

伝統木造構法で建てられた民家の免震改修事例 その1 設計方針

正会員 ○魚津忠弘*¹ 正会員 福本有希*²
正会員 飯田秀年*³ 正会員 花井 勉*⁴

伝統木造構法 民家 移築復元
耐震補強 免震改修 二棟併設

1. はじめに

伝統的な構法に則る古い民家を継承することには文化的な価値があるが、そのままでは耐震性能が不十分である場合も多い。耐震補強と保存の双方の要求を満たす手法として、免震レトロフィットによる改修工事が提案される。一般に、重量が軽く低剛性の建物の免震化は困難を伴うとされているが、本物件では移築・新築 2 棟の併設住宅を対象にこれを実現したので、設計手法及び解析的検討に関して報告する。

2. 設計の流れ

2.1 建物概要

本物件は、その下部構造として半地下のRC造車庫を有し、上部に免震層、免震層直上にRCスラブ（以下「人工地盤」）を配して、最上部に伝統木造軸組工法平屋建ての住宅を建設する低層免震建築物である（図1）。最上部の住宅は民家を移築再構築した部分（以下「移築部」）及び新築部（以下「増築部」）の平屋建て 2 棟を渡り廊下でつないでいる。免震層は支承材に直動転がり支承（CLB）、復元材に天然ゴム系積層ゴム（RF）、減衰材に減衰こま（RDT）によって構成している。また人工地盤周囲には、免震層の変形に対して十分な水平クリアランス（43cm）と鉛直クリアランス（8.8cm）を確保している。基礎の形式は杭基礎である。

2.2 設計のポイント

(1) 上部構造

移築部は 150 年前建築の民家を解体後、必要に応じた部材の補修を行って再構築（移築）し、増築部は伝統工法により新築し、2 棟を渡り廊下でつなぐ。移築部と増築部は構造性能が異なるが、堅固な人工地盤上に設置すること、上部構造を十分に小さな応答変位に収めることにより、意匠を損なわない簡易なエキスパンション機構で 2 棟間の相対変位を吸収する。柱は東石に載せたままとする。移築部柱の多くに腐朽が確認されたが根継等により適切に補修しているので、経年劣化による木材強度の低減等は考慮



写真1 材料の補修状況

しない。材料の補修状況を写真1に、上部構造と人工地盤の配置を図2に示す。

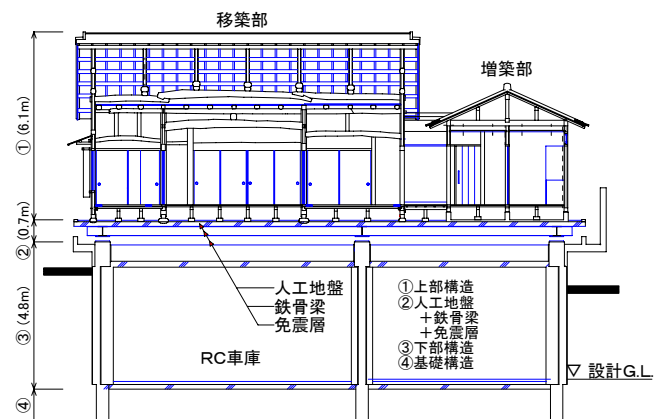


図1 対象建物断面

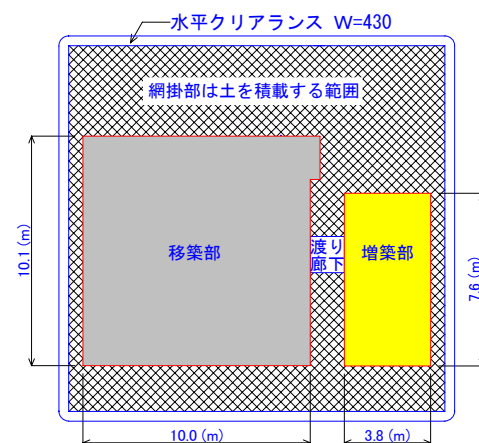


図2 平面配置の概要

(2) 人工地盤

通常の住宅免震工法に用いられる鉄骨架台に代わり、上部構造 2 棟を載せるための人工地盤層を構築する。仕上げとして防水層+モルタル層を形成して重量を増やすとともに土を載せて意匠的に配慮する。又、将来上部構造の位置・重量が多少変わっても対応可能となるよう、人工地盤を支持する小梁の間隔は 2.2m と狭くしている。

(3) 免震層

上部構造の水平剛性が低いので、すべり支承ではなく転がり支承+速度依存型ダンパーを用いることで、応答を極力抑えられるよう配慮した。

(4) 下部構造

免震支承 CLB の直下に車庫天井を構成する RC 梁を配置するとともに、十分な水平剛性を確保するよう設計する。

3. 各部の設計と構造モデル

3.1 上部構造

上部構造の水平剛性は、柱と横架材の節点端部及び節点間に復元力を仮定した構面モデルにより算定する。

各復元力特性は振動台実験等の既往研究¹⁻³⁾に基づき設定する。小屋の水平構面は十分に剛であり、水平力が伝達されると仮定する。各構面の剛性・耐力を加算により算定し、各棟各方向をトリリニア型の骨格曲線としてモデル化した。

構面モデルは柱脚端部をピン接合し、柱頭部はぞ接合による軸組ラーメン架構の効果、太径の柱-貫接合部のめりこみ効果、小壁及び土壁のせん断性能を考慮する。傾斜復元力は柱径が小さいため考慮しない。構面モデル例を図 3 に、各要素の特性を図 4 に示す。地震被害、静加力実験等の既往研究

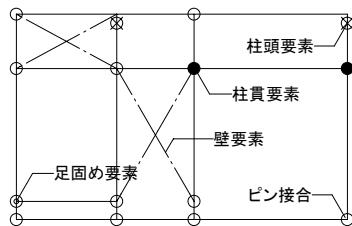


図 3 構面モデル例

及び建築基準法施行令第 82 条 6 の 3 に基づき、設計クライテリアとして損傷限界変形角を 1/120 と設定し、層せん断力係数 0.3 の時に、各方向の変形角が 1/120 以下で

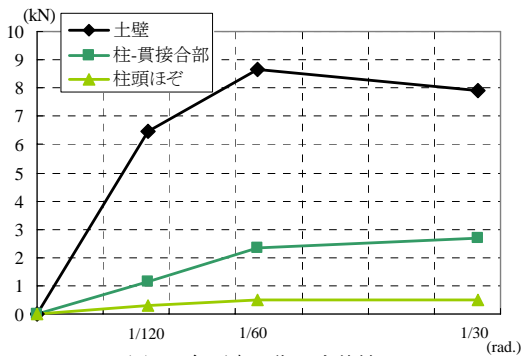


図 4 各要素の復元力特性

あることを確認した。

3.2 人工地盤

人工地盤 (RC スラブ) は直下の大梁(H-440×300×11×18)及び 2.2m 間隔で配置される小梁(H-400×200×8×13)によって支持し、施工は型枠デッキプレートを用いて行う。上部構造の柱は必ずしも鉄骨梁の直上には位置しない為、小梁間中央に柱からの集中荷重がかかる想定にて

断面算定を行った。また、人工地盤外周部(キャンティスラブ)については、短期応力として上下動 1G を考慮した検討を行い、構造安全性を確認した。

3.3 免震層の設計

免震層は支承材に直動転がり支承 (CLB : 静定格荷重 541~2004 kN) 9 基、復元材に天然ゴム系積層ゴム(RF : 水平剛性 83 kN/m/基)4 基、減衰材に減衰こま(RDT : 最大減衰力 77 kN)2 基 (X 通り方向、Y 通り方向計 4 基)で構成した。免震装置、鉄骨梁の配置を図 5 に、免震装置の

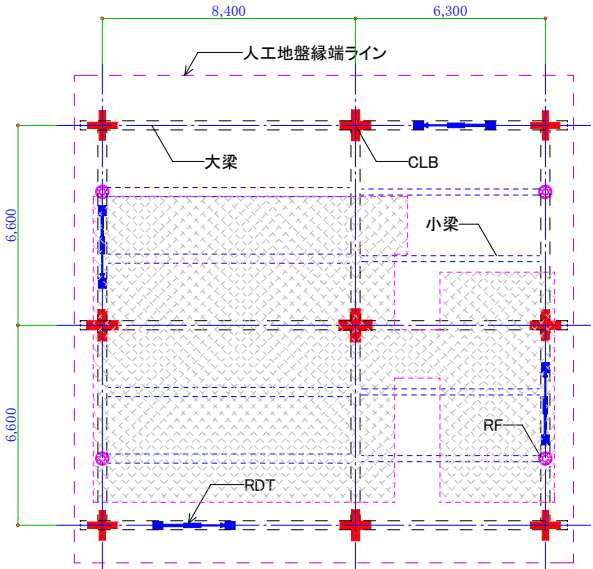


図 5 免震装置、鉄骨梁の配置

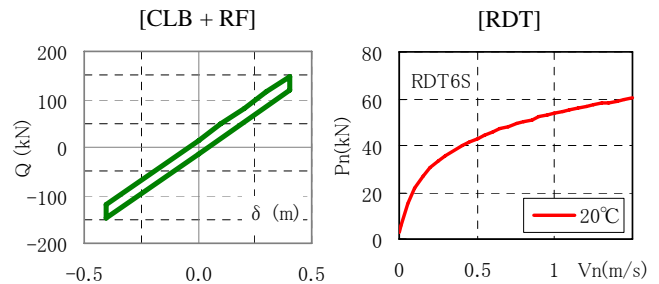


図 6 免震装置の特性

復元力特性を図 6 に示す。

3.4 下部構造 (RC 造車庫) の設計

下部構造は現場打ち壁式鉄筋コンクリート構造とする。下部構造の剛性は、X 方向 53567 kN/cm、Y 方向 121847 kN/cm ($C_0=0.3$ 時等価剛性)である。

参考文献

- 文化庁文化財保護部建造物課：重要文化財(建造物)耐震診断指針 基礎診断
- 稲山正弘：「めり込み抵抗接合の設計」建築技術 1995 年 11 月号、pp.108-109、1995
- 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会編：「伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル 限界耐力計算による耐震設計・耐震補強設計法」、pp.77-78

¹⁾ 魚津社寺工務店

²⁾ 東京大学大学院工学系研究科・修士(工学)

³⁾ えびす建築研究所

⁴⁾ えびす建築研究所・博士(工学)

¹⁾ Uotsu Shaji Corporation

²⁾ Grad. Student, School of Engineering, The University of Tokyo, M. Eng.

³⁾ Ebisu Building Laboratory Co.

⁴⁾ Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.