

赤煉瓦を未来へ

白水 達也

はじめに

幼少期から西新で過ごしてきた私にとって、西南学院と言えば「蔦の絡まる赤煉瓦の建物」である。西南学院中学校・高等学校が現・大学東キャンパスにあった頃、当時小学生だった私は、毎日の登下校でこの建物を眺めるのが日課であった。理由は分からないが、何故か大変興味をそそられたのだ。時が進み、就職活動中の大学院博士前期課程2年の頃、大学の図書館で一冊の本を偶然手にした。パラパラとページを捲っていると、「蔦の絡まる赤煉瓦の建物」が目にとまった。両側から建物に挟まれ、全体が蔦に覆われた記憶の中にある姿とは異なるが、確かに、その建物であった。勝手に縁を感じた私は、直ぐにその本に書かれていた設計事務所のホームページを検索し、新人採用の可否について問い合わせた。そして、今、その設計事務所では働いている。「蔦の絡まる赤煉瓦の建物」に導かれたかのように。

1. 建物概要

福岡市内だけでなく、国内私学の学校建築としても数少ない煉瓦造建築物の一つであり、西南学院のシンボルである旧本館・講堂は、1921（大正10）年にヴォーリズ建築事務所の設計により完成した。建築面積 381.92㎡、延べ面積 981.04㎡、間口 24.24 m、奥行 15.756 mで、軒高 10.38 m、棟高 15.3 mの赤煉瓦造3階建ての建築物である。外周及び主な内壁は煉瓦造で、各階の床組みは木造となっており、屋根は木造のキングポストトラスにより構成されている。レンガ積みの工法はイギリス積み（正確にはオランダ積み）である。

外観は、古典様式であるジョージアンコロニアルスタイルを基調としており、浅い軒裏を見せる5.5寸勾配の大きな寄棟屋根がかけ、玄関廻りや軒裏にコーニス等を、1階上部にはファサードを分割するストリングコース（水平帯）を設けるなど、クラシカルな装飾を配している。それらクラシカルモチーフの扱いと共に、フラットアーチの窓とレンガの壁面で構成されたプロポーシオンは、プロテスタントの学校らしく、

華美さを抑え簡素ながら端正で、かつ、柔らかさと同時に重厚な雰囲気醸し出している。

同時期の煉瓦造の建築物には、

- ・大阪市中之島公会堂 竣工：1918（大正7）年 / 設計者：岡田信一郎
- ・日本基督教団大阪教会 竣工：1918（大正7）年 / 設計者：W.M.Vories
- ・日本福音ルーテル久留米教会 竣工：1918（大正7）年 / 設計者：W.M.Vories

等が見受けられる。日本では1923（大正12）年の関東大震災を境に、煉瓦造建築物が建造されなくなってきた中で、旧本館・講堂は煉瓦造建築が成熟期を迎えた末期の建築物に相当し、他の煉瓦造建築物と比較しても、完成度が高く、建築的価値も高い建築物である。

2. 保存・再生・修復工事

さて、この建物は旧制西南学院中学部の本館として建築されて以来、2003（平成15）年3月まで、西南学院中学校・高等学校の校舎の一部として使用されてきたが、同年4月、中高の百道浜移転と共にその役割を一新し、西南学院大学博物館として、保存・再生・修復することとなった。保存・再生・修復に際して、時代ごとの要請に合わせて改修を重ねてきた当建築物を、できる限りオリジナルに近い形へ復原することを念頭に、3つの課題をクリアすることを目標とした。

- ・博物館として、機能上問題のないプランであること。
- ・耐震強度的に安全な強度であること。
- ・文化財として価値を損なわない改修とすること。

保存・再生計画に先立ち、基礎から天井裏部材にいたるまで、およそ半年をかけて建築物の調査を行った結果、各部材がかなり老朽化していることが判明したが、幸い一部の「設計図」と「建築仕様書」が残されていたため、当時の工事内容を具体的に知り得ることができ、建築当初の木製窓や建具などもまた良く維持されていた。この調査に基づき、3つの課題を軸に具体的に検討を重ねながら、耐震補強及び再生・修復工事の方針を定めた。

(1) 耐震補強について

一般的に、煉瓦造建築物には補強材が無く、粘りに乏しく、大地震に対する耐久性が低いため、大地震に際し一定の震度を超えると、瓦礫となる崩壊形の可能性が高くなるが、煉瓦造建築物の耐震強度を上げるには、相応の費用と時間が必要となり、使い勝手上の制約や、美観上の問題が生じることも予想される。したがって、「どの程

度の地震を想定するか」は、最も難しい決断のポイントであり、決断のコンセンサスを得るために、西南学院や各分野の専門家の意見も参考にし、工事費を睨みながらの検討となった。最終的には、文化財としての建築の保存という観点と、耐久性の増強を両立させるが、使い勝手や美観を損なわない、外部、内部のいずれの空間も原形を変更しない範囲での耐震補強計画とし、具体的には屋根及び2階床の水平方向の剛性（以下、水平剛性*という）補剛に留め、将来、耐震補強を行う事となった。

※水平剛性とは…梁や床をなす架構や層に対して、ある一定の水平方向（横）からの力を受けると、層は力の向きへ水平移動を行う。この時、水平移動に対する抵抗する力を水平剛性や、柱や壁（鉛直方向の部材）による水平方向の硬さと言う。地震のような水平力を受け、横に揺れた時、水平剛性が大きい建物であれば揺れは小さく、水平剛性が小さい建物であれば揺れは大きくなる。このため、建物や建築で言う水平剛性は、耐震性とも言える。

(2) 再生・修復工事について

文化財としての保存・再生の観点から、外部及び内部共に材料は既存のものをなるべく残し、竣工当初の形状、仕上の状態にすることを第一の方針としたが、現実には、幾度かの改修工事を経て、当初の材料から新建材へと置き換わっていた部分も少なくはない。可能な限りオリジナルの状態へ近付けることを原則としつつも、下地を含めた工法の完全な復原等は必ずしも優先的な位置づけとはせず、柔軟に対応することとなった。

3. 煉瓦造の建築物の耐震改修・補強

前述したように、煉瓦造の建築物は、粘りに乏しく、大地震に対する耐久性が低いため、大地震に際し一定の震度を超えると、瓦礫となる崩壊形となる可能性が高い。2005年の改修工事では、屋根及び2階床の水平剛性の補剛を行っているが、大地震に対する補強としては十分とは言えず、今後も西南学院及び地域のシンボルとして継承していくには、本格的な耐震補強を行うことが望ましい。旧本館・講堂は指定文化財でもあり、文化財維持の留意点として、文化的価値、真正性の保持が求められ、また、補強に際しては、福岡県文化財保護審議会等による指導も想定される。

建築物の構造強度などについて、最低限度の基準として定められている建築基準法では、1979年の宮城県沖地震を踏まえ、1981年に制定された新耐震基準により、大地震・大地震の二段階の耐震性能を要求しており、耐震改修促進法に基づく通常の耐

震補強では、 I_s 値 ≥ 0.6 となるように計画し、大地震時には、中破を許容するが建物が倒壊しないことを目指している。なお、煉瓦造建築物については、一般財団法人日本建築防災協会による耐震診断指針が示されていない為、その他の資料を参照することとなる。

煉瓦造建築物に対する耐震補強の方法としては、耐震補強各案比較表 1 及び 2 にある「イ」から「チ」までの方法が一般的に考えられる。それぞれの方法に長所・短所が混在し建物をどのように取り扱うかによって、選択できる方法は限られてくる。本件では、保存・再生・修復工事の 3 つの課題及び、大地震にも対応を原則に論述する。

(1) 耐震性能目標

- 中地震（震度 5 強程度）に対し、小破程度は生じるが、構造体に損傷を生じさせない。仕上の損傷は許容するが、損傷部を補修することで再度使用可能。
- 大地震（震度 6 強程度）に対し、中破は許容するが建物は倒壊までは許容しない。人命の確保を第一の目標とし、構造体の損傷を許容する代わりに、建物の再使用は目標としない。

(2) 耐震補強方法

イ…ステンレスピン挿入による補強

補強目的：煉瓦壁がバラバラになるのを防ぎ、煉瓦壁の耐力を少しでも向上しようとするものである。

耐震レベル：中地震（震度 V）には効果があるが、大地震では有効性が期待できない。

特徴：外壁より穴を開けるため多少煉瓦が傷つくが、内外共に不可物が出ないため、内外観共に保存性が良い。

ロ…タテ鋼棒挿入による補強

補強目的：煉瓦壁に鋼棒を挿入し、プレストレスをかけることにより煉瓦壁のせん断強度を高くする。地震時、煉瓦壁がバラバラになるのを防ぎ、煉瓦壁の耐力を少しでも向上しようとするもので、主な目的は大きなクラックが入っても、棟（屋根）が落下しないようにすることである。

耐震レベル：中地震（震度 V）には効果があるが、大地震では有効性が期待できない。

特徴：旧本館・講堂は窓開口が大きいことなどにより、効果は期待しにくい。

ハ…内壁側鉄骨補強

補強目的：地震時、煉瓦壁がバラバラになるのを防ぎ、煉瓦壁の耐力を少しでも向上しようとするもので、主な目的は大きなクラックが入っても、棟（屋根）が落下しないようにすることである。

耐震レベル：中地震（震度Ⅴ）には効果があるが、大地震では有効性が期待できない。

特徴：外観は完全に保存できるが、室内にオリジナルではない不可物が発生するため、保存性が低くなる。

ニ…鉄骨フレーム＋ブレース補強

補強目的：地震時、煉瓦壁が耐力を超えた場合、鉄骨フレームが荷重を負担することによって崩壊を防止するもので、主な目的は大きなクラックが入っても、棟（屋根）が落下したり、煉瓦が崩れたりしないようにすることである。

耐震レベル：大地震（震度Ⅶ）にも耐える。

特徴：外観は完全に保存できるが、室内にオリジナルではない不可物が発生するため、保存性が低くなる。

ホ…内壁側鉄板補強

耐震目的：地震時、煉瓦壁がバラバラになるのを防ぎ、煉瓦壁の耐力を少しでも向上しようとするもので、主な目的は大きなクラックが入っても、棟（屋根）が落下しないようにすることである。

耐震レベル：大地震（震度Ⅶ）にも耐える。

特徴：外観は完全に保存できるが、室内にオリジナルではない不可物が発生するため、保存性が低くなる。

ヘ…内壁側 RC 壁補強

耐震目的：地震時、煉瓦壁がバラバラになるのを防ぎ、煉瓦壁の耐力を少しでも向上しようとするもので、主な目的は大きなクラックが入っても、棟（屋根）が落下しないようにすることである。

耐震レベル：大地震（震度Ⅶ）にも耐える。

特徴：外観は完全に保存できるが、室内にオリジナルではない不可物が発生するため、保存性が低くなるが、この補強方法は、兵庫県南部地震において無

被害であったものが確認されている。

ト…免震レトロフィット設置による補強

耐震目的：内外観を保存

耐震レベル：大地震（震度Ⅶ）にも問題なく、現行法を十分に満足する。

特徴：上部構造への補強は各階床構造補強のみで煉瓦壁はそのままとでき、想定以上の地震力に対しても対応できるが、工費が他案よりも高価である。

チ…バットレスによる補強

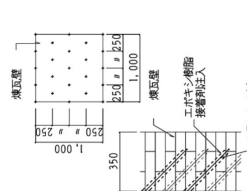
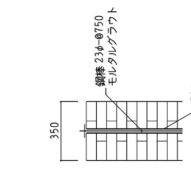
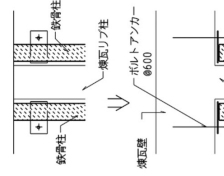
耐震目的：地震時、バットレスにより煉瓦壁がバラバラになるのを防ぎ、煉瓦壁の耐力を少しでも向上しようとするものである。

耐震レベル：大地震（震度Ⅶ）にも耐える。

特徴：2003年3月以前の旧本館・講堂の状態であり、建築物の真正性には欠ける。

以上より、中地震程度にしか対応のできない「イ」、「ロ」、「ハ」については今後への継承を考慮した場合、検討の組上には載せられない。大地震において、建物が倒壊しないことを目標とすると、「ニ」、「ホ」、「ヘ」、「ト」、「チ」案が検討の組上に載るが、文化財としての建築の保存という観点より、真正性を考慮すると、内外部にオリジナルではない不可物が生ずる「ニ」、「ホ」、「ヘ」、「チ」も検討の組上から外れることとなる。したがって、大地震による損傷を最小限に抑え、かつ、内外観の保存が可能な「ト」の免震レトロフィットが、最も望ましい耐震補強の方法と考えられる。なお、免震レトロフィットを前提とした場合でも、水平剛性の補剛は必要となるが、旧本館・講堂は2005年の保存・再生・修復工事の際に水平剛性の補剛は実施されている。このことも、免震レトロフィットの実施が望ましい理由の一つである。

耐震補強各案比較表 1

	イ	ロ	ハ	ニ
補強法	ステンレス+エポキシ樹脂接着剤	タテ鋼材挿入+プレストレス	内蔵鋼鉄骨補強	鉄フレーム+プレース補強
補強対象	震害面水平 プレース補強	必要	必要	必要
補強箇所	各階床補強	必要	必要	必要
概算	必要	必要	必要	必要
工法・特徴	 <p>外壁より斜め下にドリル削孔を行いステンレスピンを挿入し、エポキシ樹脂を注入する。爆薬埋入の地震時耐力を少しでも上げようとするもの。効果はあるが地震では、有効性が疑問。内外共に付加物が出ないため保存性が良い。</p>	 <p>連続コンクリートコアポアリング (φ50) を外壁・頂上より行い、鋼棒を挿入し、プレストレスをかき、煉瓦壁のせん断強度を高くする。地震時に煉瓦壁がバラバラになるのを防ぐ。大クラックが入っても、柱、壁が落下しない様にする案。本建物では蒸気開口が大ききことなどにより効果は期待しにくい。</p>	 <p>内蔵に添わせて鉄骨を煉瓦壁に縫い付けて、煉瓦壁が地震時にバラバラになるのを防ぐ。以下ロと同じ。室内にオリジナルには無い付加物が発生するため、保存性は低くなる。</p>	<p>内蔵で木造大梁を避けた位置に鉄骨柱を2本ずつ立てる。</p> <p>1、2、3階の柱梁下レベルに鉄骨梁、頂部屋根レベルにトラス梁を架けて、フレームを設ける。煉瓦壁のせん断破壊が生じてでも鉄骨で崩壊を防止する。</p>
耐震レベル	震度V 200gal (不足の可能性もある)	震度V 200gal (不足の可能性もある)	震度Ⅲ 700~800gal	震度Ⅲ 700~800gal
文化的には	○	○	×	△
費用	○	△	○	△
耐震補強費	○	△	○	△
概算	○	○	○	○
鉄骨、屋根補修費	○	○	○	○
総合的には	△	△	×	△

耐震補強各案比較表 2

	水	へ	ト	チ
補強法	内蔵鋼鉄筋補強	内蔵鋼RC壁補強	免震レトロフィット	両側新築棟で支える
補強案	基礎面水平 プレート補強 各階床補強	必要 #	必要 #	必要 #
	<p>煉瓦壁 ホルトアンカー エポキシ樹脂接着剤注入 鉄筋</p>	<p>煉瓦壁 鉄筋アンカー RC壁</p>	<p>アンカー鉄筋 圧入源 デッキコンクリート H部床梁</p>	<p>既存建物 新築鋼 新築煉 GL</p>
工法・特徴	<p>震度Ⅵにも耐える。外観は完全に保存出来るが、内観は少し変化するだろう。この補強方法で兵庫県県西部地震でも無被害であったものが2棟確認されている。</p> <p>へ案のRC壁の代わりに鉄板を用いたもの。RC壁より内部への出っ張りが小さくできる。</p>	<p>震度Ⅵにも耐える。外観は完全に保存出来るが、内観は少し変化するだろう。この補強方法で兵庫県県西部地震でも無被害であったものが2棟確認されている。</p>	<p>内蔵に添わせて鉄骨を煉瓦壁に縫い付けて、内、外欄を保存。上部構造への補強は各階床構造補強のみで煉瓦壁はそのままとする。震度Ⅵにも問題ない。想定以上の地震力に対しても対応出来る性能を有する。より高い。工費が他家より高い。</p>	<p>東西両側に強度と剛性を確保した柱を新築し、プレートレスでついで煉瓦の外装を防止する。新築棟の建設費は少し高くなるが補強費は少ない。</p>
耐震レベル	震度Ⅶ	震度Ⅶ	震度Ⅶ 800gal以上	震度Ⅶ 700~800gal
文化的には	△	×	◎	×
費用	△	○	△	○
概算	△	○	△	◎
煉瓦、筋鉄補強費	○	○	○	○
総合的には	×	×	○	×

4. 煉瓦造建築物に対する免震レトロフィットの事例

日本館・講堂の耐震補強方法を免震レトロフィットと仮定し、煉瓦造建築物に対する免震レトロフィットの事例をいくつか紹介したいと思う。

・大阪市中央公会堂 1918（大正7）年竣工 煉瓦造+SRC造 地上3階地下1階
ルネサンス様式（復興式中華パラディアン式）の建築物で、「赤煉瓦の公会堂」として、市民から親しまれ、大阪の文化・社会活動のシンボリック的存在となっている。耐震性や老朽化の問題から、取り壊しや改築も検討されていたが、多くの市民の要望に応え、外観の他に特別室、中小の集会室、玄関ホールなどを可能な限り保存するとともに、将来にわたり「公会堂」として活用できるよう2002（平成14）年に整備された。建物上部の構造補強を最小限にとどめ、優れた意匠を守ることができる免震レトロフィットが採用された。

・東京駅丸ノ内駅舎 1914（大正3）年竣工 鉄骨煉瓦造一部RC造 地上3階地下2階
辰野式ルネサンスとも呼ばれる赤煉瓦を基調として縦横に白い石のラインを入れたデザインが特徴の建物である。2007（平成19）年4月から、2012（平成24）年10月まで行われた保存・復原工事では、創建当時の姿に戻すために、当時の材料や工法を駆使していることも特徴と言える。建物の保有する歴史的価値を有効に生かし、創建以来の「駅」、「ホテル」としての機能、その後それに加わった「ギャラリー」としての機能を未来へと継承し、100年後も安心して利用できる東京駅を目指して整備がすすめられた。文化財に相応しいオーセンティシティを高めること、生きた文化財として大切に保存し、未来へと活用できるよう、駅舎の耐震性能を向上させ、現存する駅舎の構造体への補強を極力少なくするため、免震レトロフィットが採用された。

・慶應義塾図書館旧館 1912（大正元）年竣工 煉瓦造+SRC造 地上2階地下1階
ゴシック調煉瓦造の建物であり、その外装（第2書庫を除く）と内部の1階ホール、階段室（吹抜け）は重要文化財に指定されている。竣工から105年以上を経たこの建物を次世代に保存・継承するため、大地震に対する耐震性を与えると共に、屋根、外壁、内装、建具についても文化財としての補修を行うため、保存修理工事が実施された。現在の図書館旧館は増築を重ねたものであり、今回の耐震補強工事は、耐震性能の向上を必要とする1912（明治45）年及び1927（昭和2）年に竣工した部分に対して免震レトロフィットが採用された。

終わりに

免震レトロフィット工事が実施された建物はいずれも、文化財としての建物の保存、そして次世代への継承、未来への活用を目指されていた。西南学院旧本館・講堂にも免震レトロフィット工事が実施され、これからも長く西南学院と地域のシンボルとして継承され、活用されることを願い、本寄稿を締めたい。

補遺 用語の説明

※Is 値 (Seismic Index of Structure) とは、建物の耐震性能を表すための指標のことであり、建物の強度、靱性、形状、バランス、経年劣化などの耐震性能に大きく関わる要素を総合的に判断する指標である。Is 値の区分は下記のとおりとなっている。

- ・ $Is < 0.3$:地震の振動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が高い。
- ・ $0.3 \leq Is \leq 0.6$:地震の振動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性がある。
- ・ $Is \geq 0.6$:地震の振動及び衝撃に足して倒壊し、又は崩壊する危険性が低い。

※被害のランク (日本建築学会「1978年宮城県沖地震被害調査報告」によるRC造の場合)

- I 被害軽微: 柱・耐力壁・二次壁の損傷が、軽微、もしくは、ほとんど損傷が無いもの。
- II 小 破: 柱・耐力壁の損傷は軽微であるが、RC二次壁、階段室のまわりに、せん断ひび割れが見られるもの。
- III 中 破: 柱に典型的なせん断ひび割れ、曲げひび割れ、耐力壁にひび割れが見られ、RC二次壁、非構造体に大きな損傷が見られるもの。
- IV 大 破: 柱のせん断ひび割れ、曲げひび割れによって鉄筋が座屈し、耐力壁に大きなせん断ひび割れが生じて、耐力に著しい低下が認められるもの。
- V 崩 壊: 柱・耐力壁が大破壊し、建物全体または建物の一部が崩壊に至ったもの。

※不可物とは、竣工当初からあるオリジナルな構造物ではなく、文化財的にNGとなるオーセンティシティ (真正性) に欠ける、竣工後に新たに付加された構造物のことを示す。