

竜巻等突風に対する研究課題 (建築分野の立場から)

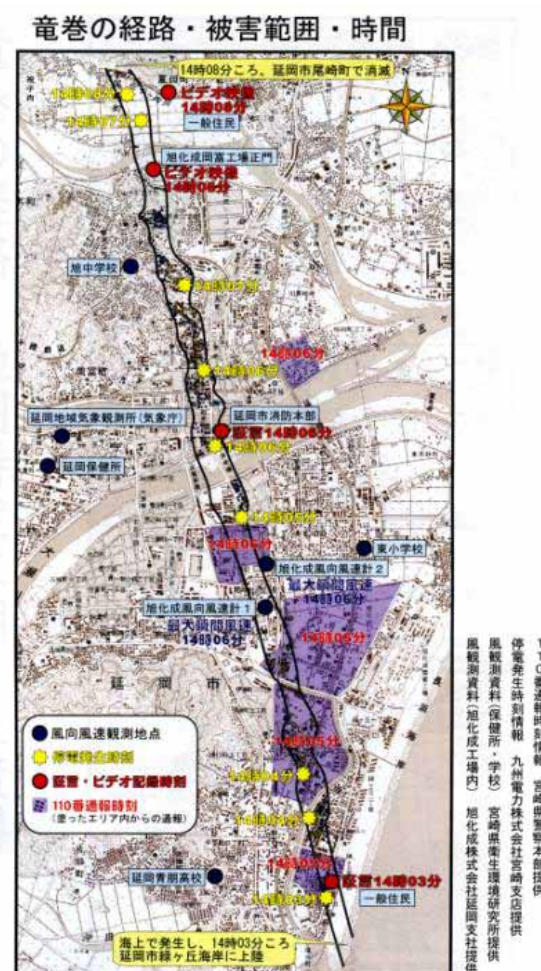
独立行政法人建築研究所 奥田泰雄

平成18年12月21日 内閣府第2回竜巻等突風対策検討会

目次

1. 延岡竜巻と佐呂間竜巻の建築物等の被害
2. 過去の強風災害と建築分野での対策
3. 竜巻等突風に対する今後の研究課題
(建築分野の立場から)

延岡竜巻と佐呂間竜巻の建築物等の被害



延岡竜巻の建築物等の被害分布



延岡市防災対策室長野々下博司氏資料による

宮崎地方気象台による被害調査

このほかにも、延岡市、日本風工学会(宮崎大学・大分工業専門学校・東京工芸大学)ほかによる被害分布図が作成されている。

延岡竜巻の建築物等の被害(倒壊)

延岡竜巻の建築物等の被害(屋根の剥離・飛散)

延岡竜巻の建築物等の被害(屋根ふき材の剥離)

延岡竜巻の建築物等の被害(窓ガラス・外壁の破損)

延岡竜巻の建築物等の被害(飛来物の衝突)

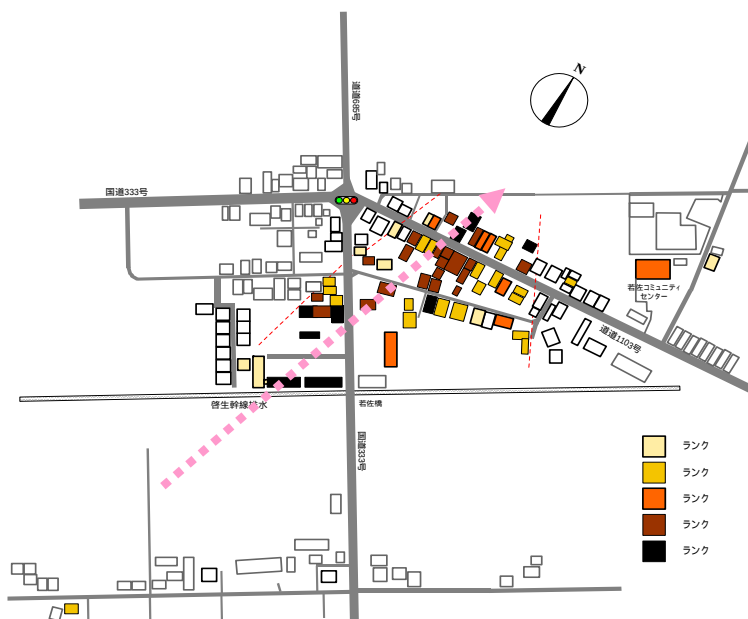
延岡竜巻の列車・乗用車の被害



延岡竜巻のその他の被害



佐呂間竜巻の建築物等の被害分布



ランク	被害の程度	被害の状況(例)
ランク	極く軽微な被害	住宅のテレビアンテナが曲がる。櫓が落ちる。小枝が折れ、葉が飛散する。
ランク	軽微な被害	瓦がずれる。軒先やケラバなどで部分的に瓦が飛散する。太い枝が折れる。
ランク	顕著な被害	屋根の広範囲で瓦が飛散し、野地板の広い面が見える。部分的に窓ガラスが割れる。太い木が倒れる。
ランク	甚大な被害	屋根の垂木や母屋が破損する。小屋が倒れる。多くの窓ガラスが割れる。
ランク	壊滅的な被害	家屋が倒壊する。

建築研究所による被害調査による

日本風工学会(東京工芸大学ほか)による被害分布図が作成されている。

佐呂間竜巻の建築物等の被害(倒壊)

佐呂間竜巻の建築物等の被害(屋根の飛散)

佐呂間竜巻の建築物等の被害(飛来物の衝突)

佐呂間竜巻の車両の被害

佐呂間竜巻のその他の被害



過去の強風災害と建築分野における対策

1. 過去の強風災害の調査とその対策
2. 建築基準法での竜巻等の突風の扱い

最近の強風被害年表(1975～1998)

年	強風	被災地	強風被害概要	保険金支払 (億円)	被害調査報告等	関連する基準・指針等
1975	台風13号	八丈島	最大瞬間風速 67.8m/s 負傷者 85名 全壊 285棟 半壊 524棟 一部損壊 1,268棟		台風13号による八丈島の暴風災害の調査研究(1976 文部省自然災害特別研究) 1975年台風13号による八丈島の建物被害の記録(1978 日本建築学会)	銅板製屋根工法標準(1976 初版 亜鉛鉄板会) 銅板製屋根工法標準(1992 改訂版SSR92 亜鉛鉄板会)
1981						建築物荷重指針・同解説(第2版 日本建築学会)
1990	竜巻	千葉県	国内最大級(F3) 房総半島で複数発生 茂原市での被害 死者 1名 負傷者 73名 全壊 82棟 半壊 161棟 一部損壊 1,504棟		1990年12月11日千葉県に発生した竜巻による暴風被害の調査研究(1991 文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告) 1990年の千葉県茂原市の竜巻による建築物の被害調査報告(1992 建設省建築研究所建築研究資料) 平成2(1990)年12月11日千葉県内で発生した竜巻調査報告(1993 気象庁技術)	
1991	台風19号	九州地方 東北地方 北海道	全国29ヶ所の気象官署で最大瞬間風速の記録を更新 熊本県阿蘇で最大瞬間風速 60.9m/sを観測 全国規模での被害 死者 61名 負傷者 2,593名 全壊 1,056棟 半壊 13,482棟 一部損壊 665,616棟	5679	1991年台風19号による強風災害の研究(1992 文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告) 青森県および秋田県における台風9119号による建物被害調査報告書(1992 日本建築学会東北支部構造部会) 台風9119号被害調査研究報告書(1993 日本建築センター)	住宅の耐風設計施工点検指針(1993 日本建築センター) 木造建築耐風設計の考え方(1995 日本建築学会)
						建築物荷重指針・同解説(第3版 日本建築学会)
1993	台風13号	西日本	死者・行方不明者 48名 負傷者 266名 住家被害 1,892棟	977		
1998	台風7号	西日本	近畿地方各地で最大瞬間風速 50m/s 以上を観測 死者・行方不明者 18名 負傷者 605名 全壊 87棟 半壊 1,114棟 一部損壊 49,285棟	1600	1998年9月台風7号による近畿地方を中心とした強風災害に関する調査研究(1998 文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告)	
						風と金属屋根(日本金属屋根協会)

最近の強風被害年表(1999～2004)

1999	台風18号	西日本 北海道	高潮被害と強風被害 被害死者・行方不明者 20名 負傷者 1,090名 全壊 300棟、半壊 3,212棟 一部損壊 79,605棟	3147	台風9918号に伴う高潮と竜巻の発生・発達と被害発生メカニズムに関する調査研究(2000 文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告)	
	竜巻	愛知県	台風13号の接近により豊橋市・豊川市ほか複数発生 豊橋竜巻(F2～F3) 愛知県下での被害 死者1名、負傷者16名 全壊 41棟、半壊 311棟 一部損壊 2,344棟			
2000						建築基準法風荷重関連規定改正
2001						瓦屋根標準設計・施工ガイドライン(全日本瓦工事業連盟ほか)
2002	竜巻	埼玉県 群馬県	台風6号の接近に伴い発生(F2) 群馬県境町での被害 負傷者10名 全壊 5棟、半壊 11棟 一部損壊99棟		群馬県境町で発生した突風による建築物等の被害について(2002 建築研究所ホームページ) http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/tatsumaki/index.pdf	
2003	台風14号	北日本 宮古島	宮古島で最大瞬間風速74.1m/sを観測 死者3名、負傷者110名 全壊 18棟、半壊 87棟 一部損壊1,473棟		平成 15 年 9 月に沖縄県宮古島で発生した台風 14 号による建築物等の被害について(速報)(2003 建築研究所ホームページ) http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/miyako-chusa/miyako-taifu-soku.pdf	
2004	竜巻	佐賀県	梅雨前線上での発達した積乱雲によって佐賀市(F2)と鳥栖市で発生 負傷者15名 全壊 13棟、半壊 34棟 一部損壊329棟		佐賀市・鳥栖市竜巻 現地被害調査報告(2004 建築研究所ホームページ) http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/saga-tatsumaki/index.pdf	

最近の強風被害年表(2004～2006)

2004	台風16号	西日本 北海道	鹿児島県枕崎市で58.1m/sを観測 死者・行方不明者 17名、負傷者 267名 全壊 29棟、半壊 95棟 一部損壊 7,037棟 大規模鋼板製屋根の被害(Spring- 広島市で最大瞬間風速 60.2m/sを 観測 死者・行方不明者45名	1175	
	台風18号	九州地方 中国地方 北海道	2004年の強風災害に関する調査報告書		
	台風22号	静岡県 神奈川県 千葉県	文部科学省科学研究費補助金、日本建築学会、日本風工学会、気象庁ほかの団体による被害調査報告は数多くある 台風被害を受けて、業界や学会が外装材の耐風性能に関する指針・仕様等をまとめる 竜巻等の突風を対象とした外装材等の基規準、指針等は整備されていない		
	台風23号	西日本			
2006	台風13号	九州地方	全壊 159棟、半壊 514棟 一部損壊 11,221棟		
	竜巻	宮崎県 大分県	台風13号の接近に伴い宮崎県・大分県で複数発生 延岡竜巻(F2) 死者 3名、負傷者 140名 全壊 71棟、半壊 317棟 一部損壊 599棟		2006年台風13号被害調査報告 - 延岡市の竜巻被害と飯塚市文化施設の屋根被害 - (2006 建築研究所ホームページ) http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006taifu13/2006taifu13.pdf
	竜巻	北海道	佐呂間竜巻(F2以上) 死者9名、負傷者 31名 全壊 47棟(非住家も含む) 半壊 11棟、一部損壊 45棟		2006年佐呂間町竜巻被害調査報告 (2006 建築研究所ホームページ) http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006saroma/2006saroma.pdf

(日本建築学会)

建築基準法での竜巻等の突風の扱い

建築基準法での風荷重規定(施行令第87条、平成12年建設省告示1454号、同1458号等)では台風や季節風の強風を対象とし、**竜巻等の突風荷重は考慮されていない。**

建築基準法は**最低基準**である。

竜巻の被害発生範囲が極めて限定的であるため、1つの建築物に被害を発生させる確率は非常に小さい。

竜巻に対する安全性を一般の建築物の構造や設備で担保することは**過剰な規制**となる。

基準風速 V_0 は気象官署の年最大風速(10分間平均)値から求めているので、竜巻等の突風は評価されない。

日本建築学会荷重指針の風荷重規定でも同様の扱い

米国・オーストラリア・カナダ等の海外基規準でも同様
(ただし、米国ASCEでは参考資料としてトルネード突風風速値を示している)

竜巻等突風に対する今後の研究課題 (建築分野の立場から)

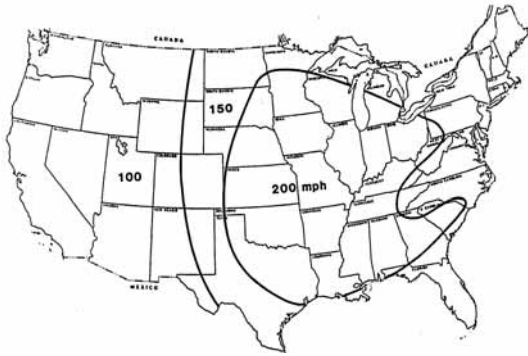
- 竜巻等の突風被害調査
- 建築物等の竜巻等の突風荷重
- 飛来物
- 建築物の被災度判定
- 避難行動

竜巻等の突風被害調査

- 典型的な強風被害
外装材(屋根・外壁等)被害・飛来物被害等 → 台風被害にも通じる
- 気象学と工学の研究者らの共同調査の重要性
国土交通省・気象庁、日本建築学会・日本風工学会、大学・研究機関等 → 情報共有の必要性
- 空中写真(国土地理院・航空測量会社)の利用
地震災害や土砂災害には既に利用されている
被害分布図の作成 → 全体の被害状況が瞬時に把握できる
天候に左右される、できる限り被災直後に撮影したい



建築物等の竜巻等の突風荷重



ASCE 7-05 付録(トルネード用設計風速)



1971～2005年の竜巻被害の分布(気象庁)

- 竜巻等突風用設計風速マップの作成
 - ・日本では竜巻等の突風荷重に関して設計者が参照できるデータがない
 - ・一般の建築物ではなく特殊な建築物(竜巻シェルター・防災拠点・原子力発電所等)用の設計風速
 - ・ASCEではトルネードを対象とした設計風速が参考値として示されている
 - ・Fスケール別の竜巻被害分布(気象庁)
- 竜巻等の突風の空気力特性の研究
 - ・突風が物体に作用した瞬間の現象の解明
 - ・新たな風洞実験や数値シミュレーション手法で突風現象を再現する必要がある
 - ・竜巻渦の圧力の評価

飛来物



佐呂間竜巻被災直後の状態
(国土交通省北海道開発局撮影)

被災地は様々な飛来物(Flying debris)で覆われる。
飛来物の一部は、建築物の外壁に衝突する。
→新たな被害の拡大(強風被害の特徴)

- 1975年台風13号による八丈島の建物被害の記録(日本建築学会 1978年)、木造建築耐風設計の考え方(日本建築学会 1995年)等でも飛来物の問題が指摘されている。
→竜巻特有の被害ではなく、台風も含めた強風被害の特徴
- ASTMでは外装材の耐飛来物性能の試験法(衝突試験+交番圧力試験)を提案し、ASCEはASTMの試験法に基づいて外装材の耐飛来物性能の基準(建築物区分・外装材の位置・地域区分)を定めている。ISOでは窓ガラスの耐飛来物性能の試験法を取りまとめている。
- 日本ではJISで、建材ボード等の衝撃試験方法(A1408、A1414)が示されているが、ASTMのような飛来物を対象としたものはない。
- 日本においても、外装材の耐飛来物性能に関する試験法や評価法について検討する必要がある。

建築物の被災度判定

■内閣府の被害認定基準

1. 自然災害全てについて**統一的な判定**(全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊)をする
2. 主に地震被害、浸水被害は別立て、強風被害の事例が少ない
3. 被災者生活再建支援法により半壊以上の世帯には支援金(最高300万円)が支給される

■被災自治体担当者へのヒヤリング

1. 被害の実態と判定結果に一部差異を感じた。
2. 3次判定が専門的で難しく時間がかかった。
3. 明確な強風用の被災度認定基準があれば良いと感じた。

■竜巻や台風等の強風被害用の評価尺度(部位別構成比)と評価マニュアルの必要性

1. 2次判定時の強風被害用の**部位別構成比の検討**
2. 強風被害(強風+浸水)用の「損傷の例示」を纏めた**評価マニュアルの作成**

避難行動

- 現時点では竜巻自体の予測や予報はできない。
- 突風警報が出された場合あるいは突風に遭遇した場合に、住民はどのような**避難行動**をとれば良いか？

- 外に出ない、室内にいる
2階から1階に移動する
窓のカーテンを引く
窓から離れる
机等の物陰に隠れる……
といった当り前の行動を周知徹底させることが重要
→ **啓蒙活動の必要性**

- 竜巻被害で負傷した住民と負傷しなかった住民に対して**アンケート調査**を実施(宮崎県と佐呂間町、文部科学省科学研究費)
 - ・どのような状態で負傷したのか？
 - ・どのような避難行動により負傷しなかったのか？

まとめ

- 延岡竜巻と佐呂間竜巻の建築物等の被害概要
- 過去の強風被害と建築分野における対策
- 竜巻等突風に対する今後の研究課題(建築分野の立場から)
 - ・竜巻等の突風被害調査
 - ・建築物等の竜巻等の突風荷重
 - ・飛来物
 - ・建築物の被災度判定
 - ・避難行動

これら研題は竜巻だけでなく台風による強風災害にも適用されるものである。

最後に

- 竜巻や台風でご逝去された方々に謹んでお悔み申し上げます。
- 被災直後にもかかわらず、現地被害調査にご協力いただいた被災者の方々に御礼申し上げます。
- 被害調査にご協力いただいた、延岡市、宮崎県、佐呂間町、国土交通省北海道開発局ほか関係各位に感謝いたします。