

耐震改修技術者・施工者のための

木造住宅の耐震改修マニュアル



山形県土木部建築住宅課

耐震補強設計者・施工者向け

木造住宅の耐震改修マニュアル

山形県土木部建築住宅課

(山形県住宅・建築物地震対策推進協議会)

はじめに

近年、隣県の宮城県及び新潟県において断層帯を震源とする大規模地震が発生していますが、山形県においても四の断層帯による直下型の大規模地震が危惧されており、住宅・建築物の耐震化は喫緊の課題となっています。

山形県では平成19年1月に「山形県建築物耐震改修促進計画」を策定し、平成27年度まで住宅の耐震化率を90%にすることを目標としています。

また、県では住宅・建築物の耐震化と地震後の対策を推進するため、35市町村と建築関係団体と協働で行う「山形県住宅・建築物地震対策推進協議会」を発足させ活動しております。

本会では、本県の遅れている木造住宅の耐震化に向けて耐震診断の推進及び耐震改修の促進について施策を検討し活動しており、今年度は木造住宅の耐震改修について建築技術者の技術の向上と普及を図るため参考となるよう本書をとりまとめました。

本書では、耐震診断はじめ耐震補強の流れや留意点を示し、耐震補強計画・設計のポイントや補強方法等についても一部参考となるようにしているほか、リフォームと併せた補強や住宅全体の補強ができない高齢者世帯等についても生命を守るための最低の補強や住まい方についても示し、県民が安心して耐震改修ができる環境を整えるために建築関係技術者や工事施工者の参考に供するようにしました。

なお、本書は耐震改修の全ての情報を網羅していないので、詳細の技術や情報については、財団法人日本建築防災協会発刊の「木造住宅の耐震補強の実務」や各メーカーのホームページを参照することをお奨めします。

最後に、本書の作成にあたった耐震WGマニュアル作成委員の方々に感謝申し上げます。

平成19年12月

山形県土木部建築住宅課長 井上 憲太郎
(山形県住宅・建築物地震対策推進協議会会長)

目 次

1. 本マニュアルの目的及び構成	1
2. 耐震診断から耐震改修（補強工事）までの流れ	3
2-1 簡易診断	4
2-2 耐震診断	5
2-3 耐震改修等の検討	7
3. リフォームと耐震補強	9
3-1 耐震補強分類別の施工ポイント（耐震補強方法別）	10
3-2 屋根のリフォーム（葺替え）	12
3-3 外装のリフォーム	13
3-4 省エネルギーのリフォーム	14
3-5 内装のリフォーム	15
3-6 間取りのリフォーム	16
3-7 水廻りのリフォーム	17
3-8 施工のポイント（リフォーム工事別）	18
4. 在来軸組木造住宅の耐震補強の方法	20
4-1 基礎の補強	20
4-2 基礎・土台・柱の補強	22
4-3 壁の補強	26
4-4 床・天井の補強	30
4-5 接合部の補強	31
4-6 その他の耐震補強工法の例	32
5. 耐震補強の事例	39
事例1	39
事例2	41
事例3	43
事例4	45
6. 減災対策としての部分補強・住まい方	47

1. 本マニュアルの目的及び構成

① 目的

平成7年1月に発生した阪神・淡路大震災は、地震により6,400余名の尊い犠牲者と約24万棟に及ぶ住宅家屋の全半壊等甚大な被害で、戦後最大の被災となった。地震による直接的な死者数は5,502人で、さらにこの約9割の4,831人が住宅・建築物の倒壊等によるものであった。地震による人的被害を軽減するためには、住宅の耐震性の確保が極めて重要であることが明らかになった。

このため、国は阪神・淡路大震災の教訓を踏まえて「建築物の耐震改修の促進に関する法律」（一般に「耐震改修促進法」という。）を制定し、建築物の耐震化に取り組んできている。

また、近年、平成15年7月の宮城県北部連続地震、平成16年10月の新潟県中越地震、平成17年3月の福岡県西方沖地震、平成19年3月の能登半島地震、平成19年7月の新潟県中越沖地震など大地震が頻発しており、日本国内において、大地震はいつどこで発生してもおかしくない状況にある。

上記のような各地での地震の被害の状況を踏まえると、住宅の耐震診断、耐震補強計画、耐震補強工事を実施し、住宅の耐震性を向上させることが喫緊の課題になっている。

木造住宅の建築基準法構造規定の変遷は、1950年（昭和25年）に床面積に応じて必要な筋かい等を入れる壁量規定が制定され、その後、1959年（昭和34年）に壁量規定の強化、1971年（昭和46年）に布基礎コンクリートの有筋化の義務付け、1981年（昭和56年）に構造用合板やせっこうボード等の面材を張った壁の追加・軸組の種類・倍率の改定、2000年（平成12年）に地耐力に応じた基礎の特定、地盤調査の義務化、継ぎ手・仕口の特定、耐力壁配置のバランス計算、限界耐力計算の導入がある。

建築基準改正時期による耐震性構造規定変遷等一覧

構造要素	着工時期			基準を満たしていない場合の弱点
	～1981.5	～2000.5	2000.6～	
耐力壁量	C	A	A	地震力に対して十分抵抗できない
耐力壁バランス	B	B	A	地震力が建物の弱点部分に集中し、倒壊しやすくなる
軸組接合部	C	B	A	耐力壁の本来の性能を発揮できない
床・屋根強さ	B	B	B	建物の一体性が損なわれ耐力壁の性能が十分に発揮できない
基礎	C	B	A	鉄筋がない等、耐力壁が地震力に抵抗できない

A：建築基準法で明確に規定され、基本的にすべての住宅に義務付け

B：建築基準法で記述されているが、明確な規定がない

C：建築基準法に記述がない、または記述水準が低い

建設された年代により耐震基準に差異があり、1981年（昭和56年）5月以前に着工した住宅は、耐震性が低い可能性が高く、耐震診断を受け耐震補強を行う必要性が高いと考えられる。

1981年6月～2000年5月に着工した住宅の中には、耐力壁のバランスの悪い配置や接合部金物の適切な使用に関する事等、耐震性を満足していない住宅もあるものと考えられる。

本マニュアルは、山形県内の住宅建設業者や建築技術者の方々に、木造住宅の耐震診断・耐震改修の必要性や方法について理解していただくことで、耐震改修の促進を図り、地震による建築物の倒壊等から県民の生命、身体及び財産の保護を目的としています。

② 構成

本マニュアルの構成は、耐震診断からの耐震改修までの流れ・リフォームと耐震補強・耐震補強の方法・耐震補強、リフォームの事例・減災対策としての部分補強と住まい方などがあり、平易な文章で写真・図表を中心に説明を行っている。

耐震診断からの耐震改修までの流れは、簡易診断、一般診断、精密診断、耐震補強方法等の検討、耐震改修計画の作成について各項目の内容の説明を行っている。

リフォームと耐震補強は、耐震補強工事をA壁の補強、B接合部の金物補強、C基礎の補修補強、D小屋組・床面の補強、E腐朽・蟻害の対策、F軽量化の6種類のタイプに分類するとともに、リフォームを1. 屋根の葺き替え、2. 外装のリフォーム、3. 省エネルギーのリフォーム、4. 内装のリフォーム、5. 間取りの変更、6. 水廻りのリフォームの6種類に分類し、それぞれについて、同時にできる耐震補強について解説している。

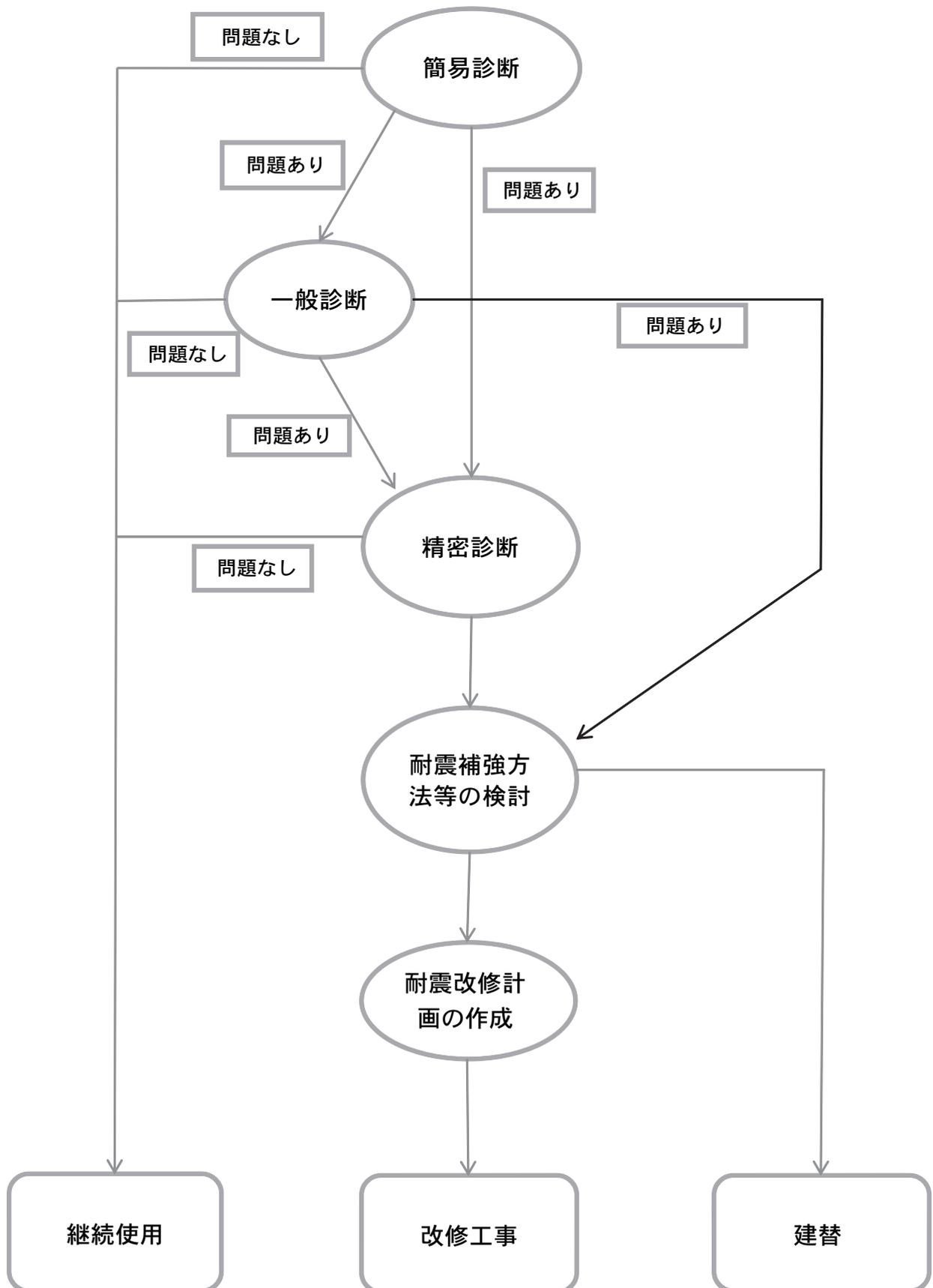
耐震補強の方法は、補強方法を部位毎に示すとともに、各工法等を簡単に解説し特殊な工法による補強方法についても紹介している。

耐震補強・リフォームの事例は、耐震補強等工法をよりわかりやすくするために、補強内容や補強後の耐震性能、補強工事費について4事例を紹介している。

減災対策としての部分補強と住まい方については、応急的な部分補強や耐震テーブル・耐震ベットなど防災用具についても紹介をしている。

本マニュアルは、設計者、施工者等が耐震診断・補強計画を行う際の留意点や標準的な詳細図、施工計画の策定や施工、工事費を低減するための工夫の参考となるように構成している。

2. 耐震診断から耐震改修（補強工事）までの流れ



2-1 簡易診断

①誰でもできる我が家の耐震診断

住宅の所有者が行う簡易な診断方法です。自ら診断することにより、耐震に関する意識の向上や改修へとつなげることを目的としており、住宅のどのようなところに地震に対する強さ、弱さのポイントがあるかなどが分かるようにできている。診断は建設の時期、建物の平面形状や壁量のバランスなど10項目の簡単な問診により安全性を判定する。10点未満の場合はさらに詳しい診断を行う必要がある。



パンフレット抜粋

②山形県など自治体の無料耐震診断

各総合支庁建築課などの耐震相談窓口や出張説明会などに図面や間取り等を持参すれば、さらに詳しい「我が家の耐震チェック」等により無料で安全性の目安となる判定を行うことができる。



無料耐震診断・相談



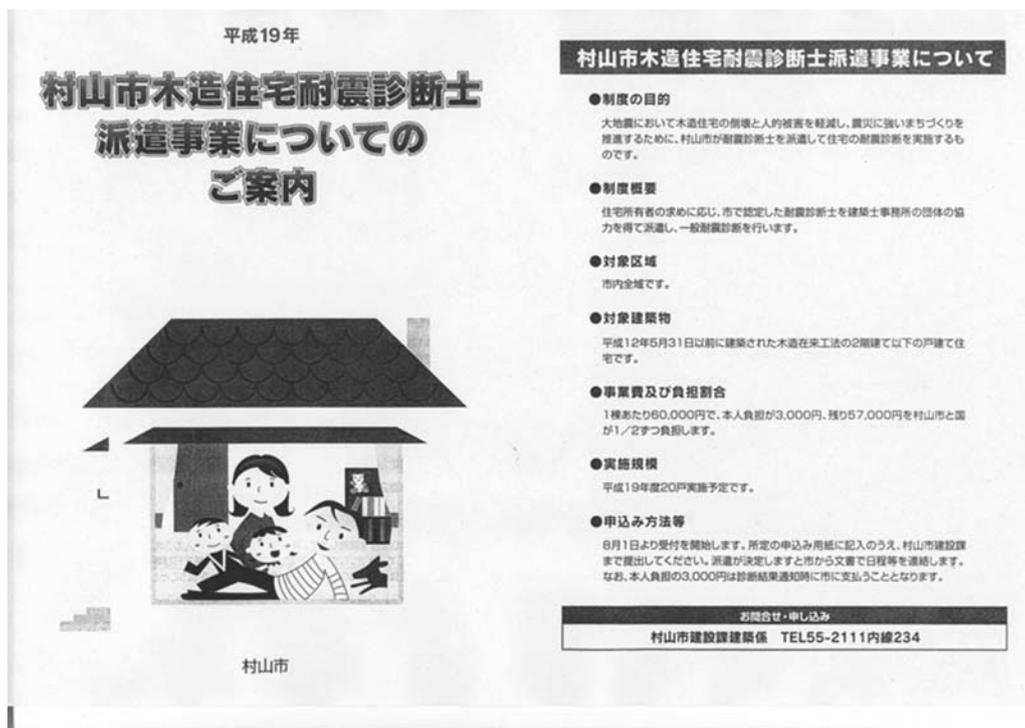
耐震診断出前講座

2-2 耐震診断

上記簡易診断で耐震性の心配がある場合には専門家が詳細な現地調査を行い、診断します。現在は「一般診断法」と「精密診断法」の2つの方法がある。

また、県内にはこの診断の補助や派遣制度のある自治体がいくつかあるので、市町村窓口にご相談ください。

詳しくは（財）日本建築防災協会発行「木造住宅の耐震診断と補強方法」「一般診断法による診断の実務（診断法・診断プログラム）」等を参照してください。



耐震診断事業パンフレット（例）

① 一般診断

診断は建築士など建築関係者（県及び一部の市町村では専門技術の講習会を実施し、診断士としての認定も行っている。）が、内外装をはがさない程度に地盤、基礎の状況、建物の形状、仕上げ、壁の配置・強さ、劣化度などを調査し、総合的に評価する。



診断士養成講習会の状況



診断結果報告会の状況

震度6強程度の大地震時における地盤・基礎以外の上部構造の評価は以下のように判定される。

上部評価点	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

また、補強計画や補強後の耐震性を診断することも場合によっては可能です。

WZE Ver2.00 P.1

本造住宅の耐震診断と補強方法

「一般診断法」による診断

方法 1

財団法人 日本建築防災協会

※方法1とは、日本建築標準中の地震工学など、健全な耐震基準とする住宅の評価の診断方法を指します。

1. 建物概要

① 建物名称 : _____

② 所在地 : _____

③ 竣工年 : 昭和50年 築15年以上

④ 建物仕様 : 木造2階建

⑤ 構造形式 : 鉄骨造 (基礎仕様 鉄筋コンクリート 壁仕舞 360mm×240mm×20mm)

⑥ 地盤状況 : Z : 0.9

⑦ 耐震診断標準 : 1.0

⑧ 形状調整係数 : 1階=1.00

⑨ 階高 : 1.50m

⑩ 基礎形式 : 1 健全な鉄筋コンクリートの布基礎又はバタ基礎

⑪ 床仕様 : 2 水打ち+寛板 (40以上の吹き抜けなし)

⑫ 主要な柱の径 : 140mm未満

⑬ 柱各部 : 2 腐食なし、釘打ち、かすがい等(基礎の両端が適し残の場合)

WZE Ver2.00 P.4

■診断リスト (その他(診断仕様)がある場合は、具体的な仕様がある資料を添付)

W1	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.0 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W2	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W3	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W4	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=3.5 GN/m	芯 : 1.9 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W5	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.0 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W6	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W7	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W8	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=3.1 GN/m	芯 : 1.9 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W9	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W10	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W11	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.7 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W12	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=3.1 GN/m	芯 : 1.9 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W13	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.3 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W14	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=4.3 GN/m	芯 : 1.2 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)
W15	DX,YL,YS-OH,YL,YS	壁体耐力=3.1 GN/m	芯 : 1.9 鉄骨+木材30x90G以上、端部金物なし(尺部)

WZE Ver2.00 P.9

5. 壁の強さの算出

Ns : 壁番号
C : 壁体耐力(GN/m)
f : 接合部耐力係数
L : 壁長(m)
Pw : 各壁の耐力(GN)
Pw : 領域内の壁の耐力の合計(GN)
Pv : その他の耐震要素の耐力(GN)
P : 領域の耐震力(GN) P=Pw+Pv

階	方向	領域	Ns	C	f	L	Pw	Pv	P	
1	X	a	W1	4.7	0.45	3.70	5.99			
			W2	4.7	0.45	3.70	3.85			
			W10	4.7	0.45	3.70	5.99			
		b	W18	2.8	0.80	1.80	4.06			
			W24	2.8	0.80	1.80	3.96			
			W26	5.1	0.45	3.70	3.13			
		中	W21	2.4	1.00	1.80	3.28	29.37	7.77	37.14
			W12	3.1	0.60	3.10	1.80			
			W22	2.4	1.00	1.80	2.18			
		c	W25	1.2	1.00	1.80	2.18			
			W29	2.4	1.00	1.80	2.18	8.24		
			W5	3.5	0.60	3.10	1.91			
		E	W6	4.7	0.45	3.70	1.92			
			W17	4.7	0.45	3.70	1.92	5.76	1.29	7.05
								43.37	24.22	67.59
1	Y	イ	W7	4.7	0.45	3.70	5.77			
			W8	5.1	0.45	3.70	2.09			
			W9	5.1	0.45	3.70	2.00			
		ウ	W27	4.6	0.35	1.80	4.20			
			W28	2.8	0.80	1.80	1.53	15.68	2.11	17.80
			W13	4.3	0.70	2.70	8.22			
		中	W14	4.3	0.45	3.10	1.76			
			W15	3.1	0.80	1.80	2.26			
			W19	4.7	0.70	1.80	5.59			
		ロ	W21	2.4	1.00	1.80	2.18			
			W23	1.2	1.00	1.80	1.09			
			W30	2.4	0.80	1.80	3.79	25.28		
		E	W3	4.7	0.45	3.70	1.92			
			W4	3.5	0.60	3.10	3.82			
			W11	4.3	0.70	1.80	2.74			
Z	W19	2.8	0.60	3.10	1.53					
	W20	2.4	0.70	3.10	1.53	11.54	6.40	17.94		
						82.81	24.22	76.73		
2	X	W1	4.9	0.45	1.80	4.01				
		W9	3.5	0.60	1.80	3.82	7.84	1.19	9.02	
		W14	1.2	0.70	3.10	0.76	0.26			

WZE Ver2.00 P.12

耐震診断依頼書

総合評価 (診断結果)

【他部】

他部	対策	記入	注意事項
天井		○	
屋根	屋根の修繕改良を行っている		
(壁柱、礎土、	既基礎である		
杭柱基礎)	特別な対策を行っていない		

【他部】

他部	対策	記入	注意事項
基礎		○	
基礎コンクリート基礎	コンクリート調整		
杭柱基礎	定検のみ		
特別な対策を行っていない			

【基礎】

基礎	対策	記入	注意事項
鉄筋コンクリート基礎	健全	○	
	ひび割れが生じている		
無筋コンクリート基礎	健全		
	ひび割れが生じている		
玉石基礎	足置めあり		
その他	足置めなし		
(ブロック基礎等)			

【上部構造】

上部構造評価点のうち最小の値 0.70 (倒壊する可能性が高い)

注1:0.5以上、0.6未満: 1.0~1.9未満: 一定倒壊しない、0.7~1.0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

【その他(注意事項)】

診断書 所長 講習会 講習終了後

○ 耐震改修工事の実施

実施設計の設計者、工事施工者共に耐震改修に対する専門の知識が必要となるので、選定にあたっては注意が必要である。また、工事実施にあたり現在のところ直接的な補助はまだ無いが、山形県住宅リフォーム資金融資や市町村独自の融資制度や利子補給制度があるので、県や市町村窓口にご相談してください。



筋かい補強の例



筋かい補強の例



合板補強の例



袖壁設置の例



金物補強の例



金物補強の例

3. リフォームと耐震補強

リフォームには、クロスの貼替えや設備機器の取替えのような小規模なものから、屋根の葺替えや外壁の張替え、間取りの変更のような大規模なものまで、いろいろなものがある。

躯体に手を加えるようなリフォーム工事を行う場合には、耐震補強工事を同時に行うことが可能なものが多い。

リフォームと耐震補強工事を同時にすることにより、耐震補強工事のみの場合と比べ、費用を抑えることができ、少ない手間と時間で行うことができる。

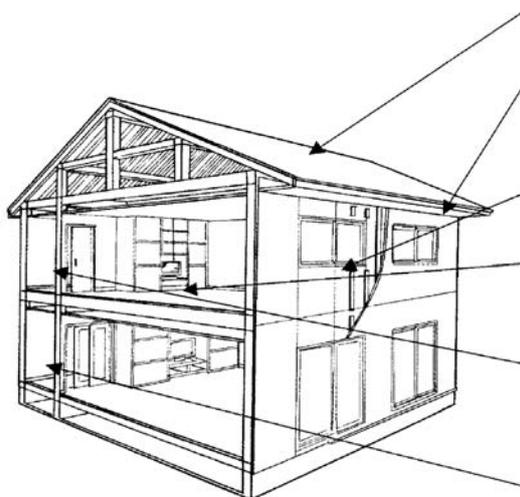
耐震診断の結果、「倒壊の危険性がある」と診断されたような住宅では、リフォームだけでなく、一緒に耐震補強工事もすることを検討すること。

代表的なリフォーム工事

- ・クロスの張替え
- ・家具の交換
- ・設備機器の交換
- ・床板の張替え
- ・バリアフリー化
- ・屋根の葺替え
- ・外壁の張替え
- ・断熱工事
- ・間取りの変更
- ・部屋の増築
- ・屋根の融雪

リフォームと一緒に耐震補強工事を行えば、費用を安く抑え、時間も短くできるものが多い！！

耐震補強工事が可能なリフォームの例



1. 屋根の葺替え
例．瓦屋根からトタン屋根に葺替え
2. 外装のリフォーム
例．モルタル塗りからサイディングに変更
3. 省エネルギーリフォーム
例．例断熱材、気密材の新設、交換
4. 内装のリフォーム
例．左官壁からクロスに変更／床のバリアフリー化
5. 間取りの変更
例．LDKを大きくする
6. 水廻りのリフォーム
例．便所の水洗化／浴室のユニットバス化

リフォームと耐震補強工事の関係

<図・表（財）日本建築防災協会資料出典>

耐震補強の分類 リフォーム種類	A	B	C	D	E	F
	壁の補強	接合部の金物補強	基礎の補修補強	水平構面等の補強	腐朽・蟻害の対策	その他
	耐震壁の面材、筋かいの設置	筋かい端部 柱頭柱脚接合部	ひび割れの補修 無筋基礎の補強	屋根、床面の構造合板張り 火打梁、土台の設置	腐食した部材の交換 腐食防止対策	建物の軽量化 積雪量の軽減
1. 屋根葺替え	—	—	—	○	○	○
2. 外装	○	○	○	○	—	○
3. 省エネルギー	○	○	○	○	○	—
4. 内装	○	○	○	○	○	—
5. 間取り変更	○	○	○	○	○	—
6. 水廻り	○	○	○	○	○	—

3-1 設計・施工のポイント!!【耐震補強工事別】

耐震補強工事別にポイントをまとめました。

A. 壁の補強 … バランスのよい耐震壁の配置

- 間取りの変更や増築等にあわせて、耐力壁を増設補強するときは、バランスを十分に検討のこと。
- リフォームの計画に含まれていない部分でも耐力壁の補強・追加も検討のこと。
- 極端に強い耐力壁を部分的に入れると住宅全体のバランスを崩す場合がある。
- 水平構面、基礎、軸組接合部等の補強を一体的に計画する必要がある。
- 無筋コンクリート造の基礎で、基礎を補強できない場合、強すぎない耐力壁をバランス良く配置する方法もある。

B. 接合部の金物補強 … 既存建物の十分な調査

- 平成12年以前に建設された住宅の中には、筋かい端部や柱頭、柱脚の固定が不十分な場合がある。
- リフォームで壁仕上げをはがすときは、既存の筋かい、柱頭・柱脚の接合部の仕様を確認し補強されたい。
- 下屋の付け根、平面的に不整形な部分の付け根、既存部分と増改築部分との接合部分は、地震時に大きな力がかかる。
- 横架材と柱、横架材同士の継手・仕口を接合金物で補強する。

C. 基礎の補修補強 … 地盤と建物の動きを合わせる

- 増築や耐力壁の新設に伴って基礎を新設する場合、既存基礎との一体性が重要。
- 既存部分と新設部分の接続部は、あと施工アンカー（樹脂アンカー）等で鉄筋を接合する。
- 既存基礎の接合面をはつって粗面にする既存の基礎梁に平行な基礎梁と一緒に増打ちする場合も同様である。
- 耐力壁を補強する場合、基礎全周を補強できれば理想的である。
- 少なくとも耐力壁の直下及び出隅部とその周囲だけでも耐力壁の強さに応じて、補強することが必要である。
- 室内側から基礎の補強を行えば、建物の外側にスペースがなく、基礎を外側に増設することができない場合にも施工できる。
- 逆に室外から基礎補強を行えば、屋内の床をはがす必要がなく、居ながら工事が比較的容易にできる。

D. 小屋組・床面の補強 … 建物の一体性の確保

- リフォーム時に吹抜けをつくると、耐震性が低下することがあるので、できるだけ避けること。
- 吹抜けを新設する場合は、周囲の耐力壁・床、軸組接合部を補強のこと。
- 2階にトイレや水廻りを新設する場合には、2階床の火打ち梁を切断してしまう等、構造的に問題のある工事が行われることがないように構造と設備の納まりを事前に十分に検討のこと。

E. 腐朽・蟻害の対策 … 土台、柱の腐食による耐震性低下の防止

- 構造部材が劣化すると、建物の耐震性を著しく低下させ、地震時の被害を拡大させる。
- 特に、浴室、洗面所、台所、便所、外壁の軸組、小屋組は雨漏りや床下の湿気等による腐食の被害を受けやすいので注意が必要である。
- リフォームで壁、床仕上げをはがすときには、軸組が腐朽したり蟻害を受けたりしていないかを確認し、必要な場合には土台、柱、筋かい、梁等を補修、交換のこと。
- 補強する際には耐久性の高い樹種を用いるか、防腐処理木材を用いること。
- あわせて漏水を止め、壁体内結露を防止する等木材が腐朽した原因を踏まえた対策を同時に行うことが重要である。
- 木材の腐朽、蟻害を防止するためには、施主の住まい方も重要であり、軸組が腐食の被害を受けないように施主にも説明すること。

施主の住まい方のポイント

- 建物周囲に木片や水たまりができるようなくぼみを放置しないこと。
- 床下換気口をふさがないこと。
- 屋根、外壁、とい等の雨漏りはすぐに補修すること。
- 雨樋が詰まったら掃除すること。

F. その他 … 建物の軽量化

- 古い住宅では、重い屋根材、外壁材が用いられていることが多い。
- 屋根・外壁の老朽化に伴い、古い建材を葺替える場合に軽い建材を用いれば、地震の力を減らすことができ、耐震性を向上させる効果がある。
- 屋根の積雪量を減らすことも、冬期間に発生する地震には有効な耐震対策になる。

3-2 屋根のリフォーム（葺替え）

屋根の葺替えと同時にできる耐震補強

① 屋根下地の補強

屋根下地を補強することにより建物の一体性が高まる。

- 野地板から構造用合板に変える
- 火打ち梁を追加

② 屋根の軽量化

屋根を重いものから軽いものに葺替えることによって地震力を減らすことができる。

- 瓦葺きから鉄板葺きに葺替え

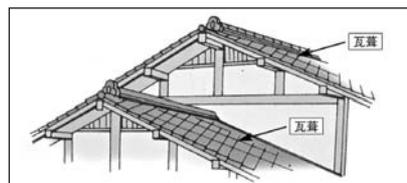
③ 雨漏りで腐食した構造材の交換・補強

腐食したままだと耐震性が低下するため、部材の交換により耐震性が向上する。

④ 屋根の融雪・落雪化

屋根の積雪を軽くすることで冬期間の地震力を減らすことができる。

- 屋根への融雪設備の設置
- 屋根の勾配の変更による落雪



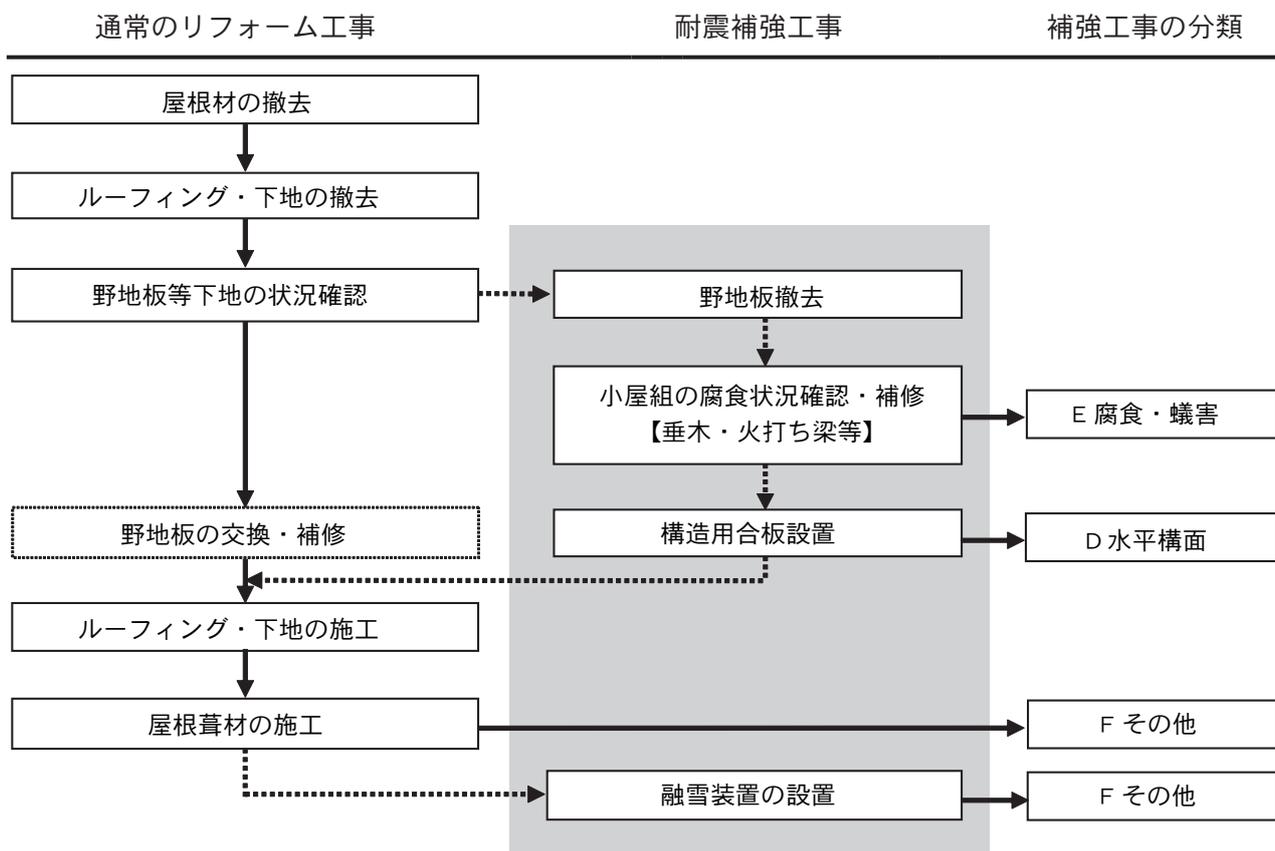
葺替前：瓦屋根



葺替後：カラー鉄板



屋根融雪例



3-3 外装のリフォーム

外装リフォームと同時にできる耐震補強

① 耐力壁の増設

外壁をはがす際に既存耐力壁を補強したり増設することで、耐震性が高まる。
外壁のリフォーム時に耐力壁を増設、既存筋かいの補強をすることは、生活に与える影響が少ないため、工事を行いやすいのが特徴である。

- 既存筋かいの補強金物の設置
- 筋かい、構造用合板等の追加

② 外壁材の軽量化

現在より軽い材料で施工すれば、建物の軽量化により地震力を減らすことができる。

- モルタル塗りからサイディング張り等への外壁材の張替え

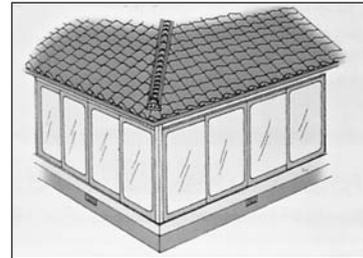
③ 雨漏りで腐食した構造材の交換・補強

腐食したままだと耐震性が著しく低下するため、部材の交換により耐震性が向上する。

- 腐食している部材の交換
- 防腐、防蟻処理
- 雨漏り防止、外壁通気、内部結露防止



地震によるモルタルの剥離



耐力壁増設前

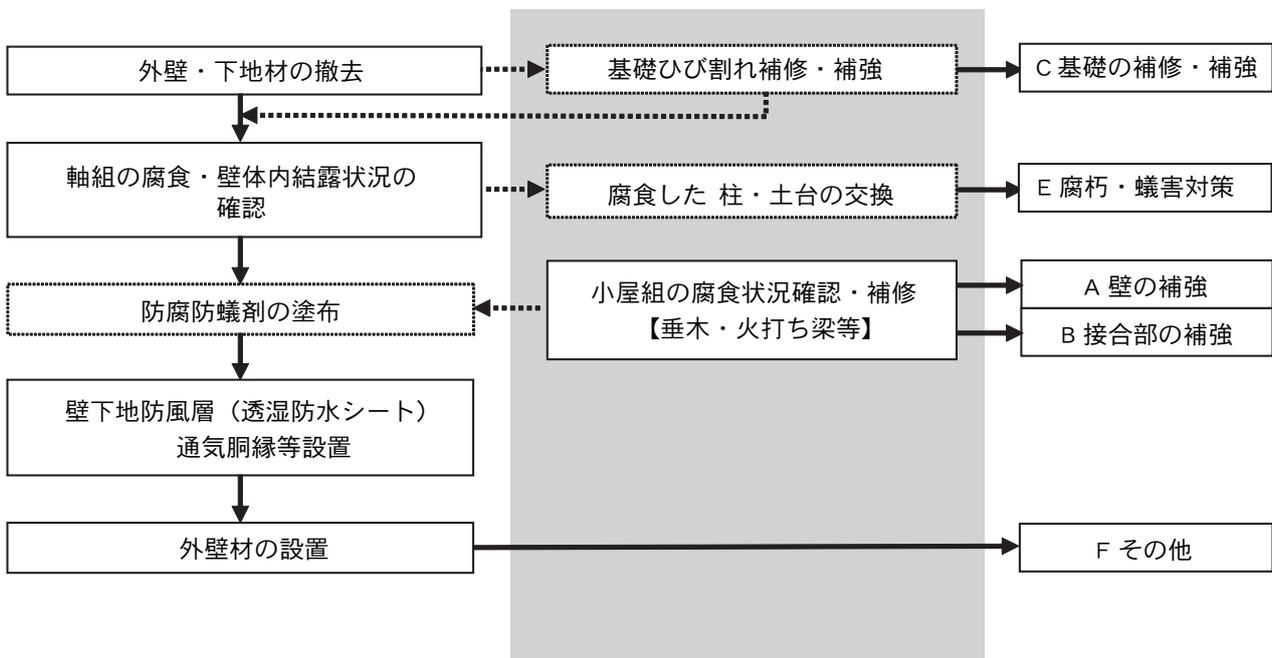


耐力壁増設後

通常のリフォーム工事

耐震補強工事

補強工事の分類



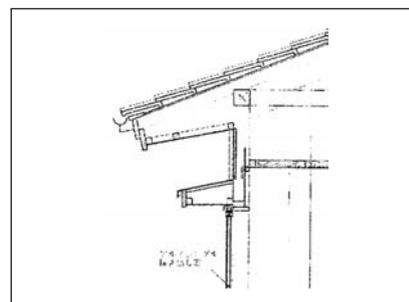
3-4 省エネルギーのリフォーム

リフォームと同時にできる耐震補強

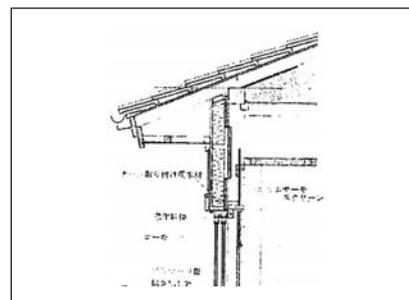
① 耐力壁の補強、増設

省エネルギーリフォームで、既存の断熱材を除去する場合は、外壁、内壁のリフォームと同様に本格的な耐震補強工事が可能である。

- 既存筋かいの補強金物の設置
- 筋かい、構造用合板等の追加
- 外壁材の軽量化
- 腐食している部材の交換
- 防腐、防蟻処理
- 雨漏りの防止
- 外壁内の通気
- 内部結露の防止

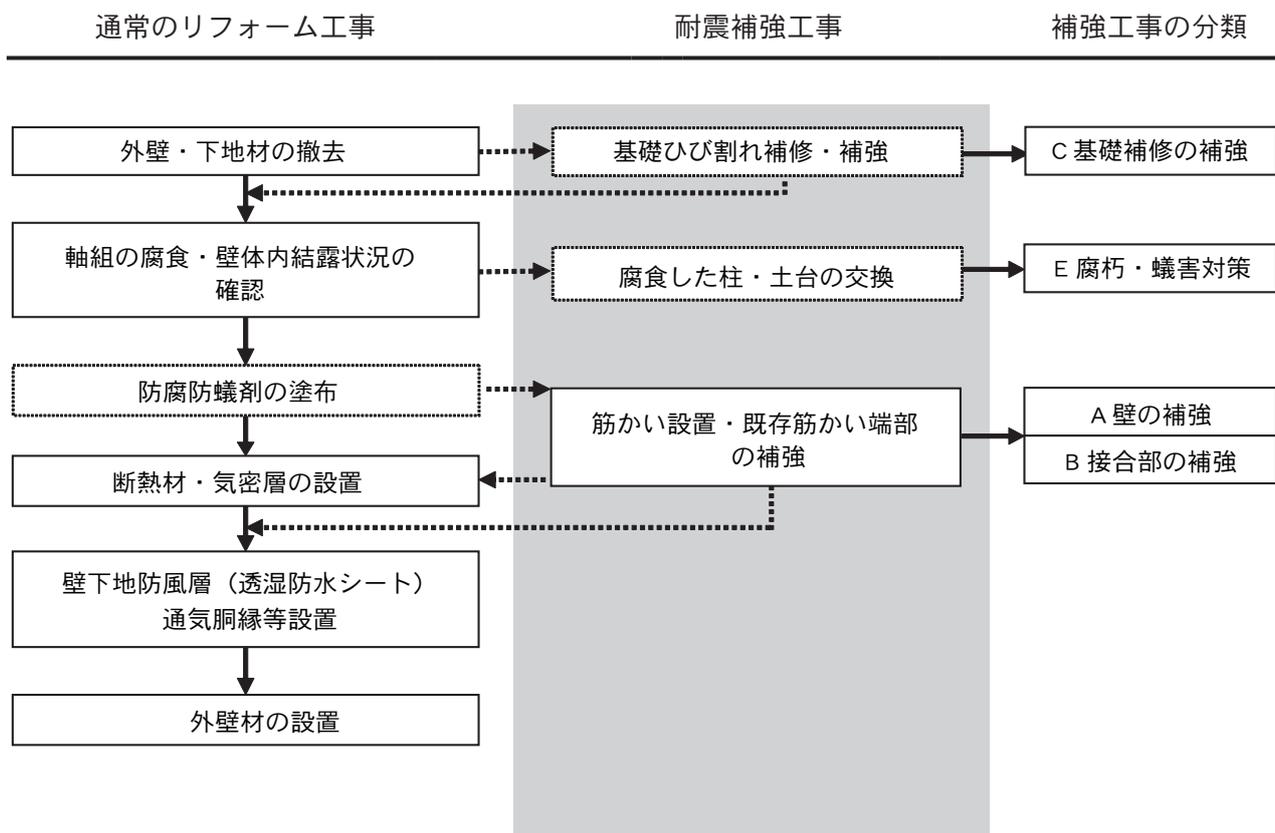


リフォーム前



リフォーム後

<図(財)日本建築防災協会資料出典>



3-5 内装のリフォーム

リフォームと同時にできる耐震補強

① 既存の耐力壁の補強

壁、床の仕上げ・下地をはがす際に、既存の耐力壁を補強することができる。

- 既存筋かいの補強金物の設置

② 耐力壁の増設

左官壁をはがして他の仕上げ(板, クロス張り)にする際に耐力壁を増設することもできます

- 既存筋かいの補強金物の設置
- 筋かい、構造用合板等の追加

③ 床面の補強

バリアフリー化の際に水平構面である床を補強することにより、地震の力を建物全体に伝えることができる。

- 火打ち土台の設置
- 構造用合板の設置

④ 部屋ごとの耐震補強【部分的な耐震補強】

建物全体ではなく、寝室等を部分的に耐震補強することにより就寝時の地震被害を少なくする。



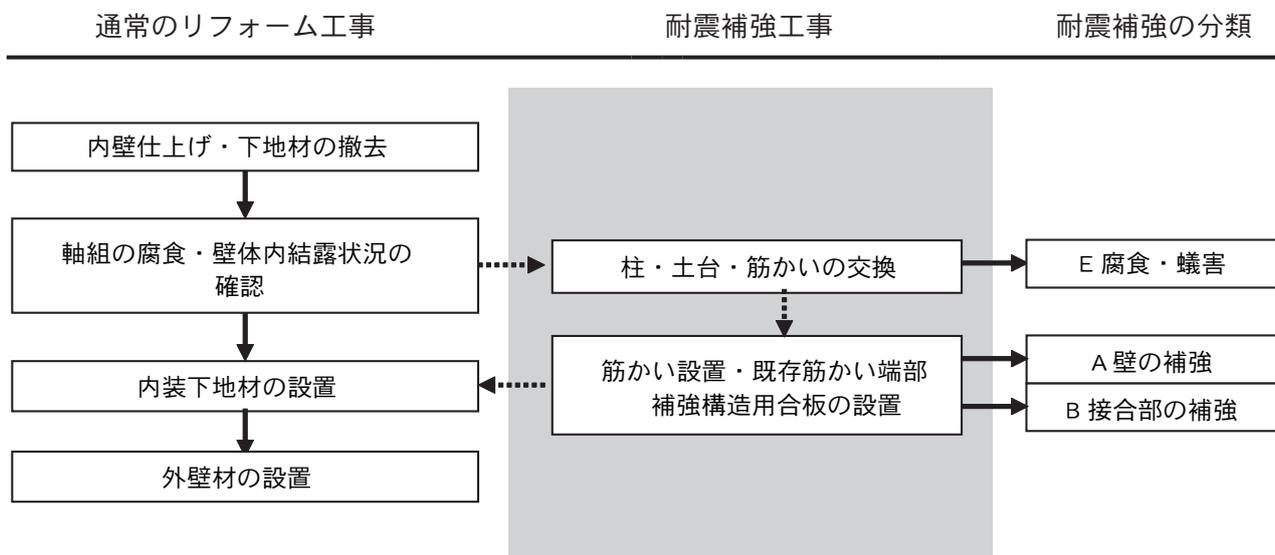
筋かいの金物補強例



火打ち梁の設置例



部分的な耐震補強例



3-6 間取りのリフォーム

リフォームと同時に行える耐震補強

① 既存の耐力壁の補強

壁床の仕上げ・下地をはがす際に、既存の耐力壁を補強することができる。

- 既存筋かいの補強金物の設置

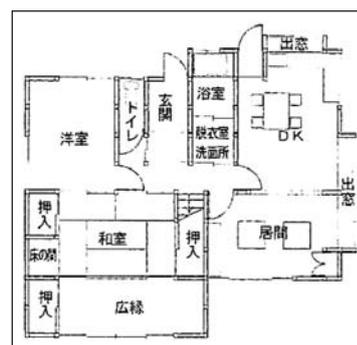
② 耐力壁の増設

間取りを変更する際に耐力壁を増設することもできる。

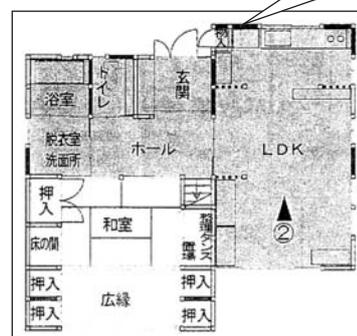
- 筋かい、構造用合板等の追加

③ 増築による建物形状の補正

増築を伴う間取りの変更では、建物全体の形状ができるだけ整形になるように計画すれば、バランスが改善され、より安全にすることができる。



リフォーム前



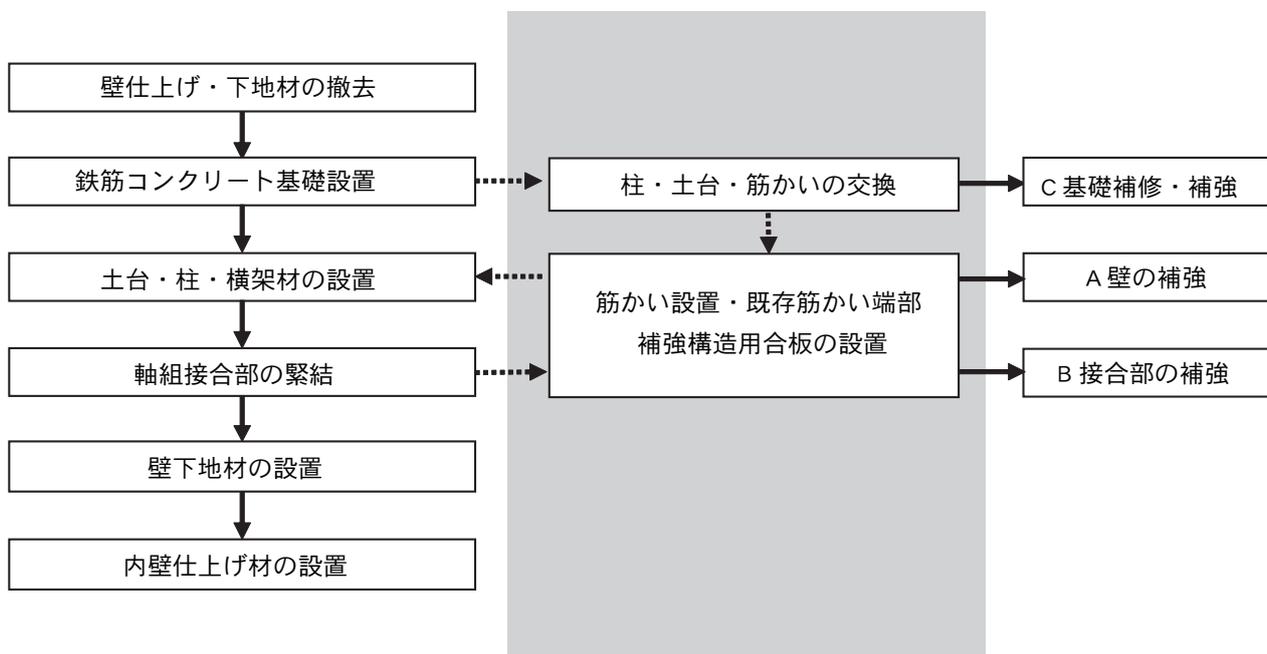
リフォーム後

<図(財)日本建築防災協会資料出典>

通常のリフォーム工事

耐震補強工事

耐震補強の分類



3-7 水廻りのリフォーム

リフォームと同時にできる耐震補強

① 既存の耐力壁の補強

壁床の仕上げ・下地をはがす際に、既存の耐力壁を補強することができる。

- 既存筋かいの補強金物の設置
- 筋かい、構造用合板等の追加

② 床面の補強

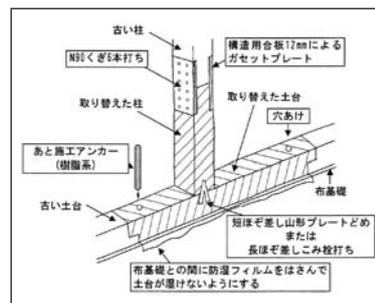
水廻りのバリアフリー化の際に床を補強することにより、地震の力を建物全体に伝えることができる。

③ 腐食した構造材の交換・補強

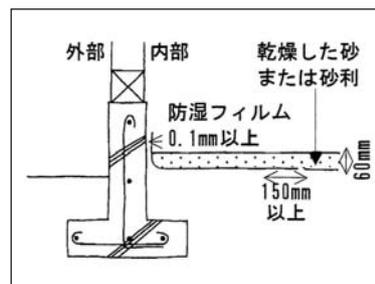
水廻りの軸組は腐食しやすい。腐食したままでは耐震性が著しく低下するため、交換することにより耐震性が向上する。



腐食・白アリ



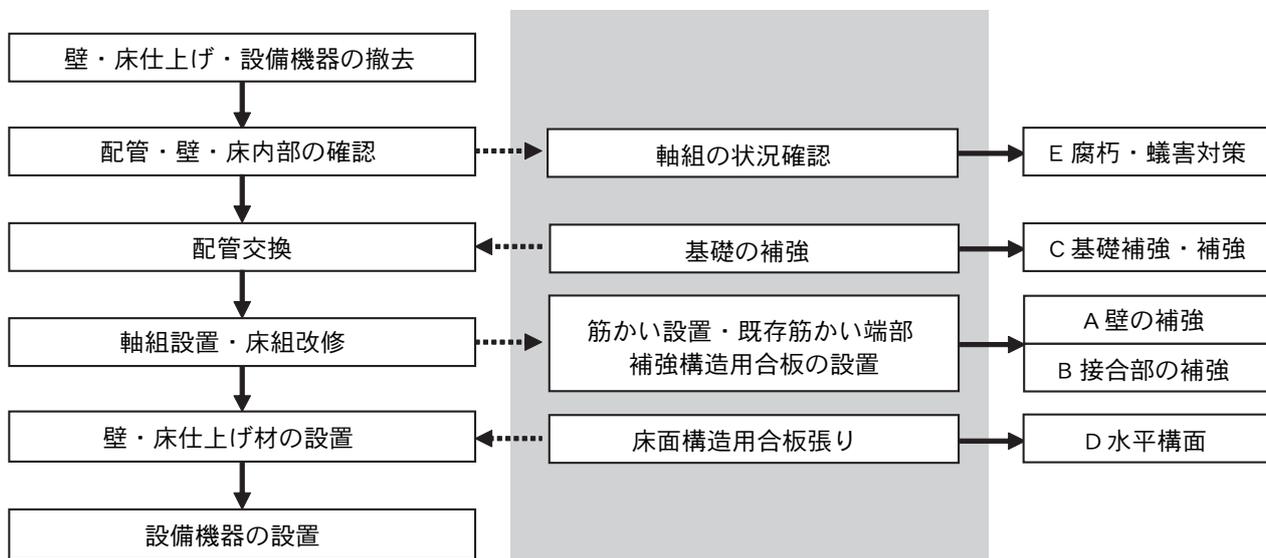
土台交換例



通常のリフォーム工事

耐震補強工事

耐震補強の分類



3-8 設計・施工のポイント!!【リフォーム工事別】

リフォーム工事別にポイントをまとめました。

1. 屋根のリフォーム（葺替え）

- 野地板を全て交換しない場合でも、垂木のくぎ打ち、火打ち材や雲筋交いを入れることで屋根面を補強することができる。
- 雨漏りによる軸組の腐食は、建物全体の耐震性に大きな影響を与える。
- 雨漏りの有無、小屋組の腐食状況を確認し、腐食があれば部材の交換、雨漏り修理を確実に行うこと。
- 工事中は必要な養生を行い、雨水で軸組を濡らさないようにすることが大切である。

2. 外装のリフォーム

- 基礎が無筋コンクリートの場合、強い耐力壁を増設するには、基礎も補強する必要がある。
- 基礎の補強ができない場合は、あまり強くない耐力壁を分散して配置する。
- 耐力壁はバランスに気をつけて、全体のつりあいを良くする。
- 軸組の腐食は、建物全体の耐震性に大きな影響を与える。
- 雨漏りの有無、断熱工法の見直し、軸組防腐防蟻処理等、軸組の劣化を防止する対策をあわせてすることが重要である。
- 工事中は必要な養生を行い、雨水で軸組を濡らさないようにすることが大切である。
- 以前の窯業系サイディングのなかには、アスベストを含むものがあるので、撤去するときには十分に注意のこと。

3. 省エネルギーのリフォーム

- 断熱リフォームと耐震補強を同時に行う場合、断熱性・気密性の確保、耐震性の確保と壁体内結露の防止のため、十分な計画を建てる必要がある。
- 特に部分的な断熱リフォームは壁内結露を生じやすいので注意のこと。
- 構造用合板等の透湿性の低い材料を外部側に張る場合には、壁内の結露防止のため、室内側の防湿、気密措置が重要である。
- 断熱材の外側に通気層を設けて湿気を排出しやすくすることが基本になる。

断熱リフォームは、断熱層の室内側に防湿層を設けて湿気が断熱材に触れないように注意のこと。

- 室内側の防湿措置としては、防湿層付きの断熱材を用いるなど、断熱材の室内側に防湿、気密層を設置するなどの対策が必要である。
- 発砲プラスチック系の断熱材を基礎の外側に張る基礎断熱をすると、白アリの被害を受けやすいため、床断熱とするなど白アリを呼び込まない納まりが大切である。

4. 内装のリフォーム

- 外部に面した壁を工事するときは、壁内で結露を起こさないように、材料の透湿性に注意する必要がある。
- 耐力壁を新設・補強するときには基礎の補強が必要な場合がある。
- 耐力壁の新設・補強は、住宅全体のバランスを向上させるように気をつけること。
- 場合によっては、開口部の一部を耐力壁に変更することも検討されたい。
- 耐力壁の位置が1階と2階でずれている場合、2階の床を補強することで2階に発生した地震の力を1階の耐震壁に伝達することができる。
- 家具の転倒防止金物を取り付けられるように、内装の下地補強を行うこと。
- 天井に使われているロックウール吸音板の中には、アスベストが用いられているものがあるので、天井をはがす際には十分に注意のこと。

5. 間取りのリフォーム

- 耐震壁に手を加えて間取りを変更する場合は、住宅全体のバランスに十分に注意のこと。
- 2室を1室にすることにより耐震壁を減らす場合は、他の部分で耐震壁を新設したり、補強したりすることにより、建物の耐震性を向上させることが重要である。
- 場合によっては、間取りの変更をしない部分に耐力壁を設置することも検討のこと。
- 耐力壁を新設・補強するときには基礎の補強が必要な場合がある。
- 既存の基礎が無筋コンクリート基礎、玉石基礎などの場合、耐力壁の下部は鉄筋コンクリート基礎とするか、基礎補強を行うことが、耐力壁の有効性を高める上で重要である。
- 間取りを計画する際には、家具の配置を検討し、できるだけ寝室に大きな家具を置かないように計画のこと。
- 家具を置く場合は、避難経路の確保、家具の転倒により危険がないようにすること。

6. 水廻りのリフォーム

- 水廻りは一箇所にまとめて配置されていることが多く、水廻りだけの耐震壁を補強すると、住宅のバランスがわるくなりやすくなる。
- 水廻りの変更に伴って耐力壁が減る場合には、他の部分で耐力壁を新設・補強することで、建物の耐震性を向上させることが重要である。
- 水廻りの軸組は腐食しやすいため、壁、床仕上げを除去した後、軸組の状況を確認し、劣化している場合は、部材の交換、補強、劣化防止対策を行うこと。
- 基礎がない場所に耐震壁を設置する場合には、新たに鉄筋コンクリート造の基礎を作る必要がある。
- 基礎がある場合でも無筋コンクリートの基礎であれば必要に応じて補強のこと。
- トイレ、洗面所等を新たに設置する場合には、火打ち梁、土台、梁、柱などの構造材と設備配管が干渉しないように配管経路を十分に検討する必要がある。
- 配管、配管周りの軸組の点検ができるように、配管の接続部分、バルブ、掃除口には点検口を設けるなど考慮する。

4. 在来軸組木造住宅の耐震補強の方法

本章では、基礎、土台、柱、壁、接合部など部位別の在来的な耐震工法の補強方法やメーカーによって独自に開発された補強方法を紹介し、更に制震部材や免震装置を用いた特殊な補強方法について紹介する。開発された補強工法については、できるだけ第三者機関による技術認定を取得した工法について優先的に紹介することとし、設計者の利便性を考え開発メーカーの連絡先住所、電話番号などを掲載している。

耐震強度を増大させる在来的な補強工法は、略算的な一般診断により補強設計を行うことができる。しかし、仕口ダンパーやオイルダンパーなどの制震部材を用いたエネルギー吸収型の補強工法や建物の長周期化によって地震入力そのものを小さくする免震装置を用いた減震型の補強工法では、保有水平耐力設計法、地震応答解析または限界耐力設計法等に基づく高度な精密診断が必要である。設計者は開発メーカーと相談しながら設計業務を進めることになり、設計の難易度の把握や設計期間などの設定に注意を要する。

4-1 基礎の補強

4-1-1 一般的方法

基礎の補強では、ひび割れ箇所の補修や既存の基礎に鉄筋コンクリート基礎を打ち増す方法が行われている。以下に、無筋コンクリート基礎の補強や有筋コンクリート基礎のひび割れ補修について示す。

①無筋コンクリート基礎の鉄筋コンクリート基礎の抱き合わせによる補強

基礎の立上り高さが大きい場合は図-1に示すように、立上り部分のみに鉄筋コンクリート基礎を抱き合わせる。立上り高さが小さい場合は、布基礎全体に抱き合わせを行うことで基礎の強度の増大を見込むことができる。

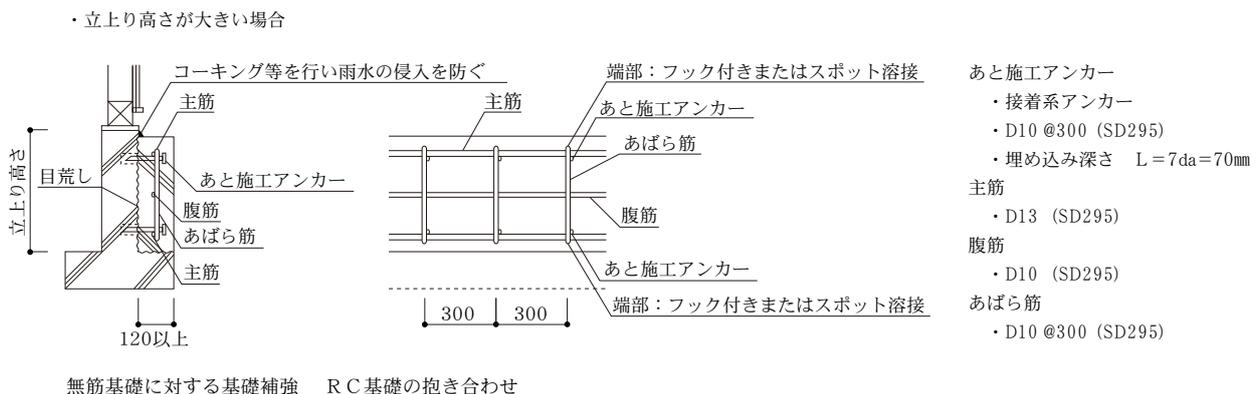


図-1 無筋基礎の補強方法

②エポキシ樹脂注入によるひび割れの補修

有筋布基礎のひび割れは雨水の浸入によって鉄筋に錆が発生する原因となり、建物の耐久性や耐震性に少なからぬ影響を与える。コンクリートのひび割れ補修方法としてエポキシ樹脂注入（写真-1）が一般的な工法であり、ひび割れ幅が1.0mm未満程度に採用される。ただし、エポキシ樹脂注入はあくまでもコンクリートの一体化をはかるものであって、強度を増加させるものではない。強度を増加させたい場合は、図-1に示したように鉄筋コンクリート造の基礎を増し打ちすることなどが必要となる。

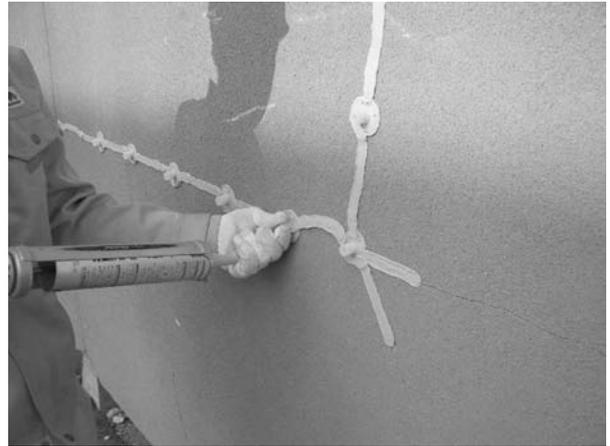


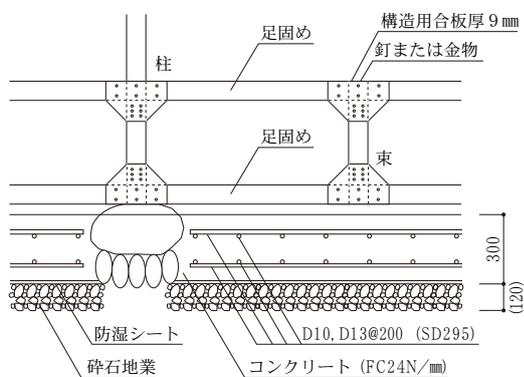
写真-1 エポキシ樹脂注入によるひび割れ補修

以下に、その他の基礎（玉石・石積・コンクリートブロック基礎）を補強する場合を示す。補強の基本は、図-2に示すように基礎の移動を防ぐ、土台の水平剛性を高めることである。

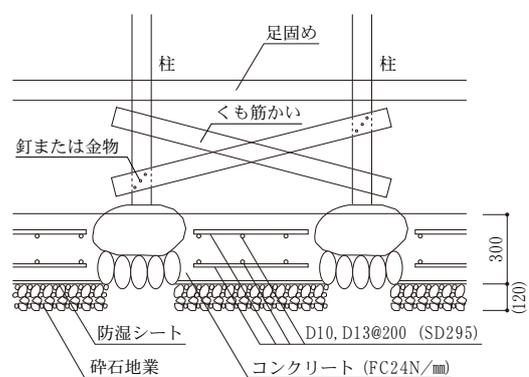
③鉄筋コンクリート基礎の抱き合わせと鉄筋コンクリートの底盤打設による補強

④構造用合板による足固めと鉄筋コンクリートの底盤打設による補強

⑤くも筋かいと金物による足固めと鉄筋コンクリートの底盤打設による補強



構造用合板による足固めと玉石基礎の補強の方法



くも筋かいと金物による足固めと玉石基礎の補強の方法

図-2 玉石基礎の基礎補強方法

4-1-2 その他の基礎補強工法

①がんこおやし

炭素繊維シート貼り付けによる基礎の補強である。基礎部分の靱性化による変形性能の改善やせん断強度の改善が見込める。炭素繊維シート貼り付け補強工法は鉄筋コンクリート造の柱や梁の耐震補強には広く使われている工法で多くの実績がある。



写真 -2 炭素シート貼り付け補強

・特開平 09-067944 登録第 3095525 号
 (株) ジェイビーエス
 〒 337-0001 埼玉県さいたま市見沼区丸ヶ崎 1038
 TEL:048-688-1680 FAX:048-688-1673

4-2 基礎 - 土台 - 柱の補強

4-2-1 一般的方法

各部位の緊結によって、図-3 に示すように基礎・土台・柱を建物と一体化させる方法がとられる。

①帯金物による基礎と柱の緊結

②HD金物とアンカーボルトによる基礎-土台-柱の緊結

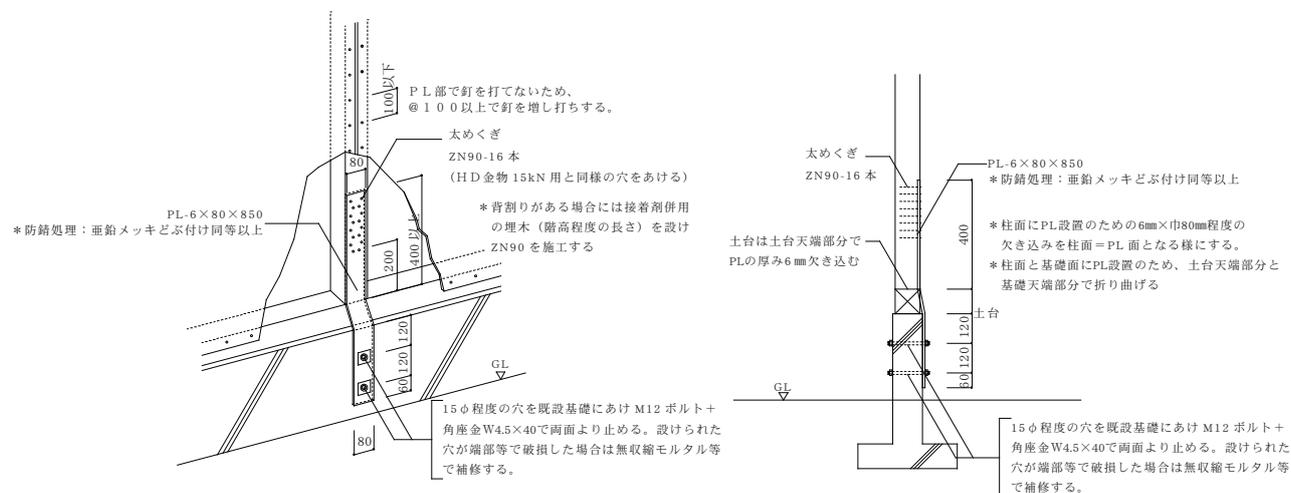


図-3 帯金物による基礎と柱の緊結

4-3-2 その他の工法

① ML 耐震補強工法

土台の腐朽部分の取替えに際し、補強金物を用いて基礎と土台の緊結を行う。



写真 -3 ML 耐震補強工法

(株) 匠 (なる) 建築

東京都世田谷区駒沢 2-11-3 第二集花ビル 3F、4F

TEL:03-5433-3501 FAX:03-5433-3503

② JBRA- 1 耐震補強システム

アラミド繊維シートを土台と柱に貼り付け、シェイクブロック補強金物によって、基礎-土台-柱-筋交いの緊結を図る工法である。繊維シートによる補強は部材の断面欠損がなく、金物の弱点を補っている。

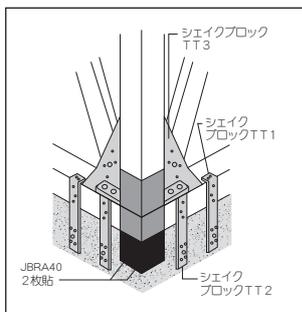


図 -4 JBRA- 1 耐震補強システム

BCJ 審査証明 -45

(株) J 建築システム

〒 005-0822 北海道札幌市南区南沢 2 条 3 丁目 13-30 JAS ビル

TEL:011-573-7779 FAX:011-573-7811

③外付けHD「いのちまもる」

HD 金物の外付けタイプで、外壁の上から基礎と土台を緊結し、一体化を図る。外付けなので短工期（1～2日）である。



写真-4 いのちまもる

エイム株式会社

〒332-0002 埼玉県川口市弥平 2-20-3 エイム Wing ビル

TEL:048-224-8160 FAX:048-224-8180

④DSG 転倒防止システム

外付けの金物によって基礎－土台－柱を緊結し、カバーを取り付け、外観に配慮した工法である。



(金物取り付け時)



(金物カバー取り付け後)

写真-5 DSG 転倒防止システム

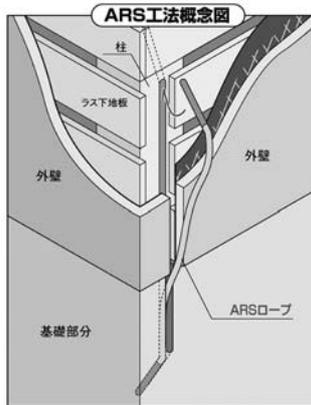
(株) ケアーズ・コーポレーション

〒174-0076 東京都板橋区上板橋 2-24-6

TEL:03-3559-7339 FAX:03-3559-2886

⑤ ARS（アンカーロープ補強）工法

アラミド繊維を編んだロープによって、基礎と柱を緊結する工法である。柱脚接合強度は HD 金物使用レベル（15 k N/本）まで向上する。金物の欠点となる熱橋・冷橋がなく、接合部の結露を防ぐ。建設大臣認定「建築物等の保全技術・技術審査証明」を取得している。



ARSロープ・エポキシ樹脂接着剤

図-5 ARS 工法

フクビ化学工業株式会社

〒198-8585 福井市三十八社町 33 字 66 番地

TEL:0776-38-8001 FAX:0776-38-8413

⑥ GD ベースダウンアンカー工法

外付けの HD 金物で基礎と柱を緊結する工法である。腐食、強度、美観を考慮して、金物はステンレス製である。



写真-6 GD ベースダウンアンカー工法

特許（第 32411606 号）

グランデータ株式会社

東京都立川市柴崎町 5-16-31

TEL:042-523-7800 FAX:042-523-7811

4-3 壁の補強

4-3-1 一般的方法

構造用合板等面材や筋交いなどの耐力要素を増設する。また筋交いを増設する場合は、接合部に合った金物を設置する。また、壁の要素を軽量化し、地震力を低減させる。ディテールは（財）日本建築防災協会資料等を参照されたい。

①構造用合板や筋交いなどの耐力要素の増設を行う。（図-6、7）

耐力要素を設置する際、バランスを考慮し、偏心率を低減させる配置工夫を行うことが地震時の応力集中を避けるのに効果的である。ただし、工事の際は床や天井をはがす必要がある。

②外壁を窯業系サイディング（壁強さ倍率 1.7 k N/m）等の耐力要素に張り替えを行う。

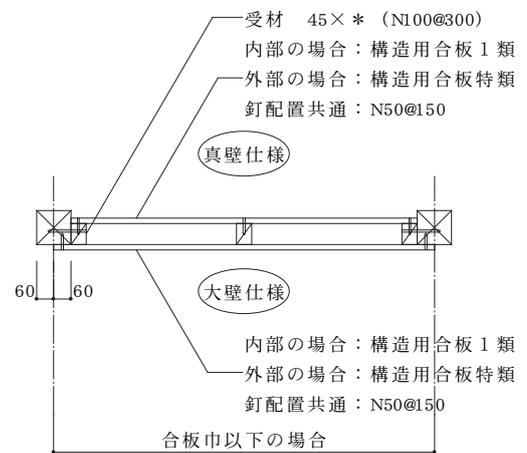
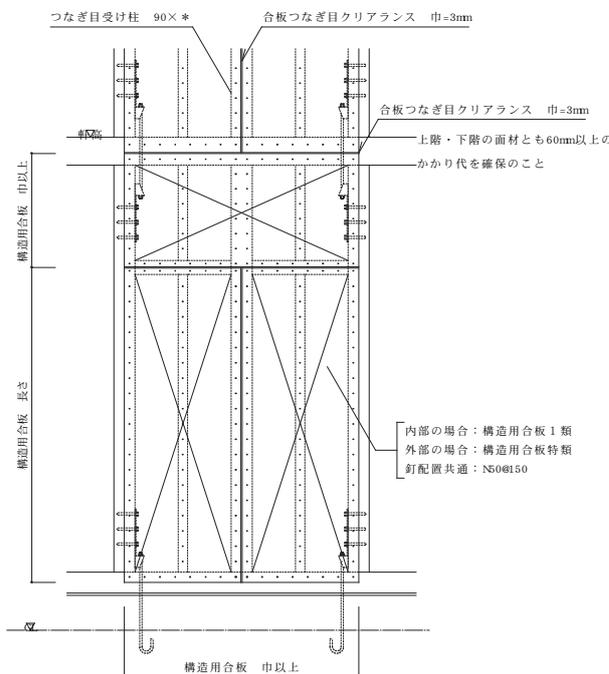
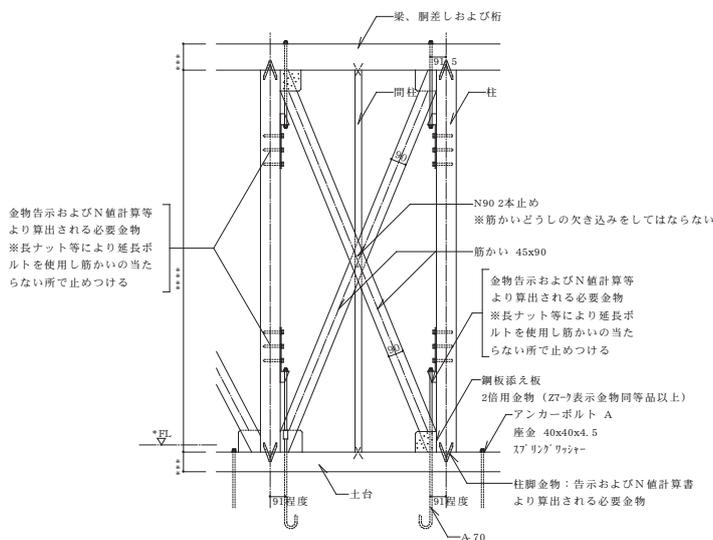
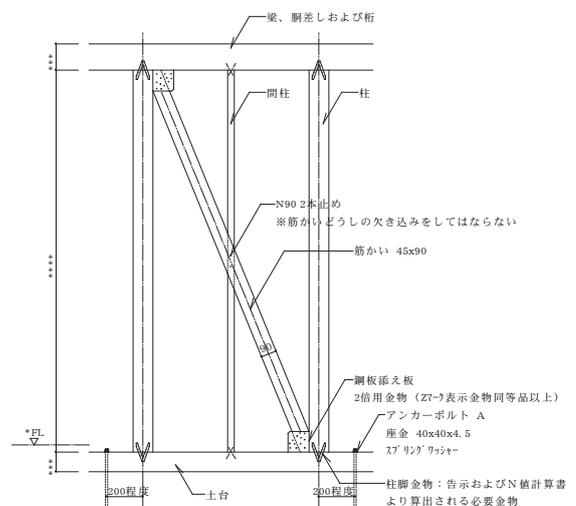


図-6 構造用合板による補強例



たすき掛け筋かい（壁倍率4.0倍）詳細図



筋かい（壁倍率2.0倍）詳細図

図-7 筋かいによる補強例

4-3-2 その他の壁補強工法

① ML 耐震補強工法

水平耐力上有効ではない既存壁をはがし、代わりに構造用合板または丸鋼ブレースを入れることで壁の耐力と剛性を高める工法である。匠（なる）建築は木造の耐震診断などに関する著書も多数出版しており、ユニークな会社である。



写真 -7 壁補強

(株) 匠（なる）建築

東京都世田谷区駒沢 2-11-3 第二集花ビル 3F

TEL:03-5433-3502 FAX:03-5433-3503

② コボット・ステンブレースシステム

壁をはがし、ステンレス丸鋼を入れることで壁の耐力と剛性を高める工法である。この丸鋼の専用の金物を用いている。



写真 -8 専用丸鋼ブレース

国土交通省大臣 認定番号 FRM-0076

(株) 国元商会

〒 538-0041 大阪府大阪市鶴見区今津北三丁目 4 番 27 号

TEL:06-6962-8800 (代表) FAX:06-6962-8920

③壁補強キット「かべつよし」

在来の壁補強工法とは異なって天井や床を壊さず、金物や耐震ボードで耐力と剛性を高める工法である。無開口型、有開口型および透過型など種類が多い。



写真 -9-1 かべつよし（標準型）



写真 -9-1 かべつよし（透過タイプ）

- ・評価番号 DPA-住技-13.14（日本建築防災協会）
エム株式会社（前掲）

④ダイライト耐震壁「かべ大将」

高強度・高耐久の素材ダイライトを用いた工法である。天井や床を壊さず施工が可能であることが大きな特長である。



写真 -10-1 かべ大将（完成時）



写真 -10-2 かべ大将（下地施工）

- ・壁倍率大臣認定（国土交通大臣認定番号：FRM-0082）
 - ・評価番号 DPA- 住技 -5（日本建築防災協会）
- 大建工業（株）ダイライト・岡山FB事業部（東京）
TEL:03-3249-4854 FAX:03-3249-4905

⑤外付けステンレスブレース工法

外壁の上から桁、胴差しと布基礎とをステンレス鋼のブレースで緊結する工法である。壁強さ倍率は2.7KN/mである。



写真 -11 外付け壁補強

グランデータ株式会社
東京都立川市柴崎町 5-16-31
TEL:042-523-7800 FAX:042-523-7811

4-4 床・天井の補強

4-4-1 一般的方法

床の剛性・耐力の確保は耐震性能の向上にとって重要である。耐力要素や火打ち材を入れることで、面内剛性を確保する。

- ①鋼製火打ち材によって水平構面の剛性、耐力を増強する。
- ②吹き抜け部分は火打ち材による補強以外に、構造用合板でキャットウォークを設け、面内剛性を確保する。

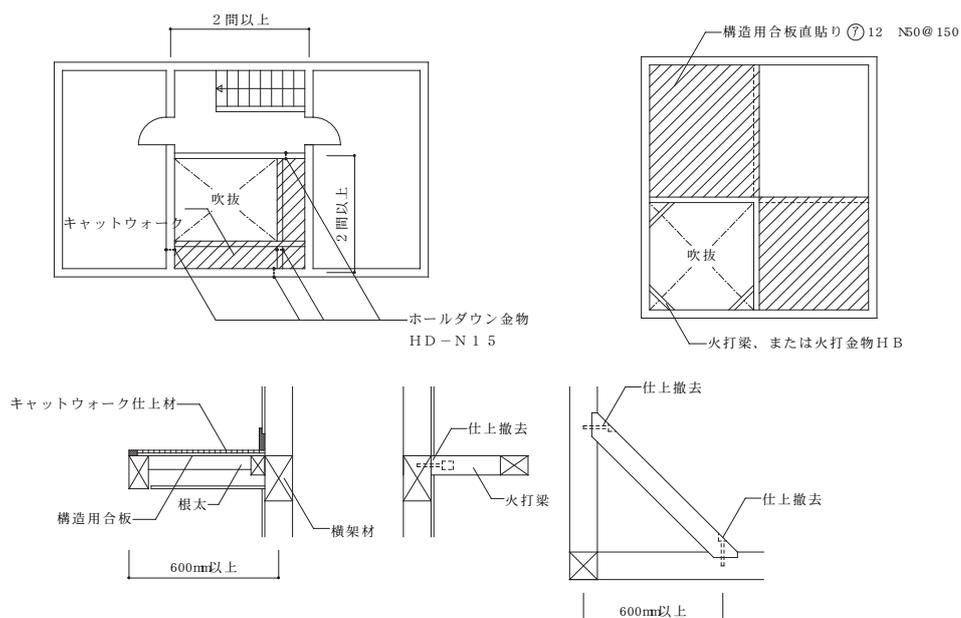


図-8 吹き抜けの補強例

4-4-2 その他の床補強工法

① ML 耐震補強

丸鋼ブレースを床に入れることで面内剛性を確保する工法である。



写真-12 床補強工法

(株) 匠 (なる) 建築 (前掲)

4-5 接合部の補強

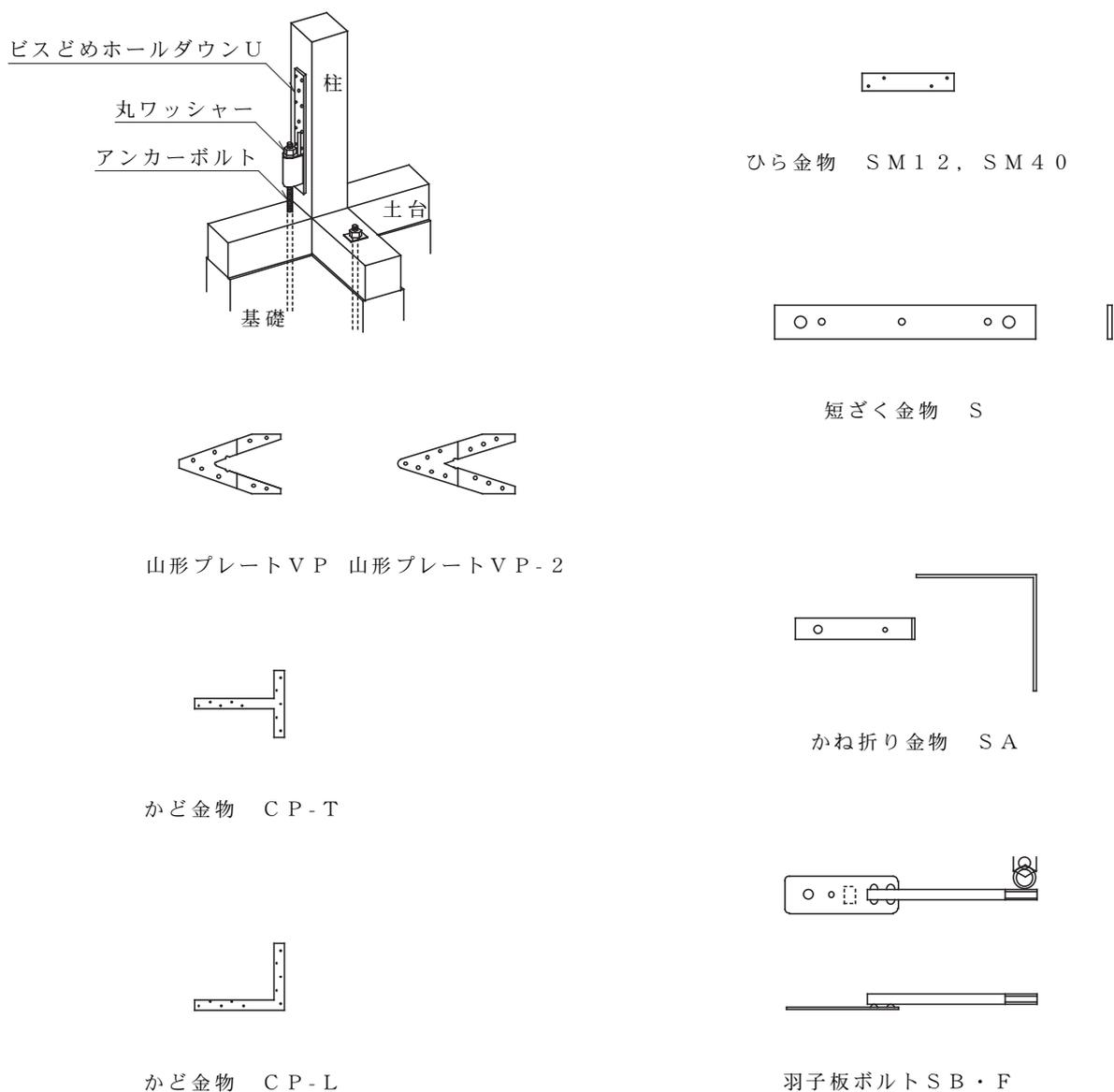
4-5-1 一般的方法

接合金物を柱梁の接合部に取り付けることで、接合部の剛性を確保する。補強設計に基づき、耐力要素の負担する応力に見合う金物の選定を行う。

接合金物の種類には以下のようなものがある。

- ・HD 金物
- ・かど金物 (CP-T、CP-L)
- ・羽子板ボルト
- ・山形プレート
- ・短冊金物
- ・かね折金物
- ・ひら金物

なお、接合部は平 12 建設省告示第 1460 号による規定に基づく接合方法とする。



4-6 その他の耐震補強工法の例

4-6-1 制震部材による補強工法

制振補強は建物に入力した地震エネルギーを制振部材によって積極的に吸収させ、地震による建物の揺れを小さくする手法である。制振部材は1箇所あたりのエネルギー吸収量が小さいため、設置箇所数を比較的多く必要とする。

①仕口ダンパー

仕口ダンパーは高分子材料の粘弾性体を2枚の鋼板に挟んだ制振ダンパーで、仕口部分に設置することで仕口の剛性が向上する。更に建物が地震力を受けたとき粘弾性体がせん断変形することで地震による振動エネルギーを吸収し、建物の耐震性が向上する。限界耐力設計法または地震応答解析による設計が必要である。



写真 -13 鋼板型仕口ダンパー

性能証明／BCJ- 審査証明 -5,GBRC 性能証明第 01-10

鴻池ビルテクノ（株）東京本店

〒136 - 0076 東京都江東区南砂 2-7-5

TEL:03-5857-8720 FAX:03-5857-8728

②耐震・制震振工法「マゼラン」

自動車用板バネ（剛性付与）と衝突エネルギー材発泡ポリプロピレン（エネルギー吸収材）を組み合わせた補強材を仕口部分に取り付けることで仕口部分の剛性を向上させる工法である。建物の横架材（はり、桁、胴差、土台）と柱の仕口部に密着させ、ラグスクリーボルトで固定することで、仕口部に剛性を付与し、建物の耐震性能を高めることができる。

一般診断および精密診断（保有水平耐力計算による方法）によることができる。



写真 -14-1 板ばね型仕口ダンパー



写真 -14-2 実験風景

・技術評価／建築防災第 1971 号
中村物産（有）

〒 982-0024 宮城県仙台市太白区砂押 1-4 誠和ビル 2 階

TEL:022-308-5250 FAX:022-308-5218

③ GH ハイブリット制震工法

横架材（土台－梁）間にオイルダンパーを取り付け、地震の振動エネルギーを熱エネルギーに変換して吸収し、建物の変形を抑える工法である。

地震応答解析による設計が必要である。



写真 -15-1 オイルダンパー取り付け

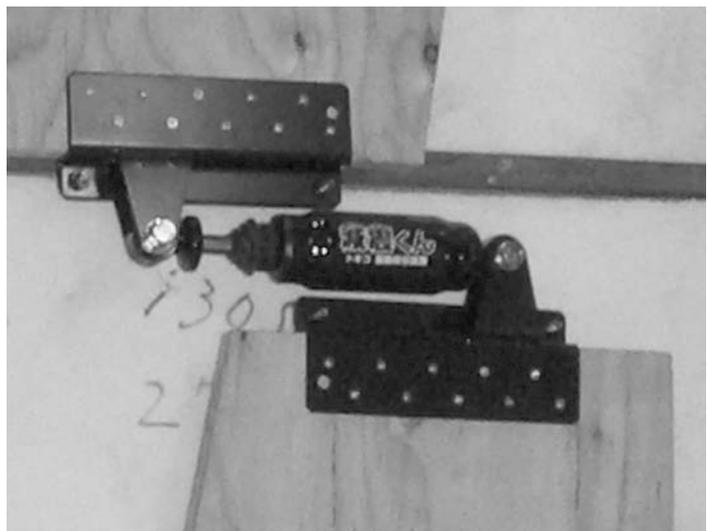


写真 -15-2 オイルダンパー（拡大）

・評価番号 DPA- 住技 -1 (日本建築防災協会)
江戸川木材工業 (株)
〒 136-8630 東京都江東区新木場 1-3-16
TEL:03-3521-8234(代) FAX:03-3521-8033

4-6-2 免震装置による工法

① IAU 型免震システム

元々免震装置は新築の建物用に開発されたわけであるが、応用的利用として伝統的な寺社建築の耐震改修に採用されるようになって来た。免震は伝統的な建築工法などのように、強度型の耐震補強が困難な建物に適している。ただし、在来工法に比べて高価な補強工法となる。

1 階床全体をジャッキアップし、基礎上に免震装置を取り付け、地震時の建物への入力地震エネルギーを低減させる。軽量の木造建物に適した免震装置として建物の固有周期を伸ばしやすい転がり免震支承を採用し、建物に入力したエネルギーを吸収するために全方位対応型オイルダンパーを用いている。風に対しては風ゆれ固定装置を設置している。

地震応答解析による設計または限界耐力設計が必要である。

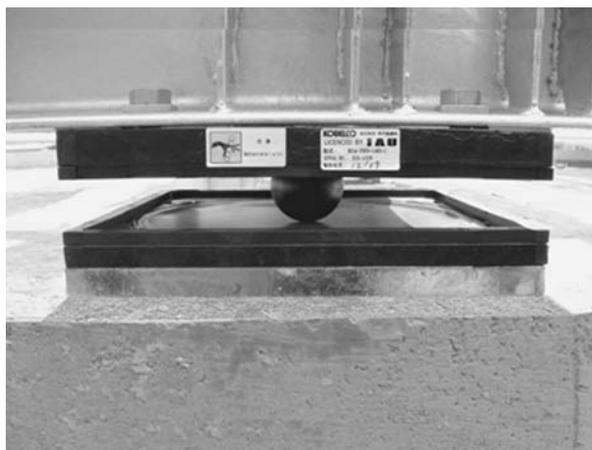


写真 -16-1 転がり免震支承



写真 -16-2 全方位対応型オイルダンパー

(株) IAU

〒 165-0026 東京都中野区新井 2-30-4 IFO ビル
TEL:03-5343-6170 (代) FAX:03-5343-6172 (代)

4-6-3 建物を外側から支える工法

①耐震ポール

住宅の周囲に金属製（鋼製・アルミ製）のポールを設置する。ポールを2階の梁、または胴差しに緊結し建物を支える工法である。耐震診断では地震応答解析による精密診断が必要である。施工実績としては首都圏、地方では長野、高知県などがある。補強工法として知名度が高く、既に300件を超える適用事例があるが、現時点では地方での施工は販路の点で難しいと聞いている。

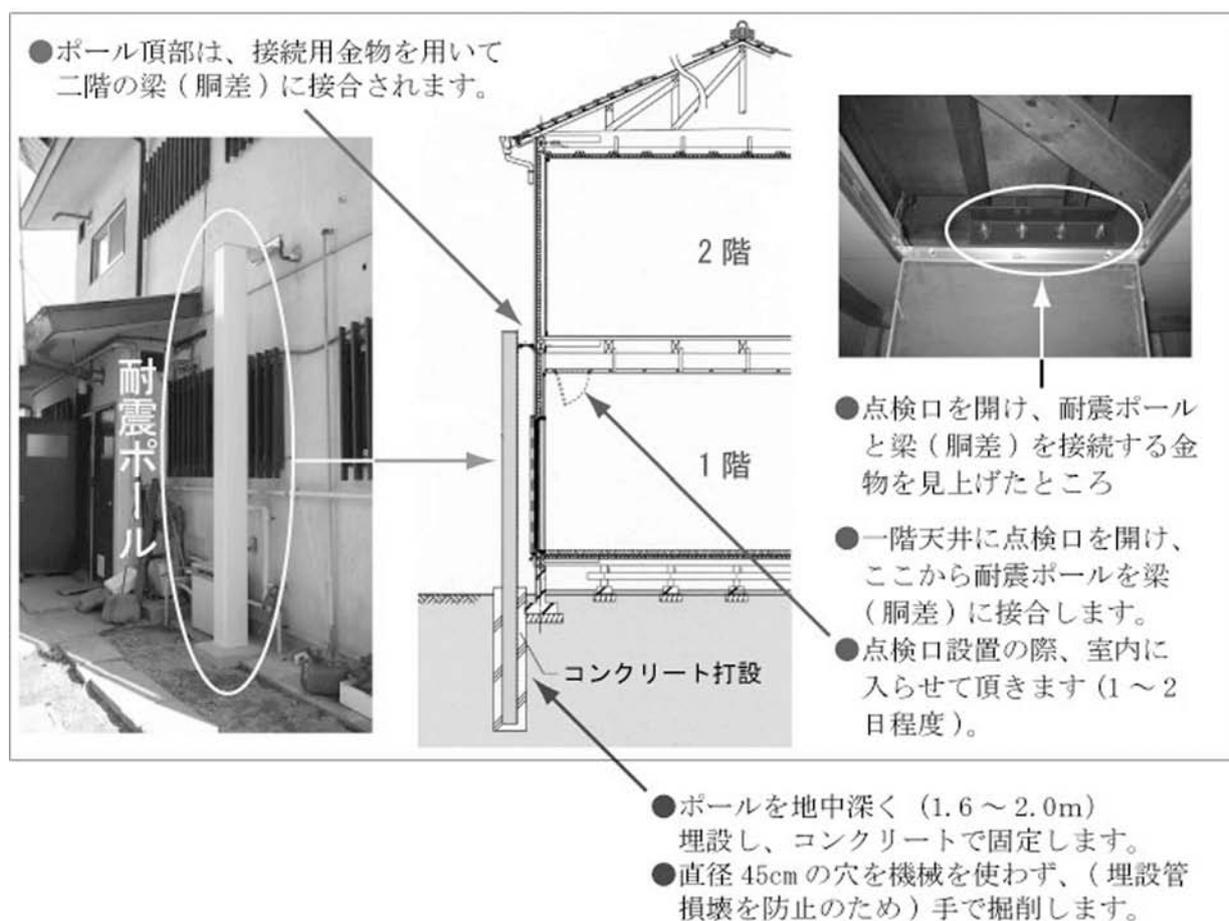


写真-17 耐震ポール

・評価番号 DPA-住技-2（日本建築防災協会）

（株）シーク建築研究所

〒236-0004 横浜市金沢区福浦 1-1-1

横浜金沢ハイテクセンター・テクノコア 6階

TEL:045-780-1155 FAX:045-780-1151

4-6-4 一室シェルターによる工法

一室シェルターとは、建物全体の補強が困難な場合、地震時の安全な避難場所を確保するために部分的な補強を行うものである。

①耐震補強シェルター「レスキュールーム」

既存住宅の一室に鉄骨造フレームを組み、その部屋を補強する。



図-9 レスキュールーム

- ・特許第 3190616 号
(有) ヤマニヤマショウ
〒 430-0845 浜松市中田島町 1451
TEL:053-442-2420 FAX:053-442-2422

②地震シェルター「不動震」

既存住宅の一室に重量鉄骨造のユニットタイプのフレームを組み、その部屋および建物全体を補強する。ブレースパネルで耐震強度を高める。公的試験場において強度試験済みである。



新築の建物にも適用可能な工法である。工期は 14 日程度と短工期である。

静岡県 2001 年 TOUKAI-0 技術コンクール優秀賞を受賞している。

図-10 不動震

- ・特許 第 2750833 号
(株) 東武防災建設
〒 343-0042 埼玉県越谷市千間台東 2-13-1
TEL:048-970-3351 FAX:048-970-3352

4-6-5 開口部の補強工法

① J-耐震開口フレーム

開口部のある壁面に箱型、門型のフレームを設置することで、開口部を壁として扱い、建物全体の壁量を増やす工法である。フレームは木質集成材にアラミド繊維を接着して作られる。



写真 -18-1 開口部補強例(1)



写真 -18-2 開口部補強例(2)

本工法は既存建物の耐震補強だけでなく、新築の建物にも利用できる。補強の形が門型フレームなので、筋かいや構造用合板による補強とは異なって、空間を遮断した雰囲気は少なく、使い勝手がよい。居住者の視界を妨げないので、南面に開口が多い一般住宅の補強に適していると考えられる。写真-18の補強事例に見られるように補強部位が目立たず自然な感じである。

・評価番号 DPA- 住技 -4 (日本建築防災協会)

(株) J 建築システム

〒 005-0822 北海道札幌市南区南沢 2 条 3 丁目 13-30 JAS ビル

TEL:011-573-7779 FAX:011-573-7811

②アルミニウム合金製木造住宅用耐震枠

開口部の周囲にアルミニウム合金製補強枠を設置し、開口部の柱梁の変形を抑える工法である。

(社) カーテンウォール・防火開口部協会

〒 105-0003 東京都港区西新橋 1-1-21 日本酒造会館 2 階

TEL:03-3500-3891 (カーテンウォール) 03-3500-3634 (防火) FAX:03-3500-3584

【参考文献・参考資料等】

- 1) (財) 日本建築防災協会 「木造住宅の耐震診断と補強方法」 pp121-135
- 2) 内閣府防災情報のページ H15 記者発表・公表資料
URL: <http://www.bousai.go.jp/oshirase/h15/031027siryou/sankou7.pdf>
- 3) 静岡県木造住宅耐震補強 IT ナビゲーション 耐震ナビ ホームページ
URL: <http://www.taishinnavi.pref.shizuoka.jp/index.html>

写真および図は掲載各企業から提供を受けています。ここに謝意を表します。

事例 1 耐力壁と制震金具を併用し耐震補強した 2 階建住宅

(平成 19 年耐震補強)

■ 諸元

竣工年：昭和 48 年（1973 年）

履歴：増改築なし、宮城県沖地震後補修工事

構造階数：木造 2 階建

床面積：123.38 m² (1F 86.12 m² 2F 37.26 m²)

ポーチを含む

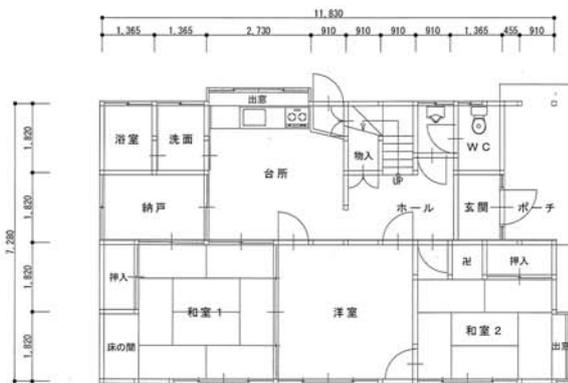
■ 耐震補強前の状況

- ・耐力壁が不足。
- ・耐力壁のバランスが悪い。
- ・床剛性が不足。

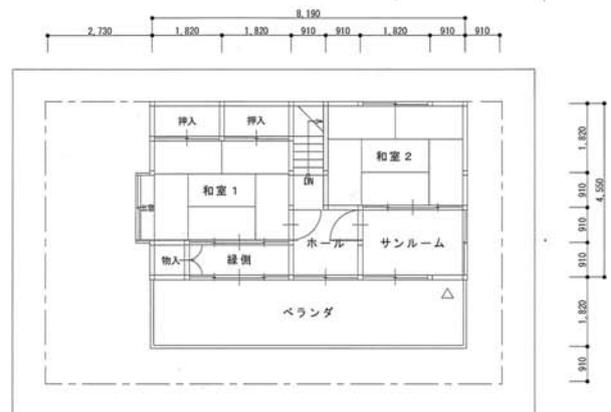
■ 補強前の耐震性能

<基礎>		鉄筋コンクリート造					
<上部構造>							
階	方向	強さ P (kN)	配置等による 低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 P _d =P*E*D	必要耐力 Q _r (kN)	上部構造評点 P _d /Q _r
2	X	12.50	0.30	0.89	3.33	15.28	0.21
	Y	11.90	1.00	0.89	10.59	15.28	0.69
1	X	41.65	1.00	0.89	37.06	47.54	0.77
	Y	41.81	0.30	0.89	11.16	47.54	0.23
上部構造総合評点				0.21	倒壊する可能性が高い		

■ 図面（補強前）



1 階平面図



2 階平面図

■ 工事中写真

■ 工事概要

- ・基礎の亀裂部へエポキシ樹脂注入する。（6箇所）
- ・既存壁を撤去し、石膏ボードまたは構造用合板貼り補強壁とする。筋違い新設1箇所。
- ・柱頭部に制震金具を設置する。（12箇所）
- ・その他、必要な範囲で各所金物補強を実施する。

■ 工期等

- ・約20日間
- ・居ながら改修実施

■ 補強後の耐震性能

<基礎>	鉄筋コンクリート造
------	-----------

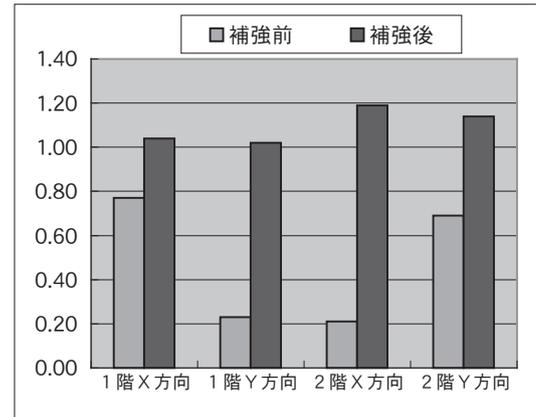
<上部構造>

階	方向	強さ P(kN)	配置等による 低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 Pd=P*E*D	必要耐力 Qr(kN)	上部構造評点 Pd/Qr
2	X	18.27	1.00	1.00	18.27	15.28	1.19
	Y	17.51	1.00	1.00	17.51	15.28	1.14
1	X	49.75	1.00	1.00	49.75	47.54	1.04
	Y	48.70	1.00	1.00	48.70	47.54	1.02

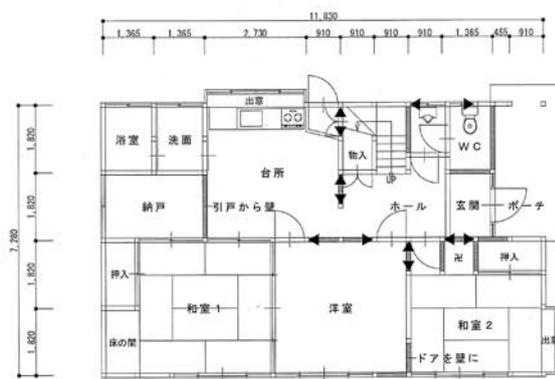
上部構造総合評点	1.02	一応倒壊しない
----------	------	---------

■ 補強前後の耐震性能比較

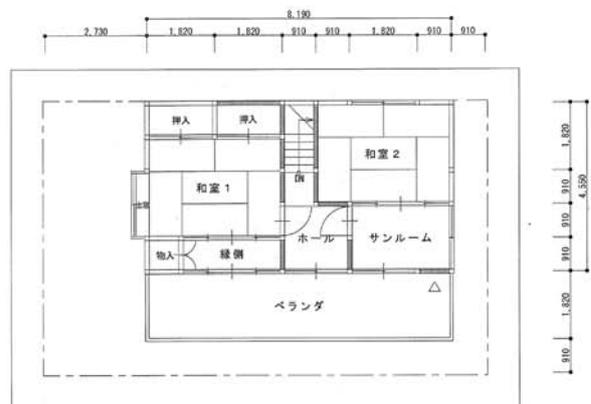
上部構造 総合評点	0.21	→	1.02
--------------	------	---	------



■ 図面（補強後）



1階平面図



2階平面図

- 補強した壁を示す（既存撤去の上石膏ボードt12.5（押入内のみ構造用合板t12））
- ◀ 柱頭部に制震金具マゼランTタイプ取付 基準耐力 0.14kn/箇所（12箇所）
- △ 筋違い新設 90×30
- ※ その他、必要に応じて柱脚・柱頭金物取付（各所）、天井裏に火打金物取付、羽子板ボルト及びカスガイ取付

■ 概算工事費

工事内容	概算工事費 (円)	備考	工事内容	概算工事費 (円)	備考
仮設工事	30,000		仮設・解体工事	80,000	
基礎工事	30,000		内装改修工事	440,000	
耐力壁工事	890,000		照明器具交換工事	80,000	
設備工事	15,000		外構工事	190,000	
解体工事	100,000		諸経費	90,000	
その他工事	135,000		消費税	44,000	
諸経費	130,000				
消費税	66,500				
耐震補強工事 計	1,396,500		その他工事 計	924,000	

事例 2 比較的補強箇所が多い 2 階建住宅

(平成 19 年度耐震補強実施 (第 1 期工事))

■ 諸元

竣工年：昭和 52 年 (1977 年)

履歴：不明

構造階数：木造 2 階建

床面積：122.14 m² (1F 89.02 m² 2F 33.12 m²)

■ 耐震補強前の状況

- ・耐力壁が不足。

■ 補強前の耐震性能

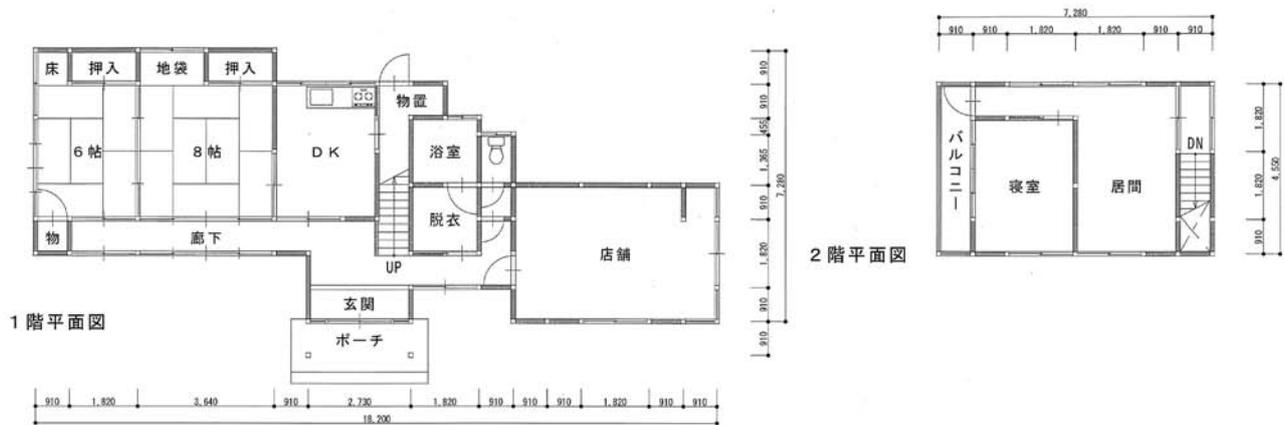
<基礎>	ひび割れのある鉄筋コンクリート造
------	------------------

<上部構造>

階	方向	強さ P(kN)	配置等による低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 P _d =P*E*D	必要耐力 Q _r (kN)	上部構造評点 P _d /Q _r
2	X	15.42	1.00	1.00	15.42	18.78	0.82
	Y	14.77	1.00	1.00	14.77	18.78	0.78
1	X	57.95	1.00	1.00	57.95	87.33	0.66
	Y	59.94	1.00	1.00	59.94	87.33	0.68

上部構造総合評点	0.66	倒壊する可能性が高い
----------	------	------------

■ 図面 (補強前)



■ 工事中写真



■ 工事概要

- ・基本的に筋違の増設と構造用合板張を併用した補強。
- ・内部での補強が難しい箇所は、袖壁を設けて補強している。
- ・押入、物置内等、できるだけ居住スペースに負担の少ない箇所を補強している。
- ・2階ベランダ部分の補強は鉄骨のブレースを使用している。

■ 工期等

- ・約2か月
- ・居ながら改修実施
- ・2期に分けて、補強工事を実施予定。

■ 補強後の耐震性能

<基礎>	ひび割れのある鉄筋コンクリート造
------	------------------

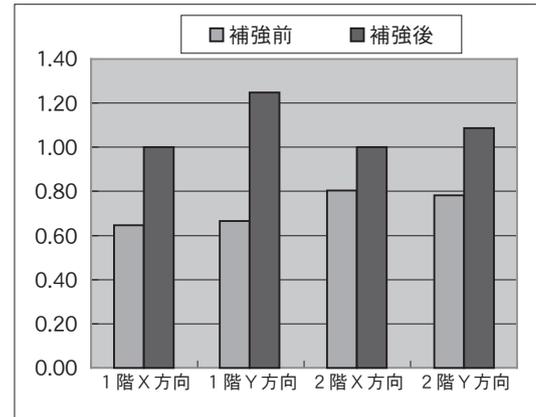
<上部構造>

階	方向	強さ P (kN)	配置等による 低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 Pd = P * E * D	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 Pd / Qr
2	X	18.92	1.00	1.00	18.92	18.78	1.00
	Y	20.88	1.00	1.00	20.88	18.78	1.11
1	X	88.62	1.00	1.00	88.62	87.33	1.01
	Y	110.32	1.00	1.00	110.32	87.33	1.26

上部構造総合評点	1.00	一応倒壊しない
----------	------	---------

■ 補強前後の耐震性能比較

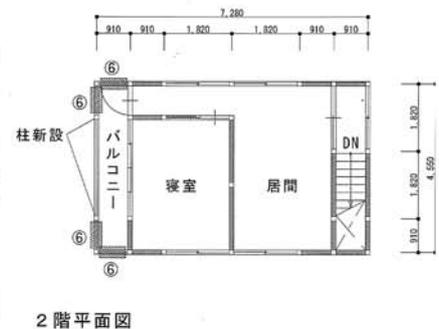
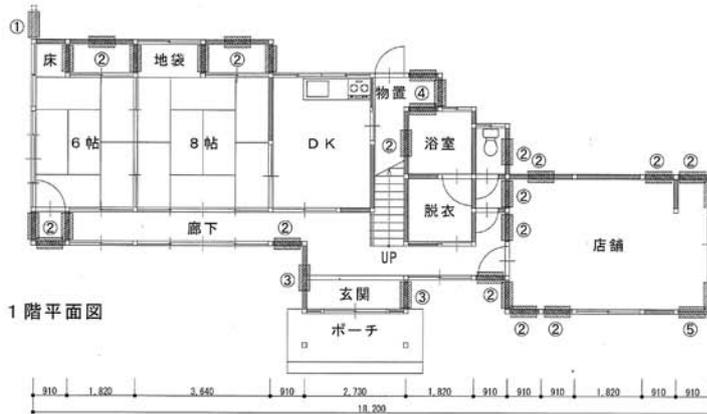
上部構造 総合評点	0.66	→	1.00
--------------	------	---	------



■ 図面 (補強後)

<補強概要>

- ① 袖壁新設 構造用合板張 (両面)
- ② 筋違45×90ダブル新設+構造用合板張 (片面)
- ③ 既存筋違端部金物取付+構造用合板張 (片面)
- ④ 筋違45×90ダブル新設+既存モルタル壁撤去構造用合板張 (片面)
- ⑤ 既存開口部を耐力壁へ改修
モルタル塗壁+筋違45×90ダブル新設+構造用合板張 (片面)
- ⑥ 鉄骨ブレース16φダブル (端部取付PL加工) 新設
妻梁、桁梁新設



■ 概算工事費 (第1期工事分)

工事内容	概算工事費 (円)	備考	工事内容	概算工事費 (円)	備考
補強工事①	92,000	袖壁	補強設計監理料	100,000	
補強工事②	210,000	押入内部 3カ所	小 計	908,000	
補強工事②③	244,000	外部廻り L1.82 1カ所 L1.20 1カ所 L0.91 4カ所			
補強工事②④	99,000	物置部 4ヶ所	消費税相当額	45,400	
補強工事⑥	63,000	2階バルコニー部	※ 店舗廻り補強は第2期工事予定 (これには含まない)		
追加工事費	100,000				
工事費 計	808,000		耐震補強工事 計	953,400	第1期工事分

事例3 居住スペースに負担の少ない耐震補強

(平成19年度耐震補強実施)

■ 諸元

竣工年：平成4年（1970年）

履歴：増改築なし

構造階数：木造2階建

床面積：205.37 m² (1F 139.12m² 2F 66.25 m²)

■ 耐震補強前の状況

- ・ 1階が耐力不足である。
- ・ 特に桁行方向で耐力壁の配置が偏っている。
- ・ 地盤は普通である。
- ・ 2階の耐震性はいちおう安全。
(1階のみ補強が必要。)

■ 補強前の耐震性能

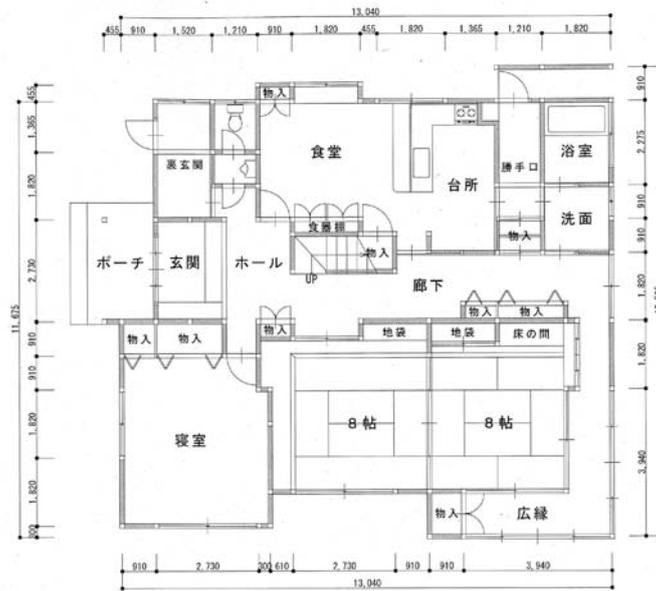
<基礎>	ひび割れのある鉄筋コンクリート造
------	------------------

<上部構造>

階	方向	強さ P(kN)	配置等による 低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 P _d =P*E*D	必要耐力 Q _r (kN)	上部構造評点 P _d /Q _r
2	X	49.13	1.00	1.00	49.13	37.56	1.30
	Y	48.29	1.00	1.00	48.29	37.56	1.28
1	X	104.66	0.75	1.00	78.49	136.48	0.57
	Y	125.28	1.00	1.00	125.28	136.48	0.91

上部構造総合評点	0.57	倒壊する可能性が高い
----------	------	------------

■ 図面（補強前）



1階平面図

■ 工事中写真



⑩ 施工前



⑥ 施工前



■ 工事概要

- ・外壁側あるいは物入、非居室側の壁を撤去し、筋違、構造用合板などを設置。
- ・筋違増設（9箇所）、構造用合板張新設（13箇所）
- ・控壁新設（1箇所）、耐力壁設置による既存アルミサッシ交換（1箇所）
- ・居住室に負担をかけないように工夫した補強内容。

■ 工期等

- ・約2ヶ月
- ・居ながら施工。

■ 補強後の耐震性能

<基礎>	鉄筋コンクリート造
------	-----------

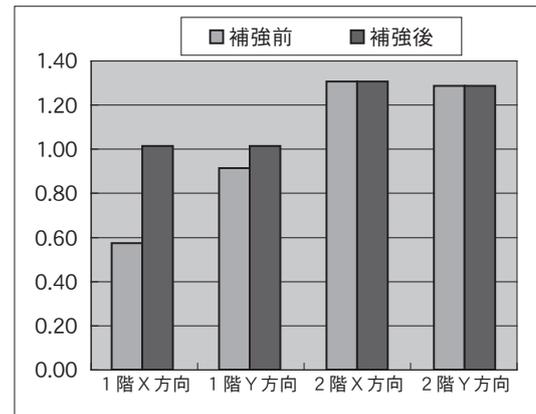
<上部構造>

階	方向	強さ P (kN)	配置等による低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 Pd = P * E * D	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 Pd / Qr
2	X	49.13	1.00	1.00	49.13	37.56	1.30
	Y	48.29	1.00	1.00	48.29	37.56	1.28
1	X	138.06	1.00	1.00	138.06	136.48	1.01
	Y	139.14	1.00	1.00	139.14	136.48	1.01

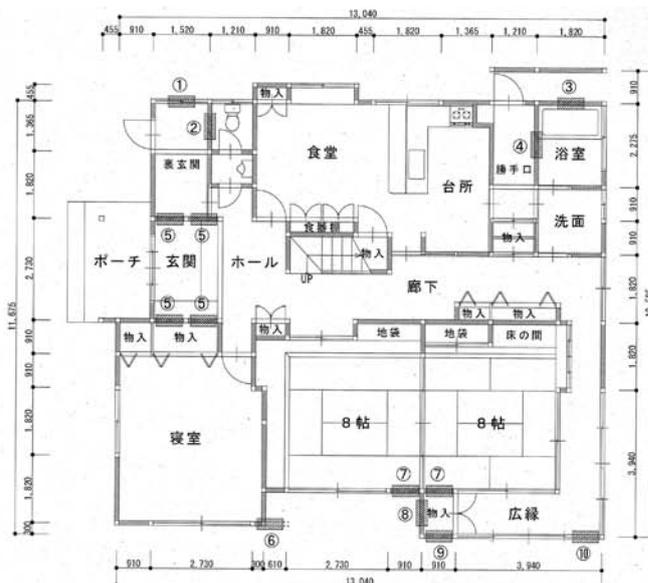
上部構造総合評点	1.01	一応倒壊しない
----------	------	---------

■ 補強前後の耐震性能比較

上部構造総合評点	0.57	→	1.01
----------	------	---	------



■ 図面（補強後）



<補強概要>

- 筋違90×90タスキ新設（既存アルミサッシそのまま）
- 筋違45×90シングルダブル（既存筋違端部金物取付）
構造用合板張（片面）（既存石膏ボード撤去）
- 筋違45×90ダブル新設+構造用合板張（片面）
- 筋違45×90ダブル新設
構造用合板張（片面）（既存フレキシブルボード撤去）
- 構造用合板張新設（片面）
- 控壁新設 石膏ボード張+筋違45×90ダブル+構造用合板張
- 筋違45×90ダブル新設+構造用合板張（片面）
- 筋違45×90シングルダブル（既存筋違端部金物取付）
構造用合板張（片面）
- 既存筋違端部金物取付+構造用合板張（片面）
- 筋違45×90ダブル新設+構造用合板張（片面）
既存アルミサッシ撤去の上、開口幅縮小しサッシ新設

■ 概算工事費

工事内容	概算工事費 (円)	備考	工事内容	概算工事費 (円)	備考
補強工事①②	114,000		補強設計監理料	100,000	
補強工事③	62,000		小計	928,000	
補強工事④	51,000		消費税相当額	46,400	
補強工事⑥	140,000	茶の間外			
補強工事⑦	76,000	物入廻り			
補強工事⑦⑧⑨	117,000				
補強工事⑩	193,000				
仮設工事・諸経費	75,000				
工事費計	828,000		耐震補強工事計	974,400	

事例 4 耐震診断における耐震補強の提案

(平成 17 年度耐震診断)

■ 諸元

竣工年：昭和 45 年（1970 年）

履歴：不明

構造階数：木造 2 階建

床面積：123.38 m² (1F 109.31m² 2F 28.98 m²)

■ 耐震補強前の状況

- ・ 1 階が耐力不足である。
- ・ 特にひどい劣化箇所はない。
- ・ 地盤は普通である。
- ・ 耐力壁の配置は良好である。

■ 補強前の耐震性能

<基礎>	鉄筋コンクリート造
------	-----------

<上部構造>

階	方向	強さ P (kN)	配置等による低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 P _d = P * E * D	必要耐力 Q _r (kN)	上部構造評点 P _d / Q _r
2	X	19.83	1.00	1.00	19.83	16.43	1.20
	Y	16.63	1.00	1.00	16.63	16.43	1.01
1	X	76.01	1.00	1.00	76.01	107.23	0.70
	Y	85.70	1.00	1.00	85.70	107.23	0.79

上部構造総合評点	0.70	倒壊する可能性が高い
----------	------	------------

■ 図面（補強前）



1 階平面図



2 階平面図

■ 工事中写真

■ 工事概要

- ・開口部へ壁を新設。(筋違い45×90 4箇所)
- ・既存壁へ構造用合板を追加。(13箇所)

■ 工期等

- ・未定

■ 補強後の耐震性能

<基礎>	鉄筋コンクリート造
------	-----------

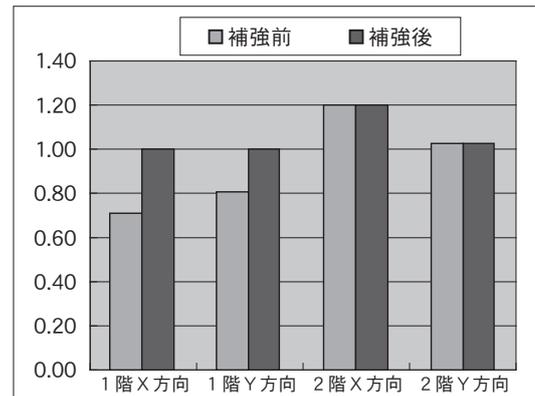
<上部構造>

階	方向	強さ P (kN)	配置等による 低減係数 E	劣化度 D	保有耐力 Pd = P * E * D	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 Pd / Qr
2	X	19.83	1.00	1.00	19.83	16.43	1.20
	Y	16.63	1.00	1.00	16.63	16.43	1.01
1	X	107.24	1.00	1.00	107.24	107.23	1.00
	Y	108.12	1.00	1.00	108.12	107.23	1.00

上部構造総合評点	1.00	一応倒壊しない
----------	------	---------

■ 補強前後の耐震性能比較

上部構造 総合評点	0.70	→	1.00
--------------	------	---	------



■ 図面 (補強後)



1階平面図

2階平面図

筋違い (45×90) 入耐力壁新設 (5箇所) (うち、3箇所はアルミサッシ取替)
 構造用合板貼追加 (13箇所)

■ 概算工事費

6 減災対策としての部分補強・住まい方

平成19年7月16日に発生した「新潟県中越沖地震」では、15名の死者の内、9名の65歳以上の高齢者が地震により倒壊した古い耐震性の乏しい家屋の下敷きとなり圧死した。

また、平成7年の阪神淡路大震災においても6,433名の死者の内、約9割の方が家屋の倒壊や家具等の転倒により圧死し、その内65歳以上の高齢者が約半数を占め、災害時要援護者である高齢者世帯住宅の地震対策は喫緊の課題と言われている。

本県においても県内四断層帯を震源とする大規模地震が想定されており、高齢化社会を迎えている状況の中で高齢者のみが世帯を形成する住宅が増加傾向にある。また、高齢者世帯の多くは家庭事情や経済事情により建て替えや家屋全体の耐震改修が困難であることが推測され、このことが大規模地震時に被災し犠牲となる大きな要因と考えられている。

地震発生は防ぐことはできないが、住宅の一部に耐震対策措置を講ずることで高齢者等災害弱者を家屋の倒壊による圧死から免れる減災対策は可能である。

以上の観点から、部分補強や住まい方で減災対策を提案する。



(平成16年 新潟中越地震被害写真)

(1) 応急的な部分補強の考え方

山形県は持ち家の比率が高く、住宅面積の広さも全国的に上位にある。したがって、広い住宅に高齢者のみが住まいしている事例は多いと考えられ、常時居住用として使用する部屋は少ないものと思われ、寝室や茶の間が一日の生活の中で多くの時間を過ごす室であると考えられる。

昭和56年以前に建築された住宅の部分的な補強を考える場合は、先ず耐震診断を行いその結果に基づき全体の耐震性を考慮しながら、寝室や茶の間が地震時に倒壊しないで残る可能性を高める効果的な補強方法を考える必要がある。

- ① 2階建て住宅の2階の真下に茶の間や寝室がある場合は、極力住宅全体が評点0.7（倒壊する可能性がある）を目指した補強を行い、平屋になっている部分を寝室や茶の間にするのが2階部分の倒壊による圧死から逃れられる方法である。
- ② どうしても2階部分の下から平屋部分に部屋を変えられない場合には、その部屋の内側に鉄骨でシェルターとしての空間をつくり2階の荷重を支えて倒壊しないようにする方法がある。

部分補強する場合には、最小の経費で効果的な補強を考えることが重要で、補強には各種の方法があるので充分検討のうえ採用する必要がある。（在来工法による壁の増設の他、特許工法で特殊なものもあるのでメーカー資料を充分検討し適材適所が望ましい。）

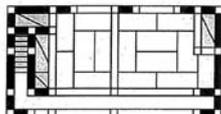
（2）部分補強によらない地震対策の考え方

昭和56年以前の住宅でも、更に建設年代が古く部分補強するにも基礎から補強が必要の場合や、老朽化が激しく壁の補強が困難な場合は、部分補強するにも多額の補強費用が必要とされるので経済的負担を考慮すると別の方法を考える必要がある。

（1）と同じく、2階建て住宅の2階の真下に茶の間や寝室がある場合は、平屋になっている部分を寝室や茶の間にするのが2階部分の倒壊による圧死から逃れられる可能性のある方法である。その上で、

- ① 茶の間には頑丈なテーブル（耐震テーブル）を設置し地震時にテーブルの下に逃れる等の方法がある。

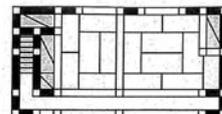
2階平面図



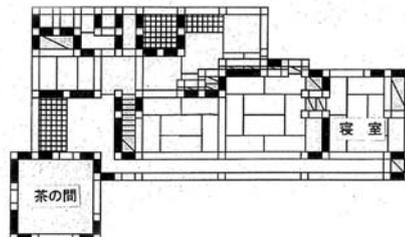
1階平面図



2階平面図



1階平面図



（1）の例： 現状の部屋配置

⇒

部屋の配置換え後

- ② 寝室には静岡県が考案した「防災ベッド」（鉄骨の骨組みでできており、上部にガードついて天井が落下してきても10tまで耐えられる構造）を設置することで地震時に家屋が倒壊しても救助活動がくるまで防災ベッドが隙間の空間を確保してくれる方法もある。

以上のように、部分補強や防災グッズ（防災ベッド等）を活用する住まい方による耐震対策が考えられるが、いずれの場合にも耐震措置と併せて「家具の転倒防止」工事を行うことが必須である。

茶の間のテレビや茶箆筒、寝室の衣類タンス等の固定を施すことで家具の転倒による災害から人命を守り、加えて家具が転倒しないことで家屋が倒壊してもわずかな隙間空間を確保することが可能である。

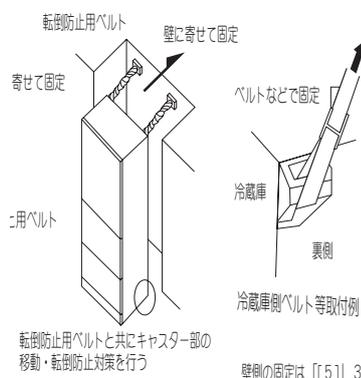
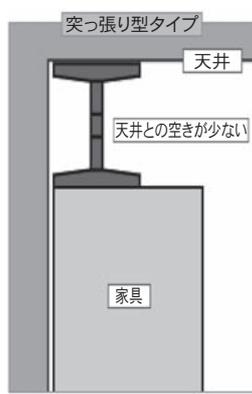
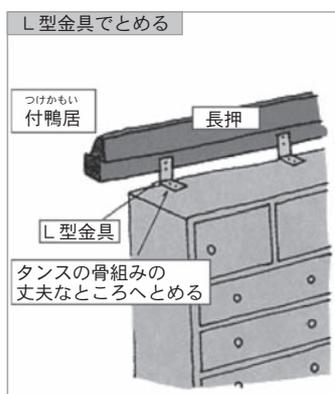
住宅全体の耐震化につながらない部分補強の考え方が、「人命を守る」という大前提から、実現性が高く実施に向けて取組やすい方法を示すことが重要である。



「一般向け防災ベッド」

1階で就寝中に地震に襲われて住宅が倒壊しても、安全な空間を確保でき、命を守ることができることを目標として開発したベッドで「しずおか技術コンクール」の防災器具部門アイデアの部で最優秀賞を受賞した作品をベースに開発。10トンまでは耐えられる。

耐震ベッド（防災ベッド）



家具の転倒防止

（出典：静岡耐震ナビ、家具転倒防止手引き）

木造住宅耐震改修マニュアル 作成委員会名簿

(社)山形県建築設計事務所協会	常務理事	藤原	薫
山形県建設労働組合連合会	書記長	吉田	吉助
酒田市建設部建築課	課長補佐	梅津	良雄
村山市建設課	建築主査	柴田	敏
山形県村山総合支庁建築課	主査	伊藤	裕一
山形県土木部建築住宅課	建築専門員	澁谷	一(事務局)
	主査	古澤	徹(事務局)

山形県木造住宅耐震改修マニュアル

2007年12月

監修 山形県住宅・建築物地震対策推進協議会

発行 山形県土木部建築住宅課