齢 28 日目の圧縮強度 42.5N/mm^2 ，曲げ強度 4.32N/mm^2 であるが、一度乾燥しても再び吸水されれば、もとの強度に戻ったことになる。乾燥状態で強度が高くなっているのは、乾燥により乾燥収縮が加わり、内部ひずみが大きくなったためと考えられる⁸⁹⁾。

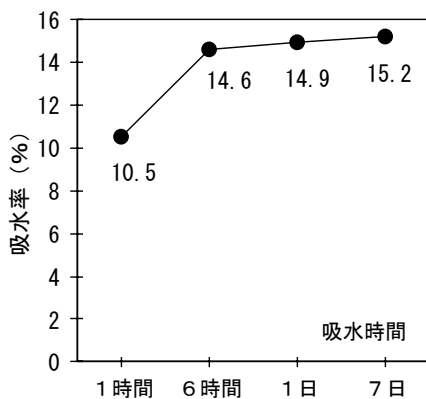


図 3.4.1 吸水率の時間的变化

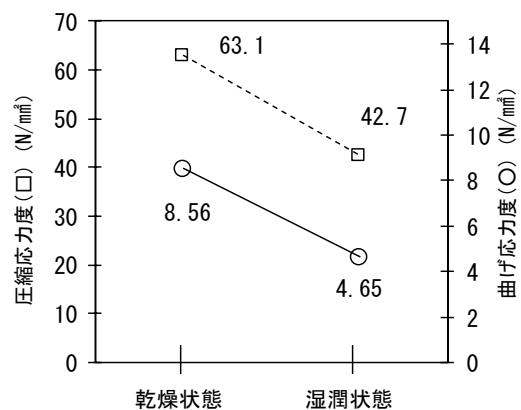


図 3.4.2 乾湿状態の違いと強度変化

3.5 版築材料の実験

ここでは突き固めを行った版築材料の性状を調べる。版築は土を突き固めることにより強固になるが、この突き固めの程度を定量化するために“締め固めエネルギー”が用いられる。既往の研究では、 $1E=2500\text{kJ/m}^3$ 程度で供試体を製作しているものが多い。

締め固めエネルギーと強度の関係を調べるため、体積比で土 95、セメント 5 の配合で、 $\phi 100\text{mm}$ の円柱供試体を製作した（表 3.5.1 の実験 A）。圧縮強度の実験結果を図 3.5.1 に示す。締め固めをしないもの($E=0$)は、試験前に崩壊したので強度データはないが、締め固めエネルギーが大きくなるにしたがって、単位体積質量と圧縮強度は高くなることがわかる。セメント混入量 5 % (体積比)、 $E=2500\text{kJ/m}^3$ で製造すると、圧縮強度は 6N/mm^2 程度になることが分かったが、目標強度 10N/mm^2 に対して小さい結果となった。

目標強度 10N/mm^2 程度を出すため、もう少しセメントを増やしたい。しかし、セメントを多量に混合すると白っぽい色になるため、版築特有の土色の積層グラデーションが失われる。ここでは、セメントの量と版築強度の関係を確認するため、セメント混入量を変えて、版築工法による供試体を製作した（表 3.5.1 の実験 B）。図 3.5.2 に実験結果をまとめる。セメント混入量にほぼ比例するように圧縮強度が増加し、10%程度で目標強度の 10N/mm^2 にほぼ近付いていることがわかる。

セメント濃度を变化させた供試体の写真を、写真 3.5.1 に示す。セメント濃度 10%で少し灰色っぽくなるが、版築特有の色合いは失われていない。しかし、15%混入すると明らかにセメントらしい灰色が強くなった。

以上より、セメント濃度 10% (体積比)、締め固めエネルギー 2500kJ/m^3 程度で製造すると、版築特有の色合いを残しつつ、 10N/mm^2 程度の強度が出ることを確認した。

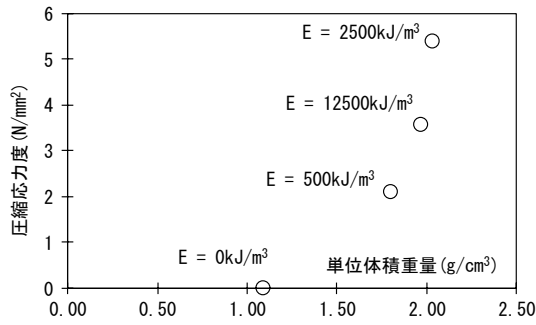


図 3.5.1 締め固めエネルギーの違いによる単位体積重量と強度の関係

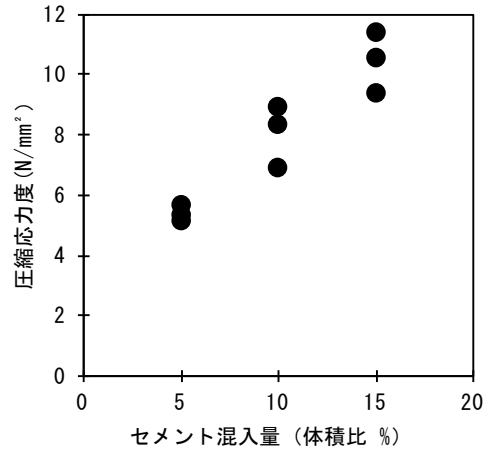


図 3.5.2 セメント濃度と圧縮強度の関係



写真 3.5.1 セメント濃度の違いによる供試体表面の色（左から 5, 10, 15%）

表 3.5.1 版築材料の実験概要

締め固めエネルギーの違い(A)		セメント濃度の違い(B)		共通条件		
締め固めエネルギー(kJ/m ³)	セメント濃度(土との体積比)(%)	締め固めエネルギー(kJ/m ³)	セメント濃度(土との体積比)(%)	最適含水比(%) (水質量/土粒子質量)	脱型	養生期間
0	5%	2500	0	13	7日	28日
500			5			
1250			10			
2500			15			

3.6 小結

版築を主要な構造とする建築の設計と施工にあたり、版築材料の諸性状を確認するための材料試験を行った。目標強度 10N/mm^2 となる適正配合条件を確認し、更に版築を建物外壁として使用するための意匠性、風雨に対する耐久性についても検討した結果、以下のことが確認された。

- ① 長期材齢について：1年後でも圧縮強度は緩やかに増加する傾向にある。一方、曲げ強度は1年間の間に小幅に変動が見られるが、これは乾湿の影響と考えられる。
- ② 吸水性について：土質材料は数時間で吸水し膨張する。また、乾燥すると体積収縮も大きい。しかし、このことによる強度への影響はあまりないと考えられる。
- ③ 版築材料について：セメント濃度は体積比で10%、締め固めエネルギー 2500kJ/m^3 程度で製造すると、版築特有の色合いを残しつつ、 10N/mm^2 程度の強度を出すことができる。

震災や土砂災害の応災の社会文化の健全化において最も対応が遅れている取り組みは、災害によって大量に発生する土砂や瓦礫の撤去処分である。土砂や瓦礫は、一般には再利用できないものとされているが、制度的な問題はあるものの、材料として見直せば、輸送コストの削減も見込める。筆者はそこに着目し、土砂などを活用した版築を考案した。応災研究の一環で始めた研究であるが、断熱性能や意匠性などを踏まえて行けば、版築の可能性は応災に留まらないこともわかってきた。

第 4 章

『応 用』

はじめに

筆者は瀬戸内国際芸術祭 2013 秋本島での、「とぐろ」制作や版築の分析・検証の経験を踏まえ、版築ハウス⁴²⁾の制作を行った(図 4.1.1~4.1.4, 写真 4.1.1~4.1.4)。本章では、この版築ハウスの建築設計・施工方法を概説し、版築の現代建築への応用の可能性について考察する。

01) 4.1 版築ハウス

生活を見渡す平面とセルフビルドの版築壁

2013 秋、瀬戸内海の本島で瀬戸内国際芸術祭参加作品「善根湯×版築プロジェクト」(『新建築』1404)を制作した。多くのボランティアの協力で完成した版築建築である。来る日も来る日も土に向かい、土を突き固めること半年。版築作業に参加していただいた人たちは何を感じただろうと考えていたが、その中に、版築で自宅を建てたいという人が現れた。「版築の地層のような表情が美しくとても気に入った。できることならセルフビルドで作ってみたい」と言うのだ。提案したものは、子供たちとの生活をパノラマのように見渡せる平屋だ。版築の構造的な特性を生かし、家族の生活と環境を見渡すには平屋は最適である。プランは、北川の庭に面して居室と廊下がある北向きの計画である。映画でいう長回しのワンカットを撮影するカメラの位置に、家事の中心ともなるキッチンを設けることで、そこから家の中を見渡せる。また、北川の芝庭もシーンに取り込めるように、北面に大きな開口部を設けた。廊下にライブラリーやキッチンといった昨日をもたせ、さらに大開口による解放感を与えることで、生活のうえで廊下を感じさせない。

もうひとつの大きなテーマは、建主自らセルフビルドに挑戦することである。「外壁の版築はどうしても自分の手でつくりたい」との希望もあり、大工仕事で木造軸組みをつくり、セルフビルドで版築壁を築き上げる方法をとった。版築壁の厚さは 70 mm。構造用合板の下地でフォームをつくり、そこに型枠を組み、丁寧に版築で仕上げる。構造体として版築で仕上げたものではないが、版築特有の重厚感や、断熱効果は十分にある。木造平屋はセルフビルドの版築と相性がいい。版築はせん断力に弱いので、縦に長い壁を構築するにはセルフビルドでは強度が追いつかないし、2階建てになれば施工難易度も格段に上がる。平屋であることで、テクニカルな問題が発生しないのだ。

重厚な版築の木造平屋は讃岐平野によく映える。実家を母屋に見立てれば長屋門にも見えてくる。讃岐富士と長屋門がこの地の原風景とも重なって見えた。

(引用：住宅特集 2018 年 3 月号, 152-159)

奥に讃岐富士を望む。長屋門を連想させる外観



写真 4.1.1 南西側外観

版築上部は木造建て方の場合、狐格子仕上げとする。



写真 4.1.2 南側外観



中二階からの見下げ，正面の壁は浮造り型枠による版築

写真 4.1.3

リビング・ダイニング



パノラマ状に見渡せる部屋

写真 4.1.4

ライブラリー



4.1.5



4.1.6



4.1.7



4.1.8



4.1.9



4.1.10



4.1.11



4.1.12

写真 4.1.5 左官版築の型枠

写真 4.1.6 ラスに 70 mmの施工

写真 4.1.7 版築の様子を見る

写真 4.1.8 高い位置の施工型枠

写真 4.1.9 版築と足場

写真 4.1.10 70 mm毎に材料の充鎮

写真 4.1.11 版築のコーナー

写真 4.1.12 版築の水洗い

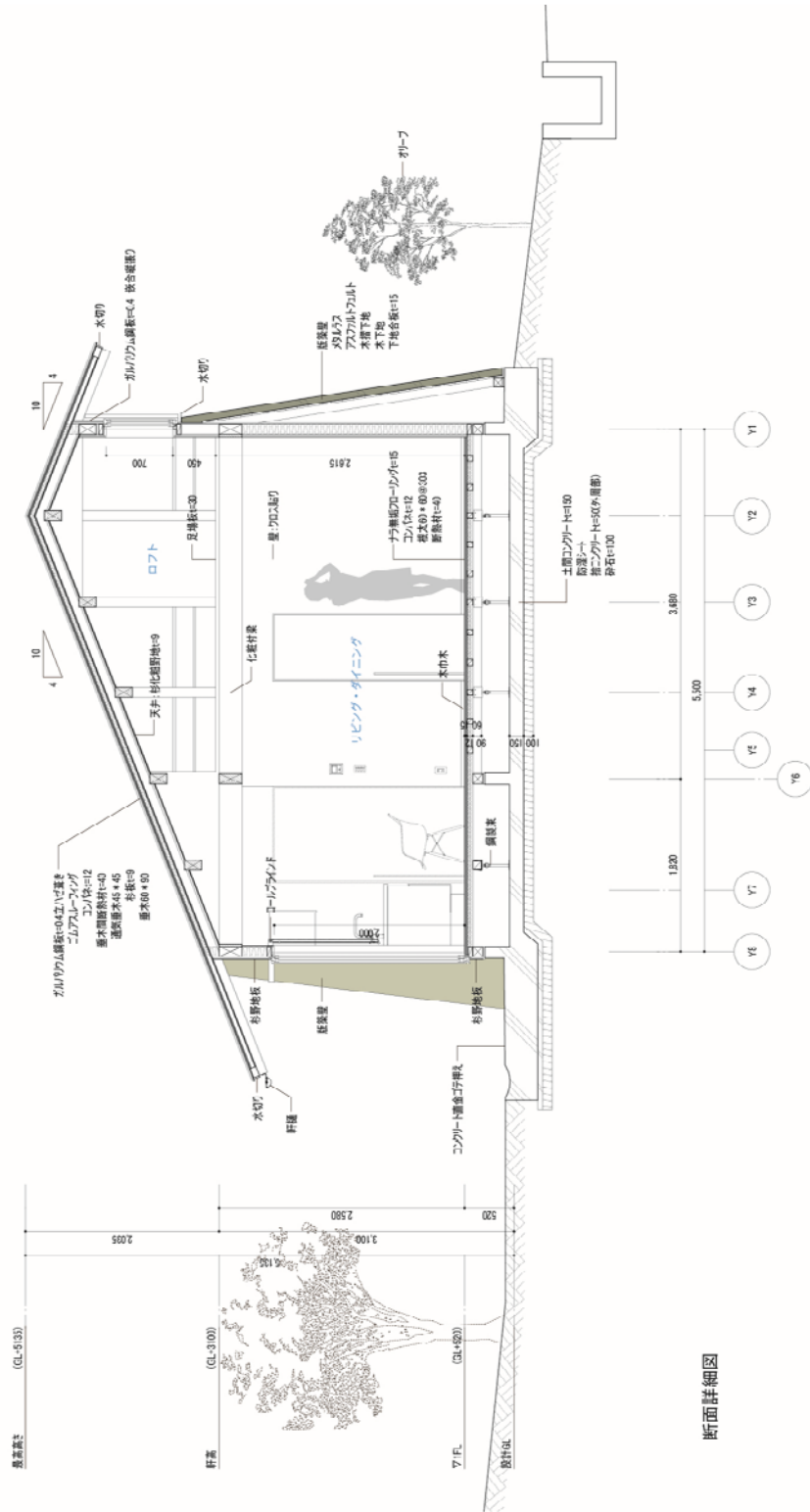


図 4.1.2 断面詳細図

70 mmの左官版築断面，基本的に主架構を木造とした場合，平屋にすることが望ましい。
 転倒応力がかからないように，壁を傾斜にして内側に常に荷重した状態を作る。

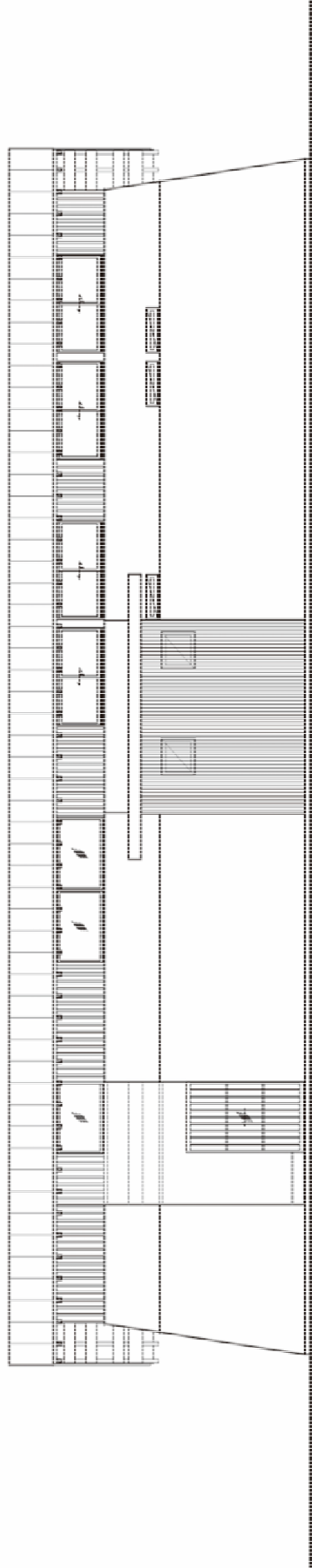


图 4.1.3 南侧立面图

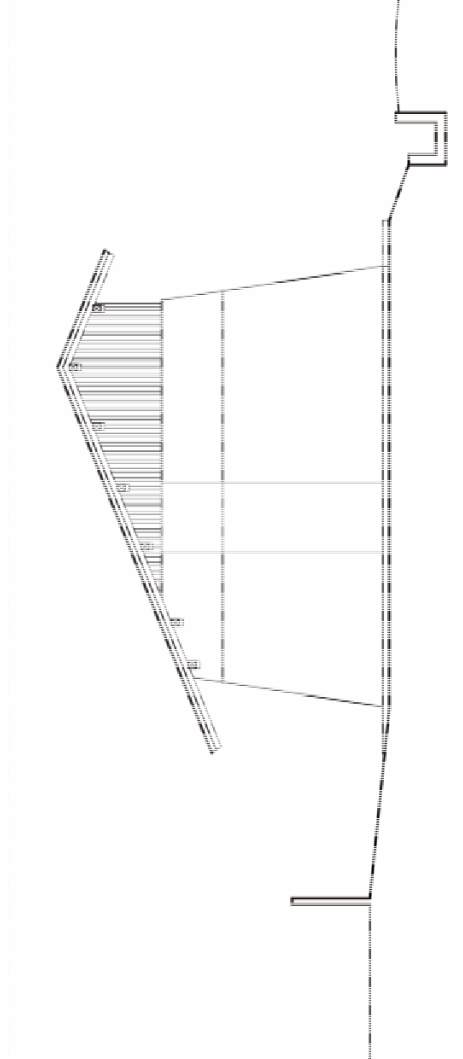


图 4.1.4 西侧立面图

4.2 現代建築における版築の可能性

表 4.2.1 が示すように、日本の建築の耐用年数は非常に短い。耐用年数的には 50 年が限界である。一方、どのような建築が長く使われるかについては、1 章の研究より、風格があり愛着のもてる建築でなければ長く使い続けられない。材料として長期保存・保護されることと、愛着を長期的に維持されることが重要であることは前述した通りであり、建築がエモーショナルであることは重要な要素である。

コンバージョンやリノベーションのような利用意識を誘発させる頑丈な建築にこそ、オーガニック感のある SLOW 建築が求められる。本研究で取り上げた版築は、再利用可能な材料であり、産業廃棄物の再利用化も視野に入れた未来の材料となり得る。リサイクルシステムの輪の中に建築があることはこれからの建築のあるべき姿といえよう。

表 4.2.1 耐用年数（建物）
国税庁調査データ参照

構造・用途	細目	耐用年数
木造・合成樹脂造のもの	事務所用のもの	24
	店舗用・住宅用のもの	22
	飲食店用のもの	20
	旅館用・ホテル用・病院用・車庫用のもの	17
	公衆浴場用のもの	12
	工場用・倉庫用のもの（一般用）	15
木骨モルタル造のもの	事務所用のもの	22
	店舗用・住宅用のもの	20
	飲食店用のもの	19
	旅館用・ホテル用・病院用・車庫用のもの	15
	公衆浴場用のもの	11
	工場用・倉庫用のもの（一般用）	14
鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造のもの	事務所用のもの	50
	住宅用のもの	47
	飲食店用のもの	
	延面積のうちに占める木造内装部分の面積が30%を超えるもの	34
	その他のもの	41
	旅館用・ホテル用のもの	
	延面積のうちに占める木造内装部分の面積が30%を超えるもの	31
	その他のもの	39
	店舗用・病院用のもの	39
	車庫用のもの	38
公衆浴場用のもの	31	
工場用・倉庫用のもの（一般用）	38	
れんが造・石造・ブロック造のもの	事務所用のもの	41
	店舗用・住宅用・飲食店用のもの	38
	旅館用・ホテル用・病院用のもの	36
	車庫用のもの	34
	公衆浴場用のもの	30
	工場用・倉庫用のもの（一般用）	34
金属造のもの	事務所用のもの	
	骨格材の肉厚が、（以下同じ。）	
	4mmを超えるもの	38
	3mmを超え、4mm以下のもの	30
	3mm以下のもの	22
	店舗用・住宅用のもの	
	4mmを超えるもの	34
	3mmを超え、4mm以下のもの	27
	3mm以下のもの	19
	飲食店用・車庫用のもの	
	4mmを超えるもの	31
	3mmを超え、4mm以下のもの	25
	3mm以下のもの	19
	旅館用・ホテル用・病院用のもの	
	4mmを超えるもの	29
	3mmを超え、4mm以下のもの	24
	3mm以下のもの	17
	公衆浴場用のもの	
	4mmを超えるもの	27
	3mmを超え、4mm以下のもの	19
3mm以下のもの	15	
工場用・倉庫用のもの（一般用）		
4mmを超えるもの	31	
3mmを超え、4mm以下のもの	24	
3mm以下のもの	17	

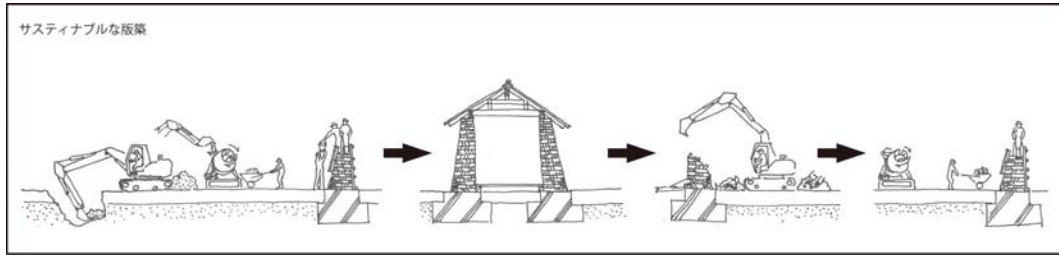


図 4.2.1 サスティナブルな版築

版築は現行の建築基準法では、個別認定を受けなければ建築することができないが、連続礎石構造としての研究を深めていくことで新たな可能性にも期待できる。特にこの工法は引っ張り力を負担する鉄筋を使わないことから、3Dプリンター工法の基礎研究とも成り得る。

図 4.2.2 は、ネパール地震後に地域の人たちに構造的な意識教育を行うために計画したアスペクトの塔である。1:4 の比率で塔状に構築する。災害支援の現場でも瓦礫の再利用案として版築に可能性がある。

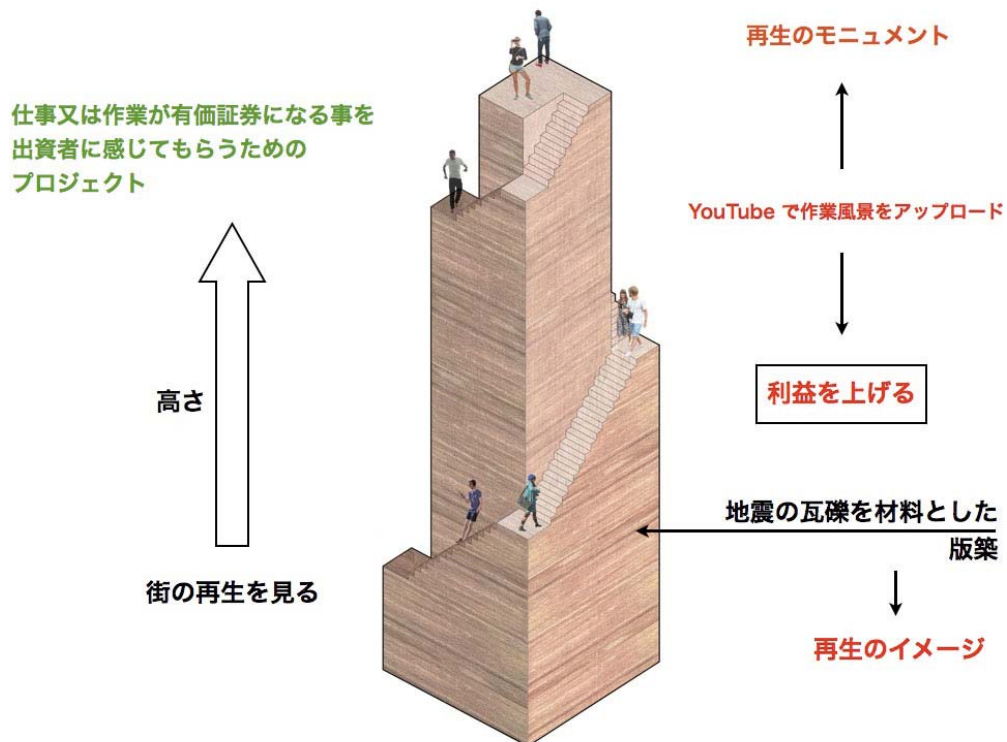


図 4.2.2 災害支援時における版築の可能性
(ネパール地震の瓦礫で作る版築のオブジェ)

4.2 小結

本研究では、現代建築での版築の応用を試みた。現行の建築基準法では個別認定でなければ版築構造は認められないが、本件では木造を主架構とすることで版築を構造とせず、意匠材料として採用することで可能性を拓いている。版築の分類的には左官版築にあたる工法である。

第1章での研究で考察されたコントロールされた土の縞模様は、有機的で風格を醸すものに繋がった。

第2章で開発した工法を採用した。寸切りボルトを使った型枠で施工を行い、最終的にボルトを抜き、取り補修を行うことで、美しい版築を実現させている。地面からの毛細管現象を起こさないようにするために、犬走りで水を切り、高さに対して1/10以上の庇を出すことで版築の美しさを長く保つようにしている。

実際の現代建築で版築を応用的に採用できたことは、大きな一歩である。木造とのハイブリッドという版築の可能性を広げる試みである。耐用年数の短い日本の建築において、再構築が可能な建築材料である版築は、サステイナブルな工法であり、リノベーションを誘発させる風格をもつことから、現代建築においても可能性は十分にある。同時に、鉄筋を使わない3Dプリンターの基礎研究ともなり得る可能性もある。

結 論

本研究は、現在の日本社会と建築のあり方に警鐘を鳴らすべく、版築による建築を再考するものである。冒頭でも述べたように災害の多い国でありながら、個人レベルでの生存生産能力が非常に劣ることと、今後社会が抱える建築系産業廃棄物の問題へのカウンターテクノロジーとして版築の有効性を目標に掲げ、様々な角度から研究を行ってきた。

第1章では、設計手法を下敷きに、意匠と版築の関係性について言及し、版築の意匠的な意義を証明している。「エイジング」と「乱れ」の研究によって、オーガニックな材料として版築がエモーショナルな建築を生み出す材料であることを証明した。

版築の魅力は有機材料であることだけでなく、デザイン的な「乱れ」にもあることが検証された。これは無機的な材料にも転用できる要素であり、「乱れ」を確率や乱数を用いてコントロールしたうえで、最終的には自然界の乱れ効果に任せる。そうすることで無機的な材料を用いたデザインにも愛着を誘発させることが可能であることがわかった。逆説的には、版築は有機的な素材をより人為的な工法で施工したものであり、人為的に十分コントロールをしなければ粗暴で荒々しい建築になりかねないことも同時に示唆する結果となった。

第2章では版築の施工条件を制作や経年変化で得た知見をもとに、地域特性やインシデントの分析を行い、意匠的かつ安定的な版築の新しい施工技術の開発研究を行なった。版築が版築らしく見えるための施工技術について研究を行い、大きく2つの結論を得ることができた。1つには、「版築のための型枠」についてである。RC造とは異なった型枠の工夫として、古来の版築技術の典型的な番線型枠による側圧コントロールから、本研究では寸切りボルトによる型枠を開発・提案・実証することができた。もう1つは、実際の版築の経年変化を観察することで得ることができたインシデ

ントの発見である。特に虫害や風雨被害を実地調査により発見することができた。こうした原因の多くが「毛細管現象」であることがわかった。本件では犬走りや石積みで毛細管現象を断ち切ることと、版築の天端を保護する重要性もわかった。

第3章では、建築基準法において材料特性が定められていない版築が建築構造の主要な材料として用いられた例が極めて少ないことから、版築の建築構造への適用にあたって、構造強度を明確にする研究をしている。版築を構造的に概説すれば、連続組積構造体と言える。版築はレンガ単体と同等の圧縮力の $10\text{N}/\text{mm}^2$ の圧縮強度を保ち、レンガの横目地や縦目地の部分を持たない。連続した一体のものとして成立させることができ、一定の強度を持った塊を組積造としてつくることを証明した。

第4章では、版築ハウスを題材に応用実例として実証を行なった。現行の建築基準法では、個別認定でなければ版築構造は認められないが、本件では木造を主架構とすることで、版築を構造とせず意匠材料として採用することの可能性を実証している。版築の分類的には左官版築にあたる工法である。実際の現代建築で版築を応用的に採用できたことは、大きな一歩であり、木造とのハイブリッドという版築の可能性を広げる試みであった。

耐用年数の短い日本の建築において、再構築が可能な建築材料である版築は、サステイナブルな工法であり、リノベーションを誘発させる風格をもつことから、現代建築においても可能性は十分にある。同時に、鉄筋を使わない3Dプリンターの基礎研究ともなり得る可能性もある。

本研究では版築を意匠的側面から再考を行ない、一応の結果を得ることができた。しかし版築研究は実例も少なく、多くの可能性を残している。版築はサステイナブルで社会性を持った材料であり、未来を切り開くことが期待できる工法である。今後も版築研究の幅を広げていきたい。

補 遺

表 5.1.1 新建築構造集計表(1)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
1993年	1月号	2	3	7	4					
	2月号	2		3	13					
	3月号		5	6	6					
	4月号	2	4	3	9			RM造2		
	5月号	1	3	5	4			RM造		
	6月号		1	3	12					
	7月号		3	3	7	2				
	8月号	2	3	2	4	1	1			
	9月号	2	1	1	9					
	10月号	1	2	2	7					
	11月号	1	1	1	10					
	12月号	3	2	2	4		1			
1994年	1月号		1	3	9			RM造2		
	2月号		2	1	5	1		RM造2		
	3月号	2	4	2	9					
	4月号	2	6	3	7					
	5月号	2	7	3	6					
	6月号	2	2		12	1				
	7月号	3	4	2	8	1		RM造		
	8月号	2	2	3	7			RM造		
	9月号	1	5	2	10	2		RM造2・PC造		
	10月号	1	2	2	11			RM造		
	11月号	3	5		13			RM造2		
	12月号	4	4	3	6					
1995年	1月号		10	5	24					
	2月号	3	5	7	10					
	3月号	3	7	5	10			PC造		
	4月号	6	4	1	12	1				
	5月号	3	1	3	12	1		SRCRM造		
	6月号	1	6	7	13	1				
	7月号	1	5	3	13			PCa造		
	8月号		7	2	14	1		RCRM造		
	9月号	3	2	3	12	1				
	10月号	3	5	2	10	2		RCRM造		
	11月号	3	6	5	8	1		PTS造		
	12月号	4	4	2	11	2				
1996年	1月号	2	6	4	6					
	2月号		4	5	14		1			
	3月号	3	5	5	10					
	4月号		5	2	8	1				
	5月号	2	4	1	8			Pca造		
	6月号	2	2	3	11			Pca造		
	7月号	2	8	3				RCRM造2		
	8月号		3	2	10					
	9月号	1	5	4	14					
	10月号	2	1	5	8	2				
	11月号		5	3	10	1				
	12月号	10	5		3	1		CFT造		
1997年	1月号	2	6	3	15			土蔵造		
	2月号	1	10	6	18	1				
	3月号	4	3	8	10					
	4月号	1	3	4	8			木造+煉瓦・PCコイル造		
	5月号	2	5	4	3	3				
	6月号	2	1	7	6					
	7月号	2	3	2	11					
	8月号	8	6	1	13					
	9月号	5	7	2	7					
	10月号	1	5	5	12					
	11月号	5	4	2	9			PCa造・焼成煉瓦+RC造・鉄骨鋼管トラス		
	12月号		3	3	13	1				
1998年	1月号	6	4	5	12					
	2月号	3	2	1	12	3				
	3月号	2	4	3	10					
	4月号	1	3	3	11	1		RM造・Pca造・PTS造		
	5月号	1	6	3	11					
	6月号	3	6	2	10	1		RM造		
	7月号	2	7	2	9		1	鉄板構造		
	8月号	2	3	6	8			RM造		
	9月号	9	6	1	13	1				
	10月号	2	6	2	9			RCRM造		
	11月号	1	6	6	11			RCRM造・焼成煉瓦+RC造		
	12月号	5	5	3	8					

表 5.1.1 新建築構造集計表(2)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
1999年	1月号	2	6	6	8	1				
	2月号		7	7	13	1				
	3月号	1	9	4	11	1		鋼板構造		
	4月号	2	6	2	8					
	5月号	1	5	3	7					
	6月号		6	3	15	2		RCRM造		
	7月号	1	5	5	3			RCRM造		
	8月号	2	2	1	11		1			
	9月号	1	4	4	8			PC造・ペーパーハニカム三角格子		
	10月号	1	8	7	9					
	11月号	6	6	4	5			PC造		
	12月号	3	6		10	1	1			
2000年	1月号	1	6	1	7			RCRM造2・空気膜構造		
	2月号	6	3	1	4					
	3月号	3	9	1	10					
	4月号	2	3	5	6					
	5月号		7	4	11					
	6月号	5	4	3	9					
	7月号	2	7	5	10			PTS造		
	8月号	9	4		7	1		鋼板構造2		
	9月号	1	4		9	1		PCaPC造		
	10月号	4	5	1	8			RM造		
	11月号		5	2	8			RM造・丸太トラス・CFT造		
	12月号	3	2	1	10	2		CFT造		
2001年	1月号	2	3	2	12					
	2月号	1	11	3	8					
	3月号	3	4	1	6					
	4月号	5	4	2	10			PC造		
	5月号	1	5	6	7					
	6月号	2	6	5	6					
	7月号	2	3	2	8					
	8月号	14	3		7			SI構造		
	9月号	3	7	1	7					
	10月号	3	4	1	3	1				
	11月号	1	1	3	6			PCaRC造		
	12月号	2	6	6	6					
2002年	1月号	2	4		6			PCaPC造		
	2月号		5	3	9					
	3月号	2	3	1	7			PCaPC造		
	4月号	2	8	2	4			PCaPC造		
	5月号			1	7	2		PCa造・アルミニウム造		
	6月号	1	2	4	7			CFT造・煉瓦組積2		
	7月号	3	7	1	10			竹集成材・煉瓦組積2		
	8月号		6	1	9					
	9月号	5	2	2	8			RM造・TWFS		
	10月号		7	3	8	1		RM造・ベントラドームと鉄骨のハイブリッド構造		
	11月号	1	11	5	7			PCaPC造		
	12月号	4	1	1	7	1				
2003年	1月号	1	7	2	6					
	2月号	12	5	1	4					
	3月号	5	2	3	8			フラットプレート構造・CFT造2		
	4月号	1	8	2	12					
	5月号	2	9	4	6			PCaPC造		
	6月号		15	9	11			CFT造		
	7月号	5	8	1	6					
	8月号	5	6	3	9			PCa造		
	9月号		5	3	13			CFT造		
	10月号	3	7	1	9					
	11月号	2	7	1	8					
	12月号	1	7	1	8					
2004年	1月号	4	12	4	7			SUS造		
	2月号	6	4	1	11			鋼板構造・石造		
	3月号	1	10	1	9			木製パネル構造		
	4月号	5	35	21	28			CFT造3		
	5月号	2	12	3	9			PCa造		
	6月号	3	10		9			PCaPC造		
	7月号	1	5	4	8					
	8月号	2	4	2	14					
	9月号	3	7		11			アルミニウム造		
	10月号	2	10	6	8					
	11月号	4	12	7	8					
	12月号	2	9	6	4			PC造・アルミニウム造		

表 5.1.1 新建築構造集計表(3)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築			
								構造	材料	全体	
2005年	1月号	2	10	2	5		GRC造				
	2月号	1	3	2	9		PTS造				
	3月号	5	12	2	13						
	4月号	1	7	1	9		1	PCaPC造・PC造・スチール コンテナ+PTS造			
	5月号	2	3	2	1						
	6月号		7		9	2					
	7月号	3	4	2	9			PCaPC造			
	8月号		3	2	1						
	9月号	1	6	2	9			形状記憶合金造			
	10月号	3	5	3	8			PCa造			
	11月号	3	4	1	5			アルミニウム合金造・アル ミニウム造・アルミトラス 造			
	12月号		3	1	8						
2006年	1月号	2	11	1	8	1	空気膜構造				
	2月号	1		2	3						
	3月号		2	3	4						
	4月号	1	9	4	4			PCa造・PCaPC造・鋼板構 造			
	5月号	1	6	1	7						
	6月号	3	5	3	7						
	7月号	1	10	3	8			鋼板構造			
	8月号	2	8	2	12	1					
	9月号	2	8	4	8						
	10月号	3	13	2	6						
	11月号	6	7	3	10			PCa造			
	12月号		5	3	5						
2007年	1月号	2	10	1	8		PC造・PTS造				
	2月号		2		4		CFT造				
	3月号	5	10	1	8		PCa造				
	4月号	1	10	5	12		PCaPC造				
	5月号	2	11	3	9						
	6月号		11	3	5						
	7月号	2	6	3	7	1					
	8月号	2	5		15	1					
	9月号	3	5	1	5			石造・PTS造			
	10月号	1	10	2	8						
	11月号	2	4	3	12						
	12月号	2	10	3	4			鋼板構造			
2008年	1月号		6		6						
	2月号		2		2		二重空気膜構造・バルーン 構造・組積造				
	3月号		7	1	2	1					
	4月号	1	14	4	6						
	5月号	2	8	1	4			組石造			
	6月号	1	10	3	12		1				
	7月号	2	6	1	7			PCa造			
	8月号	1	4		14	1					
	9月号	5	9	3	7	1					
	10月号	5	8	2	7					1	
	11月号	4	6	1	3			鉄+ガラス造・煉瓦造			
	12月号	4	6	3	4	1					
2009年	1月号	5	4	2	6						
	2月号		2		5						
	3月号		10	1	14		アルミニウム合金造				
	4月号	8	3	1	5						
	5月号	2	6	3	9			CFT造			
	6月号	2	7	4	10						
	7月号	2	7	3	8						
	8月号	1	6	1	12	1		RM造・PCa造			
	9月号	5	6	3	7			アクリル造・CFT造			
	10月号	5	6	4	5			竹造			
	11月号	5	12	3	9						
	12月号	2	4		11						
2010年	1月号	2	11		10		PCa造				
	2月号	4	5	1	10	1	PCa造				
	3月号	5	8	1	8		RM造・煉瓦ブロック造・石 造				
	4月号	5	9	3	12						
	5月号	2	11		3	1		PTS造			
	6月号	5	9	3	9			PCaPC造			
	7月号	1	7	4	12			木質系パネル構造			
	8月号	3	1	1	12	1					
	9月号	3	6	1	7			合板浅木によるモノコック 構造			
	10月号	7	7	1	6			焼成煉瓦+RC造			
	11月号	1	11	4	8						
	12月号	6	7	4	7			煉瓦組造			

表 5.1.1 新建築構造集計表(4)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築				
								構造	材料	全体		
2011年	1月号	3	1		8							
	2月号	2		3	12	2	1					
	3月号	6	4	1	3	1		PCaPC造				
	4月号	2	7		9							
	5月号	2	6	1	7							
	6月号	6	3	1	6							
	7月号	1	9		5			PTS造・空気膜構造				
	8月号	5		1	7	9						
	9月号	2	9	1	9							
	10月号	8	5	1	8				PCaPC造			
	11月号		5	2	7				CFRP造			
	12月号	17	4		6				木組横造・竹造			
2012年	1月号	3	9	3	8			竹造				
	2月号	1	2		13	1	1					
	3月号	4	5		12			煉瓦組横造				
	4月号	11	5		6							
	5月号	2	7	2	5	1						
	6月号	5	9	3	4	1						
	7月号	1	4	6	5							
	8月号	6	2		8	3			木質パネル構造・PCaPC造			
	9月号	6	8	2	3				煉瓦組横造・ベニヤパネル造			
	10月号	5	6	1	6	1			CFT造			
	11月号	4	9	2	8				鉄骨煉瓦造			
	12月号	8	6		11				RM造・テント構造型可動式サスペンション膜構造			
2013年	1月号	1	6	3	8			煉瓦組横造				
	2月号	6	3	3	8	2						
	3月号	7	8	1	5							
	4月号	10	5		5							
	5月号		11	4	4							
	6月号	12	7		6				アクリル造			
	7月号	5	7	1	7							
	8月号	5	3	1	8	2	1					
	9月号	10	6	1	3				鋼板コンクリート造			
	10月号		9	1	7				煉瓦造			
	11月号	5	5	1	7				PCaPC造・ベニヤパネル造・竹造3・鋼構造・空気膜構造	1		
	12月号	7	3	1	4				紙造			
2014年	1月号	1	5	3	8			ポストテンション鉄筋コンクリート				
	2月号	4	3		10	3						
	3月号	9	2		7							
	4月号	4	10	1	3						1	
	5月号	5	4	3	7				焼成煉瓦+RC造			
	6月号	9	1	1	7				PCaPC造			
	7月号	1	9	2	13							
	8月号	4	2	1	10	5						
	9月号	4	4	3	7	1						
	10月号	1	7	2	7	1			アルミニウム合金造・鋼構造			
	11月号	14	3		1				土蔵造			
	12月号	3	6		11	1						
2015年	1月号	3	8	1	6			ポストテンション鉄筋コンクリート				
	2月号	4	3	1	11	2		PCa造				
	3月号	1	11	1	7							
	4月号	10	7		4							
	5月号	3	8	3	6							
	6月号	1	6		11							
	7月号	12	8	2	5				ステンメッシュ構造・煉瓦造			
	8月号	5	1	2	16							
	9月号	4	9	2	5							
	10月号	6	4	2	3				ステンメッシュ構造・煉瓦造			
	11月号	15	3		1							
	12月号	5	7	2	8				RM造			
2016年	1月号	3	5	1	6							
	2月号	5	3	1	8							
	3月号	2	7	4	2							
	4月号	3	8	3	14							
	5月号	13	4		3							
	6月号	2	8		10							
	7月号	11	5		3							
	8月号	7	3	1	13							
	9月号	8	4	1	6							
	10月号	1	11	4	5							
	11月号	16	3		3							
	12月号	3	7		4				ヨシ造			

表 5.1.1 新建築構造集計表(5)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
2017年	1月号	1	9	1	8		1			
	2月号	8			10	1				
	3月号	1	6	4	9	1	1	ヨシ造・空気膜構造		
	4月号	7	9		9	1				
	5月号	5	9	1	7					
	6月号	5	7		5	1		RM造・ステンレススチール造		
	7月号	9	6	3	6			PCaPC造		
	8月号	9	2		8	2				
	9月号	2	10	3	2			CFT造・ステンレススチール造		
	10月号	4	11	1	8					
	11月号	20	1		2			コンボジット造		
	12月号	7	10	2	9					
2018年	1月号	1	7	4	5					
	2月号	5	3	1	7	3				
	3月号	8	11	1	9					
	4月号	5	4	7	7					
	5月号	6	9	1	12	1				
	6月号	10	6		2	2				
	7月号	1	11	6	10			CFT造		
	8月号	7	4	1	10	2				
	9月号	4	11	3	5					
	10月号	15	7	1	1			RC組積造		
	11月号									
	12月号									
合計	1040	1805	717	2494	113	13	102	0	2	1

表 5.1.1 住宅特集構造集計表(1)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
1993年	1月号	5	1		5	1				
	2月号	10			4	2				
	3月号	8			3	2	2			
	4月号	9			5	1				
	5月号	7	2		6	6				
	6月号	8	2		3	3				
	7月号	8	3		2	2				
	8月号	7								
	9月号	7	1		1	1				
	10月号	7	1		7	2				
	11月号	7	1		6					
	12月号	8	3		4	1				
1994年	1月号	7	1		1	3				
	2月号	9	5		2	3	1			
	3月号	8			4	3	1			
	4月号	3	4		8	2				
	5月号	6	3		3	3				
	6月号	7	2		5	3				
	7月号	10	2		5	2				
	8月号	6	2		4	1				
	9月号	13	1	1	5		2			
	10月号	6	2		9	5	1	PCa造		
	11月号	7	5		10	4				
	12月号	7	1		3	5				
1995年	1月号	10	1		4	1	1			
	2月号	9	2	1	4	3	2			
	3月号	6	4		3	5				
	4月号	12	3		3	1				
	5月号	9	4		2	5				
	6月号	5	1		3	3	1	家具構造		
	7月号	8	3		2	3				
	8月号	10	2	2	7	1				
	9月号	8	4		1	3				
	10月号	6	7		6	3				
	11月号	5	3		4	3				
	12月号	3			9	2		紙管構造		
1996年	1月号	6	7		6	1				
	2月号	8			10	3	1			
	3月号	8	2	1	5	2				
	4月号	10	4		5					
	5月号	14	1		5	3				
	6月号	10	2		6	2		RCB構造		
	7月号	9	5	1	4	1				
	8月号	8	5	1	4	4				
	9月号	1	2		8	6		鉄骨テンション構造		
	10月号	9	2		6	3				
	11月号	10	1		3	3	1			
	12月号	7			6	7				
1997年	1月号	11	1	2	9	3	1			
	2月号	7	1		8	2	1			
	3月号	8	3		2	3				
	4月号	13	2		4	2				
	5月号	6	5		4	5				
	6月号	9	4		3	2	1			
	7月号	10	5		3	4		薄肉ラーメン構造		
	8月号	12	2		4	2				
	9月号	3	4		7	2	2			
	10月号	8	3		4	2				
	11月号	7	7		5	2	1			
	12月号	6	2		2	3				
1998年	1月号	8	1		4	4				
	2月号	9	4	1	3	1				
	3月号	6	2	1	5	4				
	4月号	10	1	1	3	3				
	5月号	5	1	1	6	2				
	6月号	9	2	2	4			木造+煉瓦横構造		
	7月号	5	3	2	4	3				
	8月号	6	2		4	1				
	9月号	7	2		1	2				
	10月号	7	4		6	1				
	11月号	7		3	4	2				
	12月号	12	4	1	3	1				

表 5.1.1 住宅特集構造集計表(2)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
1999年	1月号	6	2	2	2	3				
	2月号	9			2	7	2			
	3月号	8	4	1	4	3				
	4月号	11	2	1	2	1				
	5月号	8	2		5	3				
	6月号	5	4	1	5	2				
	7月号	13	1		6					
	8月号	8	4	1	3	1				
	9月号	7	1	1	5	4				
	10月号	6	3	2	2	2				
	11月号	7	2		6	4				
	12月号	9	3	1	3	3	1			
2000年	1月号	9	2		3		アルミニウム造			
	2月号	7	2		9					
	3月号	8	2		3	1				
	4月号	7	4		6		アルミニウム造			
	5月号	7	3		6	1				
	6月号	7	4		6	1				
	7月号	7	2		6					
	8月号	8	3		5	1				
	9月号	9	2		3					
	10月号	6	1		8	3				
	11月号	10			3	3				
	12月号	8			8	1				
2001年	1月号	7	3		2	1				
	2月号	8	1		2	4	1			
	3月号	4	2	1	6	4				
	4月号	14	6		4	3				
	5月号	2	1		8	4				
	6月号	5	5		4	1				
	7月号	10	4		1	3				
	8月号	8	1			2				
	9月号	4	4		2	3				
	10月号	6	2		5					
	11月号	7	7		5	1				
	12月号	8	2		2	3				
2002年	1月号	3	5		7	4				
	2月号	7	3		6	3				
	3月号	7	2		2	1	1			
	4月号	5	5		3	2	1			
	5月号	8	3		5					
	6月号	5	5		4	2	1			
	7月号	8	5		2	1				
	8月号	5	5		6					
	9月号	8	3		6	2				
	10月号	6	5		7					
	11月号	9	3		4					
	12月号	8	1		4					
2003年	1月号	7	4		3	3				
	2月号	7	4		8					
	3月号	8	4		2	1				
	4月号	7	4		5	2				
	5月号	7	2		8	2				
	6月号	5	2		4	2				
	7月号	8	7		4	1				
	8月号	6	4		7	2				
	9月号	4	2		3	1				
	10月号	8	3		3	3				
	11月号	6	2	1	7	4				
	12月号	5	2	1	6					
2004年	1月号	8	1		3	1				
	2月号	11			2	2				
	3月号	1	3		8					
	4月号	9	4		3					
	5月号	4	4		1	2				
	6月号	5	4		7					
	7月号	14	1		2					
	8月号	5	5		4	1				
	9月号	9	6		6					
	10月号	8	7		2	2				
	11月号	9	5		1	1				
	12月号	9	2		3	1				

表 5.1.1 住宅特集構造集計表(3)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
2005年	1月号	5	2		6	4	WTP構造			
	2月号	5	8		7	1	ユニバーサルスチールフレーム構造			
	3月号	10	4		3	1				
	4月号	8	1		5	1				
	5月号	8	2		10	1				
	6月号	5	4		4					
	7月号	6	2		3	1	スチールシート造			
	8月号	8	1		8		1			
	9月号	14	3		7					
	10月号	7	6		6					
	11月号	7	7		3	1				
	12月号	9	9		4					
2006年	1月号	12	1		4	3				
	2月号	5	3		6					
	3月号	4	6		3	2				
	4月号	6	6		4		アルミ壁式ラーメン構造			
	5月号	9	2		4	1	薄板鉄板壁式構造			
	6月号	5	5		3	2				
	7月号	6	4		3	2	鉄板構造			
	8月号	10			6	2				
	9月号	12	1		3		CSS甲殻構造			
	10月号	8	4		4					
	11月号	7	6		6	1				
	12月号	5	2		5	2				
2007年	1月号	11	10		11	2	積石構造			
	2月号	9	1		8	2				
	3月号	8	1		5	2				
	4月号	7	6		7					
	5月号	7	3		7					
	6月号	4	4		3	1				
	7月号	8	5		6	1				
	8月号	5	2		5	2	1			
	9月号	3	1		6			WTP構造		
	10月号	10	2		6	1				
	11月号	8	2		5	1				
	12月号	10	5		2					
2008年	1月号	3	4		8	2				
	2月号	8	4		4	1			1	
	3月号	8	3	1	5	1	1			
	4月号	6	3		8					
	5月号	20	7		5	1	1			
	6月号	3	6		2					
	7月号	6	4		7					
	8月号	6	6		5					
	9月号	7	1		7	1				
	10月号	6	2		4	2				
	11月号	4	5		4	1				
	12月号	8	2		4	1				
2009年	1月号	7	1		2	1				
	2月号	4			1	2				
	3月号	6	2		2	3				
	4月号	8	1		6					
	5月号	10			3	1				
	6月号	7	2		5					
	7月号	6	1		3	1				
	8月号	7	2		2	1				
	9月号	9	2		2	1				
	10月号	9	3			1				
	11月号	9			3	1				
	12月号	8	1		2					
2010年	1月号	10			3					
	2月号	10			1					
	3月号	8	2		3					
	4月号	5	4		3					
	5月号	11	2		3					
	6月号	9	2		1		アルミニウム合金構造			
	7月号	8	4		4		1			
	8月号	7	3		5					
	9月号	7	2		7					
	10月号	10			5	1				
	11月号	9	2		4	1				
	12月号	6	2		3					

表 5.1.1 住宅特集構造集計表(4)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
2011年	1月号	7	1		4					
	2月号	7	3		4			1		
	3月号	8	4		3	1				
	4月号	6			2					
	5月号	9			3					
	6月号	9	1		3	1				
	7月号	7	2		2	1				
	8月号	6			4	1				
	9月号	8	1		3					
	10月号	13			1					
	11月号	5	4		3	1				
	12月号	7	3		1					
2012年	1月号	6	2		3	2				
	2月号	7	5		5	1				
	3月号	13	2		2	2				
	4月号	7	4		6	1				
	5月号	7	5		4					
	6月号	9	1		2	1				
	7月号	6	4		4	1				
	8月号	13	2		3	2				
	9月号	4	1		8					
	10月号	6	3		5	1				
	11月号	12	1		3		1			
	12月号	28	5		13	1	1			
2013年	1月号	15			1					
	2月号	11	5							
	3月号	5	3		4	1				
	4月号	10	2		3					
	5月号	9	2	1	3	1				
	6月号	9	2		6					
	7月号	14	1		2	1				
	8月号	5	7		5	2				
	9月号	10	1		2					
	10月号	9	2		3			土蔵造り		
	11月号	10	1		3	1				
	12月号	6	5		3	1				
2014年	1月号	8	2		3	2				
	2月号	8	1		6	2				
	3月号	10			5					
	4月号	3	1		3					
	5月号	16	3			1				
	6月号	10	2		2					
	7月号	11	1		2	1	1			
	8月号	13	1		2					
	9月号	7	5		4	2				
	10月号	8	2		2	1				
	11月号	11	2		3					
	12月号	5	3		6					
2015年	1月号	14	4		9					
	2月号	16	1		4					
	3月号	14	3							
	4月号	16			1					
	5月号	9	4							
	6月号	10	1		4					
	7月号	4	4		6	2				
	8月号	14	1		3					
	9月号	13	2		3					
	10月号	12	3		4					
	11月号	10	1		7					
	12月号	12	3		1					
2016年	1月号	6			3	1				
	2月号	21	1		3		1			
	3月号	13	2		1					
	4月号	13	2		1					
	5月号	18								
	6月号	13	2		3					
	7月号	13			5	1				
	8月号	14	1		1	2				
	9月号	13	3		2	1				
	10月号	10	1		6					
	11月号	7	2		7					1
	12月号	10	7		3					

表 5.1.1 住宅特集構造集計表(5)

発行年月	木造	S造	SRC造	RC造	壁式鉄筋コンクリート造	コンクリートブロック造	その他	版築		
								構造	材料	全体
2017年	1月号	4	5		1	1				
	2月号	17	2							
	3月号	13	1		1					
	4月号	16	1	1						
	5月号	11	1		4	1				
	6月号	12	2		3					
	7月号	13	1		2	1				
	8月号	14	1		3					
	9月号	10	1		7	1				
	10月号	16	3							
	11月号	10	5		5					
	12月号	14	3		2	1				
2018年	1月号	5	1		4	1				
	2月号	10	3		5	1				
	3月号	14	1		1				1	
	4月号	16	1		2					
	5月号	15			2					
	6月号	17	1		1					
	7月号	10	1		4	2				
	8月号	10	6		1	1				
	9月号	12	3		4					
	10月号	11	6							
	11月号									
	12月号									
合計	2628	811	37	1250	409	36	20	0	3	0

エイジング効果に関する官能検査表

各建築物を①：風格, ②：見え方の項目を 11 段階で評価してください。

I：風格



II：見え方



サイディング 金属等	 建売住宅 A	 建売住宅 B	 VEGETATION vol.3 (穀工房)
石	 瀬戸内海歴史民俗資料館	 旧帝国ホテル (ライト館)	 丸亀市猪熊弦一郎現代美術館
ガラス	 岡崎市美術博物館	 百十四銀行本店	 満濃の家 (穀工房)
木	 梶原町総合庁舎	 金刀比羅宮 御本宮	 CONSERVATORY (穀工房)
コンクリート	 地中美術館	 香川県県庁舎 (東館)	 イスノキ (穀工房)
版 築	 法隆寺 西院大垣	 セトレマリーナびわ湖	
	 とぐる (穀工房)	 HANCHIKU ハウス (穀工房)	

図 5. 1. 1 エイジング効果に関する官能検査表
 (愛媛県西予市宇和米博物館にて 2018 年 6 月調査)

次のアンケートにご協力をお願いします。

1はCADを使って描いた線です。例に従って2、3、4の方法で線を描いていただき最後に質問にお答えください。

1. CAD を使用して描いた線



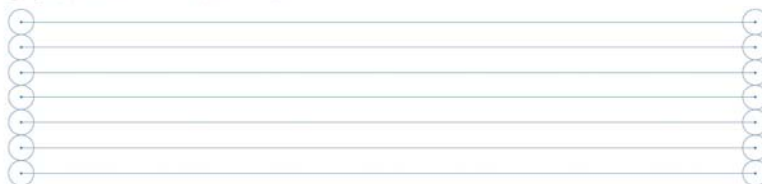
2. 定規を使って1と同じ線を描いてください。

2. 定規を使用して描いた線



3. 薄く書かれているブルーの線に従いフリーハンドで線を描いてください。

3. 線をなぞって描いた線



4. フリーハンドで3までに描いた線と同様な線を描いてください。

4. フリーハンドで描いた線



5. 1から4までの線で気に入った線を何番か選んでください。選んだ理由もお聞かせください。

以上でございます、ご協力ありがとうございました。

図 5. 1. 2 ライン評価アンケート表
(愛媛県西予市宇和米博物館にて 2018 年 6 月調査)

版築を施工した海外の事例と工夫

プレファブリック巨大ブロックによる施工

工業製品化することで、安定した製品の確保が可能な工法である。しかし、躯体部分をコンクリートで構成し、意匠壁として版築を採用しているケースがほとんどであり、単独の版築工法とは言い難い。

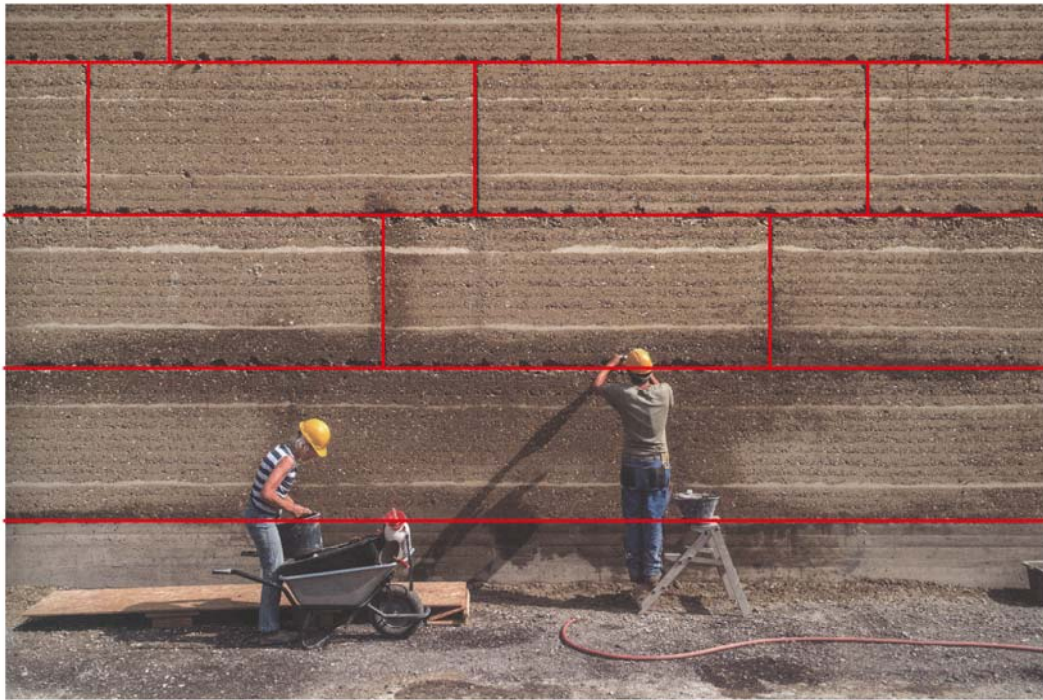


写真 5. 1. 1 プレファブリック巨大ブロック施工事例
(ゲルノート・ミンケ「土・建築・環境 エコ時代の再発見」より引用)

カニバサミ工法

その他、カニバサミ工法は方枠にかかる圧力をコントロールするための工法である。壁に角度があるシチュエーションでは、力が抜けやすく施工性が損なわれるデメリットがある。版築工法が浸透した地域では、施工道具の減価償却などができるが、版築工法が浸透していない我が国においては、非常に高価な工法として捉えられている。



写真 5.1.2 カニバサミ工法施工例
(ゲルノート・ミンケ「土・建築・環境 エコ時代の再発見」より引用)

おくりうち工法

おくりうち工法は、意匠的に美しい版築が可能な工法である。一方で、約 1,800 mm幅で継いでいかなければならず、大きなブロックにも似た外観になり得る。構造的に連続性が断ち切られることから、次章で紹介する組積造としての考え方が採用しにくい。

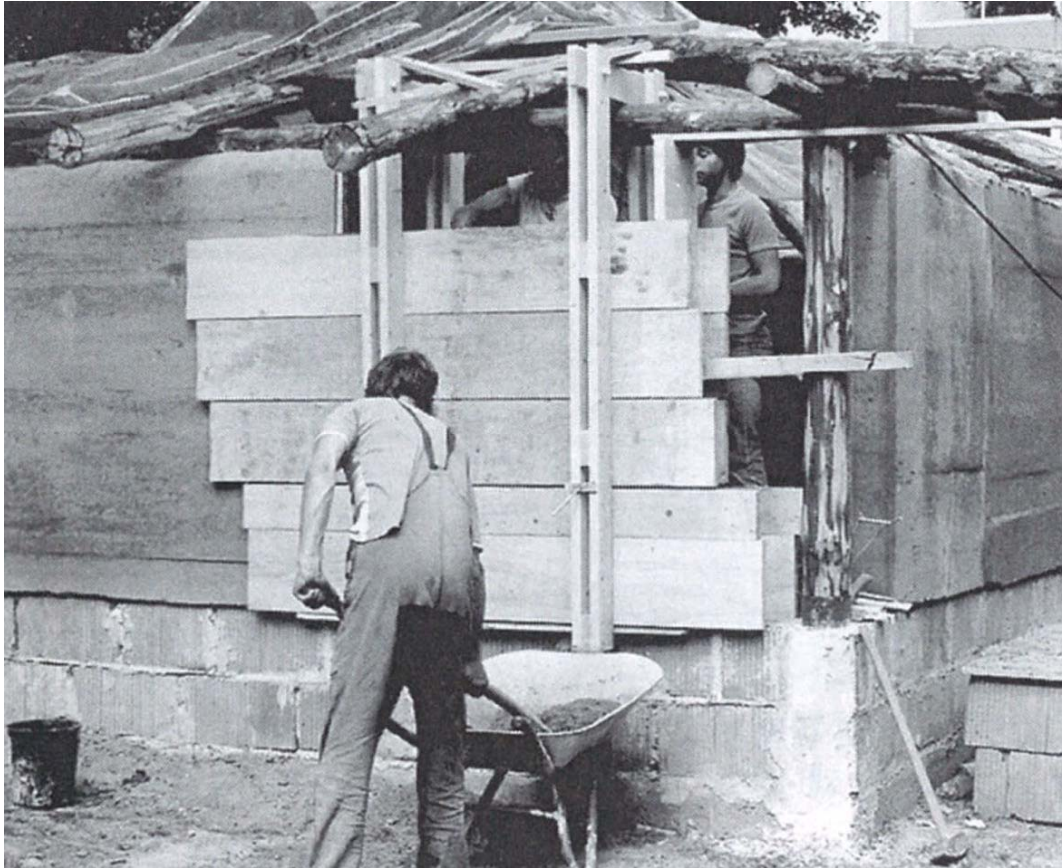


写真 5.1.3 おくりうち工法施工例
(ゲルノート・ミンケ「土・建築・環境 エコ時代の再発見」より引用)

『行基』

天平時代，仏教の布教が禁じられた時代に各地でため池・掘・架橋・道場・仏院を建設し，東大寺の造立にも貢献した僧侶である。特に瀬戸内海では，温泉や唐風呂（日本式サウナ）を広めた。行基は建設の技術を民衆に習得させ、集団で成果をあげた。すなわち，作る力を誰もが持つという思想である。その考え方を現在の日本に当てはめることができれば，作る力を日本人に蘇らせることができるはずである。

『法然上人』

承元元年（1207年），後鳥羽上皇により念仏停止の断が下され，法然上人は本島に流罪となる。その時に本島の民は，薬草を炊いた風呂でお出迎えをし，最初の善根湯が行われた。



写真 5.1.4 行基



写真 5.1.5 法然

参考文献

- 02) 青木孝義, 富永善啓, 江面嗣人, 友田正彦, 境野飛鳥(2012)「ブータン王国における民家等の伝統的建造物保存修復に関する研究 : その1 常時微動測定結果」学術講演梗概集 2012(建築歴史・意匠), 495-496
- 03) 中村光, 青木孝義, 富永善啓, 江面嗣人, 友田正彦, 境野飛鳥(2013)「ブータン王国における民家等の伝統的建造物保存修復に関する研究 : その2 パガ・ラカン寺院の版築壁体引き倒し実験結果」学術論文梗概集 2013(建築歴史・意匠), 561-562
- 04) 江面嗣人, 友田正彦, 青木孝義, 富永善啓, 宮本慎宏, 境野飛鳥, 佐藤桂(2013)「ブータン王国における民家等の伝統的建造物保存修復に関する研究 : その3 版築の工法について」学術講演梗概集 2013(建築歴史・意匠), 563-564
- 05) 鳥澤麻衣子, 青木孝義, 宮本慎宏, 富永善啓, 江面嗣人, 友田正彦, 佐藤桂(2014)「ブータン王国における民家等の伝統的建造物保存修復に関する研究 : その4 パガ・ラカン寺院版築壁体の材料実験結果と構造解析」学術講演梗概集 2014(建築歴史・意匠), 703-704
- 06) 佐藤桂, 友田正彦, 江面嗣人, 青木孝義, 富永善啓, 宮本慎宏(2015)「ブータン王国における民家等の伝統的建造物保存に関する研究 : その5 版築職人への聞き取り調査」学術講演梗概集 2015(建築歴史・意匠)
- 07) 川瀬翔太, 大塚秀三, 赤谷樹一郎, 竹村雅行, 遠野未来, 荒巻卓見(2012)「伝統工法による版築壁の圧縮強度および形状変化に及ぼす調合および施工要因の影響」大学学術講演会研究発表論文集 2012, 223-226
- 08) 荒木裕行, 古関潤一, 佐藤剛司(2010)「伝統的な版築壁の材料特性」土木学会第65回年次学術講演会, 497-498
- 09) 荒木裕行, 古関潤一, 佐藤剛司(2010)「伝統的な版築壁材料の一軸圧縮試験」生産研究 62(6), 611-615
- 10) 赤谷樹一郎, 大塚秀三, 八木修, 竹村雅行, 荒巻卓見(2012)「伝統工法による版築壁への表面保護材の適用に関する基礎的研究」大会学術講演会研究発表論文集 2012, 227-230
- 11) 荒木裕行, 古関潤一, 並河努, 佐藤剛司(2012)「相対湿度によるサクシオンを考慮した伝統的版築塀の地震時挙動の評価」生産研究 64(6), 881-884
- 12) 高遠暁子, 腰原幹雄(2010)「版築塀における面外方向の耐震性能と補強方法に関する研究」学術講演梗概集.A-1, 材料施工 2010, 467-468
- 13) 鬼塚克忠, 陸江, 陳佩杭, 押領寺祐也(2004)「版築技術のルーツを中国・良渚遺跡群に探る」地盤工学研究発表会 発表講演集 JGS39(0), 15-16

- 14) 陸江, 鬼塚克忠, 唐曉武, 甲斐大祐(2002)「中国古代版築技術に基づく遺跡復元工法に関する基礎的検討」地盤工学研究発表会 発表講演集 JGS37(0), 19-20
- 15) 鬼塚克忠, 陳佩杭, TONG Peihua, 根上武仁, 早川慶(2007)「黄河流域における版築盛土遺跡の構築技術と地盤工学特性」地盤工学ジャーナル 2(4), 287-295
- 16) 遠野未来, 大塚秀三, 竹村雅行, 中里想, 赤谷樹一郎(2012)「版築壁の現代構法への展開に関する研究 : その1 締固め方法と荒木田土および細骨材の構成割合の検討」学術講演梗概集 2012(構造Ⅲ), 91-92
- 17) 赤谷樹一郎, 大塚秀三, 竹村雅行, 遠野未来, 中里想(2012)「版築壁の現代構法への展開に関する研究 : その2 調合および施工要因が圧縮強度および乾燥収縮へ及ぼす影響」学術講演梗概集 2012(構造Ⅲ), 93-94
- 18) 中里想, 大塚秀三, 竹村雅行, 遠野未来, 赤谷樹一郎(2012)「版築壁の現代構法への展開に関する研究 : その3 版築壁の施工性の検証および壁倍率の算定」学術講演梗概集 2012(構造Ⅲ), 95-96
- 19) 中里想, 大塚秀三, 竹村雅行, 遠野未来, 赤谷樹一郎, 荒巻卓見(2013)「版築壁の現代構法への展開に関する研究 : その4 真壁の版築壁における施工性の検証および壁倍率の算定」学術講演梗概集 2013(構造Ⅲ), 911-912
- 20) 赤谷樹一郎, 大塚秀三, 中里想, 荒巻卓見(2013)「版築壁の現代構法への展開に関する研究 : その5 版築壁の構成材料の相違による固化機構が圧縮強度に及ぼす影響」学術講演梗概集 2013(構造Ⅲ), 913-914
- 21) 赤谷樹一郎, 大塚秀三, 降旗翔(2014)「版築壁の現代構法への展開に関する研究 その6 炭酸化が版築供試体の圧縮強度に及ぼす影響」学術講演梗概集 2014(材料施工), 841-842
- 22) 川村政史, 酒匂教明, 下村幸男(2009)「土の表乾状態を基に水量管理した版築工法による建築物の築造方法に関する研究」学術講演梗概集, B-1, 構造Ⅰ, 荷重・信頼性, 応用力学・構造解析, 基礎構造, シェル・立体構造・膜構造 2009, 683-684
- 23) 橋本佳大, 藤井衛(2008)「版築による土塀の築造方法に関する研究 : その5:版築土塀に使用するソイルセメントの締固め方法」学術講演梗概集, B-1, 構造Ⅰ, 荷重・信頼性, 応用力学・構造解析, 基礎構造, シェル・立体構造・膜構造 2008, 594-550
- 24) 杉山晴香, 今本啓一, 伊藤拓海, 清原千鶴(2017)「版築ブロックの材料設計手法に関する基礎的研究」日本建築学会大会学術講演梗概集 2017, 695-596

- 25) 反町直貴, 小林博一, 安達洋, 中西三和, BANDO Daisuke(2011)「関東ロームを用いた版築に関する基礎的研究 : その1 関東ロームを主な原料とした試料土の設定」学術講演梗概集. A-1, 材料施工 2011, 887-888
- 26) 坂東大輔, 小林博一, 安達洋, 中西三和(2011)「関東ロームを用いた版築に関する基礎的研究 : その2 締固めた土の圧縮強度と含水比の関係」学術講演梗概集. A-1, 材料施工 2011, 889-890
- 27) 小林博一, 安達洋, 中西三和(2011)「関東ロームを用いた版築に関する基礎的研究 : その3 関東ロームを用いた版築の材料試験結果及び検討」学術講演梗概集. A-1, 材料施工 2011, 891-892
- 28) 橋本佳大, 藤井衛, 川村政史(2005)「版築による土塀の築造方法に関する研究 : その1:最適含水比と固化材添加量」学術講演梗概集. B-1, 構造 I, 荷重・信頼性, 応用力学・構造解析, 基礎構造, シェル・立体構造・膜構造 2005, 729-730
- 29) 橋本佳大, 藤井衛, 内藤康夫(2006)「版築による土塀の築造方法に関する研究 : その2 : 配合条件の選定」学術講演梗概集. B-1, 構造 I, 荷重・信頼性, 応用力学・構造解析, 基礎構造, シェル・立体構造・膜構造 2006, 413-414
- 30) 内藤康夫, 橋本佳大, 藤井衛(2006)「版築による土塀の築造方法に関する研究 : その3:配合の違いにおける性能比較」学術講演梗概集. B-1, 構造 I, 荷重・信頼性, 応用力学・構造解析, 基礎構造, シェル・立体構造・膜構造 2006, 415-416
- 31) 橋本佳大, 藤井衛(2007)「版築による土塀の築造方法に関する研究 : その4:ソイルセメントを用いた土塀の曲げ性能比較」学術講演梗概集. B-1, 構造 I, 荷重・信頼性, 応用力学・構造解析, 基礎構造, シェル・立体構造・膜構造 2007, 483-484
- 32) 畑中久美子, 中井浩二, 木村博昭(2002)「セルフビルドによる土の実験住宅建設と性能測定に関する研究(その1)」日本建築学会計画系論文集, E-2, 建築計画Ⅱ, 住居・住宅地, 農村計画, 教育 2002, 181-182
- 33) 畑中久美子, 小玉祐一郎, 武政孝治(2003)「セルフビルドによる土の実験住宅建設と性能測定に関する研究(その3)」日本建築学会計画系論文集, E-2, 建築計画Ⅱ, 住居・住宅地, 農村計画, 教育 2002, 495-496
- 34) 畑中久美子, 芦澤竜一, 小玉祐一郎, 井垣量子(2012)「版築壁を用いたホテル客室の熱環境性能 : 素材による冷房負荷軽減のためのケーススタディー」学術講演梗概集 2012(環境工学Ⅱ), 519-520
- 35) 畑中久美子, 芦澤竜一(2014)「ホテル客室界壁としての版築の計画と

施工報告」学術講演梗概集 2014(材料施工)

- 36) 畑中久美子, 木村博昭, 小玉祐一郎(2015)「版築のデザインと工法に関する研究」芸術工学会誌(69), 138-145
- 37) 永井和幸, 石川恒雄夫, 遠野未来, 堤洋樹, 竹中徹, 三田村輝章(2015)「版築シェルターの施工について: 前橋工科大学における分野横断型建築教育の実践」学術講演梗概集 2015(教育), 13-14
- 38) 遠野未来, 石川恒雄夫, 永井和幸, 堤洋樹, 竹中徹, 三田村輝章(2015)「版築シェルターの温熱環境測定について: 前橋工科大学における分野横断型建築教育の実践」学術講演梗概集 2015(教育), 15-16
- 39) 堤洋樹, 遠野未来, 永井和幸, 石川恒雄夫, 竹中徹, 三田村輝章(2015)「版築シェルターの調合比と圧縮強度について: 前橋工科大学における分野横断型建築教育の実践」学術講演梗概集 2015(教育), 17-18
- 40) 山田貴広, 芦澤竜一, 陶器浩一, 永井拓生(2014)『竹筋を用いた薄肉版築壁に関する基礎的研究』学術講演梗概集 2014(構造 I), 779-780
- 41) 山下保博, 輿石直幸, 佐藤淳, 前浪洋輝, 川崎善則, 上村浩之(2010)「建築における土の高度利用と新構法の開発 —非焼成土ブロックの組積耐力壁への利用—」住宅総合研究財団研究論文集 No. 37, P261-272
- 42) 設計施工: 齊藤正+穀工房, 施工: 齊藤正×続・塩飽大工衆(2014)「善根湯×版築プロジェクト 瀬戸内国際芸術祭 2013」新建築 2014年4月号, 132-139
- 43) 設計: 齊藤正+穀工房, 施工: 西原建設(2018)「版築ハウス」住宅特集 2018年3月号, 152-159
- 44) 齊藤正, 寺井雅和, 難波義郎(2018)『瀬戸内に建つ版築建築の設計および施工 —版築の材料特性に関する実験的研究—』日本建築学会技術報告集, 24巻57号
- 45) 赤谷樹一郎, 大塚秀三, 竹村雅行, 遠野未来, 稲川幸司(2012)「伝統技法を用いた版築壁の強度性状に及ぼす調合および施工要因の影響に関する研究」ものづくり大学紀要(3), 42-49
- 46) 赤谷樹一郎, 大塚秀三, 荒巻卓見, 降旗翔(2013)「構成割合の違いが版築供試体の圧縮強度および形状変化に及ぼす影響」日本建築仕上学会大会学術講演会研究発表論文集 2013(0), 14
- 47) 平田晃久(2016)「生命論的建築の研究—からまりしろの概念をとおして」京都大学, 博士(工学), 乙第13011号
- 48) 中川武, 下田一太, 山田俊亮, 新谷真人(2012)『アンコール遺跡群バイヨン寺院中央塔軍の基礎構造に関する研究』学術講演梗概集 2012(建築歴史・意匠), 269-270

- 49) 岡島達雄, 渡辺勝彦, 野田勝久, 若山滋, 内藤昌(1985)「建築空間のイメージ文責: 日本伝統建築における空間特性(その1)」日本建築学会計画系論文報告集 357(0), 80-87
- 50) 岩岡竜夫, 坂本一成(1989)「住宅外形と<家><建築>のイメージ: 建築の形象での図像性に関する研究」日本建築学会計画系論文報告集 402(0), 97-106
- 51) 秋元馨(1998)「1960年代および70年代前期アメリカ建築思潮におけるコンテキスト概念: 現代建築におけるコンテクスチュアリズムの研究その1」日本建築学会計画系論文集 63(504), 269-276
- 52) 秋元馨(1998)「1970年代後半および80年代アメリカ建築思潮におけるコンテキスト概念: 現代建築におけるコンテクスチュアリズムの研究その2」日本建築学会計画系論文集 63(511), 237-244
- 53) 田村博美, 多胡進(2001)「地域資源の評価に関する研究: 地域の文脈を継承したまちづくり計画のための基礎的研究」日本建築学会計画系論文集 66(541), 153-159
- 54) 飯森まき, 上松佑二(2003)「フランク O. ゲーリーの建築作品の生成に関する研究: 初期作品に於ける考察」日本建築学会計画系論文集 68(567), 159-164
- 55) 奥山信一, 山田深, 坂本一成(1994)「建築家の言説に見られる現代住宅作品の空間モデル: 建築家の創作論に関する研究」日本建築学会計画系論文集 (456), 123-134
- 56) 川道麟太郎(1989)「建築の造形における形態のアナロジー: 建築におけるアナロジーに関する研究 その2」日本建築学会計画系論文集 399(0), 103-111
- 57) 北川啓介, 今野貴広(2011)「<主題>と<参照>からみる建築分野の専門家による論理構造 -Any 会議を対象として-」日本建築学会計画系論文集 76(661), 593-600
- 58) 岡本美樹(2003)「エドマンド・ブラケットによる, 黄金比の引用に関する分析: シドニーの商業建築について」日本建築学会計画系論文集 68(566), 209-214
- 59) 若山滋, 山田祥裕, 渡辺勝彦, 岡島達雄(1986)「構法様式および形態各要素の分布に関する研究: 建築構法, 材料, 形態の分布および自然環境 その1」日本建築学会計画系論文集 369(0), 22-29
- 60) 若山滋(1985)「構法の成立条件に関する研究: その3 構法環境としての気候」日本建築学会計画系論文集 347(0), 34-39
- 61) 横山ゆりか(1999)「問題解決行動としてみたときの建築設計プロセスの特徴: ドローイングを伴う空間デザインプロセスの研究」日本建築学

会計画系論文集 64(524), 133-137

- 62) 木多道宏(2012)「地域文脈からみた「まちの居場所」の形成に関する研究 キーパーソンの課題解決行為に基づく千里ニュータウン「ひがしまち街角広場」の形成過程の考察」日本建築学会計画系論文集 77(675), 1023-1031
- 63) 奥山信一, 持田英明, 坂本一成(1993)「戦後「新建築」誌にみられた建築家の創作の主題 : 建築家の創作論に関する研究」日本建築学会計画系論文集 454(0), 77-86
- 64) 谷川大輔, 奥山信一(2001)「現代日本の建築家の設計論における公共性 : 建築設計論における社会的枠組みに関する研究」日本建築学会計画系論文集 66(550), 157-164
- 65) 中原まり, 小林克弘(1994)「マッキム・ミード&ホワイトの建築作品における幾何学構成 : ヴィラード邸平面の分析」日本建築学会計画系論文集 59(456), 265-271
- 66) 小林次郎, 小野田環, 坂本一成(2000)「外形ヴォリュームと室の配列による建築の構成 : 現代日本の住宅作品における内外の関係による構成形式」日本建築学会計画系論文集 65(537), 117-123
- 67) 塚本由晴, 坂本一成(1995)「現代日本の住宅作品における空間の分割 : 住宅建築の構成形式に関する研究」日本建築学会計画系論文集 60(478), 99-106
- 68) 塚本由晴, 奥矢恵, 坂本一成(1996)「住宅作品における架構表現による構成単位の分節 : 住宅建築の構成形成に関する研究」日本建築学会計画系論文集 61(480), 113-121
- 69) 末包伸吾(2008)「主題とその構成にみる建築家ルドルフ・シンドラーの論考の特質とその変遷」日本建築学会計画系論文集(627), 115-1164
- 70) 四ヶ所高志, 奥山信一(2011)「現代日本の建築家によるコア型平面をもつ住宅の設計意図と構成形式 近代主義建築の空間言語を題材とした現代建築家の住宅設計論に関する研究」日本建築学会計画系論文集 76(670), 2291-2298
- 71) ゲルノート・ミンケ(2010)「土・建築・環境 エコ時代の再発見」pp56, 60
- 72) 畑中久美子, 笹木篤, 米原久介(2002)「現代における土造り住宅の室内環境に関する研究 一土の実験住宅ワークショップをとおして一」住総研 研究年報 No. 29, 335-346
- 73) 畑政貴, 浅井翔太郎, 佐藤浩一郎, 松岡由幸(2015)「材料の特徴に注目した価値成長型人工物のデザイン指針」BULLETIN OF JSSD 2015 日本デザイン学会 デザイン学研究
- 74) 奥田紫乃, 岡嶋克典(2016)「建築物外壁のエイジングによる古さ感とフ

- ファサードの好ましさの関係」日本感性工学会論文誌 Vol. 15 No. 1, 145-151
- 75) 松山祐子, 橘高義典, 田村雅紀(2002)「景観材料のエイジング評価に及ぼす色彩特性の影響に関する研究 その1 れんが風仕上の色彩構成がエイジング評価に及ぼす影響」日本建築学会構造系論文集 第 554 号, 15-19
 - 76) 松山祐子, 橘高義典, 田村雅紀(2004)「景観材料のエイジング評価に及ぼす色彩特性の影響に関する研究 その2 れんが風仕上のモザイクパターンがエイジング評価に及ぼす影響」日本建築学会構造系論文集 第 586 号, 23-27
 - 77) 松山祐子, 橘高義典 (2005)「景観材料のエイジング評価に及ぼす色彩特性の影響に関する研究 その3 れんが風仕上建築物の色彩構成がエイジング評価に及ぼす影響」日本建築学会構造系論文集 第 593 号, 31-35
 - 78) 蛭田暁, 橘高義典, 田村雅紀(2008)「土壁塗り仕上材料の色彩調合設計方法に関する研究」日本建築学会構造系論文集, 第 73 巻 第 624 号, 197-201
 - 79) 谷合亨介, 橘高義典(2016)「再生建築の印象評価に及ぼす視覚的情報量の影響 —ファサードの新旧外壁仕上に着目して—」首都大学東京大学院 都市環境科学研究科建築学域
 - 80) 橘高義典(1996)「コンクリート構造物の美観維持」コンクリート工学 Vol. 34, No. 2
 - 81) 谷合亨介, 橘高義典, 松沢晃一(2015)「建築物の風格とエイジングに関する研究」日本建築仕上学会 2015 年大会学術講演会, 87-90
 - 82) 岡島達雄, 河辺伸二, 林陽介, 水谷泰三(1998)「コンクリート素地仕上げ建築物の評価に及ぼすエイジングの影響」コンクリート工学論文集 第 9 巻第 1 号, 63-70
 - 83) 赤谷樹一郎, ほか 3 名 : 荒木田土を用いた版築壁の強度性状に及ぼす調合および施工要因の影響に関する研究, 日本建築学会関東支部研究報告集 I, pp. 41-44, 2012. 3
 - 84) 荒木裕行, ほか 2 名 : 伝統的な版築壁材料の一軸圧縮試験, 生産研究, 62 巻 6 号, pp. 39-43, 2010
 - 85) 橋本佳大, ほか 2 名 : 版築による土壁の築造方法に関する研究 (その 1 : 最適含水比と固化材添加量), 日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集, pp. 729-730, 2005. 9
 - 86) 藤井衛, ほか 2 名 : 普通ポルトランドセメントを用いたソイルセメントの一軸圧縮強さについて, 日本建築学会構造系論文集, 第 44 号, pp. 9-

16, 1992.11

- 87) 川村政史, 笠井芳夫: ソイルセメントコンクリート製造のための土の見掛けの表乾状態試験方法に関する実験研究, コンクリート工学論文集, 第7巻, 第1号, pp.103-112, 1996.1
- 88) 相楽哲平, 出村克宣: 土舗装材料としてのまさ土の利用, 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集, pp.971-972, 2005.9
- 89) 古河幸雄, ほか4名: コンクリート細骨材としてのまさ土の利用に関する基礎研究, 土木学会論文集, No.750, III-65, pp.159-170, 2003.12
- 90) 来海 豊: 水セメント比と乾湿がコンクリートの曲げ強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.429-434, 2004

謝 意

本研究は多くの方々の御指導と御援助と御協力によって出来上がった。論文をまとめるにあたり、御指導くださった近畿大学教授難波義郎博士の親身あるご指導の賜物と感謝いたしております。筆者が曲がりなりにも本論文をまとめることができたのは、近畿大学教授藤井大地博士、東京大学教授加藤耕一博士、近畿大学教授崔軍博士、近畿大学教授井原辰彦博士の薫陶の賜物です。感謝の意を申し上げます。又、共同研究をしてくださった、近畿大学准教授寺井雅和博士、近畿大学准教授谷川大輔博士に感謝の意を申し上げます。株式会社齊藤正穀工房のスタッフ諸兄、一般社団法人ZENKON-nex の諸兄、近畿大学工学部建築学科の学生諸兄、版築制作にご協力いただいた皆様に感謝の意を申し上げます。本研究の版築の施主としてご理解をいただいた、瀬戸内国際芸術祭実行委員会ならびに武田様に感謝の意を申し上げます。また、建築学の分野に私を導いてくださった元近畿大学教授澤登宜久博士、早稲田大学教授古谷誠章先生、千葉大学名誉教授栗生明先生に謝意を申し上げます。

あとがき

本研究は、筆者が瀬戸内国際芸術祭 2013 以降行ってきた版築の調査研究を近畿大学大学院システム工学研究科システム工学専攻都市計画研究室において平成 27 年以降行ってきた意匠的側面からみた版築の再考とその手法に関する研究をまとめたものである。すでに一部は、建築学会に報告している。また、フランスリヨンで開かれた土の建築賞にファイナリストとして選考され、文化庁芸術選奨文部科学大臣新人賞も受賞する成果をあげている。本研究は冒頭で述べた研究の目的は一応の成果を収めることができたと思うが、版築の研究としては一部に過ぎない。今後も諸先生のご指導のもとさらなる研究を続けていく所存である。本研究が版築の現代社会への普及の一助になれば望外の幸せである。