令和 7 年 10 月 3 日

令和 7 年 9 月 5 日に静岡県牧之原市で発生した建築物等の竜巻被害現地調査報告

国土交通省国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人建築研究所

1. はじめに

令和 7 年 9 月 5 日 12 時 50 分頃、静岡県牧之原市静波から榛原郡吉田町大幡にかけて突風が発生し、鉄骨造店舗の外壁材の飛散、電柱の折損などの被害が発生した。このため、9 月 6 日から 7 日に、静岡地方気象台は、突風をもたらした現象を明らかにするため職員を気象庁機動調査班（JMA-MOT）として派遣し、現地調査を実施した。JMA-MOT による現地調査の結果、静岡県牧之原市静波（しずなみ）から榛原郡吉田町大幡（おおはた）にかけて発生した突風の種類は竜巻と認められ、その強さは風速約 75m/s と推定され、日本版改良藤田スケールで JEF3 に該当するものとされた[1]（同スケールの概要は参考資料を参照）。

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所は、上記の竜巻による建築物等の被害状況を把握することを目的に、以下のとおり静岡県牧之原市内にて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。なお、本報告における被害状況に係る記述は、現時点の学術的な調査によるものであり、自治体が発行する罹災証明における全壊や半壊の判断等には関係しない。

(1) 調査日及び調査場所

9 月 12 日(金)　静岡県牧之原市細江地区

(2) 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築品質研究官　　喜々津 仁密
国立研究開発法人建築研究所 防火研究グループ 交流研究員　　宮崎 太郎

（調査協力）

一般社団法人全日本瓦工事業連盟(全瓦連)　藤井 禎夫、松枝 康雄、村松 昇、松下 昌弘、尾島 重光

2. 気象概要[2]

9月5日、台風第15号周辺の暖かく湿った空気が流れ込んだ影響で、静岡県内では大気の状態が非常に不安定となり、活発な積乱雲が発生した。

活発な積乱雲が通過した牧之原市周辺のアメダス観測点(菊川牧之原)では、13時の1時間降水量113.5㎜を記録しており、この時間帯と竜巻被害の発生時刻が重なっている（図2.1)。また、日積算降水量（総雨量)は219.5㎜を記録した。この日の日最大1時間降水量(127.0㎜)は同観測点での観測史上第１位である。

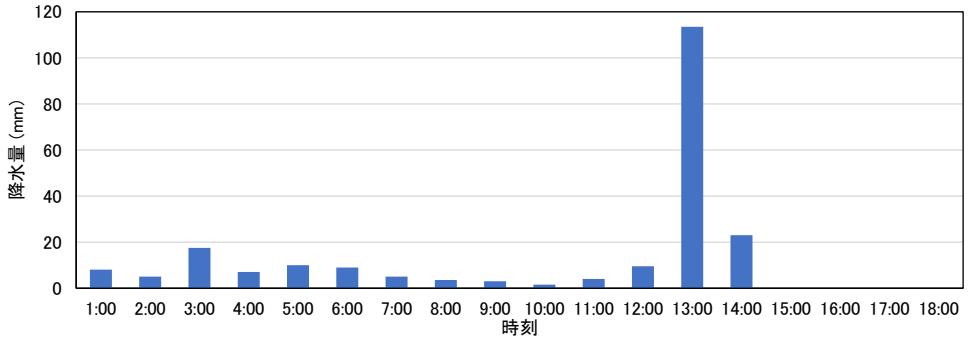

図2.1　9月5日のアメダス菊川牧之原での1時間降水量[2)]

3. 建築物等の被害状況

現地調査では、外壁材が飛散した鉄骨造建築物、住宅の屋根ふき材を中心に被害状況を確認した。以下では、3.1節に鉄骨造建築物、3.2節に屋根ふき材、3.3節にその他の被害をそれぞれ示す。

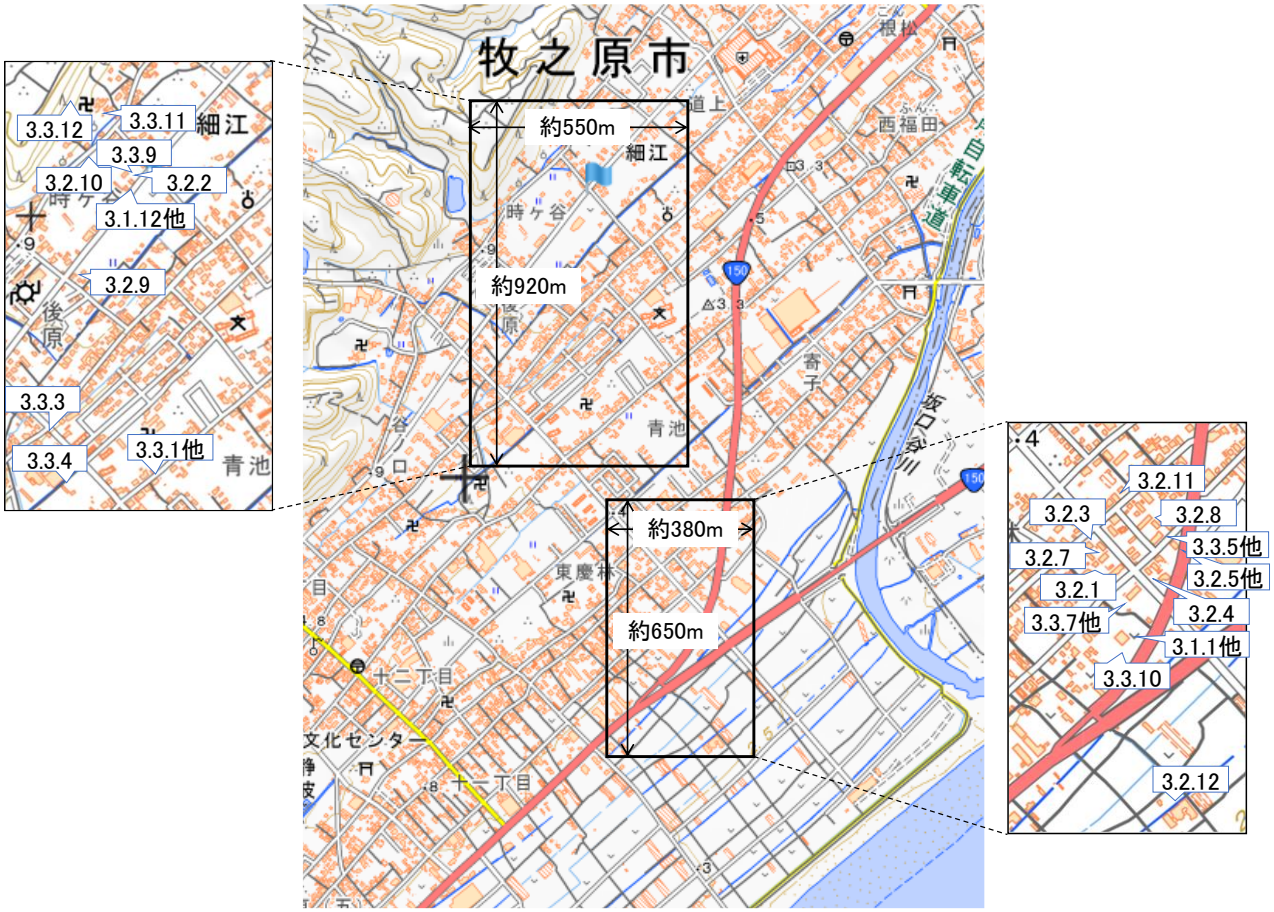

図 3.1　調査した建築物等の位置

(地理院地図(電子国土 WEB)を加工して作成。図中の距離は地理院地図の計測ツールを用いて計測し、拡大図中の数字は後掲の写真番号と対応している。)

3.1　鉄骨造建築物の被害

(1) 店舗

- 本建築物は鉄骨造2階建てであり、1990年建築である（写真3.1.1～3.1.4）。所有者によれば、建築後に外壁の塗り直しは行ったが、躯体等の改修は行っていないとのことである。
- 南西、南東、北東の各面で、1～2階の外壁被害を確認した。Google Mapsストリートビュー（各写真にリンク先を併記、2025.9.17 閲覧）での被災前の外観と比較すると、南東面は開口部のみの被害であるのに対して、南西・北東面は開口部だけでなく外壁材も飛散している。外壁材として横使いのALCパネル（厚さ約30mm、写真3.1.5）が採用されており、木製の胴縁（設置間隔約300mm、写真3.1.6）に釘留めされていた。調査した範囲では多くの釘が胴縁に残っており、ALCパネルが飛散時に釘から抜けた状況が推測される。胴縁に残っていた釘には発錆のほか、軸部の径の減少も確認された（写真3.1.7）。また、開口部のない北西面では、外壁被害は確認されなかった（写真3.1.4）。
- 2階の木製の下枠材は鉄骨梁との間でアングル材を介して緊結されていたが、アングル材から外れて面外方向に200mm程度変形していたほか、折損している部分もあった（写真3.1.8～3.1.9）。
- 2階ではサッシ枠の脱落のほか、変形も確認した（写真3.1.10）。また、比較的狭小で開口面積が小さい空間である階段室（写真3.1.11）と2階の化粧室は北西側に位置しており、被害は認められなかった。
- 被害発生時に2階の事務室にいた方の話によれば「窓ガラスが割れた直後に外壁が抜けた」、「ブラインドがあったため、割れた窓ガラスが直接身体に当たらなかった」、「被害直後に階段室に逃げた」とのことである。

写真3.1.1　店舗の外観(南西から見る)

参考:同方向からの被災前の外観はGoogle Mapsストリートビューを参照。

写真3.1.2　店舗の外観(南東から見る)

参考:同方向からの被災前の外観はGoogle Mapsストリートビューを参照。

写真 3.1.3　店舗の外観(北東から見る)

写真 3.1.4　店舗の外観(北西から見る)

参考:同方向からの被災前の外観は Google Maps ストリートビューを参照。

写真 3.1.5　ALC パネルの取付け状況

写真 3.1.6　胴縁の状況

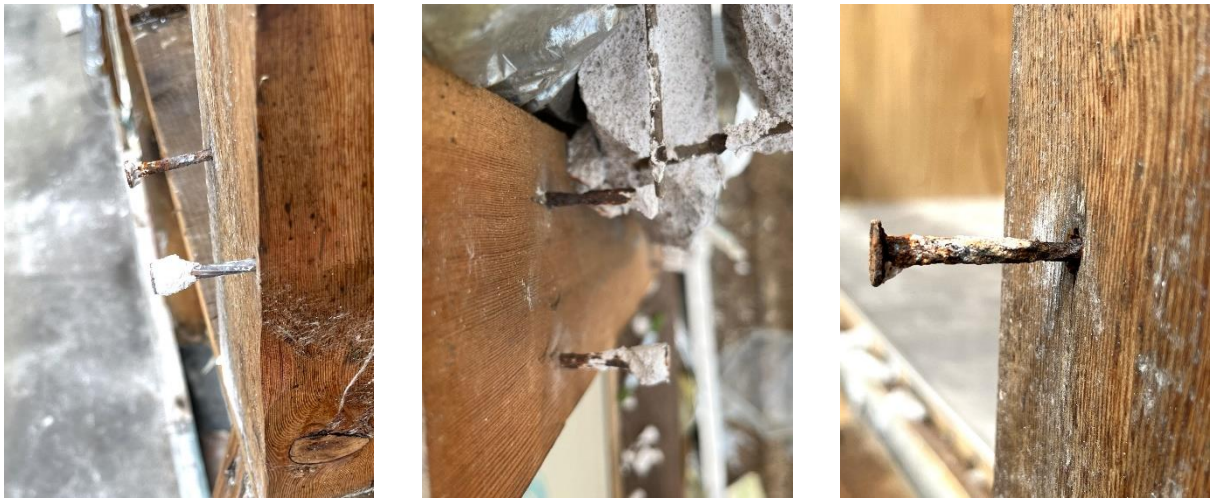

写真 3.1.7　ALC パネルを留め付けていた釘の状況

写真 3.1.8　2 階の外壁下枠材の面外変形の状況

写真 3.1.9　2 階の外壁下枠材の折損の状況

写真 3.1.10　2 階のサッシ枠の変形

写真 3.1.11　階段室の状況

(2) 集合住宅

- 本建築物は鉄骨造 2 階建てであり、賃貸情報に関するウェブサイトによれば 1991 年建築である（写真 3.1.12～3.1.13）。
- 1～2 階の外壁被害を確認した。Google Maps ストリートビュー（写真 3.1.12～3.1.13 にリンク先を併記、2025.9.17 閲覧）での被災前の外観と比較すると、被災範囲に開口部はない。窯業系サイディングによる外壁材は木製の枠材に釘打ちされていた（写真 3.1.14）。
- 写真 3.1.12 から飛散した外壁と同じ室の窓ガラスの損壊が確認でき、写真 3.1.15 から天井材の落下等の内装材の被害も確認した。また、粘土瓦も広範囲に脱落していた。

写真 3.1.12　集合住宅の外観(南から見る)
参考:同方向からの被災前の外観は Google Maps ストリートビューを参照。

写真 3.1.13　集合住宅の外観(東から見る)
参考:同方向からの被災前の外観は Google Maps ストリートビューを参照。

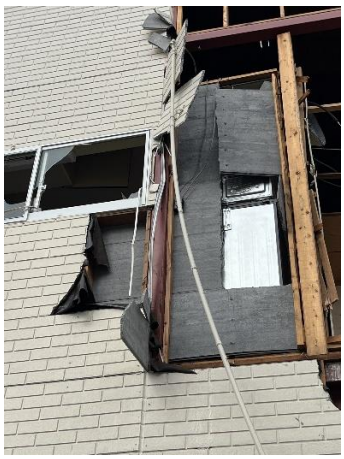

写真 3.1.14　外壁の被害状況（南西から見る）

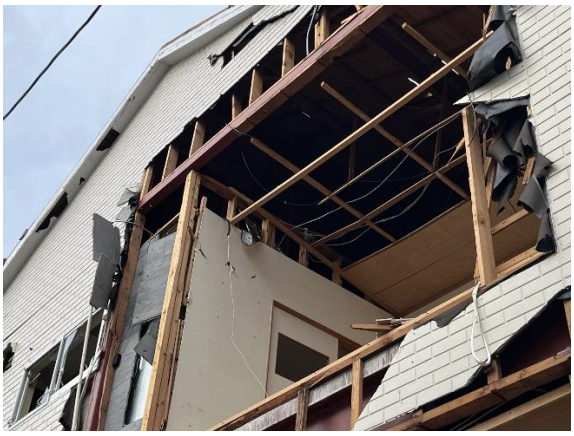

写真 3.1.15　屋内の状況（南西から見る）

3.2　屋根ふき材の被害

(1) 粘土瓦

2001 年に発行された「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」[3]に従った工法（以下、ガイドライン工法）に該当すると判断される粘土瓦とそれ以外の粘土瓦について、それぞれ以下にまとめる。

a) ガイドライン工法に該当する粘土瓦

- ガイドライン工法に該当すると判断される粘土瓦が葺かれた屋根を複数確認した。そのうち写真 3.2.1 の屋根は、南側平部の約半分の範囲で瓦が脱落していた。また、写真 3.2.2 の住宅は新築中のものと思われ、広い範囲で脱落や浮き上がりを確認した。いずれの事例も釘留めされていることが、全瓦連の同行者の外観目視によって確認されている。写真 3.2.3 に示す屋根については、被害が生じていない側の袖瓦は 2 点緊結されているが、その反対側で袖瓦の飛散被害を確認した。なお、ガイドライン工法に該当する粘土瓦の脱落については、令和元年に千葉県市原市で発生した竜巻でも確認している[4]。
- 一方、外観上、風圧による浮き上がりや脱落が認められない屋根も確認した（写真 3.2.4）。軒先の部分的な養生範囲は飛来物による損傷箇所と思われる。

b) ガイドライン工法に該当しない粘土瓦

- ガイドライン工法に該当しないと判断される粘土瓦の被害も複数確認した。写真 3.2.5～3.2.6 の瓦は 2 階建て集合住宅の屋根から敷地内に落下していた。賃貸情報に関するウェブサイトによれば、この住

宅はガイドライン発行前の 1998 年建築である。桟瓦には緊結の痕跡は確認できなかったが、落下した棟瓦を確認したところ 2 本のパッキン付きステンレス鋼製スクリュー釘（長さ 75㎜）で下地に緊結されていたものと推測される。

・ 写真 3.2.7 は、のし瓦積み棟の脱落被害例である。また、写真 3.2.8 は棟部がブルーシートで養生されていることから、棟部に被害が生じているものと推測される。近隣の敷地内にこの瓦と同色の瓦の破片が落下していることも確認した。

写真 3.2.1　桟瓦の飛散状況

写真 3.2.2　桟瓦の飛散状況

写真 3.2.3　袖瓦の飛散状況

写真 3.2.4　脱落等被害のない粘土瓦の状況

写真 3.2.5　脱落した棟瓦

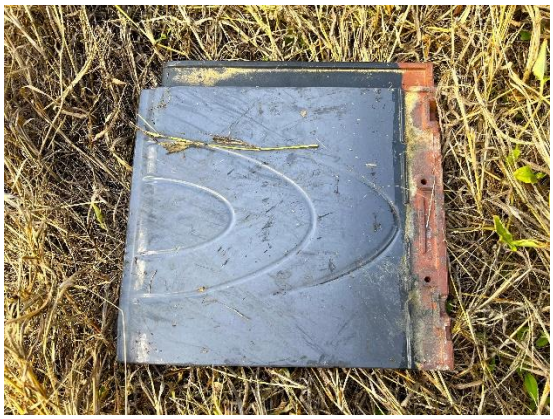

写真 3.2.6　脱落した桟瓦

写真 3.2.7　棟瓦等の脱落状況

写真 3.2.8　棟部が養生された瓦屋根

(2) その他の屋根ふき材

・ 粘土瓦以外の屋根ふき材の被害として、住宅屋根用化粧スレート（写真 3.2.9）、金属板の役物（棟包み）のはく離（写真 3.2.10）、厚形スレートの棟部の被害（写真 3.2.11）を確認した。写真 3.2.10 の住宅は外壁と開口部の養生状況から、飛来物による衝突もあったものと推測される。

・ 銅板を板金加工したと思われる寺社の屋根ふき材には、外観上、脱落等の被害は確認されなかった（写真 3.2.12）。

写真 3.2.9　住宅屋根用化粧スレートの被害

写真 3.2.10　金属板の役物の被害

写真 3.2.11　厚形スレートの状況

写真 3.2.12　寺社の屋根ふき材の状況

3.3　その他の被害

(1) 木造小屋組

・ 写真 3.3.1 に示す 2 階建て木造住宅は築 40 年以上である。2 階の屋根において小屋組構成部材のうち垂木が飛散し、母屋が小屋束から引き抜けて部分的に脱落している状況を確認した（写真 3.3.2）。外観上、軒先や小屋束上端に金物による接合状況は確認できなかった。また、2 階の窓ガラスも破損しており、被害発生時に在宅されていた居住者の話によれば「窓ガラスが先に割れてから屋根が飛んだ」とのことである。

・ このほか、小屋組が損壊したと思われる屋根の事例も確認した（例えば、写真 3.3.3～3.3.4）。

写真 3.3.1　小屋組が飛散した住宅の外観

写真 3.3.2　小屋組の状況

写真 3.3.3　小屋組が損壊したと思われる住宅

写真 3.3.4　小屋組が損壊したと思われる集合住宅

(2) 軒天井

・ 複数の集合住宅の外廊下やベランダにおいて、軒天井の脱落等被害を確認した（写真 3.3.5～3.3.7）。写真 3.3.5 と写真 3.3.6 は同一の集合住宅であり、写真 3.3.5 に示す南東側の軒天井では、風圧によって上方に押された結果、天井裏の鋼製部材が天井材を貫通した痕を確認した。なお、写真 3.3.7 の集合住宅では、写真 3.3.8 に示すように外壁がブルーシートで養生されていたことから、この外壁にもはく離等の被害が生じていた可能性がある。

写真 3.3.5　軒天井の損傷状況（南東から見る）

写真 3.3.6　軒天井の損傷状況（北西から見る）

写真 3.3.7　軒天井の損傷状況（南東から見る）

写真 3.3.8　写真 3.3.7 の集合住宅での外壁の養生状況（北東から見る）

(3) (1)～(2)以外の被害

・ 建築物以外の被害として、屋根上に設置された太陽光発電パネルの飛来物による衝突痕(写真 3.3.9)、乗用車のフロントガラスの飛来物による衝突痕（写真 3.3.10)、石灯籠の倒壊（写真 3.3.11)、多数の樹木の折損（写真 3.3.12）を確認した。

写真 3.3.9　屋根上の太陽光発電パネルの飛来物による衝突痕

写真 3.3.10　フロントガラスの飛来物による衝突痕

写真 3.3.11　石灯籠の倒壊

写真 3.3.12　樹木の折損状況

4. まとめ

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所は、台風第 15 号周辺での活発な積乱雲の通過に伴い発生した竜巻によって被害が生じた建築物等を対象に、静岡県牧之原市内で現地調査を実施した。以下に現地調査の結果を示す。

- 鉄骨造の店舗や集合住宅において、外壁材や窓ガラスの損壊を確認した。外壁材として店舗では ALC パネル、集合住宅では窯業系サイディングが採用されており、いずれも木製の下地との間の釘留め部から抜けて飛散していた。また、外壁材を支持する胴縁や下枠材の面外変形・折損、サッシ枠の脱落・変形も確認した。なお、店舗において、階段室や化粧室のような比較的狭小で開口面積が小さい空間の被害は確認されなかった。
- 粘土瓦について、ガイドライン工法に該当しない事例では、緊結不足によると思われる広範囲の脱落を確認した。ガイドライン工法に該当する事例でも一部で脱落や浮き上がりが発生していたが、被害がないものも確認した。また、住宅屋根用化粧スレートや金属板の役物のはく離等の被害を確認した。
- 木造住宅では小屋組の垂木や母屋の飛散、複数の集合住宅では軒天井の被害を確認した。さらに、太陽光パネルや乗用車のガラスの破損、石灯籠の倒壊、樹木の折損など、建築物以外の被害も確認した。

最後に、今回の竜巻により被害にあわれた方々に心よりお見舞いを申し上げます。

謝辞

本調査を実施するにあたり、静岡県くらし・環境部建築住宅局建築安全推進課、牧之原市都市住宅課の関係各位にご協力を頂きました。被災された建築物の関係者の皆様には、被害状況等のヒアリングにご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。なお、本調査は科研費（課題番号 24K01034）の助成を受けて実施しました。

参考文献

1) 気象庁東京管区気象台：令和７年９月５日に静岡県牧之原市、掛川市及び吉田町で発生した突風について～気象庁機動調査班による現地調査の報告～，2025 年 9 月 8 日
https://www.jma-net.go.jp/shizuoka/shosai/info/pdf/2025090803_houdou.pdf（2025.9.17 閲覧）
2) 気象庁：過去の気象データ検索
https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php（2025.9.17 閲覧）

3) 全日本陶器瓦工業組合連合会ほか：瓦屋根標準設計・施工ガイドライン，2001 年
4) 国土技術政策総合研究所・建築研究所：令和元年 10 月 12 日に千葉県市原市で発生した建築物等の竜巻被害 現地調査報告，令和元年 12 月 19 日
https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R1/taihu19_2.pdf（2025.9.17 閲覧）

（参考資料）日本版改良藤田スケールの概要

気象庁ホームページより引用
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/toppuu/tornado1-2-2.html（2025.9.17 閲覧）

突風の強さ（風速）の評定には、被害の状況から風速を評定できる「藤田(F)スケール」が世界で広く用いられています。しかし、藤田スケールは米国で考案されたものであり、日本の建築物等の被害に対応していないこと、評定に用いることのできる被害の指標が９種類と限られていること、幅を持った大まかな風速しか評定できないこと等の課題がありました。気象庁では、この藤田スケールを改良し、より精度良く突風の風速を評定することができる「日本版改良藤田スケール(ＪＥＦスケール)」を平成 27 年 12 月に策定し、平成 28 年 4 月より突風調査に使用しています。

○ 日本版改良藤田スケールを用いた評定

突風による被害の状況を、被害指標（何が）と被害度（どうなった）に当てはめることにより、従来の藤田スケールに比べ、風速を絞り込んで評定することができます。

○ 日本版改良藤田スケールにおける階級と風速の関係

階級	風速の範囲（３秒平均）	主な被害の状況（参考）
ＪＥＦ０	25～38m/s	・木造の住宅において、目視でわかる程度の被害、飛散物による窓ガラスの損壊が発生する。比較的狭い範囲の屋根ふき材が浮き上がったり、はく離する。 ・園芸施設において、被覆材（ビニルなど）がはく離する。パイプハウスの鋼管が変形したり、倒壊する。 ・物置が移動したり、横転する。 ・自動販売機が横転する。 ・コンクリートブロック塀（鉄筋なし）の一部が損壊したり、大部分が倒壊する。 ・樹木の枝（直径 2cm～8cm）が折れたり、広葉樹（腐朽有り）の幹が折損する。
ＪＥＦ１	39～52m/s	・木造の住宅において、比較的広い範囲の屋根ふき材が浮き上がったり、はく離する。屋根の軒先又は野地板が破損したり、飛散する。 ・園芸施設において、多くの地域でプラスチックハウスの構造部材が変形したり、倒壊する。 ・軽自動車や普通自動車（コンパクトカー）が横転する。 ・通常走行中の鉄道車両が転覆する。 ・地上広告板の柱が傾斜したり、変形する。 ・道路交通標識の支柱が傾倒したり、倒壊する。 ・コンクリートブロック塀（鉄筋あり）が損壊したり、倒壊する。 ・樹木が根返りしたり、針葉樹の幹が折損する。
ＪＥＦ２	53～66m/s	・木造の住宅において、上部構造の変形に伴い壁が損傷（ゆがみ、ひび割れ等）する。また、小屋組の構成部材が損壊したり、飛散する。 ・鉄骨造倉庫において、屋根ふき材が浮き上がったり、飛散する。 ・普通自動車（ワンボックス）や大型自動車が横転する。 ・鉄筋コンクリート製の電柱が折損する。 ・カーポートの骨組が傾斜したり、倒壊する。 ・コンクリートブロック塀（控壁のあるもの）の大部分が倒壊する。 ・広葉樹の幹が折損する。 ・墓石の棹石が転倒したり、ずれたりする。
ＪＥＦ３	67～80m/s	・木造の住宅において、上部構造が著しく変形したり、倒壊する。 ・鉄骨系プレハブ住宅において、屋根の軒先又は野地板が破損したり飛散する、もしくは外壁材が変形したり、浮き上がる。 ・鉄筋コンクリート造の集合住宅において、風圧によってベランダ等の手すりが比較的広い範囲で変形する。 ・工場や倉庫の大規模な庇において、比較的狭い範囲で屋根ふき材がはく離したり、脱落する。 ・鉄骨造倉庫において、外壁材が浮き上がったり、飛散する。 ・アスファルトがはく離・飛散する。
ＪＥＦ４	81～94m/s	・工場や倉庫の大規模な庇において、比較的広い範囲で屋根ふき材がはく離したり、脱落する。
ＪＥＦ５	95m/s～	・鉄骨系プレハブ住宅や鉄骨造の倉庫において、上部構造が著しく変形したり、倒壊する。 ・鉄筋コンクリート造の集合住宅において、風圧によってベランダ等の手すりが著しく変形したり、脱落する。