

日本木造住宅耐震補強事業者協同組合

「合理的設計指針」

まえがき

これは、木耐協が合理的な設計方法や減災を目的として、独自に定めた指針です。

(一財)日本建築防災協会(以下、建防協と略記)の「木造住宅の耐震診断と補強方法」(2004年版及び2012年版)を参考に定めております。

本「合理的設計指針」のご利用にあたっては、内容を熟知し、また依頼主にも必ずご理解して頂けるよう努め、補強設計を行ってください。

特に、減災補強設計については、依頼主の意志や主に経済的理由等によって、直ちに1階・2階ともに1.0超の評点を確保することが当面困難な場合に限り採用するものとし、依頼主に十分ご理解いただいたうえで設計してください。

この場合、耐震改修リフォーム税制の活用ができないほか、各自治体による耐震改修等に対する補助制度等では、補助対象にならないことが多々あります。申請する場合には事前に、各自治体の担当窓口にご相談・確認してください。

—目次—

1. 背景	・・・1
2. 木耐協「合理的設計指針(減災補強設計)」について	・・・2
3. 補強のポイント	・・・5
【参考】制震(制振)工法について	・・・9



1. 背景

すでにご存じのように、先の阪神・淡路大震災をきっかけに、建防協のテキストを用いて木造住宅の耐震診断と補強が、国を挙げて進められてきました。

略称「耐震改修促進法」の創設に始まり診断・補強設計技術の旺盛な研究等の側面的支援も得ながら、事業が展開してきたのですが、国の掲げる耐震改修目標に対し、残念ながら、思惑どおり進捗度が上がっていません。

次なる巨大地震発生の逼迫性が叫ばれていながらも、尊い人命に係る「耐震補強」は何故遅々として進まないのでしょうか？

その原因の一つが、国を始めとした各自治体の耐震改修等に関する「助成制度」です。公的助成を受けて改修等を行おうとすれば、改修によって「上部構造評点が 1.0 以上」にならないと補助対象から外されてしまうのが実情だからです。

一部の自治体では段階的耐震改修の緊急性を認識し、救済策を実施されて下さっているようですが、多くの場合は助成されていません。

このような現状から「100 点満点か、若しくはゼロか。」ではなく、100 点でなくても 70 点でも、ともかく減災できればいいのではないか。あるいは自助努力で「少しでも耐震性が上がるのなら、何もしないゼロより、ましではないか。」という見解が出てくるのは必然のことです。

「上部構造評点が 1.0 以上」というのは「極めて稀に発生する大地震」でも、「一応倒壊しない。」という 100 点満点だとすれば、これを実現するには相応の費用が発生します。

現況の上部構造評点が 0.2~0.4 というのが圧倒的多数という現実を、いきなり 1.0 以上でなくてはダメというのは、エンドユーザーとすれば、何とも悩ましい限りと言わざるを得ません。

そのような現実的な理由から、診断はしても補強工事までは進まないという傾向が相も変わらず続いています。しかし、時の流れは私たちの迷走を待ってくれたりはしません。

平成 23 年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の次の巨大地震は確実に時を刻んでいます。そうした状況を受けて「減災」という思想が叫ばれるようになりました。木耐協だけが「減災」を推奨しているわけではありません。

「合理的設計（減災）指針」は木耐協の独自指針ですが、研究者・先生方もこの「減災」にご理解を示して下さるようになってきています。

2. 木耐協「合理的設計指針（減災補強設計）」について

2. 1 木耐協合理的設計指針（減災補強設計）とは

耐震補強を行う依頼主の意思には、「地震後も建物の資産価値をそのまま残したい」という方から、「せめて命だけでも守りたい」という方まで、幅広いニーズがあります。

従来の耐震補強設計では、①1階・2階とも評点を1.0以上とする補強設計が求められ、現に多くの補強提案はそのようになっています。

しかし、②減災を目的とした補強設計も必要であるとの考え方も少しずつ広まってきており、木耐協でも、以下のような減災補強設計の位置づけとその減災設計の進め方をまとめました。

- ① 現行の耐震診断で1階・2階とも評点が1.0を超えるように設計してください。自治体の補助金制度を使用する場合は、昭和56年5月以前に建てられた木造住宅が対象となることが多くなります。
- ② 上記①の「1階・2階とも評点が1.0を超える補強設計」が、現実的に不可能な場合（費用の問題、施工性の問題等）や段階的改修の場合に限り、減災設計の考え方で補強設計を進めることも選択肢の一つだと考えています。

この考え方を木耐協減災補強設計と呼びます。

公的助成を受ける際の補強設計は、一般的には1階・2階とも評点が1.0以上になることを目標としています。従って、評点が0.3、0.4といった極めて耐震性の低い住宅を全ての階・方向で1.0以上まで補強しようとするとう改修費用が高額となり、工事実施そのものを断念して結局何の改修もされないという結末になりかねません。これでは人の命を守るという国の思惑から外れてしまうことにほかなりません。

また、耐震補強を実施している方の約半数は昭和56年6月以降の建物であり、そもそも自治体の補助金等の対象になっていないケースも多くあるのです。全ての依頼主に、全く同じ基準や同じ判断を求めることも大切ですが、その人それぞれに合った設計を行うことが最も大切な作業です。

耐震性が極めて低い住宅こそ耐震改修の優先順位が高いにもかかわらず、現実にはそれらが取り残されていることも踏まえ、木耐協技術向上委員会が悩んだ末に定めた独自の規準です。

2. 2 木耐協減災補強設計の位置づけ

この減災補強設計については、以下の内容について依頼主に理解と意思の確認を必ず行う必要があります。

- ① 全ての評点が 1.0 以上にならないということ。
- ② 自治体の補助金等の受給（一部除く）を始め、所得税減税や固定資産税減税、その他の特典の対象にはならないということ。
- ③ 木耐協が減災を目的として独自に定めた規準であるということ。

この 3 点については、依頼主に確実にご理解を頂くようにしてください。また、契約書等の「特記事項」として上記 3 点について明記されることをお勧めいたします。

2. 3 木耐協減災補強設計は、1 階を優先して補強します

木耐協の減災補強設計とは、1 階部分の補強工事を優先して行うことです。これまでの被災事例では、圧倒的に多くは 1 階部分の倒壊が先行しています。この事実については、阪神・淡路大震災後の被災調査結果でも指摘されており、多くの専門家も 1 階優先の合理性を認めています。

1 階部分さえ潰れなければ、家の瞬間的倒壊を免れる可能性は非常に高くなってきます。また、1 階に寝室がある等、1 階を中心に生活している住宅であればその合理性は更に高いものだと考えます。

費用が限られている・施工が困難、といった場合等には、2 階より 1 階を優先しできる限り評点が 1.0 を超えるように設計してください。但し、あくまでも補強設計については、各階・各方向とも評点が 1.0 以上になるように設計することが基本であることは忘れないでください。2 階の耐震性を疎かにしていいという訳では決してありません。

2. 4 少しでも耐震性をあげることが減災につながります

評点を 1.0 以上にすることが困難な場合には、段階的な補強という観点から、0.7 以上の改修工事も有効です。ここに名古屋工業大学 井戸田教授提案の研究成果を掲載させて頂きましたので参考にしてください。

【耐震改修チャート】

震度 被害	5弱	5強	6弱	6強	7
無被害	1.0 1.3	1.3			
小破	0.4 0.7	1.0	1.3		
中破		0.7	1.0	1.3	
大破		0.4	0.7	0.7 1.0	1.3
倒壊			0.4	0.4	1.0 0.4 0.7

出典：
井戸田秀樹、濱岡慎悟、梅村恒、森保宏：在来軸組木造住宅における一般耐震診断の評点と損傷度の関係
耐震改修促進のための意思決定支援ツールに関する研究（その1）、
日本建築学会構造系論文集 第612号、pp.125-132、2007年2月

	被害の様子	修復の可能性と被害状況
無被害		ほぼ無被害 <ul style="list-style-type: none"> 仕上げのモルタル、漆喰などに軽微なひび割れが発生する場合がある。 壁紙にしわが寄ることがある 変形 1cm以下
小破		継続使用可・軽微な補修要 <ul style="list-style-type: none"> 部分的なタイルの剥離 窓周辺のモルタルなどにひび割れ 壁紙の部分的破損 瓦のずれ、部分的落下 変形 1~5cm
中破		多くの場合避難生活 かなりの修復費用が発生 <ul style="list-style-type: none"> 外壁の剥離、脱落 窓、扉の開閉不具合 内装仕上げの剥離 変形 5~10cm
大破		避難生活・修復困難 <ul style="list-style-type: none"> 内外装の激しい剥落 大きな柱の傾き 窓、扉の損壊 余震による倒壊の可能性 変形 10cm以上
倒壊		命を落とす危険性大 <ul style="list-style-type: none"> 室内空間がなくなる 近隣への影響大 火災発生の可能性大 MOVIE 23

※ 変形 揺れているときに家全体が横方向に変形した大きさを意味します。

右の図は、一般的な木造住宅が地震時に受ける被害の程度を「無被害」「小破」「中破」「大破」「倒壊」の5段階に分けて示したものです。被害の程度は、地震で揺れている間に住宅がどのくらいたくさん変形したか（傾いたか）によります。わずかな変形であれば地震が終わったあと住宅は元の形に戻りますが、

変形が大きくなると揺れが終わっても元の形には戻りません。変形がある大きさを超えると、もう自分の重さを支えきれなくなって倒壊します。修復の可能性や被害写真といっしょにご覧いただき、修復の度合いや避難生活の必要の有無など、被害の程度の違いをしっかりと認識してください。

3. 補強のポイント

3. 1 壁補強を優先してください

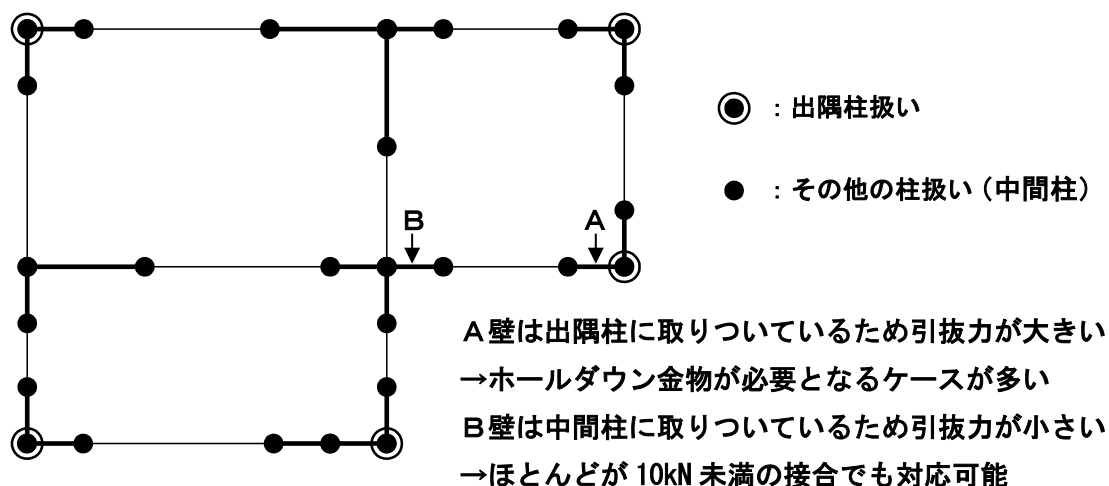
耐震補強設計に当っては、「壁補強」を行うことを優先して下さい。接合部や水平構面の改修等でも上部構造評点は改善されますが、壁補強によって絶対的な保有耐力を補強部材によって追加するという工事は、最も安全性が確実に担保されやすい手法と言えます。「補強壁」の直下には基礎があること、直上には梁は通っていることを確認してください。

しかしながら、高耐力壁による補強や、隣り合う壁の倍率差が大きくなるような計画では、どうしても 10kN 未満の接合金物では耐力が不足しホールダウン金物が必要となるケースが多くなるので注意してください。

3. 2 出隅の柱に近い中間柱が取り付く壁を補強してください

壁補強を出隅の壁に行った場合、N値計算等で接合仕様を判断した結果 17kN 程度までの要求仕様ならば、木耐協推奨部材「かべつよし」に同梱されている接合金物で対応可能ですが、これを超えるような接合が要求される場合では2階の柱ともホールダウン金物等での接合が必要となり、2階の部分解体費用のアップが発生します。また、無筋の基礎であるとエポキシ樹脂等でアンカーを設置しても、その性能を立証する必要があるため、接合部をホールダウン金物に依存することは、特に「押さえ効果」の低い出隅壁（出隅柱）の対応は難易度が高まります。

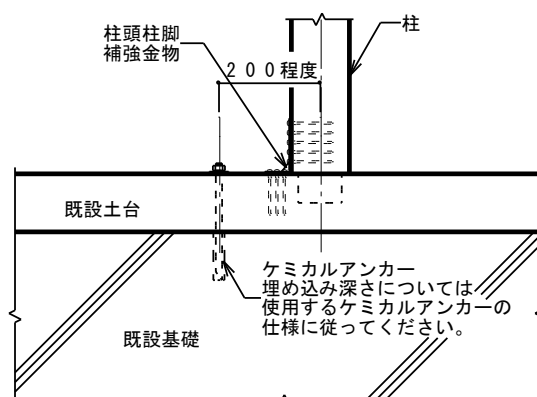
そのため、効率よく耐力壁本来の性能を発揮し、かつ、評点を改善する為には出隅の柱以外の柱に補強する壁を設置することをお勧めします。有効倍率 3.0 倍（壁基準耐力 6.0kN/m）以下で、出隅の柱へ設置していなければ、その多くの接合部は 10kN 未満の接合で満足できるため、ホールダウン金物の設置までは必要ありません。結果的には補強する壁を減らすことにも繋がります。（補強壁の低減係数を高く評価できる為）



やむを得ず出隅の壁を補強し、N値が 10kN を超え、かつ基礎の補強が行えない場合は、10kN 用等のコーナー金物を使用し、「接合Ⅱ」として設計することをお勧めします。

この際、アンカーボルトがない場合は、原則として 200mm 程度のところに「あと施工アンカーボルト」を設置して下さい。

また、基礎補強に関しては費用負担が大きくなるので、効率よく壁補強を行ったうえで、それでも基礎補強の方が合理的な場合は基礎の補強策を検討されることをお勧めいたします。



※金属系のあと施工アンカーは使用しないでください。
所定の引き抜き耐力が得られなくなる可能性があります。

既存のアンカーボルトが無い場合のケミカルアンカー設置要領

3. 3 壁補強は連続した壁を補強することでコストを抑えやすくなります

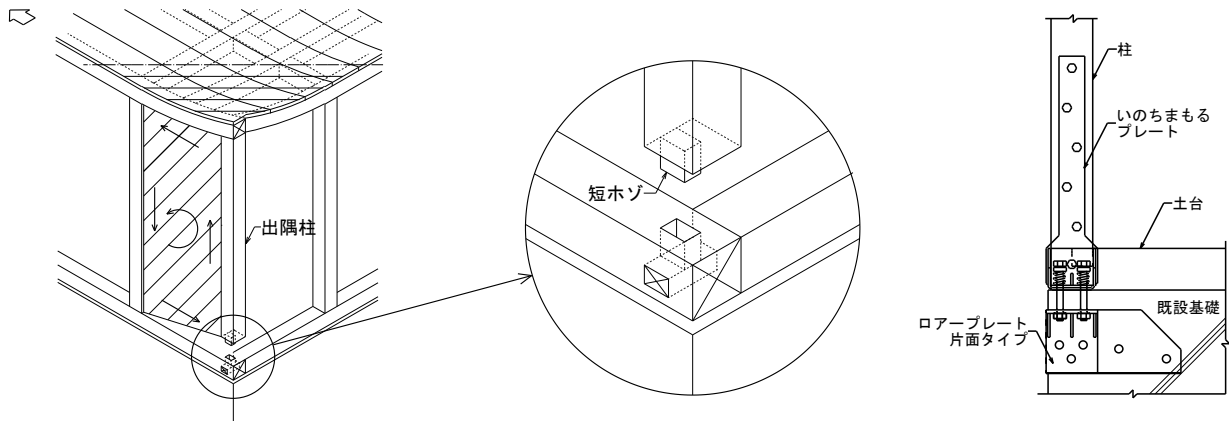
壁補強の箇所は、連続した壁で行うことで「解体」「復旧」費用を抑えることができます。また施工手間も抑えることができ、大変効率的です。更に連続した壁を補強することで、補強した壁と補強した壁の間の接合部には倍率差が生じないか、あっても僅差になるため小さな耐力の接合仕様で十分足ります。

3. 4 壁補強に押入や納戸などの収納室を積極的に活用しましょう

押入や納戸等の内部はベニヤ張り等の簡素なものが多いため、補強効果が高いだけでなく、「解体」「復旧」の手間が最小限で済みます。居室の生活スペースに比べるとお客様への負担が少なく、満足度が高い提案となります。壁の直下に基礎がない場合もあるので注意が必要です。

3. 5 出隅の柱は最低限、ほぞ抜け対策を行うことをお勧めいたします

出隅の柱は、比較的高耐力の壁が設置されていることにより、柱に強い引き抜けがかかるケースが多く見られます。出隅の柱には連続する壁がなく、更に積載荷重や自重の負担重量による押さえ効果も小さく、加えて柱脚は土台継手部に載るため「短ホゾ」になり、ますますホゾが抜け出しやすくなっています。(下図)

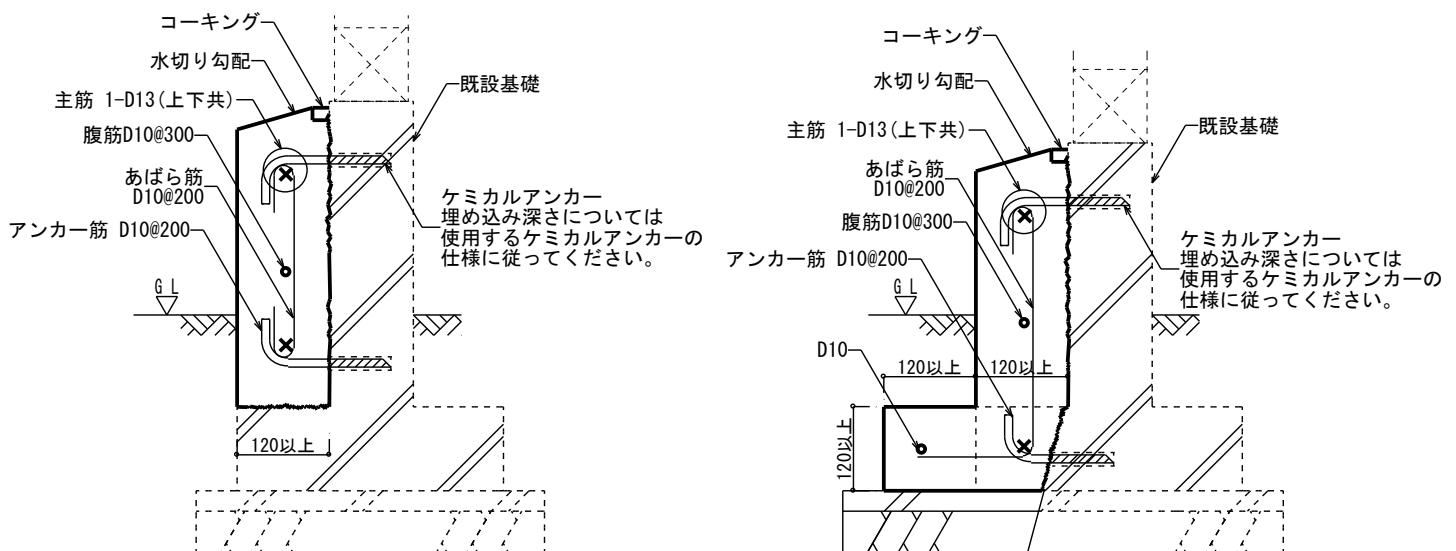


出隅柱のホゾ抜けメカニズム

短ホゾ 詳細図

出隅柱の補強事例

本来は柱頭・柱脚の接合部補強が望ましいのですが、予算に限りがある場合は柱の足元(柱脚)だけでもホールダウン金物での補強をお勧めします。また可能であれば、無筋布基礎の場合は、基礎の耐力で接合部の耐力が決定してしまう可能性が高いので、鉄筋コンクリート造の「増し打ち」工事を同時に行われることをお勧めします。



既存基礎の立ち上がり高さが400mm以上の場合

既存基礎の立ち上がり高さが400mm未満の場合

鉄筋コンクリート造の「増し打ち」例

3. 6 2階が載っている壁を優先的に補強してください

2階建の建物で、2階部分が載っていない下屋部分の壁を補強し、その効果を期待する為には、2階が受けた地震力を、下階の下屋部分の耐力壁まで伝達させる為に「強い水平構面（地回り・1階屋根）」であることが前提となります。しかし、現実的にはほとんどの水平構面は、床倍率が低く補強が必要となる為に、補強費用がかさむこととなります。

そのために、2階が載っている壁を優先的に補強することで、安全が担保され易くかつ経済的な設計が可能となります。もし、床を補強する場合には、構造用合板12mm以上、根太@340以下の落とし込み（横架材上端と根太上端を揃える）又は既存根太の転び止め処置の上、N50@150以下として床構面を補強してください。

3. 7 現況の耐震診断は、筋かいが確認できない場合には、原則として筋かいが無いものとして診断・設計してください

耐震診断で現地調査を行う際、屋根裏に上ったり床下へ潜ったり等、可能な限り現場の情報を得られるよう努力してください。しかし、どうしても目視で確認できない場合があります。そのような場合には、原則として筋かいは無いものとして判断してください。また、推測や経験則で目視確認できない筋かいを評価する際には、依頼者へその旨を説明し良くご理解をいただく必要があります。（精密診断・改修設計では推測は不可、筋かいは無いものとして対応してください。）

【参考】制震（制振）工法について

技術開発の進展により、免震建物や制震・制振工法やらと、地震時・暴風時の建物の揺れを調整する時代がやってきました。先の阪神・淡路大震災の後から色々提案されてきています。ここでは、制震（制振）工法について概説します。

先ず最初に、免震と制震の違いを簡単に説明しますと、【免震構造】とは、建物とこれを支持する地盤との間に「免震層」という装置を入れて切り離し、地震動時の地盤の揺れがダイレクトに建物に伝わらないような工夫をすることで、通常の耐震構造の入力地震力の 1/3 程度以下に抑えることができるもので、積層ゴム系・ローラー方式・滑り方式が知られています。安全性は高いがコストも高いといった特徴が挙げられます。従って文化財関連保存事業等を除き、一般の戸建既存建物への採用は考えにくいので、ここではこれ以上の検証はしません。

次に【制震（制振）工法】ですが、これは建物に作用する「振動エネルギー」を効果的に吸収できる材料やダンパーと呼ばれる装置を用いて、建物の揺れを少なくし、被害の低減（減災）を図ろうとするものです。基本的には変形による変位量吸収のとき熱エネルギーに置換し、結果として変形量を抑制する効果を発揮します。必要に応じて「時刻歴応答解析」技術により、時々刻々の変形等をつかみ、効果の検証をします。

この「ダンパー」という装置は地震や暴風時の初期段階の揺れを吸収してくれるので、ピーク時の揺れ幅が通常の耐震構造より大幅に低減される、と言われています。またダンパーの持つ高い減衰性が、建物の揺れを早く止めてくれる効果もあります。

そんな中で、ここでは「既存木造在来構法」に相性の良い、制震（制振）工法について概説します。

ダンパーには色々なタイプがあり、その特徴も様々のようです。以下にまとめておきます

・ 主なダンパーの種類と特徴

系列等	主な材料	原理・特徴、問題点等
油圧系	油	オイルの粘りと液体の流動性を利用し、振動速度を落とし、揺れ幅を低減。速度依存性大。超高層向き。建築基準法による指定材料でなく原則法規外の使用に限られる。油性能(固化等)の低下の懸念が未解決。
粘性体、高減衰ゴム系	適度な硬さのゴムや粘性体	振動速度を落とし、揺れ幅を低減。速度依存性あり。中規模から一戸建て住宅に使用例多い。温度による硬さの変化や耐久性の不安定要素が指摘されている。油圧系と同じく原則法規外の使用に限られる。
摩擦系	車のブレーキのようなもの	車のブレーキと同じ原理だが、強弱の調整はできない。この為適切な圧力と安定的な摩擦係数の維持が課題。
金属系	柔らかく変形能力の高い金属（鉛・鋼材・低降伏点鋼・アルミニウム等）	履歴ダンパーとも呼ばれ、素材の繰り返し変形によるエネルギー吸収により運動エネルギーを消耗させる。速度依存性はなく、材料自体の性能の安定性から信頼性は高い。法規により設計と効果の検証可能。

木耐協では、住友理工株式会社様のTRCダンパーを推奨品としています。上の表によると、上から2番目の「高減衰ゴム系」に該当します。

単独の補強壁ならいずれのタイプも納まりが良く、ほとんど抵抗なく採用できるかと思っています。ただし、適用条件・その他については別途説明書等から確認してください。

（一財）日本建築防災協会の「住宅等防災技術評価」を取得していて、自治体の「既存住宅」への補助金対象工法となっています。既存建物への適用時には、原則として評点を 0.7 以上とした建物についての適用となります。

新築建物への「耐力を評価できる壁」としては、壁倍率 1.3 倍の大臣認定を取得しています。