

## プランバナン遺跡の修理と国際協力（インドネシア）

上北恭史<sup>1)</sup>

所属 1) 筑波大学 芸術系

### 1 はじめに

インドネシアは東南アジア南部に位置している島国で、5000 キロの長さを持ち、1 万 3000 あまりの島で構成されている。マレー半島から海を隔てて南東にスマトラ島が延伸し、さらに東のジャワ島に続いている。その先はパプア島でパプア・ニューギニアに連なっている。北はカリマンタン島（ボルネオ島）でマレーシアに接し、その北方にフィリピンが位置している（図 1）。インドネシアの沖合には、南極プレート、インドプレート、ユーラシアプレート、太平洋プレートが接していて、深い海溝があり、それに沿って連なるスマトラ島とジャワ島には火山が点在している。多数の島から成り立つ地理的特徴は、これらのプレートが長い年月をかけて作り出してきたものであり、プレートの接点に近いところでは地震が頻発し、火山の噴火も珍しくない。

インドネシアの世界文化遺産であるサンギラン初期人類遺跡からは、150 万年から 1 万年ほど前に人間が活動した形跡が見つかっている。また、古代からインドネシア近辺に居住する人々は船を使って交流し、移動にもよって多様な文化が受容されてきた。インドネシア人の大半はマレー系といわれる人々で紀元前 1500 年くらい前に渡来したとされている。青銅器文化や鉄器文化もマレー半島からもたらされたものであり、時を追って渡来してきた人々は先に生活していた人々と融合したり衝突したりしながら、300 を超える民族を作り出していった。インドネシアに継承される多様な文化は、このような地理的背景と人々の移動によってもたらされたものである。



図 1 インドネシアの位置（Google map から作成）

13世紀頃にスマトラ島のアチェ地方に最初のイスラム小王国が起こり、イスラム教はインドネシア全土に広がっていった。現在、イスラム教徒は全人口の88パーセントにまで至り、世界で最もイスラム教徒の多い国になっている。イスラム教が伝搬される以前は、仏教とヒンドゥー教の文化が花開いており、ジャワ島中部に位置する古都ジョグジャカルタ周辺には、8世紀から9世紀にかけて仏教王国のシャイレンドラ朝が栄え、同時期の8世紀から10世紀にかけてヒンドゥー教王国の古マタラム王国が繁栄していた。仏教もヒンドゥー教もインドを源とする宗教であり、マレー半島を介して大陸から移動してきた人々や、海洋交易を通じてもたらされてきたものといわれている。インドネシアの最も有名な世界文化遺産である仏教遺跡のポロブドゥールは、8世紀に建造された組積造建造物である。ポロブドゥールと並んでインドネシアの至宝といわれているプランバナン遺跡群は、9世紀に建設された組積造建造物である。古都ジョグジャカルタ周辺にはこれらの王朝が築いた仏教、ヒンドゥー教の組積造建造物の遺跡群が数多く残されており、高度な石造建築技術に支えられた文化が栄えていた。これらの文明は10世紀の初頭に急速に衰え消滅してしまったが、理由はまだはっきり解明されていない。そして多くの組積造建造物は地震によって損壊し、火山の噴火による堆積物に覆われて密林の中に埋もれてしまったのである。

## 2 プランバナン遺跡の特徴

古都ジョグジャカルタの東側10キロあまりの田園風景の中に、ヒンドゥー教や仏教の遺構が点在しており、これらの遺跡群を総称してプランバナン遺跡群と呼んでいる。1980年代に日本の国際協力事業として、プランバナン遺跡公園が整備された。この遺跡公園に、仏教寺院のセウ寺院とルンブン寺院、ブブラ寺院、そしてヒンドゥー教のロロ・ジョングラン寺院が含まれており、これらの公園内の遺跡群が世界遺産に登録されている。公園の外側にも仏教寺院のプラオサン寺院、ヒンドゥー教寺院のカラサン寺院、そして王宮の跡といわれているラトゥ・ボコなどの多くの遺跡群が残っている。

プランバナン遺跡公園の中にあるロロ・ジョングラン寺院は、インドネシア最大のヒンドゥー教寺院の遺構で、この地域に残る遺跡群のなかでひととき目を惹く容姿をたたえている。東を正面にした約110メートルの正方形をした寺苑の中に6基の祠堂が南北2列に並んでいる。その寺苑を取り囲むように倍の大きさの寺苑が取り囲み、4列の配置で224棟の小祠堂が取り囲んでいるが、これらの小祠堂は数棟が復元されているのみで、大多数の小祠堂は瓦礫になった石材を集めた形で修復を待っている(図2)。

内側の寺苑に並ぶ6基の祠堂は西側の列に3基が東側を向いて並び、その中心にある最も大きな祠堂がシヴァ祠堂で(図3)、その南北にシヴァ祠堂よりも一回り小さい祠堂が建つ。北側の祠堂はヴィシュヌ祠堂と呼ばれ、南側の祠堂はブラフマー祠堂と呼ばれている。それぞれの祠堂にはヒンドゥー教の神を祀り、それぞれの祠堂の主室に神像を安置する。東側の列の祠堂は西側の祠堂に対置するように並んでいる。シヴァ祠堂の前に位置する中央の祠堂は、ナンディと呼ばれるシヴァ神の乗物または守護神である牡牛の像を安置することから、ナンディ祠堂と呼ばれている。ナンディ祠堂の北側と南側の祠堂には像が祀られていないが、ヴィシュヌ祠堂、ブラフマー祠堂と対置していることから、それぞれの神の乗物の祠堂とみなされ、ナンディ祠堂の北側の祠堂をヴィシュヌ神の乗物・守護神の鳥であるガルダ祠堂、南側の祠堂をブラフマー神の乗物・守護神の水鳥であるハンサ祠堂と称している。これらの乗物・守護神の祠堂はヒンドゥー教の乗物であるヴァーハナの祠堂と呼ばれ、正面を西側に向け、シヴァ祠堂、ヴィシュヌ祠堂、ブラフマー祠堂に対置している。

6基の祠堂のうちシヴァ祠堂が最も大きく、その高さは47メートルあり、ヴィシュヌ祠堂とブラフマー祠堂の高さは23メートル、ナンディ祠堂の高さは25メートル、ガルダ祠堂とハンサ祠堂の高さは22メートルである。これらの祠堂は規模の大小はあるものの建築様式は基本的に一様であり、基壇、身舎、奥蓋から構成されている。基壇には地上面から階段を設け、基壇上に廻る回廊と身舎内に設えられている房への入り口になっている。シヴァ祠堂は東西南北にそれぞれ4カ所の階段を備え、東側正面の階段は他の方角の階段



図2 ロロ・ジョングラン寺院（南東からみる）

奥の列の手前からブラフマー祠堂、シヴァ祠堂、ヴィシュヌ祠堂、前の列の手前からハンサ祠堂、ナンディ祠堂、ガルルダ祠堂（プランバナナ遺跡保存事務所提供）

よりも幅を広くしている。階段は回廊よりも高いレベルで踊場を設け、塔門を構える。踊場を左右に曲がって階段を下ると回廊へ降り、直進して階段を上ると身舎の中の房に入っていく。シヴァ祠堂以外の祠堂は房を一つもち身舎の平面中央に配している。シヴァ祠堂は東西南北に房を4室設け、正面に入口を構える房が主室となり最も大きく、主室の中央は祠堂の平面の中央に配されている。主室内に高さ3メートルのシヴァ神像を祀り、房の天井は上方に向かって壁面から石積みを通りもち上げる方錐状の形式である。主室以外の房は規模を小さくするが、天井は主室と同様に方錐状に迫り上げ、北入りの房に女神のドゥルガ神、西入りの房に像の頭を持つガネーシャ神、南入りの房に聖人のアガスティヤ像を安置している。

基壇および身舎の平面形は四周の角を雁木型に切り取った形をしている。身舎に沿って基壇上部に廻る回廊は外側に欄を回し、欄循の上に大小の紡錘形をし



図3 シヴァ祠堂の東正面

たラトナと呼ばれる石造の装飾を置く。回廊に沿って欄循、身舎側の壁面にレリーフを施す。シヴァ祠堂の回廊のレリーフはヒンドゥー教の叙事詩のラーマヤナの物語を彫り、またヒンドゥー教の神々のモチーフを施こしている。

身舎の回廊から立ち上がる部分はレリーフを施し、奥蓋に続く上端にはコーニスを回している。雁木型の平面に立ち上がったそれぞれの壁面は上下二つに分けられ、それぞれの壁面に龕を穿ちアクセントとしている。屋蓋は段状に迫り上がり、各段上に大小さまざまなラトナを配す。最長部に巨大なラトナを置き、方錐状に天に向かって聳え上がる形式をとっている（図 4）。このような形式は垂直線を強調する北方インドの塔と、段台ピラミッド状に迫り上がり水平線を強調しながら小塔を並べる南方インドの塔が融合したものとされるが（注 1）、インドネシアでもこのような形式は他に無く、類い稀な建築的価値、美術的価値を有している。



図 4 シヴァ祠堂の身舎から屋蓋への装飾

### 3 地震によるプランバナン寺院の被害

2005年5月27日に発生したジャワ島中部地震はマグニチュード6.3の規模で揺れ、ジョグジャカルタ周辺に大きな被害を及ぼした。死者3500人、2万人以上の負傷者、数多くの建造物の倒壊を引き起こし、プランバナン周辺の遺跡にも甚大な被害をもたらした。インドネシア西部時間の午前5時53分という早朝であり、プランバナン遺跡公園内での死者、負傷者はいなかったが、セウ寺院、ロロ・ジョングラン寺院の組積造遺構に大きな被害を与えた。

世界遺産ということもあり、ユネスコを中心に専門家による調査が行われ、修理・復旧のための専門家会議が開かれ議論が交わされた。日本政府は文化遺産国際協力コンソーシアムによる復興協力を実施し、3度にわたって現地調査を行い、修復計画を含めた報告書をインドネシア政府に提供した。その後、2008年から4年間にわたり大学の教員や専門家で構成した専門家調査チームを科学研究費（注 2）によって派遣し、修理・復旧のための支援を行った。

調査によって明らかになってきたことは、シヴァ祠堂とその他の祠堂の被災の状態が異なっていることである。シヴァ祠堂を除く他の祠堂の被災の特徴は、祠堂の欄循や屋蓋についているラトナが落下したり倒れたりし、屋蓋頂部が変形した。屋蓋頂部の変形以外に建築物自体やその表面に大きな変形や石材の破損はみられなかった。ラトナが落下して行く途中で接触したことにより破損した石片や、屋蓋からはずれたラトナが祠堂の周辺に散らばったことが記録されている（図 5）。もし地震が起こった時間が遺跡公園の開館時間内であったならば、これらの落下したラトナや石片は、人々に甚大な被害を与えたであろう。

他の祠堂に比べ、シヴァ祠堂は回廊外側の欄循に置かれたラトナが欄循上で倒れたり、欄循の内外に落下したりしたが、屋蓋についているラトナは一部ずれたものがある程度で落下したものはなかった。シヴァ祠堂の身舎には表面に多くの亀裂が入り（図 6）、身舎内の房の壁面にも亀裂が多数入った点が他の祠堂と異なる被災の特徴である。また西側階段

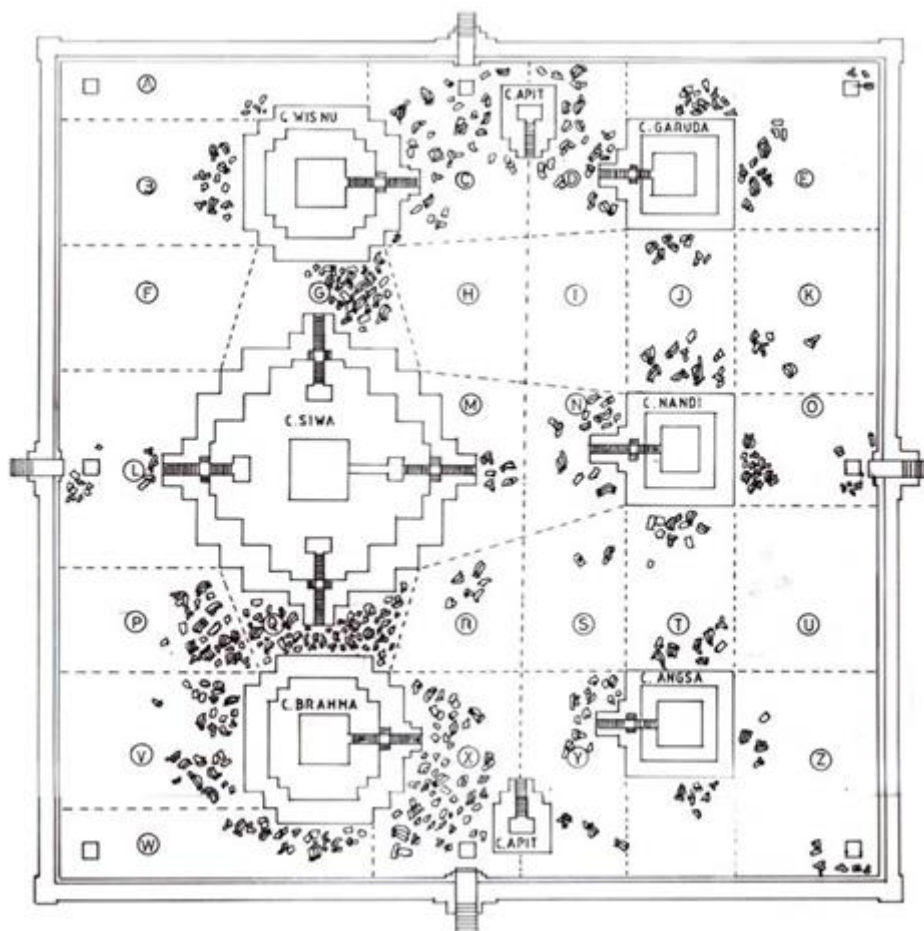


図 5 地震被災直後の石材の落下 (プランバナン遺跡保存事務所提供)



図 6 シヴァ祠堂身舎部に生じた亀裂

の踊り場上の塔門は外側に押し出されるように変形し、西側の扉の入口開口部のまぐさの



図 7 シヴァ祠堂西側房入口に生じた亀裂

石材が破損する（図 7）など、祠堂の西側に大きな力が加わったことが想定された。つまりシヴァ祠堂とそれ以外の祠堂では地震による破損のメカニズムが異なっていることが明らかになったのである。

#### 4 プランバナンの修復協力

祠堂の規模の違いはあるにしても、なぜ同じ地震によって異なる壊れ方をしたのであるのか。それはシヴァ祠堂とその他の祠堂の構造が異なっていることが原因として考えられる。

プランバナンの寺院が 10 世紀に突然歴史の舞台から姿を消したことは先に述べたが、次に確認されるのは 1733 年にオランダ東インド会社の社員の報告であり、小山のようであったと述べている（注 3）。その後 19 世紀、イギリスがインドネシアを支配した時期に、ジャワ島に副総督として赴任したトーマス・ラッフルズらによって世界に紹介され脚光を浴びることになった。16 世紀におこった大地震でもプランバナンの建造物は大きく壊れたといわれており、19 世紀に発見されたときは基壇部に当初の形をとどめるにすぎず、屋蓋、身舎部は崩れて瓦礫となり周囲に散乱していたという（図 8）。

イギリスにかわりオランダの統治下におかれてから、プランバナンの遺跡は復原のために調査、清掃され、1918 年にオランダ領東インド考古局の第 2 代局長のボスによって、復元のための石材のマッチング作業が開始された（注 4）。組積造建造物の石材は、崩壊するとある範囲にまとまって散らばる。このためある範囲に散らばっている石材を集め、表面の文様や石材の形を組み合わせるにより、石材を建築物のもとにあった場所を特定していくことができる。1937 年頃に修復作業が開始され、1943 年から 1945 年日本の軍政期にも修復作業は継続され、1945 年のインドネシア独立を経て 1957 年に竣工した。途中、インドネシア独立に伴う混乱で、修復に関わる多くの資料が散逸したといわれており、修復過程の詳細は明らかになっていない。

シヴァ祠堂竣工後は、インドネシア政府によって他の祠堂の修復が行われた。1977 年から 1987 年にかけてブラフマー祠堂が修理され、1982 年から 1991 年にかけてヴィシュヌ祠堂が修理された。基壇の一部に鉄筋コンクリートの擁壁を入れて強化し、身舎、屋蓋の構造にも鉄筋コンクリートの柱梁を基本骨格として、さらにポルトランドセメントを充填する構造になっている。シヴァ祠堂は表面の石材の目地にモルタルを充填して動かないように固定して仕上げているのに対して、ヴィシュヌ祠堂、ブラフマー祠堂の当初材の表面化粧材はアンカーで鉄筋コンクリート壁と緊結させ、表面材同士は空積みとして固着させていない。ヴィシュヌ祠堂とブラフマー祠堂は鉄筋コンクリートを主構造としてセメント

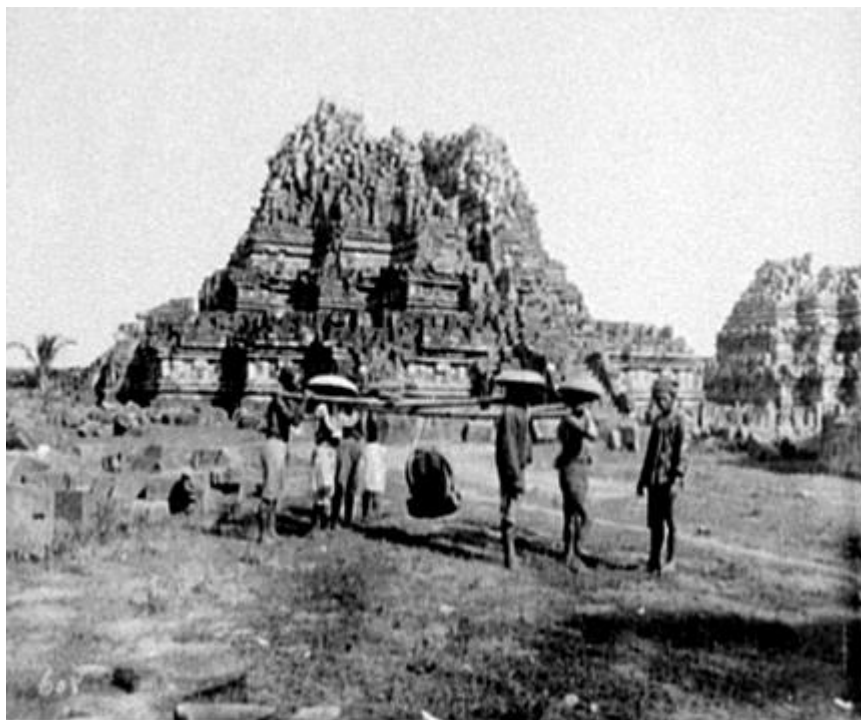


図 8 1895年に撮影されたプランバナン寺院（アメリカ議会図書館所）

を充填した剛構造の建造物として修復されたとみることができる。さらにナンディ祠堂、ガルーダ祠堂、ハンサ祠堂のヴァーハナ祠堂は1991年から1993年にかけて修復され、ブラフマー祠堂やヴィシュヌ祠堂と同じような手法で修復されたが、基壇基礎もコンクリートで作り直されている（注5）。

このようにシヴァ祠堂以外の祠堂は鉄筋コンクリートの柱梁によるフレームを内部にもち、さらにコンクリートで固められた剛体としての構造を持っていることから、純粹に石積みで積み上げられたような組積造とは異なる耐震性を持っていると考えられる。建築構造の専門家の花里は、内部構造が判明しているガルーダ祠堂について3次元有限要素法による地震応答解析を行い、分析の結果、身舎基部の房付近と屋蓋頂部に強い応力がかかることを示した（図9）（注6）。祠堂の内部の房は空洞のため他の部分よりも弱く、強いストレスがかかると考えられるが、実際には身舎内部の房の壁面に亀裂が生じなかったのは、空積みされた表面の石材が互いに動き応力を逃したためであると考えられる。しかし屋蓋頂部の細くなった部分はストレスがかかり、大きく振動したものと思われる。地震後に行われた部分解体修理で頂部の部材を外すと、コンクリート柱の内部の鉄筋は変形していた（図10）。解体前のある程度変形していることが目視でも確認されていたが、解析モデルでも実際に近い応答の状態を示すことができ、モデルの有効性が確認された。

## 5 修復のためのモニタリング

シヴァ祠堂の修理において、専門家の間では内部の構造に問題はないのか、という点が最も問題になった。基壇上部の身舎の外壁や房の内壁に生じた様々な亀裂は、ガルーダ祠堂の解析モデルが示すとおりの強いストレスがかかったことによって生じたことは明白である。シヴァ祠堂の表面の化粧材は目地をモルタルで固めたことにより、逃げ場を失った応力により石材が耐え切れずに破損したものと考えられる。当然、石材を破損するだけの力が加わっている以上、内部の構造にも何かしらの損害を与えているのではないかと想定された。

建物の構造に問題が判明すれば適切に対処しなければならないし、安全性を確保するために時には解体修理を行わなければならない。世界遺産として多くの観光客を魅了するプランバナン寺院は、地震後直ちに寺苑への立ち入りが禁止されたために、インドネシア政

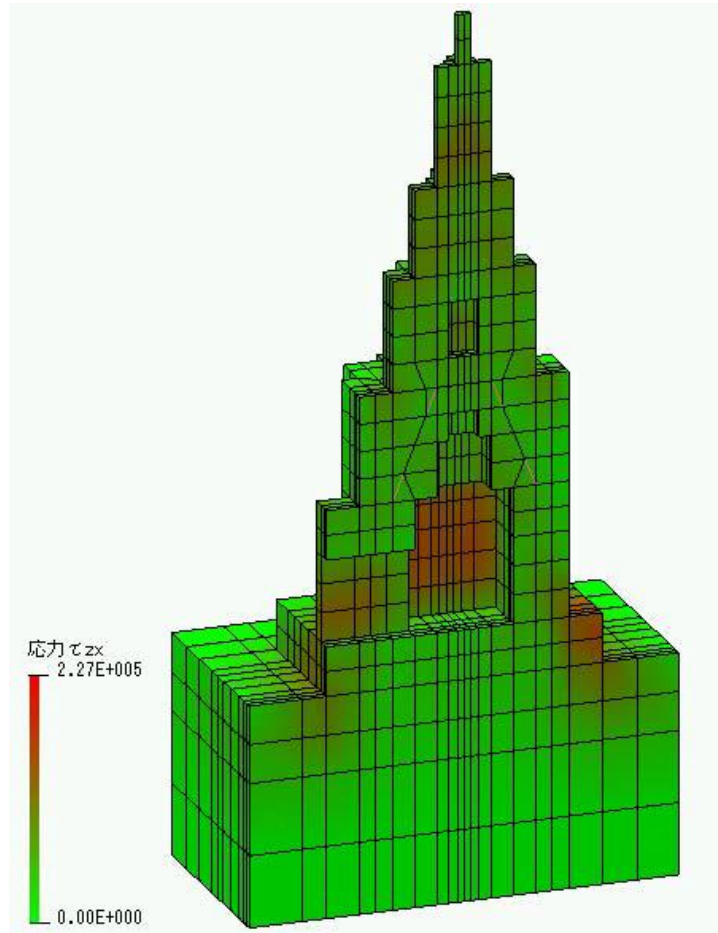


図9 ガルーダ祠堂の地震応答解析モデル（花里利一作成）注6



図10 ナンディ祠堂頂部の半解体修理 鉄筋が曲がっている

府はなるべく早い復旧を望んでいた。解体修理となれば多額の修理費が必要になるとともに、長い修理中の期間中は閉鎖され、観光に大きな打撃を与えることも心配された。

シヴァ祠堂の内部の破損状況を調べるための最もわかりやすい方法は、壁体を数カ所ボーリングし、内部の材料を採取して材料分析を行うことである。しかし、世界遺産の構成



資産に穴を数カ所あけることには専門家の間でも意見が分かれ、かつ2、3センチの直径で数メートルにわたるボーリング切削はインドネシアで行うには技術的にも困難が予想された。また解析モデルによるシミュレーションができればボーリングや部分解体せずに内部にかかるストレスの影響を予測することもできるが、そのためにはシヴァ祠堂の内部の構造について明らかにしなければならず、図面等の資料が消失している現状では構造の情報が不足していた。

そこでインドネシア建築史家の小野邦彦は、プランバナンの遺産保存事務所や国立図書館をはじめ、オランダのライデン大学まで出かけて資料の収集を試みた(図11)。歴史資料の考証の結果、明らかになったことは、シヴァ祠堂は身舎から屋蓋にかけて修復され、基壇部分は当初の状態であると思われること、そして身舎および屋蓋の構造にコンクリートの臥梁が入っていることである。これはヴィシュヌ祠堂やブラフマー祠堂のようにコンクリートの柱梁が入っている構造体であることを想定させるが、シヴァ祠堂の内部の構造を記した資料は発見できず、内部構造の全体像を明らかにすることはできなかった。

そこで調査チームはシヴァ祠堂の建物の挙動に注目し、身舎内外の亀裂14カ所にパイ型変位計を設置し(図12)、温度変化の測定のために熱伝対センサーからの情報をデータロガーに常時記録した。また祠堂の屋蓋頂部、身舎中間部、基壇上部および地面に地震計を設置し、地震波を常時記録した。2008年10月から観測を始めたところ、2010年9月12日23時37分(インドネシア東部時間)にプランバナンから約6.5キロ離れた場所を震源地とするマグニチュード5.1の地震を観測することができた。この期間を入れた観測状況の図を見ると、季節による温度変化によって亀裂は規則正しく変化しているが、これは

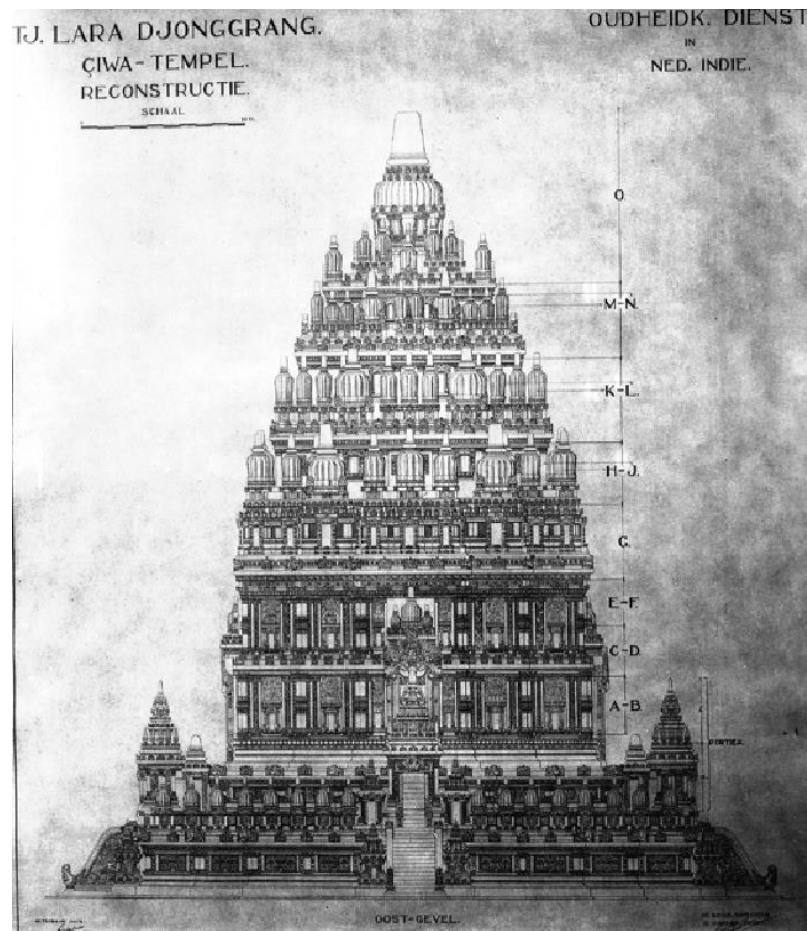


図11 シヴァ祠堂立面図(ライデン大学ケルン研究所(Kern Institute)所蔵)

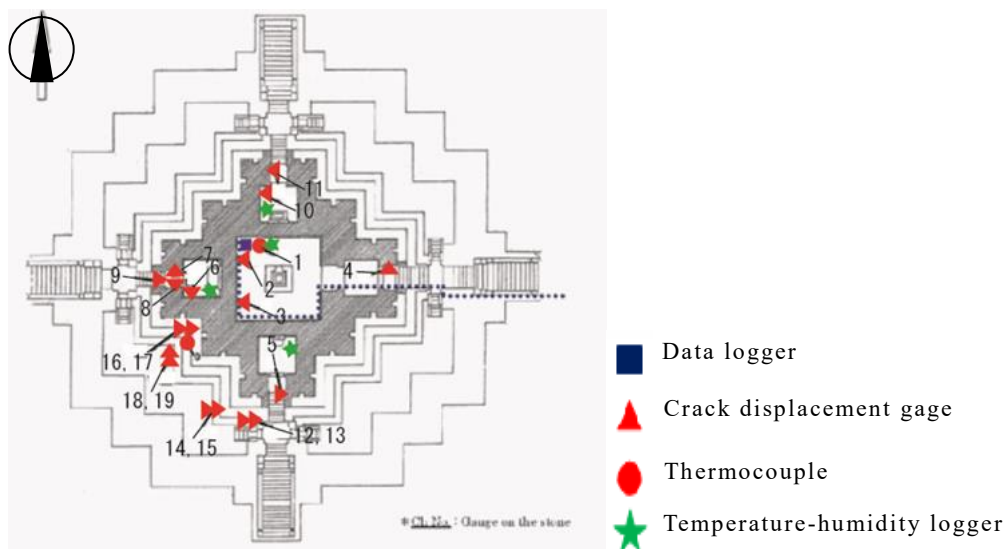


図 12 シヴァ祠堂に設置した亀裂測定センサー 注 7

石材の膨張・収縮によるものである。2010年の地震発生時においても亀裂の変化は無く(図 13)、通年をとおしてシヴァ祠堂の構造は安定している、との結論を得ることができた。

## 6 修理・復旧の考え方

シヴァ祠堂の内部の構造は明らかにできないが、現状で祠堂の構造は安定しているということは、基本的に文化遺産の修理におけるミニマム・インターベンション、つまり必要な箇所のみに加えるという修理原則に沿えば、解体修理のような大きな修理を避けるべき、といえよう。本調査チームは調査データと分析による解釈をインドネシア政府に伝え、調査の責務を終えることになった。インドネシア政府はその他の専門家の意見をふまえて、シヴァ祠堂の修理について、破損した石材を取り替え、傾斜した西側塔門の修理にとどめることを決定した。修理は2014年11月に終了し、シヴァ祠堂は2005年の地震発生から9年ぶりに観光客に開放されることになった。

文化遺産の状態を評価し、修理する方法に定石はないが、科学的根拠に基づいて解釈し、状態を評価することは、適切な修理方法を決断するために必要な根拠となる。この科学的根拠は工学的手法にとどまらず、歴史資料による考証の積み重ねももちろん加わる。われわれの研究も、日本とインドネシアの文化遺産管理や建築史学、建築構造、保存科学などの様々な専門家による共同作業によって成し遂げられたものである。世界中の多くの専門家や技術者が協力し、遺産の保存を進めていくことができるのも、世界遺産という普遍的

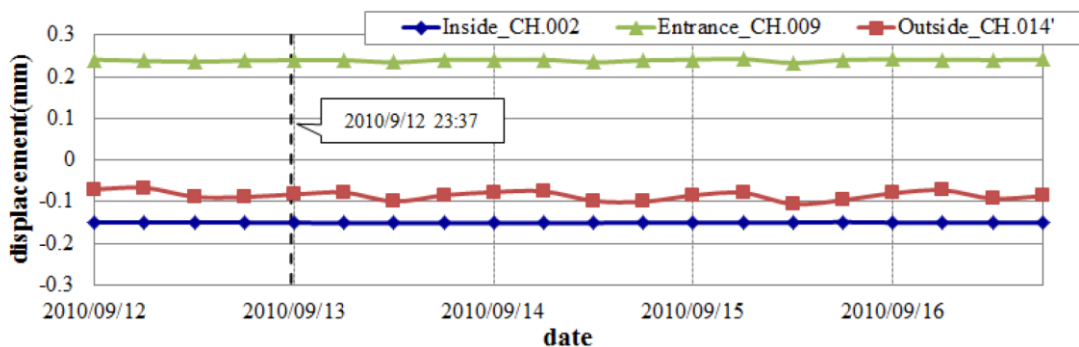


図 13 地震発生前後の亀裂変位 注 8

価値を持つ遺産の魅力のひとつともいえる。

しかし、修理の過程において解決しなければならない問題もあぶり出されてきている。祠堂の高いところにあるラトナなどの石材の崩落については、まだ有効な解決方法を提案できてはいない。崩落したラトナの再設置の際に多少強化されてはいるが、ジャワ中部地震程度の激震に対して有効かどうかは検証されていない。この検証のためにはインドネシアにはまだ十分に普及していない振動台実験などをおこなう必要があるだろう。数トンもある巨大なラトナが落下してきた場合にどのように対処するのか、課題は残されている。

#### 引用文献

注 1 佐和 1973 p.126

注 2 基盤研究(A)世界遺産プランバナン遺跡群の地震被害と修復に関する保存工学的研究(代表者:上北恭史)2008年度-2010年度

注 3 佐和 1973 p.123

注 4 小野 2015 p.123

注 5 小野 2008 p.15-24

注 6 花里 2008 p. 1578

注 7 佐高 2013 p.782

注 8 佐高 2013 p.783

#### 参考文献

小野邦彦

2008.3 2.過去の修理との関連について、世界遺産プランバナン遺跡修復協力事業報告、pp.7-26、独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所文化遺産国際協力センター  
2015.3. シヴァ祠堂の见えない内部構造を探る:ジャワ島中部地震により被災した世界遺産プランバナン寺院の修復史調査、世界建築史論集 中川武先生退任記念論文集、pp.121-133、中央公論美術出版

佐和隆研

1973.9. インドネシアの遺蹟と美術、日本放送出版協会、286頁

佐高奈々絵

2013.9 Nanae Sadaka, Sachiho Hanazato, Toshikazu Hanazato, Yasufumi Uekita, Kazuhiko Nitto, Koji Sato, Kunihiro Ono, Subroto Yoyok, Pramitasari Diananta, Eugenius Pradipt: Architectural Structural Survey of Traditional Timber Houses in House Nias, Indonesia, Advanced Material Research Vol.778, pp74-81

花里利一

2008.3 3.構造調査、世界遺産プランバナン遺跡修復協力事業報告、pp.27-105、独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所文化遺産酷さ協力センター  
2010.7 HANAZATO TOSHIKAZU, SISWOUSUKARTO SUPRAPTO, PRAMUMIJYO SUBAGYO, UEKITA YASUFUMI, MATSUI TOSHIYA, YAMATO SATOSHI, MINOWA CHIKAHORO, ONO KUNIHIKO, TANEICHI MAI; Seismic Assessment for Restoration of Prambanan World Heritage Temples Damaged by the Central Java Earthquake of 2006, Indonesia, 8th International Masonry Conference 2010 in Dresden, pp.1571-1580