特 集

2009 年台風 18 号(Melor)による被害

2009 年台風 18 号に伴い茨城県土浦市で発生した竜巻による建築物等の被害

Damage to Buildings by F1 Tornado in Tsuchiura City, Ibaraki on October 8, 2009

奥田泰雄*1 喜々津仁密*2

Yasuo OKUDA, Hitomitsu KIKITSU

1. はじめに

2009 年 10 月 8 日 5 時頃、台風 18 号接近時に茨城県土浦市穴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 17 時）¹⁾。水戸地方気象台と東京管区気象台の現地調査報告²⁾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、気象庁は藤田スケール 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³⁾。

筆者らは、被害発生直後の同日午前中に土浦市穴塚地区に向かい現地調査を実施した。本稿では、現地調査で把握した主な建築物等の被害状況をまとめた。

2. 竜巻被害の概要

竜巻被害は土浦市穴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²⁾。現地被害調査と国際航業㈱による航空写真（口絵）⁴⁾をもとに建屋毎に強風被災度ランク⁵⁾による被害の評価を行い、土浦市穴塚地区を中心に被害分布図（図 1）をまとめた。竜巻は図の右下から左上方向に移動したとみられ、図中の点丸印の穴塚交差点付近の被害が最も激しい。

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。穴塚郵便局付近の交差点で電柱が倒壊したことにより、穴塚、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、電話の不通が約 260 件あった。

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)

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

3. 主な建築物の被害状況

3. 1 商業建築物等の被害

(1) 穴塚郵便局

穴塚交差点の北側にあった穴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（写真 1, 2）。被害箇所の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。また郵便局向かいの駐車場でも、電柱の

*1 独立行政法人建築研究所 上席研究員
Chief Research Engineer, Building Research Institute

*2 国土交通省国土技術政策総合研究所 主任研究官
Senior Researcher, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT

図1 被害分布図（土浦市茨塚地区）

写真1 郵便局の小屋組の損壊

写真3 駐車場の被害状況

写真2 郵便局の被害（国際航業株）

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3）。

（2）自動車販売店

茨塚交差点に面した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4, 5）。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6）。

写真4 シャッターの被害とタイヤ収納棚の転倒

写真5 シャッターの破損

写真6 軒先端部と壁面の仕上げ材の脱落

写真7 外壁のはく離

写真8 エントランスのガラス等の破損

写真9 エントランスの軒天井の脱落

(3) 自動二輪販売店

宋塚交差点の南側にあった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7~9)。南側に面した壁面でも、窓ガラスがほとんど破損していた。

(4) 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10~12に店舗の外壁や屋根ふき材の被害事例をそれぞれ示す。

写真10 外壁の脱落

写真13 屋根瓦の被害状況

写真11 折板屋根のめくれ

写真14 屋根瓦と野地板の被害状況

写真12 折板の底部の損傷

写真15 屋根瓦の被害状況

3. 2 住宅の被害

写真13～26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15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26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と思われる。

写真16 壁仕上げ材のはく離と脱落

写真 17 外壁仕上げ材のはく離

写真 18 室内に散乱した窓ガラスの破片

写真 19 出隅部の窓ガラスの被害

写真 20 鉄骨造の住宅の外壁パネルのはく離

写真 21 隅角部の外壁仕上げ材のはく離

写真 22 飛来物による妻面への衝突痕とアンテナの折損

写真 23 壁面と屋根への飛来物の衝突

写真24 車庫の飛散

写真27 パイプハウスの被害

写真25 カーポートの被害

写真28 ユニット型車庫の倒壊

写真26 ブロック塀の倒壊

写真29 墓石の転倒

3. 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27～31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30 電柱の折損

写真31 樹木の被害

写真32 写真20・21の住宅の屋根面の被害状況
(国際航業株)

4. 住宅の外壁のはく離・脱落のメカニズム

写真20, 21に示す住宅は鉄骨造3階建ての建築物で、北側に階段室がある。鉄骨の構造躯体と屋根面(写真32)に目立った被害はないが、3階南面の外壁パネルと2階南面の外壁仕上げ材の一部、2・3階北面の外壁仕上げ材の一部のはく離・脱落した。また、東面の開口部の窓ガラスは割れて室内に飛散していた⁹⁾。図2に示すように、南面の外壁パネルは接近する竜巻側に、北面の外壁仕上げ材は竜巻の反対方向にはく離・脱落したことになる。建築物に作用する竜巻の風圧力は以下に示す3つのケースが考えられる⁷⁾。

- (a) 中心気圧が低い竜巻が建築物に接近することで建築物の内外に圧力差が発生する
- (b) 開口部から風が吹き込み、室内圧が上昇する
- (c) 竜巻の風によって建築物の表面に風圧が発生する

今回の竜巻の回転方向を反時計回りとして、3つのケースにあてはめると図3(a)~(c)のような模式図が考えられる。建築物の南面では、(a)~(c)のどのケースでも外壁パ

ネルを外側に押す方向に風圧力が作用したことになり、南側の外壁パネルにはこれらの風圧力が複合的に作用し脱落したとも考えられる。一方、北面の外壁仕上げ材のはく離は(c)の風圧力の作用によるものと考えられる。

図2 外壁が脱落した住宅と竜巻の位置関係

図3 建築物に作用する竜巻の風圧力

5. 行政等の対応

土浦市は被災直後の午前5時20分に市職員が市役所に参集し、午前6時50分に災害対策本部を設置した。午前7時30分ごろに茨塚小学校体育館・下高津小学校体育館・茨塚町公民館を避難所として開放した。また、被災地域の各世帯の被害状況の調査を土浦市と土浦市消防本部が共同で実施し、罹災証明書の交付を行った。

茨城県⁸⁾や土浦市⁹⁾では今回の竜巻被害に関して、各種見舞金の支給、税の軽減減免措置、災害復興住宅融資等の各種融資制度の案内等、被災者に対して様々な支援を行っている。なお、被災者生活再建支援制度は、全壊が10世帯以上の市町村（または全壊が100世帯以上の都道府県）に適用されるので、今回の竜巻被害では適用されなかった。

6. まとめ

本稿では、2009年台風18号にともなって茨城県土浦市で発生した竜巻（藤田スケールF1）による建築物等の被害調査結果をまとめた。商業施設等の被害としては、郵便局の屋根小屋組構成部材の損壊のほか、自動車販売店のシャッター開口部の損傷等がみられた。また、住宅の被害事例では、屋根瓦のずれや飛散が最も多くみられ、その他の被害としては壁仕上げ材の剥離、飛来物の衝突痕、カーポートの損壊、ブロック塀の倒壊等がみられた。

外壁パネル等が剥離・脱落したメカニズムについて検討した。今後は竜巻風洞実験や数値シミュレーション等によって、被害発生メカニズムについてさらに検討する必要がある。

被災直後の行政機関の対応をまとめた。被災者生活再建支援制度は適用されなかったが、茨城県や土浦市は被災者に対して様々な支援を行っていることが分かった。

参考文献

- 1) 茨城県：平成21年台風第18号による被害状況等について（10月8日17時現在）
http://www.pref.ibaraki.jp/news/2009_10/20091008_01/index.html
- 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

- 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
- 4) 国際航業：【速報】平成21年10月8日 台風18号による茨城県土浦市の竜巻被害
http://www.kkc.co.jp/social/disaster/200910_ibaraki/index.html
- 5) 奥田泰雄・喜々津仁密・西村宏昭：強風被災度ランク、第19回風工学シンポジウム論文集、pp. 223-228、2006.12
- 6) 台風直下の竜巻3階の壁一面が吹き飛んだ、新住宅ジャーナル Vol.13, pp.22-25, 2009.12
- 7) The Tornado: An Engineering-oriented Perspective, NOAA Technical Memorandum NWS SR-147, 1993.2 (Reprint of NOAA Technical Memorandum ERL NSSL-82)
- 8) 茨城県生活環境部危機管理室：平成21年10月発生の竜巻被害に関する主な被災者支援制度の概要 2009.11.25
<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/seikan/kikikanri/topix/hisaisyasienn.htm>
- 9) 土浦市：土浦市災害復旧支援の概要（台風18号災害に伴う各種支援制度）
http://www.city.tsuchiura.lg.jp/cms/data/doc/1256514395_doc_8.pdf