

ブレースを用いた木造軸組工法住宅の小屋水平構面

指導教官 井戸田 秀樹 助教授

渡辺 智之

1. 序論

現在、木造軸組工法住宅の小屋水平構面には一般的に火打ち梁が用いられているが、面材張り水平構面と比較すると面内剛性は低く、小屋組の水平せん断挙動に対する性能を制限する要因の一つとなっている。

本研究では、小屋水平構面に火打ち梁の代わりに水平ブレースを設けることで耐震性能の向上を図る。そのために、水平ブレースを併用した小屋水平構面の挙動を実験的に明らかにする。さらに、火打ちのみを設けた場合の小屋水平構面と比較し、水平ブレースの有効性を確認する。

2. フレーム及び小屋水平構面加力実験

2-1 試験体概要

実験は表 1 に示す試験体を対象にして行った。全ての試験体の梁・桁の断面寸法は 105 × 210mm である。

1. B 試験体 (図 1): 一間四方の 1 スパンフレーム内に水平ブレース (断面寸法 105 × 150mm) を設けた試験体。
2. H 試験体 (図 2): B 試験体と同様のフレーム内に火打ち梁 (断面寸法 90 × 90mm) を設けた試験体。
3. R 試験体 (図 3): 火打ち構面と水平ブレース構面を混在させた小屋水平構面試験体。

表 1 試験体一覧

試験体名	試験体形状	載荷方法	試験体数
B	水平ブレース付フレーム	単調	1(B-0)
		正負交番繰り返し	3(B-1~3)
H	火打ち梁フレーム	正負交番繰り返し	1
R	小屋水平構面	正負交番繰り返し	1

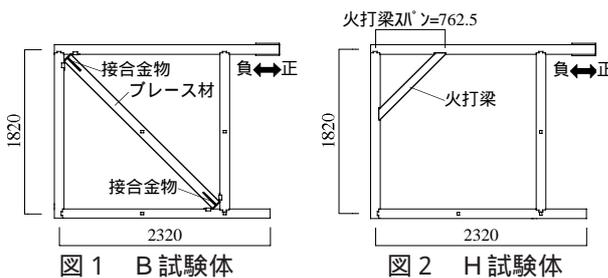


図 1 B 試験体

図 2 H 試験体

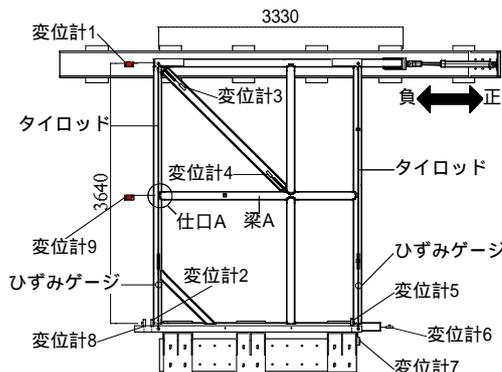


図 3 R 試験体及び加力実験装置図

2-2 実験方法

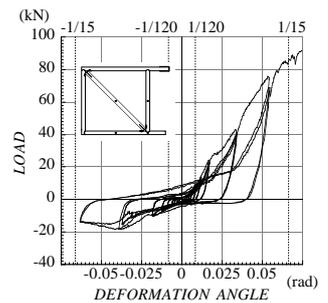
各フレーム実験では水平ブレースを用いた場合と火打ち梁を用いた場合の基本フレーム単体における挙動の比較を目的とする。小屋水平構面実験では火打ち梁と水平ブレースを併用した場合の挙動を調べる。各フレーム実験、小屋水平構面実験ともにタイロッド式で行い、図 3 に示す装置を用いた。載荷方法は正負交番繰り返しとし、品確法に基づく「評価方法基準」における性能表示の構造方法の試験法¹⁾に沿って行った。

2-3 実験結果

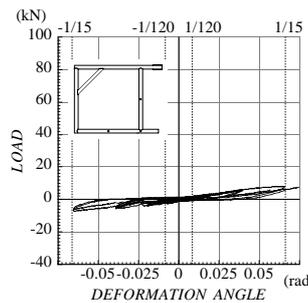
B, H, R 各試験体の荷重変形角関係を図 4 に示す。本実験の載荷プログラム範囲内では B 試験体負方向載荷を除き、どの試験体も耐力低下はみられなかった。また、荷重変形角曲線より各試験体の桁行方向単位長さあたりの剛性 (kN/rad・cm) を求め、表 2 に示す。

B 試験体は、H 試験体より正・負方向とも剛性は高く、負方向で約 1.9 倍、正方向で約 9.0 倍の剛性を示した。また、正方向載荷時の最大荷重は負方向載荷時の約 3.5 倍となり、接合金物の変形を伴わない圧縮方向の挙動に対して大きな耐力を持つことが分かる。負方向載荷時、荷重変形角関係の挙動は接合金物の引張方向の挙動に対応していると考えられる。接合部引張実験では耐力がやや低下した後、再び増加した。つまり、B 試験体では載荷プログラム内で最大耐力に達し耐力は低下したが、その後再び増加すると考えられる。

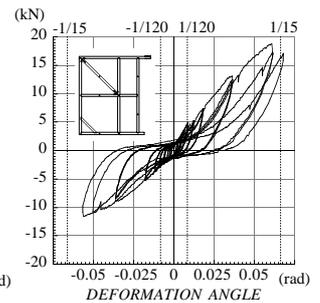
小屋水平構面 (R 試験体) では、正・負方向ともに変形角 1/15rad まで耐力は上昇し続けた。正方向載荷時、仕口 A (図 3 参照) では、梁 A に生ずる引張力によって梁間方向の梁に曲げが起きるとともに女木側の仕口が広げられ、男木が女木から引き抜かれて羽子板ボルトのみで支えていた。負方向載荷時、B 試験体の負方向載



(a) B-3 試験体



(b) H 試験体



(c) R 試験体

図 4 荷重変形角関係

荷時にみられた耐力低下は生じておらず、水平ブレースを併用した小屋水平構面でブレース構面の耐力が問題になることは少ないと考えられる。

3. 水平ブレースを設けた小屋水平構面の解析モデル
ブレース構面 (B 構面)、火打ち構面 (H 構面) の実験結果に基づき、ブレース構面と火打ち構面が混在した小屋水平構面 (R 構面) の解析モデルを考察する。

まず、B、H 構面の各部材端部をピンとしたモデル (B-1、H-1) を考え、解析結果を表 2 に示す。H 構面負方向を除き、モデルは実験値より高い剛性を示した。これは、B 構面で接合金物の梁・桁へのめり込みや引張による変形、H 構面で火打ち梁端部の仕口のずれやめり込みが存在したためと考えられる。こうした挙動を水平ブレースと火打ち梁に負担させ、これらの軸剛性を低下させることで解析結果を実験結果と対応させた。

次に、その B、H 構面の解析モデルで構成された R 構面 (解析モデル R-1、図 5 (a)) の解析結果を表 2 に示す。モデル R-1 は実験値より高い剛性を示した。これは、2 章での考察から、正方向載荷時に仕口 A の剛性低下が考えられ、それが影響していると思われる。そこで、正方向解析時、仕口 A の男木に軸剛性を低下させた微小長さの梁を入れたモデル (解析モデル R-2、図 5 (b)) を考え、微小要素の軸剛性は次式の値に定めた。

$$EA/l = 0.248 \text{ (kN/mm)} \quad (1)$$

これは、梁固定の仕口引張実験より得られる軸剛性²⁾の約 0.1 倍である。モデル R-2 の解析結果を表 2 に示す。実験値と良い対応を示した。

4. 小屋水平構面における水平ブレースの有効性

小屋水平構面における水平ブレースの有効性を確認するため、実際に施工された物件 5 棟を対象に検討を行った。その一例を図 6 に示す。水平ブレースは、小

表 2 荷重 5kN 時の節点変位と剛性

		節点変位 (mm)		剛性 (kN/rad・cm)	
		正方向	負方向	正方向	負方向
B 構面	実験値平均	6.3	-19.5	7.94	2.56
	モデル B-1	0.2	-0.2	299.4	299.4
H 構面	実験値	58.8	-32.3	0.85	1.55
	モデル H-1	32.3	-32.3	1.55	1.55
R 構面	実験値	45.5	-68.5	1.46	0.97
	解析モデル R-1	27.0	-66.2	2.47	1.01
	解析モデル R-2	45.5	-66.3	1.46	1.00

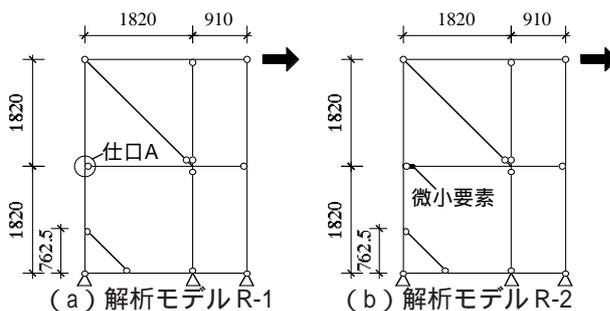


図 5 R 構面解析モデル

屋水平構面の 4 隅へ火打ち梁に代えて入れるものとし、構面を壁線区画ごとに分けた 19 パターンの水平構面要素を対象とした。そして、水平ブレースを用いた場合と、火打ち梁のみの場合それぞれについて、梁間方向と桁行方向の 2 方向に水平せん断力を加え、計 76 通りの解析を行い剛性を比較する。

各解析モデルについて、負担面積と剛性の関係を図 7 (a) に示す。図中、実線は水平ブレースを併用した場合における解析結果の回帰直線、点線は火打ち梁のみの場合における解析結果の回帰直線である。解析モデルによって結果にはかなりばらつきが生じているが、回帰直線で比較すると水平ブレースの有効性が確認できる。また、各解析モデルの剛性を基に、それぞれの壁線区画の負担面積の割合から小屋水平構面全体の平均剛性を求めたものが図 7 (b) である。いずれの小屋水平構面も、水平ブレースと火打ち梁を併用した場合は、火打ち梁のみの場合に対して約 1.3 ~ 1.5 倍の剛性が得られた。

5. 結論

本研究で得られた結論は以下の通りである。

1. 水平ブレースを 4 隅に配置した小屋水平構面は、従来の火打ち梁のみの場合と比較して、約 1.3 ~ 1.5 倍の剛性を確保できる。
2. 小屋水平構面加力実験では、終局変形角 1/15rad までの範囲において耐力低下は生じておらず、水平ブレースを用いた小屋水平構面の耐力が実用範囲内で問題になることはない。

【参考文献】

- 1) (財) 日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計
- 2) 外崎太一他：簡易 CAD/CAM プレカットシステムによる構造部材の強度性能 - 強度特性に及ぼす蟻仕口形状 (1)、日本建築学会大会学術講演梗概集、p111-p112、2001 年

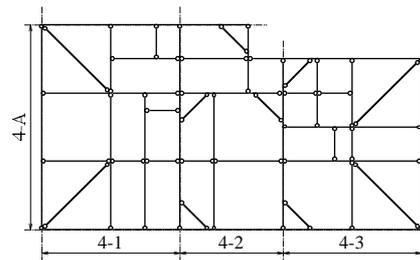


図 6 小屋水平構面パターン 4

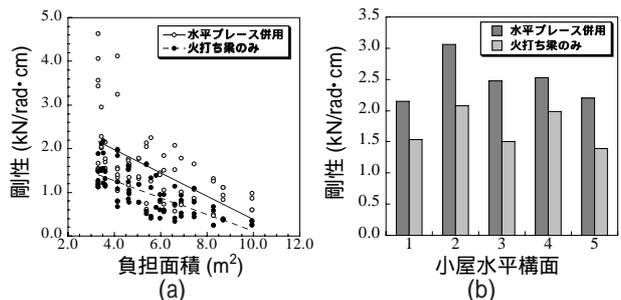


図 7 住宅モデルの水平ブレース・火打ち梁併用時と火打ち梁のみ使用時の剛性比較