

建築家・榎本康三がスペシャリストとサステナビリティについて語る

# ARCHIMODE

ARCHIPLAN PRESENTS : Expert dialogue series

January 2025.vol.03

BRIDGESTONE  
免震館



**免震構法の未来 A&T研究所 有馬文昭氏に聞く**

免震構法の可能性と巨大地震への備え — 命、生活、財産を守る免震建物

特別対談

株式会社A&T研究所 所長

有馬 文昭

アルシプラン株式会社 代表

榎本 康三



## 免震装置の仕組み



有馬 文昭 氏

Fumiaki Arima

愛媛県出身。1980年長崎大学大学院工学研究科修了。旧住友建設(株)技術研究所に勤務。「建築構造物の地震応答制御設計法に関する研究」で博士号取得。一級建築士。主に免震装置(CLB等)、制振装置(RDT等)の開発を行う。2002年(株)A&T研究所を設立。免震マンション、商業事務所、免震戸建て住宅の設計を手がける。「大地震に対し、これまでの倒壊しない建物・生命の保全という目標のみならず、その先の「将来の生活をも保証する」ことを理念としている。

## 3つの免震装置

### BRIDGESTONE 免震館にて

榎本：今日はブリヂストン化工品ジャパンさんのご厚意で「免震館」を利用させていただき対談をしたいと思っております。今回のゲストは、A&T研究所の所長、有馬文昭先生です。ブリヂストンさんですが、1931年に石橋正二郎が「ブリヂストンタイヤ株式会社」を設立しました。もともとは足袋を作られていた会社で、足袋の裏にゴムを付けたら、いいものができるのでは、ということで足袋の裏にゴムを付けて大ヒットしました。世の中に貢献するということがモットーにしてきた会社だと伺っております。今は世界のブリヂストンになっています。

### 制震と免震との相違

榎本：制震と免震の違いのご説明をお願いします。

有馬：共に地震や暴風のエネルギーに対する耐震構法です。制震ってというのは高いビルに使うもので、人工的に造った装置(制震装置と言う)によってエネルギーを吸収し建物への損傷を回避する構法です。一方、免震というのは、建物と基礎、又は建物の途中階に特別な装置(免震装置と言う)を集中的に設置して、そこで地震のエネルギーを一挙に吸収して上部建物へのエネルギー入力を回避しようとする構法です。がっしりとした建物、今ですと20階建て30階建てありますが、昔は10階建てぐらいの建物によく使われたものです。

榎本：制震ってというのは豊洲などで高層ビル、マンションで使われているものですね。

有馬：最初の開発した制震装置の一つに、粘性体を用いたものがあります。もとは古典力学のニュートンの粘性法則というのがあり、それに則って作用しているエネルギー吸収装置です。「制震

壁」その開発には7年かかりました。

榎本：有馬先生は住友の研究所におられて、それから現在のA&T研究所を設立されたのですか。

有馬：住友の研究開発部門で、すべに1984年から免震・制震構法の研究をしていましたが、阪神・淡路大震災(1995年)以降に本格的に制震、免震構法の研究開発を研究所の方でやりました。

### 免震とは？

榎本：もう一度、一般の方に分かりやすく説明すると免震というのはどういうものですか？

有馬：先ほども述べたように読んで字のごとく、震動を免れるという意味ですが、建物と基礎の間に免震装置を入れることによって、建物の中に地震のエネルギーが入っていくのをカットする構法です。

榎本：地盤が揺れているそのエネルギーを建物との間で免震装置がカットするんですね。

有馬：はい、免震装置が地震のエネルギーを吸収して、装置がその能力の限界状態まで建物を守ってやりましょうという感じなんです。在来の建物、耐震と言われる建物は梁や柱にクラックが入ったり、曲がったりすることによって入ってきたエネルギーを吸収し、時に吸収しきれず破壊したり、挙句は倒壊することが生じます。免震の場合、装置が健全な能力範囲で地震エネルギーを吸収していくことで、上の建物にエネルギーが伝わっていかないようにし、建物全体を健全に保っているんです。

榎本：10階建てのビルがあったとしたら、従来の耐震建物は頑丈な梁・柱でできていて、地盤が地震で揺れるとそのまま建物が揺れてしまうわけですけども、建物の一部を壊すことによって地震力を吸収して建物を守っているということですね。それに対して免震建物というのは簡単に言うと建物と地盤の間に免震装置を入れて、地盤から伝わる地震力をその免震装置で吸収するから建物に伝わらない、ゆえに、建物が壊れません、人の命も守れます、ということですね。

有馬：はい、周期(振動が1往復に要する時間)と言って建物にはそれぞれに固有の揺れ方があるのです。在来工法ですと建物の周期は概ね零点何秒から二秒ぐらいの領域にあります。そこに地震が来ると在来の建物ですと最上階でいたい入力重力の3倍ぐらいの強さに増幅されます。もう一つの特徴は地震には色々な周期の波が含まれていますが、耐震建物の周期とほぼ一致する領域の応答が増幅されるからです。ところが、建物の周期を長い領域に変えてやると、地震に対する建物の加速度の応答は頗る小さくなります。免震装置は、上部の建物の周期を伸ばす働きをし、その結果、加速度の応答が小さくなるのです。プラスチックの物差しをピンとはじくよりも、ゴムの物差しでしたら、ゆっくりと揺れ、かつ、早く振動が止まります。

榎本：免震の仕組みってというのが見えてきたと思います。

### 免震装置に必要な3つの機能

榎本：免震装置ってというのは3つの機能があると聞いておりますが？

有馬：はい、重要な機能は物(建物)の重量を支えて大きく変形することができる能力です。これをアイソレーター機能といいます。高い鉛直剛性と低い水平剛性により建物を支持して長周期化を実現します。もう一つは小地震や風に対して揺れてしまったら困るわけですね。居住性を確保する機能、それをトリガーといいます。高い初期の水平剛性を有し、ある規模の地震が来たらへたって低い水平剛性の領域になり長周期化する仕組みです。もう一つは地震のエネルギーを吸収して、早期の収束と大変形を防止する機能、すなわち、ダンパー(減衰)機能の3つの機能を有することが必要です。

榎本：ダンパー機能が減衰という機能になるわけですね。滑りってところが支えて変形するという意味で支承ってということになるのでしょうか。



榎本 康三 氏

Kozo Enomoto

一級建築士・免震部建築施工管理技術者・免震建物点検技術者。1955年京都生まれ。彫刻家五里攻に師事。1980年同志社大学経済学部卒業。1984年に京都で建築士事務所を設立後1987年に東京にてアルシプラン(株)一級建築士事務所を設立。彫刻家として活躍しつつ建築設計の仕事も手掛け、集合住宅・施設等の設計を始め、店舗デザイン、クリニック等、注文住宅においては300棟を超える物件の設計を手掛ける。現在は免震建物の設計や、海外の物件等にも携わる。「曲面における位相空間」箱根彫刻の森美術館買上げ。現在、美ヶ原高原美術館にて展示保存、神奈川県立近代美術館買上げ保存など。その他建築においても受賞多数。

有馬：支えて大きく変形でき、かつ、エネルギーを吸収するという、両機能を持っているんです。

榎本：つまりは滑る機能と減衰という地震力を吸収する力とあと復元ですね。元に戻さなきゃいけないって言うか。

有馬：今までの話はゴム系の支承を念頭に進めました。そうですね、復元というのは元に戻すことを意味します。ゴム系の支承は元に戻ろうとする力(復元力)が働きます。一回ずれてしまうとゴムの力によって戻ってくる、これが復元。

榎本：つまりはビルが地震で動きますね。動いたら動きっぱなしだったら、今度、玄関が違う場所に行ってしまうので、それをまた元に戻してあげると、これが復元って言う力でこれがゴムの本来の役目ですね。われわれ素人が思うのが、ゴムが地震の力を吸収するのかなと思っていましたが、本来は吸収するというよりも、元あった位置に戻す役割って言う考え方が正解だということですね。

有馬：いいえ、ゴムにも色々な機能を持つものがあります。単に行って戻ってくる復元機能のみの天然ゴム(弾性ゴム)もあれば、エネルギーを吸収する機能をも併せ持つ高減衰ゴムもあります。前に、重量を支えて変形する機能(アイソレータ機能)と言いましたが、実は戸建ての住宅では、直径20cm程度のスレンダーな積層ゴムが使用されます。ところが地震時に40センチも変形したら、重量を支え切れずにへたってしまうわけですね。力学的に座屈って言いますが、座屈すると建物は、どしんと落ちてしまいます。戸建住宅など軽い建物は装置に荷重をかけないで復元する機能(減衰の機能を有するものもある)だけの装置があるのです。免震装置の新しい姿が見えますね。

榎本：建物を支える別のものが支承と言われもの、一方、地震エネルギーを吸収する別の装置が減衰装置と言われるものですね。

有馬：そうです。従来から使用されているLRB(鉛プラグ入り天然積層ゴム型免震装置)という装置は、この3機能を一つの装置

に有する三位一体の装置なんですよ。地震力を吸収して、支えて、戻すという三要素を持っている。

**榎本：**これはその3つの要素を全て叶えているわけですが、本来、復元はゴム、建物を支える装置は建物を支える装置、そして、地震力を吸収するダンパーはまた別の装置と言うわけですね。

**有馬：**従来の積層ゴム系の支承が、すべての建物に適用できる、トランプでいうオールマイティなものではないのです。建物によっては、フォーカドのもの、あるいはツーペアとかワンペアのもの組み合わせによって対応しなければなりません。戸建住宅にこの組み合わせが必要なのです。

**榎本：**全て従来の積層ゴム系の支承ではまかなえるわけではないということですね。建物の規模によって使い分けていくということですね。

### CLBとRDT(機能分離型免震構法)

**榎本：**有馬先生はこの業界では先駆者のような方であれ、いくつかの製品を作ってこられました。その中でいちばん有名なものがCLB(直動転がり支承)とRDT(増幅機構付き装置：減衰独染)という製品になります。この製品を分かりやすく説明していただけますでしょうか？

**有馬：**1995年に阪神淡路大震災がありました。その翌日に、現場に入りましたが、倒れているものがほとんど戸建住宅なんです。大地震に対して戸建て住宅を助けなくてもいいのかという思いが沸いてきました。

**榎本：**私もそこにすごく着目した部分があります。

**有馬：**じっちゃんやばっちゃんは昼夜住宅に居るのだから、助けるためにはどうしたらいいかと。軽いものに対して使える免震装置が必要である。1983年の日本海中部地震の記録テレビ映像にキャスト付きのトランクの動きが映っていたんですよ。トランクが横と縦の比が1:5から6くらいあるスレンダーなものでしたが、それが動いているんですけど、大きな動きじゃなくて、一つのある位置に留まりながら動いていたんです。

**榎本：**偶然に撮れた映像の中ですね。

**有馬：**それが倒れないんですよ。あっこれだ！こういうベアリング的なものを作り出せばいいんだと思ったんですね。

**榎本：**それはなかなか気づかないところですね。

**有馬：**それがはじめですね。メーカーに電話したら10トンを支えるのは25センチの玉(ボール)がいるという。それはできないなと思って、同僚にパチンコ屋に行ってパチンコの玉を持ってきてもらい、四角い枠を作りました。その中にパチンコの玉を入れてみて振動を加えたら、これはいけるかなど。方向性も2次元で自由で。2次元で自由を実現するには、一方向の装置を十字形に合わせてやれば可能です。これですね。

**榎本：**この十字上にレールがあって、そのブロックの中にベアリングがあって、これが本当に軽い力で360度動くんですね。

**有馬：**複数のボールベアリングがここの中で循環しているんです。

**榎本：**循環しているんですか？回っているわけですか？

**有馬：**ベアリングもですね、一ヶ所の定位置で動かすと摩擦係数も大きいし、荷重能力も小さいんです。

**榎本：**この中にボールベアリングのボールが何十個も入っているってということですね。

**有馬：**その中に両サイドのリングに循環するようなかたちになっています。この模型には1ミリ、2ミリのものが入っています。

**榎本：**私が設計した住宅にも先生のこのCLBっていう製品を実際使わせていただいたんですけど、大きさは両腕を伸ばしたぐらいの大きさです。変形がプラス、マイナスでいるわけですから四十センチ揺れるんだったら両方で1メートルぐらいということですね。この装置を、工場で見せていただいて驚いたのが人間の軽い力で動くんですね。

**有馬：**私の家もこれで作りましたが、4人で90トンの家を動かすことができましたよ。その時は先ほどの復元ゴムというのを外しているわけですが、これにプラス戻す力と減衰する力を他の装置で補っているのです。

**榎本：**先ほどのCLBが3つの中のひとつの要素になるってということですね。

**有馬：**荷重を支えて、変動(移動)するということですね。

**榎本：**ただこれは低層の住宅でも有効に働く装置になる。

**有馬：**もちろん可能です。定格の荷重基準が11トンの小さい装置から3,120トン使用の装置まで部材認定されています。もう一つの特徴は、建物が倒れようとする力、すなわち引き抜き力に抵抗する装置になっていることです。引き抜きに抵抗できる装置は、唯一CLBだけなんです。

**榎本：**引き抜きっていうのは、10階建ての建物がありましたらそれが地震の時に倒れようとする、倒れようとする側は圧縮の力がかかりますが、反対側は引き抜きの力がかかる。その引き抜きの力に、これはベアリングがガチッと噛んでいるから、耐えられるということですね。そういう意味ではハイブリッドなんですね。

**有馬：**だから、スレンダーなノックピルの免震にも使われています。

**榎本：**スレンダーっていうのは塔状、細長い縦長の建物でもこれが有効に働くということですね。四角い大きな塊の建物でしたら、倒れることはまずないんですけど、東京でよくあるような10階建てとかのビルであつたら当然倒れる。阪神淡路大震災でもビルが倒れましたけれども、倒れるという要素をこれで防げるということですね。

**有馬：**先ほど免震装置には3つの機能が必要であると申しましたが、この転がり支承CLBの支承材と、建物を元に戻す復元材の積層ゴム(パネ類)、それに地震力を吸収する減衰装置(RDTなど)が必要だということです。これを「機能分離型免震構法」と言い、三位一体型の積層ゴム系支承のみによる免震化が不可能な建物への用途拡大が図られることになります。

### 絶対免震という考え方

**有馬：**そうですね近未来に、磁石を使って回転させるとか、水平移動する装置も考えられる。

**榎本：**また違うアイデアが出てきましたね。

**有馬：**そうですね。リニアモーターカーの原理を使って、ブンと浮いて移動させる。

**榎本：**ベアリングではなく、磁石でリニアにして浮かすということですね。

**有馬：**地震が来たらリニアにやって地震と反対方向に動くことが可能になってくるんですよ。これが「絶対免震」を実現させるんです。

**榎本：**現状の免震構法では、免震装置自体は、ガタガタとは揺れないけれども、建物はゆっくり船のように揺れるわけですよ。「絶対免震」はそれがもう揺れないってということですね。そこで留まっているという考えですね。それが将来できるんじゃないかと。

**有馬：**支承を浮かして移動させたり、ダンパーをリニアで回転させたりすることによって同じところに留める。アクチュエーターも一つの方法です。アクティブな免震という考え方ですね。電気的な制御システムの構築をシビアーに行うことが重要になりますね。

### 免震の将来

**榎本：**免震の将来っていうのはそういう風にならなくなっていくということでしょうか？

**有馬：**大地震において、周期の長い波(成分)はなかなか減衰(収束)していかないので、津波のように遠くまで伝達するんです。長周期地震問題です。

**榎本：**東北で起きたあの地震で、揺れが東京で増幅されたビルがありましたね。

**有馬：**ああいうビルが揺れだすと二十分、三十分、揺れることがあります。

**榎本：**つまり距離があることによって地震力が長周期になってその長周期の揺れと東京にあった建物の揺れる周期が一致したという考えなんですか？

**有馬：**距離があるからではないんです。長い周期の成分が残っちゃう。大きな津波(超長波長)が遠くまで到達するように。波長の短い成分の地震は発生源近くで早く収束するんです。

**榎本：**地震には色々な波長の成分が含まれていて、その中には長い周期のものも含まれているということなんですね。長周期のビルとその周期がたまたま一致したら、応答がさらに増されちゃったってことですね。

**有馬：**それに対して制震装置をどう効かせるかが次の問題になってきます。

**榎本：**この辺を解決する策はあるんですか？

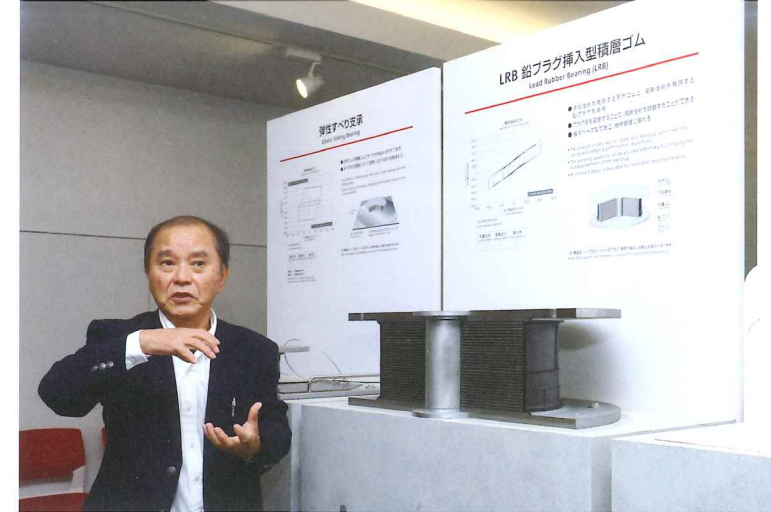
### 壁が制震装置となる

**榎本：**先生は制震装置も考えられていますね。これがまた非常に面白いなと思って見せていただいたのですが、壁が制震装置になっているというやり方ですね。

**有馬：**学校とか住宅とかにも欲しいよというような時に、これがあの私が一最初に開発した制震装置。

**有馬：**これは大きなものですね。3.5m×3m、4m×4mです。小さいものは50センチとかそういう小さいものもあるんですよ。これが二重も三重にもなっているんです簡単に言うと一枚の板が落ちてきます。それを箱で支えています、この中に粘性体(粘りのある液体・ゲル)が入っているんです。上と下とがずれるとそこにずれの逆方向にせん断力が発生しエネルギーを吸収する、これがニュートンの粘性法則に従う力ということです。

**榎本：**これを高層ビルの壁の中に仕込んで、地震力を



ここで吸収するということですね。

**有馬：**これがはじめですね

**榎本：**ただ耐震ではありませんが、免震ほど効果的ではないかと思っていいるのでしょうか？

**有馬：**制震装置っていうのは建物に悪さをしなければ、国の認定がなくても設置することができるわけです。付加能力ですよ。1,994年に竣工した「メディアシティ静岡」ビルは日本初の本格的な制震建物です。日本建築センターの評定を受けて、「制震壁」を入れることによって鉄骨の量を少なくすると共に、大地震時に建物の応答を弾性範囲に収めるという、高い耐震設計思想で設計されたものです。

**榎本：**つまりは鉄骨を何千トンって使うところを10パーセント、15パーセントカットできるということですか。

**有馬：**そうですね。それでも建物の柱、梁は降伏させません。その代わり「制震装置」が地震のエネルギーを吸収するわけですよ。

**榎本：**柱、梁が降伏、すなわち、つぶれないように「制震装置」が地震力を吸収するということですね。

**有馬：**現状のRC造にしても鉄骨造にしても、鉄筋が向こうが見えないぐらい密集して入っていて、地震に抵抗するのですけれど、もう限界の部材設計で、これ以上耐震性を上げられないですよ。別の人工的に作った装置をつけましょうということ、これが制震ですね。

**榎本：**これはもうかなり普及はしているんでしょうか？

**有馬：**もう1万枚ぐらいでしょうか。

**榎本：**あちこちの壁にこれを入れて制震する。

**有馬：**基本的には四辺にそれぞれ一、二枚とかですね。

**榎本：**これは小型のものは住宅に使ったりもできるってことですか？

**有馬：**できます。

### 免震装置の普及

**榎本：**今後免震装置ですが、いまは公共施設、消防署、市庁舎など、東京駅もそうですけれども普及してきていますが、次の段階ではどういうところに免震が普及していくんでしょうか？

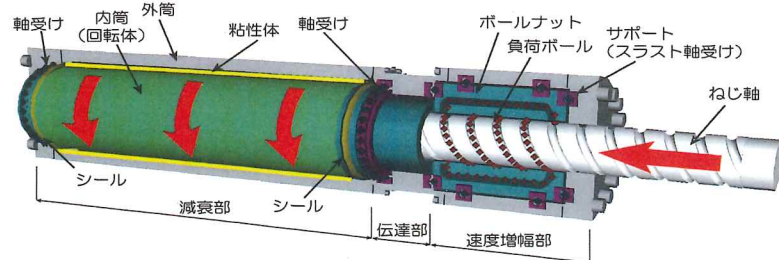
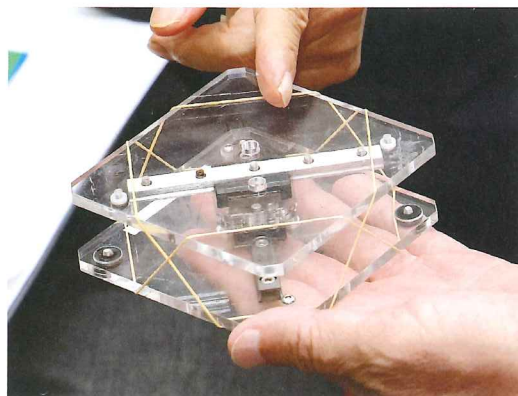
**有馬：**全ての建物にやっていただきたい。なぜかという日本の従来の耐震設計は優秀です。更にその上を行くのは制震、免震と考えます。免震は一カ所で安全の設計をするわけです。上部の建物を守るということは上のストレスがないということですから建物の寿命も延びる。是非全ての建物に免震を使っていただきたい。官庁、病院、学校によく使われていますけど、2022年のデータでいくとごだいたい免震は5,100棟。

**榎本：**5,100棟っていうのは多いような数字ですけども、実際は日本全国でそれしかないわけですから、少ないと言えば少ない。

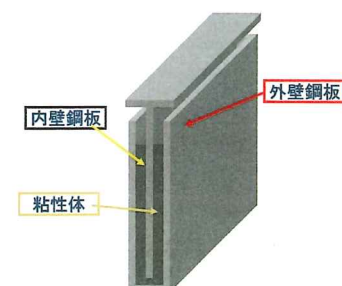
**有馬：**戸建て住宅も4,750棟近くできています。

**榎本：**それとは別に5,000棟ぐらいあるということですが、合わせるって1万棟ぐらいですね。

**有馬：**大から小までであると思いますが、2024年末で今は普通の免震建物は6,000棟はできていると思います。集合住宅と官公庁の建物が多いです。



減衰こま(RDT)の構造



**榎本**：やはり免震っていうのは建物を守るだけでなく、人の命を守るっていうのが一番大事だと思います。ちょうど4年ほど前になりますけれども先生に構造設計をしていただいて、私が建築設計をしたビル。複合ビルで1階が小児用のクリニック、2階、3階が保育園で4・5階がマンションでした。私は免震の最大の目的は、人の命を守ることだと思います。

**有馬**：そうですね、第一に人の命を守る、その次に中の財産を守

## 免震建物の課題

### 南海トラフ巨大地震のリスクをふまえて

**榎本**：私はマンションの設計で免震を採用していただくときに建て主の方にご説明するのは、マンション一軒建てるのに5億、10億のお金がかかるわけです。それを相続対策でやられる方が比較的多いものですから。その5億、10億の建物が、まだローンが30年残っているのに、仮に地震で潰れてしまったら、結局ローンは返さなきゃいけません。そういう意味では免震建物にすることによって、少なくとも建物は壊れません。人の命も守れて、家電製品も守れるわけですから、負の財産を相続しなくて済みますよというお話をよくさせていただきます。

**有馬**：在来建物と免震建物の比較で、地震リスクマネジメントという学問がありますが、だいたい10年から15年経つと免震建物の方がはるかにコストが安くなる。修理、保全の必要性、地震保険などの有無を含めてです。

### 免震建物のメリット、デメリット

**榎本**：つまり免震建物っていうのは、メリット、デメリットがあると思うんですね。デメリットで言うならば初期投資で免震装置の費用が当然かかりますよね。これが建物の大体一割とか、一割五分ぐらいと言われておりますけれども、それが10年、15年経つと逆転しちゃうということですね。

**有馬**：もうひとつ免震建物の大きな役割としては地域に対して、あるいはある災害が起こった時のインフラの崩壊とか居住建物の崩壊だとかそういった方々に対する避難所の役割もありますね。

**榎本**：それは私がいちばん求めていたというか、言いたいところです。官公庁の建物であるとか、大きなマンション、ビルっていうのは大体免震になってきましたけれども、これからはもっと公民館であるとか小さな病院であるとか身近な建物、すぐ避難できるような所に。老人の方達でもゆっくり歩いてでも行けるぐらいの距離感にある建物を免震化していくことが重要じゃないかなと思っています。

**有馬**：能登の地震の被災地を見てがっくりしました。あれがイタリアなどの欧州だとテントや施設がすぐに建つ。これだけ地震の多い日本でこんなに情けないのかと思いました。

**榎本**：能登はなかなかそういうものが届かなかったんですね。

**有馬**：本当に国も自治体もそういう災害意識をちゃんと持ってもらいたいという気持ちもありますね。それとやはり許認可をやり易くする。設計としては特殊な設計仕様になっていますが。

**榎本**：そこがやはり一因としてありますよね。

**有馬**：免震建物の設計ができるような設計者、構造家が増えていくということは本当に期待したいところでもあります。国民、住民もそうですが、国・自治体も災害意識をちゃんと持ってもらうということが大事です。

**榎本**：費用面に関しては建物の一割ぐらいと思っておいてよろしいんでしょうか？

**有馬**：そうですね。ただ高さによってゼロアップ工法になる。なぜかという免震構法にすることによって、部材のスケールを落とすことができるわけですね。それらと相殺すると費用のゼロ

ということですよ。結局、その人達の将来を守る。命だけじゃなくて、中のもの外のもの、すなわち「将来の生活」をも守る。阪神淡路大震災の時に一件の建物で家電関係が約250万円失っている。全部潰れた所になると3千万、4千万円の出費になるわけです。その人達は命も失われているかもしれないですが、少なくとも将来も失われてしまうんです。中も外も守ってやって、将来の生活を保証しましょうと。これが大事なことです。

アップ工法になる高さがあるということです。

**榎本**：私たちよく言うんですけど、いまゼロアップ工法っていう言葉が出てきましたけれど大体、10階建てのマンションを建てようとした時に、免震マンションの10階建て、耐震マンションの10階建てと比較すると、耐震マンションはそれなりにがっちり作らなきゃいけない訳ですけども、免震マンションに関しては柱のスパンを伸ばしたり梁の断面径を小さくしたり、もしくは柱が10本あるとかが8本で済むなど。8本で済めば杭もなくなるとかで、結局、だいたい8階建てぐらいになってくると耐震マンションも免震マンションも基本的にはさほど費用が変わらなくなります。

**有馬**：ケーススタディっていうのもやっぱり研究者あるいは構造設計者、設計者の使命なんですよ。ですから、低層のマンションも住宅もちろん免震化していただきたいんですが、一つハードルが低くなるのは高層になればなるほどそのスケールメリットで耐震と費用的にはそんなに変わらなくなってきます。だったら免震の方がよるしいんじゃないですかという考えですね。それと私はお客様が免震を採用するかしないかは、ゼロカイチかの世界かもしれないですが、「百年の憂い」を残さないでくださいと申し上げます。本当に安心で長持ちするんですよ。安心なわけですから、将来に憂いは残らないと。

**榎本**：あの負の財産を相続させないでくださいよ、っていうことですよ。私がちょうど5年前に先生に構造設計をしていただいた住宅がありますが、大きな住宅で2階建ての鉄筋コンクリートの建物でした。そこもやはり費用はプラスかかりましたが、お施主がドクターで、言われたことはですね、何よりも命が大事だと。これから起きる大地震に対して、私の建物が救護施設っていうのは大げさかもわからないけれども、怪我した人を救える施設に早変わりすることで、地域に貢献したいから必ず壊れない建物にしてほしい。だから免震にしてほしいんだということと言われて、先生のお力をお借りして建てました。

**榎本**：メリット、デメリットっていうところでメリットに関してですね。耐震と免震の建物であれば、10階建てぐらいか、8階建てぐらいからは、金額的にはもう変わらなくなっていく。

**有馬**：われわれはそれを「ゼロアップ工法」と言っているんですけど、免震することによって上部の部材をスリムすることができて、スパンを飛ばすこともできるだろうし、梁を小さくすることもできるだろうし、そういうものと免震装置の費用・設置費との相殺をすればゼロアップ工法になりますね。あとはメーカーさんがどれだけ安く作っていただけるかということではないでしょうか。

### 設計者、構造設計者の不足

**榎本**：デメリットっていうところでは、その次には我々のような免震に理解がある設計者が少ないっていうのがあると思います。

**有馬**：どうしても特殊な装置を使っているため今までと違う要素が入ってくるものですから、それを把握して、本当に理解して設計する人が少ないかもしれませんね。告示法という法律で設計も優しくなってきたのですが、それを丸呑みにしている設計者も多いわけです。何にもわからずに告示でやったからいいですよと



か、いろいろなメーカーさんが出しているプログラムでやったからいいですよとか、そういう人たちもいる訳です。

**榎本**：設計者でも構造設計者でもあまりよく知らないけれども、告示法で定められたルール内で、やられている方が多いということですね。

**有馬**：基本的な性能で、例えば積層ゴム系支承でメーカーさんが推奨している軸力ってある訳ですけど、それよりもかなり小さい軸力なのに（周期・剛性を合す為に）かなり大きな装置を使ったりする。余計にお金は掛かるし、本当に性能出ているの？データがあり理解しているの？、あるいは逆に小さいものを使って推奨荷重よりかなり大きい荷重になってしまって、十分に装置が機能してないという場合もあるということです。

**榎本**：要するに過剰装置の場合もあればその逆の場合も中にはあるかもわからない。

**有馬**：それは知識不足ということかと思います。

**有馬**：構造設計が特殊な材料であるだけに難しいというところもあるでしょうが、ある意味ではいい加減に設計しているところもあります。ある設計者が言ってきたんですが、滑り支承を建物の外周に設置したら、メーカーさんから軸力変動で摩擦係数が変わるから外周に置いてはダメだと言われたとのことです。それに対して、私は右端と左端と地震が起きた時に軸力変動はどうなるのか？と。一方は圧縮になって一方は引っ張りになるのが一般です。そうすると摩擦係数の変動は相殺されてしまって、摩擦係数はほぼ一定と考えていいんじゃないのと指摘しました。

**榎本**：片方は引っ張る、片方は縮むというので相殺すれば摩擦係数の変動量はゼロになるのではないかと。だから、摩擦係数そのものは変わらないと考えるですね。

**有馬**：トータルとして考える設計ですから、メーカーさんがそういう実情を無視したことを言っちゃいけない。そういうことも重要なんですよ。

**榎本**：デメリットっていう意味ではまだまだ設計者の人数が少ないっていうのもあるし、金額面、プラス時間がかかります。設計期間もさることながら、免震装置を作るのに半年とかかかってしまいます。

**有馬**：下手をすれば一年っていう時もありました。鉄が高騰しているとか、鉄鋼石が入ってこないとかいうような時には本当に一年、二年もかかります。あとどうしても設備投資があるわけです。積層ゴム支承などはあの釜といって、加硫接着する設備がある訳です。

**榎本**：ブリヂストンさんの工場には大きな釜があります。

**有馬**：装置によっては高さとか幅だとか色々あるものですから金型を整えるだけでもお金がかかります。そういう意味では時間とお金がかかります。

**榎本**：企業様にその努力をしていただくということに頼らざるを

得ないっていうのはありますけれども。

**有馬**：大量に発注できれば安くなるのですが、一品製品という感覚がありますから、もっと普及しないですね。ビルは五千棟ぐらい、住宅も四千数百棟ができていないんじゃないかということで、全体合わせても一万棟ぐらいで、日本全国でというのは非常に少ないですね。何十万と何百万棟できてこないと、なかなかコストも落ちてこないですし、これから我々が普及活動を行っていくにも、普及にはやはり国や自治体が音頭を取らないとなかなかできないと思いますよ。

### 南海トラフ巨大地震のリスク

**榎本**：南海トラフ巨大地震は静岡から関東、九州までの大きな地震が広がると言われてます。地球科学の先生にインタビューをさせていただいたのですが、2035年を中心に前後5年、この10年間の間に100パーセント発生するという予測もあります。南海地震が起きれば、関東大震災と言われるものも連動していく可能性があり、33万人ぐらいの方が亡くなると予測されています。そうすると東北の震災の時は関西や関東から多くの方が復興に行きましたが、今度はその復興される人まで被災してしまうということになりますので自分で自分の身を守らなくてはなりません。やはり免震建物などで人の命と財産を守ることが、これからの大きな救いになりますね。

**有馬**：南海地震を考えるとやはり津波というのも問題になるわけですね。津波で建物が流されることもありますので、今度は逆に浮くような建物だとか、あるいは免震であっても浮いてしまうような免震にするとか、そういうことも考えないといけない。室内の中に水が入らないような防水の戸建ての住宅でも考えていかないといけないわけです。

**榎本**：これからはますます先生にご協力いただいて、我々も免震建物を造ってこうと思っております。

今年もブリヂストンさんの製品を2棟使いました。そのうちの1棟は先生の製品を使用して建設させていただきました。1棟は5,000平米ぐらいでしょうか。延べで80戸のマンションで大型ですけれども。これはブリヂストンさんの免震ゴム支承を使わせていただいた案件です。

それともう1棟は述べ1,500平米ぐらいで22戸ですね。建物は10階建てでこれもやはり、免震装置はブリヂストンさんのものです。それとダンパーですが、こちらには先生のお考えになったハイブリッドなRDT（減衰独楽）を使用して、これまでに2棟のマンションが竣工いたしました。今現在も2階建ての大型の住宅ですけれども、先生のお力を借りての設計を進めております。それができたら、また皆さんにご案内したいと思います。

本日はどうもありがとうございました。

# アルシプランで始める免震の暮らし

世界有数の地震大国日本。

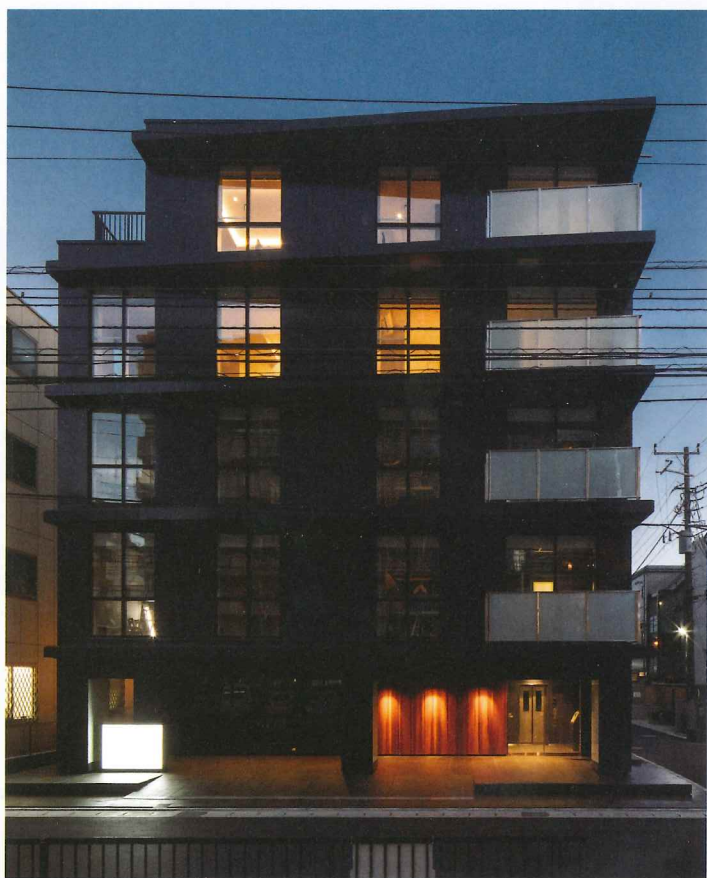
2035年±5年に巨大地震が起こるとされています。

そんな今、あなたの大切な資産(建物)とお住まいの安全を守りたい。

アルシプランは免震構造を用いた

安心安全で美しい住まいを提案し、

日本の町並みを豊かにしていきます。



## ゆとりある大空間も可能に

これまで日本では度重なる震災の被害を受け、柱や梁などの構造体を大きく頑丈にすることで、生命と財産を守る強固な構造体へと進化してきました。免震構造は地震力をしなやかに逃すことで、構造体の損傷を軽減する構法です。

これによって柱梁を小さく薄くし、大空間や大開口の開放感のあるデザインが可能になるのです。

ブリヂストンの免震ゴムについて  
詳しくは [こちら](#) をご覧ください

## 免震 Web



website  
ホームページ



consultation  
ご相談



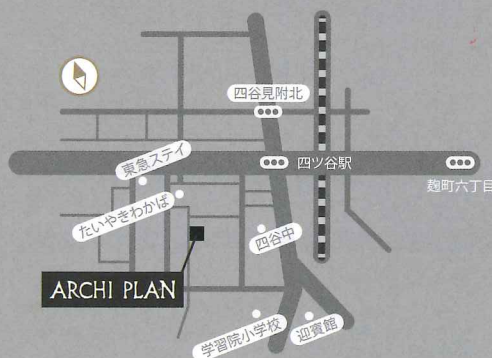
ブリヂストン  
免震館

## ARCHI PLAN

一級建築士事務所  
アルシプラン株式会社

〒160-0004 東京都新宿区四谷1-15  
アーバンビルディングサカス8・1階

TEL: 03-5269-7383 FAX: 03-5269-7384  
JR四ツ谷・地下鉄丸の内線四ツ谷駅 徒歩5分



Google Maps