

# 限界耐力計算の診断法を用いた木造住宅の改修 「築90年の古民家の改修」

株式会社 エスティー・ワイズ  
吉野 康夫



築後90年の古民家の改修の依頼を受け、耐震補強も併せて実施。現地調査、補強計画・設計、改修設計に約三ヶ月、改修工事に約三ヶ月、総工期約半年の改修工事となった。

今回の耐震補強は建物の構造を考へて「制震ダンパー（仕口ダンパー）」を使用することにしたため、制震ダンパーの制震性能を評価する方法として、「限界耐力計算を用いた耐震診断法」を採用することとした。

**【限界耐力計算法による耐震診断】**

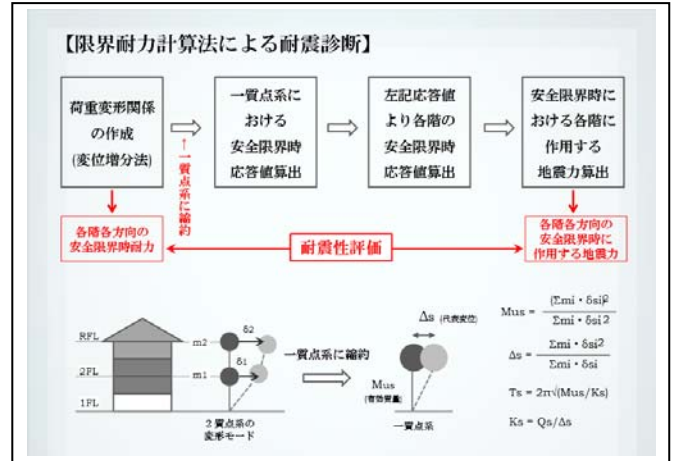
上部構造評点 =  $\frac{\text{安全限界耐力 } Q_{si}}{\text{作用する地震力 } Q_{sni}}$

上部構造評点	判定
1.5以上	倒壊しない
1.0以上～1.5未満	一応倒壊しない
0.7以上～1.0未満	倒壊する可能性がある
0.7未満	倒壊する可能性が高い

各階、各方向毎に評点を表示し、最小値を当該建物の評点とする。

上部構造の評価方法は、

- ①耐震補強部材設置後の各階各方向の荷重変形関係を作成
  - ②一質点系の縮約した後に安全限界時の応答値を算出
  - ③各階の安全限界時の応答値算出
  - ④各階各方向に作用する地震力を算出
- そこで求められた「安全限界時耐力」と「安全限界時に作用する地震力」を比較して耐震性を評価するものである。



補強設計の方針としては、「建物の立地条件を考慮して、極稀地震に対して建物が倒壊しないこと」とした。

そして、主な耐震要素が竹小舞土塗壁であることから、補強する耐力壁は壁倍率で2を超えないこととし、一部の壁に力が集中することをさけることにした。

**補強設計の方針**

「建物の立地条件等を考慮して、極稀地震に対して建物が倒壊しないこと」

- (1) 伝統的構法の住宅の特性を生かすために、地震の揺れを少なくする「制震ダンパー」を用いて、建物に加わる地震力を低減し、同時に耐力も補強する。  
⇒ 制震ダンパーの減衰効果を評価するために、限界耐力計算による診断法を採用
- (2) 住宅の倒壊・損傷の原因となる「偏心」を、補強部材（制震ダンパー等）の配置によって低減する。
- (3) 水平構面（小屋・2階床・下屋）を補強し、地震の力がスムーズに伝わるようにする。
- (4) 増設する壁は、壁基準耐力が既設の壁と同等程度とする。既設の基礎で耐えうる壁耐力とする。

**仕口ダンパー**

変形大

変形小

仕口ダンパーの設置

500gal地震動入力

減衰性能(1/2)

変形(1/2)

主な補強部材は「仕ロダンパー」を用いて、耐力補強、減衰効果による地震力の低減、偏心を補正するための配置を考慮し、開口部に重点配置した。

**補強設計クライテリア**

上部構造の評点： **0.7以上**

ただし、既存土壁の耐力劣化、及び劣化部補修後の構造部分の耐力を考慮して、目標値の20%程度アップを計画に設定する。

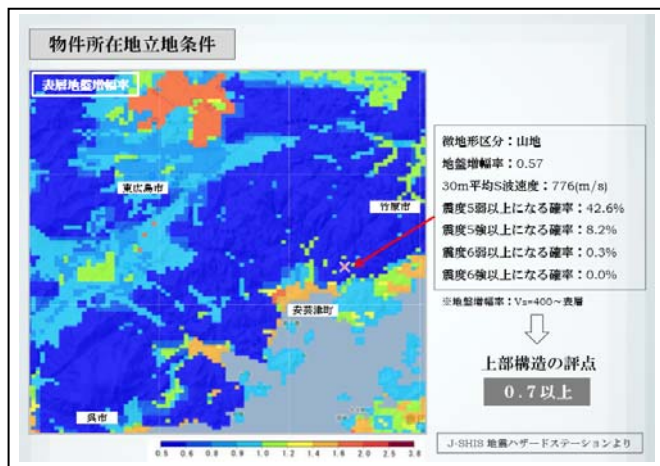
偏心率： **0.15以下**

水平構面平均床倍率： **1.0以上**

伝統的築法の住宅の場合、剛床が絶対条件とはならないが、「限界耐力計算」を用いる場合の条件として「床倍率：1.0以上」を設定。

※評点の目標値「0.7以上」は、物件の立地条件等を考慮して、施主側・設計者の双方で協議の上決定した数値。

補強設計にあたってのクライテリとしては、特に、上部構造の評点を、「0.7以上」に設定  
これは建物の立地条件を考慮して、施主・設計者が協議の上で決定した。



偏心率は、「0.15以下」

水平構面平均床倍率は、「1.0以上」に各々設定

水平構面の補強は、2階床：3層スギパネル「J-パネル」

屋根下地には構造用合板を用いて補強することとした。

**補強部材取付後の診断結果**

階	方向	安全限界耐力		作用する地震力		評点		偏心率		判定(評点標準)		床倍率	
		Q <sub>lim</sub> (kN)	Q <sub>act</sub> (kN)	Q <sub>1</sub> /Q <sub>lim</sub>	Q <sub>2</sub> /Q <sub>lim</sub>	評点	偏心率	評点	偏心率	標準	判定	標準	判定
2	X	59.01	33.32	1.77	0.01	OK	OK	1.00	OK				
	Y	64.75	39.59	1.63	0.01	OK	OK	1.00	OK				
1	X	71.55	72.11	0.99	0.09	OK	OK	1.01	OK				
	Y	73.08	85.25	0.85	0.13	OK	OK	1.01	OK				

**補強部材取付前後の比較**

階	方向	安全限界耐力			作用する地震力			偏心率	
		部材取付前	部材取付後	増減率	部材取付前	部材取付後	減少率	取付前	取付後
2	X	29.90	59.01	197%	36.19	33.32	92%	0.17	0.01
	Y	38.86	64.75	167%	48.29	39.59	82%	0.17	0.01
1	X	50.71	71.55	141%	78.12	72.11	92%	0.19	0.09
	Y	49.67	73.08	147%	104.24	85.25	82%	0.20	0.13

①耐力アップは補強部材・仕口補強金物の取付と、偏心率低減係数の減少が効果を発揮  
②偏心率の低減は、制震ダンパー配置による耐震要素の配置バランスの修正、仕口の補強による。  
③制震ダンパーの減衰性能で、作用する地震力も低減されている。

**作品（建築物）概要**

木造軸組構法2階建て、竹小舞土塗壁、土葺瓦屋根、

1階面積：72.22m<sup>2</sup> 2階面積：49.94m<sup>2</sup> 用途：住宅

所在地：広島県東広島市安芸津町 築後：約90年

改修設計者：(株)エステイー・ワイズ

改修工事：(有)道建設

補強計画後の診断結果は、全てのクライテリアをクリアする結果が得られた。ただし、既存の耐震要素、構造部材等の劣化を考慮して、補強後の上部構造の評点をクライテリアの20%アップを目標としていたが、これもクリアできる結果が得られた。

改修工事にあたっては、1階床組部分がシロアリに浸食されていて、足固めの一部、大引き・根太・束は全て交換することになった。また一部の柱も、シロアリの浸食・腐朽などで、接ぎ木・新設柱との抱き合わせなどの対策を強いられた。屋根は、土葺き瓦葺きを、棧瓦葺きに葺き替え、瓦は石州の防災瓦を使用。基礎は既設の礎石をそのまま使い、礎石が動かないように、土間の湿気防止も兼ねて配筋コンクリートを打設。

平面計画は既存の部屋構成を残しながら、土間部分に浴室・洗面脱衣室・トイレを新設し、対面式のシステムキッチンも新設した。

意匠面では、外観は漆喰塗り・すぎ腰板（こげ茶に塗装）張りにして古民家の趣を残し、内部は既設の土壁部分は漆喰塗り、水回りはクロス張り、床は仏間を除きフローリングで仕上げている。

引渡し時に、お施主の老夫人より「いい家に替えてもらったので長生きしなきゃあ」の言葉が胸に響きました。

