

興雲閣保存修理工事

補強設計検討書（仮）

平成25年2月

（財）京都伝統建築技術協会 伝統建築研究所

（有）安芸構造計画事務所

別表（耐震診断の概要（木造））

1. 建築物概要

| | | | |
|-------|--|---|------------|
| 建物の名称 | | 島根県指定有形文化財 興雲閣 | |
| 所有者 | | 松江市 | |
| 診 断 | 建 築 | 財団法人 京都伝統建築技術協会 伝統建築研究所 | |
| | 構 造 | 有限会社 安芸構造計画事務所 古川 洋、久我 一司 | |
| 所在地 | | 島根県松江市殿町 1-59 | |
| 用 途 | | 展示物（島根県指定有形文化財） | |
| 規模等 | 面 積 | 建築面積：584.4 m ² 延床面積：753.750 m ² | |
| | 高 さ | 階高：1階：4.17 m 2階：5.50 m 軒高：9.941 m 棟高：14.826 m | |
| | 建物形状 | 整形平面（東西方向に突出部有り） 入母屋造棧瓦葺き 桁行 29.209m 梁間 14.514m | |
| 構造概要 | 構造区分 | 木造 | 積雪区分 一般地域 |
| | 構法・規模・仕様 | <input type="checkbox"/> 在来軸組工法 <input type="checkbox"/> 枠組壁工法 <input checked="" type="checkbox"/> 伝統構法 地上 2階建て | |
| | | 外壁：荒壁下地下見板張ペンキ塗り 屋根：棧瓦葺 | |
| | | 建物の区分 <input type="checkbox"/> 軽い建物 <input checked="" type="checkbox"/> 重い建物 <input type="checkbox"/> 非常に重い建物 | |
| | 基 礎 | 組積造（独立又は連続敷き） | 地盤種別 第2種地盤 |
| 構造的特徴 | <p>平成22年度に現状建物の耐震診断を行い、大地震動時に倒壊の危険性があるという結果となった建物である。7昨年度に建物の調査を行い、不明確であった外壁内の筋交い位置を赤外線サーモグラフィにより確認した。その結果から診断時と異なる筋交い位置を修正し、再度、現状建物の耐震性能の確認を行った。筋交い量は大幅減となり、大地震動時に倒壊の危険性があるという結果に変わりはない。したがって、補強案の検討を行うこととした。</p> <p>目標性能を大地震動時に非倒壊（安全確保水準）とした。角形鋼管を建物内部に建て、1階床下、1階天井内の一部、および2階天井内に柱間をつなぐ梁を設けて不足する耐震性能を補う。また、1階天井内と2階天井内には建物全体に鉄骨による水平構面を設け、平面的に大きなゆがみが生じないように考慮している。更に、車寄せ部分のピロティの柱は独立基礎の礎石に据えられているのみで、大変形時に崩落の危険性があるので、2階天井内に新設する鉄骨のトラス梁から短期間、支持できるように計画した。</p> | | |
| 経 歴 | 建設年数 | 1903年（明治36年）竣工 | |
| | 増・改築 | <input type="checkbox"/> 増築・改築なし <input checked="" type="checkbox"/> 増築・改築あり | |
| その他 | 設計図書の有無 | 配置図、平面図、立面図、断面図、伏図、軸組図 | |

2. 建築物調査結果概要

| | | |
|-------------|------|--|
| 調 査 日 | | |
| がけ等の有無 | | |
| 造成の履歴 | | |
| 地盤種別 | | 2種地盤 |
| 主架構 | 断面寸法 | 柱：φ240、181×181、151×151 梁：150×175～182×364（桁梁） |
| | 傾斜値 | 最大 rad 程度 |
| 床 | 仕 様 | 板張り |
| | 傾斜値 | 最大 mm |
| 屋根の仕様 | | 棧瓦葺 |
| 耐震要素 | | 土壁、下見板壁、壁内の筋交い |
| 接合部の仕様 | | ホゾ差し、ホゾ差し込栓打、大入楔、渡りあご、腰掛鎌等 接合金物 |
| 部材の劣化、損傷 | | 損傷状況： <input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> 少しあり <input type="checkbox"/> 多くあり <input type="checkbox"/> 極めて多くあり 腐朽状況： <input type="checkbox"/> なし <input checked="" type="checkbox"/> 少しあり <input type="checkbox"/> 多くあり <input type="checkbox"/> 極めて多くあり |
| 基礎の仕様と鉄筋の有無 | | 直接基礎。外壁下は地盤面から約700mmの高さまで積上げた組積造の布基礎（3段積み）。回廊は自然石から削り出した独立基礎 |
| 劣化度による低減係数 | | 文化財建造物であることから、「重要文化財（建造物）基礎診断実施要領（平成24年）」に準拠し、劣化部位は修復することを原則として、劣化を考慮せずに検討を行う。 |

別表（耐震診断の概要（木造））

3. 耐震診断の方法及び結果等

| | | | | | | | | | |
|-----------|--|---|--------------------------------------|---|----------------|---------------------------------|------------------|------|----|
| 診断方法及び目標値 | 準拠した耐震診断の方法 | 「重要文化財（建造物）耐震診断指針」に規定する基礎診断（重要文化財（建造物）基礎診断実施要領（平成 24 年））（文化庁） | | | | | | | |
| | 解析方法 | 限界耐力計算 | | | | | | | |
| | 電算ソフト | ☑使用あり □使用なし ソフト名：三次元立体解析プログラム MAIDAS iGen ver.797 | | | | | | | |
| | 目標値 | 安全確保水準 | 大地震時に倒壊せず、中地震時に機能が維持できる。 | | | | | | |
| 目標値 | 損傷限界時(中地震動時) | 1/60 以下（層間変形角）※参考値 | | | | | | | |
| | 安全限界時(大地震動時) | 1/30 以下（層間変形角） | | | | | | | |
| 診断方針 | <ul style="list-style-type: none"> ・柔床を考慮した三次元立体解析モデルにて弾塑性静的増分解析を行い、荷重－変形関係を算定する。 ・地盤種別を第二種として、「伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル」に示されている方法で増幅率 G_s や減衰定数 heq 等の数値を決定し、大地震動時の応答変位、応答加速度、及び部材応力の確認を行う。 | | | | | | | | |
| 解析結果等 | 限界耐力計算 | 共通 | 置換モデル | 特記事項 | | | | | |
| | | 1 質点系 | 建物全体を 1 質点モデルに置換して検討を行った。 | | | | | | |
| | | 耐力要素 | 1 | 補強鉄骨架構（柱 200 x 200、梁 H-340x250～200x200、L-130x130） | | | | | |
| | | | 2 | 下見板壁（「伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル」の下見板貼り参照） | | | | | |
| | | | 3 | 荒壁 厚 4.5cm（「重要文化財（建造物）耐震診断指針」の土壁を参照） | | | | | |
| | 4 | | 土壁 厚 9.0cm（「重要文化財（建造物）耐震診断指針」の土壁を参照） | | | | | | |
| | 諸元 | 建物重量 (kN) | 地域係数 Z | G_s の算出方法 | | 代表高さ (m) | | | |
| | | 3502.1658 | 0.9 | 略算法 | | 7.96（大地震動時） | | | |
| | | 偏心率 F_{ex} | 偏心率 F_{ey} | 等価粘性減衰定数 (heq) 最大値 | | 加速度応答スペクトルの調整係数 ($p \cdot q$) | | | |
| | | 2F 1.000 | 2F 1.000 | X 方向 | 0.112(1/15rad) | | p=0.85（階数及び等価周期） | | |
| | | 1F 1.000 | 1F 1.000 | Y 方向 | 0.118(1/16rad) | | q=1.0（有効質量比） | | |
| | 限界耐力計算結果 (三次元立体解析モデルによる弾塑性静的増分解析) | 安全限界時（大地震動時） 層間変形角は平均値、() 内は最大値とする。 ※：確認した最大変形時を示す。 | | | | | | | |
| | | 等価周期 (T_e) | | 層間変形角 | 応答せん断力 (kN) | CB 換算値 | G_s (応答時) | 判定 | |
| 現状 | | X 方向 | 2F | 3.06 | 1/20(1/23) | 278.0 | 0.142 | 2.03 | NG |
| | | | 1F | | 1/25(1/20) | | | | |
| 現状 | | Y 方向 | 2F | — | ※1/46 | ※222.7 | 0.104 | — | NG |
| | | | 1F | | ※1/16 | ※328.1 | | | |
| 鉄骨補強 | | X 方向 | 2F | 1.79 | 1/29(1/23) | 665.2 | 0.333 | 2.03 | OK |
| | 1F | | 1/33(1/20) | | 1049.0 | | | | |
| 鉄骨補強 | Y 方向 | 2F | 1.64 | 1/34(1/28) | 728.5 | 0.365 | 2.03 | OK | |
| | | 1F | | 1/35(1/23) | 1148.8 | | | | |
| 診断結果概要 | <p>限界耐力計算の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ X 方向は桁行方向（南北方向）、Y 方向は梁間方向（東西方向）を示す。上表は正加力時の結果であり、負加力時の結果も大きな違いが無いことを確認している。 ・ 大地震動時の応答変位は、X 方向（1F：h/33、2F：h/29）、Y 方向（1F：h/35、2F：h/34）となり、目標値である非倒壊の限界変形 h/30 以下を確認できた。部分的に h/30 を超えるが、曲げ耐力に達する柱が X 方向は無く、Y 方向は 1 箇所のみであることから、倒壊する危険性は小さいものと判断した。 ・ 大地震動時に補強鉄骨架構に生じる降伏箇所は、1 階柱脚、2 階柱頭、および 2 階梁端部となり、全体崩壊形となることを確認した。 ・ 重要文化財（建造物）基礎診断実施要領（平成 24 年）に基づき検討を実施しており、周辺地盤の崩壊、地震時の礎石の移動、基礎からの柱の外れ、梁の落下、壁の崩落は考慮しないこととした。 | | | | | | | | |
| 設計者の所見 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 大地震動時に想定される建物の損傷は、外壁の下見板壁の破損、外壁内の筋交いの座屈、内壁の土壁のひび割れ・剥落、一部柱脚の礎石からの脱落、および天井の落下である。 ・ 現行法規に従う一般的な木造建物に比べると地震時の変形が大きいので、建物内の展示物や家具の転倒防止策、および天井からの吊り物等の落下防止策を講じることが望まれる。 | | | | | | | | |