

緩衝材入り筋かい金物を用いた在来軸組工法2階建木造住宅の地震応答性状

正会員 ○古田 智基\*  
同 中尾 方人\*\*

在来軸組工法 高減衰ゴム 筋かい金物  
地震応答解析 壁量充足率 床面積比

1. はじめに

緩衝材として高減衰ゴムを付加し、変形性能を向上させた柱取り付けタイプの筋かい金物を考案し、静的実験や振動台実験により性能の検証を行ってきた<sup>1)</sup>。本報では、この金物を用いた二つ割り筋かいを主な耐力要素とする在来軸組工法2階建て木造住宅を対象に地震応答解析を実施し、大地震時における地震応答性状を検証した。

2. 解析モデル

解析モデルは図1のような柱-横架材接合部をピンとする2層の骨組みモデルで、たすき掛けの二つ割り筋かいを1本の非線形バネで表現している。構造用合板耐力壁を併用するケースでは、この非線形バネも並列に配置する。非線形バネには、4折れ線のNCLモデル<sup>2)</sup>を用いた。増分解析で得られた各耐力壁(緩衝材入り金物を用いたたすき掛け筋かい、既存金物を用いたたすき掛け筋かいおよび合板耐力壁(いずれも壁長は1P(910mm)))の荷重-変形関係を図2に示す。これらの解析モデルによると、振動台実験の結果とよく対応することが確認されている<sup>3)</sup>。

2階建ての在来軸組工法木造住宅の解析モデルを作成するにあたり、壁量充足率および1階と2階の床面積比を主なパラメータとした。1階と2階の壁量充足率は、基本的に同じとしている。また、構造用合板耐力壁を併用した場合や、2階の壁量充足率を1階より高めた場合についても解析を行った。表1にパラメータの一覧を示す。

解析モデルの1階には、壁長が1P(910mm)のたすき

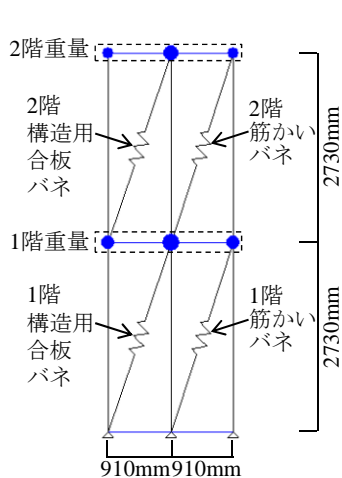


図1 解析モデル

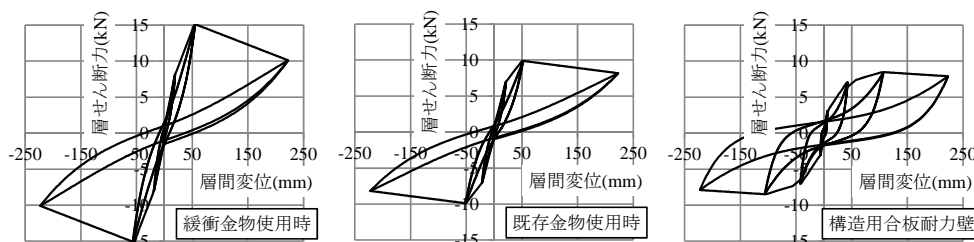


図2 各耐力壁の解析モデル(壁長:1P(910mm))

表1 解析モデルのパラメータ

耐力壁の種類	壁量充足率	床面積比(2階/1階)	構造用合板負担率	壁量充足率比(2階/1階)
二つ割り筋かい	1.00	1.25	0%	1.0
既存金物	1.25	1.00	0%	1.0
緩衝材入り金物	1.50	0.75	50%	2.0
構造用合板	1.75	0.50	50%	2.0
	2.00			

掛け二つ割り筋かい耐力壁を1箇所配置し、節点に付加する重量と2階耐力壁の量を調整することで、壁量充足率や床面積比を調整した。

節点に付加する重量は、以下の式(1)~(3)で求めた。ここで建物重量には、耐力壁以外の準耐力壁などによる負担分を全体の1/3と仮定し、2/3を乗じている。

$$\text{建物重量(1階+2階)} = \frac{\text{壁倍率} \times \text{壁長} \times \text{基準耐力} / C_0}{\text{壁量充足率} \times 2/3} \quad (1)$$

$$\text{1階重量} = \text{建物重量} / (1 + \text{単位面積重量比} \times \text{面積比}) \quad (2)$$

$$\text{2階重量} = \text{建物重量} - \text{1階重量} \quad (3)$$

ここでの壁倍率は1階耐力壁の壁倍率であり、緩衝材入り金物を用いた場合も既存金物を用いた場合も4.0(たすき掛け)とした。壁長は0.91m、基準耐力は1.96kN/m、C<sub>0</sub>は層せん断力係数で0.2である。単位面積重量比とは、1階と2階の単位床面積あたりの重量比で、ここでは0.7とした。面積比は1階と2階の床面積比である。なお、解析モデルの一次固有周期は、壁量充足率1.0の場合で0.36秒程度、充足率2.0の場合で0.25秒程度であった。

入力地震波の種類は、JMA Kobe NS波およびBCJ L2波とした。JMA Kobe NS波の入力倍率は55%とし、固有周期が0.16秒~0.64秒における減衰定数5%時の応答加速度の平均は、図3のように、概ね980gal(1G)とした。なお、解析モデルの減衰定数は、瞬間剛性比例形で5%とした。

### 3. 解析結果

図4に55%に低減したJMA Kobe NS波入力時の最大の層間変位を示す。筋かい金物の種類によらず、壁量充足率が高くなるにつれて層間変位が小さくなる傾向であり、既存金物を用いた場合は、壁量充足率が概ね1.5以上で1階の層間変位が50mm以下となる。50mmは、本解析モデルにおいて概ね最大耐力時の層間変位である。緩衝材入り金物を用いた場合は、既存金物の場合に比べて層間変位は小さく、壁量充足率が1.0でも1階の層間変位は概ね50mm程度である。既存金物を用いた場合、壁量充足率が1.0では、1階、2階とも1/30rad(91mm)を超えるケースが多い。これは、緩衝材入り金物を用いた場合の最大耐力が既存金物を用いた場合の1.5倍であることの影響が大きい。このような傾向は、BCJ L2波を入力した場合でも同じであった。

近年多くみられるようになった、筋かい耐力壁と構造用合板耐力壁を併用する場合の解析結果を図5に示す。これは、筋かい耐力壁の壁量の50%を合板耐力壁に置き換えた場合である。既存金物による筋かい耐力壁だけの場合に比べ、特に壁量充足率が低いケースで層間変位が小さくなる傾向が顕著である。一方、緩衝材入り金物では、壁量の50%を合板耐力壁に置き換えても、層間変位に大きな違いはみられない。これは、図6のように、同じ壁量で比較すると、構造用合板耐力壁と既存金物を用いた筋かい耐力壁との実質的な性能の差は大きい、緩衝材入り金物を用いた筋かい耐力壁との性能の差は小さいためと考えられる。

図7は、2階の壁量充足率を1階の壁量充足率の2倍と

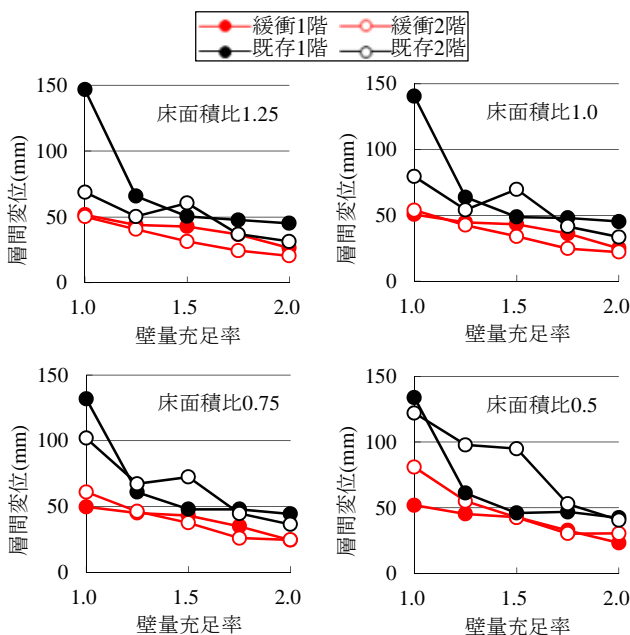


図4 最大層間変位 (合板負担率0%, 壁量充足率比1.0)

した場合の解析結果である。1,2階とも同じ壁量充足率の場合に比べて、2階の層間変位は小さいが、1階の層間変位が大きく、壁量充足率が1.0においては、既存金物を用いた場合で167mm(1/16rad)、緩衝材入り金物を用いた場合で69mm(1/40rad)であった。

### 4. まとめ

緩衝材入り筋かい金物を二つ割り筋かい耐力壁に用いた在来軸組工法の2階建て木造住宅について地震応答解析を実施し、大地震時における応答性状を検証した。既存金物の代わりに緩衝材入り金物を用いることで、最大層間変位が小さく抑えられ、合板耐力壁を用いた場合と同等の効果が得られることが明らかになった。

#### 参考文献

- 1) 古田智基, 中尾方人, 完山利行: 緩衝材入り筋かい金物を用いた筋かい耐力壁の地震応答の評価, 日本建築学会技術報告集, 第19巻 第42号, pp.519-524, 2013.6
- 2) 松永裕樹, 曾田五月也, 宮津裕次: 木質構造物の復元力特性のモデル化と動的解析への適用, 日本建築学会関東支部研報告集, pp.201-204, 2008.3

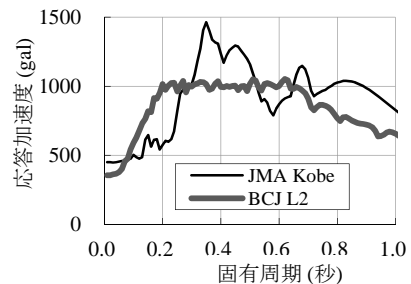


図3 加速度応答スペクトル(h=5%)

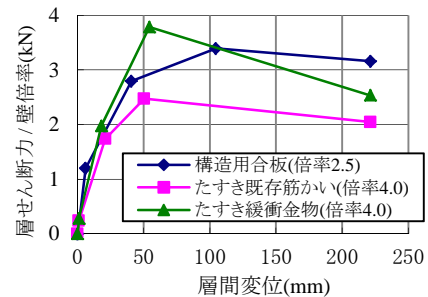


図6 壁倍率で除した層せん断力

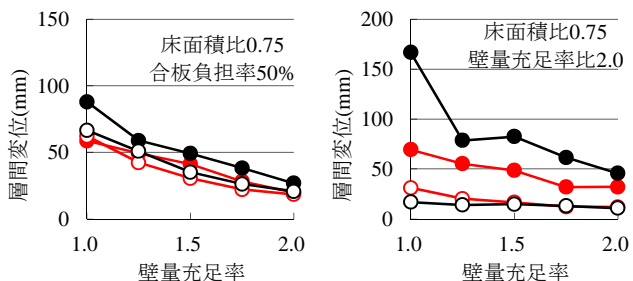


図5 構造用合板を併用した場合の最大層間変位

図7 2階の壁量充足率を1階の2倍にした場合の最大層間変位

\*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 特別研究教員・博士(工学)

\* Professor, Daiichi Institute of Technology, Dr. Eng.

\*\* Research Associate, Department of Architecture and Building Science, Yokohama National University, Dr. Eng.