



栃木市立文学館の耐震改修

市指定有形文化財

旧栃木町役場庁舎の耐震対策

正会員 (株)佐藤総合計画

構造オフィス 國廣 邦江

寺口 拓矢

1. はじめに

栃木市立文学館（以降、文学館）は、大正10年（1921）に建築技師 柏分寅雄（後に堀井寅吉と改名）の設計により、栃木町役場庁舎として竣工した。

その後文化財としての価値を評価され、平成10年には国登録有形文化財に、平成29年には市有形文化財に指定された。そして平成31年から2年に渡り、可能な限り建築当時の意匠を復原するために改修工事が行われた。

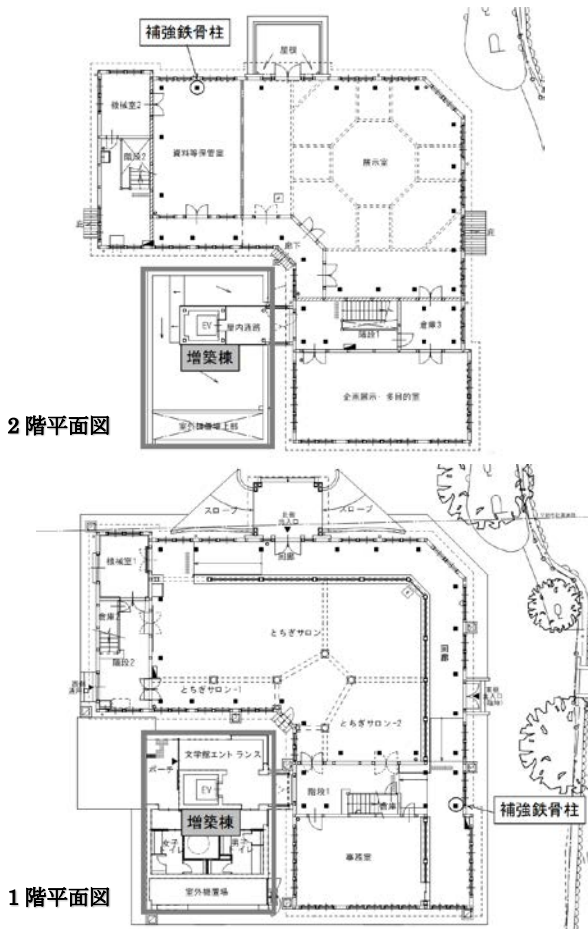


図1 改修後意匠図

所在地	栃木県栃木市入舟町7番26号
建築主	既存：栃木町 補強：栃木市
設計者	柏分寅雄（建築技師）
施工者	既存：牧田榮作（大工棟梁） 補強：牧田・清田JV
竣工	既存：大正10年 補強：令和3年
規模・構造（既存部）	建築面積：477.02m ² 延床面積：926.90m ² 地上2階 既存：木造、松くい 補強：鉄骨造、くい基礎
主用途	博物館



図2 改修後写真

2. 耐震改修

2.1 改修基本方針

市有形文化財としての価値を保全しつつ、訪れたひとが安心して利用できる建物として改修する必要がある。建物内外装は可能な限り保全しつつ、可逆性を念頭に置いて耐震補強やバリアフリー、ユニバーサルデザインに配慮した改修を行うことを方針とした。

改修設計の段階では市文化財保護審議会委員の河東義之先生の確認と助言をいただきながら進めていき、改修設計完了後には市文化財保護審議会の現状変更許可を得て工事着手へ進んだ。今回は、建物の耐震改修を行なった事例として詳細過程を報告する。

2.1.1 建物の特徴

平面形状はL字状に配置され、最大9.09mの長スパンを合わせ梁により可能とし、室内中央は無柱空間である。外壁面には耐震要素として筋交いが配置されている木造在来軸組工法である。屋根は切妻屋根形状であり、トラス状の小屋組で構成されている。外壁はハーフティンバー様式、基礎は松杭地業の上に凝灰質切石積みをした基礎である。

竣工は大正10年のため、耐震改修前の主な地震被害として、関東大震災（1923）、東日本大震災（2011）を経験するが、震災後の調査の結果では大きな被害は確認されていない。平成26年まで市役所庁舎として使用されていた。

2.1.2 改修方針

今回の改修工事では、ある程度の改変は避けられないが、空間の形態や仕上げ材料の特性および内外装の保存を維持できる工法を目標とした。そのため、図3に示す文化財としての内外装の保存レベルをA～Cに分類し、保存レベルが高い範囲（A）への耐震補強の露出は原則避ける方針で改修設計を行なった。また劣化が激しい箇所は新規材料への交換または補修を行なうこととした。

2.2 改修の課題

改修設計前に耐震診断（精密診断）を実施し、評価点 $Q_d/Q_r=0.20\sim0.25$ 程度のため、大規模な耐震改修の必要性が予想された。一方で、保存レベルのAの範囲は復原を主体とし、耐震改修部材は露出しないような対策が必要とされた。また新規補強部材と既存部材の一体挙動をさせる対策も必要となった。

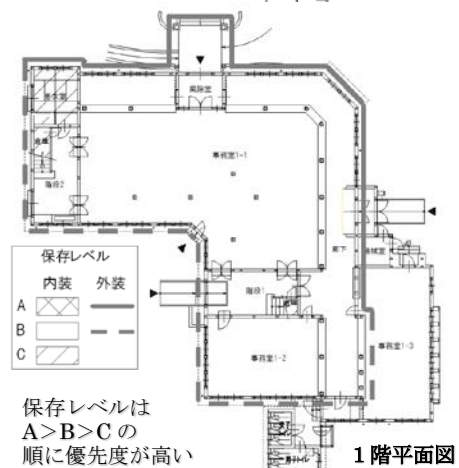
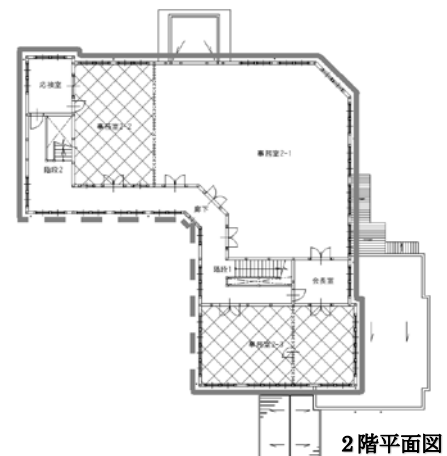


図3 文化財保存レベル（改修前）

2.3 改修の素案

木造架構の耐震補強形式および耐震補強に伴う基礎形式の比較検討を行なった。

上部架構の形式は、木造在来補強、鉄骨造を付加することでの補強、免制震による補強の3案で比較検討を行なった。保全の維持を目的とした改修方針と照合しながら、施工性や経済性も加味して、高い靱性と強度と補強部材の小断面化を期待できる鉄骨フレームを建物内へ新設し、耐震補強を行なう工法を採用した。鉄骨フレームへの荷重伝達は、水平ブレースを追加する方針とした。

基礎形式は、既存基礎への干渉を考慮し、建物内での施工が可能な羽根付き鋼管杭工法を採用した。

2.4 調査結果

耐震改修の素案の検討と並行して、建物の専門調査を実施した。主な調査目的は次の5点である。

2.4.1 建物全体の寸法精度の計測：

経年的な木材の伸縮、反り、曲がり重複し、床面レベルの不陸や外壁面の傾斜が確認された。計測結果を元に、基準とする建物のFLレベルの設定を行なった。

2.4.2 既存木梁の架構精度の確認：

新設鉄骨フレームのレベルと位置の設定を行なうため、既存木梁の構成と新設鉄骨フレームを配置できるスペースの確認を行なった。鉄骨の施工精度を考慮しても、鉄骨建方が可能なスペースを確保できることを確認した。

2.4.3 小屋組屋根の屋根材の確認：

経年的な劣化から屋根材の土葺き瓦を新設材に交換することとした。必要な性能を確保しつつ、軽量瓦に交換することで、屋根の止水性の他、軽量化による耐震性向上にも寄与した。

2.4.4 腐朽箇所の確認：

改修設計前に実施した耐震診断等の外観調査では確認できなかった壁面内の腐朽を確認した。新設材料へ交換するとともに防蟻処理を検討した。

2.4.5 痕跡調査：

壁面や土間スラブ、床面について、既存の部材か改修された部材かを識別しながら、実測結果を反映した詳細図を作成した。また模型による既存架構の検討を行なった。

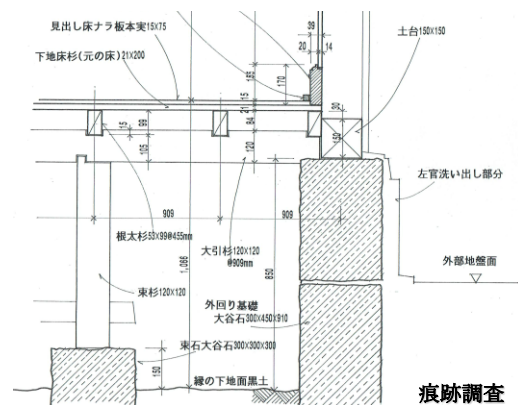


図4 専門調査結果

2.5 改修設計

改修設計の素案と現地調査の結果を踏まえて、以下の耐震改修設計を行なった。

2.5.1 鉄骨フレーム

建物の地震力を 100%鉄骨フレームで負担させるシンプルな計画とした。補強鉄骨部材は純ラーメン架構とし、柱は□250、梁は H150 (RFL)、H300 (2FL) とした。柱梁の配置は、既存の外壁開口位置や、既存木梁を避けながら本来の大空間を阻害しない部材配置とした。

2.5.2 既存架構との接合

鉄骨フレームと木造架構の一体挙動が必要となるため、木造の大変形に追従できるように 2FL と RFL 構面内に水平ブレースを配置することで、鉄骨フレームへ荷重伝達させる計画とした。長スパン梁は合わせ梁のため、隙間部分を木材で埋めることで弱軸方向の荷重伝達を可能とした。

2.5.3 基礎工法

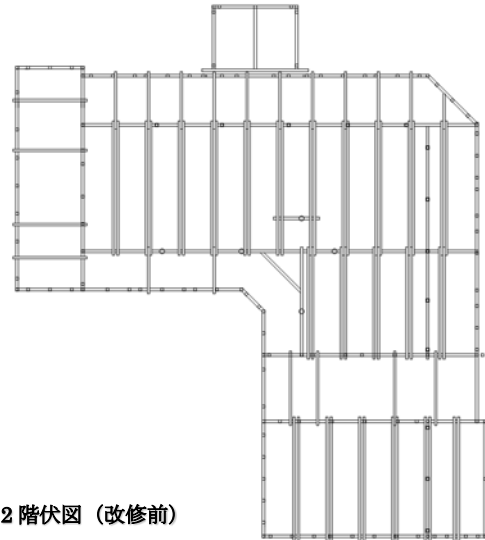
基礎梁及び杭を建屋内に新設とした。鋼管杭で施工可能な重機サイズとの関係で鋼管杭の径及び位置を決定して設計を行なった。木造建屋内での施工となるため、杭と基礎梁の継手は火気を使用しない工法を選定した。

2.5.4 部分改修

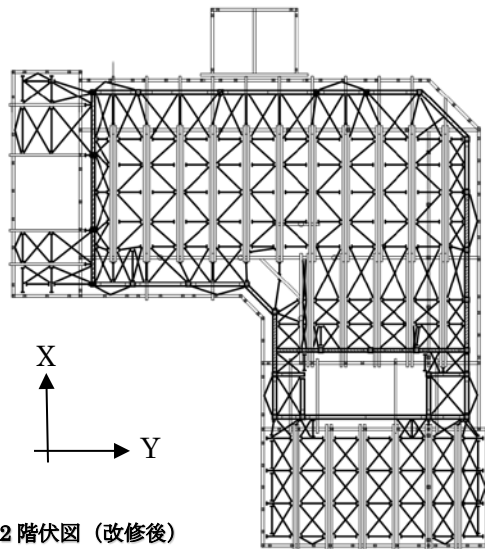
建物全体の耐震補強に関連して、屋根瓦の軽量化、北側軸組架構の腐朽部分の交換、塔屋の補強など部分的な改修を行なった。

2.5.5 意匠改修

ユニバーサルデザイン化を行なうと共に、建設当時の意匠性・色合い・仕上げを調査・復原した。一方、耐震改修部材は色等で識別できるような配慮を行ない、建設当時の雰囲気と改修後のデザインを同時に楽しめる工夫を施した。



2階伏図 (改修前)



2階伏図 (改修後)

図5 改修前後構造図

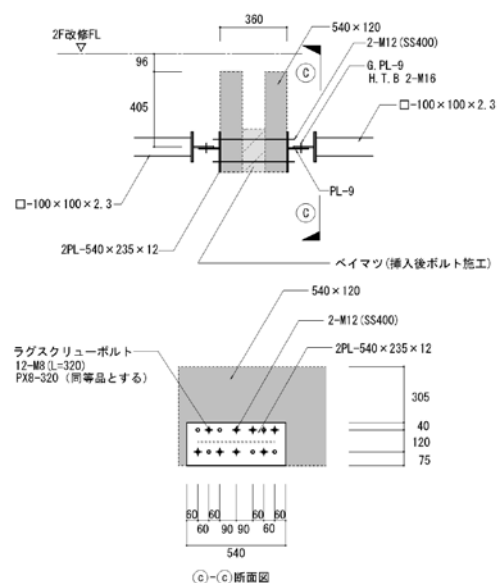


図6 既存部材との接合部

2.6 改修の実施状況

2.6.1 建屋内での羽根つき鋼管杭施工：

新設杭は約 4.0m x 1.3mサイズの小型機により、杭を1～2mに分節して施工を行なった。杭継手には火気に配慮して無溶接継ぎ手を採用した。

2.6.2 鉄骨建方：

設計時は既存天井を残しながらの建て方を計画していたが、作業の安全性と効率化を優先して、床と天井を一時的に撤去した後に鉄骨建方を行なった。柱梁の建方は既存の木梁を避けつつ施工できた。水平ブレースの取付けは、既存木梁の垂れ、反り、曲がりに対応できるように、納まりを改善しつつ建て方を進めた。

2.6.3 床・天井・壁面復原：

鉄骨建て方後に、床と天井を段階的に復原した。内装の色合いや装飾も、建設当時の状況を勘案しながら、復原を進めていった。また、外壁面や北側出入口にて施工時に想定を上回る腐朽が確認されたため、新設材料への交換を行なった。

2.6.4 補強前後の計測：

耐震補強の効果を確認する目的で、改修工事前後に常時微動測定を実施した。改修前に比較して、固有周期の短周期化、剛性の均一化が確認でき、耐震改修の効果を確認できた。

3. 改修を終えて

市有形文化財としての価値を守るべく、建設当時の意匠性の保全に加えて、耐震補強を行なうことができた。博物館の展示物の他に、建物自体も建設当時の姿の内外装を楽しみながら見学することができる。

今回の耐震補強評定は、(一社)構造調査コンサルティング協会の評定を取得した。



図7 建屋内での施工

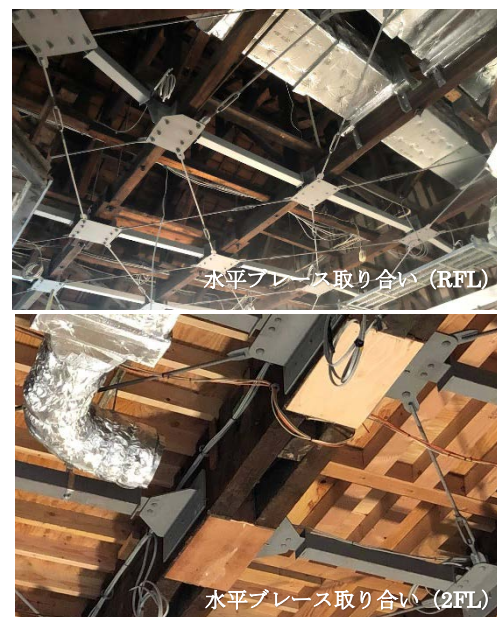


図8 水平ブレース取り付け

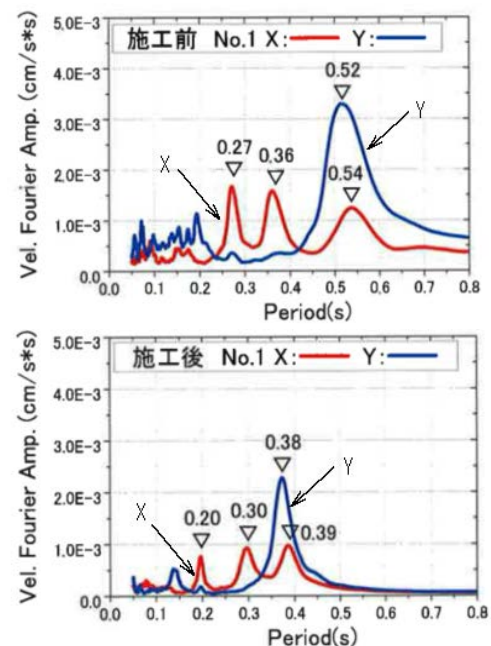


図9 耐震補強前後の常時微動結果