

# 佐賀県小城町への強風被害集中に関する CFD 的考察

喜多村 美保

## 1. はじめに

2004 年の 10 月 20 日に九州に接近した台風 0423 号は、台風進路から離れた九州北部で強風が発生し、特に佐賀県小城市(旧小城町)周辺に局所的な住家等の構造被害が集中した<sup>1)</sup>。図 1 は九州各県の台風 0423 号による住家被害率を表したもので、佐賀県での住家被害率が特に高いことを示している。一般に被害率はその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で定義されるが、住家の総戸数の入手が困難なため、ここでは総世帯数で代用している<sup>2)</sup>。また、図中の住家被害率を色の濃淡で表す。

図 2 は、佐賀県内の住家被害分である。佐賀県内でも、小城市内に位置する旧小城町、旧三日月町、旧牛津町に住家被害が集中し、特に旧小城町で佐賀県内の住家被害の 2/3 にあたる 932 戸で被害が生じていることが分かる。図 3 に示す、台風 0423 号による強風発生時の風向から、佐賀県内で北東から北北東の風向で強い風が吹いたことを示している。

台風 0423 号による佐賀県内の被害状況や風向風速

記録から、佐賀県内に局所的な被害が発生する要因として、図 4 に示すように佐賀県北部に位置する天山山系の地形形状が風速場へ及ぼす影響が考えられる。また、一般的に強風時には地表面付近の大気安定度は中立と考えられているが、地表面の温度状態によって大気安定度が強くなることも想定される。

本研究では、このように佐賀県小城町周辺での局所的構造物集中の原因となる山麓周辺での強風分布状況を、数値流体力学(CFD)的に検証するために、九州大学応用力学研究所のRIAM-COMPACT<sup>3)</sup>を使用して風速場シミュレーションを行った。

## 2. 台風 0423 号の風速記録

台風 0423 号による風速の実測データについて、天山周辺の NeWMeK 観測点 No.22 と No.27 の風速記録を表 1 に示す。それぞれ台風 0423 号により高い風速値を記録した 10 月 20 日 12:00-12:10 の風速記録及び 16:30-16:40 の風速記録である。No.22 での風速記録は観測時間による変化は無く、No.27 での風速記録は観測時間によって大きく変化している。これは、風向が

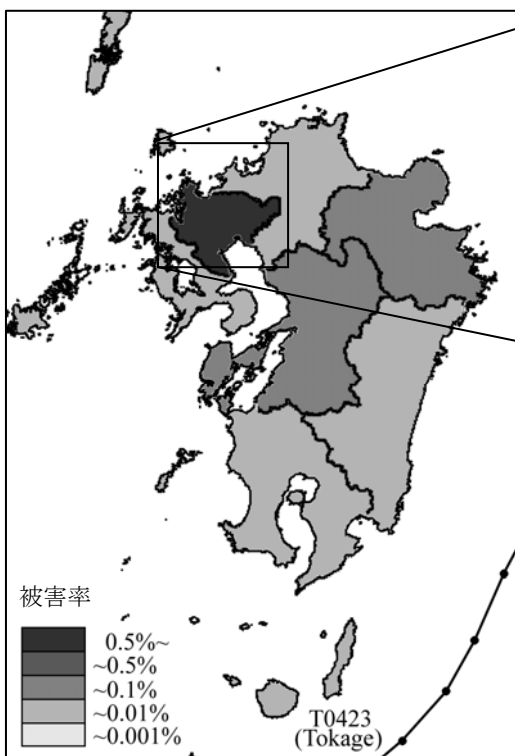


図 1 台風 0423 号による住家被害分布

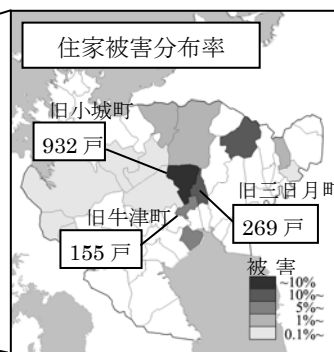


図 2 佐賀県内の住家被害分布

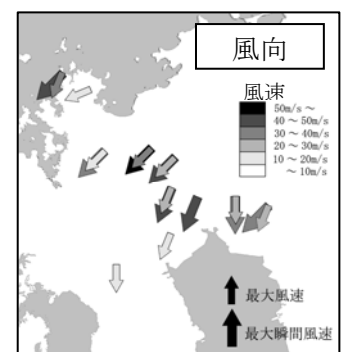


図 3 強風発生時の風向

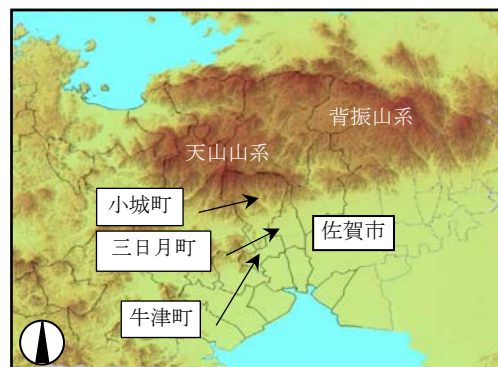


図 4 佐賀県付近の鳥瞰図

表 1 台風 0423 号の NeWMeK 風速記録

2004年10月20日12:00-12:10		
NeWMeK観測点	最大瞬間風速	平均風速
No.22	37.5m/s	19.1m/s
No.27	43.0m/s	25.8m/s
2004年10月20日16:30-16:40		
NeWMeK観測点	最大瞬間風速	平均風速
No.22	31.4m/s	18.1m/s
No.27	17.6m/s	10.4m/s

北東から北北東の場合、No.22 が天山山系の風上側に位置することに対して、No.27 は風下に位置することになり、天山山系の影響を強く受けているためと考えられる。

### 3. 大気安定度の検証

大気安定度の違いが風速場の強風発生に及ぼす基本的な影響について検討するため、山地地形を単純化した2次元山稜模型周りの風速場に関するCFD解析を行った。大気安定度は中立(フルード数  $Fr=\infty$ )及び強安定( $Fr=1$ )、弱安定( $Fr=3$ )の場合の3通りである。フルード数は以下の式で定義される。

$$Fr = \frac{U_0}{\sqrt{g \frac{\Delta\theta}{\theta} H}}$$

$U_0$ : 代表風速  
 $g$ : 重力加速度  
 $\frac{\Delta\theta}{\theta}$ : 温度勾配  
 $H$ : 代表高さ

大気安定度を変化させたときの風速場と変動風速について比較したものをそれぞれ図5と図6に示す。山稜風下において、特に強安定時( $Fr=1$ )に地表面で風速が大きく増速している。風速変動に関しては、弱安定( $Fr=3$ )時の風速変動が増大する。風速変動の増大は最大瞬間風速を増大させ、結果として強風被害の発生の要因となりうる。

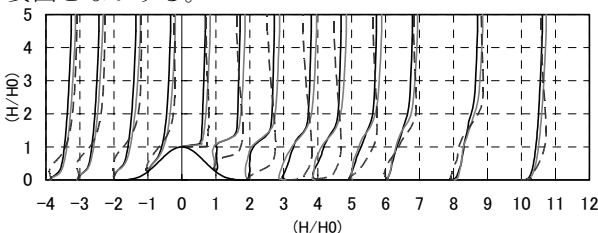


図 5 大気安定度を変化させたときの風速場の比較

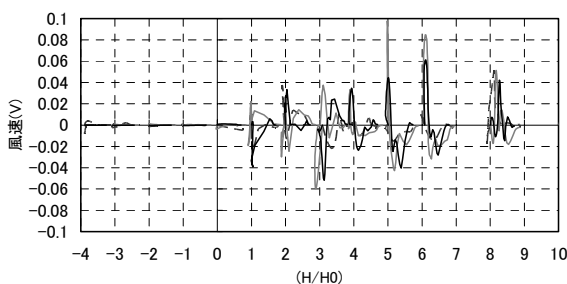


図 6 大気安定度を変化させたときの風速変動の比較

### 4. 実地形モデルを用いた数値シミュレーション

実地形モデルを用いた数値シミュレーションを行うにあたって、2次元模型周りの風速場に関するCFD解析より、プロファイルにあまり差は無いが風速変動に変化の見られた中立( $Fr=\infty$ )と弱安定( $Fr=3$ )の状態での解析を行い、風向及び地形による影響を比較検討した。また、実際の観測記録として、天山山系の風上に位置し、地形の影響を受けにくいと考えられる NeWMeK 観測点 No.22 の風速記録を参考にし、解析領域内の観測点 No.22 の位置の高さ 51m(風速計設置高さ)付近での風速が 18.1m/s となるよう補正を行ったが、図7と図8に示すように、風速変動では、短い波長の流れが再現できておらず、結果的に風速変動の標準偏差が小さくなり、最大瞬間風を過小評価する結果となっている。そこで、小城市内と佐賀市内の風況について相対的な比較を行う。なお、解析領域のメッシュ生成過程の制約により、高さが一致しない箇所が存在するため、若干の高さ範囲のずれが生じている。

小城市内と佐賀市内の風況について比較するにあたり、佐賀市内の3地点(大和支所、佐賀大学医学部キャンパス、JRなべしま駅)と小城市内の4地点(小城市庁舎(旧小城市)、三日月庁舎(旧三日月町)、小城市消防署(旧牛津町)、小城市役所(旧牛津町))を注目地点として選出した。それぞれの位置については図9に示す。また、北東(NE)と北北東(NNE)および北東と北北東の間(NENNE)に風向を設定して解析を行った時の解析範囲も併せて示している。

図10と図11は大気安定度を中立とした場合の解析結果より求めた最大瞬間風速値を、それぞれの風向で地域別に比較したものである。小城市内と佐賀市内で

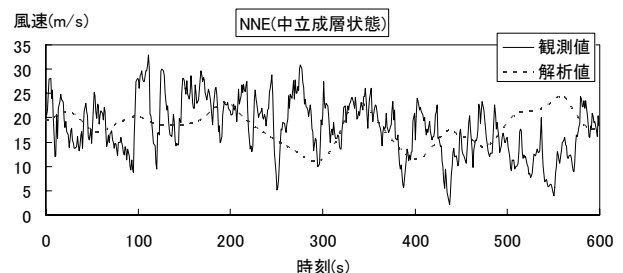


図 7 観測波形と解析波形の比較(安定度が中立の場合)

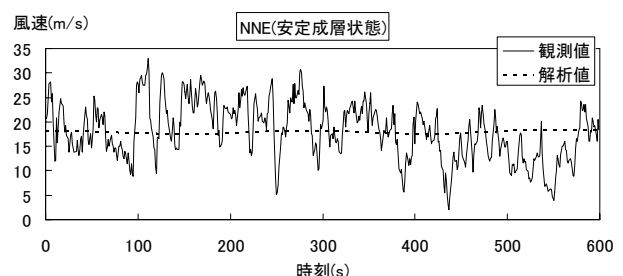


図 8 観測波形と解析波形の比較(安定度が弱安定の場合)

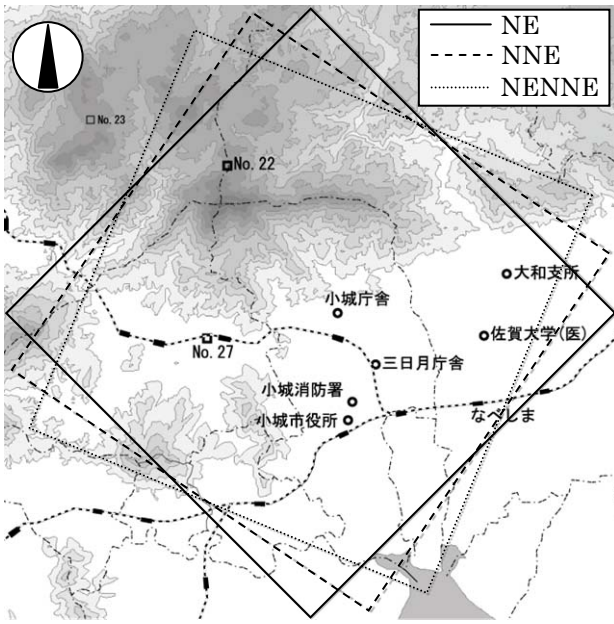


図9 解析領域と注目地点

風況に大きな差が生じたのは、風向を北東と北北東の間(NENNE)の風向で、佐賀市内よりも小城市内での最大瞬間風速値が高い傾向が見られる。北東(NE)の風向では、旧小城町での最大瞬間風速値が他の地域よりも高い値となり、北北東(NNE)の風向では旧小城町と旧牛津町で最大瞬間風速が高いという結果となり、小城市内の一部で他の地域より風速値が高くなっている。

図12と図13は大気安定度を弱安定とした場合の解析結果より求めた最大瞬間風速値を、それぞれの風向で地域別に比較したものである。北東と北北東の間

(NENNE)の風向を見ると、最大瞬間風速値が最も高くなるのは旧小城町に位置する小城庁舎となっているが、その他の地域に関しては、小城市内と佐賀市内で大気安定度が中立であった場合と傾向が逆転し、小城市内の風速値より佐賀市内の風速値が高くなっている。北東(NE)に風向を設定した場合、旧小城町と旧三日月町で最大瞬間風速が他の地域より高い値となり、北北東(NNE)に風向を設定した場合は、旧牛津町で風速値が高くなり、佐賀市内で下流側の JR なべしま駅で風速値が低くなる他はほぼ同程度の風速である。

大気安定度が中立および弱安定のそれぞれ3風向の解析で、旧小城町での風速が常に他の地域よりも高い値を示している。特に北北東(NNE)の風向で解析を行ったところ、中立では風が谷筋地形に集中し風速が増大する「だし風」と呼ばれる現象が確認できた。図14と図15に北北東(NNE)の風向での大気安定度が中立および弱安定の場合の解析結果を高度8.2~8.4m, 31.5~32.3mでの平均風速ベクトル図で示す。また、同方向から見た地形も共に示す。中立状態では旧小城町に位置する小城庁舎の風上側にある谷筋地形に風が集束し、旧小城町に強い風が吹いている様子を見ることができるが、弱安定ではそうした傾向は見られない。

5. まとめ

風向や大気安定度を考慮した風速場シミュレーションの結果、台風時の風観測記録と直接比較することはできなかったが、大気安定度が中立の場合および安定の場合のそれぞれ3風向の解析で、旧小城町の風速は、

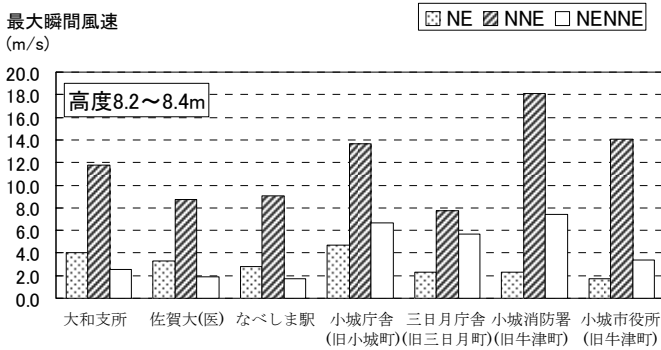


図10 風向による最大瞬間風速の地域比較(安定度が中立)

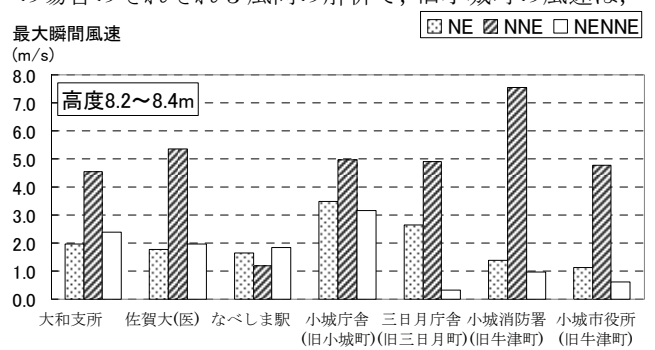


図12 風向による最大瞬間風速の地域比較(安定度が弱安定)

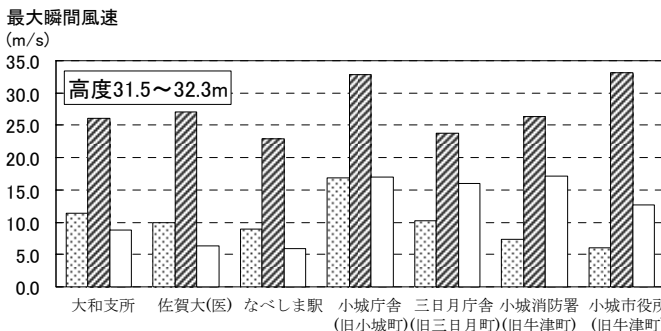


図11 風向による最大瞬間風速の地域比較(安定度が中立)

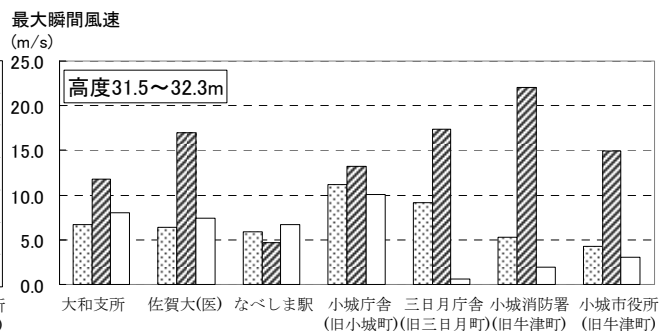


図13 風向による最大瞬間風速の地域比較(安定度が弱安定)

常に他の地域より高い値を示し、北東から北北東の風向で強風が発生した場合、特に旧小城市周辺は地形の影響を受けて風速が増大しやすい地域であると考えられる。また、旧三日月町や牛津町に関しても風向によっては風速が増大する可能性が指摘される。

今後の課題として、大気安定度を細かく設定し、その傾向の変化についてさらに検討する必要がある。また、解析結果を台風時の風速波形に直接比較出来るようにするための手法を確立するために、他の実地形に関する解析を行い、解析結果と実測データをさらに比較してみる必要がある。また、谷筋地形や孤立峰等の単純地形周りの風速場の解析を行い、地形による影響について細かく検討する必要がある。

**謝辞**

流体解析ソフト RIAM-COMPACT の使用にあたって、九州大学応用力学研究所 内田孝紀助手と大屋裕二教授に多大の助言を戴いたことを記してお礼申し上げます。また、本研究の一部は、文部科学省科学研究

費補助金(「局所地形と大気温度層分布の相互作用による突風災害発生メカニズム」, 基盤研究(B)(2)課題番号 16360279,H16~18, 代表者: 前田潤滋)の援助を受けました。厚く御礼申し上げます。

**参考文献**

- 1) 友清衣利子, 前田潤滋: 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 Vol.30,No.2, pp.115-116.
- 2) 福岡県総務部消防防災課, 佐賀県くらし環境本部消防防災課, 大分県生活環境部消防防災課, 鹿児島県総務部消防防災課, 熊本県総務部防災消防課 長崎県総務部危機管理・消防防災課: 各県災害速報資料, 2004.
- 3) 内田孝紀, 大屋裕二: 風況予測シミュレータ RIAM-COMCOMPACT の開発-風況精査とリアルタイムシミュレーション-, 日本流体力学学会誌「ながれ」, Vol.22,No.5, pp.417-428, 2003.

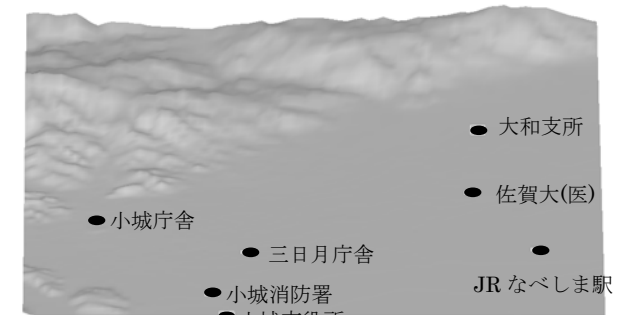
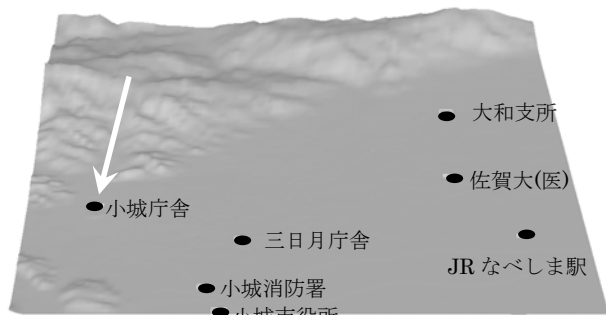
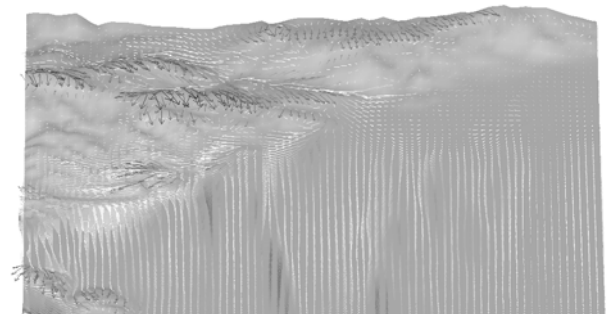
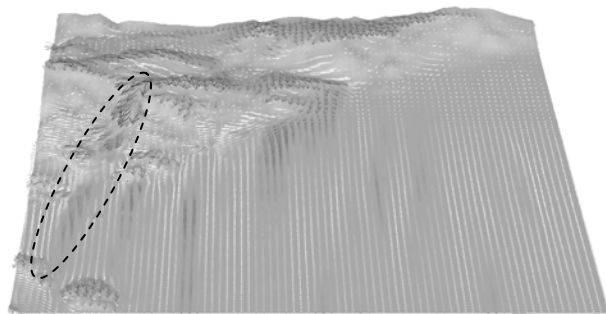
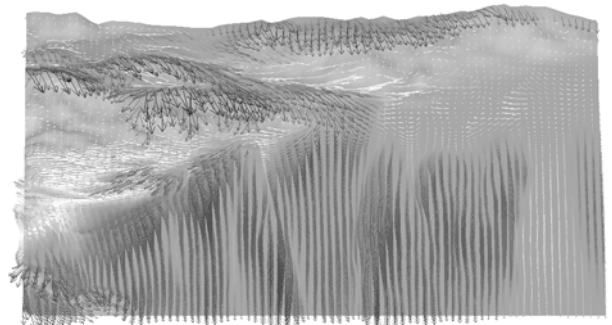
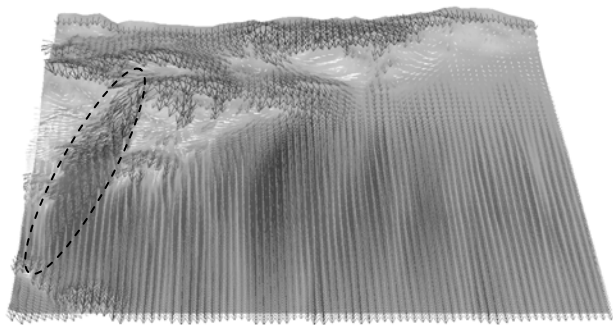


図 14 大気安定度が中立の場合の解析結果(NNE)

図 15 大気安定度が弱安定の場合の解析結果(NNE)