

平成18年度 農林水産省補助事業
住宅資材総合防災対策事業

中山間地域における既存木造住宅の 耐震性向上のための技術的検討

平成19年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

ま え が き

近年、大規模な震災の発生や木造住宅の地震に対する脆弱性の指摘等により、安全・安心な木造住宅を求める声が急速に高まっているが、一方では築後数十年経過している木造住宅の相当な部分は基礎や構造の形式等から耐震性が問題視されている。このため、本事業では、中山間地域に存在する既存の木造住宅を対象として木材・木質材料及び木組による簡易な耐震補強の技術的検討を行い、安全・安心して住める木造住宅としての技術情報を提供することを目的としている。

3ヵ年事業の初年度となる平成17年度は、中山間地域における既存木造住宅の耐震補強技術に関する調査を、行政広報資料を含む文献調査や学識者・実務者を対象とした有識者へのヒアリングにより実施し、耐震診断・補強の現状把握及び基本情報の収集を行った。

2年目となる平成18年度は、中山間地域における既存木造住宅の耐震補強技術の詳細調査及び耐震性向上のための技術的検討を行い、本報告書に取り纏めた。

なお、来年度は林野庁補助事業の内容が見直されることから、本事業は平成18年度を持って終了することとなったが、今回得られた実用的な耐震改修についての知見については、来年度以降において普及レリーフ等で、広く技術普及を行っていきたい。

なお、本事業の推進に際しては学識者や関連産業の識者で構成する委員会において検討を進めてきた。ご多忙の中、ご協力いただいた委員各位のご尽力に対して厚くお礼を申し上げます。

平成19年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

理 事 長 岸 純 夫

中山間地域における既存住宅の耐震補強工法技術調査・開発事業委員会

(敬称略・順不同)

委員長	安藤 直人	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
委員	小野 泰	ものづくり大学 建設技能工芸科 助教授
	原田 真樹	(独) 森林総合研究所 構造利用研究領域 材料接合研究室 主任研究官
	平野 茂	(株) 一条工務店 特建設計部 次長
	山辺 豊彦	(有) 山辺構造設計事務所 所長
オブザーバー	大倉 靖彦	(株) アルセッド建築研究所 取締役副所長
	山口 克己	(株) アルセッド建築研究所
事務局	西村 勝美	(財) 日本住宅・木材技術センター 常務理事 兼 研究開発部長 (H18. 4～H18. 8)
	小柳 好弘	(財) 日本住宅・木材技術センター 常務理事 兼 研究開発部長 (H18. 8～H19. 3)
	鷺海 四郎	(財) 日本住宅・木材技術センター 構造試験室長 兼 材料性能試験室長
”	長谷川雅之	” 研究開発部 主任研究員

キーワード

中山間地域、既存木造住宅、伝統構法、農家、民家、町家、開放型、改修費用、地元の材、日本建築防災協会、構造評点 0.7、構造評点 1.0、段階的改修、耐震、耐震補強、耐震改修、耐震診断、簡易診断、精密診断、一般診断、耐力診断、保有耐力、必要耐力、地震防災、リフォーム、アメニティ向上、厚板落とし込み、補助壁、斜め床板張り、厚板補強、耐震化支援、倒壊、木質系材料、貫、差し貫、筋交い、面材、構造用合板、厚板、添え板、

目次

まえがき

1. 中山間地域の現状特性の検討	1
1.1 既存木造住宅の特性	1
1.2 居住世帯の特性（改修についての意識）	1
1.3 地域における住宅の改修体制の特性	1
2. 耐震性の評価及び改修の考え方	1
2.1 耐震性評価の標準的なステップの整理	2
2.2 現状特性を踏まえた耐震性向上のための要件の検討	4
2.3 耐震性向上技術とその適用性の検討	5
2.4 改修計画及び工事の運用方法の検討	6
2.5 生命の安全に資する副次的措置の検討	8
2.6 他の改修との組合せの有効性について	8
3. 耐震性向上のための技術、工法の検討	9
3.1 軸組について	9
3.2 壁について	11
3.3 床について	15
3.4 耐震診断・改修に関する参考情報	17
4. プラン事例による改修計画の試行	19
4.1 事例1：続き間モデル その1（2階セットバックタイプ）	20
4.2 事例2：続き間モデル その2（総2階・吹抜けタイプ）	28
4.3 事例3：町家モデル	36
付録：手引きに関する検討	45

1. 中山間地域の現状特性の検討

中山間地域とは、平野の外縁部から山間地に至る地域を指し、国土面積の約70%を占め、総人口の約14%が居住していると報告されています。この地域は、高齢化や過疎化が著しく進行しており、生活基盤を整備し、地域の活性化に向けた多様な取り組みを行うことなどにより、定住化を促進し、地域社会として維持・発展させることが重要であると認識されています。（参考「平成13年度 食料・農業・農村の動向に関する年次報告」農業白書）

本章では、中山間地域における既存木造住宅の耐震性に関する課題を把握するために、既存木造住宅、居住世帯（住宅の改修についての意識）、地域における住宅の改修体制に関する現状の特性について、文献資料やヒアリング結果などを参考に、整理を行いました。

1.1 既存木造住宅の特性

中山間地域には、様々な年代の多様な工法による既存木造住宅が混在しています。その中には、骨太の柱や横架材を用い開放的な間取りの伝統的構法による民家の特徴に類似した、在来軸組工法による住宅が多く見られます。それらの住宅には以下のような特性があり、耐震上問題を有するものが少なくないと考えられます。

- ・開放型平面で耐力壁が少ない。
- ・屋根が重い。
- ・接合部は金物がなく慣習的な継手仕口が用いられている。
- ・柱・梁等の軸組は相応の太さを有する。
- ・屋根や外壁周りの劣化が著しいものが多い。

1.2 居住世帯の特性（住宅の改修についての意識）

中山間地域の世帯構成をみると、一般に高齢者世帯の割合が多く、単身老人世帯も少なくない傾向があります。こうした高齢者が中心となる世帯が住宅の改修を計画する場合、経済面での負担をできるだけ抑えたいとする要望が特に強いことが一般的であり、次のような意識のある人が多いと考えられます。

- ・いつ起きるかわからない地震に対する不安感、切実性は乏しい。
- ・高額な改修費用の負担は避けたい。
- ・転居が必要な改修工事は、費用や手間がかかるので回避したい。
- ・室内環境上の欠点（寒さ、暗さ、臭いなど）を解消させたい。
- ・改修結果が具体的に経済的利点（光熱費削減など）を伴うものとしたい。
- ・次世代に同居を促せるような改修としたい。

1.3 地域における住宅の改修体制の特性

中山間地域における既存木造住宅の改修体制については、材料の調達、改修前や改修後のサービスの容易性などの観点から、以下のような要望が一般に強いと考えられます。

- ・地元の工務店や大工には相談、依頼しやすく、安心感がある。
- ・改修後のメンテナンスが続くように、地元の大工による改修としたい。
- ・地元の大工の可能な手仕事を中心とし、大きな機械が不要な改修方法が望ましい。
- ・地域の工務店をリーダーとし、住民が手元として協力できる改修方法が望ましい。
- ・材料（特に木材）はいつでも入手しやすい地元の材料を使いたい。

2. 耐震性の評価及び改修の考え方

本検討における耐震性の評価は、(財)日本建築防災協会（以下「建防協」という。）が発行する「木造住宅の耐震診断と補強方法」（国土交通省住宅局建築指導課監修）に基づいています。

同書は、国土交通省により、建築物の耐震改修の促進に関する法律第3条に基づく「特定建築

物の耐震診断及び耐震改修に関する指針」(平成7年建設省告示第2089号)に準ずるものとして認定されています。

「木造住宅の耐震診断と補強方法」では、一般ユーザー向けの診断指針である「誰でもできるわが家の耐震診断」、建築技術者向けの「一般診断法」、構造設計者向けの「精密診断法」が用意されています。

2.1では、上記の診断法のうち本検討で適用している「一般診断法」の概要を説明します。

2.2以降では、1章で整理した中山間地域の特徴をもとに、当地域における既存木造住宅の耐震性を向上させるための診断、改修の考え方について提言を行います。

2.1 耐震性評価の標準的なステップの整理

1) 一般診断法の流れ

一般診断法は、耐震補強等の必要性の判定を目的としたもので、原則として非破壊による調査で分かる範囲の情報に基づくものと位置づけられています。

一般診断法を適用できる住宅は、壁を主な耐力要素とした住宅(在来軸組構法、枠組壁工法の住宅)及び主に伝統的構法を用いて建てられた住宅です。このうち前者の住宅の診断の流れを下図に示します。診断は、地盤・基礎と上部構造に分けて行います。(図2.1)(伝統的構法の住宅も下図と同様の流れで診断を行いますが、主要な柱の径が140mm以上であることが必須で、垂れ壁付き独立柱も耐力要素に見込むことができます。)

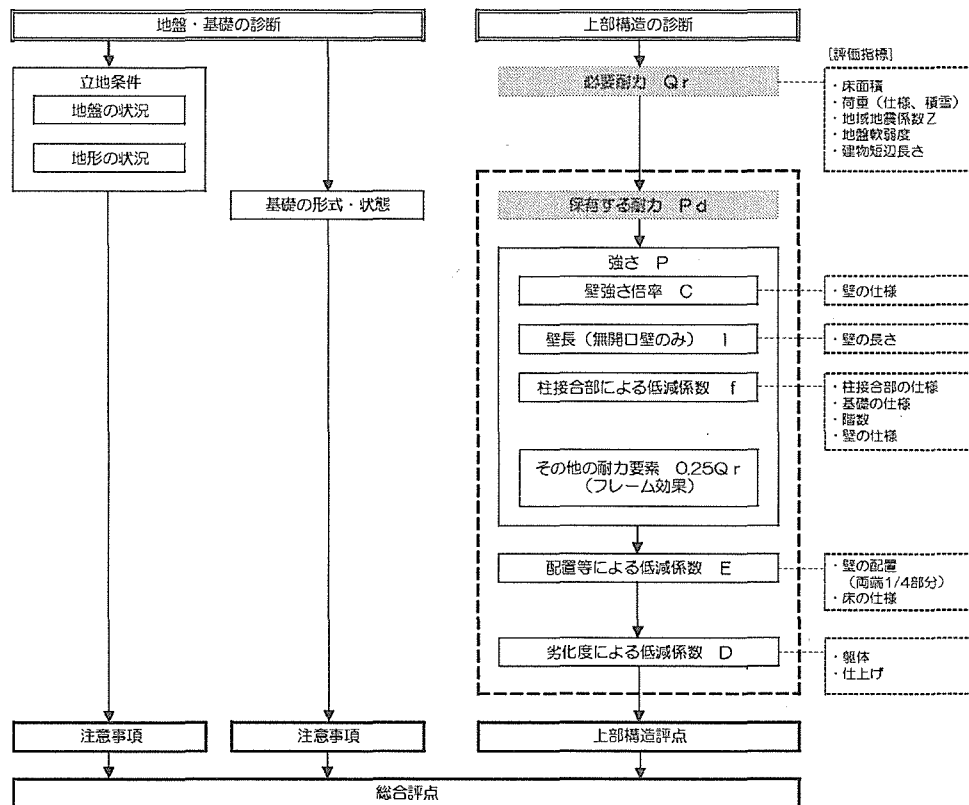


図 2.1 一般診断法の流れ(「木造住宅の耐震診断と補強方法」をもとに作成したもの)

2) 地盤・基礎の診断

現地調査(目視)により、地盤、地形、基礎の診断を行います。

①地盤

- ・地盤の良否を判定します。盛土、軟弱地盤などの地盤が悪い場合、地盤改良等の現状の対策

に応じて、必要によりユーザーに注意を促します。

②地形

- ・地形が平坦・普通か、がけ地・急斜面かを判定します。後者の場合、コンクリート擁壁等の現状の対策に応じて、必要によりユーザーに注意を促します。

③基礎

- ・基礎の形式及び状態から、必要によりユーザーに注意を促します。

3) 上部構造の診断

上部構造は、各階・各方向について、保有する耐力を必要耐力で除した値を「上部構造評点」とし、その最小値で評価します。評点を上げるためには、保有する耐力を大きくするか、必要耐力を小さくすることが必要になります。

$$\text{上部構造評点} = \text{保有する耐力 } P_d / \text{必要耐力 } Q_r$$

①必要耐力 Q_r

$$\text{必要耐力 } Q_r = \text{床面積} \times (\text{床面積あたりの必要耐力} + \text{積雪荷重}) \times \text{係数}$$

[床面積] [床面積あたりの必要耐力]

- ・床面積は住宅性能表示制度の基準をもとに算定することで、より適正な値となります。
- ・床面積あたりの必要耐力は、屋根の仕様、階数により定められています。

⇒ 重い仕様の屋根の場合、軽い仕様に変更することで、数値は下がります。

例) 2階建瓦屋根(重い仕様)の場合 → 1階: 1.06 (kN/m²)、2階: 0.53 (kN/m²)

2階建金属屋根(軽い仕様)の場合 → 1階: 0.83 (kN/m²)、2階: 0.37 (kN/m²)

[積雪荷重]

- ・多雪区域にあつては、最深積雪量×0.26 (kN/m²)を床面積当りの必要耐力に加算します。

[係数]

- ・建設地域、地盤、建物形状によって定められた以下の係数を掛け合わせます。

建設地域 → 地震地域係数 : 昭和55年建告第1793号による係数、0.9~1.0。

地盤 → 軟弱地盤割増係数: 軟弱地盤は1.5、その他は1.0。

建物形状 → 形状割増係数 : 短辺が4.0m未満の場合に適用。

1階は1.13、その他は1.0。

②保有する耐力 P_d

$$\text{保有する耐力 } P_d = P \times E \times D$$

P: 耐力壁の強さ

E: 耐力要素の配置等による低減係数

D: 劣化度による低減係数

[耐力壁の強さ P]

- ・次式により算定します。

$$\text{耐力壁の強さ } P = \Sigma (C \times l \times f) + 1/4 Q_r$$

C: 壁強さ倍率 (kN/m)

l: 壁量 (m)

f: 柱接合部低減倍率

[壁強さ倍率 C]

- ・壁(一部外装材も含む)の仕様によって定められています。

⇒ 既存壁を壁強さ倍率の高い仕様に変更することにより、数値は上がります。

例) 土塗り壁・塗厚 50 mm未満	→1.7 (kN/m)
筋かい木材 30×90・端部金物なし	→1.9 (kN/m)
筋かい木材 30×90・端部金物あり	→2.4 (kN/m)
筋かい木材 45×90・端部金物あり	→3.2 (kN/m)
木ずりを釘打ちした壁	→1.1 (kN/m)
構造用合板	→5.2 (kN/m)
モルタル塗り壁	→1.6 (kN/m)
(不明の場合は 1.96 (kN/m) を代用)	

[壁量 1]

- ・計算上耐力を見込むことができる仕様の壁の長さです。
- ⇒ 耐力壁を増設することにより、数値は上がります。

[柱接合部低減倍率 f]

- ・柱頭・柱脚接合部の種類、基礎の種類によって、当該階数、壁強さ倍率ごとに低減係数 (0.2 ~ 1.0) が定められています。
- ⇒ 柱頭・柱脚接合部を接合部倍率の高い仕様とする、また、基礎を健全な鉄筋コンクリート造とすることで、数値は上がります。

例) 接合部の仕様 I (平 12 建告 1460 号に適合する仕様)、基礎の仕様 II (無筋コンクリートの布基礎) の場合における 2 階建の 1 階 / 2 階の低減係数

壁強さ倍率 2.5 (kN/m) 未満	→低減係数 1.0 / 0.85
壁強さ倍率 2.5 以上 4.0 (kN/m) 未満	→低減係数 0.9 / 0.7
壁強さ倍率 4.0 以上 6.0 (kN/m) 未満	→低減係数 0.85 / 0.6

[耐力要素の配置等による低減係数 E]

- ・壁配置の 4 分割法による充足率 (偏心の程度)、床の仕様に応じて、低減係数 (0.3 ~ 1.0) が定められています。
- ⇒ 偏心を小さくすること、剛性の高い床仕様とすることで、数値は上がります。

例) 床仕様が荒板 (火打ちなし) の場合

偏心が著しい場合 (偏心率 0.3 以上)	→低減係数 0.3
偏心率 0.3 以下 (1/4 分割法の充足率 0.66 以上)	→低減係数 1.0

[劣化度による低減係数 D]

- ・軸組・床組等の躯体、屋根・外壁・内壁仕上げ、床面の状態、基礎など、構造耐力に影響を及ぼすことが推測される部位の劣化事象の有無により、低減係数 (0.7 ~ 1.0) が定められています。
- ⇒ 劣化が著しい部位を補修又は交換することで、数値は上がります。

③上部構造評点

- ・上部構造評点は次式により算定します。

$$\text{上部構造評点} = \text{保有する耐力 } P_d / \text{必要耐力 } Q_r$$

- ・各階、各方向の最小値が建物の上部構造評点となり、以下のように判定されます。

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

注) 倒壊等の判定基準 : 極めて稀に数百年に一度程度) 発生する地震に対しての基準

2.2 現状特性を踏まえた耐震性向上のための要件の検討

1章で整理した中山間地域の現状特性を踏まえ、既存木造住宅の耐震性向上のための要件について検討を行いました。下表の右欄に掲げる5つの要件に基づく取り組みが、中山間地域における既存木造住宅の耐震性向上を進める上で重要と考えられます。(表2.1)

表 2.1 中山間地域の現状特性と耐震改修の要件

中山間地域の現状特性	耐震性向上のための要件	
<p>1 既存木造住宅の特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 開放型平面で耐力壁が少ない ● 屋根が重い ● 接合部は金物がなく慣習的な継手仕口が用いられている ● 柱・梁等の軸組は相応の太さを有する ● 屋根や外壁周りの劣化が著しいものが多い 	<p>① 「倒壊する可能性が高い」現状のレベル（評点0.7未満）から、一挙に「一応倒壊しない」レベル（評点1.0以上）にアップさせることは、工事規模、費用の点で現実性が低いケースが多い</p> <p>② できることから着手し、耐震性能を向上させることが現実的である</p> <p>③ 住宅の耐久性向上の観点から、屋根や外壁の改修の必要性が高い</p>	<p>[1] 段階的改修</p> <p>[2] 屋根・外壁など外廻りからの改修</p>
<p>2 居住世帯の特性 (住宅の改修についての意識)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● いつ起きるか分からない地震に対する不安感、切実性は乏しい ● 高額な改修費用の負担は避けたい ● 転居が必要な改修工事は費用がかさむので回避したい ● 室内環境上の欠点（寒さ、暗さ、臭いなど）を解消させたい ● 改修結果が具体的に経済的利点（光熱費削減など）を伴うものとしたい ● 次世代に同居を促せるような改修としたい 	<p>④ 最小限の費用で生命の安全を担保できるような措置が第一に望まれる</p> <p>⑤ 外側からの改修で済ませられることが望まれる</p> <p>⑥ 内部の改修は必要最少限とすることが望まれる</p> <p>⑦ 居住性、快適性を向上する断熱改修との同時改修が有効である</p> <p>⑧ 他の改修との同時工事による効率よい費用を節約できる工事が望まれる</p> <p>⑨ アメニティ向上の台所、水廻り等のリフォーム工事との同時改修が有効</p>	<p>[3] 最小限の費用による改修</p> <p>[4] 他の改修工事とのセットによる改修</p>
<p>3 地域における住宅の改修体制の特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地元の工務店や大工には相談、依頼しやすく、安心感がある ● 改修後のメンテナンスが続くように、地元の大工による改修としたい ● 地元の大工の可能な手仕事を中心とし、大きな機械が不要な改修方法が望ましい ● 地域の大工をリーダーとし、住民が手元として協力できる改修方法が望ましい ● 材料（特に木材）はいつでも入手しやすい地元の使用材料を使いたい 	<p>⑩ 地元の住宅の面倒をみている大工の技術でできる改修が望まれる</p> <p>⑪ 改修後も面倒をみってくれる地元の大工、工務店による改修が望まれる</p> <p>⑫ コスト縮減の観点から地元で手に入る材料を用いた改修が有効である</p>	<p>[5] 地元の材、大工の手による改修</p>

2.3 耐震性向上技術とその適用性の検討

既存木造住宅の耐震性を向上させるためには、①基礎の補強、②壁の設置（耐力壁の増設又は強化）、③接合部の補強、④床の剛性強化、⑤劣化部位の修繕及び⑥荷重の軽減化の6つが重要な対策であると考えられます。これらの対策の適用の優位性（適用性）は、地盤、基礎、上部構造などの状況に応じて変わり一律ではありませんが、ここでは適用性を対策の講じやすさ（実現性）と対策を講じた場合の効果の程度（有効性）から2つの段階で評価しました。（表2.2）

表 2.2 耐震性向上技術とその適用性

耐震性向上技術	適用性 (実現性・有効性)		技術の適用例	
	段階 1	段階 2		
① 基礎の補強	○	◎	切り盛り造成地、埋め立て地などの地盤が著しく軟弱で、無筋コンクリート基礎のケースなど、基礎の破断のおそれがある場合に、鉄筋コンクリート造基礎を抱き合わせるなどの補強を行う。	
② 壁の設置 (耐力壁の 増設・強化)	1) 偏心の防止	◎	—	偏心が著しい場合、偏心率が0.3以下となるように耐力壁を部分的に増設する。特に1階部分に偏心が生じているケースが多いと想定される。
	2) 耐力壁の増設	○	◎	耐力壁が不足している場合、耐力壁を増設する、または、既存壁を耐力の高い仕様に変更する。
③ 接合部の補強	1) 外周梁の補強	◎	—	外周梁の継手に腰掛け継ぎ、台持ち継ぎなどの耐力の低い継手が使われている場合、外周梁に生じる引張力に抵抗するために、ボルト等の接合金物で補強を行う。あるいは、鉄筋棒や鉄筋ブレースによる補強を講じる。
	2) 耐力壁構面の柱・梁の補強	○	◎	耐力壁構面上の柱接合部、梁の継手は応力が集中するため、①と同様に、接合金物等で補強を行う。
④ 床の剛性強化	○	◎	床区画の耐力壁線間距離が2間を超える程度に大きい場合、既存床を水平剛性の高い仕様に変更する。	
⑤ 劣化部位の修繕	◎	○	屋根、外壁、内壁、床などに明らかな劣化事象がみられる場合、当該部位の材料等を補修又は交換する。	
⑥ 荷重の軽減化	○	○	瓦葺き屋根の場合、金属板葺きに交換するなど荷重の軽減化をはかる。	

2.4 改修計画及び工事の運用方法の検討

既存木造住宅の耐震性向上の重要性は広く認識されており、診断や改修の費用の一部を助成するなど行政による支援策も講じられています（3.4 参照）が、耐震診断や改修を実際に行う人はあまり増加していない実態があります。それは評点 1.0 以上の基準強度を要件にすると、改修内容が広範で多岐に及び、その結果費用がかさんで改修を断念する人が多いことが理由であるとの指摘もあります。

こうした状況に鑑み、本検討においては、中山間地域における既存木造住宅の耐震性向上を推進するために、基準強度（評点 1.0 以上）を満たす改修計画を作成した上で、状況によっては、

耐震改修の第一段階として基準強度に満たない改修工事を行う方法をユーザーが選択できる、段階的な運用方法が現実的かつ実効的であると考えます。但し、基準強度に満たない改修工事を行う場合、住宅の住まい手や所有者等に対し、建築実務者が大規模地震の際に「倒壊する可能性がある」水準の安全性であることの必要十分な説明を行い、十分な理解と了解を得ることが不可欠といえます。

また、その方法の実効性を理解し補助金等の助成を行う自治体においては、担当責任者がその考え方、内容及び耐震改修途中段階の不完全性を十分に理解・認識し、あくまでも本格的な耐震改修を前提とした現実に合わせた次善の策である事を、住宅の住まい手や所有者等に知らしめて了解を得る努力と、建築実務者の指導を徹底する必要があります。

1) 改修工事の段階的運用のイメージ

①第1段階の改修工事（簡易な改修）

- ・ 現況の評点が 0.7 未満の建築物について、評点を 0.7 以上 1.0 未満とする改修。「倒壊する可能性が高い」建物から「倒壊する可能性がある」建物へのランクアップを目指します。
- ・ このランクでは、数百年に一度程度発生する大地震に対して倒壊する可能性はあるものの、従前の評点 0.7 未満の住宅のまま放置する場合に比して、倒壊を遅延する等避難難安全性は向上し、生命の保全の可能性はかなり高まるものと考えられます。しかし、住宅が倒壊しないことを検証できていないレベルであることを十分認識すべきです。
- ・ 改修工事の内容としては、有効性や実現性に鑑み、偏心の防止、外周梁の補強、劣化部位の修繕などが効果的と考えられます。

②第2段階の改修工事（基準強度を満たす改修）

- ・ 評点が 1.0 未満の建築物について、評点を 1.0 以上とする改修。「一応倒壊しない」建物へのランクアップを目指します。
- ・ 改修工事の内容としては、耐力壁の増設、耐力壁構面の柱・梁の補強、床の剛性強化、基礎の補強などが考えられます。

以上の段階的運用の考え方を図示します。（図 2.2）

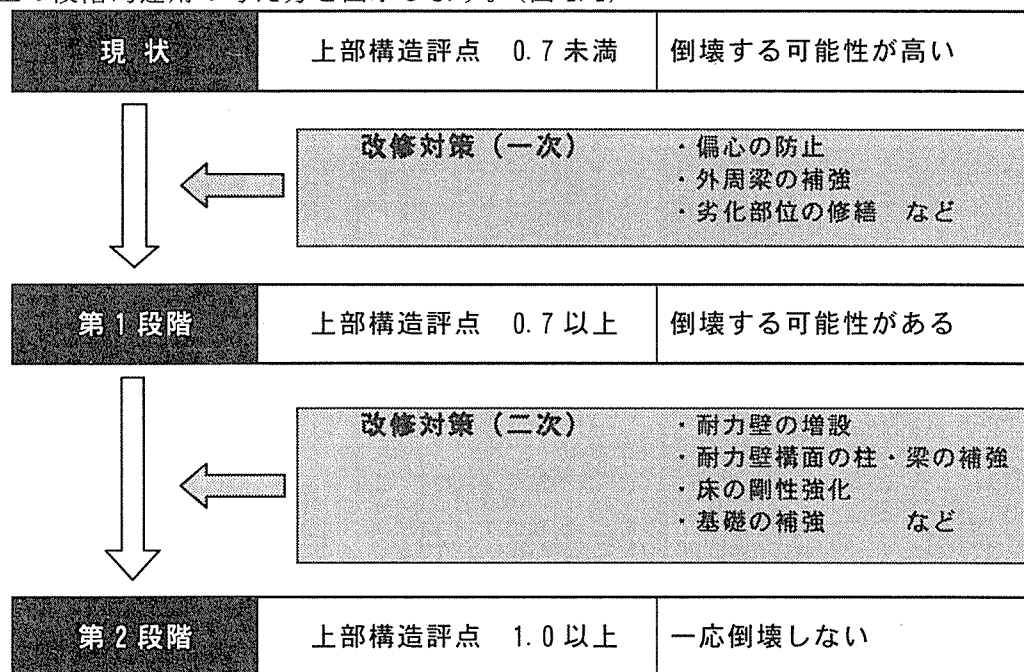


図 2.2 改修工事の段階的運用のイメージ

2) 改修工事の段階的運用が望まれる理由と背景

①ニーズへの対応

・高齢者世帯の多い中山間地域では、できるだけ少ない費用で耐震性を改善できる対策が求められています。一方、中山間地域の既存木造住宅には、老朽化が進んでいるもの、構造計画耐震性への配慮が不足しているもの、無計画な増築を行ったものなど、評点が極めて低いもの(0.3~0.4程度)が多いと想定されます。こうした評点が低い建築物の評点を1.0以上とする改修工事には、費用が多大にかかることが予想されます。このため、第1段階においては「倒壊する可能性がある」レベルであっても、少ない工事費で、改善前に比べて耐震性が改善される工事を行うことが、ニーズに対応する現実性の高い方法と考えられます。

②自治体による支援策の動向

・自治体による耐震診断や改修に対する助成事業は拡充していく動向がみられます。
・住宅・建築物耐震改修等事業においては、一般に評点1.0以上の基準強度を満たすことが助成要件として定められています。
・これに対し、最近、地域住宅交付金の提案事業として、自治体が独自に助成要件、助成率を定めて助成を行う事業が実施されています。この事業においては、自治体の判断によって、評点が1.0の基準強度に満たない改修工事についても助成要件として認めているケースがあります。

③既存不適格建築物に係る規制合理化の適用

・平成17年6月1日、「建築物の安全性及び市街地の防災機能の確保等を図るための建築基準法等の一部を改正する法律」が施行され、既存不適格建築物に係る規制の合理化の観点から、建築基準法第86条の8の規定により、建築基準法に適合させる全体計画とすることを前提として、現実的に実施可能な段階的耐震改修工事が認められています。既存不適格の木造住宅を一気に適法に改修することが難しいやむを得ない状況があるときは、適法にするための段階的な改修が可能となっています。

2.5 生命の安全に資する副次的措置の検討

評点が1.0未満の改修工事を行う際には、生命の危険を伴う倒壊が起こる可能性を低くし、倒壊の遅延、避難時間や避難経路の確保を可能とする等の副次的な措置を耐震改修と合わせて行うことが有効と考えられます。詳細な検討は今後の課題ですが、例えば、鉛直力を負担でき、建物の変形を許容しうる木板などの仕様の壁を補助的に設置して一室の安全性を高め、生命の安全の可能性を格段に高めることなどが考えられます。この場合、接地階にあり、2階が載っていない居室、外面する角部屋の居室などの避難が容易な特定の一室が対象になると想定されます。

2.6 他の改修との組合せの有効性について

断熱改修、内装の交換、台所や水回りの設備更新(アメニティ向上)などの要望がある場合に、ユーザーに対し耐震性向上のための改修を奨めることで、工事費の負担を軽減でき、実施しやすくなるケースがあると考えられます。

いつ襲ってくるか判らない地震に対する備えだけの耐震改修は、中山間地域の高齢世帯等の居住者には現実感が乏しいため、居住者にとって改修の効果が実感できる他の改修と組み合わせることで、耐震改修の動機付けをより強いものとする可能性があります。

温熱環境の快適性を向上し、光熱費の縮減効果を実感できる断熱改修や、生活の快適性、利便性や効率を向上させる内装や設備の改修と合わせて行うことが有効です。

また、これを若い世帯の同居やUターンの促進のみならず、都会のリタイヤ世帯の中山間地域への定住促進につなげれば、地域や高齢者世帯の活性化につながる有効な手段となることも可能と考えられます。以上の考え方をまとめると、次ページの図2.3のようになります。

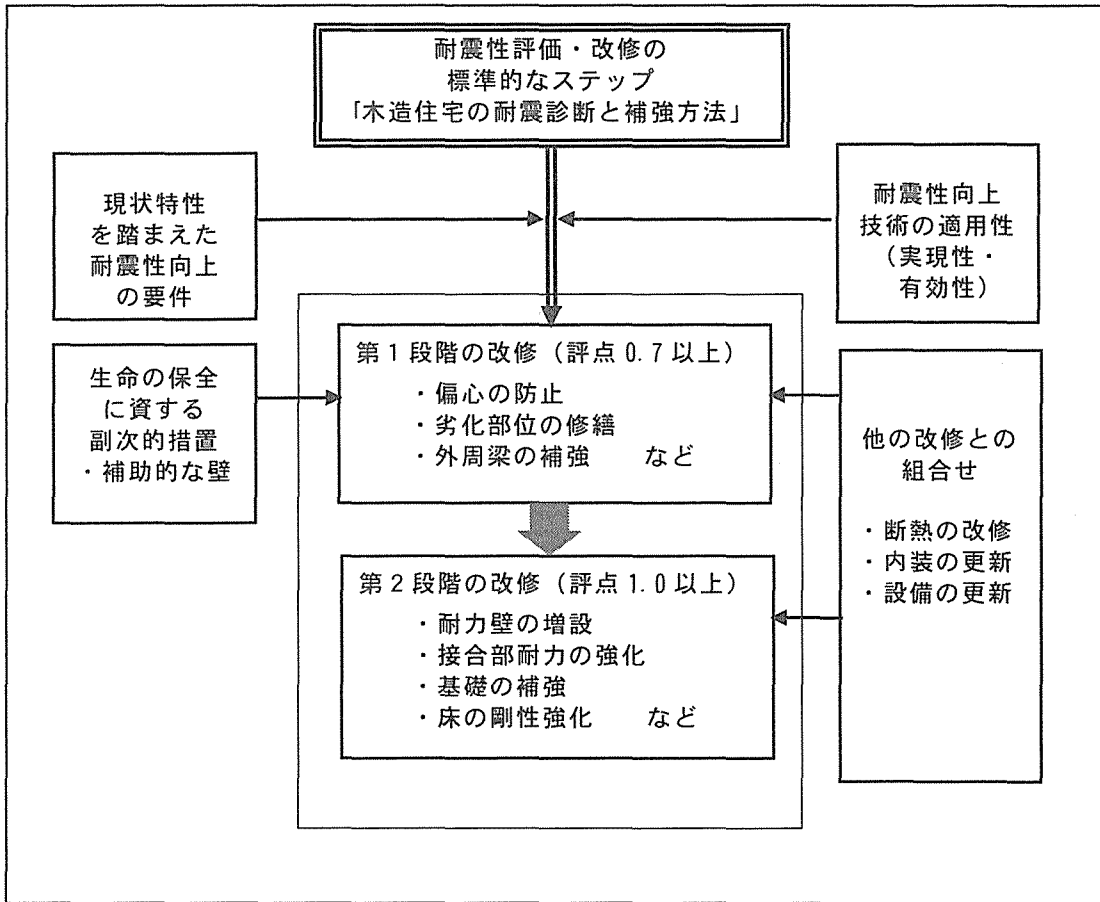


図 2.3 中山間地域における既存木造住宅の耐震性向上の考え

3. 耐震性向上のための技術、工法の検討

既存木造住宅の耐震性向上のための技術には、2.3で説明した通り、様々な部位が関連します。

本章では、これらのうち木材や木質材料に関連する軸組、壁及び床を改修する際の、改修部位や工法の選定方法、補強工法・仕様等について検討・整理を行います。

建防協の診断法を用いて評価できる既存の補強工法には、建防協が発行する「木造住宅の耐震診断と補強方法」に記載の一般的な工法、自治体の補助対象工法などがあります。これら既存の補強工法の照会先等に関する情報を併せて整理します。

3.1 軸組について

1) 劣化度、構造方法等の確認

① 全般的な健全度の確認

・柱、土台、梁、桁などの構造耐力上主要な軸材の健全度を確認することが、耐震性の向上を検討する上で基本となります。露出している部分、床下や小屋裏から目視できる部分については、全般的に点検を行うことが大切です。

・目視が困難な部位についてもできるだけ非破壊による検査を行うことが望ましいですが、表面材や周囲の状態などから内部や隠蔽された部分において劣化の進行が疑われる場合は、専門会社等に相談し、必要に応じて当該部位の詳細調査を行うことが奨められます。

② 改修対象部位の詳細調査

・改修する壁の下地となる軸組が劣化している場合、当該軸組を補修しないで改修工事を行っても、改修による耐震性向上の効果は見込めません。既存壁を撤去した際に十分な調査を行い、軸組に劣化等が認められる場合には補修・交換等の対策を講じる必要があります。

③独立柱の折損のおそれの確認

・独立柱で径が小さく、かつ、柱に接する小壁のせいが大きい場合などは、柱が曲げに抵抗できず折損するおそれが高いといえます。例えば、続き間の隅部に立つ独立柱、町家型住宅の梁間方向の両端の柱などは、構造的に弱点になる場合があります、確認が必要です。

④柱・梁の接合状態の確認

・柱と梁等の仕口の接合状態が十分でない場合、外力によって梁等が外れて落下するおそれがあり、確認が必要です。

⑤外周梁の接合方法の確認

・建物の外周部を構成する梁等に、耐力の低い継手（腰掛鎌継ぎ、台持ち継ぎなど）が使われている場合、梁等に生じる引張力等の応力に対し十分に抵抗できないおそれがあり、補強措置が必要になります。こうした継手の使用部位を確認することが重要です。

・2階建ての建物の下屋の付け根にある軸組の接合部についても同様です。

2) 補強工法・仕様等

①腐朽・蟻害等への対応

・腐朽・蟻害等の劣化被害を生じている土台、柱、筋かい、小屋組み材等については、劣化度に応じた補修、補強、取替え等が必要になります。

[局部的な補修]

・腐朽・蟻害等の範囲が限定的で、劣化の程度が軽い場合には、局部的なはぎ木、添え木等の部分補修により対応します。緩みや隙間のないように施工します。

[部材の交換等]

・腐朽・蟻害等の範囲や劣化の程度によっては、根継ぎ等により部材を一部交換するかまたは部材の全体交換をすることが必要になる場合があります。この場合、既設の健全な部材との接合を適切に行い、力を確実に伝達させることが大切です。(図 3. 1)

・部材の交換には、後施工が可能な接合金物（柱脚金物、梁受け金物など）を用いるなどの工夫が必要です。

・部材の全体交換する場合には、既設の健全な部材等に損傷が生じないように、ジャッキアップ等による仮設の措置が必要となります。

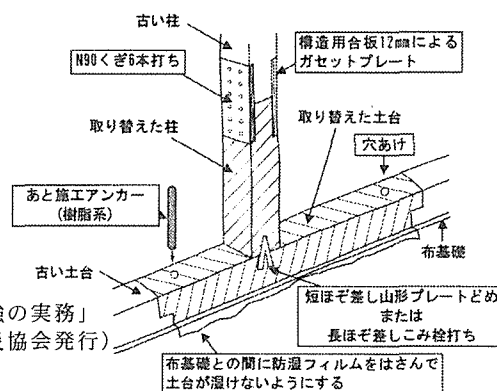


図 3.1 劣化した部材の取替えの例

②構造的な弱点の補強

・構造的に弱点となるおそれのある独立柱、梁等の接合部については補強等が必要です。

[添え柱の付加]

・折損等のおそれのある既設柱の補強に適用できる工法です。既設柱に沿わせて添え柱を立て、土台と梁に緊結するとともに、既設柱にボルト等で接合する工法が一般的と考えられます。

・添え柱の位置は、折損等の抑え効果のある位置で、土台・梁等との取り合いを考慮して決定して下さい。

・梁が柱から外れ落下するのを防ぐ場合などにも適用可能な工法です。

[外周梁の継手の緊結]

・外周部の梁・胴差等の継手が、腰掛鎌継ぎ、台持ち継ぎなど耐力が低い接合方法の場合に、ひら金物、羽子板ボルト、引きボルト等の接合金物により補強を行います。

・外周梁を補強するためには、鉄筋棒、鉄筋ブレースなどを用いる工法も考えられます。

3.2 壁について

1) 改修部位や工法の選定方法

①壁の仕様

- ・壁強さ倍率が小さいほど、負担する水平力が小さいため、保有する耐力の算定に用いる柱接合部による低減係数は有利になります。このため、改修後の壁の仕様は、壁強さ倍率について大き過ぎないものを選定しバランスよく配置することが有効と考えられます。
- ・柱接合部による低減係数は、壁強さ倍率 2.5 (kN/m) 未満、4.0 未満、6.0 未満、6.0 以上の 4 区分で段階的に決められています。これらの数値に注意して、既存の建物に適用でき、効果を得やすい壁強さ倍率の壁を選定することが大切です。

②改修壁の位置

- ・外壁を対象とした場合、主に外部から工事を行うことができ、内装材や造作材に係る工事範囲を極力抑えられます。また、部分的な範囲であれば転居を必要とせず、また、家具の移動を最小限で済ませることが出来ます。こうした点から、一般に内壁よりも外壁を先ず改修対象として考えることが有効です。
- ・内壁を対象に改修を行う場合、座敷や和室廻りの壁を対象とすることは、使用材料のグレードが高いことや、取合い部の天井、床等の改修に手間を要することがあるため、できるだけ避けることが望まれます。
- ・2 階建ての場合、2 階外壁の改修は足場を設置することが一般的です。他の改修工事で足場を設置することがない限り、2 階外壁の改修は対象としないことが費用面で優位になると考えられます。

③既存壁の利用

- ・壁の改修には、改修前に開口部や建具等の部分に壁を追加する方法、既存壁を耐力の高い仕様の壁に改変する方法の 2 種類があります。前者の場合は、一般的に柱の新設等関連する工事が増え、かつ、採光や通風といった居住性にも影響を及ぼしますので、後者の既存壁を利用した改修が奨められます。

④劣化部位の修繕による改修

- ・外壁や内壁の仕上げ材等に著しい劣化が生じており修繕を必要とする場合、下地部分の耐力要素となる壁についても併せて改修を行うことが効率的です。

2) 補強工法・仕様等

①既存の補強工法

- ・建防協の診断法で評価できる既存の壁補強工法には、「木造住宅の耐震診断と補強方法」に記載の一般的な工法、自治体の補助対象工法などがあります。

[一般的な工法]

- ・壁の主な種類は、以下の通りです（括弧内は壁強さ倍率を示す）。このうち、代表的な筋かい及び構造用合板については下図のような納まり例となります（図 3.2）

- a) 土塗り壁 (1.7~3.5 kN/m)
- b) 筋かい木材 (1.6~4.8 kN/m)
- c) 筋かい鉄筋 (3.9 kN/m)
- d) 木ずり釘打ち (1.1 kN/m)
- e) 石膏ボード張り (1.2 kN/m)
- f) 構造用合板張り (5.2 kN/m、胴縁仕様では 3.0 kN/m)
- g) モルタル塗り (1.6 kN/m)
- h) 窯業系サイディング張り (1.7 kN/m)

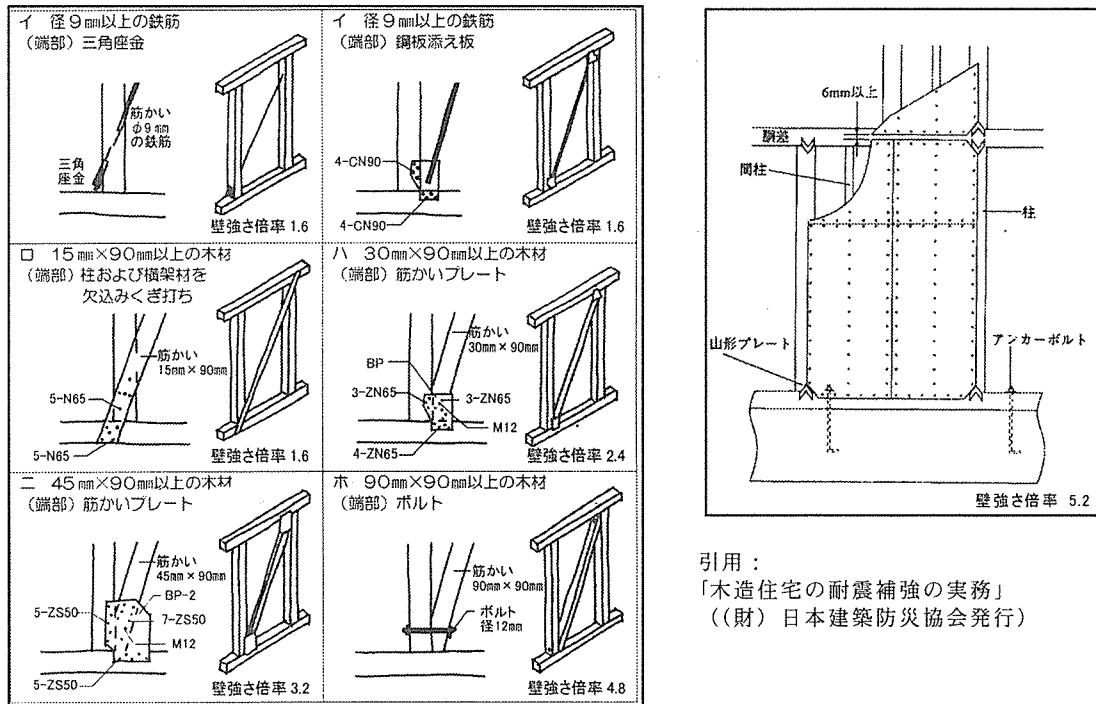


図 3.2 筋かい及び構造用合板による補強工法の例

[自治体が選定した補助対象工法]

自治体において助成対象の補強工法・技術を認定するなどの取り組みが進められています。これらの工法には、木材や木質材料のほかに金属やFRP板など多様な材料によるものがみられます。3.4でおもな自治体のホームページ等を紹介します。

②提案工法

・本検討では、木材、木質材料を用いた補強壁の提案を行います。耐力の定量的な評価については、伝統工法の土塗り壁や落とし込み板壁等でも壁強さ倍率が認められるようになってきており、今後検討すべき課題と考えます。

[厚板落とし込みによる補助壁]

・2.5で説明した補助的な壁として想定しています。

・粘りをもち変形に追随しながら鉛直力を支えて、住宅の倒壊を遅延させ、避難の時間や経路を確保するのに有効な壁体として、厚さ30mm程度の厚板を落とし込む方法が考えられます。新築時には柱を溝欠きして上方より落とし込む工法が一般的ですが、既存住宅では柱への溝欠き、上方からの落とし込みが困難であり、柱との取合い部や留め付け方法に工夫が必要です。また、構造用合板や石膏ボード等の面材と併用することも考えられます。

・パネル化による合理化した工法への展開も考えられます。

・今回、次のバリエーションを提案します(図3.3)。

- a) 溝付きフレーム先付枠タイプ
- b) 受材・合板補強枠タイプ
- c) 受材+合板ベタ張りタイプ
- d) 溝付き添え柱枠タイプ

[貫を用いた壁]

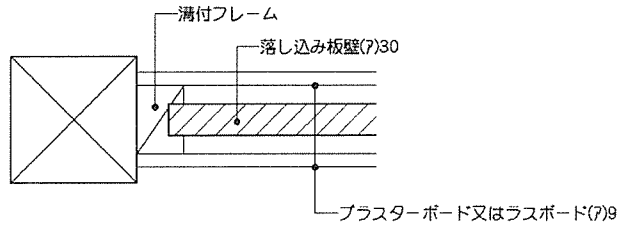
・貫工法は、土塗り壁と併用して既存木造住宅に比較的多く使用されており、粘りのある変形追従型の耐力要素と言えます。改修時の壁要素として、既設柱への貫穴加工の施工法に関する課題はありますが、各地域の大工の技術で対応しやすい工法と考えられます。

・貫単体によるタイプ、貫と厚板などを併用するタイプが考えられ、今回、次のバリエーション

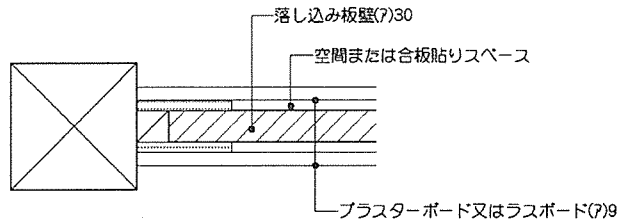
を提案します（図 3.4）。また、石膏ボード等の面材との併用も考えられます。

- a) 差し貫タイプ
- b) 差し貫+厚板併用タイプ
- c) 突付け貫+添え板併用タイプ

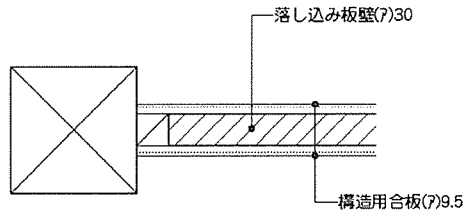
a) 溝付フレーム先付枠タイプ



b) 受材・合板補強枠タイプ



c) 受け材+合板ベタ貼りタイプ



d) 溝付添え柱枠タイプ

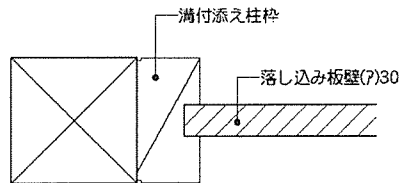
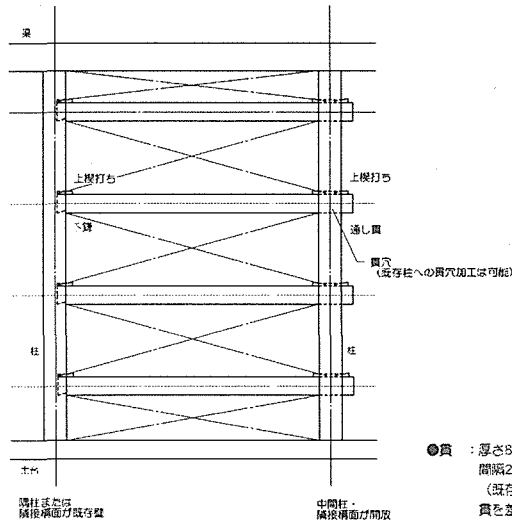


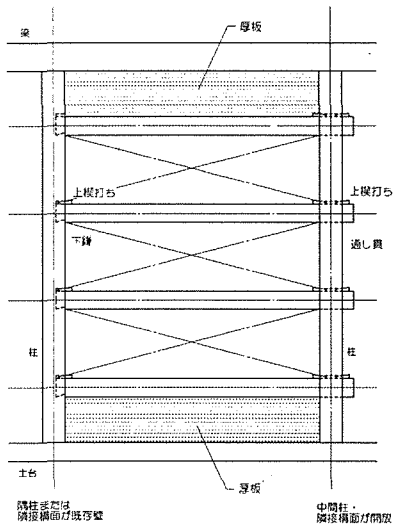
図 3.3 厚板落とし込みによる補助壁のイメージ

a) 差し貫タイプ



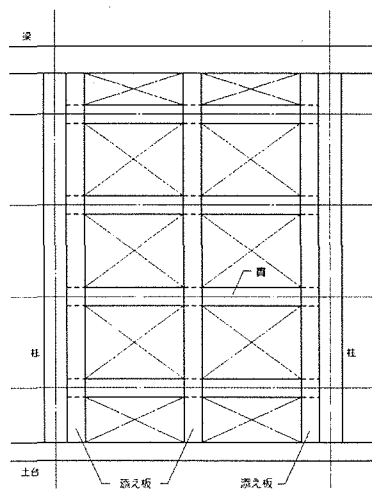
- 貫 : 厚さ8分~1寸、幅4寸程度
間隔2尺以下
(既存柱に貫穴をあけ、
貫を差し込み・横打ち)

b) 差し貫+厚板併用タイプ



- 厚板 : 厚さ1寸、幅1尺~1尺5寸程度
(柱・板素材・貫との仕口
要検討・しゃくりる危険)
- 貫 : 厚さ8分~1寸、幅4寸程度
間隔2尺以下
(既存柱に貫穴をあけ、
貫を差し込み・横打ち)

c) 突付け貫+添え板併用タイプ



- 貫 : 厚さ8分~1寸、幅4寸程度
間隔2尺以下
(既存柱に突付け)
- 添え板 : 厚さ1寸、幅4寸~5寸程度
(貫の両面から挟み込み)

図 3.4 貫を用いた壁のイメージ

3.3 床について

1) 改修部位や工法の選定方法

①床の仕様

・建防協の耐震診断法では、耐力要素の配置等による低減係数（E）を耐力要素の配置及び床仕様の組合せで評価しています。このうち床仕様は、「火打ちなし」「火打ち＋荒板」「合板」の3種類に分けられており、偏心が大きい場合には、剛性が高い仕様ほど低減率が小さく有利になります。但し、偏心率が0.3以下（1/4分割法による充足率が各階・各方向とも0.66以上）の場合には、いずれの床仕様でも低減係数は1.0となります。

・偏心率が0.3以上（1/4分割法による充足率が0.65以下）の場合で、かつ、床の剛性が低い火打ちなし、火打ち＋荒板相当の仕様の場合には、合板相当以上の剛性を有する床仕様に変更する方法が考えられます。この場合、構造用合板張りのほか、品確法告示平13第1347号第5の1「構造の安定に関する事」の基準によれば、負担面積が小さい（2.5㎡程度以下）床区画内に木製または鋼製の火打ち材を設置することが妥当と考えられます。

②水平構面の改修が必要な場合の例

床の水平剛性を高めるための改修は、一般に次の場合に必要になると考えられます。

・ひとつの床区画を構成する耐力壁等で囲まれた部分の面積が大きく、特に耐力壁線間距離が2間（3.6m）を超えるような場合。

・大きな吹抜け空間がある場合や、ピロティまたはオーバーハングの部分。

・上述したように、偏心が大きき、かつ、既設の床の剛性が低い場合。

③条件に応じた改修方法の選択

・床の改修には、以下のように既設の床を撤去する方法と撤去しない方法の両方が考えられます。既存の工法、家具の移動の可否など施工条件に応じて、適切な方法を検討することが大切です。

a) 床を撤去し、床面材を張り替える。

b) 床を撤去し、火打ち材または面材等を設置し、床を仕上げる。

c) 床を撤去しないで、既設の床上に床を増し張りする（床面段差が発生する）。

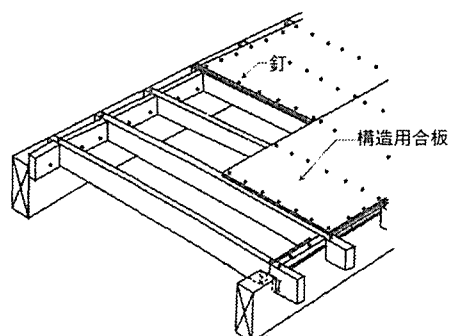
d) 床を撤去しないで、床下に火打ち材または面材等を追加する（下階からの施工となる）。

2) 補強工法・仕様

①既存の補強工法

・建防協の診断法では、1) ①で説明したように、床の下地を構造用合板等で補強するかまたは火打ち材を設ける方法が評価対象となります。（図3.5）

・この方法による場合、根太や梁等による床組の構成が適切でなければ、補強しても床の水平剛性が高まることにはなりませんので、床組の確認を行い必要に応じて補修等を行うようにして下さい。



引用：
「増改築相談員の基礎知識 2 増改築の計画」初版
（（財）住宅リフォーム・紛争処理支援センター）
および「耐震補強のポイントと事例」
（（財）日本建築防災協会編集・発行）

図 3.5 床面の構造用合板張りによる補強工法の例

②提案工法

・本検討では、木材、木質材料を用いた補強床の提案を行います。剛性の定量的な評価について

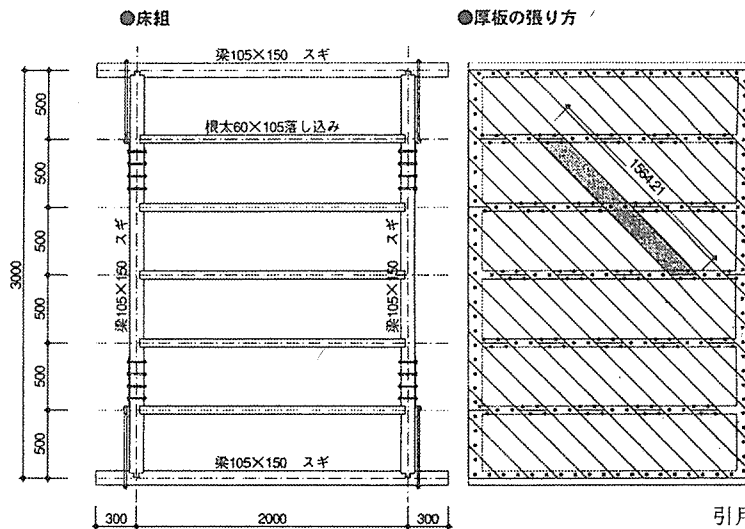
は、木材、木質材料を用いた補強壁の提案と同様に、今後の検討課題と考えます。

[斜め床板張り補強]

- ・床を張り替えるかまたは既設の床に増し張りする場合に、平面的にみて板材を斜め方向に張る工法です。一般に直方向に張るよりも剛性が上がります。
- ・使用する床材としては、厚さ 12 mm 程度の小幅板、厚さ 30 mm 程度の厚板などが考えられます。留め付け方法や板相互の取り合いにもよりますが、既往の耐力実験データではいずれの板材も合板相当以上の床倍率があることが確認されています。(図 3. 6)

[床下面の厚板補強]

- ・既設の床を撤去しないで、下方から床下面に板材を追加張りする工法です。
- ・例えば、梁と根太で区画された部分に厚板を嵌め込む方法などが考えられます。(図 3. 7)



引用：
「長寿命木造住宅推進方策検討事業報告書」
((財) 日本住宅・木材技術センター)

図 3. 6 斜め床板張りの構成例

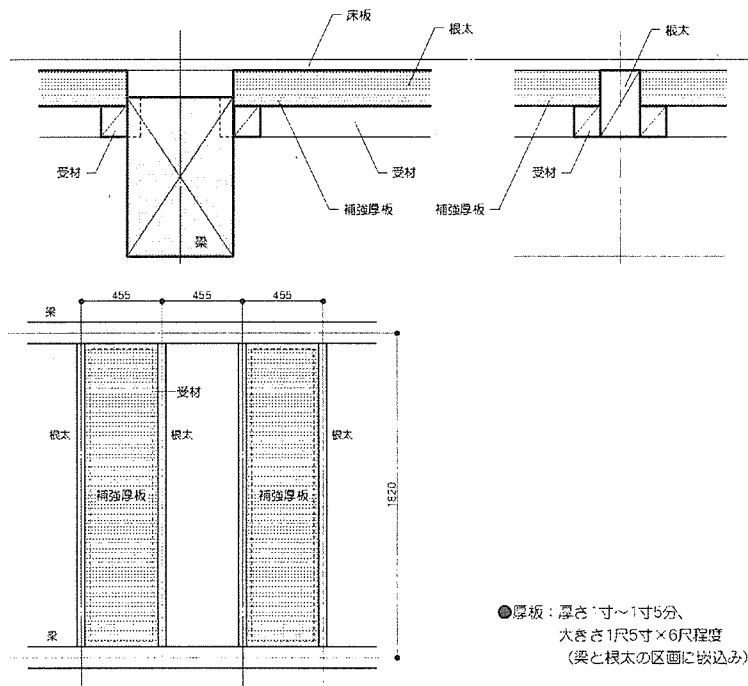


図 3. 7 床下面の厚板補強工法のイメージ

3.4 耐震診断・改修に関する参考情報

1) 関連機関等のホームページ

- ・国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/>
- ・(財)日本建築防災協会 <http://www.kenchiku-bosai.or.jp/>
- ・リフォーム支援ネット <http://www.refonet.jp/>
- ・住まいの情報発信局 <http://www.sumai-info.jp/>
- ・住宅金融支援機構 <http://www.jhf.jp/>

[自治体の取り組み例]

- ・兵庫県（ひょうご住宅耐震改修工法コンペ 平成18年度 ほか）
財団法人兵庫県住宅建築総合センター <http://www.hyogo-jkc.or.jp>
- ・愛知県（あいち木造住宅耐震補強技術コンペ 平成18年度 ほか）
愛知県建築物地震対策推進協議会 <http://www.aichi-jishin.jp>
- ・東京都（安価で信頼できる耐震改修工法・装置の選定事例の紹介 平成17年度）
東京都都市整備局 <http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp>

2) 技術資料等

- ・『木造住宅の耐震診断と補強方法 ―木造住宅の耐震精密診断と補強方法(改訂版)―』
国土交通省住宅局建築指導課監修 (財)日本建築防災協会発行 2004年7月発行
- ・『木造住宅の耐震補強の実務 ―リフォームにあわせた耐震補強のすすめ―』
(財)日本建築防災協会発行 2007年3月発行
- ・『耐震補強のポイントと事例』(パンフレット)
(財)日本建築防災協会発行 2006年10月発行
- ・『増改築の計画』
(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター発行 2004年発行

3) 新しい耐震補強技術・工法に関する評価制度

製造業者等が開発している新しい補強工法・技術については、建防協において「住宅等防災技術評価制度（住宅の耐震改修技術等の評価）」が実施されており、その情報がホームページ等で公開されています。

4) 助成制度等について

耐震診断・改修の促進を図るため、補助、減税、融資といった助成措置や、設計事務所・工務店の紹介等の情報提供サービスが、関係機関で行われています。詳細については各機関の窓口にお問い合わせ下さい。

①補助

- ・耐震診断・改修に対し、補助金を給付する制度です。既成市街地内で一定の要件を満たす地区の住宅が対象となります。
- ・それ以外に、地域住宅交付金やまちづくり交付金を用いて、各自治体が独自に助成要件、助成率を定めた事業も行われています。

②減税

- ・所得税については、一定の区域内において現行の耐震基準に適合する改修工事を行った場合、控除の対象となります。
- ・固定資産税については、現行の耐震基準に適合する改修工事を行った場合、減額の対象となります。対象区域の限定はありません。

③融資制度

- ・住宅金融支援機構、銀行等の民間金融機関のほか、自治体により耐震補強を対象とした融資

が行われています。

④設計事務所・工務店等の紹介

・耐震改修やリフォームなどの相談・依頼先となる設計事務所・工務店等の登録制度やユーザーへの紹介が、関係団体や自治体により行われています。

4. プラン事例による改修計画の試行

中山間地域に比較的好くみられる住宅モデルプランを作成し、それをもとに改修計画の試行検討を行う。改修計画は一次、二次の2段階で行うこととし、目標評点をそれぞれ0.7、1.0とする。住宅プランは、間口が比較的大きく続き間のあるモデル(2階セットバックと総2階の2タイプ)、間口が狭く間口方向に耐力要素の少ない町家的なモデルを設定する。

4.1 事例1：続き間モデル その1 (2階セットバックタイプ)

1) 既存建物の特徴と一般診断結果

① 建物の特徴

- ・1階に比べ、2階は比較的面積が小さい。
- ・壁の仕様は以下の通りである。
 内壁：30×90筋かい(端部金物なし)
 外壁：30×90筋かい(端部金物なし)
 +木摺り
 +ラスモルタル塗り一部板張り
- ・1階縁側廻りのX方向は特に壁量が少ない。
- ・接合金物等是用いられていない(接合部仕様Ⅲ)。
- ・基礎は布基礎であり鉄筋の有無は不明である。(無筋コンクリート同等として扱う。)

② 劣化状況

- ・部分的に外壁モルタルの剥がれ、内壁窓下の水しみ痕、浴室タイルの浮き、床鳴り等の劣化事象がみられる。
- ・床下木部の腐朽、蟻害等の全体把握は困難であり詳細は不明。

③ 耐震上の問題点

上部構造評点は0.35(倒壊する可能性が高い)で、特に以下の問題があった。

- ・1階X方向の壁が偏心(配置等低減係数 $E=0.75$)。
- ・劣化事象が認められる(劣化低減係数 $D=0.7$)。

建物諸元

① 所在地	非多雪区域
② 築年数	25～30年程度
③ 1階床面積 2階床面積 延床面積	106.40 (㎡) 35.61 (㎡) 142.01 (㎡)
④ 建物仕様	重い建物(棧瓦葺き)
⑤ 基礎形式	Ⅱ(無筋コンクリート布基礎)
⑥ 接合部仕様	Ⅲ(ほぞ差し、かすがい、釘打ち等)
⑦ 床仕様	Ⅱ(火打ち+荒板)
⑧ 主要な柱の径	140mm以下
⑨ 地震地域係数	1.0
⑩ 最深積雪深	0.0 (m)
⑪ 軟弱地盤割増係数	1.0
⑫ 形状割増係数	1.15

2) 改修計画

壁の増設については以下の考え方による。

- ・改変（既存壁を高耐力仕様に変更）または追加（開口部等を壁に変更）により行う。
- ・壁強さ倍率が低い仕様とし、柱接合部低減係数の値をできるだけ小さくする。
- ・増設壁に係る接合部は金物接合とする（接合部仕様Ⅰ）。

①一次改修

以下の改修により、上部構造評点を 0.73（倒壊する可能性がある）とする。

<壁の増設> 偏心の改善、耐力壁不足の解消をはかり、Eを1.0に向上させる。

- 縁側隅部のX方向外壁に耐力壁を追加する（1P）。
- 1階のうち2階部分が載らない茶の間の四周に、厚板落し込み・石膏ボード張り併用の耐力壁を増設する（1P）。外壁は既存の筋かい耐力壁と複合させる。厚板落し込み壁は変形に対し粘りがあり、生命の安全確保のために効果的と考えられる。

<劣化部位の修繕> 外壁、内壁、浴室、床の劣化部位を補修、交換。床下は詳細不明であり、Dは0.9として扱う。

②二次改修

以下の改修により、上部構造評点を 1.01（一応倒壊しない）とする。

<壁の増設> 耐力壁不足の解消をはかる。座敷廻り及び2階外壁の増設は行わない。

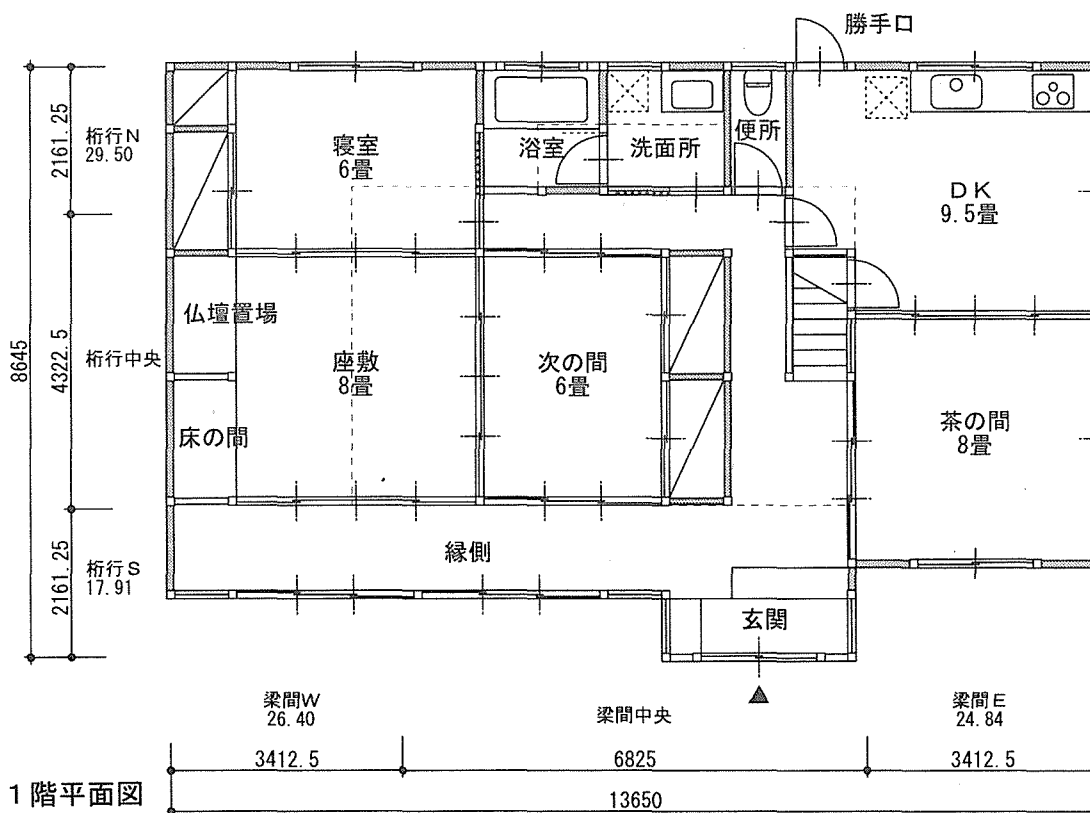
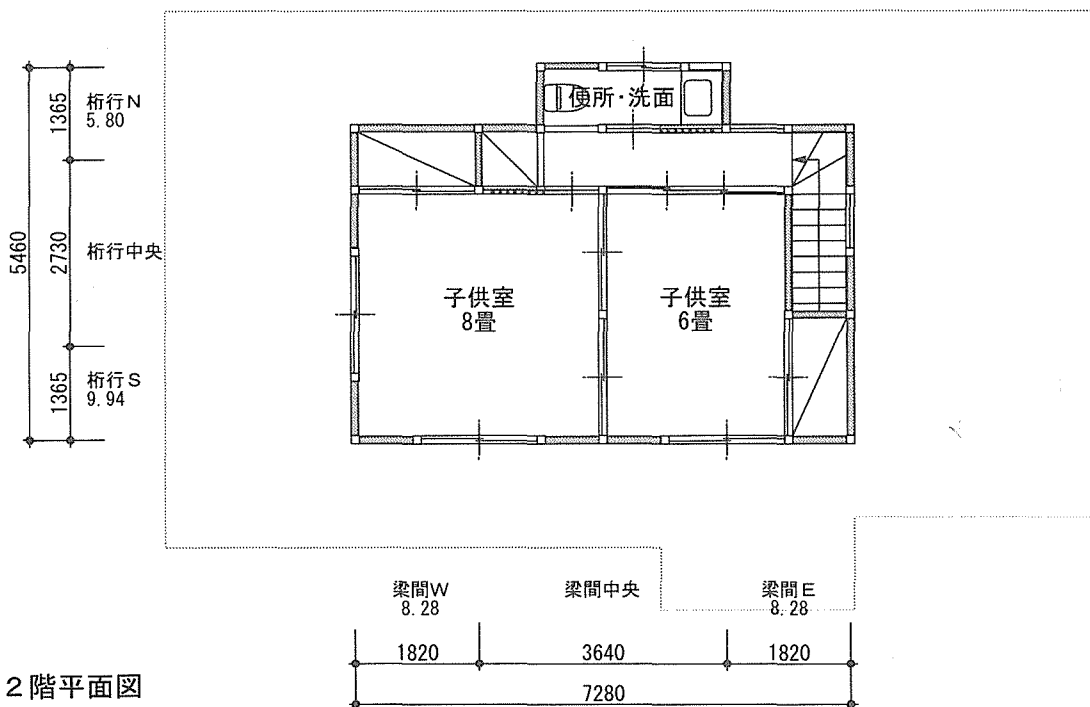
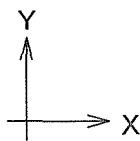
- 1階水廻り部分の既存内壁の改変（6P）、縁側廻りの外壁開口部に壁を追加（3P）。
- 2階子供室の個室化。既存建具を取り止め内壁を追加（6P）、既存内壁の改変（1P）。

<劣化部位の修繕> 床下の詳細な調査を行い、劣化部位を修繕し、Dは1.0に向上。

		現況（改修前）	一次改修	二次改修
構造 評点	1階・X方向	0.35	0.73	1.01
	1階・Y方向	0.63	0.89	1.07
	2階・X方向	0.56	0.71	1.02
	2階・Y方向	0.62	0.80	1.19
改修 計画 の 内容 ・ 仕様	① 基礎の補強	・基礎仕様Ⅱ（無筋コンクリート布基礎）	・同左	・同左
	② 壁の設置	<配置低減係数 0.75>	<配置低減係数 1.0> ・壁の増設（1階外壁に1P追加、1階の特定居室四周に厚板併用の耐力壁を増設8P）	<配置低減係数 1.0> ・壁の増設（1階3P追加・6P改変、2階6P追加・1P改変）
	③ 接合部の補強	・接合部仕様Ⅲ（ほぞ差し、かすがい、釘打ち等）	・増設壁→接合部仕様Ⅰ（接合金物使用）（△外周梁の継手補強）	・増設壁→接合部仕様Ⅰ（接合金物使用）
	④ 床の剛性強化	・火打ち+荒板	・同左	・同左
	⑤ 劣化部位の修繕	<劣化低減係数 0.7> ・外壁、内壁、浴室、床に劣化事象あり ・床下木部は不明	<劣化度 0.9> ・外壁モルタル、内壁窓下、浴室タイル壁補修、内部床傾斜補修	<劣化度 1.0> ・床下腐朽部材交換
	⑥ 荷重の軽減化	・棧瓦葺き	・同左	・同左

現況 (改修前)

既存壁	内壁 : 30×90筋かい (端部金物なし)	1.9 (kN/m)
	外壁 : 30×90筋かい (端部金物なし) + 木摺り	3.0 (kN/m)



■事例1：続き間モデル その1

現況（改修前）の一般診断

階方向	K	Pd = P · E · D								Qr				評点				
		P = Σ (C · l · f) + Qr/4								面積	荷重		係数					
		C	l	f	Qr/4	E	D	必要耐重	積雪荷重		Z	形状	軟弱					
壁強さ倍率	壁長	柱接合部低減係数	必要耐力/強さ	強さ	配置等低減係数	劣化度低減係数	保有する耐力											必要耐力

● 1階・上部構造評点の算出

1	X	0.60	1.90	5.46	1.00	16.91	44.75	0.75	0.70	23.50	106.40	0.55	0.00	58.81	1.00	1.15	1.00	67.63	0.35
			3.00	7.28	0.80				▲	▲									
	Y	0.60	1.90	9.10	1.00	16.91	60.41	1.00	0.70	42.28	106.40	0.55	0.00	58.81	1.00	1.15	1.00	67.63	0.63
			3.00	10.92	0.80					▲									

1階・両端1/4範囲内のP/Qr

1	X北	0.60	1.90	1.82	1.00	4.69	21.25			21.25	29.50	0.55	0.00	16.31	1.00	1.15	1.00	18.75	1.13	
			3.00	5.46	0.80															
		南	0.60	1.90	0.00	0.70	2.06	4.79			4.79	17.91	0.40	0.00	7.16	1.00	1.15	1.00	8.24	0.58
				3.00	1.82	0.50														
	Y東	0.60	1.90	0.00	0.70	2.86	8.32			8.32	24.84	0.40	0.00	9.94	1.00	1.15	1.00	11.43	0.73	
			3.00	3.64	0.50															
	西	0.60	1.90	0.00	1.00	4.20	21.67			21.67	26.40	0.55	0.00	14.59	1.00	1.15	1.00	16.78	1.29	
			3.00	7.28	0.80															

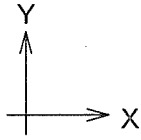
● 2階・上部構造評点の算出

2	X	1.52	1.90	0.91	0.70	6.21	19.71	1.00	0.70	13.80	35.61	0.61	0.00	21.61	1.00	1.15	1.00	24.86	0.56
			3.00	8.19	0.50					▲									
	Y	1.52	1.90	2.73	0.70	6.21	22.13	1.00	0.70	15.49	35.61	0.61	0.00	21.61	1.00	1.15	1.00	24.86	0.62
			3.00	8.19	0.50					▲									

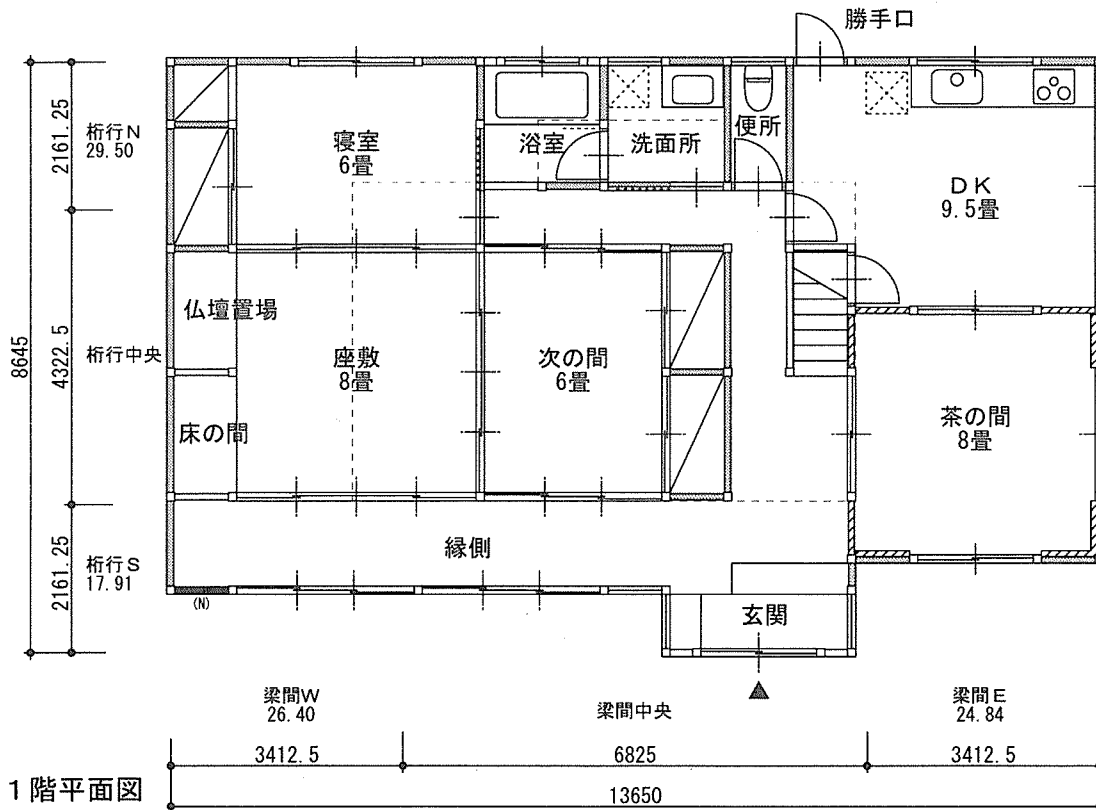
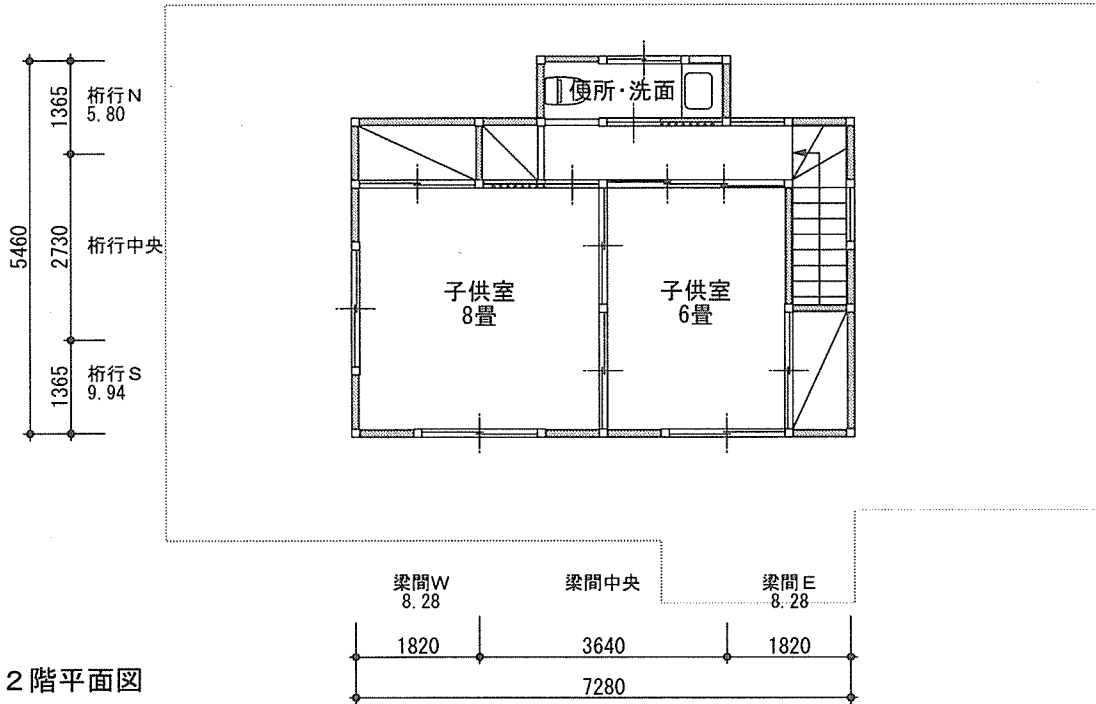
2階・両端1/4範囲内のP/Qr

2	X北	1.52	1.90	0.00	0.70	1.01	7.84			7.84	5.80	0.61	0.00	3.52	1.00	1.15	1.00	4.05	1.94	
			3.00	4.55	0.50															
		南	1.52	1.90	0.00	0.70	1.73	7.19			7.19	9.94	0.61	0.00	6.03	1.00	1.15	1.00	6.94	1.04
				3.00	3.64	0.50														
	Y東	1.52	1.90	1.82	0.70	1.44	10.69			10.69	8.28	0.61	0.00	5.03	1.00	1.15	1.00	5.78	1.85	
			3.00	4.55	0.50															
	西	1.52	1.90	0.91	0.70	1.44	6.75			6.75	8.28	0.61	0.00	5.03	1.00	1.15	1.00	5.78	1.17	
			3.00	2.73	0.50															

改修（一次）



既存壁 —————	内壁：30×90筋かい（端部金物なし）	1.9 (kN/m)
	外壁：30×90筋かい（端部金物なし）＋木摺り	3.0 (kN/m)
補強壁 改変 ————— 追加 (N)	内壁1：30×90筋かい（端部金物あり）＋石膏ボード	3.6 (kN/m)
	内壁2：石膏ボード両面張り	2.4 (kN/m)
補助壁 //////	内壁：厚板落し込み＋石膏ボード両面張り	2.4 (kN/m)
	外壁：厚板落し込み＋石膏ボード ※既存壁と併用	1.2 (kN/m)



■事例1：続き間モデル その1

改修（一次）後の一般診断

階 方向	K	Pd = P · E · D								Qr						評点
		P = Σ (C · l · f) + Qr/4								面積	荷重		係数			
		C	l	f	Qr/4	E	D	必要耐力	積雪荷重		Z	形状	軟弱	必要耐力		
壁強さ倍率	壁長	柱接合部	必要耐力/	強さ	配置時低減係	劣化率低減係	保有する耐力									

●1階・上部構造評点の算出

1	X	0.60	1.90	5.46	1.00	16.91	54.89	1.00	0.90	49.40	106.40	0.55	0.00	58.81	1.00	1.15	1.00	67.63	0.73
			2.40	1.82	1.00														
			3.00	5.46	0.80														
			4.20	1.82	0.85														
			4.70	0.91	0.85														
Y	0.60	1.90	9.10	1.00	16.91	66.90	1.00	0.90	60.21	106.40	0.55	0.00	58.81	1.00	1.15	1.00	67.63	0.89	
		2.40	1.82	1.00															
		3.00	9.10	0.80															
		4.20	1.82	0.85															
		4.70	0.91	0.85															

1階・両端1/4範囲内のP/Qr

1	X北	0.60	1.90	1.82	1.00	4.69	21.25			21.25	29.50	0.55	0.00	16.31	1.00	1.15	1.00	18.75	1.13	
			3.00	5.46	0.80															
	南	0.60	1.90	0.00	0.70	2.06	9.21			9.21	17.91	0.40	0.00	7.16	1.00	1.15	1.00	8.24	1.12	
			3.00	0.00	0.50															
4.20			1.82	0.60																
Y東	0.60	1.90	0.00	0.70	2.86	10.17			10.17	24.84	0.40	0.00	9.94	1.00	1.15	1.00	11.43	0.89		
		3.00	1.82	0.50																
		4.20	1.82	0.60																
西	0.60	1.90	0.00	1.00	4.20	21.67			21.67	26.40	0.55	0.00	14.59	1.00	1.15	1.00	16.78	1.29		
		3.00	7.28	0.80																

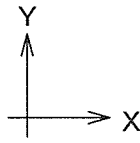
●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.52	1.90	0.91	0.70	6.21	19.71	1.00	0.90	17.74	35.61	0.61	0.00	21.61	1.00	1.15	1.00	24.86	0.71
			3.00	8.19	0.50														
Y	1.52	1.90	2.73	0.70	6.21	22.13	1.00	0.90	19.92	35.61	0.61	0.00	21.61	1.00	1.15	1.00	24.86	0.80	
			3.00	8.19			0.50												

2階・両端1/4範囲内のP/Qr

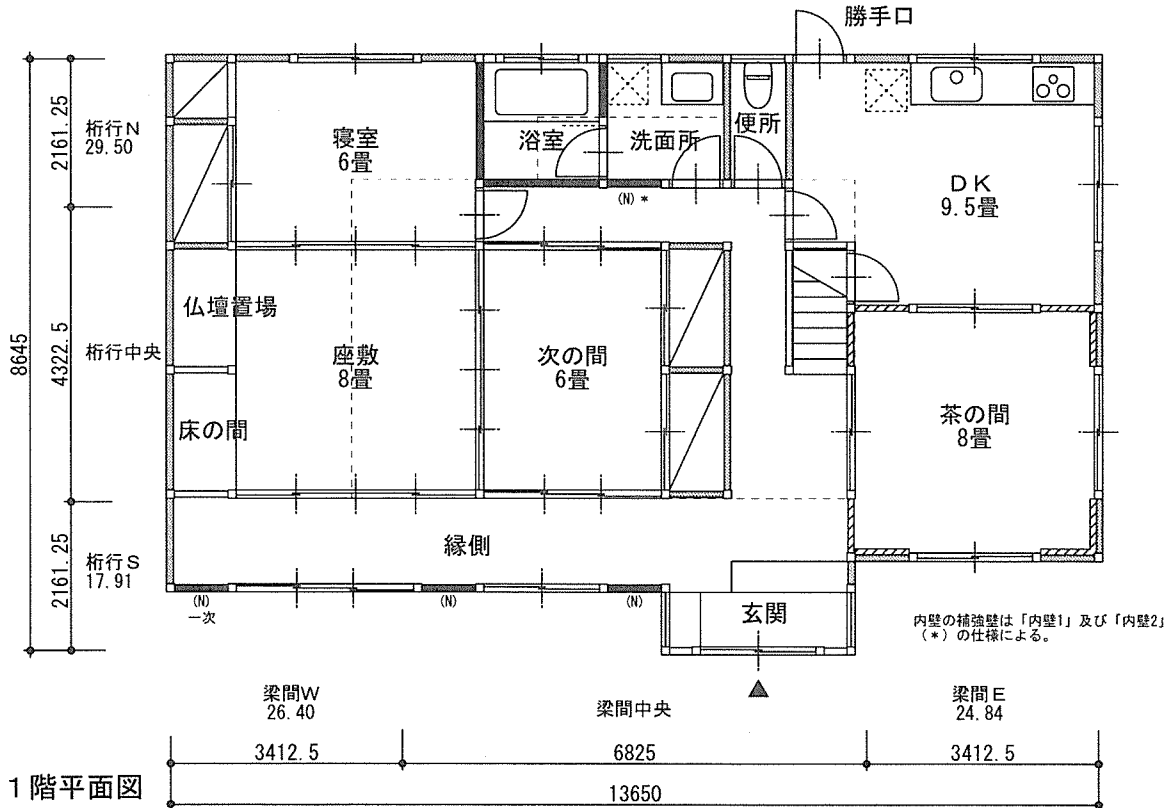
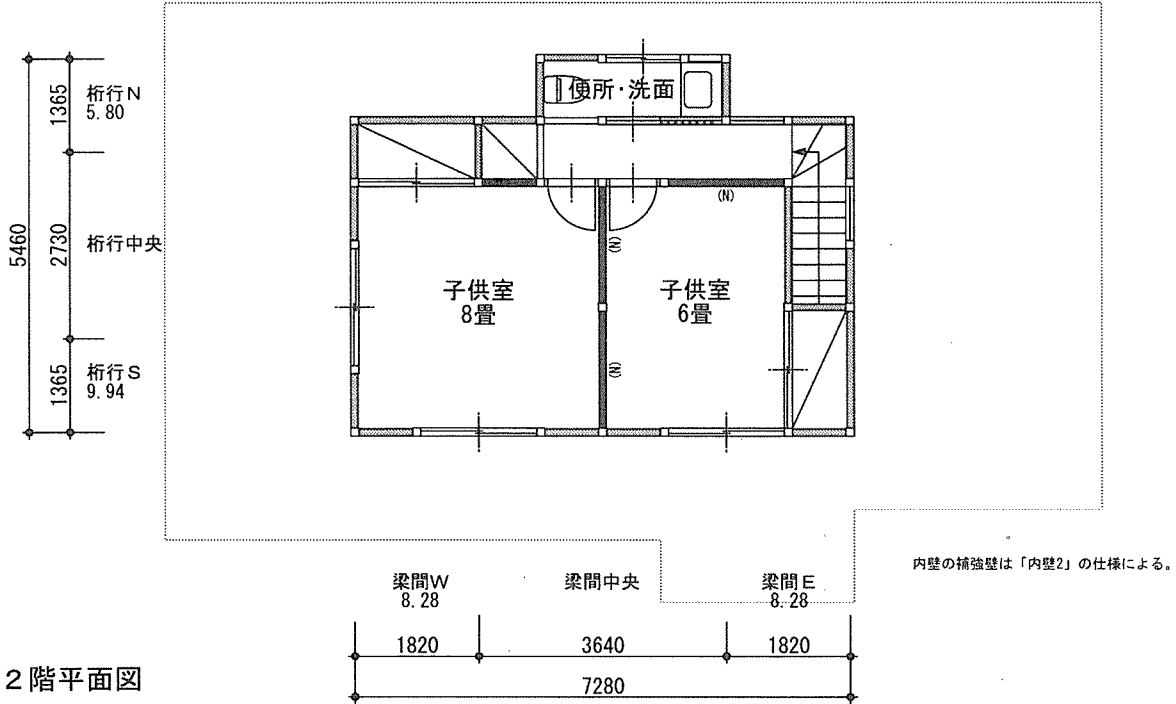
2	X北	1.52	1.90	0.00	0.70	1.01	7.84			7.84	5.80	0.61	0.00	3.52	1.00	1.15	1.00	4.05	1.94
			3.00	4.55	0.50														
南	1.52	1.90	0.00	0.70	1.73	7.19			7.19	9.94	0.61	0.00	6.03	1.00	1.15	1.00	6.94	1.04	
			3.00	3.64															0.50
Y東	1.52	1.90	1.82	0.70	1.44	10.69			10.69	8.28	0.61	0.00	5.03	1.00	1.15	1.00	5.78	1.85	
			3.00	4.55															0.50
西	1.52	1.90	0.91	0.70	1.44	6.75			6.75	8.28	0.61	0.00	5.03	1.00	1.15	1.00	5.78	1.17	
			3.00	2.73															0.50

改修 (二次)



既存壁 	内壁：30×90筋かい（端部金物なし）	1.9 (kN/m)
	外壁：30×90筋かい（端部金物なし）＋木摺り	3.0 (kN/m)
補強壁 改変 追加 (N) 	内壁1：30×90筋かい（端部金物あり）＋石膏ボード	3.6 (kN/m)
	内壁2：石膏ボード両面張り	2.4 (kN/m)
補助壁 	内壁：厚板落し込み＋石膏ボード両面張り	2.4 (kN/m)
	外壁：厚板落し込み＋石膏ボード ※既存壁と併用	1.2 (kN/m)

注 「一次」は一次改修計画における補強壁を示す



■事例1：続き間モデル その1

改修（二次）後の一般診断

階方向	K	P d = P · E · D								Q r						評点
		P = Σ (C · l · f) + Qr/4				E	D	面積	荷重		係数					
		C	l	f	Qr/4				必要耐重	積雪荷重	Z	形状	軟弱			
壁強さ倍率	壁長	柱接合部	必要耐力/強さ	強さ	配置等低減係	劣化低減係	保有する耐力	必要耐力	積雪荷重	Z	形状	軟弱	必要耐力			

●1階・上部構造評点の算出

1	X	0.60	1.90	4.55	1.00	16.91	68.51	1.00	1.00	68.51	106.40	0.55	0.00	58.81	1.00	1.15	1.00	67.63	1.01
			2.40	2.73	1.00														
			3.00	5.46	0.80														
			3.60	1.82	0.90														
			4.20	1.82	0.85														
Y	0.60	1.90	7.28	1.00	16.91	72.29	1.00	1.00	72.29	106.40	0.55	0.00	58.81	1.00	1.15	1.00	67.63	1.07	
		2.40	1.82	1.00															
		3.00	9.10	0.80															
		3.60	2.73	0.90															
		4.20	1.82	0.85															

1階・両端1/4範囲内のP/Qr

1	X北	0.60	1.90	0.91	1.00	4.69	27.60			27.60	29.50	0.55	0.00	16.31	1.00	1.15	1.00	18.75	1.47
			2.40	0.91	1.00														
			3.00	5.46	0.80														
			3.60	1.82	0.90														
			4.20	1.82	0.60														
南	0.60	1.90	0.00	0.70	2.06	14.34			14.34	17.91	0.40	0.00	7.16	1.00	1.15	1.00	8.24	1.74	
		4.20	1.82	0.60															
		4.70	2.73	0.60															
Y東	0.60	1.90	0.00	0.70	2.86	10.17			10.17	24.84	0.40	0.00	9.94	1.00	1.15	1.00	11.43	0.89	
		3.00	1.82	0.50															
		4.20	1.82	0.60															
西	0.60	1.90	0.00	1.00	4.20	21.67			21.67	26.40	0.55	0.00	14.59	1.00	1.15	1.00	16.78	1.29	
		3.00	7.28	0.80															

●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.52	1.90	0.91	0.70	6.21	25.28	1.00	1.00	25.28	35.61	0.61	0.00	21.61	1.00	1.15	1.00	24.86	1.02
			2.40	2.73	0.85														
			3.00	8.19	0.50														
Y	1.52	1.90	2.73	0.70	6.21	29.56	1.00	1.00	29.56	35.61	0.61	0.00	21.61	1.00	1.15	1.00	24.86	1.19	
		2.40	3.64	0.85															
		3.00	8.19	0.50															

2階・両端1/4範囲内のP/Qr

2	X北	1.52	1.90	0.00	0.70	1.01	7.84			7.84	5.80	0.61	0.00	3.52	1.00	1.15	1.00	4.05	1.94
			3.00	4.55	0.50														
南	1.52	1.90	0.00	0.70	1.73	7.19			7.19	9.94	0.61	0.00	6.03	1.00	1.15	1.00	6.94	1.04	
		3.00	3.64	0.50															
Y東	1.52	1.90	1.82	0.70	1.44	10.69			10.69	8.28	0.61	0.00	5.03	1.00	1.15	1.00	5.78	1.85	
		3.00	4.55	0.50															
西	1.52	1.90	0.91	0.70	1.44	6.75			6.75	8.28	0.61	0.00	5.03	1.00	1.15	1.00	5.78	1.17	
		3.00	2.73	0.50															

4.2 事例2：続き間モデル その2（総2階・吹抜けタイプ）

1) 既存建物の特徴と一般診断結果

①建物の特徴

- ・1階と2階が同一の外形の総2階で、建物中央部に大きな吹抜がある。
- ・壁の仕様は以下の通りである。
 内壁：30×90筋かい（端部金物なし）
 外壁：30×90筋かい（端部金物なし）
 +木摺り
 +ラスモルタル塗り一部板張り
- ・吹抜の両側をそれぞれ別のブロックとしてみると、西側ブロックにおける縁側部及び吹抜け部は壁量が少ない。
- ・接合金物等是用いられていない（接合部仕様Ⅲ）。
- ・基礎は布基礎であり鉄筋の有無は不明である。（無筋コンクリート同等として扱う。）

②劣化状況

- ・部分的に外壁モルタルの剥がれ、内壁窓下の水しみ痕、浴室タイルの浮き、床鳴り等の劣化事象がみられる。
- ・床下木部の腐朽、蟻害等の全体把握は困難であり詳細は不明。

③耐震上の問題点

上部構造評点は0.48（倒壊する可能性が高い）で、特に以下の問題があった。

- ・吹抜西側ブロックの1階X、Y方向の偏心。（建物全体では偏心はないが、より安全性を高める配慮として吹抜の両側のブロックそれぞれの偏心をチェックする。）
- ・劣化事象が認められる（劣化低減係数D=0.7）。

建物諸元

① 所在地	多雪区域
② 築年数	15～20年程度
③ 1階床面積	92.75 (㎡)
2階床面積	92.75 (㎡)
延床面積	185.50 (㎡)
④ 建物仕様	重い建物（棧瓦葺き）
⑤ 基礎形式	Ⅱ（無筋コンクリート布基礎）
⑥ 接合部仕様	Ⅲ（ほぞ差し、かすがい、釘打ち等）
⑦ 床仕様	Ⅱ（火打ち+荒板）
⑧ 主要な柱の径	140 mm以下
⑨ 地震地域係数	1.0
⑩ 最深積雪深	1.0 (m) 雪下ろしを行う
⑪ 軟弱地盤割増係数	1.0
⑫ 形状割増係数	1.0

2) 改修計画

壁の増設については以下の考え方による。

- ・ 改変（既存壁を高耐力仕様に変更）または追加（開口部等を壁に変更）により行う。
- ・ 壁強さ倍率がやや高い仕様の壁により、耐力壁量の不足及び偏心の解消をはかる。
- ・ 増設壁に係る接合部は金物接合とする（接合部仕様Ⅰ）。

①一次改修

以下の改修により、上部構造評点を 0.71（倒壊する可能性がある）とする。

<壁の増設>

- 縁側廻り、寝室東側の既存壁を改変・追加し（5P）、吹抜西側ブロックの偏心を解消する。
- 浴室の既存壁を浴室リフォームに併せて改変し（6P）、耐力壁の不足を補う。

<劣化部位の修繕> 外壁、内壁、浴室、床の劣化部位を補修、交換。床下は詳細不明であり、Dは0.9として扱う。

②二次改修

以下の改修により、上部構造評点を 1.00（一応倒壊しない）とする。

<壁の増設> 耐力壁の不足を補うために、壁の増設を以下の通り行う。

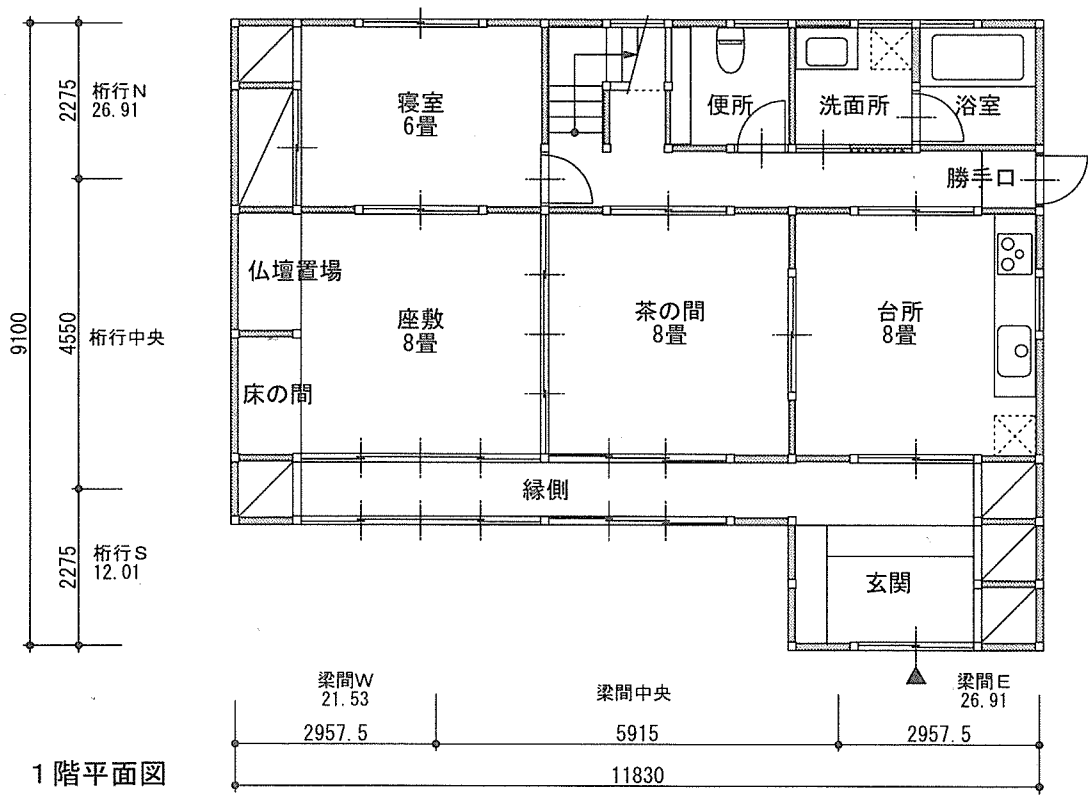
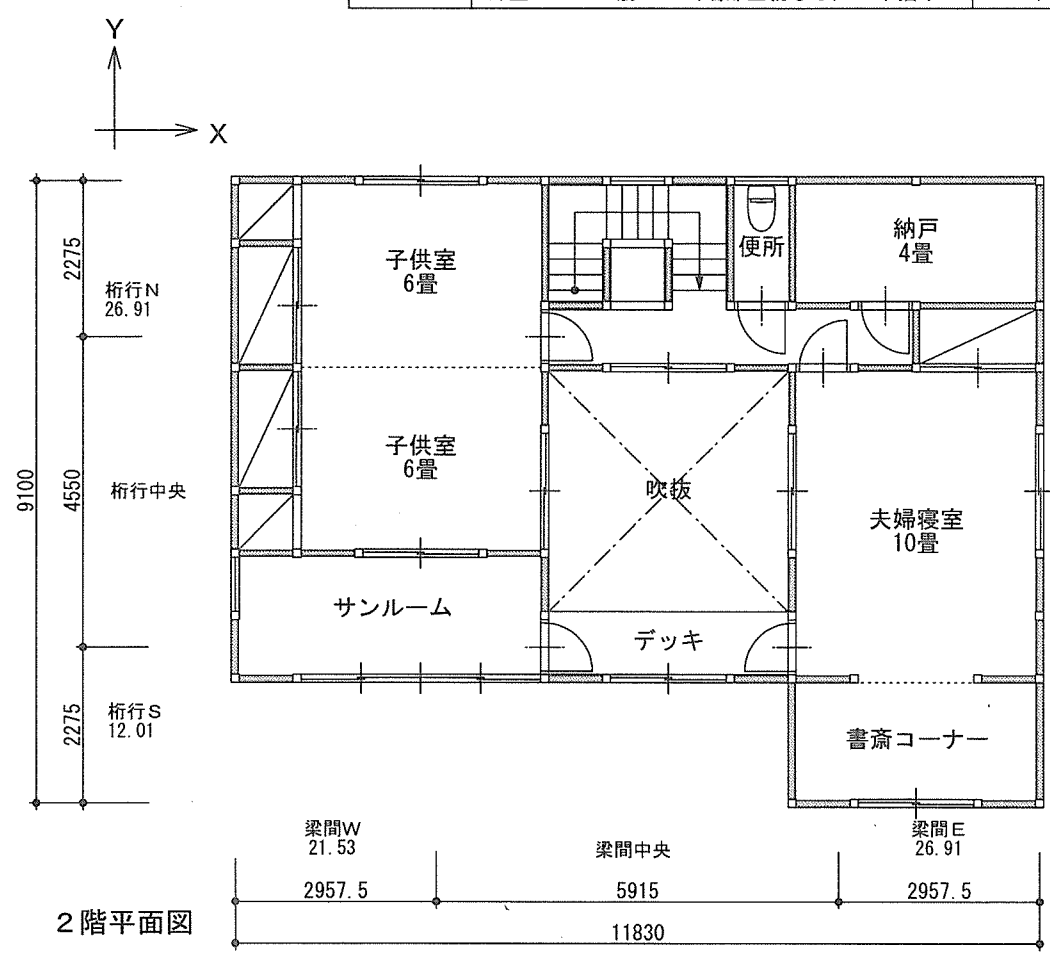
- 1階の外壁及び一部内壁の改変（20P）。生活に支障をきたさない外壁を主として改変し、座敷廻りの改修をできるだけ避けることとする。
- 2階の内壁の改変（18P）。足場が必要になる外壁の改修は行わないこととする。

<劣化部位の修繕> 床下の詳細な調査を行い、劣化部位を修繕し、Dは1.0に向上。

		現況（改修前）	一次改修	二次改修
構造 評点	1階・X方向	0.50	0.73	1.00
	1階・Y方向	0.48	0.74	1.01
	2階・X方向	0.54	0.71	1.02
	2階・Y方向	0.55	0.71	1.02
改修 計画 の 内容 ・ 仕様	① 基礎の補強	・基礎仕様Ⅱ（無筋コンクリート布基礎）	・同左	・同左
	② 壁の設置	<配置低減係数 1.0>	<配置低減係数 1.0>	<配置低減係数 1.0>
	③ 接合部の補強	・接合部仕様Ⅲ（ほぞ差し、かすがい、釘打ち等）	・増設壁→接合部仕様Ⅰ（接合金物使用） （△外周梁の継手補強）	・増設壁→接合部仕様Ⅰ（接合金物使用）
	④ 床の剛性強化	・火打ち+荒板	・同左	・同左
	⑤ 劣化部位の修繕	<劣化低減係数 0.7>	<劣化度 0.9>	<劣化度 1.0>
	⑥ 荷重の軽減化	・外壁、内壁、浴室、床に劣化事象あり ・床下木部は不明 ・棧瓦葺き	・外壁モルタル、内壁窓下、浴室タイル壁補修、内部床傾斜補修 ・同左	・床下腐朽部材交換 ・同左

現況 (改修前)

既存壁	内壁：30×90筋かい (端部金物なし)	1.9 (kN/m)
	外壁：30×90筋かい (端部金物なし) + 木摺り	3.0 (kN/m)



■事例2：続き間モデル その2

現況（改修前）の一般診断

階方向	K	P d							Q r						評点
		P		f 部 低減係 数	Qr/4	E	D	面積	荷重		係数				
		C	l						必要耐力/強さ	配置等 低減係 数	劣化度 低減係 数	保有する耐力	必要 耐力	積雪 荷重	

●1階・上部構造評点の算出

1	X	1.00	1.90	16.38	1.00	27.36	77.54	1.00	0.70	54.28	92.75	0.92	0.26	109.45	1.00	1.00	1.00	109.45	0.50
			3.00	10.01	0.80				▲										
Y	1.00	1.90	7.28	1.00	27.36	75.72	1.00	0.70	53.01	92.75	0.92	0.26	109.45	1.00	1.00	1.00	109.45	0.48	
		3.00	16.38	0.80				▲											▲

1階・両端1/4範囲内のP/Qr (OK)

1	X北	1.00	1.90	3.64	1.00	7.94	30.14			30.14	26.91	0.92	0.26	31.75	1.00	1.00	1.00	31.75	0.95
			3.00	6.37	0.80						15.74	12.01	0.92	0.26	14.17	1.00	1.00	1.00	14.17
	南	1.00	1.90	1.82	1.00	3.54	15.74												
			3.00	3.64	0.80														
Y東	1.00	1.90	0.91	1.00	7.94	27.14			27.14	26.91	0.92	0.26	31.75	1.00	1.00	1.00	31.75	0.85	
		3.00	7.28	0.80															
西	1.00	1.90	0.00	1.00	6.35	23.82			23.82	21.53	0.92	0.26	25.41	1.00	1.00	1.00	25.41	0.94	
		3.00	7.28	0.80															

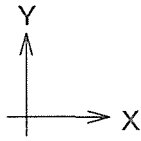
●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.30	1.90	13.65	0.70	18.09	55.35	1.00	0.70	38.75	92.75	0.52	0.26	72.35	1.00	1.00	1.00	72.35	0.54
			3.00	12.74	0.50				▲										
Y	1.30	1.90	11.83	0.70	18.09	57.03	1.00	0.70	39.92	92.75	0.52	0.26	72.35	1.00	1.00	1.00	72.35	0.55	
		3.00	15.47	0.50				▲											▲

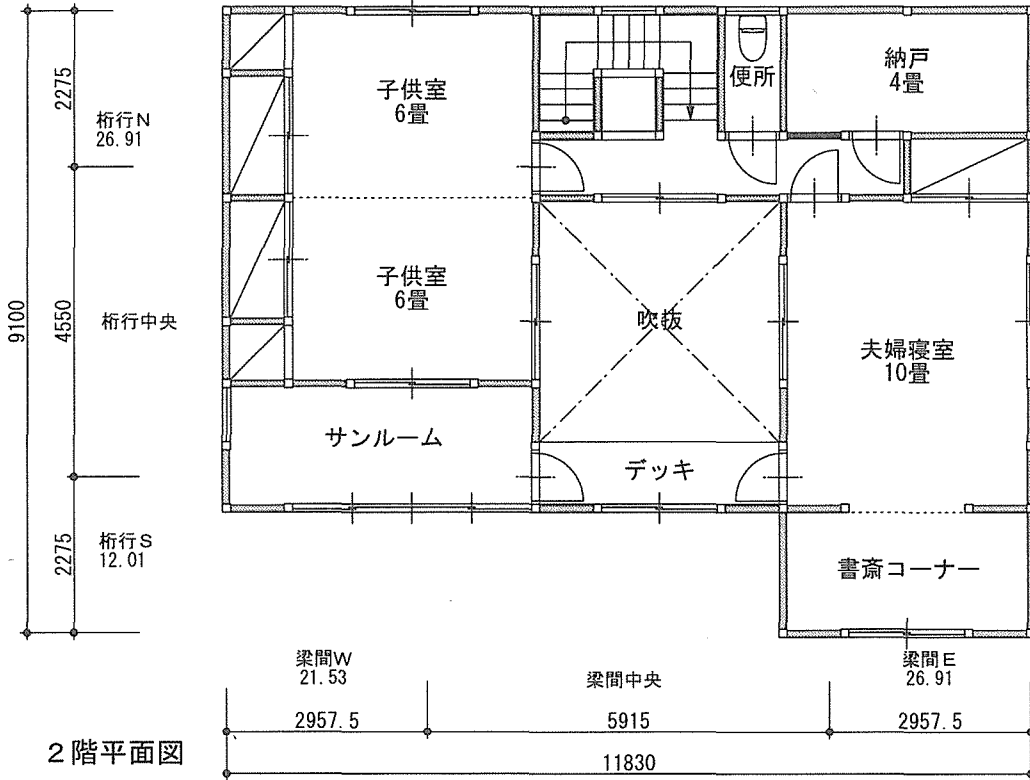
2階・両端1/4範囲内のP/Qr (OK)

2	X北	1.30	1.90	4.55	0.70	5.25	23.58			23.58	26.91	0.52	0.26	20.99	1.00	1.00	1.00	20.99	1.12
			3.00	8.19	0.50						11.59	12.01	0.52	0.26	9.37	1.00	1.00	1.00	9.37
	南	1.30	1.90	1.82	0.70	2.34	11.59												
			3.00	4.55	0.50														
Y東	1.30	1.90	0.91	0.70	5.25	17.38			17.38	26.91	0.52	0.26	20.99	1.00	1.00	1.00	20.99	0.83	
		3.00	7.28	0.50															
西	1.30	1.90	0.00	0.70	4.20	13.75			13.75	21.53	0.52	0.26	16.79	1.00	1.00	1.00	16.79	0.82	
		3.00	6.37	0.50															

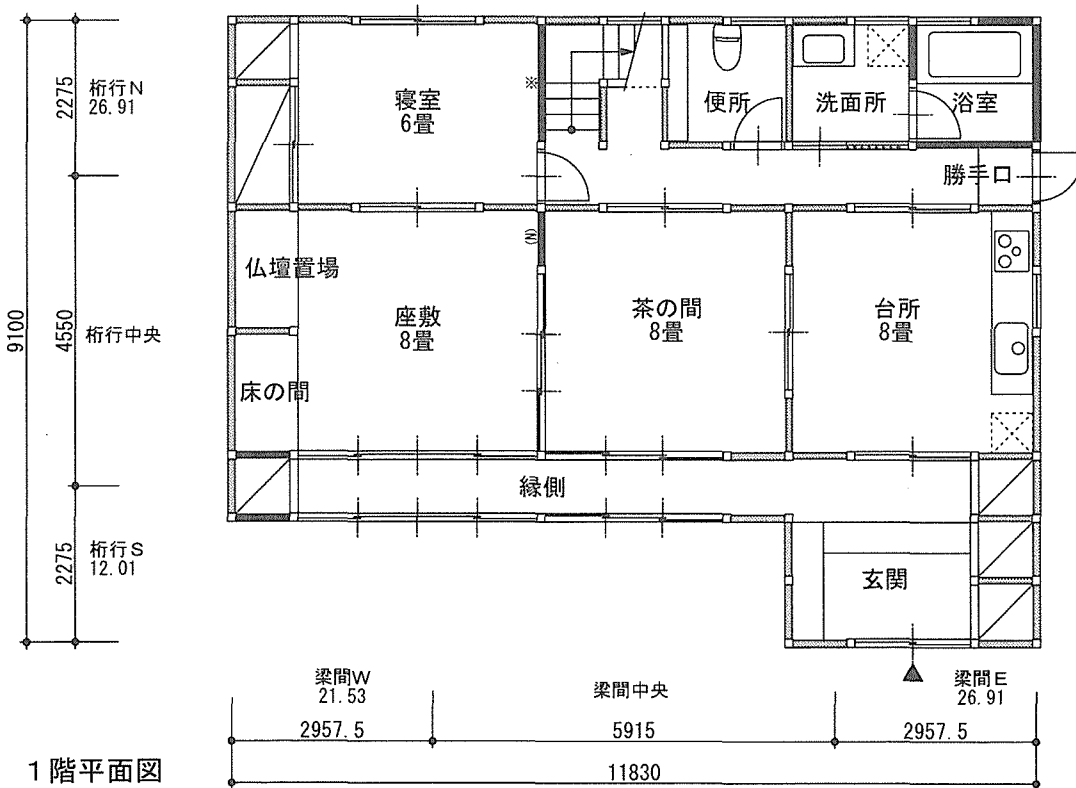
改修 (一次)



既存壁	内壁 : 30×90筋かい (端部金物なし)	1.9 (kN/m)
	外壁 : 30×90筋かい (端部金物なし) + 木摺り	3.0 (kN/m)
補強壁	内壁 : 45×90筋かい (端部金物あり)	5.6 (kN/m)
	+石膏ボード両面張り (一部片面張り ※)	(4.4 ※)
追加 (H)	外壁 : 45×90筋かい (端部金物あり) + 木摺り +石膏ボード張り	5.5 (kN/m)



2階平面図



1階平面図

■事例2：続き間モデル その2

改修（一次）後の一般診断

階方向	K	P d						Q r						評点
		P		f	Qr/4	E	D	面積	荷重		係数			
		C	l						必要耐力	強さ	配置等低減係数	劣化度低減係数	保有する耐力	

●1階・上部構造評点の算出

1	X	1.00	1.90	13.65	1.00	27.36	88.42	1.00	0.90	79.58	92.75	0.92	0.26	109.45	1.00	1.00	1.00	109.45	0.73
			3.00	8.19	0.80														
			5.60	2.73	0.85														
			5.50	1.82	0.85														
Y	1.00	1.90	5.46	1.00	27.36	90.42	1.00	0.90	81.38	92.75	0.92	0.26	109.45	1.00	1.00	1.00	109.45	0.74	
			3.00	14.56															0.80
			4.40	1.82															0.85
			5.60	1.82															0.85

1階・両端1/4範囲内のP/Qr (OK)

1	X北	1.00	1.90	1.82	1.00	7.94	37.42			37.42	26.91	0.92	0.26	31.75	1.00	1.00	1.00	31.75	1.18
			3.00	5.46	0.80														
			5.60	1.82	0.85														
			5.50	0.91	0.85														
南	1.00	1.90	1.82	1.00	3.54	17.81			17.81	12.01	0.92	0.26	14.17	1.00	1.00	1.00	14.17	1.26	
			3.00	2.73															0.80
			5.60	0.91															0.85
			5.50	0.91															0.85
Y東	1.00	1.90	0.00	1.00	7.94	33.88			33.88	26.91	0.92	0.26	31.75	1.00	1.00	1.00	31.75	1.07	
			3.00	5.46															0.80
			5.60	0.91															0.85
			5.50	1.82															0.85
西	1.00	1.90	0.00	1.00	6.35	23.82			23.82	21.53	0.92	0.26	25.41	1.00	1.00	1.00	25.41	0.94	
			3.00	7.28															0.80

●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.30	1.90	12.74	0.70	18.09	57.20	1.00	0.90	51.48	92.75	0.52	0.26	72.35	1.00	1.00	1.00	72.35	0.71
			3.00	12.74	0.50														
			5.60	0.91	0.60														
Y	1.30	1.90	11.83	0.70	18.09	57.03	1.00	0.90	51.32	92.75	0.52	0.26	72.35	1.00	1.00	1.00	72.35	0.71	
			3.00	15.47															0.50

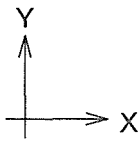
2階・両端1/4範囲内のP/Qr (OK)

2	X北	1.30	1.90	3.64	0.70	5.25	25.43			25.43	26.91	0.52	0.26	20.99	1.00	1.00	1.00	20.99	1.21
			3.00	8.19	0.50														
			5.60	0.91	0.60														
			5.50	0.91	0.60														
南	1.30	1.90	1.82	0.70	2.34	11.59			11.59	12.01	0.52	0.26	9.37	1.00	1.00	1.00	9.37	1.24	
			3.00	4.55															0.50
			5.60	0.91															0.60
			5.50	0.91															0.60
Y東	1.30	1.90	0.91	0.70	5.25	17.38			17.38	26.91	0.52	0.26	20.99	1.00	1.00	1.00	20.99	0.83	
			3.00	7.28															0.50
			5.60	0.91															0.60
			5.50	0.91															0.60
西	1.30	1.90	0.00	0.70	4.20	13.75			13.75	21.53	0.52	0.26	16.79	1.00	1.00	1.00	16.79	0.82	
			3.00	6.37															0.50

2階・吹抜両側の各ブロックのP/Qr (OK)

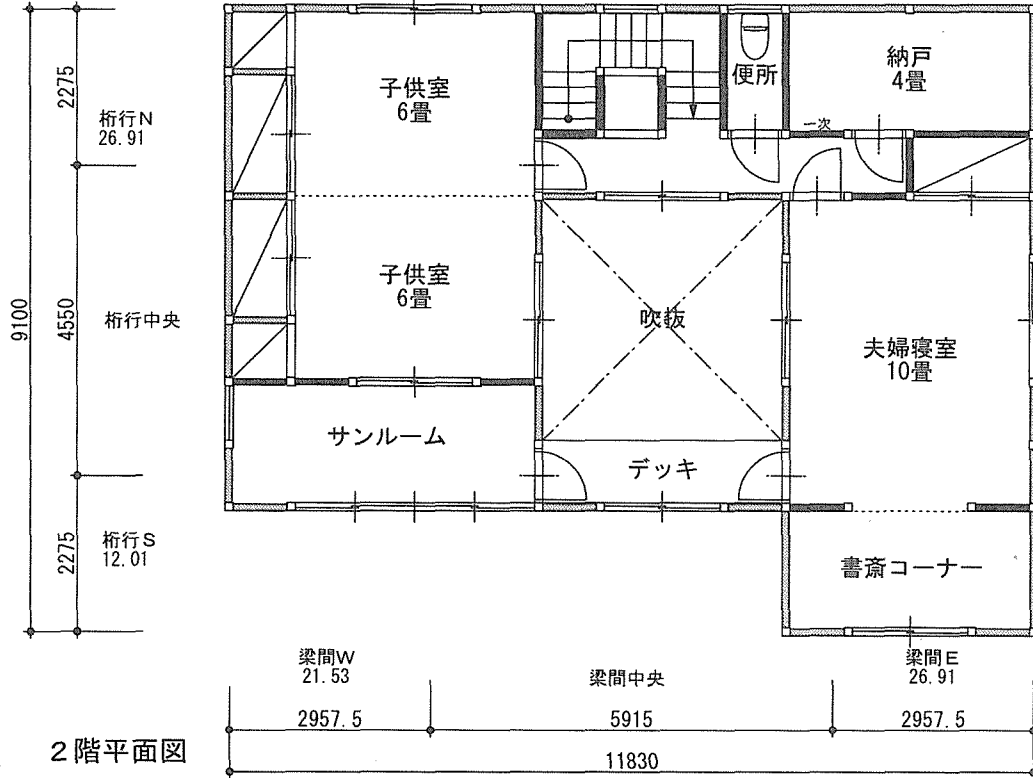
2	東 ブ ロ ッ ク	X北	1.30	1.90	1.82	0.70	1.61	12.55			12.55	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.94
				3.00	3.64	0.50														
				5.60	0.91	0.60														
				5.50	0.91	0.60														
南	1.30	1.90	1.82	0.70	1.61	6.77			6.77	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.05		
			3.00	1.82															0.50	
			5.60	0.91															0.60	
			5.50	0.91															0.60	
Y東	1.30	1.90	0.00	0.70	1.61	12.53			12.53	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.94		
			3.00	7.28															0.50	
			5.60	0.91															0.60	
			5.50	0.91															0.60	
西	1.30	1.90	3.64	0.70	1.61	9.19			9.19	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.42		
			3.00	1.82															0.50	
			5.60	0.91															0.60	
			5.50	0.91															0.60	
2	西 ブ ロ ッ ク	X北	1.30	1.90	0.91	0.70	1.61	6.92			6.92	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.07
				3.00	2.73	0.50														
				5.60	0.91	0.60														
				5.50	0.91	0.60														
南	1.30	1.90	2.73	0.70	1.61	6.61			6.61	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.02		
			3.00	0.91															0.50	
			5.60	0.91															0.60	
			5.50	0.91															0.60	
Y東	1.30	1.90	3.64	0.70	1.61	6.46			6.46	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.00		
			3.00	0.00															0.50	
			5.60	0.91															0.60	
			5.50	0.91															0.60	
西	1.30	1.90	0.00	0.70	1.61	11.17			11.17	8.28	0.52	0.26	6.46	1.00	1.00	1.00	6.46	1.73		
			3.00	6.37															0.50	

改修 (二次)

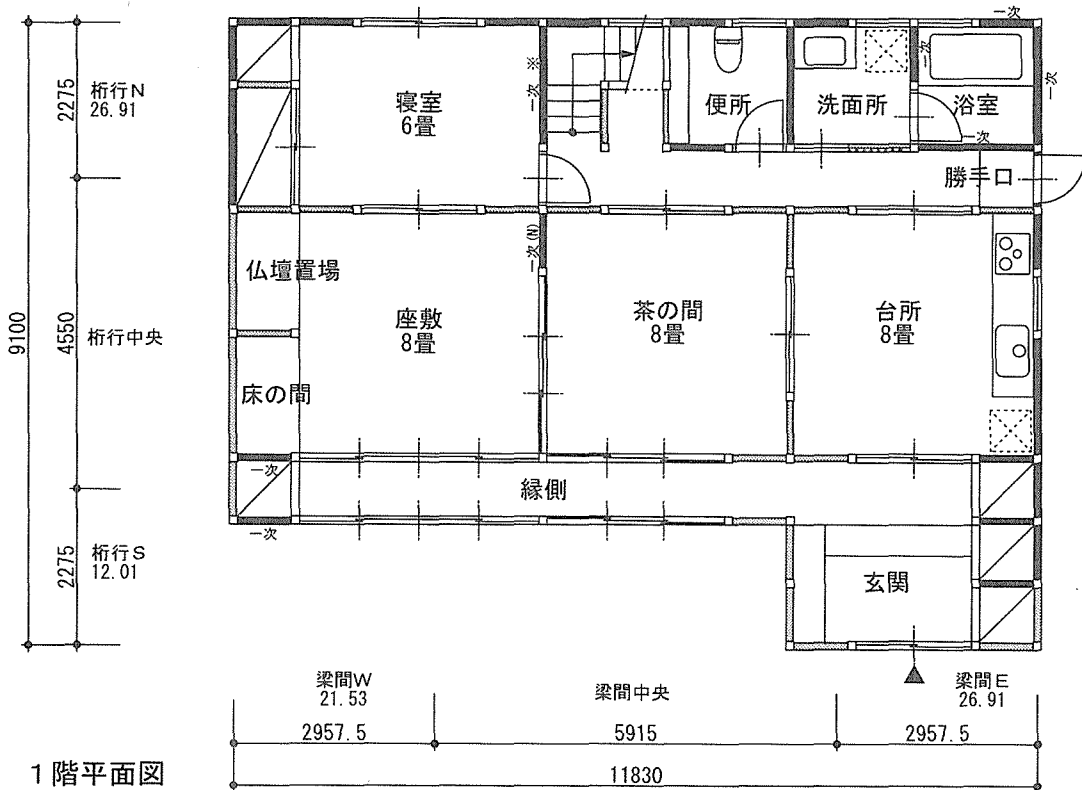


既存壁 -----	内壁 : 30×90筋かい (端部金物なし)	1.9 (kN/m)
	外壁 : 30×90筋かい (端部金物なし) + 木摺り	3.0 (kN/m)
補強壁 改築 ----- 追加 (N)	内壁 : 45×90筋かい (端部金物あり) + 石膏ボード両面張り (一部片面張り ※)	5.6 (kN/m) (4.4 ※)
	外壁 : 45×90筋かい (端部金物あり) + 木摺り + 石膏ボード張り	5.5 (kN/m)

注 「一次」は一次改修計画における補強壁を示す



2階平面図



1階平面図

4.3 事例3：町家モデル

1) 既存建物の特徴と一般診断結果

①建物の特徴

- ・1階に比べ、2階はやや面積が小さい。
- ・壁の仕様は以下の通りである。
 内壁：30×90筋かい（端部金物なし）
 外壁：30×90筋かい（端部金物なし）
 +木摺り
 +ラスモルタル塗り一部板張り
- ・店舗併用住宅であり、間口方向（梁間Y方向）の壁（特にミセ・玄関側）が少ない。
- ・接合金物等是用いられていない（接合部仕様Ⅲ）。
- ・基礎は布基礎であり鉄筋の有無は不明である。（無筋コンクリート同等として扱う。）

②劣化状況

- ・部分的に外壁モルタルの剥がれ、内壁窓下の水しみ痕、浴室タイルの浮き、床鳴り等の劣化事象がみられる。
- ・床下木部の腐朽、蟻害等の全体把握は困難であり詳細は不明。

③耐震上の問題点

上部構造評点は0.33（倒壊する可能性が高い）で、特に以下の問題があった。

- ・1階梁間Y方向の壁が偏心（配置等低減係数E=0.75）。
- ・劣化事象が認められる（劣化低減係数D=0.7）。

建物諸元

① 所在地	非多雪区域
② 築年数	25～30年程度
③ 1階床面積 2階床面積 延床面積	75.36 (m ²) 40.58 (m ²) 115.94 (m ²)
④ 建物仕様	重い建物（棧瓦葺き）
⑤ 基礎形式	Ⅱ（無筋コンクリート布基礎）
⑥ 接合部仕様	Ⅲ（ほぞ差し、かすがい、釘打ち等）
⑦ 床仕様	Ⅱ（火打ち+荒板）
⑧ 主要な柱の径	140 mm以下
⑨ 地震地域係数	1.0
⑩ 最深積雪深	0.0 (m)
⑪ 軟弱地盤割増係数	1.0
⑫ 形状割増係数	1.0

2) 改修計画

壁の増設については以下の考え方による。

- ・ 改変（既存壁を高耐力仕様に変更）または追加（開口部等を壁に変更）により行う。
- ・ 壁強さ倍率が比較的低い仕様とし、柱接合部低減係数の値をできるだけ小さくする。
- ・ 増設壁に係る接合部は金物接合とする（接合部仕様Ⅰ）。

①一次改修

以下の改修により、上部構造評点を 0.73（倒壊する可能性がある）とする。

＜壁の増設＞ 偏心を改善し、耐力壁の不足を補うために、1階の梁間Y方向に以下の通り壁の増設を行う。これによりEは1.0に向上。

- ミセ側外壁に壁を追加（1P）、改変（1P）。内壁を改変（1P）。
- ミセと反対の座敷側の外壁（2P）及び水廻り部分内壁（2P）を改変。

＜補助壁による副次的措置＞ 1階座敷の既存建具に補助壁を追加（壁には不算入）。

＜劣化部位の修繕＞ 外壁、内壁、浴室、床の劣化部位を補修、交換。床下は詳細不明であり、Dは0.9として扱う。

②二次改修

以下の改修により、上部構造評点を 1.01（一応倒壊しない）とする。

＜壁の増設＞ 耐力壁の不足を補うために、壁の増設を以下の通り行う。

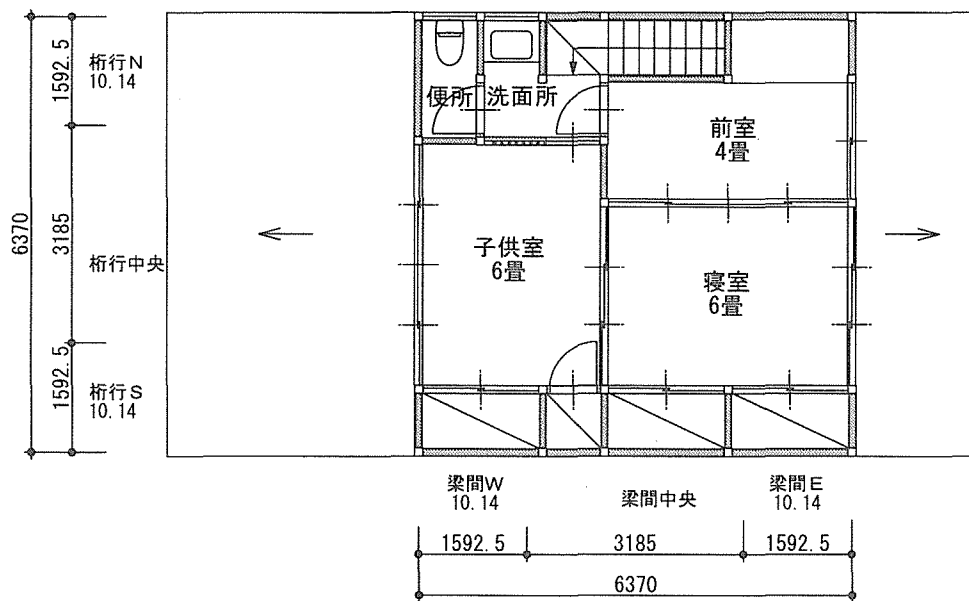
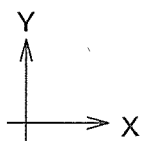
- 1階外壁の既存開口部に壁を追加（2P）。建具を取り止め内壁を追加（1P）。
- 2階の建具を取り止め、内壁を追加（1P）。

＜劣化部位の修繕＞ 床下の詳細な調査を行い、劣化部位を修繕し、Dは1.0に向上。

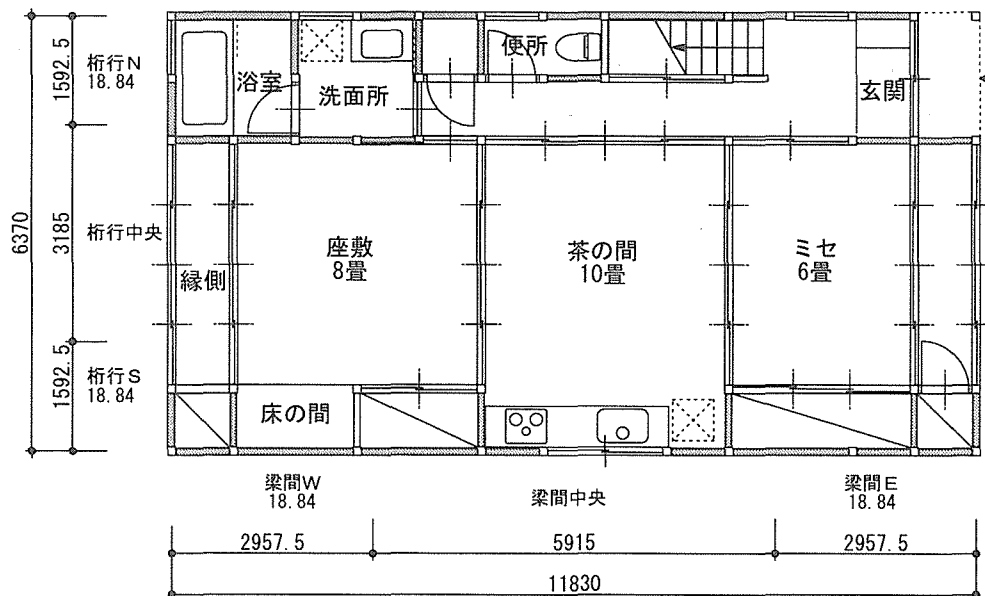
		現況（改修前）	一次改修	二次改修
構造 評点	1階・X方向	0.93	1.20	1.33
	1階・Y方向	0.33	0.73	1.03
	2階・X方向	0.79	1.02	1.13
	2階・Y方向	0.65	0.83	1.02
改修 計画 の 内容 ・ 仕様	① 基礎の補強	・ 基礎仕様Ⅱ（無筋コンクリート布基礎）	・ 同左	・ 同左
	② 壁の設置	＜配置低減係数 0.8＞	＜配置低減係数 1.0＞ ・ 壁の増設（1階 1P 追加・6P 改変） （△補助壁の増設）	＜配置低減係数 1.0＞ ・ 壁の増設（1階 3P 追加、2階 1P 追加）
	③ 接合部の補強	・ 接合部仕様Ⅲ（ほぞ差し、かすがい、釘打ち等）	・ 増設壁→接合部仕様Ⅰ（接合金物使用） （△外周梁の継手補強）	・ 増設壁→接合部仕様Ⅰ（接合金物使用）
	④ 床の剛性強化	・ 火打ち＋荒板	・ 同左	・ 同左
	⑤ 劣化部位の修繕	＜劣化低減係数 0.7＞ ・ 外壁、内壁、浴室、床に劣化事象あり ・ 床下木部は不明	＜劣化度 0.9＞ ・ 外壁モルタル、内壁窓下、浴室タイル壁補修、内部床傾斜補修	＜劣化度 1.0＞ ・ 床下腐朽部材交換
	⑥ 荷重の軽減化	・ 棧瓦葺き	・ 同左	・ 同左

現況 (改修前)

既存壁 ——	内壁：30×90筋かい（端部金物なし）	1.9 (kN/m)
	外壁：30×90筋かい（端部金物なし）＋木摺り	3.0 (kN/m)



2階平面図



1階平面図

■事例3：町家モデル

現況（改修前）の一般診断

階 方向	K	Pd = P · E · D								Q r					評点	
		P = Σ (C · l · f) + Qr/4								面積	荷重		係数			
		C	l	f	Qr/4	E	D	必要 耐力	積雪 荷重		Z	形状	軟弱			
壁強さ倍率	壁長	柱接合部 低減係数	必要耐力/強さ	強さ	配置等 低減係数	劣化度 低減係数	保有する耐力							必要耐力		

●1階・上部構造評点の算出

1	X	0.72	1.90	5.46	1.00	12.53	66.59	1.00	0.70	46.61	75.36	0.67	0.00	50.13	1.00	1.00	1.00	50.13	0.93
			3.00	18.20	0.80				▲										○
Y		0.72	1.90	6.37	1.00	12.53	31.19	0.75	0.70	16.37	75.36	0.67	0.00	50.13	1.00	1.00	1.00	50.13	0.33
			3.00	2.73	0.80				▲	▲									▲

1階・両端1/4範囲内のP/Q r

1	X北	0.72	1.90	0.91	1.00	3.13	24.52			24.52	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	1.96
			3.00	8.19	0.80														
	南	0.72	1.90	0.00	1.00	3.13	27.16			27.16	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	2.17
			3.00	10.01	0.80														
Y東		0.72	1.90	0.91	1.00	3.13	7.05			7.05	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	0.56
			3.00	0.91	0.80														▲
西		0.72	1.90	1.82	1.00	1.88	9.71			9.71	18.84	0.40	0.00	7.54	1.00	1.00	1.00	7.54	1.29
			3.00	1.82	0.80														

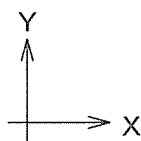
●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.39	1.90	2.73	0.70	5.66	25.67	1.00	0.70	17.97	40.58	0.56	0.00	22.63	1.00	1.00	1.00	22.63	0.79
			3.00	10.92	0.50				▲										○
Y		1.39	1.90	6.37	0.70	5.66	20.95	1.00	0.70	14.67	40.58	0.56	0.00	22.63	1.00	1.00	1.00	22.63	0.65
			3.00	4.55	0.50				▲										▲

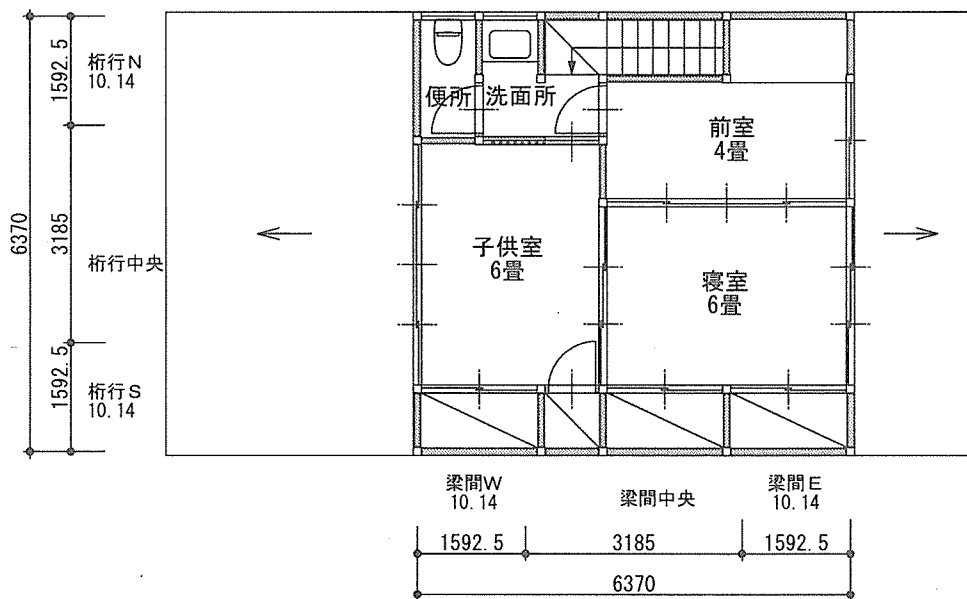
2階・両端1/4範囲内のP/Q r

2	X北	1.39	1.90	1.82	0.70	1.41	10.66			10.66	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.88
			3.00	4.55	0.50														
	南	1.39	1.90	0.00	0.70	1.41	10.97			10.97	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.94
			3.00	6.37	0.50														
Y東		1.39	1.90	0.00	0.70	1.41	4.14			4.14	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	0.73
			3.00	1.82	0.50														
西		1.39	1.90	0.91	0.70	1.41	6.72			6.72	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.19
			3.00	2.73	0.50														

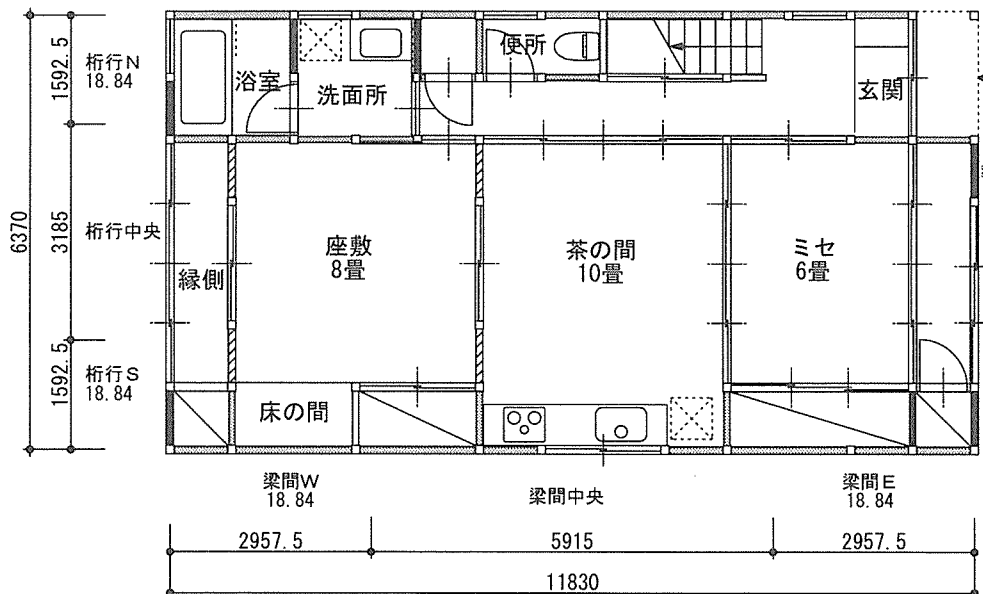
改修（一次）



既存壁 	内壁：30×90筋かい（端部金物なし）	1.9 (kN/m)
	外壁：30×90筋かい（端部金物なし）+木摺り	3.0 (kN/m)
補強壁 改変 追加 (N)	内壁：45×90筋かい（端部金物あり）	3.2 (kN/m)
	外壁：45×90筋かい（端部金物あり）+木摺り	4.3 (kN/m)
補助壁 	内壁：厚板落し込み	—



2階平面図



1階平面図

■事例3：町家モデル

改修（一次）後の一般診断

階方向	K	Pd = P · E · D						Qr						評点			
		P = Σ (C · l · f) + Qr/4						面積		荷重		係数					
		C	l	f	Qr/4	E	D	必要耐力	積雪荷重	Z	形状	軟弱	必要耐力				
壁強さ倍率	壁長	柱接合部低減係数	必要耐力/強度	強度	配置等低減係数	劣化度低減係数	保有する耐力										

●1階・上部構造評点の算出

1	X	0.72	1.90	5.46	1.00	12.53	66.59	1.00	0.90	59.93	75.36	0.67	0.00	50.13	1.00	1.00	1.00	50.13	1.20
			3.00	18.20	0.80														
	Y	0.72	1.90	3.64	1.00	12.53	40.62	1.00	0.90	36.55	75.36	0.67	0.00	50.13	1.00	1.00	1.00	50.13	0.73
			3.00	0.00	0.80														
		3.20	2.73	0.90															
		4.30	3.64	0.85															

1階・両端1/4範囲内のP/Qr

1	X北	0.72	1.90	0.91	1.00	3.13	24.52			24.52	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	1.96
			3.00	8.19	0.80														
	南	0.72	1.90	0.00	1.00	3.13	27.16			27.16	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	2.17
			3.00	10.01	0.80														
Y東	0.72	1.90	0.00	1.00	3.13	12.41			12.41	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	0.99	
			3.00	0.00	0.80														
		3.20	0.91	0.90															
		4.30	1.82	0.85															
西	0.72	1.90	0.91	0.70	1.88	12.37			12.37	18.84	0.40	0.00	7.54	1.00	1.00	1.00	7.54	1.64	
			3.00	0.00	0.50														
		3.20	0.91	0.90															
		4.30	1.82	0.85															

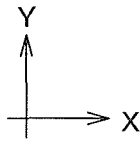
●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.39	1.90	2.73	0.70	5.66	25.67	1.00	0.90	23.10	40.58	0.56	0.00	22.63	1.00	1.00	1.00	22.63	1.02
			3.00	10.92	0.50														
Y	1.39	1.90	6.37	0.70	5.66	20.95	1.00	0.90	18.86	40.58	0.56	0.00	22.63	1.00	1.00	1.00	22.63	0.83	
			3.00	4.55	0.50														

2階・両端1/4範囲内のP/Qr

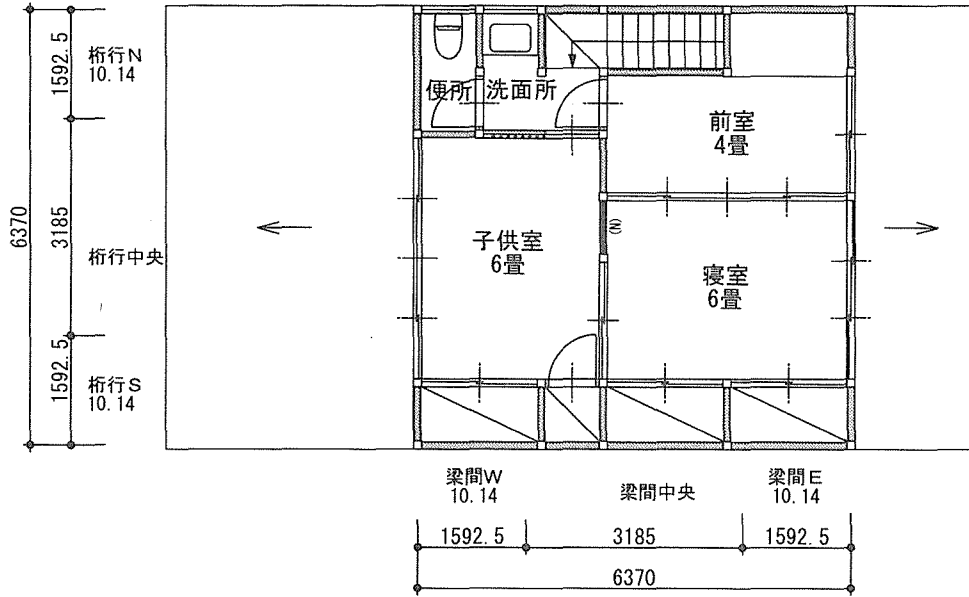
2	X北	1.39	1.90	1.82	0.70	1.41	10.66			10.66	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.88
			3.00	4.55	0.50														
	南	1.39	1.90	0.00	0.70	1.41	10.97			10.97	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.94
			3.00	6.37	0.50														
Y東	1.39	1.90	0.00	0.70	1.41	4.14			4.14	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	0.73	
			3.00	1.82	0.50														
	西	1.39	1.90	0.91	0.70	1.41	6.72			6.72	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.19
			3.00	2.73	0.50														

改修 (二次)

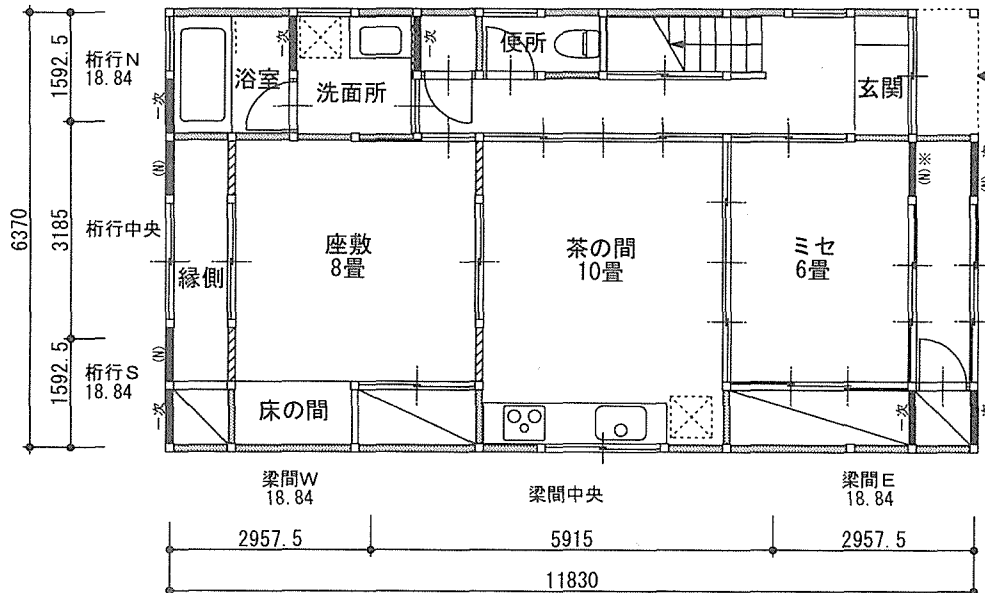


既存壁 	内壁：30×90筋かい（端部金物なし）	1.9 (kN/m)
	外壁：30×90筋かい（端部金物なし）+木摺り	3.0 (kN/m)
補強壁 改変 追加	内壁：45×90筋かい（端部金物あり） （一部上記+石膏ボード両面張り ※）	3.2 (kN/m) (5.6 ※)
	外壁：45×90筋かい（端部金物あり）+木摺り	4.3 (kN/m)
補助壁 	内壁：厚板落とし込み	—

注 「一次」は一次改修計画における補強壁を示す



2階平面図



1階平面図

■事例3：町家モデル

改修（二次）後の一般診断

階方向	K	Pd = P · E · D										Qr			評点			
		P = Σ (C · l · f) + Qr/4										面積	荷重			係数		
		C	l	f	Qr/4	E	D	必要耐力	積雪荷重	Z	形状		軟弱	必要耐力				
壁強さ倍率	壁長	柱接合部低減係数	必要耐力/強度	強度	配置等低減係数	劣化度低減係数	保有する耐力											

●1階・上部構造評点の算出

1	X	0.72	1.90	5.46	1.00	12.53	66.59	1.00	1.00	66.59	75.36	0.67	0.00	50.13	1.00	1.00	1.00	50.13	1.33
			3.00	18.20	0.80														
	Y	0.72	1.90	3.64	1.00	12.53	51.60	1.00	1.00	51.60	75.36	0.67	0.00	50.13	1.00	1.00	1.00	50.13	1.03
			3.00	0.00	0.80														
		3.20	2.73	0.90															
		5.60	0.91	0.85															
		4.30	5.46	0.85															

1階・両端1/4範囲内のP/Qr

1	X北	0.72	1.90	0.91	1.00	3.13	24.52			24.52	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	1.96
			3.00	8.19	0.80														
	南	0.72	1.90	0.00	1.00	3.13	27.16			27.16	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	2.17
			3.00	10.01	0.80														
Y東	0.72	1.90	0.00	1.00	3.13	16.74			16.74	18.84	0.67	0.00	12.53	1.00	1.00	1.00	12.53	1.34	
			3.00	0.00	0.80														
		3.20	0.91	0.90															
		5.60	0.91	0.85															
	4.30	1.82	0.85																
西	0.72	1.90	0.91	1.00	1.88	19.54			19.54	18.84	0.40	0.00	7.54	1.00	1.00	1.00	7.54	2.59	
			3.00	0.00	0.80														
		3.20	0.91	0.90															
		4.30	3.64	0.85															

●2階・上部構造評点の算出

2	X	1.39	1.90	2.73	0.70	5.66	25.67	1.00	1.00	25.67	40.58	0.56	0.00	22.63	1.00	1.00	1.00	22.63	1.13
			3.00	10.92	0.50														
	Y	1.39	1.90	6.37	0.70	5.66	22.99	1.00	1.00	22.99	40.58	0.56	0.00	22.63	1.00	1.00	1.00	22.63	1.02
			3.00	4.55	0.50														
		3.20	0.91	0.70															

2階・両端1/4範囲内のP/Qr

2	X北	1.39	1.90	1.82	0.70	1.41	10.66			10.66	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.88
			3.00	4.55	0.50														
	南	1.39	1.90	0.00	0.70	1.41	10.97			10.97	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.94
			3.00	6.37	0.50														
Y東	1.39	1.90	0.00	0.70	1.41	4.14			4.14	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	0.73	
			3.00	1.82	0.50														
	西	1.39	1.90	0.91	0.70	1.41	6.72			6.72	10.14	0.56	0.00	5.66	1.00	1.00	1.00	5.66	1.19
			3.00	2.73	0.50														

付録

手引きに関する検討

「(仮称) 中山間地域における既存木造住宅の耐震性向上のための手引き」

目 次

序 手引きの目的と構成

1 中山間地域の現状特性

- 1.1 既存木造住宅の特性
- 1.2 居住世帯の特性（住宅の改修についての意識）
- 1.3 地域における住宅の改修体制の特性

2 耐震性の評価及び改修の考え方

- 2.1 耐震性評価の標準的なステップ
- 2.2 現状特性を踏まえた耐震性向上のための要件
- 2.3 耐震性向上技術とその適用性
- 2.4 改修計画及び工事の運用方法
- 2.5 生命の安全に資する副次的措置
- 2.6 他の改修との組合せ

3 耐震性向上のための技術、工法

- 3.1 軸組について
- 3.2 壁について
- 3.3 床について
- 3.4 耐震診断・改修に関する参考情報

4 プラン事例による改修計画の試行

- 4.1 事例1：続き間モデル その1
- 4.2 事例2：続き間モデル その2
- 4.3 事例3：町家モデル

■ 序 手引きの目的と構成（案）

1 手引きの目的

近年、大規模な震災の発生や木造住宅の地震に対する脆弱性の指摘等により、安全・安心な木造住宅を求める声が急速に高まっていますが、一方では築後数十年経過している木造住宅の相当な部分は基礎や構造の形式等から耐震性が問題視されています。

特に中山間地域では、既存住宅のうち木造の占める割合が高く、かつ、耐震性に乏しく老朽化の進んだ住宅が少なくないことが想定されます。また、これらの木造住宅の耐震化の担い手は、地域の工務店や大工などの市井の建築実務者が中心となっています。

本手引きは、中山間地域・既存木造住宅の耐震性向上の考え方や補強工法などの技術的情報を、地域の建築実務者向けにまとめたものです。本手引きを通じて、地域技術者の手により既存木造住宅の耐震性向上が推進されることを目的としています。

2 手引きで取り上げている技術

既存木造住宅の耐震性向上のためには、新しい材料や工法によるもの、特定の地域の住宅に適用しやすいものなど、様々な技術があると考えられます。本手引きでは、できるだけ広い地域に適用でき、材料の調達から改修工事まで地域の実務者等が中心に取り組める地域完結型で、かつ、簡易な技術が、耐震改修の促進に不可欠であることを重視し、木材・木質材料及び木組みによる技術を主として取り上げています。

＜取り上げている対策・技術＞

- ・対象の地域：特定しません（全国の中山間地域）
- ・住宅の工法：2階建て以下の木造住宅（伝統的構法による住宅も含む）
- ・対象の部位：住宅の上部構造
- ・主要な材料：木材、木質材料

3 手引きの構成

手引きは、以下の4つの章で構成しています。

- 1 中山間地域の現状特性
- 2 耐震性の評価及び改修の考え方
- 3 耐震性向上のための技術、工法
- 4 プラン事例による改修計画の試行