

L形筋交い金物を用いた筋交い耐力壁の復元力特性の評価に関する研究

その3 増分解析モデルの構築と解析結果の評価

正会員 ○中尾 方人*
同 宮崎 太郎**
同 古田 智基***

筋交い耐力壁 筋交い金物 増分解析

1. はじめに

本報では、同題その2で対象とした筋交い耐力壁を対象に、増分解析モデルを構築し、その精度や各部に生じる応力を検証した結果を報告する。この解析モデルが確立することで、任意の材料や壁長、階高の筋交い耐力壁の構造性能を実験前に検証することができるようになり、筋交い金物の合理的な設計が可能になる。また、解析によれば、各部の応力状態も把握できることから、筋交い耐力壁の剛性や耐力を求める簡易な計算式の構築にも役立つものと考えられる。

2. L形筋交い金物の破壊性状

L形筋交い金物を用いて緊結された筋交い端部一柱接合部において、筋交いの軸方向に引張力が作用すると、図1のように、筋交い金物の横架材に近い側(図の下側)では、水平方向に柱から引き離す力が生じる。そのため、まず、金物の折り曲げ部が変形し、さらに応力が大きくなると、折り曲げ部に近いビスが引抜ける。ビスの引抜は、横架材に近い側(図の下側)から順に生じていき、最終的には、ほとんどの柱側のビスが引き抜け、耐力が低下する。

また、金物の反対側(図の上側)では、水平方向の逆方向の力が生じるため、金物の折り曲げ部が柱にめり込むように変形する。

上記のような挙動によって、金物の筋交いに接する面は回転する。ここで、図2のように、特にビスの引抜を伴わない金物の変形のみによって、筋交いの軸方向に生

じる変位を「金物の変位」と呼ぶ。金物の回転によって筋交いに割り裂きが生ると、筋交い耐力壁の剛性は低下するが、耐力は低下しないことは、実験で確認している。

3. 増分解析モデル

実験での破壊性状に基づき、筋交い端部のL形筋交い金物やビスなどを図3のようにモデル化した。

柱側のビスについては、引抜き試験とせん断試験を実施し、引抜き力-変位関係とせん断力-変位関係を図4、図5のようにモデル化した。柱側のビスを表す非線形バネは、金物の折り曲げ部に沿ったビスの数だけ配置し、せん断については、柱側の全てのビスが有効に働くとした。この非線形バネの圧縮側は、ビスの支配面積についてめり込みが生じると仮定し、横圧縮力-変位関係を設定した。

金物については、柱に接する面では平面保持が成り立ち、また、筋交いに接する面のせん断変形は小さいと仮定し、T形の剛な部材とした。

さらに、金物の変形と、筋交い側のビス接合部での変形を表す非線形バネを筋交いの軸方向に配置した。金物の変形するときの荷重-変位関係は、前報(その1およびその2)の実験における測定結果から図6のようにモデル化した。筋交い側ビス接合部のせん断力-変位関係は、ビスのせん断試験結果から図7のようにモデル化し、せん断力は本数に比例するとした。柱-横架材仕口において

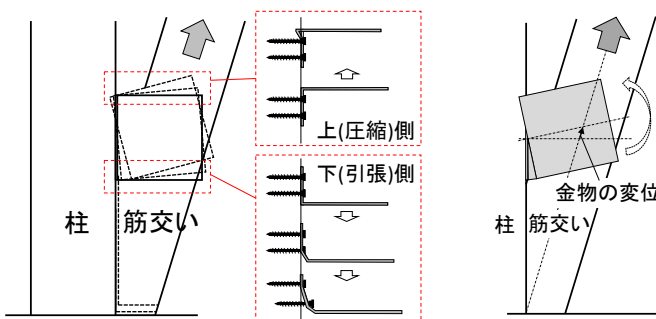


図1 L形筋交い金物の変形性状

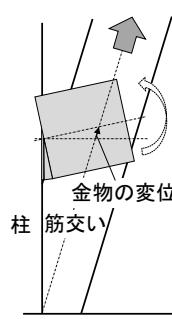


図2 金物の変位

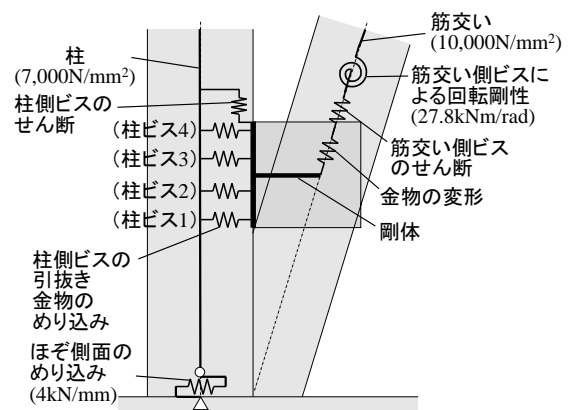


図3 筋交い端部の解析モデル

A Study on Evaluation of Restoring Force of Braced Shear Wall using L-Shaped Brace Fastener
【Part 3】 Development of analysis model and evaluation of the analysis results

NAKAO Masato, MIYAZAKI Taro and FURUTA Tomoki

は、柱端部に水平力が作用し、ほぞ側面にめり込みが生じるため、柱端部と横架材との間に線形のせん断バネを配置した。

4. 増分解析結果

増分解析結果と実験結果の比較を図8に示す。最大耐力までは、概ね、両者は対応しているといえる。

図9は、1P試験体における柱側ビスを表す非線形バネの軸力の推移である。最も横架材に近い側(図3の下端)のバネ(以下、柱ビス1)が最大引抜き力に達するのは、層間変位が12mmのときである。2番目のバネ(以下、柱ビス2)は、26mm時に最大引抜き力に達し、3番目のバネ(柱ビス3)の応力は、圧縮力から引張力に移行し始める。層間変位が49mm時には、筋交いの軸力が12kNに達し、金物の変形を表すバネが第2折れ点に達するため、柱ビスの軸力の変化は小さくなる。このように、柱ビスの引き抜けは、層間変位が比較的小さい時点で始まるため、金物の厚さの違いは、荷重-層間変位関係の初期剛性に影響を及ぼすと考えられる。

壁長が2Pでは、図10のように、層間変位が6mm時に柱ビス1が最大引抜き力に達し、その後、全ての柱ビスに引張力が作用して、引き抜けていることが分かる。壁長が大きくなると、層間変位が小さい時点で柱ビス全体に引抜き力が作用し、耐力低下が生じる状況が確認できる。

5. まとめ

L形筋交い金物を用いた筋交い耐力壁の解析モデルを構築して増分解析を行った。解析によって、荷重-層間変位関係や破壊性状を再現できていることが確認できた。

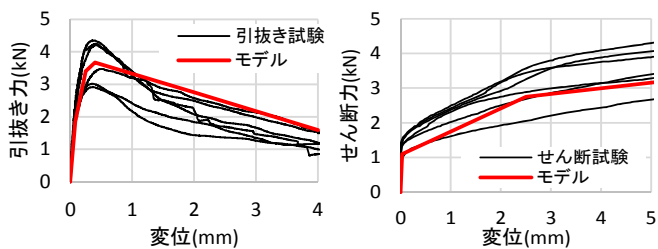


図4 柱ビスの引抜き力-変位関係モデル

図5 筋交いビスのせん断力-変位関係モデル

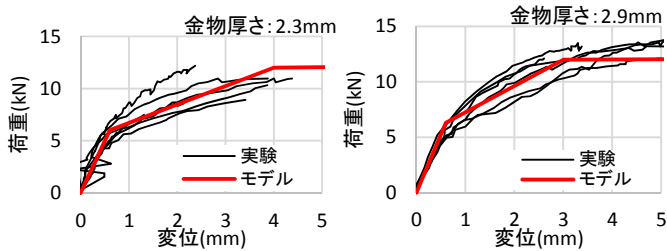


図6 金物の荷重-変位関係モデル

図7 柱ビスのせん断力-変位関係モデル

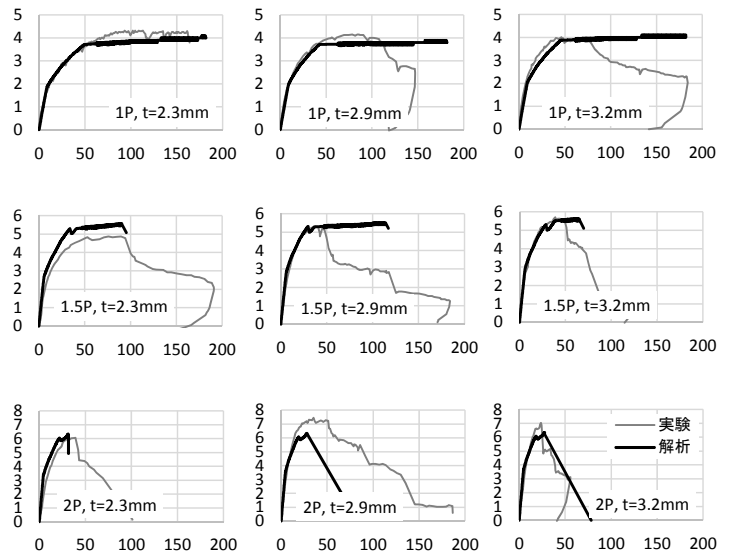


図8 解析結果と実験結果

(縦軸：荷重(kN)、横軸：層間変位(mm))

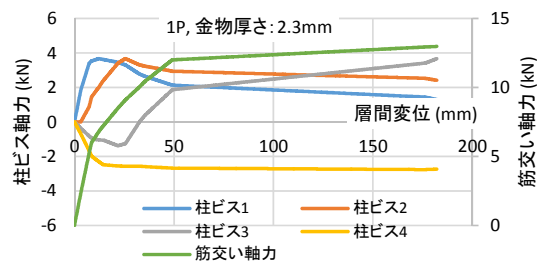


図9 1P耐力壁における柱ビスの軸力の推移

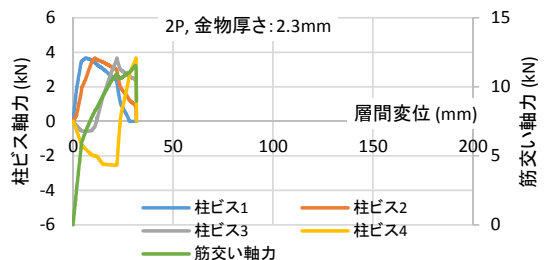


図10 2P耐力壁における柱ビスの軸力の推移

*横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 博士(工学)
 **横浜国立大学大学院都市イノベーション学府 大学院生
 ***西日本工業大学 教授・工博

* Yokohama National University, Dr. Eng.
 ** Graduate Student, Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
 *** Professor, Nishinippon Institute of Technology, Dr. Eng.