建築研究協会誌

Architectural Research Association

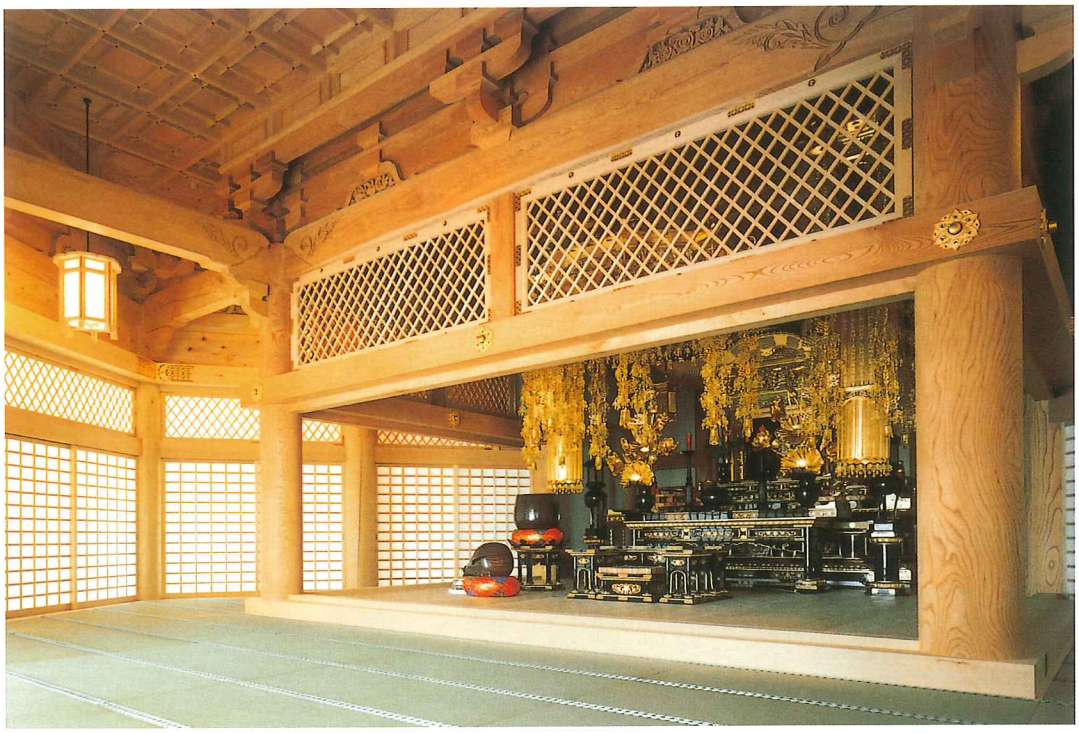
No.4

平成14年12月

口絵1　朱雀門正面

口絵2　同・側面

口絵3　極楽山西方寺・新本堂正面



口絵4　同・新本堂内陣

万博の頃

理事　川﨑　清

大阪に万国博が開催されたのは1970年３月から９月にかけてのことであり、既に30年以上も前のことである。最近、EXPOタワーの取り壊しや国立国際美術館の移転が取りざたされ、久し振りの話題となった。考えてみると、私が京都大学の講師になって、フランスを中心に１年間あまりヨーロッパを見て回り、帰ってきたのが1960年の５月、それから間もなく、棚橋諒先生の計らいで建築研究協会に参画し、阪神浄水場、岡山県後楽園温室、斐川農協会館など、五里霧中の状態で設計を進めていた。当時棚橋先生は山陰の仕事が多く、よく先生のお伴で、設計の打合わせや現場をみてまわったが、周辺の温泉宿で一泊というゆとりのある時代であった。

万博の仕事が始まったのが1965年11月、会場の基本調査が京大に依頼された時からで、言わば、私が本格的に建築の設計に取りかかった初期の時代に、この調査から後の会場計画、さらに万博美術館の設計迄、都市的広がりから建築までの長い行程を経験できた事は幸せなことであった。

当初、この計画を土木、建築、都市計画などいずれの分野がイニシアチブをとってすすめるか、東と西の専門家をどう統合するかなど、方法論を廻る議論からはじまった。石原藤次郎先生、棚橋先生の明解な判断で、土木は会場周辺の近畿圏整備を主に、建築は会場内を主に、計画の前半は西山夘三先生、後半を丹下健三先生がまとめるということに落ち着いた。そして会場計画は西山、丹下の下に東西の13人の若手建築家等が集まり実際の作業を進めることになった。京大から上田篤、加藤邦男先生に私も加わった。石原、棚橋先生には万博協会の会場計画委員として大所高所からの御指導をいただいた。

こうして「進歩と調和」というメインテーマの下に、未来都市のモデルをつくる意気込みで、現在問題になっている水、エネルギーの循環利用、IT社会の先駆けとなる人工頭脳と称するコンピューターシステムによる会場運営、老若男女皆が楽しめるお祭り広場などを提案した。これらは全てうまくいった訳ではないが、未来都市のコンセプトを表現する試みに胸を踊らせた。万博に関った多く人々はその後の日本の発展に貢献する力量をつけ、社会的に活躍した。万国博の社会的意義は様々に取り沙汰されているが、私は人材を作ったことが一番評価されるべきである。「お祭りが終わって人が残った」それが私の評価である。そしてあの頃考えた循環型社会、IT化社会などが21世紀の中心課題になろうとは夢にも思わなかった。しかし、21世紀を作るのは我々の世代では無い。明るい未来都市を描きながらの発想ではあったが世相は暗く変わっている。社会変革のさらなる発想がこれからの若い人達に必要な様におもわれる。

目　次

口絵

万博の頃　理事　川﨑 清 …… 1

朱雀門(平城宮跡)の構造設計　理事　金多 潔／非常勤研究員　西澤英和
部長　落亀利章／研究員　鴨 昌和 …… 5

極楽山西方寺・新本堂　東京事務所 所長　東 進 …… 19

名簿

編集後記

朱雀門（平城宮跡）の構造設計

理事　金多 潔／非常勤研究員　西澤 英和
部長　落亀 利章／研究員　鴨 昌和

はじめに

奈良国立文化財研究所から古代建築の復原にともなう材料、工法、構造などを調査検討するため、当協会に一部資料の収集に協力のご依頼があった。

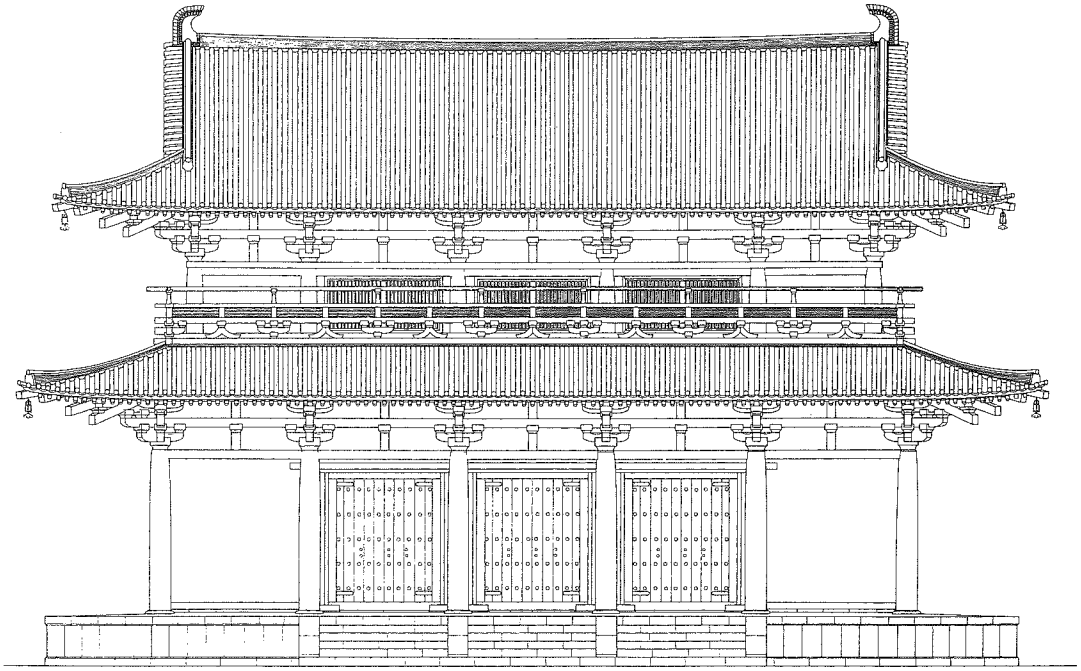
まず、昭和54（1979）年から平成元（1989）年にかけて、復原案に対する構造計算、材料、工法の検討、意匠と構造に関する検討、復原のための構造補強の検討、復原計画の基本案を確定した。

その後、まず基壇の復原に取りかかり地盤調査と地耐力試験の結果、地耐力の値は高いとはいえないものの、幸いに復原建物は木造であり、鉄筋コンクリート造等と比べ建物重量が軽いので、復原建物の基壇を利用しべた基礎を採用することで基壇全面積を基礎面積とし、基礎単位面積あたりの必要地耐力を地耐力以下に収めた。

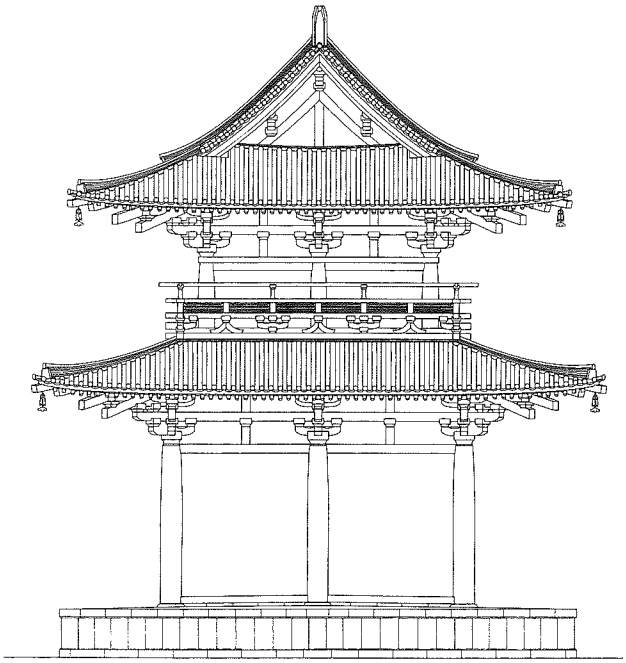
基壇の復原後、本格的に実施設計に取組み、平成５（1993）年に、木材の調達が開始された。この間に復原朱雀門は建築基準法の範囲から外れるため、建築基準法第38条の規定に基づく建設大臣の認定を得ることとなった。

１、構造計画の概要

図－１は、復原した平城宮跡朱雀門の立面図で、朱雀門の当初の構造については、不明であるが文献記録及び遺構ならびに奈良に残る上代の建物の解体修理事業と並行して行われた学術研究の成果により、奈良国立文化財研究所によって木造二重門の復原図が作成された。図－２は、１階（初重）・２階（二重）の平面で、梁間桁行とも柱間が17尺の正方形の格子状の柱配置となっており、５間３戸で桁行方向の入側柱筋の中央３間が扉で、その両側が壁面である。梁間方向の両妻間２間も壁面になっている。２階（二重）平面も５間３戸であるが全体の寸法が初重より短くなっており、桁行方向の側柱筋の中央３間が窓で、その両側が壁面となっており、また梁間方向の両妻間２間も壁面になっている。また、図－３は、桁行・梁間方向の断面図を示す。

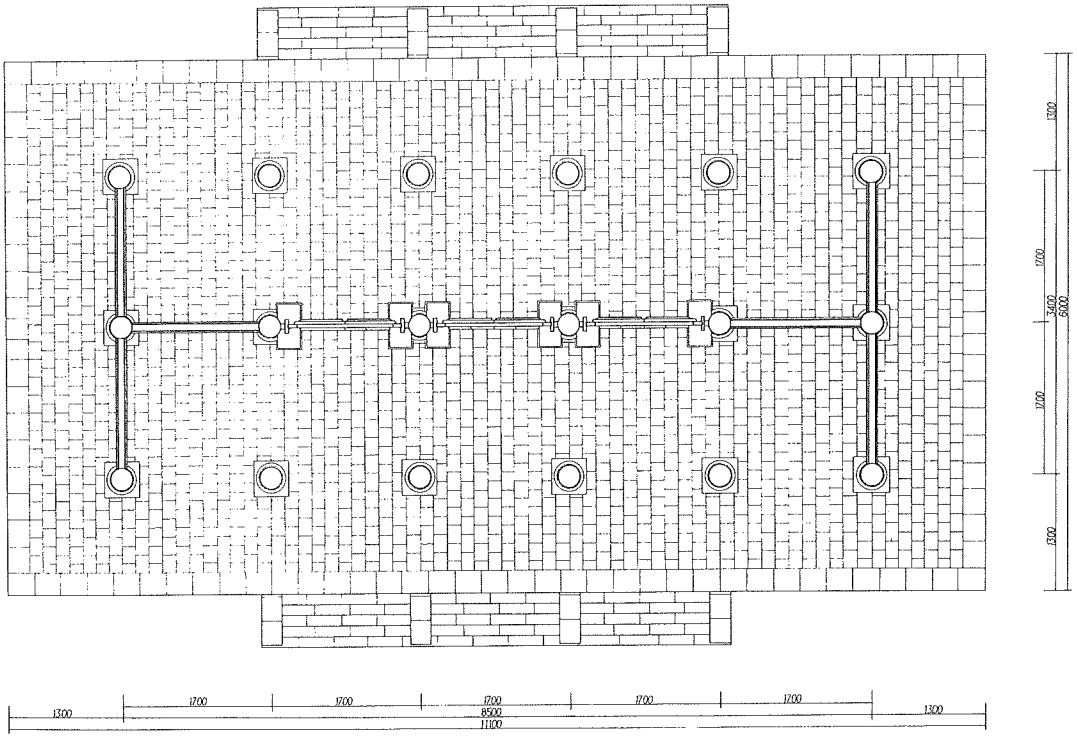


正面図

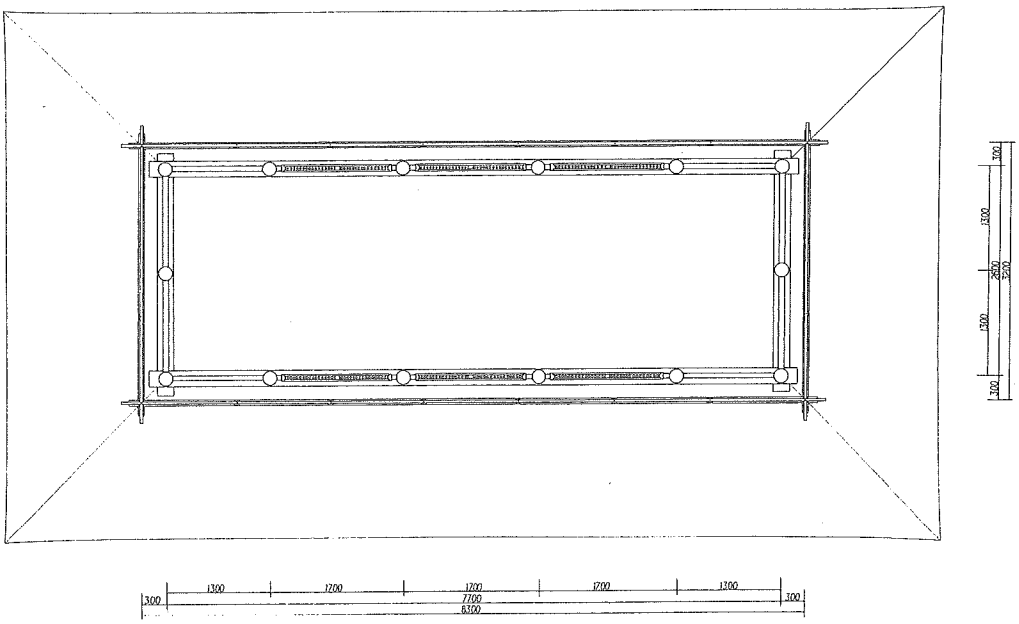


側面図

図－１　復原立面図

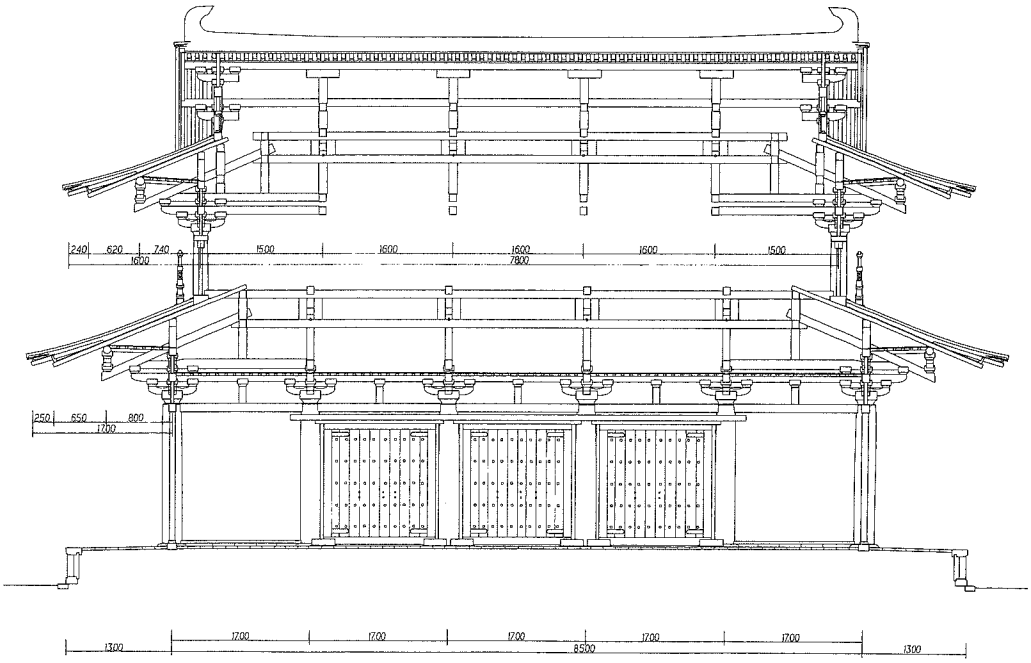


1階平面

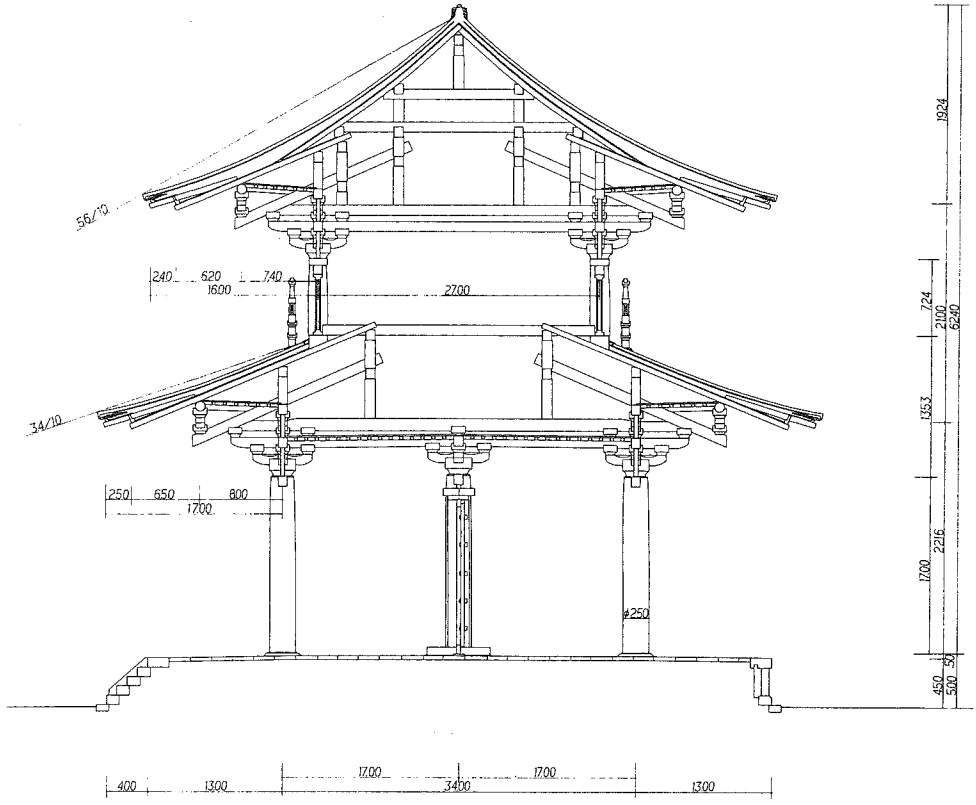


2階平面

図－2　復原平面図

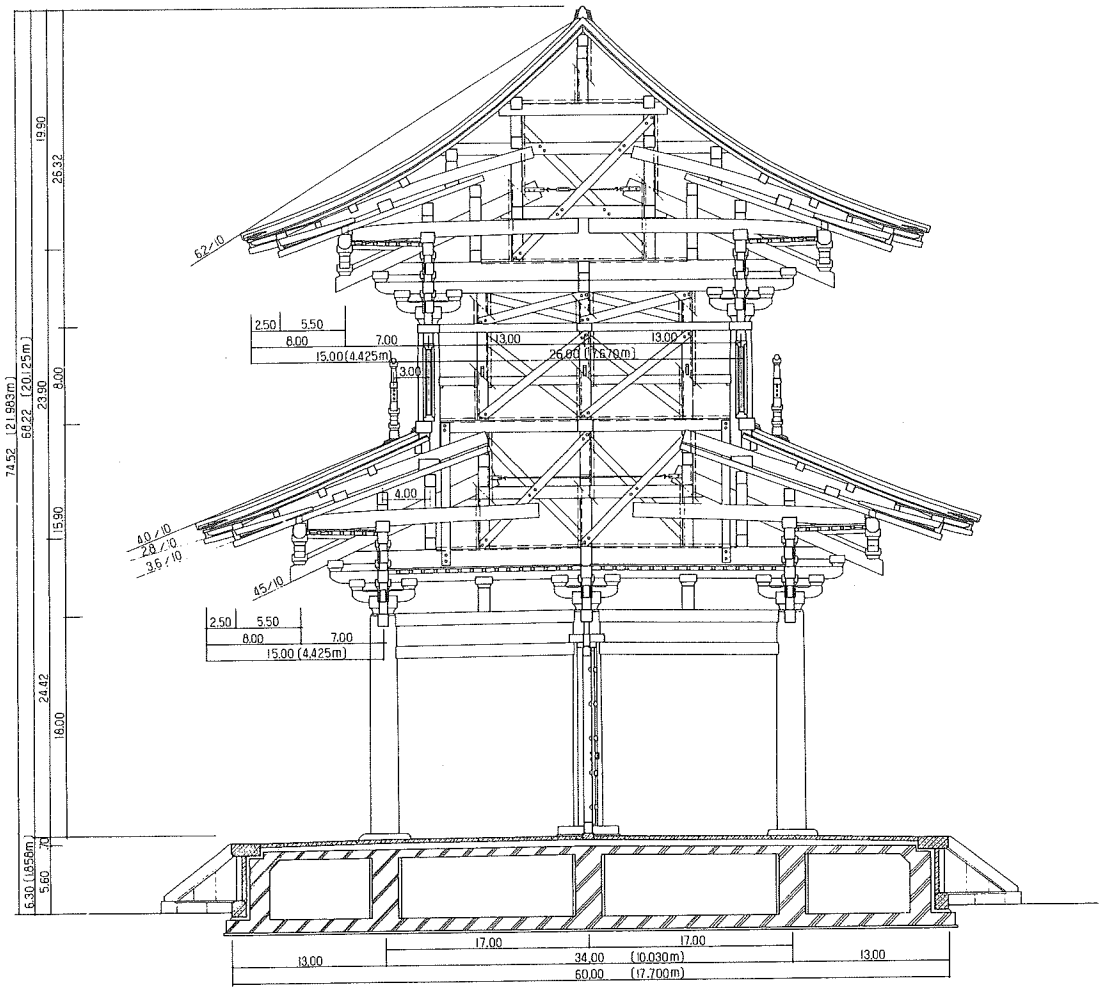


桁行断面



梁間断面

図－３　復原断面図



図－4　補強梁間断面図

2、復原案の検討

図－3の、復原案梁間方向断面図より、鉛直荷重伝達の構造形式は、二重屋根荷重が、垂木、母屋から梁を介して2階柱に流れ、初重垂木と束により1階柱に伝達される。また、軒先の荷重は垂木、丸桁より尾垂木に流れ、柱に伝達される形式となっている。初重屋根は、軒先荷重で二重屋根と同様な架構となっており、1階柱に伝達される。垂木は2階柱からの荷重によってズレ下がりを防止している。1階中柱は、屋根荷重をほとんど負担していない。地震荷重伝達は、2階部を剛体と考え1階の各柱・壁面に伝達される。

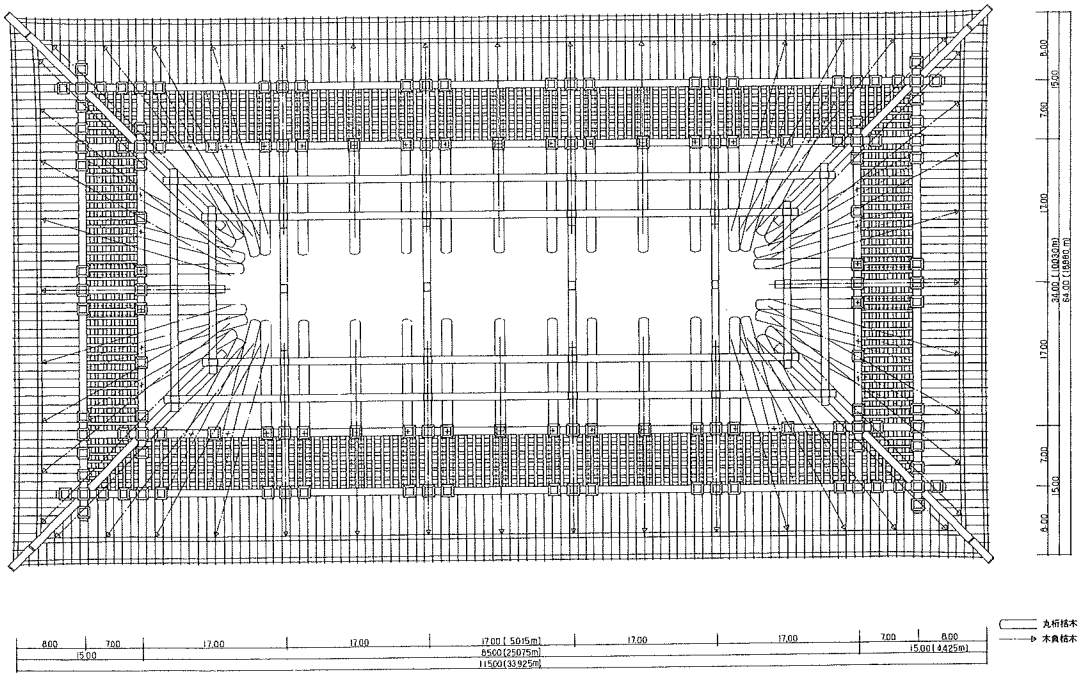
以上の荷重伝達形式に基づき部材断面の検討を行ったが、鉛直荷重時において、丸桁・尾垂木・梁等の断面不足が認められ、また地震荷重時には、2階部の剛性、1階柱の復元力、土壁の耐力不足が判明した。

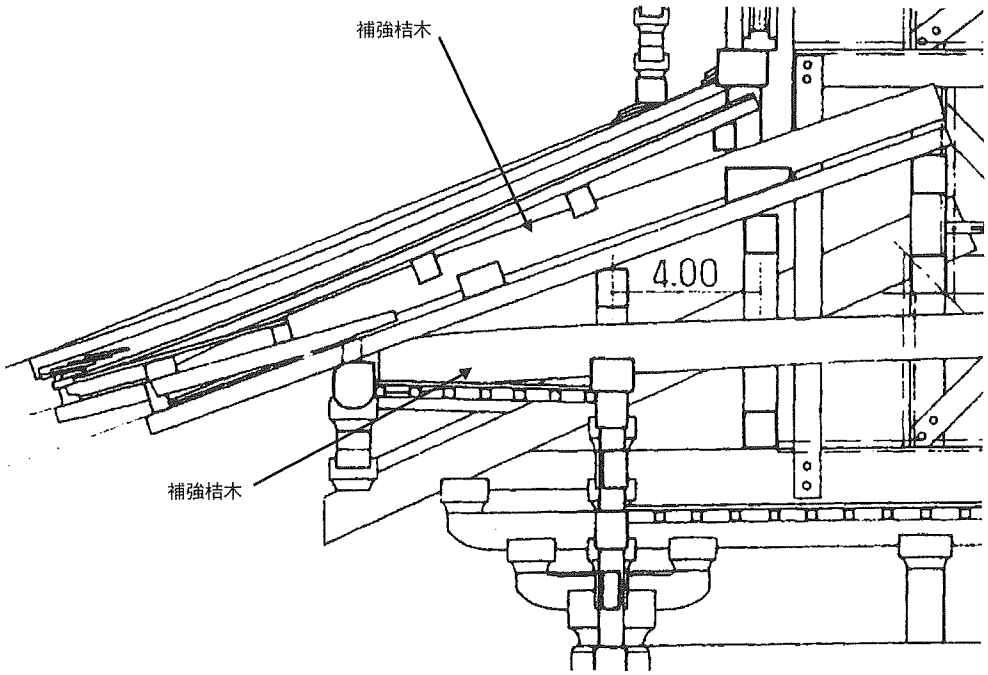
補強対策としては、全地震力を柱だけでは負担しきれないので、壁にも水平力を負担させる必要がある。外周に壁があるのは構造的な扱いが比較的容易であるが、中柱筋にある

のは扱いにくい。つまり、このような建物では屋根荷重などの鉛直力は中柱に比べて側柱の方が数倍大きく中柱には力がかからなくて、中柱通りに水平力をどのようにしてバランスよく伝達するかが重要になる。柱だけではもたないので、壁の剛性・耐力を充分に利用して法令の要求する以上の地震力をもたせることを基本方針とし、地震が起こった時に建物がどう揺れるかということを検討した。全体的な架構の組み方については、天平時代の建物の骨組みは非常に微妙なもので、柱間に梁を渡して、これを積み上げて屋根を構成しているが、これだけでは耐震的とはいえない。小壁から上の部分はトラスが錯綜した剛体のように考えてよいと思われる。ただし、このトラスは断面が9寸角ないしは7寸角と相当大きな野物材で、仕口には上下の柱、左右、前後の梁、斜め方向の斜材と、雲筋違など、最大16方向から集まってくるので、設計強度を明確にし、かつ仕口の断面欠損を減ずるとともに、加工手間を低減するため、日本建築学会の設計規準に基づいて、金物で作ることにした。もう一つは、上の剛体の地震力を外周の妻壁もしくは中柱筋の壁に伝えるために、床面を剛床とした。図－4に、補強梁間断面図を示す。

鉛直荷重の伝達において、クリープ変形を生じる部材が判明したので、桔木を要所に設置した。初重の軒から見ると、大斗から三手先を組んでいるが軒天井の内部には丸桁桔木を入れ、二重の軒は15世紀以降の建物であれば、地垂木、飛檐垂木による二軒の内部はおおむね茅負に杓子ほぞで桔木を留めるのだが、この建物には野屋根がないので、桔木は茅負まで持込まず木負で受けるような形で構成した。隅部の外観は平行垂木であるが、木負桔木は放射状に入れた。一応これで屋根が垂れ下がることはないだろうと思う。図－5に、補強桔木伏図、補強軒先を示す。

次に、基礎は鉄骨鉄筋コンクリート造とした（高耐久性コンクリート）。建物全体重量は約700トンで、基壇は約2000トン程度である。この建物を一体に造ったときの重心はかなり低いところにある。近接地盤の柱状図を見ると、表層土9ｍくらいまでは軟弱な地盤である。伝統的な建物は礎石から版築の地業へと柱鉛直力を拡散していても、平均的な重量は2～3トン/㎡におさまっている。朱雀門版築の載荷試験から、9.0ｔ/㎡程度は期待できるので地耐力上の問題はないと判断した。



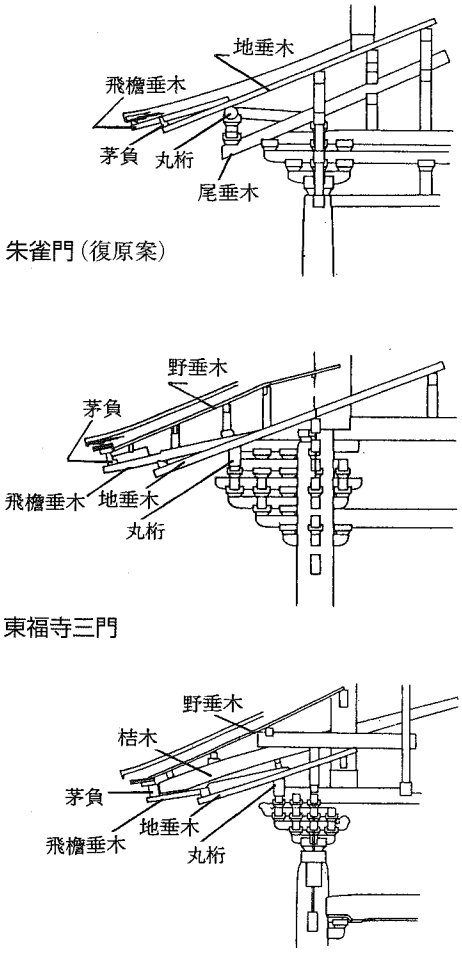


図－5　補強桔木伏図および補強軒先図

3、朱雀門復原案と現存する大規模二重門との構造比較

現存する二重門で、朱雀門に近い大規模二重門は数少なく、表1に、その創建年代、初重平面規模、組物及び屋根葺材をまとめた。門はすべて入母屋造で、規模は東大寺南大門を除き他は五間三戸二階二重門である。

屋根荷重伝達の構造形式は、図－6に、示したように時代が下るにつれて組物は疎組から詰組へと変化し、屋根荷重は分散されて支えられるようになる。そして平安時代の後期頃から野屋根が発生し、軒先の垂下りを防止すべき桔木が挿入され、構造的に発達してくると、屋根荷重の流れの大半は桔木に伝達されて合理的に柱に到達するようになり、組物に生じる荷重負担は次第に軽減されていくという変遷をたどっている。このような構造的な特徴を踏まえ、創建年代も考慮し、かつ朱雀門に近い規模で、本瓦葺という条件から、東福寺三門、南禅寺三門の2例をとり、朱雀門復原案との構造比較を行った。



図－6　軒構造

屋根荷重の伝達部は、各種垂木、桔木、束、丸桁、組物などで構成されており、荷重はこの構造部材を通って柱に伝わり、地面に流れる。この荷重の流れは、柱の内側を流れる力と外側に流れる力に大別される。外側を流れる力が大きいと、柱に偏心モーメントが作用する。

朱雀門：飛檐垂木・地垂木・丸桁・尾垂木・三段の肘木の部材で構成されている。屋根荷重は尾垂木上端から肘木内端を流れる力と、尾垂木下端から肘木外端を流れる力に別れて柱に伝達される。肘木外端を伝わる力の方が大きいが、この力を伝達する部材は他の三門に比して少なく、尾垂木と肘木に集中してかかっている。

東福寺三門：屋根荷重は野垂木から束を通り、飛檐垂木・地垂木・丸桁・六段の肘木を伝わり柱に流れている。朱雀門と比較すると、尾垂木を使わずに挿肘木とし、丸桁の下に四段重ねている。また、柱から丸桁までの出が短い。茅負から丸桁までの間は野垂木を斜辺とする三角形を形成しており、屋根荷重による曲げモーメントは、このト

ラス構造を経由して肘木へと伝達される。

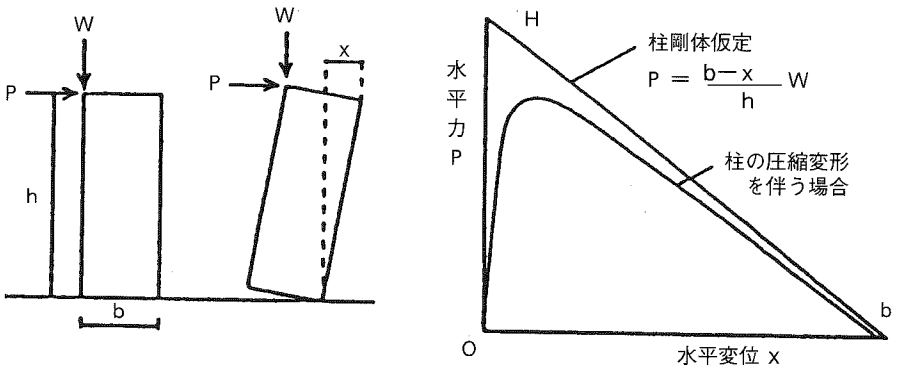
南禅寺三門：屋根荷重の殆どが、梃子の支点となる土居を柱通りに揃えた太い桔木によって支えられている。このため化粧垂木の勾配が自由にとれるようになっており、二手先の組物は化粧垂木を支える他は構造材としての機能は薄くなっている。桔木の断面が大きいので軒先の垂下りは小さい。柱から丸桁までの長さは、年代が下ると狭まる傾向にあり、屋根荷重による偏心モーメントを少なくおさえていることがわかる。

	名　　称	創建年代 初重平面規模（m）	組物及び屋根葺材
1	朱雀門	奈良　8世紀初 25.25×10.10	和様三手先　中備間斗束　二軒平行垂木　本瓦葺
2	東大寺南大門	鎌倉　1199年 28.79×10.79	大仏様六手先挿肘木　中備・遊離尾垂木　一軒隅扇垂木　本瓦葺
3	東福寺三門	南北朝　1387年 25.88×10.85	大仏様三手先挿肘木　中備平三斗　二軒平行垂木　本瓦葺
4	大徳寺三門	桃山　1589年 16.70×9.10	禅宗様詰組　初重出組二重三手先　二軒初重平行垂木二重扇垂木　本瓦葺
5	妙心寺山門	江戸　1599年 14.99×8.17	禅宗様詰組　初重二手先二重三手先二軒初重平行垂木二重扇垂木　本瓦葺
6	知恩院三門	江戸　1619年 26.70×12.30	禅宗様詰組　初重二手先二重三手先二軒初重平行垂木二重扇垂木　本瓦葺
7	増上寺三解脱門	江戸　1622年 21.05×9.72	禅宗様詰組三手先　二軒初重平行垂木二重扇垂木　本瓦葺
8	南禅寺三門	江戸　1628年 21.83×10.50	禅宗様詰組　初重二手先二重三手先二軒初重平行垂木二重扇垂木　本瓦葺
9	仁和寺二王門	江戸　1644年 18.63×7.27	和様三手先　中備間斗束　二軒平行垂木　本瓦葺
10	金剛峯寺大門	江戸　1705年 21.45×7.98	和様三手先　中備蟇股　二軒平行垂木　瓦棒銅板葺
11	善光寺三門	江戸　1750年 20.40×8.00	和様三手先　中備蟇股間斗束　二軒平行垂木　檜皮葺

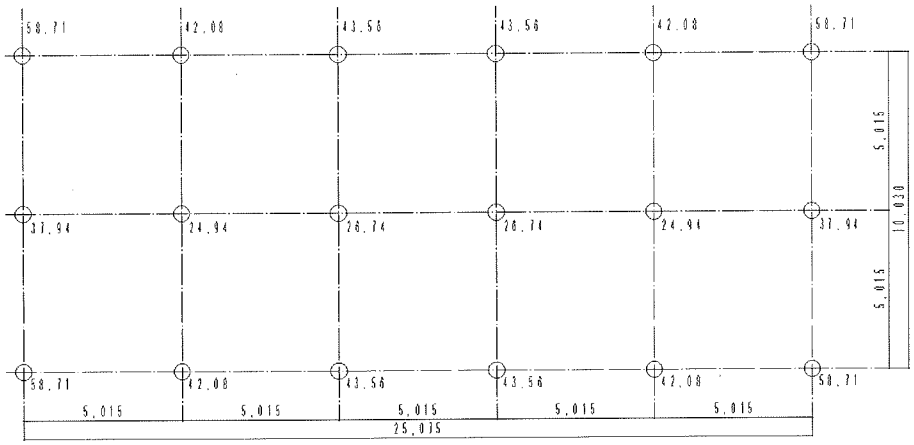
表1　朱雀門と現存する大規模二重門

4、保有水平耐力の検討

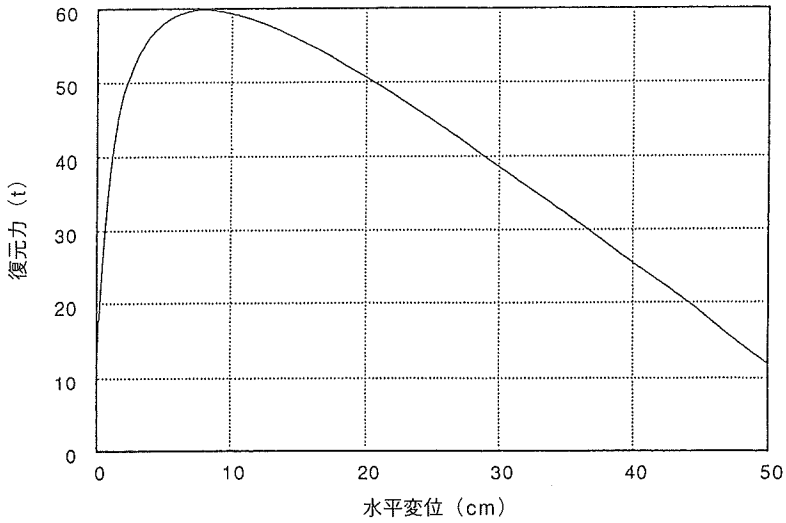
朱雀門のような建物の水平抵抗は、壁と柱の復元力と考えられる。この建物の二重以上は、ほぼ剛体と考えられ、それを初重の柱と壁系の架構が支持している。水平時の変形は、ほぼせん断系に近いモードとなる。したがって、柱が傾斜するときの復元力と、後述の格子状耐力壁の復元力を加算し、それぞれの荷重－変形関係（これは実験から求めた）をもとに、架構の水平変位、復元力関係を求めた。その計算を桁行、梁間の両方向について行っている。また、震度0.2相当の地震時の荷重を超えるために、柱のアスペクト比（柱高／柱幅＝530.0／70.8＝7.49）は形が決まっているので、壁をどう補強するかを検討した。この建物の１階300トン、2階450トンくらいで、総計750トンの重量である。２階の重量が重く、トップヘビーな建物といえる。これに対して震度0.2（ベースシアー係数）とすると、基準法上最低750×0.2＝150トンの耐力が必要とされる。２階は木組が密で耐力上の余力が大きいので、壊れるとすればピロティに近い形式の1階であろうと考えられる。従って１階がつぶれるかどうかを、見ればよいことになる。図－7に、柱傾斜復元力の原理を示す。細長い柱では小さい力で倒せるが、太短い柱で上から大きな荷重がかかっていると、柱を押し倒そうとしたとき、柱の一端が持ち上がろうとするとき、上からの荷重がこれに抵抗する。押し倒そうとする力Ｐに対して、Ｗの荷重と柱幅ｂで抵抗する。要するに、柱のせいと幅のプロポーションで決まる。いったん倒れ出すと荷重変形関係は負勾配となるが、倒れ出すまではひじょうに剛性が高いわけである。これが、一般に柱傾斜復元力と呼ばれている幾何学的な復元力の発生機構である。この現象については、法隆寺金堂の昭和大修理に際して、京都帝国大学の坂静雄博士が1/3縮尺の柱モデルの実験を系統的に実施され、この成果を昭和16年頃から一連の論文として発表されている。



図－７　柱傾斜復元力の原理



図－8　柱軸力表



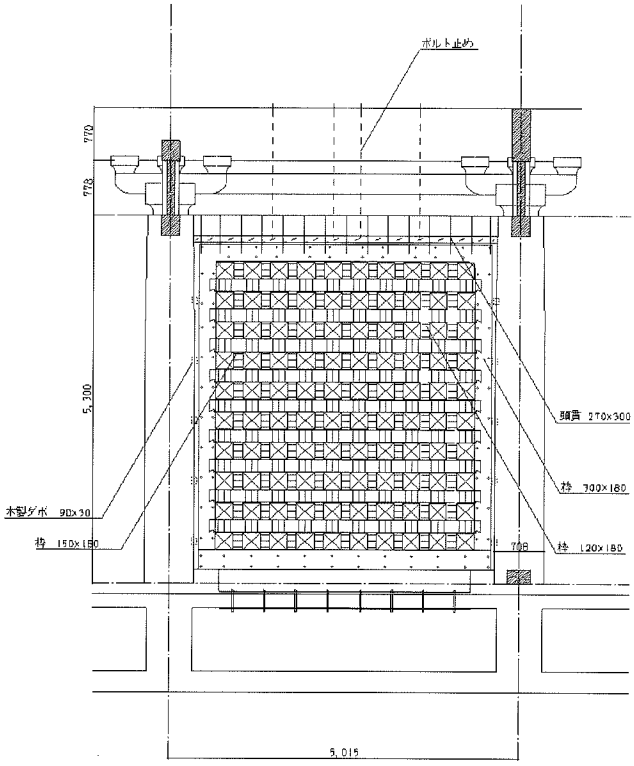
図－9　柱傾斜復元力

図－8は、1階の柱にどれくらいの荷重がかかっているかを示す。概観すれば、やはり隅がきつく60トンくらいで、中通りは30トン弱、その他の柱は40トン程度になっている。図－9で、柱傾斜復元力のカーブを見ると、上からかかっている荷重に比例して、あとは柱の比率で決まる。各部の柱について計算すると、全部足し合わせると150トンの水平力のうち4割にあたる60トンを柱が負担する。次に、壁の検討であるが、壁については当初は筋違を入れる方式を検討した。

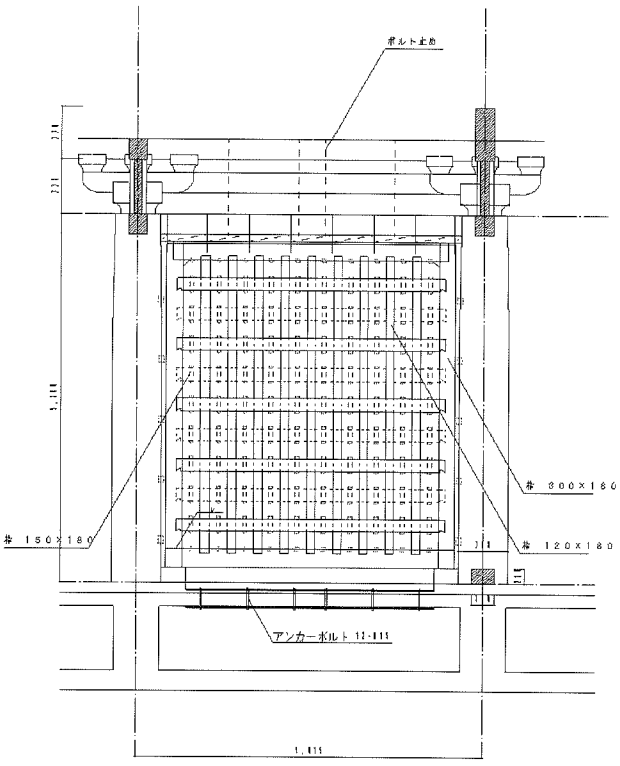
柱が担った残りの90トンを、桁行方向では2面の壁面で支持され、1面45トンの設計強度が必要になった。これを、筋違で支持させる場合の問題点は、柱と筋違の仕口の設計と施工が困難となり、45トンの$1/\sqrt{2}$倍で約70トンの軸力（2本の交叉筋違なら35トン）の直圧を柱もしくは横材に伝達する必要があり、筋違は繊維方向に軸力を伝達できるのに対し

て、受け手の柱は直交方向に支圧力を受け、仕口の接触面積を相当大きくしなければならず、実際問題としては合理的な寸法に収まらなくなり、仕口付近に金物をたくさん入れ、ボルトの本数が極端に多くなり、また、３方差しなど考えると、とても意匠など収まらなくなった。そこで、格子状耐力壁を採用した。

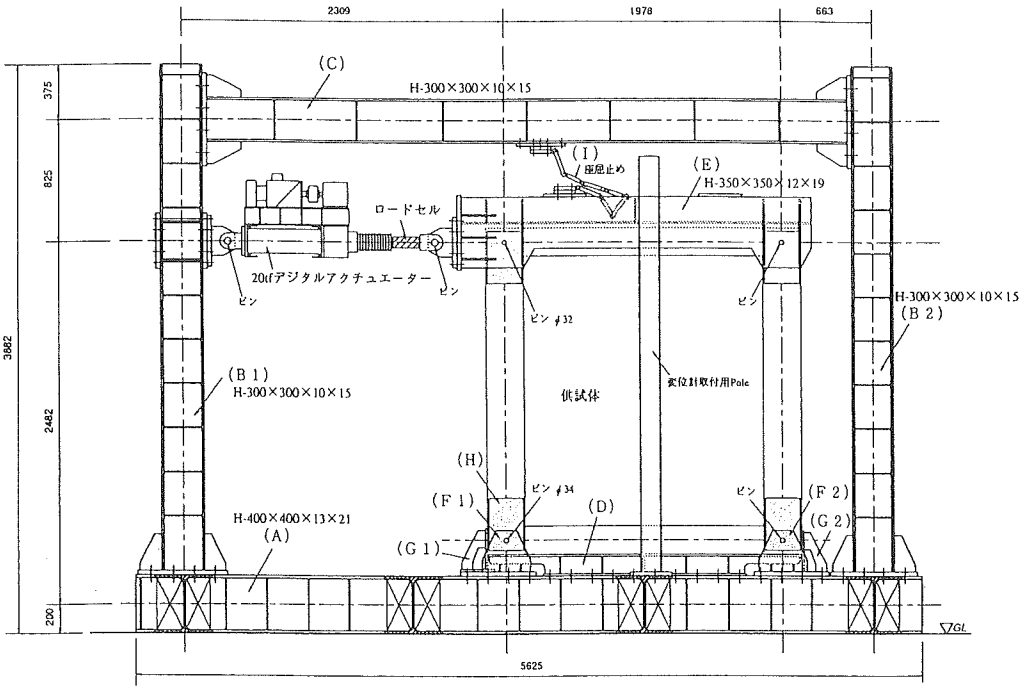
格子状耐力壁は、図－10のように地覆を幅33cm、せい21cmとし、壁を厚さ7.5cm、せい30cmで積層している。ダボは厚さ3.0cm、幅9.0cm、長さ15.0cm、縦格子は幅10.0cm、厚さ18.0cm、横格子は幅12.0cm、厚さ18.0cm、周囲枠は幅18.0cm、せい30.0cmで構成し３方を鋼鈑にて補強を行った。桁行方向の格子状耐力壁はさらに格子面に鋼鈑パネル補強を行った。これは、梁間方向には壁が４面で、桁行方向には２面しかないので、２倍の強度が必要となる。格子状耐力壁と基礎への水平力の伝達は、格子状耐力壁の下枠を、両面から補強プレートで挟んで下面中央から地覆および地覆石を背割した、大型の溶接組立定着盤と一体となっており、同定着盤周囲のアンカーボルトにより、基壇の梁型を抱くようにスラブを介して定着した。格子状耐力壁の研究は、ほとんどなく、実験は、京都大学建築学科西澤研究室に依頼して行った。図－10に桁行方向の格子状耐力壁、図－11に梁間方向の格子状耐力壁、図－12に実験のセットアップ図を示す。



図－10　桁行方向　格子状耐力壁

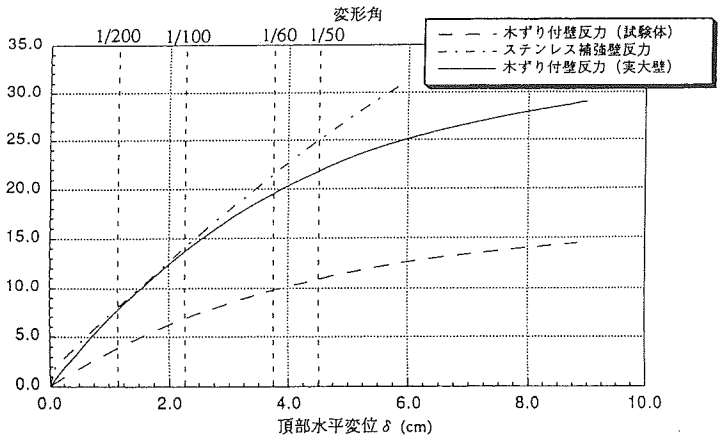


図－11　梁間方向　格子状耐力壁

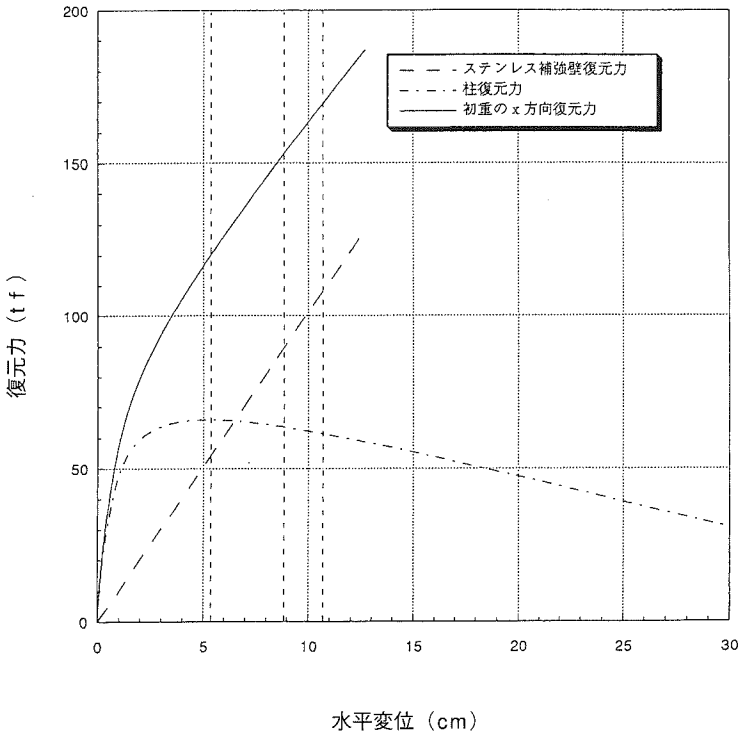


図－12　セットアップ図

図－13は、鋼鈑パネル付格子状耐力壁の実験で得られた、反力－水平変位関係を示す。また、図－14に、柱傾斜復元力と格子状耐力壁の復元力に累加強度を示す。１階の必要水平耐力150トンに相当する変形角は桁行方向1/60となる。さらに、これより大きな変形に対しても保有水平耐力に余力が認められることから、十分安全であると判断できる。



図－13　反力－水平変位関係



図－14　1階累加強度

5、弾塑性地震応答解析

実際に地震が起こったときの建物について考えると、平城宮跡一帯は今でも水が湧いており、今から千年も以前は相当な低湿地だったと思われる。たとえていえば、海の上に建物を建てるような格好になり、激しい振動に対しては、船と同様に足元をがっちり固めて構造体は重心を下げながら揺れてもたせるのがよいと考えた。1階の最大層間変形角を1/50以下に収めれば復元特性も劣化域に入らず、安定した履歴性状を示し架構は構造的に大きな損傷を受ける可能性は少ないと思われる。

この建物の建設地盤が、比較的軟弱で地動に長周期成分が卓越する可能性のあることを考えれば、上部架構の剛性を高めた方が耐震工学的にも有利であると考えられ、動的応答解析結果でもこのことが裏付けられた。

朱雀門は、激震時では層間変形角が実験より1/50以下となる事を確認しており、安全性を確保した。

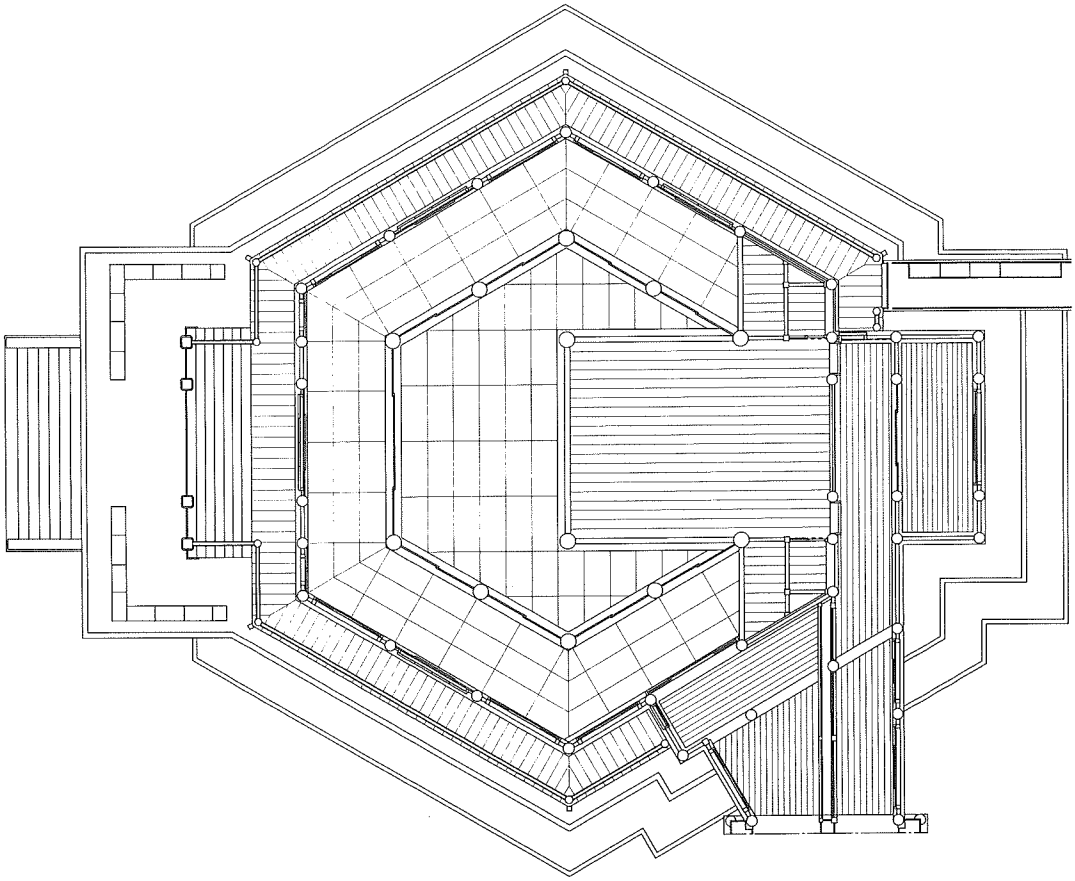
極楽山西方寺・新本堂

東京事務所 所長　東　　進

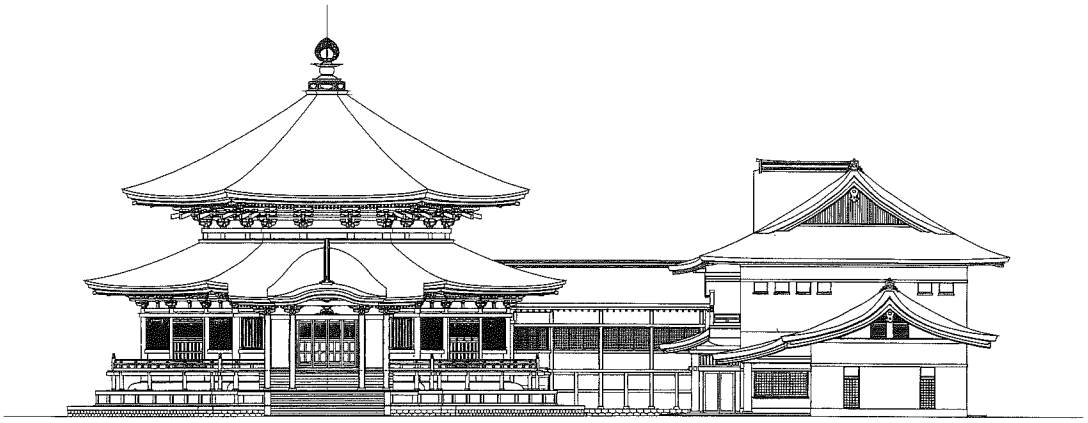
1、はじめに

西方寺は、宮城県の山形よりにあって、作並温泉にほど近いところにある。仙台駅からは、定義行きのバスに乗って、途中、大倉ダムを越えて約１時間半のところにある。西方寺のまわりは、門前町として栄え、旅館、土産物店などが軒を連ねて、平日でも大変参拝者の多い、賑わったところである。

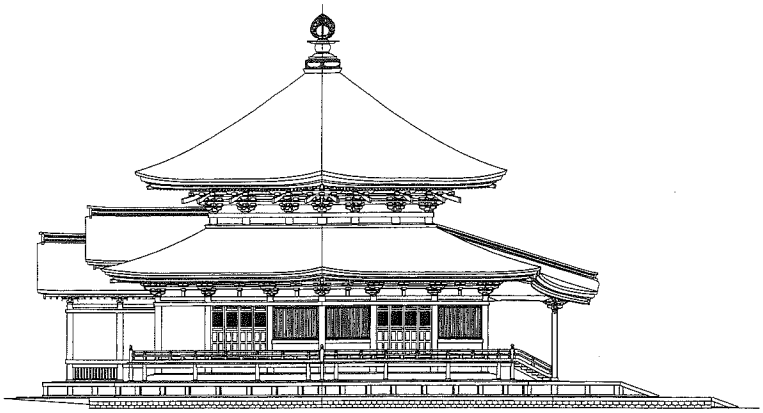
西方寺のご本尊は、定義如来と言って、阿弥陀如来の立像のお軸である。この御本尊は、平清盛の長男、重盛が、中国の育王山に平家一門の繁栄を願って、黄金を贈った返礼として贈られたものである。当地まで持ってきたのが、平貞義（サダヨシ）で、源氏の平家追討を逃れて、名前を定義（サダヨシ）と改めて、60歳で亡くなるまで、日々の祈りをささげていたものである。遺言に墳墓の上に小堂を建て如来の御尊像を安置し、長くお守りす



図－１　平面図



図－2　正面図



図－3　側面図（西立面図）

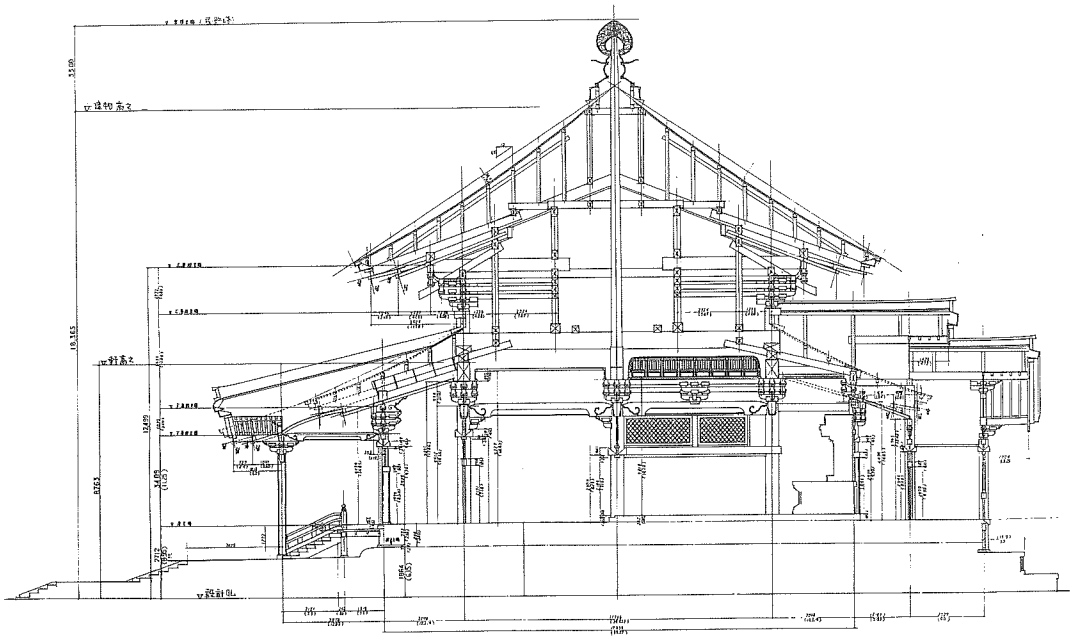
るようにとあって、その通り、現在まで続いているものである。

明治のころに撮られた本堂の写真を見ると、まさに茅葺屋根の御堂であって、密かに願をかけるのにふさわしい、趣のあるものである。大正11年に建替えの発願があって、昭和2年に旧本堂は落慶をしている。

形成は「廻廊下屋式」と称し、長尺の柱で身舎の屋根を受け、外廻りの廻廊を下屋にしたもので、当時、北海道の寺院に多く作られた形式である。頂部には、六角宝塔をのせ、独特の意匠を凝らした六角形の建物である。宮城県には、気仙大工という集団があって、北海道から関東地方まで、かなり幅広く活動をしており、手掛けるものは、寺院から学校、民家まで多様である。当時その中で極めて優秀な、花輪喜久蔵と言う人が、設計をしている。細部彫刻も極めて精巧に作られており、なかなかの力作である。

近年本堂が手狭になり、新しい大きな施設が必要になって、平成2年の6月に、形は六角形、400名の入堂が可能なことを条件に建設計画の依頼を受けた。

建築研究協会はこの設計依頼を受けて、大森常務理事を中心に意匠と構造関係の技術者



図－4　断面図

による基本設計に取り組むことになった。

円堂と称される多角形の建物は、大きくても興福寺の北円堂程度のもので、400名を収容する建物は日本には存在しない、全く大規模な、大木造建築になることが予想された。

400名収容ということでどれほどの規模になるかと言うと、一人当りの必要面積を、0.6m×1.6m＝0.36㎡、また、内陣の間口を3.5間、奥行を3間という一般的な内陣の広さをも考慮にいれて、六角形の規模を割り出すと、内陣の一辺が6.79m、外陣の一辺が10.37mという規模になって、興福寺北円堂の3.7倍という大変、大きな規模となる。

この大規模建築物の意匠は基本的に、旧本堂に習い二層式とした。

構造形式は正面五間多面三間、六角円堂、正面裳階向拝軒唐破風付、背面向拝二重切妻屋根、上層、組物三手先組、中備間斗束、二軒扇垂木、下層、組物出組、中備双斗蟇股、二軒繁垂木、二重基壇、下部亀甲積、上部壇上積、床面積、357平方米108坪の建物である（図－1、図－2、図－3、図－4）。

用材は化粧材約417立方米1500石、野物材334立方米1200石、渡廊下の所用材約835立方米3000石、内陣は欅材、その他化粧材及び野材の内、屋根下地を除き、主要な構造材はすべて青森檜葉とした。

着工は平成5年10月、立柱を平成7年11月、上棟を平成10年11月、そして平成11年11月に落慶を迎えている。最も初期の計画から始まって、竣工まで、ほぼ10年間を要する大工

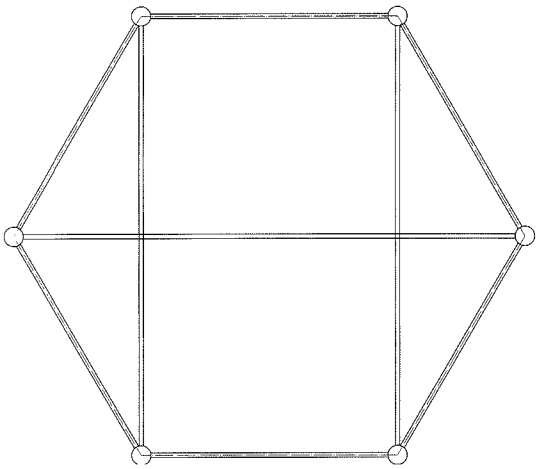
事であった。

この木造の大規模な構造に関する問題点と意匠について述べることとする。

2、構造について

六角形と八角形とでは構造上大変な違いがある。八角形の平面は、対角相互を井桁に繋ぐことができる。

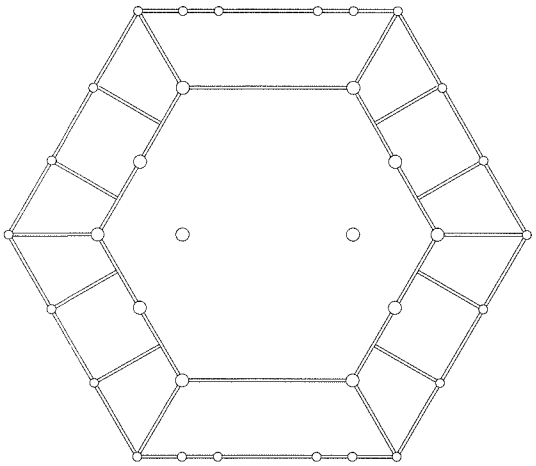
つまり、正方形を隅切りにしただけのことで、構造的には安定したものになり、柱同志を繋ぐことになる。ところが六角形の平面になった場合梁は交差する一方が単一で、梁を対称的に組むことができない。水平力を受けた場合の変形をどのように防ぐかが、架構を考える上で大きな問題となった（図－5）。



図－5　軸組

意匠上、二層の屋根としたが、一般的に、重層の建物は、上下を重ねるときは必ず、下層よりも上層を縮めて、いわゆる逓減していくのが通常である。

ところが、上層の面積が120平方米（36坪）もある建物で、しかも屋根を含めれば360平方米（108坪）にもなる建物の荷重に対して安易に上下の柱通りをずらすことは不利と考えざるを得ない。そこで上下層の柱筋を通すことにした。



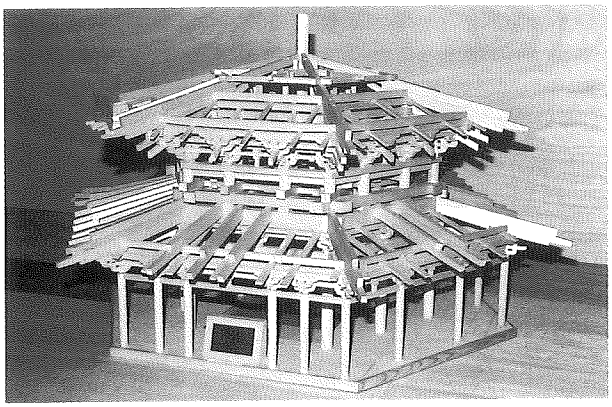
図－6　下層軸組平面図

廻廊部の架構については図－6に示すように、身舎部をつなぐのには、隅柱は対角線方向に梁を架け渡すことができる。しかし、廻廊部の柱は中間に2本あり相対する身舎部は1本であるために柱相互の梁を直行方向に架け渡すことができない。つまり、隅柱同志の繋ぎ以外は連絡できない。

このため、軒裏を化粧屋根裏形式とし、垂木尻を身舎部まで延ばして化粧垂木と裏板で構成される面合成によって構造体力を持たせることとした。

その上にかかる桔木（軒を吊り上げる部

材）は、二段重ねにし、上層身舎部の左義長柱まで扇状に配り、垂木と共に廻廊部の屋根面が身舎部に取り付く構成で安定をはかった。廻廊部の中間柱二本は垂木で挟むことによってつなぎとめ、隅柱は海老虹梁で固定した。



図－7　構造模型

身舎部の大梁は、基本的には前述したように、２本の梁とこれに直交する１本の梁の構成である。この梁については、建物の背骨にあたるので、大径の長尺材を必要とした。

この材料の調達については、青森県の恐山の山奥深くから、特別に目通り90cm以上のものを厳選して伐り出したものである。

この大梁の架構を骨にして、左義長束を受ける小梁等、上層面においてつなぐことができるものを総て繋ぐこととし、結果的には複雑な小梁の層が出来上がり、しっかりとした水平面の構成をつくりだした。

当初大まかな構造模型を作製し（図－７）、全体の構造の検討をした結果、更に梁材の数量を増やし、上層部の梁組を構成した。結果的には、量として、化粧材にほぼ匹敵するぐらいの小屋材を使用することとなり、全体として非常に堅固な構造となった。

上層の屋根は前述したように、面積にして358平方米108坪もあり、その軒の出は、柱真から屋根の最先端まで、4.2m（14尺）ある。その上当地は建築基準法上、２mの積雪荷重を考慮しなければならない。相当な荷重が、はね出した軒の上にかかる。この荷重を支えるため、組物は柱真を天秤の軸とし、はね出している長さとほぼ同寸だけ内側まで肘木を延ばし、左義長束に差し込んで、バランスをとった。丸桁には桁桔木を入れて、斗組にかかる荷重の低減をはかった。

化粧垂木は、下層は配付垂木であるが、上層は扇垂木とし、一本一本の垂木が総て力を受け持つように配慮した。桔木も扇状に配置し、はね出した長さと同寸程度奥へ挿入れ、軒を支えた。

小屋組の構造は、中央に心柱を建て、隅木を二段重ねにして差し込んだ。ちょうど傘を広げたような形になる。この傘の骨に小屋束、母屋を配して、屋根面を構成し、非常に安定した構造となっている。

この本堂は木造で軒高９m棟高13mを超える建物であるため、建設省の木質構造評定を

受け、建設大臣の認定を受けた。

3、上層斗組について

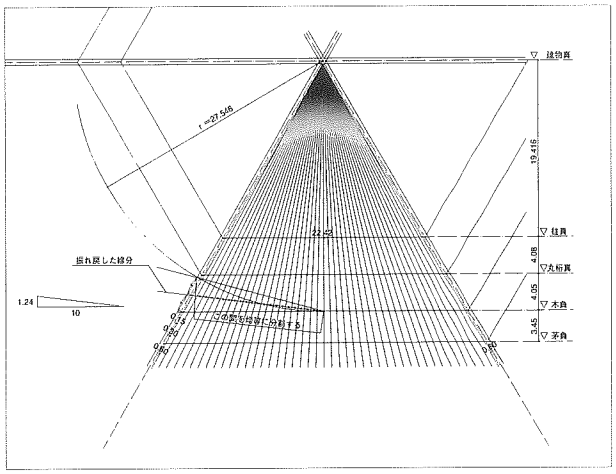
上層斗組の加構は、塔形式の架構を準用した。元来、円堂と称される建物の斗組の組み方は、隅木方向にしか、手先を延ばさない。中間にある斗組は全て、壁付の斗組で、決して前へ手先を延ばさない。そのために、塔のように、組み物が前方へ迫り出してくる斗組の力強さがない。上層の一辺が6.8m（3.7間）もある建物で、円堂的な斗組の処理をしてしまうと、余りにも、のっぺりとしすぎて、迫力に欠けると判断した。これについては、先程述べた円堂の斗組の常識論にこだわる内部の意見もあったが、あえて三手先組の斗組とした。隅の組み方については、斗組が複雑になりすぎると、かえって重苦しく見えるので、軽快な感じで、できるだけスッキリと見えるよう、思い切って省くところは省いた。六角形の三手先組として、一つの解答例を出し得たものと思っている。

又、軒反りを結構つけたので、その反りの影響が斗組にも関係してくる。この解決方法として、一つは丸桁の下端は平らで、上端のみ天端を反り上げて、斗組は平らに組むといった安易なやり方と、隅の柱から延ばす、いわゆる「隅延び」にして、斗組全体で徐々に持ち上げていこうとする、大変込み入ったやり方の二通りがある。いうまでもなく、後者のやり方を選んだ。このやり方だと、全ての部材が反り上がりに絡んでくるので、出来上がりが全く、違和感なく自然に見える。ただしこの場合は、矩形の部材が隅に行くに従って、平行四辺形に変形しながら反り上がっていく。どれ一つ四角なものがない。部材の前後でミリ単位の差をつけて加工しなければならない。しかも六角形に組み上げる。これは大変な手間のかかる作業である。この隅延びの手法については、文化財修理報告書の図面を見ても、そのやり方を明快に表しているものがないので、私は以前から、隅木に直角方向に対してはレベルであるという、当たり前のことに基づいて、丸桁下端の反り定規をずらしていって、墨付けをやればいいと指導してきた。このやり方が案外、大工さんにも直ぐ理解できる。隅延びというのは、理論的には難しいものではないが、ただただ、非常に面倒なものである。現場においては、原寸模型をこしらえた上で、実際の部材を加工し、現場に搬入する前に、仮組みまで行った。この斗組の高さだけで、人の背丈を越える。

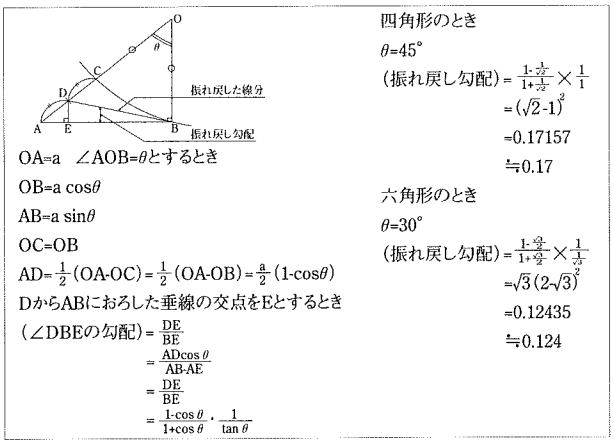
日本建築というのは、面白いもので、大きくても小さくても、パーツとしては、同じものを使っているので、時として、そのスケール感を図面上では感じていない場合もあるが、この仮組みをした時点で、この建物はやはり大きなものだと、痛感した。

3-1、上層軒廻り扇垂木について

扇垂木の配り方については、規矩術の本にその方法論が書いてある。割り付けには、鎌倉割、扇掛割、江戸割の三種類がある。いずれにしても、四角形、つまり隅が45度における垂木の配り方の方法で、この根拠について、明快に示してある訳ではない。今回は方法的には、鎌倉割を採用することにした。鎌倉割とは、図－８に示すように、木負陸水から振れ戻した線分を等分して、垂木の割り付けを行う方法である。四角形の場合、その振り戻す角度が１寸７分の勾配と決められている。ところが、六角形の場合、このまま当てはまる訳ではない。そこで何故、１寸７分の勾配になるかを証明し、その方法で六角に当てはめることとした。その数学的な根拠は図－９による。結論的には、六角形の場合、振り戻した線分の勾配は、１寸２分４厘となる。この線分上を等間隔で割り付け、垂木配りとした。幸いにもＣＡＤの利用で、こういう場合の数値の指示は、まったく正確に図面化を計ることができた。



図－８

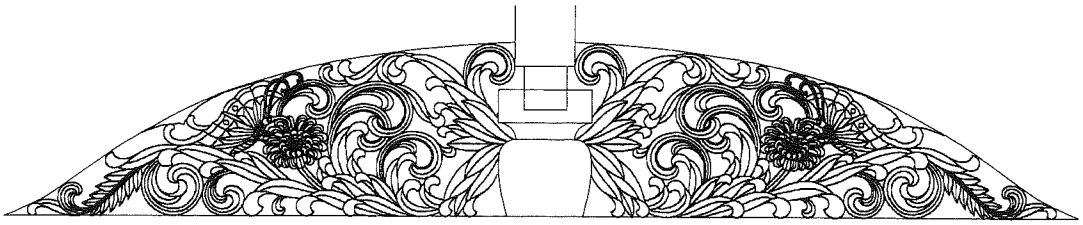


図－９

それにしても、先人の知恵というのは大したもので、こういう理論的なことを、指曲一本で解決してしまっている。それにもまして、指曲という、元来、矩形のもの、90度、45度を対象にして使用するのを、今回のように60度という角度に対し原寸場での原寸引きの作業、墨付けの作業については、随分とご苦労な思いがあっただろうと思う。

４、各部の意匠

今回の工事は、西方寺が東北随一の祈願寺であるため、彫刻類、飾金物類は存分につけるという手法にした。木彫については、建物全体を中世建築の手法でまとめているので、



図－10

その域を余り逸脱しないものとした。しかし、旧本堂は、花輪喜久蔵氏の写実的な彫刻群で埋め尽くす秀作であるので、ここまで近世社寺風にしないまでも、全体としてかなり意匠を凝らさないと釣合がとれなかった。そこで写実的なものとは対照に、文様を徹底的にデザイン化したものでまとめることとした。西方寺の寺紋は、平家の紋所の「丸に揚羽蝶」である。この蝶は非常にデザインしやすい素材であるので、蟇股を除く、木彫と飾金物類はすべて、蝶をモチーフとしてまとめることにした。

木彫の代表例として、向拝中央唐破風の笈形がある。これは、真正面を見上げるところの一番見せ場になるので、若葉で全体の流れを作り、その中に花を一輪、その花に蝶が止まって、蜜を吸っているデザインとした。図－10に示す。この中にも隠し絵的なものがあって、太瓶束を蝶の胴に見立て、若葉を全体的に羽根にまとめた。又、結綿も蝶にして、蝶の中に蝶があるといった、凝った意匠とした。向拝両端に木鼻があるが、これも同様な考え方でまとめた。

本堂内部には、柱と柱の間の中備として、蟇股を配置する。合計で19の蟇股があり、19個すべて違う文様でまとめようと考えた。ただし、意匠がバラバラになっては困るので、テーマを花に決め、木に咲く花として、桐、梅、桜、紅葉、藤。草花として、菖蒲、鈴蘭、水仙、桔梗、菊、小菊、朝顔、蓮、牡丹、杜若でデザインした（図－11）。基調はあくまでリアルなものとせず、あくまで中世風な唐草のもっていき方の中で、各種の花を取り込んだ。

工事中は、建て方の都合上、総ての蟇股の出来上がるのを待って組み上げる時間がなかったので、文様抜きの蟇股をまず嵌め込み、彫刻は後嵌めとした。

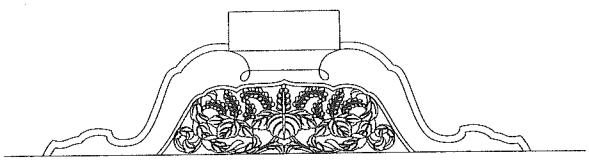
飾金具は、垂木小口、茅負、裏甲、隅木、破風、扉金物、高欄金物、長押金物、階段小口金物、欄間金物、天井金物と多種にわたった。

これらも、デザインの考え方として、遠くのものは、文様も粗くし、遠目で見ても文様が判別できるものとし、比較的目に近いところのものは、細かい文様にして、目を凝らして眺めても、鑑賞に堪えられるものとした。文様は前述したように全て蝶のデザインとした。ただし、デザインも、唐草文様とすると、概して、文様として、密度の濃いところと、

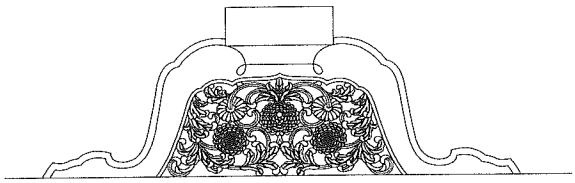
薄いところがどうしてもできてしまう。金と墨差しで仕上げると、金の部分と、墨の部分が均等に混じらず、見苦しいものになってしまうことが多い。

そこで、文様を幾何学的文様として、出来上がりの金と、墨のバランスが均等になるようデザインすることとした。この手法は、日光の建築群を参考にした。たまたまこの時期に、日光山輪王寺の護摩堂も手がけていたため、日光を訪れる機会がよくあったので、その度毎に、金物や彫刻の写真を撮ってきては、勉強させてもらった。

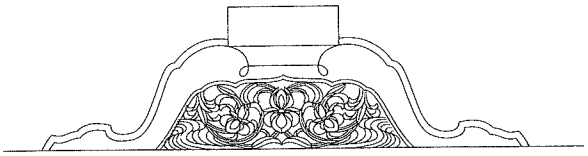
そこで気のついたことは、日光の建築群は東照宮に代表されるように、写実的な、しかもどれ一つとして同じものがないという、江戸時代の技法が集大成されたものであるが、リアルな彫刻群の周りをしめる極彩色塗や、飾金物群は、大体が幾何学文様の繰り返しパターンでまとめられており、そのために額縁的効果となってリアルな彫刻がより以上の効果を発揮できているのではないかと考えた。これが総て唐草でまとめてしまったら、大変うるさくなって、逆に総てが見苦しくなってしまうのではないだろうか。そういう観点から、飾金物は幾何学的繰り返しパターンでやることに決めた。文様の粗さは、



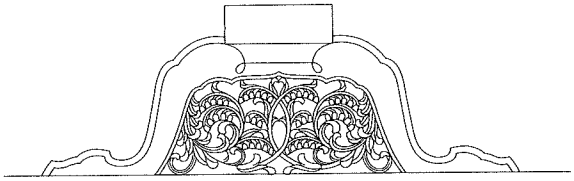
蟇股図案（桐）



蟇股図案（菊）

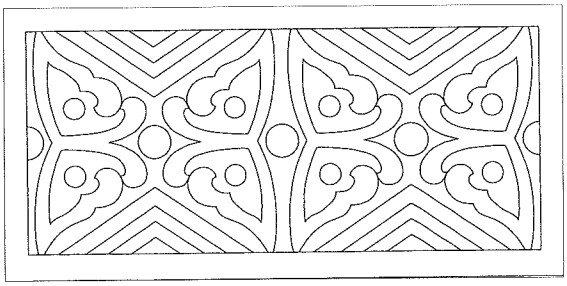


蟇股図案（かきつばた）

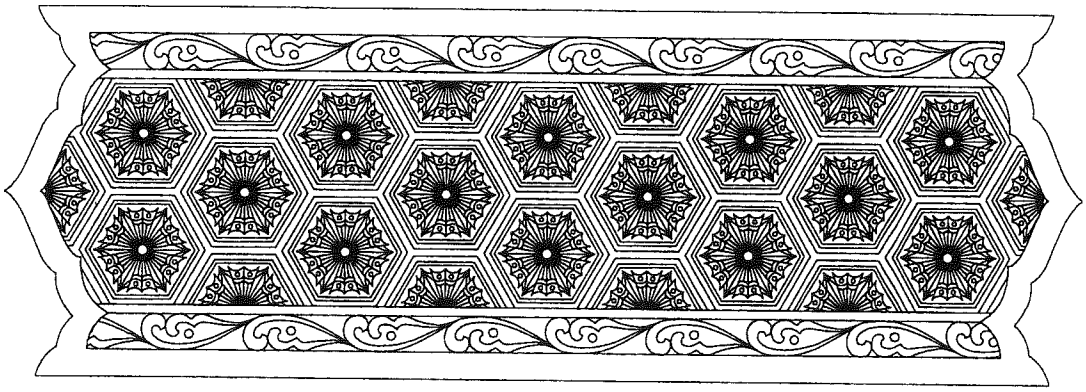


蟇股図案（すずらん）

図－11



図－12



図－13

まず垂木の小口が遠くから判別できることを条件に現寸の決定を行った。図－12に示すように、蝶の羽根の文様、尾垂木小口は、その繰り返し反転文様としている。現寸図の段階で実際に見る距離に離して、幾度も確認を行いながら決定をしていった。これを基に下に降りていくにしたがって、文様を細かくしていった。図－13に示すように、脇壇の框金物などは、かなり細かい文様となった。

また、天井金物については、金物自体も網目調の透かし文様として、格縁に巻き付け、格縁の中心に七宝焼きの唄を付けるという、これも５m以上ある天井に付くためその効果を確かめた上で決定をした。このように、細かい文様のものは、エッチングの上、墨差しとした。結果的に意図していたように、建物全体にふんだんに取り付けた金物が個々にその存在を主張することなく全体として嫌味なく、しかも豪華にまとまった。

５、その他

秘仏は防災上耐火金庫の厨子を宮殿内に納めることにした。旧本堂にも耐火金庫の厨子が納めてある。余談になるが、既存の宮殿の中に、この厨子を納める依頼を受けたのが、西方寺様の最初の仕事である。

この時は、既存の宮殿の実測図面をこしらえて、ギリギリ納まるよう耐火金庫の厨子を設計した。

完成した厨子は、床下からジャッキアップをして納めた。日中は、お詣りがあるので、日没からの徹夜作業となった。

この厨子は、来迎壁後ろにハンドルケースをセットして、それを回転させると、扉が開く設計になっており、御開帳の折など静かにスーと開くものだから、極めて調子のいいものであった。

今回はその経験を踏まえて、二度目の設計となった。今回は半円形の筒状の形にし、扉は円弧状を回転するように引き込む設計とした。

後で分った事だが、製作を担当した人に聞くと、そのような扉は、コンピューター制御による機械加工になって初めて、製作可能になったものであるらしい。円弧状を滑るように開くものだから、より滑らかになって、なかなか出来の良いものであった。

残念ながら、普段は秘仏であるので、閉じたままで、中を拝見することはできない。これは、金庫という特殊金属を加工した技術であるが、金属でも鋳型を使ったものに、屋根上に乗る宝珠露盤がある。この建物にマッチするものであるから、大きさも３ｍを超える、宝珠露盤としては、最大級のものであった。下から見上げた時、請花付として華やかなものを考えた。ただ積雪があるので、請花は透しとし、雪がたまらないよう配慮した。

これは曲面になるので、図面では正確に書けず、図面から粘土で作ってもらって、そこで粘土を削ったり、つけたりして最終の形を決定している。水煙も含め透し文様としているので、遠目から見てもなかなか軽やかで、美しいものに仕上がっている。

以上が本堂に関しての特徴のある点であるが、本堂の設計と同時に長さ77ｍ、延べ面積1800㎡の大寺務所棟を設計している。この寺務所棟と本堂を結ぶのに、木造の渡廊下でつなげている。この渡廊下と本堂の接続が意外に難しかった。本堂の内陣後方に仏具庫をこしらえ、間取りとしては、後ろに飛び出ることにしたため、屋根は内陣との関係で二重切妻屋根としている。この部分に渡廊下が接続となるが、条件として、渡廊下の棟は下層の屋根の峰を越すことができないし、二重切妻屋根に直交して、自然につながっていかなくてはならない。又、渡廊下の斗組は、下層の出組より簡略化を図らなければならず、又、桁の高さも限定されている等々、直角の軸線と60度に取り合う軸線の交差する状況を図面化するのに、ずいぶんと頭をひねったものである。おかげで、現場ではうまく納まり、六角形から抜け出して行く渡廊下が、自然な感じで、違和感なしに出来上がった。

こんな風にして、いろいろな面で西方寺の建物は、自分ながらの独自色を随分と出すことができた作品である。

完成後の評判も上々で、特に大工さんの興味を大いに引くところがあるらしく、工事中もそうであったが、完成後も大工さんのいろいろな会で、研修の一環として、見学にこられているらしい。参詣の方々から褒めていただけるのも大変有難い。プロ同士の研修に供されていることもなお、うれしいものである。工事終了後、「西方寺新本堂創建と工匠たち」という記念誌が発行された。この文中に使用した写真はこの記念誌より転載させていただいた。

編集後記

平成14年（2002年）12月

いつもはじまりは気候の話になりますが、この秋の京都は例年の暖かさとは異なり、平常の気温より半月もまた、ひと月も早い寒い気候となりました。従って、紅や黄色のもみじの色の見事さは、京都に住みついて45年になる小生もめったに見られない美事なものとなりました。

今回お送りしました第４号の巻頭言としては、川﨑清先生から70年万博の頃のお話しをいただきました。もともと、協会に関係の深かった先生方の話をうかがうにつけ、当方でも協会のあゆみについてまとめる必要性が語られております。少なくとも資料の整理はしておかねばならないと考えております。

報告の第一の朱雀門は、この建築全体の平城宮の一部としての計画と意匠の面からでなく、木構造としての構造設計の考え方を理事の金多潔先生に中心になってまとめていただいたものであります。小生も平成８年６月頃、一部建ち上がった現場の上から平城京大極殿跡を眺めさせていただいたことを思い出しました。

報告の第二の西方寺は仙台市青葉区にあるといいましても、作並温泉に近い西方寺（定義如来）の新本堂で、珍しい六角円堂であります。筆者の東さんが前常務理事大森健二博士とともに苦労して設計されたもので、仙台以北の最大の木造建築物といわれています。

最後に、残念なことですが、当協会の非常勤研究員の外山義教授（京都大学大学院工学研究科）が平成14年11月９日(土)に逝去されました。ここに謹んで哀悼の意を表します。

（松浦邦男）

建築研究協会誌　第４号
平成14年(2002年)12月30日
発行　財団法人　建築研究協会
〒606-8203　京都市左京区田中関田町43
電話　075-761-5355
FAX　075-751-7041
印刷　株式会社　便利堂

Architectural Research Association

4

2002 · 12