

「耐震」+「制震」で、
揺れを制する家づくり

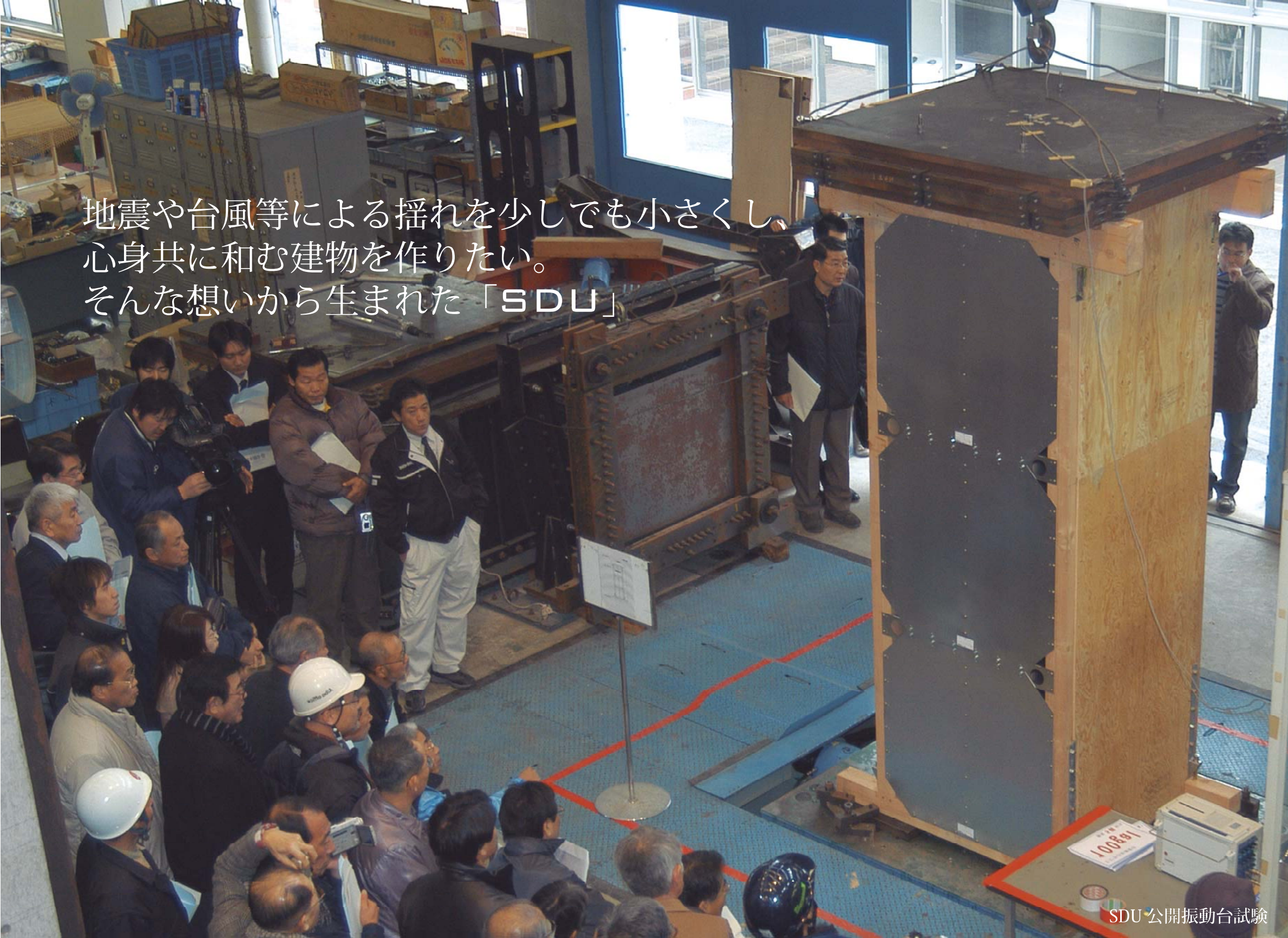
揺れを吸収する壁

SDU

エス・ディー・ユー

STEEL DAMPER UTILITY

- 地震による揺れを軽減
- 建物の損傷を軽減
- 揺れが早く治まる
- 繰返す余震に対しても効果を発揮
- メンテナンスフリー
- 新築にも耐震補強にも対応
- 安心の国土交通大臣認定品



地震や台風等による揺れを少しでも小さくし
心身共に和む建物を作りたい。
そんな思いから生まれた「SDU」

近來、大地震の発生が広い地域において予測されています。

地震に耐え、生命、財産が安泰することは、万人の願い
ですが、住宅を耐震化することについての関心は決
して高いものではありません。このことは、居住者のみで
なく設計者を含めた住宅の供給者についても同様でしょう。

将来の何時かに発生することは確かですが、そのための費
用を現在において負担することを居住者がためらっているこ
とは確かですし、供給者側も耐震化された建物、あるいは既
存の住宅の耐震化よりも、居住者の安易な要求を最優先して
受け入れることで、住宅の供給競争に生き残る途を確保する
ことに多大な関心を持っているのではないのでしょうか。この
ような状況判断が誤解であれば幸いです。

私達は、耐震性の低い住宅の供給を一度でもしたことが
ないと断言出来るのでしょうか。断言できるなら、既存の建
物の補強は不要であろうし、これから構築するものについ
ても従来通りの工法で十分でしょう。

しかし、このような断言はまやかしである事を私達は十
分に認識しているからこそ、耐震化技術が問題になってい
るのではないのでしょうか。極言すれば、大きさ、色、形等
は住宅空間の構成にとって重要であることは当然でありま
すが、耐震性能の高さはこれらの要素を支える根幹的な必
需項目であります。

今日、耐震化の技術は多くの企業から優れた提案がなさ
れているので、これらを正しく使用すれば、大地震にも十分
に耐えられる住宅の構築が可能であろうと確信しています。

改めて私達、建築に携わる者の使命の大きさを再確認し
ましょう。

SDU 公開振動台試験



新発想の耐力面材「SDU」

SDU は 2 枚の鋼板で粘弾性体をサンドイッチした構造の積層パネル。
鋼板の「強さ」と粘弾性体の「エネルギー吸収能力」の 2 つの特長を相乗的に
利用し、剛性を保ちながら揺れを吸収するという相反する性質を兼ね備えた、
画期的な製品です。

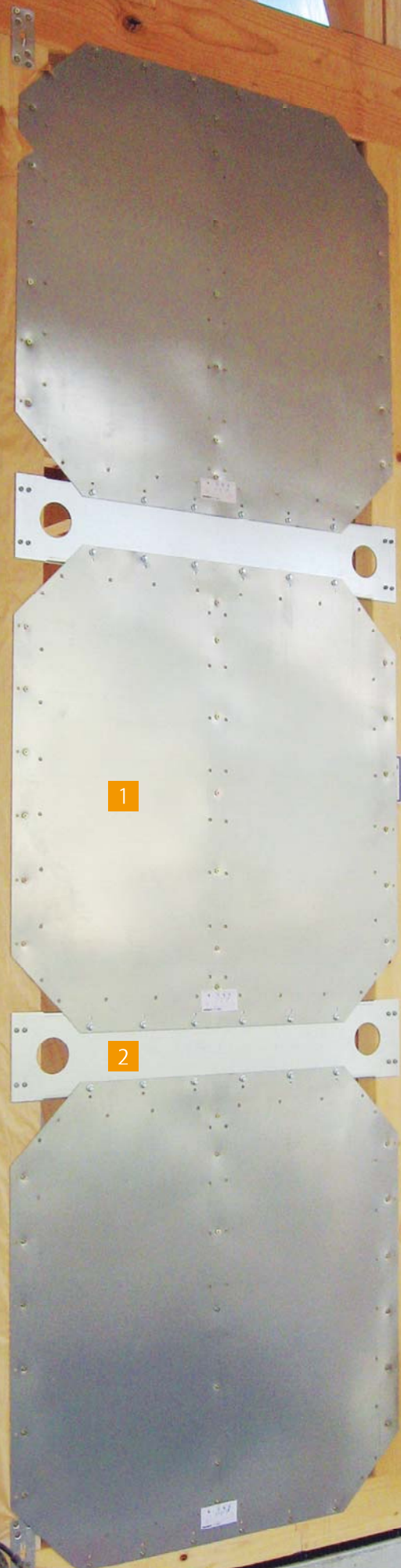
Steel (鋼板)、Superior (優れた)、Damper (ダンパー)、Utility (効率的)
の頭文字をとって命名されました。

Contents

1. 構 造 『鋼板』+『粘弾性体』のサンドイッチ構造・・・3
2. 仕組み 鋼板の座屈と粘弾性体の変形でエネルギー吸収・・・5
3. 性 能 安心の国土交通大臣認定取得・・・7
他のどの耐震要素より強く、粘る SDU・・・9
繰返し襲って来る余震にも効果を持続・・・10
4. 施 工 施工精度が高く、性能にばらつきがない・・・11

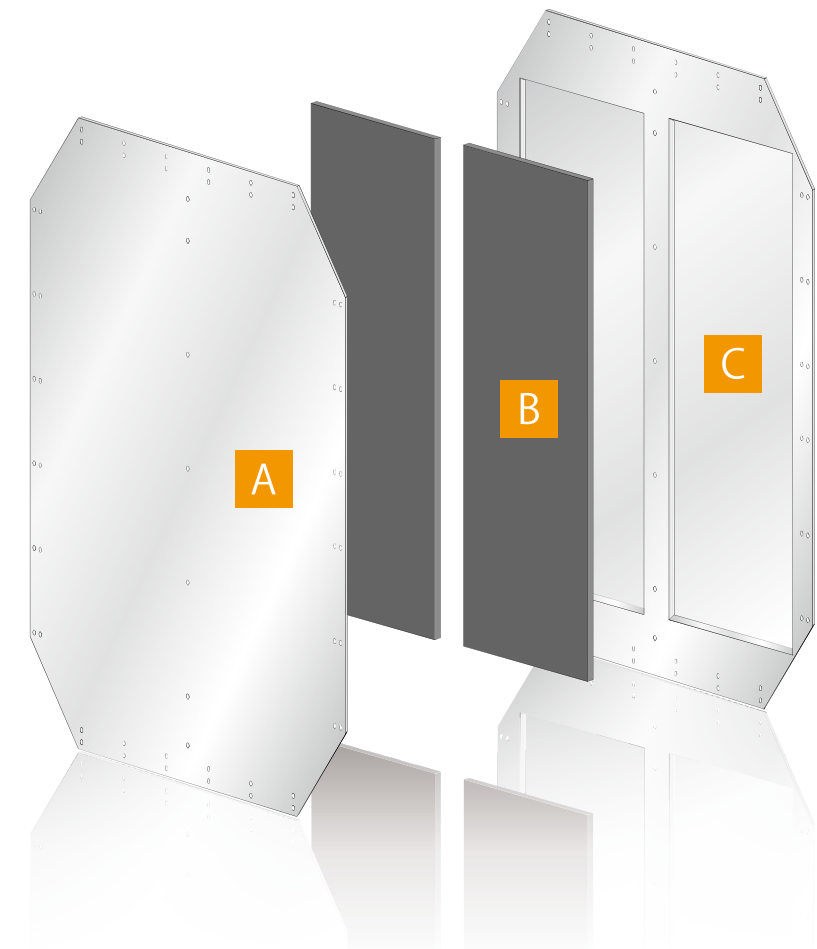
5. 資料集 設計 / 施工上の注意・・・14
設計資料・・・15
施工資料・・・21
6. 付 録 全国活断層マップ・・・25
地震対策の基本を再確認しましょう・・・27
地震の加速度と建物の関係・・・28
用語解説・・・29

構造 Structure



SDU は 3 枚のパネルと 2 枚の連結材で構成されています。

- 1 パネル【商品名：SDU-W】
- 2 連結材【商品名：SDU-C】



『鋼板』+『粘弾性体』のサンドイッチ構造

A 高耐食性めっき鋼板①

厚さ 0.5mm の非常に錆びにくいめっき鋼板（※1）を使用しています。これらの鋼板は住宅の構造材や道路、農路、土木、電力関連等の厳しい環境下にも使用されています。また、「長寿命が図れる」、「少ないめっき付着量で高耐食性が得られる」という観点から、省資源対応の環境に優しいめっき鋼板です。

B 粘弾性体

耐久性に優れたブチルゴムを主成分としており、厚生労働省より定められているシックハウスの原因となる物質は含みません。また、燃えるようなことがあっても、硫黄、塩素、窒素、臭素等を含んでいないので、有害物質は発生しません。粘着力が非常に強く、鋼板と強固に密着しています。

C 高耐食性めっき鋼板②

粘弾性体が収まる部分に 2.3mm の段を付けて密閉し、
 1. 粘弾性体と空気の接触による劣化
 2. 粘弾性体の紫外線による劣化
 3. 粘弾性体自体の垂れ下がり
 を防いでいます。
 人にも環境にも優しいクロムフリー処理が施されています。

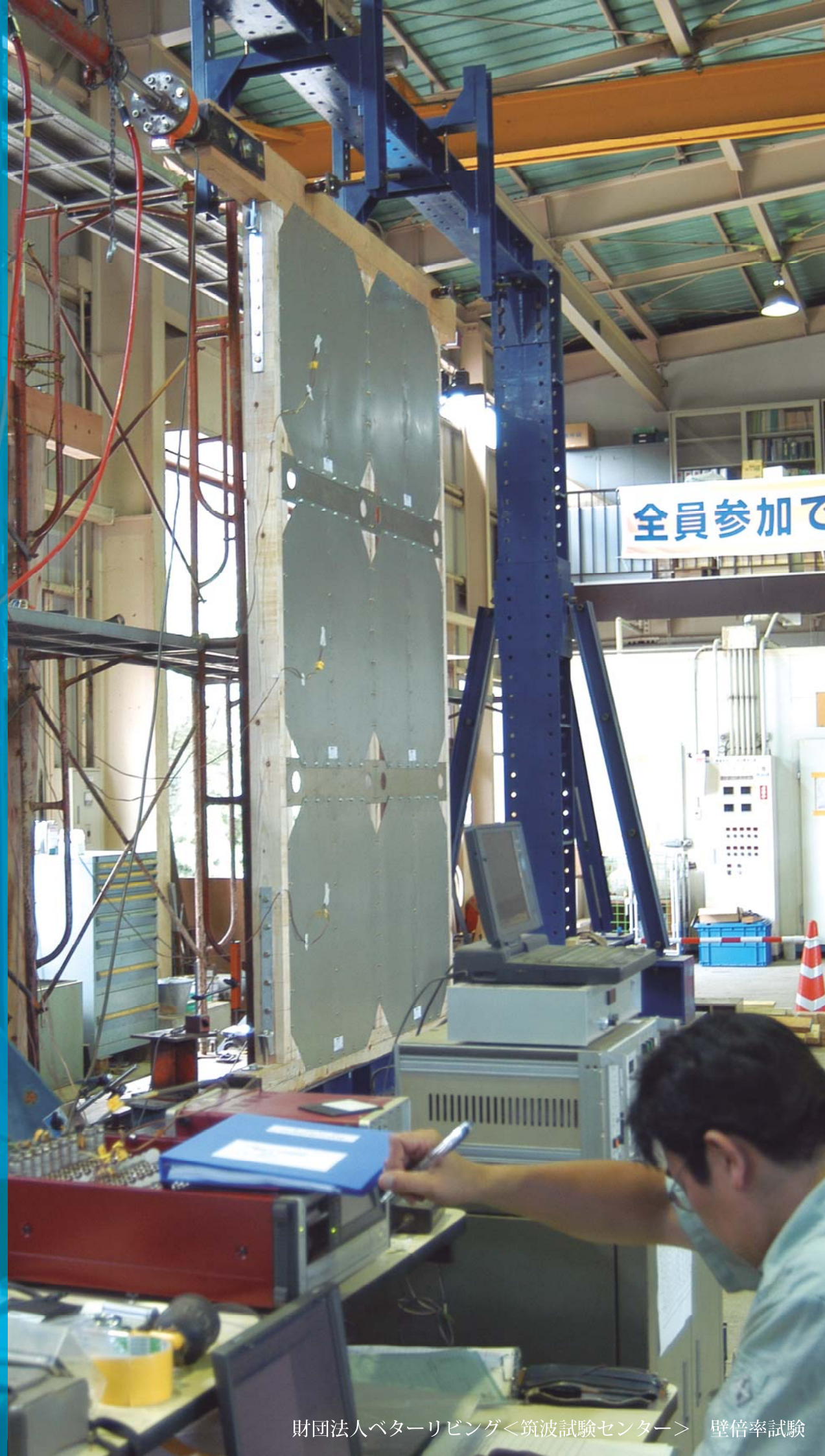
※1 高耐食性めっき鋼板は…

■SuperDyma® 新日本製鐵株式会社製
 ■ZAM® 日新製鋼株式会社製

- ①建築基準法第 37 条第二号の規定に適合するものとして、国土交通大臣指定建築材料としての特別認定を取得
- ②「住宅の品質確保の促進等に関する法律第 52 条第 1 項」の規定に基づいた、住宅用高耐久性建築材料としての特別認定を取得

✓ 高品質材料でメンテナンスフリー





鋼板の座屈と粘弾性体の変形で エネルギーを吸収

■ 鋼板の役割

軸組にビス留めされた鋼板は、地震時には座屈しながらも、張力場を形成することによって抵抗力を発揮します。建物に強度と復元性を持たせるバネのような役割をします。

■ 粘弾性体の役割

2枚の鋼板に密着した粘弾性体は、地震時における鋼板の座屈によって強制的に変形させられます。このとき、粘弾性体が動的抵抗をし、動エネルギーを熱エネルギーに変換することにより、建物の揺れを吸収するダンパーの役割をします。

■ 振動試験による実証

SDUを取付けた躯体を、加速度1000gal（阪神大震災での加速度は800gal）で振動試験を計22回行いました。試験後の試験体は形状の変化や、性能の低下も無く、繰返し襲って来る余震に対しても効果を持続することが証明されています。

- ✓ 地震による揺れを低減
- ✓ 建物の損傷を軽減
- ✓ 繰返す余震に対しても効果を発揮

■ 振動試験中

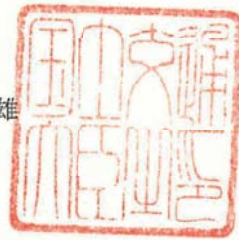


認定書

国住指第1978号
平成 16年 11月 30日

イーメタル株式会社
代表取締役 兵藤 明夫 様

国土交通大臣 北側 一雄



下記の構造方法又は建築材料については、建築基準法第68条の26第1項(同法第88条第1項において準用する場合を含む。)の規定に基づき、同法施行令第46条第4項表1の(八)の規定に適合するものであることを認める。

記

1. 認定番号

FRM-0088

2. 認定をした構造方法又は建築材料の名称

複合鋼板面材直張り木造軸組耐力壁

3. 認定をした構造方法又は建築材料の内容

別添の通り

4.2の倍率を有する軸組と同等以上の耐力を有する軸組

(注意)この認定書は、大切に保存しておいてください。

受賞暦

■ あいち木造住宅耐震補強技術コンペ 優秀賞

主催：愛知建築地震災害軽減システム協議会

■ 安価で信頼できる耐震改修工法の事例 選定

主催：東京都都市整備局

■ 木造住宅耐震補強工法に紹介

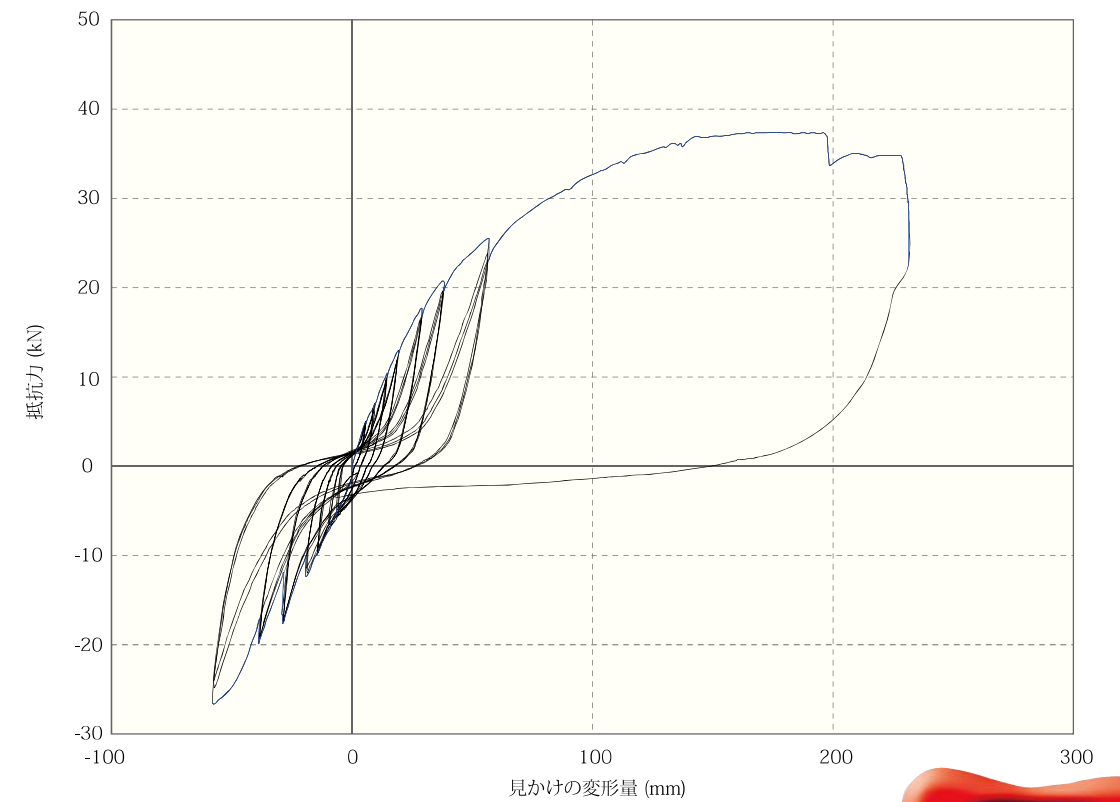
主催：大阪府住宅まちづくり部 建築指導室 建築企画課 企画推進グループ

■ 雪国の実情に応じた木造住宅の耐震改修工法に紹介

主催：新潟県

■ 耐震改修工法に掲載

主催：岩手県



安心の国土交通大臣認定取得

面内せん断試験



降伏耐力 P_y	18.37 kN
終局耐力 P_u	31.09 kN
最大耐力 P_{max}	34.01 kN
$P_{1/120}$	15.26 kN
$P_{1/200}$	10.29 kN
$P_u \times 0.2 / D_s$	15.70 kN
終局変位 D_u	216.54 mm

高い信頼性

SDUは、壁倍率 4.2 倍で木造軸組工法用耐力壁として大臣認定を取得しています。

(認定番号：FRM-0088)

単に壁倍率が高いだけではなく、上記のグラフより

1. 200 mmの変形でも粘り強さを持つ
2. 微小変形時からの剛性が高い
3. エネルギー吸収能力が高い

等の特性を示す、画期的な耐力壁です。

壁強さ倍率・基準耐力

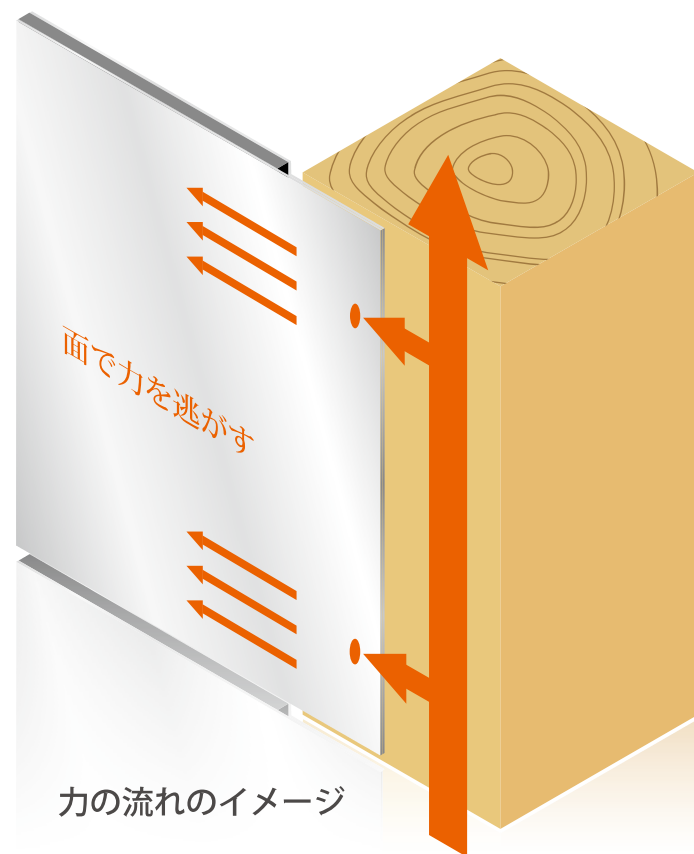
8.6 kN/m

基準剛性

1130 kN/rad/m

国土交通大臣認定
壁倍率4.2





繰返し襲って来る余震にも効果を持続

力の流れ

SDUは、地震による建物の歪みを、ビスを通して面材が座屈して逃がします。

接合部の耐力>面が座屈する耐力

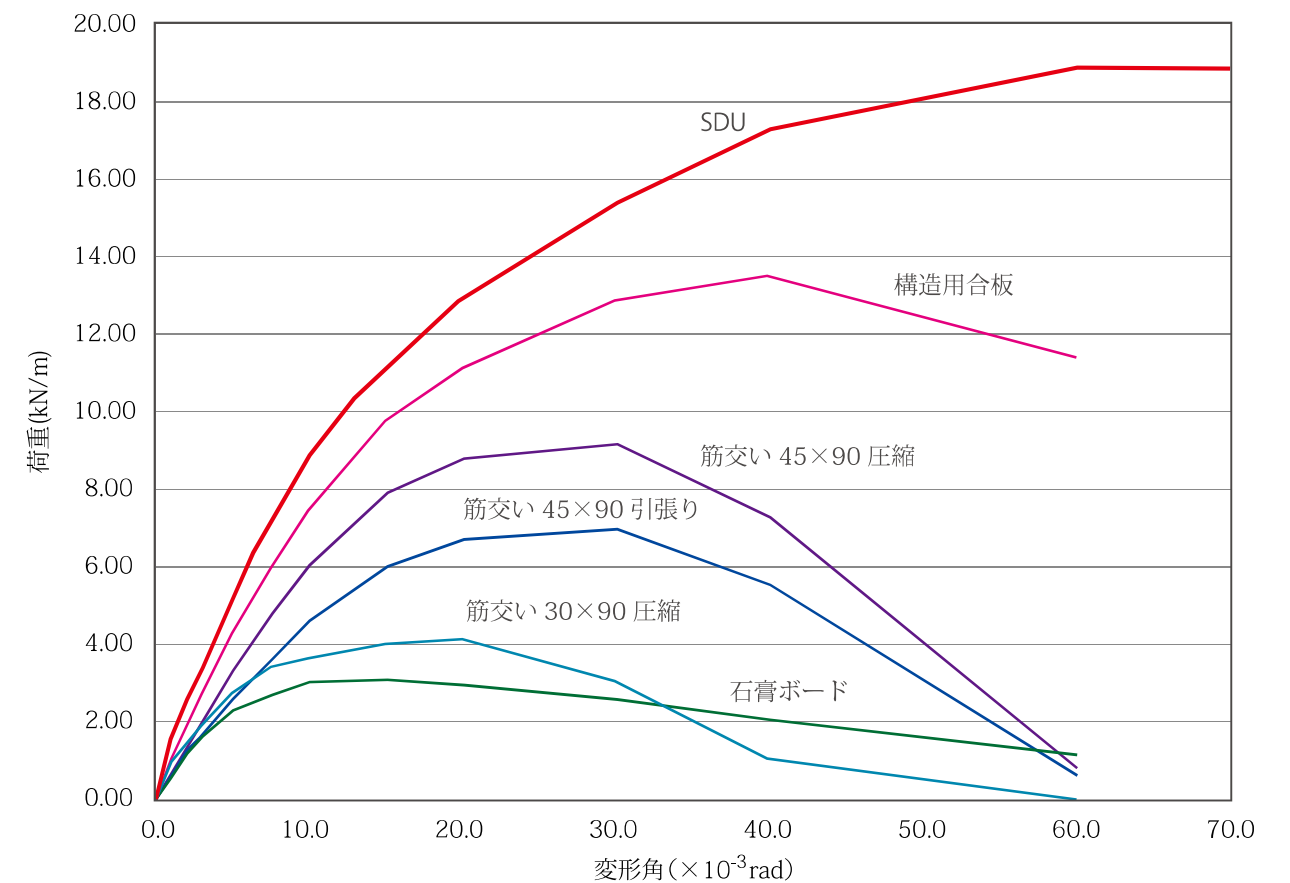
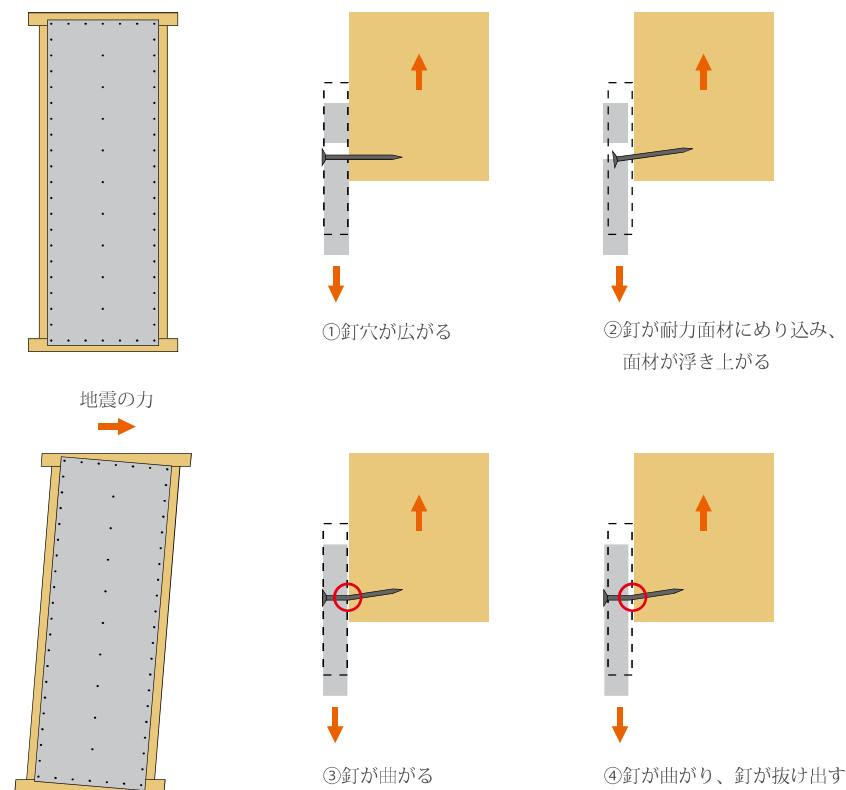
が成立し、力が弱い箇所に逃げる性質を利用しています。その時、面材が弾性範囲内であれば、元に戻るのに、面材の耐力が低下しません。

一方、構造用合板などの耐力壁等は、

接合部の耐力<面が座屈する耐力

が成立し、右図のように接合部の耐力が低下し、繰返し起こる余震に対しては、次第に弱くなってしまいます。

弊社で行った構造用合板の振動試験では、250galの振動で耐力が60%以上低下することが確認されました。

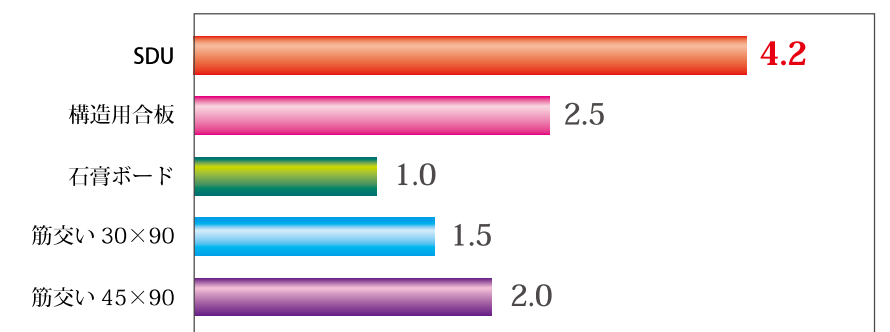


従来のどの耐震要素より強く、粘る、SDU

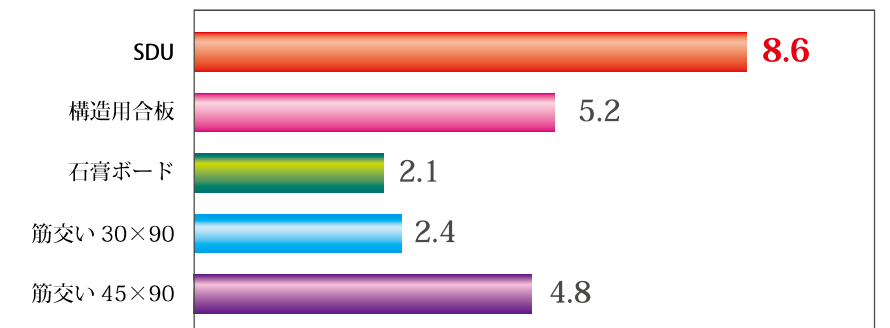
荷重 - 変形曲線の比較

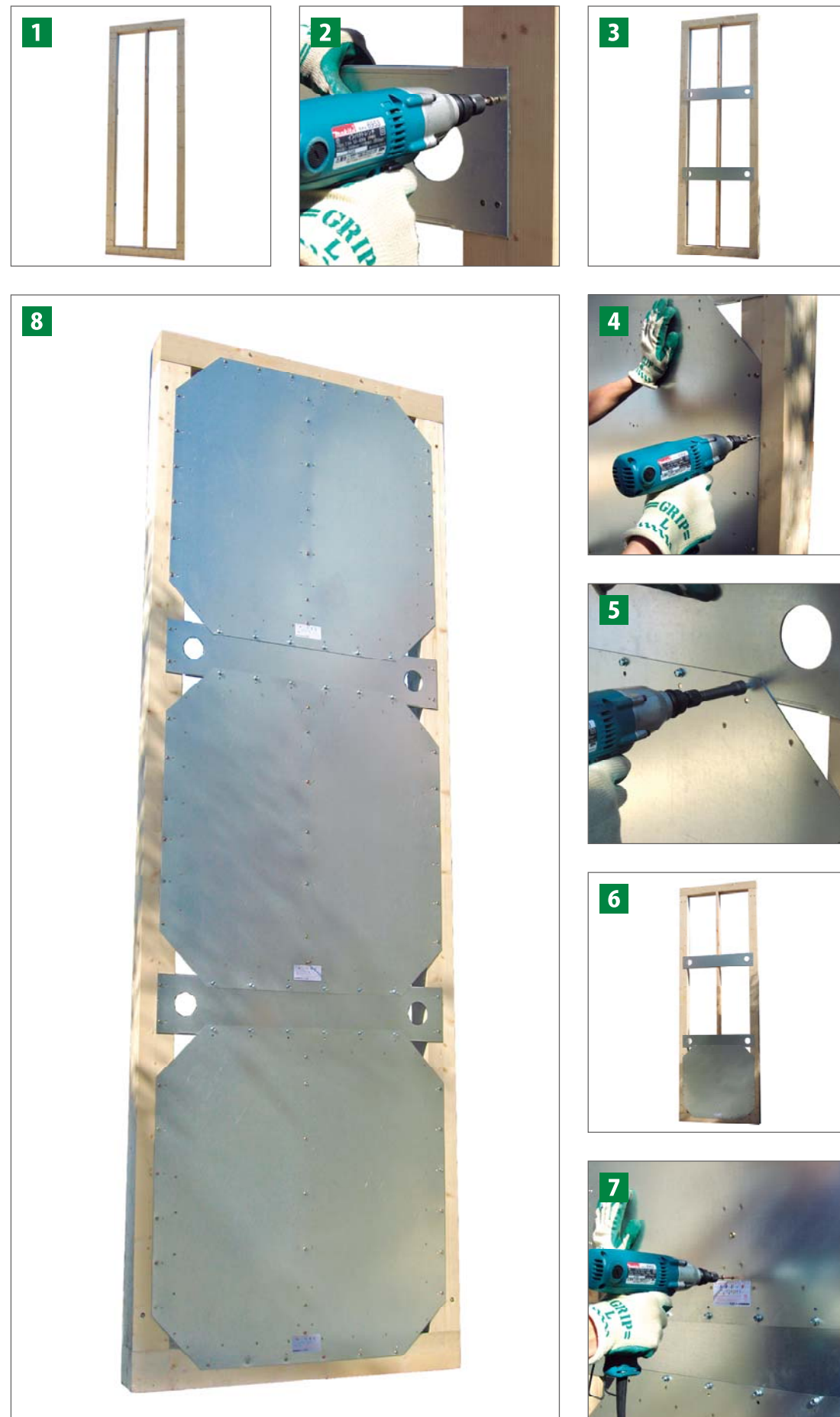
SDU独自のサンドイッチ構造が、地震に対して粘り強く抵抗するので、初期剛性から終局耐力に至るまで、他の耐震要素よりも優れた能力を発揮します。また、他の耐力要素が破損してもSDUが負担し続けます。

壁倍率比較

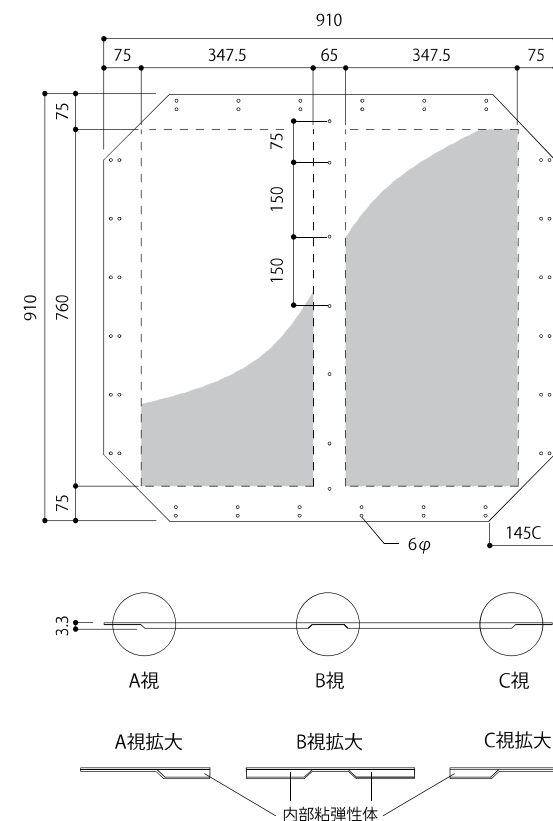


壁強さ倍率比較

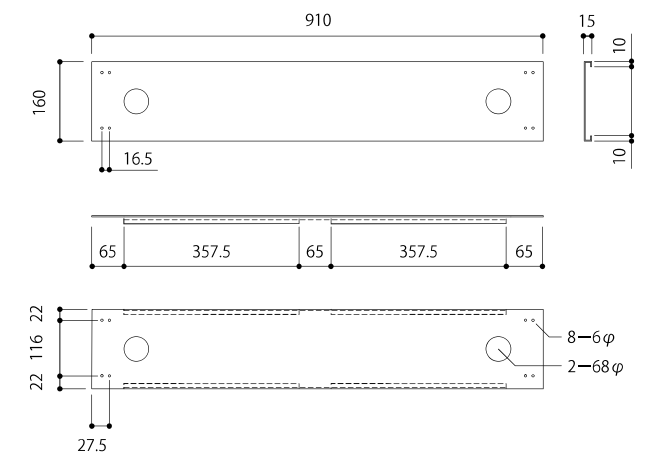




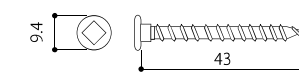
SDU-W



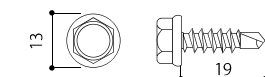
SDU-C



TB-45 施工工具: スクエアビット SQ No.3



HJC19 施工工具: 電動ドリル用ソケット EHS-9.6



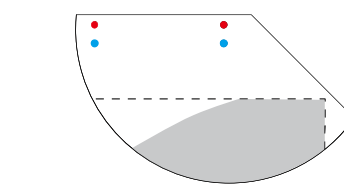
施工精度が高く、性能にばらつきがない

施工フロー

1. SDU-W及びSDU-Cの割付け、墨出しをする。
2. SDU-Cを取付ける。
3. SDU-Cの取付け完了。
4. SDU-Wを柱、横架材に取付ける。
5. SDU-WをSDU-Cにタッピングビスにて取付ける。
6. 同様に残り2枚のパネルも取付ける。
7. SDU-Wと間柱をビス留めする。
8. 完成

注意事項

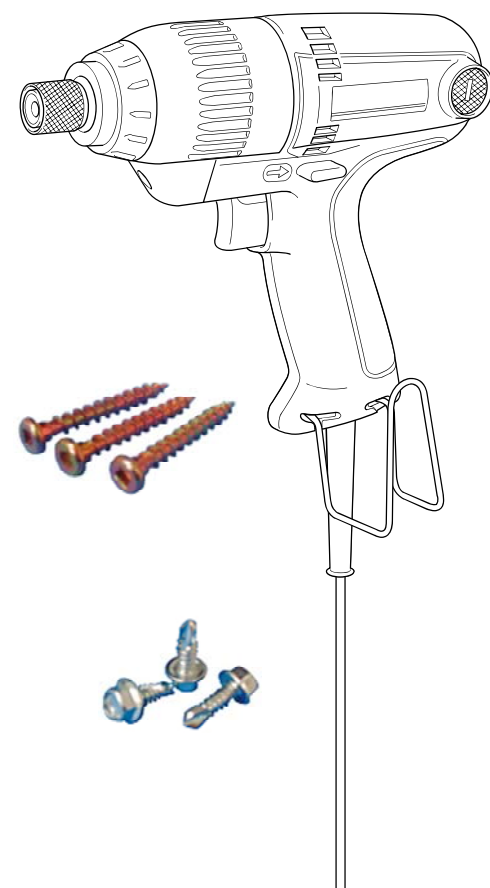
SDU-W 及び SDU-C にはビスの先穴が二列空いています。基本的には外側のビス穴を使用して下さい。柱の背割れ、節等により、ビスの締め付けが困難な場合は内側のビス穴を使用して下さい。



● 基本取付け穴 ● 予備取付け穴

技術講習不要の簡単施工

SDUの取付けには、特別な技術講習は必要ありません。パネル、連結材共に、ビス留めの為の先穴があり、所定のビスで留めるだけです。SDU-W、SDU-C 連結材の重量はそれぞれ 8.2kg、3.2kg。施工もスムーズです。



資料編

揺れを吸収する壁

SDU

エス・ディー・ユー

STEEL DAMPER UTILITY

Contents

■ 設計・施工上の注意	14
■ 新築設計	15
■ 耐震補強例	17
■ 施工資料	21

設計・施工上の留意事項

- 柱（断面寸法は 105mm×105mm）以上として下さい。
- 柱間のピッチは 910mm として下さい。
- SDU-Wの縦方向の位置は、SDU-Cにて寸法の調整を図って下さい。また、横架材間の内法寸法は 2,515mm ～ 2,825mm として下さい。
- コンセント・換気口等の穴あけは、SDUの性能を損なう恐れがありますので、避けて下さい。
- 断熱材及び防湿層を設置することを原則とし、壁内結露を生じさせない仕様として下さい。
- 現場で防腐・防蟻処理を行う場合は金物本体に薬剤が付着しないように注意して下さい。金物本体や、表面処理が劣化する場合があります。
- 確認申請時には、建築主事や担当窓口の判断に従って下さい。
- 製品本体を取扱う際には、必ず軍手や手袋等を着用して下さい。
- 接合、締付け工具類は、適切な物をご使用下さい。
- SDUの施工に当たっては、設計・施工講習の必要はありませんが、必ず、本資料等をよく確認の上、設計・施工を行って下さい。

計画・設計サポート（無料）

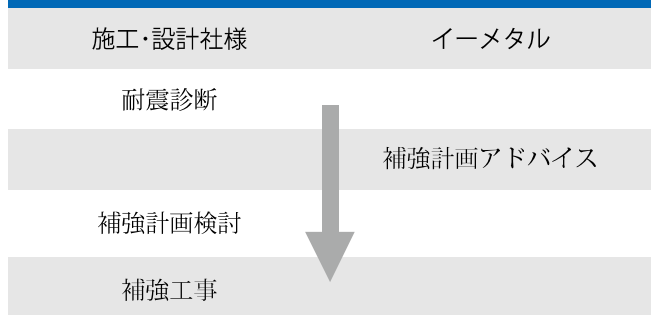
耐震改修工事及び新築設計時につきましては、小社にて取付け位置のご提案を致します。

新築設計時の注意点

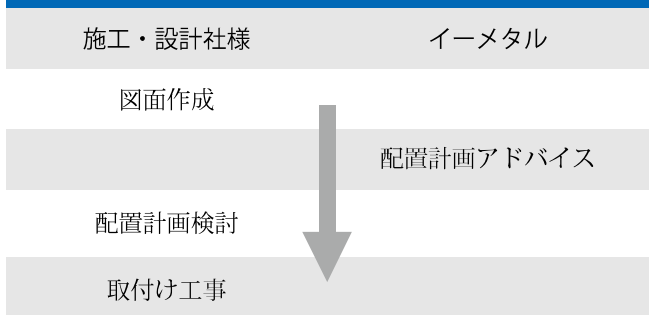
本製品の設計に際しては、以下にご注意の上、設計に当たって下さい。

- SDUと筋交いなどの他の耐力要素と混用して、壁量を満たしてはいけません。ただし、軸組みを釣り合いよく配置する為に、桁行方向及び梁間方向に、それぞれ 2m を限度として、倍率 3 以下の壁、もしくは筋交いを配置することができます。（※壁量計算ルートに限る。）
- SDUと他の壁、または、筋交いと併用する場合、それぞれの倍率を加算できません。

耐震改修工事業務サポートの流れ



新築設計サポートの流れ



配置計画には、「株式会社インテグラル製 ホームズ君®」を使用します。

新築計画①

1. 本設計の趣旨

本製品 SDU は、筋交いや他の耐力要素と混用して、壁量を満たすことが認められていません。その為、本設計では筋交いなどで最低限の壁量を満たした上で、SDU を設置し、地震に強い建物を設計することを目的とします。

導入コストは、「坪 1.5 万円程度～」と比較的安価。

2. 設計チャート

条件：筋交いなどの他の耐力要素で壁量を満たした上で、SDU を配置する

(1) 図面の作成

(2) 設置場所の目星を付ける

- ☐ 柱の断面寸法の確認。
- ☐ 柱間ピッチの確認。
- ☐ コンセント、換気口の位置の確認。
- ☐ 横架材間の内法寸法の確認。
- ☐ 大壁タイプで設置できるか否か。

(3) 筋交い等の耐力要素を配置する

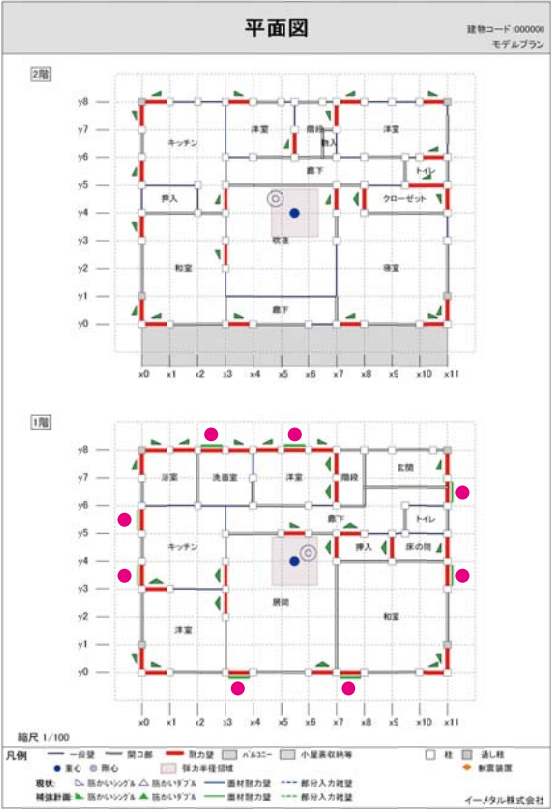
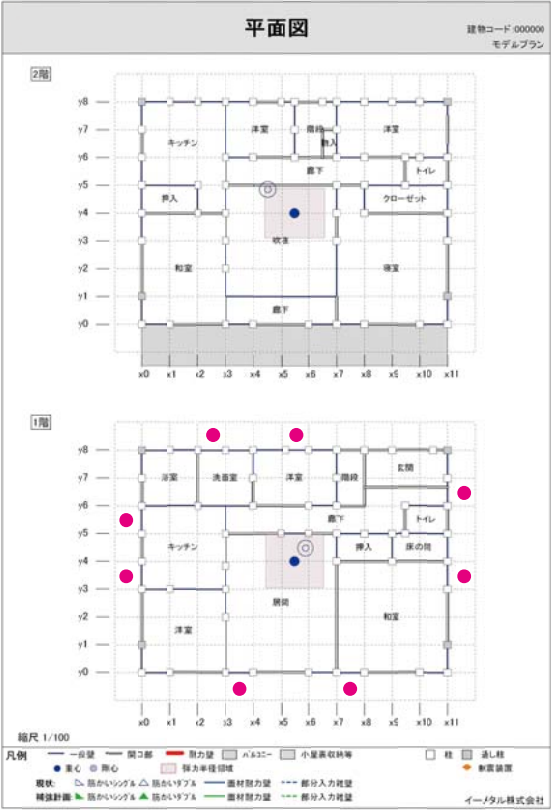
- ☐ 筋交い等の耐力要素で壁量を満たす。
- ☐ SDU 設置の目星を付けた場所には、耐力要素を配置しない。
- ☐ この時点で筋交い等の耐力要素で壁量を満たしたことを証明する為に、壁量計算書を作成しておく。

(4) SDU を配置する

- ☐ (1) で確認した事項に基づいて配置する。

(5) 接合金物の選定の為、N 値計算をする

階	方向	SDU 設置前 壁量充足率	SDU 設置後 壁量充足率	備考
1 階	X 方向	1.05	1.69	60.95%up
	Y 方向	1.08	1.61	49.07%up
2 階	X 方向	1.74	1.74	
	Y 方向	1.76	1.76	



新築計画②

1. 本設計の趣旨

本製品 SDU は、筋交いや他の耐力要素と混用して、壁量を満たすことが認められていません。その為、本設計ではSDUのみで壁量を満たし、地震に強い建物を設計することを目的とします。

導入コストは、「坪 5 万円程度～」と高価ではありますが、耐震性能は抜群です。

2. 設計チャート

条件：SDU のみで壁量を満たす。

(1) 図面の作成

(2) 設置場所の目星を付ける

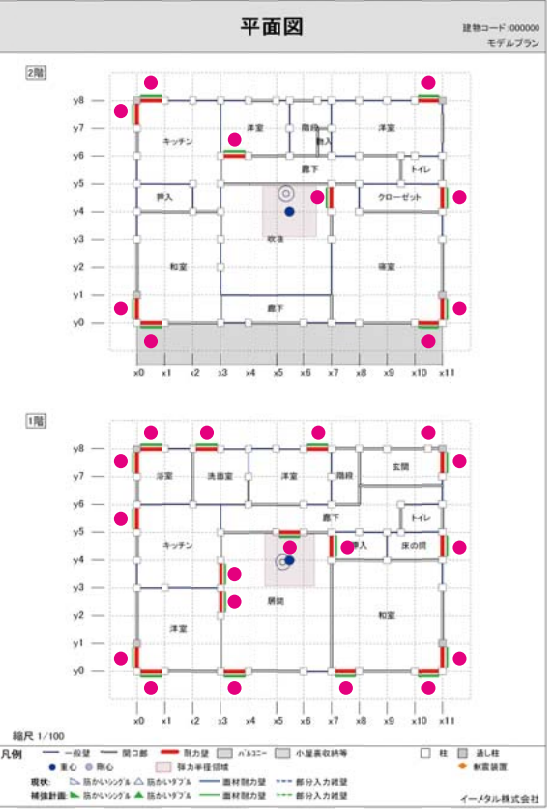
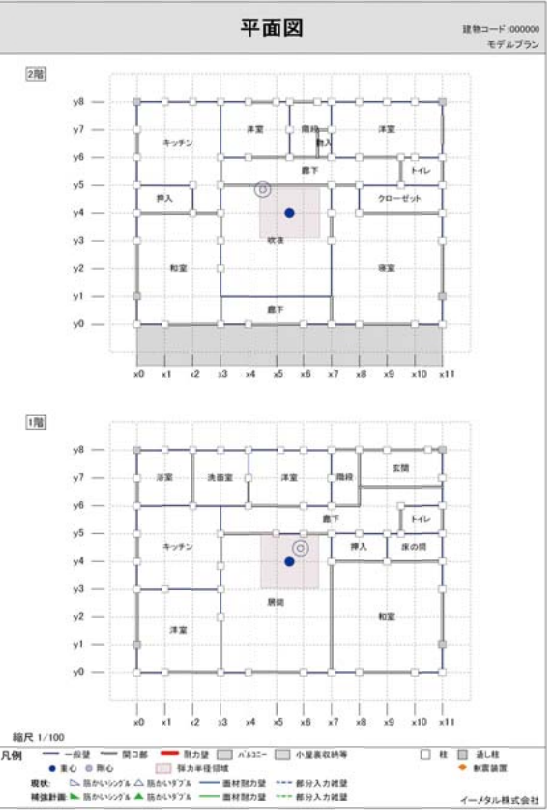
- ☐ 柱の断面寸法の確認。
- ☐ 柱間ピッチの確認。
- ☐ コンセント、換気口の位置の確認。
- ☐ 横架材間の内法寸法の確認。
- ☐ 大壁タイプで設置できるか否か

(3) SDU を配置する

- ☐ (2) で確認した事項に基づいて配置する。

(4) 接合金物の選定の為、N 値計算をする

階	方向	壁量充足率
1 階	X 方向	1.27
	Y 方向	1.20
2 階	X 方向	1.52
	Y 方向	1.32



耐震補強例

1) 建物概要

建物名称	T邸
所在地	愛知県岡崎市
竣工年	昭和53年
工法	在来軸組工法
建物仕様	非常に重い建物
地域係数	1.0
軟弱地盤係数	1.0
形状割増係数	1.0
積雪深さ	0.0m
階数	2階建て
地盤	良い・普通
基礎形式	無筋コンクリート布基礎
床面積	1階：54.65㎡
	2階：23.19㎡
内壁材種	土塗り壁（5cm未満）
外壁材種	土塗り壁（5cm未満）
屋根	土葺瓦屋根
診断方法	精密診断法Ⅰ



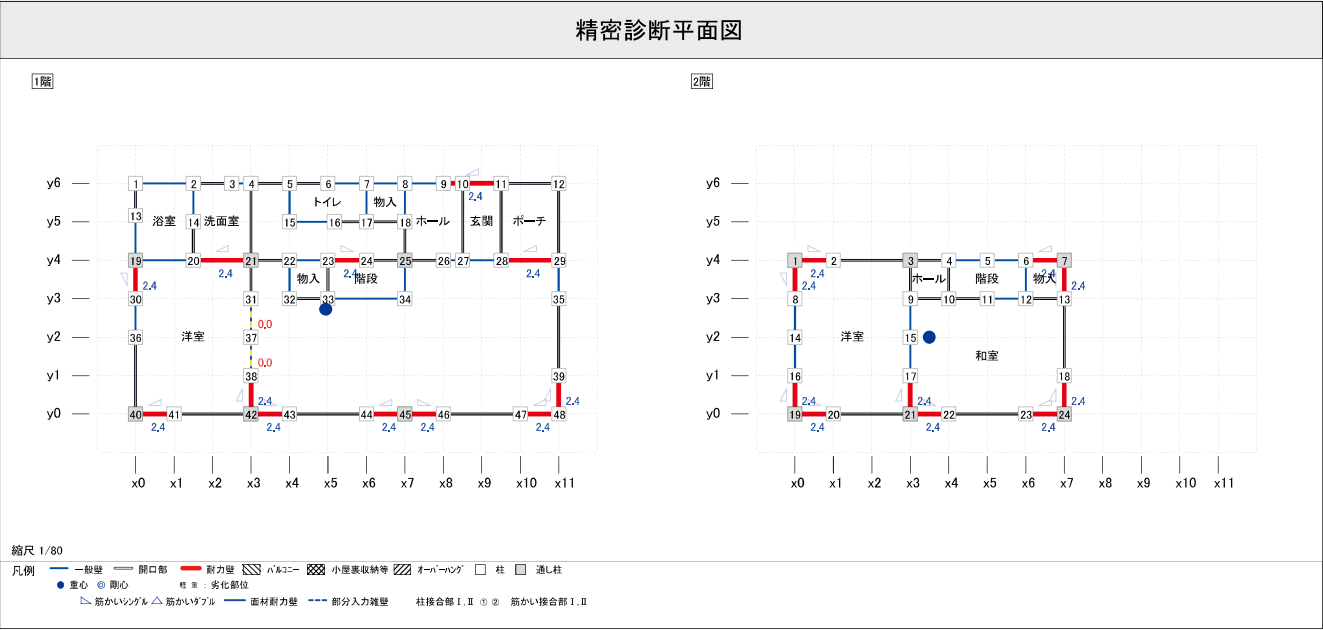
2) 必要耐力（表1）

必要耐力（Qr）＝支持重量×層せん弾力係数×地盤割増係数

表1 補強前の必要耐力

階	支持重量 〔kN〕	層せん断力係数 Ci				地盤割増係数 β	必要耐力 Qr 〔kN〕
		地震地域係数 Z	振動特性係数 Rt	層せん断力 分布係数 Ai	標準せん断力 係数 Co		
2	74.80	1.00	1.00	1.37	0.20	1.0	20.50
1	242.37	1.00	1.00	1.00	0.20	1.0	48.48

3) 耐震要素の配置



4) 上部構造評点（表2）

保有耐力（Qd）＝耐力合計（Q）×剛性（Fs）×偏心率（Feq）×床仕様（Fef）

表2 補強前の上部構造評点

階	方向	耐力合計 Q〔kN〕	剛性率 Fs	偏心率 Feq	床仕様 Fef	保有耐力 Qd〔kN〕	必要耐力 Qr〔kN〕	上部構造評点 Qd / Qr
2	X	16.60	1.00	1.00	1.00	16.60	20.50	0.80
	Y	16.47	1.00	1.00	1.00	16.47		0.80
1	X	38.76	1.00	1.00	1.00	38.76	48.48	0.79
	Y	20.22	1.00	0.76	1.00	15.36		0.31

表2から1,2階のX,Y方向共に耐力不足がみられ、さらに、1階のY方向に関しては偏心率が大きくなっていることがわかった。

5) 総合評価（表3）

総合評価（建築基準法の想定する大地震動での倒壊の可能性）は4)より上部構造評点の最小値は0.31であり、「倒壊する可能性が高い」。

表3 補強前の総合評価判定

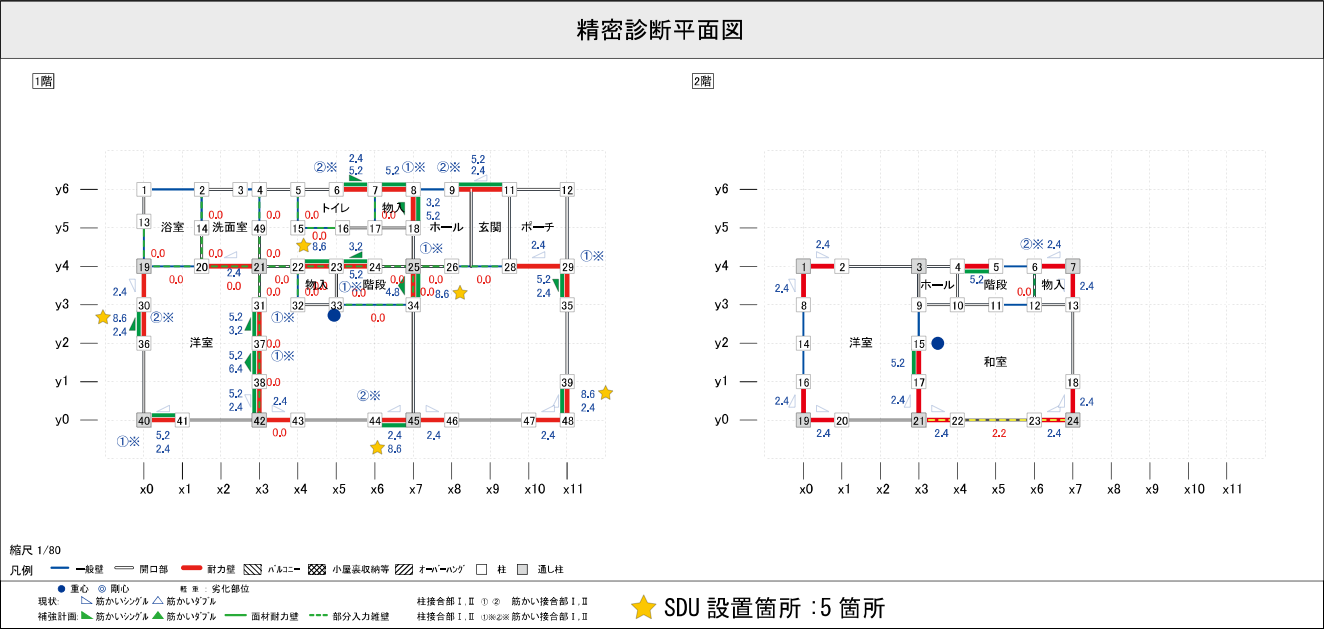
上部構造評点 （保有耐力／必要耐力）	判定
1.5以上	倒壊しない
1.0以上～1.5未満	一応倒壊しない
0.7以上～1.0未満	倒壊する可能性がある
0.7未満	倒壊する可能性が高い

6) 補強方法と耐震要素の配置

まず、接合金物での耐力の向上を最優先とした。その後、不足した耐力をSDUと構造用合板、筋交いを併用して向上させ、評点を 1.25 以上に上げた。また、同時に偏心率も補正している。

SDUの基準耐力を8.6kN/mとし、補強位置に既存筋交いや新設筋交いがある場合には、それらを累加して評価しているが、その上限値を保有耐力診断法に基づき14kN/mとしている。

7) 補強方法と耐震要素の配置



8) 上部構造評点 (表 4)

保有耐力 (Qd) = 耐力合計 (Q) × 剛性 (Fs) × 偏心率 (Feq) × 床仕様 (Fef)

表 4 補強後の上部構造評点

階	方向	耐力合計 Q [kN]	剛性率 Fs	偏心率 Feq	床仕様 Fef	保有耐力 Qd [kN]	必要耐力 Qr [kN]	上部構造評点 Qd / Qr
2	X	28.41	1.00	1.00	1.00	28.41	20.50	1.38
	Y	28.10	1.00	1.00	1.00	28.10		1.37
1	X	61.53	1.00	1.00	1.00	59.56	48.48	1.22
	Y	61.18	1.00	1.00	1.00	60.84		1.25

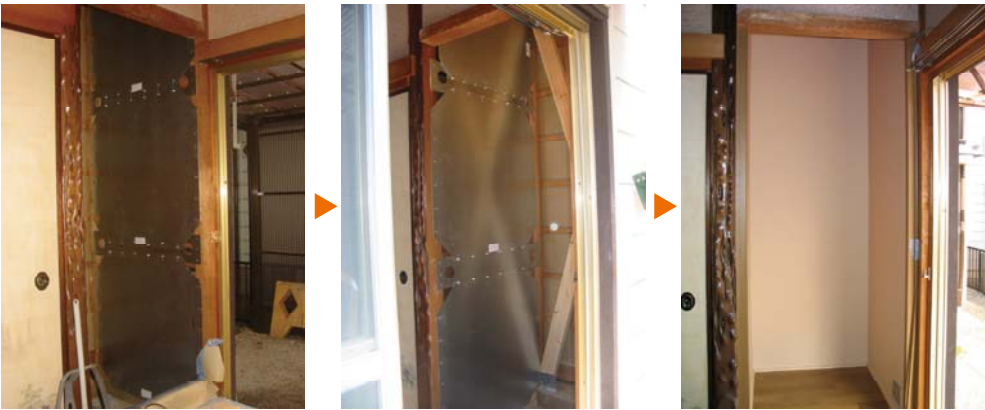
9) 総合評価 (表 3)

上部構造評点の最小値は 1.22 となり、表 3 より「倒壊しない」。

10) 補強写真

室内施工例 1

押入れを解体して、SDUを設置。
床、天井の撤去費用を安価に抑える。



室内施工例 2

SDUの施工箇所については、壁が厚くなっています。その為、他の壁厚との段差を見切材で調整します。



室外施工例 1

戸袋の裏を利用した耐震補強工事。
既存の戸袋を外し、トタンを剥して、軸組を露出させ、SDUを取付けます。
その後、外した戸袋とトタンを元に戻す復旧作業を行います。



室外施工例 2

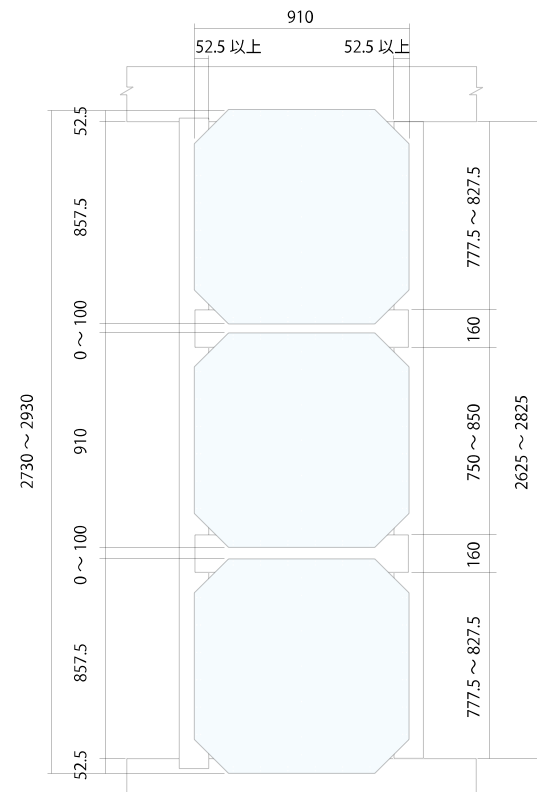
トタンを剥して、SDUを取付けています。

仕上げ例 1

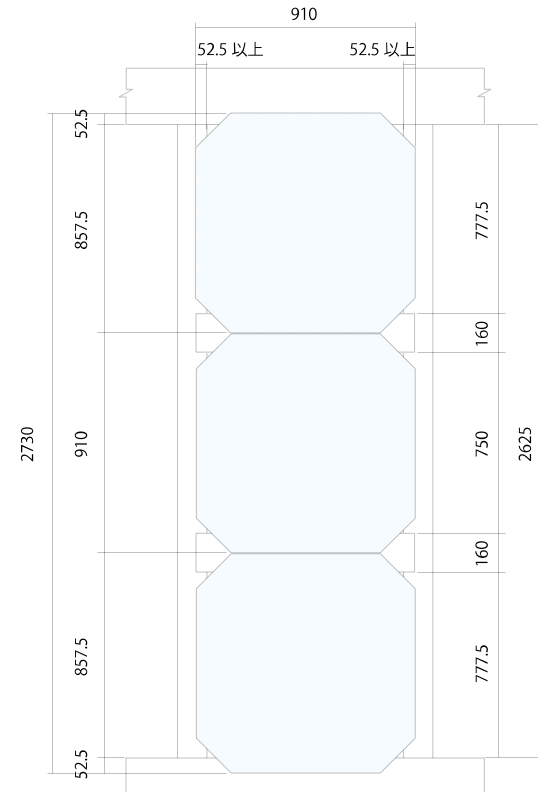
柱、間柱部分に胴縁を留め下地を施工します。



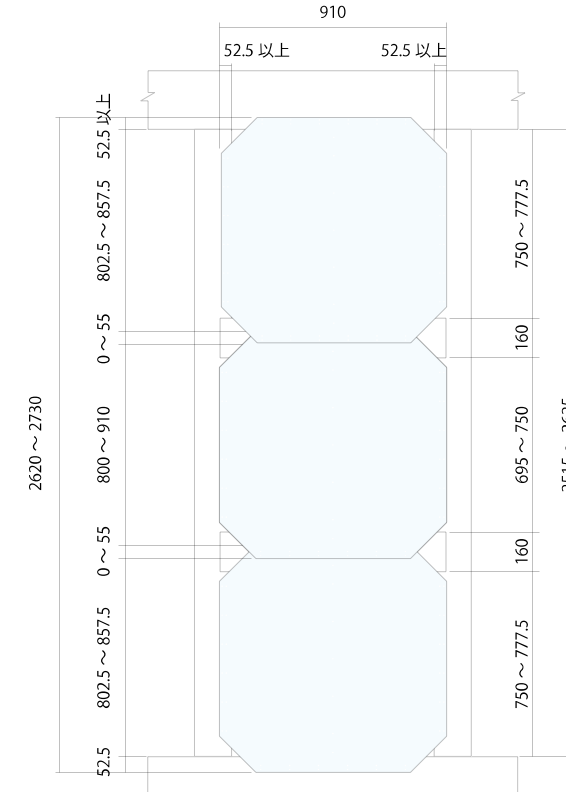
割付図 内法 2,625 ～ 2,825



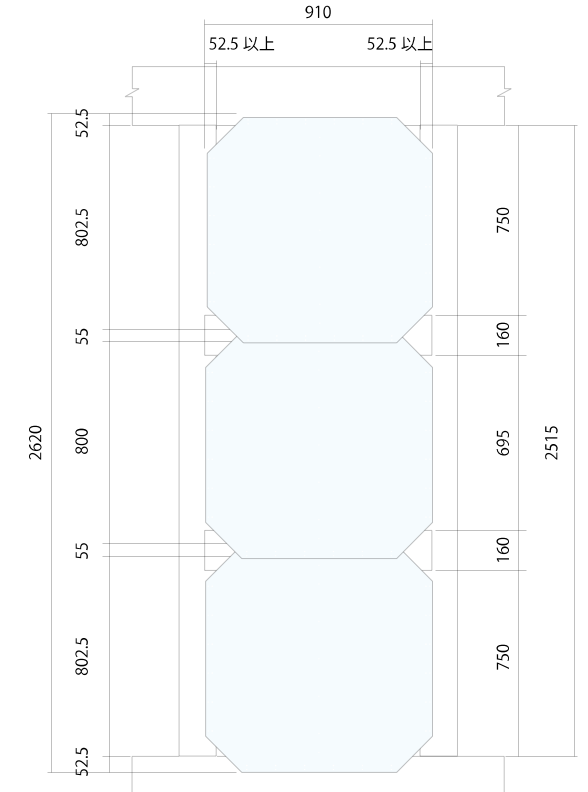
割付図 内法 2,625 の場合



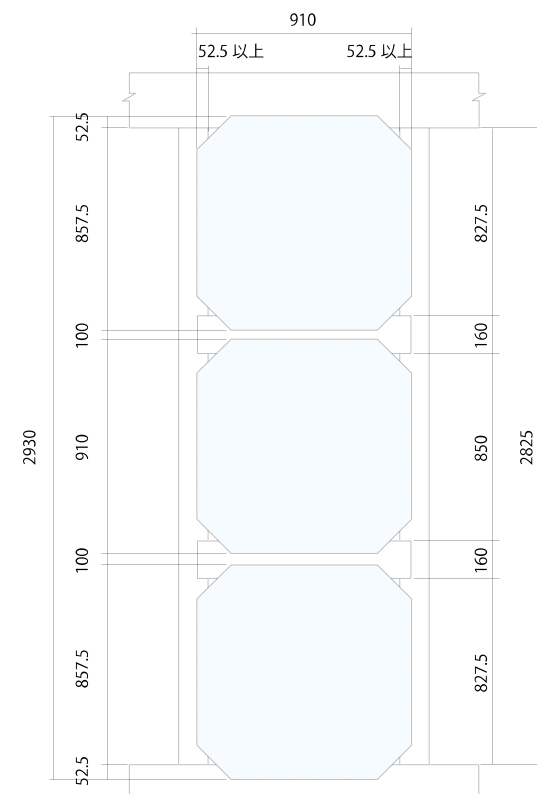
割付図 内法 2,515 ～ 2,625



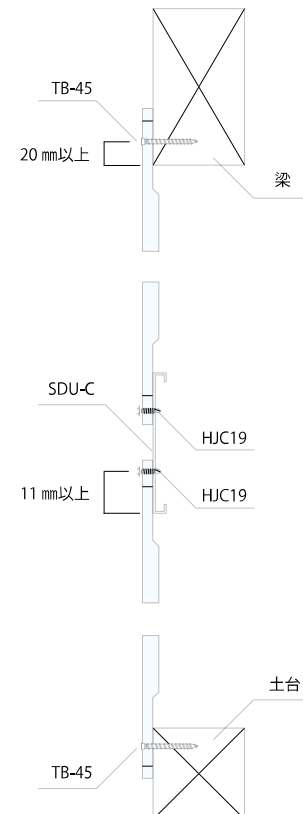
割付図 内法 2,515



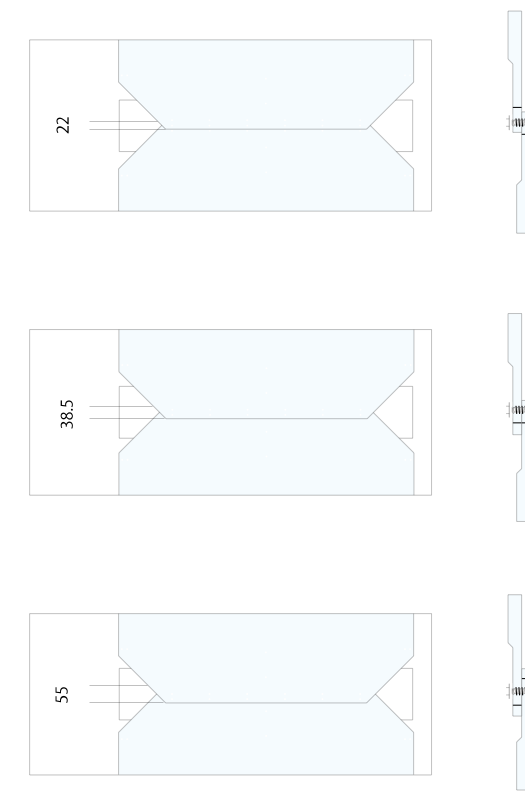
割付図 内法 2,825 の場合



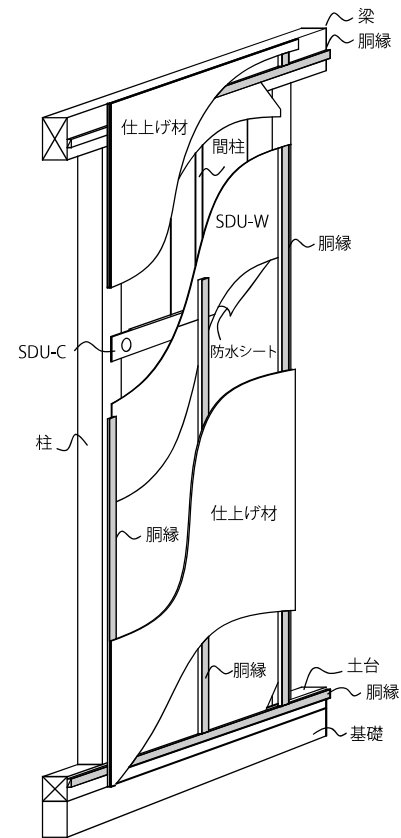
割付図 詳細図



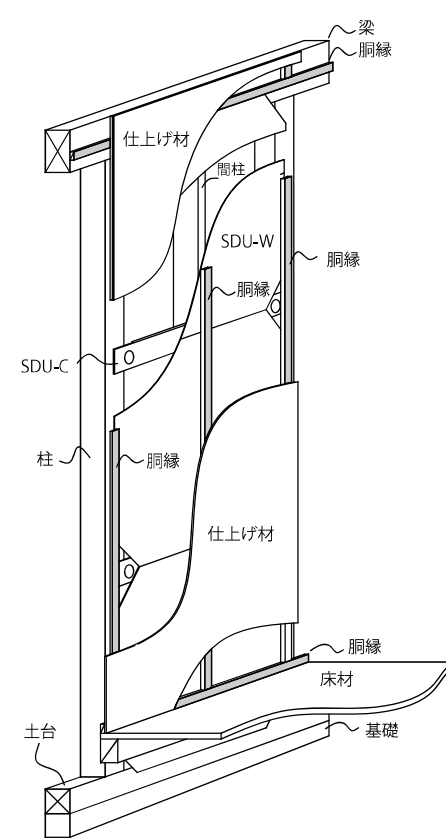
割付図 詳細図



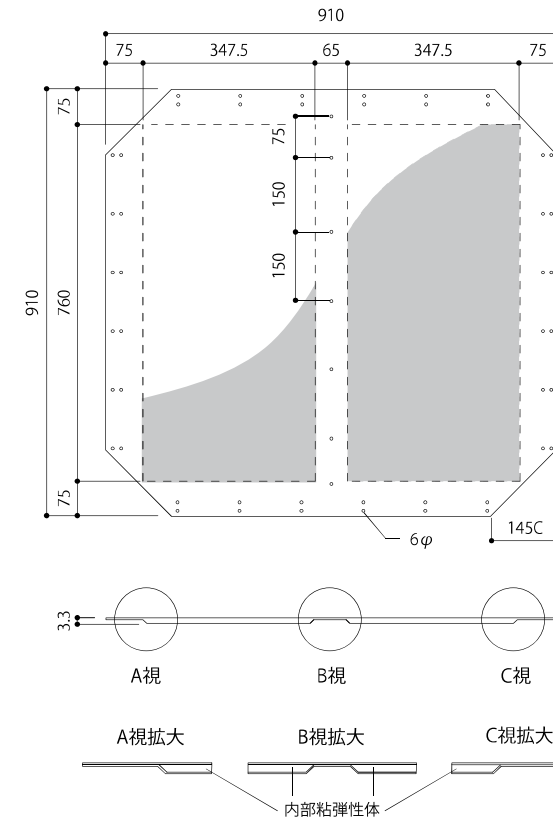
仕上図 室外縦胴縁



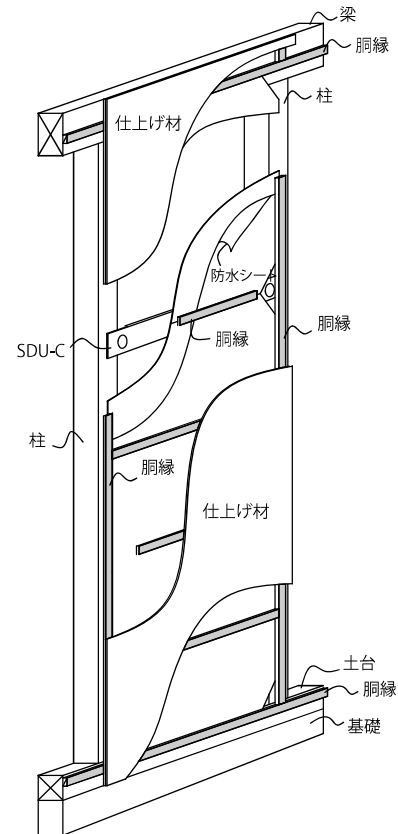
仕上図 室内縦胴縁



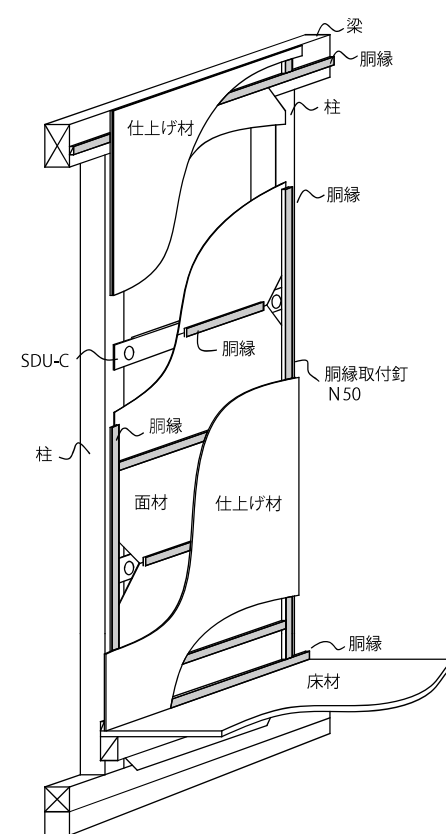
SDU-W



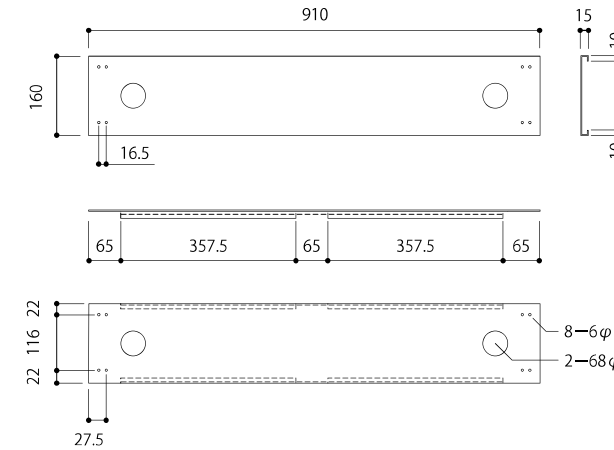
仕上図 室外横胴縁



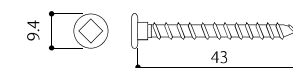
仕上図 室内横胴縁



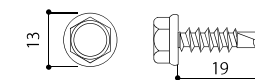
SDU-C



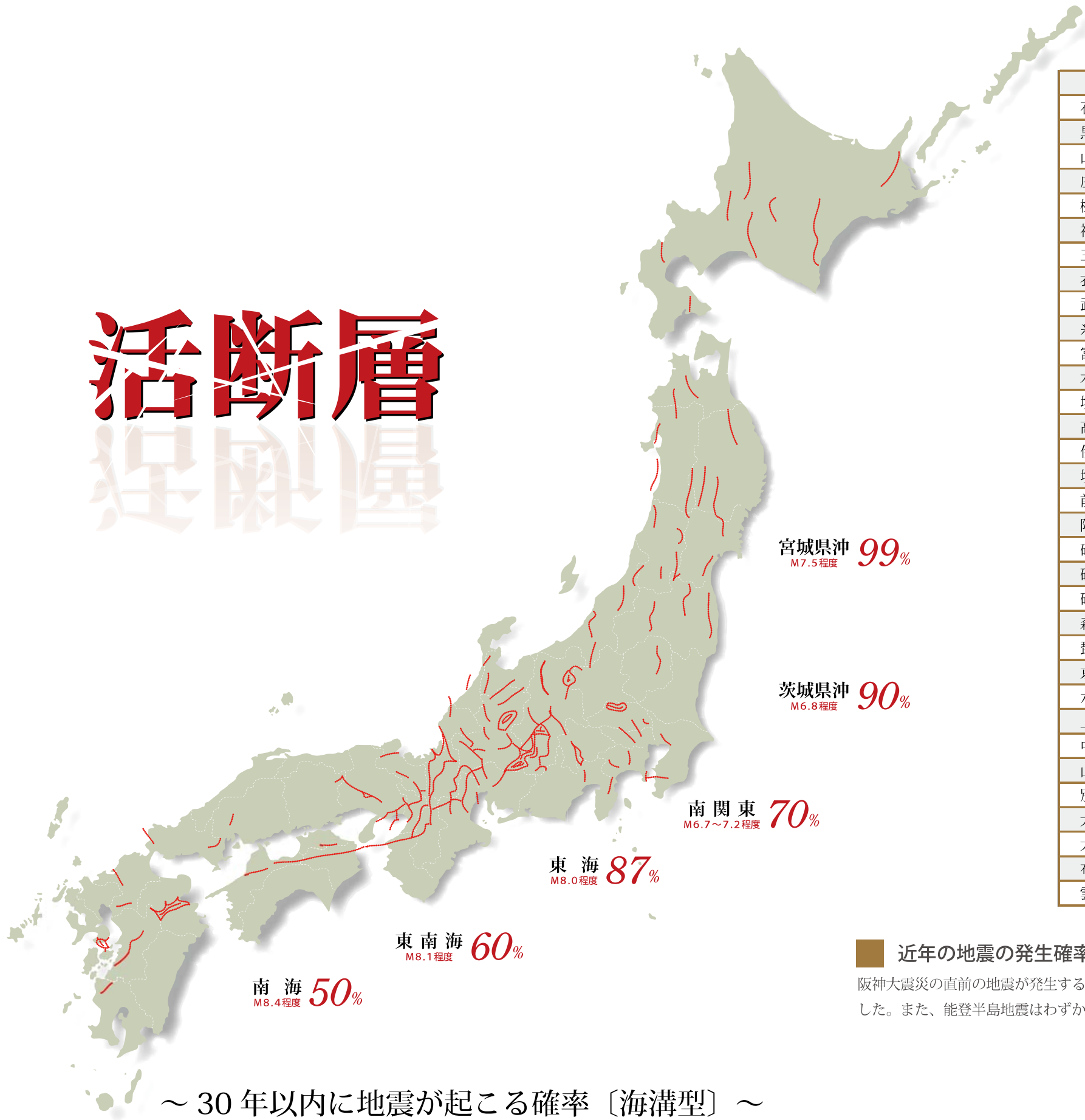
TB-45 施工工具:スクエアビット SQNo.3



HJC19 施工工具:電動ドリル用ソケット EHS-9.6



活断層
沿国境



断層名称	地震規模	30年以内に地震が起こる確率
石狩低地東縁断層帯	M7.9程度	0.05～6%もしくはそれ以上
黒松内低地断層帯	M7.3程度	2～5%以下
山形盆地断層帯	M7.8程度	ほぼ0～7%
庄内平野東縁断層帯	M7.5程度	ほぼ0～6%
橈形山脈断層帯	M6.8程度	0.3～5%
神縄・国府津-松田断層帯	M7.5程度	0.2～16%
三浦半島断層群		
衣笠・北武断層帯	M6.7程度	ほぼ0～3%
武山断層帯	M6.6程度	6～11%
糸魚川-静岡構造線断層帯	M8.0程度	14%
富士川河口断層帯	M8.0程度	0.2～11%
木曾山脈西縁断層帯	M6.3程度	ほぼ0～4%
境峠・神谷断層帯	M7.6程度	0.02～13%
高山・大原断層帯	M7.2程度	ほぼ0%～5%
伊那谷断層帯		
境界	M7.7程度	ほぼ0%～7%
前縁	M7.8程度	ほぼ0%～6%
阿寺断層帯	M6.9程度	6～11%
砺波平野断層帯・呉山脈断層帯		
砺波平野断層帯東部	M7.3程度	0.05%～6%
砺波平野断層帯西部	M7.2程度	ほぼ0～3%もしくはそれ以上
森本・富樫断層帯	M7.2程度	ほぼ0～5%
琵琶湖西岸断層帯	M7.8程度	0.09～9%
京都盆地-奈良盆地断層帯南部	M7.4程度	ほぼ0～5%
六甲・淡路島断層帯	M7.9程度	ほぼ0～0.9%
上町断層帯	M7.5程度	2～3%
中央構造線断層帯	M8.0程度	ほぼ0～5%
山崎断層帯	M7.3程度	0.03～5%
別府-万年山脈断層帯		
大分平野-由布院断層帯西部	M6.7程度	2～4%
大分平野-由布院断層帯東部	M7.2程度	0.03～4%
布田川・日奈久断層帯	M7.6程度	ほぼ0～6%
雲仙断層群	M7.3程度	ほぼ0～4%

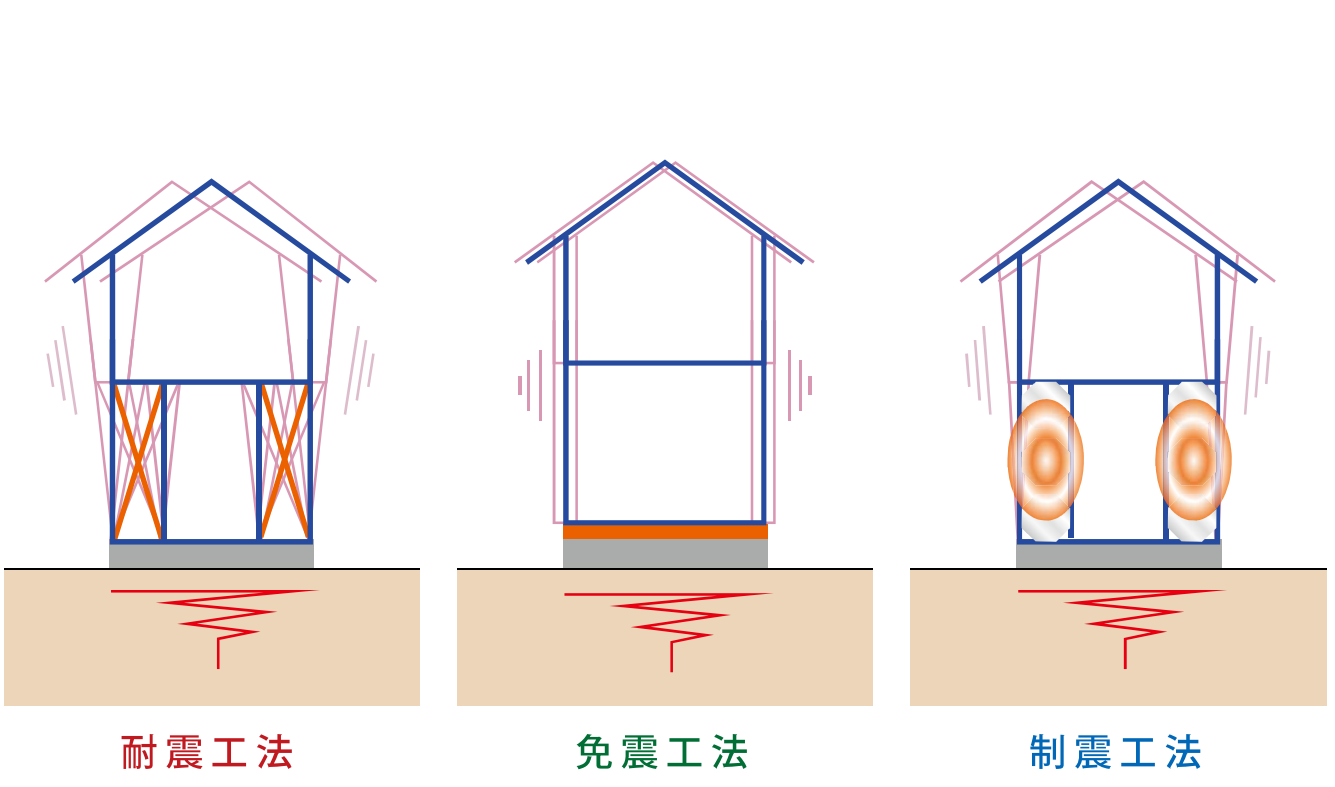
近年の地震の発生確率

阪神大震災の直前の地震が発生する確率は、0.02%～8%でした。また、能登半島地震はわずか0.1%でした。

事故や災害の被災率

- ・交通事故で死亡する確率 0.2%
 - ・火災で死傷する確率 0.2%
- 上記の発生確率と比較すると、地震の発生確率は極めて高いと言わざるをえません。

資料：地震調査研究推進本部地震調査委員会



地震対策の基本を再確認しましょう

～地震動に耐える～

柱・桁等の接合部を金物等で固定したり、耐力壁（筋交いや耐力面材）等で建物を頑丈にし、地震動に耐え、建物の倒壊を防ぐ工法です。

一般的に剛性の高い建物は応答加速度（衝撃的な揺れ）を伴います。

また、地震エネルギーの逃げ道が無いので、建物が揺れる度に建物の損傷が大きくなります。

～地震動から免れる～

基礎と土台の間に免震装置を取付け、地盤の揺れを上部構造物に伝えにくくし、建物の損傷を防ぐ方法です。縦揺れや強風に対しては特殊な装置を除いては効果が期待できません。

理論上は建物の損傷を防ぐのに1番良い方法だと言われています。しかし、地盤や敷地条件の制約、導入コストの面がネックとなります。

～地震動を制御する～

建物に制震装置（ダンパー）を取付け、建物の変形を小さくする方法です。

建物の変形を小さくすることにより、構造体や仕上げ材などの損傷を防ぎます。装置自体は繰返し来る余震に対しても効果を持続します。また、応答加速度（衝撃的な揺れ）を緩和します。

一般的に耐震性が確保された建物に付加する工法です。

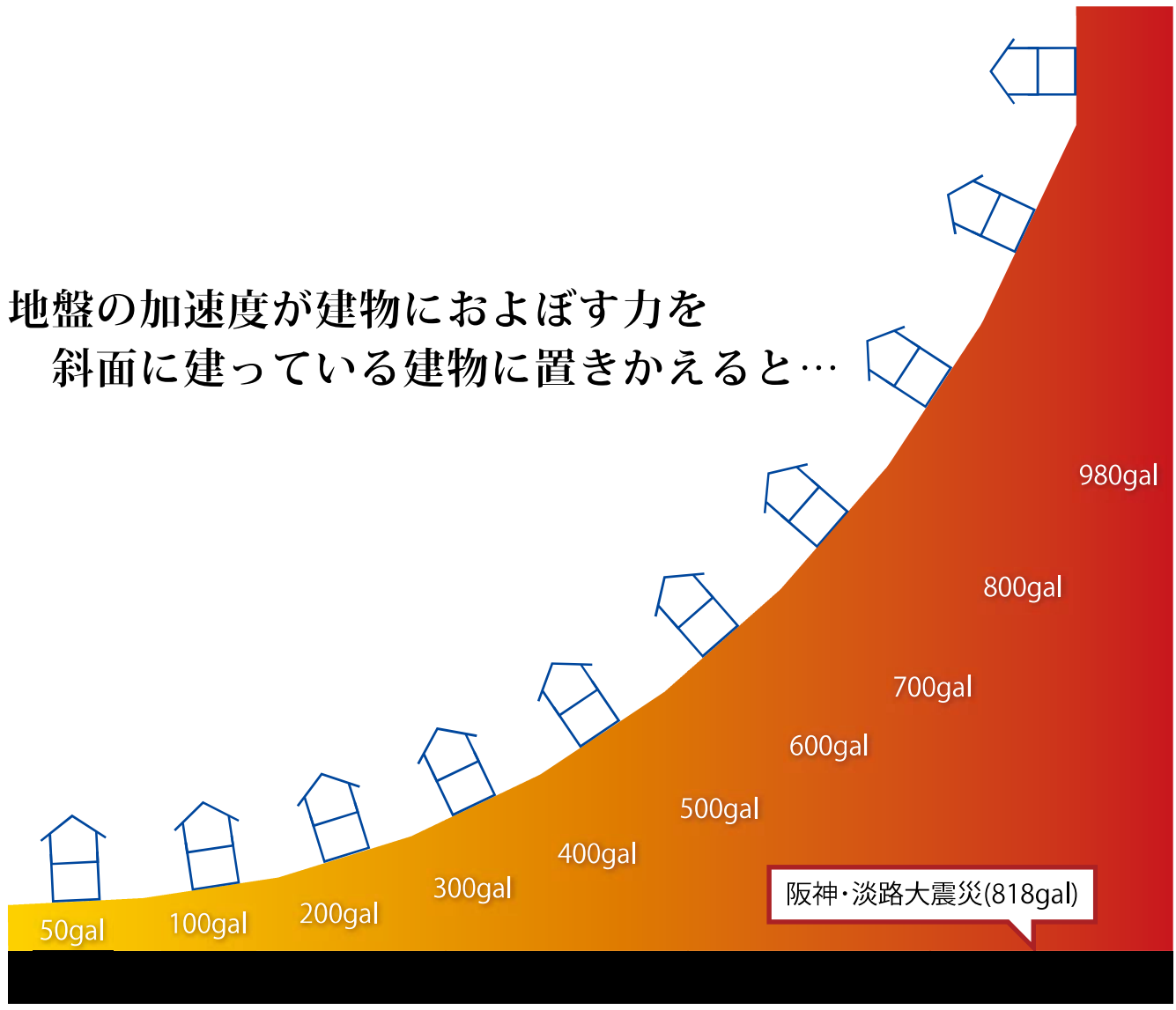
地震力の伝達について

- 1階における揺れの強さの比較
耐震工法＝SDU工法＝地盤の加速度＞免震工法
 - 2階における揺れの強さの比較
耐震工法＞SDU工法＞地盤の加速度＞免震工法
- 制震装置を取付けた建物でも、地震の入力加速度以下の揺れには出来ません。

導入のし易さについて

- 導入コスト
免震工法＞SDU工法＞耐震工法
- メンテナンスの必要性
免震工法＞SDU工法＝耐震工法＝0

地盤の加速度が建物におよぼす力を
斜面に建っている建物に置きかえると…



地震力の伝達について

地震による建物の横揺れは建物を水平方向に押す力となります。

これを斜面の傾きで表現した図です。

傾きが大きくなると建物が転倒しやすくなる様子がうかがえます。

震度階	加速度 (gal)	現象の説明
0	0.8以上	人は揺れを感じない
1	0.8 ～ 2.5	一部の人がわずかに揺れを感じる
2	2.5 ～ 8.0	屋内の多くの人が揺れを感じる
3	8.0 ～ 25	屋内のほとんどの人が揺れを感じる
4	25 ～ 80	かなりの恐怖感を感じる
5 弱	80 ～ 140	耐震性の低い住宅では破損も
5 強	140 ～ 250	非常な恐怖感、行動に支障
6 弱	250 ～ 315	無固定の重い家具が移動・転倒
6 強	315 ～ 400	耐震性の高い住宅でも破損
7	400以上	ほとんどの家具が移動し、飛ぶ物もある

よく使用される主な用語

震度

その場での地震の揺れの程度を表す指標

震度は、気象庁が「震度階」として地震の大きさを表現する基準を作ったものです。これは、観測地点での表面の揺れの大きさを示したもので、正確には震度階級といいます。昔は、震度階級を人間の感覚や周囲の状況から推定していました。花瓶が倒れるようだったら震度〇、立って居られなかったら震度△といった「体感尺度」ですので、実感として分かり易いのですが、人によって感じ方が異なるという問題点がありました。そこで、全国約 600 地点の計測震度計内で自動的に計算した計算震度から換算して、気象庁が発表しています。

一般的には、地震の発生した場所から離れる程、小さい値を示します。また、埋立地のような軟らかい地盤の所では固い地盤の所より震度が大きくなる傾向があると言われています。

マグニチュード

地震のエネルギーの大きさ

マグニチュードは、地震の規模を表す単位です。1つの地震に対して、1つのマグニチュードの値で表します。同じマグニチュードの地震のエネルギーでも、一気に放出する場合（断層のずれ動く速度が早い）とエネルギーを徐々に放出する場合（断層のずれ動く速度が遅く、長い地震波が卓越する）では差があります。

気象庁では、観測された地震の最大振幅数や地震波形全体を用いて、過去のデータ関係から算出される式（経験式）から変位マグニチュードといわれる値を計算していました。しかし、この方法では、小規模の地震では精度に限界があり、算出することが難しいため、1970年代から地面が動く速度を記録する高感度地震計を設置し、データを集計して経験式を作成して、速度マグニチュードを算出していました。

それでも深さ 90km 以上の深い地震についてはデータが少なかったので、変位マグニチュードとの誤差がありました。現在ではデータも蓄積され、より正確な経験式が出来るようになったので、2003 年 9 月から気象庁はマグニチュードの改定を行っています。

ガル [Gal]

地震の加速度

1 秒間にどれだけ速度が変化したか表す単位で、[1gal は 1cm/s²] です。これも、震度と同様に、同じ地震でも観測地点の位置によって異なる値を示します。地球の引力（＝重力加速度）は 980gal で、これを 1G と表すこともあります。阪神大震災では、水平方向に最大で 800gal を超える、非常に大きな加速度が生じた記録があります。事象に例えると、「時速 60km の車が 2 秒で完全に停止する時にかかる G」が約 800gal です。

カイン [Kine]

1 秒間に何 cm 動いたかを表す尺度

地震の速度で 1 秒間にどれだけ変位するかを表す単位で、[1kine は 1cm/s] です。阪神大震災では、最大で 90kine を超える記録があります。これは、その観測地点で 1 秒間に 90cm の距離を移動する早さを持った地震動があった事を示しています。地震ごとに、同じ最大加速度 (gal) でも、同じ最大加速度 (kine) の大きさのほうが、建物の被害状況とよく一致することが知られているので、地震動の大きさとして kine で表すことが多くなりました。

壁倍率

中小地震から大地震での倒壊防止を考慮

壁倍率は、中小地震時の変形性能と、大地震時の保有耐力を同時に満足する為に用いられています。建築基準法上の壁倍率は、耐力壁の面内せん断試験の荷重 - 変形曲線から、①降伏耐力 P_y 、②最大耐力 P_{max} 、③終局耐力 P_u 、④塑性率 μ 、⑤見かけの変形角 1/120rad 時の耐力 P_{120} を求め、下記の (i) ～ (iv) の最小値を短期基準耐力 P_0 を求めます。

- (i) P_y
- (ii) $0.2\sqrt{(2\mu - 1)} \times P_u$
- (iii) $2/3P_{max}$
- (iv) P_{120}

さらに、 P_0 に低減係数 α を掛けた短期許容せん断耐力 P_a を求めます。

$$\text{短期許容せん断耐力 } P_a = P_0 \times \alpha$$

α ：耐久性、使用環境、施工性の影響などを考慮して定める低減係数

$$\text{壁倍率} = P_a / (\text{試験時の壁長さ [m]} \times 1.96 \text{ [kN/m]})$$

壁強さ倍率、基準耐力

大変形領域の性能のみを考慮

（財）日本建築防災協会発行の「木造住宅の耐震診断と補強方法」では、大地震動での建物の倒壊の危険性のみを判断するため、大変形領域の性能を考慮すればよいと述べています。

そこで、壁倍率を算出した (i) ～ (iv) の指標のうち、終局耐力及び靱性から求められる短期許容せん断耐力を耐力表示のまま「壁強さ倍率」としています。したがって、従来の壁倍率、及び壁倍率を単純に耐力換算した値とは異なります。

基準剛性

1/200rad 変形時の割線剛性を基準としています。

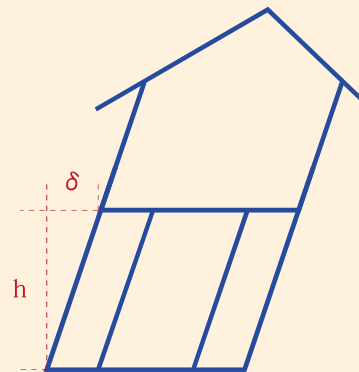
層間変形角

建物の変形量を表す

地震時に建物は、下の階に対して上の階が水平移動して変形します（図 1）。この変形量（ δ ）を階高（ h ）で割った値を層間変形角といいます。

$$\text{層間変形角 } (\theta) \text{ [rad]} = \frac{\text{変形量 } (\delta) \text{ [mm]}}{\text{階高 } (h) \text{ [mm]}}$$

図 1



例えば、壁倍率を算出する時に使用する 1/120rad を変形量で表すには、（階高 h を一般的な 2,730 mm とする）

$$2,730 \text{ [mm]} \times 1/120 \text{ [rad]} = 22.75 \text{ [mm]}$$

よって、1/120rad 時の変形量は 22.75 [mm] となります。

<http://www.e-mt.co.jp>

イーメタル

検索

EMT イーメタル株式会社

〒448-0007 愛知県刈谷市東境町堀池11-1

TEL:0566-36-1738 FAX:0566-36-1757

Mail:info@e-mt.co.jp

本書は予告なく変更する場合があります。