

AsahiKASEI  
旭化成の住まい

考えよう。答はある。  
ヘーベルハウス

旭化成ホームズ株式会社

<http://www.asahi-kasei.co.jp/hebel/>  
〒160-8345 東京都新宿区西新宿1-24-1 (エステック情報ビル)

改訂 N 1704  
印刷 N 1704



# 重鉄3階 制震 FACT BOOK

本当に**地震に強い家**の5つの条件

HEBEL HAUS

# HEBEL HAUS 3F HISTORY

1981 工業化3階建て認定第1号を取得



1986 システムラーメン構造による  
重鉄3階建て「FREX」を発売



1995 阪神・淡路大震災で全半壊ゼロ



2004 実大実験を実施



2011

東日本大震災で全半壊ゼロ



2014 システムラーメン構造専用制震システム  
「サイレス」を標準搭載



3階建て全棟制震化へ

すべての3階建てに等しく、より高水準の耐震性能を。  
ヘーベルハウスの進化は、続く。

# 2015

世界最大の実験施設「E-ディフェンス」にて  
実大実験を実施

## 革新を、確信に。 ヘーベルハウス3階建て、30年の実証。

日本初の工業化3階建て住宅を生み出したヘーベルハウスが、現在の基本構造・システムラーメン構造による「FREX」を完成させたのは1986年。発売以来、技術開発と検証を重ね、さらに、阪神・淡路大震災を含む様々な大地震に耐え、その強さを絶え間なく証明し続けてきました。そして全棟制震化を果たした今、来たるべき大地震に備えるため、過酷な実験を完遂。地震に強い家としての確信を、よりいっそう強固にしました。



# この国で安心の住宅を建てる。 それは、地震と正面から向き合うと いうこと。

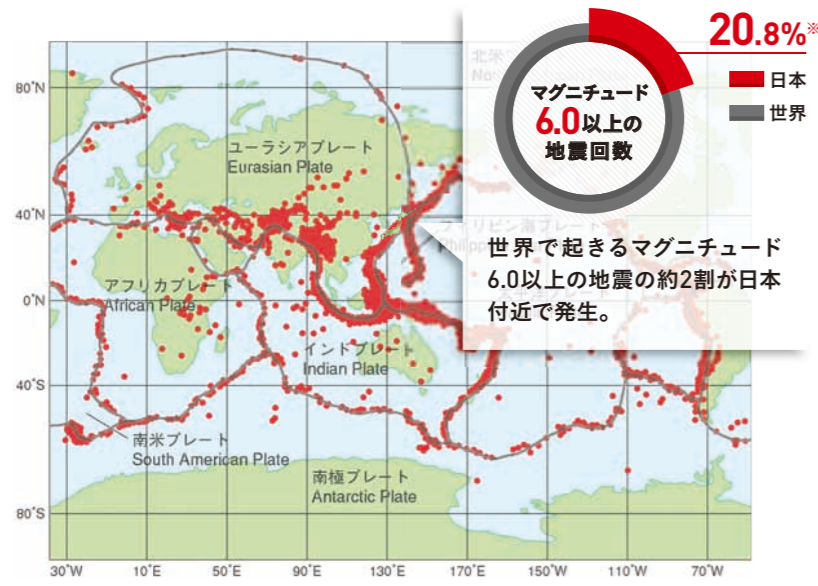
地震大国・日本で未永く続く安心を手に入れるためには、目の前に迫る地震の危機を見つめ、「地震は必ず来る」という前提の家づくりが必要です。

## 地震の脅威 1

日本は、地震被害リスクが非常に高い世界有数の地震多発地帯です。

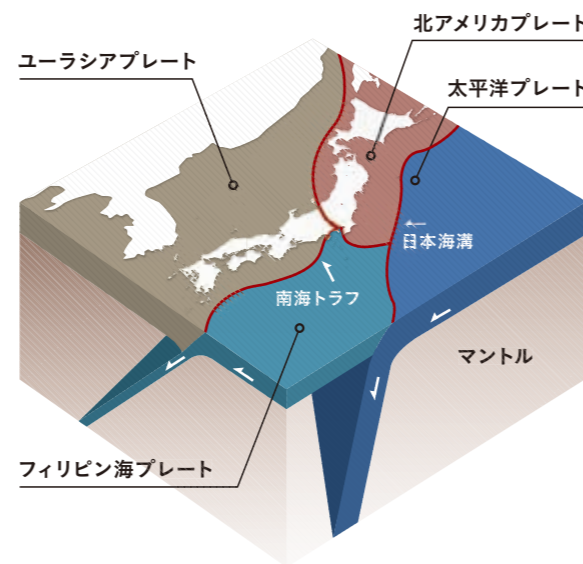
地球の表面は12～15枚のプレートで覆われており、このプレートの移動が地震発生に影響します。日本列島は、太平洋プレート・フィリピン海プレート・ユーラシアプレート・北アメリカプレートの4枚が交差する位置にあり、そのプレートのせめぎ合いによって地震が多発します。

### 世界の大地震が集中する地震の“巣窟”



\*1991～2001年、マグニチュード5以上、100kmより浅い地震。資料：アメリカ地質調査所の震源データをもとに気象庁において作成。 ※1996年から2005年の合計。日本については気象庁、世界については米国地質調査所(USGS)の震源資料をもとに内閣府において作成。

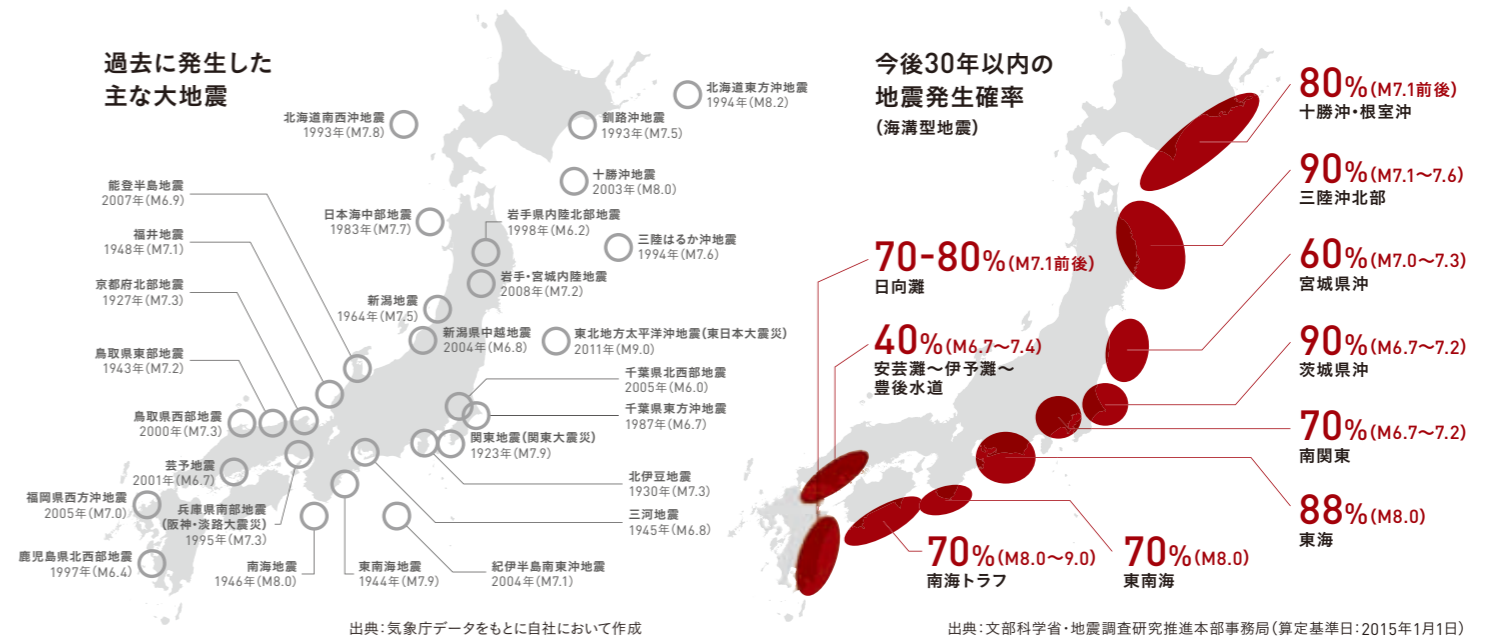
### 4枚のプレートがぶつかり合うプレートの“交差点”



## 地震の脅威 2

今後30年以内に震度6以上の大地震が発生する可能性は、日本全土に広がっています。

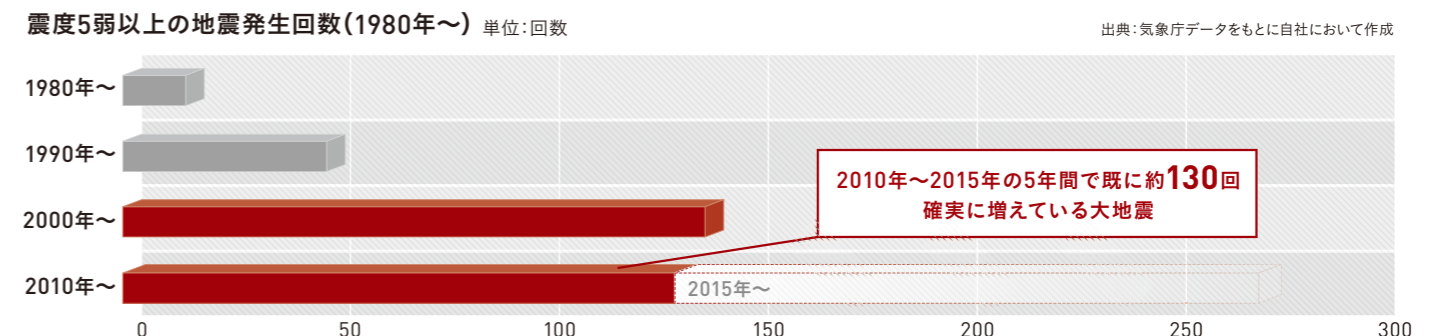
国内の様々な地域で過去に大地震が発生。今後も高い確率で大地震が起こると予想されています。



## 地震の脅威 3

2000年代以降、日本国内の地震動が活発になっています。

2000年代に入り、震度5弱以上の地震が頻繁に発生。2010年以降はさらにその回数が増加し、地震動が活発になっていると考えられます。



### POINT

#### 海溝型地震と活断層型地震

発生する場所によって地震の種類は異なります。

#### 活断層型地震

陸側プレートの内部で起る地震。内陸の比較的浅い位置で発生し、活断層近くの都市部を直撃して大災害になる可能性がある。日本には、2,000カ所以上の活断層があるとされる。

#### 海溝型地震

海側プレートが陸側プレートを引きずり込みながら沈み、そこにできた歪みが限界に達した際に陸側プレートが跳ね上がる力で起る地震。ずれ動く距離が大きいほど、地震の規模は大きくなる。



#### 【活断層】

岩盤が破壊されて生じたずれによってつくられた断層で、今後も活動の継続が予想されるもの。

# 住宅にとって、最大の脅威は何か。 ヘーベルハウスは、正しい知識で地震に備える。

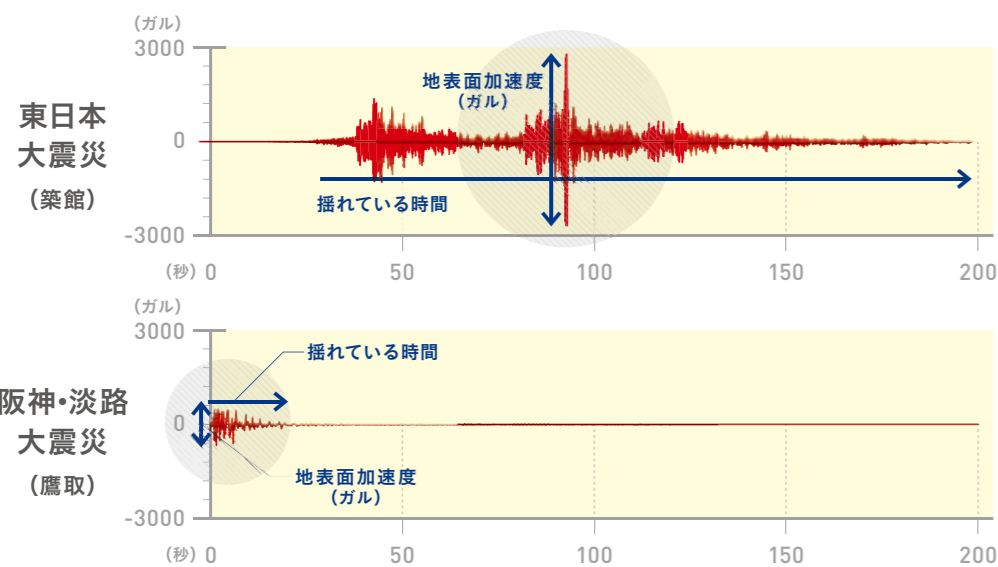
地震が発生した時、建物に何が起きているのか。どんな時に住宅は大きなダメージを受けるのか。ヘーベルハウスは、地震被害のメカニズムに基づき、住宅に必要な強さを追求しています。

## 事実 1

地震による建物被害を左右する、**周期**と地震動の**加速度(ガル)**。

津波被害の大きさが注目された東日本大震災は、地震の強さを表す加速度(ガル)が非常に高かったことでも知られています。しかし、阪神・淡路大震災の方が地震の揺れによる建物被害は甚大でした。その理由には、建物にダメージを与えやすい周期の地震かどうか、と言う点が大きく関係していました。

### Q 加速度(ガル)が小さい地震の方が、被害が大きかったのはなぜ?



被害の違いには地震波の周期が大きく関係します

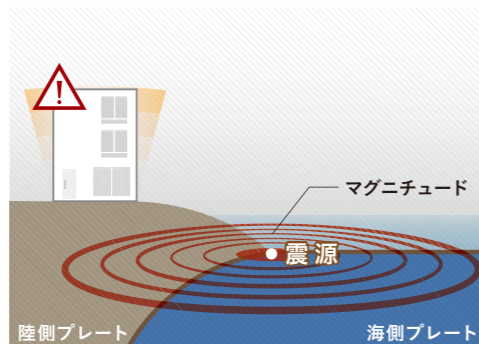
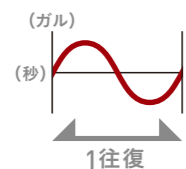
### A 建物にダメージを与えやすい周期を持つ地震だったから。

出典①築館「2011年東北地方太平洋沖地震で発生した地震動と建物被害の対応性(2013)」  
②川口町・小千谷・暮合供給所・鷹取「2004年新潟県中越地震における強震観測点周辺の被害状況および建物被害と地震動の対応性(2007)」

## POINT

### 地震の揺れ方を示す周期

周期とは、揺れが1往復するのにかかる時間。地震の場合、周期が短いと小刻みな揺れ、周期が長いとゆったりとした揺れになります。



### 震度・マグニチュード

マグニチュードは地震の規模、震度はある場所での揺れの強さを表す。同じ地震でも場所によって震度は異なる。

### ガル

加速度(揺れのエネルギーの大きさ)の単位。1秒間にどれだけ速度が変化したのかを表す。

### カイン

速度(揺れのエネルギーの大きさ)の単位。1秒間にどれだけ変位するのかを表す。

## 事実 2

本当に警戒すべきなのは、**建物の揺れを増幅させる共振**。

地震波には様々な周期の波が含まれており、その波の周期によって建物に与える影響が大きく異なります。そのため、建物に大きなダメージを与える周期の地震に着目して、警戒する必要があります。

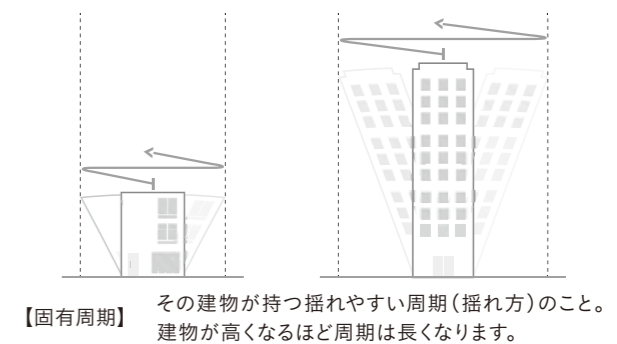
### 戸建て住宅と「共振」



## POINT

建物と地震動。  
それぞれの周期が一致すると起こる共振。

地震動の卓越周期(建物に影響を及ぼす周期)と建物の固有周期が一致した時、建物の揺れが増幅してしまう現象を「共振」と呼びます。同じ加速度(ガル)の地震動でも共振すると揺れが大きくなり、倒壊につながるダメージになりやすいと考えられています。



共振を避けることはできない。だからこそ、**共振する地震に耐え続ける強さを備えることが重要。**

# ヘーベルハウスは定義する。 本当に地震に強い家の5つの条件。

★ ★ ★ ★ ★  
HEBEL HAUS  
DEFINITION  
★ ★ ★ ★ ★

★ ★ ★ ★ ★

1

強い構造・部材  
でつくること

頑強な鉄骨柱・梁、基礎、接合部と  
ALCコンクリート・ヘーベルで  
構成される重鉄・システムラーメン構造。

★ ★ ★ ★ ★

2

揺れを減らす  
技術を持つこと

住宅用にカスタマイズした  
先進のオイルダンパー  
制震システム「サイレス」。

★ ★ ★ ★ ★

3

実力  
を確かめること

過去に起きた大地震を耐え抜いた実績と、  
戸建て住宅がダメージを受けやすい  
地震波による厳しい実験。

★ ★ ★ ★ ★

4

地震後の火災にも  
耐えること

炎に強い素材と外壁の  
脱落・損傷を防ぐロッキング工法による  
ファイヤーストップALC壁構法。

★ ★ ★ ★ ★

5

高い地盤技術  
で支えること

綿密な地盤調査とその地盤に応じて  
最適な基礎・地盤改良工法を導き出す  
独自の地盤技術。

ヘーベルハウス

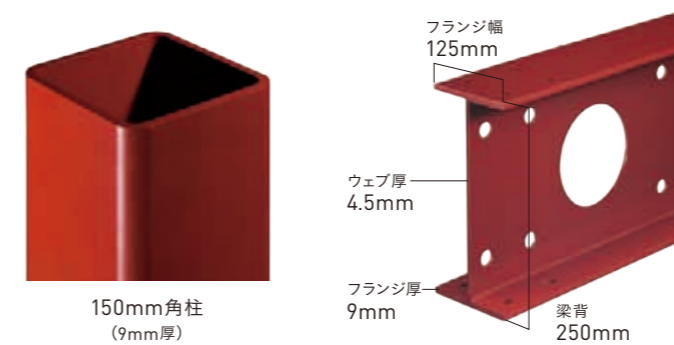
ヘーベルハウス



# 巨大地震は、 建物の骨格まで脅かす。

住宅にとって躯体の損傷は、致命傷とも言える。建物の資産価値を守り、地震後もそのまま住み続けられる家であるためには、ひとつひとつが強い部材で強い接合部を構成し、頑強な構造躯体をつくりあげることが必須だ。

## 鉄骨×ALCコンクリート・へーベルで組み上げる 地震に強い構造。



### 【重鉄・システムラーメン構造】

重鉄柱と梁だけで自立する立体格子構造により、躯体全体で地震エネルギーを適切に吸収。繰り返しの余震に対しても粘り強く耐え抜きます。

### 鉄骨柱・梁

3階建ての躯体に相応しい太く分厚い鉄骨部材。家全体を支える重鉄柱は上下左右どの方向からの力にも耐える角柱、床を支える梁は上からの荷重に強いH形鋼を採用することで、的確にパフォーマンスを発揮することが可能になります。

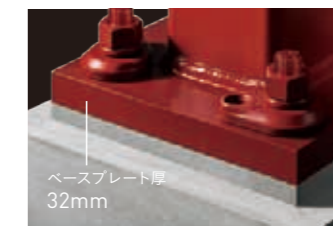
\*いずれも使用頻度の高い部材寸法です。商品・仕様・部位により寸法は異なります。



柱-柱接合部/コラムカブラ



柱-梁接合部/ダイナミックコネクタ



柱-基礎接合部/マイティーセッター



### 【接合部】

システムラーメン構造において重要な接合部には、「強さ」「精度」「品質」のすべてを卓越したレベルで達成する独自のシステムを開発しています。

接合部厚  
22mm

### ALCコンクリート・へーベル

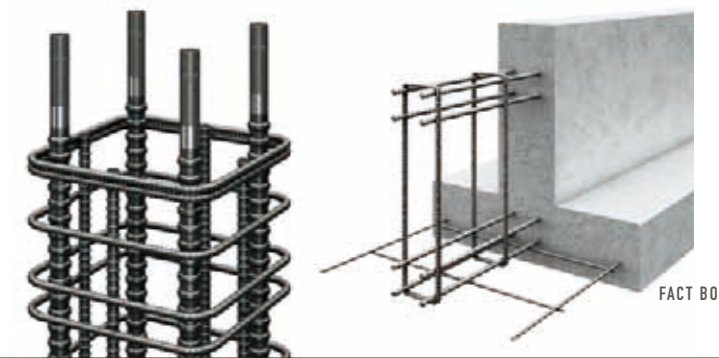
「軽量性」「高強度」「耐火性」「耐久性」「寸法安定性」「遮音性」「断熱性」「調湿性」の8つの複合性能を、単体で高水準に発揮する、都市の万能建材。中でも、水に浮くほどの軽量性と、内部に鉄筋を配してさらに高めた強度は、地震に対する優位性を発揮します。



### 基礎・柱脚部

建物荷重を支える基礎は、主筋8本を使用した頑丈なカゴ状配筋で二重コンクリート構造を形成。コンクリートの質にもこだわり、60年以上の耐用年数を実現しています。さらに、柱脚部は太く凹凸のあるアンカーボルトを配置し、カゴ状配筋で固定。重鉄柱を強固に緊結します。

\*JASS5（日本建築学会が定める「鉄筋コンクリート工事標準仕様書」）による。



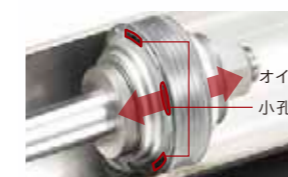
# 巨大な本震と相次ぐ余震が、 建物の余力を奪う。

大地震では、強烈な本震と繰り返される余震が、次第に建物を弱らせていく。激しい揺れに耐え抜き、さらに、将来の地震でも再び強さを発揮するためには、本震・余震のすべての揺れを減衰し、躯体の耐震性能を維持しなくてはならない。

## 全域性能。揺れ幅を低減する最新の制震テクノロジー。

### オイルダンパー制震システム「サイレス」サイレス:SeiRReS(Seismic Response Reduce System)

高層ビルの制震装置としても採用されるオイルダンパーを、住宅用にカスタマイズ。3階建ての耐震性能の核となるシステムラーメン構造を制震化し、地震に対抗する力を向上します。



**ピストン**  
小孔をオイルが通り抜けることにより抵抗が生まれます。



**オイル**  
温度変化による影響を抑えた専用合成鉱物オイルです。

**高圧ガス**  
高圧窒素ガスによってオイルを加圧し、気泡の発生を防ぎます。

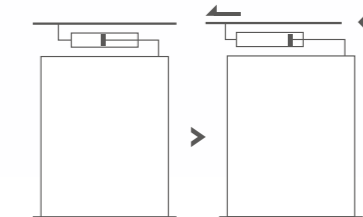
**フリーピストン**  
ロッドの進入に合わせて移動し、オイル室の容積を調節します。

**ロッド**  
建物が揺れると作動します。

\*写真は内部構造をわかりやすくしたイメージです。実際のオイルは無色透明です。

液体抵抗を利用したメカニズムで、建物の揺れに応じた減衰力を発揮。

鋼製パネルと2本のオイルダンパーを組み合わせた制震システム「サイレス」。要となるオイルダンパーの内部は、粘性のあるオイルで満たされた空間と高圧のガスを封入した空間で構成され、建物が揺れるとロッドが作動。ピストンの小孔をオイルが通過する際の抵抗力を利用して揺れ幅を小さくします。



地震時には、鉄骨梁が左右にスライドするとともにオイルダンパーのピストンがストロークし、揺れを吸収します。

\*一部のプラン・仕様・商品を除きます。また、プランにより「サイレス」の設置位置・枚数が異なります。

大地震から中小の地震まで効果を発揮。  
様々な地震に対抗し、躯体にかかる負荷を軽減。

大きな揺れを受け止め、中地震にも細やかに反応するオイルダンパーの働きを利用して、地震時の建物の揺れ幅を減らすことに成功。その結果、躯体にかかる負荷を軽減するとともに、より損傷を蓄積しにくくなりました。間取りの自由を確保しながら優れた制震効果を発揮します。

3階建てを知り尽くす  
ヘーベルハウス独自の制震評価プログラム。

オイルダンパー制震システム「サイレス」を搭載した建物の制震効果を評価するプログラムを独自に開発。邸別に建物の揺れ幅を考慮して柱位置や壁量を調整できるため、耐震性能を確保しながら自由度の高い設計が可能になります。



\*画像はイメージです。

耐用年数60年相当。  
温度変化による影響も抑えた安定性能。

高い耐久性を求めた結果、パーツすべてに60年相当の耐用年数を確保。また、地震動によりオイルダンパー内のオイルが温度上昇しても、ほとんど性能の低下がないことを確認しました。

#### TOPICS

都市の様々な建築物を支えるオイルダンパー。

振動を和らげる機能が広く認められているオイルダンパー。高層ビルでも制震装置として採用され、耐震性能強化に役立っています。



歌舞伎座タワー





# 現実で起きる大地震が、 1種類だけとは限らない。

自然は、時として人間の予想を裏切るほどの猛威を振るう。だからこそ過去に大きな被害をもたらした地震での経験と実績をもとに、より確実に、より厳しい条件で、将来の大地震に立ち向かう力を確かめる。

## 耐震性能を裏付ける、厳しい実験と震災での実績。

### 実験

合計10種の地震波を同一試験体に連続加振。  
世界最大の実験施設で、3階建て実大実験を実施。

2015年8月、世界最大の実験施設「E-ディフェンス」にて、大手ハウスメーカーで初めて3階建て住宅の実験を実施。過去に大きな被害をもたらした大地震に、将来起こることが予想されている地震を加えた10種類の地震波を同一試験体に連続加振。戸建て住宅が共振しやすい地震を中心に、非常に過酷な環境下で高い耐震性能を実証しました。

業界初  
E-ディフェンスでの  
3階建て実大実験



### TOPICS

#### 実大三次元震動破壊実験施設 「E-ディフェンス」



防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センターが所有する世界最大の実験施設。質量1,200トンの試験体を載せて阪神・淡路大震災クラスの強さの加振が可能で、実際の地震と同様の前後・左右・上下の三次元の動きを正確に再現することができます。



### 実績

阪神・淡路大震災において全半壊ゼロ。  
高水準の耐震・耐火性能を実証。

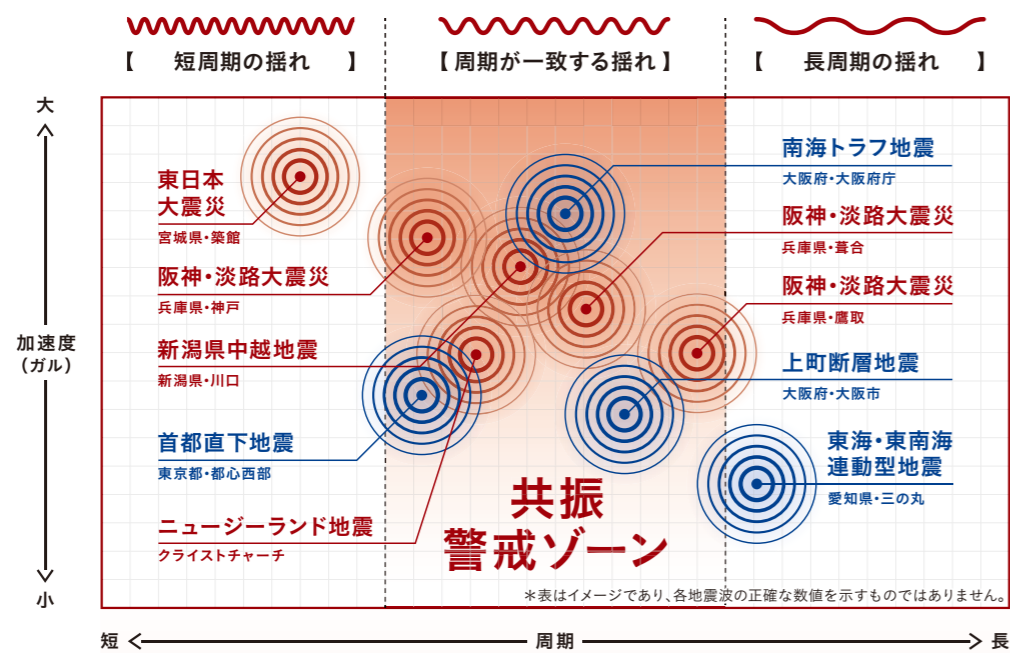
建物被害が深刻だった阪神・淡路大震災において、ヘーベルハウスは全半壊ゼロという強さを発揮。激しい揺れでも倒壊せず、地震後に発生した大規模な火災では建物が近隣の類焼・延焼を食い止め、街の防火壁としての役目を果たしました。多くの住宅が被害を受ける中、最後まで耐え抜き、高い耐震性能と耐火性能を同時に証明しました。



# 確かめ方の違いが、信頼の質を高める。 ヘーベルハウスの耐震実験は、過酷さとリアリティを追求。

## 過去・将来10種の地震波を連続加振

過去に国内外で脅威となった地震波と、今後脅威となりうる地震波を同一試験体に連続加振。より過酷な条件下で実験を行いました。



過去に甚大な被害をもたらした大地震

今後想定される大地震

## 計10種類の地震波

- 過去に発生した地震波
- 想定される地震波

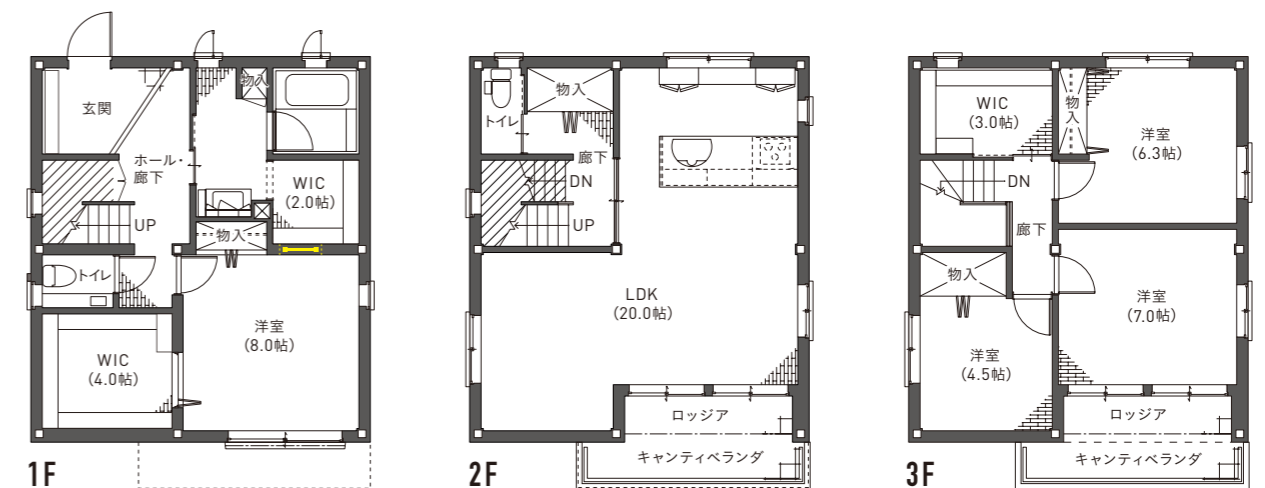
共振警戒ゾーンの地震を中心に、様々な地震波を同じ建物に加振し続け、耐震性能を確かめました。

## 実際の3階建てを細部まで再現

建物の性能を正しく検証するために、実邸を想定した面積・間取り・荷重の建物で実験。オイルダンパー制震システム「サイレス」は1枚設置としました。



プラン 45坪・4人家族を想定した4LDK



実験のためのモデルではなく、現実的な3階建てモデルを再現し、実際の地震時に耐えられるかを厳しく検証しました。

# 実証、 高性能制震3階。

4日間で、震度7相当23回を含む多数の連続加振を受けた同一の試験体は、耐震性能を維持。制震化を遂げたシステムラーメン構造のさらなる耐震性能の高さが明らかになりました。



ヘーベルハウス

ヘーベルハウス

## FACT 1

繰り返しの揺れに耐え続ける  
躯体の粘り強さ。

基礎を含む構造躯体をはじめ、外部内部ともに大きな損傷はありませんでした。



## FACT 2

すべての大地震で建物の揺れを  
低減した、サイレスの減衰力。

4日間にわたる実験で、震度7相当23回を含むすべての大地震に対して揺れを減らす効果を発揮し続けました。



## FACT 3

脱落・損傷を防ぐ、  
ロッキング工法による外壁強度。

加振後も外壁の脱落や著しい損傷は見られませんでした。



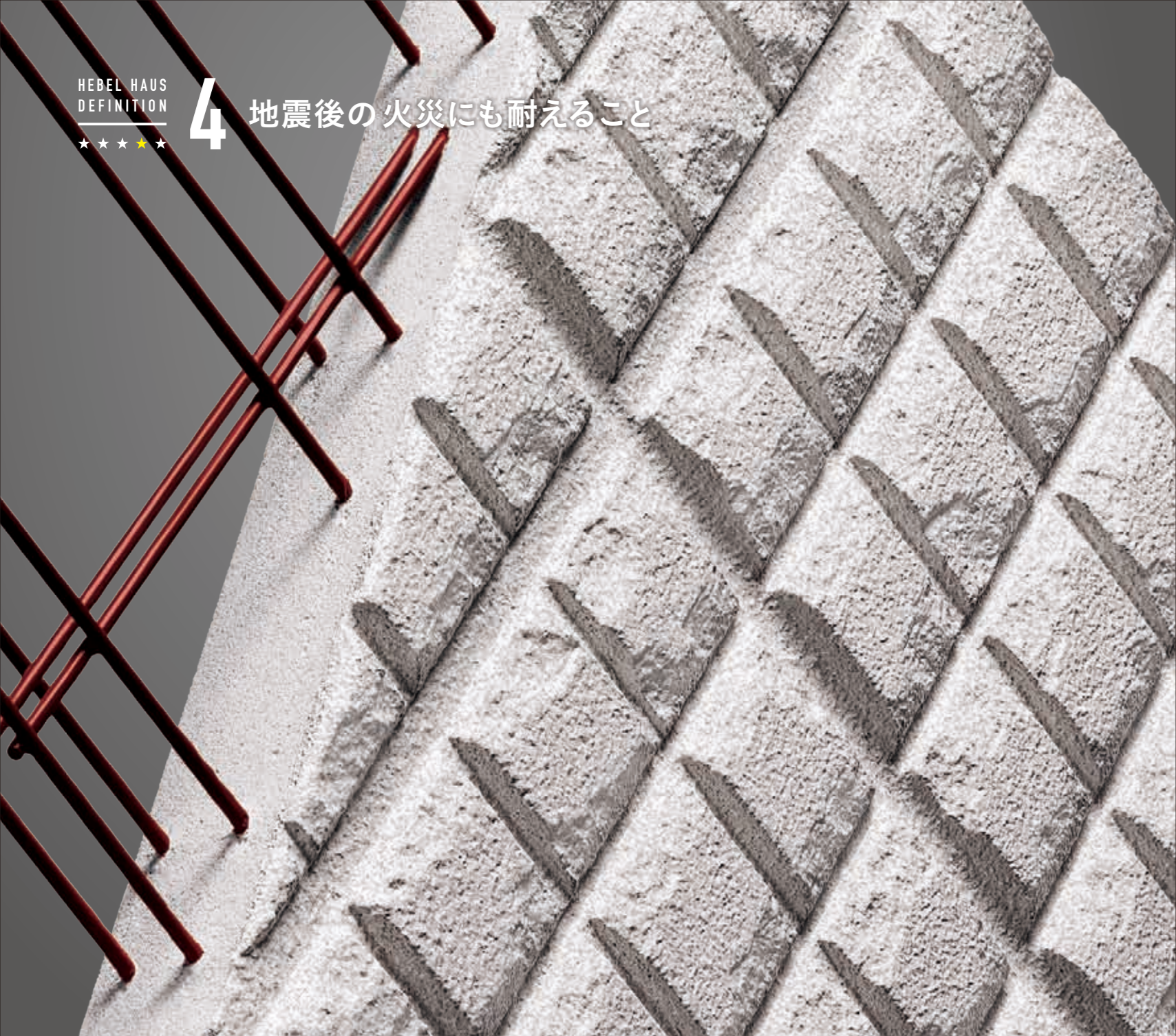
## RECOMMEND

耐震工学の世界的権威が、  
ヘーベルハウスの耐震技術に注目。

耐震工学の世界的権威でもあるカリフォルニア大学サンディエゴ校教授をはじめ、海外の教授陣が来日し、実験を視察。連続加振を経ても外壁が脱落・損傷しないロッキング工法などの耐震技術が、高い関心を集めました。



# 4 地震後の火災にも耐えること



## 地震後の火災は、時として揺れ以上の災いを招く。

建物が密集する日本の住宅地では、地震後の火災被害が拡大しやすい。また、揺れで損傷した外壁が被害を深刻化させる恐れもある。地震だけでなく、火災にも耐え抜く性能は、身を守り、生活や資産価値を守る上で不可欠と言える。

## 家族と資産を守り抜く、炎に強い部材と工法。

### ファイヤーストップALC壁構法

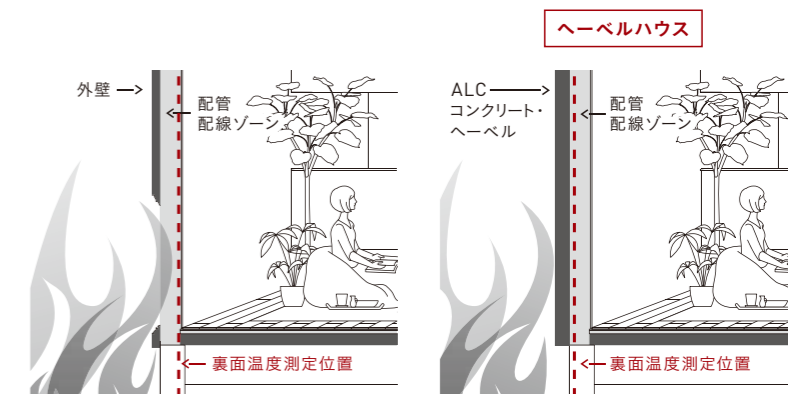
熱を伝えにくい特長を持つALCコンクリート・ヘーベルと、地震による外壁の脱落・ひび割れを防止するロッキング工法。火災に強い素材と地震から外壁を守る工夫で、地震後に発生する大火災にも耐え抜く、高い耐火性能を実現しています。



火災時だけでなく、消火後も耐え続ける耐火構造部材。

建物が倒壊しないことを求め、[加熱1時間+放冷3時間]の過酷な条件下で外壁に問題が発生しないかを見極める耐火試験。ヘーベルハウスは、この厳しい試験を外壁単体で耐え抜いたALCコンクリート・ヘーベルを全棟に標準採用しています。地震時の同時多発火災などにおいて、その高い耐火性能で真価を発揮します。

外壁の耐火試験		ISO-834に準じた耐火加熱試験		
要求性能	耐火構造	準耐火構造	防火構造	
試験条件	1時間加熱後、3時間放冷	45分加熱	30分加熱	



**複合体で基準を達成する場合**  
室内側の壁材で火を食い止めれば基準を達成できるため、万一の火災時には壁内の配線や柱が損傷する恐れがあります。

**外壁単体で基準を達成する場合**  
外壁単体で火を食い止めるため、室内に炎を近づけないだけでなく、配管・配線ゾーンも守ります。

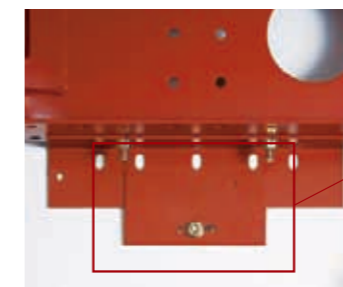
地震でも脱落しない壁。地震後の火災に有効なロッキング工法。

大地震で建物が変形する際、外壁が躯体に完全に固定されているとひび割れや脱落の原因となります。ヘーベルハウスは、外壁にロッキング(回転)機構を持たせることで、力が外壁に伝わることを防止。外壁の脱落や損傷を防ぎます。

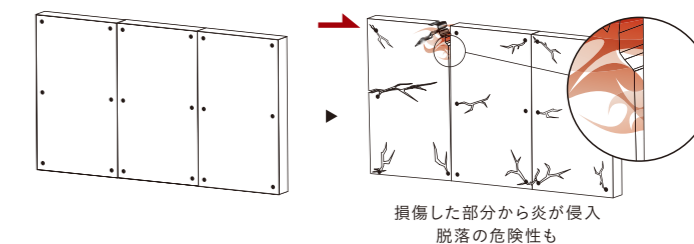


シーリング

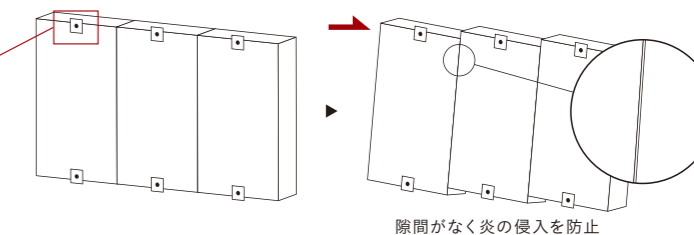
接着性・柔軟性に富んだ独自のウレタンシーリング材。高い追随性で、地震の揺れや振動から外壁の損傷を防止します。



完全に固定する工法の場合



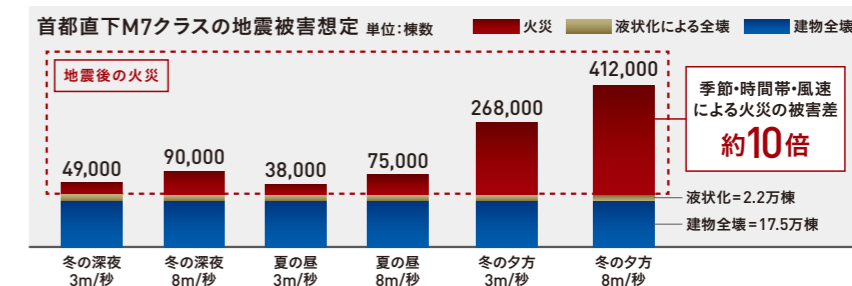
ロッキング工法の場合 **ヘーベルハウス**



### DATA

#### 建物被害を深刻にする、地震後の大火災。

都市部で大地震が発生した場合、その時間帯や気象状況などによって、火災は地震の揺れによる被害を上回るほどの猛威を振るう危険性があると予測されています。



出典:内閣府・首都直下地震対策検討ワーキンググループ最終報告の概要より(平成25年12月19日)

# 軟弱な地盤は、家の倒壊リスクを高める。

巨大地震が引き起こす液状化現象や地盤崩壊は、建物被害をさらに大きくし、倒壊の危険性も高める。地盤がもたらす災害リスクに備えるには、精緻な地盤調査と地盤特性に応じた的確な基礎・地盤改良工法が必要とされる。

## 被害を最小化して建物を守る、足元の技術。

### 地盤調査

軟弱地盤や液状化におけるリスクを徹底的に調査します。

「スウェーデン式サウンディング試験」に加え、必要に応じて支持層確認調査を行うなど地盤の特性を見極める丁寧な調査を実施。その結果を基に独自の解析技術による精度の高い基礎判定を行い、最適な基礎・地盤改良工法を導き出します。



スウェーデン式サウンディング試験

地盤調査報告書



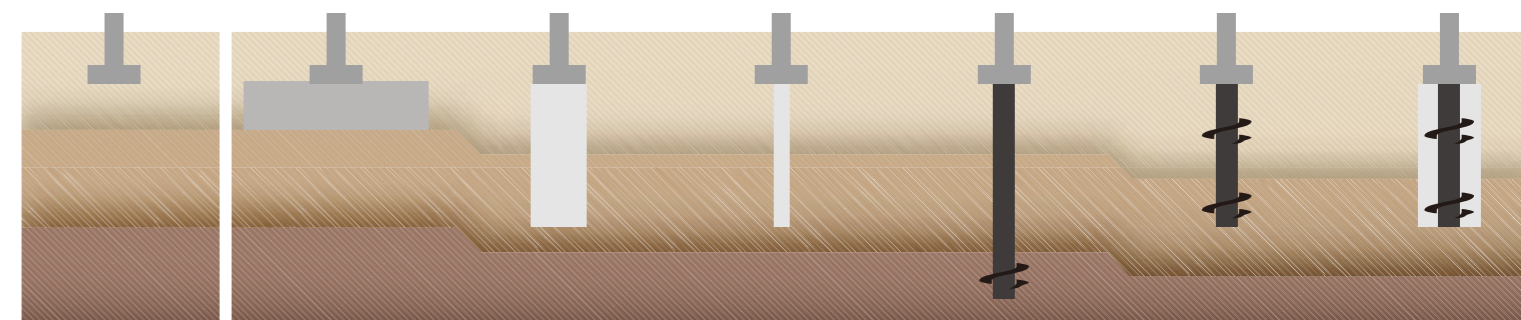
地盤調査データ 液状化履歴 地形分類 土地の履歴

地盤調査に先立って資料による予備調査や現地調査を充分に行い、地盤調査結果と組み合わせて総合的に地盤特性を診断します。より多くの情報を集約することで、質の高い地盤対策のご提案につなげます。

### 地盤対策

建物を沈ませない、傾かせない。豊富な6種類の大臣認定工法。

地盤が軟弱なエリアでは、地震時に液状化現象が発生する恐れがあります。ヘーベルハウスは標準基礎のほかに、地中の深くまで打つことができる杭や地盤改良工法など計6種の工法を用意。地盤のタイプに合わせた工法で建物を支持し、災害時の被害を最小限に防ぎます。



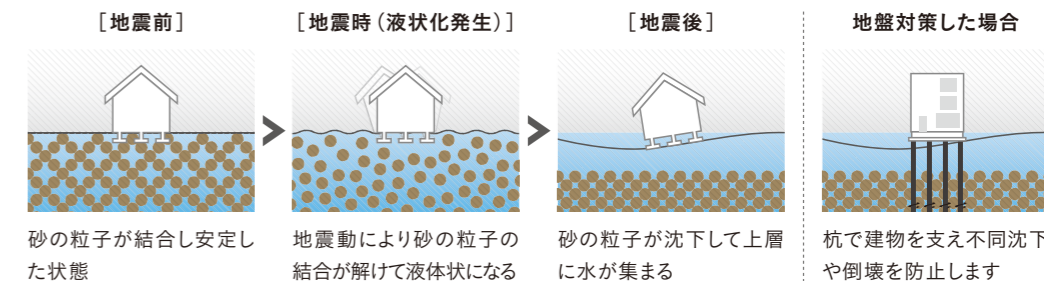
標準的な基礎	表層地盤改良	AKSコラム	CSVコラム	EAZETパイル	ASWパイル	ATTコラム
30kN/m <sup>2</sup> 以上の地盤支持力の場合	軟弱地盤が1~2mと浅い場合	支持層地盤が深い場合、コラム(柱状体の杭)の摩擦力で支える	ドライモルタルでコラムを形成し高い強度を実現	支持層地盤が比較的小さい場合、杭先端羽根部の支持力で支持	支持層地盤が深い場合、軟弱地盤に中間羽根部と杭周面部の摩擦力で支持	支持層地盤が比較的小さい場合、先端支持力と先端支持力どちらも兼ね備える

#### TOPICS

地震が引き起こす液状化現象。

都市開発によって海岸・河川沿いや池・水田を埋め立てた造成地につくられた住宅地は、軟弱地盤であることも多く、地震時の被害拡大が懸念されます。そのため、液状化現象などを想定した十分な地盤対策が必要です。

#### 液状化メカニズム



## 地震に本当に強い家が備えるもの。

ヘーベルハウスが提示した、地震に強い家のあり方。「構造・部材」「制震技術」「実力検証」「耐火性能」「地盤技術」の5つは、どれひとつとして欠けてはならない。命と財産を守る重要な役割を担う住宅にとって、最も本質的かつ根本的な要素であると私たちは考えています。だから、耐震・耐火性能にオプションという発想はありません。すべてのご家族に、等しい安全性と安心を確実にお届けすることがヘーベルハウスの使命。この国で暮らすということは、この国の地震とたたかうこと。地震と向き合い、正しく備えること。みなさまのこれからの暮らしを、長い年月をかけて培ってきた知恵と技術で守り続けていきます。

