

池田町の農家型伝統的茅葺き民家の耐震性能評価*

辻岡 静雄^{*1}, 五十嵐 啓^{*1}, 多米 淑人^{*1}

Seismic Performance Evaluation of Traditional Wooden Farmhouse in Ikeda of Fukui Prefecture

Shizuo TSUJIOKA^{*1}, Hiroshi IGARASHI^{*1} and Yoshihito TAME^{*1}

^{*1} Department of Architecture and Environmental Engineering

This study is planned to confirm the seismic performance for existing traditional wooden house in Fukui prefecture. From structural detail observation of a wooden farmhouse in Ikeda, the structure characteristics, the distribution of the seismic structure elements and the aging degradation are clarified. Based on the seismic diagnostic method, the required seismic force and the holding horizontal load-carrying capacity of the surveyed traditional wooden house are evaluated and the seismic performances are estimated.

Key Words : Seismic Performance, Traditional Wooden Farmhouse, Aging Degradation, Seismic Diagnostic Method

1. 緒 言

地域の歴史と文化を反映する福井県の伝統的木造民家の歴史、間取り、構造等については調査研究がなされているが、修理、改築を除けば、一般に、伝統的木造建築物は建築基準法の適用外で、その耐震安全性については言及されていない。既に、北陸地方で生じた直下型地震の被害調査によれば、木造家屋の倒壊要因には、壁量（保有耐力）の不足、接合部の緊結不良、腐朽による耐力劣化、上下階の壁線の不一致、脆弱な水平構面、壁の偏った平面配置、基礎の強度不足等があることが指摘されている⁽¹⁾。これらの要因と福井県の伝統的木造民家⁽²⁾⁽³⁾の耐震性能との関わりについて、壁量が不足したり、壁の配置に偏りがあったり、通し柱が欠損している等が指摘されているが、十分明らかになっていない。さらに、昭和23年の福井地震では多くの民家が倒壊しているが、残存している民家の損傷度はどの程度なのか、また、その損傷や劣化耐震安全性、即ち、今後、大地震で倒壊しないのかは不明である。

そのためには、福井県の各地域の伝統的木造民家の耐震安全性と耐震上の地域的問題点を具体的に明らかにする必要がある。本報では、茅葺き民家の移設に伴いその調査を行う機会を得たので、一般診断法⁽⁴⁾による耐震診断概要を報告し、耐震補強計画のための基礎資料を提示するものである。

2. 建物概要

2.1 敷地

民家（NS邸）のある集落は多雪区域の山間地の福井県今立郡池田町大本で、足羽川支流の部子川沿い（北岸）に立地する。背後の北側に山が迫り、南側は道路に面している。敷地は南に低く北に高い緩い傾斜地にあり、住宅は敷地の北寄りに南面して建つ。主屋の東には庭園が、前庭には花や野菜の畑、池、土蔵2棟がある。

2.2 外観

住宅は農家型民家で、低い野面石積の段の上に建ち、主屋の屋根は茅葺きで、金属板で覆われている。入母屋造り妻入の前端右につのやを付している。右のつのやは2階建ての切妻造りである。下屋の大部分、つのやは金

* 原稿受付 2015年2月24日

^{*1} 建築生活環境学科

E-mail: tsujioka@fukui-ut.ac.jp

属板葺きで、正面の玄関上部の下屋は瓦葺きである。間口 8 間の正面は建端も高く、軒は出桁造りとしてある。正面の壁等の外壁は上部が土壁、下部を板張りとしてある。南西隅の馬屋部分（現状は物置）のみ柱の下に土台を伏せ、他の柱はすべて礎石建てである。

2.3 間取り

炉を切った板張りのおいえが主屋の前半分を占め、中柱奥に 7.5 帖の出の間、中の間、10 帖の仏間、座敷の 4 室を田の字に配してある。おいえの脇には馬屋が張り出す。大戸口を入るとおいえ、出の間、仏間続き、大戸口の正面奥に仏壇を祀り、奥深い荘厳な宗教的空間を演出している。

土間部のおいえの上部は吹き抜けで、居室部の屋根裏と合せて総 2 階とでも呼べるほどのつし 2 階を有しており、小屋裏に広々とした空間を作り出し、茅、藁や薪などを収納する物置と養蚕に利用していた。また、出の間、中の間には中 2 階が、右のつのやの和室とダイニングには 2 階が設けてある。

2.4 構造

上屋は桁行 6 間半、張間 5 間、その上屋の屋根は茅葺きで、周囲に半間の下屋を金属板と瓦で葺き下ろしてある。主屋の小屋組は扱首構造(合掌造とも呼ぶ)である。すなわち、この上屋桁に太い丸太の端を尖らせて挿し、他方の端を互いに交差させて三角形を形成し、その上に棟木を渡してある。

おいえ上部の吹き抜けは、おいえと部屋境の中柱から、出入口脇の正面中央の柱に丸太の牛梁を渡し、この上に梁行の丸太梁を載せてキの字形の梁架構を形成する。土間は出入口付近の狭い部分に限られている。また、おいえの 4 隅と 4 辺の中央に立つ太い樫の柱は互いに平物で結ばれている。平物の上は太い束を立ち上げ、貫で固められ土壁とされている。

主屋の北側や馬屋周りの外壁以外に全面土壁はほとんどなく、垂壁付き独立柱が大部分で、耐震要素が少なく、壁の配置に偏りがある。それも上屋部分でなく下屋部分にしか有効な壁がない。

2.5 床組、天井他

座敷、仏間の天井は棹縁天井、出の間、中の間は根太天井、つしの床は簀子である。

地面の上に礎石を置き、柱が建てられてある。礎石の上に大引、根太を乗せ、床が支えられているが、柱の足固めは無い。また、2 階の和室部分（増築部分）は主屋の小屋梁の突出し部分に載せ緊結した添えばりを配置し一体化されている。



Fig. 1 External Appearance

This is a detailed architectural floor plan of a 2-story house. The plan includes the following rooms and features:

- Living Area:** A large central living area with a fireplace (かまど) and a TV stand (テレビ台). It includes a dining area (ダイニング) and a kitchen (台所).
- Bedroom:** A large bedroom (和室) with a tatami floor and a sliding door (障子).
- Bathroom:** A bathroom (洗面) with a sink and a toilet (トイレ).
- Entrance:** An entrance (玄関) with a closet (物置) and a small storage area (下駄箱).
- Other Rooms:** A study (書斎), a bedroom (和室), a bathroom (洗面), and a toilet (トイレ).
- Dimensions:** The overall dimensions are 11,460 mm (width) by 18,035 mm (depth).
- Scale:** The scale is 1/100.
- Orientation:** A north arrow (△) is located near the entrance.
- Labels:** Various rooms and features are labeled in Japanese, including 玄関 (entrance), 洗面 (bathroom), トイレ (toilet), 物置 (storage), 下駄箱 (shoes), 和室 (tatami room), ダイニング (dining), 台所 (kitchen), 書斎 (study), 和室 (tatami room), 洗面 (bathroom), トイレ (toilet), 物置 (storage), 下駄箱 (shoes).

— 86 —

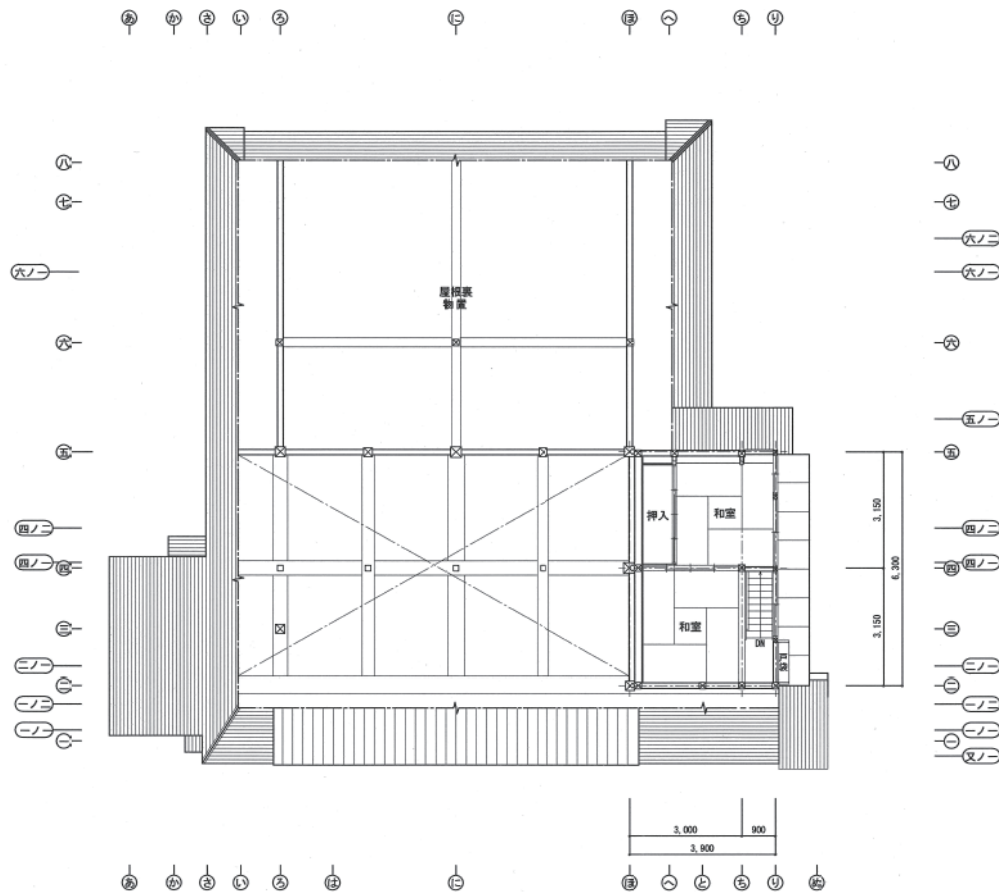


Fig. 5 Second Floor Plan

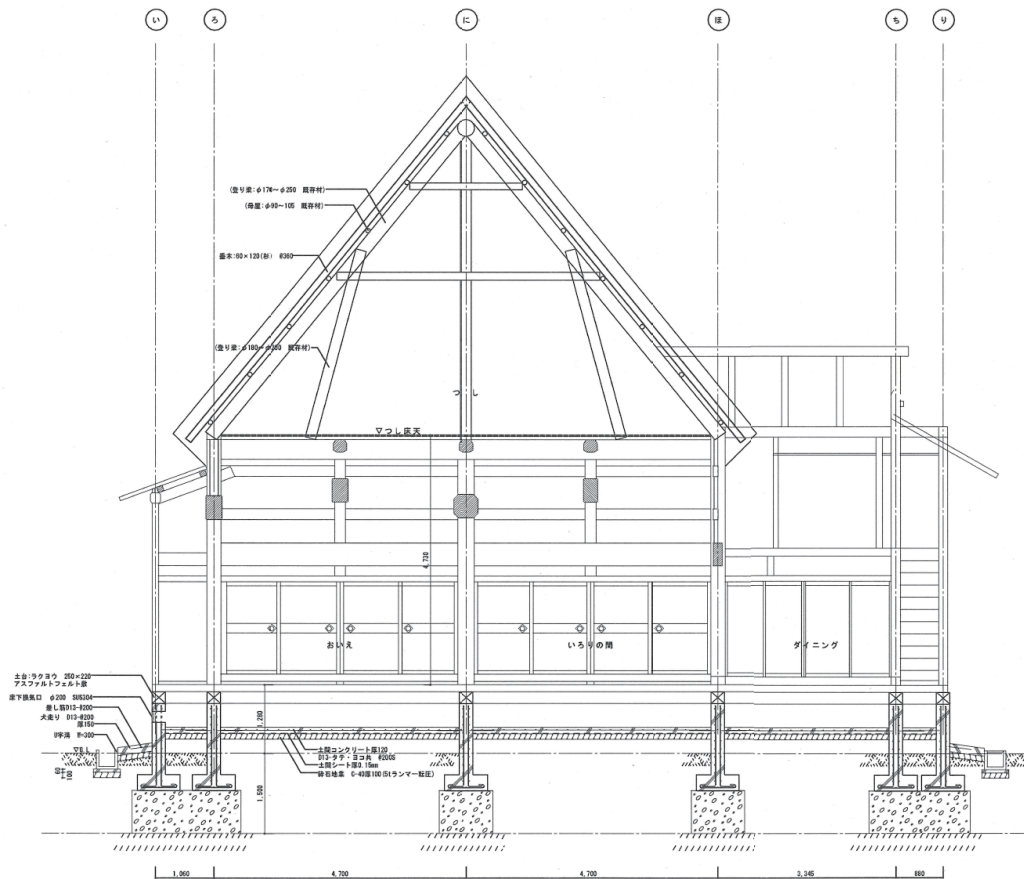


Fig. 6 East-West Direction Cross Section Plan

3. 一般診断法による耐震診断概要

3.1 耐震性能の目標値

「一般診断法」による診断は大地震動（極めて稀に発生する地震動）によって倒壊する可能性があるかどうかを判定し、耐震補強の必要性の判定を目的とする。原則として非破壊による調査で分かる範囲の情報で行うもので、一般診断法の結果はやや大きな誤差を含んでいることになる。

太い柱や垂れ壁を主な耐震要素とする伝統的構法で建てられた住宅を対象とする「一般診断法」の“方法2”に準拠して診断を行う。上部構造の耐力診断は、住宅の各階、各方向について保有する耐力（地震に対する耐震要素（耐力壁、垂れ壁、腰壁、柱等）の耐力の和）と必要耐力（地震時に作用する層せん断力）を比較することで上部構造評点（＝保有する耐力 Q_d / 必要耐力 Q_r ）を算出して行う。その際、老朽等の劣化度と耐震要素の配置による低減係数を考慮する。この上部構造評点は、住宅の地震に対する耐力の安全率とみなせ、評点1.0未満の場合には大地震時に建物の安全限界変形角を超え倒壊の可能性があることを表す。ただし、多雪区域では、無積雪時の評点との両者を求め、低い方を建物の耐震診断の評点とする。

3.2 耐震診断の前提条件

診断に当たり、諸条件は次の通りとする。

- ・ 建物と所在地 : NS 邸，福井県今立郡池田町大本 29-12-2
- ・ 建設年代 : 不明
- ・ 規模 : つし 2 階建，1 階床面積 230 m²，2 階床面積 114.9 m²
- ・ 建物仕様 : 重い建物に準拠
- ・ 地域係数 Z : 1.0
- ・ 軟弱地盤割増 : 1.0
- ・ 形状割増係数 : 1.0
- ・ 積雪深 : 1m （多雪区域，雪下ろし）
- ・ 積雪割増 : 0.13Z
- ・ 基礎形式 : III （玉石基礎）
- ・ 床仕様 : III （火打ちなし）
- ・ 主要な柱 : 170mm 以上

3.3 建物重量

(1) 荷重の組合せ

地震時に建物に働く水平力は建築物の重量に比例する。診断時の重量算定は建築基準法施行令 82 条に定める地震時の荷重の組み合わせを準用する。多雪区域で検討すべき荷重は固定荷重、積載荷重と積雪荷重である。

既存木造住宅の重量算定では、実状に応じて算定すべきであるが、耐震診断では「軽い建物」、「重い建物」、「非常に重い建物」の 3 区分に分けて、床面積当たりの簡易重量を算定する。ここに、3 区分は住宅の屋根・壁の仕様に着目しており、当該建物は重い建物に相当する。

- ・ 軽い建物 : 石綿スレート板，鉄板葺き，ラスモルタル壁，ボード壁
- ・ 重い建物 : 桟瓦葺き，土塗壁，ボード壁
- ・ 非常に重い建物 : 土葺き瓦屋根，土塗壁（外・内壁）

(2) 固定荷重 (G) の推定

建物各階の各部位の固定荷重は、実情に応じて重量を算定することを原則とするものであるが、施行令 84 条や「建築物荷重指針・同解説」に示されている各部位（屋根，内外壁等）の面積当たりの標準的な値の組み合わせとして、外壁や内壁は階高の上半を上層階の荷重，下半を当該階の荷重として算定する。既存の平均的な建物を対象としてこれらを床面積当たりに換算して床均し荷重とした。当該の建物の屋根として使用されている茅葺，瓦葺（葺土無し），金属板葺の床面積当たりの基準屋根荷重を各々 1.5，1.3，1.0kN/m²とした。また，内外壁は真

壁 0.06mの土塗壁で、外壁は開口面積率 40%、内壁は内壁の外壁に対する存在割合を 70%程度とし、内壁、外壁の床面積当たりの基準壁荷重を各々 1.2, 0.45kN/m²とした。

民家のつし 2 階や屋根裏の床は通常の床とし、床面積当たりの基準床荷重は 0.6N/m²とした。

(3) 積載荷重 (P) の推定

積載荷重は施行令 85 条の用途の住宅の居室に従って 0.6kN/m²とした。

(4) 積雪荷重 (S) の推定

多雪区域にあたっては地震時の積雪荷重を考慮する必要がある、施行令 86 条に従って算定する。ここに、軒の出を 0.6m、一般屋根、茅葺きの各屋根勾配を 5 寸、12 寸、所在地の最深積雪量 3m であるが、雪下ろしが行われるので積雪深は 1m とした。

3.4 必要耐力

(1) 各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【精算法】

一般診断法では総 2 階、総 3 階を想定して、施行令 88 条の地震力の算出方法に準じて必要耐力を算定しているが、部分 2 階或部分 3 階の建物については上階が振られて地震力が増える影響を考慮する必要がある。床面積当たりの重量に対して、標準せん断力係数を 0.2 として床面積当たりの必要耐力を算定すれば、2 階で 0.365～0.465kN/m²、1 階で 0.935～1.035kN/m²と得られるが、ここでは茅葺きで土壁の農家型民家を重い建物と見做し、各階の床面積の比率より得られる係数 qK_{f1} 、 qK_{f2} を乗じることで床面積当たりの部分 2 階の建物の必要耐力を算定した。ここに、 qK_{f2} は重い建物の 2 階の層せん断力分布係数 A_i に相当する。雪下ろしにより積雪深 1m の場合及び無積雪時について建物の必要耐力を求めた。その結果を Table 1, 2 に示す。

Table 1 Required Strength per Floor Area

	床面積 (m ²)	建物の 仕様	R_{f1}	地域係数		qK_{f1}	qK_{f2}	床面積 当たり 必要耐力 (kN/m ²)
2階	147.48	重い建物	0.675	1.00	0.40	—	1.404	0.561
1階	218.32				0.92	0.805	—	0.741

Table 2-a Required Strength of House (Snow Depth 1m)

	床面積 (m ²)	床面積当 たり必要 耐力 (kN/m ²)	積雪用必 要耐力 (kN/m ²)	地域係数	短辺割増 係数	混構造割 増係数	軟弱地盤 割増係数	必要耐力 Q_r (kN)
2階	147.48	0.561	0.13	1.00	1.00	1.00	1.00	102.27
1階	218.32	0.741	0.24	1.00	1.00	1.00	1.00	198.22

Table 2-b Required Strength of House (Snow Depth 0m)

	床面積 (m ²)	床面積当 たり必要 耐力 (kN/m ²)	積雪用必 要耐力 (kN/m ²)	地域係数	短辺割増 係数	混構造割 増係数	軟弱地盤 割増係数	必要耐力 Q_r (kN)
2階	147.48	0.561	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	82.80
1階	218.32	0.741	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	161.75

(2) 建築基準法施行令に準じて求める方法

大地震時の地震力をベースシア係数 0.2 に相当する揺れに対応する必要耐力に換算する方法である。支持重量の計算に当たっては、つし部分は吹き抜けで母屋の屋根裏は全面にわたって作業場、7.5 帖座敷 2 間の中二階は物置として評価した。各階の床荷重と積雪荷重によって求めた支持重量に対して、振動特性係数、層せん断力分布係数 (A_i 分布) を算定し得られた建物の必要耐力を Table 3 に示す。

Table 3-a Required Strength of House (Snow Depth 1m)

	地域係数	振動特性係数 R_t	層せん断力分布係数 A_i	支持重量(kN)	層せん断力係数	軟弱地盤割増係数	層せん断力(kN)	必要耐力(kN)
2階	1.00	1.00	1.182	588.7	0.236	1.00	139.2	139.2
1階	1.00	1.00	1.000	1135.0	0.200	1.00	227.0	227.0

Table 3-b Required Strength of House (Snow Depth 0m)

	地域係数	振動特性係数 R_t	層せん断力分布係数 A_i	支持重量(kN)	層せん断力係数	軟弱地盤割増係数	層せん断力(kN)	必要耐力(kN)
2階	1.00	1.00	1.187	478.1	0.237	1.00	113.5	113.5
1階	1.00	1.00	1.000	939.4	0.200	1.00	187.9	187.9

3.5 壁・柱の耐力

壁・柱の耐力は、無開口壁の耐力 Q_w 、その他の耐震要素の耐力 Q_e に基づいて、その和として階毎、方向毎に求めた。一例として、積雪時（積雪深1m）の得られた壁・柱の耐力をTable 4、5に示す。

Table 4-a Capacity of Wall and Column (Second Floor, X Direction, Span, Snow Depth 1m)

2F	通り	仕様	壁基準耐力(kN/m)	接合部耐力低減係数 K_j	壁長L(m) 柱本数(本)	Q_{wi} (kN) Q_{ei} (kN)	Q_w (kN) ($=\sum q_{wi}$)	Q_e (kN) ($=\sum q_{ei}$)	Q_u (kN) ($=Q_w+Q_e$)
2	は～に	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	3.3	7.39			
	ほ～り	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	3.9	8.74	16.13		16.13
4	ほ	垂れ壁、塗厚6cm、柱120、1.2m以上	0.48	1	1	0.48			
	ち～り	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	1.06	2.37	2.37	0.48	2.85
Σ							18.50	0.48	18.98
5	ろ～ほ	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	9.4	21.06			
	ほ～り	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	3.9	8.74	29.79		29.79
6	ろ、に、ほ	腰壁、塗厚6cm、柱180、1.2m以上	0.84	1	3	2.52		2.52	2.52
Σ							29.79	2.52	32.31
7	ろ、に、ほ	腰壁、塗厚6cm、柱145、1.8m以上	0.68	1	3	2.04		2.04	2.04
8	ほ～り	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	9.4	21.06	21.06		21.06
Σ							21.06	2.04	23.10
							7.80	37.96	74.39

Table 4-b Capacity of Wall and Column (Second Floor, Y Direction, Ridge, Snow Depth 1m)

2F	通り	仕様	壁基準耐力(kN/m)	接合部耐力低減係数 K_j	壁長L(m) 柱本数(本)	Q_{wi} (kN) Q_{ei} (kN)	Q_w (kN) ($=\sum q_{wi}$)	Q_e (kN) ($=\sum q_{ei}$)	Q_u (kN) ($=Q_w+Q_e$)
ろ	2～5	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	6.3	14.11			
	6	垂壁、塗厚6cm、柱280、1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	7	腰・垂壁、塗厚6cm、柱145、1.2m未満	0.98	1	1	0.98			
	5～6	垂れ壁、塗厚6cm、柱240、1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	6～7	腰・垂壁、塗厚6cm、柱120、1.2m以上	1.59	1	1	1.59	14.11	4.43	18.54
Σ							14.11	4.43	18.54
に	6	腰壁、塗厚6cm、柱180、1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
	7	腰壁、塗厚6cm、柱150、1.2m以上	0.75	1	1	0.75		1.59	1.59
ほ	2～5	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	6.3	14.11			
	5～6	腰壁、塗厚6cm、柱145、1.2m以上	0.68	1	1	0.68			
	6～8	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	3.805	8.52	22.64	0.68	23.32
Σ							22.64	2.27	24.91
り	2, 5	腰・垂壁、塗厚6cm、柱120、1.2m未満	0.68	1	2	1.36			
	4	腰・垂壁、塗厚6cm、柱120、1.2m以上	1.59	1	1	1.59			
	2～4	腰・垂壁、塗厚6cm、柱120、1.2m以上	1.59	1	1	1.59			
	4～5	腰・垂壁、塗厚6cm、柱120、1.2m以上	1.59	1	1	1.59		6.13	6.13
Σ							0.00	6.13	6.13
							36.75	12.83	49.58

Table 5-a Capacity of Wall and Column (First Floor, Span Direction, Snow Depth 1m)

1F	通り	仕様	壁基準耐力 (kN/m)	接合部耐力 低減係数 K _j	壁長L(m) 柱本数(本)	Q _{wi} (kN) Q _{ei} (kN)	Q _w (kN) (=Σq _{wi})	Q _e (kN) (=Σq _{ei})	Q _u (kN) (=Q _w +Q _e)
1	さ〜い	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.06	2.37	2.37	3.72	6.09
	は	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱170, 1.2m以上	0.75	1	1	0.75			
	に	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱200, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
	ほ	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱200, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
	と	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱190, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
	り	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱190, 1.2m未満	0.45	1	1	0.45			
2	ほ〜ち	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	1	3	8.40	8.40	0.45	8.85
	り	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱190, 1.2m未満	0.45	1	1	0.45			
3	あ〜ろ	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	3.16	7.08	7.08		7.08
Σ							17.85	4.17	22.02
4	あ〜か	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.2	2.69	2.69	2.49	5.18
	い	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱230, 1.2m未満	0.45	1	1	0.45			
	ほ	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱270, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	ち	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱170, 1.2m以上	0.75	1	1	0.75			
	り	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m未満	0.36	1	1	0.36			
5	い,り	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m未満	0.36	1	2	0.72		4.26	4.26
	ろ,に,ほ	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱265, 1.2m以上	0.93	1	3	2.79			
	ち	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱170, 1.2m以上	0.75	1	1	0.75			
6	ろ,に,ほ	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱180, 1.2m以上	0.84	1	3	2.52		2.52	2.52
Σ							2.69	9.27	11.96
7	ろ	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱145, 1.2m以上	0.68	1	1	0.68		1.43	1.43
	に	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱150, 1.2m以上	0.75	1	1	0.75			
8	い〜へ	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	11.52	25.80	25.80		25.80
Σ							25.80	1.43	27.23
Σ							46.35	14.87	61.22

Table 5-b Capacity of Wall and Column (First Floor, Ridge Direction, Snow Depth 1m)

1F	通り	仕様	壁基準耐力 (kN/m)	接合部耐力 低減係数 K _j	壁長L(m) 柱本数(本)	Q _{wi} (kN) Q _{ei} (kN)	Q _w (kN) (=Σq _{wi})	Q _e (kN) (=Σq _{ei})	Q _u (kN) (=Q _w +Q _e)
あ	1	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	0.7	1.57	1.57	3.00	4.57
	2〜3	腰・垂壁, 塗厚6cm, 柱150, 1.2m未満	0.75	1	4	3.00			
か	2, 4	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱150, 1.2m未満	0.42	1	2	0.84		1.59	1.59
	3	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱160, 1.2m以上	0.75	1	1	0.75			
さ	1〜3	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	3	6.72	6.72		6.72
	い	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱180, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
ろ	3〜4	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	2.12	4.75	7.12	2.28	9.40
	5〜7	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m以上	0.48	1	3	1.44			
	7〜8	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.06	2.37			
	5	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱265, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
ろ	6	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱280, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93	2.37	1.86	4.23
	7〜8	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.06	2.37			
	Σ						17.79	8.73	26.52
は	1〜2	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.5	3.36	3.36		3.36
	に	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.5	3.36			
ろ	7〜8	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.06	2.37	5.73	1.77	7.50
	5	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱290, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	6	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱180, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
Σ							9.09	1.77	10.86
ほ	1	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱200, 1.2m未満	0.45	1	1	0.45		5.12	5.12
	2	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱245, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	4	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱280, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	5	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱265, 1.2m以上	0.93	1	1	0.93			
	6	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱180, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84			
	7	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱135, 1.2m以上	0.68	1	1	0.68			
	8	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m未満	0.36	1	1	0.36			
	Σ								
へ	7〜8	土塗り壁, 塗厚6cm	2.8	0.8	1.06	2.37	2.37	1.32	3.69
	5'	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m未満	0.36	1	1	0.36			
	6	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱130, 1.2m以上	0.48	1	1	0.48			
	6'	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m以上	0.48	1	1	0.48			
ち	5〜5'	土塗り壁, 塗厚6cm, 7割	1.8	0.8	0.9	1.30	1.30		1.30
	り	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱170, 1.2m未満	0.42	1	1	0.42			
り	2	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱190, 1.2m以上	0.84	1	1	0.84		3.06	3.06
	3	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m以上	0.48	1	3	1.44			
	4	垂れ壁, 塗厚6cm, 柱120, 1.2m未満	0.36	1	1	0.36			
	Σ						3.67	9.50	13.17
Σ							30.55	20.000	50.55

3.6 耐力要素の配置による低減係数

(1) 4分割法による充足率より算定した場合

部分2階の住宅において精算法で必要耐力を算出した場合についても、4分割法に準じた方法で評価することとした。両端1/4範囲内の保有する耐力の必要耐力に対する充足率と床仕様から耐力要素の配置による低減係数を求めた。ここに、床構面は柔として仕様IIIとした。耐力要素の配置等による低減係数をTable 6に示す。

Table 6-a Reduction Coefficient by Arrangement of Seismic Elements (Snow Depth 1m)

床 (仕様III)			必要耐力 Qr (kN)	領域の保有する耐力 Qu (kN)	充足率 Qu/Qr	配置による低減係数 eK_{rl}
2F	X 張間	イ	30.16	18.98	0.629	0.632
		ロ	21.32	23.10	1.083	
	Y 桁行	a	30.14	18.54	0.615	0.674
		b	14.53	6.13	0.422	
1F	X 張間	イ	65.70	22.02	0.335	0.618
		ロ	44.18	27.23	0.616	
	Y 桁行	a	33.79	26.52	0.785	0.542
		b	47.24	13.17	0.279	

Table 6-b Reduction Coefficient by Arrangement of Seismic Elements (Snow Depth 0m)

床 (仕様III)			必要耐力 Qr (kN)	領域の保有する耐力 Qu (kN)	充足率 Qu/Qr	配置による低減係数 eK_{rl}
2F	X 張間	イ	24.42	10.19	0.417	0.620
		ロ	17.26	13.09	0.759	
	Y 桁行	a	24.41	11.84	0.485	0.772
		b	11.76	6.13	0.521	
1F	X 張間	イ	49.62	18.55	0.374	0.633
		ロ	33.37	21.43	0.642	
	Y 桁行	a	25.52	22.51	0.882	0.557
		b	35.68	12.34	0.346	

(2) 偏心率と床の仕様により算定した場合

耐力要素の配置から求まる偏心率と水平構面の面内剛性との組み合わせで、建物の一体性を評価する。終局状態の耐力偏心を考慮しているため偏心率計算では壁基準耐力を用いた。また、壁の耐力は柱梁接合部による低減を考慮し、「耐力要素の配置による低減係数 eK_{rl} 」を算出した。偏心率、低減係数等をTable 7～8に示す。

Table 7 Reduction Coefficient (Snow Depth 1m)

	2F				1F			
	X方向		Y方向		X方向		Y方向	
剛心座標	y_s (m)	8.82	x_s (m)	10.28	y_s (m)	8.89	x_s (m)	6.78
重心座標	y_g (m)	7.69	x_g (m)	9.43	y_g (m)	7.50	x_g (m)	9.57
偏心距離	e_y (m)	1.13	e_x (m)	0.84	e_y (m)	1.38	e_x (m)	2.79
弾力半径	r_{ex} (m)	5.18	r_{ey} (m)	5.05	r_{ex} (m)	6.43	r_{ey} (m)	5.49
偏心率	R_{ex}	0.218	R_{ey}	0.167	R_{ex}	0.215	R_{ey}	0.509
低減係数	F_e	0.816	F_e	0.948	F_e	0.822	F_e	0.430

Table 8 Reduction Coefficient (Snow Depth 0m)

	2F				1F			
	X方向		Y方向		X方向		Y方向	
剛心座標	ys (m)	8.99	xs (m)	10.51	ys (m)	8.64	xs (m)	6.97
重心座標	yg (m)	7.72	xg (m)	9.38	yg (m)	7.53	xg (m)	9.58
偏心距離	ey (m)	1.27	ex (m)	1.12	ey (m)	1.11	ex (m)	2.61
弾力半径	rex (m)	5.12	rey (m)	5.28	rex (m)	6.37	rey (m)	5.62
偏心率	Rex	0.248	Rey	0.213	Rex	0.174	Rey	0.466
低減係数	Fe	0.754	Fe	0.827	Fe	0.927	Fe	0.445

3.7 劣化度による低減係数

当該建物の存在点数と劣化点数をチェックシートにより算出し、建物全体の構造耐力にける劣化度による低減係数は0.882と得られた。

3.8 上部構造評点と総合評価

上部構造評点は、各階・各方向（X、Y）について保有する耐力を必要耐力で除して、その最小値を上部構造評点する。4分割法に準じた方法と偏心率計算による方法による場合の上部構造評点をTable 9、10に示す。

総合評価は地盤・基礎、上部構造に分けて評価する。積雪時（雪下ろし、積雪深1m）、無積雪時とも、上部構造評点は0.7を大きく下回り、“倒壊の可能性は高い”という結果となっている。

Table 9-a Evaluation of Structure (Simple Method, Snow Depth 1m)

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置による 低減係数 dKf1	劣化度による 低減係数 dK	保有する 耐力 edQu (kN)	必要耐力 Qr (kN)	上部構造 評点
2F	X	74.39	0.632	0.882	41.51	102.3	0.406
	Y	49.58	0.674	0.882	29.50	102.3	0.288
1F	X	61.22	0.618	0.882	33.35	198.2	0.168
	Y	50.55	0.542	0.882	24.18	198.2	0.122

Table 9-b Evaluation of Structure (Simple Method, Snow Depth 0m)

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置による 低減係数 dKf1	劣化度による 低減係数 dK	保有する 耐力 edQu (kN)	必要耐力 Qr (kN)	上部構造 評点
2F	X	41.45	0.620	0.882	22.68	82.8	0.274
	Y	32.12	0.772	0.882	21.89	82.8	0.264
1F	X	51.33	0.633	0.882	28.67	161.7	0.177
	Y	43.68	0.557	0.882	21.46	161.7	0.133

Table 10-a Evaluation of Structure (Eccentricity, Snow Depth 1m)

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置による 低減係数 dKf1	劣化度による 低減係数 dK	保有する 耐力 edQu (kN)	必要耐力 Qr (kN)	上部構造 評点
2F	X	74.39	0.816	0.882	53.54	102.3	0.524
	Y	49.58	0.948	0.882	41.47	102.3	0.406
1F	X	61.22	0.822	0.882	44.41	198.2	0.224
	Y	50.55	0.430	0.882	19.19	198.2	0.097

Table 10-b Evaluation of Structure (Eccentricity, Snow Depth 0m)

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置による 低減係数 dKf1	劣化度による 低減係数 dK	保有する 耐力 edQu (kN)	必要耐力 Qr (kN)	上部構造 評点
2F	X	41.45	0.754	0.882	27.56	82.8	0.333
	Y	32.12	0.827	0.882	23.44	82.8	0.283
1F	X	51.33	0.927	0.882	42.01	161.7	0.260
	Y	43.68	0.445	0.882	17.14	161.7	0.106

7. 結 言

福井県池田町の茅葺き農家型伝統木造民家の構造調査及び一般診断法による耐震診断によって、その耐震性能を評価した。得られた事柄は次の通りである。

- 1) 当該の茅葺き民家は総2階と看做せ、屋根裏の重量が大きいこと、つやが右側にあり平面的に非対称で重量が偏ること、屋根裏の床仕様は簀の子で剛床と見なせないこと、柱は太く主要な耐震要素は土壁と垂れ壁であること等の構造特性を有する。
- 2) 一般診断法の各階の床面積を考慮した必要耐力の算出法【精算法】による場合、積雪深に応じて大きくなり、積雪深1mでの1階の必要耐力は無積雪時の1.23倍となる。また、2階の床面積は1階に対して0.676倍であるが、積雪深0～1mで2階の必要耐力は1階の約0.51倍となる。
- 3) 建築基準法施行令に準じて求める方法による場合、各層重量は積雪1mでは18～23%大きくなるものの2階が若干大きいがほぼ1階と同じである。積雪深に応じた2階の層せん断力分布係数 A_i は1.182～1.187となり、2階の必要耐力は1階の約0.61倍となる。【精算法】と比べれば、各階とも積雪深によらず施行令に準じた場合が大きいという結果となった。
- 4) 重心位置は積雪深により大きな変動はなく、各階とも中央の中柱近傍となる。剛心位置は、X方向では1、2階とも北側の妻壁の影響により中柱より北側になる。Y方向では、2階はほぼ中柱近傍に、1階は馬屋回りの土壁により中柱より大きく西側に偏る。結果として、X方向の偏心率 R_e は1、2階とも0.174～0.248と大きな偏心を有して低減係数は0.927～0.754となる。Y方向では、2階の偏心率は0.167～0.213となり低減率は0.948～0.827となる。1階の偏心率は0.466～0.509となり非常に大きな偏心を有して低減係数は0.430～0.445と大きい。
- 5) 耐力要素の配置等による低減係数を4分割法による充足率より算定した場合、上部構造評点は、2階X方向0.274～0.406、Y方向0.264～0.288となり、1階X方向0.168～0.177、Y方向0.122～0.133となる。1階の構造評点がいずれの積雪深でも非常に小さい。
- 6) 耐力要素の配置等による低減係数を偏心率と床の仕様により算定した場合、上部構造評点は、2階X方向0.333～0.524、Y方向0.283～0.406となり、1階X方向0.224～0.260、Y方向0.097～0.106となる。2階は積雪深0mで、1階では積雪深1mで構造評点が最小で、特に、1階の構造評点が非常に小さい。

謝 辞

建物調査に当たり、(株)アーサ建築事務所（代表者：櫻川幸夫氏）及び住民の方々には多大なご協力を頂きました。ここに、記して謝意を表します。

文 献

- (1) 日本建築学会，“2004年10月23日新潟県中越地震災害調査報告”，2006年9月。
- (2) 日本建築学会，“構造用教材”，1995年。
- (3) 高嶋猛，福井宇洋，吉岡泰英，“福井県の建築”，福井県史資料編14 建築・絵画・彫刻等別冊，1989年7月。
- (4) 日本防災協会，“2012年改訂版木造住宅の耐震診断と補強方法”，2012年6月。

(平成27年3月31日受理)