

令和元年(2019年)台風第15号による建築物の 被害調査報告

構造研究グループ 奥田泰雄・中島昌一・高舘祐貴

材料研究グループ 槌本敬大・山崎義弘

国土技術政策総合研究所 喜々津仁密



I はじめに

2019年9月、国立研究開発法人建築研究所は、国土交通省国土技術政策総合研究所と共に、台風第15号に伴う強風によって被害が生じた建築物を対象に、千葉県と東京都島嶼部で現地調査を実施した。

ここでは、台風第15号の気象概要、被害統計、被害形態別の主な被害況について報告する。

Ⅱ 台風第15号の気象概要(気象庁より)

台風第15号は、2019年9月7日から8日にかけて小笠原近海から伊豆諸島付近を北上し、9日3時前に三浦半島付近を通過して東京湾を進み、5時前に強い勢力で千葉市付近に上陸した。上陸時の中心気圧は、速報値で960hPaとされている²⁾。その後、9日朝には茨城県沖に抜け、日本の東海上を北東に進んだ。台風の接近・通過に伴い、伊豆諸島や関東地方南部を中心に猛烈な風、猛烈な雨となった。

図1に台風経路と中心気圧の変化を示す。特に、千葉市で最大風速35.9m/s、最大瞬間風速57.5m/sを観測するなど、多くの地点で観測史上1位の最大風速や最大瞬間風速を観測する記録的な暴風となった。

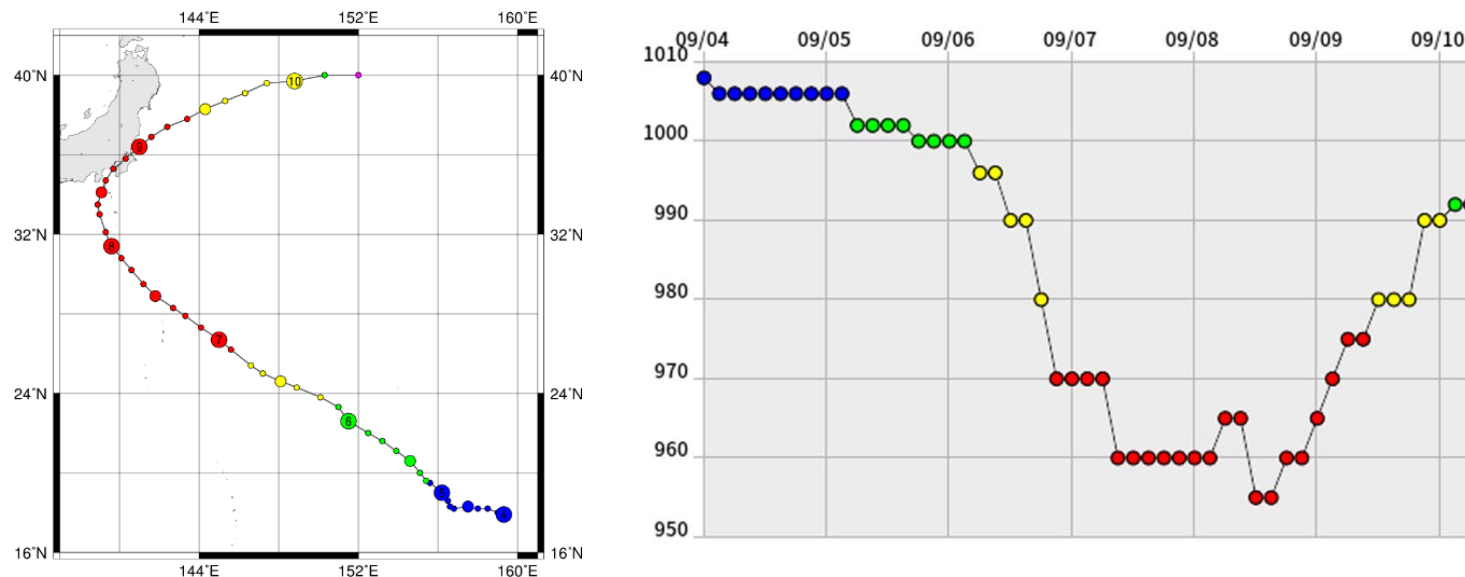


図1 台風経路と中心気圧の変化(デジタル台風より)

$$\begin{aligned}
 V_{III} &= V_0 \cdot E_r(III) && \text{： 風速} && \text{①} \\
 V_{III}' &= V_0 \cdot E_r(III) \cdot \sqrt{G_f(III)} && \text{： 瞬間風速（相当値）} && \text{②} \\
 V' &= \sqrt{\frac{q \cdot 9.8}{0.6}} && \text{： 瞬間風速（旧基準）} && \text{③} \\
 q &= \begin{cases} 60\sqrt{h} & (0 \leq h < 16) \\ 120^4\sqrt{h} & (16 \leq h) \end{cases} && && \text{④}
 \end{aligned}$$

最大風速では風速 V_{III} を超えるものとなっていない。最大瞬間風速も瞬間風速(相当値) V_{III}' と同程度もしくは瞬間風速(相当値) V_{III}' や瞬間風速(旧基準) V' よりも小さい。このように、千葉県内の観測値は建築基準法令に定める基準風速を上回るものではなかった。

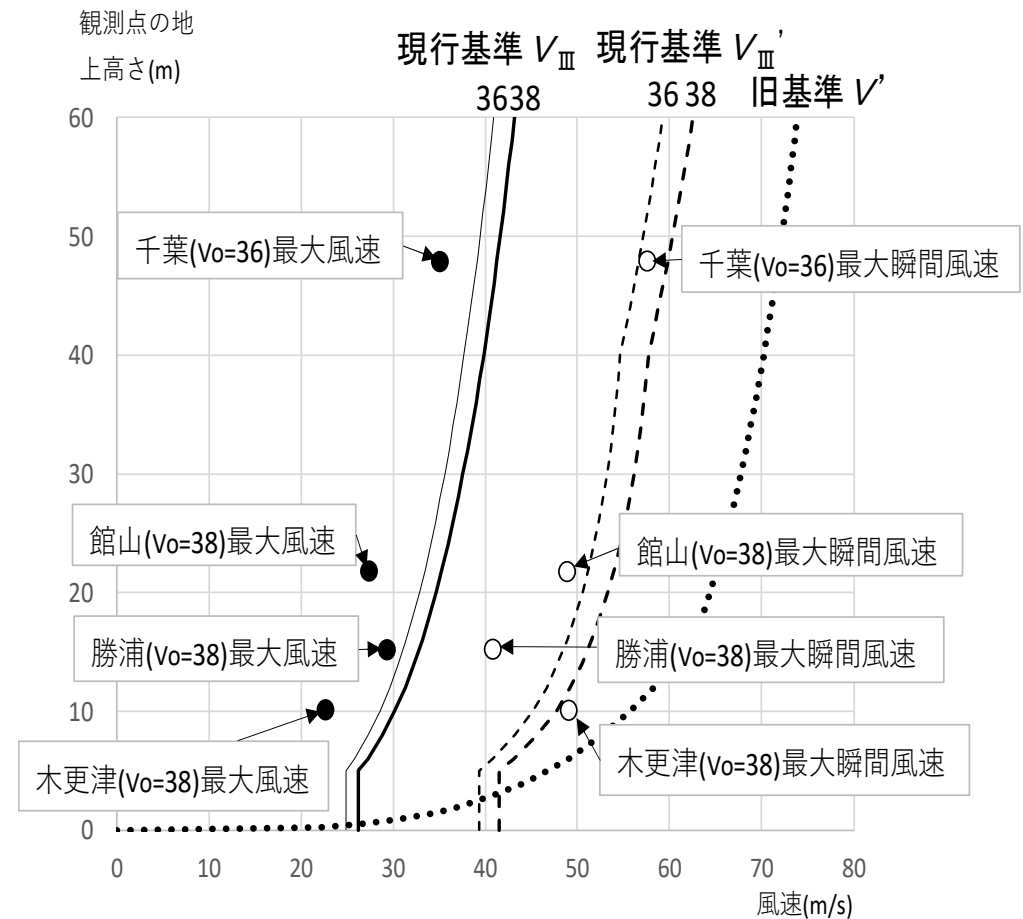


図2 千葉県内の観測値と基準風速換算値との比較

Ⅲ 被害統計

1) 内閣府・消防庁

住家の被害については、全壊棟数は全国で391棟と少なく、一部損壊棟数は**72,000棟**を超え非常に多い。一昨年の台風第21号でも全壊が全国で68棟に対し、一部損壊は97,000棟を超えている。**建物が倒壊するような被害は少なく、屋根ふき材などの外装材の被害が多いのが強風被害の特徴である。**

なお、内閣府は、以下のように被害認定基準や被害認定調査について弾力的運用を指示している。**台風第15号では一部損壊が非常に多いことから、一部損壊に対しても防災・安全交付金が支払われる。**また、台風後の降雨被害も加味して判定、被害面積の判断を柔軟に対応するなどを指示している。

都道府県名	人的被害				住家被害				
	死者	行方不明者	負傷者		全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水
			重傷	軽傷					
	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟
福島県					1			5	6
茨城県			1	24	4	84	4,705		1
栃木県				1			3		
埼玉県			1	9			15	1	
千葉県	2	2	8	74	363	3,929	62,986	34	57
東京都	1			6	12	68	1,425	13	11
神奈川県			3	10	11	76	2,665	68	32
静岡県				13		47	480		2
合計	3	2	13	137	391	4,204	72,279	121	109

表1 台風第15号による人的被害と住家被害(消防庁 令和元年12月23日現在)

2) 損害保険

令和元年12月9日現在で、総数は**40万件超**、支払保険金は**3,300億円**を超えており、今後
も増大すると思われる。一昨年の台風第21号では、支払件数が**85万件超**で支払保険金は
1兆円を超えた、一部損壊のような軽微な被害でも、件数が非常に多いため支払保険金が
1兆円を超えるような膨大な金額になるのが強風被害の特徴である。

表2 台風第15号による支払保険金(日本損害保険協会 令和元年12月9日現在)

	受付件数	支払件数	支払保険金
	件	件	千円
車両保険	40,373	35,845	20,718,012
火災保険	349,684	326,551	302,576,381
新種保険	10,566	8,511	10,831,730
合計	400,623	370,907	334,126,123

IV 主な被害状況

1) 倒壊等(1)

主に壁の少ない倉庫・車庫や小規模建築物などの非住家の倒壊や残留変形があった。



図4 木造倉庫の倒壊(鋸南町)

倒壊した木造倉庫(図4)にはアンカーボルトと断面45×90mm程度の筋かいは存在したが、筋かいの端部は釘3本で接合されているのみで、柱脚接合部もかすがいしか確認できず、接合部の外れが倒壊の要因と考えられる。



図5 鉄骨造倉庫の倒壊(鋸南町)

倒壊した鉄骨造倉庫(図5)は純ラーメン構造であり、破壊した柱脚部のベースプレートとアンカーボルトは腐食していた。



図6 木造倉庫の倒壊(南房総市)

木造倉庫がペシャンコに倒壊していた。一方、倒壊した木造倉庫の隣にあった木造住家は倒壊することなく、屋根瓦の飛散やシャッターの脱落等だけであった。

IV 主な被害状況

1) 倒壊等(2)

主に壁の少ない倉庫・車庫や小規模建築物などの非住家の倒壊や残留変形があった。



図7 小規模木造圓地区物の残留変形(鋸南町)

小規模木造建築物に残留変形を確認した(図7)。高さ約860mm建具の水平方向のゆがみ約80mmより、約5度の傾きである。



図8 外壁材が脱落した車庫(館山市)
車庫の外壁材が脱落していた(図8)。車庫が南(図8の左側)からの風圧力を受け、耐力壁がせん断変形して筋かいが座屈したとみられる。さらに、掃き出し開口右上部分の外壁材の脱落は、門形のフレームが右側にせん断変形したときに外壁材が座屈破壊したのではないかと想像される。



図9 海岸沿いに建つ2棟の木造住宅(館山市)

左側の住宅(橙色の外壁)は屋根が飛散した上、外壁の一部が飛散していた(写真4.3.64)。左側の住宅は右側の住宅より著しい腐朽と蟻害(写真4.3.65)が発生しており、これが被害を拡大させた可能性がある。なお、蟻害を受けた部材(写真4.3.66)を確認すると腐朽した部分ではない箇所に蟻害が生じていたため、イエシロアリによる食害を受けたものと考えられた。

IV 主な被害状況

2) 屋根・屋根ふき材の被害(1)

屋根の小屋組、母屋、垂木、野地板、屋根ふき材の被害があった。屋根ふき材は瓦屋根、化粧スレート、アスファルトシングル、鋼板製屋根などに被害があった。



図10 小屋組が飛散した店舗(南房総市)

木造平屋建ての店舗(図10)では、小屋組が広範囲に飛散し、屋内でも天井が落下する等の著しい被害状況であった。小屋組は店舗の北東側に落下していた。屋根材は鋼板製折板であり、短ほぞ部(ほぞ断面30mm×30mm×長さ45mm)を有する小屋束(かすがい打ち)が引き抜けていた。



図11 小屋組が飛散した木造宿泊施設(南房総市)

木造宿泊施設は海岸に面しており、図11に示すように低層の木造部分については、窓ガラスが破損し屋根が飛散していた。また、ベランダの手すりが倒れていた。



図12 小屋組が飛散した住家(南房総市)

住宅の屋根が小屋組ごと飛散し(図12)、屋根瓦の飛散も見られた。

IV 主な被害状況

2) 屋根・屋根ふき材の被害(2)

屋根の小屋組、母屋、垂木、野地板、屋根ふき材の被害があった。屋根ふき材は瓦屋根、化粧スレート、アスファルトシングル、鋼板製屋根などに被害があった。



図13 鉄骨造施設の屋根の飛散
(南房総市)

鉄骨造平屋建てであり、屋根が飛散していた(図13)が、南西に位置する開口部付近や建物周囲の外壁等の被害は見られなかった。



図14 木造住家の屋根の飛散(館山市)
海岸沿いに建つ木造2階建て住宅では、小屋組の大部分が損壊していた(図14)。小屋束が複数本残存しており、小屋束上部のほぞから横架材が抜けた状況が確認できる。一方、図14の被災した住宅の右の比較的新しいと思われる住宅では、屋根の被害は極めて軽微である。



図15 木造住家の屋根の飛散(館山市)
図15に示す海岸沿いの木造住宅は総2階建てであり、屋根の大部分が飛散し、一部の小屋組も損傷していた。この住宅については、最近空き家になっていたとの情報が寄せられた。

IV 主な被害状況

2) 屋根・屋根ふき材の被害(3)

屋根の小屋組、母屋、垂木、野地板、屋根ふき材の被害があった。屋根ふき材は瓦屋根、化粧スレート、アスファルトシングル、鋼板製屋根などに被害があった。



図16 木造住宅の屋根の飛散と外壁の被害(南房総市)

図16の住宅は小屋組の飛散だけでなく、外壁材の脱落などの被害が見られた。



図17 ガソリンスタンドのキャンピの落下(館山市)

片持ち梁構造のキャンピーを支持する3本の柱が折損し、キャンピー全体が落下していた(図17)。キャンピー上面はさびが進行していた。



図18 木造住家の屋根の飛散(館山市)

図18の屋根の飛散は切妻の片側のみであるが、図18の住宅は2階の開口部の窓ガラスが破損しており、屋根の裏面に風圧(内圧)が作用したと考えられる。

IV 主な被害状況

2) 屋根・屋根ふき材の被害(4)

屋根の小屋組、母屋、垂木、野地板、屋根ふき材の被害があった。屋根ふき材は瓦屋根、化粧スレート、アスファルトシングル、鋼板製屋根などに被害があった。



図19 図18の隣家の状況(館山市)
図18の西に隣接する住宅(図19)は、1階の掃き出し窓が割れたものの屋根は飛ばされなかった。1階の掃き出し開口は雨戸を閉めていたが、風圧力により雨戸が変形し窓ガラスが破損したとのことである。



図20 建築途中の12棟のログハウスの被害状況(館山市)

建築途中のログハウス12棟は、前述の宿泊施設Gの西側約70～80mに位置しており、約2.5m程度オーバーハングした屋根が飛散した。完成が近いと思われるログハウスのうち、被害が生じたものと軽微なもの(図20)があった。屋根のオーバーハング部分を支持する柱の留め付けは、引き寄せ金物とビスであった。



図21 屋根が飛散した海岸沿いの混構造3階建て住宅(館山市)

海岸沿いに建ち、1階をRC造、2～3階を木造とした混構造の住宅は、屋根が飛散し(図21)、海側の窓ガラスは割れ、一部の外壁材が外れ、アルミ製の後付けバルコニーが脱落していた。

IV 主な被害状況

2) 屋根・屋根ふき材の被害(5)

屋根の小屋組、母屋、垂木、野地板、屋根ふき材の被害があった。屋根ふき材は瓦屋根、化粧スレート、アスファルトシングル、鋼板製屋根などに被害があった。



図22 野地板が飛散した木造住宅
(館山市)

図22に示す平屋建ての木造住宅では、屋根の野地板が飛散した。南側のトイレの窓ガラスが割れ、その後屋根が飛散したとのことである。トイレの天井が抜けており、野地板裏面に風圧(内圧)が作用し、屋根面の外圧との合力で屋根が飛散したと考えられる。



館山市相浜地区での木造建築物の多くは屋根ふき材に粘土瓦を採用していた。寄棟屋根の一面がほぼ全面的に脱落したものの(図23)、棟瓦のみが脱落したものの(図24)、寄棟における隅棟部の瓦が脱落したものの(図25)、部分的に平瓦が破損したものの(図26)等の様々な被害の様相を呈していた。

IV 主な被害状況

3) 外壁・窓ガラス・サッシ等の被害(1)



図27 宿泊施設の外壁の脱落状況(館山市)

図27に示す鉄骨造の宿泊施設は傾斜地の中腹に立地しており、まともに受風したであろうと想像される鉄骨造の外壁が大きく脱落していた。



図28 外壁が脱落した店舗(鋸南町)
図28に示す店舗IIは海岸に面した鉄骨造3階建てであり、築約30年とのことである。2～3階部分の外壁と開口部に被害が発生し、開口部の建具が路上に脱落していた。外壁と開口部に被害が生じた結果、2～3階の店舗内に強風と雨水が吹き込み、書類等が散乱している状況であった。腐食が著しく、板厚が減少している鋼製部材を確認した。

。



図29 店舗の外壁の脱落(鋸南町)
鉄骨造2階建ての店舗の外壁が脱落しており(図29)、屋内の天井仕上げ材の被害も屋外から確認した。

IV 主な被害状況

3) 外壁・窓ガラス・サッシ等の被害(2)



図30 住宅の壁被害(神津島村)

海岸付近に建つ3階建の空き家の鉄骨造の住宅(図30)は、外壁材の飛散によって壁体内部が露出していた。壁体内部の鉄骨構造部材では、潮風による経年的な劣化と思われる腐食が見られ、木製の二次部材には腐朽が見られた。



図31 屋外に面する建具の損壊(南房総市)

鉄骨造平屋建て店舗であり、屋外に面する建具が屋外方向に変形してガラスが破損したほか(図31)、腰壁が屋外に転倒していた。屋内の天井仕上材の一部が損傷していた。



図32 鉄骨造建築物の窓ガラスの破損(館山市)

海岸沿いに建つ鉄骨造の建築物は、道路側から見ると一見無被害のように見えたが、窓越しに内部を見ると天井が脱落しており、海岸側から見ると窓ガラスが破損し(図32)、内部に風が吹き込んだことが分かる。また、塔屋の外壁材が一部脱落している(図32)。

IV 主な被害状況

3) 外壁・窓ガラス・サッシ等の被害(3)



図33 店舗建築物の破損した窓ガラス

鉄骨造の店舗Aは海沿いに位置しており、窓ガラスが、屋根付近から垂れ下がる鋼製の作業用通路が接触したと思われる箇所と海岸に面した1階部分で破損していた(図33)。窓ガラスの1階部分の鉛直方向支持スパンが他の階より長いように見られる。金属製屋根ふき材が飛散し、周囲に散乱していた。



図34 公園施設のサッシ・窓ガラスの被害

図34に示す公園施設では、海側に面した南面の外壁、窓ガラス及びサッシが破損し、軒天井にも被害が生じていた。また、隅角部に位置する装飾用のパネルが枠ごと飛散していた。



図35 妻面の全外壁材が脱落した店舗(鋸南町)

図35の店舗は、廃校となった小学校の鉄骨造体育館を改装したものである。改装時に取り付けた樹脂製外壁材は、鋼製の胴縁に取付金具を介して設置した仕組みであり、その多くが脱落していた。外壁材の脱落した割合は桁行面よりも妻面のほうが大きく、雨水が室内に侵入していた。

IV 主な被害状況

3) 外壁・窓ガラス・サッシ等の被害(4)



図36 宿泊施設の窓ガラスの破損と屋根の崩落(館山市)

図36に示す宿泊施設は、海岸段丘の上に建つ大規模な低層木造建築物である。大断面円柱状の製材を柱とし、中央にガラスカーテンウォールによる吹き抜け共有スペースが設けられていたが、吹き抜け部分の窓ガラスが破損し、屋根も崩落していた。連続して建つ平屋の宿泊室部分の屋根も飛散していたが、共有スペースを挟んで線対称の位置にも宿泊室部分があるが、その屋根は破壊されていなかった(図36の左端)。当該物件の敷地は共有スペースに向かって左奥から右手前に向かって下り傾斜となっており、右側の宿泊室部分は盛り土した敷地の上に建つため、左側のそれに比べてまともに受風したと考えられる。



図37 脱落した建具の応急復旧に向けた準備(館山市)

鉄骨造平屋建ての店舗Jでは、屋外に面する建具の脱落被害が発生し、被害調査時には応急復旧の施工準備中であった(図37)。建具製品は約2か月入荷待ちの状況とのことである。建具は鋼製支持部材(縦枠材)と約400mm間隔で接合されていた。接合部の損傷状況としては、金具からの外れ、鉄筋-金具間の溶接部破損、鉄筋-鋼製支持部材間の溶接部破損を確認した。



図38 店舗の軒天井の被害(館山市)

鉄骨造店舗はであり、エントランス直上にある軒天井の仕上げ材が、広い範囲で脱落していた(図38)。

IV 主な被害状況

3) 外壁・窓ガラス・サッシ等の被害(5)



図39 宿泊施設のエントランス部の軒天井の被害(南房総市)

宿泊施設のエントランスの軒天井が風によって広範囲にわたって破損・脱落していた(図39)。また、最上階の軒天井は隅角部に近い位置で破損していた。



図40 鉄骨造平屋建ての店舗の軒天井の被害(鋸南町)

鉄骨造平屋建ての店舗Bでは、軒天井の仕上げ材や外壁材が脱落又は飛散していた(図40)

V まとめ

国立研究開発法人建築研究所は、国土交通省国土技術政策総合研究所と共同で、台風第15号に伴う強風によって千葉県と東京都島嶼部で被害が生じた建築物等を対象に、工学的見地からの現地調査を実施した。調査から得られた被害状況等を以下にまとめる。

- ・ アメダス観測所で観測された主な最大風速値を、建築基準法令に定める基準風速値の換算値と比較した。その結果、いずれの観測地点での観測値も基準風速を超えるものではなかった。
- ・ 被害は倒壊などの全壊が非常に少なく、屋根ふき材等のはく離といった一部損壊が非常に多かった。
- ・ 被害形態別に、倒壊、屋根の被害、屋根ふき材の被害、外壁の被害などに分類し示した。
- ・ 現在、これらの被害原因を究明し、被害軽減に向けた取組を始めている。