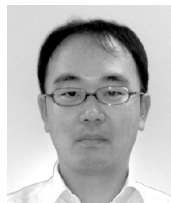


池上・本妙院耐震補強(免震化)工事



邵 立

スターズ免震構造研究所



酒井 和成

同



古澤 健

同

1 はじめに

近年全国各地で地震のために寺社の倒壊が相次ぐのを見て、近い将来に予測される東海・東南海地震等に備えて、老朽化が進んだ本寺院の本堂の改修を検討してきた。色々な構法を検討している中で、2008年末に国土交通省が主催した「住宅・建築物耐震改修モデル事業」の提案に応募して採択されたことをきっかけに、機能性、意匠(伝統)維持、安全性、財産保全、コストなどを総合的に考えて、さらに、地震時の避難場所としての地域貢献の思いで、免震の導入を決めた。

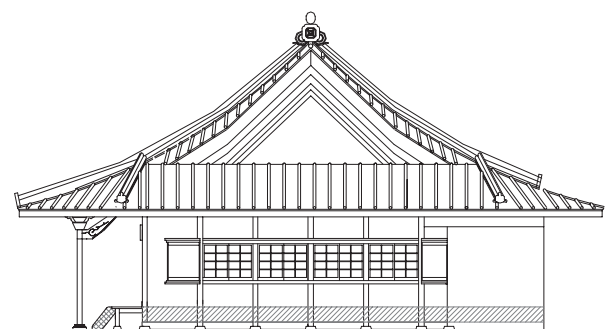


図1 建物外観

2 建築概要

本寺院は、東京都大田区にあり、池上本門寺の支院の一つである。本堂は元々近世からあったが、関東地震で倒壊し、その後昭和3年頃檀家の援助により再建され、築年数は約80年である。平面は、桁行5間、梁間5間、正面向拝一間付である(図2)。延べ床面積は175.6㎡、伝統建築構法で(一部増築箇所除く)、屋根は入母屋、葺き材は銅板である。

本堂の(垂)壁は厚さ80mm前後(最薄部70mm、最厚部115mm)の土塗り壁である。下屋は外部壁がモルタル塗り、内部壁が化粧合板壁である。

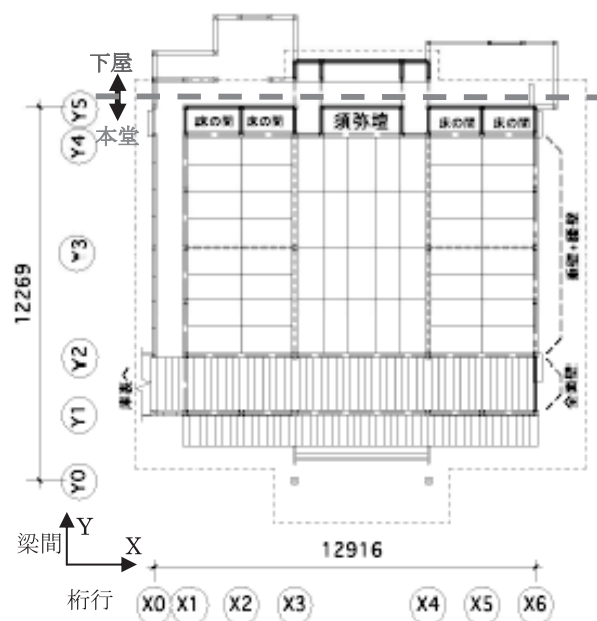


図2 平面図

3 耐震診断結果

本建築物の本堂と下屋(図2)は建築時期が異なり、天井面レベルも段差があるため、別々に診断を行う。

本堂は壁が少なく、水平力はほとんどが垂壁付独立柱からなる軸組みが負担すると考える。保有耐力診断法による精密診断の結果は表1に示す。表2の判定基準によると、大地震時に倒壊する可能性が高い。

表1 診断結果(補強前)

上部構造評点	本堂	下屋
X方向	0.53	1.09
Y方向	0.35	0.55

4 補強方針

補強方針は、なるべく本堂の室内大空間(写真1)の意匠性と機能性を損なわないように、壁量に頼らず、免震の地震入力低減効果を最大限に利用することとしている。免震は基礎免震とし、その他の補強は小屋裏・床下・下屋を中心とする。主な補強位置と工法は以下の通りである。

- ・免震は、二重スラブとせず、柱脚に直接免震装置を取り付ける「柱脚免震」(図7参照)とする。
- ・柱脚を鉄骨フレーム(図7参照)で緊結して一体化する。鉄骨フレームにさらに金属水平ブレースで補強する。
- ・小屋裏補強は、金属水平ブレースと小屋筋交いで補強する(図3参照)。小屋梁は外れ止めとして、包帯補強(SRF工法)(写真2参照)を用いる。
- ・下屋部分は、構造用パネル(図4参照)で補強する。

5 免震設計

免震装置の配置を図5に示す。採用された免震システムは、すべり支承と復元ゴムから構成される。さらに、建物が軽いので、暴風時対策として風拘束装置も取り付ける。一質点系とする場合の周期(免震層変形が300mm、装置の性能値が標準時)は3.22秒である。免震応答の計算は告示の方法で行う。免震装置の製造ばらつき、性能値の温度依存性、経年劣化などを考慮した結果、免震層の応答変位は極めて稀に発生する地震に対して、最大約28cmとなり、上部構造のせん断力係数は0.16となる。

地盤は鋼管杭で改良され、基礎はベタ基礎とする。建物周辺のクリアランスは40cmとする。

表2 判定基準

上部構造評点	判定
1.5以上	倒壊しない
1.0以上～1.5未満	一応倒壊しない
0.7以上～1.0未満	倒壊する可能性がある
0.7未満	倒壊する可能性が高い



写真1 室内大空間

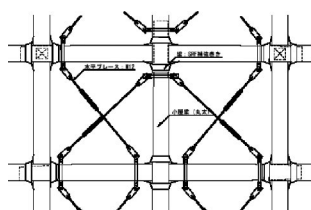


図3 ブレース補強



写真2 SRF工法

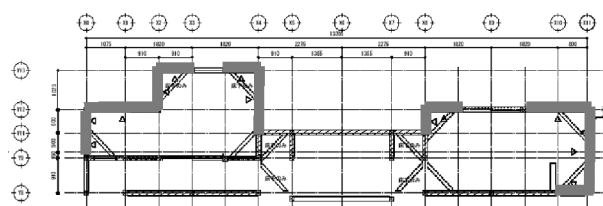


図4 下屋補強 ■ 耐力壁

6 補強効果

補強後の垂れ壁付き独立柱は、鉄骨により柱脚が固定されるため、両端固定と考える。 $C_0=0.2$ の水平力に対して、補強後、表3に示す耐震安全率があることが分かった。さらに、免震化することによって、応答加速度が抑制され、家具などの内部備品の移動や転倒も緩和される。

表3 診断結果(補強後)

耐震壁充足率	本堂	下屋
X方向	2.12	2.19
Y方向	1.16	1.14

7 補強工事

免震工事中の上部構造にもたらず影響を最小限に抑えるために、小屋裏や床下を固めてから免震工事を始めることとした。

図8は補強工事の施工手順である。

- ①1階床、床レベル以下外壁の撤去
 - ②装置を取り付ける部材(又は、荷重受け替え用部材)の補強、増設
 - ③地盤掘削、ジャッキのセット
 - ④ジャッキアップ
 - ⑤所定の高さでサンドルによる仮受け、鋼管杭の圧入準備。本工事では、杭圧入スペースを確保しつつ、掘削量を抑制するため、建物を約1.2m 揚上した。
 - ⑥溶接による鋼管杭の継ぎ足し。
- 鋼管杭を1m ずつ溶接で継ぎ足し、上部構造の自重で反力を受けて順次圧入する。
- ⑦杭を所定のレベルで切断、一次耐圧版(サンドル以外の部分)打設。
 - ⑧サンドル間での荷重の受け替え、元サンドル位置での耐圧版打設、装置上部束材取り付け、装置下部基礎打設
 - ⑨装置設置、ジャッキダウン(サンドル撤去)、免震装置へ荷重の受け替え

最後はフレキシブル配管やExp.Jの設置、周辺クリアランスや外構の整備、竣工検査(据付け精度チェック、仮固定解除等)を経て工事を終了する。写真3はジャッキアップした後の状態である。写真4は杭を圧入している風景である。

8 終わりに

免震レトロフィットによって、耐震性能が大幅に上がったことが分かった。本寺院の免震レトロフィット事業は国土交通省の耐震改修モデル事業の一環として、補助金の交付をいただいた。今後、今回の仕事を通じて積んだノウハウや経験を生かして、免震技術の更なる普及、地震から人や街や財産などを守るため、もっと力を入れて耐震補強事業に取り組みたいと考える。

謝辞：本事業の計画段階から施工完了まで、東京大学の藤田香織先生の多大なご指導を頂き、そして、上部構造の耐震診断、補強計画は呉建築事務所の皆様の多大なご協力を頂き、ここで謝意を表します。

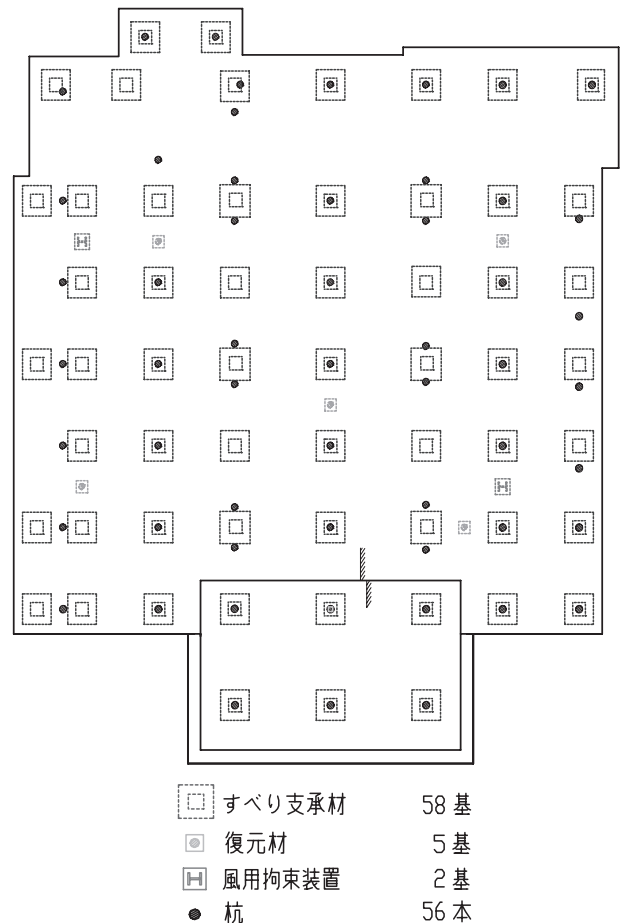


図5 免震装置の配置

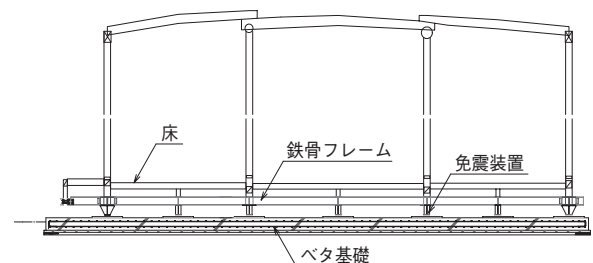


図6 免震層断面図

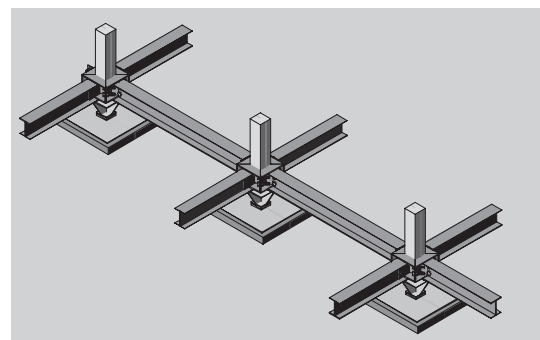


図7 鉄骨フレームによる柱脚免震

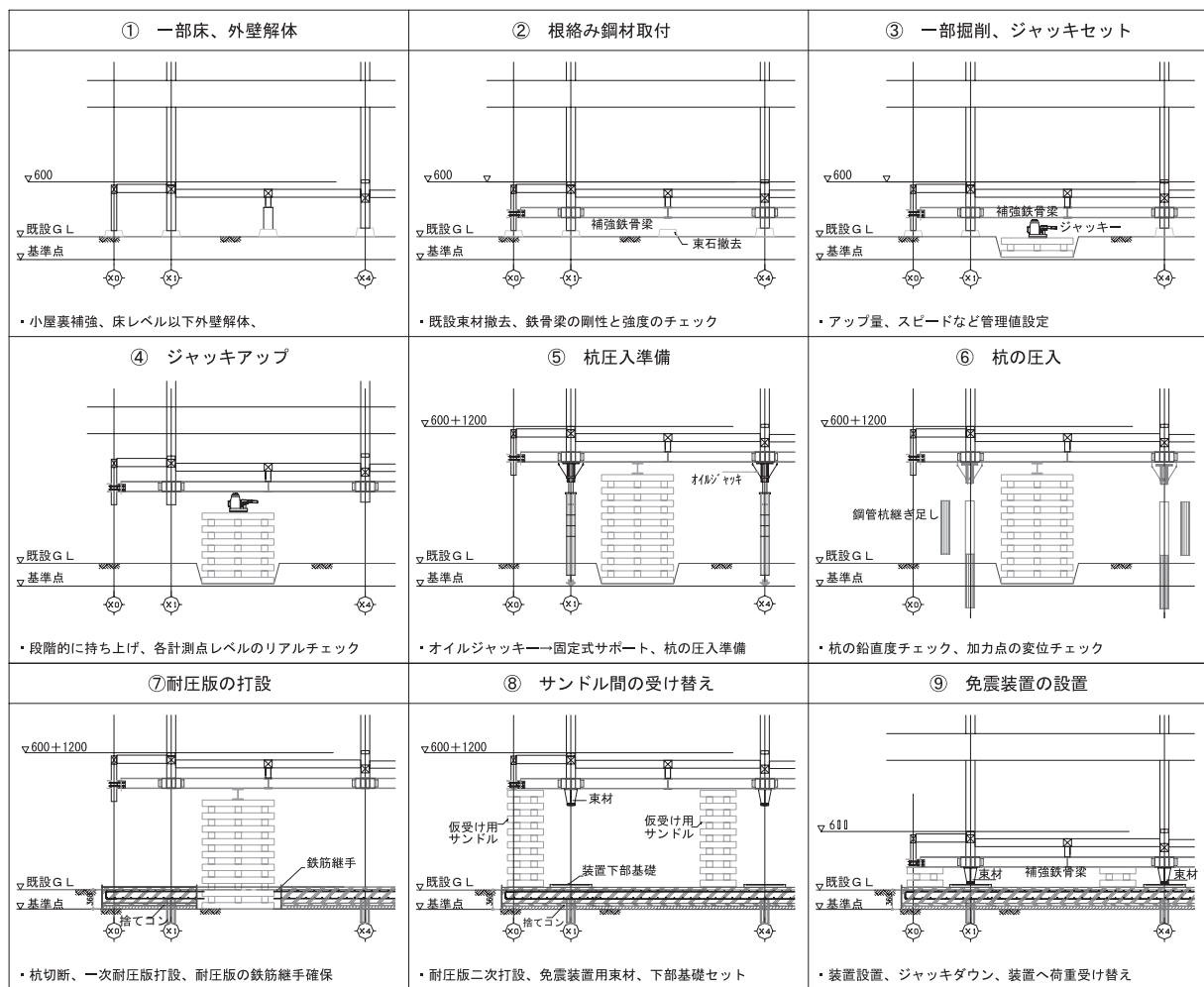


図8 補強工事の施工手順



写真3 施工写真1



写真4 施工写真2(杭圧入)