

切妻タイプ下屋の水平せん断挙動

指導教官 井戸田秀樹

古庄 正臣

1. 序

下屋は2階外壁から入力される地震荷重を1階の耐震壁に伝達する水平構面として、建物全体の耐震性に大きな影響を与える構造要素である。しかし、下屋を構造要素として力学的に取り扱った研究はほとんどなされていないのが現状である。

本研究は切妻タイプの下屋を対象に、水平構面要素としての力学的特性を実験的に把握することを目的とする。

2. 切妻タイプ下屋の実大水平せん断実験

2.1 試験体および実験概要

一般的な在来軸組工法の切妻タイプ下屋を想定し、梁スパン3.6m、垂木8本分を試験体としてモデル化した。実験の概要図及び一覧を図1,表1に示す。パラメータとしたのは垂木せいである。

試験体は2階外壁に取り付く母屋端部を水平方向ピン支点で支持し、梁は十分な高さから鋼棒で吊ることによって鉛直変位のみを拘束する境界条件を設定した。荷重は梁端部に水平方向に作用させ、載荷点の梁方向変位と載荷荷重の関係を計測した。

2.2 実験結果

図2に実験結果を示す。いずれの試験体もスリップ形の履歴特性を示している。また、垂木せいの違いによる耐力差は小さく、破壊は野地板に打たれたくぎのせん断破壊によって生じた。

3. 野地板のせん断挙動

2章の結果から、切妻タイプ下屋の挙動は野地板のせん断挙動により決まる。そこで、本章では釘の1面せん断実験に基づいて、せん断力を受ける野地板のせん断挙動を実験的に明らかにする。

3.1 釘のせん断実験

釘の1面せん断に対する荷重変形関係を得るため、図3に示す試験体を用いて、釘せん断実験を行った。結果を図4に示す。一般的に釘のせん断挙動は、完全弾塑性形モデルが用いられることが多いが、ここではかなり顕著な非線形性が見られたことから、図中に示す3次式で荷重-すべり変形関係をモデル化した。

3.2 野地板の水平せん断挙動の評価

ここでは、釘の1面せん断に対する荷重変形関係を用い、野地板のせん断挙動を評価する。まず、枠材と面材間に生じたずれの回転変形量 θ_x, θ_y を、XモードとYモードに分解できるものとする¹⁾。XとY両方向の

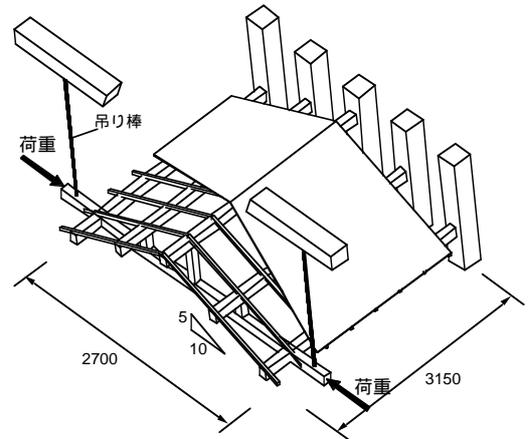


図1 切妻タイプ下屋せん断実験実験概要図

表1 試験体一覧

試験体名	梁・桁断面	屋根	屋根止め	垂木断面	垂木止め
B45-N	120*180	構造用合板 厚 = 9 mm	N38くぎ @150	45*45 @450	N90 脳天
B75-N			N50くぎ @150	40*75 @450	2-N75 斜め打ち

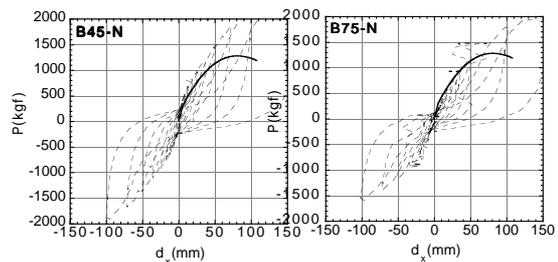


図2 切妻タイプ下屋の荷重-桁行き方向変位関係とその解析値

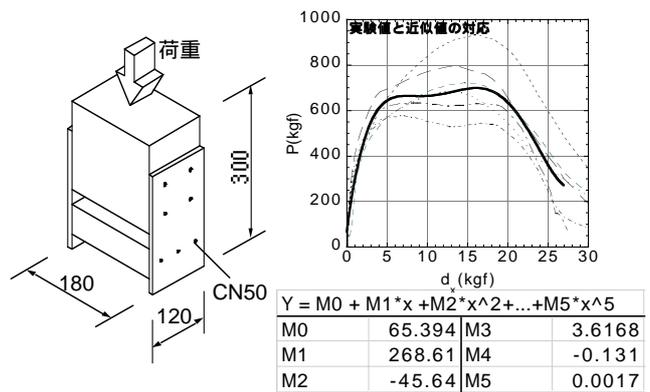


図3 釘せん断実験試験体図

図4 釘せん断実験の実験値と近似値式の対応

中立軸位置は x_0, y_0 で表す、XとYのそれぞれの方向のモーメント M_x, M_y と回転角 θ_x と θ_y の関係は、各釘が図心に及ぼすモーメントの和として、式(1)の関係になる。

$$M_x = \sum |y_j - y_o| \cdot n_j \cdot f(|y_j - y_o| \cdot \theta_x) \quad (1a)$$

$$M_y = \sum |x_i - x_o| \cdot n_i \cdot f(|x_i - x_o| \cdot \theta_y) \quad (1b)$$

ここで、野地板は剛体として扱い、垂木の曲げ変形、せん断変形、軸方向変形は無視している。式(1)中の関数 $f(\delta)$ は釘の荷重変位関係を近似した図4中の関数である。また、層間変形角 R と X と Y のそれぞれの回転角 θ_x と θ_y は式(2)の関係にある。

$$R = \theta_x + \theta_y \quad (2)$$

X と Y のそれぞれの方向のモーメント M_x 、 M_y は内力の釣り合いより式(3)の関係になる。

$$M_x = M_y \quad (3)$$

R が決まると、 θ_x と θ_y は式(3)と式(4)を連立して解くことにより求めることができる。また、求められた θ_x より、 M_x が求められ、 M_x が外力と釣り合うことになる。

以上の繰り返し計算により、変形角と応力の関係を求めることができる。

3.3 野地板の水平せん断実験

前節の理論を検証するため、野地板の水平せん断実験を行った。下屋の水平実験と同様に、野地板には構造用合板を用い、釘はCN38を用いた。隣接する野地板どうしの影響を調べるために、二枚の板を隣接させた試験体も用意した。図5、図6に試験体概要と試験体図を示す。

母屋に油圧ジャッキによって軸力をかけることにより、野地板にせん断力を生じさせ、母屋の水平変位と荷重の関係を調べた。

3.4 実験結果

図7に3.2節で示した解析値と実験結果とを併せて示す。解析値は実験結果と概ね良い対応を示しており、解析方法の妥当性が示されている。

4. 切妻タイプ下屋の評価

3章で示した野地板のせん断挙動評価法に基づき、本章では切妻タイプ下屋の評価を行う。屋根では図8に示すように野地板面が梁に入力される水平力に対して角度を持っているため、屋根面に作用するせん断力により野地板に入力される面内せん断力 Q と水平力 P の関係は次式となる。

$$P = \cos\theta \cdot Q \quad (4)$$

ここに θ : 屋根の傾斜角度である。この式(4)を用いて野地板全体の応力より水平方向成分を取り出した。解析によって求めた切妻タイプ下屋の水平せん断に対する荷重変形関係を、図2中太い実線で示す。解析結果は実験結果よりもやや最大耐力が下回る傾向が見られたが、全体的な挙動は概ね良い対応を示しており、本解析の妥当性が示されているといえる。

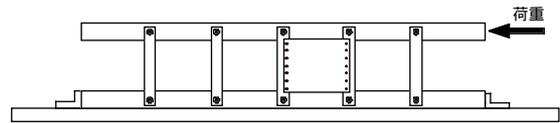


図5 野地板のせん断実験試験体概要

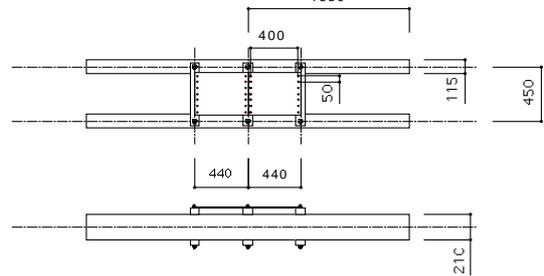


図6 野地板のせん断実験 R2 タイプ試験体

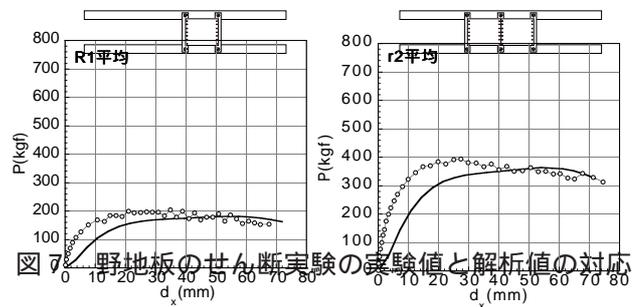


図7 野地板のせん断実験の実験値と解析値の対応

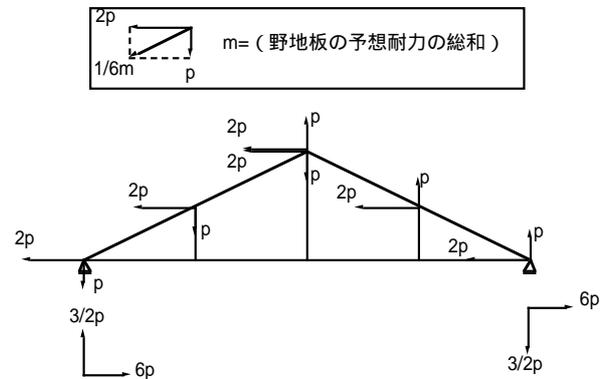


図8 切妻下屋のフレームにおける力の流れ

5. 結論

下屋の挙動は、野地板の挙動によって決まり、野地板の挙動は釘のせん断挙動によって決まる。このことより、下屋の挙動は、野地板を接合する釘のせん断挙動によって評価することが可能である。

今後、屋根勾配や野地板の配置の影響を検討し、切妻タイプ下屋の水平せん断挙動を系統的に整理していくことが必要である。

参考文献

- 1) 村上雅英、稲山正弘: 任意の釘配列で打たれた面材壁の弾塑性挙動の予測式、日本建築学会構造系論文集、第519号、87-93、1999年5月