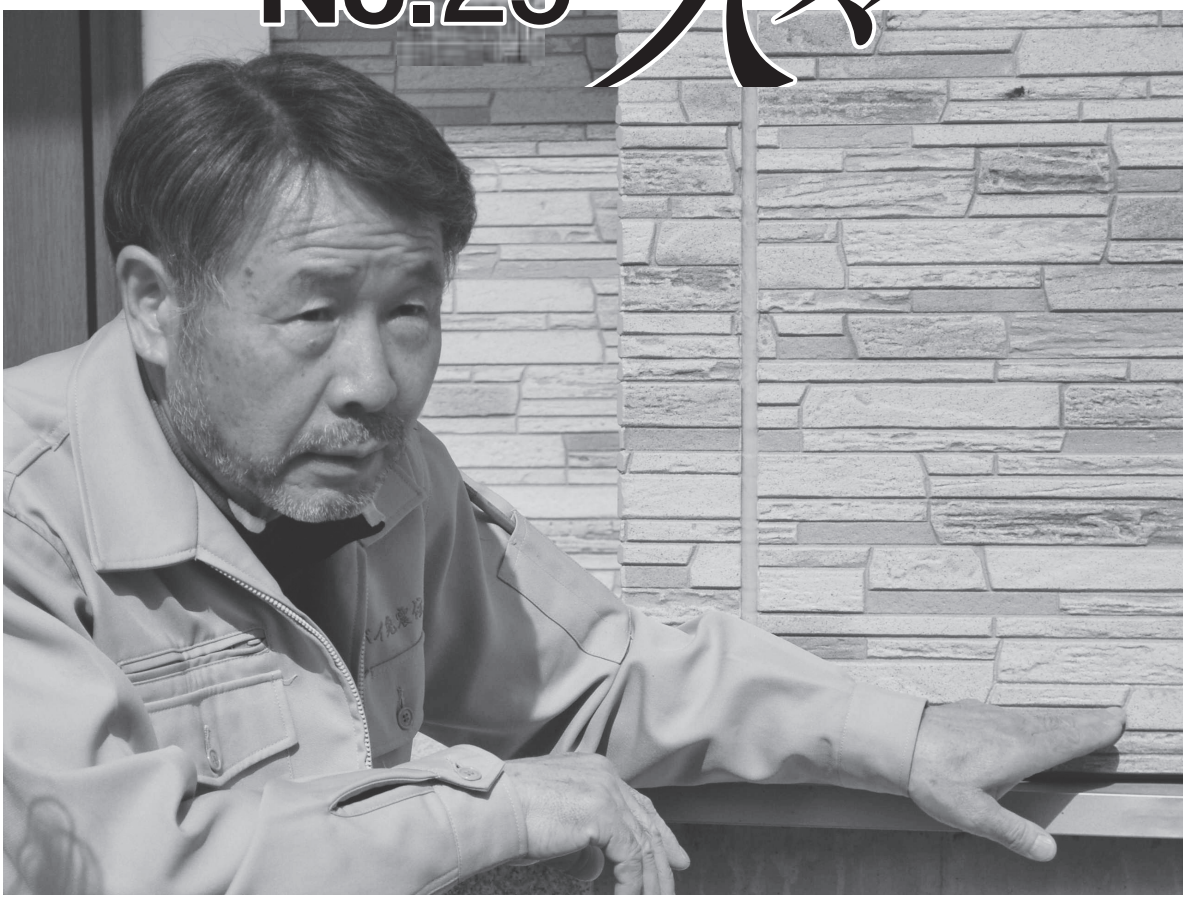
メカライフな人々 No.25



エアー断震開発者
ツーバイハウジング（株）代表
坂本　祥一氏

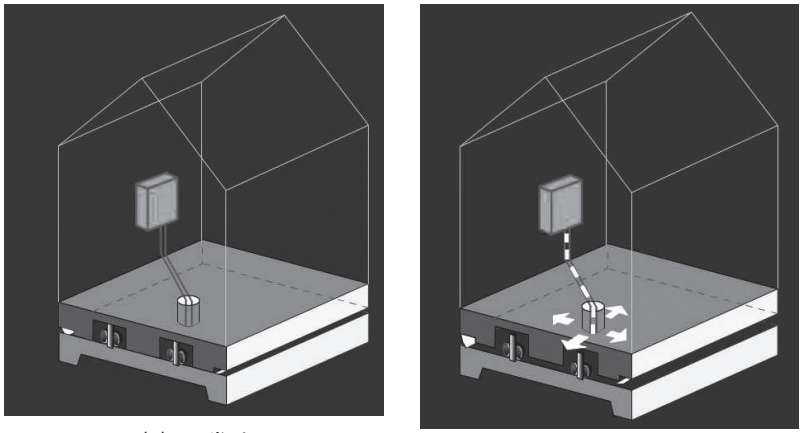
地震大国といわれる日本では，私たちの大切な財産や命さえ奪いかねない大地震が，いつ起こるかわからない．今回のゲストは，現在注目を集めている地震対策の建築技術である「エアー断震」を開発された，ツーバイハウジング（株）代表の坂本祥一氏である．坂本氏は，空気の力を利用して家を宙に浮かせることで，地震の揺れから家を守る「エアー断震」という独自の方法を実現したことで知られている．今回は，そのエアー断震技術についてのみならず，このような革新的な技術を考案してから実現するまでの経緯など，興味深いお話をお聞かせいただいた．また，実際にエアー断震の効果も体験させていただいたので，インタビューに併せて紹介したい．

はじめに

メカライフ編修委員（以下，**メカ**）　これまでの経歴について教えてください．

坂本氏（以下，敬称略）　学校を卒業してから会社勤めをした後，独立をして会社を作りました．残念ながらその会社は失敗してしまったので，また会社勤めに戻りました．そこで海外駐在員として，サウジアラビア，ヨルダン，イラク，マレーシア，インドネシア，ボルネオ，ビルマそしてシンガポールにて，計10年以上働きました．その後日本に戻ってきて，建築会社を立ち上げ，今に至っています．

メカ　学生時代はどのような学生でしたか？



(a) 平常時　　(b) 地震発生時

図 1　エアー断震の模式図

図 2　地震感知装置

坂本　おとなしくて内気な学生でした．また，今では同年代の人に比べると体は大きいのですが，当時は背が小さくて，よくいじめにあっていました．でも，いじめられても必ずやり返し，絶対に負けませんでした．とにかく私は昔も今も負けず嫌い．根性はありましたよ．子供のころは鉄腕アトムが大好きで，漫画の世界や科学に憧れていました．それに私は昔からいろいろと考えることが好きで，いろいろな発明をしました．エアー断震とは関係ないですが，空気にまつわる発明も幾つかありますよ．たとえば，普通の扇風機は首振りをしますが，首振りをせずに空気が縦や横から出て，空気が出る幅を広めたり縮めたりすることができる扇風機を作ったり，空気で石に写真を彫ったりしたことがあります．とにかく課題があると，その解決策を考えることが好きでした．

メカ　どのような経緯で建築士を目指されたのですか？

坂本　私はもともと機械関係の仕事をしていたのですが，海外から日本へ戻って好きな建築の仕事でも始めようかと思い，建築士の免許を取りました．

「エアー断震システム」について

メカ　エアー断震システムの仕組みについて教えてください．

坂本　エアー断震システムの建物は，基礎ごと空気で浮かすだけ，という極めて簡単な構造です（**図 1 (a)**，**(b)**）．このシステムは地震センサ装置（**図 2**）を備えていて，地震を感知すると瞬時に作動します．すると，タンクに貯めておいた圧縮空気が人工地盤と基礎の間に送り込まれ，建物全体が基礎ごと浮上することによって，地震による家の揺れを回避する仕組みです．

（注）　実際に目の前で地震発生時に家全体が浮き上がる様を見せていただいた．その様子が**図 3 (a)** と**図 3 (b)** である．センサが地震を感知してから建物が浮上し始めるまで，わずか 1 秒以内．あっという間のことであり，拍子抜けするほどであった．

流動性のよい空気を使用していますので，レスポンスがよく，建物はすぐに浮上し始めます．地震を感知する装置には，一般家庭用電源を利用しますが，バッテリーも内蔵されていますので（**図 4**），非常時には自動的にバッテリー

（a）浮上前　　（b）浮上後

図3　浮上するモデルハウス

へ電源が切り替わるようになっています．また，震度2や3の地震が起こった際にも家を浮かせたい場合には，そのように設定できますし，オプションで初期微動（P波）センサを接続して，大きな地震が来る前に建物を浮かせることも可能です．

この簡単な構造の鍵になっているのが，空気が外へ逃げないようにするために基礎と人工地盤の間に挿入されている，ステンレスのエアーシールです．このシールが建物を囲うように設置されています．当然，透き間があるために多少は空気が漏れるのですが，建物を浮かすには十分のシール性は確保してありますし，この透き間から空気が漏れるおかげで，地震の後，わざわざ別の仕組みを使って空気を抜かなくても自然に建物が元の位置に戻ります．簡単なシステムですが，実に便利なんですよ．

地震によっては長いもので数分間揺れ続けることがありますが，空気が抜けて建物が接地したときに揺れを感知すれば再浮上します．これを何度も繰り返すことで10分以上も揺れ続ける地震にも対応できます．

メカ　とても簡単な構造なのに，断震という目的は十分に達しているのですね．それを思いついて実行に移したところが凄いですね．ところで，このエアー断震技術を開発しようと思ったきっかけについてお聞かせください．

坂本　先にお話ししましたが，私は普通の建築会社を経営しています．そこで仕事をいただいた際，「免震住宅に興味はあるけど，予算の関係上設置できない」というお客様がたくさんいたのです．「命はお金にかえられない」と高価な免震装置を設置できる人もいますが，私たち庶民が実際に家を建てるとなると，苦労するのはお金の問題です．そこで，従来の免震住宅に比べて値段を抑えることができる技術を開発しようと思ったのです．

メカ　数十トンもある家を宙に浮かせて地震の揺れから家を守ろう，という発想は普通では思い浮かばないと思います．このように画期的な方法をどのように思いついたのでしょうか？　何かからヒントを得た，ということはありますか？

坂本　ヒントと言えば，海外駐在員としてマレーシアで働いていたときのことですね．浅海に沈んでいた船があったのですが，マレーシア政府から「そのままでは航海する船に対して危険だから引き上げなさい」と指示がありました．いくつかの会社がその作業に失敗した後，私がいた会社に相談がありました．私はとにかく考えることが大好きで，その当時は会社のいろいろな問題を解決していたこともあり，私のところに依頼がきました．

この沈没船は，引き潮になると船体の一部が少し見えるくらいの浅瀬に沈んでいたのですが，原因を調査したところ，沈没してから時間が経っていたためか，船底に砂が大量に堆積していたのです．そのため，大きなクレーン船を使って引き上げようとしても，どうにもならなかったのです．

そこで私は，井戸を掘るとき，掘削中の井戸の中を洗うのにコンプレッサにつなげたエアーホースを井戸の中に入れて掃除をすることを思い出して，これを利用しました．まず，ダイバにエアーホースを持たせて，船底の砂を掃除させました．その後，ハッチをすべて閉めてから船の中に空気をゆっくりと送り込みました．古い船体ですから，3日くらいかけて空気をゆっくりと送り込んでいったのですが，あるときぶくぶくと泡が出始めました．そのまま空気を吹き込んで行ったところ，船が浮かび上がったのです．私たちはそうして浮き上がった船を沖まで運んで沈め，このやっかいな船の処理に成功したのでした．

とにかく安く設置できる免震技術を開発したいと考えているときに，この経験を思い出したのです．何千トンもある船が空気で浮いたのですから，100t，200tの家でも空気で浮かせられるのではないかと思った．それがエアー断震システムの始まりです．

実は，船を浮上させたのは空気と水の重量差によるものですから，空気の圧力で家を浮かせるのとは少し異なるのですが，性質は似ていますよね．お風呂に入っているときに頭の中で計算してみたのですが，驚いたことに家を浮かせるのに必要な圧力は，たった0.1気圧でした．お風呂から出て計算機で確認しましたが間違いありませんでした．0.1気圧といいますと，女性が口から空気を吹き出す力で家が浮かび上がってしまう，ということです．そこで，事務所の前に2メートル角くらいのコンクリートを打って（重さ2t）実験したのですが，簡単に浮き上がりました．これはいけると，そのとき確信しました．

メカ　エアー断震システムを実現するまでに，どのくらいの時間がかかりましたか？

坂本　研究したのは1ヶ月くらいです．その後は2年間ほど耐久テストを行いました．お客様に販売することを考え

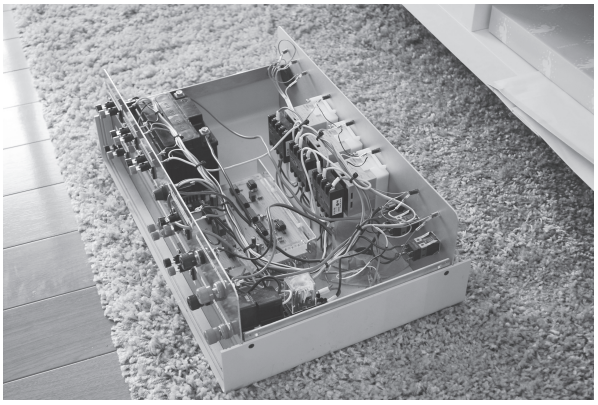


図４　地震感知装置の内部

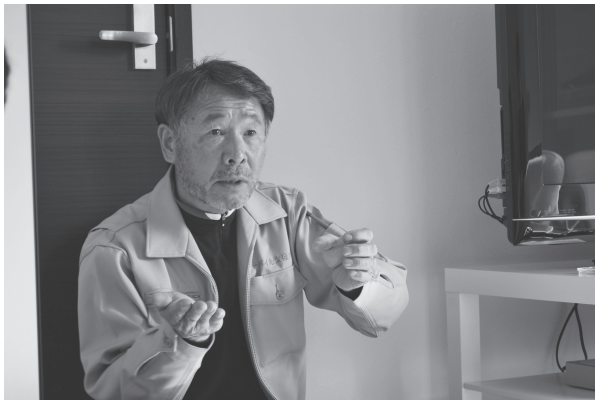


図５　インタビューに答える坂本氏

ると，2 年間くらいの耐久テストは義務ですからね．実際に問題はありませんでしたので使い始めました．

次の段階として，大きな地震が来る前に建物を自動的に浮かせておく方法はないかと思い，緊急地震速報に目をつけました．地震には必ず，大きな揺れが来る前に，体ではほとんど感じることができない小さな揺れが存在します．これが初期微動です．この初期微動を事前に捉えて，大きな揺れが来るのを知らせてくれるのが緊急地震速報です．しかし，当時は緊急地震速報を一般家庭に導入するには，月に 1 万円程度必要でした．これでは高過ぎます．そこで，初期微動を捉えることができ，しかも安価な装置を開発しました．私は，頭に浮かんだアイディアは必ず形にしてみせるということを心掛けているのです．けれどもせっかく開発したこの装置が完成したころ，気象庁から緊急地震速報の無料配信が始まりました．今では無料配信に合わせた装置を取り付けて，緊急地震速報に反応する装置を使っています．

メカ　実現するまでに苦労したことなどはありましたか？

坂本　家を浮かせることができれば，次に戻す方法が必要となります．それもどうにか成功して，これで完璧だと思っていたのですが，やはり次々と課題が出てきました．一番苦労したのは材料です．私の会社のような一工務店が依頼しても，ある程度の数を発注しないと，適した材料を適した価格で供給してもらえません．新しい製品を作ってくださいと頼むと，少量では高くついてしまいますので，かなり大きな数を注文しなければなりませんでした．

メカ　エアー断震システムは，従来の免震技術と比べてどのくらい性能が良いのですか？

坂本　従来の免震技術を用いますと，地震の揺れは 3 分の 1 から 5 分の 1 まで軽減されます．エアー断震を実験してみたところ，20 分の 1 にまで軽減することができました．つまり，震度 7 の地震が起きても，エアー断震装置を設置した家の中にいれば揺れをほとんど感じることがありません．

（注）　実際にメカライフ学生委員が体験させていただいたが，揺れを感じることはなかった）．

また，エアー断震システムは性能が良いだけでなく，安価で取り付けることが可能であり，システム作動させるには 1 回当たり 4，5 円程度しかかかりません．さらに，過去には直下型地震に対応できる免震技術はありませんでしたが，実際に直下型地震を想定した地震を行ってエアー断震システムの性能を評価してみたところ，十分効果を発揮することがわかりました．エアー断震システムは，世界で初めて直下型地震に対応できる免震技術であるといわれています．空気は，最初はふわふわとしているのですが，潰（つぶ）れれば潰れるほど大きな力が作用するため，浮いている建物は地面に接触することなく，直下型地震の衝撃に耐えることができるのです．

メカ　エアー断震装置を既存の家に導入することは可能ですか？

坂本　技術的には簡単です．ただし，出来上がっている家を持ち上げて基礎から作り直す必要がありますので，費用がかかってしまいます．そのため，既存の家を残す特別な理由がない限り，建て直した方が安上がりです．実は，お寺にエアー断震装置を設置しよう，という計画があるんですよ．これなどは，既存の建物を残す良い例ですよね．ある会社がスポンサーとして参入して，実装試験を行う予定です．

メカ　家でなくても，橋や道路，東京タワーみたいな建物にもエアー断震装置を導入することは可能ですか？

坂本　そのような建物には使うことはできません．それらには，積層ゴムと鉄が合わさったアイソレータが今のところ一番効果を発揮します．エアー断震システムの目的は戸建住宅であり，重量的にはそのあたりが限界であると考えています．木造建築であれば 3 階建てでも 5 階建てでも大丈夫です．また，空気により建物を浮かせるので，ペンシル型の建物には不向きです．

メカ　実際にエアー断震システムを導入した家は，全国にどのくらいありますか？

坂本　まだ少なくて，せいぜい 20 棟くらいです．一昨年の暮れにテレビで紹介されまして，一気に認知されました．そのお陰でお客様がたくさん来てくれたのですが，私たちはそのような状況を全く想定していませんでした．沖縄から北海道まで，エアー断震システムを使いたいという要望をいただいているのですが，対応が間に合っていないというのが現状です．代理店さんに向けて販売を開始したのが去年の春ですから，まだ 1 年とたっていないんですよ．その代理店さんが施工店さんを募集して，施工店さんがお客

図 6　坂本氏とメカライフ学生編修委員
（バックはエアー断震技術が施工された住宅）

様（施主）を募集して，という流れで施工されますから，結構時間が掛かるんです．

今後について

メカ　エアー断震技術に残されている課題を教えてください．

坂本　さらに安価に提供する，というのが一番です．実際に今の価格ではエアー断震装置を設置できない，というお客様が依然としていらっしゃいます．それは私も痛いほどわかるのですが，もしも地震が来て家が倒壊してしまえば，さらにお金が必要となってしまうのです．お金に余裕がない人にこそ，エアー断震システムを使ってほしいと考えています．

日本は地震大国．必ず大地震が来ます．大阪でも，大きな地震は起こらないと言われていたのに，実際にはあのような大地震が来ました．東京は 60 年周期で大地震が来ると言われていますが，前回の大地震からすでに 80 年が経過しています．そのうえ，東海地震，南海地震などが一度に起これば，日本列島の半分は被害を受けてしまいます．だからこそ大地震が来る前に，エアー断震が普及するように，さらに低価格化を進めたいと思っています．

また，第 2 世代のエアー断震装置を考案して，現在，特許を出願しています．この装置についてはまだ詳細をお話しすることができないのですが，さらに簡単にエアー断震システムを作ることができるはずです．そのうえバランスもとれるようになるのですが，材料を適価で入手できないと実際に販売できません．それが心配ですね．

メカ　エアー断震技術，そして坂本さんの目標についてお聞かせ下さい．

坂本　今はまだ，免震という言葉自体を知らない人がたくさんいます．免震という言葉は最近生まれたものですが，耐震から制震に，そして制震から免震に進化し，さらに進化したものが断震技術であると考えています．日本にいる限り地震を免れることはできませんから，私はこのエアー断震技術を一日も早く全国に普及させたいと思っています．日本中の家にエアー断震システムが導入されて，一人でも多くの人が安心して暮らせるようになればうれしいことですね．また，今後は会社の経営は別の者に任せて，私は装置の研究にかかりきりになり，このエアー断震装置をさらに進化させたいと考えています．研究は本当に面白いですから．

おわりに

メカ　坂本さんは地震から人命や家を守るという問題に対して，素晴らしい技術を開発されました．このように，ある問題に対してその解決策を考案して，さらにそれを実現化する際に最も重要となる能力とは，どのようなものであると考えていますか？　また，学生の間に身に付けておくべき事柄はどのようなものでしょうか？　最後に読者も含めた私たち学生に対してメッセージをお願いします．

坂本　私はなにより「物事を好きになる」ということが重要だと思います．少し言葉を変えると，「仕事を好きになる」ということです．私の場合は，建築を好きになり，それを生業にしています．だから仕事が楽しくて仕方がない．いくら働いても，休んでいるときにも，仕事について考えているんですね．仕事が楽しい，というのは少し変かもしれませんが，自分で好きだと思っていることならば，誰だって楽しくできるはず．そうすると，一日一日が非常に短く感じます．嫌だと思いながらだらだら仕事をしていると，一日を長く感じ，毎日が辛くなってしまいます．

また「甘えない」ということも非常に大切だと思います．何かで困ったとき，問題に直面したとき，他人や社会のせいにして甘えてはいけません．それを解決すべく，正面から問題にぶつかり，全力で努力することが大切です．

メカ　何か問題があったときにすぐに考えて，それを解決していこうという積み重ねが，現在のエアー断震技術につながったのですね．

坂本　エアー断震は，技術的に種明かしをすれば非常に簡単です．単純なことを積み重ねて努力を続けていくことで，いろいろとチャンスはめぐってくると思いますよ．

（文責　メカライフ学生編修委員　黒澤瑛介，倉本真一，猿木恭文，中村恭子，宮嵜哲郎）