

粘弾性制振装置の接合部特性の評価 その2 接合部のモデル化とフレーム解析

○ 佐藤利昭¹⁾・加藤惇²⁾・真崎雄一³⁾・井口道雄⁴⁾・永野正行⁵⁾・肥田剛典⁶⁾

- 1) 正会員 東京理科大学 PD 研究員 博士 (工学), 千葉県野田市山崎2641, e-mail : sato_t@rs.tus.ac.jp
- 2) 東京理科大学大学院 修士課程, 同上, e-mail : j7108046@ed.tus.ac.jp
- 3) 正会員 (有) MASA 建築構造設計室 代表取締役, 千葉県流山市南流山 4-1-4, e-mail : grapmasa@yahoo.co.jp
- 4) 東京理科大学 名誉教授 工学博士, 同上, e-mail : iguchi@rs.noda.sut.ac.jp
- 5) 正会員 東京理科大学 教授 博士 (工学), 同上, e-mail : nagano-m@rs.noda.tus.ac.jp
- 6) 正会員 東京理科大学 助教 博士 (工学), 同上, e-mail : hida-t@rs.tus.ac.jp

1. はじめに

本報(その2)では, 前報(その1)に示した接合部の要素実験の分析結果に基づき, 柱と角パイプの取り付け角度の影響を考慮した, 接合部の力学モデルを示す。また, 要素実験および当該接合部で構成された制振装置と耐震工法を含む軸組架構を対象にフレーム解析を行い, モデルの妥当性を検証した結果についても併せて述べる。

2. 柱-角パイプ接合部のモデル化

2.1 角パイプ孔の拡大の評価

柱-角パイプ接合部は, 前報に示した要素実験の分析結果に基づき, 角パイプ孔の拡大と接合金物の変形の両者を評価してモデル化する。そこでまず, 前報に示したシリーズ A の試験結果を基に, 角パイプ孔の拡大を評価する。図1に, 前報図5に示した試験結果を直線群で近似した特性を示す。

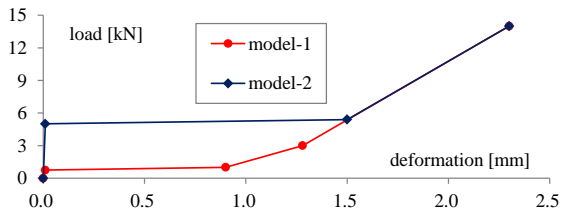


図1 角パイプ孔の拡大を表す特性

図1に示した2つの特性は, 共に後述するフレーム解析で使用したもので, 両者の差異は, 初期の摩擦力に相当する荷重レベルが異なる点にある。

要素実験では, ボルトに締結力を与えず試験を実施した結果, 0.5 kN 程度で滑りが進行したため, 要素実験に対するフレーム解析でも, この結果をモデル化した model-1 の特性を用いている。一方, 耐震要素を含む軸組架構のフレーム解析では, 試験時に当該接合部のボルトを強く締め付けたため, model-2 を新たに設定して計算を行うこととした。

2.2 柱と角パイプを結ぶ接合金物の評価

前報の図6に試験結果を示した, 木材を 0°, 90° に設置した試験シリーズ B・C より, 接合金物の変形を評価する。ここでは, 前報で考察した角パイプの取り付け角度により, 力の作用方向が異なる影響

を考慮し, 接合部全体を図2の力学モデルに置き換え, 接合金物の変形を考えることにする。

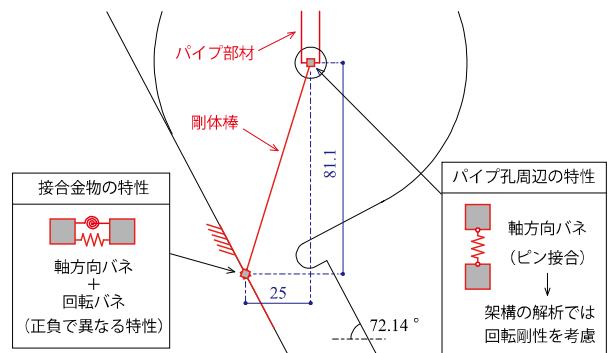


図2 接合部の力学モデル

図2には, 以降で述べる妥当性の検証で用いる, 要素実験のシリーズ D と対応する力学モデルが示してある。同図に示すように, 本報では接合金物の変形を, 木材と接合金物の接触面に回転バネと軸方向バネを設けることで評価している。

このモデルでは, 軸方向バネが図2の剛体棒の平行方向, 回転バネが剛体棒の直角方向に作用する力を受けて変形することになり, 接合金物の曲げ変形と軸変形を分離し, 個々のバネに代表させていることに相当する。図3にシリーズ B・C の試験結果より分離・抽出した, 各バネの特性を示す。なお, 同図に示す通り, 回転バネの特性では, 接合金物が木材にめりこむか否かで異なる点を考慮し, 数値計算では, 回転の正負方向で両者を使い分けている。

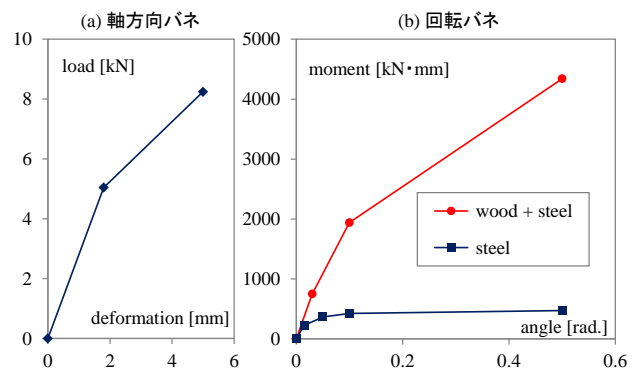


図3 接合金物の変形を表す特性

3. 静的増分解析による妥当性の検証

3.1 要素実験に対する検討

接合部の解析モデルの妥当性を、まず要素実験の結果のうち、モデルの特性を評価する上では使用していないシリーズ D を対象に、解析精度を確認する。解析モデルは、図 2 に示した力学モデルに、さらに実験条件にあわせて角パイプを延長したもので、その軸変形と角パイプ孔の拡大を考慮する。図 4 に要素実験の試験体全体の変形量と載荷荷重の関係について、実験値と解析結果を比較した結果を示す。

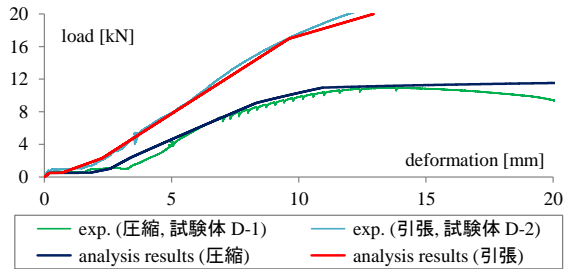


図 4 要素実験による解析モデルの検証

図 4 より、実験値と解析結果は概ね良く一致しており、角パイプの取り付け角度などの諸条件が異なる場合でも、本報に示した接合部のモデルが適用可能であることが示唆される。

3.2 制振装置を含む軸組架構に対する検討

要素実験に続き、先にモデル化した接合部を有する制振装置のフレーム解析を行い、解析精度を確認する。対象は、前報の図 1 に示した制振装置を含む軸組架構で、著者らが以前に行った検討¹⁾を踏まえ、図 5 に示すように解析モデルを設定する。

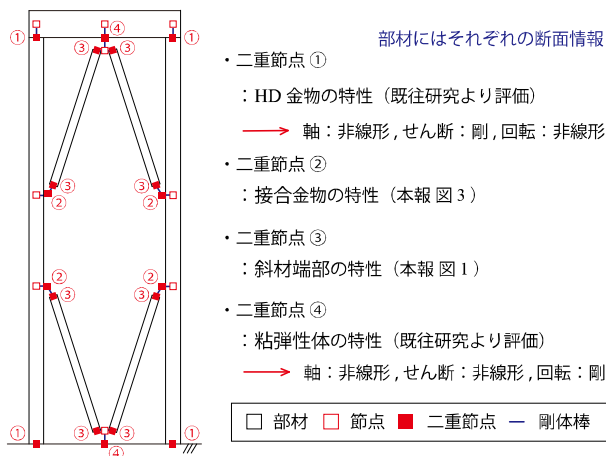


図 5 要素実験による解析モデルの検証

図 5 に示した解析モデルによる静的増分解析の結果と、実験値を比較して図 6 に示す。図 6 では、制振装置の性能評価の一環として行われた擬似動的加振実験の結果を実験値としているため、解析結果は、試験結果である履歴曲線と比較してある。同図より、接合部の特性を実験結果に基づき定めることで、制振装置の特性を評価できることが確認される。

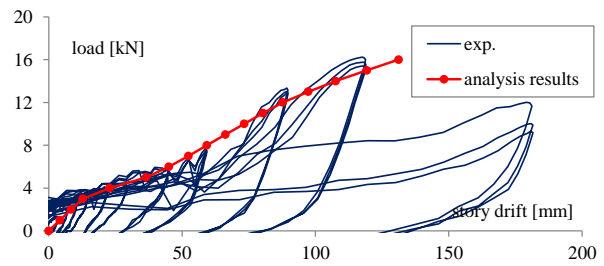


図 6 制振装置の試験結果と解析モデルの比較

3.3 耐震要素を含む軸組架構に対する検討

同一の接合金物と角パイプで構成された耐震要素として方杖型耐震工法を取り上げ、同様の検討を行う。図 7 に工法の概要をまとめて示す。

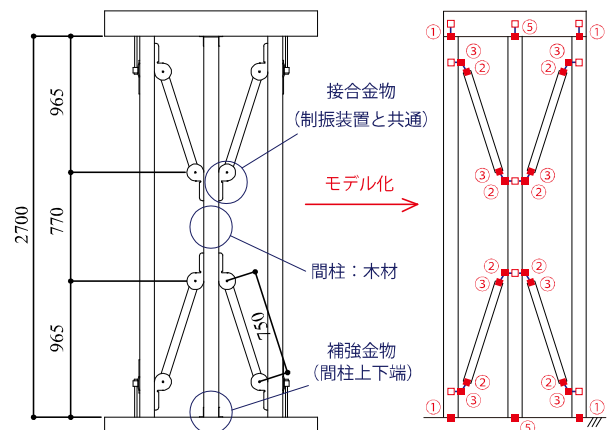


図 7 方杖型耐震工法の概要と解析モデル

図 7 には、本耐震要素の基本構成と解析モデルが示してある。同図に示すように、この工法は、長期荷重を支持しない間柱を方杖で補強することで、耐力要素とするもので、壁倍率 3.4 倍の認定を取得している。図 8 に試験結果と解析結果を比較して示す。

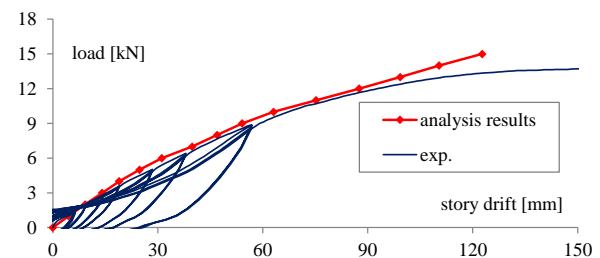


図 8 耐震要素の試験結果と解析モデルの比較

図 8 より、同一接合部を持つ耐震要素についても、接合部の解析モデルが適用できることが分かる。

4. まとめ

本報 (その 2) では、要素実験に基づく接合部の解析モデルを示し、要素実験と 2 種類の耐力要素を含む軸組架構を対象に、フレームモデルによる静的増分解析を行い、モデル化の妥当性を検証した。

— 謝辞 — 本研究は、GVA 友の会関係各位の多大な協力のもとに実施されました。記して謝意を表します。

— 参考文献 —

- 1) 佐藤利昭他：粘弾性制振装置を含む木造軸組架構のモデル化と静的剛性の評価，第13回日本地震工学シンポジウム，CD-R，2010. 11