

COCONOアートプレイスの計画における「壁柱」工法を用いた建築設計手法について

Architectural Design Method using “wall-of-Columns Structures” in the building “COCONO Artplace”

中西 啓*1、植森 貞友*2

1. COCONOアートプレイスの計画背景

1.1 小コレクター運動により市民に残された美術作品

福井県大野市にて、市民所有のアート作品展示を主とした美術館を計画した。ここでは、1950年代に起こった「小コレクター運動」で残されたアート作品や、そこで展開された運動を伝えている。「小コレクター運動」は、美術評論家の久保貞次郎が提唱した創造美育運動に呼応して生まれた。そこでは作品を3点以上所有する人を小コレクターと呼んでおり、美術品の購入によりアートへの理解を深め、さらに無名の作家を支援することを目的としている。大野市近辺では運動が特に盛んで、また多くの一般市民によって所有された点に特色がある。現在も大野市近辺では、鬨嘯や瑛九、キムラリサブロー、池田満寿夫氏らの作品が小コレクター運動や、運動をきっかけとする作家との結びつきの中で残されている。

1.2 COCONOアートプレイスの役割

本建築において、約10～15名の市民から計30点程度のアートワークを借り受けて展示すると共に、次世代への運動として若い作家の作品も同時に展示し支援を行っている。この美術館での活動を通して、

- ①市民が所有しているアート作品をこの美術館が代わって預かり、適切な保存状態の中で展示する。
- ②所有者、並びにその関係者にそのアート作品の価値を再認識させ、今後の維持に努めてもらう。
- ③空洞化の進む地域において、市民にそこで眠っている魅力を掘り起こし、再度発見してもらう。

ことを大きな役割としている。また、残されたアート作品と同様、地域には魅力的な街並みや文化が残されており、それらを掘り起こし、広く発信する拠点としてこの建築を活かすことも大きな目的の一つである。

1.3 計画前の既存建物の状況

既存建物は、もとは明治初期に建てられ、明治30年の大火の折に再建された伝統木造工法による建築である(写真-1)。初期は二家族による住まいとして利用され、後に越前紙問屋、医院、書店等として活用された上で近年大野市に寄贈された。建物全体が蔵のような頑強な架構を持ち、火事対策のための厚い漆喰でつくられている。この建物の構造的な特徴として、つぎの三点が挙げられる。

- ①桁行の側柱が一間間隔に立っている。



写真-1 改修前のファサード

*1 NAKANISHI Hiromu : 中西ひろむ建築設計事務所 代表

*2 UEMORI Sadatomo : 関西木材工業(株) 代表取締役

- ②側柱の柱頭と棟通りから一間離れた位置にある敷梁に、登り梁を一間間隔に架けている。
- ③登り梁は桁の上でなく、柱の上に直接載せる折置組となっている。

これらは大野市の伝統的な町家の特徴をよく現わしており「敷梁型」と呼ばれ、梁間が五間以上の町家に見られる構法である。また、登り梁は側柱の少し内側にて金輪継ぎで継がれており、外側は角材（化粧材）、内側は丸太となっている。この点から元は大野市の町家の特徴である登り梁で軒を支える構造であったことが分かる（図-1, 2）。

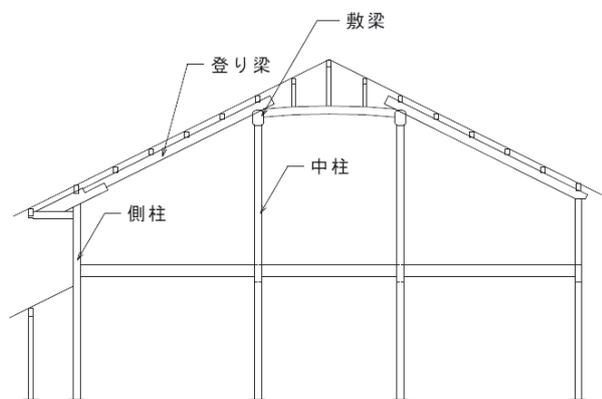


図-1 軸組図（各部名称）

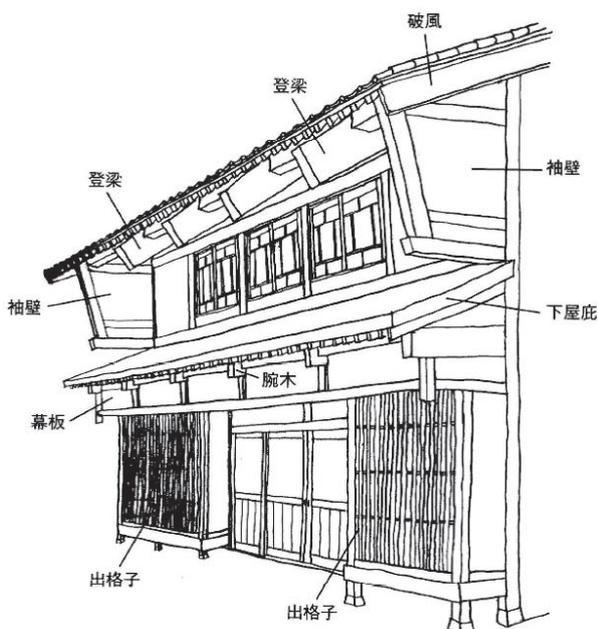


図-2 越前大野の町家の表構え¹⁾

大野市の伝統的町家は明治21年、および32年の二度の大火によりほぼ建て替わっており、防火対策として通りを拡幅している一方、外壁は防火的に劣る真壁である例が多数を占める。この建物はさらなる防火対策として大壁に変更したと考えられ、この地域で見られない黒漆喰にしているところも含めて関東地方からの影響が考えられる。黒漆喰は銀行等、商人の富の象徴として当時江戸から全国に流行が広がっていた。桁行の側柱を基本的に通し柱として一間間隔に建てて折置組としているところや、登り梁で軒を支えるところは多雪地域であることが要因の一つだと考えられる。

2. 「壁柱」工法による構造補強

伝統的な木造建築物の構造補強の工法として、大阪府木材連合会と京都大学防災研究所の川瀬博教授との共同研究により開発した工法「壁柱」(※1)を採用した。

「壁柱」は図-9に示すように杉の角材をボルトやラグスクリュー、ダボを使って連結する工法で、1/15radの変形でも耐力は落ちず、繰り返し载荷にも強い履歴減衰も大きく、制震効果も大きい。既に複数のタイプが開発されているが、今回は大臣認定を取得しているタイプ（壁倍率4.5、図-3）を使用した。こちらは三本の杉材をドリフトピンでユニットにしてコートスクリューで留めつけていくタイプで、復元力特性を見ると耐力も大きく、安定した履歴を描いている（図-4）。なお、その他にも天井や床を剥がさないで施工できる、耐震改修を念頭においたタイプ（タイプ1、図-5）もある。タイプ1は大臣認定タイプと比較すると耐力が劣るが、繰り返し荷重には強くほぼバイリニア型の復元力特性を示している（図-6）。天井から下までの施工となるため、天井より上は柱の曲げで力を伝達させる。「壁柱」の耐力を上げれば上げるほど柱の折損により建物の崩壊の危険性も出てくるため、適度な耐力に抑えておく必要がある。

今回のような伝統的な木造建築物には「壁柱」のような変形能力の優れた工法を採用するのが最適であると考え、計算方法は限界耐力計算を採用した。改修後の計画は図-10に示すように、主屋（オモヤギャラリー）、下屋部分（ハナレギャラリー）、蔵（蔵ギャラリー）の三か所にギャラリーを配置し、二階床を撤去して二層の吹抜けとしている。主屋の中心にあるオモヤギャラリー部分には変形能力の高い壁柱を二層に配置し、耐震コアとなるように設計した。一方、二階は変形が少なく変形能力は不要なため、合板やブレースも耐震要素として使用している。

補強後の限界耐力計算結果における変形角はX方向が1/17rad、Y方向が1/18radとなり、クライテリアである1/15をクリアしている。また、吹抜けが多数できるため、ゾーニングをした上でエリアごとにも耐震性能を満たすように設計した。ただし、土間上の吹抜けは面積が大きいため図-9に示すように水平ブレースを入れている。

大野市域は多雪地域であり、既存の梁を計算するとNGとなる箇所があったため、梁に引張材を入れて張弦梁となるように補強した(写真-5)。引張材は同時に二階のブレースとしても機能している。

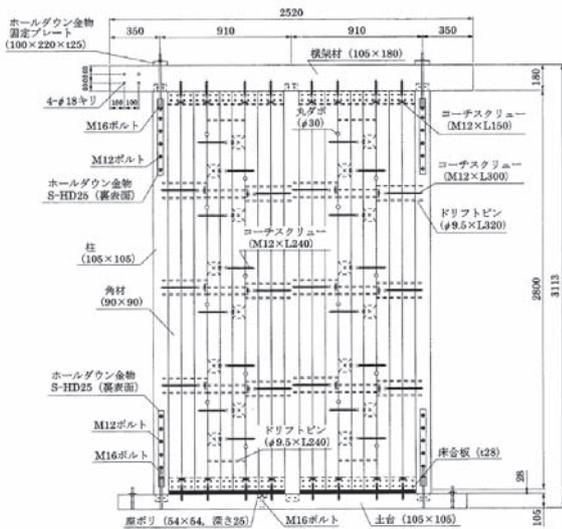


図-3 壁柱大臣認定タイプ²⁾

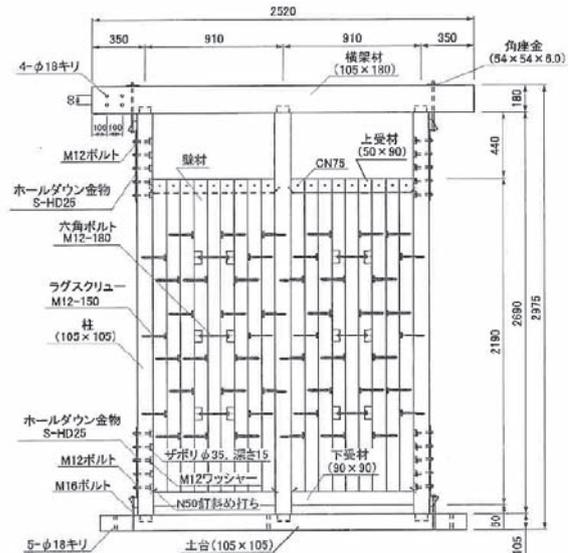


図-5 壁柱 タイプ1 試験体図面³⁾

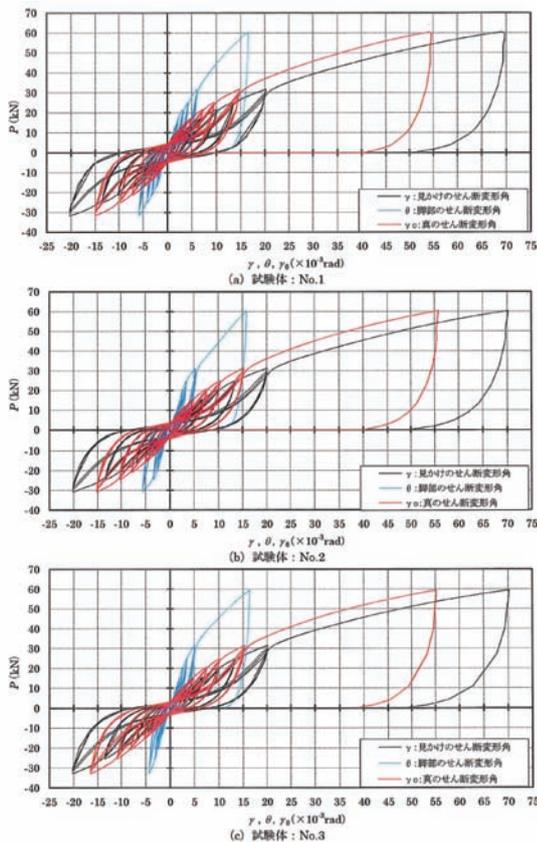


図-4 大臣認定タイプの復元力特性 (試験体3体)²⁾

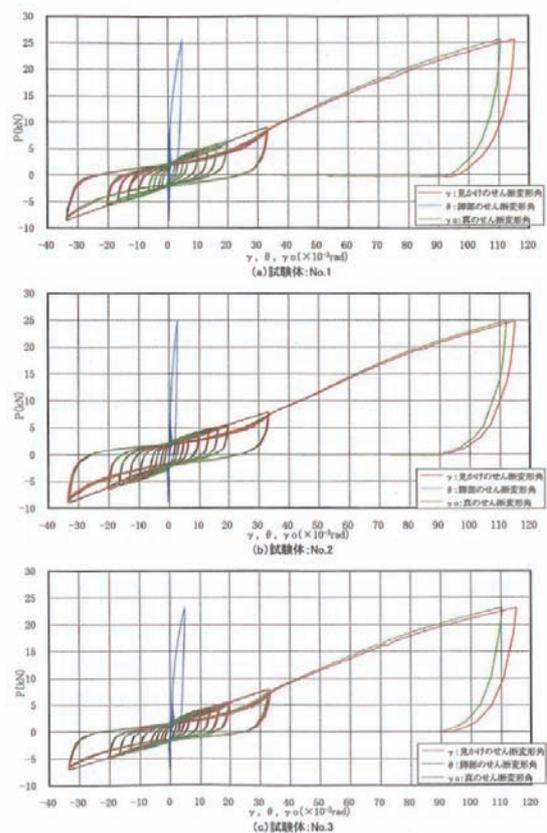


図-6 タイプ1の復元力特性 (試験体3体)³⁾

耐震補強による効果を確認するために、壁柱を開発した京都大学の川瀬研究室に微動観測を行っていただいた。

図-7と表-1が示すように、改修前は奥行方向3.96Hz、間口方向2.34Hzと間口方向の剛性が低くなっていたが、改修により奥行方向5.76Hz、間口方向4.08Hzと両方向とも大幅に改善した。瓦の葺き土の軽量化など重量が軽くなっている可能性もあるが、それを考慮せずに剛性比を計算すると、奥行方向2.1倍、間口方向3.0倍の剛性になっていることになる。

※1「壁柱」は国立大学法人京都大学と一般社団法人大阪府木材連合会との共同特許となる。詳細については一般社団法人大阪府木材連合会のホームページ (<https://www.mokuzai.or.jp>) を参照。また、壁柱の施工希望は一般社団法人大阪府木材連合会まで連絡下さい。

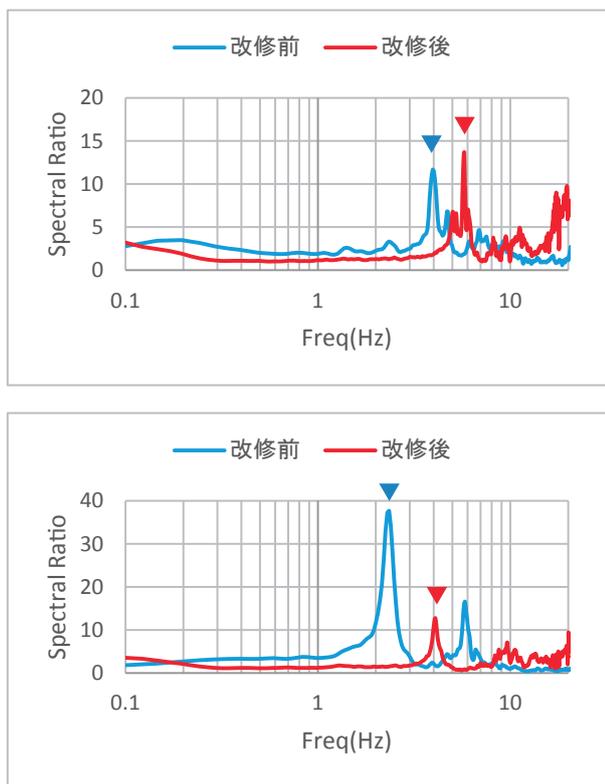


図-7 常時微動観測結果 (上：奥行方向、下：間口方向)

表-1 固有振動数

	改修前 (Hz)	改修後 (Hz)	剛性比 (重量は同じとして)
奥行	3.96	5.76	2.1倍
間口	2.34	4.08	3.0倍

また、母屋部分の荷重変形関係について示すと、奥行方向は1/15radでの復元力が219kNから319kNに1.46倍、初期剛性(1/120rad変形時)で1.35倍、間口方向は1/15radでの復元力が72kNから425kNに5.90倍、初期剛性で4.14倍となっている。微動観測では微小範囲での変形しか観測しておらず、構造計算に含んでいない仕上げによる剛性も影響するため結果とはそれほど一致していないが、傾向はつかめている。

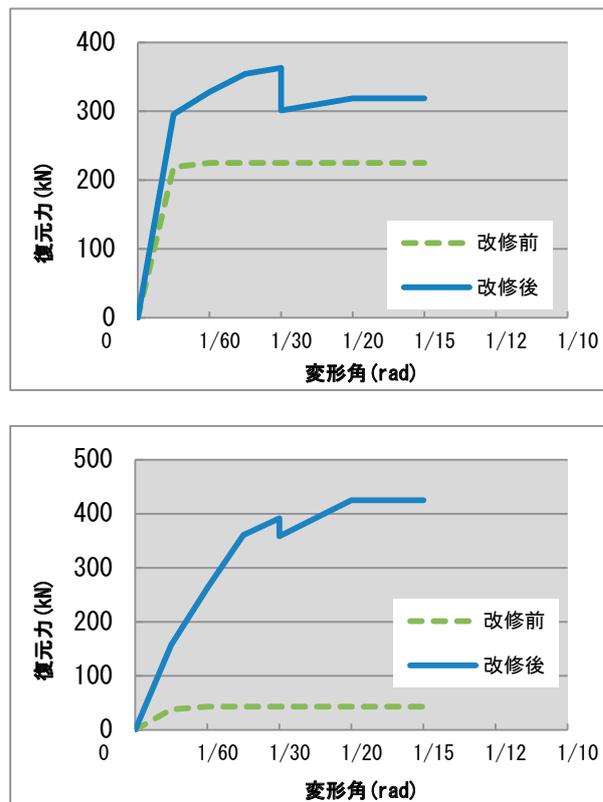
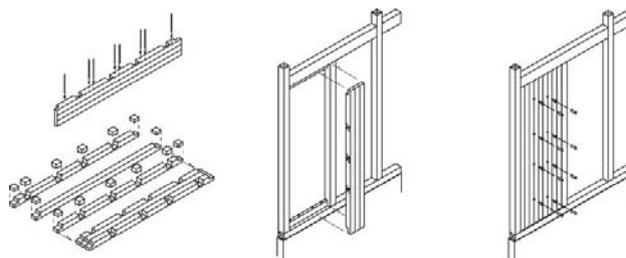


図-8 母屋部分の荷重変形関係 (上：奥行方向、下：間口方向)



左から工場内加工、ユニット設置、ダボ設置

図-9 壁柱工法の模式図

3. COCONOアートプレイスの建築設計手法

3.1 構造補強と展示室配置

前章の通り、伝統的な木造建築物の構造補強にあたり90角超の地産杉材を並べた「壁柱」工法により、既存架構の柔軟性の維持と構造強度の確保を両立させている。特に各展示室やファサード周辺に対して重点的に構造補強を施し、土蔵のような重厚な既存外観を保ちながらも軒下の大開口により街に大きく開くことを意図した。軽やかな柱によって通りに張り出された軒をくぐると既存

の小屋組まで開放された大きな土間に導かれ、展示室をつなぐ路地も明るくつくられている。

また、各展示室を重点的に補強することは、展示室そのものの防水性能や環境性能を高めることにも役立っており、壁柱工法を利用して、展示室がコアの役割を担っていることが理解されるだろう。写真2～7に壁柱の施工中ならびに完成後、および各部の補強の状況を示す。また、写真-6のように既存玉石基礎を新たなコンクリート土間により一体化することで補強している。

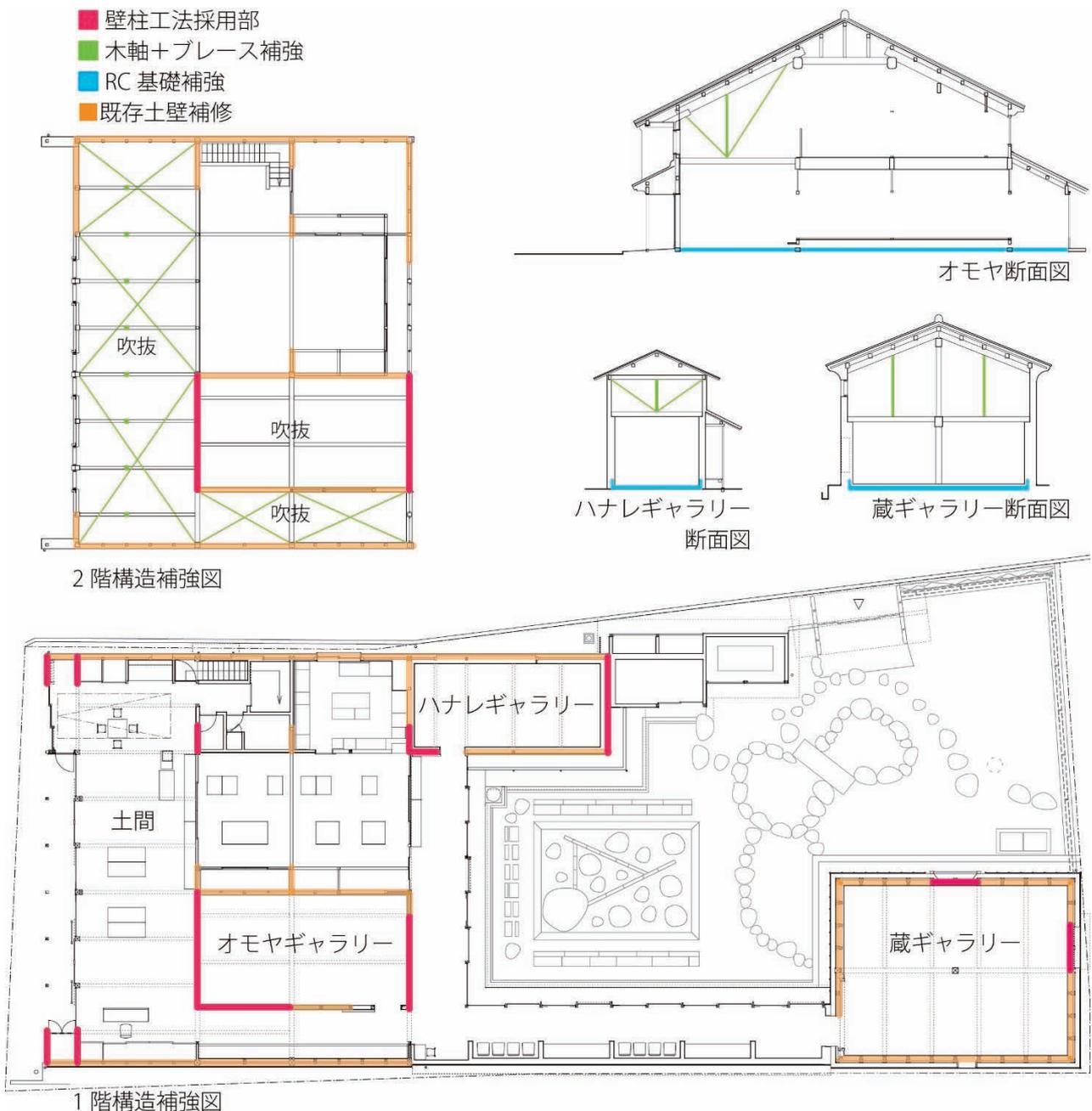


図-10 構造補強図



写真-2 壁柱工法の施工 (ハナレギャラリー東側部分)



写真-5 スチールブレースによる補強



写真-3 壁柱工法の施工 (ファサード北側部分)



写真-6 玉石基礎のコンクリート補強

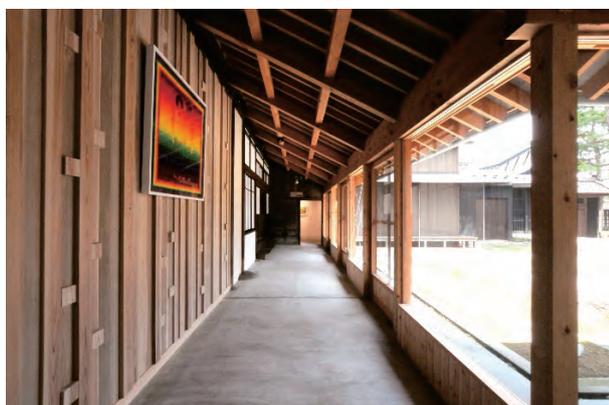


写真-4 壁柱工法の完成後 (オモヤギャラリー東側部分)

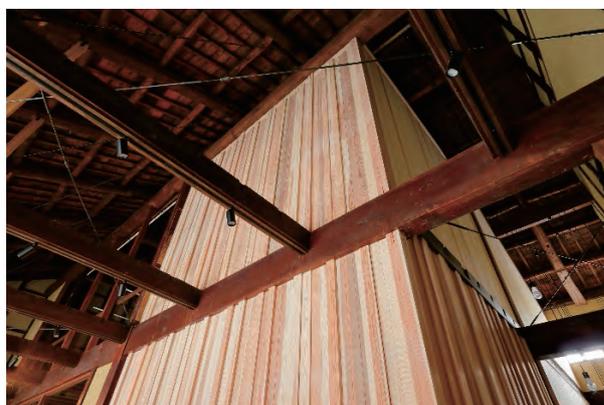


写真-7 壁柱工法の完成後 (オモヤギャラリー西側部分)

3.2 街に開かれた美術館の計画

改めて筆者と本建築との関連を示すと、2016年に大野市が公募した計画プロポーザルにて筆者らの計画案が選定されたことに始まる。計画当初から一貫した計画姿勢として、複数の展示室を分散配置することで各室ごとの運用を可能にし、それぞれの展示室間に回遊性を持たせ、街の延長のような場をつくった(図-11)。その際、既存建物のこれまでの変遷に対する敬意も含め、既存室配置を活かすように配慮した(図-12)。美術館が展示室の内側のみでその役割を完結させずに、市民活動に積極的に寄与する存在になっていくことが重要だと感じている。



写真-10 通りに張り出した軒下空間



写真-8 ファサード



写真-11 中庭



写真-9 土間



写真-12 土間

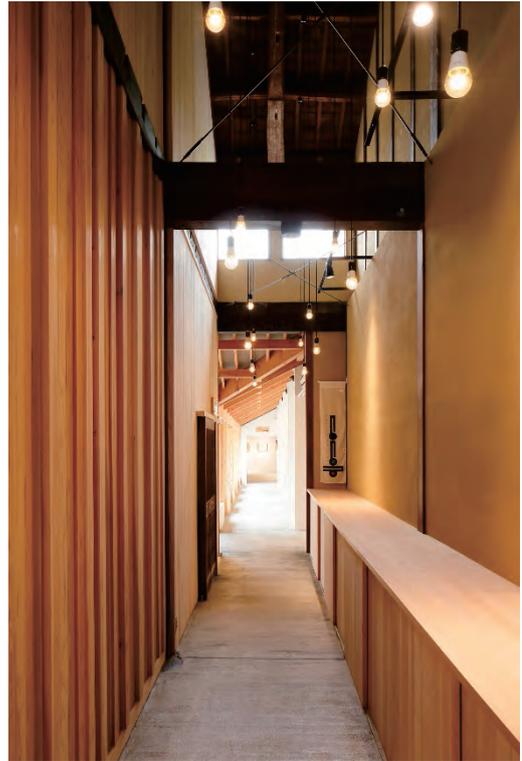


写真-13, 14 展示室以外は街に開かれた場所としている



図-11 アクソメ図

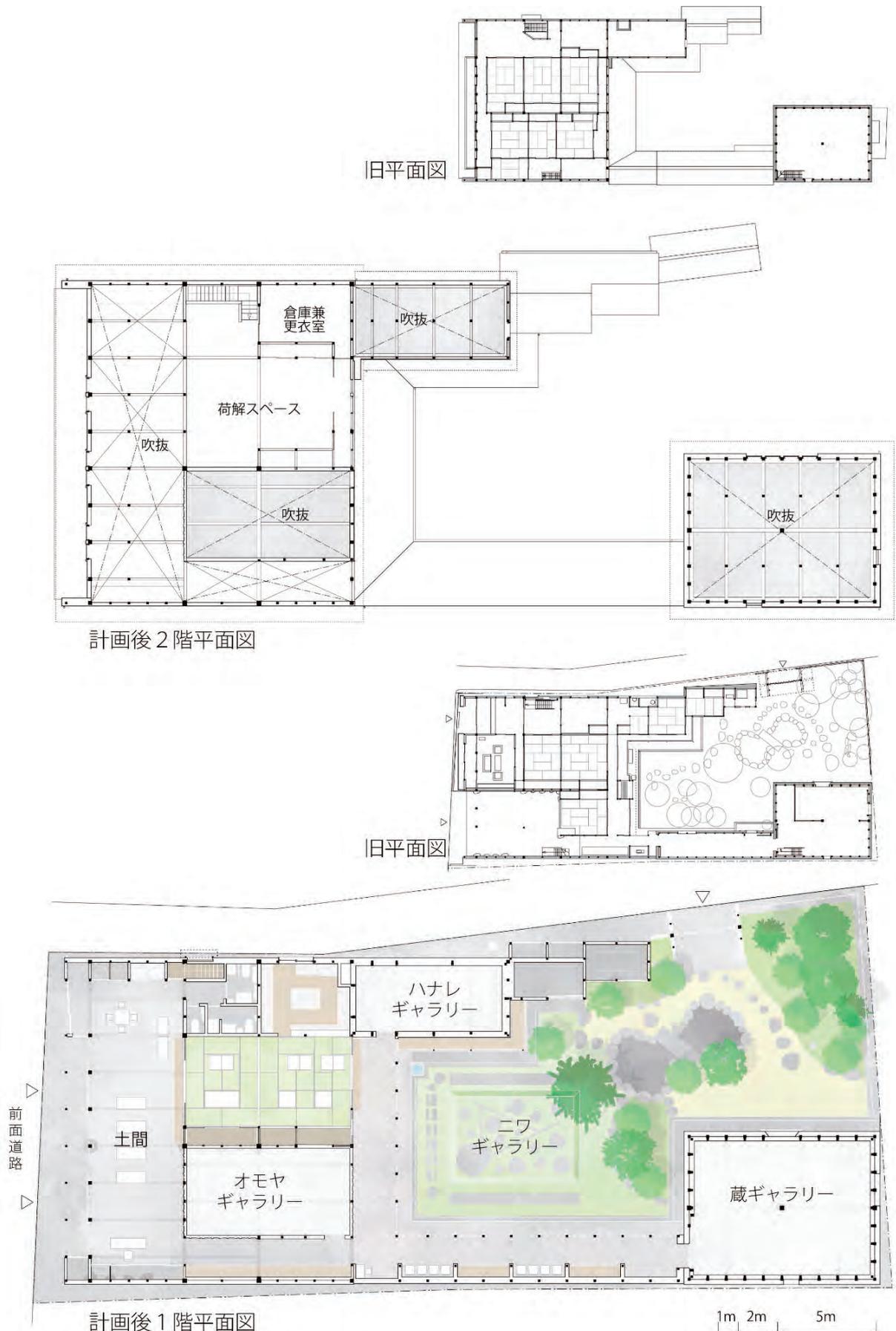


図-12 計画前後の平面図

4. おわりに

本建築では、構造的にも意匠的にも壁柱工法が大きな役割を果たしたと言える。壁柱工法は、もともとは建物全体ではなく一部屋のみを補強し、シェルターとして機能させる工法として開発されたものだが、今回はその優れた変形能力と上部荷重も支えられる性質を活かし、建物全体の補強に用いている。限界耐力計算において、極めて稀に発生する地震に対し最大変形角を1/15rad以下にするため、変形能力が高く剛性も高い大臣認定タイプを採用した。

壁柱に利用した杉材にはすべて福井県産材を用い、柱の奥行寸法に差を付けることで凹凸を施し、その質感を強調した。建物のエントランス正面に設けられた大きな壁柱による壁面が来館者を受け入れている（写真-15）。ありがたいことに、これまで中部建築賞やグッドデザイン賞、日本建築家協会優秀建築選などで表彰をいただいたが、審査員の方々のコメントを見るとやはり壁柱工法の印象が大きかったようだ。

築120年を超える本建築の再生により、これから新たな歴史を紡いでいくことになる。この建築の再スタートが市民の間で残されたアートワークのみならず、旧市街地の街並みやそこで育まれてきた活動など、地域の魅力を見出ししていくことにつながると期待している。

【建築概要】

名称 COCONOアートプレイス
所在地 福井県大野市元町12-2
主要用途 美術館
建築主 大野市
敷地面積：776.39m² 延床面積：478.40m²
写真：中村絵写真事務所

【参考文献】

- 1) 財団法人日本ナショナルトラスト：越前大野の城下町と町家，1999
- 2) 一般財団法人日本建築総合試験所：木造軸組耐力壁の面内せん断試験報告書，2012
- 3) 京都大学防災研究所、社団法人大阪府木材連合会：壁柱構法利用時の1部屋補強のための耐震設計マニュアル，2012

【執筆者】



*1 中西 啓
(NAKANISHI Hiromu)



*2 植森 貞友
(UEMORI Sadatomo)



写真-15 建物エントランス部分と、大きな壁柱による壁面（写真の左側部分）