

緩衝材入り筋かい金物を用いた筋かい耐力壁の耐震性能評価

正会員 ○古田 智基\*  
同 中尾 方人\*\*  
同 完山 利行\*\*\*

筋かい金物 高減衰ゴム 静的実験  
壁倍率

1. はじめに

在来軸組工法の戸建て住宅に用いるため、高減衰ゴムを内蔵し、変形性能を向上させた金物の開発および性能の検証を行ってきた<sup>1)4)</sup>。本報では、緩衝材として高減衰ゴムを内蔵した、柱取り付けタイプの筋かい金物を考案し、それを用いた筋かい耐力壁の静的せん断加力実験を行い、耐震性能の検証を行った。

2. 緩衝材入り筋かい金物の概要

図1に緩衝材としての高減衰ゴムを内蔵した筋かい金物の概要を示す。既存のL型の筋かい金物と2.6mm厚の鋼板とを厚さ5mmの高減衰ゴムで接着して一体化したものであり、L型の金物は、長さ75mmのビス9本で柱に留め、鋼板と筋かい端部とを長さ45mmのビス6本(以下メインビスと称する)で留める。水平力の作用により、軸組にせん断変形が生じると、筋かい端部と軸組との接合部に変位が生じるが、その際、高減衰ゴムにせん断変形が生じて、ビスやその周辺の木材の損傷を低減する。なお、高減衰ゴムがL型の金物や鋼板と剥離してしまった場合に備え、フェールセーフのビス(長さ45mm、4本)によって、L型の金物と筋かい端部とを直接留める。図2にこの金物単体での引張試験の結果を示す。フェールセーフビスのみであっても、メインビスも留めた場合に比べて、20mm程度までは概ね50%程度の剛性を発揮す

る。表1に高減衰ゴムの基本物性を示す。RC造などの中高層建築物用の免震ゴム支承として用いられてきたものと比べ、筋かい金物としての剛性を確保するために、せん断剛性を高めたものとなっている。

3. 静的せん断加力実験

静的せん断加力実験用の試験体は、図3に示すものを3

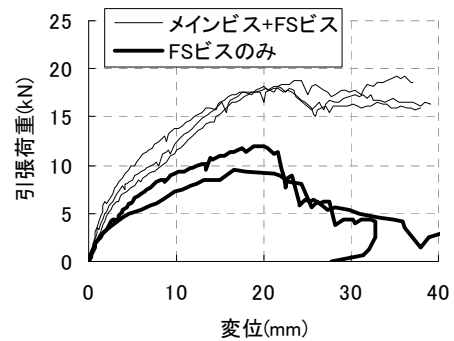


図2 緩衝材入り筋かい金物単体の引張試験結果

表1 高減衰ゴムの基本物性

せん断弾性係数 G(N/mm <sup>2</sup> )	等価減衰定数 H <sub>eq</sub> (%)	ゴム硬度
1.5	27.2	87

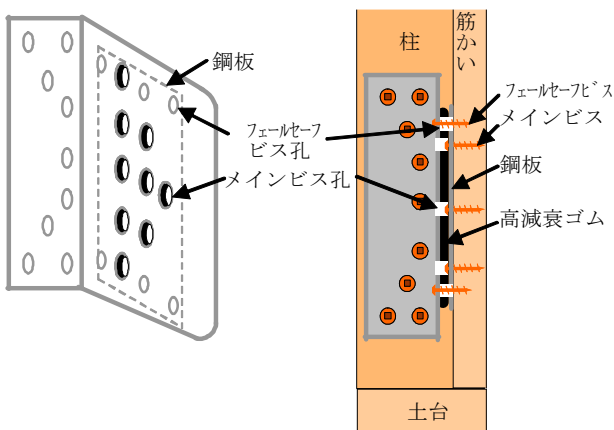


図1 緩衝材入り筋かい金物の概要

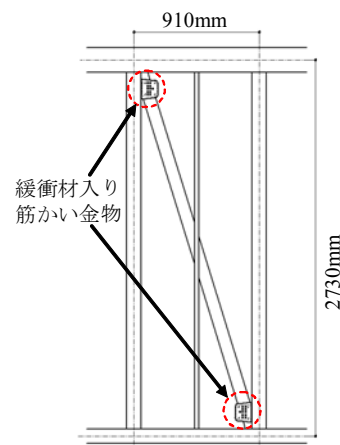


図3 静的せん断加力実験の試験体

体製作した。桁は 105mm×180mm のベイマツ、柱と土台は 105mm 角のスギ、筋かいは 45mm×90mm のベイツガであり、柱と桁および土台の仕口は短ほぞ差しである。柱頭柱脚は、ホールダウン金物 S-HD10 で補強したので、軸組のみでもある程度の水平耐力を有する。1/50rad までは、各変形角で 3 回ずつ、桁の端部に正負繰り返し加力を行い、1/50rad 以降は、筋かいに引張力が作用する方向に、最大耐力の 80%に低下するまで、単調一方向加力を行った。なお、1/50rad までの正負繰り返し加力において、筋かいに圧縮力が作用する方向には、最大 1/120rad まで

の加力とした<sup>5)</sup>。

筋かいに引張力が作用する方向の包絡線を図 4 に示す。筋かいのない軸組のみの結果も併記した。1/50rad まででは、金物には顕著な損傷はなく、筋かい端部に割れが生じた場合もあったが、1/75rad までの繰り返し加力においては、顕著な剛性低下はみられなかった。1/50rad 以降に柱側ビスの引抜け、筋かい側ビスの頭の破断などが生じ、概ね 1/15rad 以降に、ゴムの剥離、柱の折損、筋かいのせん断破壊などが生じて耐力が低下した。3 体の最大耐力は、10.1kN、9.9kN、9.1kN であり、その時の変形角は、1/12.8rad、1/11.9rad、1/16.0rad であった。

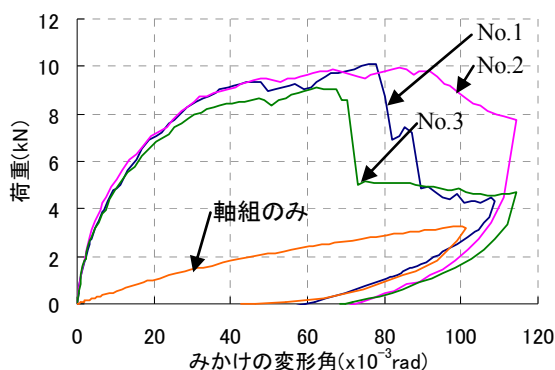


図 4 筋かいに引張力が作用する方向の包絡線

表 2 完全弾塑性モデルの特性値一覧

	No.1	No.2	No.3	軸組
Py (kN)	5.14	5.24	4.91	1.27
Pmax (kN)	9.71	9.84	9.12	2.55
P <sub>(1/120rad)</sub> (kN)	4.45	4.73	4.31	0.43
Pu (kN)	8.86	8.86	8.24	2.20
μ	3.38	3.89	3.81	1.50
Ds(=1/√(2μ-1))	0.42	0.38	0.39	0.71
0.2·Pu/Ds (kN)	4.25	4.61	4.24	0.62
2/3Pmax (kN)	6.47	6.56	6.08	1.70
K (x10 <sup>3</sup> kN/rad)	0.45	0.52	0.47	0.05
γ <sub>v</sub> (x10 <sup>-3</sup> rad)	11.4	10.2	10.4	25.6
γ <sub>v</sub> (x10 <sup>-3</sup> rad)	19.7	17.1	17.5	44.3
γ <sub>u</sub> (x10 <sup>-3</sup> rad)	66.7	66.7	66.7	66.7
γ <sub>po</sub> (x10 <sup>-3</sup> rad)	7.80	6.91	8.21	8.33

Py:降伏耐力、Pmax:最大耐力、P<sub>(1/120rad)</sub>:1/120rad 時の耐力、Pu:終局耐力、μ:塑性率、Ds:構造特性係数、K:初期剛性、γ<sub>v</sub>:降伏耐力時の変形角、γ<sub>v</sub>:仮想降伏点における変形角、γ<sub>u</sub>:終局変形角、γ<sub>po</sub>:短期基準せん断耐力時の変形角

表 3 壁倍率の評価

	平均値 (kN)	変動係数 CV	ばらつき係数	50%下限値 (kN)	壁倍率
Py	5.10	0.034	0.984	5.02	2.8
P <sub>(1/120rad)</sub>	4.50	0.048	0.977	4.40	2.5
0.2Pu/Ds	4.37	0.048	0.977	<b>4.27</b>	<b>2.4</b>
2/3Pmax	6.37	0.040	0.981	6.25	3.5

#### 4. 壁倍率の評価

表 2 に各包絡線を完全断塑性モデルに置換したときの特性値を示す。壁倍率を算定するための 4 つの指標 (Py、P<sub>(1/120rad)</sub>、0.2Pu/Ds、2/3Pmax) のうち、3 体のいずれにおいても 0.2Pu/Ds が最小となった。終局変形角 γ<sub>u</sub> を 1/15rad としているために、塑性率 μ は 3.38~3.89 であり、Ds は 0.38~0.42 である。

表 3 に示すように、ばらつき係数を考慮すると、4 つの指標の 50%下限値のうち、最小のものは 0.2Pu/Ds で、4.27kN であった。ここで、軸組のみの試験体の 0.2Pu/Ds は 0.62kN であり、4.27kN から差し引き、壁長 (0.91m) と基準耐力 (1.96kN) で除すと、壁倍率として 2.0 が得られた。筋かいの圧縮側の壁倍率を 2.5 とすると、この筋かい金物を用いた筋かい耐力壁の壁倍率は、筋かいの圧縮側と引張側の平均で 2.25 であると考えられる。

#### 5. まとめ

緩衝材として高減衰ゴムを内蔵させた筋かい金物を開発し、それを用いた筋かい耐力壁の静的せん断加力実験を行った。その結果、筋かいに引張力が作用する方向において、最大耐力時の変形角は概ね 1/15rad 以上であり、壁倍率で 2.0 の耐震性能が確認された。

#### 参考文献

- 1) 古田、加奈森、中尾：木造住宅向け制震金物の性能評価、大会 C-1、pp.317-318、2006.9
- 2) 古田、加奈森、中尾：木造住宅向け仕口高減衰ゴムダンパーの応答予測、大会 C-1、pp.305-306、2007.8
- 3) 古田、中尾：木造住宅向け仕口高減衰ゴムダンパーのフレーム実験、大会 C-1、pp.199-200、2008.9
- 4) 古田、中尾：木造住宅向け筋かい金物型高減衰ゴムダンパーの性能評価、大会 C-1、pp.467-468、2009.7
- 5) (財)日本建築総合試験所：木造建築物接合部の試験方法及び評価方法、2002.2

\*第一工業大学 建築デザイン学科 教授・工博  
 \*\*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)  
 \*\*\*日本総合試験所

\* Professor, Daiichi Institute of Technology, Dr. Eng.  
 \*\* Yokohama National University, Dr. Eng.  
 \*\*\* General Building Research Corporation of Japan