

B-3

伝統的木造建築物の耐震要素としての木造面格子壁に関する研究  
 -相欠き仕口と面格子壁のエネルギー吸収性能について-  
 Study on Wooden Grid Wall as Seismic Elements of Traditional Wooden Building  
 -On Energy Absorption Performance of Half-lap Joint and Wooden Grid Wall-

○星野達哉<sup>3</sup>, 岡田章<sup>1</sup>, 宮里直也<sup>1</sup>, 廣石秀造<sup>2</sup>

\*Tatsuya Hoshino<sup>3</sup>, Akira Okada<sup>1</sup>, Naoya Miyasato<sup>1</sup>, Shuzo Hiroishi<sup>2</sup>

Abstract : Traditional wooden building which is made of wooden members is high deformation performance. Therefore, it is designed by Limit Strength Calculating Method. On the other hand, grid walls can be freely set the rigidity and strength by the number of Half-lap Joint. However, it is necessary to evaluate the energy absorption capability to design using Limit Strength Calculating Method of the grid wall. In this paper, the authors understand the energy absorption performance of half-lap joint and the grid walls, summarizes the data required for Limit Strength Calculating Method.

1. はじめに

伝統的木造建築物は木組みのみで構成されており、一般に変形性能が高く、粘り強い性状を有している<sup>[1]</sup> (Fig. 1). 当該構造の構造計算は高い変形性能を正しく評価するために、各限界変位時が検討の対象となる限界耐力計算による評価が告示等で要求されている。

一方、面格子壁は格子交点部がめり込むことで外力に抵抗し、高い変形性能と非常に粘り強い性状を示すことが知られている。また、面格子壁の剛性と耐力は相欠き仕口の数により変化することが既往の研究<sup>[2]</sup>で報告されている。このことから、伝統的木造建築物に面格子壁を適用し、必要に応じて格子材の本数を変更させることで、性能を自由に变化可能な耐震要素として期待できる。しかし、面格子壁を限界耐力計算にて設計するためには、エネルギー吸収性能の定量的な評価が必要となるが、著者らの知る限りにおいては未だ報告されていない。

そこで本研究では面格子壁を伝統的木造建築物の耐震要素として利用することを念頭に、エネルギー吸収性能の把握及び、限界耐力計算を用いる際に必要な変形角毎の耐力、等価粘性減衰定数 ( $h_{eq}$ )、履歴エネルギー ( $\Delta W$ ) の把握を目的とする。

2. 相欠き仕口のエネルギー吸収性能

2-1. 検討方法

相欠き仕口単体のエネルギー吸収性能の評価を試みる。相欠き仕口の静的載荷実験の結果より、等価線形化法を用いて、 $h_{eq}$ と $\Delta W$ を算出する (Fig. 2)。検討モデル概要をTab. 1に示す。なお、エネルギー吸収性能の算定には既報<sup>[3]</sup>の実験結果を用いた。また、実験は繰返し正負交番載荷を行っており、全サイクルの $h_{eq}$ と $\Delta W$ の平均値を算出した。

2-2. 算出結果

各変形角毎の算出結果をFig. 3に示す。全パラメータにおいて変形の増加に伴って $h_{eq}$ は約0.10~0.13、 $\Delta W$ は0.10~0.16kN・mに収まる傾向が得られた。材種による比較を行う。C90\_E0, L90\_E0N, H90\_E0の $h_{eq}$ は1/120rad時に差を生じたが、それ以降の変形角では差が小さくなることを確認された。また、 $\Delta W$ は1/15rad時において

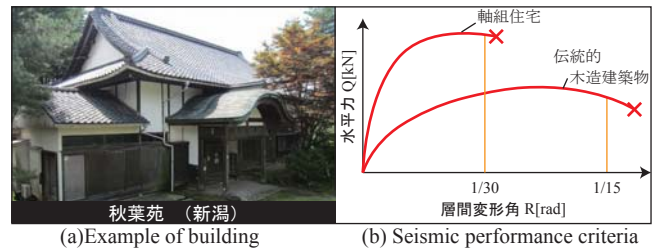


Fig. 1 Structural Performance of Traditional Wooden Building<sup>[1]</sup>

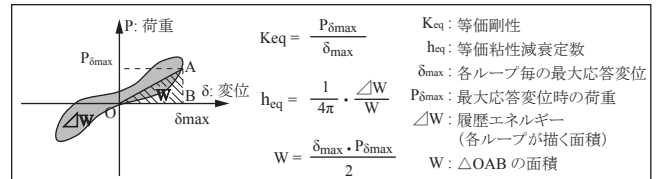


Fig. 2 Equivalent Linearization Method

Tab. 1 Parameter of Half-lap Joint Test Pieces

十字試験体名	材種	断面	切欠き深さ	部材等級
C90_E0	スギ	90×90	45	無等級 (芯持ち)
C105_E0		105×105	52.5	
L90_E0N		90×90	45	
L105_E0N	カラマツ	105×105	52.5	無等級 (芯去り)
H90_E0		90×90	45	

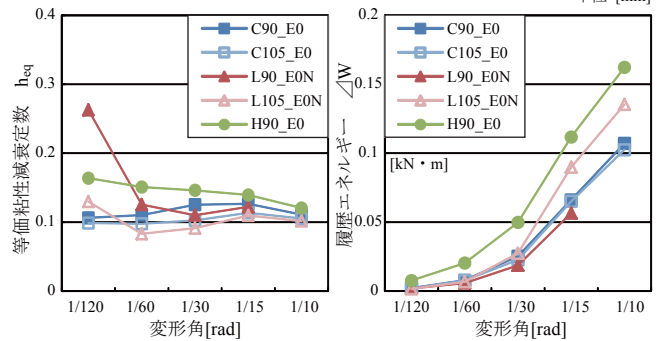


Fig. 3 Energy Absorption Performance of Half-lap Joint

H90\_E0がC90\_E0の1.5倍高い結果となった。断面寸法による比較を行う。C90\_E0, C105\_E0, L90\_E0N, L105\_E0Nの $h_{eq}$ は材種の比較と同様に1/120rad時に差が生じたが、それ以降の変形角では差が小さくなることを確認された。また、1/15rad時においてL105\_E0Nの $\Delta W$ はL90\_E0Nの1.6倍高いことが確認された。以上より材種、断面寸法の変化は $\Delta W$ に大きな影響を及ぼすが、 $h_{eq}$ へ

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大短大・教員・建築 3 : 日大理工・院・建築

の影響は小さいことが示唆された。

### 3. 面格子壁のエネルギー吸収性能

#### 3-1. 検討方法

面格子壁の静的載荷試験の結果を用いて、面格子壁のエネルギー吸収性能の把握を試みる。検討モデル概要をTab. 2に示す。なお、相欠き仕口と同様、面格子壁のエネルギー吸収性能は既報<sup>[3]</sup>の実験結果を用いて、全サイクルの $h_{eq}$ と $\Delta W$ の平均値を算出した。

#### 3-2. 算出結果

Fig. 4に各変形角の算出結果を示す。C90\_E0の $\Delta W$ は格子数が多くなるほど、高い値を示すことが確認された。一方、 $h_{eq}$ は格子数による差異はほとんど確認されなかった。また、 $h_{eq}$ は相欠き仕口単体より僅かに高い値となったが、これは鉛直荷重が作用したことにより、原点付近の荷重が増加したことが原因と考えられる。材種による比較を行う。L90\_E0NとH90\_E0の $h_{eq}$ は1/15~1/10rad時において相欠き仕口に近い値を示した。また、相欠き仕口と同様、 $\Delta W$ はH90\_E0が高く、 $h_{eq}$ に大きな差異はない結果となった。以上より、相欠き仕口と面格子壁のエネルギー吸収性能は同様の傾向を示すと考えられる。

#### 3-3. 計算値の妥当性の検討

文献<sup>[1]</sup>の加算則による計算値の妥当性の確認をするために実験値との比較を行う。この加算則は履歴エネルギーを重みとして各部材の減衰性を平均し全体の減衰性を評価する方法である。計算値の算出方法をFig. 5、計算値と実験値の比較をFig. 6に示す。なお、比較には相欠き仕口と面格子壁の実験における初期の載荷変形角が異なる為、横軸を水平変位 $\delta$ で表記している。各パラメータとも概ね同様な傾向を示している為、本研究においてもこの計算方法は有効であると考えられる。

#### 4. 加算則による面格子壁の特性値の算出

前述した計算値を用いて、格子数によるエネルギー吸収性能を算出した結果をFig. 7に示す。計算値においても実験結果と同様に $\Delta W$ は格子数が多いほど高い値を示し、 $h_{eq}$ は格子数に依存しない結果となった。よって、限界耐力計算を用いて面格子壁を設計する際は、減衰は格子数に依存しないため、必要耐力分の格子数を入力することとなる。また、既報<sup>[3]</sup>より格子数による各変形角の耐力を合わせて示す(Fig. 7)。

#### 5. まとめと今後の検討

既報<sup>[3]</sup>の実験結果より相欠き仕口と面格子壁のエネルギー吸収性能を把握し、限界耐力計算を行う際に必要な特性値を算出した。しかし、限界耐力計算に用いる実験データは動的实验を行うことが望ましいとされているため、今後、面格子壁の動的な挙動を検討する予定である。

#### 【参考文献】

- [1] 日本建築学会編：限界耐力計算による伝統的木造建築物構造計算指針・同解説、第1版第1刷、2013. 2
- [2] 岩田、他：「在来軸組工法木造住宅の構造設計手法の開発(その60)」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1, pp. 377-378, 2002. 8
- [3] 佐藤、他：「靱性型木造面格子壁に用いる設計用基準強度に関する基礎的研究(その1-4)」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1, pp. 59-66, 2014. 8

Tab.2 Parameter of Grid Wall Test Pieces

試験体名	材種	格子間隔 縦×横	切欠き深さ	部材等級
C90_E0_3×4 <sup>※</sup>	スギ	566.7×575.0	45	無等級(芯持ち)
C90_E0_4×5 <sup>※</sup>		425.0×460.0		
C90_E0_6×8 <sup>※</sup>		283.3×287.5		
L90_E0N	カラマツ	566.7×575.0	45	無等級(芯去り)
H90_E0	ヒノキ	566.7×575.0	45	無等級(芯持ち)

※鉛直荷重有り 単位:[mm]

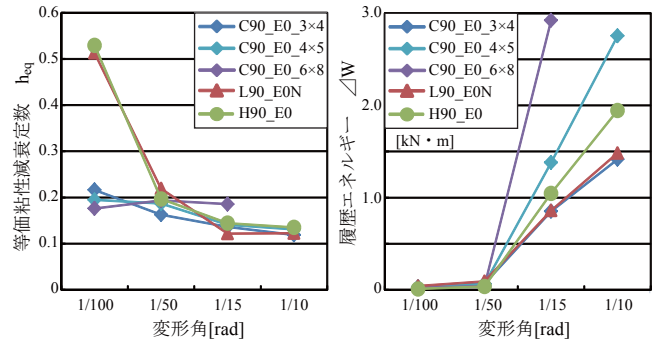


Fig.4 Energy Absorption Performance of Grid Wall

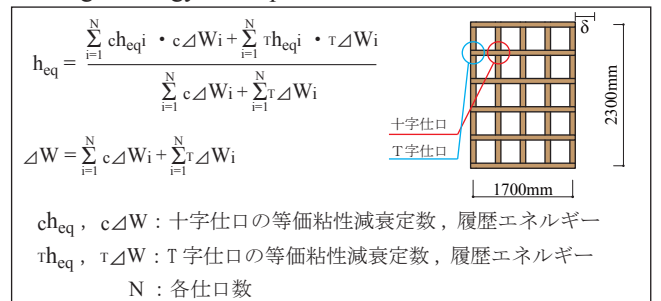


Fig.5 The Method of Calculating the Calculated Value

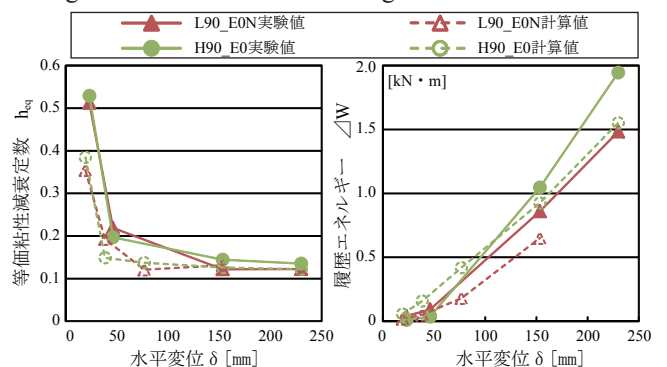


Fig.6 Comparison of the Experimental Value with Calculated Value

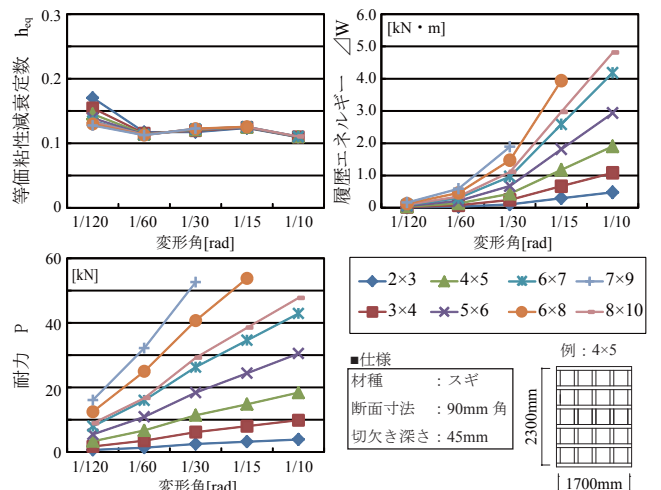


Fig.7 Characteristic Values of the Grid Wall by Calculated Value