

辯天宗水子供養塔



新居 努
大林組



北山 宏貴
同

1 はじめに

本建物は大阪府茨木市にある宗教法人辯天宗冥応寺内に建立された水子供養のための塔で高さ60mを超える超高層建物であり、旧建築基準法第38条に基づき、昭和54年に構造評定および建設省（当時）の大臣認定を取得し、昭和56年に竣工した建物である。（写真1）。

今回、本建物内部の1階～地下1階間に、来訪者のバリアフリーを目的としたエレベーターを設置するにあたり、建築基準法第20条第一号の規定に基づく認定を受けるために、耐震補強を実施した。

エレベーター設置に伴う主要構造体の変更はなく、床・小梁等の二次部材の撤去・新設であるが、上部の塔体部において、制振装置を付加した補強を行っている。

2 建物概要

所在地：大阪府茨木市西穂積町

建物用途：寺院

階数：地上1階、地下1階

建築面積：368m²

延床面積：827m²

建物高さ：73.0m

構造種別：塔体部）鉄骨造

塔基部）鉄骨鉄筋コンクリート造

基礎構造：直接基礎

設計者※：ベルフラワー一級建築士事務所

構造設計者※：大林組大阪本店一級建築士事務所

施工会社※：大林組

※改修・補強工事のみ

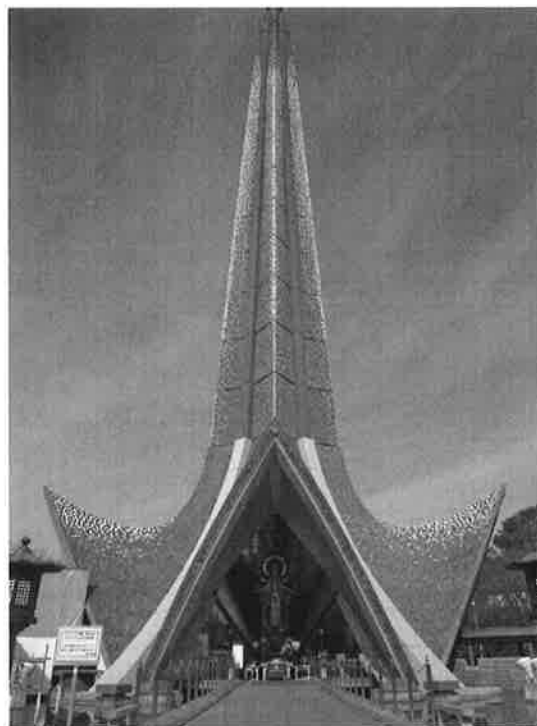


写真1 建物全景

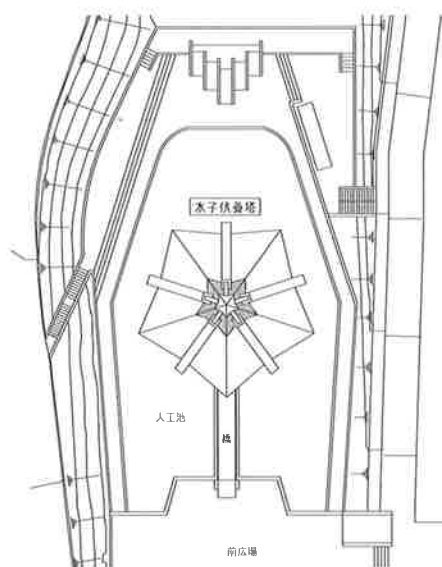


図1 配置図

水子供養塔の地上部は正五角形の平面形状をしており、辯才天女尊像と拝殿がある基壇部と上部の塔体部に分かれている。基壇部の高さは約12.5mであり、5方向にRCシェルで構成された大きな屋根が架けられている。

塔体部の外壁は、ユニット高さ3.75mのプレキャストコンクリート板で、柱はアルミ板で覆われている。プレキャストコンクリート板には水子供養の慰霊プレートが祀られている。

塔体内部はメンテナンス用としてのみ使用されており、高さ5.0m毎に鋼板のデッキ床が設けられ、昇降用の梯子が配置されている。

塔体部はS造で、主体架構は5本のH形断面柱と高さ2.5m毎に外周に配置した梁および高さ5.0m毎に放射状に配置した梁で構成されるラーメン架構である。基壇部は柱、梁ともにSRC造のラーメン架構である。地下はRC造だが、地上のSRC柱の鉄骨は、基礎梁内に配置された鉄骨と接合している。

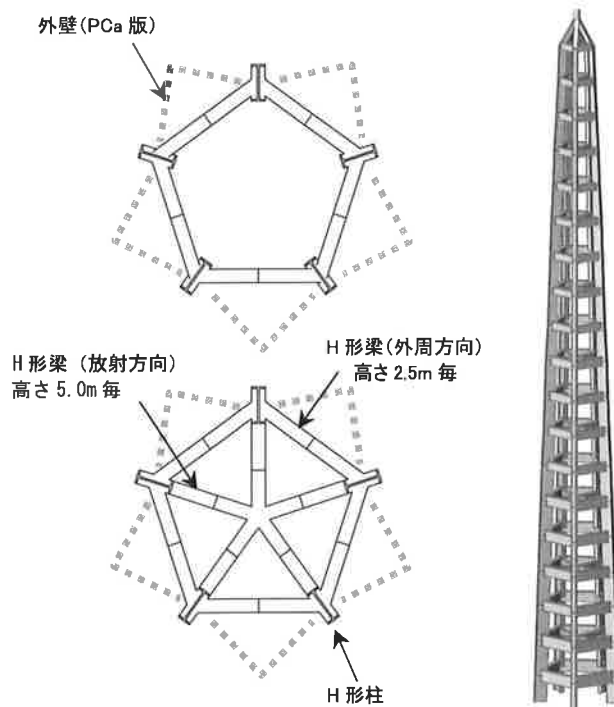


図3 塔体部の構造

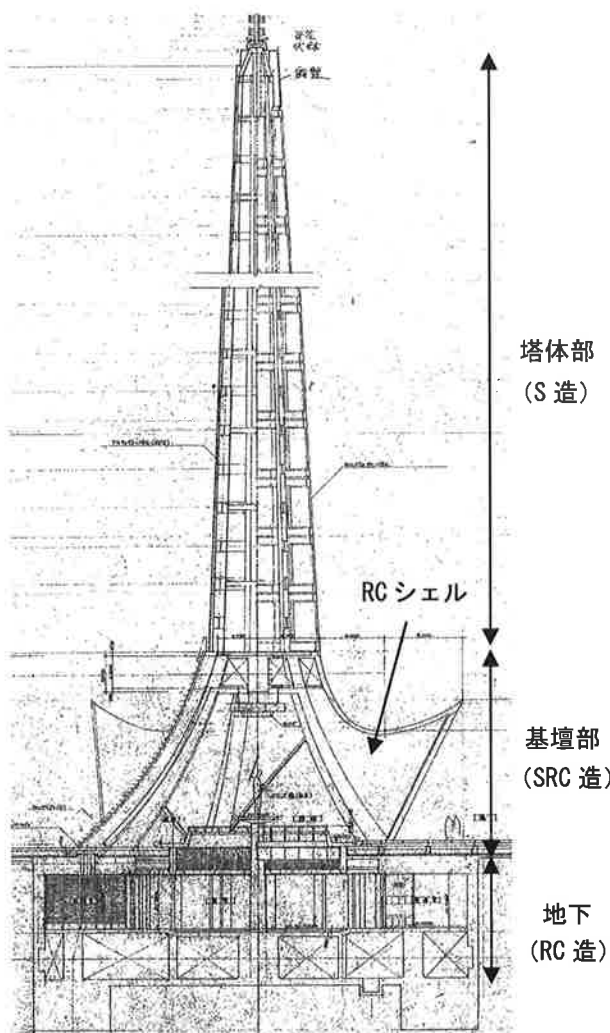


図2 断面図（既存図）



写真2 塔体内部の状況

3 原設計の耐震性能

原設計では既存の観測波を用いた地震応答解析を行っている。基壇部から上の塔体を5質点系にモデル化し、現行のレベル1、レベル2に相当する2つの大きさの地震動に対してそれぞれ、許容応力度、保有水平耐力に対する検討を行っている。（表1）

表1 原設計の耐震設計概要（塔体部）

解析種別	解析Ⅰ		解析Ⅱ	
	弾性解析		弾塑性解析	
解析モデル	5質点曲げモデル		5質点剛体-ヒンジ型モデル	
採用地震波	最大加速度	最大速度	最大加速度	最大速度
	gal	cm/s	gal	cm/s
宮城県沖 1978 NS	200	32	400	64
宮城県沖 1978 EW	200	27	400	55
エルセントロ 1940NS	200	20	400	39
減衰定数	h=0.02		h=0.02	
目標耐震基準	短期許容応力度以下		保有水平耐力以下	
変形角	-		1/120rad以下	

採用地震波は設計時に発生した宮城県沖の観測波を採用している。図4に現行基準に準じた告示波3波および観測波3波（レベル2）と比較した速度応答スペクトルを示す。塔体部の1次固有周期1.05秒（原設計時）近傍では原設計採用地震波の pS_v は現行基準の地震波と同等以上である。しかし、原設計のレベル2における復元力特性はバイリニア型の弾塑性回転ばねモデルとし、曲げ降伏耐力は略算的に塔体を鋼管に置換して算出しているため、実状と若干の誤差が生じている。そのため、現行基準の地震波で地震応答解析を行った結果、塔体部の一部で、設計クライテリアを上回ることが判明した。

なお、塔体部以外の基壇部・地下は現行基準を満足することを確認した。外観調査の結果、鉄骨に錆の発生や損傷もなく、コンクリートはコア供試体により、圧縮強度、中性化深さを計測し、問題ないことを確認している。

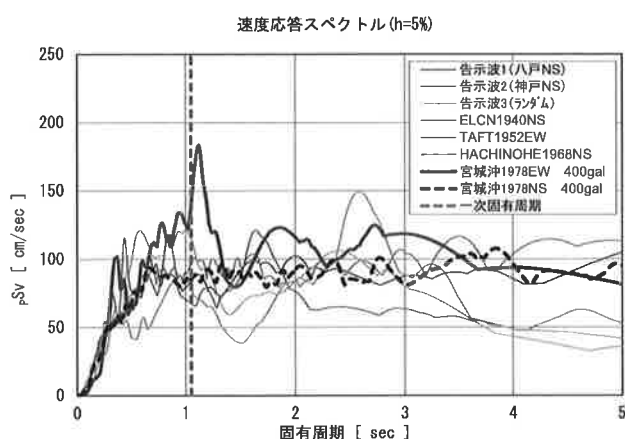


図4 速度応答スペクトルの比較

4 耐震補強設計

既存建物の地震応答解析の結果、塔体部に補強が必要となったが、補強計画に塔体部は3つの課題があった。1点目は塔体内部のメンテナンスに支障が出ない補強部材を選定すること、2点目は外壁には慰霊プレートがあり外壁を一切触ることができないこと、3点目は塔体内部への入り口が幅60cm、高さ150cm程度の点検口に限定され、搬入できる長さに制限があることである（写真3）。

そこで正五角形の平面形状を活かし、放射状に制振装置を配置する計画とした。制振装置は履歴系ではなく粘性系材で補強することにより、応答加速度を大幅に低減する計画とした。また、塔体部は塔状比が大きく、曲げ変形の影響も大きい両者を効果的に低減するように粘性系制振ダンパーを斜めに配置

した。

耐震補強設計のクライテリアは原設計時より高め、レベル2地震時の外力に対して塔体部の部材が弾性限範囲内であることとした。弾性限範囲内では地震時の架構の変形が小さく、ダンパーに入る速度が小さいため、低速域から高い減衰力を発揮する「増幅機構付き減衰装置RDT」を採用した。

RDTは最下層のみ最大減衰力1000kN、その他の層は最大減衰力500kNのタイプを使用した。図5に制振ダンパーの配置と地震応答解析モデルを示す。補強設計の解析モデルは基壇部を加えた立体モデルを用いた。

塔体部の重量は約3700kNであり、基壇部を含めた建物の一次固有周期は $T_1=1.32$ 秒である。

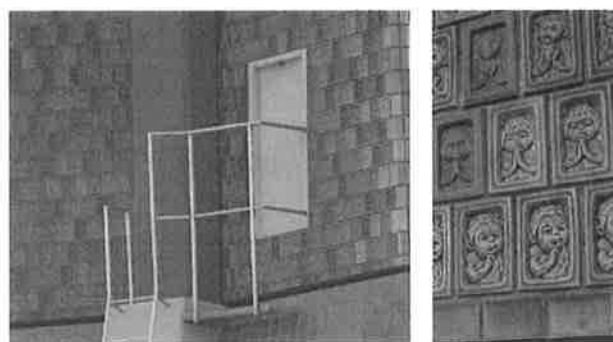


写真3 点検口および外壁タイル

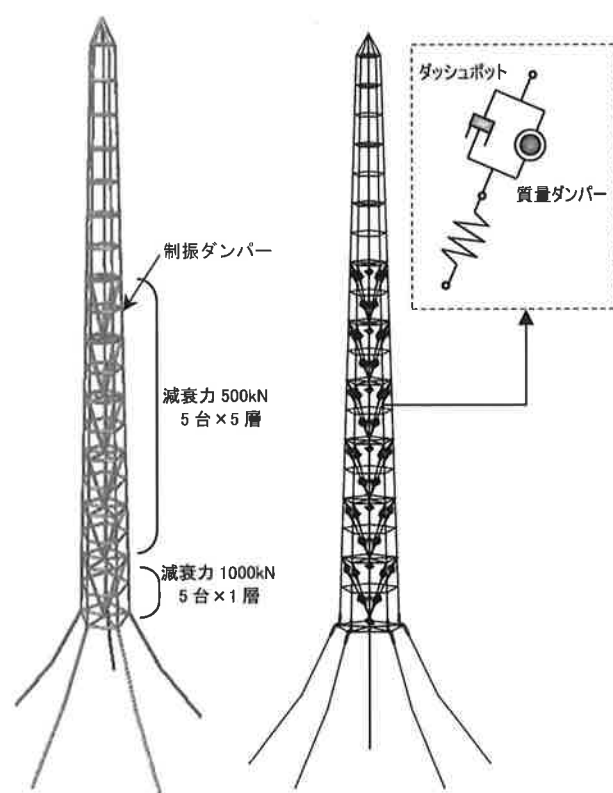
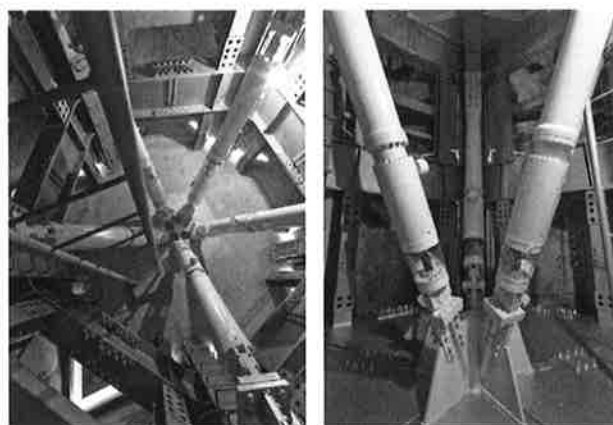
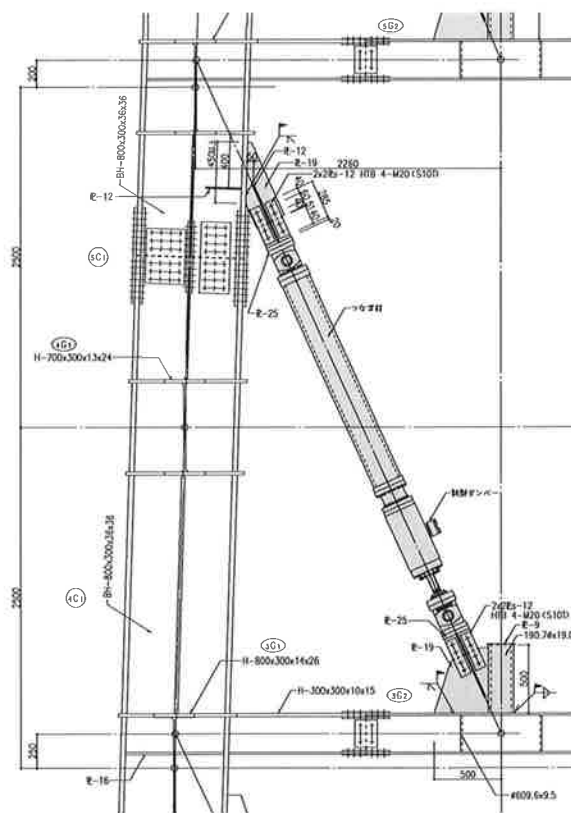
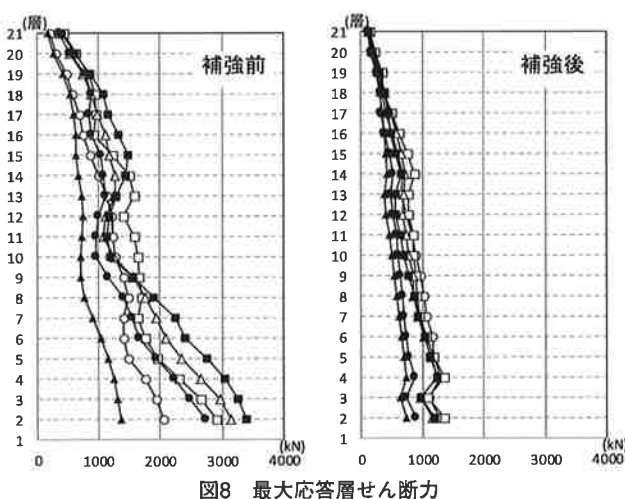
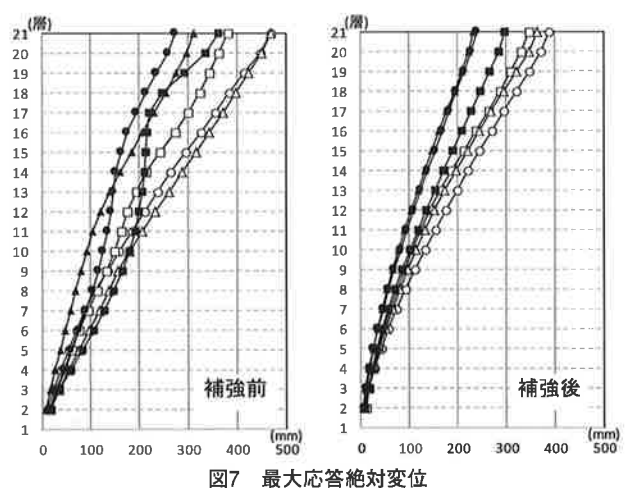
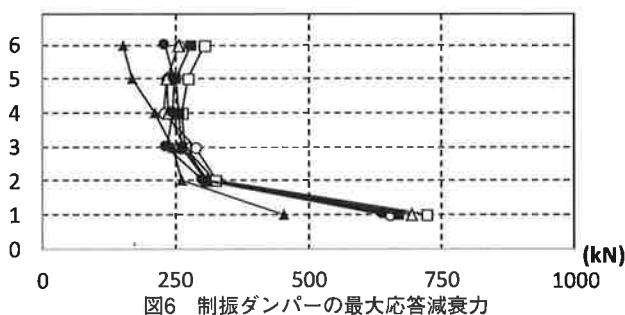


図5 制振ダンパー配置および解析モデル

粘性系制振ダンパーの最大応答減衰力は1層で730kN、2層以上で330kNとなり、最大減衰力の60~75%となっている(図6)。図7、図8にレベル2地震時における補強前後の解析結果を示す。塔体頂部の絶対変形量は約75%に低減し、塔体頂部と基部の変形差による層間変形角は最大1/125radでクライテリアである1/100rad以下を満足した。また、層せん断力は約60%に低減でき、各部材を弾性限範囲内に留めることができた。



5 おわりに

本計画の設計から竣工に至るまで、ご理解とご協力をいただきました辯天宗関係者の方々、ベルフラワー一級建築士事務所の方々をはじめ、工事に関わった皆様に心から感謝申し上げます。

また、補強設計に携わり、当時の構造設計に係られた若林實先生、南宏一先生の設計技術に深く感銘いたしました。