

## GISシステムを用いた建物の強風被害に対する 耐風性能要素の抽出に関する考察

### Study on Elements Extraction of Wind Resistant Characteristics of Building by Using GIS System

丸山 敬・美並 浩成・野田 博<sup>(1)</sup>・西嶋一欽・ガヴァンスキ 江梨<sup>(2)</sup>

Takashi MARUYAMA, Kousei MINAMI, Hiroshi NODA<sup>(2)</sup>, Kazuyoshi NISHIJIMA and Eri GAVANSKI<sup>(2)</sup>

(1) 近畿大学建築学部建築学科

(2) 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻

(1) Faculty of Architecture, Kindai University, Japan

(2) Department of Architecture & Building Engineering, Osaka City University, Japan

#### Synopsis

Our research group is developing a platform to evaluate the strong wind risk of buildings. A data-base of configuration of building was made by field survey at some real cities. Residential or no-residential house, number of stories, configuration of roof, material of claddings and material of roof were chosen as elements of wind resistant characteristics. The method to extract the elements from the database constructed by the field survey was examined by relating to the numerical database of building configuration on GIS system. The procedure of extraction was proposed for some elements of wind resistant characteristics, i.e. residential house, number of stories, configuration of roof, material of claddings and material of roof.

**キーワード:** GIS, 強風, 建物被害, 要素抽出, 耐風性能

**Keywords:** GIS, strong wind, damage to buildings, elements extraction, wind resistant characteristics

#### 1. はじめに

我々のグループでは強風による建物被害リスクを評価するためのプラットフォームの構築を進めている。強風による建物被害リスクを評価する方法としては、主に風速と被害程度を経験的に対応させる方法(友清ら, 2009)等が開発されているが、用いる風速が観測値のために密な分布が得られない、被害程度の調査方法が統一されていない、等の理由で被害リスク評価の精度はあまり良くないのが現状である。

そこで、我々のグループでは気象モデルや確率台

風モデルを用いて“強風ハザード”を求め、被害発生 of 物理的メカニズムを組み込んだ“建物被害モデル”を開発し、建物の強風に対する強さを表す耐風性能要素をアーカイブした“建物耐風性能データ”と連携させて、強風による建物被害リスクを予測・評価することにより精度向上を目指すプラットフォームをGISシステム上に構築することを目指して研究を行っている。このとき、“強風ハザード”の精度は、風速とその発生頻度を予測・予報する気象モデルや確率台風モデルの性能に依存する。一方、“建物被害モデル”の性能は組み込まれた物理モデルだ



Photo 1 Collection of house façade

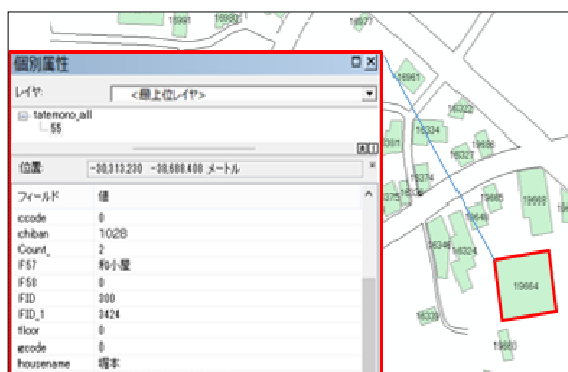


Fig. 1 Building's data on GIS system

けでなく、用いる“建物耐風性能データ”に大きく依存する。すなわち、建物の耐風性能を左右する、“建物耐風性能データ”を構成する“建物耐風性能要素”である建物の構造種別、形状、外装材の種類、配置などの質や精度が“建物被害モデル”による被害リスク評価予測・予報のパフォーマンスを大きく左右する。したがって、強風による建物被害リスク評価の精度を高めるためには、影響の大きな“建物耐風性能要素”を“建物耐風性能データ”としてアーカイブすること。また、精度良い“建物耐風性能要素”の時間空間分布を定量的に提供できることが重要となる。

本研究では現地調査により建物形状等を調べ、いくつかの市街地に関して建物形状等のデータベースを作成し、GISシステム上の建物に関する数値データと連携して、実在建物の耐風性能を左右する耐風性能要素の抽出に関する検討を行った。以下にその概要を紹介する。

## 2. 建物現地調査

“建物耐風性能データ”は建物形状等、建物の耐風性能を記述するデータをアーカイブしたデータベースとしてGISシステム上に構築する。GISシステム上には既に建物の形状などが数値情報データとして提供されているが、屋根形状や外装材の種類、開口部の配置や大きさなど、耐風性能を左右する情報は必ずしも整備されていないのが現状である。本研究では、これら建物の耐風性能を決める要素を現地調査により収集し、GISシステム上にデータベースとして構築することを試みた。強風被害を受ける建物は、住家の数が圧倒的に多いことを考慮し、居住を主な用途とする建物が多く存在する地域を調査対象として行った。その際、都市化の程度や地域によって住家の耐風性能要素の特徴も変化するであろうことを考慮し、以下の幾つかの地域で現地調査を行った。比較的台風の上陸が多く見込まれる沿岸

地域で都市郊外の地域として熊本県宇城市と愛知県豊橋市を、沿岸部の都市域として大阪府東大阪市、内陸部の都市域として京都府宇治市、郊外の内陸部として三重県名張市を選んだ。

現地調査は、徒歩あるいは車などにより該当地域を移動しながら、道路沿いに建物の外観を多方向から写真撮影し（Photo 1）、階数、屋根形状、外壁材の種類などの情報を収集し、GISシステム上の該当する建物と関連づけた電子ファイルとして編集した。（Fig. 1）

## 3. 建物耐風性能要素の抽出

実市街地における住家の耐風性能を左右する要因としては建物形状、屋根形状や外装材の種類、開口部の配置や大きさなど種々考えられる。ここでは、建物に加わる風圧力の強さに影響が大きいと考えられる建物形状のうち、階数、屋根形状を取り上げる。また、近年の台風による強風被害を見ると、屋根や壁面など、外装材の被害が主なものである（丸山，2007）ことから、屋根および壁面部材の種類を取り上げる。これら外装材の種類は、各部材の風圧によるはがれやすさなどの耐風強度のみならず、被害額の算定にも必要となる情報であるため、今回の研究で耐風性能要素として取り上げるものである。

耐風性能要素は、最終的にはGISシステム上で扱える数値情報として全国のデータを整備したい。しかし、上記の建物形状や外装材の種類に関して、使えるデータベースが整備されていないのが現状である。将来的には、各種データベースが整備されることが予想されるが、耐風性能要素を評価することを目的として作成されるデータベースは将来的にも期待できないため、現在すでに整備されており、将来的にもGISシステム上で扱えることのできるような、建物の数値情報データ、住宅統計調査、都市計画基礎調査、国勢調査や住宅登記簿などの各種統計データから建物耐風性能要素を抽出することを考え

る。ここでは、現時点で用いることのできる建物の数値情報データから得られる情報と、上記、建物形状や外装材の種類の関係を検討することとした。さらに、強風被害を受ける建物は、居住を主な用途とする住家の数が圧倒的に多いことを考慮し、住家の抽出方法も検討した。

### 3.1 住家の抽出

現地調査により収集した写真を用いて、建物を住家と非住家に分類した。住家としては、外見から主に住居として使用されると判断できる住宅、アパート、マンションとした。それ以外の店舗、商業施設、オフィスビル、工場、倉庫、物置、公共施設等は非住家として分類した。Table 1 に調査した建物の軒数を示す。

Table 1 Number of investigated buildings with regions

調査地	件数(棟)	住家(棟)	非住家(棟)
東大阪	667	524	117
宇治	1023	863	98
名張	1562	1108	294
豊橋	1602	1037	508
合計	4854	3532	1017

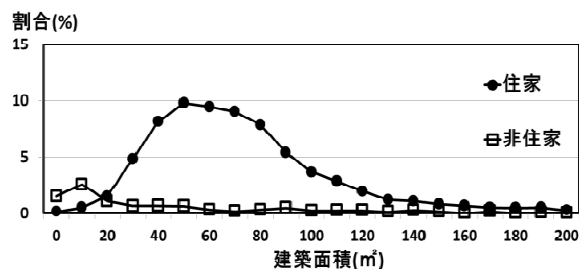


Fig. 2 Relation between building area vs rate of residential houses and non-residential houses

得られた住家・非住家の分類と建物数値情報データから、建物面積との関係を求めた。調査地ごとに建物の建築面積の分布を比較した。調査地ごとの差異は見られるものの、Fig. 2 に示す全地域における結果と大きな差はなかった。住家の建物面積は 30m<sup>2</sup> から 150m<sup>2</sup> の間に多く分布し、非住家は 20m<sup>2</sup> 以下の低面積側に多く分布することが分かる。なお、今回扱ったデータは、住宅が主な地域を対象としていることから、商業施設、オフィスビル、工場、倉庫、などの大規模な建物を含んだ大面積側の非住家の分布の割合は検討できない。しかしながら、大面積側の住家の規模は大きく変化しないと考えられるので、他の地域においても、建物面積が 150m<sup>2</sup> を超える住

家の割合は少ないと考えられる。

同様に住家・非住家の分類と建物周長との関係から、住家においては、建物周長は20mから55mの間に多く分布することが分かった。これより、住家の抽出に関しては、建物面積が30m<sup>2</sup>から150m<sup>2</sup>、建物周長が20mから55mのいずれかを満たすものとして抽出すればよく、約80%程度の精度で住家を抽出することができた。

### 3.2 階数の抽出

建物階数は建物に作用する風圧に大きく影響する。調査結果から住家は 2 階建の割合が圧倒的に多く、また、建物階数ごとの建築面積の分布の差異は小さいことが分かった。しかし、地域により 1 階建て、3 階建ての割合には差があった。そこで、階数の割合の識別指標として、建物を長方形に近似した場合の縦横比を取り上げし、地域ごとにその平均値を算出すると Fig. 3 に示すように、平均縦横比と平均建物階数には負の相関があることが分かった。

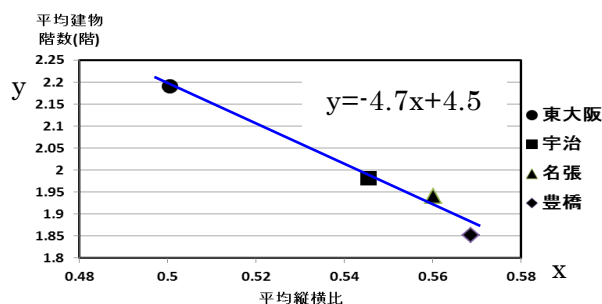


Fig. 3 Relation between horizontal aspect ratio of house vs averaged number of stories

これにより、住家の平均縦横比から平均建物階数求め、範囲内の住家の総数から建物階数の分布を求めることができる。すなわち、平均建物階数が 2 以上なら 2 階建てと 3 階建て、2 未満なら 1 階建てと 2 階建てとする。さらに、平均建物階数と 2 の差の絶対値が 1 階建て、3 階建ての割合とし、残りを 2 階建ての割合とする。

### 3.3 屋根形状の抽出

屋根形状は切り妻・寄棟・陸屋根・その他の 4 種類に分類した。それらの分類と建築面積、建物周長との間には特徴的な相関は見いだせなかった。そのため、Fig. 4 に示す通り、建物階数ごとの屋根形状の割合を求めた。図から、全体に切り妻屋根の割合が高いことが分かる。ただし、建物階数が高くなるに従い、切り妻屋根の割合は減少し、寄棟屋根と陸屋根の割合が大きくなることが分かった。なお、地

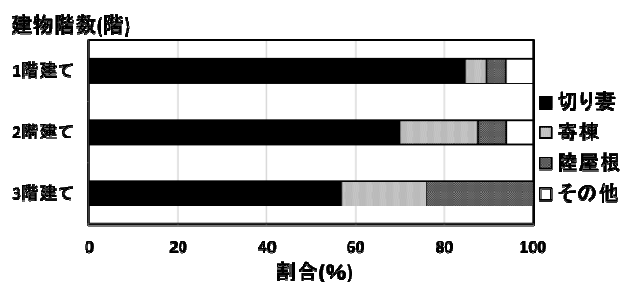


Fig. 4 Relation between configuration of roof vs number of stories

域による屋根形状の分布の偏りは少なかった。

これにより、住家の建物階数ごとに Fig. 4 の割合を用いて屋根形状を抽出すればよいことが分かった。

### 3.4 外装材の抽出

既往の強風による住家被害調査（西村 2006, 植松ら 2007, 友清ら 2005）から、一部で柱・梁などの構造部材にも被害が生じているものの、その多くは屋根葺き材の剥離や飛散、外壁や開口部の損傷、壁面の崩壊などで、外装材の被害が主であることが判る。その原因は部位により異なるが、風圧によるものの他に飛散物の衝突によるものも少なくない。特に開口部では飛散物の衝突による被害が多く報告されている。

本研究では、強風による外装材の主な破損部である外壁材、屋根葺き材、開口部の部位別の材料を、名張市、東大阪市、宇治市における無作為に抽出した 200 件の写真から読み取った。開口部に関しては目視による材料の判別が困難なため、開口部の大きさのみを集計した結果を Fig. 5, 6 に示す。外壁材は窯業系等とモルタル系がいずれも同程度に使用され、ALC、木質系は少ない。屋根葺き材は各調査地域で粘土系が最も多く、次いでスレート系の割合が多い。この 2 つの材料で 90%以上となる。屋根葺き材では地域性が見られ名張市では粘土系が 70%を超え、東大阪市では 50%程度の割合になっている。

## 4. おわりに

本研究では、“建物耐風性能データ”の構築を目標として、実市街地において建物を調査し、GIS システム上にデータベースとして構築することを試みた。また、作成したデータベースを用いて住家の特徴について分析し、建物の数値情報データと合わせて耐風性能要素の抽出法を考察した。耐風性能要素の抽出法に関して得られた結果を以下に挙げる。

- ・住家の抽出に関しては、建物面積が 30m<sup>2</sup> から

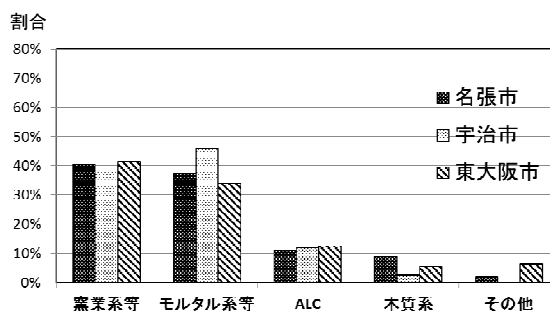


Fig. 5 Regional variation of material of wall cladding

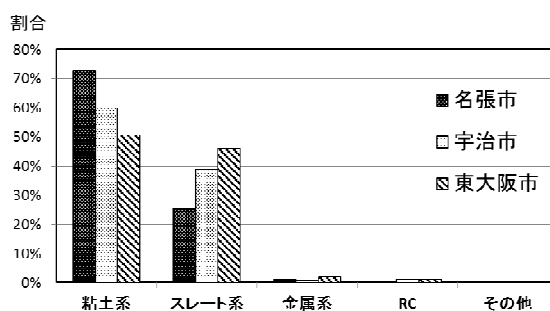


Fig. 6 Regional variation of material of roof cladding

150m<sup>2</sup>、建物周長が 20m から 55m のいずれかを満たすものとして抽出することができる。

- ・住家の平均縦横比から平均建物階数求め、範囲内の住家の総数から建物階数の分布を求めることができる。すなわち、平均建物階数が 2 以上なら 2 階建てと 3 階建て、2 未満なら 1 階建てと 2 階建てとする。さらに、平均建物階数と 2 の差の絶対値が 1 階建て、3 階建ての割合とし、残りを 2 階建ての割合とすればよい。
- ・屋根形状に関しては、切り妻、寄棟、陸屋根、その他に分類し、住家の建物階数ごとにそれらの割合を求めた。
- ・外壁材に関しては、窯業系、モルタル系、ALC、木質系、その他に分類し、それらの割合を求めた。
- ・屋根葺き材に関しては、粘土系、スレート系、金属系、RC 系、その他に分類し、それらの割合を求めた。

上記の抽出法に関して、より精度の高い抽出方法を検討して行きたい。また、今回取り上げなかった地域においても調査を行い、データを増やして、地域ごとの特徴を明らかにする予定である。

## 謝 辞

本研究は、平成28年科学研究費（26282108）、平

成28年度東京大学空間情報科学研究センター共同研究，および文部科学省の気候変動リスク情報創生プログラムの助成を受けたて行われたものである。また，近畿大学建築学部建築学科の松本和朗君および松永隆君には建物データの整理および解析を行っていただいた。

### 参考文献

植松康・高橋章弘・堤拓哉・南慎一・松井正弘(2007)：2006年11月7日北海道佐呂間町で発生した竜巻による被害に関するアンケート調査・その1調査概要と住家被害，日本風工学会誌P159~160，第32巻第2号，通号第111号。

友清衣利子・前田潤滋(2005)：2004年台風による九州地区での住家被害について，日本風工学会誌P115~116，第30巻第2号，通号第103号。

友清衣利子・前田潤滋(2009)：強風被害危険度に影響を及ぼす地域特性の特定 一九州と北海道の住家構造特性の利用一。都市・建築学研究九州大学大学院人間環境学研究院紀要第16号，pp.94-100。

西村宏昭(2006)：2004年の強風災害の被害状況，日本風工学会誌P99~108，第31巻第2号(通号第107号)。

丸山敬(2007)：台風0613号による強風被害について。京都大学防災研究所年報50号B，pp.483-491。

(論文受理日：2016年6月13日)