

# 平成24年度 国土技術政策総合研究所研究評価委員会

## 最近の話題

①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

②電気自動車の走行中非接触給電技術

### ①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

#### 竜巻の発生状況

- 平成24年5月6日12時40分頃、茨城県つくば市では、北条地区、大砂地区及び北部工業団地を中心に竜巻による建築物被害が発生した。気象庁の発表によると、同地域での突風現象は**藤田スケールF3（平成24年6月8日に変更）**の竜巻によるものと推定されている。
- 5月6日にはつくば市内だけでなく、茨城県筑西市等(フジタスケールF1)、栃木県真岡市等(同F1～F2)、福島県大沼郡(同F0)でも竜巻が確認されている。



国土技術政策総合研究所と建築研究所では、被害発生直後より建築物の被害形態や被害分布を把握するための現地調査を実施した。

<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h24tsukuba/h24tsukuba.pdf> 速報(日本語)

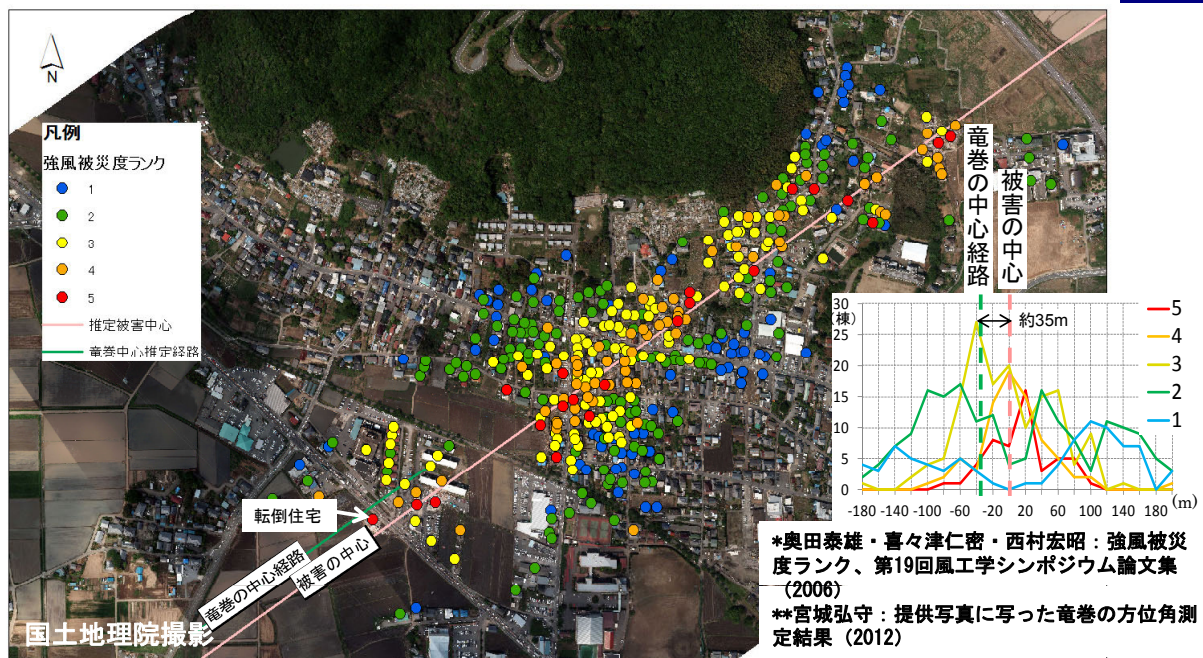
<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h24tsukuba/h24tsukuba-e.pdf> 速報(英語)

<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h24tsukuba/wind.pdf> 転倒した木造建築物に作用した風速の推定

人的被害(人)				住家被害(棟)		つくば市(平成24年6月13日)		
死者	負傷者			全壊	大規模半壊	半壊	一部破損	計
	重症	中等症	軽症					
1	0	5	32	64	24	19	306	513

①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

つくば市北条地区の建築物等の被害分布



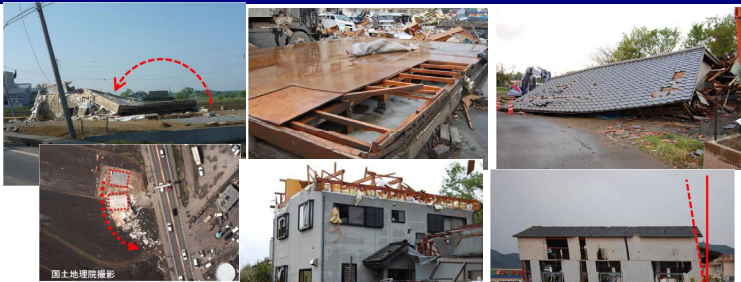
国土技術政策総合研究所と建築研究所の現地調査等による被害評価（強風被災度ランク\* 内閣府の被害認定基準とは異なる）  
被害の幅は最大で約450mで、竜巻の映像から推定した竜巻中心の経路\*\*と被害の中心は約35m進行方向右側にずれる。

①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

現地調査で確認した主な被害形態

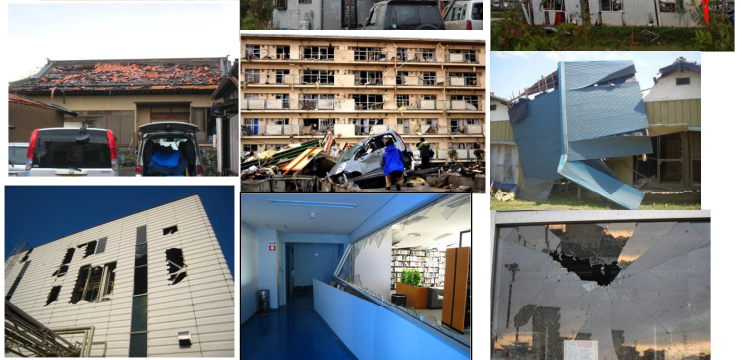
1. 建築物の構造躯体の被害

- ① 木造建築物の上部構造の**転倒・倒壊・飛散・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. 建築物の外装材等の非構造部材の被害

- 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 RC造建築物のガラスやベランダ手すりの**損壊・内装材の被害**
- ④ **飛来物の衝突**による被害



3. その他の被害

- ① 塀の**倒壊**
- ② 電柱・標識の**折損・傾斜**
- ③ 樹木の**折損・倒木**
- ④ 乗用車の**横転・移動**



①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

竜巻が建築物に与える影響と被害発生風速の推定

A) 風圧力

竜巻の旋回流の水平方向と鉛直方向の速度成分の作用

- ・地表面付近では水平方向の速度成分が卓越する
- ・建築物全体を水平方向に押すだけでなく、屋根面には負圧も発生する。
- ・開口部や外壁が破損し建築物の内圧が上昇することもある。

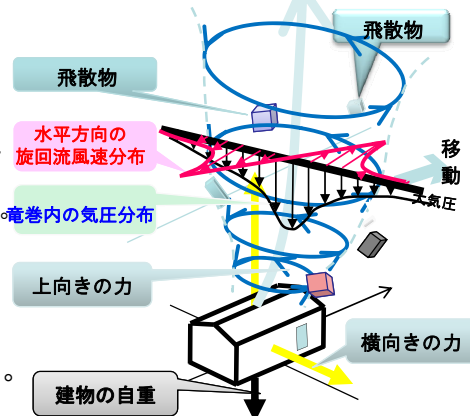
B) 気圧差（竜巻の中心付近）

竜巻渦内の低い気圧と大気圧との差

- ・屋根や建築物全体に上方向の力として作用する。
- ・竜巻の藤田スケールと気圧低下量には右下表の関係がある。

C) 飛来物

- ・建築物等の部材・什器・樹木・車両などが建築物の外壁に衝突し、場合によっては貫通する。

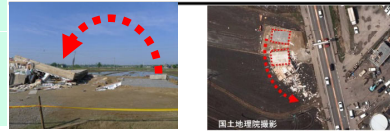


藤田スケール (m/s)	中心での気圧低下 (kN/m <sup>2</sup> )	最大風速半径での気圧低下 (kN/m <sup>2</sup> )
F0 (32未満)	- 1.2	- 0.6
F1 (33-49)	1.2 - 2.8	0.6 - 1.4
F2 (50-69)	3.0 - 5.6	1.5 - 2.8
<b>F3 (70-92)</b>	<b>5.8 - 10.2</b>	<b>2.9 - 5.1</b>
F4 (93-116)	10.4 - 16.2	5.2 - 8.1
F5 (117-141)	16.4 - 24.0	8.2 - 12.0

○木造住宅の転倒が生じる風速の下限値の推定

- 1) A) 風圧力のみ : 96m/s
- 2) A) 風圧力+B) 気圧差: **68~77m/s**

→気象庁は国総研ほか複数の研究機関の風速推定結果を参考に**F2からF3に変更**(H24.6.8)



①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

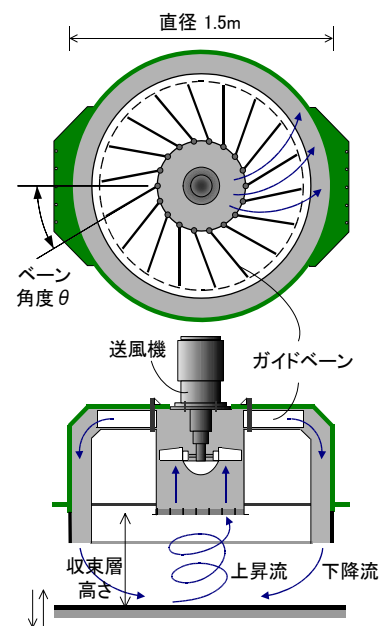
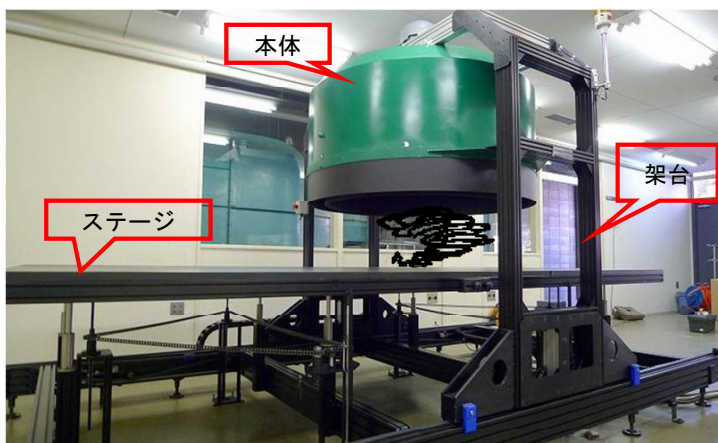
竜巻等の突風荷重に関する研究① -竜巻状気流発生装置-

研究の必要性

- ①非定常な風荷重
- ②飛来物の衝撃荷重

竜巻が物体に作用した瞬間の現象の解明

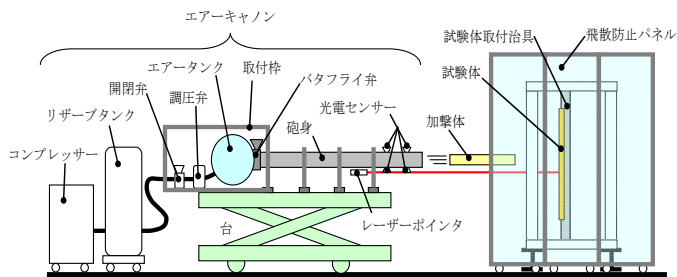
- ・新たな**実験装置**や**数値シミュレーション**で突風現象の再現
- ・**竜巻状気流の非定常な圧力**の評価



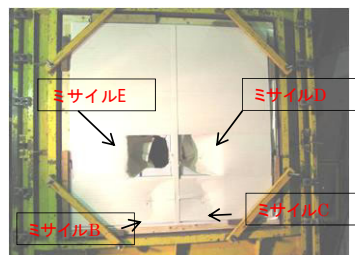
竜巻状気流発生装置は文部科学省科学研究費補助金の援助を受け、**国土技術政策総合研究所、建築研究所、東京大学及び京都大学防災研究所**と共同で設計製作した（2009年に建築研究所に設置）

# ①つくば竜巻による建築物被害と竜巻等の突風荷重に関する研究

## 竜巻等の突風荷重に関する研究② -飛来物に対する外装材の耐衝撃試験-



外壁材の耐衝撃試験装置(京都大学防災研究所)



外壁の試験状況(日本建築総合試験所)

### ■ 試験用ミサイル(加撃体 ASTM E1996)

レベル	種類(質量・長さ)	衝撃速度
A	鋼球(2g)	39.6m/s
B	2×4in.製材 (910g, 0.53m)	15.3m/s
C	2×4in.製材 (2050g, 1.2m)	12.2m/s
D	2×4in.製材 (4100g, 2.4m)	15.3m/s
E	2×4in.製材 (4100g, 2.4m)	24.4m/s



雨戸の試験状況(日本建築総合試験所)

ASTM (米国試験材料協会) の試験方法に則り、日本製の外装材(屋根ふき材・外壁・開口部)の飛来物耐衝撃性能試験を実施している

→ 竜巻被災後も機能の維持が必要な建築物等の外装材への利用

## (参考資料) 強風被災度ランク

### ランク① (極く軽微な被害) :

住宅のテレビアンテナが曲がる。  
樋が落ちる。小枝が折れ葉が飛散する。



### ランク② (軽微な被害) :

瓦がずれる。軒先やケラバなどで部分的に瓦が飛散する。太い枝が折れる。



### ランク③ (顕著な被害) :

屋根の広範囲で瓦が飛散し、野地板の広い面が見える。  
部分的に窓ガラスが割れる。太い木が倒れる。



### ランク④ (甚大な被害) :

屋根の垂木や母屋が破損する。小屋組が壊れる  
多くの窓ガラスが割れる。



### ランク⑤ (壊滅的な被害) :

家屋が倒壊する。



\*奥田泰雄・喜々津仁密・西村宏昭：強風被災度ランク、第19回風工学シンポジウム論文集 (2006)

## ②電気自動車の走行中非接触給電技術

### ②電気自動車の走行中非接触給電技術

#### 次世代EV(電気自動車)時代の道路に関する研究

- ・ 総合エネルギー効率がガソリン車の約3倍<sup>※1</sup>
  - ・ 電気自動車のエネルギー消費は低い
  - ・ CO2排出や騒音も小さい⇒環境にやさしい。
- ・ 長距離・高速・重量の3つが普及の為の課題。
  - ・ ハイブリッド車の普及率に遠く及ばない電気自動車<sup>※2</sup>
- ・ 課題解決の為の研究が、各所で進められているが、道路が出来る事は無いのか？

※1)

ガソリン車の総合エネルギー効率は14%程度。一方最新式のコンバインド・サイクル火力発電を利用し、制動時のエネルギー回生やアイドリングレスも考慮すれば電気自動車は総合効率40%程度と考えられる

※2)

電気自動車(EV)販売推計1万8千台に対してハイブリッド車は普及台数142万台以上2011/12末自動車工業会資料]

## ②電気自動車の走行中非接触給電技術

### 次世代EV(電気自動車)時代の道路に関する研究

- ・ 電気自動車の普及に向けて取組まれている研究
  - ・ 蓄電池の大容量化(長時間走行)
  - ・ 走行時抵抗の抑制方法(消費電力の削減)
  - ・ **非接触充電(給電)**装置の開発(充電の手間を減らす)
    - 現在は、家庭の駐車場等で停車中充電するものが主流
  - ・ **超急速充電**可能な電池の開発(充電時間を短くする)
    - 「キャパシタ」が実用化されているがLiバッテリーほどの容量は無い。
- ・ 道路が役立てる事は？
  - 非接触給電 + 超急速充電 ⇒ 走行中非接触給電が可能？**
  - ・ 走行中給電の為に、道路施設としての研究が必要となる。

## ②電気自動車の走行中非接触給電技術

### 次世代EV(電気自動車)時代の道路に関する研究

- ・ 代表的な非接触給電(送電)技術
  - 電磁誘導
    - 熟成された技術だが、送電距離が短く**ズレ**や**障害物**に弱い。
  - マイクロ波送電
    - 長距離送電用に注目されるが、**人体へ影響**が懸念される。
  - レーザー送電
    - 高効率だが**ズレ**や**障害物**に弱く、また安全面が課題。
- ・ 何れの方式も、走行中の給電を考えた場合、重要なポイントが課題となる。⇒**他の方式は？**

## ②電気自動車の走行中非接触給電技術

### 次世代EV(電気自動車)時代の道路に関する研究

#### 磁界共鳴方式

##### - 数十cm～数mの伝送

- ・ 中距離で、位置ずれや障害物に強い
- ・ 自動車模型に走行中給電の実績がある

##### - 実験(左の写真)では、

- ・ 30cmを85%の効率
- ・ 100W電球に約80Wを実際に供給。
- ・ コイルを大きくし1m位までは送電可能

走行中給電に利用できる可能性が高い。今後は埋設方法や効率改善、電磁波漏洩対策や管理方法の検討が必要。



## ②電気自動車の走行中非接触給電技術

### 官学連携による実証的取り組み(東京大学 堀洋一教授との共同研究)

東京大学 堀・藤本研究室

基礎技術の開発と解析による数式化



磁界共鳴方式非接触給電の実験

官学連携(共同研究)による基礎的研究

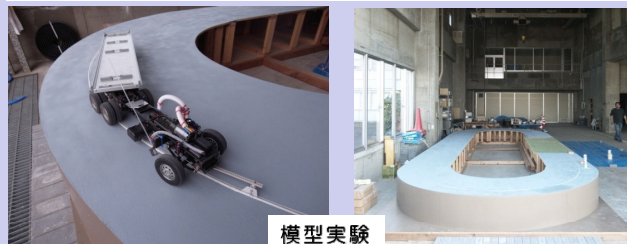
東京大学との意見交換会



互いの得意分野を生かした連携

国総研 高度情報化研究センター

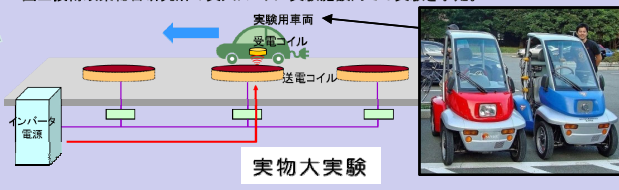
Step 1 模型実験による走行中給電に必要な基礎技術開発



模型実験

Step 2 実物大実験による大電力送電時の課題検証

・国土技術政策総合研究所の実大トンネル実験施設内での実験を予定。



実物大実験

## 走行中非接触給電実現後のイメージ

普通車だけでなく、大型車のEV化も実現する可能性がある。



### 道路施設の対応によりEVの飛躍的普及を後押し出来る

低炭素化、低騒音化、GPSを利用した隊列走行による安全走行・大量輸送の実現等、期待は大きい