

# 平成 21 年 10 月 8 日茨城県土浦市竜巻被害調査報告

国土交通省 国土技術政策総合研究所 総合技術政策研究センター 喜々津 仁密  
独立行政法人建築研究所 構造研究グループ 奥田 泰雄

## 1. はじめに

平成 21 年 10 月 8 日 5 時頃、台風 18 号接近時に茨城県土浦市宍塚地区で住家等の建築物の竜巻被害が発生した。土浦市の調査によれば、住家の被害が全壊 1、半壊 11、一部損壊 94、非住家（物置・車庫等）の被害が全壊 16、半壊 7、一部損壊 26 の計 155 棟となっている（10 月 8 日 16 時 30 分現在）<sup>1)</sup>。水戸地方気象台と東京管区気象台の現地調査報告<sup>2)</sup>によれば、被害やその痕跡は長さ約 1600m、幅約 200～250m の帯状に分布しており、これは藤田スケール（参考資料 2 参照）F1 の竜巻によるものと推定している。なお、4 時 30 分頃に千葉県山武郡九十九里町及び山武市、4 時 50 分頃に茨城県龍ヶ崎市でもそれぞれ突風が発生し、建築物等の被害が発生した。これらの突風は、いずれも F1 の竜巻によるものと推定されている<sup>2),3)</sup>。

国土技術政策総合研究所と建築研究所は、被害発生直後の同日午前中に土浦市宍塚地区に向かい現地調査を実施した。本報告はこの現地調査の結果を取りまとめたものである。

## 2. 気象状況<sup>2)</sup>

台風 18 号は、四国の南海上を北東に進み、8 日 5 時過ぎに知多半島付近に上陸した後、関東地方から東北地方を北東に進んだ。台風の接近に伴い南から暖かく湿った空気が流れ込み、関東地方では大気の状態が非常に不安定であった。茨城県土浦市、龍ヶ崎市で突風が発生した時間帯には、活発な積乱雲が被害地付近を通過中であつた。また、8 日 3 時 46 分には茨城県に竜巻注意情報第 1 号が発表されていた。

以下に、突風が発生した時間帯の地上天気図とレーダーエコー強度図を示す。

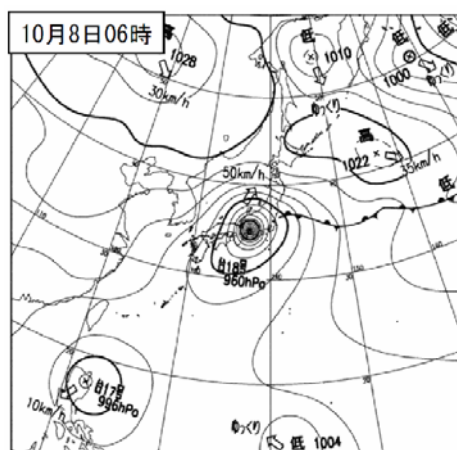


図 1 地上天気図（10 月 8 日 6 時）<sup>2)</sup>

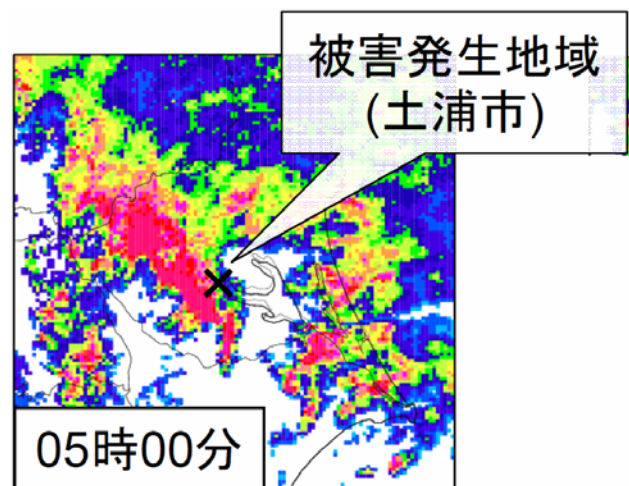


図 2 レーダーエコー強度図（10 月 8 日 5 時）<sup>2)</sup>

### 3. 竜巻被害の概要

竜巻被害は土浦市宍塚地区を中心に発生し、その被害は長さ約 1600m、幅約 200～250mの帯状に分布している<sup>1)</sup>。図3に調査対象範囲、写真1に上空からみた被害状況、写真2に宍塚郵便局前の交差点付近での被害状況を示す。調査時には信号機は機能しておらず、垂れ下がった電線に鋼板製の外装仕上げ材と思われる複数の飛来物が引っ掛かっていた。

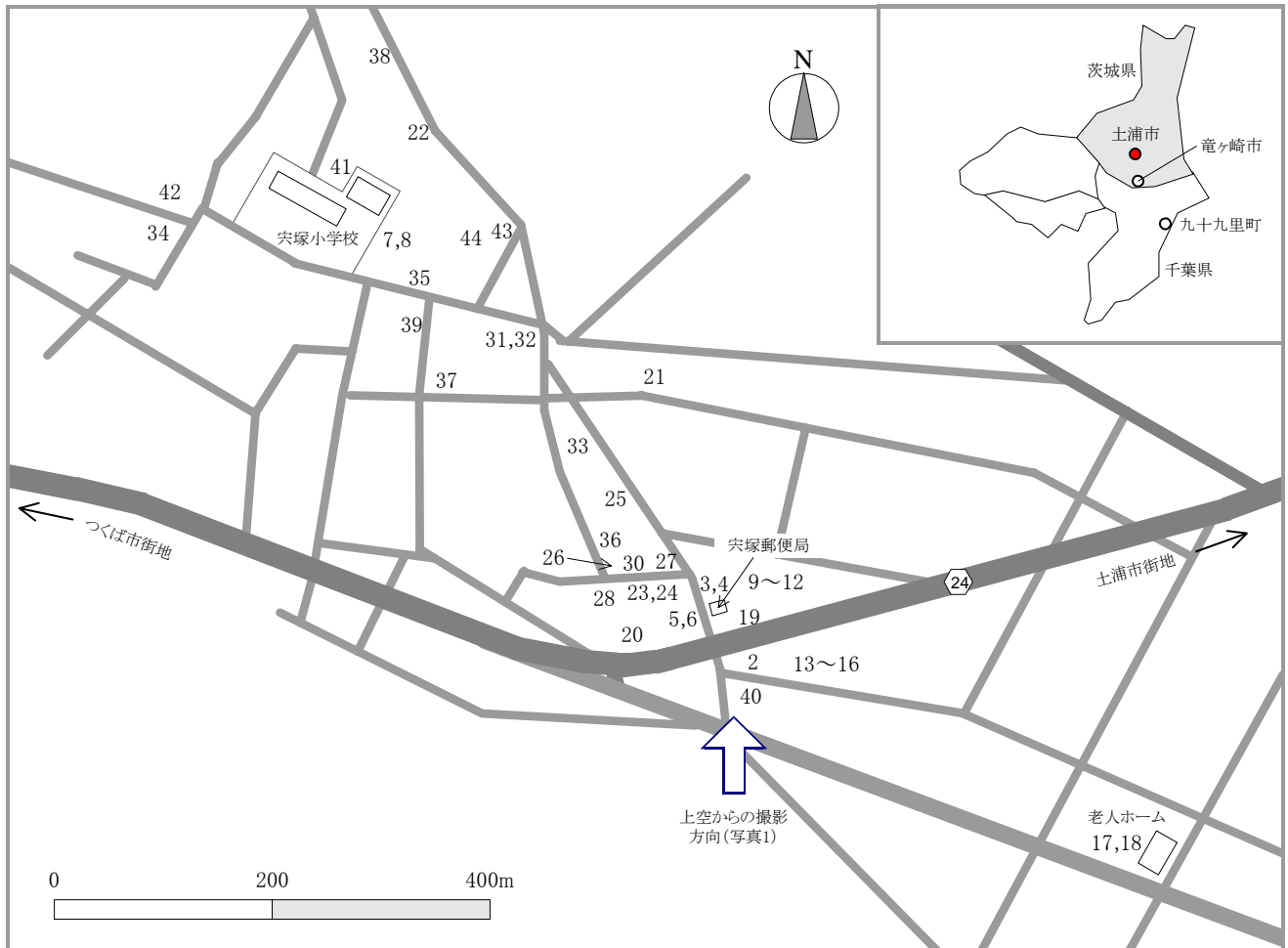


図3 調査対象範囲（図中の数字は後掲の写真番号を表す）



写真1 上空からみた穴塚地区の被害状況（国際航業株式会社・株式会社パスコ 提供）



(a) 電線の垂れ下がりと飛来物



(b) 交差点の状況

写真2 穴塚郵便局前の交差点付近の状況

建築物の被害状況について、表1に土浦市の調査結果を掲げる。また、人的被害は軽傷2名となっている。宍塚郵便局付近の交差点で電柱が倒壊したことにより、宍塚、佐野子、飯田、粕毛及び上高津地区の約1000世帯で停電が発生した。

表1 建築物の被害状況（10月8日16時30分現在，土浦市調べ）<sup>1)</sup>

全 壊	母屋	1
	物置	5
	プレハブ	11
半 壊	母屋	11
	物置	7
一部損壊	母屋	94
	物置	24
	車庫	1
	事務所	1
合計		155

#### 4. 主な建築物等の被害状況

##### 4.1 公共建築物及び商業建築物等の被害

###### (1) 宍塚郵便局

宍塚郵便局では木造の小屋組が損壊しており、被害は南側を中心に屋根全体の約半分を占めている。被害箇所ほとんどで野地板のほか垂木と母屋が飛散していたが、複数の小屋束は残存していた(写真3, 4)。また郵便局向かいの駐車場でも、電柱の折損、フェンスの損傷及び乗用車の損壊等の被害がみられた(写真5, 6)。



写真3 小屋組の損壊



写真4 軒桁周辺の被害状況



写真5 駐車場の被害状況



写真6 駐車場の被害状況

### (2) 穴塚小学校

穴塚小学校では、体育館の壁面に飛来物による衝突痕、体育館横の倉庫で窓ガラスの破損と屋根の損壊の被害がそれぞれ認められた（写真7, 8）。



写真7 体育館壁面の飛来物による衝突痕



写真8 倉庫の窓ガラスと屋根の被害状況

### (3) 自動車販売店

自動車販売店の車両整備格納庫では、南東に面するシャッターが脱落し、タイヤの収納棚が屋内側に転倒していた。また、別のシャッターもガイドレールから外れている（写真9, 10）。多くの車両が窓ガラスの破損、車体のへこみ等の被害を受けていた（写真11）。



写真9 シャッターの被害とタイヤ収納棚の転倒



写真10 シャッターの破損



写真11 乗用車の被害



写真12 軒先端部と壁面の仕上げ材の脱落

#### (4) 自動二輪販売店

自動二輪販売店では、北側の県道24号線に面した外壁がはく離する、エントランス上部の軒天井の仕上げ材が脱落するといった被害がみられた。また、エントランスのサッシが屋内側に押されてガラスが破損している（写真13～15）。南側に面した壁面でも窓ガラスがほとんど破損している（写真16）。



写真13 外壁のはく離



写真14 エントランスのガラス等の破損



写真 15 エントランスの軒天井の脱落



写真 16 窓ガラスの破損

(5) 老人ホーム

屋根瓦が棟の方へ押されるように移動している（写真 17）。また、駐車場にある 2 つの看板がそれぞれ傾斜、転倒していた（写真 18）。



写真 17 屋根瓦の被害状況



写真 18 看板の傾斜

(6) 上記以外の店舗等

上記以外の店舗等の被害事例として、写真 19～21 に店舗の外壁や屋根ふき材の被害事例、写真 22 に産業廃棄物処理場の屋根ふき材の被害事例をそれぞれ示す。



写真 19 外壁の脱落



写真 20 折板屋根のめくれ



写真 21 折板の底部の損傷（裏返し）



写真 22 折板の損傷

#### 4.2 住宅の被害

写真 23～38 に住宅の主な被害状況を示す。屋根瓦がずれる又は飛散した事例が最も多くみられた。その他の被害としては、壁仕上げ材のはく離、壁面等への飛来物の衝突痕、カーポートの損傷、ブロック塀の倒壊等がみられた。写真 26 に掲げる住宅では、突風発生時に開口部の雨戸が閉じられていたと考えられ、開口部には破損等の被害は認められなかった。また、写真 37～38 に掲げるブロック塀はいずれも、縦筋の挿入と空洞部でのモルタルの充填が十分ではないため、突風の作用に対して一体となって抵抗できずに倒壊したものと思われる。



写真 23 屋根瓦の被害状況



写真 24 屋根瓦の被害状況



写真 25 屋根瓦と野地板の被害状況



写真 26 屋根瓦の被害状況





写真 27 壁仕上げ材のはく離と脱落



写真 28 壁仕上げ材のはく離



写真 29 室内に散乱した窓ガラスの破片



写真 30 出隅部の窓ガラスの被害



写真 31 鉄骨造の住宅壁面のはく離



写真 32 隅角部の壁仕上げ材のはく離  
(写真 31 と同一の住宅)



写真 33 妻面の飛来物による衝突痕とアンテナの折損



写真 34 壁面と屋根への飛来物の衝突



写真 35 車庫の飛散



写真 36 カーポートの被害



写真 37 ブロック塀の倒壊



写真 38 ブロック塀の倒壊

#### 4.3 その他の被害

住家等の建築物以外の被害事例として、写真 39～44 にパイプハウス、ユニット型車庫、墓石及び電柱等の被害をまとめて示す。



写真 39 パイプハウスの被害



写真 40 ユニット型車庫の倒壊



写真 41 墓石の転倒



写真 42 電柱の折損



写真 43 フェンスの被害



写真 44 樹木の被害

## 6. まとめ

国土技術政策総合研究所と建築研究所は、10月8日に茨城県土浦市宍塚地区を中心に発生した竜巻による建築物被害について、被害発生直後の状況把握を目的に現地調査を実施した。

宍塚郵便局では屋根の約半分の範囲で木造小屋組が損壊し、その付近の店舗では大きな開口部でシャツ

ターやサッシ等の被害がみられた。また住宅の被害に関しては、屋根瓦の飛散等のほか、壁仕上げ材のはく離、壁面等への飛来物の衝突痕、カーポートの損傷及びブロック塀の倒壊がみられた。

#### 参考文献

1. 土浦市公式ホームページ 防災・防犯情報 台風 18 号による被害状況  
<http://www.city.tsuchiura.lg.jp/bousai.php?code=623>
2. 水戸地方気象台・東京管区気象台：現地災害調査速報 平成 21 年 10 月 8 日に茨城県土浦市、龍ヶ崎市で発生した突風について、2009.10.8  
[http://www.jma-net.go.jp/tokyo/sub\\_index/bosai/disaster/20091008mito/20091008mito.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokyo/sub_index/bosai/disaster/20091008mito/20091008mito.pdf)
3. 銚子地方気象台・東京管区気象台：現地災害調査速報 平成 21 年 10 月 8 日に千葉県山武郡九十九里町、山武市で発生した突風について、2009.10.9  
[http://www.jma-net.go.jp/tokyo/sub\\_index/bosai/disaster/20091008choshi/20091008choshi.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokyo/sub_index/bosai/disaster/20091008choshi/20091008choshi.pdf)

1990 年以降の主な竜巻の被害概要と建築研究所・国土技術政策総合研究所による調査報告

- 
- |         |  |                      |
|---------|--|----------------------|
| 1990.12 | 茂原竜巻（千葉県茂原市・富津市ほか）<br>被害の長さ 5km：幅最大 1km<br>死者 0 名、重傷者 7 名、軽傷者 72 名<br>全壊 85 棟、半壊 176 棟、一部損壊 1843 棟（千葉県）<br>（建築研究所による調査報告）<br><a href="http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/78.htm">http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/78.htm</a>   | <b>F3 (70-92m/s)</b> |
| 1999.9  | 豊橋竜巻（愛知県豊橋市・豊川市ほか）<br>被害の長さ 19km：幅最大 550m<br>死者 1 名、重傷者 14 名、軽傷者 400 名<br>全壊 40 棟、半壊 309 棟、一部損壊 1980 棟（豊橋市）  | <b>F3 (70-92m/s)</b> |
| 2002.7  | 境町竜巻（群馬県境町、埼玉県深谷市）<br>被害の長さ 5km：幅最大 100m<br>死者 0 名、重傷者 1 名、軽傷者 11 名<br>全壊 7 棟、半壊 31 棟（境町・深谷市）<br>（建築研究所による調査報告）<br><a href="http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/tatsumaki/index.pdf">http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/tatsumaki/index.pdf</a>   | <b>F2 (50-69m/s)</b> |
| 2004.6  | 佐賀竜巻（佐賀県佐賀市、鳥栖市ほか）<br>被害の長さ 8km：幅最大 300m<br>死者 0 名、重傷者 0 名、軽傷者 15 名<br>全壊 13 棟、半壊 34 棟、一部損壊 322 棟（佐賀市・鳥栖市ほか）<br>（国土技術政策総合研究所・建築研究所による調査報告）<br><a href="http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/saga-tatsumaki/index.pdf">http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/saga-tatsumaki/index.pdf</a>            | <b>F2 (50-69m/s)</b> |
| 2006.9  | 延岡竜巻（宮崎県延岡市）<br>被害の長さ 7.5km：幅最大 250m<br>死者 3 名、重傷者 3 名、軽傷者 140 名<br>全壊 71 棟、半壊 317 棟、一部損壊 599 棟<br>（建築研究所による調査報告）<br><a href="http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006taifu13/2006taifu13.pdf">http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006taifu13/2006taifu13.pdf</a> | <b>F2 (50-69m/s)</b> |
| 2006.11 | 佐呂間竜巻（北海道佐呂間町）<br>被害の長さ約 1.4km：幅約 100m～300m<br>死者 9 名、重傷者 6 名、軽傷者 25 名<br>全壊 7 棟、半壊 7 棟、一部損壊 25 棟<br>（建築研究所による調査報告）<br><a href="http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006saroma/2006saroma.pdf">http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006saroma/2006saroma.pdf</a>   | <b>F3 (70-92m/s)</b> |

2008. 5      アイオワ州トルネード（米国アイオワ州パークスバーグ）      **EF5（89m/s-）**  
死者 8 名、重軽傷者 50 名以上      （改良藤田スケールによる）  
住宅の全壊 394 棟、過半の損壊 65 棟、一部損壊 162 棟  
（建築研究所による調査報告）  
<http://www.kenken.go.jp./japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2008iowa/index.pdf>
2009. 7      美作竜巻（岡山県美作市）      **F2（50-69m/s）**  
被害の長さ約 10km  
軽傷者 2 名  
全壊 2 棟、一部損壊 72 棟  
（国土技術政策総合研究所・建築研究所による調査報告）  
<http://www.kenken.go.jp./japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/090719-okayama.pdf>
2009. 7      館林竜巻（群馬県館林市）      **F1 又は F2（33-69m/s）**  
被害の長さ約 6.5km  
全壊 25 棟、半壊 33 棟、一部破損 361 棟  
（国土技術政策総合研究所・建築研究所による調査報告）  
<http://www.kenken.go.jp./japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/090727-gunma.pdf>
-

## 参考資料 2

### 藤田スケール (F0~F12) (気象科学辞典より)

竜巻、トルネード、ダウンバースト等の風速を建築物や構造物の被害状況から簡便に推定するために、シカゴ大学の藤田哲也により 1971 年に考案された。各スケールの風速の下限値  $V$  は

$$V=6.3 (F+2)^{1.5} \text{ [m/s]}$$

で、F1 はビューフォートの風力階級の第 12 段階、F12 は音速に等しくなるように定めた。1/4 マイル (約 400m) の風程で評価された平均風速で示されている。

階級	風速	被害状況
<b>F0</b>	17~32m/s (約 15 秒間の平均風速)	テレビアンテナなどの弱い構造物が倒れる。小枝が折れ、根の浅い木が傾くことがある。非住家が壊れるかもしれない。
<b>F1</b>	33~49m/s (約 10 秒間の平均風速)	屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木の幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると、道から吹き落とされる。
<b>F2</b>	50~69m/s (約 7 秒間の平均風速)	住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、ねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、汽車が脱線することもある。
<b>F3</b>	70~92m/s (約 5 秒間の平均風速)	壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨造でもつぶれる。汽車は転覆し、自動車が持ち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半折れるか倒れるかし、また引抜かれることもある。
<b>F4</b>	93~116 m/s (約 4 秒間の平均風速) [荒廃的被害]	住屋バラバラになって辺りに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨造でもペシャンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十 m も空中飛行する。1 t 以上もある物体が降ってきて、危険この上もない。
<b>F5</b>	117~142 m/s (約 3 秒間の平均風速) [信じられない被害]	住家は跡形もなく吹き飛ばされるし、立木の皮がはぎとられてしまったりする。自動車、列車などがもち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる。