

2007年能登半島・新潟県中越沖地震関連報告

木造建築物の被害と対策

構造研究グループ 上席研究員 河合 直人

目次

- I はじめに
- II 木造建築物の被害に関する詳細調査
 - 1) 能登半島地震による木造建築物被害の詳細調査
 - 2) 新潟県中越地震による木造建築物被害の詳細調査
 - 3) 壁量と被害程度の関係
 - 4) 地震応答計算による検討
- III 木造建築物の耐震診断・耐震補強
 - 1) 木造建築物の耐震診断
 - 2) 各種の耐震補強構法
 - 3) 耐震補強効果に関する振動実験
- IV まとめ
- 参考文献

I はじめに

平成19年能登半島地震及び新潟県中越沖地震においては木造建築物にも多数の被害が発生した。独立行政法人建築研究所（建築研究所）等の調査によると、大破、倒壊などの大きな被害は、土塗り壁を有するような比較的古い構法の住宅、倉庫、車庫、納屋の類、及び店舗併用住宅などに見られた。また、地盤変状に伴う上部構造の被害もあった。一方、詳細調査からは、建築基準法の要求壁量の60～70%以上壁量があれば、大きな被害に至っていないという結果が得られている。今日では耐震診断法が整備され、ダンパー等の新技術も含めて様々な補強構法が提案され、その評価も進んでいる。従って、こうした地震被害を未然に防ぐことは技術的には十分に可能であり、近年の振動実験でも、十分な耐震補強を施した木造住宅については、極めて強い地震動に対しても倒壊を免れることが明らかとなっている。

ここでは、2つの地震による木造建築物の地震被害について、詳細調査結果と壁量の分析、地震応答計算による検討に基づいて被害原因を考察するとともに、耐震診断、耐震補強技術の現

状、及び耐震補強効果に関する振動実験の報告を行い、地震被害軽減に向けた技術的対策の方向を示すこととしたい。

II 木造建築物の被害に関する詳細調査

1) 能登半島地震による木造建築物被害の詳細調査

能登半島地震による木造建築物の被害に関して、建築研究所及び国土交通省国土技術政策総合研究所（国総研）が合同で行った詳細調査について概要を述べる。

能登半島地震において被害が甚大であった旧輪島市街、門前町門前・館・走出、門前町道下の3つの地区において、詳細調査を実施した。対象建築物は、同一地区内ではほぼ同じ建設年代、構造仕様、規模を有する複数の家屋から、被害程度が異なるものを含むよう選択している。調査対象の一覧を表1に示す。

調査内容は可能な範囲で以下の通りとした。

- ・建物の平面図を採取、図面がある場合には拝借し複写
- ・建物の構造仕様、構造要素の配置等を把握
- ・残留変形の測定、被害状況の観察・記録
- ・築年数、増改築履歴、地震時の状況等についてヒアリング

表1 能登半島地震の木造建築物詳細調査対象物件

地区	建物	築年数	階数	応急危険度	残留変形角の最大値	被害概況
輪島市 — 旧輪島市地域	W-1	82年	2	要注意	東 1/51	輪島漆師屋。土台が最大9cmずれる。
	W-2	56年	3	—	0	店舗併用住宅。前と後ろは20年前の増築。ほぼ無被害。
	W-3	100年以上	2	危険	約 1/140	間仕切りに入れた筋かいに押されて、柱が折損。土台ずれあり。
	W-4	96年	2	危険	北 1/8 西 1/9	道路側ほぼ全面開口の店舗併用住宅。昭和40年頃増築した奥の居住部分はほぼ無被害。
	W-5	48年	2	要注意	1/83	道路側全面開口。1階の壁が少ない。経験変位はかなり大きい。残留が小さい。
	W-6	30年	2	危険	北 1/9	近隣の中で際だって被害が大きいものの一つ。蓮田の跡地とのこと。
	W-7	45年	2	要注意	北 1/50	W-6の北側に隣接。W-6より被害軽微。両端部分は35年前の増築。
	W-8	5年	2	—	0	隅部のRC造と集成材架構の混構造。接続部近辺に内装等の損傷、込栓脱落等あり。
輪島市 門前・館・走出 門前町	M-1	40年	2	危険	北 1/180	道路側ほぼ全面開口。
	M-2	29年	2	要注意	北 1/40	元3階建ての3階を火災延焼で2階建てに（50年前）した店舗併用住宅
	M-3	44年	2	危険	南 1/5 西 1/55	店舗部分10年前に増改築
	M-4	80年	2	危険	南 1/9 西 1/55	輪島市指定重要文化財。内壁の崩落等被害大。
	M-5	0	2	—	0	施工途中で被災。筋かいが極めて多い。ほぼ無被害。
	M-6	80年	2	危険	西 1/8.6	3年前に瓦葺き替、葺土なし。
輪島市 門前町 道下	T-1	50年	2	危険	北 1/17	隅の柱折損
	T-2	80年	2	危険	西 1/30 南 1/30	礎石の上で土台が滑る。
	T-3	45年	2	危険	西 1/55	柱の割裂、構造体の分離などあり
	T-4	52年	2	危険	西 1/7 南 1/8	柱の折損多数
	T-5	59年	2	危険	西 1/63 南 1/167	T-6と平面は類似するが、被害小
	T-6	59年	2	危険	西 1/2.7 北 1/50	倒壊寸前。T-5と施工者同一。
	T-7	53年	2	危険	南 1/11 西 1/70	土間の外壁が約2.5cmほど南（道路側）へ移動。柱の折損多。
	T-8	40年	2	要注意	北 1/170	開口多いが残留変形小。柱の割裂、仕上材の剥落等あり

なお、残留変形の測定に際しては、測定高さを大きめにとるなどして、層間変形と大差ない変形角が得られるよう配慮した。

以下に、詳細調査で得られた、本地震による木造建築物の典型的な被害、特徴的な被害例について述べる。

町屋形式の建物では、鴨居又は二階床梁の高さで柱の折損を生じる被害が目についた（写真1）。また、通りにわの外側にある壁が基礎に緊結されていないために移動し、内側の土間一座敷境の柱列が大きく傾くという被害が見られた（写真2、3）。

店舗併用住宅では、道路に面して大きな開口を設けている建物で、大変形を生じたものがあつた（写真4）。その一方で、店舗併用住宅であるが、道路に面した開口部に筋かいを設け、ほぼ無被害という例も見られた（写真5）。



写真1 柱の折損、壁の脱落等の被害 (M-6)



写真2 外壁の移動 (T-7)



写真5 店舗併用住宅でほぼ無被害の例 (W-2)



写真3 通りにわ内側の柱列の傾斜及び柱の折損 (T-7)



写真4 店舗併用住宅の被害例 (M-3)

2) 新潟県中越地震による木造建築物被害の詳細調査

新潟県中越沖地震による木造建築物の被害に関して、同様に建研及び国総研が合同で行った詳細調査について概要を述べる。新潟県中越沖地震において被害が甚大であった柏崎市田塚・上田尻、柏崎市東本町、柏崎市荒浜、刈羽村刈羽の4つの地区において、詳細調査を実施した。調査対象の一覧を表2に示す。対象建築物の選定方法、調査内容は、能登半島地震の場合と同様である。

以下に、詳細調査で得られた、本地震による木造建築物の典型的な被害、特徴的な被害例について述べる。

土塗り壁を有するような比較的古い構法による住宅で倒壊や大破などの大きな被害に至ったものが多く見られた。被災地区の比較的古い住宅には、建物中央付近に横架材を井桁状に組んだ吹抜を設けるサシヅクリと呼ばれる構法がある(写真6)。サシヅクリでは太い柱を使用しており、ケヤキの21cm角という場合もあった。それでも柱の折損例が散見された(写真7)。

また、店舗併用住宅で、道路に面して開口が大きく、内部にも間口方向の壁が少ない場合に大破に至った例が多い(写真8)。

地盤変状に伴う被害としては、平地での地盤の液状化や亀裂に伴う被害(写真9)が見られた。

なお、その他、概要調査も含め、次のようなことが明らかになっている。被災地域には他に1階を鉄筋コンクリート造、2、3階を木造とする高床式の住宅も見られた。建築年代が比較的新しいこともあろうが、これらには被害はほとんど確認されなかった。地盤変状に伴う被害としては、傾斜地においては擁壁の傾斜による地盤破壊による被害などがある。また、倒壊した家屋の構造部材に腐朽、蟻害が確認された例もあり、これらの構造部材の劣化が被害を拡大した可能性もある。

表2 新潟県中越沖地震の木造建築物詳細調査対象物件

地区	建物	築年数	階数	応急危険度	残留変形角の 最大値	被害概況
田塚市・上田尻	T-1	41年	2	危険	東へ1/30 南へ1/77	地盤変状、不同沈下有り。筋かいあり。常時微動卓越周波数約3Hz。
	T-2	43年	2	危険	東へ1/40 南へ1/77	地盤変状、不同沈下有り。金融公庫融資。
	T-3	70年	2	要注意	1階1/50 2階1/60	20年前に一部増築。建物は南東方向へ傾斜。土塗り壁に大きく亀裂がよいる。
	T-4	27年	2	危険	東へ1/60	東側に隣接する水田へ向かって傾斜。基礎の傾斜はほぼ無し。
柏崎市東本町	H-1	73年	2	危険	西へ1/5	座屈した筋かいを確認。基礎の割れ確認。2階に約11.5tの書籍が積載。土壁崩落。
	H-2	80年	2	危険	西へ1/6	築120年の平屋部分に増築した部分。柱の折損確認。
	H-3	20年	2	調査済	0	1階が倉庫・車庫で2階が作業場。被害無し。クロスも亀裂無し。
	H-4	51年	2	危険	東へ1階1/17 2階1/90	1階店舗。隣接建物に衝突痕有り。切石基礎が端部で転倒。
	H-5	100年以上	2	危険	東へ1/10	建物中央部はサシヅクリ。ケヤキの21cm角の柱。上部は井桁状の梁。差し鴨居1箇所落下あり。
柏崎市荒浜	A-1	75年	1		南西1/100 南東1/91	S45年の増築部は金融公庫融資受ける。砂地盤。小屋の一部が崩落。
	A-2	110年	2	危険	北東1/100 北西1/111	建物中央部の柱は195mm角で、吹抜のあるサシヅクリ。
刈羽村刈羽	K-1	100年	1	危険	南に1/30 西に1/40	建物中央部はサシヅクリ、柱222mm角。165mm角の柱が折損。床下地盤に割れ。
	K-2	15年	2	(同上)	東へ1階1/400 2階1/170	K-1の増築部分。K-1との接続部分で分離し、その壁線で石膏ボード剥落。
	K-3	25年	2	危険	北西に1/28 北東に1/50	H16中越地震で液状化、その後地盤改良。今回は不同沈下有り。柱折損。
	K-4	2年	2	調査済	1/125	ログハウス。ほぼ無被害。



写真6 サシヅクリの部屋の見上げ (H-4)



写真7 柱の折損 (H-4)



写真8 大きく傾いた店舗併用住宅の内部 (H-3)



写真9 地盤の液状化により基礎の不同沈下を生じた例 (T-1)

3) 壁量と被害程度の関係

2つの地震における詳細調査物件を対象として、壁量と被害程度との関係を考察した。

壁量の算出には次の2通りの方法を適用した。

第一の方法では、筋かいや合板の有無・寸法等が不明である場合が多いため、無開口壁を倍率1として壁量を算出した。図面がある場合などで筋かいの配置が判明したものは筋かいの倍率を1として、無開口の壁量に加えた。これらに基づいて現行建築基準法の必要壁量に対する充足率（以下、基準法の壁量充足率と称する）を求めた。

第二の方法では、第一の方法によって算出した壁量に、開口壁の腰壁、垂れ壁を評価し、壁量として加えた。壁量として算入する開口壁は、少なくとも一方が無開口壁と隣接するものに限り、表3に示す開口低減係数 η を準用して壁量に加えた。こ

れにより得られた壁量を、住宅の品質確保の促進等に関する法律（以下、品確法）の壁量評価法に基づいて耐震等級1相当の必要壁量（耐震等級2の必要壁量の1.25分の1）のうち、一般地に要求されるもの（表4²⁾）と比較して壁量充足率（以下、品確法の壁量充足率と称する）を算出した。

表3 有開口壁の評価方法

開口の幅	単位長さ当たりの倍率	
	窓型開口	掃出し開口
1m以下	0.4	0.2
1m～2m未満	0.3	0.15
2m以上*	0.2	0.1

*：ただし、3m以上は3mと見なす。

表4 品確法の壁量評価法に基づく耐震等級1相当の必要壁量

屋根・壁の種類	必要壁量	
	1階	2階
重い材料による場合	$46K_1Z$	$20K_2Z$
軽い材料による場合	$36K_1Z$	$14K_2Z$

ただし、 $K_1=0.4+0.6R_f$ 、 $K_2=1.3+0.07/R_f$

$(R_f$ は2階床面積の1階床面積に対する割合、0.1未満の場合は $K_2=2.0$ 。Z：基準法施行令第88条に規定する地震地域係数)

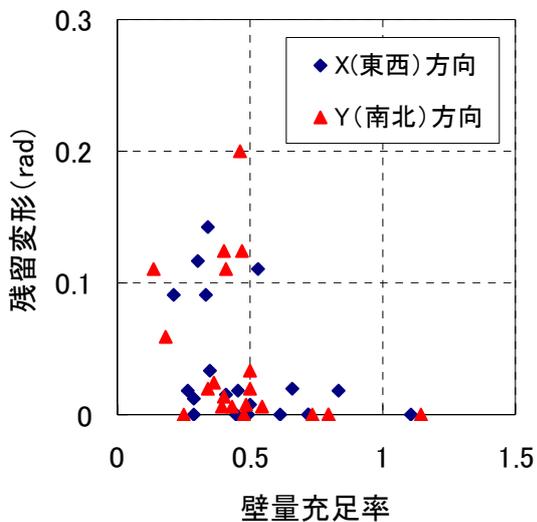
双方の地震について基準法、品確法の壁量充足率と残留変形を比較してそれぞれ図1、図2に示す。いずれについても、両者の間には明確な相関関係があるとは言えない。これは、耐力要素の仕様が明確でないこと、残留変形と地震時による経験変形は個々の物件ごとに異なることによるものと考えられる。しかしながら、壁量充足率が一定量確保されていれば、被害程度が抑えられるという傾向を見ることができる。

能登半島地震及び中越沖地震の双方について、品確法の壁量充足率と残留変形角の関係を見ると、壁量充足率が約60～70%以上であれば、大きな残留変形角を示す建物は急激に減少する傾向を示している。調査対象に限って言えば、震度6強を記録するような地震入力があった地域においても、残留変形角が1/25ラジアンを超えるような被害がなかったと言える。

4) 地震応答計算による検討

木造住宅の被害原因の定量的考察に資することを目的として、中越沖地震に際して強震記録で得られた地震波を用い、2階建

(a) 能登半島地震



(b) 中越沖地震

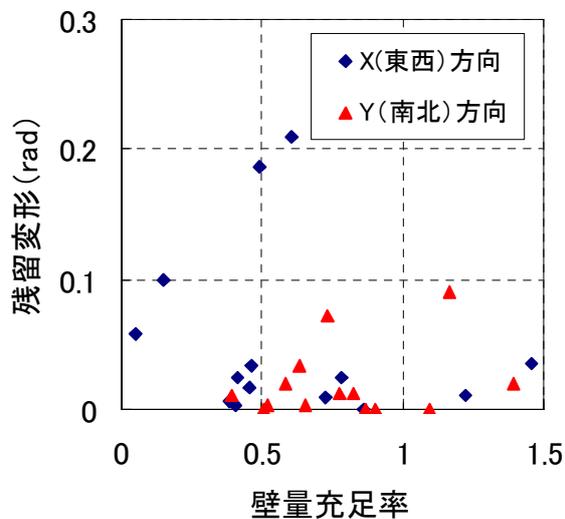
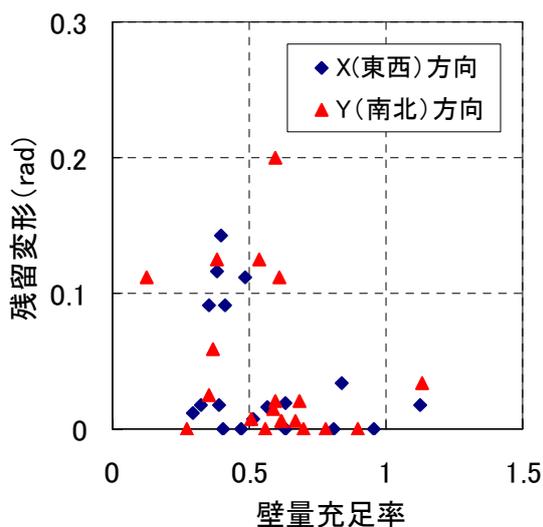


図1 基準法の壁量充足率と残留変形の関係 (1階のみ)

(a) 能登半島地震



(b) 中越沖地震

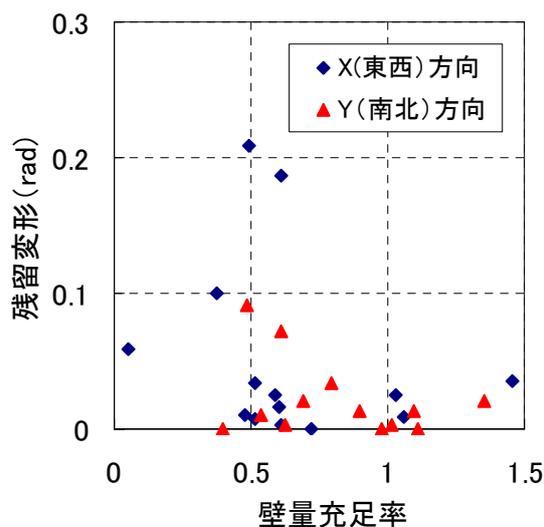


図2 品確法の壁量充足率と残留変形の関係

て木造住宅に対して、各階の壁量及び1、2階の床面積比をパラメータとして行った地震応答計算の結果について述べる。

計算に用いた入力地震波は、K-net 柏崎 (NIG018)、新潟県刈羽村割町新田、新潟県西山町池浦、柏崎刈羽原子力発電所1号機地震観測小屋(地表)のそれぞれのNS成分及びEW成分であるが、ここではK-net 柏崎のNS成分を用いた結果について紹介する。

計算の対象とした建物は、総2階の2階建てと、部分2階(床面積比は1階:2階=1:0.7と仮定)の2階建て木造の2種類

を考えた。基準法では総2階を想定して必要壁量が定められており、セットバックした住宅の場合には上階の重量が小さくなるために、1階は余裕のある想定となる。

また、建物の重量は重い屋根を想定して、表4に示す質量の想定による固定荷重及び積載荷重を用いて計算した。これらの値は、品確法における性能表示制度の評価方法基準で、耐震等級2以上における必要壁量の根拠とされる値である。

表5 各部の質量の想定 (床面積 1 m²あたり kg)

	重い屋根の場合
屋根の質量 G1	130
各階の外壁の質量 G2	120
各階の内壁の質量 G3	20
各階の床の質量 G4	60
床の積載の質量 P1	61

上記の2種類の建物それぞれについて、建築基準法施行令第46条に規定する必要壁量に対して、木造部分の各階の壁量充足率が、各階独立に0.6から1.6の間、0.2きざみで変化するように、各階の剛性耐力を変動させて与えた。ただし、耐力壁以外の寄与を考慮し、耐力壁の耐力の50%が耐力壁以外の部分で負担されるものと仮定して、耐力壁による荷重変形関係を耐力側に1.5倍して層の荷重変形関係としている。

用いた荷重変形関係及び履歴性状は、一般的な木造住宅の荷重変形関係に概ね適合するよう、構造用合板耐力壁の実験結果をトレースする形で図3に示すバイリニア+スリップにモデル化したものである。

応答計算は、線形加速度法を用い、強震記録20秒間に対して、計算の1ステップの時間きざみは強震記録の0.01秒の50分の1として行った。減衰は初期剛性比例型で1次モードに対する減衰定数2%の減衰を仮定している。

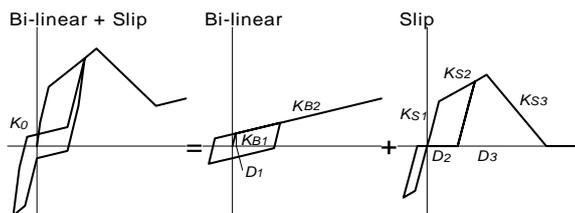


図3 計算に用いた荷重変形の履歴特性 (バイリニア+スリップ)

計算結果の荷重変形関係の例を図4に、2種類の建物について入力地震波2種類、壁量の充足率36通りの組み合わせで行った地震応答計算の結果を、各階の層間変位の最大応答値として、図5、図6に示す。なお履歴モデルの想定から、層間変位が30cmを超えた場合は、倒壊と見なして打ち切った。

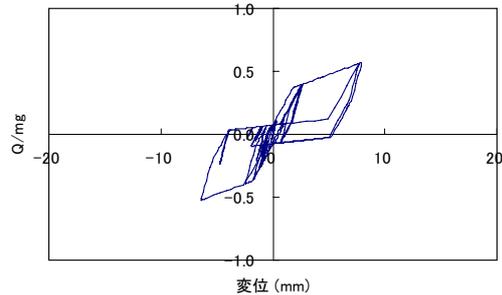


図4 計算結果の荷重変形関係の例

(総2階建ての1階、壁量充足率1階R1=1.6、2階R2=1.6、入力地震動 K-net 柏崎NSの場合)

図5、図6から、K-net 柏崎のNS方向成分に対しては、壁量充足率がある値より小さくなると急激に応答変形が増大して、本解析で倒壊の危険性があると判断する30cmを超える層間変位(層間変形角で約10分の1)に達する傾向が見て取れる。この、倒壊の危険性が急激に増大することとなる壁量充足率のおよその値は、総2階か部分2階かの違いによらず、また他の階の壁量充足率によらず、1.0から1.2である。この傾向はK-net 柏崎EWでも同様であるが、倒壊危険性が増大する壁量充足率は0.8程度であった。

詳細調査によって得られた壁量充足率と残留変形角の関係では、概ね壁量充足率が0.7程度あれば、25分の1といった大きな残留変形角には至らないという結果であった。一方、応答計算結果では、壁量充足率が1.0程度ないと、K-net 柏崎NSでは10分の1以上の最大応答変位に達する恐れがあるという結果である。両者には、残留変形と最大応答の違いがあるため直接の比較はできないが、応答計算結果を見るかぎりでは、壁量充足率0.7程度では倒壊の恐れがあると思われる。

この差異については、地域による地震入力の違いもあるが、雑壁の効果、仕上げ材の効果、立体効果など様々な要因により、実建物の性能が本解析での想定に比べて相当に高いことが理由の一つとして考えられる。その差が1.5倍程度あるとすれば、この応答計算結果は、壁量充足率が一定値を下回ると急激に被害が大きくなるという今回の被害の印象を説明するものであると言える。

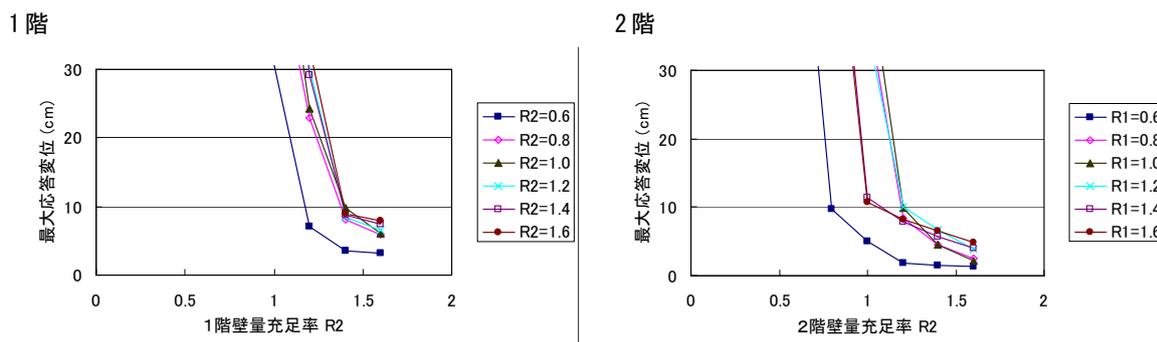


図5 最大応答変位の計算結果（総2階建て、入力地震動：K-net 柏崎NS）

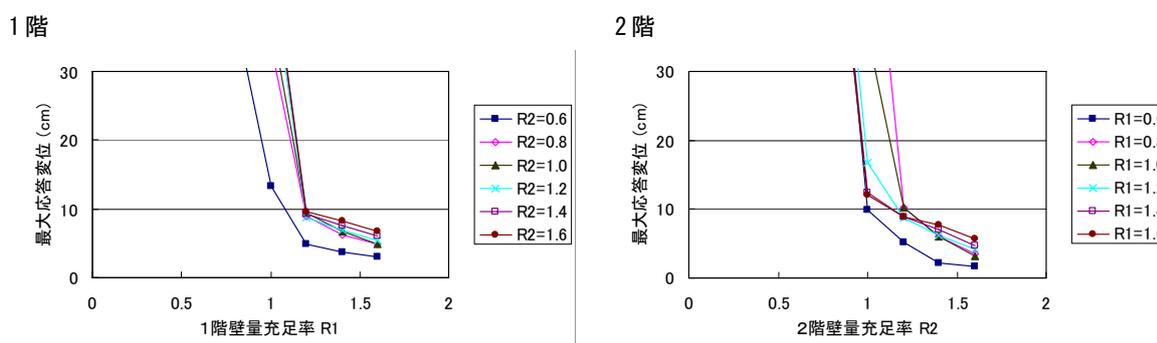


図6 最大応答変位の計算結果（部分2階建て、入力地震動：K-net 柏崎NS）

Ⅲ 木造建築物の耐震診断・耐震補強

1) 木造建築物の耐震診断

木造住宅の耐震診断法としては、財団法人日本建築防災協会（以下、建築防災協会）が昭和60年に発行した「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」が、長らく我が国の耐震診断法の最も標準的なものとして、地方自治体にも用いられ、耐震改修法にも位置付けられていた。平成16年7月に、木質構造の耐震性に関する最新の知見を入れて、タイトルも「木造住宅の耐震診断と補強方法」と変え、改訂版が発行された¹⁾。建築研究所からは、原案作成部会会長を含む3名が原案作成に参加し、後述の大都市大震災軽減化特別プロジェクトにおける耐震診断法の検討の成果など、近年の研究成果が反映される形となった。現行の耐震改修促進法における耐震診断法の告示も、この改訂版とほぼ同様の内容となるよう平成18年1月に改正が行われている。

建築防災協会の「木造住宅の耐震診断と補強方法」における耐震診断法では、耐力壁の周辺の柱頭柱脚の接合部仕様や基礎の形式によって、耐力壁のせん断耐力に乗ずる低減係数が変わること、また、伝統的な木造建築物における垂れ壁付き独立柱の曲げによる抵抗を考慮することができるようになったことなどが、特徴として挙げられる。

2) 各種の耐震補強構法

耐震補強方法は、建築防災協会の「木造住宅の耐震診断と補強方法」においても、補強設計の基本的な考え方や、各部の補強方法が記載されている。それに加えて、近年では様々な種類の補強構法が民間で提案されている。図7に平成14年度に建築研究所主催で行った木造住宅の耐震補強構法技術コンペの優秀作7点を施主の要望と条件などで分類整理し示した。居ながら補強を可能にする構法や、既存の住宅に対する合理的な施工が可能であるもの、効率的に地震のエネルギーを吸収できる装置などが並ぶ。そのほか、鉄骨による外部補強や、床や天井をはがすことなく施工できる耐力壁などがある。

制震材料を用いたもの、免震によるもの、独立柱形式のもの、ラーメン構造による補強などは、従来の耐震診断法では想定していないために、補強後の耐震性能評価が試行錯誤的に行われている状況があった。現在では、建築防災協会において各種耐震補強構法の評価が行われており、通常の耐力壁形式のもの以外にも、制振装置やフレームを用いたもので耐力壁の評価と同等の等価な耐力の評価が与えられ、補強設計において簡便な補強後耐震診断に適用できるものもある。これらの評価に当たっては、平成14年度から16年度にかけて行われた建築研究所の

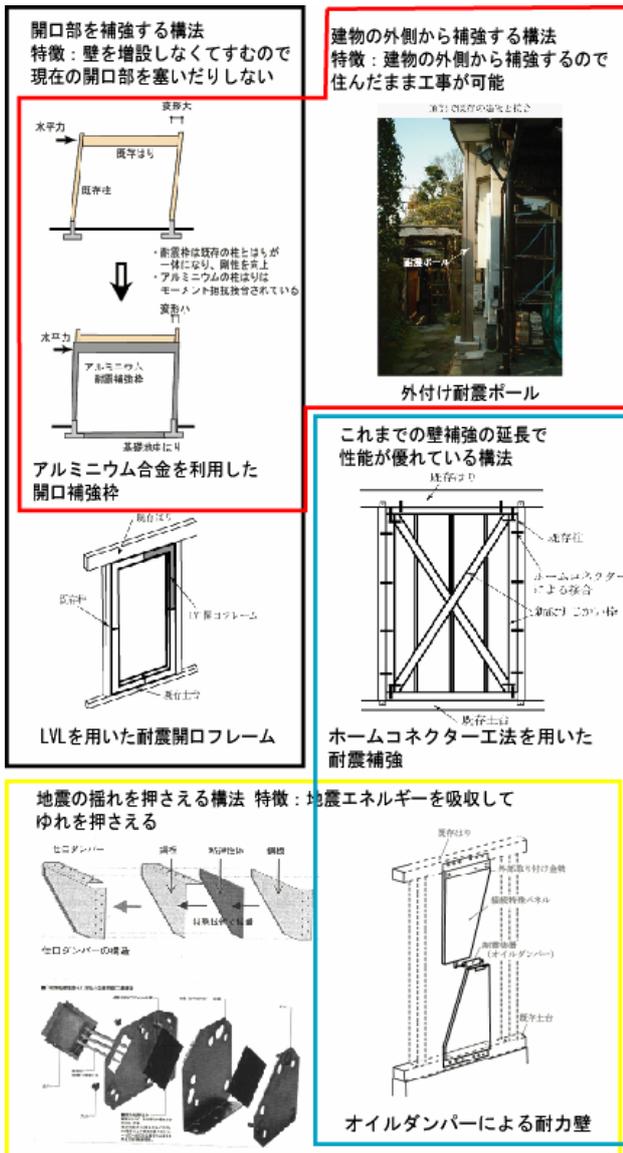


図7 平成14年度木造住宅の耐震補強構法コンペ優秀作

研究課題「既存木造住宅の構造性能向上技術の開発」の成果³⁾が活用されている。

一方、木造住宅は年代や地域によって多様な構法がある上に、施主の望む条件も多様であり、あらゆる条件下において対応可能で、かつ安価な補強方法というものは提案されていない。現実の耐震補強が思うように進まない背景には、施主や実務者に対して、こうした各種耐震補強構法に関する情報、すなわち、補強構法の内容、適用条件、補強効果、費用などについての情報が十分に伝達されておらず、当該住宅や施主の要望に適した補強構法を選択する仕組みがないことが一因として考えられる。

3) 耐震補強効果に関する振動実験⁴⁾

平成14年度から5年間の計画で、大都市圏において大地震が発生した際の人的・物的被害を大幅に軽減するための科学的・技術基盤を確立することを目的として、文部科学省科学技術振興費による「大都市大震災軽減化」特別プロジェクトが実施された。平成17年度には、E-ディフェンスにおいて、実際に建つ既存木造住宅2棟を移築して振動台実験が行われ、耐震補強の効果、及び耐震診断法の妥当性の検証を行っている。また、平成18年度には、これらを新築で再現した試験体についての振動台実験を行っている。

平成17年度の試験体は、兵庫県明石市に建っていた築30年の木造軸組構法2階建て住宅(以下、明石H邸と称する)2棟(A棟、B棟)である。一部に軽微な改修等があるものの、2棟はほぼ同じ間取りで、この建設年代の典型的な木造住宅といえる。これを元の性能が変わらないように1棟当たり5つの部分に分割し、運搬後再度組み立てて試験体としている。移築後、A棟については無補強のまま、B棟については可能な限り現状のプランを変えずに、一般的な材料(筋かい及び構造用合板)を用い、接合部を補強し、耐力要素をバランスよく配置するという方針で耐震補強を施した。B棟の補強工事施工箇所を図8に示す。A棟(無補強)、B棟補強後の建築防災協会「木造住宅の耐震診断と補強方法」の精密診断法(保有耐力診断法)による耐震診断の結果は、主振動方向であるY方向1階の評点で、それぞれ0.50、1.84であった。

振動台実験の入力地震動は1995年兵庫県南部地震においてJR鷹取駅で観測された記録波形(フルスケール)である。入力方向はNS方向が建物の桁行(Y)方向となるようにした。その結果、耐震補強をしなかったA棟は倒壊し、耐震補強を施したB棟は倒壊しなかった。加振前とA棟倒壊の瞬間の様子を写真10、写真11に示す。

VI まとめ

平成19年能登半島地震及び新潟県中越地震では、木造住宅にも甚大な被害が生じた。建研等の調査によると、大破、倒壊などの大きな被害は、土塗り壁を有するような比較的古い構法の住宅、倉庫、車庫、納屋の類、及び店舗併用住宅などに見られた。しかしながら、詳細調査からは、建築基準法の要求壁量の60~70%以上壁量があれば、大きな被害に至っていないという結果が得られている。主要な被害原因に、耐力壁を主とする耐力要素の不足があることは明らかである。

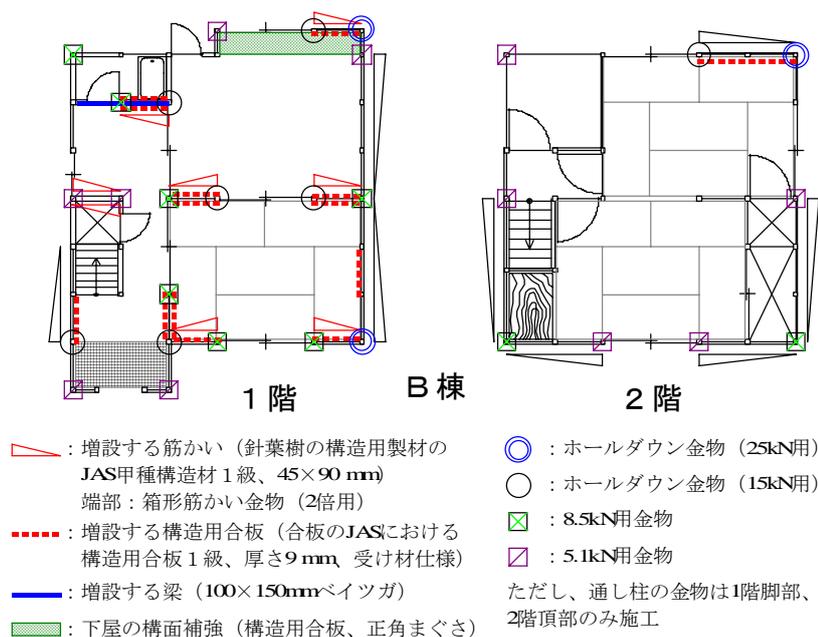


図 8 B棟補強工事施工箇所



写真 10 加振前の試験体 (右が無補強の A 棟)



写真 11 A棟倒壊の瞬間

一方、今日では耐震診断法が整備され、制振装置等を用いた新技術も含めて様々な補強構法が提案され、その評価も進んで補強後の比較的簡易な診断にも用いることができるようになってきている。また、近年の振動実験でも、この耐震診断法で評価して十分な耐震補強を施した木造住宅については、極めて強い地震動に対しても倒壊を免れることが明らかとなっている。

このように既存木造住宅の地震被害軽減に向けた技術的な検討は進んでいるが、現実の耐震改修は思うように進んでいない。所有者、居住者の側が耐震改修の必要性を認識することが重要であり、自らの住宅に適した耐震改修構法を選択できるようなわかりやすいシステムも有効かもしれない。このような認識の

元に、建築研究所ではユーザーの視点に立った木造住宅の合理的な耐震補強構法選択システムの開発を平成18年度以降の研究課題として進めているところである。

参考文献

- 1) 「木造住宅の耐震精密診断と補強方法」、(財)日本建築防災協会、2004。
- 2) 河合直人：建築技術 No. 608, p.124, 2000。
- 3) (独) 建築研究所・(社) 建築研究振興協会「木造住宅耐震補強構法の耐震性能評価マニュアル委員会報告書」2004年3月
- 4) 大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅡ震動台活用による構造物の耐震性向上研究 平成17年度報告書、2006年5月