

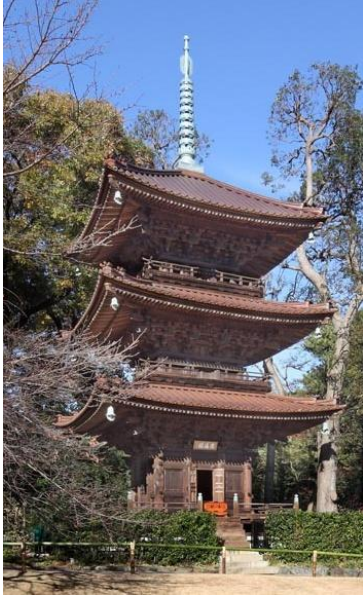
# ホテル椿山荘東京三重塔

26-004-2013 作成	発注者	藤田観光株式会社	所在地	東京都文京区
種別 耐震診断・耐震改修	改修設計	株式会社 竹中工務店	竣工年	1925 年（大正 14 年）
建物用途 その他	改修施工	株式会社 竹中工務店	改修竣工	2011 年（平成 23 年）

## 木造多層塔を部材ごとに立体解析して制震改修



改修前全景



改修後全景

### ●建物概要

建物規模 建築面積 30.25㎡、延床面積 8.47㎡

構造種別 木造

### ●改修経緯

本建物は、広島県にある篁山竹林寺に建立され、大正中期に強風により二層、三層が大破した後、藤田平太郎男爵が譲り受け、1925 年に現在の敷地に移築したものである。

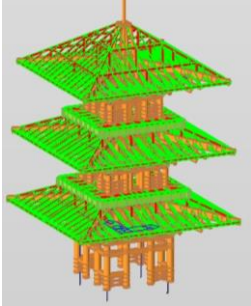
近年、軒先の垂下や部材の脱落など不具合が目立ち始め、補修が必要と判断され、2008 年に外部調査および内部調査を行った結果、本三重塔は、他の多層塔に比べ部材が少ないことなどが判明し、耐震性能に関して疑問が生じた。そのため、改修にあたっては、外観の修復や長期的な垂下対策のみならず、耐震改修も行うこととなった。

### ●耐震診断方法

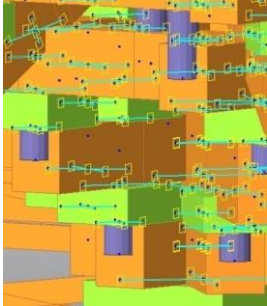
耐震診断を行う際には、どのような手法で診断を行うかが問題となるが、木造多層塔の耐震診断の方法は確立されているとは言えない。そこで、木造多層塔の組み方やその力学性状を考慮した基本式を構築することとした。

伝統木造一般にもいえるが、木造多層塔では特に、「載っているだけ」の部材間接合部が多く、それが建物の性状を大きく左右する。このような場合、めり込み理論が利用できるが、めり込み理論では接触長さが一定である前提があり、そのままでは利用できない状況であった。そのため、離間と降伏を考慮しためり込み理論を考案し、本建物の耐震診断に

使用することとした。耐震診断は、上記理論によるモデル化手法を盛り込んだ、立体解析モデルとし、地震時刻歴応答解析で得られる最大変形角で結果を判断することとした。



解析モデル全体



組物部詳細

### ●耐震改修計画

建物調査により問題点が発見されたが、この問題点の解決によって、長期荷重に対してのみならず、耐震性能も向上することが想定された。この改修に加え、制震部材である亜鉛アルミダンパーを取り付けることにより、エネルギー吸収能力を増すことを計画した。また、移築時に配置してあった初層隅部のボルトを利用し、タイロッドをその上部に配することで、吹上げによる部材の離間を防止することとした。

### ●「亜鉛アルミダンパー」概要

超高層建物にも使われている、超塑性能力を持つ金属である亜鉛アルミ合金を用いたもので、伝統木造建築の仕口部に最適のように形状を工夫し、（一財）日本建築総合試験所の性能評価を受けている。



亜鉛アルミ合金

### ●改修工事概要

改修工事では施工時の風雨対策のため、まず、素屋根を架け、その後全ての部材に番号をつけ、上から順々に解体した。初層まで解体した時点で、想定外の腐朽が判明したが、これは、移築前に長期間放置されていたことによると推察される。腐朽した部材は取り換えや修繕を行った。組上げは解体と逆の順番に行い、その際に施工中のめり込み対策として、プレロードを掛けて変形をコントロールした。銅板の葺替え、素屋根撤去の後、劣化していた初層の天井絵を修復し、改修工事を終了した。



心柱解体状況



番号付け

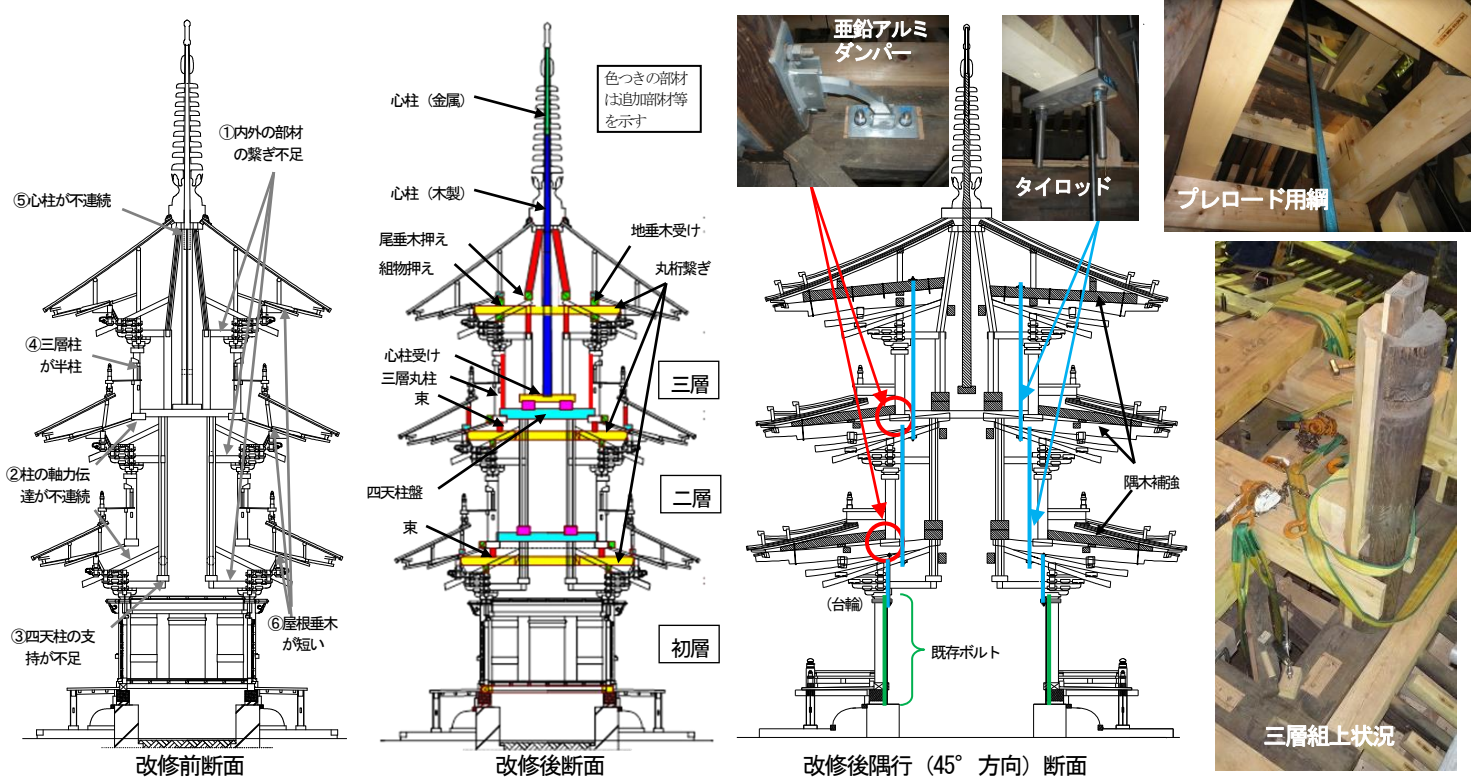


腐朽した部材

【要約】 本物件は、外観の劣化が顕著であった木造多層塔を補修するにあたり、調査に基づき、軒先の垂下対策などを行うと同時に、耐震改修を行ったものである。基本理論の構築を含んだ耐震診断手法の開発を行い、さらに当社開発の亜鉛アルミダンパーを用いて、制震改修設計・施工とした。初層の天井絵の復元など、資産価値の向上も同時に達成されている。

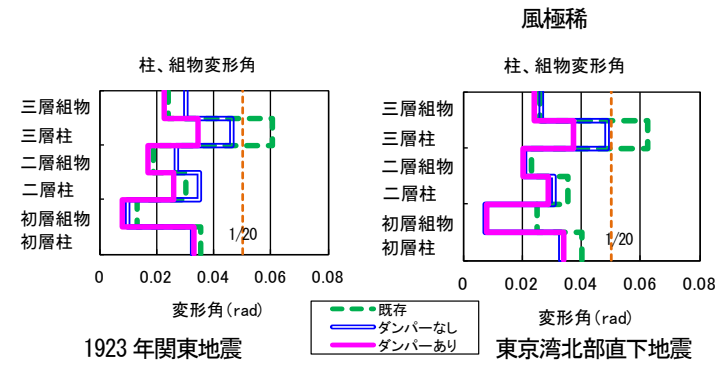
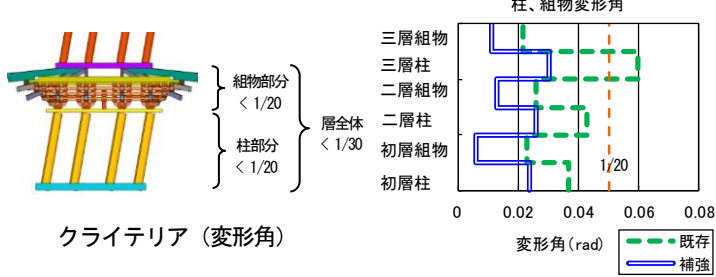
【耐震改修の特徴】短工期施工 老朽化対策 資産価値向上

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 設備改修 液状化対策 その他（ ）



### ●耐震改修の効果

1923 年関東地震模擬波、東京湾北部直下地震模擬波、建築基準法の極めて稀におこる風圧力で、柱部、組物部の変形角が 1/20 を下回ることを確認した。亜鉛アルミダンパーを設置しない状態でも、改修後の変形角は既存よりも小さくなったが、亜鉛アルミダンパーにより、更に低減することが確認されており、制震改修の効果が現れている。



改修後初層

### ●設計者コメント

めり込みの応用理論を構築するなど、伝統木造に関する経験の中でも最も困難な業務でしたが、建築主様とともに日本建築防災協会の耐震改修優秀建築賞を受賞でき、実りも大きい仕事でした。

### ●施工者コメント

早期営業再開という建築主の強い要望があったため、荷重を掛けながら組立てる工法を採用し、1 年掛かる工事を半年で施工しました。庭園内での作業のため第三者災害を起こさぬよう細心の注意を払いました。

### ●発注者コメント

耐震性能の向上はもとより、年代測定により室町前期の木材が使用されていることが判明、天井絵の復元や聖観世音菩薩の奉安、竣工後に命名された「圓通閣」の名など、付加価値の向上にも寄与する改修工事でした。