

# 伝統的木造建築物の構造特性の違いに着目した限界耐力計算による耐震性能評価

建築計画研究室 三谷 真帆

(令和4年2月9日提出)

## 1. 研究の背景と目的

近年、重要伝統的建造物群保存地区として全国各地に残る数多くの歴史的な町並みの保存が図られており、伝統的木造住宅の価値が高まっている。一方、熊本地震をはじめとする大地震による木造建築物の被害は多く、木造家屋の耐震性の解明が重要視されている。各地域の気候風土に合わせた様式による木造住宅の耐震性能調査は多くなされているが、平面形状や階高に着目して耐震性能を評価している研究はまだ少ない。また、伝統構法木造住宅の耐震性能評価方法として限界耐力計算が用いられるが、階高が極端に低い場合の評価方法が確立されていないことが指摘されている。そこで本研究では、伝統構法木造住宅の平面形状や階高の違いに着目し、耐震性能評価を行い、限界耐力計算の適用性についても検討することを目的とする。

## 2. 建物のモデル化

本二階とは、2階を居住用とした2階建てで、2階階高が低くなるにつれて中二階、つし二階と分類される。つし二階では、主に2階部分は物置として使われる。1階の平面形状は図1に示す通り、通り庭型と玄関型とし、それぞれにおいて1列型、2列型を設定する。表1に、床面積・階高の分布帯を基に設定した1階床面積と床面積比(2階床面積/1階床面積)、階高を示す。

## 3. 限界耐力計算を用いた解析方法

限界耐力計算とは、建物各階の地震時の復元力特性から、建物を等価な1質点系に置き換え、加速度応答スペクトルを用いて地震時の応答値を予測し、安全性を検討する方法である。図2に1質点系の応答の算出方法を示す。本研究では固有モードと等価剛性が整合するように繰り返し固有値解析を行う収斂計算法を用いる。稀に発生する地震動では、層間変形角 $1/120\text{rad}$ 以下、極めて稀に発生する地震動では、 $1/20\text{rad}$ 以下を設計のクライテリアとするが、土壁と軸組の耐震要素は $1/15\text{rad}$ 以上の変形性能を有するため、 $1/15\text{rad}$ 以下でも倒壊しないと判定する。

諸条件の設定を、表2に示す。構造要素は、土壁(全面壁)、土壁小壁(垂壁、腰壁)、柱の長ほぞ、横架材とする。土壁小壁の内法高さは垂壁 $300\text{mm}$ 、腰壁 $400\text{mm}$ で統一する。また、柱の仕口については、長ほぞとし、強軸方向のみを対象とする。横架材については、仕口の種類を全て梁せい $150\text{mm}$ の雇いほぞ込み栓打ち仕口とする。なお、土壁の配置は、4分割法を用いて必要壁量を最低限満たしている状態(壁量充足率 $1.0$ )に近づけるように壁配置を設定する。

表1 階高・床面積

	階高(m)		床面積	床面積比
	1F	2F		
本二階	2.5	2	40~70㎡	80% 100%
		2.5		
	3	2		
		2.5 3		
3.5	2.5 3			
中二階	2.5	1.25	45~50㎡	50% 60% 70%
		1.75		
	3	1.5		
		2.1		
3.5	1.75 2.45			
つし二階	2	0.6	中二階と 共通	中二階と 共通
		1		
	2.5	1.4		
		0.75 0.9		
3	0.9			
平屋	2		40㎡ 50㎡ 60㎡	
	2.5			

表2 モデルの諸条件設定

諸条件の設定	1階	2階	
単位重量 (kN/㎡)	2階建て	2.5	2.2
	平屋	2	
地盤種別	第2種地盤		
地震地域係数	1		

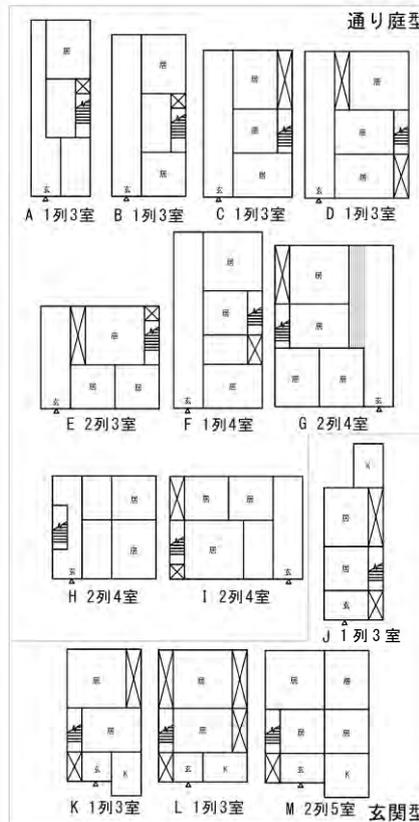


図1 1階平面模式図

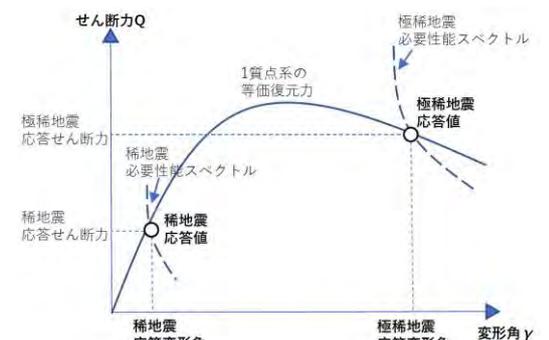


図2 1質点系の応答

#### 4. 耐震性能評価

図3に、層間変形角  $1/20\text{rad}$  時の床面積と保有せん断耐力の関係を示す。1階床面積が増加する、または2階階高が低くなるにつれ、2階の保有せん断耐力が大きく算出されている。これは、床面積が増加するにつれて壁量が多くなるためと考えられる。

図4に、本二階における階高と応答変形角の関係を示す。2階階高が高くなるにつれて1階の応答変形角が小さくなり、2階の応答変形角は大きくなる傾向が、稀に発生する地震動、極めて稀に発生する地震動の両方にみられ、中二階、つし二階でも、概ね同様の傾向がみられた。2階の階高が変化することで2階の重量も変化し、変形性能に影響が出ていると考えられる。図5に、本二階における平面形状の違いに着目した応答変形角を示す。床面積比80%においては床面積が大きくなるにつれて応答変形角が大きくなる傾向がみられたが、平面形状では応答変形角に大きな違いは出なかった。

図6に、2階建てにおける応答変形角を示す。極めて稀に発生する地震動において、中二階、つし二階の1階における応答変形角が、本二階と比較して大きい、又は同等の値として算出されている。図7に、層間変形角  $1/20\text{rad}$  時のつし二階における1階と2階の復元力特性の関係を示す。図3で示したように、中二階、つし二階は、2階の保有せん断耐力が大きく算出されており、特につし二階は顕著である。図7より、1階と2階の保有せん断耐力には比例関係があり、階高が低い程、各階の保有せん断耐力が大きいことがわかる。このことから、中二階よりもつし二階において揺れが小さい要因は、復元力特性が関係していると考えられ、階高が低い程影響が強いといえる。

#### 5. 結論

本研究では、伝統的木造住宅のモデル化を行い、本二階、中二階、つし二階、平屋の耐震性能を、平面形状や階高の観点から評価し、限界耐力計算の適用性を検討した。その結果、平面形状よりも床面積の違いが耐震性能に影響を及ぼし、階高の違いにおいては、2階階高に寄ることを明らかにした。限界耐力計算の適用性については、中二階、つし二階における復元力特性に着目することで、各階の保有せん断耐力が本二階と比較して大きな値となることを明らかにし、応答変形角への影響を指摘した。この結果に関しては、今後の課題として、復元力特性の算出方法の見直しや、実験的な検討等、さらなる妥当性の検討が必要である。

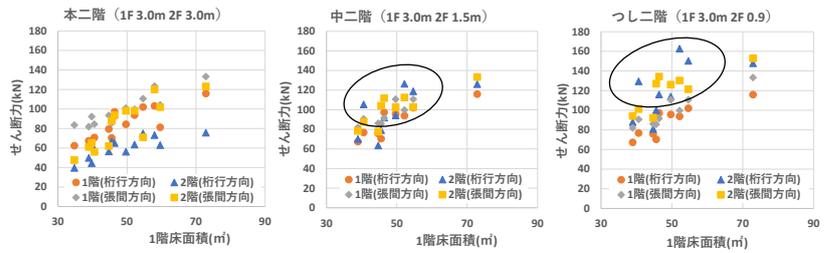


図3 層間変形角  $1/20\text{rad}$  時の床面積-保有せん断耐力の関係

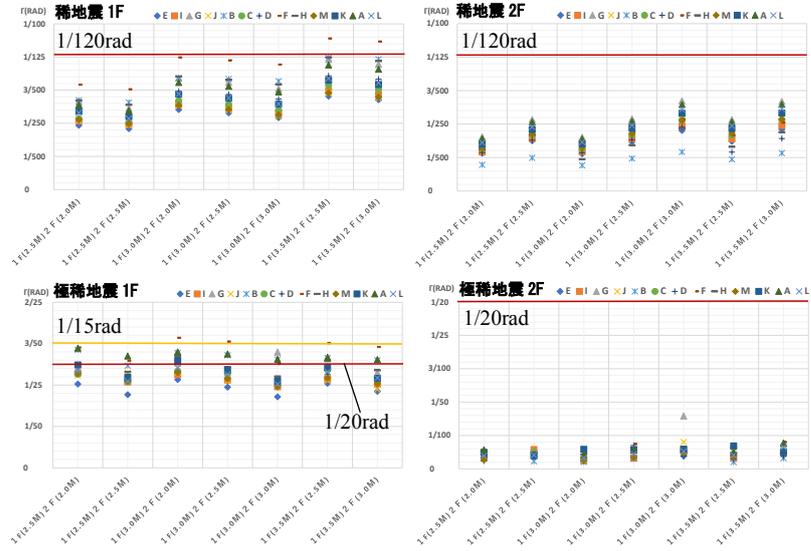


図4 本二階における階高-応答変形角の関係

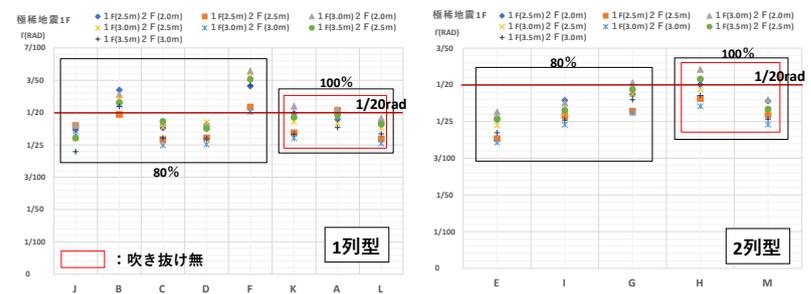


図5 平面形状の違いにおける応答変形角

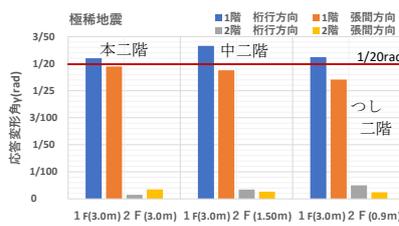


図6 2階建ての応答変形角

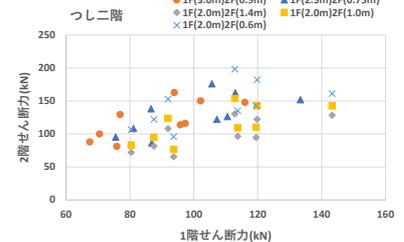


図7 各階の復元力特性の関係