

歴史的建築物の常時微動測定に基づく振動特性評価

その2 アウグスタ飛行船格納庫(鉄筋コンクリート造建築)の振動特性評価

○高橋典之¹⁾・中埜良昭²⁾・青木孝義³⁾

- 1) 正会員 東京大学生産技術研究所, 東京都目黒区駒場 4-6-1, ntaka@iis.u-tokyo.ac.jp
- 2) 正会員 東京大学生産技術研究所, 東京都目黒区駒場 4-6-1, iisnak@iis.u-tokyo.ac.jp
- 3) 非会員 名古屋市立大学, 愛知県名古屋市千種区北千種 2-1-10, aoki@sda.nagoya-cu.ac.jp

1. はじめに

歴史的建築構造物の耐震補修・補強方法について耐震性能評価に基づいた検討を行うには、まず歴史的建造物の構造特性に関する基礎的なデータを得ることが不可欠である。前報¹⁾ではイタリアの歴史的組積造建築を対象とした常時微動測定の結果とその振動特性評価について報告したが、本報ではイタリアの歴史的鉄筋コンクリート(RC)造建築であるアウグスタ飛行船格納庫を対象とした常時微動測定の結果とその振動特性評価を報告する。

2. 測定対象および測定方法

2.1 対象建物概要

アウグスタ飛行船格納庫(1917年建設, 1987年国宝指定)は、イタリア・シチリア島東部アウグスタの丘陵地帯にあり、ヨーロッパで現存する唯一のRC造飛行船格納庫として、イタリア国宝に指定された歴史的価値の高い建築物である。鉄製の大扉と左右に16のバットレスを有し、外形は長さ105.5m, 幅45.20m, 高さ37.00m, 内法は長さ100.00m, 幅26.00m, 高さ31.00mである。飛行船格納庫の平面図・断面図・柱番号割付・ひび割れ状況概要を図1に示す。南側鉄製大扉の重量による不同沈下のため、柱番号14より南側構面は大きな亀裂が多数生じている。

2.2 測定方法と測定位置

測定は、収録器(B社製 GEODAS-10-24DS)およびピックアップ(B社製 ムービングコイル型速度計 CR4.5-2型)を使用し、サンプリング周波数100Hz, 収録時間を300秒間とした。本報で紹介する微動測定位置の組合せ(計測ケース)10通りを図2に示す。

計測ケースA-1~A-3は、北側(階段室側), 南側1(損傷が比較的小さい側), 南側2(損傷が比較的大きい側)の3つに区分して、1階床レベルの一体性およびねじれ挙動の有無を調べるものである。計測ケースB-1~B-3は、階段室(柱番号2), 柱番号14を境に損傷が比較的小さい北側(柱番号13)と大きな亀裂のある南側(柱番号15)との各構面について、高さ方向の振動性状を把握する目的で計測を行うものである。計測ケースC-1~C-3は、キャットウォークレベルでの振動性状が桁行方向にどのように変化するかを調べる計測である。計測ケースDは、同一構面バットレスの東側と西側の振動性状について、その一体性の有無を調べる計測である。

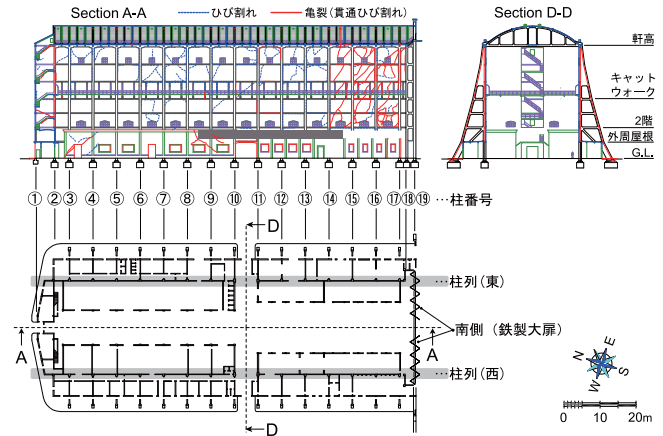


図1 断面図・平面図・柱番号割付・ひび割れ状況概要

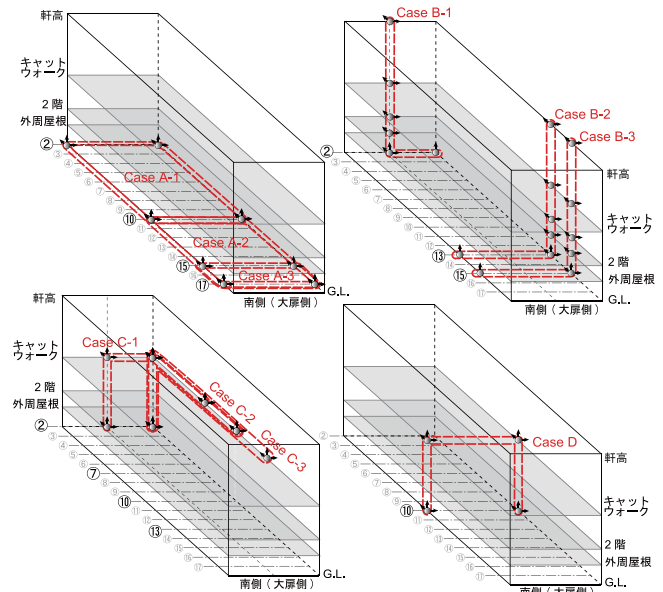


図2 各計測ケースの常時微動測定点

3. 測定結果

計測ケースA-1~A-3において観測された微動波形(鉛直成分)の一部を図3に示す。各計測ケースとも、同じ柱番号であれば東側と西側の観測点で概ね等しい位相を示しているが、柱番号が異なると(測ケースA-3では柱番号が近いにも関わらず)位相が異なることが分かる。すなわち、1階床はねじれ挙動は示さないものの桁行方向の一体性に乏しく、床(基礎)剛性が桁行方向に確保されていないことが分かる。これが、鉄製大扉の重量で著しい不同沈下が生じた要因の一つであると考えられる。

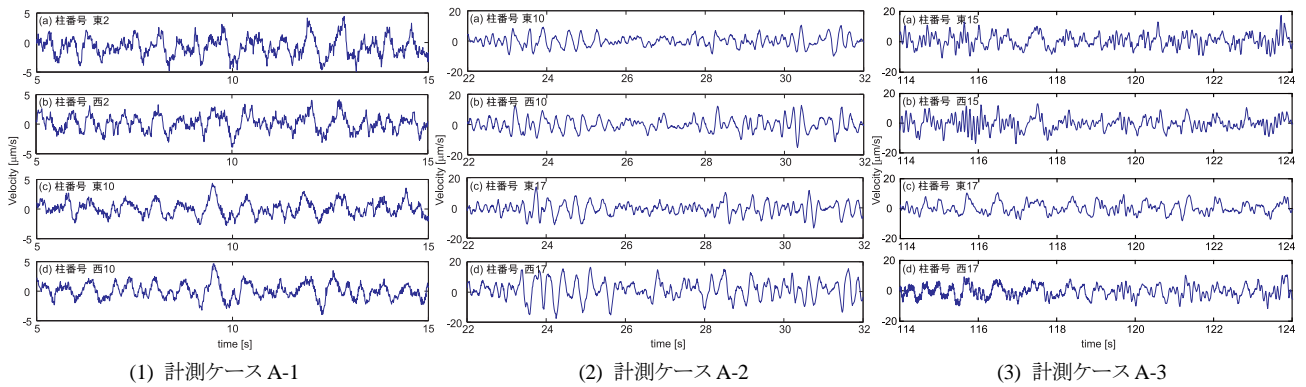


図3 1階床レベルで観測された微動波形(鉛直成分)の一部

計測ケース B-1~B-3 の測定結果に高速フーリエ変換を施し、1階床レベルのフーリエスペクトル(南北成分および東西成分)に対する各レベルのフーリエスペクトル(南北成分および東西成分)の比を H/H スペクトルとして求め、バンド幅 0.5Hz の Parzen Window を用いて平滑化した結果を図4に示す。図4より、計測ケース B-1 (柱番号2) では南北成分で 1.72Hz, 東西成分で 2.04Hz, 計測ケース B-2 (柱番号13) では南北成分で 5.1Hz, 東西成分で軒高レベルは 1.50Hz, キャットウォークレベルは 3.44Hz, 計測ケース B-3 (柱番号15) では南北成分で 5.4Hz, 東西成分で軒高レベルは 1.54Hz, キャットウォークレベルは 3.30Hz にピークを有している。階段室から離れている計測ケース B-2 および B-3 の東西成分では、軒高レベルよりもキャットウォークレベルのピーク周波数が高く、キャットウォーク部分で高次の振動モードが卓越していると考えられる。

計測ケース C-1~C-3 の測定結果に高速フーリエ変換を施して得たフーリエスペクトルを平滑化した結果を図5に示す。図5より、キャットウォークの南北成分では柱番号によらず概ね 3.1Hz でピークを示した一方、東西成分では、柱番号2で 2.11Hz, 柱番号7で 3.17Hz, 柱番号10で 3.39Hz, 柱番号13で 2.94Hz がピークとなった。すなわち、柱番号13より北側の構面では、壁面内方向の固有周期が概ね等しいのに対し、壁面外方向の固有周期については階段室に隣接する柱番号2の結果を除いても最大で 0.45Hz の差があることから、壁面外方向への各構面の挙動が一体となっていないことが分かる。

計測ケース D の測定結果に高速フーリエ変換を施して得たフーリエスペクトルを平滑化した結果を図6に示す。図6より、南北成分では 0~6Hz の範囲に主に3つのピーク周波数を有しており柱番号東10と西10とでスペクトル形状が似ているのに対し、東西成分では柱番号東10で 3.48Hz, 西10で 2.58Hz にピークを有しておりスペクトル形状が異なっている。即ち、同一構面の RC フレーム東側柱と西側柱とで、東西方向(壁面外方向)の振動性状については、それぞれ独立した挙動を示すと考えられる。

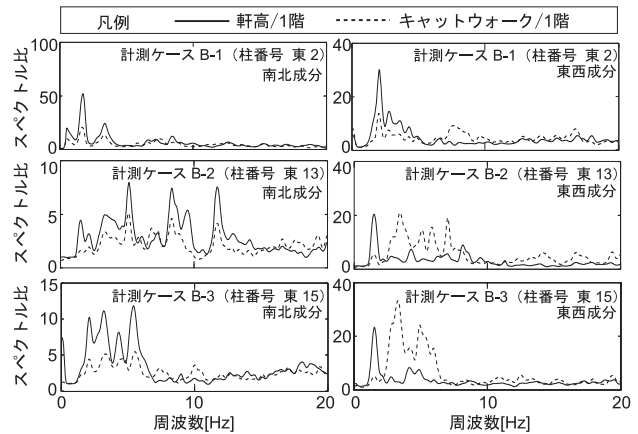


図4 計測ケース B-1~B-3 の H/H スペクトル

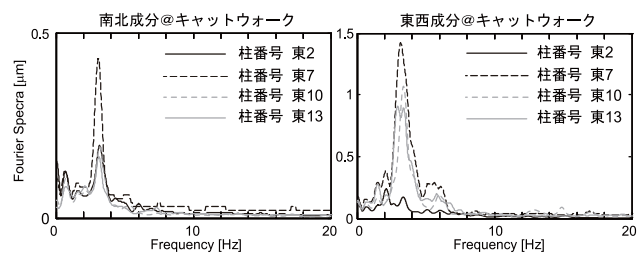


図5 計測ケース C-1~C-3 のフーリエスペクトル

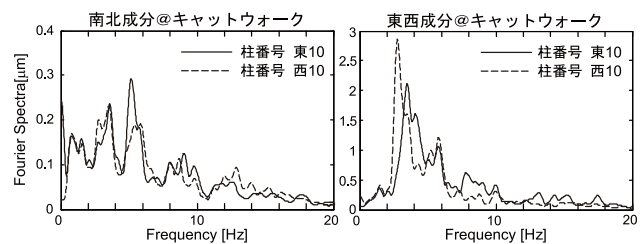


図6 計測ケース D のフーリエスペクトル

4. まとめ

常時微動測定に基づいてアウグスタ飛行船格納庫の振動特性を推定した。

【謝辞】

常時微動測定において東京大学生産技術研究所の崔琥博士、桑原里紗嬢に協力いただきました。本研究は、平成19年度文部科学省科研費補助金 基盤研究(A)「イタリアにおける歴史的な組積造建築とRC建築の構造・材料と修復に関する調査」(課題番号:18254004, 代表研究者:青木孝義)の助成により進められました。

【参考文献】

[1]高橋典之, 中埜良昭, 青木孝義:歴史的建築物の常時微動測定に基づく振動特性評価 その1 ヴィコフォルテ教会堂(組積造建築)の振動特性評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.881-882, 2007.8