

重要文化財・旧三重県庁舎の耐震補強と常時微動計測による建物振動特性の変化の確認

重要文化財
伝統木造建築

博物館明治村
固有振動数

正会員
同

○藤井 智規^{*1}
福和 伸夫^{*3}

同
同

石川 新太郎^{*2}
飛田 潤^{*4}

1. 序論

博物館明治村は、明治期以降の近代建築物を保存・活用する数少ない貴重な施設である。村内に移築・復原された建造物は 2008 年 4 月現在で 68 件に及び、うち 10 件は重要文化財指定建造物である。それらの保存にあたり、近い将来に予測される東海・東南海地震等に対する耐震性の確保は重要課題である。

本論では、重要文化財指定建造物の一つである旧三重県庁舎の補強工事概要を示すと同時に、補強前後に実施した常時微動計測の結果から補強効果の検討を行う。

2. 建造物の概要

旧三重県庁舎の建物概要を表 1 に示す。外観を写真 1 に示す。明治初期の典型的な洋風官庁舎の中で現存する唯一の建物であるため、明治村移築後の 1968 年に重要文化財に指定された。しかし近年、2 階の右翼部根元付近にて天井仕上に損傷が見られるようになった。損傷の状況を写真 2 に示す。このため、建物の振動性状を詳細に検討する必要があると考えられた。

水平と上下の 3 成分を同時計測可能な動コイル型速度計(以下、微動計)の配置および補強箇所を付した平面図を図 1 に示す。建物が E 字型の平面形状になっており、小屋組が和小屋であることから水平剛性が小さいことを考慮して、小屋裏の中央、両翼端部および根元に微動計を設置した。

補強工事の工程と実施した常時微動計測を表 2 にまとめた。計 3 回の常時微動計測により、補強前後の振動特性の変化を捉える計画とした。計測は図 1 に表す箇所に微動計を設置し、30 分間の計測を 2 回行った。速度計の周期を 1 秒とし、100Hz サンプリングでデータ収録した。

補強方法は、壁及び開口部の柱の室内側の面に C 型鋼を取り付けて鉄骨のフレームを組み、四隅に火打ちを取り付けた。C 型鋼の凹部分に木材を埋め、補強を目立たせないよう配慮した。展開図の一部を図 2 に示す。文化財の価値を損ねないように主要な構造材を極力傷つけずに補強する目的で、このような補強方針とした。

3. 補強前後の常時微動計測結果の比較

常時微動計測から得られた 30 分間の速度波形記録から、41 秒間の記録を 30 サンプル以上重ね合わせて平均化し、伝達関数を求めた。小屋裏中央及び両翼端部の地盤に対する 1 次固有振動数を表 3 に示す。固有振動数は、それぞれ伝達関数に理論関数をフィッティングさせて求めた。

表 1 建物概要

旧所在地	三重県津市栄町
建築年代 (年)	1879年
移築年代 (年)	1966年
構造	木造
基礎	礎石
小屋組	和小屋
階数	2
建物高さ (m)	12.3
建築面積 (m ²)	882
延床面積 (m ²)	1738



写真 1 外観

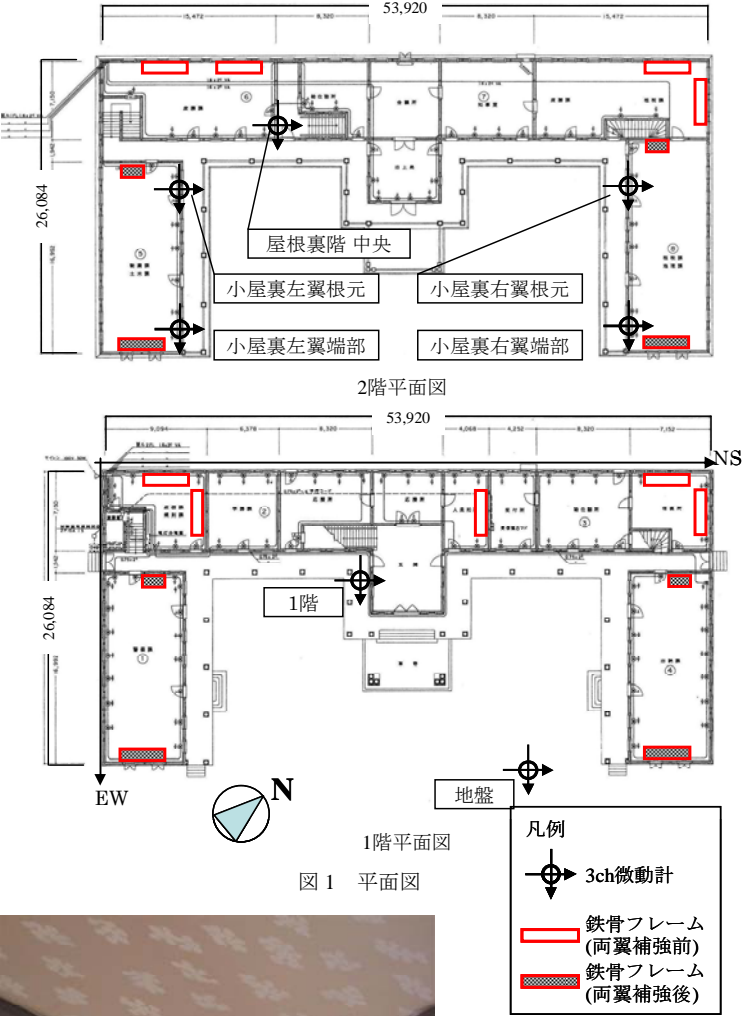


図 1 平面図

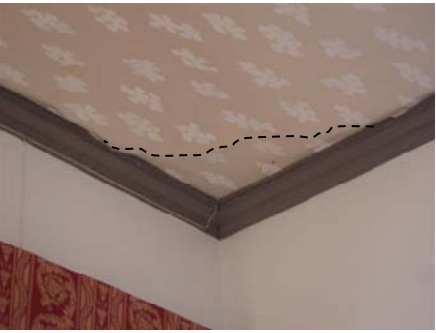


写真 2 天井仕上の損傷

補強前と中央部のみ鉄骨フレームを取り付けた両翼補強前を比較すると、EW、NS 成分ともに固有振動数が微増していることから、建物の剛性が増加したと見られる。一方で、両翼ともに鉄骨フレームを取り付けた後は、EW 成分の固有振動数がやや高く、NS 成分が僅かに高くなった。ただ、鉄骨フレームの追加は NS 方向のみのため、EW 成分の固有振動数の変化に関して検討の余地がある。

4. 常時微動計測結果と振動モード

旧三重県庁舎は E 字型の平面形状であるため、以下のような振動が起こると考えられる。

- (1) X 方向、Y 方向の並進振動
- (2) 偏心によるねじれ振動
- (3) 両翼の独立した振動

まず、両翼補強後の小屋裏中央及び両翼端部の地盤に対する伝達関数を図 3 に示す。NS 成分の両翼端部の増幅が中央に比べて大きい結果となった理由は、NS 成分が両翼では短辺方向であり、中央が長辺方向であるのに対して壁量が少ないためと考えられる。なお、表 3 の固有振動数は 3.4Hz 付近をピークとして考えている。

次に、ねじれ振動を見るため、両翼端部と小屋裏中央の速度波形を減算した波形を 41 秒ごとに分割しフーリエスペクトルの平均を求めた。それを図 4 に示す。比較として小屋裏中央のスペクトルも示している。スペクトルからねじれの固有振動数を調査したが、複数のピークが混在しているため、特定にまで至らなかった。むしろ、中央部、左翼部及び右翼部のそれぞれが独立した振動をしていると考えられる。例えば、右翼の水平 2 成分に、他の計測点であまり増幅していない 4Hz 付近のピークが見られる。このことから、右翼部のみが単体でねじれながら振動しているものと考えられる。

5. まとめ

本論では、博物館明治村内の旧三重県庁舎の耐震補強概要を示すとともに、補強前後の常時微動計測結果を比較し補強効果を検討した。補強方法は文化財自身の構造体を極力傷つけず、且つ景観の維持に努めたものであった。

常時微動計測結果から改修前後の剛性増加を確認でき、建物全体および両翼部の独特な振動性状を捉えることができた。

今後は、微動計設置点に強震計を設置し、継続的に強震観測を行い、中・大振幅時の建物の

動きを調査し、文化財の修理と保存のため、有用な資料になっていくと考えられる。

【謝辞】旧三重県庁舎の常時微動計測にあたり、博物館明治村の石川新太郎様に多大なご理解とご協力を頂きました。また、名古屋大学福和研究室に計測のご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

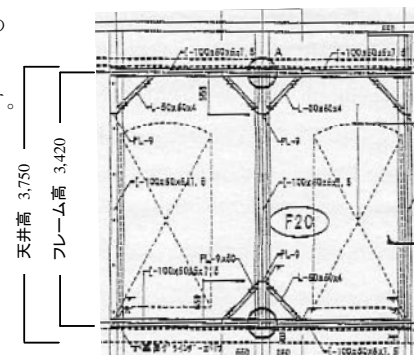


図2 鉄骨フレーム図

表2 工程と計測まとめ

年.月.日	耐震補強工事	工程	常時微動計測	微動計設置箇所
2005.8.3			補強前	小屋裏2点、1階、地盤
...				
2007.10.1~	中央、鉄骨フレーム取付			
2007.11.30			両翼補強前	小屋裏3点、地盤
2007.12.1~	両翼、鉄骨フレーム取付			
2008.2.25			両翼補強後	小屋裏4点、地盤

表3 1次固有振動数のまとめ

固有振動数 (Hz)	小屋裏中央		左翼端部		右翼端部	
	EW	NS	EW	NS	EW	NS
補強前	3.20	2.79	—	—	3.29	2.94
両翼補強前	3.27	2.90	3.27	2.90	3.27	3.03
両翼補強後	3.32	2.91	3.44	2.91	3.39	3.08

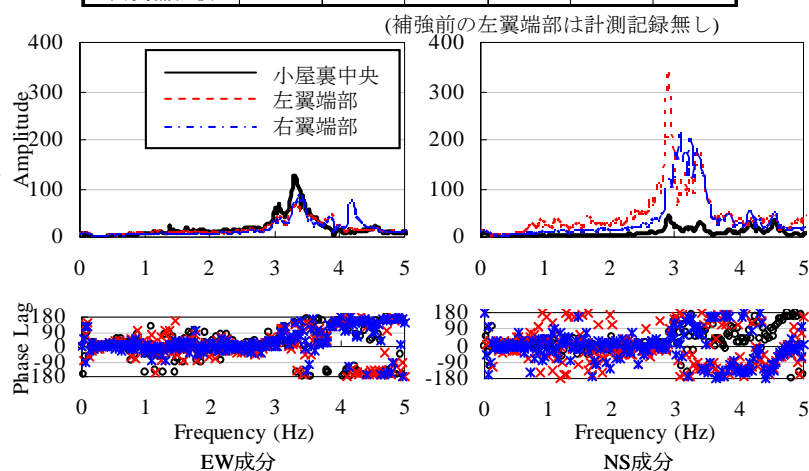


図3 小屋裏/地盤伝達関数

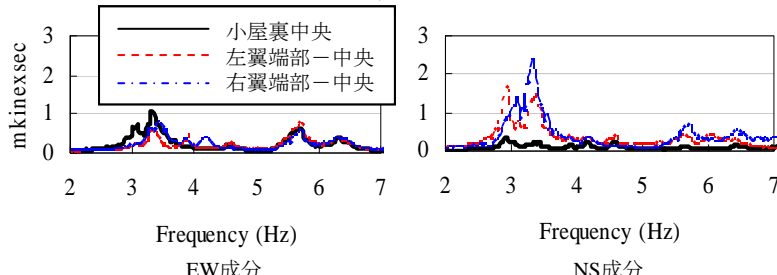


図4 中央および両翼端部の平均フーリエスペクトル

*1 魚津社寺工務店・工学(修士)

*2 博物館明治村・工学(修士)

*3 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博

*4 名古屋大学大学院環境学研究科・准教授・工博

*1 Uotsu Shaji Corporation, M.Eng

*2 The Museum Meiji-mura, M.Eng.

*3 Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.

*4 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.