

外装材の飛来物耐衝撃性能試験法の開発



建築研究部 建築災害対策研究官 (博士(工学)) 奥田 泰雄
 基準認証システム研究室 主任研究官 (博士(工学)) 壁谷澤 寿一

(キーワード) 飛来物、外装材、衝撃性能、竜巻

1. はじめに

竜巻や台風等突風などの強風による建築物の被害には外装材の被害が多く、風圧力の作用による被害だけでなく、強風で巻き上げられた飛来物の衝突による被害も多いことが知られている。これまで我が国では、外装材の耐風性能は耐風圧に関してのみ評価されており、飛来物に対する耐衝撃性能に関する評価方法がみあたらない。一方、アメリカ合衆国の規基準やISO規格では、建築物の外壁材や開口部におけるガラスの耐衝撃性能試験方法が示されており、鋼球やサイズの異なる木片等を高速で試験体に衝突させる衝撃試験や、衝撃試験後に繰り返し圧力荷荷により強風下の耐衝撃性能を評価するとしている。

そこで国土技術政策総合研究所では、総合技術開発プロジェクト「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」（平成25～28年度）の1課題である「竜巻対策の技術開発」として、外装材の飛来物耐衝撃性能試験法の検討を開始した。本研究の目的は、わが国で基準が定められていない外装材の飛来物耐衝撃性能に関する試験法を開発することである。

2. 建築物の強風災害に対する要求性能

表1に示すように、災害に対する要求性能から、建築物を5区分（危険物を貯蔵又は使用する施設、災害拠点建築物、避難所等、多数者利用施設、その他）に分類し、建築物や施設の概要や事例、外力の種別と大きさ、要求される性能を示した。

災害拠点建築物（庁舎、警察署、消防関連施設、病院、自衛隊関連施設など）の要求性能は、平成6年国土交通省告示第2379号「国家機関の建築物及びその附帯施設の位置、規模及び構造に関する規準」や官庁施設の総合耐震・対津波規格基準を参考に、

表1 災害拠点建築物等の種類と竜巻および台風等に対し要求される性能

名称	建築物等の種類		対象となる事象と外力	要求される性能
	概要	例		
I 危険物を貯蔵又は使用する施設	被災し機能停止する（危険物の漏洩を含む）と周辺地域に甚大な影響を及ぼすおそれのある施設	原子力発電所、石油プラント	F4竜巻および最大級の台風等における飛来物による衝撃や風圧力	施設の機能継続
II 災害拠点建築物	災害時および災害直後に機能継続が要求される施設	警察署、消防関連施設、病院、庁舎、自衛隊関連施設、データセンター	F3竜巻および極めて稀に生じる強風等における飛来物による衝撃や風圧力	人命の安全確保 施設の機能継続
III 避難所等	避難所として位置づけられた施設その他これに類する施設	学校、体育館、集会場、ホテル	F2竜巻および極めて稀に生じる強風等における飛来物による衝撃や風圧力	人命の安全確保
IV 多数者利用施設	不特定多数の人が集まる施設	デパート、スタジアム	F2竜巻および稀に生じる強風等における飛来物による衝撃や風圧力	人命の安全確保
V その他		住宅	稀に生じる強風等における飛来物による衝撃や風圧力	人命の安全確保

注) 表中のF2～F4は藤田スケールを示す。

「人命の安全確保だけでなく災害時に必要とされる災害拠点建築物の機能を発揮すること」であるとした。このときの風外力の大きさは、台風では建築基準法での限界耐力計算で用いられる最大級の強風（再現期間500年相当）とし、竜巻ではF3（藤田スケール3）とした。わが国の近年の竜巻では、茂原（1990）、豊橋（1999）、佐呂間（2006）、つくば（2012）などのF3クラスが最大級である。

原子力発電所や石油プラントなどのように、危険物を貯蔵又は使用する施設は、被災し一旦機能が停止すると、周辺地域に甚大な影響を及ぼすおそれが

あり、施設の機能継続性に関しては、災害拠点建築物以上の性能が要求される。そこで、危険物を貯蔵又は使用する施設では、災害拠点建築物の場合よりも大きな外力レベルを設定し、竜巻ではF4、台風では再現期間1000年相当の強風とした。

避難所等は、災害拠点建築物と同等の施設の機能継続性は要求されないが、施設内の人命の安全確保については災害拠点建築物と同等の性能が要求される。そこで、避難所等では、災害拠点建築物と同等の外力レベルを設定し、台風では建築基準法で定める最大級（極稀に発生する強風、再現期間500年相当）の強風とした。ただし、竜巻では、建築物1棟あたりの被災確率も考慮し、F2クラスの竜巻を対象とした。

デパートやスタジアムなどのように、不特定多数の人が集まる施設では、施設内の人命の安全確保が要求される。ただし、台風時は事前に台風情報が気象庁から出されるため、稀に生じる強風時にはその施設を使用することはないと考えられる。従って、竜巻等の突風による飛来物と風圧力に対して施設内の人命の安全確保が要求され、台風に関しては、建築基準法で定める強風（稀に発生する強風）による飛来物と風圧力について構造耐力上安全であることが要求されることとした。

住宅等は、建築基準法で定める強風（稀に発生する強風）とそれに伴う飛来物に対し、室内の人命の安全確保が要求されることとし、竜巻等の突風に対する影響までは考慮しなくて良いこととした。

3. 災害拠点建築物等の外装材の飛来物耐衝撃性能

災害拠点建築物等の外装材の飛来物耐衝撃性能は、「災害時に必要とされる災害拠点建築物等の要求性能を発揮するうえで支障となる外装材の損傷がないこと」とする。具体的には、表1に示す要求性能を発揮するために、外装材には以下の性能が求められる。

(1) 想定される竜巻等突風や台風による飛来物が室内に貫通しないように外装材が防御すること。ただし外装材の室内側に顕著な損傷がなければ外装材の室外側等の損傷は許容される。顕著な損傷とは、外装材の損傷後室内に風雨等が吹き込み室内での活動

等に支障となる損傷をさす。

(2) 台風時には、飛来物で損傷を受けた外装材が、所定の風圧力の作用に対して、損傷が進展し一定以上の大きさの開口にならないこと。

4. 飛来物耐衝撃性能試験

飛来物耐衝撃性能試験は、図1に示すような試験装置を用いて、外装材の飛来物に対する衝撃性能を確認するものであり、表2に示すように竜巻試験と台風試験の2つの試験を実施することとし、表1で分類した建築物や施設に対して、それぞれ加撃体の仕様を定めた。海外の基規準、わが国の飛来物の事例などを参考に、加撃体の仕様を表3のように定めた。表中の想定Fスケールとは竜巻等の突風の藤田スケールのランクであり、数値シミュレーション等で各加撃体の仕様と藤田スケールのランクを関連付けたものである。

5. まとめ

総合技術開発プロジェクト「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」課題の1つとして、外装材の飛来物耐衝撃性能試験法を提示した。

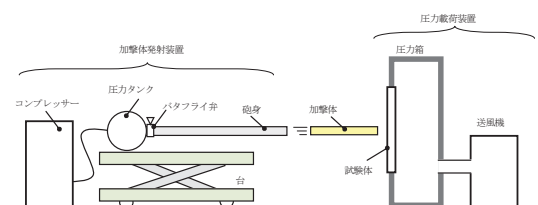


図1 外装材飛来物耐衝撃試験装置の例

表2 要求される加撃体の種類と風荷重の再現期間

建築物の種類	A. 竜巻試験		B. 台風試験		
	加撃体		加撃体		風圧再現期間 (年)
	10m ≤ h	h > 10m	10m ≤ h	h > 10m	
I 危険物を貯蔵又は使用する施設	⑥	⑤	⑤	④	1000
II 災害拠点建築物	⑤	④	④	③	500
III 避難所等	④	③	③	②	500
IV 多数者利用施設	④	③	②	①	50
V その他	-	-	②	①	50

hは外装材の高さ(m) ○数字は表3の加撃体の番号

表3 加撃体の仕様

加撃体	想定Fスケール	質量(kg)	速度(m/s)	運動エネルギー(J)	対応する既存の規基準
①	F0未満	0.91	15	約100	ASTM-B
②	F0	2.0	12	約200	ASTM-C ISO-B
③	F1	4.1	15	約500	ASTM-D ISO-C
④	F2	4.1	24	約1000	ASTM-E ISO-D
⑤	F3	6.8	22	約2000	ISO-E
⑥	F3以上	6.8	35	約5000	FEMA361, ICC-500(トルネード)の下限値