

竜巻講演会 ～竜巻の研究と防災， 5月6日の災害をふまえて～

現地調査：
竜巻による建築物の被害形態について

平成24年6月30日

独立行政法人建築研究所

喜々津 仁密

発表のながれ

1. 竜巻による建築物等の被害と調査の概要
(建築研究所・国土技術政策総合研究所の共同実施)
2. 建築物の主な被害形態
3. 竜巻発生装置を活用した実験的研究の展開

竜巻による建築物等の被害の概要

- 平成24年5月6日12時35分頃に発生した竜巻により、茨城県つくば市の北条地区、大砂地区及び筑波北部工業団地を中心に建築物等の被害が発生した。
- 気象庁の発表によると、つくば市内で発生した竜巻による突風の強さはフジタスケールでF3と推定されている。
- 竜巻による茨城県内の人的・住家被害は以下の通りである。

人的被害(人)			住家被害(棟)			
死者	負傷者		全壊	半壊	一部破損	計
	重傷	軽傷				
1	0	42	76	160	562	798

(消防庁調べ・6月13日現在)

過去の被害事例との比較 (気象庁 竜巻等の突風データベースより)

発生年月	発生場所	竜巻規模			人的被害 (人)		住家被害 (棟)	
		Fスケール	被害幅 (m)	被害長 (km)	死亡	負傷	全壊	半壊・一部損壊
2004.06	佐賀県佐賀市	F2	200-400	8.0	0	15	15	330
2005.12	山形県酒田市	F1	100	9.0	5	33	0	4
2006.09	宮崎県延岡市	F2	150-300	7.5	3	143	79	1,101
2006.11	北海道佐呂間町	F3	100-300	1.4	9	31	43	66
2009.07	岡山県美作市	F2	200	6.0	0	2	2	76
2009.07	群馬県館林市	F1 - F2	50	6.5	0	21	14	310
2009.10	茨城県土浦市	F1	200-300	2.8	0	2	1	105
	茨城県利根町	F1	100-200	6.0	0	4	0	121
	千葉県九十九里町	F1	20-30	1.6-1.7	0	0	1	36
2011.11	鹿児島県徳之島町	F2	100	0.6	3	0	1	0
2012.05	茨城県つくば市他	F3	500	17	1	37	76	半壊158
	茨城県筑西市他	F1	600	21	0	3	0	半壊1
	栃木県真岡市他	F1 - F2	650	32	0	12	13	半壊35
	福島県会津美里町	F0	300	2	0	0	0	半壊0

建築研究所と国土技術政策総合研究所が実施した 現地調査範囲（5月6日～7日）



現地調査で確認した主な被害形態

1. 建築物の構造躯体

- ① 木造建築物の上部構造の転倒・倒壊・移動
- ② 木造建築物の小屋組の破壊・飛散
- ③ 鉄骨造建築物の残留変形又は転倒

2. 建築物の外装材等

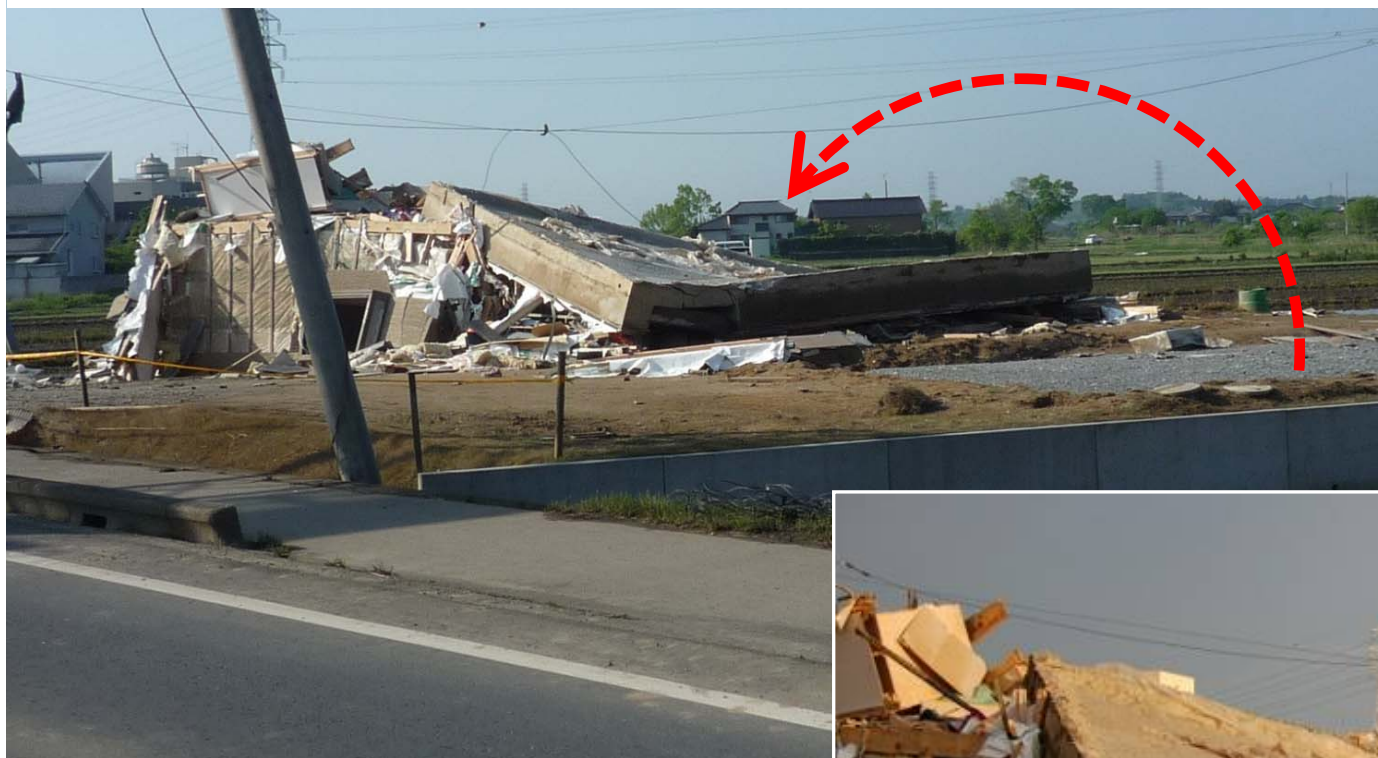
- ① 木造建築物の屋根ふき材の飛散
- ② 鉄骨造建築物のガラスの損傷・屋根ふき材の飛散
- ③ 鉄筋コンクリート(RC)造建築物の開口部・建具の損壊
- ④ 飛来物の衝突による被害

3. その他

- ① 塀の倒壊
- ② 電柱の折損・傾斜
- ③ 樹木の折損
- ④ 乗用車の横転

赤字の被害形態の例を
以下に紹介する。

主な被害形態（①木造建築物の転倒）



べた基礎の底面が地盤から離れ、上部構造とともに完全に裏返しになっていた。過去の建研/国総研の被害調査ではみられなかった被害形態である。



主な被害形態（②木造小屋組の破壊・飛散）

木造小屋組の破壊・飛散は竜巻による典型的な被害形態であり、今回の調査でも多く確認された。



切妻屋根



寄棟屋根



片流れ屋根

主な被害形態（③RC造建築物の開口部・建具の損壊）



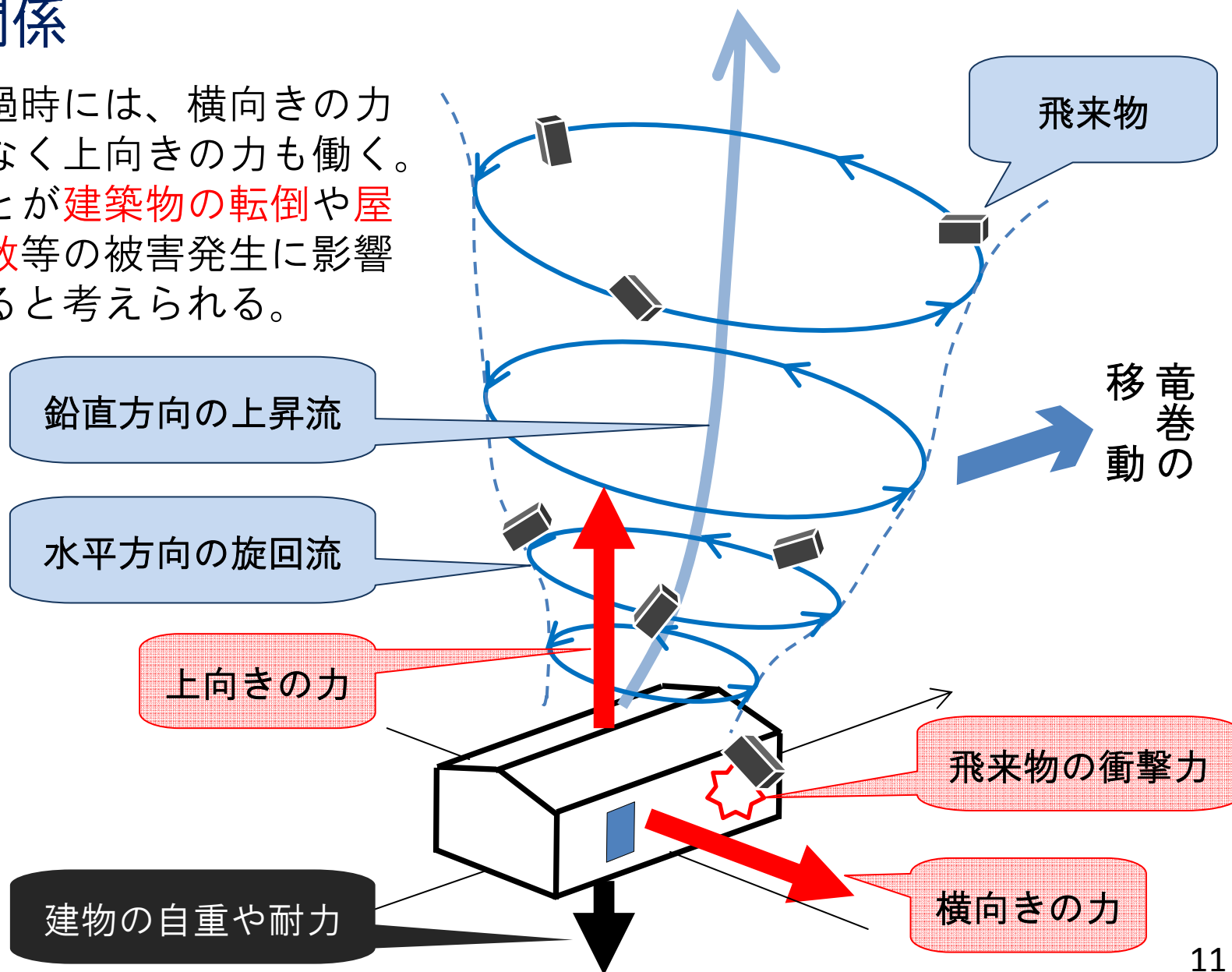
5階建て集合住宅の南側の窓ガラス、サッシの枠、ベランダの手すり等が損壊した。

主な被害形態（④飛来物による衝突その他の被害）



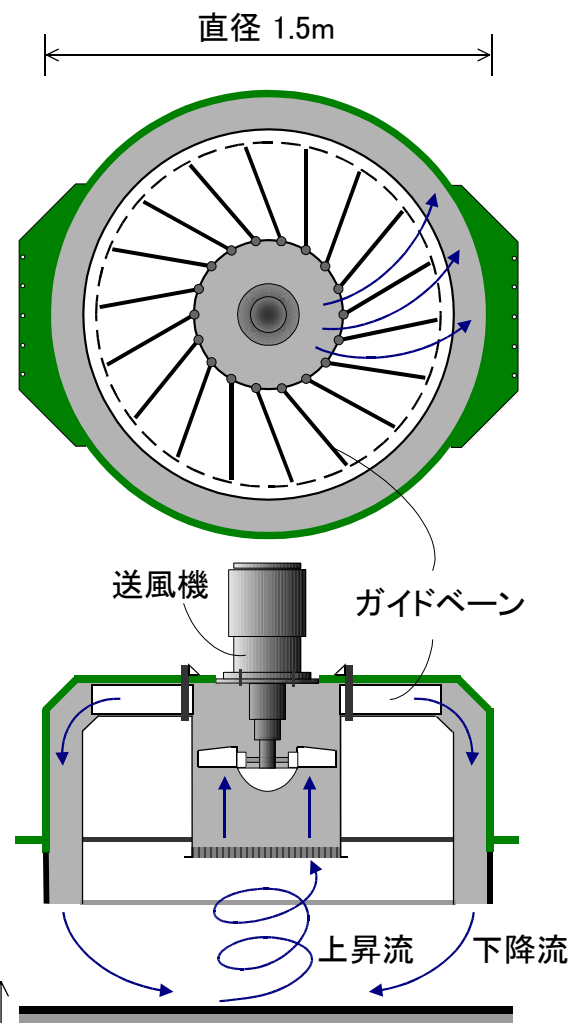
竜巻通過時に建築物に作用する力と被害発生メカニズムとの関係

竜巻通過時には、横向きだけでなく上向きの方も働く。このことが**建築物の転倒**や**屋根の飛散**等の被害発生に影響していると考えられる。



竜巻発生装置を活用した実験的研究の展開

この装置で実際の竜巻に近い非定常な旋回流と上昇流を再現して、竜巻による力の特性や飛散物の挙動を実験的に把握する。



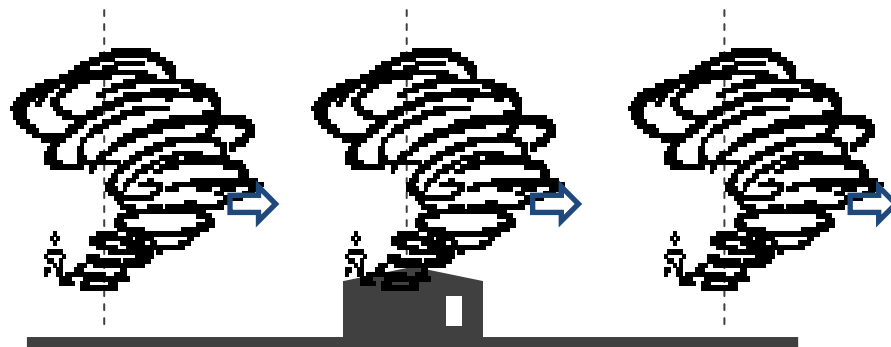
科学研究費補助金課題(実施期間：平21～23年度)の援助を受けて建築研究所・国土技術政策総合研究所・東京大学・京都大学防災研究所が共同で設計・製作し、平成21年度に建築研究所に設置。

鉛直方向の上昇流

水平方向の旋回流

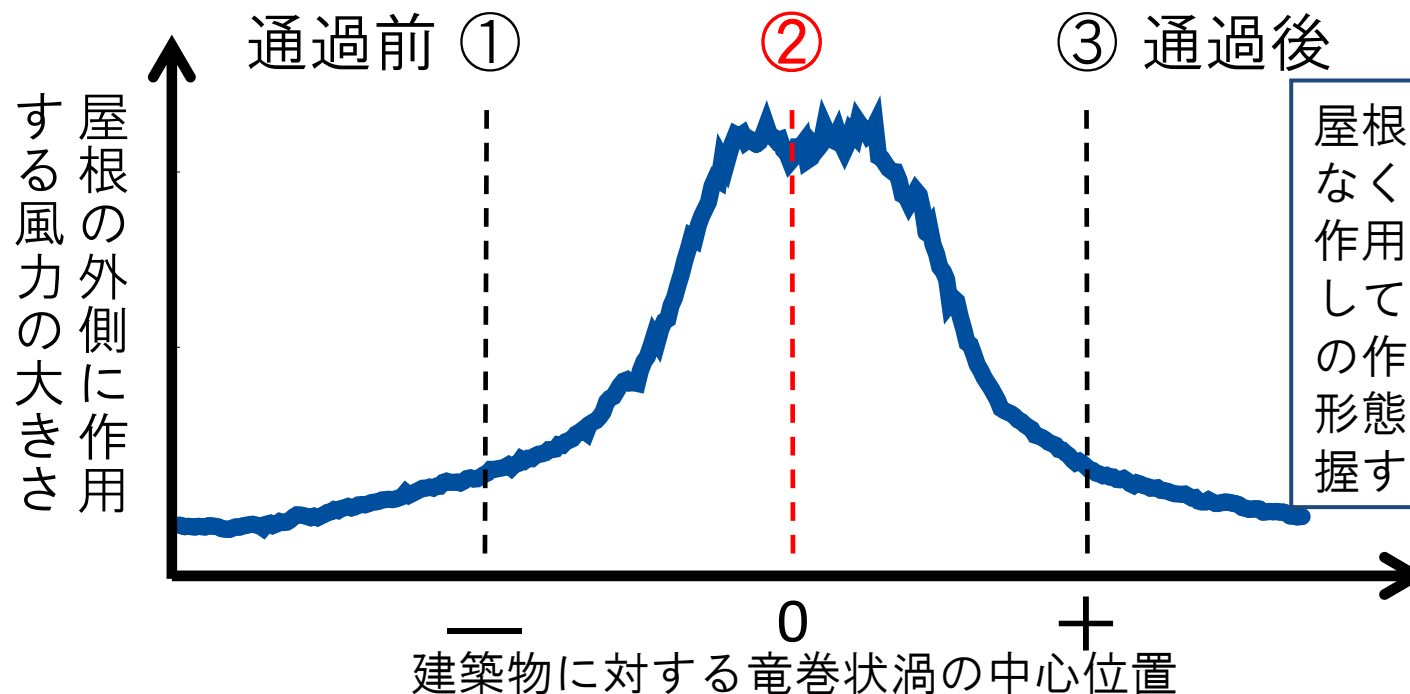


竜巻通過時に低層建築物に作用する風力の測定



真上を通過中

低層建築物模型を用いた
風圧実験結果の一例



屋根の外側だけでなく外壁や室内に作用する力も測定して、あらゆる力の作用形態と被害形態との関係を把握する。

現地調査のまとめと今後の調査研究の展開

- 国土技術政策総合研究所と建築研究所では、5月6日に茨城県つくば市で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。
建築物の**構造躯体の被害**としては、木造建築物の上部構造の倒壊、移動や小屋組の飛散がみられた。また、**外装材等の被害**としては、木造建築物の屋根ふき材の飛散、鉄骨造建築物の渡り廊下等でのガラスの損傷、鉄筋コンクリート造集合住宅の窓ガラスやベランダ手すりの損壊、突風による飛来物の衝突による被害がみられた。
- 現地調査では、典型的な竜巻による被害形態も多数みられたが、その一方で我々が過去に実施した調査ではみられなかった被害形態も明らかになった。これらの**被害発生メカニズムの解明**と**被害の軽減手法の検討**が新たな研究課題である。
- 竜巻の中心付近が通過する際には、横向きだけでなく、鉛直上向きの力も同時に作用する。これらの力の作用メカニズムと被害発生メカニズムの解明に当たっては、**竜巻発生装置を活用した実験**が有力な手段となる。

建築研究所・国土技術政策総合研究所による公表資料

建築研究所 竜巻

検索 

- 被害調査速報（5月8日公表）
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2012tsukuba/120506-tsukuba.pdf>
- 被害調査速報・英語版（5月25日公表）
http://www.kenken.go.jp/english/contents/activities/other/pdf/120522tornado_quick_report_eng_final.pdf
- 転倒した木造建築物に作用した風速の推定について（6月19日公表）
http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2012tsukuba/201205-fuusoku_suitei.pdf