



日経 xTECH

記事URL : <https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00154/00752/>
このページに掲載されている記事・写真・図表などの無断転載を禁じます。著作権は日経BP、またはその情報提供者に帰属します。掲載している情報は、記事執筆時点のものです。

2019/12/20 05:00

ニュース解説：建築・住宅

暴走「風」台風の住宅被害を動画で再現すると

荒川 尚美=日経 xTECH／日経ホームビルダー

日経 xTECH

2019年の台風15号と18年の台風21号による住宅被害の中には、周囲に立つ建物の影響で風が局所的に強くなったケースがある。風災害を拡大する環境リスクだ。

この現象に詳しく、台風による建物被害の分析を多数依頼される環境シミュレーション（東京・千代田）の阪田升代表に、自社で開発したソフトを使って実際の台風被害を再現してもらった。

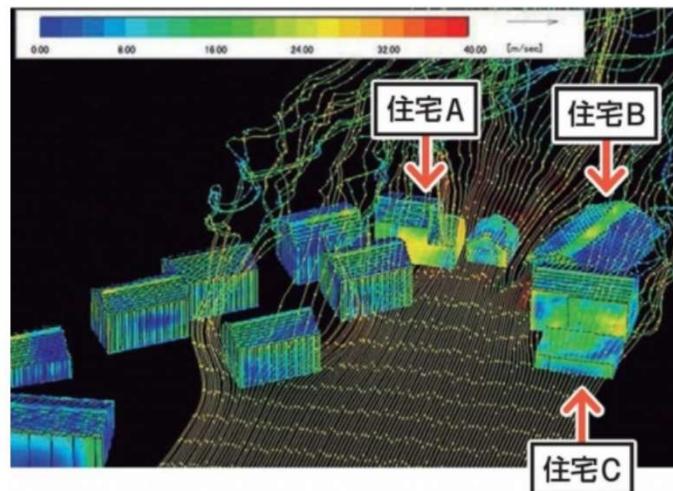
最初は、19年の台風15号で、隣り合う2棟のうち一方（住宅A）の屋根ふき材が飛散し、もう一方（住宅B）は無被害だった千葉県鋸南町の現場だ。隣棟間隔は約5mで、2棟とも同じ住宅会社が近年建築した。どちらもくぎ留めの瓦ぶきだ。2棟は風上側に立つ住宅Cなど複数の隣家と農地に囲まれている。



左は、台風15号が直撃した住宅Aと住宅B。2棟で被害に差が生じている。右は、2棟の周辺の衛星写真。住宅Bは風上側に立つ住宅Cなど複数の隣家と農地に囲まれている（写真：左は日経 xTECH、右はGoogle）
[画像のクリックで拡大表示]

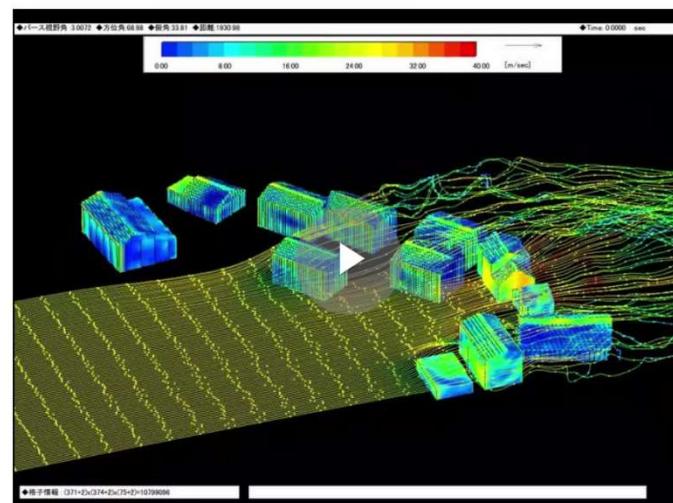
阪田代表はシミュレーションで様々な向きから風を吹かせた。すると、風が南から吹いたときに、住宅Aの付近で風速と風圧が最も大きくなる状況が再現された。南から風が吹いた場合の住宅Aの風上側の風圧は、住宅Bの約2倍になった。

48

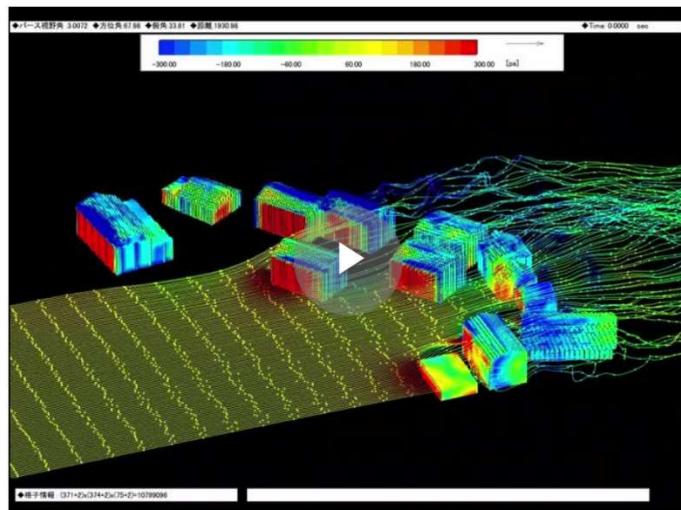


風上側から見た建物に当たる風速の再現画像。住宅A付近で風速が増している（資料：環境シミュレーション）

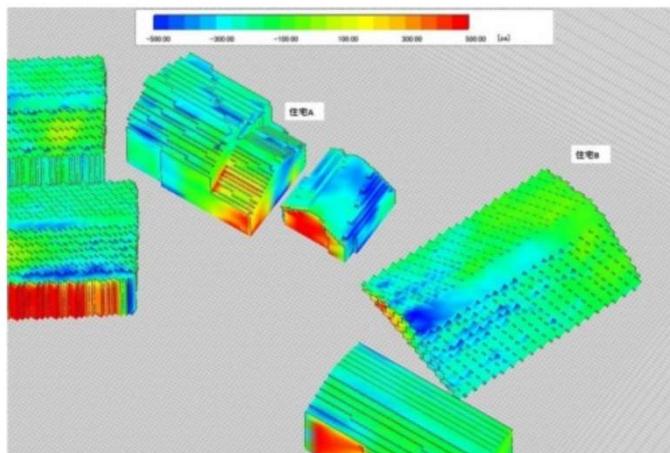
[画像のクリックで拡大表示]



住宅Aと住宅Bに南から風を吹かせた場合の「風速」を示す再現動画（資料：環境シミュレーション）



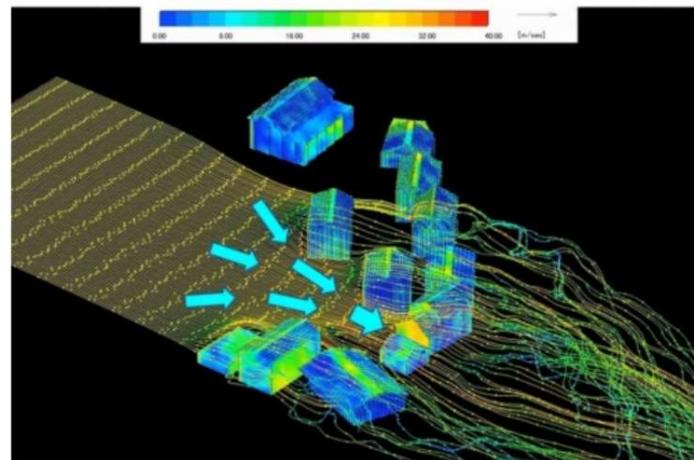
住宅Aと住宅Bに南から風を吹かせた場合の「風圧」を示す再現動画（資料：環境シミュレーション）



住宅Aと住宅Bの風圧。風下側の屋根を見ると、住宅Aのほうが住宅Bより負圧（青系色）が広範囲に生じている。風上側の壁の正圧（赤系色）も住宅Aのほうが大きい（資料：環境シミュレーション）

[画像のクリックで拡大表示]

住宅A付近で観測される風が間四よりも速くなった原因について阪田代表は、風下側に向かつて徐々に風の通り道が狭くなる建物配置を挙げる。さらに、「風上側に住宅Cが立っていることで、住宅Bは風の直撃を避けることができ、住宅Aは住宅Cに当たった風が向きを変えて直撃した」と阪田代表は説明する。



風下側に向かって徐々に風の通り道が狭くなっている（資料：環境シミュレーション）
[画像のクリックで拡大表示]

この現場のように、隣棟間窓が徐々に狭まる場所は、強い風の通り道になるので注意が必要だ。

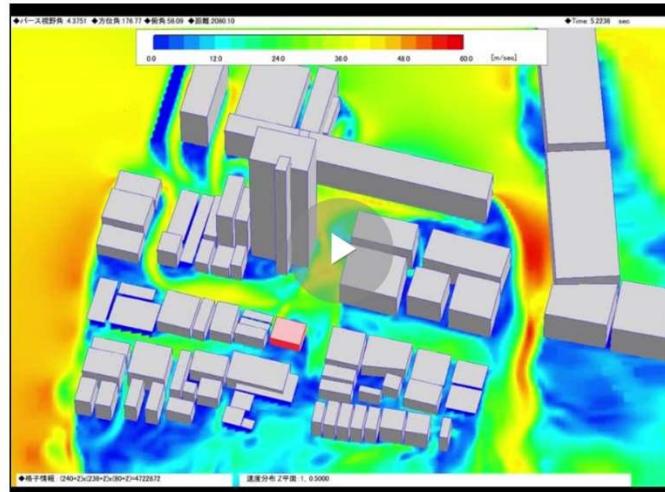
高層ビルの風下側は速度が1.5~2倍に

次は、18年の台風21号で強い「ビル風」が発生した大阪市中央区の現場。高層マンションの風下側に立っていた戸建て住宅の外装材が強風で吹き飛ばされ、その映像がSNS（交流サイト）に投稿された。

阪田代表は映像を基に、台風の風が高層マンションにぶつかって側面を回り込み、周囲のビルを乗り越えた風と合流した結果、速度が1.5~2倍に増した状態で問題の戸建て住宅に当たっている様子を再現した。



2018年の台風21号によって大阪市中央区で発生したビル風の再現画像。風が高層マンションにぶつかって側面に回り、風速を増して住宅を直撃した（資料：環境シミュレーション）
[画像のクリックで拡大表示]



大阪市中央区で発生したビル風の「風速」を示す再現動画（資料：環境シミュレーション）

阪田代表によると、ビル風はビルが一様に立ち並ぶ場所ではなく、不均一に林立する場所で発生しやすくなる。地上付近のビル風の風速はビルの高さでは変わらないという。

内圧の上昇で被害が拡大

台風などの強風では住宅の開口部が損傷して、小屋組みなどが吹き飛ぶ事例が少なくない。阪田代表にはその発生メカニズムも見える化してもらった。モデルにしたのは、19年10月の台風

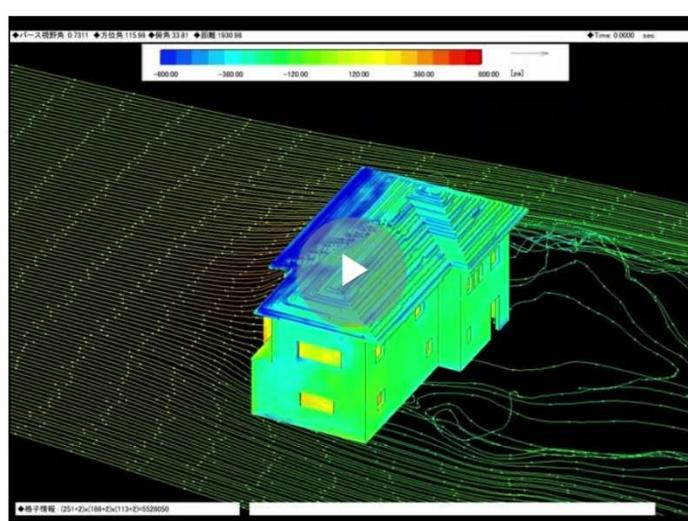
19号の接近に伴い、千葉県市原市で発生した竜巻に襲われた木造2階建て住宅だ。飛来物で開口部が壊れたうえ、小屋組みと1階の外壁の隅角部が躯体（くたい）ごと著しく損傷した。



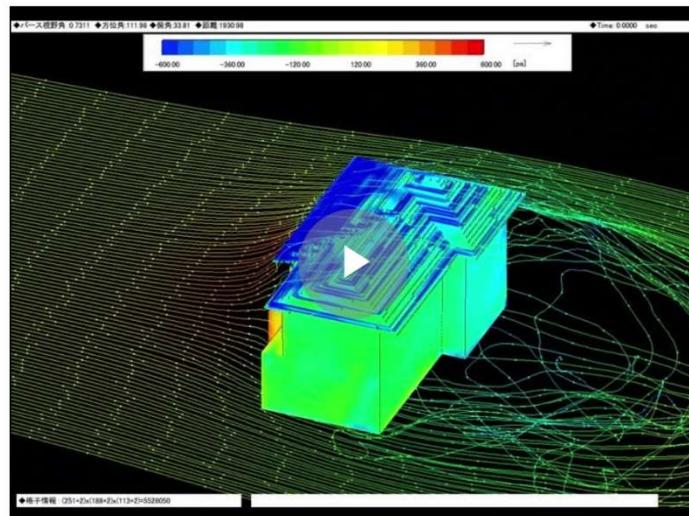
台風19号の接近に伴い発生した竜巻で、1階の壁の隅角部と屋根が躯体ごと損傷した千葉県市原市内の木造住宅。風上側の窓は雨戸を閉めていたが、飛来物で雨戸が吹き飛びガラスが割れた（写真：日経 xTECH）
[画像のクリックで拡大表示]

風が住宅に当たると、屋根や壁を室内側に押す正の外圧（正圧）と外側に引っ張る負の外圧（負圧）が発生する。建物に被害を生じさせやすいのは負圧だ。

シミュレーションでは、風上側の軒先から勾配の中央部にかけての屋根と、1階の壁の隅角部で負圧が大きくなつた。風は住宅にぶつかり、軒先や壁の隅角部を剥がすように流れる。その際に速度を増し、負圧が大きくなると考えられる。

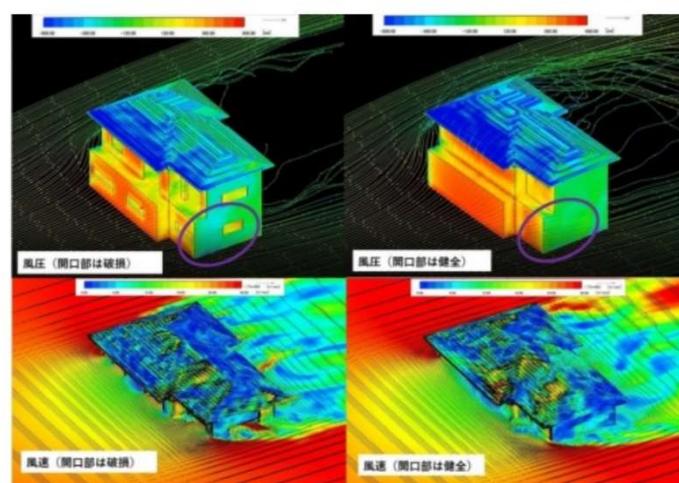


市原市内の木造住宅の開口部が壊れた状態での「風圧」を示す再現動画。風上側の軒先回りと1階の壁の隅角部で負圧が大きくなっている（資料：環境シミュレーション）



市原市内の木造住宅の開口部が健全な状態での「風圧」を示す再現動画（資料：環境シミュレーション）

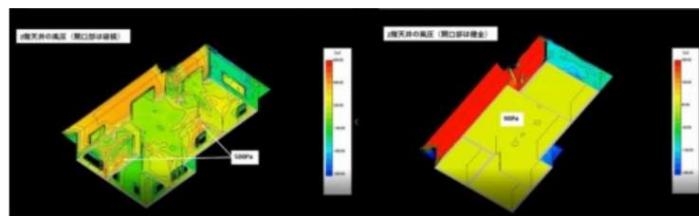
1階の壁の隅角部に生じる負圧を、開口部が壊れた場合と健全な場合で比較すると、前者のほうが大きくなる点にも注目したい。阪田代表はこのシミュレーション結果について、「壁の側面にある壊れた開口部から吹き出す気流に誘引されて、隅角部の渦の流れが速くなつたのだろう」と分析する。



1階の壁の隅角部に生じる外圧（上の2点）と風速（下の2点）を示した再現画像。開口部が壊れた場合の画像（左上）のほうが開口部が健全な場合の画像（右上）より負の外圧が大きい。風速も開口部が破損した場合の画像（左下）のほうが、開口部から吹き出す気流に誘引されて速くなっている（資料：環境シミュレーション）

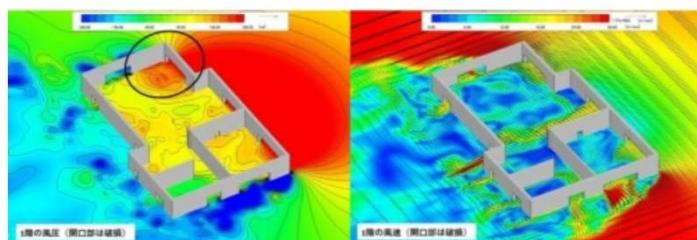
[画像のクリックで拡大表示]

風上側の開口部が壊れて室内に風が吹き込むと、室内的壁や天井を外側に押す正の内圧（正圧）が高くなる。シミュレーションでも、開口部が健全な場合に2階の大井で発生する内圧は約90Paなのに対して、開口部が壊れた場合は部分的に500Paに達した。



2階の天井を外側に押す内圧を示した再現画像。開口部が健全な場合は約90Paなのに対して、開口部が壊れた場合は部分的に500Paに達している（資料：環境シミュレーション）
[画像のクリックで拡大表示]

開口部が壊れた場合に、1階の壁の隅角部で内圧が高くなっている点も見逃せない。「破損した探し出し窓から室内に吹き込む風が多いからだ」と阪田代表は分析する。



開口部が破損した状態で、1階の水平面の内圧と風速を示した再現画像。隅角部の付近は窓から室内に吹き込む風が多くなり、内圧が他の箇所より高くなっている（資料：環境シミュレーション）
[画像のクリックで拡大表示]

内圧と外圧が同じ向きに働く建物外周の箇所では、風圧力が合計されて大きくなる。この住宅で小屋組みと1階の壁の隅角部が躯体ごと損傷したのは、そのことが関係していると推測される。開口部の損傷は、小屋組みだけでなく外壁躯体の損傷にもつながりかねないので、注意が必要だ。

風をシミュレーションすれば、目に見えない風の速度や風圧を可視化できる。建物にかかる風の影響を、風の向きや建物の条件を変えて比較するのも容易だ。風災害の原因調査や、一般的な風荷力計算では分からぬリスクを知りたい場合も有効だろう。