

制震構造システムを設置した伝統木造架構の実大動的加力実験 (その1 実験概要及び木造架構の動特性)

正会員 山中 祐一*6 同 石丸 辰治*1
 同 石垣 秀典*2 同 秦 一平*3
 同 宮島 洋平*4 同 吉田 明義*5
 同 大倉 久礼*6 同 二見 泰史*6

伝統木造架構 傾斜復元力 動的加力実験

§1-1 はじめに

日本古来の伝統的木造建築物の構造特性に関する研究は、これまでに数多く行われてきており、各種構造要素の力学的特性が明らかになりつつある(例えば文献 1-1))。一方、兵庫県南部地震などの大地震により、多くの社寺建築物が倒壊などの被害を受けているのも事実である。そこで本研究では、伝統構法により製作した実大試験体を用いて、その動特性を把握するとともに、制震装置を用いた歴史的建造物の保存手法について検討をおこなうものである。本報では実験概要と試験体の構造特性を、(その2)ではアンブレラダンパー^{1,2)}を設置した場合の動的加力実験結果を、(その3)では等価線形化法を用いて本システムの減衰性能について検討をおこなう。また、(その4)では2方向同時加力実験の結果について報告する。

§1-2 試験体概要

図 1-1 に本実験で用いた試験体の形状を示す。試験体は、4本の丸柱と大引、頭貫、組物(大斗、巻斗、肘木)、及び桁材で構成されており、樹種は組物の一部を除きベイマツを使用している。丸柱の柱脚にダボは設けておらず、礎石上に載せただけである。その柱の傾斜復元力を評価するために、重量 100kN の鋼板を試験体上部に載せる事とした。それにより 1本の柱が支持する鉛直荷重は約 35kN となる。加力は桁材上部に鉄骨梁を載せて、アクチュエーターと連結する事によりおこなっている。

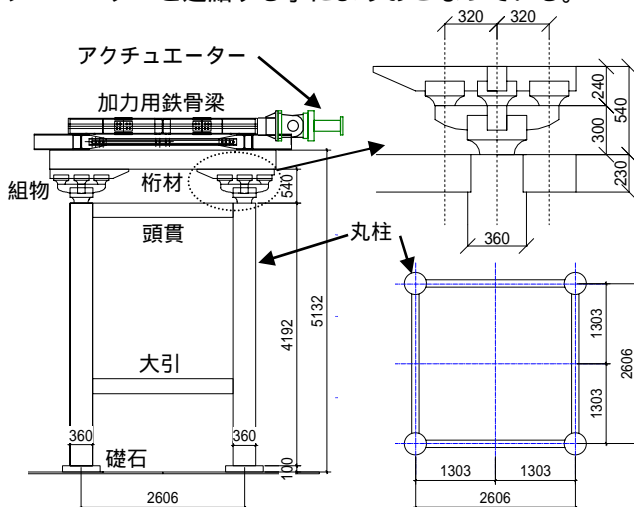


図 1-1 試験体概要 (単位:mm)

§1-3 動的加力実験結果

図 1-2 に 0.1Hz で振幅 0~100mm の正弦波加振時における架構頂部変位とアクチュエーター荷重の関係を示す。木材同士の摩擦を含んだ S 型の履歴特性を有している事が分かる。既往の研究¹⁻³⁾では、柱の傾斜復元力特性のみによる場合、最大耐力点が明確に表れる結果となっているが、本試験体による実験結果では、頭貫及び大引の影響により、緩やかであるが抵抗力が上昇する結果となっている。図 1-3 には 0.3Hz での 0~100mm までの荷重 - 変位関係を示す。振動数 0.1Hz の時よりも大きな履歴面積を有していることが分かる。この特性を調べるために各振動数における等価粘性減衰定数、等価剛性を算出した結果を図 1-4、及び図 1-5 に示す。等価減衰定数は加振速度が速いほど大きな値を示す傾向があり、等価剛性は振幅に依存性があるものの、振動数の違いによる差はあまり見られない事が分かった。

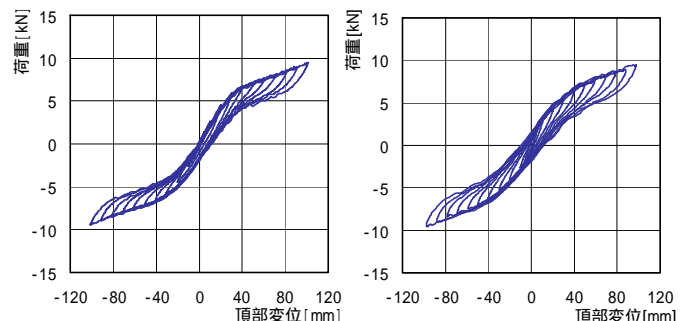


図 1-2 動的加力実験(0.1Hz)の荷重-頂部変位の関係 図 1-3 動的加力実験(0.3Hz)の荷重-頂部変位の関係

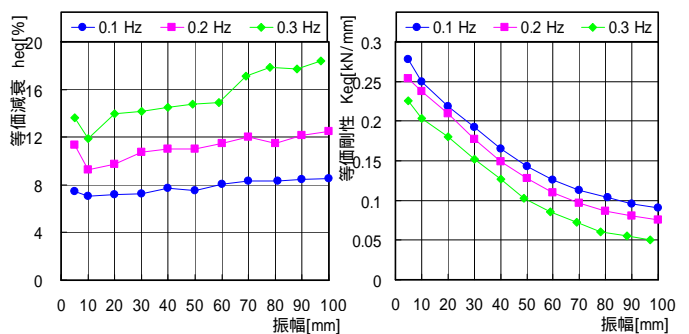


図 1-4 等価減衰-振幅関係 図 1-5 等価剛性-振幅関係

Dynamic Loading Tests of a Traditional Timber Frame with Passive Damper System
(Part 1 : Outline of Loading Tests and Dynamic Characteristics of The Timber frame)

YAMANAKA Yuichi, ISHIMARU Shinji, ISHIGAKI Hidenori, HATA Ippei, MIYAJIMA Youhei, YOSHIDA Akiyoshi, OKURA Hisanori, and FUTAMI Yasushi

§1-4 制震装置設置用部材とワイヤーロープ設置後の特性

本節では、制震装置を設置するために取り付け鉄骨梁の影響と、ワイヤーロープ緊張による傾斜復元力特性の変化について報告する。本実験においては、開口部を塞ぐことなく制震装置を配置できるように、大引の下端に H 型鋼梁(H-100×100×6×8)を、同レベルの柱に厚さ 9mm の鋼板を巻きつけて制震装置固定用の平面フレームを構成する事にした。その状況を図 1-5 に示す。柱の傾斜復元力を増加させるためのワイヤーロープ(構造用ストランドロープ 7×7 ST1470 18mm)は、頭貫と基礎の間に柱 1 箇所あたり 2 本取り付けられており、合計 100kN の鉛直荷重を柱に付与する計画としている。その接合のために、上部の加力用鉄骨から頭貫の間に鋼板(厚さ 9mm)を設けてあり、張力が最上部まで伝達されるようになっている。ワイヤーロープはターンバックルにより張力導入をおこない、皿ばねでその導入量を管理する事にした。

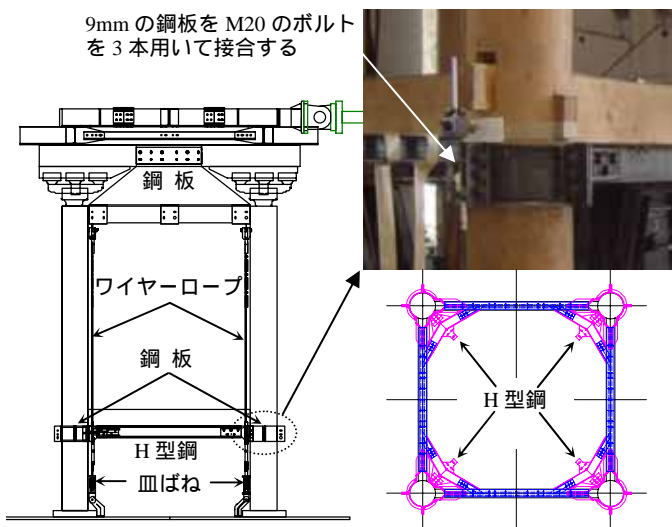


図 1-5 鋼材とワイヤーロープの設置状況

以上の試験体を用いて、周期 0.1Hz で振幅 0~70mm の加力実験をおこなった結果を図 1-6 及び図 1-7 に示す。図 1-6 では鋼材を設置することにより、約 30%程度剛性が増加しており、図 1-7 においては張力導入をおこなう事により剛性が約 4 倍に増大している事が読み取れる。その状況を比較するために図 1-2、図 1-6 及び図 1-7 を重ね書きした履歴図を図 1-8 に示しておく。また、図 1-9 には図 1-8 の履歴図から算出した等価剛性 - 振幅関係を示す。これらの結果から、ワイヤーロープに張力を導入することにより、剛性を増加させる効果がある事を確認できた。

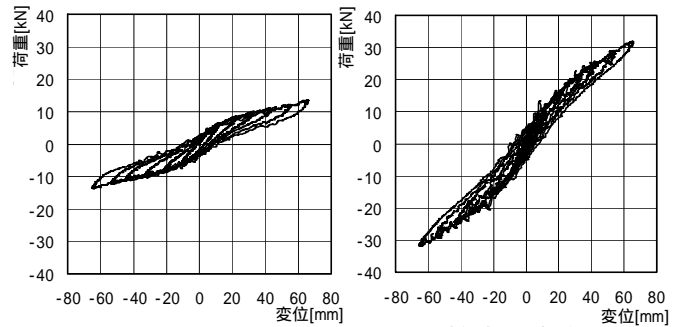


図 1-6 動的加力実験(0.1Hz)の荷重-頂部変位関係(鋼材設置後)

図 1-7 動的加力実験(0.1Hz)の荷重-頂部変位関係(張力導入後)

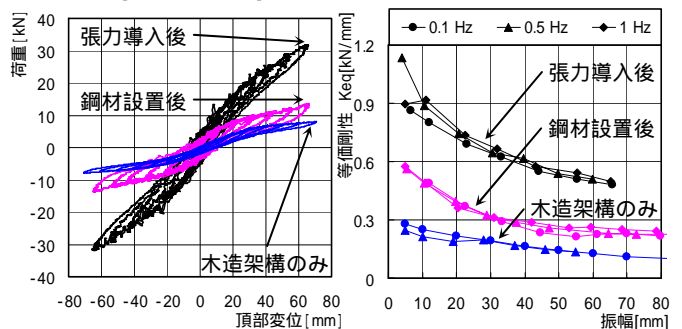


図 1-8 履歴図の比較

図 1-9 等価剛性-振幅関係

§1-5 まとめ

伝統木造架構を対象としておこなった実大動的加力実験の結果をまとめて以下に示す。

- ・ 伝統木造架構の有する動特性の一部を把握する事ができた。
- ・ ワイヤーロープに張力導入をおこない、柱の鉛直荷重を増大させる事で架構全体の水平剛性を増加できる事が分かった。
- ・ 張力を導入することによる柱 - 傾斜復元力の増加特性、接合部のめり込み抵抗などの特性を把握するためには、より詳細な実験が必要であろう。

【参考文献】

- 1-1) 鈴木祥之：伝統木造軸組の実大振動実験(その 1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 分冊 pp.103-104, 2000 年 9 月
- 1-2) 石丸辰治, 石垣秀典, 秦一平, 山中祐一, 藤田和典, 西塚正：アンブレラダンパーに関する研究(その 1~その 3), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2 分冊 pp.667-672, 2003 年 9 月
- 1-3) 河合直人：古代木造建築の柱傾斜復元力に関する模型実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C, pp.91-92, 1991 年 9 月

【謝辞】

本研究は、日本大学理工学部・学術フロンティア推進事業「環境・防災都市に関する研究」の一部としておこなったものである。ここに謝意を表する。

*¹ 日本大学理工学部 教授・工博
 *² 日本大学理工学部 助手
 *³ 日本大学理工学部 技手補
 *⁴ 株式会社 i2S2
 *⁵ 株式会社魚津社寺工務店
 *⁶ 日本大学大学院理工学研究科

Professor, College of Science and Technology, Nihon University, Dr.Eng
 Research Associate, College of Science and Technology, Nihon University
 Assistant Eng, College of Science and Technology, Nihon University
 i2S2 Corporation
 Uotsu Shaji Corporation
 Graduate School of Science and Technology, Nihon University