

道場を併設した農家型伝統的木造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 Adjoining to Dojo

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

^{*1} Department of Architecture and Civil 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 with unofficial Buddhist facilities called *Dojo* in Sabae city, 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, *Dojo*

1. 緒 言

地域の歴史と文化を反映する福井県の伝統的古民家の歴史、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・改修時を除けば、一般に、伝統的な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⁾。今日までに構造調査を行ってきた福井県の伝統的な木造民家⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾においても壁量が不足、壁配置の偏り、通し柱の欠損等が得られているが、耐震性能については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、その損傷や劣化による耐震安全性の評価、即ち、今後、大地震で倒壊しないのかは不明である。

本報では、道場を併設した伝統的民家の調査を行う機会を得たので、福井県の伝統的な木造民家の耐震安全性を明らかにするために一般診断法⁽⁵⁾による耐震診断概要を報告し、耐震上の地域的特質を具体的に提示するものである。

2. 建物概要

当該の道場を併設した伝統的民家の調査結果を、即ち、外観、内観及び間取り等をFig.1～Fig.6に掲げ、建物概要を以下に示す。

2.1 敷地、外観と間取り

民家（YT邸）は鯖江市東縁辺部の積雪深2mの多雪区域にある。東側に山が迫り、南北の市道沿の集落の中心部に立地する。敷地は西に低く東に高い緩い傾斜地で、東側が隣接するお道場、更地（元土蔵）と庭園、西側、北側と南側は八幡神社への参道で、敷地境界は石垣となっている。南側には前庭があるものの民家と道場は一体

* 原稿受付 2016年2月16日

^{*1} 建築土木工学科

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

となつてほぼ敷地一杯に南面して建つ。主屋は切妻で3周に下屋をめぐらし、主屋下屋共に屋根勾配5寸5分の棧瓦葺で、南側の張出し部（書斎、後付け）は金属板葺きである。外壁は1階2階ともに下部は下見板張り、上部は漆喰となっている。

1階平面は平入で、炉を切った板張りのオイエが主屋の前半分を占める。玄関を入ったところに土間があり、その南側に書斎が、西側には浴室、外便所がある。中柱より西側はオイエ（板の間）、囲炉裏、台所、東側は田の字型で8畳の客間、4畳間、南側は中の間、4畳間といずれも道場の外陣に続いている。主屋の北側は縁側で、西端には2階への階段があり、東端は上便所への廊下、道場余間への登壇口と続く。2階はオイエの上はツシで、土間より梯子で登る。田の字型の上は10畳の瀟洒な和室2部屋となり、南の部屋には床の間の間が、北には押入が設けられている。2階の和室の上の小屋裏には丸竹が敷かれて道具が置かれている。御道場で年行事を行う場合、2階で御前の休息と食事に、1階の北の4畳間は帳場、南の4畳間は道場の物置として使われる。

2.2 構造概要

2階建てで、ほぼ総2階と呼べる建物である。主屋は張間4間桁行6間である。全面土壁は殆どなく垂れ壁が主流である。通し柱の多い建物である。柱径は140～285mmで材種は樺、主屋の小屋組は登り梁構造である。即ち、桁と地棟に合掌梁（登り梁）を掛けて母屋を受けている。火打ち梁はなく。基礎は石場立て（礎石立て）構法の基礎で、足固めはない。但し、オイエでは床高が260mmで床ばりが足固めを兼ねる。妻面の桁と小屋梁の取り合いは、小屋梁を柱で受けその上に軒桁を渡す折置組の形式である。中柱の上の小屋梁と軒桁との取り合いは京呂組である。

オイエと台所の吹き抜けは部屋境の中柱、恵比寿柱から妻面の通し柱に松丸太の牛梁を渡し、この中間に梁行の丸太梁を載せてその上の十字に渡した丸太梁からなる床組を支える梁架構を形成している。オイエの南半分の西、南面は垂れ壁で、西面では丸太梁とツシ床を支える梁の間は空いている。一方、中柱を通る面では樺の柱は差し鴨居（平物）で結ばれ、その上に太い束を立ち上げ、貫で固め小屋梁まで土壁とされている。ツシの床から上の中柱は西に折れ曲がっている。従って、小屋梁が西に湾曲し、土壁の面とずれている。小屋梁の倒れ防止の為に、斜めの材が中柱と恵比寿柱の2カ所に配されて一部がツシの床下に露出している。

1階の和室の天井はいずれも根太天井、外便所、書斎、玄関は棹縁天井、浴室は折上げ格子天井、洗面所は網代天井である。2階の和室は棹縁の折上げ天井である。オイエは厚板（65mm）の上に丸竹（30mm）、筵を敷いた簀子天井である。オイエの丸太材には樹液のつららが多々見られた。また、屋根瓦には破損やずれが散見され、雨漏り、ツシの床組の厚板にはカビが生じていた。外壁には漆喰の剝離や下見板の欠損が認められた。また、恵比寿柱や東妻壁の通し柱の傾斜、縁側床の沈下等も認められた。



Fig. 1 External Appearance

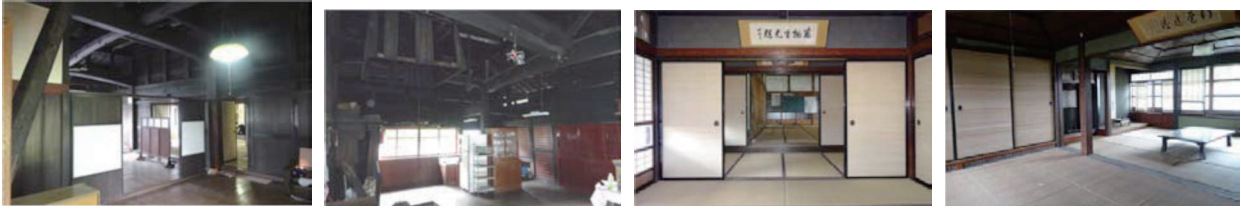


Fig. 2 Internal Appearance



Fig. 3 Roof Truss and Floor Construction

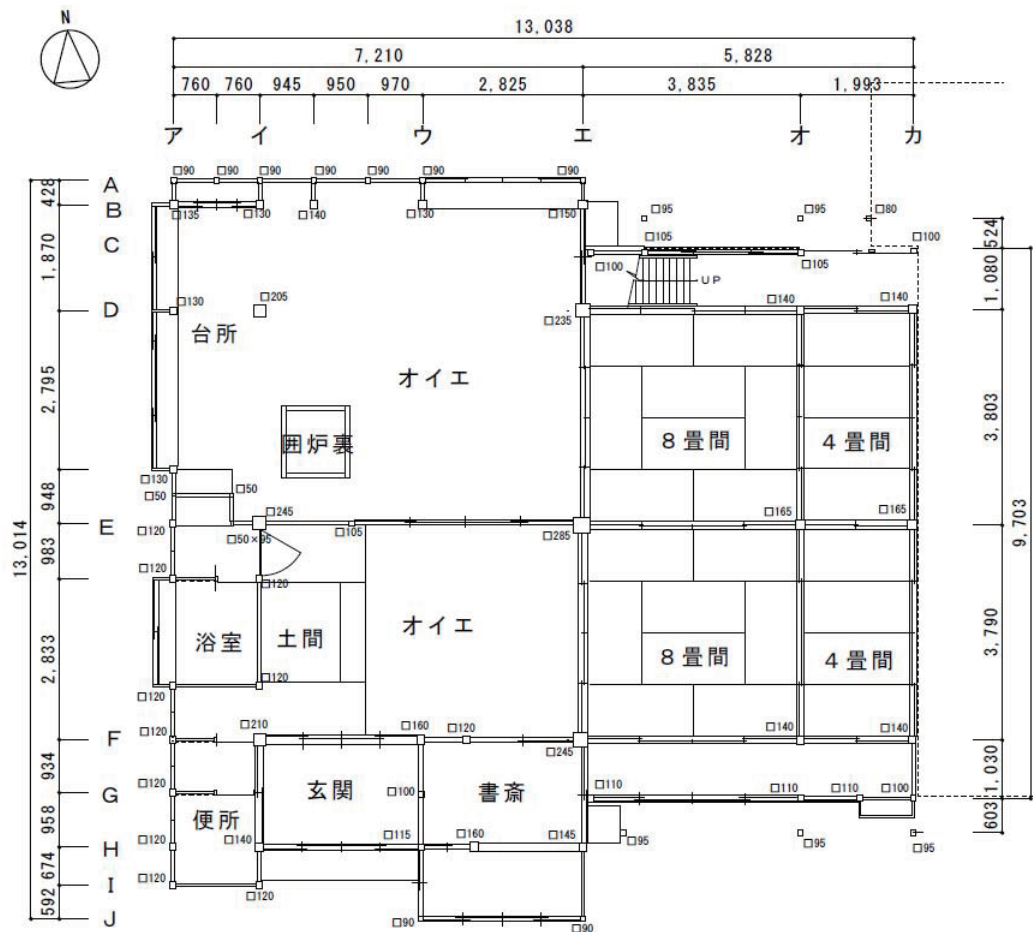


Fig. 4 First Floor Plan

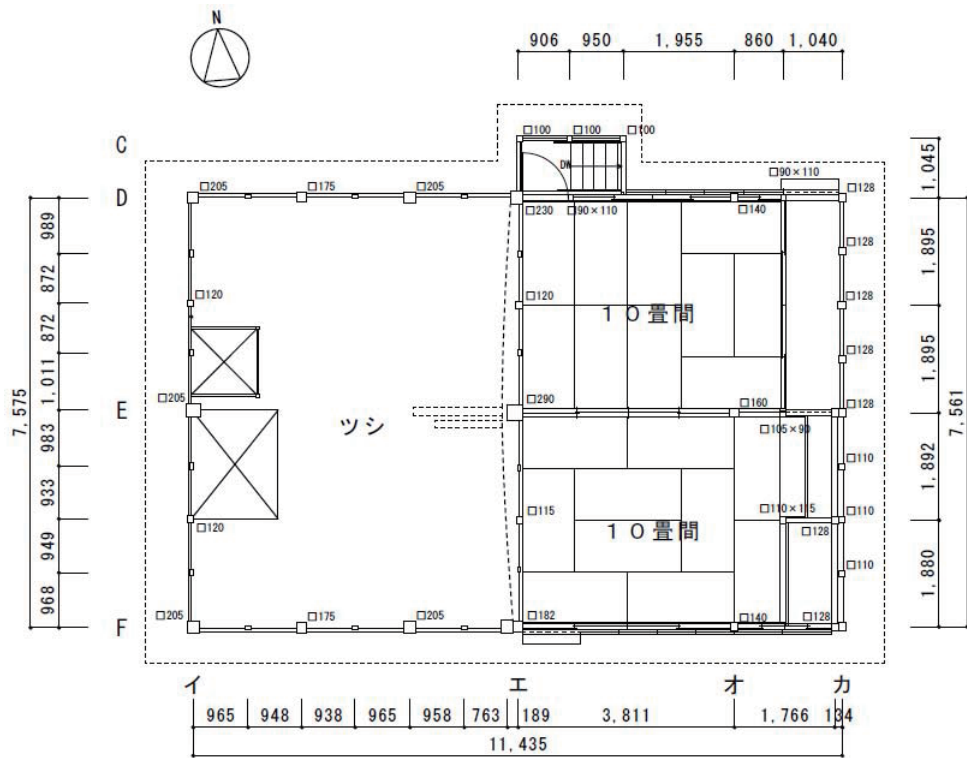


Fig. 5 Second Floor Plan

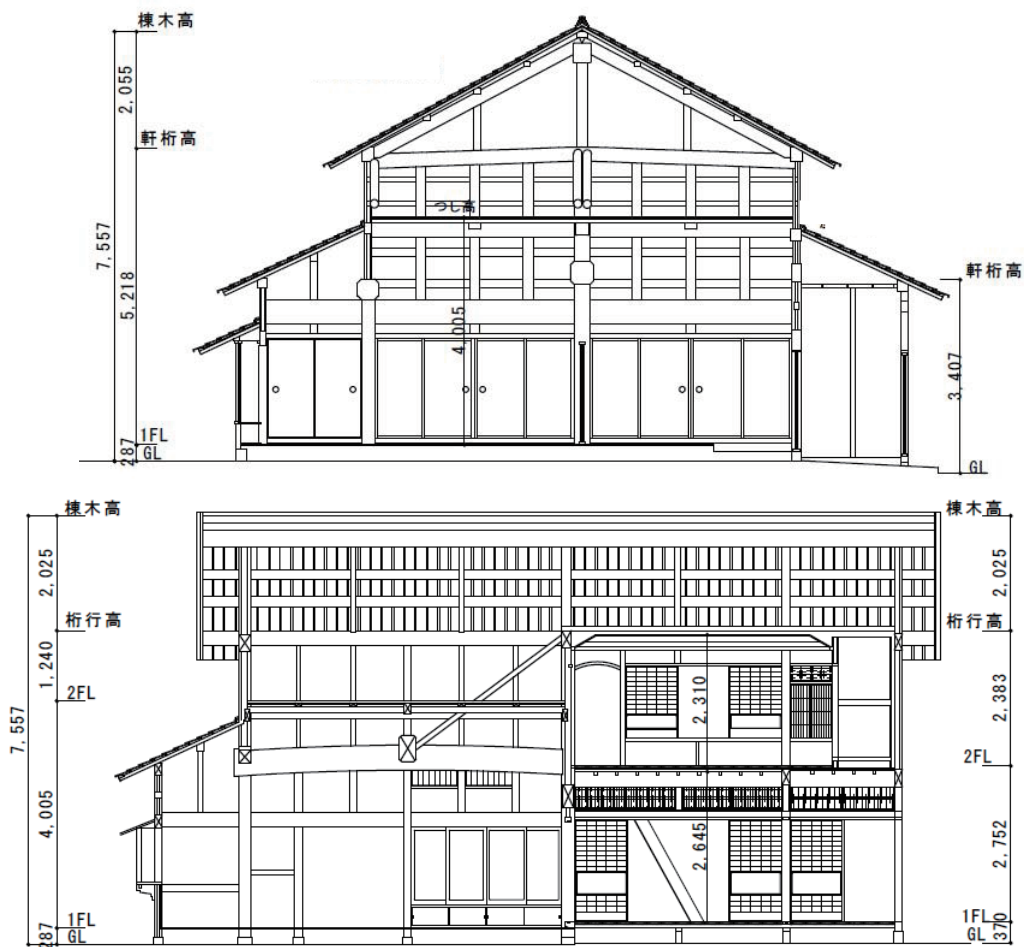


Fig. 6 South-North and East-West Direction Cross Section Plan

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 $_{ed}Q_u$ / 必要耐力 Q_p ）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 : YT 邸，福井県鯖江市乙坂今北町
- ・ 建設年代 : 不明
- ・ 規模 : ツシ 2 階建，1 階床面積 145.4 m²，2 階床面積 88.76 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（積雪深 2m の多雪区域，雪下ろし）
- ・ 積雪割増 : 0.26 Z
- ・ 基礎形式 : III（礎石基礎）
- ・ 床仕様 : III（荒板，火打ちなし）
- ・ 主要な柱 : 120mm 以上

3.3 建物重量

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 条に定める多雪区域の地震時の荷重の組合わせを準用する。多雪区域で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、所在地の最深積雪量 2m であるが、雪下ろしが行われるので積雪深は 1m とした。

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、本耐震診断では屋根・壁の仕様（桟瓦葺き、土塗壁）に着目し「重い建物」の区分の床面積当たりの簡易重量表を準用した。

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 0.37～0.43kN/m²，1 階で 0.94～1.00kN/m²と得られるが，ここでは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 $_{o}K_{f1}$ ， $_{o}K_{f2}$ 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， $_{o}K_{f2}$ 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	88.76	重い	0.611	1.0	0.40		1.41	0.57
1階	145.36				0.92	0.77		0.71

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	88.76	0.57	0.26	1.00	1.00	1.00	1.00	73.30
1階	145.36	0.71	0.26	1.00	1.00	1.00	1.00	140.28

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	88.76	0.57	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	50.23
1階	145.36	0.71	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	102.49

(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。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 Z	振動特性 係数 R_t	層せん断 力分布係 数 A_i	支持重量 ΣW_i (kN)	層せん断 力係数	軟弱地盤 割増係数	層せん断 力 Q_i (kN)	必要耐力 Q_r (kN)
2階	1.00	1.00	1.26	292.05	0.25	1.00	73.73	73.73
1階	1.00	1.00	1.00	721.53	0.20	1.00	144.31	144.31

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

	地域係数 Z	振動特性 係数 R_t	層せん断 力分布係 数 A_i	支持重量 ΣW_i (kN)	層せん断 力係数	軟弱地盤 割増係数	層せん断 力 Q_i (kN)	必要耐力 Q_r (kN)
2階	1.00	1.00	1.31	188.62	0.26	1.00	49.41	49.41
1階	1.00	1.00	1.00	556.46	0.20	1.00	111.29	111.29

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 ($=\Sigma Q_{wi}$)	Q_e ($=\Sigma Q_{ei}$)	Q_u ($=Q_w+Q_e$)
イ	D~F	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	7.52	16.84	16.84		16.84
						Σ	16.84	0.00	16.84
エ	D~F	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	7.52	16.84	16.84		16.84
						Σ	16.84	0.00	16.84
カ	D~F	土塗り壁、塗厚6cm	2.8	0.8	7.52	16.84	16.84		16.84
						Σ	16.84	0.00	16.84
						Σ	50.53	0.00	50.53

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 ($=\Sigma Q_{wi}$)	Q_e ($=\Sigma Q_{ei}$)	Q_u ($=Q_w+Q_e$)
D	イ〜エ	土塗り壁 塗り厚60	2.8	0.8	5.7	12.77	12.77		
	カ	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m未満	0.39	1.00	1.00	0.39			
	オ	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m以上	0.68	1.00	1.00	0.68		1.07	13.84
Σ							12.77	1.07	13.84
E	オ'〜カ	土塗り壁 塗り厚60	2.8	0.8	0.94	2.11	2.11		
	エ	垂れ壁 塗り厚60 柱285 1.2m以上	0.93	1.00	1.00	0.93			
	オ	垂れ壁 塗り厚60 柱165 1.2m以上	0.75	1.00	1.00	0.75		1.68	3.79
Σ							2.11	1.68	3.79
F	イ〜エ	土塗り壁 塗り厚60	2.8	0.8	3.8	8.51	8.51		
	カ	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m未満	0.39	1.00	1.00	0.39			
	オ	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m以上	0.68	1.00	1.00	0.68		1.07	9.58
Σ							8.51	1.07	9.58
Σ							23.39	3.82	27.21

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 ($=\Sigma Q_{wi}$)	Q_e ($=\Sigma Q_{ei}$)	Q_u ($=Q_w+Q_e$)
ア	F'〜E	土塗り壁 塗り厚60	2.80	0.80	0.94	2.11	2.11		
	H,G,F,B	垂れ壁・腰壁 塗り厚60 柱120 1.2m	0.90	1.00	4.00	3.60			
	D	垂れ壁・腰壁 塗り厚60 柱120 1.2m	1.59	1.00	1.00	1.59			
	F'E'	垂れ壁 塗り厚60 柱120 1.2m以上	0.48	1.00	2.00	0.96		6.15	8.26
イ	H	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m未満	0.39	1.00	1.00	0.39			
	F	垂れ壁 塗り厚60 柱210 1.2m以上	0.84	1.00	1.00	0.84			
	E	垂れ壁 塗り厚60 柱245 1.2m以上	0.93	1.00	1.00	0.93		2.16	2.16
Σ							2.11	8.31	10.42
ウ	H〜F	土塗り壁 塗り厚60	2.80	0.8	1.88	4.21	4.21		4.21
	H	垂れ壁 塗り厚60 柱145 1.2m未満	0.39	1.00	1.00	0.39			
	B	垂れ壁 塗り厚60 柱150 1.2m未満	0.42	1.00	1.00	0.42			
	D	垂れ壁 塗り厚60 柱235 1.2m以上	0.84	1.00	1.00	0.84			
Σ							4.21	3.51	7.72
オ	D,F	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m以上	0.68	1.00	2.00	1.36			
	E	垂れ壁 塗り厚60 柱165 1.2m以上	0.75	1.00	1.00	0.75		2.11	2.11
	G〜F	土塗り壁 塗り厚6cm	2.80	0.80	1.03	2.31	2.31		
カ	D	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m以上	0.68	1.00	1.00	0.68			
	E	垂れ壁 塗り厚60 柱165 1.2m以上	0.75	1.00	1.00	0.75		1.43	3.74
Σ							2.31	3.54	5.85
Σ							8.62	15.36	23.98

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 ($=\Sigma Q_{wi}$)	Q_e ($=\Sigma Q_{ei}$)	Q_u ($=Q_w+Q_e$)
A	ア〜ウ	土塗り壁 塗り厚60	2.80	0.8	4.37	9.79	9.79		9.79
B	イ, ウ	垂れ壁 塗り厚60 柱130 1.2m以上	0.48	1.00	2.00	0.96			
	ア, エ	垂れ壁 塗り厚60 柱135, 1.2m未満	0.36	1.00	2.00	0.72		1.68	1.68
Σ							9.79	1.68	11.47
E	イ	垂れ壁 塗り厚60 柱245 1.2m未満	0.48	1	1	0.48			
	ア	垂れ壁 塗り厚60 柱120 1.2m未満	0.36	1	1	0.36		0.84	0.84
F'	ア〜イ	土塗り壁 塗り厚60	2.8	0.8	1.52	3.40	3.40		3.40
Σ							3.40	0.84	4.24
F	ウ〜ウ'	土塗り壁 塗り厚60	2.80	1.0	0.94	2.63	2.63		
	ア	垂れ壁 塗り厚60 柱120 1.2m未満	0.36	1	1	0.36			
	エ	垂れ壁 塗り厚60 柱245 1.2m未満	0.48	1	1	0.48			
	イ	垂れ壁 塗り厚60 柱210 1.2m以上	0.84	1	1	0.84		1.68	4.31
H	ウ'	垂れ壁 塗り厚60 柱160 1.2m以上	0.75	1	1	0.75			
	イ	垂れ壁 塗り厚60 柱140 1.2m未満	0.39	1	1	0.39			
	ア, エ	垂れ壁 塗り厚60 柱120 1.2m未満	0.36	1	2	0.72		1.86	1.86
I	ア〜イ	土塗り壁 塗り厚6cm	2.80	0.8	1.52	3.40	3.40		3.40
Σ							6.04	3.54	9.58
Σ							19.23	6.06	25.29

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)

階	方向	必要耐力 Q_r (kN)	領域の保有する耐力 Q_u (kN)	充足率 Q_u/Q_r	配置による低減係数 eK_{fl}
2F	x	張間い	17.94	0.94	0.80
		張間ろ	17.94	0.94	
	y	桁行a	12.14	1.14	0.56
		桁行b	20.39	0.47	
1F	x	張間い	37.96	0.27	0.68
		張間ろ	30.21	0.19	
	y	桁行a	33.81	0.34	0.75
		桁行b	24.44	0.39	

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

階	方向	必要耐力 Q_r (kN)	領域の保有する耐力 Q_u (kN)	充足率 Q_u/Q_r	配置による低減係数 eK_{fl}
2F	x	張間い	12.29	0.72	0.80
		張間ろ	12.29	0.72	
	y	桁行a	8.32	0.93	0.57
		桁行b	13.97	0.40	
1F	x	張間い	27.73	0.36	0.67
		張間ろ	22.07	0.24	
	y	桁行a	24.70	0.38	0.72
		桁行b	17.85	0.47	

(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_{fl} 」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)	7.27	x_s (m)	5.48	y_s (m)	4.97	x_s (m)	5.63
重心座標	y_g (m)	7.31	x_g (m)	5.98	y_g (m)	6.61	x_g (m)	6.08
偏心距離	e_y (m)	0.04	e_x (m)	0.50	e_y (m)	1.63	e_x (m)	0.44
弾力半径	r_{ex} (m)	5.35	r_{ey} (m)	7.29	r_{ex} (m)	7.27	r_{ey} (m)	7.08
偏心率	R_{ex}	0.01	R_{ey}	0.07	R_{ex}	0.22	R_{ey}	0.06
低減係数	F_e	1.00	F_e	1.00	F_e	0.80	F_e	1.00

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	$y_s(m)$	7.27	$x_s(m)$	5.55	$y_s(m)$	4.97	$x_s(m)$	5.63
重心座標	$y_g(m)$	7.31	$x_g(m)$	5.98	$y_g(m)$	6.61	$x_g(m)$	6.08
偏心距離	$e_y(m)$	0.04	$e_x(m)$	0.43	$e_y(m)$	1.63	$e_x(m)$	0.44
弾力半径	$r_{ex}(m)$	5.40	$r_{ey}(m)$	6.93	$r_{ex}(m)$	7.27	$r_{ey}(m)$	7.08
偏心率	R_{ex}	0.01	R_{ey}	0.06	R_{ex}	0.22	R_{ey}	0.06
低減係数	F_e	1.00	F_e	1.00	F_e	0.80	F_e	1.00

3.7 劣化度による低減係数

当該建物の屋根瓦の破損による雨漏り，外壁の破損，柱の傾斜，床の沈下等の不具合に基づき，存在点数と劣化点数をチェックシートにより算出した．建物全体の構造耐力にかかる劣化度による低減係数は最低値の0.70と評価した．

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とする．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 Q_u (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 edQ_u (kN)	必要耐力 Q_r (kN)	上部構造 評点
2F	x 張間	50.53	0.80	0.70	28.30	73.30	0.39
	y 桁行	27.21	0.56	0.70	10.76	73.30	0.15
1F	x 張間	23.98	0.68	0.70	11.45	140.28	0.08
	y 桁行	25.29	0.75	0.70	13.21	140.28	0.09

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

階	方向	壁・柱の耐力 Q_u (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 edQ_u (kN)	必要耐力 Q_r (kN)	上部構造 評点
2F	x 張間	26.53	0.80	0.70	14.86	50.23	0.30
	y 桁行	16.10	0.57	0.70	6.42	50.23	0.13
1F	x 張間	22.04	0.67	0.70	10.33	102.49	0.10
	y 桁行	21.13	0.72	0.70	10.64	102.49	0.10

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

階	方向	壁・柱の耐力 Q_u (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 edQ_u (kN)	必要耐力 Q_r (kN)	上部構造 評点
2F	X	50.53	1.00	0.70	35.37	73.30	0.48
	Y	27.21	1.00	0.70	19.04	73.30	0.26
1F	X	23.98	0.80	0.70	13.44	140.28	0.10
	Y	25.29	1.00	0.70	17.70	140.28	0.13

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

階	方向	壁・柱の耐力 Q_u (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 edQ_u (kN)	必要耐力 Q_r (kN)	上部構造 評点
2F	X	26.53	1.00	0.70	18.57	50.23	0.37
	Y	16.10	1.00	0.70	11.27	50.23	0.22
1F	X	22.04	0.74	0.70	11.44	102.49	0.11
	Y	21.13	1.00	0.70	14.79	102.49	0.14

4. 結 言

福井県鯖江市の道場を併設した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) 当該の道場を併設した民家は2階の床面積は1階に対して0.61倍で、つのやはなく、ほぼ総2階と看做せる。屋根は登り梁形式、建物の前半部（西側）はオイエ、上部はツシで簀子床、後半部（東側）は田の字の根太天井の和室、2階があり、いずれも剛床とは見做されない。柱は太く、主要な柱は通し柱で、耐震要素は土壁と垂れ壁である。また、道場との接続のため東側の妻壁の1階が3本の垂れ壁付き独立柱となる。
- 2) 一般診断法の各階の床面積を考慮した算出法【精算法】による場合、積雪深1mでの1階の必要耐力は無積雪時の1.37倍、2階の必要耐力は1.49倍となる。また、【精算法】と比べれば、建築基準法施行令に準じて求めた必要耐力の0.92～1.02倍となり、大きな違いは無い。
- 3) 建築基準法施行令に準じて求める方法による場合、2階の重量は1階の0.51～0.68倍程度で、積雪深に応じた2階の層せん断力分布係数 A_i は1.26～1.31となり、2階の必要耐力は1階の0.44～0.51倍となる。
- 4) 重心位置、剛心位置は積雪深によりほとんど変動はなく、重心位置は各階とも中央の中柱近傍となる。剛心位置は、1階ではオイエ北側の土壁、西側の垂れ壁付き独立柱の影響により中柱より北西側になる。また、2階では、ツシの南側の掃出し開口により中柱より北側に偏る。結果として、建築基準法施行令に準じた場合、X方向1階の偏心率 Re は0.23～0.26と大きく、低減係数は0.74～0.80となる。
- 5) 上部構造評点は、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、2階は積雪深0mでY方向が0.13、1階では積雪深1mでX方向が0.08と構造評点が最小で、特に、1階の構造評点がいずれの積雪深でも0.1前後と非常に小さく、1階のX方向（張間方向）で倒壊する可能性が高い。
- 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0.37～0.48、Y方向0.22～0.26となり、1階X方向0.10～0.11、Y方向0.13～0.14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、住民の方々および福井工業大学建築生活環境学科平成27年度卒業生の諸氏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) 辻岡静雄，五十嵐啓，多米淑人：池田町の農家型伝統的茅葺き民家の耐震性評価，福井工業大学研究紀要，第45号，2015年7月，pp.84-94。
- (5) 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28年3月31日受理)