

被災歴史的建造物の調査・復旧方法の対応マニュアル

平成 26 年 3 月

公益社団法人 日本建築士会連合会

刊行にあたって

阪神淡路大震災以降、各地で大規模災害が発生するたびに、歴史的建造物の被災が相次いでいる。被災した歴史的建造物の多くは、被災後復旧されることなく取り壊されており、その結果、地域の歴史的・文化的な景観も失われていることが、各地において報告されている。本マニュアルは、そうした事態を防ぐことを目的に作成したものである。

被災した歴史的建造物を復旧するためには、建築士のような専門家の協力が必要である。日本建築士会連合会では、歴史的建造物の保全・活用に係わる専門家（ヘリテージマネージャー）育成のためのガイドラインを定め、全国各地でその育成が行われるよう取り組んできた。本マニュアルは、ヘリテージマネージャーのような専門家が、災害時に十分な社会貢献ができるよう、その教材として使用されることを想定している。既に、専門家育成に取り組んでいるところでは追加講習の形で、災害時に必要となる体制や知識について学んでもらいたい。育成をスタートさせていないところでは、本マニュアルによって災害時に備える講習から始めて、それを将来的に平時の専門家育成に発展させる形で使用いただきたい。

本マニュアルは、平成24年度に熊本県建築士会が国土交通省の委託事業「歴史的風致維持向上推進等調査」によって作成したものを基礎にして、その後の研究成果や各県の建築士会での事業成果や実績を加え、日本建築士会連合会に設置した「被災歴史的建造物の調査・復旧支援体制支援のためのタスクフォース（主査（後藤 治）」がまとめ直したものである。マニュアルの作成にあたっては、日本建築学会の建築歴史・意匠委員会文化遺産災害対策小委員会と同委員会災害特別調査研究ワーキンググループの協力を得ている。そのため、編集・執筆は同小委員会・WGのメンバーと

その活動と関係する専門家が担当している。また、本書で使用した写真の多くは、同WGの東日本大震災における被災調査時のものとなっている。

本マニュアルは、地震時の調査・復旧を念頭にまとめられているが、ここに記されている内容の多くは、他の災害時においても一定の参考になるものと考えられる。本マニュアルの普及によって、今後の大規模災害時に、被災して失われる歴史的建造物の数が少しでも減少することを望みたい。

平成26年3月

日本建築士会連合会 会長 三井所 清典

目 次

はじめに	1
1 緊急時－災害発生から調査まで	3
1. 1 調査支援体制の確立に向けて	3
1. 2 災害の発生から共同体制の構築まで	4
1) 被害状況の把握	
2) 調査・支援組織の立ち上げ	
1. 3 情報収集・管理機能体制の確立、相談窓口の設置	5
1. 4 調査からアドバイスまで	7
1. 5 調査票の書き方	8
1. 6 応急危険度判定・被災度調査への対応	13
1. 7 静岡県における応急危険度判定・被災調査等の行政との連携	14
1. 8 行政等からの支援の必要性・有効性	16
2 事後－歴史的建造物の被害の見方と応急処置・補修方法	19
2. 1 木造伝統構法（軸組）	19
2. 2 組積造	28
2. 3 土壁・漆喰壁	37
2. 4 瓦	41
3 復旧－本格的な補強・改修	45
3. 1 木造伝統構法	45
3. 2 組積造	64
3. 3 土壁・漆喰壁	76
3. 4 瓦	80
参考資料	
近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定	85
近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定に基づく 文化財建造物の被災調査に関する要領（案）	88
九州ブロック建築士会による被災歴史的建造物被災調査活動に 必要な相互応援に関する協定書（案）	89
同上・模擬訓練シナリオ	91
静岡県における非常時の歴史的建造物の被災状況調査フロー	92
静岡ヘリテージセンター応急連絡用紙	93
静岡県 歴史的建造物の維持・保全・活用に関する協定書（案）	94
歴史的建築物被害状況調査 調査シート	97
歴史的建築物被害状況調査 2次調査シート	99

被災歴史的建造物の調査・復旧方法の対応マニュアル 執筆者及び執筆項目一覧

後藤 治（工学院大学教授） 全体編集

足立裕司（神戸大学教授） はじめに、1. 1～4、6、7

上野勝久（東京藝術大学教授） 2. 1

大橋竜太（東京家政学院大学教授） 2. 2

檉原健一（JSCA関西） 3. 1

古賀一八（福岡大学教授） 2. 3、3. 3

花里利一（三重大学教授） 2. 2、3. 2

村田信夫（OFFICE萬瑠夢） 3. 4

山崎鯛介（千葉工業大学准教授） 1. 3～7、2. 4、3. 4

塩見 寛（静岡県ヘリテージセンター・センター長） 1. 7

はじめに

我が国は、国内で想定される災害は多様であり、しかも頻発するということでは、災害王国と呼ぶに相応しい。特に、阪神淡路大震災以降、地震や大型台風が何度も襲い、多くの犠牲者を出したことはもちろん、これまで維持されてきた貴重な文化遺産である歴史的建造物も多数失われていった。先頃の東日本大震災により、そのダメージの深刻さがよりいっそう理解されてきたように思われる。

災害は人的には無くすことはできなくとも、事前事後の対策をとることでその被害を最小化することは可能である。ここでは、地震に対家を限定して、可能な限り多くの歴史的建造物を救済するための災害後の対策として、災害が発生した直後から本格復旧に至るまで、時系列に沿って、建築士等の専門家が、何を行えばよいのかを、マニュアルの形で示す。

災害による歴史的建造物の被害を最小限にとどめるには、事前の対策も重要である。事前にできることはたくさんあるが、残念なことに実行されているものは少ない。本マニュアルに示す対策のなかには、災害後の対応だけでなく災害前にできることがいくつか含まれている。それらについては、適宜文中に示すことにしたい。

災害後のタイムスケジュールであるが、阪神淡路大震災以後は、その経験をもとに、下記の通り「事前・緊急時・事後・復旧」という段階を想定し、救済活動が行われている。本マニュアルもその時系列に沿った構成としている。

1) 緊急時

災害発生から3週間から1ヶ月程度の期間
生命・生存の危機を脱し、比較的安定した生活支援へと移った状態
組織の構築→(緊急調査費の確保)→調査団の結成→被害の概要の把握→応急危険度判定への対応

2) 事後

緊急時を脱して以降、3ヶ月から6ヶ月程度の期間

被害の概略が把握され、必要な予算化と応急対策が進む時期

詳細な被害調査・相談、公費解体の是非、応急保全工事、被害額の算出、緊急予算

3) 復旧

災害後半年以降

調査・診断と修復設計、修復予算の算定、公的支援の構築

なお、復旧時に行う診断と改修については、災害の有無にかかわらず行うことが望まれるものである。それを普段から行っていけば、災害による被害を最小限にとどめることができるはずである。

東日本大震災では、このスケジュールが大幅に伸び、被害の概要が判る緊急時が半年から1年、事後の対策はさらにその後となり、結果として復旧は大幅に遅れており、これまでの災害と全く異なった様相を呈している。これは地震被害の範囲が格段に広いことと、津波被害や原発事故といった複数の被災要因が加わっていること、さらに東関東から東北地方にかけての人材の不足といった根本的な課題にも起因していると考えられる。

本マニュアルでは、各地で頻発する直下型地震等の大規模地震を想定としているが、東日本大震災を例にひくまでもなく、災害の規模や種類によって、歴史的建造物の被害状況、その対策や人材の関わりも大きく変わることが想定される。そのため、本マニュアルを各種の災害に対応できるよう充実させていくことは今後の課題である。

1 緊急時—災害発生から調査まで

1.1 調査・支援体制の確立に向けて

多様な災害と護るべき様々な文化遺産の有り様を考慮すると、災害時に調査の対象となる歴史的建造物について、事前に幾つかの整理をしておく必要がある。

まず、国が指定した文化財（国宝・重要文化財）については、文化庁を中心に体制が整えられており、早期に状況の把握が行われている。次に、地方自治体が指定した文化財については、自治体によっては専門の職員が配置されており、早期に対応が図られるものもある。

調査の対象となるのは、上記以外の歴史的建造物である。例えば、近年の文化財保護の体系では、阪神淡路大震災後に施行された登録有形文化財制度や、文化的景観制度、それに従来からあった面的保存の伝統的建造物群保存地区といった、これまでの単一物件としての指定文化財では考えられなかったような保護対象の急激な増加がみられる。そのため、その数量の増加に対する対応が迫られている。東日本大震災でも、登録有形文化財（建造物）（以下、「登録文化財」）や伝統的建造物群保存地区内の建造物に多くの被害が発生した。

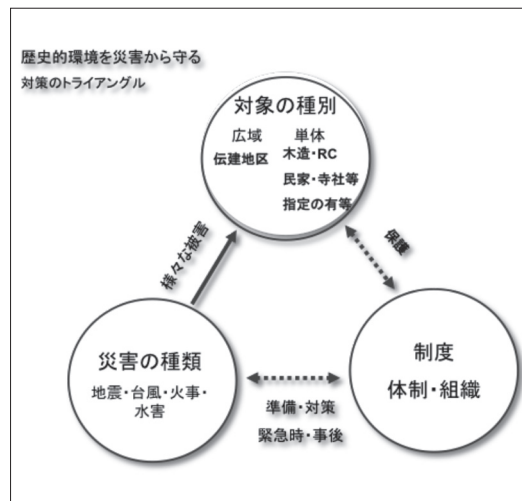
登録文化財も含めた未指定文化財を対象とする災害時の調査・連絡方法はまだ確立されていない。登録文化財の被災状況については、基本的には被災地の市町村から県を通じて文化庁に報告が上げられるが、市町村教育委員会の文化財担当者は多くの場合、建築の専門ではないため、被災状況を正確に把握するためには専門家（学者、建築士など）によって現地確認されることが望ましい。

その他に、指定や登録する価値がありながら、諸般の理由から置き去りにされている歴史的建造物や、地域の歴史的環境を形成してきた何気ない建造物（「周知の文化遺産」と取りあえず呼ぶことにする）まで

を含めると、調査の対象はかなりの広がりをもつことになる。

例えば、阪神淡路大震災では、指定文化財に準ずる建物でありながら、都市の中にあつて実用的な側面が強いことから指定が見送られてきた、周知の近代建築の取り壊しがクローズアップされたが、大阪から神戸にかけての阪神間に数多く分布していた、近代和風住宅や一室だけ洋室をもつ和洋折衷住宅といった、阪神間の住環境の「地」を形成していた住宅が地域から姿を消していったことについてはあまり認識されていない。東日本大震災を含むその後の災害でも、地域の何気ない歴史的環境が確実に姿を消しつつあることが報告されている。

そのため、周知の文化遺産を含む多数の歴史的建造物について対策を講じることが喫緊の課題であり、本マニュアルもそれを念頭に置いている。歴史的建造物の調査や被害への対応にあたっては、行政の文化財管掌部署や、庁内の関連部局、近隣の地方自治体と連携を図る必要がある。ただし、周知の文化遺産を含む場合には、行政による保護の対象となっていないので、行政にとどまらず、非行政組織である様々なNGOや個人との連携をも視野に入れる必要がある。



1.2 災害の発生から共同体制の構築まで

1) 被害状況の把握

すべての災害において共通するのは、生命・生存の危機的な状況からの脱出が第一に優先されることである。そのため、災害直後に、歴史的建造物の救済活動を開始することは困難である。救済活動は、生命・生存の危機を脱し、比較的安定した生活支援へと移った状態（災害発生から3週間後ぐらいから約1ヶ月程度の期間）から行うことが望まれる。

最初に行う活動は、被害状況の把握である。被害状況の把握は、建造物が所在する地方自治体職員と連携して行うことが理想だが、甚大な災害であればあるほど自治体職員は全ての業務に優先して別の復旧活動に専念することになるので、自治体職員が関与できない場合も想定しておく必要がある。

ア) リストの活用

被害状況の把握は、地域の歴史的建造物がリスト化されているかどうかで大きく変わってくる。多くの歴史的建造物を救済するためには、最低限のこととして、保護すべき地域の歴史的建造物がリスト化され、それが適宜更新されていることが望まれる。登録文化財を含めた未指定文化財建造物は指定文化財に比べて件数をはるかに多いため、リストの整備・更新が十分とは言えない。整備・更新の不十分なリストは効率的な調査を妨げる危険性もあるので、こうしたリストは平時からメンテナンスをしておくことが理想である。リストがなければ調査は、所在調査から始めなければならない。被害の大きいものは、歴史的建造物かどうかの判別が困難である。また、所有者が避難して不在の場合も多く、調査は困難を極めることとなる。

リストは詳しいものでなくても良い。建物名と住所、所有者、建物種別、写真があれば足りる。ただし、リストは共有できる形式、デジタル化された情報であることが望まれる。災害時の調査をより効率的に実

施するには、所在地情報を地図情報に置き換えておくことも必要である。特に広域災害のケースでは移動距離が一気に長くなるため、事前に建物の所在状況や地理的情報を入念に確認しておかないと大幅なロスが生じる。より多くの建物の現地調査を行うためにも、最新の所在情報に基づいたより効率的なルートを事前に検討しておくことが必要である。

リストが存在する場合でも、災害後にリストを収集（例えば、地方自治体の所有するリストの提供を受ける）していると余計な時間を要することになるので、調査の事務局となる組織等を予め想定し、そこにリストを備えておくことが望まれる。

リストのない地域では、日本建築学会の歴史的建築総目録データベースが参考になる。リストを作成している地域においても、同データベースとリンクしていくことが望まれる。静岡県のヘリテージセンター（1.7参照のこと）では、同データベースのリンク作業を開始している。

イ) 震度と被害の見当

地震時には、歴史的建造物が影響をうける範囲は、震度分布でおおよそ確定しうる。

例えば阪神淡路大震災では、震度5の地区は、建物の種別（農家、町家、寺社、近代建築、近代住宅など）により被害の様相が異なり、同じ神社であっても拝殿や手水舎は大きな被害になる（間仕切りや壁を持たないため）といったように、建物の形状によっても大きく被害が異なっていた。それが震度6になると被害率は極端に高くなるという傾向がみられた。

建物の維持管理の状況や建物が建てられた時期や年代、地域的な技法の違いとも大きく関係するので、被害の実態と震度との関係は一見しただけでは判りにくい。このように震度発表と歴史的建造物の分布状況（事前のリスト化が必要）とを重ねて、冷静に判断すると被害範囲の概略はつかみうる。歴史的建造物の形式がある程度定

まっていると、より確度の高い推定が可能で、実地調査以前の被害想定と対策のための目安として便利である。

なお、阪神淡路大震災までは被害実態に応じた震度を災害後に発表していたが、現在は各地に設置された振動計のデータをもとに、揺れや加速度、体感を用いながらそれまでの被害率を考慮して震度を発表している。東日本大震災の震度6の地区は阪神淡路大震災の時の震度5の地区かそれ以下に相当していると考えられる。

2) 調査・支援組織の立ち上げ

災害時に歴史的建造物の調査に当たるのは、下記の専門家が考えられる。

- ア) 行政の文化財担当職員及び関連部署所属の職員、その部署で働いた前歴をもつ者
- イ) 文化財修復等を職務とする組織に属する修理技術者（多くは指定文化財の担当）
- ウ) 文化遺産の講習等を経た建築士または建築関係者（ヘリテージマネージャー等）
- エ) 大学の他、研究職にある建築関連の研究者（日本建築学会会員等、調査の指導・助言など個々のキャリアで異なる）
- オ) 博物館等に属する学芸員や郷土史家等（文化財保護委員と重複していると考えられ、美術工芸との関係を含めて連携する必要がある）

被災状況の把握には、多数の専門家が必要である。上記のうち、(ア)(イ)は、被災直後の主に国指定文化財を担当することになる。そのため、その他の多数の歴史的建造物を担当するのは、(ウ)(エ)が協力する形が理想である。東日本大震災では、文化庁の文化財ドクター派遣事業によって、その体制をとるための糸口を得ることができた。今後は、各地でのヘリテージマネージャーの育成を図ると同時に、その育成等を通してヘリテージマネージャーと日本建築学会との協力体制を平常時からとるようにすることが課題であろう。前述したよう

に、静岡ヘリテージセンターがリストの作成で日本建築学会とリンクしているのは、その理想的な姿といえる。

なお、専門家の場合も、行政担当者と同様に、被災地域に居住する者は被災者となっている可能性が高いため、緊急時にはとくに地域外の専門家による協力が必要である。そのためには、事前から地域間で専門家が連携できる体制を構築しておくことが望まれる。そのためには、都道府県の建築士会はもちろん、行政も含めた連携の体制が望まれる。行政の広域連携としては、関西地区の府県による文化財専門職員による広域連携と九州地区の建築士会の協定及びそれに基づく模擬訓練は先例として参考になる（後掲参考資料を参照のこと）。

この他に、災害後の人材不足を補うために建築士を対象とした緊急講習を行うこともできるが、そのためには講習内容についての準備とテキストを事前に作成しておくなどの対策が必要となる。アメリカのカリフォルニア州では、ロマプリエタ地震、ノースリッジ地震でこうした試みがあったと聞く。東日本大震災のような広域な災害においては、こうした方法も有効であろう。

1.3 情報収集・管理機能体制の確立、相談窓口の設置

未指定文化財は、現在、国から災害時の修理費補助がないことが通例となるため、指定文化財に比べ災害後に取り壊しに至る危険性が高い。これら未指定文化財の取り壊しを未然に防ぐためには、広範囲に散在する建物を個別に訪問して、所有者が当面の解体を思いとどまるように、まず被害の程度を所有者に対して的確に説明し、その上で文化財的価値を担保した適切な応急処置の方法を助言することが必要である。広域災害のケースでは、有志の建築士や研究者が各地で一斉に調査や技術的支援にとりかかることが想定されるが、その調査結果の集約と共有が必要となり、特に被害状態

と被害レベルについての評価は共有される必要がある。そのため、情報の収集・管理や相談窓口にあたる「本部」の設置が必要になる。

本部を設置し、情報の収集・管理を行うことは、行政に対する公的支援の必要性への働きかけや、助言を行う適切な専門家の即時の派遣等にも役立てることができる。本部は、日常からヘリテージマネージャーの動向を把握しているヘリテージマネージャーの連絡協議会の事務局等が各都道府県に設置されれば、そこがその候補として最も効果的であろう。本部の機能を充実し、より効率的な調査を行うためには、その調査方法や連絡体制にWEBやメーリングリストなどの通信・情報処理技術を積極的に活用することが欠かせない。これも、連絡協議会の事務局であれば、日常の活動の延長で可能だろう。

以下、広域災害時における調査組織の体制について、東日本大震災に際して日本建築学会に設けられた災害特別調査研究WGをモデルとして述べる。なお、下記の「支部」や「県」についても、各都道府県等の連絡協議会の事務局をあてることのできるものと考えられる。

まず、全体を統括する対策本部を設置する。本部には専用のHPを開設して常時対応可能な体制とすることが望ましい。対策本部には、「情報管理責任者」（1名・被災地外）および「支部担当責任者」（被災支部単位）を置き、その他に各県に「県担当責任者」（被災県単位）を置く。それぞれの役割は以下の通りである。

- ・対策本部のHPは、情報管理責任者がこれを管理する。
- ・情報管理責任者は、HP上にて調査に関する情報（調査員名簿・調査状況・ニュース）の随時更新と成果品（調査票）の一括管理を担当する。
- ・支部担当責任者は、それぞれの支部に属する調査員の登録・承認と調査員から申

請のあった調査計画書のチェックを行う。また、支部内の県担当責任者を統括する。・県担当責任者は、県内の調査を担当する調査員を統括し、また県および市町村の教育委員会と連絡を取り、県内調査を円滑に進める。

並行して、現地に派遣する調査員の登録作業を進める。広域災害の場合は調査員登録をWEB上で行うことが効率的で望ましいが、調査情報には個人情報が多く含まれるため、できれば調査員の登録には所属団体の責任者（氏名・連絡先）を記入させるなど、支部担当責任者が承認の可否を判断できるように工夫する必要がある。歴史的建造物が集中している場合や、被害地域が広大である場合は、調査地区の分担状況・進捗状況の把握のための地図（スケールは適宜選択）を作成しておくことで混乱が少なくなる。

以下、調査員登録に際しての留意事項を示す。

- ・調査員登録は、それぞれの支部担当責任者がこれを統括することが望ましい。
- ・調査員登録はWEB上でを行い、個人情報として携帯電話の番号、メールアドレス、紹介者（氏名・連絡先）の記入を必須とする。
- ・調査員登録は、支部担当責任者の承認が済み次第、本人に調査員番号と身分証明書の発行に必要なパスワードが通知される。
- ・身分証明書およびIDカードは、WEB上でダウンロードし、調査時には携帯を義務づける

被災調査を安全かつ効率的に行うためには、現地の被災状況をできるだけ正確に把握しておく必要があり、そのためにはさまざまな水準での確かな情報収集を行う必要がある。以下に情報収集に関するそれぞれの責任者の分担を示す。

- ・対策本部は、主に文化庁・国交省から被災地の情報を集め、調査の基本方針を策定する。また、日本建築学会など他団体との連絡調整を担当する。

- ・支部担当責任者は、文化庁・国交省から文化財建造物に関する被災情報を集め、支部で別途把握している被災情報と併せて県担当責任者にそれらの情報を提供する。
- ・県担当責任者は、支部担当責任者から提供されたデータを市町村別に整理し、県の教育委員会と連絡を取って被災文化財の調査状況に関する情報の収集・確認を行うとともに、調査員と分担して市町村の教育委員会に被災状況についてのヒアリングを行う。
- ・上記の体制以外にも、県単位で被災調査に関する相談窓口を設置し、被災建物の所有者からの問い合わせや調査の依頼に対応できるようにしておく。
- ・被害調査がある程度進行した段階で、調査員ごとに生じた被害レベルの判定のバラツキについて検討を行い、判定の平準化・調整を行う。この作業は対策本部、支部担当責任者、県担当責任者等に、これまでの被害調査経験者を加えて行うことが望ましい。

なお、現地調査を効率的に進めるため、HP上では情報管理責任者によって以下の内容が随時更新される。

- ・登録した調査員の名簿（氏名、所属）
- ・調査予定地（担当調査員名、調査予定日）：調査員が提出した「調査計画書」に基づき、最新の状況を「調査予定／調査済み」として表示

1.4 調査からアドバイスまで

調査地区へのアクセスは災害の程度や種類によって異なる。阪神淡路大震災の場合は、都市交通が麻痺し、交通事情も極端に悪かったために、調査地区までは徒歩に頼るしかなかった。また、新潟県中越地震・能登半島地震・中越沖地震では車による送迎等が必要となり、特に被災状況把握のための初動調査では余震等の危険もあることから、万が一の場合を考慮して複数人による調査チームとする必要がある。

また、被害調査に赴くと、被害建物の持ち主から専門的なアドバイスを求められる場合が多い。調査者が建築設計や施工を職務としている場合には、調査が機縁となって仕事の受託までつながることが想定される。誤解や混乱を避けるためにも調査員の行動規範を作成し、事前に周知しておくことが必要である。それと同時に、複数名が調査を行うこと等によって、可能な限り助言や見解の客観性が担保できるよう努める必要がある。

【装備・携帯品等】

調査用具一式 / 身分証明書・調査趣旨説明書等

調査票と被害調査マニュアル（最近ではデジタル化されたフォーマットの方が便利かもしれないが、紙ベースの記入は必要と思われる）、地図（位置確認とプロットのため、住宅地図1/1500～1/3000と都市計画図1/2500）、適当な画板、磁石またはそれに代わる道具、カメラ（現在ではGPS機能のついたデジタルカメラが望ましく、撮影の画素の指定等も必要）、筆記用具の他

装備：ヘルメット、1日の飲料と食料、懐中電灯、防塵用のマスク、簡単なケガの治療ができる医薬品、他雨具や防寒具等は適宜状況に合わせる

【初動調査】

初動の第一次調査はできるだけスピーディに被害状況を集約する必要があるため、外観の目視により行う。東日本大震災では阪神淡路大震災で用いられた調査票が改善され、かなり自動的に記述できるフォーマットになっている（次節参照）ので、ある程度の訓練さえ積めばかなり効率的に調査票を作成することが可能であろう。ただし、外観の目視と内部の被害に大きな差が生じる場合もあることは注意する必要がある。特に基礎のクラックや形状の変化などには注意が必要である。

内部調査が即時に許される場合は併せて行うことが効率的である。ただし、調査地

区の調査スケジュールを外れない程度にとどめる必要がある。調査に際しては、被害状況だけでなく、後述の二次調査に基づいて行うべき内容の相談が持ちかけられることが予想されるので、それを想定して行う。また、調査時に所有者等と接触する機会が持てなかった場合には、所有者等からの助言の求めに応じられるよう、調査建物に本部の相談窓口の連絡先がわかるように表示する等の方法が考えられる。

【相談される内容】

余震が続くなかで持ち主の最も知りたいことは、建物の安全性に集中する。

(建物の危険度)

被害の程度によるが、専門の構造診断なしに適確な回答は難しいため、簡易構造診断の提示や、落ち着いた後に構造診断が可能であることを知らせる。応急危険度判定との関係は、次項に詳述する。

(応急措置の方法)

建物の被害程度やその後の状況を考慮すると、応急措置を施すことが未然の破壊を防ぐことになる。出入りの業者がいない場合には、所有者等の求めに応じて、応急支保工（補強）・曳家（建て起こし）ができる業者を紹介する必要がある。そのためには、事前にそうした工事に対応できる業者を地域でリスト化しておくことが有効である。

(その他)

この他、下記のような相談が予想されるが、緊急時であることから時間をおいて冷静になって考えてみることを勧めるしかない。

・修復のための予算と補助金の可能性

個としての調査者は行政の施策の代弁者にはなれないので、本部・支部や県等を通して補助等の可能性についての情報をできるだけ早い時期に所有者等に伝える必要がある。公的な補助の決定は事態に後れを取るため、一番重要な一次調査の際に伝えることができないのがこれまでの実状である。もし一次調査の際に公的な補助があり、それを自由に使えれば保存の可能性は大きく

開けるが、未指定文化財の緊急工事に対する補助は現状ではない。

・文化財レスキュー等との連携を事前・事後に確認しておくことができれば、家屋の破損、倒壊に伴う、避難中の盗難、貴重な文書・工芸品の破損・水損等の進行を避けることができる。

・修復の可能性と残すことの価値について残していくことについての不安があり、技術的な可能性や文化的な価値といったこと以上に、将来に向けた維持管理をどうしていくのかという将来設計ができていないことに起因する場合が多い。

1.5 調査票の書き方

ここでは、東日本大震災の後に文化財ドクター事業で利用した事例とその解説を行う。

調査票（調査シート）は、一次調査用のもの（後掲参考資料）と詳細調査用のもの（後掲参考資料）と二種類がある。記入方法としては、ともに出発前に建物の名称や所在地などの基本事項を記入しておき、現地では調査項目に従ってそれぞれメモを取りつつ、記述しにくい破損状況などについては多くの写真で補うようにする。詳細は記入見本（別紙1・2）を参照すること。

調査票の入手から提出までの順序は、以下の通りとする。

- ・調査票（一次調査、詳細調査とも）は、指定のエクセルデータ（未記入）を用いることとし、対策本部のHPからダウンロードして使用する。
- ・現地にて調査シートの項目に従い、調査結果を記入する。
- ・記入済みの調査票（エクセル）をWEB上で専用のフォルダーにアップロードして提出するようにする。

なお、アップロードされた記入済み調査票は、情報管理責任者がこれを一括管理することとし、アップロードされた調査票は、支部担当責任者の承諾なく使用することはできないようにする。

歴史的建築物被害状況調査 調査シート

整理番号	08-207	001	調査年月日	2011年 5月 4日			
			調査員	大橋竜太、片野朋治			
建造物名称	結城酒造株式会社・安政蔵		建立時代	安政6年			
所在地	茨城県結城市大字結城1589		指定の有無	未指定	登録	指定 ()	
基礎情報の出典	<input type="radio"/> 現地調査	<input type="checkbox"/> 近代化遺産	<input type="checkbox"/> 近代和風調査	<input type="checkbox"/> 建築学会DB	その他 ()		
所有者住所・氏名	氏名： 住所：		所有者連絡先	tel：	fax：		
建物種別	<input type="checkbox"/> 寺院	<input type="checkbox"/> 神社	<input type="checkbox"/> 蔵	<input type="checkbox"/> 民家	<input type="checkbox"/> 近代住宅	<input type="checkbox"/> 近代建築	
	その他						
構造/階数(地階)	<input type="radio"/> 木造	<input type="checkbox"/> 煉瓦造	<input type="checkbox"/> RC造	<input type="checkbox"/> S造	<input type="checkbox"/> 石造		
	階数(地階)		地上2階	その他の構造 (土蔵造り)			
屋根葺材料	<input type="checkbox"/> 本瓦	<input type="checkbox"/> 棧瓦	<input type="checkbox"/> 檜皮	<input type="checkbox"/> こけら	<input type="checkbox"/> 茅	<input type="checkbox"/> 金属板	
	その他 ()						
被害の状況	基礎	<input type="radio"/> 被害無し	<input type="checkbox"/> 亀裂	<input type="checkbox"/> 部分破壊	<input type="checkbox"/> 傾斜	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 全壊
	軸部・架構	<input type="radio"/> 被害無し	<input type="checkbox"/> 軽微	<input type="checkbox"/> 部分破壊	<input type="checkbox"/> 傾斜	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 全壊
	屋根	<input type="radio"/> 被害無し	<input type="checkbox"/> 軽微	<input type="checkbox"/> 部分破損	<input type="checkbox"/> 傾斜	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 全壊
	外壁	<input type="radio"/> 被害無し	<input type="checkbox"/> 亀裂	<input type="checkbox"/> 部分破壊	<input type="checkbox"/> 傾斜	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 全壊
	内部	<input type="radio"/> 被害無し	<input type="checkbox"/> 亀裂	<input type="checkbox"/> 部分破壊	<input type="checkbox"/> 傾斜	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 全壊
	総合判定	<input type="radio"/> 被害無し	<input type="checkbox"/> 軽微	<input type="checkbox"/> 部分破壊	<input type="checkbox"/> 傾斜	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 全壊
その他	現況と所有者の意向等						
特記事項(写真等を添付)	特記事項(被害の特徴をできるだけ添付写真と対応させて記入してください) ・西側、屋根瓦落下(2011.4.10:藤川) ・東側の瓦は無事。近年葺替えたらしく新しい。(2011.4.10:藤川) ・内部未見(2011.4.10:藤川) ・外壁落下(背面被害大)						
	新蔵 	安政蔵 煉瓦煙突					

被害状況調査書 (裏面)



写真説明

内部



写真説明

内部見上げ



写真説明

屋根崩壊 (瓦・野地板落下)



写真説明

内部間仕切壁一部崩壊



写真説明

外壁漆喰落下

写真説明

写真説明

写真説明

東日本震災被害 フォローアップ調査書 (建造物関係)

整理番号	/			作成日	2012年11月02日/12月10日	
建造物名称	旧下野紡績所倉庫			調査員	渡邊美樹 小野貴仁 上野勝久	
所在地	栃木県真岡市台町2481			建立年代	明治28年建設、大正2年移築	
出典	近世社寺調査	民家調査	近代和風調査	近代建築総覧	近代化遺産	● 現地調査
所有者 住所・氏名	氏名： 大塚靖之 (個人) 住所： 真岡市台町2481			所有者 連絡先	tel :	fax :
建物種別	寺院	神社	民家	近代建築総覧	近代住宅	● その他
構造形式	木造平屋建、外壁大谷石積、寄棟造 (片側入母屋造) ・ 棧瓦葺、建築面積237.97㎡					
被害調査	平成23年10月17日 部分破壊		平成23年11月16日 部分破壊			
被害状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東側柱2本が傾斜しており、桁の先端部が石壁の凹部取り付け箇所から外れてる。 ・ 東壁面開口部窓枠が外れている。小屋組は、梁3本が落下、中央の小屋束1本も落下、火打ち梁が不安定な状態。 ・ 東側と北東出隅壁面の石積みの乱れが激しい。落下する危険性は低いと考えられる。 ・ 屋根瓦の落下があるが、今のところ雨漏りはなし。 					
						
	平成23年5月21日			平成23年5月21日		
追加調査	平成24年5月1日 再調査		平成24年11月2日 修理指導		平成24年12月10日 修理指導	
復旧状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成24年5月に再調査したが、震災後の破損状態をそのまま保持していた。 ・ その後の余震でも変形の進行はみられない。雨漏りもない。 					
						
	平成24年11月2日			平成24年12月10日		
復旧工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ 所有者は、道路側石積み落下の恐れから取り壊す意向もあったが、調査時には保存修理の方向で検討していた。 ・ 所有者の意向を踏まえ、工務店と修復内容を調整。真岡市も関わってナショナルトラストの復旧支援事業に応募。 ・ 平成24年度のナショナルトラスト文化財災害復旧支援事業に採択。事業費470万円。5月に現地で最終調整。 ・ 構造補強は、内部に梁を支える補強柱を新設、補強金物の設置、外壁は石積みの復旧。屋根は破損箇所の復旧。 ・ 10月下旬より工事に着手。修理内容は工程の進捗状況に合わせて、11月、12月に指導。若干の設計内容を変更。 ・ 現在の瓦と同等の瓦を入手し、3月に修復完了。 					

現況調査写真 (2012年11月2日)



写真説明 外観 (南東より)



写真説明 内部：軸部の応急支柱と外壁の解体



写真説明 内部：軸部の応急支柱と外壁の解体



写真説明 外部：外壁の解体



写真説明 解体中



写真説明 北東隅の状態



写真説明 垂木の切断 (工事のための措置)



写真説明 外壁の石積

1.6 応急危険度判定・被災度調査への対応

被災した歴史的建造物の破壊を促進しているものに、応急危険度判定への誤った認識と、家屋の解体に対する公費助成制度がある。それらによる破壊を未然に防ぐことは、現状では容易ではないが、ここではその問題点と対策を示す。

1) 応急危険度判定

応急危険度判定において危険判定（赤紙）がだされると、所有者等は建物の存続が不可能になったと捉える場合が多い。そのため、応急危険度判定の目的が、緊急の危険回避のための応急措置であり、安全性を第一にした判定である旨を理解してもらうことが最も重要である。応急危険度判定が、生命と安全を守るためには避けることができない重要な活動であり、その後の文化遺産の存否を左右するという現実を直視すると、対策本部が置かれる事務局は、事前に応急危険度判定を担当する行政の部局と連携しておくことが望まれる。

応急危険度判定は、各都道府県の建築士会に依頼されている。そのことを考えると、ヘリテージマネージャーの育成に取り組んでいる建築士会が存在する都道府県については、事前にリスト化されている歴史的建造物については、危険度判定の時に被災調査を可能な限り建築士会のヘリテージマネージャーが担当できる体制を整えることが最も理想的である。とはいえ、実際にはその実現は困難なので、応急危険度判定士が危険度判定を行うにあたって、リスト化されている歴史的建造物については、判定の他に、対策本部、都道府県等の相談窓口を記したシール等を貼って、別途被災調査の相談に応じてもらうことを促す等の方法が考えられる。

次に、被災調査が行えた場合には、応急危険度判定が緊急の危険回避のための応急措置であり、安全性を第一にした判定である旨を再度所有者等に理解してもらうことに努める必要がある。現状で考えると、応

急危険度判定の後に文化遺産調査が始まるので、応急危険度判定の結果を現地調査の際に再度確認することになる。その主旨からしても非常に厳しい判定が下されていることが常であり、戸惑うことも多いはずである。

仮に、ヘリテージマネージャー以外の建築士の協力が得られ、応急危険度判定時に、リスト化された歴史的建造物に加えて、歴史的建造物の可能性があるその他の建物についても、写真、位置等の調査結果を抽出して利用できるなら、情報としては非常に有益である。その結果から被害の大きな建物を優先的、重点的に調査することも可能である。さらに応急危険度判定時の写真情報にGPS機能が付加されておれば、歴史的建造物の調査ルートを事前に調整することができ、状況の把握のための活動としてはきわめて重要な情報となるし、見過ごされてきた文化遺産を保護できる可能性がある。

ただし、応急危険度判定の結果は現状では個人情報として保護されるべき書類であることから、事前の検討がなければ共有は難しいと考えられる。

2) 公費解体の回避

阪神淡路大震災以降、公費解体制度が一般化したこともあり、その後、公費解体による歴史的建造物の取り壊しが各地で行われている。公費解体の主旨は、被災地の災害復旧を促進するための公助として理解されているが、そこには文化財や良好な景観を公共財として考えなければならない視点が完全に欠落している。

現状では、未指定文化財の場合は補助の適用除外や除却申請期間の猶予等の配慮がなされないことが課題といえる。歴史的建造物の取り壊しのインセンティブともなるこの公費除却補助制度の適用については自治体との事前調整が必要である。

鳥取県の鳥取西部地震では、被災後に、公費解体と修理の補助のどちらかを選ぶことができたために、例えば根雨では、住民の意識が高く、町並みを残していくために

多くの所有者が修理費に充てている。今後は、鳥取西部地震で行われたような、公費解体の予算を災害復旧費に充てることも可能とするようなスキームの確立が必要である。

1.7 静岡県における応急危険度判定・被災調査等の行政との連携

静岡県では、応急危険度判定への対応を含め、建築士会が非常時にどのように行動するのか、既に体制を整えているので、参考として以下に紹介する。

公益社団法人静岡県建築士会（以下、本会）は、平成20年度から、身近にある歴史的建造物を発見・発掘し見守り、これらの修繕・改修や活用などの相談を住民（建物所有者等）や市町行政から受け応えができる専門家、あるいは地震等災害発生の非常時に、被災した建造物の危険度を調査し、修復・改修に関して適切な助言・指導ができる「地域文化財専門家」（ヘリテージマネジャー）の育成を行っている。

これらの専門家の資質の維持向上を図りながら、建築士会が要となり窓口となって、住民、行政及び職能団体等と連携し、平常時の相談・調査・連絡、及び非常時の被災調査・応急措置等に対応できる体制を整えるため、「静岡県ヘリテージセンター

SHEC」を平成25年9月に建築士会内に設立した。

SHECは、平常時においては歴史的建造物の保全・活用などの相談を受けるためのワンストップ窓口として機能し、相談・調査等に関して東部・中部・西部の地域ブロックのなかでの連絡網と連絡体制を整え、地域のヘリテージマネジャーが即時に対応し活動できるようにしている。

また、行政との連携を図り、静岡県及び市町の建築の担当部局と、非常時の被災建築物応急危険度判定における歴史的建造物の扱いに関して事前に協議し、非常時の対応行動について共有化している。

発災後、市町において応急危険度判定の実施本部が置かれ、1週間ほどのうちに判定が行われる。行政と連携を図り、SHECはその後「緊急調査」「被災状況調査」「応急措置等」の3段階の行動を想定し、マニュアルを整えている。

【緊急調査】

- SHECセンター長は、静岡県くらし環境部建築住宅局（応急危険度判定実施本部）に対し、県内の応急危険度判定の状況を把握し、判定終了を確認する。
- 各ブロックリーダーは、管下各市町の判定結果：危険度C（赤紙）貼付箇所の情報（行政から描き写し）を確認する。

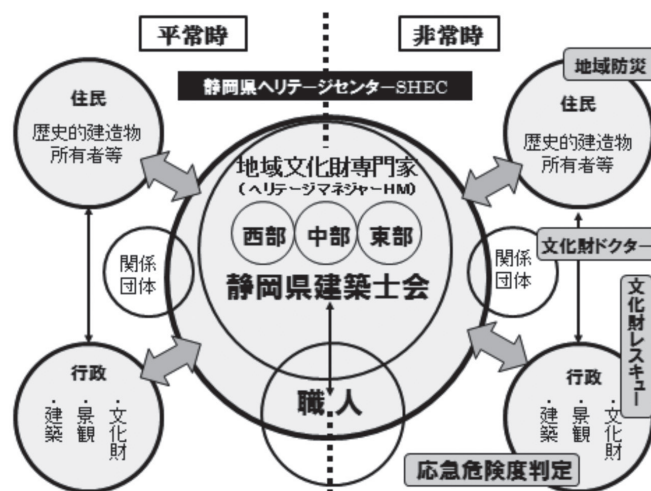


図1 静岡県ヘリテージセンターSHECの全体像

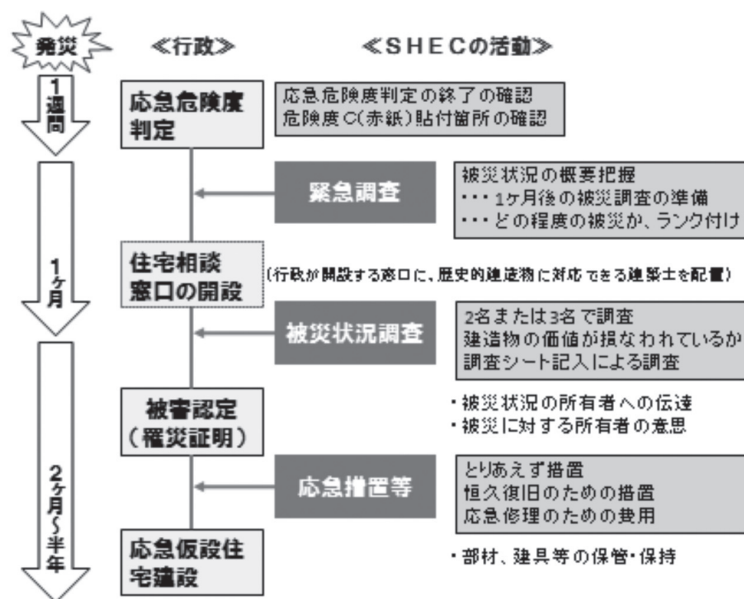
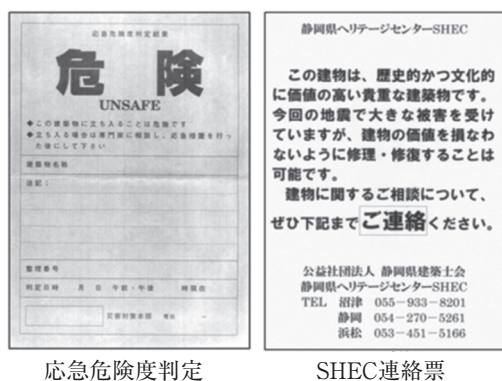


図2 応急危険度判定・被災状況調査等フロー



応急危険度判定

SHEC連絡票

- SHEC構成員は、あらかじめ設定した担当エリアにおける被災状況を緊急調査する。
- ・緊急調査は1ヶ月後に行う被災状況調査のための準備として実施するものであり、エリア内の歴史的建造物の被災状況の概要を把握することを目的とする。
- ・危険度C（赤紙）が貼付された歴史的建造物には、赤紙の横に上記の「SHEC連絡票」（後掲参考資料を参照のこと）を貼付する。
- ・SHEC構成員は被災状況の概要をブロックリーダーに報告する。

【被災状況調査】

- 被災状況調査のための準備・確認
- ・ブロックリーダー及びサブリーダーは、調査員（SHEC構成員）の安否を確認する。

また、調査への参加の可否を確認する。

- ・緊急調査の状況を踏まえ、調査員の地域担当を編成する。調査チームは2名または3名で編成する。

○被災状況調査の実施

- ・調査は、歴史的建造物の価値が損なわれているかどうかの視点により実施する。
- ・「被災状況調査表」に記入しながら実施する。
- ・SHEC構成員は被災状況調査の内容をブロックリーダーに報告する。

○所有者等への連絡

- ・所有者の所在がわかっている場合は、被災状況を所有者に伝達し、被災に対する所有者の意思を確認する。

【応急措置等】

- 応急危険度判定の結果、危険（赤紙）、要注意（黄色）のうち歴史的建造物を対象とする。
- 所有者等からの要請に基づき、歴史的建造物の応急措置を実施する。
- ・ブロックリーダーは、エリア内のSHEC構成員によるグループを編成し、グループリーダーを決定する。
- ・必要に応じて大工、左官、瓦職人等の職

人団体に連絡し、協力を要請する。

- ・応急措置の方法について、被災の状況に応じて適切に選択する。

○恒久復旧のための検討

- ・恒久的な修理・修復のための調査の実施、概算見積もりの提示。
- ・材料、建具等の保管・保持。

1.8 行政等からの支援の必要性・有効性

歴史的建造物の復旧に際しては、被害の状況を冷静に確認し、生活復旧という面からみた所有者等の生活設計との関連で対応することが必要である。そのため、必ずしも根本的な改修ができるとは限らないことに留意すべきである。先述の通り、公費解体に対抗するためにも、公的支援が無いと被災した歴史的建造物の復旧は難しい。これまでの災害の事例をみると、公的支援の有無が、歴史的建造物が継承できたか否かに大きく影響を及ぼしている。

【補助金制度】

過去の多くの災害で、復旧に対して国費による支援が行われているのは、国宝・重要文化財、重要伝統的建造物群保存地区といった国が指定・選定した文化財である。それに加え、東日本大震災では、歴史まちづくり法に基づく歴史的風致形成建造物の復旧に対して、国費による支援が行われている。

それ以外の歴史的建造物に対する公的支援は、地方自治体によって行われている。これまでの地方自治体による公的支援としては、県単位に交付される復興費の基金からの支援、市町村による単独の支援がある。前者の例としては、阪神淡路大震災の兵庫県、能登地震の石川県、東日本大震災の茨城県による支援がある。後者の例としては、東日本大震災の桐生市・結城市による支援等がある。

公的支援以外の支援としては、NPOによる支援がある。民間から集めた寄付を原資とする支援で、東日本大震災では、公益

財団法人である文化財保護・芸術研究助成財団と日本ナショナルトラストによって支援が行われている。

国が指定・選定した文化財以外への支援を充実させていくことは、今後の課題である。

文化財等の歴史的建造物に対する支援以外に、店舗や製造関連施設では、中小企業の支援のため公的な支援を用いて歴史的建造物の復旧も行うことができる。

このように、別の目的の支援を、歴史的建造物の支援に生かすことも検討していく必要があるが、対策本部でこうした情報をまとめることにより、より効果的な復旧につなげることが可能になる。

参考として、東日本大震災における茨城県桜川市、結城市、群馬県桐生市の復旧事例の状況を次頁に示す。

【専門家派遣・支援・斡旋】

災害時に、所有者等へのアドバイスのために、行政から専門家の派遣や専門業者の斡旋があると、被災した歴史的建造物を継承できる可能性が高くなる。けれども、行政は、専門家や専門業者の紹介は、公平性の原則の観点から、通常は行いにくい。そのため、各都道府県の建築士会のようなNGO、NPOといった組織は、行政と協力し、専門家や専門業者を選定できる体制を事前に整えておきたい。例えば、兵庫県のヘリテージマネージャーは県民局等に名前が登録されており、随時必要に応じて行政からの要請が行われている。これは県の業務支援組織として位置づけられているからである。

【専門家の育成・産業の育成】

歴史的建造物を継承するためには、応急時、復旧時とも、建築士のような技術者と大工職人といった技能者が必要である。そのためは、日常から伝統構法に精通した技術者や技能者の育成を図っておくことが望まれる。いくつかの都道府県の建築士会で始められているヘリテージマネージャー

東日本大震災関連・歴史的建造物の復旧のための補助等（茨城県桜川市の事例）

(単位：千円)

事業制度名	事業主体	補助対象	補助率	補助先	備考
東日本大震災災害復旧事業	桜川市	保存地区内の伝統的建造物	9/10	A家土蔵	
〃	〃	〃	〃	K家土蔵	
〃	〃	〃	〃	T家主屋	
〃	〃	〃	〃	N家高麗門	
〃	〃	〃	〃	M醸造、酒蔵、事務所	
〃	〃	〃	〃	T家主屋、土蔵、倉庫	
〃	〃	〃	〃	M家主屋	
〃	〃	〃	〃	M家主屋	
〃	〃	〃	〃	K家主屋	

東日本大震災関連・歴史的建造物の復旧のための補助等（茨城県・結城市の事例）

事業制度名	事業主体	補助対象	補助率	補助先	備考
中小企業等グループ施設等災害復旧費補助金	茨城県	店舗や製造業などの中小企業の施設	3/4以内	結城酒造株式会社 安政蔵・新蔵・レンガ煙突	
〃	〃	〃	〃	奥順店舗・壺の蔵	
〃	〃	〃	〃	赤荻本店見世蔵	
〃	〃	〃	〃	武勇 見世蔵・製品蔵・仕込蔵	
〃	〃	〃	〃	会津屋本店	
〃	〃	〃	〃	秋葉喬庸商店	
茨城県指定文化財等災害復旧補助金	〃	指定文化財及び国登録有形文化財	〃	中澤商店見世蔵及び主屋	
〃	〃	〃	〃	保坂家住宅主屋・土蔵	
〃	〃	〃	〃	武勇仕込蔵	
〃	結城市	〃	〃	武勇煙突	
〃	〃	〃	〃	孝顕寺山門	
〃	〃	指定文化財及び国登録有形文化財	〃	大桑神社本殿	
東日本大震災 自然・文化遺産復興支援プロジェクト	(財)日本 ナショナルトラスト	自然・文化遺産	4/5以内 2,500千円上限	磯田家見世蔵	

東日本大震災関連・歴史的建造物の復旧のための補助等（群馬県桐生市の事例）

事業制度名	事業主体	補助対象	補助率	補助先	備考
指定文化財及び国登録文化財復旧奨励補助金	桐生市	市指定文化財及び国登録文化財の建物	30% 500千円上限	桐生市指定重要文化財	市単独事業
〃	〃	〃	〃	国登録有形文化財	〃

- * 事業主体は、市町村など自治体名、あるいは企業名など
- * 補助対象は、補助事業制度において規定される補助する対象
- * 補助先は、具体的に補助した物件等の名称

育成のための講習会は、その第一歩といえる。静岡県では、木造建築工業組合、瓦屋根工事業連合会、左官業組合との協定を結んでおり参考となる（後掲参考資料を参照のこと）。

災害対策は急にはできない。技術者や技能者の育成は、地域の歴史的建造物を護っていくために必要なだけでなく、地域経済の活性化という面でも役立つ。災害後の活動を促進するためにも、普段から伝統構法に親しみ、歴史のある家屋や建物と関係する職人の仕事を持続させることが最も確実な対策ともいえよう。そのためには、現代住宅・建築の設計の場においても、できるだけ伝統構法を採用していくことなどが望まれる。地域の建設業や大工、左官、瓦師などの育成のためには、教育はもちろん、仕事の創出にも力点を置くべきであるが、現在の産業構造では難しい問題が山積している。

ドイツでは、伝統工法の保護のために修復技術や伝統材料およびそれらの代替となる材料や技術の展示会を、国や州をあげて定期的に行っている。間接的ではあるが、重要な施策として日本でも実施されることを望みたい。

日本でも、伝統的建造物群保存地区などを中心に、いくつかの市町村でそうした取り組みが行われている。また、金沢職人大学校のような育成機関と地方自治体の文化財修理が協力して職人の育成を図るような体制も参考になる。

2 事後－歴史的建造物の被害の見方と応急処置・補修方法

本章では、大規模な地震時に歴史的建造物に発生しやすい被害とその原因を紹介する。発生した被害を放置しておく、それが原因になって破損が進行し、保存が困難になる場合も多い。例えば、東日本大震災で被災した歴史的建造物には、その後に頻発した余震によって倒壊したものもある。そこで本章では、発生した被害による歴史的建造物への影響を最小限にとどめるための応急処置の方法や簡易にできる補修の方法もあわせて紹介する。

建造物の破損は、建造物の構造や工法の特성에依りて発生することが多い。そのため、本章では、歴史的建造物の構造、工法別にそれを紹介している。また、歴史的建造物に用いられている全ての構造・工法を網羅的に紹介することは困難なので、一般の建築士が日常的に工事に関わることの少ない、木造伝統構法、組積造（石造・煉瓦造）、土壁・漆喰壁、瓦屋根に絞って紹介する。

本章では、被害・破損や応急処置・補修の方法のうち、代表的なものを紹介しているが、その全てを紹介できていないわけではないので、実際の現場においては、個別の判断や個別の対応が必要になることは留意すべきである。

2.1 木造伝統構法（軸組）

我が国では、明治期に文化財建造物の保護が図られて以降、今日に至るまでほとんど中断することなく、文化財建造物の保存修理を継続してきた。特に木造建造物の保存修理では、今日、世界的にも最高度の水準の技術や技法が用いられている。最近の保存修理では、平成7年の阪神淡路大震災以降、文化財建造物の耐震性能の向上が図られている。例えば善光寺山門や正法寺本堂などの大規模建造物に対する補強、唐招提寺金堂の平成大修理における構造補強など、従来と一線を画する保存修理工事も行われてきている。

文化財建造物を含めた歴史的建造物の多くは、長い時間の中で、自然災害も経験しながら、現在に継承されてきた。しかしながら、比較的新しい近世以降の建造物を中心に、直下型の地震を経験していないものや、耐震上の課題を抱えているものも存在する。また、幾度かの地震に耐えてきたからといっても、決して安全というわけではない。経年に伴って、部材の結合部や接合部の弛緩が進行している場合や、部分的な腐朽が生じている場合もある。周辺環境の変化によって、地盤の耐力が変化してい

ることもあり得る。さらに、後世の改造や改変によって、建築当初の性能を低下させていることもある。こうした状態で、それまでにない大規模な地震を受ければ、当然ながら、予想外の被害になる場合もある。

ここでは、伝統的な木造建造物の被害状況のうち、主に軸組が受ける被害とその応急措置について述べる。屋根や壁などの個別部分については、別項を参照されたい。

2.1.1 震災による被害パターン

貫を用いた伝統構法の建築は、筋交いや壁に頼る現代の在来構法の建築と比較すると、地震時には、初期の剛性が低く、軸組が傾きやすいことはよく知られている。そのような特性をもつ伝統構法の建築の典型的な被害には、次のようなものがある（写真1）

- (ア) 柱間装置の破損／土壁（壁チリ、貫伏せ部等）の破損、障子の破れ、建具の破損等
- (イ) 軸部の傾斜
- (ウ) 梁等の部材のずれ、落下
- (エ) 石場建て基礎からの建物の移動
- (オ) 内法等での柱の折損 ⇒ 建物の倒壊

伝統構法の建築では、地震時に柱が傾くが、各部の壁や指付け梁と柱の接合部は、



写真1-1 小壁の破損（貫伏せ部）



写真1-2 小壁の破損（柱チリ部）



写真1-3 建具（障子）の破損



写真1-4 建具（障子）の破損

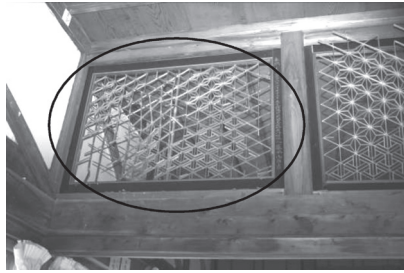


写真1-5 建具（欄間）の破損



写真1-6 軸部の傾斜



写真1-7 軸部の傾斜



写真1-8 梁のずれ（鼻栓の破損）



写真1-9 基礎からの移動



写真1-10 基礎からの移動



写真1-11 柱の折損



写真1-12 建具（障子）の破損と建具（坂戸）のはずれ

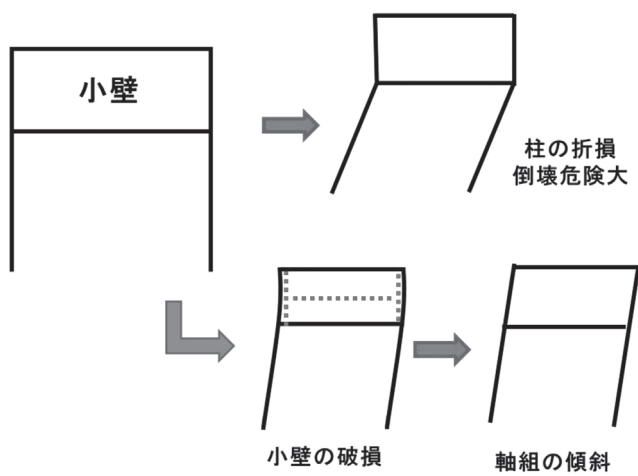


図1
伝統構法の軸組の破損と傾斜

小壁の破損は、貫伏せ部分や柱とのチリ際で発生する
軸組の傾斜後は、小壁内の貫によって粘る



写真: 東京大学藤田研究室(右上)

写真2
柱が折損した伝統構法の建物

内法、2階床の胴差し部分で折損が生じやすい



伝統的建築物の被害事例



写真3
東日本大震災で大きく傾いた伝統構法の建物

傾きは大きいですが、柱が折損していないため、復旧は比較的に容易

柱の傾きに抵抗するので、柱の強度が弱いと柱が折れ（オ）、強いと柱より先に壁（土壁・漆喰壁等）が壊れ（ア）、その後建物の傾きが増し（イ）、粘り始める形である（図1、写真2・3）。（オ）の状態は大破で、柱が最も折損しやすいのは、小壁や指鴨居がある内法部分や胴指し（2階床梁など）の部分である。とくに、指鴨居や胴差しのところは、柱の断面欠損が大きくなるため折損しやすい。柱が折損すると、建物が倒壊し人的な被害に及ぶ可能性が大で、復旧にも手間を要するため、可能なら事前の対策によって回避したいところである。一方、（ア）（イ）の状態は、柱の折損を免れているので、粘り強い伝統構法の特徴を發揮しているものと考えられ、次項に示すように伝統構法においては十分に復旧可能な破損である。

（ア）（イ）では、柱に傾きが生じ、その変形が残留する。この傾きが、現代の建築基準で許容されている傾斜より大きいので、応急危険度判定や被災後の耐震診断で、危険・大破と判定されてしまうことになる。現代の建築基準では、壁や筋交いで固め、軸組の傾きを許容しない形となっているので、柱の傾斜や壁の破損は大破という診断になる。調査にあたる専門家は、両者の違いに十分に留意する必要がある。

（ウ）は、水平方向の引き抜き力や軸組の変形にともなうもので、主に接合部の強度不足等によって生じるが、鴨居等の非構造材でも同様の被害が生じやすい。部分的な被害なので、大破になることは少ないが、

例えば、小屋梁の落下は屋根等に大規模な被害を生じさせる。（エ）については、免震効果が期待できるという面もあるが、柱がばらばらに動いてしまうと、それが倒壊等の大破につながる。免震効果が期待できるのは、各柱の足元が床や貫、大引等で一体化されている場合である。

以上の他、構成部材の腐朽、接合部の弛緩等の性能の低下による被害や、液状化などの地盤を原因とする被害等もしばしば見られるので、注意したい。

写真4は、方1間の吹放し鐘楼で、江戸時代の建築であったが、東日本大震災で倒壊した。軸組は江戸時代の当初部材であったが、屋根は近年の修理で新しい入母屋造の銅板葺になっており、軒廻りも新しく3軒にされたようである。立派な屋根に対して、軸組が許容限度を超えてしまった可能性があるが、原因の詳細は不明であるが、背後の四脚門は倒壊していない。写真5は3間1戸の薬医門で、倒壊は免れているが、大きく傾斜している。やはり軸組に対して屋根が大きく、今回の東日本大震災の地震波では、建造物全体のバランスは被害の大小を左右する要因であったと思われる。写真6は小規模な仏堂あるが、向拝柱が大きく傾斜した事例である。本体と柱自身が虹梁などで結ばれておらず、また足元も切り縮められていた。もともと不安定な状態にあったことが被害の要因と思われるが、突出部で被害が目立ったのも東日本大震災の被害の特徴であった。



写真4 倒壊した鐘楼（栃木県）



写真5 傾斜した門（宮城県）



写真6 傾斜した柱（茨城県）

2.1.2 応急措置・補修方法

ここでは、伝統構法の木造建築に特有の軸組の傾斜が生じたものを中心に、応急措置の方法を示す。一般的に行われている応急措置の方法は、次の通りである。

(ア) 歪みを直す・沈下を修正する / ワイヤー、ジャッキ等を使う

(イ) 支保工を施す / 斜材、基礎補強

(ウ) 軸組・脱落部材等の簡易補強 / 添え柱、筋交い、面格子等

写真7・8は、社寺建築のなかでも不安定な二重門の事例である。屋根を含めて上部の荷重が大きく、全体のバランスが良くない。また上部を支える1階は、比較的太い柱を用いているが、柱を緊結する水平材が上部にしかなく、また両側が横板壁のみで壁量が決定的に少ない。結果として、地盤や土台は安定していたものの、東日本大震災によって片方に大きく傾斜（この場合は梁間方向で前方）した。応急措置は、まず上方にワイヤーを架けて全体の傾斜を垂直に引き戻し、コンクリート土台に建てかけた斜め材で前後に支え、それから各柱間に交差した筋交いを入れて安定させている。外観からは見えないが、2階は内部・外部とも、壁面沿いに交差した鋼材を筋交として取り付けている。上層は柱と水平材の仕口部分には大きな損傷が見られなかったため、逆に仕口自体は強く固められていなかったと思われる。

この応急措置は、外側の支持材と本体の補強材の組み合わせである。本体への補強材はスクリュー釘で固めていた。当初部材

へのスクリュー釘の使用は部材を損傷するため、避けたいところであるが、不安定な状態での釘打は振動が破損を助長することもある。やむを得ない場合もある。建造物本体が安定してから、当初部材への取り付けは鉄釘に置き換える必要があると思われる。

敷地に余裕がない場合、仮設の斜め材を立てることは困難である。写真9は、変形を止めるため、筋違を外側に取り付けた措置である。また民家などでは、隣家が近接することも多い。写真10・11は山間部の民家で、地震で被災した事例ではないが、多雪地帯のために下屋庇への積雪荷重が多く、それによる変形が進んだ事例である。隣に建物がなくても、他人の敷地に仮設の斜め材を立てることができないが、細い斜め材を密に廃して、軒桁を支え、全体として下屋庇を補強している。

民家の場合、全体が大きく傾斜する場合は、軸組の問題よりも地盤や基礎に要因があることが多い。むしろ部分的な変形は、軸組の足元などに腐朽がある場合や、壁などが大破した場合などが想定される。写真10・11の方法は、部分的な軸組の変形に応用できると思われる、写真12もそれに近い事例である。

斜め材を用いた応急措置は、建物の内部にも用いられる。写真13・14は東日本大震災の震源地に近い岩手県南部の内陸部に所在する民家である。江戸中期の建築で、昭和47年（1972）に市内の公園へ解体移築されたが、屋根は茅葺で、土間廻りの土壁は



写真7 社寺建築の応急措置 (福島県)

写真8 社寺建築の応急措置 (福島県)

写真9 民家の応急措置 (茨城県)



写真10 民家の応急措置 (石川県)



写真11 民家の応急措置 (石川県)



写真12 長屋門の応急措置 (茨城県)

耐力がなかった。平成15年（2003）の地震で壁が損傷し、軸組も変形したため、土間部に斜め材を取り付ける応急措置がとられ、災害復旧工事は平成18年（2006）に完了した。鉄骨による構造補強が行われ、東日本大震災では軽微な害で済んだ。

写真15・16は、東日本大震災で被災した栃木県の町家の事例である。2階建、切妻造・棧瓦葺、平入で、正面から側面に廻っていたL字型の下屋庇のうち、側面の下屋庇が脱落・崩壊した。被災後は内部に斜め材を取り付けて応急措置をしていたが、その後の応急危険度判定で危険と判定された結果、取り壊しとなった。しかし、軸組の変形や壁面の損傷も僅かで、十分に復旧が可能であった。

写真17は国宝の住宅建築、写真18は地方指定の仏堂の修理現場である。斜め材による補強は文化財建造物の修理でも多く用いられており、取り付けには当初部材を損傷しない工夫が施されている。応急措置の場合は緩衝材を用いるような余裕がないが、斜め材の取り付けは有効な方法である。

添え柱の事例として、梁が亀裂もしくは折損しているものをあげておく。総2階建の町家で、土間にある2階の床梁には、写真19のような大きな亀裂が入っている。破損の原因は判然としないが、写真20のように梁下に添木を入れ、仮柱で支持している。このような措置は震災直後には困難かもしれないが、安定した時期に施すことが可能な工法と思われる。写真21は梁の脱落を防



写真13 民家内部の応急措置 (岩手県)



写真14 民家内部の応急措置 (岩手県)



写真15 民家内部の応急措置 (栃木県)



写真16 民家内部の応急措置 (栃木県)



写真17 保存修理時の措置 (京都府)



写真18 保存修理時の措置 (茨城県)

止するため、柱間にワイヤーを渡し、それと梁を緊結した事例である。

こうした措置は、柱に亀裂や割れが確認された場合にも有効である。折損した柱に添木をするのは特に難しいことではないが、取り付け方法には工夫が必要である。また、写真22は重要文化財の保存修理時の工法である。柱間に構造用合板で製作した厚い板状のパネルを入れることで、軸組の安定を確保している。この方法は、柱だけでなく、長押や鴨居などが折損した場合、その応急措置に応用できると思われる。これは建て込むだけで済むので、取り外しが容易な点で利便性がある。

なお、和風建築では壁量が少ないという欠点を持つ場合が多い。写真23は大規模な和風建築の事例で、柱は比較的太いが、壁が少なく、部屋境も襖や障子がほとんどである。平成12年（2000）に完了した保存修理で面格子の設置による耐震化を行ったが、東日本大震災でも被害がほとんどなかった。写真24は町家建築の事例であり、面格子は壁量を確保するのに、いろいろな建築に適応できる有効な手法と思われる。

接合部が弛緩したり、脱落したりした事

例も少なくない。大地震では僅かな弛緩が生じるのは当然のことであるが、脱落に至るケースは、蟻掛けのように大きな強度を持たない接合部の場合、仕口が緩んでいた場合や金物などを併用していない場合などである。

写真25・26は、地震時の挙動と変形により鴨居が脱落した近代和風建築である。小壁や部材全体は落下せず、仕口のすぐ下で止まっている。この応急措置はまず仕口まで部材を戻し、柱の際に添木を取り付けて落下を防ぎ、その後の復旧工事に備えることが肝要である。写真28～30は広い柱間を持つ仏堂であるが、内法の変形を防止するための措置で、このような工法が参考になる。この場合、柱への添木の取り付けは、復旧時に最小限の損傷で取り外せるよう、必要に応じて釘打しておく程度でよい。ただし、重量の大きい梁などは、添木程度では不十分かもしれない。写真27は繫梁が落下した事例で、取り付け部に補強金物を使用していれば防止できたと思われる。写真31・32は民家の土間に架けられた太い梁の場合で、柱への取り付け部の際に鋼管を立て、落下防止の措置を講じている。な



写真19 梁の亀裂 (愛媛県)



写真20 梁の応急措置 (愛媛県)



写真21 脱落予防のワイヤー (茨城県)



写真22 構造用装置の設置 (愛知県)



写真23 面格子の耐震化事例 (栃木県)



写真24 面格子の耐震化事例 (奈良県)

お、写真33のように添木も太めの柱にすれば、梁の脱落を防ぐことはできる。

地盤の沈下を生じた場合には、応急措置自体がなかなか困難である。当面は、壁の崩落の拡大や進行を防ぐことが考えられるが、地盤や基礎の状態を確認して、ケースバイケースで対応するしかない。

2.1.3 参考例

最後にいくつかの応急措置の参考例を示しておく。写真34、35は近世の廟建築であるが、大規模修理を行ったものの、30年後には軸部が変形した事例である。次の根本修理までの暫定措置であるが、転倒防止のため、写真36のように建物背面に仮設の軸組をつくったものである。斜め材などより、少しは恒常的な転倒防止措置になるが、建

物本体を損傷しない範囲で取り付けられている。

写真37は近代の平入町家であるが、意匠と強度を考慮して、当初から開放的な下屋庇を鋼管の柱で支持している。多くの平入町家では、正面の下屋庇を開放的に扱うか、後世の改造で柱や壁を取り除いてしまうことがある。伝統的な建造物にも構造的な強度に対する配慮があったわけで、写真37のような工法は応急措置や構造補強を考える上で参考になる。

写真38は歴史的建造物のひとつであるが、地震後に行われた構造補強の事例である。もちろん文化財ではないため、特段の配慮は払われていない。応急措置とみることもしできるが、建造物の意匠を妨げないような適切な補強方法を考える余地が充分にあると思われる。

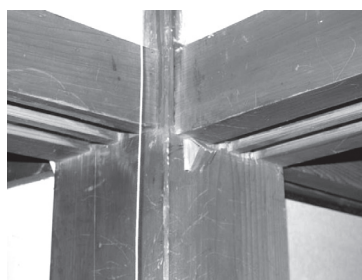


写真25 住宅の鴨居の脱落 (栃木県)



写真26 住宅の鴨居の脱落 (栃木県)



写真27 繫梁の脱落 (栃木県)



写真28 鴨居の脱落防止措置 (香川県)



写真29 添木の措置 (香川県)



写真30 添木細部 (香川県)



写真31 梁の脱落防止措置 (山梨県)



写真32 梁の脱落防止措置 (山梨県)



写真33 梁の脱落防止措置 (茨城県)



写真34 軸組が変形した近世建築(栃木県)



写真35 変形した軸組(栃木県)



写真36 転倒防止(栃木県)



写真37 下屋庇の鋼管支柱(富山県)



写真38 町家の構造補強(鳥取県)



写真39 軸組の補強(兵庫県)

写真39は、地震で被害を受けた軸組を鉄製の筋交い(ブレース)で補強したものである。柱が折損して軸組の耐力が期待できないような時に有効な補強方法である。

2.2 組積造

組積造建築物の構造材料は多種類（煉瓦造、石造、コンクリートブロック造、アドベ造など）に及び、木骨煉瓦、鉄骨煉瓦も含めることがある。外国のRC構造は煉瓦帳壁をもつものが多いが、それらはRC構造に分類される。我が国の歴史的建造物である組積造建築は、主として、石造とレンガ造建築、並びに木造で軸組をつくり外壁面に石又はレンガを積んだもの（木骨石造、木骨レンガ造と呼ばれる）に分けることができる。

構造的に分類すれば、壁式構造が大半を占め、耐震的には壁厚が問題となり、壁厚が大きくなるほど耐震的には有利になるが、構造計算は難しくなる。組積造であっても、床や小屋組は木造の形式の建築物も多い。組積造のアーチやドームをもつ建築物は、とくに海外に多い。広い空間をもつ建築物（例えば、海外の教会堂建築）も多く、耐震性にとって重要な水平面内剛性が不十分な建築物も多い。構造材料の点からみれば、一般的には、引張強度が小さく、鉄筋等による無補強の場合、地震に対して脆弱とされている。補強組積造と無補強組積造（アメリカではUMB（Unreinforced Masonry Building）と呼び、ニュージーランドではURMと呼んでいる）に分類することもある。目地は一般にセメント系目地が用いられているが、日本では明治初期にはしっくい等の石灰系目地も用いられている。海外には、空積の石造建築物も少なくない。

組積造の建築は、他の構造種別とは異なり、壁の面内だけではなく面外への変形・破壊が安全性に大きな影響を及ぼす。面内方向は、無筋コンクリート構造に比べて変形性能があることが実験的にわかっている。これは、亀裂が集中せずに分散することが主たる理由であり、組積造では耐震的な利点となり得る。一方、面外方向にはじん性があるとはいえない。さらに、寸法効果が無視できないことも、診断上の課題と

なっている。実際の組積体の強度は、小さな試験体の強度に比べて小さくなる。この寸法効果は研究課題であり、現時点では定量的な評価は困難であり、採取した試験体の力学試験の結果に対して適切な安全率を考慮して補強設計を行うことになる。組積造では、開口部も耐震的には弱点になり得る。開口部も含めて、コーナー部分に応力が集中することには十分留意する必要がある。組積造に限らず、耐震的に弱点のない建物は、バランスのよい建物であり、構造補強によって耐震的にバランスをよくすることが肝要である。

以上のように組積造は、構造的に弱点をもつが、それにもかかわらず、関東大震災以降に、組積造建築の数が減り希少な存在となっていることもあって、歴史的建造物として保存が望まれている組積造建築の数は意外に多い。そのため、地震の際、組積造建築はどのような部分がもろく、被害を受けやすいかを把握することは、事前の対策を講ずる上で重要なこととなる。

2.2.1 震災による被害パターン

組積造建築の地震被害は、大きく異なることはなく、壁の孕み出し、目地又は石・レンガのひび割れ・亀裂、壁の崩落といった形で現れる。歴史的建造物では、亀裂や崩落等の場合、目地強度が低い場合が多いので、石・レンガよりも目地から壊れることが多い。破損が生じやすい箇所は、おもに組積造建築において構造上の弱点となりやすい部分、工法上の欠陥がある部分である。また、壁面に生じた亀裂の形状によって、地震時に加わった外力が判別しやすいことも組積造の特徴である。

構造上の弱点から破損が生じやすい箇所は下記の通りである。

- ア) 切妻建物－妻側の破風壁
- イ) 長い壁面を持つ建物－長い壁面の中央部
- ウ) 煙突・塔－上部、屋根との接触面
- エ) 壁面の頂部・各階の床がある箇所

(ア)は、壁面のなかで最も高さが高くなる部分なので、破壊が生じやすい。(イ)は、角形平面の建物でも壁長が長い場合には、中央部の負荷が大きくなり、応力が集中する隅部よりも破壊が生じやすくなるためである(図1)。(ウ)の上部は、片端(地盤部)が固定端の構造物に働く曲げモーメントを想定すると、その影響を最も受けやすい箇所の近辺に破損が生じやすい。屋根面は、屋根と煙突の振動の特性が異なるために破損が生じやすい。この破損は洋風建築の煙突で多く発生する(図2)。(エ)は、平常時から小屋組や床からの水平荷重の影響を受けやすい場所で、孕み出しの場合には、それが地震によって生じたものか、平常時から存在したものかの判断が必要になる。

工法上の欠陥としては、芋目地による破損や目地や石・レンガの著しい強度不足などがある。

組積造建築の壁面の亀裂と地震時外力との関係の代表的なものに以下のものがある。

- ア) せん断力・応力集中－壁面の斜めの亀裂、開口部周囲の亀裂、建物の隅部の亀裂
 - イ) 地盤の沈下－基礎からの縦方向の亀裂
- (イ)については、平常時からのものか、地震によって生じたものかの判断が必要になる。

以下、これらの被害を写真で示す。各々の被害は、上記に示した単独の原因だけでおきるのではなく、いくつかの原因が複合

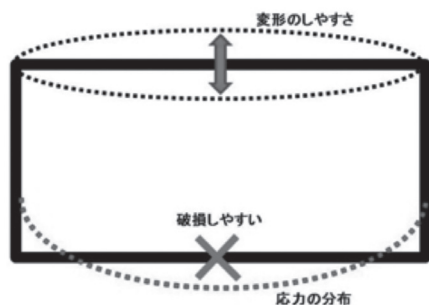


図1 壁面の破損イメージ

して発生することも多いの言うまでもない。

写真1は、もっとも深刻な被害である。地震により、大谷石製の石壁が崩壊し、小屋組が落下し、建築そのものが倒壊した例である。もしも、人が内部にいたら、深刻な被害を避けることができず、このような被害は、何としても避ける必要がある。

写真2は、切妻の石蔵の妻側破風部分が破壊・落下した例である。破風壁の破壊は、下部への影響が大きく、危険性が高い。写真の蔵では、破風壁が落下したことにより、下屋が破壊された。こういった被害はしばしば見られ、写真3・4でも、同様の被害が確認できる。

倒壊はしなくとも、壁面等にせんだん力によって大きく亀裂が生じる被害も多く見受けられる。写真5の新美堂、写真6の蔵のように、壁面全体に大きく斜めに亀裂が入った場合には、壁ばかりではなく、建物自体の補強が必要となる。

写真7～10は、開口部周囲の被害例である。写真7では、開口部と開口部の間の十分に横幅がない石積が崩壊し、建物自身の構造が危うくなっている。また、開口部のまぐさ部分も弱点のひとつで、写真8ではアーチの要石にずれが生じ、危険な状態となっている。こういった現象は、石造建築ばかりでなく、レンガ造建築でも同様である(写真9)。

写真11・12は、東日本大震災によるレンガ造の煙突の被害例である。

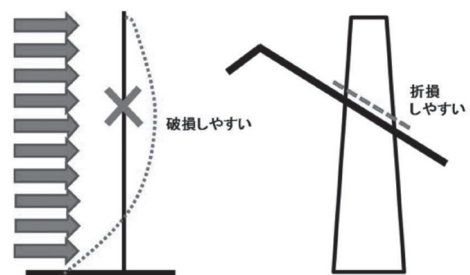


図2 煙突の破損イメージ

写真13・14は、阪神淡路大震災により屋根面で煙突が折損したハッサム住宅（重要文化財、神戸市）である。現在、破損した煙突を震災の記憶のために庭で展示している。折れた煙突は室内に落下し、大きな被害を及ぼした。写真15、16は折れた煙突が室内を破壊した様子である。

写真17は、隅部の亀裂によって、壁が外側に倒れる可能性を生じている事例である。応力が集中する隅部に被害が発生した事例であるが、芋目地状に破損しており、隅部の工法に欠陥があったことが被害を大きくしたものと考えられる。



写真1 村上家住宅石蔵
(茨城県、登録有形文化財)

倒壊前

(倒壊前の写真は、茨城県教育委員会ホームページより)



写真2 村井醸造・石蔵
(茨城県、登録有形文化財)

写真2-2 同被災前



写真3 世嬉の一酒造場旧槽場・売場倉庫
(岩手県、登録有形文化財)

写真4 大谷石蔵 (栃木県、未指定)



写真5 新美堂（茨城県、未指定）



写真6 まちかど蔵「野村」喫茶蔵
（茨城県、未指定）



写真7 高橋家住宅
（宮城県、登録有形文化財）



写真8 大矢石蔵の開口部
（埼玉県、未指定）



写真9 渋谷嘉助旧宅正門
（千葉県、登録有形文化財）



写真10 旧日本煉瓦株式会社変電室
（埼玉県、重要文化財）



写真11 レンガ造煙突（埼玉県、未指定）
倒壊は免れたものの、危険な状態にある



写真12 レンガ造煙突の被害（岩手県、未指定）



写真13 ハッサム家住宅（兵庫県、重要文化財）



写真14 屋根面で折損して落下した煙突
（兵庫県）

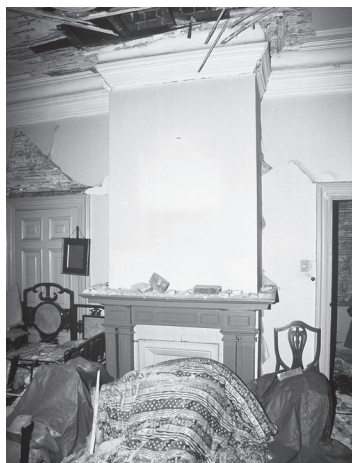


写真15 煙突落下で被害のあった室内（兵庫県）



写真16 室内に落下した煙突（兵庫県）



写真17 濱田庄司記念益子参考館3号館（左）および2号館（右）（栃木県、未指定）
大正期の大谷石蔵を昭和51年位現在地に移築。その際、内部に壁とは離してつくられたRC造のラーメンフレームで補強してあったが、壁面隅部に亀裂が生じた

2.2.2 応急措置・補修方法

応急措置という点では、二次被害を避けることと、被害の度合いを増長させないことに留意する必要がある。そのために、危険な場所には、パイロン等を設置し、人が近づかないようにし（写真18）、落下する可能性がある部材は、いち早く、地面に下ろす必要がある。また、足場をかけてシートで覆ったり、壁面が倒壊しないように、支保工等で支えたりすることができれば、なおさらよい。

地震で被災した組積造建築物の応急対策の代表的な方法としては下記の方法が挙げられる。

- ①木材・鋼材を用いたサポート材の設置
- ②石積バットレスの設置
- ③間柱の設置
- ④鋼製フレームを用いた補強
- ⑤ワイヤーによる補強

被害程度が少ない場合には、漁網等のネット上のもので表面を覆い、崩落の危険を回避する方法もある。この方法は通常、タイル貼りの建物の外壁や、道路や鉄道の老朽化したRC構造物の下面等で、採用されている。

応急措置の後にすぐに出来る改修としては、目地や石・レンガの亀裂については、破損した部材を取り換え、亀裂部分をモルタルや樹脂等で接着すれば、被災前の強度

に近づけることができ、余震で破損することを回避できる可能性が高くなる。その他の簡易な改修としては、組積造建築は、前述した通り、構造上の課題をもっている場合が多いので、簡易な方法であっても構造上の課題を少しでも解決できるように工夫したい。具体的な方法としては、バットレスを設けたり、頂部に臥梁状の補強を設けたり（写真24）、亀裂の生じやすい箇所に落下防止措置を講じたりすること等がある。

たとえば、外壁が外側に傾くのを防ぐため、鉄筋のタイバーを挿入する手法は、欧米では一般的に行なわれている（写真23）。また、煙突等の破壊防止のためには、葺崎の反射炉（写真25）のように、鉄骨で周囲を覆う方法は、わが国でもよく採用される手法である。

2.2.3 参考例

旧下野紡績所（大塚倉庫）（栃木県真岡市）
＜経緯＞

真岡市登録文化財の旧下野紡績所（大塚倉庫）は、明治28年に建設され、大正2年に現在地に移築された大谷石造の蔵である。下野紡績所は、明治18年に建設された北関東初の洋式綿紡績工場で、全国10箇所にあった「十基紡」のひとつである。創建時の工場は、明治27年に焼失するが、翌年、大谷石造の新工場が建設される。大正2年



写真18 岡部記念館石塀
(栃木県、市登録文化財)



写真19 煉瓦蔵「野村」(茨城県、未指定)
外壁の落下に備えた養生



写真20 煉瓦蔵「野村」(茨城県、未指定)
外からの壁面のサポート

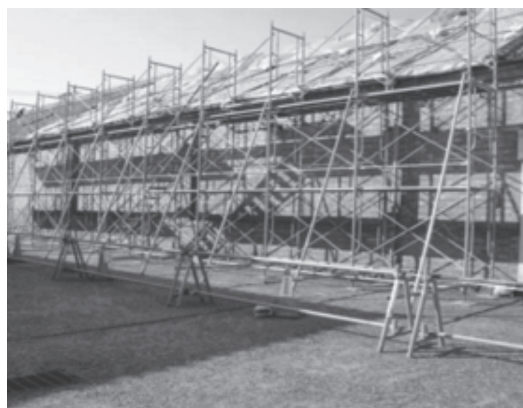


写真21 有鄰館煉瓦蔵
(群馬県、市指定文化財)



写真22 旧諸戸家住宅・レンガ塀
(三重県、重要文化財)
鋼管による応急措置 (修理工事の際)



写真23 サンフランシスコでのレンガ造建築の補強 鉄骨のタイバーで壁が外側に倒れるのを防いでいる
(外壁の黒い突起はタイバーの留金)



写真24-1 岩崎家住宅のレンガ塀の補強
(東京都、重要文化財)



写真24-2 岩崎家住宅レンガ塀の補強
(東京都、重要文化財)



写真25 萑山反射炉
(静岡県、国指定史跡)

に工場が廃止されると、取り壊されるが、工場の一部が2か所に移築される。現存する大塚倉庫はその1棟で、もとは混綿室であった。木造及び石造の東西に細長い平屋の建物で、屋根は東側が寄棟造、西側が切妻造の棧瓦葺で、桁行（東西）約22m、梁間（南北）約12mで、幅300mmの大谷石が18段積にされている。昭和50年代に、西側面の一部が除却され、扉口がコンクリート造に改造された。

東日本大震災で被災を受けた際、当初、復旧工事には1,000万円程度の費用がかかるとされたため、保存を断念しかけたが、

工事の規模を最小限におさえ、総工事費を3分の1程度に抑え、さらに日本ショナルトラストから支援を受け（助成金は工事費の80%）、自己負担をおさえたことにより保存が可能となった。

<被災状況>

東日本大震災によって、東西に細長い建物が、開口部のある東側妻面中央で、大谷石積の外壁が大きく外側に傾斜した。そのため、上部の数カ所で石積に大きな隙間が発生し、北東隅上部でもズレが発生して外側に傾斜した。北壁も外側にわずかに傾斜しているが、石積自体には問題はなさそう

であった。内部は、数本の柱の足元が移動し、傾斜しているものもあったが。折損はなかった。東側妻面に架けられた繋ぎ梁3本は、外壁が外へ倒れたために、仕口が破損し、内部へ落下した。繋ぎ梁のなかには、

余震で落下したものもある。軸部は大梁を含め、トラスの小屋組全体には被害はなかった。屋根瓦も、大棟の一部が崩落したが、全体としては、おおむね健全であった。



写真24 正面（南）（栃木県）



写真25 隅部の石積のずれ（北西隅）（栃木県）



写真26 開口部のまぐさ付近の石材のずれ（栃木県）



写真27 石壁のはらみによる繋ぎ梁の落下（東側面）（栃木県）

2.3 土壁・漆喰壁

土壁の耐震性は、地震による水平力を土壁が受け持つことで発揮される。地震時に土壁が脱落すると耐震性が大きく低下する。土壁の脱落防止の要点は、柱・貫・木舞・下げ縄・壁土が一体となって脱落しないことにある。下げ縄や木舞が土壁からの荷重を受け持ち、下げ縄の引張力は木舞が受け持ち、木舞への荷重は柱や貫が受け持つ。

地震時に伝統構法の木造では、軸組の傾斜にともない土壁や漆喰壁に被害が発生しやすいことは2.1で述べた通りである。軽微な被害としては、チリ（壁と柱の境目）や貫伏せ部分（壁が薄いため）に亀裂が発生することが多いが、軸組の傾斜が大きい場合や、経年劣化、工法上の欠陥（木舞の固定不足、下げ縄の強度・本数不足等）、軸組部材の腐朽といった不具合がある建物では、被害の程度が大きくなり、地震時に土壁が脱落する危険性が高くなる。また、土蔵のような壁が厚い大壁造の建物では、地震時に軸組部分と軸組外側の壁部分で揺れの特性が異なること、下地に対して壁重量が過大な場合が多いことなどによって、壁の層間剥離が生じやすく、大規模な被害が発生しやすいので注意が必要である。

2.3.1 震災による被害パターン

規模の大きい土壁の被害としては、倒壊を除くと、主として下記の4つのパターンに大別される。

- ア) 木舞や貫の破損・脱落による壁土の脱落
- イ) 下げ縄の破断による壁土の脱落
- ウ) 土壁の層間剥離による脱落
- エ) 漆喰仕上層の浮き・脱落

過去の震災による土壁の被害例を、上記4パターンに分類した例を写真1～12に示す。土壁の被害は4パターンが単独で原因であることは少なく、複数のパターンが複合して起こることも多い。

写真1は貫が折れ曲がり、面外にはらみ、土壁を剥落させた例である。軸組の傾斜が大きい場合に発生しやすい。

写真2～5は、事前の不具合による破損である。写真2は、木舞の丸竹を柱に丸釘で固定してあったために、釘の頭から丸竹が抜けて脱落した例である。写真3および4は木舞として葦（よし）を使用し、貫や梁への固定が十分でなかったために脱落している。写真5は柱が腐朽したために、木舞の固定が十分でなく、木舞ごと脱落している。

写真6および7は、下げ縄や樽巻きの破断による土壁が脱落した例である。経年劣化や土壁の荷重が過大であることによって発生しやすい。

写真8～11は、層間剥離の例で、写真8は荒壁部分での層間剥離、写真9と10は、漆喰上塗り層の浮きや剥離、写真11と12は、砂漆喰層からの剥離である。上塗り部分は、化粧のため塗り直した際に、下塗り・中塗り層との定着が十分でなく、それが原因で被害が大きくなる場合が多い。



写真1 貫の破損

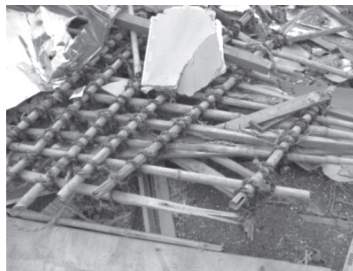


写真2 木舞の脱落



写真3 木舞の脱落



写真4 木舞の脱落



写真5 柱の腐朽



写真6 下げ縄や樽巻きの破断



写真7 下げ縄の破断



写真8 土壁の層間剥離



写真9 漆喰仕上げ層の浮き



写真10 漆喰仕上げ層の脱落

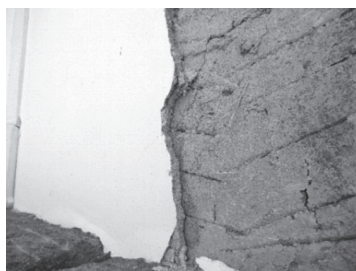


写真11 砂漆喰層の脱落

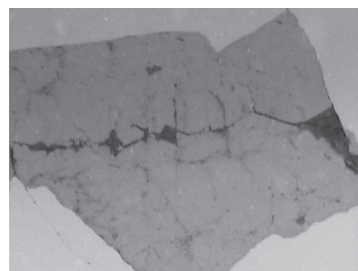


写真12 壁土のひび割れを伴う砂漆喰層の脱落

2.3.2 応急処置・補修方法

震災により土壁が剥落した場合、そのまま放置しておくと、雨水の浸入により壁土が濡れ、柱・貫などの構造部材や下げ縄の腐朽が生じ、被害が拡大する。壁土の劣化を防止する目的でシーラーを露出した壁土表面に噴霧するか、被害規模によっては、屋根瓦の落下と同様に、鉄板、シートなどで雨水の浸入を防止する処置をとる。

1) 改修前の点検

震災により被災した土壁の改修は、下記の箇所を点検した上で行う必要がある。

- ア) 柱・梁・貫などの木材部分の腐朽
- イ) 木舞の固定度、腐朽状況
- ウ) 下げ縄の強度、本数、腐朽状況

点検の結果、上記のいずれかに問題がある場合は、交換・補強などの処置を行う。

2) 壁土の塗り厚および自重の検討

改修にあたっては、貫や木舞の耐荷重性や耐荷力性、下げ縄の引張り強度を明確にして改修を行う必要がある。通常、壁土の一部は木舞に引掛り、下げ縄の負担は軽くなるが、地震時には、土壁内部の層間剥離などで、最終的には下げ縄が土壁の自重を負担することになる。

一例の試験結果では、市販の下げ縄の引張強度は、シュロ縄（直径3mm）引張強度25kg、伸び24%、麻紐2本入りわら縄（玉縄）太さ2分（6.6mm）引張強度45kg、伸び10%である。

例えば、土の密度を1.3t/m³とすると、塗り厚さ10cmで130kg/m²になる。直径3mmのシュロ縄で厚さ10cmの土壁を保持するとなると、腐食などによる強度低下を

考慮し、安全率を3倍とした場合、1㎡あたり16本（8本×2層）必要となるので、壁の高さ1m毎に下げ縄を巻きつけた場合、幅12cm間隔で垂らす必要がある。壁の高さ50cm毎に下げ縄を巻きつけた場合には、幅24cm毎になる。

同様に、木舞に作用する下げ縄の荷重は、高さ1m毎では、幅1mあたり130Kgの荷重に、高さ50cm毎であれば65Kgの荷重に耐えるように十分な余裕を持って木舞を固定しなければならない。

3) 壁土の準備

元来、土壁は塗り替えを前提として作られているので、土壁の補修方法の原則は落下した土を塗付け層毎に別けて、拾い集め元に戻すことにある。とはいえ、簡易な補修においては、工期や人手の関係上、土に藁すさを混ぜ、1年以上ねかす時間がない。そのため、震災時の応急補修としては、落下した土に5倍希釈程度のエマルジョン（ポリマーディスパージョン）液を混ぜ、すさを混入して元に塗り付け戻す方法がある。

4) 壁土の塗付けと補強

土を塗り戻す際には、より耐震性を高めるため写真13～15に示したような工夫をする。

・残す土壁表面が脆弱な場合

残す土壁表面が脆弱な場合は、可能な限り健全な層まで削り出すか、エマルジョンなどを表面固化材として塗布して、健全な状態にする。

・出隅など塗り厚が厚い場合

割竹をアンカーとして使用し、層間剥離

を防止する。

・ひび割れ発生部または開口部周辺などのひび割れを起こしやすい部位

写真13および14に示すように、割れた部分は、溝掘りをし、割竹やシュロ縄などを埋め込み補強を行った上で、上塗り層にガラスメッシュを伏せ込む。

・下げ縄の増設

写真15に示すように、部分的に間渡し竹を露出させ、シュロ縄や麻縄を巻きつけ垂らし、落下対策を行う。垂らした縄の一本を荒壁土に伏せ込み、中塗り層の落下防止のために、むら直しまたは中塗り土塗付け時にもう一本の縄を伏せ込む。

・腐朽した部材の交換

腐朽した部材は仕口を設け適切に交換する。

5) 漆喰仕上げ

漆喰仕上げの補修においては、砂漆喰ともに既調合漆喰を用いる。既調合漆喰は実績や試験などによって品質が確認されており、すぐに入手可能である。

土壁補修時に行ってはいけないことは、仕上げ層にセメントモルタルを塗付けることである。その理由は、柔らかい土壁下地に重く剛性の高い材料を塗り込むと地震動による建物の変形に土壁が柔らかく対応するのに対して、モルタルは硬く突っ張って対応し、その結果モルタル層の層間剥離を起こしやすくなるからである。写真16および17の土壁は鋼製金網（ラス）を伏せ込んだモルタルで仕上げているもので、上記の理由で土壁毎落下した例である。



写真13 ひび割れ部の補強例



写真14 ひび割れ部の
ガラスメッシュによる補強例



写真15 木舞の露出例



写真16 モルタル仕上げ層の脱落例



写真17 脱落したモルタル層

洋風建築の室内（写真18）のように内装に漆喰を多用してある場合には、被害の程度が大きくなりやすく、天井仕上げの落下にも注意する必要がある。



写真18 洋風建築の室内の漆喰仕上げの破損例

2.4 瓦

瓦屋根は地域の伝統的な町並み景観を特徴付ける大きな要素である。関東・東北地方には重厚な土蔵造り建物による伝統的な町並みが多く見られるが、東日本大震災ではそれらの多くが被害を受けた。特にこれらの地域の土蔵造り建物では、屋根の大棟などの部位を装飾的に誇張したものも見られ、地震時にはこうした部位の崩壊から始まり、それが屋根全体の被害に広がったケースが見られた。

伝統構法の瓦屋根は、番線等で止めていないので、地震時に落下の恐れが大きい。棟積みに被害が大きいのはこのためである。平部分については、葺き土や漆喰により十分に固定されている場合には、被害は生じにくい。経年劣化等により、その接着力が弱まっていると被害が大きくなる。

近年、伝統的な瓦屋根の建物やそれに携わる瓦職人が減少したことにより、かつては一定期間ごとに行われていたはずの屋根のメンテナンス（瓦の葺き替え、下地の葺き土の交換など）が行われていない建物も多く存在する。東日本大震災では、そうした耐用年数を超過した状態の屋根が数多く被害を受けたと見られる。

2.4.1 震災による被害パターン

地震による瓦屋根の被害パターンとして、以下のものがある。



写真1. 大棟の中央部が崩落した土蔵（茨城県）

ア) 大棟の棟積み瓦の崩落（降り棟も同様）。
…地震時には棟積み高さが高いほど、また端部より中央部の方がより振幅が大きいため崩落の危険度が高い。

→崩落した棟積み瓦の落下による屋根面・庇屋根面の損傷（二次被害）

イ) 平瓦の滑り落ち

…葺き土が経年劣化していたことによる。

→滑り落ちた平瓦・葺き土が雨樋を引き抜き、軒先塗り廻し部分等を損傷（二次被害）

写真1は、地震の揺れによって棟積み瓦の中央部から崩壊が始まり、崩壊部分が屋根面に落ちて平瓦を損傷したケースと判断される。被害がより大きい場合には棟木自体が損傷していることも考えられる。写真2は、上記に加えて平瓦が葺き土と共に滑り落ち、屋根面全体に被害が広がったケースである。葺き土の役割は、その粘り気によって屋根野地や平瓦とよく馴染んで両者を接着することにあるが、写真のように経年劣化した葺き土にはその接着能力がもはやないことがわかる。

写真4は、寄棟の瓦屋根において大棟ではなく降り棟の先端部分に同様の被害が生じたケースである。寄棟屋根の場合は、この部位の振幅が大きくなるためと考えられる。

二次被害の例として、写真3は屋根から



写真2. 下地の葺き土ごと屋根が崩落した民家（茨城県）

滑り落ちた平瓦が下の庇に落ちて被害を拡大させたケースである。関東・東北の町家は1階部分の下屋が2階壁面よりも半間ほど前に出ているものが多く、写真5・6は、平瓦と葺き土の滑り落ちによって、軒先の雨樋・樋受け金物が引きずられ、軒裏の漆喰塗り廻し部分に被害が拡大したケースである。

2.4.2 応急処置・補修方法

被災した瓦屋根の応急処置に際しては、余震などの際に二次被害を拡大させないことと、本格復旧までの間に雨水の浸透を防ぐことが重要である。そのためには、

- ア) 落下の恐れがある瓦を下す
- イ) 屋根面をシート又は金属板で覆う

建物が傾斜しているような場合には、(ア)は軸組の破損の進行を防止する上でも有効である。

写真9は、大棟と屋根面の被災部位のみ

にブルーシートをかけて対応したものである。これだとシートがずれたり強風が吹いたりした場合は、シートが外れ雨水が浸入することが心配される。ブルーシートで応急処置をする場合には、写真10・11のように屋根全面にブルーシートを掛け、シートが風で飛ばないように栈木とロープで留めておいたり、ロープ先端に重量物を置いたりするのが望ましい。

より長期間の使用を想定した応急処置の方法としては、金属板などを用いた仮葺きが考えられる。写真12は、寄棟屋根と庇の瓦および葺き土をすべて撤去し、金属板で葺き替えたケースである。一方、写真7も同様に既存の葺き土と瓦をすべて撤去し、金属板で葺き替えたケースであるが、こうした土蔵造りの屋根では葺き土の厚さが数10cmにも達することもあり、ケラバや軒先の先端部で野地面と漆喰塗り廻し部分との境に段差が生じてしまう。こうしたケース



写真3. 屋根瓦の崩落により庇が損傷した民家(茨城県)



写真4. 降り棟の崩落した屋根(茨城県)



写真5. 樋受け金物の引き抜きによる軒裏の損傷(千葉県)



写真6. 同前(千葉県)



写真7. 波板鉄板で仮屋根を葺いた事例（千葉県）



写真8. 仮屋根を上から架けた事例（群馬県）



写真9. 部分的にブルーシートで保護した事例(千葉県)



写真10. 屋根全面をブルーシートで保護した事例(千葉県)



写真11. 同前（千葉県）



写真12. 屋根を金属板で葺き替えた事例（茨城県）

では、金属板を曲げ加工してケラバや軒先の意匠を保護しつつ仮葺きを行うか、写真8のように全体を覆うように仮屋根をかける必要がある。

2.4.3 本格復旧に向けて

本格的な復旧に際しては、建物の文化財的価値を損なわないように、外観意匠についてできるだけ旧状を踏襲することが望まれる。そのためにはまず再利用できる瓦はできるだけ再利用したい。応急処置では、屋根瓦を降ろす必要があるが、降ろした屋根瓦については再利用に耐えるものを選別し、後日の使用に備えて保管しておきたい。特にケラバの役物や鬼瓦は貴重である。それらは平瓦と縁が切れているため、平瓦をすべて取り換えて寸法の違う瓦を新たに葺く場合でも、新品の平瓦とも共存しやすい。また、降ろした葺き土についても、新しい土と混ぜて後日再利用できるので、保管しておくことが望ましい。

部分的に瓦が破損、欠損し、一部だけ瓦を取り換えればよい場合でも、古い建物の瓦は現在の瓦と寸法が違うため、入手することが難しい。そのために、事前から同寸法の瓦を保管しておくことが望ましい。それができない場合には、近隣で取り壊す家があれば、同寸法の瓦を入手できる可能性がある。入手が困難な場合には、古くから営業している瓦製造業者に木型が保管されている場合があるので、それを使えば再製することも可能である。それも困難な場合には、市販の大判の瓦をカットしてサイズをあわせて使う。

屋根の意匠上の要所として、軒先およびケラバの塗り廻し部分のディテールがあ

るが、これらの部位は復旧に際して丁寧に実測し、不陸調整などによって生じる寸法の変更を最小限に留めることが望まれる。

なお、数枚の瓦がずれたり割れたりする程度の軽微な被害の場合には、葺き土を加えたり、瓦を差し替えたりする程度の簡易な改修で復旧可能である。しかし、破損状況から判断すると、葺き土の接着力が失われつつある状況であり、近い将来、屋根の葺き直しをする必要があることを認識しておく必要がある。

写真7は、土蔵造の鉢巻の部分を残し、金属板の屋根を葺いた例である。写真13は、もともと棧瓦葺きであった屋根を被災後の修理で新建材に変更したものである。材料・職人の供給が不足する震災後しばらくの間は、こうした修理方法も認めて良く、これによって建物の文化財的価値が失われたと考える必要はない。将来的に旧状に戻せる修理方法であれば大きな問題はない。



写真13. 新建材で葺き直した事例（栃木県）

3 復旧—本格的な補強・改修

被災した歴史的建造物を復旧する場合の手順は一般的に、①調査、②診断・設計、③工事となるが、もっとも重要な段階は①調査である。調査も対象とする建物や地域により様々なプロセスをとるが、基本的には以下のような手順で行う。

- ア) 基礎的調査（実測図、構造形式、周辺の地形、地盤特性）
- イ) 破損調査（経年劣化および被災による破損状況）
- ウ) 歴史的調査（痕跡、史料により改造・修繕の過程）
- エ) 仕様調査（構造・意匠・技法・材料）

調査および診断・設計において、材料や意匠と切り離して構造調査と診断を単独で行うことは不可能に近いケースが多い。歴史的建造物においては構造と意匠が一体となっており、地域の歴史や地形による地盤特性も密接に関係しているからである。バランスのとれた総合的な視点を持つリーダーのもとに、建築士・構造技術者・大工らが緊密に連携したグループ作業を進めることが不可欠となる。ここに地元の事情に明るい建築士がリーダーの役割を担うことが望まれる。

世界文化遺産の保存のためのガイドラインに、①Design（デザイン）、②Material（材料）、③Setting（環境）、④Workmanship（工法）について「Authenticity」を保持することがある。

1994年の奈良会議でAuthenticityに対する地域別の多様性が認められるようになったが、歴史的建造物が地震で損傷あるいは大破しても消失していない限り、上記の①～④を残す努力をすべきである。その上で、最新の知見に基づいて耐震補強を行うことが原則であろう。その際に注意すべきことは、構造であれ仕上げ材であれ、「Authenticity」をつねに念頭に置くことである。歴史的建造物には未解明な技術や材料処理の知恵が多く残されている場合が多いので、修理や補強の名の下に安易かつ不可逆的な改変は許されない。歴史的建造物における構造補強の基本的な考え方は、下記の通りである。

- ア) 最小限の補強とする（本体に極力損傷を与えないこと）
- イ) 人命の安全を優先する（特に不特定多数の人を収容する建物の場合）
- ウ) 可能な限り可逆的な方法を採用する（建物本体に付加し、容易に着脱が可能とする）
- エ) 建造物がもともと有する耐震性を活かす補強とする（そのためには調査が重要）
- オ) 補強は、明らかに補強であることが識別できるようにする

被災建物であっても、本格復旧する場合には、同じ考え方に基づく必要がある。

文化庁は、『重要文化財建造物耐震診断指針』を示しており、そのなかでは上記の考え方が示されている。また同指針では、根本的修理の際に建築基準法の地震荷重レベルに対する安全性を最低限確保する恒久的補強を行うことが理想としているが、同時にそれが困難な場合には、経過的補強として暫定的な補強を施すことも認めている。被災建物を本格復旧する場合でも、恒久的補強と経過的補強の両者があり得る。

3.1 木造伝統構法

木造伝統構法の耐震診断については、文化庁によって「重要文化財建造物耐震診断指針」（平成24年6月改訂）が出されている。実際の補強にあたっては、同指針の

参考資料に補強の実例が示されているので、参照するとよい（<http://www.bunka.go.jp/bunkazai/taishin/>）。

ただし、歴史的建造物（木造伝統構法）は時代と地域によって様々な仕様や材料、

工法ディテールがある。特に耐震診断や補強設計にあたっては文化庁や建築防災協会の指針でカバーしきれない範囲がどうしても多く残るので、各地域で工法に精通した専門家や行政担当者と協議の上各地域なりの事情を加味することが望まれる。参考として、関西地域で用いられている耐震診断・補強マニュアルの概要と適用事例を紹介する。下記は限界耐力計算を用いた当該のマニュアルであり、実施適用に当たっては多くの技術判断を含むので、構造専門家による第三者レビューを受けることが推奨される。

- 1) (一社) 日本建築構造技術者協会関西支部「伝統的な軸組構法を主体とした木造住宅・建築物の耐震性能評価マニュアル」平成21年9月、平成23年3月(追補改訂版)インターネット公開http://www.mmjp.or.jp/jsca-kansai/kenkyukai_koshukai/data/gijyutsushiryou/jscakansai_mokuzou_manual_1-4_110509.pdf
- 2) (一社) 日本建築構造技術者協会関西支部監修「京町家の限界耐力計算による耐震設計および耐震診断・耐震改修指針」平成18年3月(初版)、平成23年3月(追補改訂版)、平成25年10月(増補版)京都市都市計画局発行
- 3) 大阪府住宅まちづくり部建築指導室・(一社) 日本建築構造技術者協会関西支部監修「大阪府木造住宅の限界耐力計算による耐震診断・耐震改修に関する簡易計算マニュアル」平成20年3月(初版)、平成23年10月(追補改訂版)、(社) 大阪府建築士会発行
- 4) 奈良県土木部まちづくり推進局建築課・(一社) 日本建築構造技術者協会関西支部監修「奈良県木造住宅の限界耐力計算による耐震診断・耐震改修に関する簡易計算マニュアル」平成22年10月(初版)、平成24年1月(追補改訂版)、平成25年1月(増補版)、(社) 奈良県建築士会発行

3.1.1 耐震診断の手順

1) 被災(現状)調査

下記の項目について十分な調査を行い、現地調査チェックリストを作成する。

- ア) 地盤・基礎・土台の状況
- イ) 構法と間取り
- ウ) 構造計算に必要な寸法
- エ) 耐震要素と積載荷重
- オ) 維持管理状況

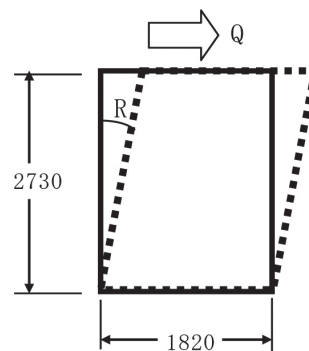
現地調査の結果、耐震診断・構造計算のために下記の項目を含む概略図面を作成する。

- ・平面図/各階の柱間寸法、耐震要素の種類と配置、床の仕様を記入
- ・架構軸組図/各階の高さ関係、耐震要素の詳細、柱脚部分の構造、天井裏の桁位置を記入

なお壁仕上げのために見えない個所については、推定で図面を作成し、計算の仮定条件であることを明記する(チェックリストと構造概略図は後掲の耐震改修施工事例を参照)。

2) 耐震要素と復元力特性

耐震性能評価に際してもっとも基本的な事項は、建物(架構)の復元力特性である。復元力特性とは耐力と変形性能、減衰性能を一つの図で表したもので、耐震診断や補強計画に不可欠である。木造架構の復元力特性は、種々の耐震要素を有する単位フレームの荷重-変形関係を寸法補正したうえで重ね合わせることによって計算する(単位フレームとは幅1,820mm、高さ2,730mmの寸法を有する架構を指す)。



単位フレーム図

ただし以下の場合には適宜その耐力を低減して復元力特性を設定しなければならない。

- ア) 柱に引き抜き力が生じる場合（転倒モードのチェック）
- イ) 柱脚部を固定していないときに、架構の水平耐力が摩擦抵抗力を上回る場合
- ウ) 通し柱や小壁付き柱の応力が曲げ耐力を上回る場合

表1に掲げる耐震要素の復元力特性は、日本建築学会の論文等にある実験結果から引用したものである。なお実験結果の引用に当たっては特に鉛直荷重を受ける実大試験体の振動実験でしかも1/30以上の大変形領域を含む結果を重視した。したがって、個々の復元力特性シートには大変形領域におけるP- δ 効果が含まれていると見なしてよい。

3) 伝統木造構法の特徴^[1]

一般に軸組構法の木造建物は、風圧力や地震動のような水平力を受けると大きな変形が生じる。それは材料特性によることもあるが、むしろ構造部材の構成法に大きく依存している。つまり部材の接合部に木材の加工性を巧みに利用し、適度の剛性と減衰性を構造体の内部に付与する構成法である。近年の地震による被災事例に見られるように、伝統的な木造建物で大きな変形に耐えきれず、あたかも積み木が崩れるように倒壊するものもある。このような木造軸組の耐震性能を的確に評価するには、その動特性に着目した実験的研究と簡便な設計法が不可欠となる。伝統的な木造建物（図1参照）を耐震構造の観点からみれば、まず「柱脚」が固定されておらず（礎石建ち）、

表1 各種耐震要素の復元力特性

種別	耐震要素	基本耐力(kN)					
		1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15
伝統的に用いられてきた耐震要素	長ほぞ	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	貫(150x250)	5.00	10.00	12.50	15.00	20.00	25.00
	貫(24x120)	0.38	0.75	0.88	1.00	1.00	1.00
	差鴨居(120x270)	0.50	1.00	1.25	1.50	1.50	1.50
	土壁(55~60)	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
	落とし込み板壁(27)	3.75	7.50	11.25	15.00	15.00	15.00
	木ずり壁(24)	2.00	2.67	3.33	4.00	4.00	4.00
	下見板張り(10)	1.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00
	小壁(土壁)	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
木造軸組の一般的な耐震要素	片筋かい(2割り)	3.00	3.00	3.00	3.00	0	0
	片筋かい(3割り)	2.00	2.00	2.00	2.00	0	0
	鉄筋の筋かい(9φ)	9.00	9.00	0	0	0	0
	小壁(構造用合板)	2.00	4.00	4.00	4.00	0	0
	方杖(120x120)	1.50	2.33	3.17	4.00	4.00	4.00
	構造用合板(7.5)	12.00	12.00	12.00	12.00	0	0
	モルタル塗り壁(20)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0
	石膏ボード(12.5)	4.00	4.00	4.00	4.00	0	0
	木毛セメント板(15)	4.00	4.00	4.00	4.00	0	0
特定の耐震要素 実績・公的評価)	格子壁	0.63	1.25	1.88	2.50	3.75	5.00
	リブフレーム(80)	2.50	5.00	7.50	7.50	7.50	7.50
	リブフレーム(50)	1.80	3.60	5.40	5.40	5.40	5.40
	荒壁(120(両面))	6.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
	小壁(荒壁(120))	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	耐震リングR10	0.60	1.20	1.60	2.00	2.50	3.00
	耐震リングS10	0.80	1.60	2.10	2.60	3.30	4.00

ロッキングとスウェイ振動が生じやすい。さらに「貫」や「差鴨居」は木材の摩擦とめり込み抵抗によって半剛節構造のような架構を成立させる。「土」や「木板」を柱と横架材で囲む「真壁」は壁のガタと緩やかな損傷過程によって大きな変形領域まで破壊に至らない。これらの要素で成る木造架構は弾塑性バネと同時に適度の減衰性を持つものと推察される。

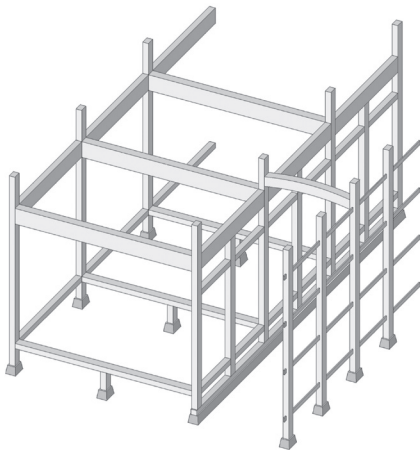
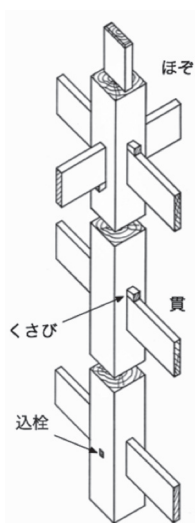


図1 伝統的な木造軸組

4) 伝統的な木造軸組構法

中世以降に確立したといわれる伝統的な木造軸組は図2のように柱と貫などの横架材からなっている。この構造体が地震動を受けても、貫などの横架材が柱としっかり絡み合っただけでなく、架組として働くことで水平振動に耐えられるものであると直観的に理解できる。接合部がしっかりしていれば大断面柱の傾斜復元力に頼らなくても容易に倒壊することはないであろう。そうなれば柱の材料も小さくて済むし、数も減らすことができる。積木構造でなければ桁との間に斗拱をはさむことも省略



することが可能だ。この構造の行き着く先が、洗練された細い柱の書院造であり、茶室建築であった。さらには住宅を含む伝統的な木造建物の基本構造形式になった。

中世から現代にまで伝わる「ほぞ」接合はいわゆる「長ほぞ」で、「込栓」により引き抜け防止が施されている。これは貫が柱を貫通する場合に「くさび」で固定する効果に似ている。柱が傾いたときにしっかりと抵抗するために、木材の乾燥収縮にも対処する知恵がこのようなディテールを生み出した。

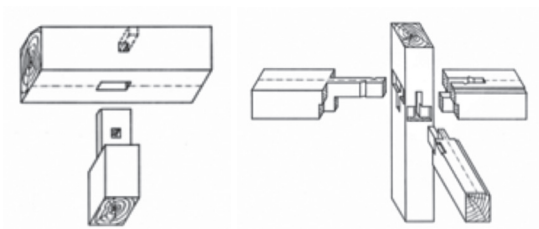


図2 柱と横架材の接合部（仕口）

上記のような接合形式では、木材特有の「めり込み」による力学特性がおおいに発揮される仕組みになっている。柱と横架材のように直交する木材では、繊維方向と繊維直交方向の固さが異なり繊維直交方向へのめり込みで大きな変形性能が得られる。柱が1/15以上の傾きになっても、貫は水平を保っており耐力はなかなか低下しない。摩擦力（質量効果）に頼っていた「積木構造」の古代から中世における「軸組構造」への進化は、木材の「めり込み」を生かした本格的な伝統的な木造軸組の完成をもたらしたものである。

3.1.2. 構造計算の考え方^[1]

1) 木造軸組の変形状

木造軸組の復元力特性を算出するにあたり、大変形を受けた（もしくは倒壊に至る）実大実験や被災事例の結果より、木造軸組の変形モードについて下記の条件を前提とする。

- ・ 軸組は主に仕口部の回転によって水平変形を起し、変形した軸組（変形モード）は「平行四辺形」になる
- ・ 梁は水平を保ち、長さの変化はない
- ・ 柱脚の浮き上がりはない
- ・ 軸組の曲げ変形や転倒モードが卓越する場合は別途検討する

平行四辺形の変形モードは「せん断変形卓越型」といい、図3に示すように軸組の基本的な変形型である。これ以外の変形モードとしては、「曲げモード」および「転倒モード（ロッキング）」があるが、地震時の応答計算ではせん断変形のみを対象とし、他の変形モードの検証は別途行う。

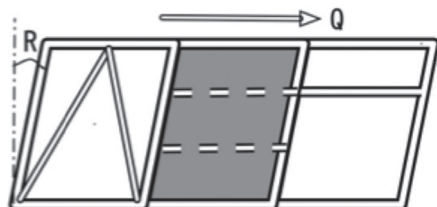


図3 せん断変形卓越型の変形モード

2) 木造軸組の復元力特性

図4は種々の耐震要素を含む木造軸組が水平力を受けて平行四辺形に変形する（せん断変形卓越型）場合の一般的な履歴ループである。軸組の抵抗機構は主に木材のめり込み特性が大きく作用するため、木材と

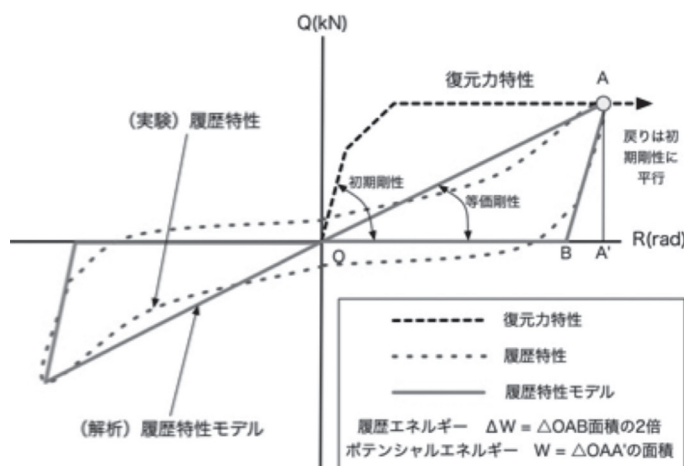


図4 木造軸組の履歴ループ

の接合部の構造特性が軸組の履歴ループとなって表れる。

限界耐力計算では軸組の等価剛性と減衰定数でその構造特性を評価する手法をとっており、個々の復元力特性を重ね合わせることで架構全体（もしくは一体として挙動するとみなせるゾーン）の復元力特性を求め、その復元力特性より限界耐力計算に必要な等価剛性や減衰定数を計算する。軸組の等価剛性は原点と最大変位点を結ぶ直線の勾配で表せる。また履歴エネルギーは履歴を描く三角形（すなわち履歴ループ）で囲まれる面積で表せる。なお、軸組の最大変位からの戻り剛性は初期剛性と平行に設定する。実験結果の履歴ループを詳細に検討すれば、その形状は直線状でなく複雑な曲線を描くが、単純な三角形の履歴ループで表現しても実用的には大きな定量的誤差を生むことはない。

3) 復元力特性の計算

木造軸組の復元力特性は荷重増分解析で求めることも可能であるが、ここでは各種の耐震要素を有する単位フレーム（幅1.82m／高さ2.73m）の大変形領域を含んだ実験結果をもとに耐力-変位関係を設定し、建物の架構寸法に対応した耐力補正值（同一変位時）を加算することにより算出する。すべての耐震要素および軸組が同じ変形モードであれば図5のように単純加算で求めることが可能となる。各耐震要素の復元力特性は層間変形角に応じて耐力を定めているので、耐震要素の複合した軸組の復元力特性を求める際は、変位点の耐力を単純に加算することによりよい。減衰定数についても同様に考えて、建物全体（ただし階別・方向別）に復元力特性が求めれば容易に算出することができる。

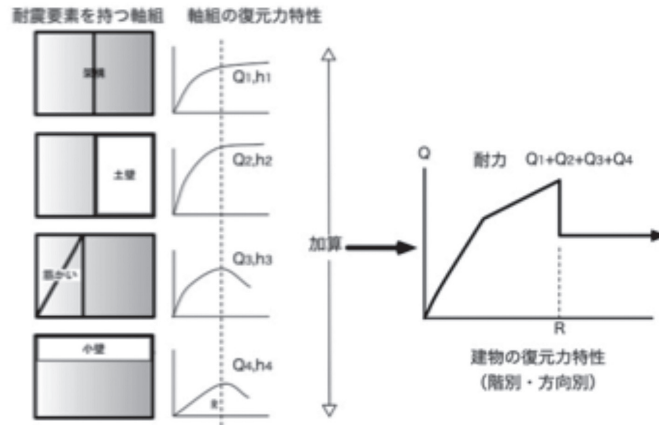


図5 軸組の復元力特性の求め方

4) 木造軸組の設計クライテリア

木造軸組における耐震要素は1/30以下で破壊するか、変形能力が1/15以上まで保持できるものに分類できる（ただし剛性の高い現代的な構法では1/60ないし1/20程度で破壊する要素も存在するので注意が必要）。したがって一般には安全限界変位を1/30以下で設定（安全限界1）すべきであるが、伝統的な木造軸組では変形能力の高い耐震要素で構成されているので、安全限界変形を1/15（安全限界2）まで延ばすことが可能である（図6参照）。ただしその場合、1/15以下の変形で破壊する軸組は耐力の加算から除外しておく。このとき、柱や壁の軸力保持能力（座屈耐力や接合部強度）に十分な配慮をするとともに、近接する隣家との衝突や家具の転倒、仕上げ材

の破壊なども生じる可能性に留意する必要がある。

3.1.3. 耐震性能評価

1) 限界耐力計算

伝統的な構法を含む一般の木造軸組では、地震力に対する安全性の検証法として限界耐力計算を用いることができる。

計算は木造軸組および地盤と地震動、目標とする耐震性能の設定のもとに図7aのフローにしたがって行う。

- ア) 建物図面から各階質量 (m) ・構造階高 (H) ・耐震要素 (部材寸法など) を設定。
- イ) 建物の各階の復元力特性を算出 (木造軸組の特性) : 建物を構成する各耐震要素の復元力特性 (力と変形の関係) を加算し、各階の復元力特性を算出する。

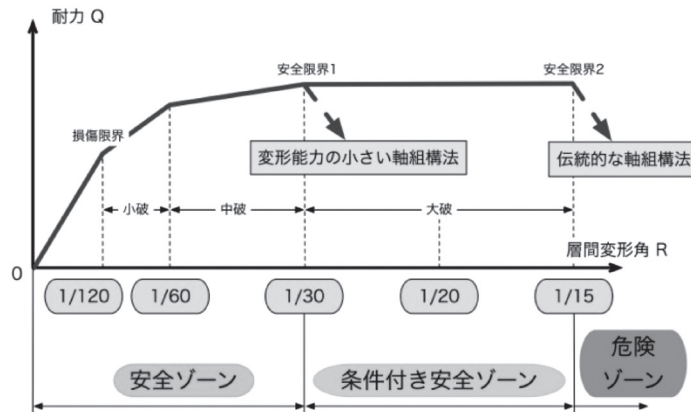


図6 木造軸組における耐震性能の判定基準

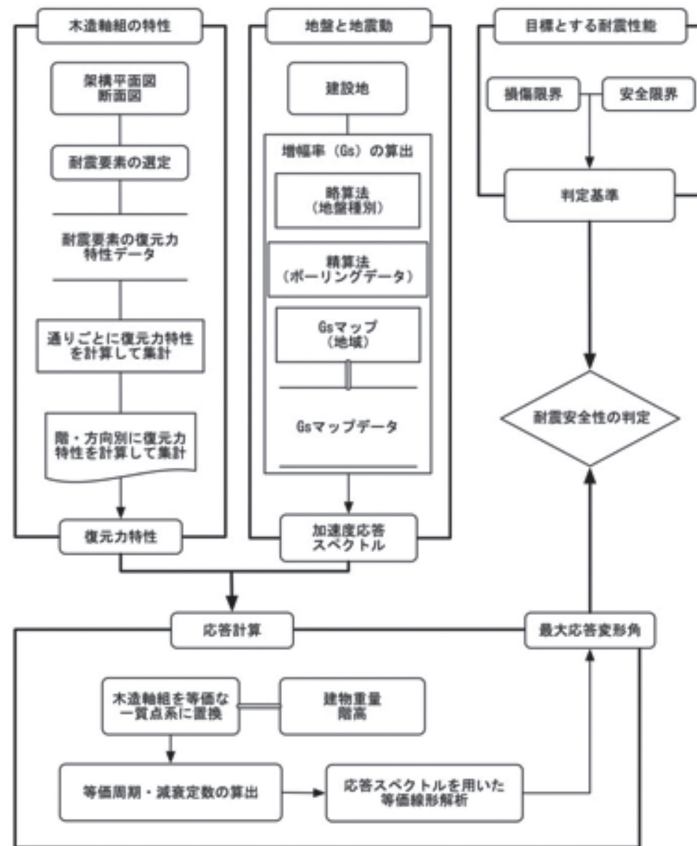


図7a 限界耐力計算のフロー

- ウ) 2階建て以上であれば、等価な一質点系に置き換える。
- エ) 復元力特性から、各変位における等価剛性 (K_e)・等価周期 (T_e) と減衰定数 (h) を求める。
- オ) 地盤種別 (G_s) に応じた加速度応答スペクトルを用いて、地震時の応答値 (最大応答変形角) を算出し、判定基準に照らして耐震安全性を検証する。
 または図7bのように、2階建てでも「平屋条件」を満足すれば「平屋モデル」の一質点系として応答計算シートに耐力係数 (CB) と減衰定数 (h) をプロットすることで地震時の最大応答変形角を算出する簡易手法を採ることができる。
 ただしいずれの場合も、限界耐力計算は一質点系としての挙動 (せん断変形卓越モード) を検証しているだけなので、建物全体が一体として扱えるための部材レベル

の検証 (仕口の接合耐力や部材の曲げ・せん断耐力、柱の座屈耐力など) は鉛直荷重や風圧力に対する安全性検証と並んで不可欠である。

2) 転倒及び通し柱・小壁付き柱の検討

限界耐力計算で検証する応答値は平行四辺形型の全体変形モードなので、部材レベル、特に柱の引き抜けに伴う転倒現象や柱の曲げ破壊が起こらぬように検討を行うことが必要である。

転倒の検討はアスペクト比 (高さ/幅) がおおむね2以上の軸組について行うが、地震力より風圧力が勝る場合は特に重要である。

図8を参照して以下のように計算する。

- ア) 安全限界変形時の転倒モーメント MT を求めて、柱軸力 (長期) による抵抗モーメント MR との比較を行う。基礎

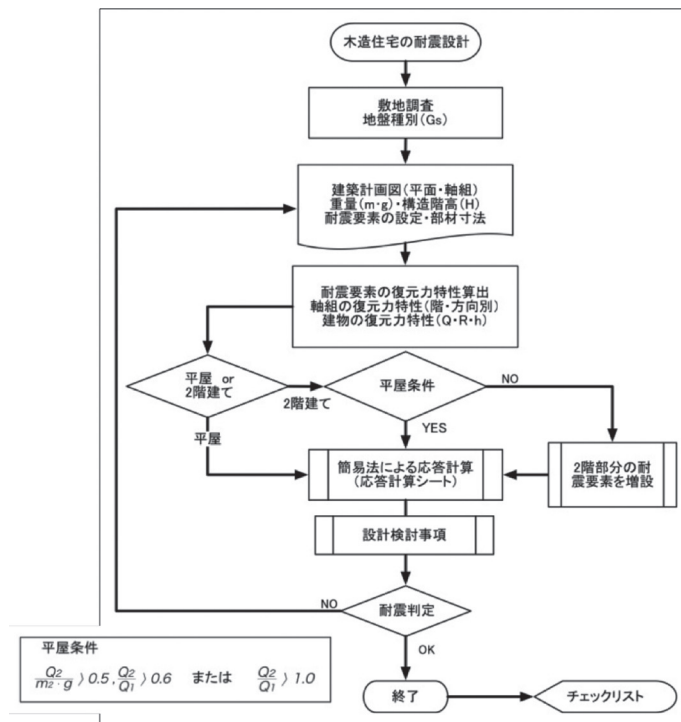


図7b 限界耐力計算（簡易法）のフロー

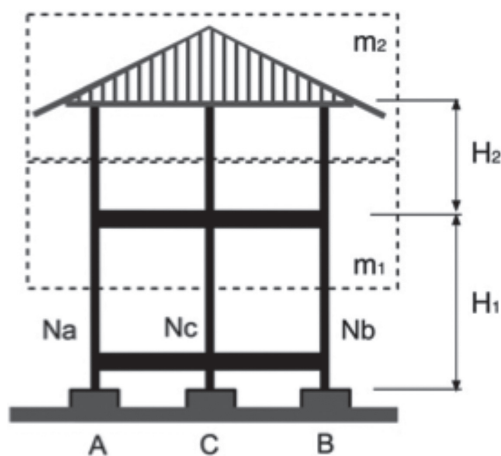


図8 転倒の検討

A, B, C各点上の柱軸力（長期）をそれぞれNa, Nb, Ncとし、柱間A-CをL₁、柱間C-BをL₂とする。1階の重量と階高をそれぞれm₁・g, H₁、2階の重量および階高をm₂・g, H₂とすれば、A点回りの転倒モーメントと抵抗モーメントはそれぞれ下式で表せる（注：gは重力の加速度）。

$$MT = m_2 \cdot a_2 \times (H_2 + H_1) + m_1 \cdot a_1 \times (H_1)$$

$$MR = N_b \times (L_1 + L_2) + N_c \times (L_1)$$

ここにa₂、a₁はそれぞれ2階および1階部分の応答加速度であるが変形モードによって変化する。近似的には重心高さをβ・(H₁)として、下式のように求める。

$$MT = (m_2 + m_1)g \times CB \times \beta \cdot (H_1)$$

(β=1.0~2.0で一般に1.5としてよい)

イ) 転倒モーメントが抵抗モーメントを上回ればMR>MTとなるよう耐力(CB)を低減するか、柱が浮き上がって転倒しないように基礎と緊結するなどの配慮を行う。

通し柱は1階と2階の変形差を考慮して曲げ耐力の検討を行う。小壁や腰壁を有する架構の柱もその境界部分で折損が生じないように同様の方法で安全限界耐力の検証を行う。

検討を行う手順は下記の通りである（図9）。

ア) 2階を剛体として1階の架構がせん断

変形すると仮定すれば、柱脚をピン支点として、柱頭部の曲げモーメントは、

$$M = 3EKR$$

ここでRは最大応答変形角であるが、余裕を見て安全限界変形角（1/30または1/15）とする。柱の曲げ剛性EKは弾性時よりかなり小さいことを考慮して検討する。特に実験しない場合は安全限界変形時の剛性は弾性時の1/2程度とする（弾性時の剛性については、Eはヤング係数、Kは剛度で断面2次モーメントをIとすれば $K=I/H$ で表せる）。

イ) 2階床（横架材）中心レベルでの柱の曲げ耐力の検討を行う

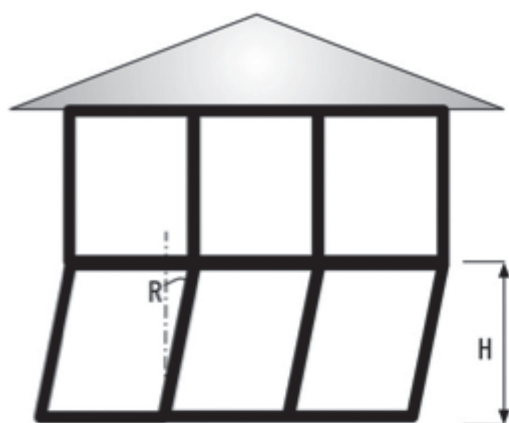


図9 柱の曲げ耐力検討

$$\sigma/F = (N/A) / Fc + (M/Z) / Fb < 1.0$$

小壁や腰壁あるいは大きな断面の差鴨居が取り付く柱は、その付け根において固定度が大きく、そのため過大な曲げ応力が発生して折損に至ることがある。そのため、通し柱と同様の手法、もしくは小壁架構のせん断耐力より柱が負担する曲げモーメントを算出し断面検討を行うことが必要である。

3) 床の剛性とねじれの検討

建物を構成する軸組は一般に均一でなく、図10のように地震力のような水平力が働くと各軸組はその剛性に応じて異なった変形をしようとする。しかし床面が完全に剛で

あればどの軸組もその水平変位は等しくなり、つまり床面が軸組の剛性差を均等にし、各軸組が全体の水平変位に応じた耐力を発揮させる働きを持っている。一般の建築において構造計算はこのように剛床仮定にもとづいて階ごと、方向別に部材や耐震要素の検討を行っている。しかし軸組間でその剛性に偏りがあれば建物はねじれ、最外縁の軸組は大きく振られようとする。

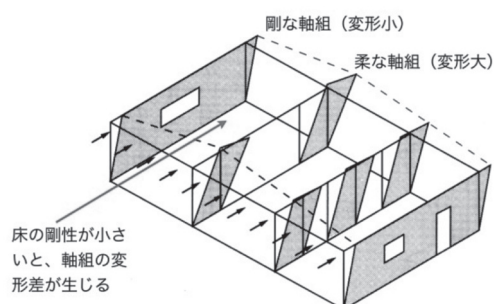


図10 床の剛性と軸組の変形

限界耐力計算では建物全体（もしくは一定のゾーン）をひとつのかたまりとして応答値を計算するが、これは重心位置での最大応答変形角を求めているのである。計算結果として1/30以下の応答変形角が得られれば、ねじれが生じる建物であっても最外縁の軸組は1/15程度以下に収まると見なせる。これは建築基準法施行令でねじれによる負担剪断力の割増係数（ F_e ）が最大1.5に定められていることから、変位についても同様の考え方を採っている。しかし、重心位置の最大応答変形角が1/30を超える場合や早期に破壊する耐震要素（筋かいや面材）を含む場合で耐震要素の配置が偏っている建物では、ねじれによって大きな変形を生ずる最外縁軸組の検討が不可欠である。

床の剛性が小さい場合は、建物を一体として計算する（一質点系へのモデル化）と各軸組がバラバラに振動（「位相差」が生じる）する現象を追跡できないので、ゾーンまたは軸組ごとに安全性を確認する必要

がある。

床の剛性が軸組の剛性より大きい場合は建物を一体として扱って（剛床仮定）よいと考えられる。しかし厳密にこのような検討を行うことは困難で、おおまかにとらえれば剛床仮定が成立するための条件は下記のように考えるものとする。

- ア) 火打ちなどで床面が補強されれば剛床と見なして差し支えない。
- イ) 根太と床板が梁に対して「落とし込み方式」の場合は剛床と見なす。

4) 柱脚部の扱い

木造建物の柱脚部分は耐震安全性を大きく左右する重要な要素である。現行の法規定において木造住宅における柱脚部の仕様が詳細に規定されているが、伝統的な木造軸組構法でこれらの規定を満足することは困難である。平行四辺形の変形モードを仮定している背景には、柱脚部分が【滑らない】【曲げ拘束がない】ピン状態を前提としている。柱脚部に過大な拘束を与えると、地震時には柱が大きな曲げせん断応力を負担して軸組全体が抵抗する前に破損し、軸力保持能力を失う危険性があることに注意すべきである。京都大学防災研究所で実施された礎石建ち木造軸組の動的実大実験によれば、写真1のように建築センター波（最大500gal）を入力しても柱脚部はロッキングを起こすのみで、滑動や浮き上がりなどの現象は見られなかった。ただし2方向入力、3方向入力になれば、滑動等の挙動を起こす可能性もある。しかし柱脚が根がらみ等でつながっていれば、倒壊につながるような問題はおこらないことが実験によって確認されている。実験によれば木材と礎石の摩擦係数は0.6～0.9程度と報告されている（上谷宏二ほか「伝統木造建築物柱脚の平面接触モデルに関する実験的研究」日本建築学会構造系論文集、2004.8および「伝統木造柱脚-礎石間の静摩擦係数」日本建築学会技術報告集、2009.6）。



写真1 礎石上の柱脚部の振動実験

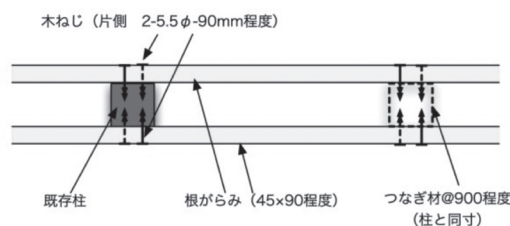


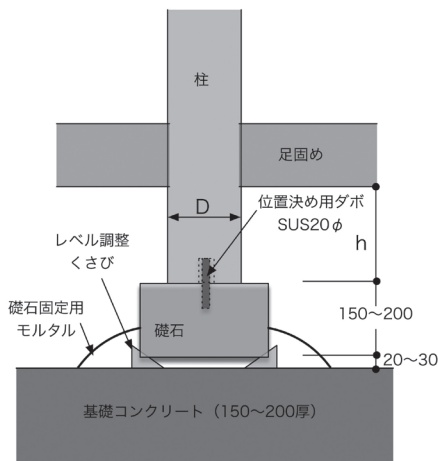
図11 根がらみの設置事例

伝統的な木造軸組では礎石建ち基礎が多く、基礎に緊結されていないので、柱脚部どうしをつないで一体化することが必要である。そのため下記の配慮を行って柱脚部の適切化を図る。根がらみの設置事例を図11に示す。

- ・防蝕（柱材が健全であること）
- ・根がらみ、根がためにより柱脚部が別々の挙動をしないように横連結されていること（ただし柱脚部の回転＝ロッキングを拘束しないこと）

最近の新築や改修工事で、RC造ベタ基礎を用いる場合の礎石建ち事例を図12に示す。図12 礎石建ちの詳細事例

【注意】 伝統的な木造軸組における柱脚部の形式として、掘立て・礎石建ち・土台敷きの三種類がある。掘立柱は現在残っている民家ではきわめてまれで、土台に建てるのは江戸時代末期頃からである。古い民家では礎石の上に柱を建てた礎石建ちが多い（文化財保護委員会監修「民家のみかた調べ方」第一法規出版、昭和42年）。本マニュアルでは社寺や民家など伝統的な木造軸組については礎石建ちを基本に考えている。前掲の上谷・荒木ほかによる摩擦係数に



(注) ダボはSUSまたは木製d=φ20程度(長さ5d) 柱内さや管固定

図12 礎石建ちのディテール事例

関する実験も礎石建ち形式を前提とした研究である。礎石建ち柱の静摩擦係数が0.6~0.9程度あることの意味は、それ以上のベースシヤが働けば柱の滑動(すべり)が発生することである。このとき上部構造に静摩擦力以上の水平力が生じることはない。したがって上部構造に静摩擦力以上の耐力を期待するためには、柱脚部を基礎に緊結して滑りが生じないようにしなければならない。また、礎石建ちでなく土台敷きの柱脚部であるときは土台と基礎との摩擦力が問題になるが、上記に述べた摩擦係数の実験とは異なる変形状となり、静摩擦係数が0.6以上ある保証はない。また柱脚部の土台へのめり込みによって大きな水平変形を生じる恐れもあり注意を要する。

5) 土壁の耐力と改修について

土壁は面内の「剪断」という抵抗機構で働く。特に周囲を柱や横架材で囲まれている場合、わずかの量しかない壁でも大きな強度が得られるのは力学的な働きに起因する。壁が水平力を受けた場合に斜めにひび割れが生じるが、周囲の拘束がなければすぐに破壊してしまう。この破壊を「斜張力破壊」と専門語で定義している。このような破壊は脆性的(もろい壊れ方)であって、局部的な破壊(ひび割れ)が壁全体の強度を支配していることになるので、効率がいい壁とはいえない。一方、四周を柱や

横架材で囲まれている壁(真壁構法)はひび割れが出た程度で強度を失うことはない。また経年変化でいわゆるチリ切れした土壁も初期剛性の低下はあっても耐力低下はないと考えられる。四周が柱と横架材で拘束された土壁は全体にひび割れが分布するまで抵抗し続ける。土壁に用いる土は粘性土(一般に京土または荒木田土)に藁の切り刻んだもの(「すさ」)を混入して水と混ぜて数ヶ月寝かせてから竹小舞架構に塗り込む。

土壁を構成する「土」の強度は一体どのくらいあるのか。神戸大学でコンクリート素材の実験と同じような手法で土壁ブロックを加工し、圧縮および曲げ剪断の強度試験を行った(谷・河村「土壁の材料力学性状に関する実験的研究」日本建築学会近畿支部研究報告集、2003.5)。結果は圧縮強度で約0.1kN/cm²、剪断強度がその1/10程度(0.01kN/cm²)であった。この結果から、通常の土壁の厚さが5-6cm程度なので、一間(1.8m)の幅の土壁(真壁)なら、9-10kNの剪断耐力が得られる。

古い木造住宅で土壁が上部の梁に達しておらず隙間のあるケースが多いが、このような場合は周囲の拘束が弱くて耐力を発揮することができないので、隙間部分を土壁で塗り込むか、拘束材を配して壁耐力を回復する必要がある。図13は模式的に表した土壁の補強事例である。

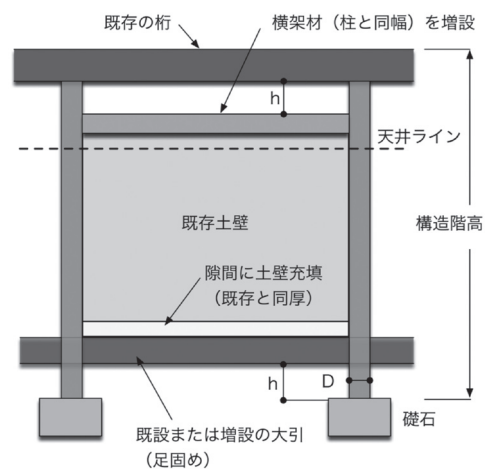


図13 天井止まり土壁の補強事例

6) 「耐震シェルター」について

個室の耐震シェルターを設ける概念は古くからあるが、多くは鉄骨造の強固なもので高価であった。また鉄骨造の耐震シェルターを既存の屋内に設置することは結露や内装との違和感があった。最近になって木製の剛節フレームを鋼製部材で結合した強固で安価なモノコック構造体が開発され、すでに一般の住宅や寺院本堂でも工事実績がある。ここでは新しい木製の耐震シェルター（j.Pod耐震シェルター）について記載する。

設置目的から、耐震シェルターが具備すべき構造要件として下記の5項目が挙げられる。

- ① 水平耐力は震度6強以上の地震動を受けても倒壊しないこと
- ② 既存建物とは構造的に縁を切ること
- ③ 上階以上部分の落下（衝撃力）に耐える鉛直耐力を保有していること
- ④ 上部の荷重を載荷した状態で余震に対する安全性を有すること
- ⑤ コスト的に安価で、設置工事および解体撤去も容易であること（屋内での組み立て・解体が可能）

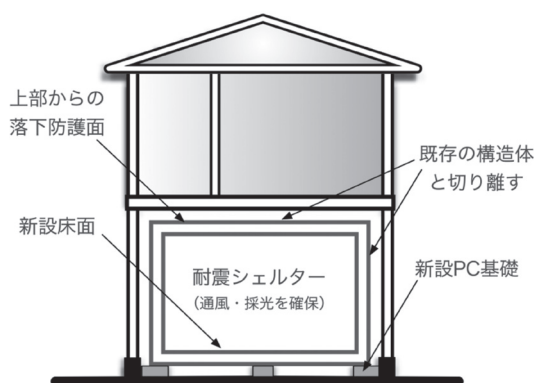


図14 耐震シェルターの設置基準

耐震補強用の剛節フレームである「リブフレーム」を主の構造体とし鉄骨部材と組み合わせたハイブリッドのモノコック構造システムを用いたj.Pod耐震シェルターが開発されている。同工法は（財）日本建築総合試験所にて実大シェルターの実験が行われ[2]、技術基準が整備された（<http://www.jpod-eng.com>）。

3.1.4 耐震診断と補強・改修の事例

1) 浄土院（平等院塔頭）大書院-概要

浄土院は平等院（京都府宇治市）の塔頭で、浄土宗の栄久上人が15世紀後半に平等

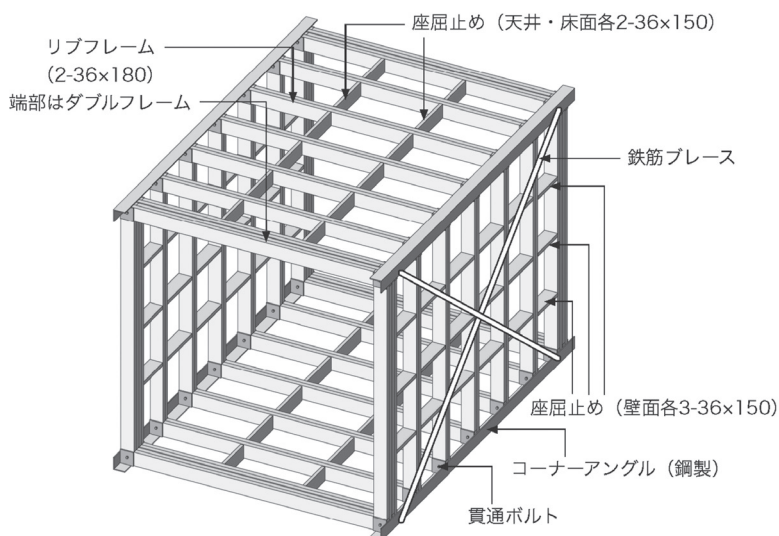


図15 j.Pod耐震シェルター

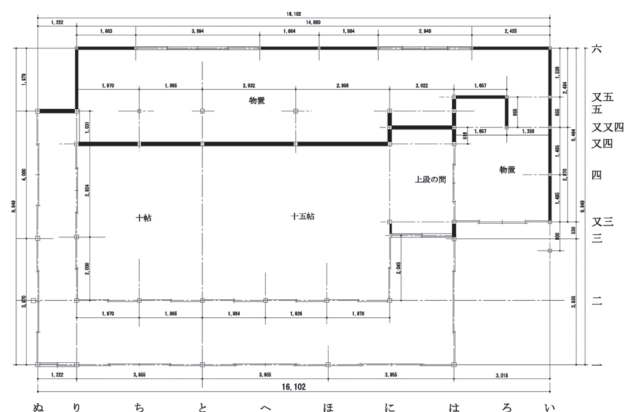


図16 大書院の平面図（改修前）

院修復のために開創した寺と伝えられている。建造後数百年を経た木造建物で、爾来、幾多の増改築と修復を経て現在に至っているものと思われる。現在の間取り（平面図）は図1に示すとおりで、伝統的な木造軸組構法による書院造りの平屋（延床面積約150m²）である。大書院の現地調査を行った上で耐震診断と補強設計を行い、改修施工を平成22年9月に完了した。

2) 耐震診断のための現地調査

地盤調査書によると、敷地は宇治丘陵の北側に広がる扇状地に立地している。地表部の0.5mは表土で、それ以深の2.35mまでは扇状地性堆積物からなる沖積層で、それ以深は洪積層である。GL-3.80~10.27mは玉石混じりの砂礫層で、N値はいずれも60以上を示し、非常によく締まり安定した地盤を構成している。地盤増幅率Gsは、防災科学研究所HPの地震ハザードステーションによれば1.2~1.4で、ボーリング調査の結果と合わせて考えると、当敷地は第1種地盤相当とみなすことができる。したがって、限界耐力計算における加速度応答スペクトルは第1種地盤（Gs=1.35）を用いるものとする。

また現地建物の改修前状況は表2の現地調査チェックリストの通りであるが、その要点を下記に列記する。

① 建物に土台や基礎はなく、礎石建ちで

あるが、足固めがないために1階の床レベルでの水平剛性がきわめて小さい。

- ② 軒レベルでも足元と同様に、柱と柱をしっかりと連結する梁がなく、丸太で柱頭を振れ止め程度に繋いでいるだけである。したがって柱梁で構成されるはずの架構が形成されていない。
- ③ 小壁は天井裏で途切れており、軒レベルまで塗られていない。
- ④ 土壁の塗りの状態は良くない。物置の裏側で板が貼られている壁については、裏返しができるかどうかは不明である。
- ⑤ 建物は全体的に傾斜しており、最大で高さ1,800mmに対して、23mm傾斜している。（傾斜角1/78）
- ⑥ 不同沈下もあり、高低差は約60mmである。
- ⑦ 小屋組は和小屋である。棧瓦で葺き土がある。小屋組みの梁どうしの連結が不十分であり、剛体とみなせる剛性が不足している。

伝統的な軸組構法であるが、経年による老朽化のみでなく、度重なる修理・改修の間に伝統的な構法を無視した工事の行われていた形跡もうかがえ、早急な修理と補強工事が必要であると判断される。補強にあたっては構造計算や新材材の設置のみでなく、これらの前提条件が有効に機能するよう伝統的な木造建物への理解と着実な修理工事を必要とする。



写真2 大書院の改修前状況

3) 限界耐力計算による耐震性能評価

限界耐力計算における構造階高は、礎石の天端から、桁行方向（二通り）の梁の天端までを採り3.81mとする。荷重は積算によれば3.2kN/m²と通常の伝統的な木造建物（住宅）の標準である。検討の結果、建物全体の地震時挙動につき下記の耐震性能評価が得られた。

稀な地震（震度5レベル）に対して：

限界耐力計算による性能評価では、両方向共、小破から中破程度の損傷が発生する結果となった。実際に現状の柱が約1/80傾いていることから、過去の地震で傾斜した可能性はある。

極めて稀な地震（震度6強レベル）に対して：

性能評価においては、1/15を越えると倒壊の危険性が非常に高い。したがって、当建物は両方向とも、倒壊の危険性が非常に高いということがわかった。Y方向については1/15を超えないものの、「ほ」～「ち」通りの10畳と15畳の間については、Y方向にほとんど耐震要素がないために、数値が示す以上に倒壊の危険性は大きい。したがって、早急に補強する必要がある。

表2 浄土院大書院 現地調査チェックリスト

建築主/建物名称	浄土院大書院	建築年	不明
所在地	京都市宇治市宇治蓮華115	用途	書院
構造	<input checked="" type="checkbox"/> 本造軸組構法 <input type="checkbox"/> 混合構造(RC+W・S+W) <input checked="" type="checkbox"/> その他(伝統的)		
確認申請書の有無	<input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり (内容)		
増改築・改修の有無	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり (内容 物置扉屋の増改築)		
構造階高	1階 3.81 m	2階 m	3階 m 地下 m
地盤調査	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> 近隣のデータあり		
不同沈下	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり		
近隣の地盤状況	軌務種増築予定地で行った地盤調査結果と、敷地内の過去の調査結果とはほぼ同じであった。		
基礎	<input type="checkbox"/> 布基礎(鉄筋コンクリート造・無筋コンクリート造) <input type="checkbox"/> ベタ基礎		
基礎の種類	<input checked="" type="checkbox"/> 玉石基礎・その他(内容 CB基礎)		
基礎の状況	<input type="checkbox"/> コンクリート基礎の場合 ひび割れ		
	<input checked="" type="checkbox"/> 礎石その他の場合 平坦度・平滑度・滑り幅: 不良		
柱部材の傷み・傾斜	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり (内容 柱傾斜h=1800間で最大23mm)		
梁部材の傷み・接合	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり (内容 小屋梁の接合不良)		
土台の損傷	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり (内容)		
樹種	柱	のき	梁 まつ 土台
柱寸法	90 mm ×	90 mm ~	135 mm × 135 mm
梁寸法	180 φ ×	mm ~	360 φ × mm
柱の接合方法	<input type="checkbox"/> 短ほぞ <input type="checkbox"/> 長ほぞ <input type="checkbox"/> 肘木 <input type="checkbox"/> 斗拱(参考)		
梁の接合方法	<input type="checkbox"/> 短ほぞ <input type="checkbox"/> 長ほぞ <input checked="" type="checkbox"/> 貫(参考 24×90)		
接合部の金物	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> 軽微 <input type="checkbox"/> 平12建告1461号相当(参考)		
接合部の状態	<input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 部分的に不良 <input checked="" type="checkbox"/> 不良(内容)		
横・込栓の緩み	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり (内容 不明)		
土台と基礎の接合	<input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり (内容)		
柱の引抜き防止	<input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 軽微 <input type="checkbox"/> あり(内容)		
土台の無い場合(礎石)	柱脚部つなぎ <input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり(内容)		
構造壁の種類	<input type="checkbox"/> 筋違い <input checked="" type="checkbox"/> 土壁 <input type="checkbox"/> 板壁 <input type="checkbox"/> その他(
構造壁の仕様(厚みなど)	土壁 t=70~80		
小壁の高さ	39 cm ~ 110 cm		
縦壁の高さ	46 cm ~ 110 cm		
外壁の仕上げ	土壁漆喰仕上げ		
内壁の仕上げ	聚楽壁 一部梁壁		
小壁・土壁の損傷	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり (内容)		
小壁・土壁の天井裏状況	梁下まで土壁が施工されていない		
火打ちの有無	<input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
床板の接合状況	1階(<input checked="" type="checkbox"/> 良) ・ 不良) 2階(良 ・ 不良) 3階(良 ・ 不良)		
吹き抜けの有無	<input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり (内容)		
屋根仕様	<input checked="" type="checkbox"/> 桧瓦 <input type="checkbox"/> 本瓦 <input type="checkbox"/> 軽微屋根葺材 <input type="checkbox"/> その他(
葺き土	<input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> あり 雨漏り跡 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
屋根面の剛性	野地板接合状況 <input checked="" type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 不良		
	垂木接合状況 <input checked="" type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 不良		
屋根勾配・軒の出	屋根勾配	65/100	勾配 軒の出 1200 mm mm
	開口方向	mm	奥行方向 mm
調査者	明島羽瀬社寺建築	連絡先	東大阪市善根寺町6-9-28
			調査日
			2010年6/2、6/24、6/26-27

4) 耐震補強の考え方

- ・現地調査(4.1)で述べたように、当建物においては基本的な柱・梁の架構が形成されていないので、足固めを行い、床を補強し、さらに軒レベルで柱の頭部を梁で連結し、安定した架構を再構築することを第一とする。
- ・柱の傾斜については、建物使用上支障がないと判断して現状のままとし、床の傾きについては大引きと仕上げによって調整するものとする。
- ・壁については、完璧に復旧することは困難なので、天井裏で切れている壁の天端に横架材を設け、その横架材との隙間を塗り込めるにとどめ、桁梁と横架材の隙間に耐震リング(樹脂一体型仕口ダンパー)をとりつけて、接合部を強化することにより耐力・剛性を補うものとする。
- ・二通りの隅角部の柱は、大地震時に折れる可能性が高いので、添木による補強を行う。
- ・耐震補強は、現状の建物の構造特性に合致し、生かすものでなければならない。Y方向の中央部については、変形性能が大きくかつ耐力があるリブフレーム(木製の剛節フレーム)を設置する。
- ・柱・梁の仕口には瞬時の倒壊を防ぎ、架構の剛性と耐力の増加の目的で、耐震リング(樹脂一体型仕口ダンパー)を設置する。
- ・補強設計(改修後)のクライテリアとして、大地震(震度6強レベル)による倒壊を防ぐことを目指す。すなわち、最大応答層間変形角を1/15以下にし、柱と梁の接合部が破損して軸力保持能力が一気に消滅して倒壊に至らない措置を講じる。

5) 耐震補強計画図と応答計算結果

上記の補強方針にもとづき、補強後の耐震性能評価(限界耐力計算による応答計算)を行った結果が図17である。

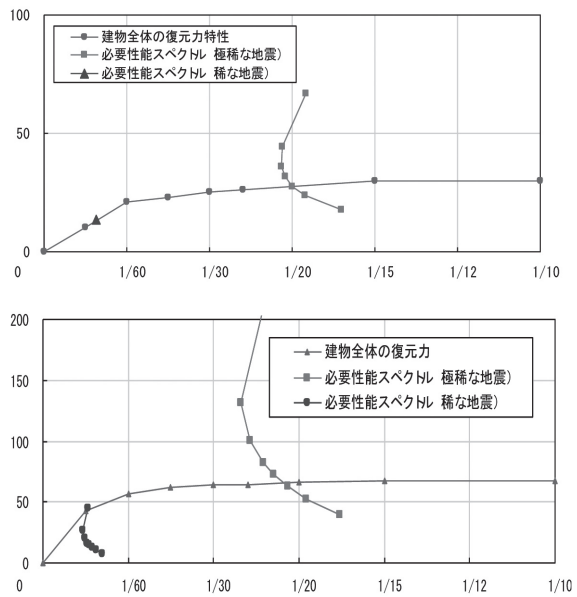


図17 極めて稀な地震時の応答計算結果(補強後)

(6) 補強部材の概要と施工

ア) リブフレーム^[2]

リブフレーム(図18)は国産の製材あるいは集成材(スギ間伐材も使用可)などを用いて製作した剛節フレームである。交互に配置する板材にはさまれた鋼板(薄板)を釘が貫通して仕口部分の一体化を図るので、高耐力・高靱性の仕口が得られる。

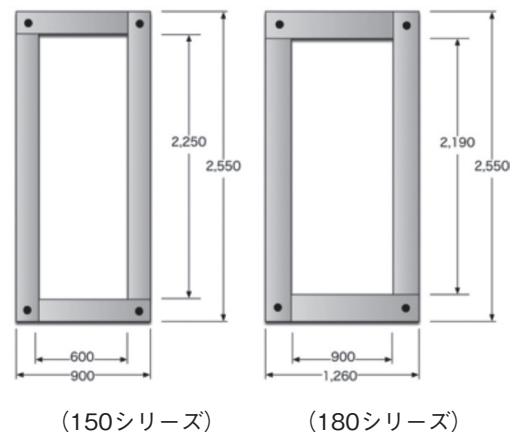


図18 リブフレーム

工場製作によるリブフレームは専用の金物と木ネジを用いて図19の要領で既存部材に取りつける。実大実験によると層間変形角1/15を超えるまで安定した履歴があり、

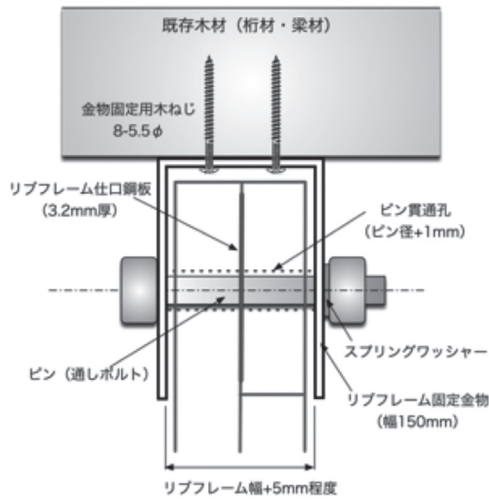


図19 リブフレームの固定部詳細

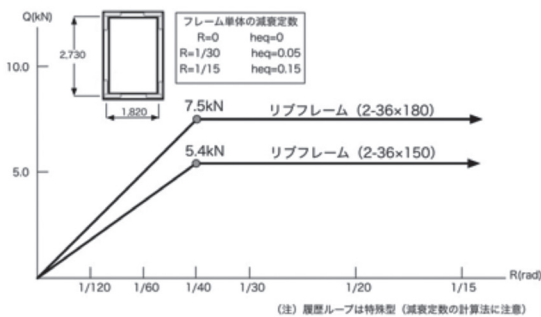
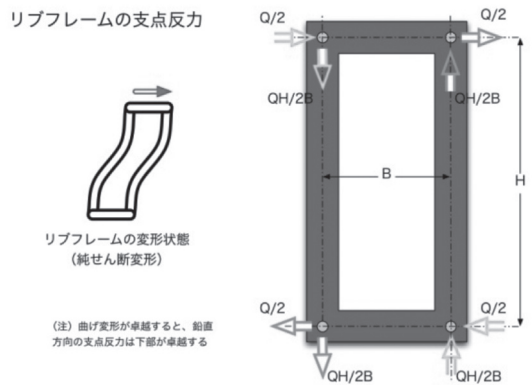


図20 リブフレームの支点反力と設計用復元力特性

以降も軸力保持能力を保つ(図20)。リブフレームを既存部材に取り付けるためのレベル・傾斜調整材は既存部材と一体になるように固定する。リブフレーム部材は図18の2種類で、標準品(工場製作部材)を使用するに当たっては、j.Pod&耐震工法協会(<http://www.jpod-eng.com/>)に申し込み、所定の技術基準に従って施工する。

リブフレームは水平力のみでなく、鉛直力をも支持することができるので、袖壁のように柱際へ設置すると添柱としての補強効果を発揮する。

大書院では奥の通路部分に150シリーズのリブフレームを設置し、袖壁補強とともに通路を確保している(写真3)。

イ) 耐震リング(樹脂一体型仕口ダンパー) [3]

伝統的な木造軸組では込栓を伴った「長ほぞ」方式の仕口が用いられてきたが、近年になって工場におけるプレカットの「短ほぞ」方式が多用されるようになった。最近ではさらにほぞ加工なしで、金物によって結合する方式も見られる。しかし強固な金物接合は木材の特徴である粘り強い性質を損なう恐れがあり、特に母材を痛めるものは避けたい。最近では仕口回転の変形能力を確保しつつ、ほぞの抜け出しを防止する方法として仕口の耐力と変形性能を高める耐震リング(樹脂一体型仕口ダンパー)が実用化されている。耐震リングとは、従



写真3 通路部分に設置されたリブフレームと上部の固定部ディテール

来から多く用いられてきた「仕口ダンパー」が進化したもので、熱可塑性ポリエステル系エラストマーを一体成型した仕口補強材である（写真4）。柱と梁の仕口に、専用の座金と木ねじを用いて取り付けることにより、木造軸組の耐力と剛性および仕口の変形性能を増加させる（図21）。柱と梁を適度な固さに接合することで、仕口の摩擦とめり込みによる抵抗機構を生かしたまま補強でき、柱や梁を損傷させない。形状はコンパクト・軽量（約650グラム）なので施工性がよい。従来型の仕口ダンパーのような温度依存性・速度依存性がなく、構造計算上の扱いが容易である。耐久性は半永久的という試験結果が出ており、土木構造物では従来からエキスパンションジョイントなどに用いられてきた素材である。

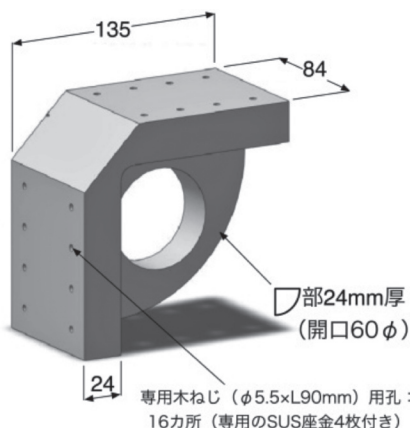


写真4 耐震リングの形状

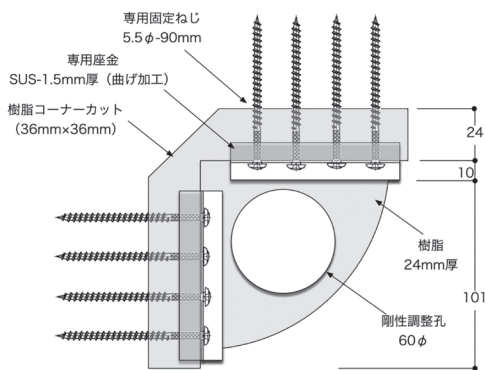


図21 耐震リングの固定ディテール

耐震リングを組み込んだ実大の仕口および木造軸組について、復元力特性を実大実験によって検証している。仕口部分の単体については振動数と振幅をパラメータとして振動実験を行い、実大の単位フレームについては大変形静的繰り返し実験を行った[3]。層間変形角1/10以上の大変形でも木造軸組および耐震リングR10には損傷がなく、軸組の耐力と剛性が増大している（写真5および図22）。なお耐震リングにはR10およびS10の2種類があり、形状は同じだが、剛性の違いで（木造用：R10、軽量鉄骨造用：S10）使い分ける。



写真5 耐震リングR10の実大軸組実験

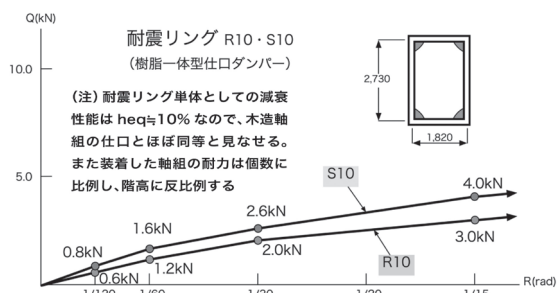


図22 耐震リング付き軸組の設計用復元力特性

大書院では床下と天井裏の仕口（柱と横架材の節点）に耐震リングR10を約70カ所設置し、軸組の接合部強化とともに建物全体の水平耐力を高めている（写真6）。



写真6 大書院の耐震リングR10設置状況

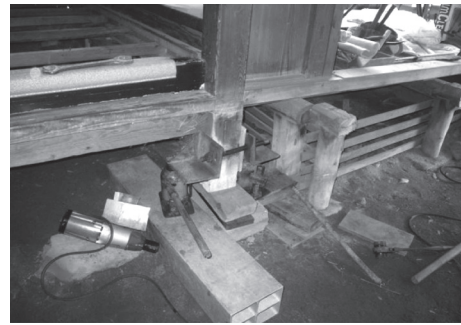


写真7 柱のジャッキアップ工事による不陸調整



写真8 広間の床組補強・足固め施工



写真9 物置部分の床束補強

7) その他の補強（修復）工事

以上述べた主要な補強工事の他、大書院では以下の項目について抜本的な改修施工を行ない、架構の復旧ならびに構造耐力の向上を図っている。構造部材の改修に伴い、土壁のチリ切れ補修、上塗り補修ならびに床畳、天井および建具の寸法調整も行っている。

- ・各柱のジャッキアップ工事による不陸調整（写真7）
- ・広間および上段の間の床組補強・足固め施工（写真8）
- ・物置部分の床束補強（写真9）
- ・小屋組の補強工事および小屋裏（天井上部）の土壁充填補強（写真10）
- ・広間隅柱の添え柱補強（写真11）
- ・応接間（床・小屋・外壁）の半解体修理および追加リブフレーム（写真12）

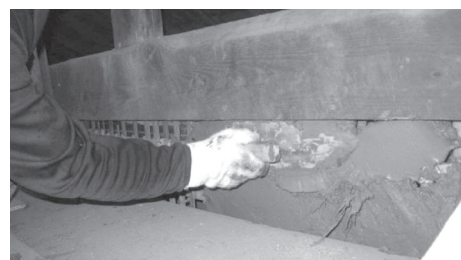


写真10 小屋組の補強工事および小屋裏（天井上部）の土壁充填補強



写真11 広間隅柱の添え柱補強



写真12 応接間（床組・小屋組・外壁）の半解体
修理および追加リブフレーム

浄土院大書院の改修工事[4]は平成22年7月中旬に着工し、同年9月中旬に竣工した。酷暑の中での短工期工事であったが、施主の深いご理解と熱心な関係者の取り組みがなければ達成が困難な改修工事であった。新たに開発されたリブフレームや耐震リングは変形性能に優れた精度良い補強部材であり、すでに多くの住宅で用いられつつあるが、社寺建築に本格的に用いるのは初めての試みであった。



写真13 浄土院大書院（改修工事完了）

文献

- [1] 檜原健一「伝統木造住宅の整理」建築技術、2008年11月、pp.164-169
- [2] 檜原健一、榊田洋子ほか「間伐材を用いた木造耐震シェルター-木造モノコック構造体の開発と応用-」(財)日本建築総合試験所『GBRC』、2009年10月
- [3] 野島千里、檜原健一、鎌田輝男「高分子材料を用いた仕口補強材の開発と検証実験-その1～2」日本建築学会大会学術講演梗概集、2010年9月、2011年8月
- [4] 檜原健一「浄土院大書院の耐震改修-リブフレームと耐震リングを用いた伝統的木造建物の耐震補強-」平等院『鳳翔学叢』、2011年3月

3.2 組積造

3.2.1 耐震調査・診断

組積造建築物は、空積の石造建築を除き、解体調査が困難なことから、非破壊・微破壊調査が重要となる。非破壊・微破壊調査は、技術開発の余地が大きい分野であるが、既往の技術としては、フラットジャッキ、マイクロドリルによる微破壊調査法などが挙げられる。材料試験のために試料採取を行うことがあるが、前述に示すように寸法効果に留意する必要がある。超音波探査や電磁波探査もあるが、対象や目的によっては、有効なこともある。

組積造建築物（文化財）の耐震診断に関する国内外の現状を示す。まず、イタリアの文化財建造物耐震診断指針²⁾が挙げられる。この指針は、日本の文化財建造物耐震指針の等価線形化法に類似している方法（告示の限界耐力計算に近い方法）が示されている。現在、西欧では、displacement based assessmentの基準化に向けた研究も進められている。既存建築物であれば、Eurocode 8に、組積造の耐震診断法が示されている。また、イタリアの告示Circuraleにも、既存組積造建築物の耐震診断法が占められており、その一部は、歴史的建築物の評価法になっている。海外では、このほか、米国に震災文化財建造物の修復に関する手引きもある。また、国内では、北海道建築技術協会⁴⁾が煉瓦造建築物の耐震診断規準（2012）を公表している。この規準では、既存RC構造物の耐震診断に用いられているIs値の考え方を準用しているが、面外方向も評価に考慮していることが特徴である。

3.2.2 被災後の調査・診断法

被災後の調査法では、変形・傾斜や損傷・破壊の状況を正確に把握することが大切である。亀裂の深さや分布など、クラックゲージ等を用いて、精度よく記録する。

被災建物の耐震性の問題として、損傷が

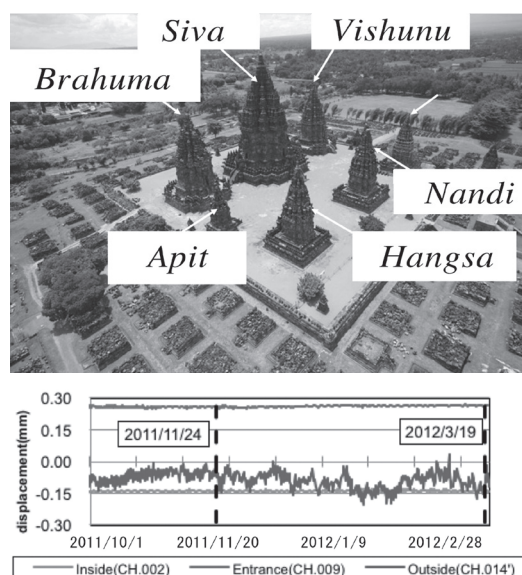


図1 ジャワ島中部地震で被災した世界遺産プランバナン寺院と亀裂モニタリング

組積造の耐震性を低下させる主たる要因になることが挙げられる。従って、損傷を正確に把握し、その評価を適切に行う必要がある。筆者らは無補強であっても、損傷がなければ、一定の耐震性を有することを複数の実大組積造建築物の振動台実験で確認している^{5) 6)}。

建物が被災した場合、耐震性および構造安定性を判断するための構造モニタリング（亀裂幅の計測、地震観測など）は有効である。図1は、2006年ジャワ島中部地震で被災した世界遺産プランバナン寺院における事例である。地震観測記録は、構造解析の検証に用いることができる。なお、亀裂変位は、温度の影響を受けるので、温度も同時に測定する。亀裂変位計を用いた工学的な方法の適用が困難であれば、亀裂部分にガラス板を接着して、ガラスの割れにより、亀裂の動きを判断する方法もあり、西欧では一般的に用いられている。

以下に歴史的組積造建築物の地震被災後の調査・診断事例を示す。

1) 江崎灯台（兵庫県北淡町、石造）

1995年兵庫県南部地震により被災した石造の灯台で1871年に建造された。主に目視

による被害調査が行われ、灯塔の被害は軽微であったものの、付属舎の石積み部のずれや不同沈下が確認された。この石造灯台に対して、保有水平耐力計算による補強検討が行われた⁷⁾。補強は、目地の補修として、ずれ部分には無機質系モルタルを充填する工法がとられた。また、内部目地にはエポキシ樹脂の注入が行われた。不同沈下対策として、RCによる基礎の補強（根巻き）がなされた。

2) 聖フランチェスコ教会（イタリア・アッシジ）

1997年にイタリア中部で発生したウンブリア・マルケ地震では、数多くの歴史的組積造建造物が被災した⁸⁾。現在、世界遺産に登録されている聖フランチェスコ教会もそのひとつである。余震によって、フレスコ画が描かれたレンガ造天井ヴォールトが崩壊し、人的被害を招いた。写真3は、その修復状況である。崩落したレンガを再度積み上げた後、ヴォールト天井上面に炭素繊維シートをエポキシ樹脂で貼り付けると

ともに、ばね付きのワイヤーで屋根から吊る補強を施している。この屋根は、近代において、鉄筋コンクリート造に換えられており、当時、この工法が天井ヴォールトの崩壊の原因になった可能性が議論された。

3.2.3 耐震補強の方法

本節では、事前の構造修復法として、耐震補強法について示す。事前の対策のなかには、被災後にも適用可能な方法もある。

補強技術も、①地震で被災した建造物に適用できる方法、②主として事前の地震対策で用いることができる方法、③両者に適用できる方法に分けるとすれば、多くのものは、③両者に適用できる方法となろう。ただし、地震で構造的な被害を受けた場合



写真1 江崎灯台 (文献7)



写真2 聖フランチェスコ教会 (98年2月)



写真3 聖フランチェスコ教会天井ヴォールトの崩落と補強 (98年2月)

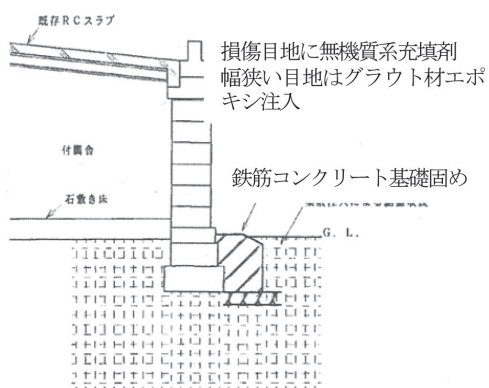


図2 江崎灯台の補強概要 (文献7)

には、その損傷（構造的な欠陥になり得る）の修復とともに、将来の地震に備えた耐震補強が施す必要がある。経過的な補強であっても、工学的な配慮がなされなければならない。単に補強技術のみならず、調査も含めた診断技術も合わせて理解し、被害を受けた文化財組積造建造物の保存修復計画を立てることが大切である。

3.2.5 被災後の構造修復法

基本的には、いくつかの工法を組み合わせることになる。以下に代表的な方法を示す。

1) グラウティング

亀裂の修復にセメントモルタル、エポキシ樹脂等を注入する方法である。

構造力学的に大きな荷重がかかる場所は、タイバーなどによる補強が必用になる。現在、RILEM（国際材料構造試験研究機関・専門家連合）では、グラウティングによる修復の国際的な指針の策定に向けた活動を始めている。1999年アテネ地震で被災した世界遺産ダフニー修道院では亀裂の修復に、文化財建造物修復用に研究開発されたホワイトセメント¹⁰⁾を用いて充填しており、その効果（剛性の向上）を地震観測で確認している⁹⁾。このダフニー修道院では、応急対策として内部に鉄骨骨組、外部に鉄骨バットレスを設けている。

セメント系モルタルでは、エフロ現象に注意が必要である。エポキシ樹脂は、環境により耐久性が低下することがある。



写真4 地震で被災後、応急対策が施された世界遺産ダフニー修道院（ギリシャ）



写真5 モザイク画を有する壁面のホワイトセメント注入による亀裂の修復

2) エポキシ樹脂圧入

文化財建造物の事前の耐震対策として、日本でも多くの実績がある。壁の強度性能を上げるために、適切な間隔で壁に孔を穿孔し、エポキシ樹脂を圧入する工法である。圧力をかけて注入するために、樹脂がひび割れなどを通して浸透する効果もある。

壁の強度性能を上げるための工法として、エポキシ樹脂圧入工法のほか、ステンレスピン挿入工法¹¹⁾も研究開発され、舞鶴赤レンガ館など実際の文化財建造物の補強に適用されている。

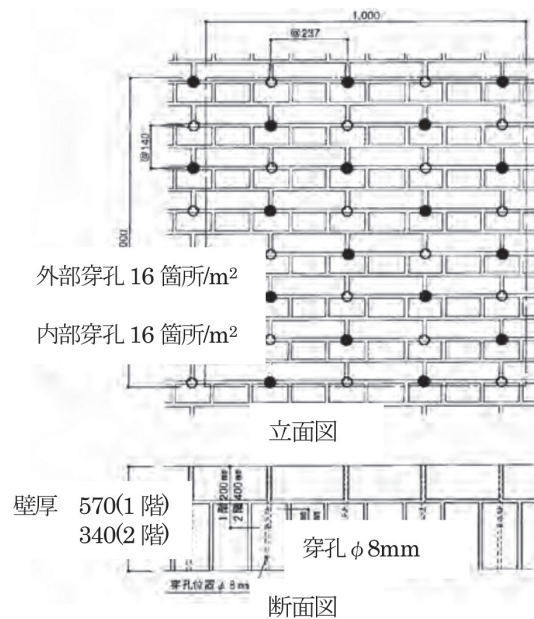


図3 北海道指定有形文化財旧金森洋物店煉瓦壁のエポキシ樹脂による補強¹⁸⁾

地震による被害ではないが、爆風により大破した煉瓦造である原爆ドームも1967年と89年に保存修理工事が行われ、エポキシ樹脂圧入と鉄骨骨組による補強が行われた。

3) 炭素繊維シート

炭素繊維シートを地震で損傷した部分にエポキシ樹脂等を用いて装着する。事前の対策として、適用することもある。1997年ウンブリア・マルケ地震で被災した聖フランチェスコ教会や2009年ラクイラ地震によって被災した教会堂建築の修復に炭素繊維シートが用いられた。聖マリア・デ・コレマジョ教会（13世紀末）は、壁が崩壊するなど甚大な被害を受けたが、教会堂として活用するために大規模な補強実施された。炭素繊維シートおよび鉄骨柱を用いた補強を施すとともに、崩壊した組積造壁を鉄骨とガラスで再建している。経過的補強の実例であろう。なお、2013年9月現在、この教会堂は、安全性が十分に検証されていないとして、日曜日の礼拝時以外は一般の立ち入りができない。

4) CFRPの帯を用いた補強

煉瓦面に鉛直に孔をあけ、CFRPの帯（幅15mm）を埋め込む工法。ニュージーランドで実際に歴史的建造物の補強工事に適用されている。

5) ジャケッティング工法

損傷した壁を鉄筋等で補強したコンクリートで打ち増す。薄い壁であれば、ワイ



写真6 聖マリア・デ・コレマジョ教会

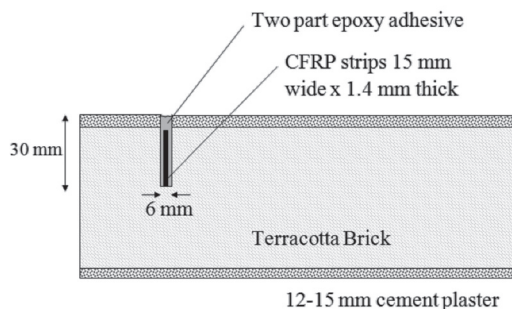


図4 CFRP帯を用いた補強工法（オークランド大学Ingham准教授提供）



写真7 CFRP帯を用いた補強後の煉瓦壁

ヤーメッシュを用いてモルタルを吹き付ける。この工法は、ローコストの補強方法として、途上国組積造住宅の補強に用いられ、振動台実験で補強効果を確認している。簡便、かつ、費用もかからず、効果もあるが、表面がモルタル等で覆われるため、外観を損なうことになるのが問題である。

ジャケッティングに分類される工法として、ファイバー・コンクリート（繊維入コンクリート）の吹付け工法もニュージーランドで提案されている。

同様の考え方で、指定文化財ではないが、石積・煉瓦積鉄道橋脚の補強も行われている²²⁾。東海道本線大井川橋りょう（明治15年）は、亀裂・剥離がみられたため、帯鋼板巻き工法にいたる補強が施された。一方、山陰本線第二殿田橋りょう（明治43年）も目地切れや亀裂がみられたため、亀裂部分を撤去してコンクリートで置換する工法がとられた。

6) RC骨組・鉄骨骨組による補強

建物内部に、鉄筋コンクリートまたは鉄骨を設けて、れんが壁からの荷重を受けるようにする。事前の対策例として、法務省旧日本館の構造補強¹³⁾では、鉄筋コンクリートの柱が設けられた。さらに、れんが壁の内側にコンクリート壁を打ち増している。

同種の補強工法として、耐震パネルとして鋼板を煉瓦壁に付設する工法も、日本では実績がある（例えば、重要文化財同志社彰栄館の耐震改修事業では、鉄骨骨組と鋼板による補強が行われた）。法務省旧日本館の改修事業では短冊状の鋼板も用いられている。

鉄骨による補強は、木造の文化財建築物の補強工法としても多用されている。構造計算も比較的容易であり、可逆的な工法という利点をもつ。

7) 目地置換工法

事前とともに被災建物の補強対策として適用できる。目地を強度の高い材料に置換する工法である。面外の耐震対策では、引張強度の大きな材料が適切である。最近

では、煉瓦造建造物にアラミド繊維を用いた補強工法の有効性が、大型振動台による木骨煉瓦壁の面外方向耐震実験で検証¹⁴⁾されるとともに、実際の保存修理事業に適用されている。煉瓦壁面の外観を損ねない工法として有効である。

なお、富岡製糸場の保存修復を目的とした同実験¹⁴⁾では、アラミド繊維（直径3mmの棒状のもの）を用いた目地置換工法の有効性ととともに、木骨梁と煉瓦壁上端間に生じた隙間（モルタルの乾燥収縮や長期のクリープ現象によって実際に発生していることがある）をモルタルで充填するだけでも、大幅に耐震性が向上することが確認されている。枠組を有する煉瓦壁における枠組の拘束効果であり、耐震性の確保にとって基本であるとともに、煉瓦壁が枠組からはずれないようにすることが肝要である。

8) タイバー挿入による補強

事前の対策としても用いられる。被災建物では、亀裂のグラウティングだけではなく、より確実にメカニカルに接合する方法として適用される。事前の対策では、プレストレスを導入して、レンガ壁の耐震性を向上させる工法も国内で複数の実績がある。例えば、重要文化財誠之堂の移築修理事業では、RC造の臥梁と基礎を設け、アンボンドPC鋼棒を挿入して鋼棒にプレストレスを負荷している¹⁵⁾。北海道指定有形文化財旧金森洋物店の構造補強もRCで補強した基礎と鉄骨臥梁をつなぐPC鋼棒を挿入し、プレストレスを負荷している¹⁶⁾。この旧金森洋物店の補強は、さらに、壁面に等間隔に孔を穿ちエポキシ樹脂を充填する補強も合わせて行っている。

イタリア・アッシジの聖マリア・デリ・アンジェリ教会は、1984年の地震でランタン部分が被害を受けたため、モルタル注入による修復とともに、図4に示すように、タイ・ビームとタイ・バーによる補強が行われた。

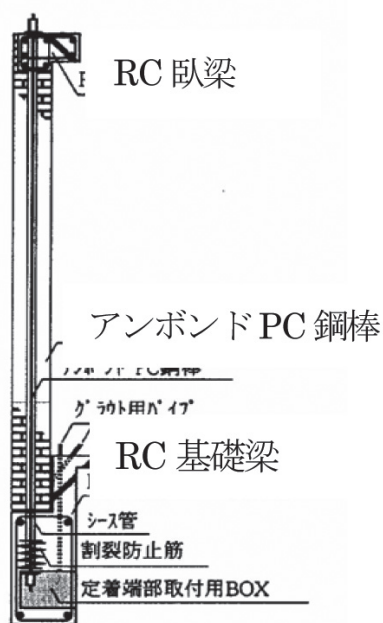


図5 重要文化財誠之堂の移築修理における補強工法（煉瓦壁の断面）¹⁵⁾

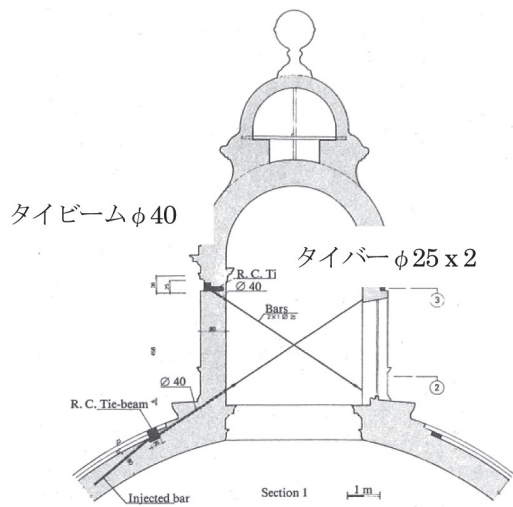


図6 地震被害を受けた聖マリア・デリ・アンジェリ教会の補強工法²³⁾

9) バットレス付設

応急対策から恒久対策まで各段階で適用される。

歴史的には、オスマントルコ時代に、耐震性を高めるために、ハギア・ソフィア大聖堂の構造補強に石造のバットレスが用いられた。最近では、1999年アテネ地震で被災したダフニー修道院の緊急対策として、鉄骨バットレスが設けられた。日本でもいくつか事例がある。重要文化財名古屋高等裁判所、山形県旧県会議事堂の構造補強(図7)では、それぞれ鉄筋コンクリート、鉄骨造のバットレスが設けられた。重要文化財旧長崎税関下り松派出所の構造補強¹⁷⁾では、鉄骨バットレスと鉄骨臥梁が用いられ、基礎も補強を施している。

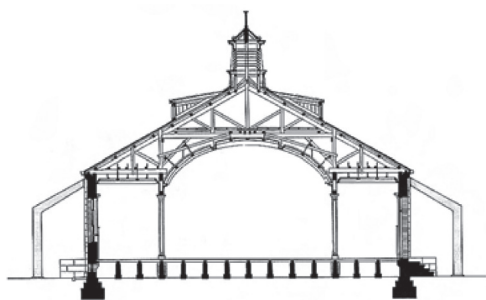


図7 山形県旧県会議事堂の鉄骨バットレスと臥梁¹⁹⁾

10) 臥梁・サイスミックバンド付設

事前の耐震対策としても行われる。基本的には、confinement効果として、壁上のRC臥梁は耐震的に有効である。また、リソルバンドなど、周囲を巻くように設置するRCバンドも有効である。このサイスミックバンドは拘束効果を確保するための工法として、途上国組積住宅の耐震工法として取り入れられている。文化財建造物では、RCではなく、タイバーを用いたconfinementも行われている。ただし、2009年ラクイラ地震で被災したサンマルコ寺院では、20世紀に補強で設置したRC臥梁が逆に同教会が大きな被害を受けた原因として構造計算によって示されている。

11) 水平構面の剛性確保

基本的には事前の耐震対策である。床組や小屋組の剛性が不足している場合には、その剛性を高めるために、火打ち、構造用合版などを用いて補強する。ステンレス帯を床面に水平トラス的に付設する工法も用いられている。

12) 免震工法

恒久対策として、近年、免震レトロフィットの事例が増加している。ただし免震工法であっても、上部構造と基礎構造は一般に補強が必要である。基本的には事前の耐震対策であるが、被災建築物の再建・修復にも適用される。後者の事例として、木骨煉瓦造であるが、重要文化財旧神戸居留地15番館が挙げられる。また、最近では、鉄骨煉瓦造の東京駅丸の内駅舎が免震工法により改修された。駅舎として使いながらの工事であったことは施工技術として特筆すべきであろう。免震工法は、基礎工事が大掛かりとなり、地下に遺跡がある場合には、考古学的な保存との両立が困難なこともある。

重要文化財旧神戸居留地15番館の保存修理事業では、木骨レンガ造をSRC造とするとともに、免震工法を採用して、木骨とその煉瓦壁を保存した。崩壊した文化財建造

物を免震工法で再建したものであり、初期の事例に挙げられよう。

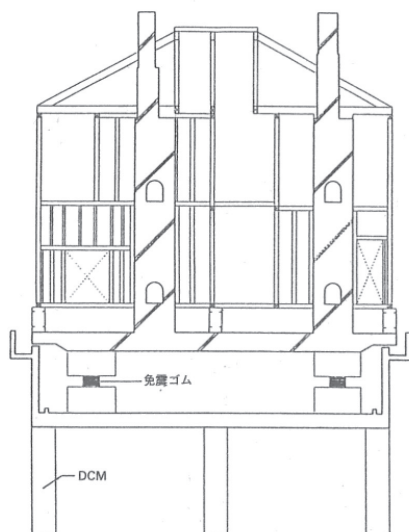


図6 重要文化財旧神戸居留地十五番館の免震工法による修復と補強²⁰⁾

13) 地盤・基礎の補強

基本的に恒久対策であるが、被災建物でも行われる。地震時の地盤変位による不同沈下、基礎の浮き上がりを防ぎ、建物の耐震性を向上させる。地震時に不同沈下を起こすと亀裂等の損傷が生じ、組積造の耐震性を低下させる大きな要因となる。免震レトロフィットでも一般に基礎の補強は必須である。地盤改良などを併用することもある。

1995年兵庫県南部地震では、日本聖公会川口教会（1870）の塔上部が崩壊するとともに、液状化によって建物が最大約0.5m沈下して傾斜した。文化財としての価値があるとして、倒壊部分の復元を含む保存修理工事が行われた²⁰⁾。この工事では、鋼管杭が打設され、上部構造の傾斜はジャッキアップ工法によって修理された。地盤は薬液注入工法による液状化対策が施された。

組積造建造物の地震時液状化対策として、液状化を許容した事例がある。石造の西田橋（1846年、鹿児島県）の移築保存において『液状化』を許容し、上部構造への入力を低減させる工法が採用された（文献24）。構造物を鉄筋コンクリートの耐圧板に載せ



写真8 日本聖公会川口基督教会のジャッキアップ工事²¹⁾

るとともに、その直下の地盤を改良しているが、その改良地盤下方を液状化層として残している。合理的な考え方である。

14) 被災損傷部分の解体修理

空積の石造建造物であれば、解体修理が十分に可能である。図1に示したプランバナン寺院遺跡は2006年ジャワ島中部地震で被災したが、とくに顕著な被害を受けた部分を解体して修理が行われている。また、ギリシャ・パルテノン神殿も1981年コリンス地震で、石材のずれや、組積柱の回転、鉄製鋸の切断などの被害を受けた。現在、被災部分の解体修理が行われている。この解体修理では、鉄製鋸や木製のダボをチタン合金に置換する補強が行われている。目地モルタルを有する組積造建造物でも、顕著な被害を受けた部分を解体して復元修理する方法も選択肢となることがある。



写真9 地震で被災した部分の解体修理（ギリシャ・パルテノン神殿）

3.2.4 耐震補強法の事例収集と整理

本項では、耐震補強の方法と種類別に、その特徴と利点、課題をまとめる。

1) 地震荷重の低減・制御

① 免震工法

[特徴] 基礎下もしくは基礎上に免震装置を設置する。中間階に免振装置を設置する方法も開発されている。

[利点] 一般には上部構造も補強が必要になるが、最小限の補強に抑えることができる。文化財として上部構造の現状変更が少なくて済む。大地震後も機能保持が可能である。

[課題] 基礎の補強が必要で、埋蔵文化財に影響を及ぼすことがある。コストは高い。免振効果は入力地震動に依存する。維持管理が必要。

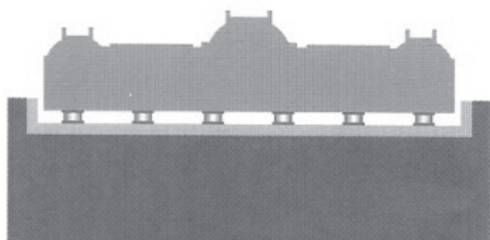


図1 免震工法

2) 構造性能の向上

① RC壁の増設（内側に打ち増し）

[特徴] 主として壁の面内せん断耐力（壁面に平行な方向）の向上の目的で内側にRC壁を設置する。

[利点] 比較的簡便な方法。壁量が不足している場合に有効である。コストも比較的安く、確実な方法である。面外変形に対する対策としても有効。

[課題] 外観保存は可能であるが、内部空間の改変を伴い、狭くなる。

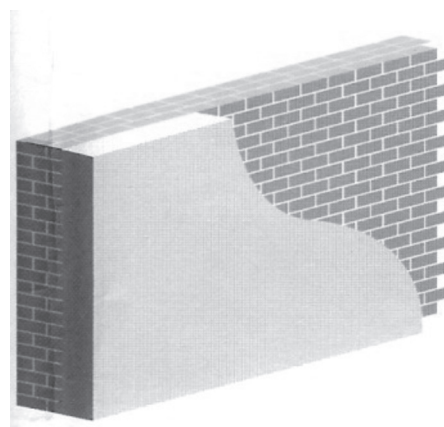


図2 RC壁の増設（内側に打ち増し）

② RC梁・柱の付設

[特徴] 壁の一部を削り、内側にRC柱・臥梁を設け、壁と一体化をはかるとともに、地震力を柱・梁に伝達する。

[利点] 比較的簡便な方法である。

[課題] 躯体の欠損と内部空間の改変を伴う。梁・臥梁の増設と基礎の補強が必要。外観の保存は可能であるが、構造躯体の現状変更を伴う。内部空間の使用に制約が生じる。

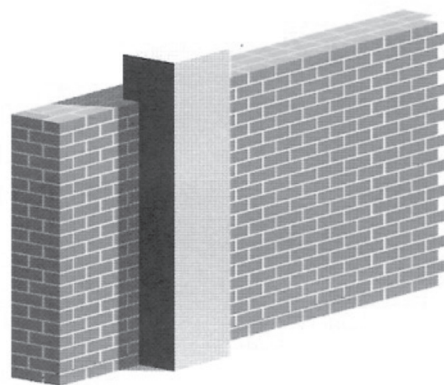


図3 RC梁・柱の付設

③ 鋼板の付設

[特徴] 面外変形および面内せん断対策のため、鋼板パネルを壁の両側にアンカーまたはボルトで固定する。壁全面でなく、一部の補強の場合が多い。たんざく状に鋼板を使う方法もある。また、煉瓦柱を鋼管で補強する方法もある。

[利点] 比較的容易な工法で応急対策にも適用可能である。補強材の取り外しで現状復帰はほぼ可能である。

[課題] 内外観が改変され、煉瓦造の内外観が得られない。

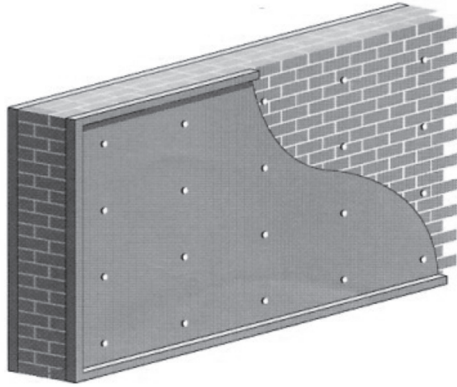


図4 鋼板の付設

④ 鉄骨フレームによる補強（壁面内）

[特徴] 壁内に鉄骨フレームを組み込むことにより、地震力を壁内部の鉄骨架構に負担させる。RCフレームを使うこともある。

[利点] 解体後の復元に適した工法である。内外観の保存が可能である。

[課題] 既存壁に対しては壁を分割するため適用が難しい。壁厚が大きくなる。

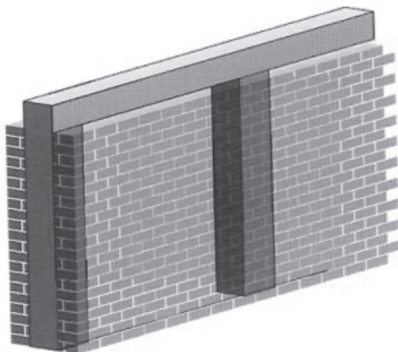


図5 鉄骨フレームによる補強（壁面内）

⑤ 鉄骨フレームによる補強（内部空間）

[特徴] 内部に鉄骨架構を設け、地震力を鉄骨架構に負担させる。耐震鋼板（パネル）を使うこともある。

[利点] 比較的簡便な補強工法。外観の保存が可能で、補強材の取り外しができ、現

状復帰が可能である。

[課題] 定着のための基礎補強や臥梁設置が必要になる。

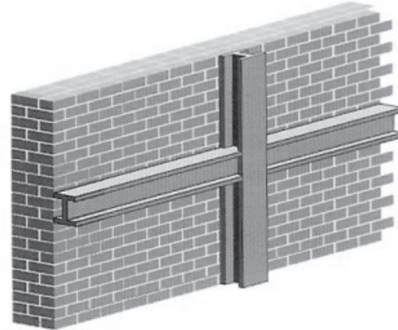


図6 鉄骨フレームによる補強（内部空間）

⑥ 鉄筋の挿入

[特徴] 壁の鉛直方向、斜め鉛方向などに穿孔後、鉄筋を挿入して樹脂・グラウトモルタルを注入して一体化する。亀裂の補強にステンレス・アンカーを使うこともある。

[利点] 簡便な工法で、曲げ耐力が向上。内外観とも保存が可能であり、意匠上の改変は少ない。コストも比較的低い。

[課題] 定着方法の検討が必要。補強効果はプレストレス導入に比べて小さい。

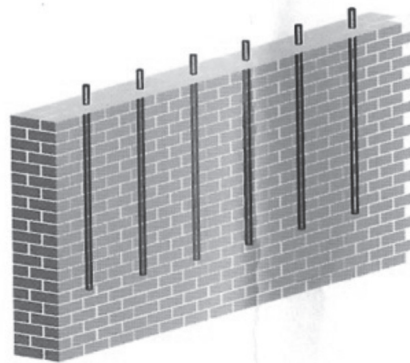


図7 鉄筋の挿入

⑦ PC鋼棒を用いたプレストレス工法

[特徴] レンガ材料と目地を一体化するとともに、材料に引張力を生じさせず、また、せん断耐力を向上させる目的で、臥梁と基礎間にPC鋼棒を挿入し、プレストレスを負荷する。

[利点] レンガ壁の面外曲げ引っ張り応力を抑える効果とせん断耐力の向上がはかれる。内外観とも保存が可能。

[課題] 定着のための基礎補強や臥梁設置が必要になる。長い穿孔技術が必要。プレストレス力の維持管理が必要。

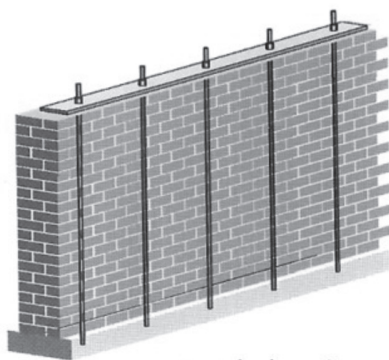


図8 PC鋼棒を用いたプレストレス工法

⑧ エポキシ樹脂の注入

[特徴] 材料強度を上げるために、壁面に数十cm間隔（格子状）で穿孔し、エポキシ樹脂を注入する。

[利点] 簡便な修復方法。意匠上の改変は色の問題を除いて少ない。

[課題] エポキシ樹脂の耐久性および変色に課題がある。

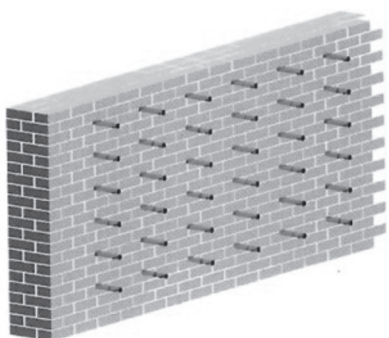


図9 エポキシ樹脂の注入

⑨ 鉄骨またはRC造バットレス付設

[特徴] 外部に控え壁あるいは架構を設ける。西欧の歴史的建築物では、組積造のバットレスが用いられてきた。

[利点] 内部空間の保存が可能。補強材の取り外しによる現状復帰が可能である。

[課題] バットレスには十分な剛性・耐力が必要。外部バットレスによる意匠上の改変が課題である。

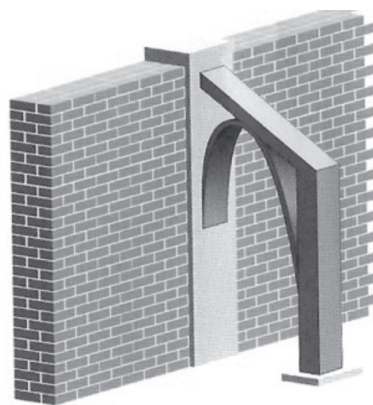


図10 鉄骨またはRC造バットレス付設

⑩ 臥梁の設置

[特徴] 組積造を立体的に一体化させ（壁相互がばらばらに動くのを防ぐ）、面外変形を抑えて、耐震性能を向上させる。臥梁の設置、補強は組積造建築物の耐震補強として、基本的な方法のひとつである。火打ちを使う方法もある。一般に、鉄筋コンクリートの臥梁が用いられるが、鉄骨トラスで水平構面を固めることもある。

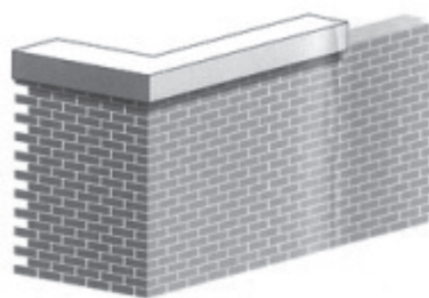


図11 臥梁の設置と補強

⑪ サイスマック・バンドの設置

[特徴] 組積造住宅の耐震設計で用いられている工法で、鉄筋コンクリートの部材で建物を巻く方法である。ルーフ・バンド（臥梁と同等）、リントル・バンド、プリンス・バンドが用いられる。有効な方法であるが、外観の改変を伴う。

3) 補足(部分)的な補強: 上述の補強と 組合せて適用

① 開口部の補強

[特徴] 応力集中による隅角部の亀裂発生およびせん断耐力の低下を防止するために、RC等のフレームで開口部を補強する。開口部の意匠的な変更が生じる。

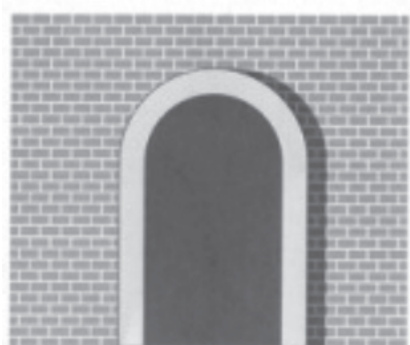


図11 開口部の補強

② 床スラブ補強による面内剛性確保

[特徴] 床スラブをRC床に替えることにより、壁間をつなぎ、剛床仮定を確保し、耐震性能を向上させる。地震力を確実に耐力壁に伝えるようにすることができる。

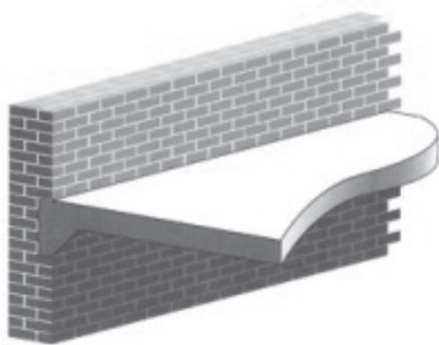


図12 床スラブ補強

③ 基礎の補強

[特徴]

地震時の地盤変位などによる不同沈下対策。また、基礎の浮き上がりなどを防ぎ、耐震性を向上させる。壁の構造性能を確保するために、基本的に必要になることが多い。埋蔵文化財に対する配慮が必要になる。

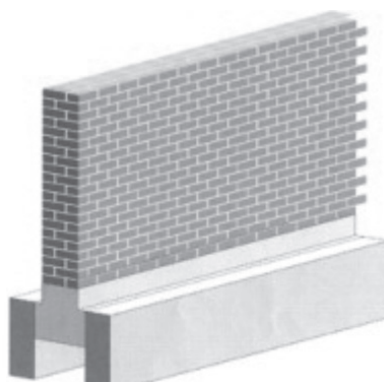


図13 基礎の補強

以上の補強工法のほか、組積造住宅の耐震補強に用いられている金網メッシュによる壁の補強も耐震性能の向上に役立つと考えられる。

[参考文献]

- 1) 文化庁文化財部 重要文化財(建造物)耐震診断指針: <http://www.bunka.go.jp/bunkazai/taishin/shishin.html>, 2012(改定)
- 2) Ministry for Cultural Heritage and Activities, Italy: Guidelines for evaluation and mitigation of seismic risk to cultural heritages, GANGEMI EDITORE, 2007
- 3) 日本コンクリート工学協会: 建築・土木分野における歴史的建造物の診断・修復研究委員会報告書, 2007
- 4) 北海道建築技術協会: 煉瓦造建築物の耐震診断規準, http://www.hobea.or.jp/dl.files/renga_kijun.pdf, 2012
- 5) 小林康太, 花里利一他: 途上国における組積造住宅の耐震工法に関する研究, その2 レンガ造住宅振動台実験, 建築学会大会学術講演集, 構造IV, pp1005-1006, 2008
- 6) 今井弘, 榎府龍雄, 花里利一他: 枠組み組積造の耐震性向上のための実験研究-実大振動台実験と壁体繰り返し加力実験, 建築学会技術報告集, 第16巻, 第32号, pp151-156, 2010
- 7) 財団法人日本航路標識協会: 明治期灯台の保全, 2002

- 8) Giorgio Croci: The Basilica of St. Frances of Assisi after the September 1997 Earthquake, Journal of IABSE, Structural Engineering International, pp56-58, 1998
- 9) A. Miltiadou-Fezans: A multidisciplinary approach for the structural restoration of the Katholikon of Dafni Monastery in Attica Greece, Proc of International Conference of Structural Analysis of Historic Construction, SAHC2008, pp71-87, 2008
- 10) A Miltiadou-Fezans, A. Kalagri et al. : Methodology for in situ application of hydraulic grouts on historic masonry structures The case of the Katholikon of Dafni Monastery, Proc of International Conference of Structural Analysis of Historic Construction, SAHC2008, pp1025-1033, 2008
- 11) 多幾山法子, 長江拓也他: ステンレスピン挿入による歴史的組積造建造物の耐震改修: その1 補強煉瓦壁の繰返し面外曲げ実験, 建築学会構造系論文集, 74 (635), pp167-176, 2009
- 12) 京都府教育委員会編: 重要文化財同志社大学彰栄館修理工事報告書, 1981
- 13) 建設大臣官庁官庁営繕部 受託財団法人建築保全センター: 中央合同庁舎第6号館赤れんが棟 法務省旧日本館保存改修記録, 1995
- 14) 富永善啓、花里利一ほか: 富岡製糸場の実大壁試験体を用いた振動台実験 建築学会大会学術講演集構造IV, pp937-940, 2011
- 15) 清水建設編: 誠之堂・清風亭移築修理工事報告書誠之堂編, CD-ROM, 2001
- 16) 文化財保存計画協会編: 北海道指定有形文化財旧金森洋物店復原工事報告書, 2000
- 17) 文化財建造物保存技術協会編: 重要文化財旧長崎税関下り松派出所保存修理工事報告書, 2001
- 18) 文化財建造物保存技術協会編: 重要文化財山形県旧県庁及び県会議事堂保存修理報告書 旧県会議事堂編, 1991
- 20) 日経アーキテクチャー1997年4月21日号, pp114-117
- 21) 日経アーキテクチャー1997年7月11日号, pp188-192
- 22) 鉄道総合技術研究所: レンガ・石積み、無筋コンクリート構造物の補修・補強の手引き, 1987
- 23) Marco Menegotto : Seismic Repair and Upgrading of a Dome Lantern in Assisi, Journal of IABSE, Structural Engineering International, pp34-36, 1/93, 1993
- 24) 吉見吉昭, 地盤と建築構造のはなし, 技報堂出版, 2006
- 25) 京都府教育委員会: 重要文化財同志社大学礼拝堂修理工事報告書, 1990
- 26) 文化財建造物保存技術協会: 重要文化財旧名古屋控訴院地方裁判所区裁判所庁舎保存修理工事報告書, 1989
- 27) 建設大臣官庁官庁営繕部、受託財団法人建築保全センター: 既存れんが壁の強度に関する調査および耐震性能に関する報告書, 1995
- 28) 日本コンクリート工学協会: 歴史的建造物の診断・修復に関するシンポジウム, 委員会中間報告, 2006

3.3 土壁・漆喰壁

ここでは、壁土を全て取り除く、全面改修について記述する。地域、年代、建物によって詳細は異なるので、真壁・大壁など織り交ぜて、耐震対策に関連する要点を中心に示す。

3.3.1 改修前の点検

改修前の点検は、2.3.3と同様に行う。本格的な改修時には、柱・貫・木舞・下げ縄などの腐朽が確認できるなど、より詳細な点検が可能である。

2.3.1に示した通り、同じ被害を受けないよう、被災原因に応じて、その原因を取り除く改修を心がけたい。

例えば、下げ縄の腐朽によって壁土が剥落した場合、下げ縄が腐朽しにくいように麻縄を用いたり、雨水が壁土内部に浸入しないように漆喰仕上げのメンテナンスを怠

表1 土壁下塗りの標準調合¹⁾

	荒壁土(ℓ)	藁すさ(kg)
荒壁	100	0.6
裏返し	100	0.4

表2 むら直しおよび中塗りの標準調合¹⁾

		中塗り土 (ℓ)	色土 (ℓ)	砂 (ℓ)	消石灰 (kg)	すさ (kg)
むら直し	貫伏せ	100		40~100		もみすさ 0.5~0.8
	貫伏せ漆喰			40~60	20	白毛すさ 0.7
	ちり周り	100		60~150		もみすさ 0.4~0.7
	ちり漆喰			30	20	白毛すさ 0.7
	むら直し	100		60~150		もみすさ 0.5~0.8
中塗り	中塗り	100		60~150		もみすさ 0.5~0.8
	切り返し中塗り		100	60~150		もみすさ 0.8

・壁土の調合：むら直しや中塗り土の調合は表-3.3.2を標準に行う。

らないようにしたりする。また、シーリング材、エポキシ樹脂、木工用ボンドなどの接着剤や漆喰表面の撥水剤塗布などメンテナンスが困難なとなる仕様は避けるべきである。

3.3.2 木舞の材料選定

土壁の耐久性・耐震性確保の観点から、太さなどを考慮した材料選定が必要となる。

- ・間渡し竹（大壁）：篠竹または真竹の丸竹で肉厚のもの
- ・木舞竹（大壁）：篠竹または真竹の丸竹
- ・木舞縄：棕櫚、麻、藁縄で腐朽しにくいもの
- ・釘：JIS A5508（くぎ）に規定するステンレス鋼くぎまたは鋼くぎで竹の直径よりも25mm以上長いもの（ステンレス鋼くぎは摩擦が小さくゆるみやすいので、ステンレスのスクリーナ釘またはビスを使用）

なお、竹は10月下旬から12月に伐採したものをを用いる。（春夏に伐採したものは虫害にかかりやすく、夏期のもの弾力性・耐久性が劣る）

3.3.3 壁土の材料選定

一般的に壁土は、藁苧を混入した後、1年以上寝かし、時折混練したものを用いる。1年以上寝かす時間がない場合は、取り除いた古土に新しい土とすさを混ぜたものか、下記に適合した、信頼できる既調合の専用の練土を用いる。

- ・荒壁土：粘性のある砂質粘土（荒木田土・荒土の類）で15mmふるいを通す程度のもので、表1に示す割合で、藁すさを混ぜ合わせる。
- ・中塗り土：荒壁土で10mmふるいを通す程度のもの

3.3.4 部材の交換

柱・貫・土台などが腐朽している場合は、写真1に示すように、適切な仕口を設けて交換する。必要に応じて補強金物を用いる。貫は地震時の変形により貫が抜けないように十分な埋込み深さとする。

3.3.5 木舞搔き

木舞搔きは下記の要領で行う。

- ・間渡し竹：大壁の場合、横間渡しは、柱



写真1 部材の交換例

に設けた切り込みまたは突起に丸竹をのせ、釘またはビスで固定し、脱落防止対策を行う。縦間渡しが貫に当たる箇所は釘またはビス止めする。

釘穴はあらかじめきりもみし下穴を開けておかないと竹が割れることがある。真壁の場合、柱や土台などに一尺内外間隔で、開けた穴に間渡し竹の先端を差し込む。穴の深さは、地震時に抜け出さないように可能な限り深くする。

- ・木舞の組み立て：1.2~1.5寸程度以下の間隔をあけて、竹を縦横に組む。貫との交差部は釘またはビスで止めつける。通常、藁縄で木舞をかきつけるが、間渡し竹とのかきつけは、藁縄の腐朽により土壁の保持力が低下する恐れがあるので、ステンレス鋼線または銅線を用いるのが良い。
- ・下げ縄：下げ縄は、2.2に示した通り、使用する縄の強度と土壁の厚さ（自重）に応じて、かき付ける間隔を設定する。荒壁塗の前に間渡し竹に藁頭結びにして、結び長さが2.7尺程度になるように垂らし、荒壁塗り時に支障が生じないように垂らした部分を結んでおく。むら直し時に下げ縄の片方と樽巻の縄を塗り込み、中塗り層の落下防止のために、中塗り時にもう片方の下げ縄を塗り込んでいく。壁厚にもよるが、一般的には、下げ縄の間隔は、高さ方向は間渡し竹間隔、横方向は柱間9箇所ずつ千鳥に結びつける。
- ・垂木、揚裏や軒周りの木部には、漆喰を塗付け縄巻を行い壁土の付着を確保する。

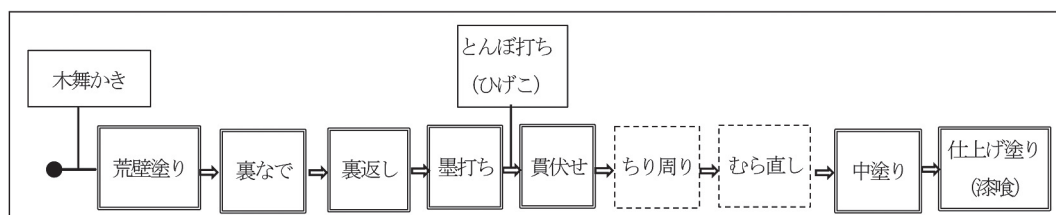


図1 木舞壁塗基本工程例

3.3.6 塗付け工程

壁土の塗付け工程は、建物、大壁・真壁などによって異なるが、一例として図1に示す。工程は、下塗り（荒壁塗り・裏なで・裏返し）→むら直し（墨打ち・貫伏せ・ちり周り・むら直し）→中塗り→仕上げ塗りの順序で行う。なお、各層の表面には付着性を確保するために傷をつけておく。

- ・荒壁塗り：荒壁塗りは、予め作製した団子状の土を裏側に十分突き出るように、木舞に十分すり込んだ後、木舞の表面より厚さ12mm内外、貫材と同一表面に塗り付ける。
- ・裏なで：荒壁土を塗り込んだ同日中に裏側から木舞を挟み込むように鋏で撫で返し、木舞になじませる。
- ・裏返し：壁裏は荒壁土でやや厚めに塗ってなで上げる。この時、貫の下部に隙間ができないように確実に充填する。
- ・墨打ち：荒壁塗り後、中塗りの塗厚を決めて、柱周囲に朱墨を打つ。
- ・貫伏せ：荒壁が乾燥した後、貫材の上に貫伏せ漆喰を薄く塗り、貫の上下面の荒壁に6cm程度かかるように麻布または棕櫚毛やパームなどを貫伏せ土を用いて伏せ込み、貫と荒壁土を連結させる。麻布を用いる場合は縦23cm横18cm程度のものを2cm前後の隙間をあけて伏せ込む。
- ・ちり周り塗り：ちり周りは、のれんを打つか、ちり周り用下げおを間隔6cm内外に打ち、ちり周り土またはちり漆喰を塗り付ける。

- ・中塗り：むら直しが十分乾燥した後、ちり周り正しく、むらなく塗りつけ、平滑に鋏でなで仕上げる。乾燥前に、仕上げの付着力を確保するために、鋏で表面に傷をつけておく。

表2のちり漆喰は、壁のちり周りは隙間を生じやすい箇所なので、濃いつのまた糊を混合した漆喰を塗り回して、その上に鋏で刻みをつけておくものである。

3.3.7 壁厚が厚い部分の脱落防止

壁厚が厚い部分は、割竹のアンカーなどで脱落防止対策を行う。写真3は出すみに割竹を埋め込んで脱落防止を考慮した例である。写真4は妻部分に割竹のアンカーを埋込み、割竹に樽巻の縄を絡めた例である。

3.3.8 漆喰塗り

ここでは、本漆喰について記述する。

- ・漆喰の調合：漆喰は、表-3.3.3に示す調合を標準とするが、地域によって多少異なる。最近では、品質の確かめられた既調合漆喰の入手が可能である。
- ・下塗り（下付け）：砂漆喰を土壁中塗り面に十分擦り込み塗り立て、上塗りの付着を確保するために、表面に目荒らしをつける。
- ・むら直し・鹿の子ずり・中塗り：むら直しや中塗りは下塗り後10日間以上おき、下塗り面が乾燥した後平坦な面になるように仕上げる。鹿の子ずりや中塗りの際は開口部などのひび割れが生じやすい箇所

表3 漆喰塗り仕上げの標準調合および工程

施工箇所	工程	調合				塗り厚 (mm)	間隔日数(日)	
		消石灰 (容積比)	砂	つのみ、銀杏そう (消石灰20kgにつき)(g)	さらしすさ (消石灰20kgにつき)(g)		次工程までの日数	最終養生
内壁	下付け	1	0.2	600	500	2	0.5	-
	上付け	1	-	500	400	1	-	10以上
外壁	下付け	1	0.2	600	500	2	0.5	-
	上付け	1	-	500	400	1	-	14以上

所には棕櫚やパームなどを伏せ込む。

- ・上塗り：中塗りが半乾燥のうちに、水引具合をみて上塗りを行う。上塗りは必ず下付けをしてから上付けし、鏝むらなく入念に仕上げる。

参考図書：

- 1) 日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説 JASS 15 左官工事
- 2) 白石城天守閣（三階櫓）復元建設工事報告書（白石市）

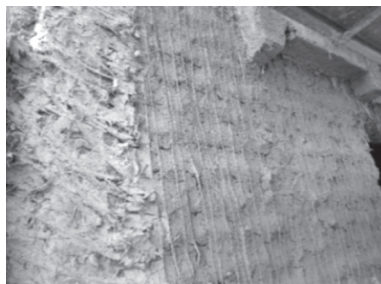


写真2 下げ縄の施工例

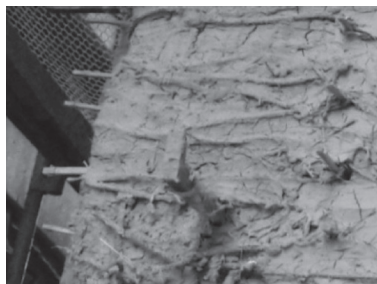


写真3 出すみ部分の脱落防止用アンカーおよび樽巻きの例

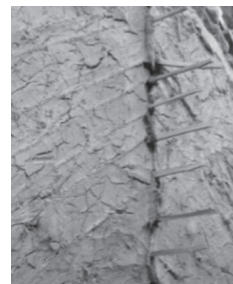


写真4 脱落防止用アンカーの例

3.4 瓦

3.4.1 瓦の準備

瓦を葺き直す場合には、穴のあいた新瓦を用いるか、銅線又は針金（錆を考えると銅線の方が良い）で土留め棧に止め、地震時の落下防止措置をとれるよう、再利用する古瓦に穴をあけておく。古瓦に穴をあけるには、硬度の高いドリルを利用すればよい。古瓦が固い・もろい等によってこわれやすい場合には、小型のレーザーを用いて開ける方法もある。

瓦を新調する際には、かつては手で圧密に仕上げ、だるま窯で焼成したが、現在は機械を使ったプレス仕上げで、ガス窯で焼成している。なお軒先瓦（軒平瓦・軒丸瓦）は、プレスで一体成形しない伝統仕様によるものとするのが望ましい。また、プレスの方が人力より圧密に仕上がるので、同じ大きさ厚さの瓦を比べると、現代の瓦の方が古い瓦よりも重量が重くなるので注意する必要がある。瓦の重量を軽くするため、一部の厚さを薄くするなどの工夫を加えた瓦も作られている。

古瓦の再利用にあたっては、表面にひび

や凍害等による欠損のないもの、打診等によって劣化が進行していないことが確認できたものを使う。特殊な仕様の瓦（軒先瓦・鬼瓦等の役物、釉薬瓦、特殊な焼き物の瓦、石製の瓦など）の場合、劣化した瓦であっても再利用したい場合がある。その際には、焼き直しや樹脂等によって強化を行い再利用する。焼き直しの場合は、温度が適切でないと古瓦を破損するので試し焼きする。

3.4.2 葺き土の準備

葺き土は、粘性の強い土に水と藁スサを混ぜて良く練り込み、しばらく放置し、スサが溶けて発酵する頃に再度藁スサを混ぜて練り込んでつくる。被災した建物の葺き土を再利用する場合には、新たに用意した土と再利用する土を混ぜ粘性を調整して使う。詳細の仕様は、前項に示した土壁の荒壁土と同じである。

土の粘性を増すための時間を短縮したい場合には、藁スサのかわりに化学繊維（例えば、東レ・タフバインダー等）を使用する方法もある。



① 【野地坂】



② 【防水シート】



③ 【棧打ち】



④ 【ドリルで穴あけ】



⑤ 【筋置き】



⑥ 【銅針金で縛りつける】

写真1 ①～⑥ 古瓦を再利用し、葺き土を筋置きにして葺き直した例

3.4.3 改修工法

伝統的な瓦を用いた改修の工法については、下地を従来通りの土葺きとするケースと、屋根荷重の軽減によって耐震性を向上させるべく葺き土を用いない空葺き（引掛葺き）に変更するケースの2通りが考えられる。

以下に示す通り、葺き土を用いないと配慮が必要になるので、耐震上等の理由がなければ、葺き土を使うことが推奨される。古瓦を使う場合には、各瓦に寸法や曲率にばらつきがあり、空葺きにすると、安定せず隙間が生じやすい（隙間があると雨水が侵入しやすく、強風等で被害が出やすい）。そのため、葺き土を筋置きするなどして瓦を止める方が葺きやすい。一方葺き土を無くし、空葺きにする場合は、小屋組内部と屋根面での温度差によって、瓦の裏面で結露が生じる恐れがある。そのため、野地板上に透湿性ルーフィングを敷き、瓦の裏側に通気層を設ける必要がある。次いで使用する瓦の寸法に瓦割り付けし、竪棧、横棧を釘打ちする。古瓦を再利用する場合は、上部中央または2箇所に穴をあけ、横棧に釘

止め又は銅線又は針金止めする。新調瓦は上部に引っ掛けが付いているので、横棧に引っ掛け、適所に釘止めする。瓦の釘止めは、全ての瓦にすると後年の瓦差し替えが困難なため軒先廻り以外は建物の立地などを考慮し決める。

瓦土が厚い場合は、瓦葺き収まりに変更が必要になる場合もある。写真2～4（佐原）は、既存の軒先・ケラバ位置を守りつつ、空葺きにしたため、野地板のレベルを葺き土の厚さ分だけ上げる必要が生じ、新たに空葺き用の下地を組んで葺いた事例である。

地震による落下防止のため、瓦に予めあけた穴に番線又は銅線を通して、釘又は棧に結び付ける。棟積み瓦についても、鬘斗瓦などは銅線を使って棟の上で緊結する、釘止めする等によって落下防止措置を取る。

【参考文献】

二村悟、後藤治他、歴史的建造物の屋根修理における古瓦の再用、日本建築学会技術報告集14(28)、2008年10月、pp631-634

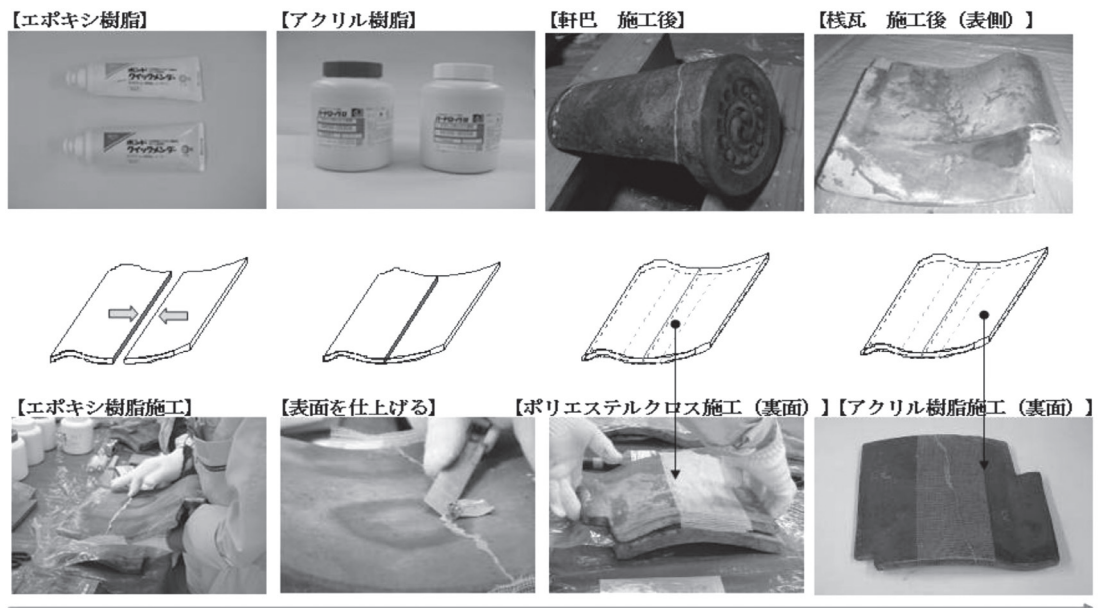


写真2 破損した瓦を再利用するため樹脂補強し再利用した例



写真2 葺き土の撤去（千葉県）



写真3 役物（鬼瓦）の再利用（千葉県）



写真4 空葺きへの変更に伴う下地の調節（ルーフィング上面の木材）（千葉県）
下方の木材は土蔵の上面の覆い土を略すためのもの

参 考 資 料

近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定	85
近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定に基づく 文化財建造物の被災調査に関する要領（案）	88
九州ブロック建築士会による被災歴史的建造物被災調査活動に 必要な相互応援に関する協定書（案）	89
同上・模擬訓練シナリオ	91
静岡県における非常時の歴史的建造物の被災状況調査フロー	92
静岡ヘリテージセンター応急連絡用紙	93
静岡県 歴史的建造物の維持・保全・活用に関する協定書（案）	94
歴史的建築物被害状況調査 調査シート	96
歴史的建築物被害状況調査 2次調査シート	98

近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定

(趣旨)

第1条 この協定は、福井県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県及び徳島県において、次の事態（以下「危機」という。）が発生し、当該府県等では十分に応急措置が実施できない場合に、府県間の応援活動を迅速に遂行するための基本となる事項を定めるものとする。

- (1) 災害対策基本法（昭和36年法律第223号）第2条第1号に定める災害
- (2) 武力攻撃事態等における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律（平成15年法律第79号、以下「事態対処法」という。）に定める武力攻撃事態等及び緊急対処事態
- (3) 前2号に定めるもののほか、府県民及び滞在者の生命、身体及び財産に重大な被害が生じ、又は生じるおそれがある緊急の事態

(応援主管府県等)

第2条 応援活動を実施するため、次表のとおり府県ごとに応援主管府県及び応援副主管府県（以下「応援主管府県等」という）を定める。

被応援府県	応援主管府県	応援副主管府県
福井県	滋賀県	京都府
三重県	滋賀県	奈良県
滋賀県	京都府	三重県
京都府	大阪府	福井県
大阪府	兵庫県	奈良県
兵庫県	大阪府	徳島県
奈良県	大阪府	京都府
和歌山県	大阪府	徳島県
徳島県	兵庫県	和歌山県

- 2 応援主管府県は、被応援府県に対する他府県の応援活動を速やかに行うため、府県間の総合調整を行い、応援副主管府県は、応援主管府県が被災等によりその業務を遂行できない場合に、当該応援主管府県に代わって応援主管府県の業務を行う。
- 3 同一の危機について複数の府県から応援要請があり、応援主管府県が複数となるおそれがある場合又は応援主管府県と応援副主管府県で同時に危機が発生した場合は、前項の規定にかかわらず、近畿府県防災・危機管理協議会の会長府県又は会長府県が指定した1府県を応援主管府県とするものとする。
- 4 被応援府県は、速やかに応援主管府県等に被害状況等を連絡し、連絡を受けた応援主管府県等は、当該府県の状況を他の府県に連絡するものとする。

(応援の種類)

第3条 応援の種類は、次のとおりとする。

- (1) 食料、飲料水及び生活必需物資の提供
 - (2) 資機材の提供
 - (3) 避難者、傷病者の受入れ
 - (4) 職員の派遣
 - (5) 前各号に掲げるもののほか、特に要請のあった事項
- 2 前項に掲げる応援を実効あるものとするため、府県は、平素から関係機関等と十分な連携を図ることにより、危機発生時の迅速的確な対応に万全を期するよう努める。
- 3 具体的な応援内容等については、必要に応じて事象ごとに別途定める。
(応援要請の手続)
- 第4条 応援を受けようとする府県は、必要とする応援の内容について、応援主管府県等に対し、文書により要請を行うものとする。ただし、その暇がない場合は、口頭又は電話等により要請を行い、後に文書を速やかに提出するものとする。
- 2 要請を受けた応援主管府県等は、速やかに他の府県と調整の上、応援計画を作成し、被応援府県に対し、応援内容を連絡するものとする。
- 3 第1項に定める要請をもって、応援を受けようとする府県から各府県に対して応援の要請があったものとみなす。
(応援経費の負担)
- 第5条 応援に要した経費は、原則として被応援府県が負担する。
- 2 被応援府県が前項に規定する経費を支弁する暇がなく、かつ、応援を受けた府県から要請があった場合には、応援した府県は当該経費を一時繰替支弁する。
- 3 前2項の規定にかかわらず、武力攻撃事態等及び緊急対処事態においては、その応援に要した経費については武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律（平成16年法律第112号）第165条の定めるところによる。
- 4 応援職員が業務上第三者に損害を与えた場合において、その損害が応援業務の従事中に生じたものについては被応援府県が、被応援府県への往復の途中において生じたものについては応援府県が、その損害を賠償するものとする。
(緊急派遣等)
- 第6条 府県において、震度6弱以上の地震が観測された場合又は府県間の通信の途絶等の緊急事態が生じた場合には、応援主管府県等は、速やかに当該府県に職員を派遣し、応援活動の実施に必要な情報収集等を行うものとする。
- 2 前項の規定にかかわらず、第2条第3項に定める府県が応援主管府県となった場合においては、応援主管府県は、当該府県の近隣の府県に職員の派遣を要請することができる。
- 3 応援主管府県等は、情報収集の結果、特に緊急を要し第4条第1項に定める要請を待つ暇がないと認められるときは、同項の要請を待たずに応援を行うことができる。
- 4 前項による応援については、第4条第1項に定める要請があったものとみなす。
(物資等の携行)
- 第7条 府県は、職員等を派遣する場合には、職員等が消費又は使用する物

資等を携行させるものとする。

(資料の交換)

第8条 府県は、この協定に基づく応援が円滑に行えるよう、毎年6月末日までに、地域防災計画、国民保護計画その他応急活動に必要な参考資料を相互に交換するものとする。ただし、参考資料の内容に重要な変更があった場合には、その都度、各府県に連絡するものとする。

(訓練)

第9条 府県は、この協定に基づく応援が円滑に行われるよう、合同して応急活動に関する訓練を実施するよう努めるものとする。

(その他)

第10条 この協定に定めのない事項は、必要の都度協議して定めるものとする。

(適用)

第11条 この協定は、平成18年4月26日から適用する。

この協定の締結を証するため、本書9通を作成し、各府県記名押印の上、各1通を保有する。

平成18年4月26日

福井県知事 西川 一 誠

三重県知事 野呂 昭彦

滋賀県知事 國松 善次

京都府知事 山田 啓二

大阪府知事 齊藤 房江

兵庫県知事 井戸 敏三

奈良県知事 柿本 善也

和歌山県知事 木村 良樹

徳島県知事 飯泉 嘉門

(参考資料)

近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定に基づく 文化財建造物の被災調査に関する要領（案）

(趣旨)

第1条 この要領は、「近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定」(以下「協定」という。)第3条に規定する応援項目のうち文化財建造物の被災調査の実施に必要な事項を定めるものとする。

(応援の内容)

第2条 被応援府県に対する応援の内容は、次のとおりとする。

- (1) 被災文化財建造物の被災程度、被害金額の算定及び応急処置
- (2) その他文化財建造物の被災調査に必要な事項
- (3) 前各号に定める応援に必要な職員の派遣

(応援要請手続等)

第3条 協定第4条の規定により被応援府県は、「近畿2府7県危機発生時の相互応援に関する基本協定実施細目」第5に規定する応援要請書により、応援主管府県等に対し、応援要請するものとする。

2 応援主管府県等は、応援府県と協議のうえ応援計画書を作成し、応援府県及び被応援府県に対して、応援内容を通知するものとする。

3 応援計画書の作成において、原則、国宝・重要文化財・重伝建地区・国登録有形文化財及び重要美術品の被害調査については文化庁と調整し、その他条例に基づく府県指定文化財等の調査については近畿府県担当者と調整を図ることとし、市町指定文化財等及び歴史的建造物については、その都度、適切な外部学術団体と調整の上調査を依頼するものとする。

(応援部隊の誘導)

第4条 被応援府県は、受入拠点又は受入指定場所に誘導員を待機させ、応援部隊の誘導に努めるものとする。

(担当主管課)

第5条 各府県の担当主管課は別表1に定める。

(事前資料の交換)

第6条 文化財建造物の被災調査の実施に関し必要となる資料のうち、次に掲げるものについては毎年見直しを行い、6月末までに事前資料のとりまとめに関する担当府県(別表2)に提出し、各府県相互に交換するものとする。

- (1) 各府県担当主管課及び責任者等名簿(別表1)
- (2) 国・府県・市町村指定文化財等の目録(別紙1)
- (3) 国・府県・市町村指定文化財等の被害状況調査票(別紙2)
- (4) 受入拠点図(別紙〇〇)

(職員派遣)

第7条 この要領に基づき実施する職員の派遣に関し、必要な事項は別に定める。

(その他)

第8条 この要領に定める事項について疑義が生じた場合又はこの要領に定めのない事項については、各府県協議のうえ定めるものとする。

附 則

この要領は、平成〇年〇月〇日から適用する。

(参考資料)

九州ブロック建築士会による被災歴史的建造物被災調査活動に必要な相互応援に関する協定書(案)

(趣旨)

第1条 この協定は、今後、地震等による天災が発生し、被災県単独では十分に歴史的建造物の被災状況調査等ができない場合に備え、九州ブロック建築士会(以下、甲という。)内の県間の応援活動を迅速に遂行するための事項を定めるものとする。

(定義)

第2条 この協定において、甲とは、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県の各建築士会をいう。

(事前の準備)

第3条 甲は、国が指定した文化財以外の歴史的建造物を調査対象とし、当該地域の目録を作成し、相互保管することで、基礎データを共有するものとする。
2 調査項目の統一を図った被災状況調査票を作成し、甲において常備するものとする。

(応援体制)

第4条 甲は、被災県からの支援協力要請を受けた当該建築士会よりの要請に基づき、応援活動を実施するための協力の体制をあらかじめ、別に定めるものとする。
2 応援する建築士会は、被災県災害対策本部の指示に従い、応援活動に関する支援を行うものとする。
3 同一の災害について、複数の建築士会から応援要請があった場合等、調整がつかない場合は前項の規定にかかわらず、甲の協議会会長が指定した1県を応援する建築士会とする。
4 被災を受けた建築士会は、県と相談の上、速やかに応援する建築士会に被災状況等を連絡し、連絡を受けた建築士会は、当該県の状況を他の建築士会に連絡するものとする。

(応援の内容)

第5条 応援の内容は次のとおりとする。
(1) 被災歴史的建造物の被災程度、被害金額の算定及び応急措置
(2) その他、歴史的建造物被災調査に必要な事項
(3) 前各号に定める応援に必要な専門家(ヘリテージマネージャー)の派遣
2 前項に掲げる応援を実効あるものとするため、甲は、平素から関係機関等と十分な連携を図ることにより、危機発生時の迅速的確な対応に万全に期するよう努める。

(応援要請の手続き)

第6条 応援を受けようとする建築士会は、必要とする応援の内容を応援する建築士会に対し、文書により要請を行うものとするが、緊急を要するときは、電話、電信その他の情報通信手段により、要請することができる。
2 要請を受けた応援する建築士会は、速やかに他の建築士会と調整の上、応援計画を作成し、応援を受けようとする建築士会に対し、応援内容を連絡するものとする。

(応援経費の負担)

第7条 応援に要した経費については、原則として、被災県が負担する。

(資料の交換)

第8条 甲は、この協定に基づく応援が円滑に行えるよう毎年〇月末日までに歴史的建造物の被災調査の実施に関し、必要となる歴史的建造物リストその他相互応援活動に必要な資料を相互に交換するものとする。ただし、資料の内容に重要な変更があった場合には、その都度、当該建築士会は、各建築士会に連絡するものとする。

(訓練)

第9条 甲は、この協定に基づく応援が円滑に行われるよう、合同して、相互応援活動に関する訓練及び応援時の被災調査に必要なスキルアップ講習を行うものとする。

(その他)

第10条 この協定に定めのない事項は、必要の都度、協議して定めるものとする。

(適用)

第11条 この協定は、平成25年〇月〇日から適用する。

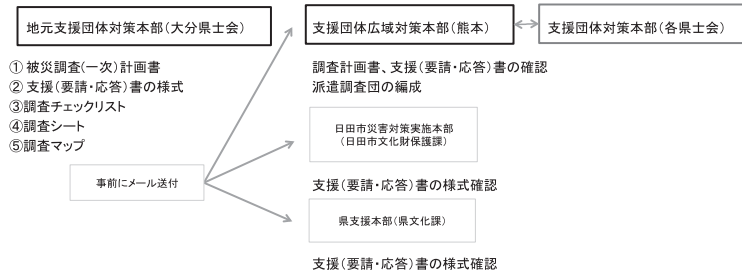
この協定の締結を証するため、本書8通を作成し、各建築士会記名押印の上、各1通を保有する。

平成25年〇月〇日

公益社団法人	福岡県建築士会	会長
一般社団法人	佐賀県建築士会	会長
一般社団法人	長崎県建築士会	会長
公益社団法人	熊本県建築士会	会長
公益社団法人	大分県建築士会	会長
社団法人	宮崎県建築士会	会長
公益社団法人	鹿児島県建築士会	会長
公益社団法人	沖縄県建築士会	会長

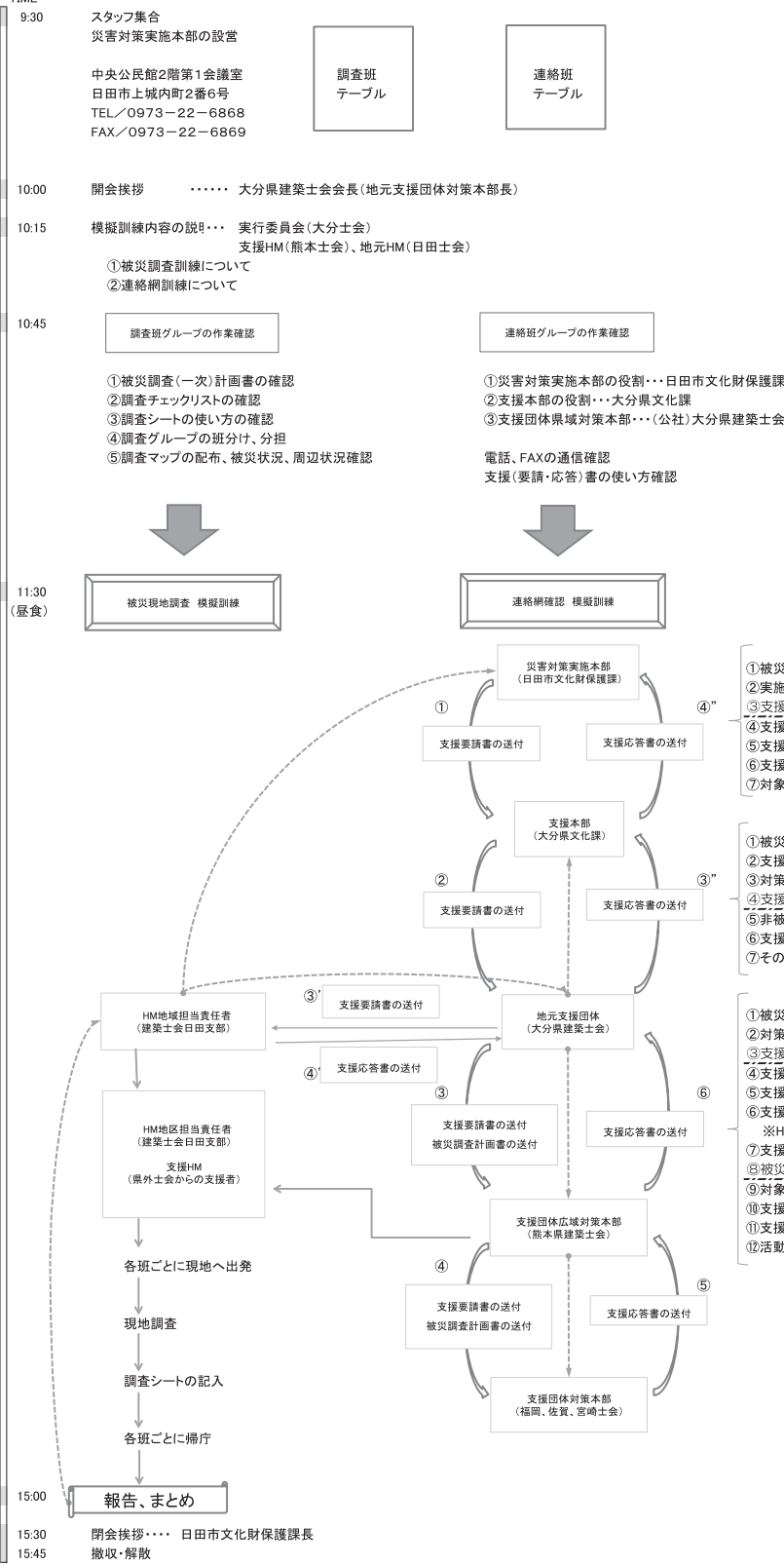
模擬訓練シナリオ(模擬訓練実施計画書案)

事前準備



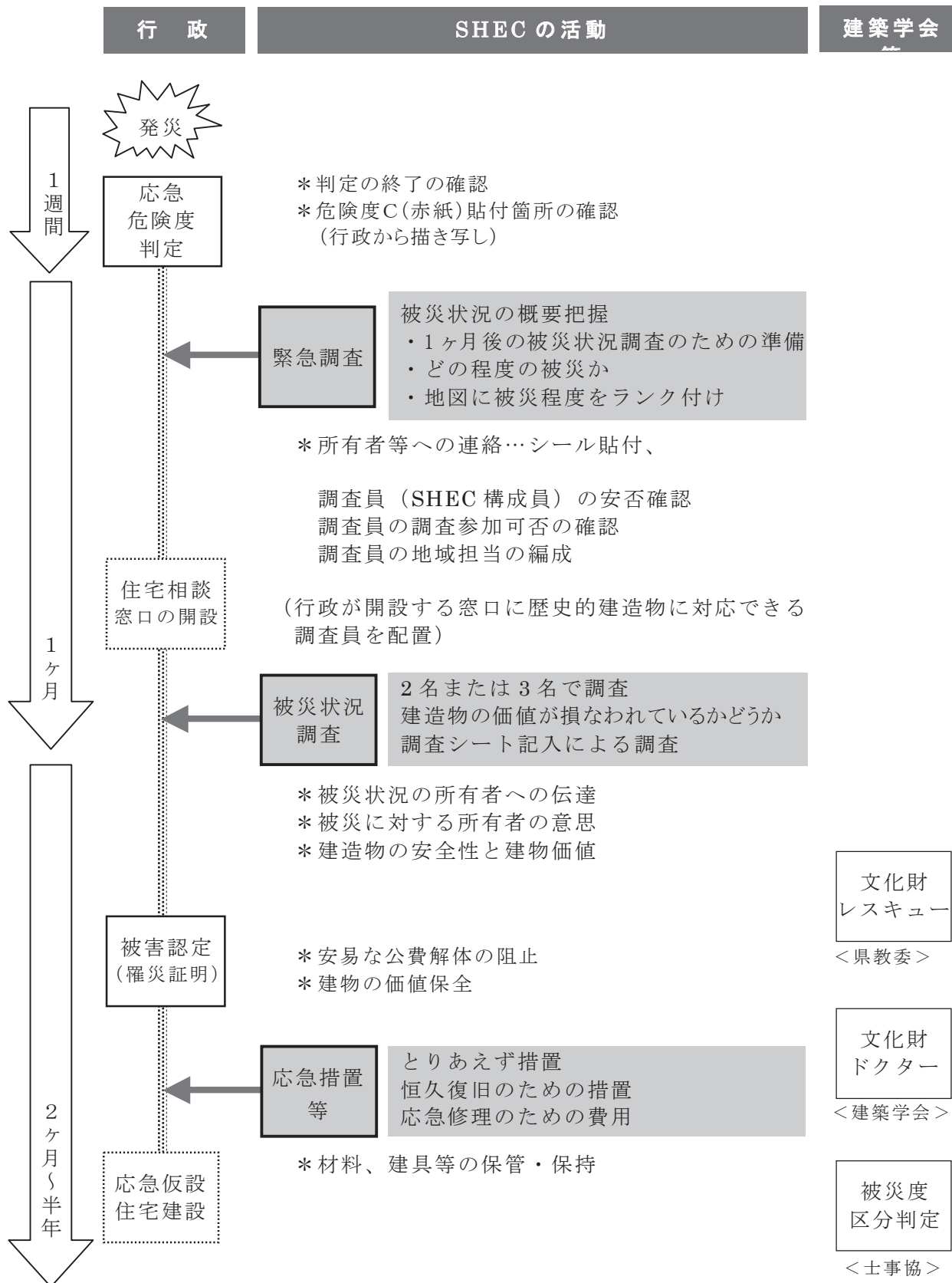
【支援団体対策本部連絡員スタッフ】	
大分県建築士会	2
熊本県建築士会	1
福岡県建築士会	1
佐賀県建築士会	1
宮崎県建築士会	1
合計	6名
【支援本部連絡員スタッフ】	
大分県教育長文化課	1
合計	1名

TIME



【現地訓練スタッフ】	
連絡班	
大分県建築士会	1
日田支部	2
日田市文化財保護課	1
合計	4名
調査班	
大分県建築士会	1
日田支部	8
熊本県建築士会	2
福岡県建築士会	2
佐賀県建築士会	1
宮崎県建築士会	2
合計	16名
総括	
日田市文化財保護課	1
大分県建築士会会長	1
オブザーバー	
日田市土木建築部建築士	1
大分県日田土木事務所建築住宅班	

静岡県における非常時の歴史的建造物の被災状況調査フロー



静岡県ヘリテージセンターSHEC

この建物は、歴史的かつ文化的に価値の高い貴重な建築物です。今回の地震で大きな被害を受けていますが、建物の価値を損なわないように修理・修復することは可能です。

建物に関するご相談について、ぜひ下記まで **ご連絡 ください。**

公益社団法人 静岡県建築士会
静岡県ヘリテージセンターSHEC

TEL 沼津 055-933-8201

静岡 054-270-5261

浜松 053-451-5166

静岡県 歴史的建造物の維持・保全・活用に関する協定書（案）

公益社団法人静岡県建築士会（以下「甲」という。）と静岡県木造建築工業組合（以下「乙」という。）、静岡県瓦屋根工事業連合会（以下「丙」という。）、及び静岡県左官業組合（以下「丁」という。）との間において、次のとおり協定を締結する。

（目的）

第1条 この協定は、歴史的建造物の維持・保全・活用を図っていくため、大工、左官、瓦職人の団体と建築士会が強い連携と協力関係を構築し、平常時における対応、地震等の非常時における対応について、協力関係を共有化していくことを目的とする。

（定義）

第2条 この協定において「SHEC」とは、静岡県ヘリテージセンターであり、甲が歴史的建造物の維持・保全・活用のためのネットワーク組織として設置したものをいう。

（平常時における対応）

第3条 甲と乙丙丁は、平常時において次のような協力関係を構築する。

- 2 SHECと乙丙丁は、常に連絡・調整及び連携を図れる体制を整えておく。
- 3 SHECと乙丙丁との連絡体制を構築するため、SHEC構成員のリスト、及び乙丙丁の職人リストを提供し共有する。
- 4 SHEC構成員リスト、職人リストをそれぞれ共有し、連絡網（ネットワーク体制図）を作成し備えておく。
- 5 建物所有者等からのSHECへの相談・調査依頼に対して、速やかにプロジェクトチームを編成し対応することとしているが、プロジェクトにおいて、職人の力、職人の連携が必要な場合、甲は乙丙丁に連絡・要請する。
- 6 歴史的建造物の工法・技術、建材等の理解を相互に深めるための連携活動、研修等を企画、実施する。

（地震等の非常時における対応）

第4条 甲と乙丙丁は、地震等非常時において次のような態勢を整え協力関係により行動する。

- 2 甲と乙丙丁は、地震等の非常時における連絡網（ネットワーク体制図）を作成し備えておく。
- 3 SHECによる被災状況調査により、応急措置を図る必要がある場合、甲は乙丙丁に連絡・要請する。

（協力のための準備）

第5条 甲乙丙丁は、この協定の維持及び改善のため、担当者による打合せ会議を定期に開催する。

- 2 乙丙丁は、甲が毎年度開催する静岡県ヘリテージマネジャー大会に参加し、協力関係の維持・遂行に努める。

(協定の効力)

第6条 この協定の期間は、締結の日から平成27年3月31日までとする。ただし、この期間満了の日の30日前までに甲乙丙丁のいずれかが文書により異議の申し出をしない限り、さらに1年間延長するものとし、その後において期間満了した時も同様とする。

(疑義の解決)

第7条 この協定に定めのない事項及びこの協定に関して疑義が生じたときは、甲乙丙丁が協議して定めるものとする。

この協定の締結を証するため本書4通を作成し、甲乙丙丁記名捺印のうえ各自1通を保有する。

平成26年 月 日

甲 静岡市葵区御幸町9-9
公益社団法人 静岡県建築士会
会長

乙 静岡市駿河区登呂2-8-30
静岡県木造建築工業組合
理事長

丙 藤枝市下藪田141-5
静岡県瓦屋根工事業連合会
会長

丁 静岡市駿河区八幡2-2-10
静岡県左官業組合
理事長

歴史的建築物被害状況調査 調査シート

整理番号	/					調査年月日	年 月 日		
						調査員			
建造物名称						建立時代			
所在地						指定の有無	未指定	登録	指定 ()
基礎情報の出典	現地調査	近代化遺産	近代和風調査	建築学会DB	その他 ()				
所有者 住所・氏名	氏名： 住所：			所有者 連絡先	tel： fax：				
建物種別	寺院	神社	蔵	民家	近代住宅	近代建築			
	その他 ()								
構造/階数 (地階)	木造	煉瓦造	RC造	S造	石造				
	階数 (地階)	階		その他の構造 ()					
屋根葺材料	本瓦	棧瓦	檜皮	こけら	茅	金属板			
	その他 ()								
被害の 状況	基礎	被害無し	亀裂	部分破壊	傾斜	半壊	全壊		
	軸部・架構	被害無し	軽微	部分破壊	傾斜	半壊	全壊		
	屋根	被害無し	軽微	部分破壊	傾斜	半壊	全壊		
	外壁	被害無し	亀裂	部分破壊	傾斜	半壊	全壊		
	内部	被害無し	亀裂	部分破壊	傾斜	半壊	全壊		
	総合判定	被害無し	軽微	部分破壊	傾斜	半壊	全壊		
その他	現況と所有者の意向等								
特記事項 (写真等を添付)									

被害状況調査書（裏面）

写真説明		写真説明	
写真説明		写真説明	
写真説明		写真説明	
写真説明		写真説明	

被害状況調査書（建造物関係） 2次調査（文化財ドクター派遣事業）

整理番号	/	集計用空欄	調査年月日	年	月	日
建造物名称				調査員		
所在地				建立時代		
出典	近世社寺調査	民家調査	近代和風調査	近代建築総覧	近代化遺産	現地調査
所有者 住所・氏名	氏名： 住所：		所有者 連絡先	tel：	fax：	
調査概要	立会					
建造物の概略						
建造物の概要	項目	1次調査結果	2次調査の結果			
	建物種別					
	構造					
	階数 (地階)					
	屋根葺材料					
被害の概略						
被害の状況	部位	1次調査結果	2次調査の結果			
	基礎					
	軸部 架構					
	屋根					
	外壁					
	内部					
	総合判定					
その他	現況と所有者の意向等					
所見 (対処方針)						

被害状況調査書（裏面）

写真		写真	
写真		写真	
写真		写真	
写真		写真	

