

竜巻発生装置を活用した突風ハザードの評価

構造研究グループ 主任研究員 喜々津 仁密

I はじめに

わが国では、平成18年に宮崎県延岡市で藤田スケールF2、北海道佐呂間町で同スケールF3の規模の竜巻による甚大な突風災害が相次いで発生した(写真1)¹⁾。これらの近年の災害の傾向等を踏まえ、建築研究所では米国のアイオワ州立大学と共同で、竜巻による突風ハザードに関する調査研究を実施している。本パネル展示では、共同研究の目的と同大学所有の竜巻発生装置(写真2)を活用して実施した実験的評価の概要を紹介する。

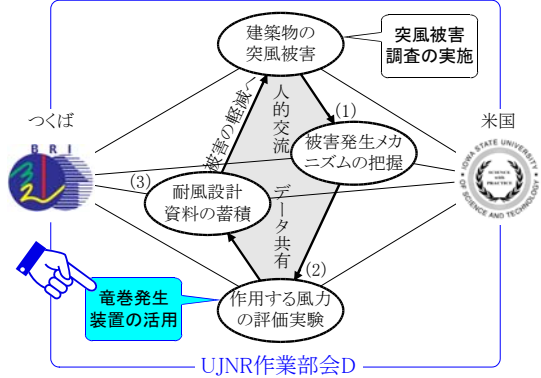


図1 米国アイオワ州立大学との共同研究の流れ



写真1 北海道佐呂間町での竜巻による突風被害事例



写真2 竜巻発生装置の概観

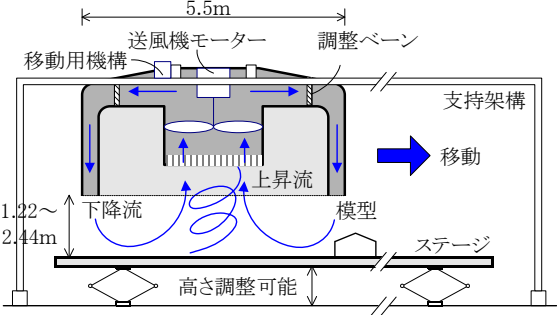


図2 竜巻発生装置での突風発生機構

II 共同研究の目的と竜巻発生装置の概要

米国のアイオワ州立大学 P.P.Sarkar 教授との共同研究は、建築物の突風被害の軽減に資することを目的としており、UJNR 耐風・耐震構造専門部会 作業部会Dでの研究の一環で実施している(図1)。

一般に、突風被害の軽減には被害調査結果に基づく被害発生メカニズムの把握と建築物に作用する風力評価のための実験が必要不可欠となる。そして、共同研究での実験の実施に当たっては、同大学が所有している竜巻発生装置を最大限に活用した。当該装置は、実際の竜巻を模した横方向に進む渦巻き状の非定常な気流を生成できる大変ユニークな装置であり、世界でも屈指の規模を誇っている(図2)。

III 竜巻発生装置を活用した実験的評価の概要

建築物に対する突風ハザードを体系的に評価するためには、屋根等の飛散(直接被害)から周囲の飛来物による衝撃(二次被害)までの一連の被害発生メカニズムを把握することが必要である(図3)。そこで、ここではこれらの被害の要因となる屋根等に作用する風力特性と飛来物による衝撃リスクにそれぞれ着目し、竜巻発生装置を活用した実験を実施した。

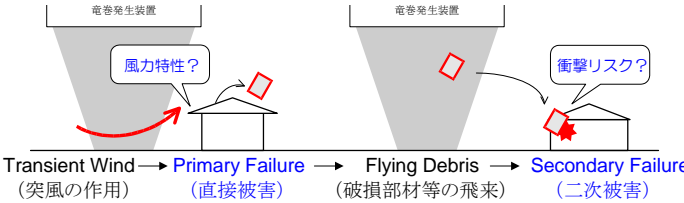
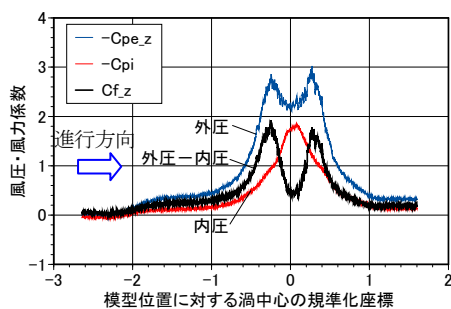


図3 竜巻の突風による建築物被害の連鎖

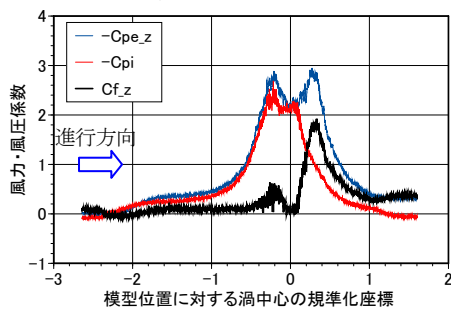
(1) 竜巻通過時に低層建築物に作用する風力特性の評価

竜巻通過時に低層建築物に作用する内外圧特性を把握するため風圧実験を実施した。竜巻の形状等に関するパラメータ（スワール比）、壁面の隙間面積や卓越開口の位置及び進行方向に対する建築物模型の角度を変化させることによって実験条件を設定し、系統的に内外圧特性の傾向を把握した。

実験結果の一例を図4にそれぞれ示す。以下に示すとおり、壁面の開口条件（隙間のみ又は卓越開口あり）が異なれば、内圧係数が極大値となる渦中心の規準化座標が異なり、その結果、屋根に作用する風力特性も異なることを明らかにした。



(a) 壁面に卓越開口がない場合（隙間のみ）



(b) 風上壁面に卓越開口がある場合

図4 竜巻発生装置の移動時における屋根の風力特性

(2) 竜巻通過時における飛来物の衝撃リスクの評価

飛来物による二次被害のリスク評価に資することを目的として立川数に基づいた飛来物モデルを作成し、飛来物の発生位置と低層建築物の壁面への衝撃確率との関係を実験的に把握することを試みた。具体的には、2×4部材を想定した飛来物モデル200個(N)を発生源の座標となる場所に置いて竜巻発生装置を通過させ、衝撃対象とする壁面を開けた建築物モデルに入った個数Naを用いて衝撃確率 $P (=Na/N)$ を算定する。ここで、Naは試行回数3回の結果の平均値と標準偏差から95%信頼区間の上側限界値として求めた。

飛来物モデルが模型周りを飛来する様子を写真3に、得られた飛来物の衝撃確率を図5,6にそれぞれ示す。図6に示すように、対象建築物と飛来物の発生源との距離が近くなるに

したがって、飛来物による衝撃リスクが高くなる傾向を定量的に把握することができた。



写真3 建築物模型の周囲を飛来する飛来物モデル

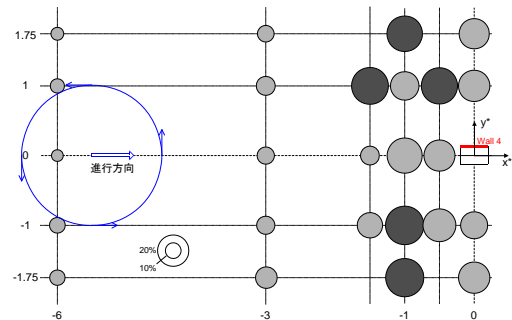


図5 竜巻発生装置の移動時における壁面への飛来物の衝撃確率の分布（衝撃対象が進行方向からみて左側面の場合）

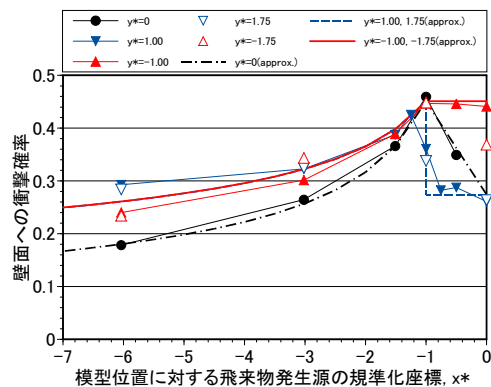


図6 竜巻発生装置の移動時における壁面への飛来物の衝撃確率（全壁面の合計）

IV 今後の研究の展開

建築研究所では過去の突風被害調査を通じて膨大な被害事例¹⁾を蓄積してきたが、竜巻発生装置を活用した実験結果によって、それらの事例において被害発生メカニズムを詳細に把握することができる。そして、この共同研究成果が、今後のわが国の竜巻被害低減に資する貴重な耐風設計資料として活用されることをめざしている。

参考文献 1)

<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2008name/index.pdf>