

## 住家被害の拡大に及ぼす強風継続時間の影響

前田, 潤滋  
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

友清, 衣利子  
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

<https://doi.org/10.15017/19030>

---

出版情報：都市・建築学研究. 4, pp.71-78, 2003-07-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門  
バージョン：  
権利関係：

## 住家被害の拡大に及ぼす強風継続時間の影響

### Some Effects of Wind Duration on Residential Damage Rates

前田潤滋\*, 友清衣利子\*

Junji MAEDA and Eriko TOMOKIYO

Few studies on wind disaster of residential houses have referred to the duration of wind. In this paper some data of the wind duration was arranged using the wind speed records of NeWMeK and AMeDAS when Typhoon Bart passed through the Kyushu area. The authors have revealed several relations between the duration of wind and the damage of residential houses. Although the higher gust causes the higher damage rate of residential houses, the longer duration of wind causes too the same damage rate in case of the mean wind speeds exceeding a specified value. In contrast, in case of the mean wind speeds not exceeding the specified value, the damage rate doesn't increase. In case the wind speeds become higher, the duration of wind speed reaching the same damage rate becomes shorter.

*Keywords: NeWMeK, Typhoon Bart, Duration of wind speed, Rate of structural damage*  
NeWMeK, 台風 9918 号, 風速継続時間, 構造物被害率

#### 1. はじめに

構造物の強風被害は広範囲に及ぶことが多く、大きな社会的経済的損失を与える。既往の研究報告<sup>1)2)</sup>から、構造物被害のスレッシュホールドとなる最大瞬間風速値として、30~40m/s という値が目ざされているが、被害程度の拡大に及ぼす大きな要因として風速の継続時間が考えられる。しかしながら、風速と構造物被害率の関係は統計データが集め難いこともあって、実測データに基づいた風速継続時間と構造物被害の関係に関する報告はあまりない<sup>3)4)</sup>。本報告では、1999年の台風18号時でのNeWMeK(九州電力(株)広域高密度風観測システム<sup>5)</sup>)およびAMeDAS(地域気象観測システム)の風速記録と九州地区での住家被害および配電柱被害情報を整理し、構造物被害の拡大に及ぼす風速値と風速継続時間の影響について検討する。

#### 2. 構造物被害状況

図1に市町村別の住家被害率を示す。台風9918号による住家被害の分布状況は九州内各県の消防防災課などで作成された被害状況に関する資料をもとに各市町村での全壊率、半壊率、被害率を整理した。ここで定義される全壊率・半

壊率・被害率は以下のとおりである。

全壊率：ある区域の総戸数に対する全壊した住家の戸数の割合

半壊率：ある区域の総戸数に対する半壊以上の被害が発生した住家の戸数の割合

被害率：ある区域の総戸数に対する一部損壊以上の被害が発生した住家の戸数の割合

ただし、住家の総戸数は入手が困難なため総世帯数を代わりに使用した。

図2に配電柱の被害分布図を示す。住家、配電柱ともに台風経路の東側を中心に九州全域で被害が見られた。

#### 3. 風速記録の選定

台風9918号は、1999年9月24日に九州中部に上陸し、熊本県、大分県を中心に甚大な被害をもたらした。本報告では9月23,24日のNeWMeKによる10分間での平均風速値と最大瞬間風速値、およびAMeDASによる10分間での平均風速値から各市町村での代表風速記録をそれぞれ選定した。住家および配電柱に被害を受けた各市町村内に設置されている観測点、または近接している観測点での風速記録を各市町村での代表値とした。九州管内の観測点について

\* 都市・建築学部門

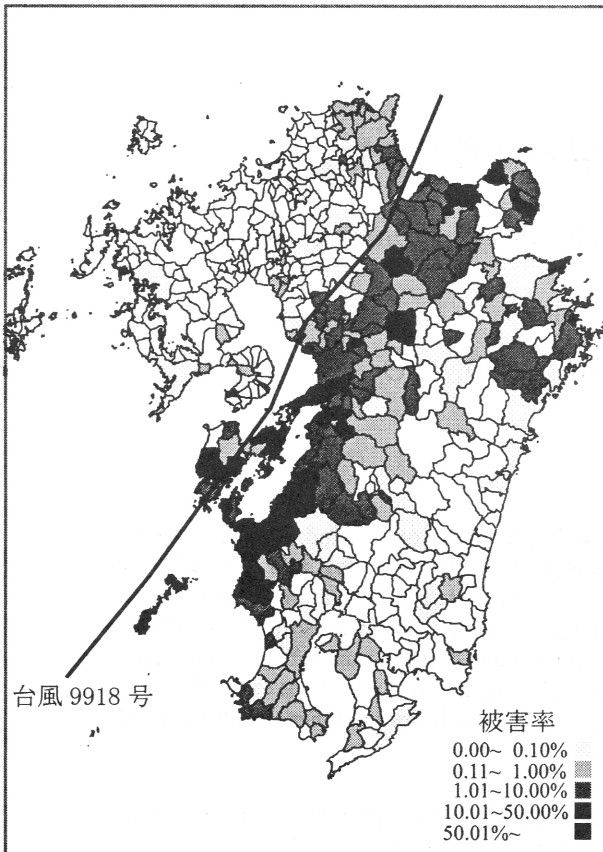


図1 台風 9918 号 住家被害分布

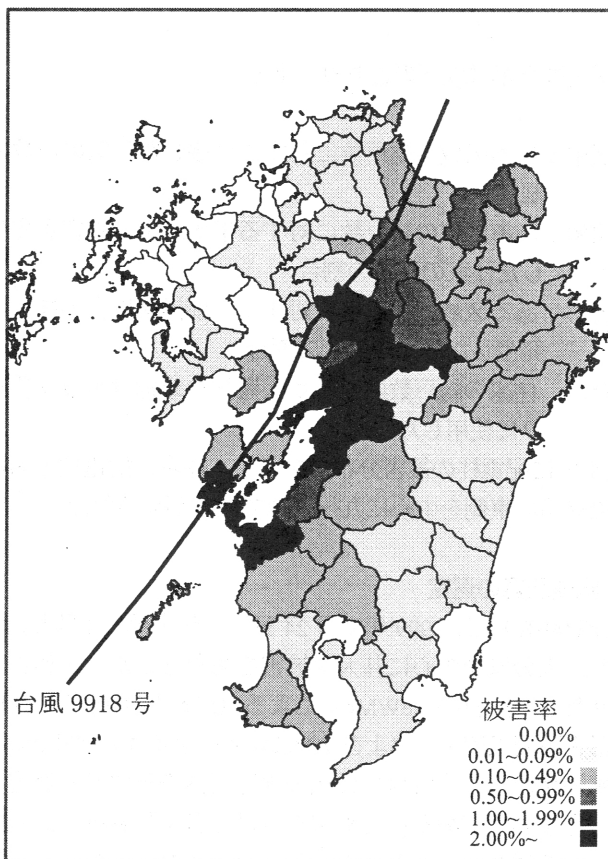


図2 台風 9918 号 配電柱被害分布

検討したところ、有効観測点として NeWMeK で 63 地点、AMeDAS で 64 地点を選定した。

NeWMeK の風速記録は、べき法則を用いて高さ 10m に高度補正を行った。べき指数は平均風速で 1/7、最大瞬間風速で 1/11 とした。NeWMeK による最大瞬間風速値のサンプリング周期は 0.25 秒、風速計の距離定数は 8m である。

#### 4. 風速継続時間の定義

各観測点における 9 月 23、24 日の風速記録から、10 分間での平均風速と瞬間風速の最大値を選択し、それぞれを最大風速値、最大瞬間風速値とする。最大風速値との差が 3m/sec 以内、最大瞬間風速値との差が 5m/sec 以内となる風速値を記録した時間の合計をそれぞれ最大風速継続時間、最大瞬間風速継続時間とする。図 3 に例として NeWMeK71 番観測点での 9 月 24 日 0 時から 12 時までの時刻歴波形を示す。ここでは、最大風速は 27.7m/sec であり、最大風速の継続時間は、24.7m/sec 以上の平均風速値を記録した 5 レコード分、つまり 50 分になる。吹き返しなどにより最大風速値と同程度の風速値を不連続に記録することもあるが、継続時間はすべての和とする。ここでは、最大瞬間風速の継続時間も同様に、最大瞬間風速値を 56.4m/sec とし、51.4m/sec 以上の最大瞬間風速値を記録したのは 2 レコード分で 20 分が継続時間となる。

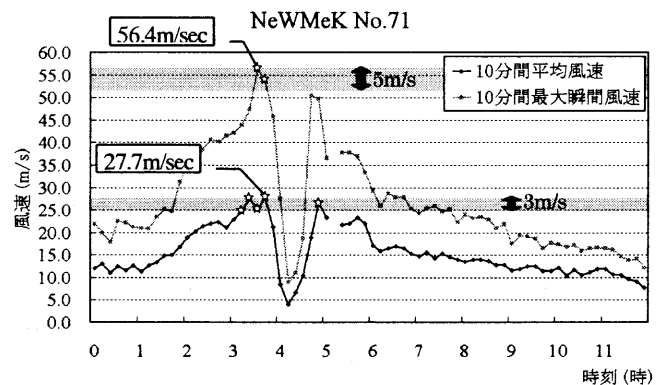


図3 NeWMeK 観測点での時刻歴風速波形例

#### 5. 風速値と構造物被害

##### 5.1 最大および最大瞬間風速値と住家被害率の関係

###### a) NeWMeK による風速記録

住家被害と NeWMeK での観測記録による最大風速値および最大瞬間風速値の関係を図 4 から図 9 に示す。図 4、5、6 にはそれぞれ最大風速値と住家被害率、半壊率、全壊率との関係を、図 7、8、9 にはそれぞれ最大瞬間風速値と住家被害率、半壊率、全壊率の関係を示す。

図 4 と 7 によれば、最大風速 10m/sec を超えると住家被害が発生し、20m/sec を超えると風速の増大とともに住家被害が増加する。最大瞬間風速値に着目すると 30m/sec を超えると風速の増大とともに住家被害率は増加する。

図5と8によれば、最大風速で20m/sec、最大瞬間風速で40m/secを超えると住家の半壊が発生する。図6と9より最大風速が25m/sec、最大瞬間風速が45m/secを超えると全壊する住家が現れる。住家被害率と最大風速値および最大瞬間風速値に明確な相関は見られないが、最大瞬間風速値の増大とともに住家被害率が増加する傾向がやや見られる。また、最大風速10m/sec、最大瞬間風速30m/secで住家被害が発生することがわかる。

b) AMeDAS による風速記録

AMeDAS による最大風速値と住家被害の関係を図10から図12に示す。図10は住家被害率、図11は住家半壊率、

図12は住家全壊率と最大風速の関係をそれぞれ示す。

図10によれば、AMeDASの風速記録にもとづく最大風速8m/secを超えると住家被害が発生する。また、最大風速25m/sec付近までは、風速の増大とともに住家被害は増加する。図11および図12によれば、最大風速が10m/sec程度から住家の全半壊が発生する。しかしながら、最大風速が25m/secを超える記録を観測している地域では一般住家に被害は生じているものの、全半壊までには至っておらず、観測点周辺地形または構造物の影響や観測点所在地と住家被害分布地域のずれによる風況特性の違いなどが考えられる。

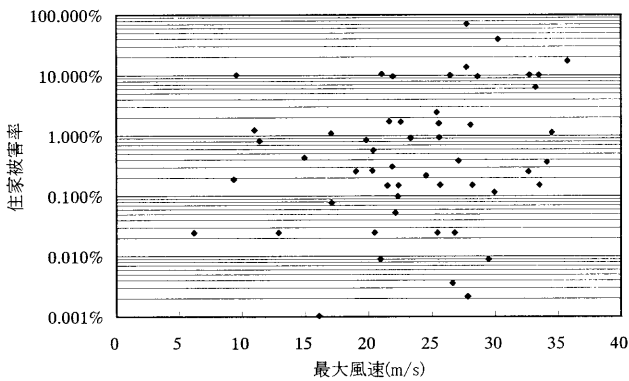


図4 最大風速と住家被害率 (NeWMeK)

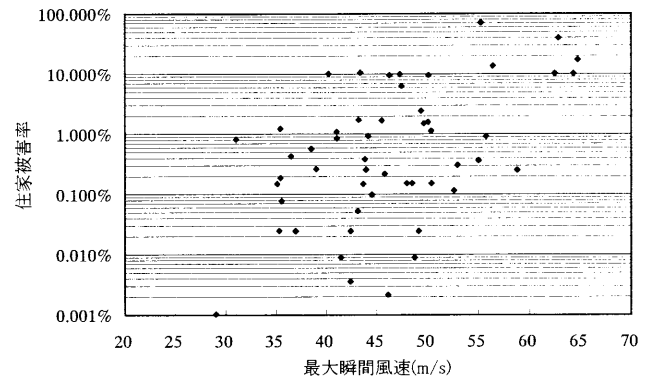


図7 最大瞬間風速と住家被害率 (NeWMeK)

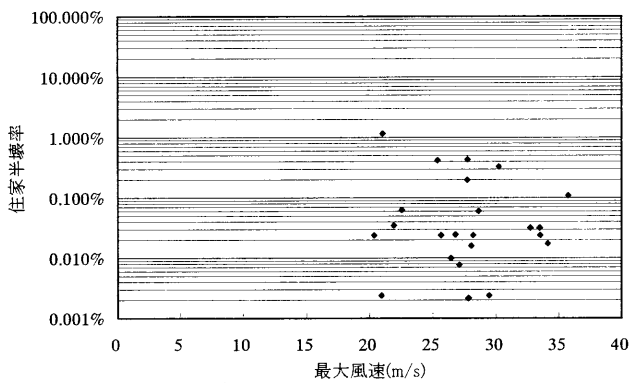


図5 最大風速と住家半壊率 (NeWMeK)

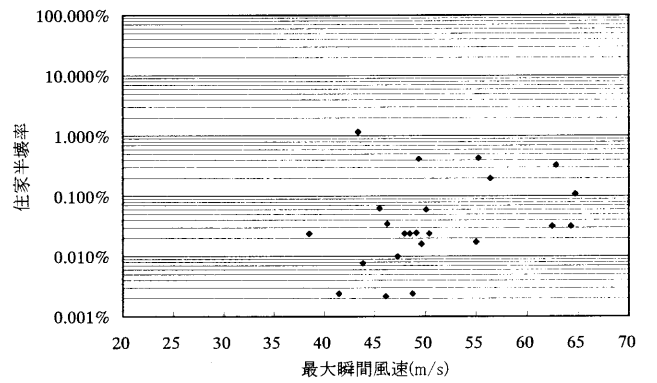


図8 最大瞬間風速と住家半壊率 (NeWMeK)

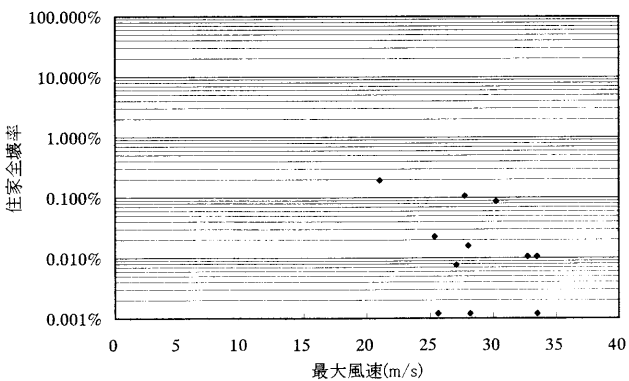


図6 最大風速と住家全壊率 (NeWMeK)

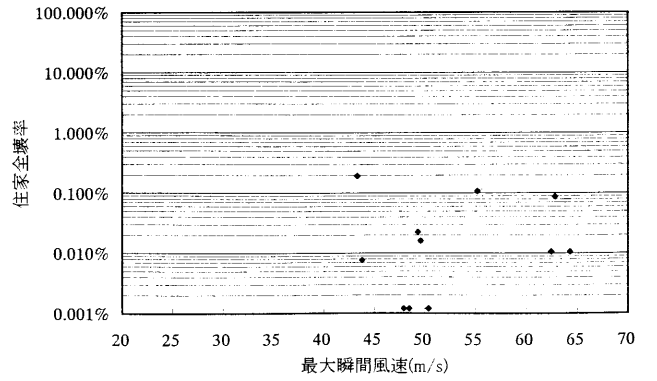


図9 最大瞬間風速と住家全壊率 (NeWMeK)

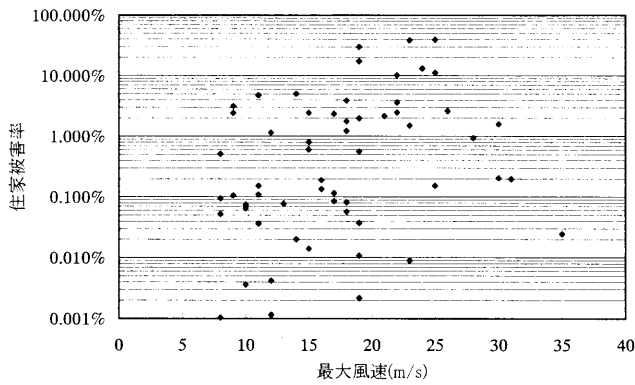


図 10 最大風速と住家被害率 (AMeDAS)

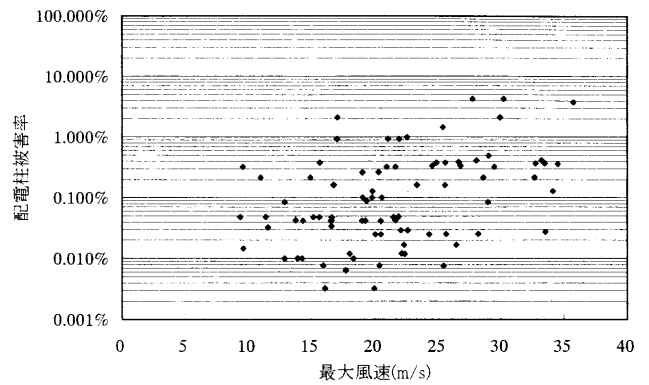


図 13 最大風速と配電柱被害率 (NeWMeK)

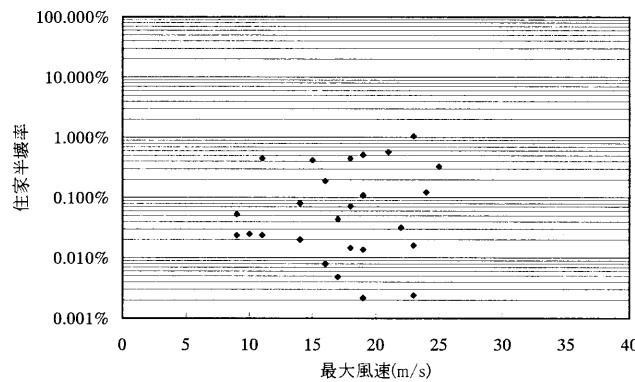


図 11 最大風速と住家半壊率 (AMeDAS)

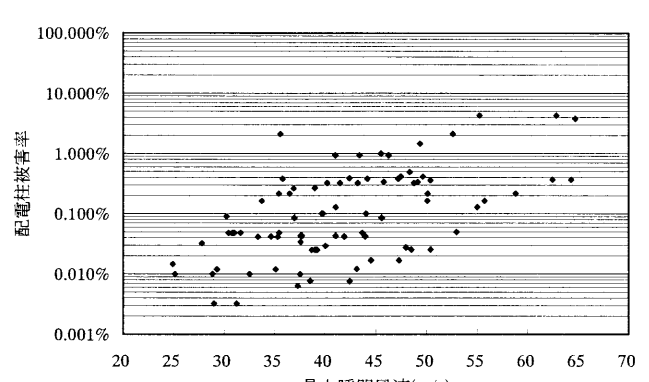


図 14 最大瞬間風速と配電柱被害率 (NeWMeK)

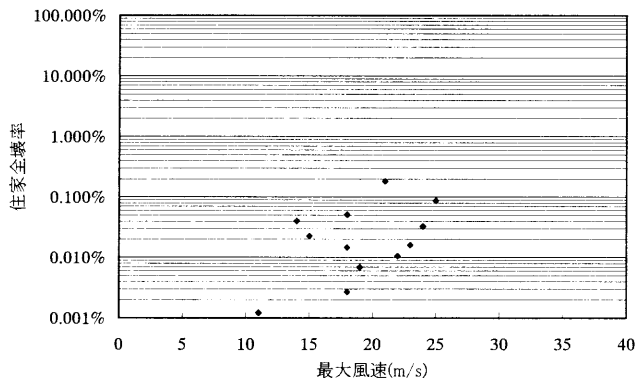


図 12 最大風速と住家全壊率 (AMeDAS)

## b) AMeDAS による風速記録

図 15 に AMeDAS にもとづく最大風速値と配電柱被害の関係を示す。図 15 によれば、最大風速が 8m/sec を超えると配電柱に被害が生じ始める。最大風速 25m/sec 程度までは、風速の増大とともに配電柱被害が増加する傾向がやや見られるが、被害と風速値に明確な相関は見られない。しかしながら、最大風速値が 25m/sec を超えると配電柱被害は減少している。これは観測点周辺の地形および構造物の影響による観測記録の偏り、または観測地点と被害場所の風況特性の差異等が考えられる。

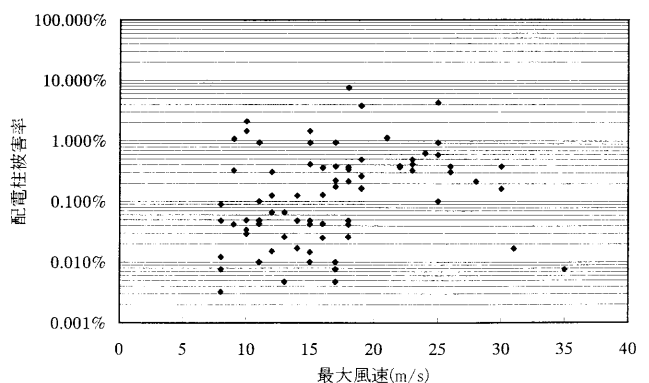


図 15 最大風速と配電柱被害率 (AMeDAS)

## 5.2 最大および最大瞬間風速値と配電柱被害率の関係

### a) NeWMeK による風速記録

配電柱は種々の付帯物があるものの、一般住家比べて製品品質管理が行き届いたコンクリート製であり、個体強度の差が小さく強風被害と風速分布との関連を比較しやすいと考えられる。そこでここでは、配電柱被害にも着目し、図 13 と 14 に NeWMeK にもとづく最大風速値および最大瞬間風速値と配電柱被害の関係を示す。図 13 によれば、最大風速値 10m/sec を超えると配電柱に被害が起こり、風速値の増大とともに被害も増加する傾向が見られるが、明確な相関は見いだせない。図 14 によれば、最大瞬間風速値が 25m/sec を超えると配電柱に被害が生じ始め、風速の増大とともにその被害は増加する。

## 6. 風速継続時間と構造物被害

### 6.1 最大および最大瞬間風速継続時間と住家被害率の関係

#### a) NeWMeK による風速記録

図16から図18にNeWMeKの記録に基づく最大風速の継続時間と住家被害率、半壊率、全壊率、それぞれの関係を示す。また、図19から図21には、最大瞬間風速の継続時間と住家被害率、半壊率、全壊率の関係を示す。図16によれば、最大風速が10m/secを超えると被害が生じ始めるが、最大風速20m/sec程度までは継続時間が増加しても住家被害は増加せず、1%程度にとどまる。図19によれば、最大瞬間風速値が30m/secを超えると被害が生じ始める。最大瞬間風速値30~40m/sec程度では風速継続時間が増加しても

住家被害は1%以下で増加することは少ないが、最大瞬間風速値が40m/secを超えると継続時間の増大とともに被害率が増加する。

図17と図20によれば、最大風速が25m/sec、最大瞬間風速が40/secを超えると住家の半壊が生じる。最大風速値25m/sec程度までは、継続時間が増加しても被害率は0.1%程度にとどまるが、30m/secを超えると最大風速の継続時間とともに住家の半壊率も増大する。図18、図21によれば、最大風速25m/sec、最大瞬間風速40m/secを超えると全壊住家が生じ始めるが、標本数が少ないこともあり、風速の継続時間と住家の全壊率には明確な相関は見られない。

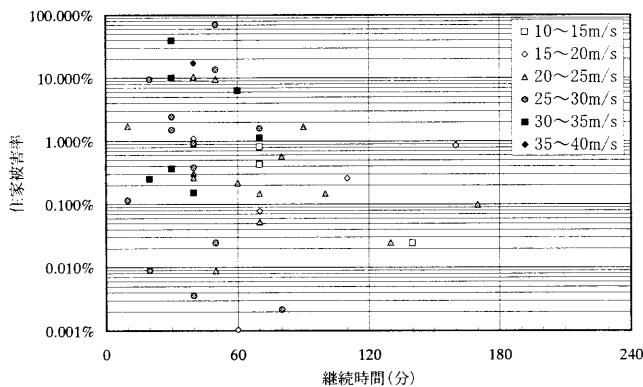


図16 最大風速継続時間と住家被害率 (NeWMeK)

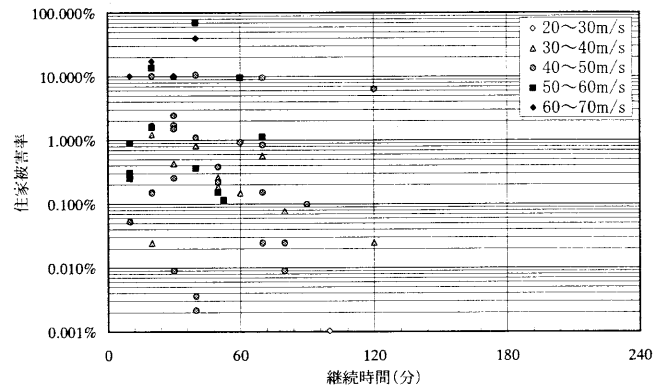


図19 最大瞬間風速継続時間と住家被害率 (NeWMeK)

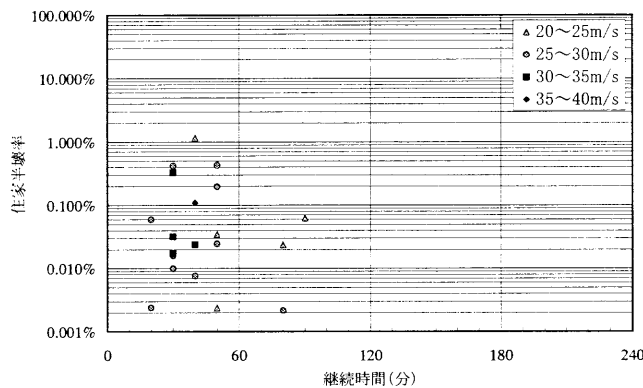


図17 最大風速継続時間と住家半壊率 (NeWMeK)

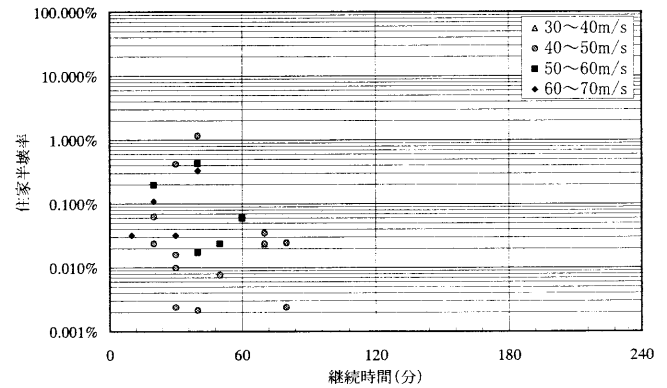


図20 最大瞬間風速継続時間と住家半壊率 (NeWMeK)

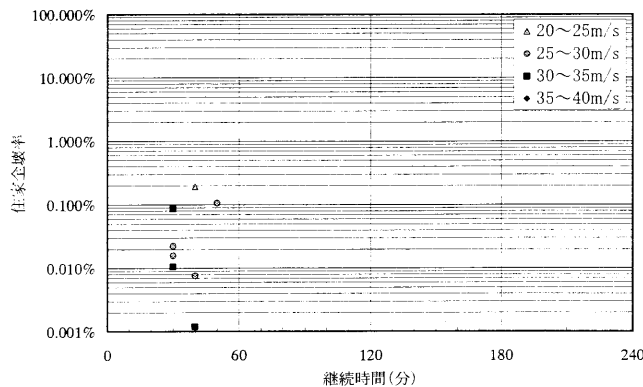


図18 最大風速継続時間と住家全壊率 (NeWMeK)

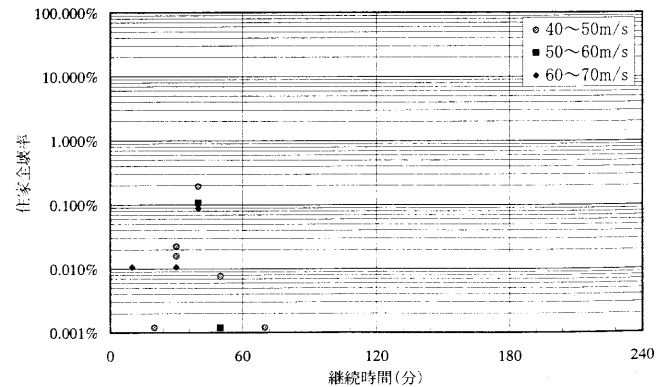


図21 最大瞬間風速継続時間と住家全壊率 (NeWMeK)

また、図 22 と図 23 に最大風速および最大瞬間風速継続時間と住家被害の関係性をバブルチャートで示す。縦軸に被害率、横軸に風速値を示し、継続時間をバブルの大ききさで表している。図 22 より、最大風速と住家被害の関係に着目すると、最大風速 20m/sec 程度まではバブルの大ききさが大きくなる、つまり、風速継続時間が長くなっても住家被害は 1%程度にとどまるが、風速 20m/sec を超えると風速の増大とともに被害が増加していることが分かる。図 23 によれば、最大瞬間風速値の増大とともに被害が増加しているものの、風速継続時間と住家被害の関係には明確な関係は見だし難い。

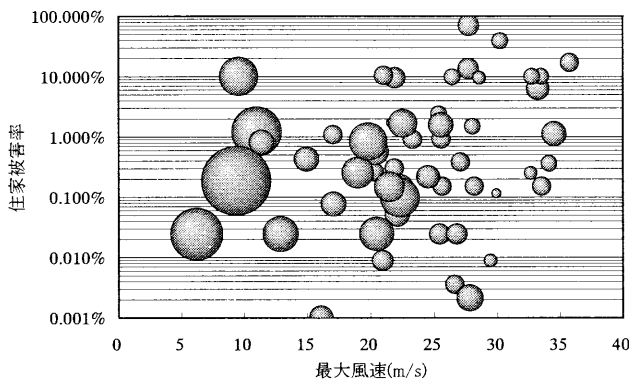


図 22 最大風速継続時間と住家被害率 (NeWMeK)

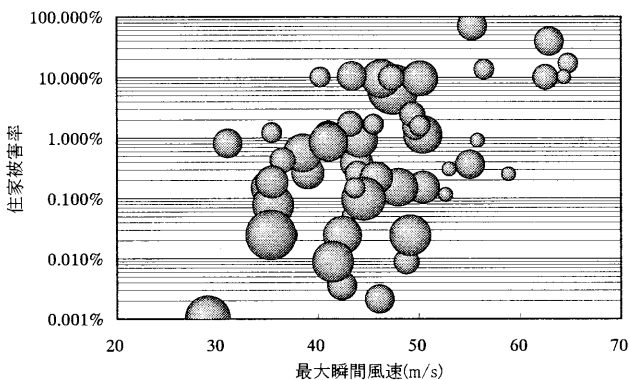


図 23 最大瞬間風速継続時間と住家被害率 (NeWMeK)

### b) AMeDAS による風速記録

図 24 から図 26 に AMeDAS の風速記録に基づく最大風速と住家被害率、半壊率、全壊率の関係性をそれぞれに示す。AMeDAS の観測記録を用いると、最大風速 10m/sec 程度で住家被害が生じ始める。しかし、最大風速 15m/sec 程度までは風速の継続時間が増加しても住家被害率は増加せず、風速値が 20m/sec を超えると風速の継続時間の増加とともに住家被害率が増加する。また、図 25 および図 26 によれば、最大風速 10m/sec 程度で住家の半壊が、15m/sec 程度で全壊住家が見られ、風速値が増大するにつれて半壊・全壊率が同程度になるまでの継続時間が短くなっている。

ただし、最大風速 30m/sec を超える値の観測された地域で

は、全・半壊住家は現れておらず、観測地点と住家被害あった地域の風況が一致していない可能性もある。

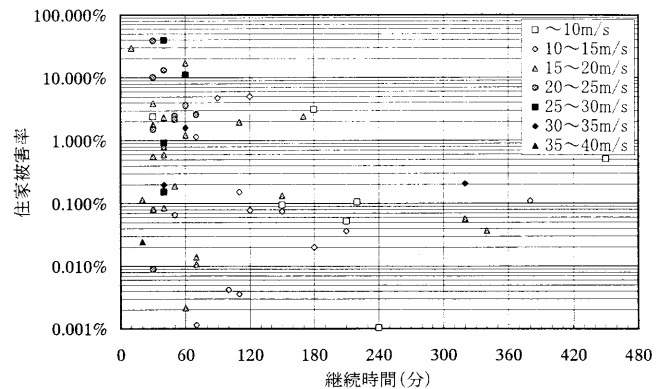


図 24 最大風速継続時間と住家被害率 (AMeDAS)

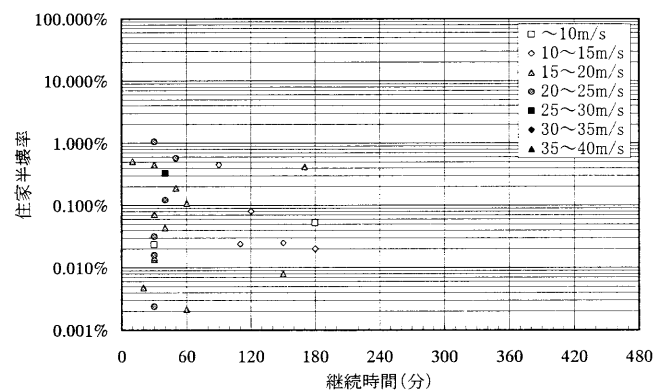


図 25 最大風速継続時間と住家半壊率 (AMeDAS)

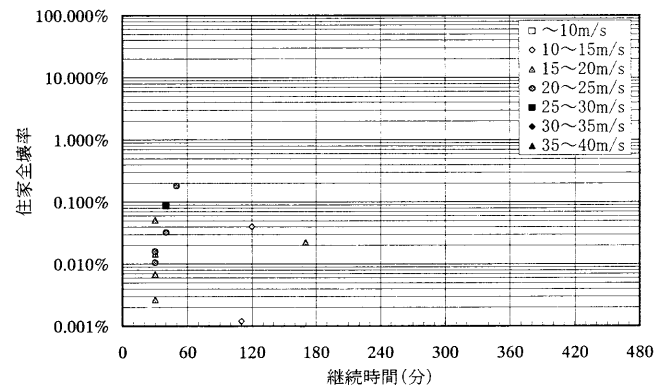


図 26 最大風速継続時間と住家全壊率 (AMeDAS)

また、図 27 に最大風速と住家被害率の関係性をバブルチャートで示す。最大風速 25m/sec 程度までは風速の増大とともに被害が増加する傾向は見られるものの、風速継続時間と被害について明確な関係は見られない。しかし、最大風速 15m/sec 程度までは、継続時間が増大しても住家被害は 10%程度までとなる。また、風速値が大きくなるにつれて同程度の被害が見られるまでの継続時間が短く、つまりバブルの大ききさが小さくなる傾向がやや見られる。

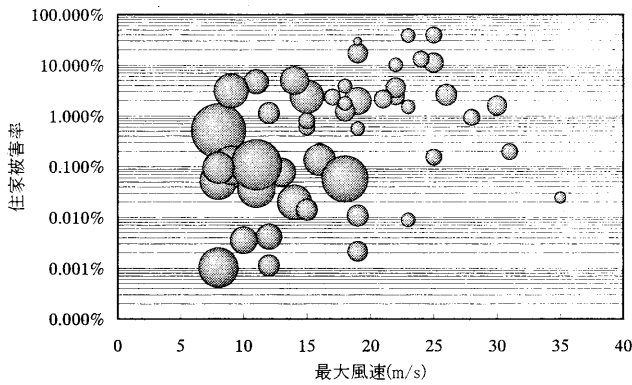


図 27 最大風速継続時間と住家被害率 (AMeDAS)

## 6.2 最大及び最大瞬間風速継続時間と配電柱被害率の関係

### a) NeWMeK による風速記録

図 28, 29 に NeWMeK にもとづく最大風速継続時間および最大瞬間風速継続時間と配電柱被害率の関係を示す。図 29 により最大風速継続時間と被害の関係に着目すると、最大風速 10m/sec 程度で配電柱被害が発生しはじめるが、風速 20m/sec 程度までは風速継続時間が増加しても被害は 0.1% 程度にとどまる。しかし、風速値が大きくなると風速継続時間の増大とともに配電柱被害も増加し、継続時間 60 分程度で 1% を超える被害が見られる。図 28 によれば、最大瞬間風速値が 20m/sec 程度では、風速継続時間が 60 分間を超えると配電柱に被害が見られる。最大瞬間風速値が 30m/sec を超えると風速継続時間が短い場合にも被害が生じ、風速の増加とともに被害率が高くなっている。

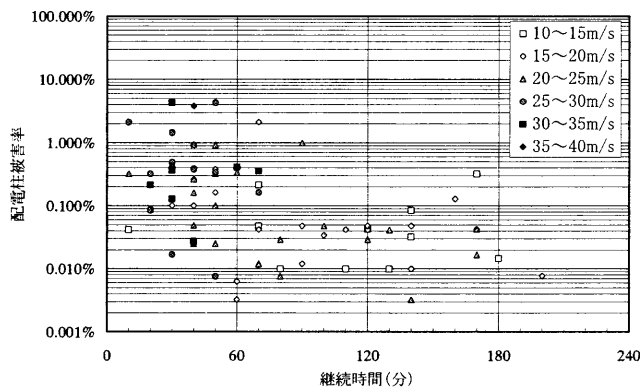


図 29 最大風速継続時間と配電柱被害率 (NeWMeK)

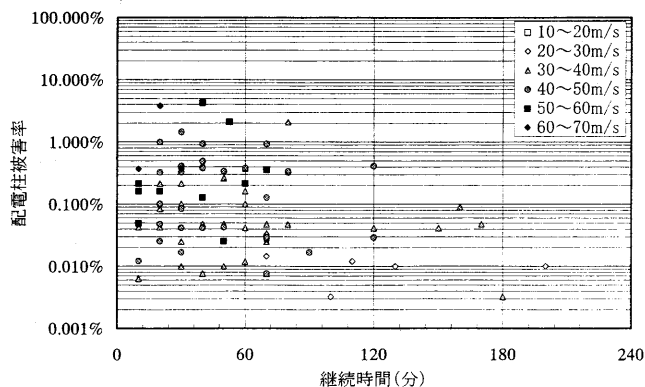


図 28 最大瞬間風速継続時間と配電柱被害率 (NeWMeK)

また、図 30 と図 31 に NeWMeK の最大風速および最大瞬間風速の継続時間と配電柱被害率の関係を示す。図 30 より、最大風速 20m/sec 程度までは、風速継続時間が増加しても配電柱被害率は 0.1% 程度にとどまるが、最大風速 25m/sec を超えると風速値の増大とともに被害も増加する。図 31 より、最大瞬間風速継続時間と被害の関係では明確な相関はみられないが、風速値の増大とともに被害は増加している。

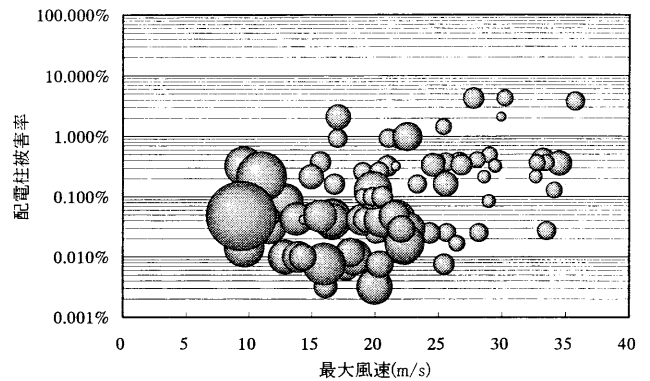


図 30 最大風速継続時間と配電柱被害率 (NeWMeK)

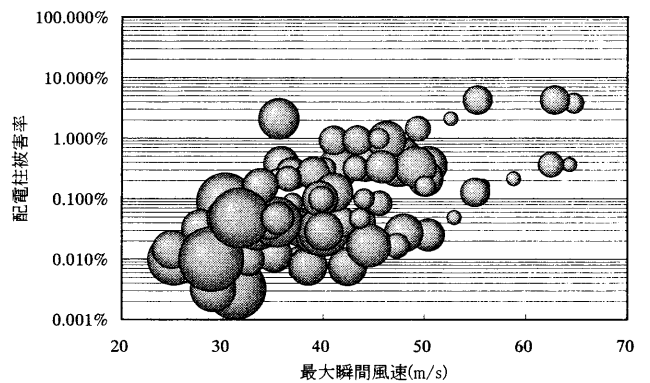


図 31 最大瞬間風速継続時間と配電柱被害率

### b) AMeDAS による風速記録

図 32 に AMeDAS にもとづく最大風速継続時間と配電柱被害率の関係を示す。AMeDAS の風速記録にもとづけば、風速値 10m/sec 程度で配電柱被害が現れる。風速 15m/sec 程度までは、風速継続時間が増大しても配電柱被害は 0.1% 程度であるが、風速 20m/sec を超えると風速継続時間の増大とともに配電柱被害は増加する。

また、図 33 には風速継続時間と配電柱被害率の関係を示す。AMeDAS の記録では、風速値、風速継続時間および被害率について明確な相関が見られない。

風速値が低い場合に風速継続時間が長くなることや風速値が高い場合に被害率が低下していることなどから、継続時間の算定手法および観測点と被害地域の風況特性差をもっと把握する必要がある。



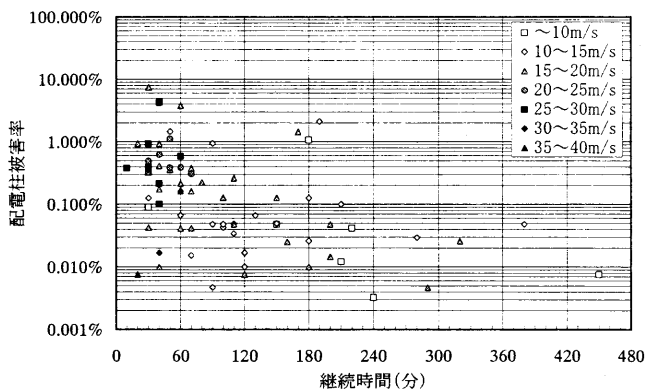


図 32 最大風速継続時間と配電柱被害率 (AMeDAS)

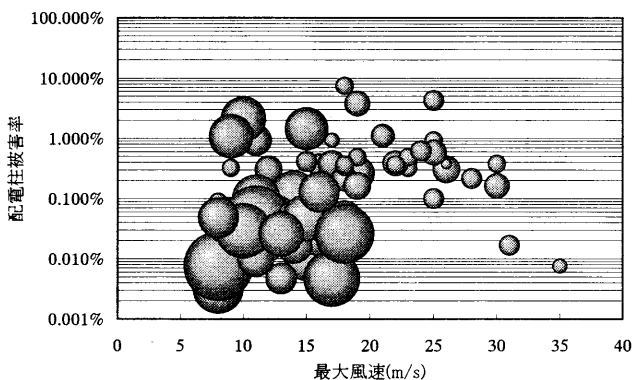


図 33 最大風速継続時間と配電柱被害率 (AMeDAS)

## 7. まとめ

本報告では、1999 年台風 18 号時での NeWMeK および AMeDAS の風速記録と九州地区での住家被害および配電柱被害情報を整理し、構造物被害の拡大に及ぼす風速値と風速継続時間の影響について検討を行った。

最大および最大瞬間風速値と構造物被害の関係をみると、一般住家では最大瞬間風速値 35m/sec 程度、配電柱では 25m/sec 程度から被害が発生し、風速値の増加とともに被害率も増加する。また、最大風速と構造物被害には明確な相関関係は見だし難い。NeWMeK および AMeDAS の風速記録を用いたが、AMeDAS の観測値と構造物被害には明確な相関は見られなかった。

最大および最大瞬間風速継続時間と構造物被害の關係に着目すれば、一般住家と最大風速瞬間風速の継続時間には明確な相関関係は見だし難いが、最大風速については NeWMeK で風速値 20m/sec、AMeDAS で 15m/sec までは風速継続時間が增大しても住家被害は 1%程度となる。それぞれ 20m/sec、15m/sec の閾値を超えると風速値および風速継続時間の増大とともに住家被害の増加が見られた。これは配電柱についても同様で、最大瞬間風速値の継続時間と配電柱被害には相関関係はあまり見られないが、NeWMeK で最大風速 20m/sec、AMeDAS で 15m/sec 程度までは風速継続時間が增大しても配電柱被害は 0.1%程度となるが、それぞ

れの閾値を超えると最大風速値と風速継続時間の増大ともなって配電柱被害も増加する。また、風速値が高いほど同程度の被害が生じるまでの継続時間は短くなる。ここでも NeWMeK および AMeDAS の観測記録を用いたが、AMeDAS の観測記録と構造物被害の關係には明確な相関は見られなかった。

風速記録と構造物被害の相関が見だし難い理由としては、構造物被害の統計データが集めがたく標本数が不足していること、観測点周辺の地形・構造物によって風速記録に偏りが生じること、観測点と構造物被害地域の風況に差異が生じることがあげられる。また、風速継続時間の定義についても検討する必要がある。

つまり、風速値および風速継続時間と構造物被害については、構造物の強度や付帯物、風速記録代表値の算定手法の違いなどにより、明確な相関を見出すことは困難であるが、最大瞬間風速値と構造物被害については風速値の増加とともに構造物被害率が増大する。また、最大風速値と被害の關係では、風速値や継続時間の増大によって被害の増加するスレッシュホールドとなる最大風速値が見いだせる。

## 謝辞

NeWMeK の維持管理・記録収集に関し、九州電力(株)工務部の皆様に多大なるご援助・ご協力を得ました。さらに H14 年度工学部建築学科卒論生、大造純氏にはデータ整理に協力して頂きました。また、本研究の一部は文部省科学研究費補助金(「九州地区での強風割増係数情報に関する広域高密度データベースの構築、(基盤研究(B),H11~13)」,「風向別の突風率に着目した九州地区での強風災害危険度マップの作成、(基盤研究(B), H12~14)」,「広域送電線網を利用した潜在的風力エネルギー開発のための風速マップ作成、(萌芽研究,H14~15)」)の援助を受けました。厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 近藤宏二他：建築物の強風危険度の評価法に関する研究、第17回風工学シンポジウム、pp.191-196、2002.12.
- 2) 渡部弘之他：台風9918号による最大瞬間風速値と支払い保険金に関する検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.81-82、2001.9.
- 3) 高橋浩一郎：台風災害のオペレーションズリサーチ、構造物の耐風性に関する第2回シンポジウム論文集、pp.241-242、1972.12.
- 4) 友清衣利子、前田潤滋：住家被害の拡大に及ぼす強風継続時間の影響、日本風工学会誌95号、pp.37-38、2003.4.
- 5) 前田潤滋、石田伸幸：広域高密度風観測システムによる強風分布特性のモニタリング、第14回風工学シンポジウム、pp.1-6、1996.

(受理：平成 15 年 6 月 12 日)