

平成 26 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：H25 ～ H27 [平成 27 年度も研究継続 or 平成 26 年度で終了]

課題番号：132002

研究課題名（和文）：日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究

研究課題名（英文）：Cooperative study on new scale for rating tornadoes in Japan

研究代表者：奥田泰雄

交付決定額（当該年度）：630 千円

1. 研究の目的

本研究は、過去の被害情報の収集、被害指標(DI)の洗い出し、被害程度(DOD)の分析、竜巻発生時の空気力学的作用と工学的に等価な風速への換算手法、時空間的に非定常な流れ場での構造物や樹木等の空気力の性質、構造物や樹木等の耐力、強度の評価方法など多岐にわたる、竜巻被害評価関連技術を構築し、日本版改良フジタスケールの策定に寄与することを目的とする。

2. 研究の方法

平成 26 年度は以下の項目について検討を行った。

(1) 日本版改良フジタスケールの基本方針の検討：米国の改良フジタスケールを参照して、その技術的背景を明確にし、日本版改良フジタスケールの枠組について基本方針を明らかにする。特に、構造物や樹木の種別等と被害程度に応じた枠組みについて詳細を明らかにする。

(2) 日本の地域性等を考慮した突風評価対象物の選定：日本における地域性、社会的背景、自然環境等を考慮して、竜巻等突風の評価に広く適用可能な対象物を選定する。特に建築物やその他の構造物、樹木等の Damage Indicator (DI)としての機能进行评估、検討する。

(3) 「構造種別・構造性能等を考慮した耐風性能評価システム」の構築：簡便な定性的記述のみで、調査者の主観的判断に頼っている現行のフジタスケールにおける構造物の被害程度分類に対し、本研究では構造設計手法や実調査記録等に基づき、構造物等の構造種別等も考慮した、より合理的な耐風性能評価技術を開発する。また自然界に存在する評価指標として代表的な樹木等の耐風性能評価方法を明らかにする。

3. 研究成果

(1) 日本版改良藤田スケールの階級区分の考え方を整理し、米国と同様に従来の藤田スケールによる評定結果を可能な限り継承できるよう、従来の藤田スケールによる風速と DI・DOD から推定した風速の回帰分析を用いた階級分けを行う方針を固めた。気象庁が開催した「竜巻等突風の強さの評定に関する検討会（第3回）」においてこの考え方を説明し、委員の了承を得た。この階級分け作業のために、従来の藤田スケールによる過去の突風事例の強さの評定作業を行い、日本版改良藤田スケールの階級区分の道筋をつけた。これらを踏まえて、平成 27 年度に階級区分を確定させる。

(2) 建築物：木造建築物と鉄骨造建築物について、平成 25 年度に設定した DOD に関して、その被害が発生する風速を、構造試験結果等から求めた骨組や部材等の最大耐力から推定した（図 2）。

既往の被害事例の多い DI として木造住宅を対象にし、被害の程度（DOD）と風速の推定方法を検討した。DOD は主に外装材と屋根の支持部材の被害が 1～5、壁その他の上部構造の顕著な被害が 6～8 に対応する。これらの DOD に応じた推定風速の上下限值には、構成部材の接合ディテールに応じた耐力試験結果、上部構造の床面積、法に定める設計法の違いが反映されている。劣化が著しい住宅の取り扱いが今後の課題として挙げられた。

DOD	被害の状態
1	目視でわかる程度の被害(テレビアンテナ、樋その他の付属部品の損傷など)
2	比較的狭い範囲での屋根ふき材の浮き上がり又は飛散
3	比較的広い範囲での屋根ふき材の浮き上がり又は飛散、窓ガラスの損傷
4	軒先(垂木など)の破損又は飛散
5	小屋組の構成部材(小屋束など)の破損又は飛散
6	上部構造の変形にともなう壁の損傷(ゆがみ、ひび割れなど)
7	上部構造の移動
8	上部構造の著しい変形又は倒壊

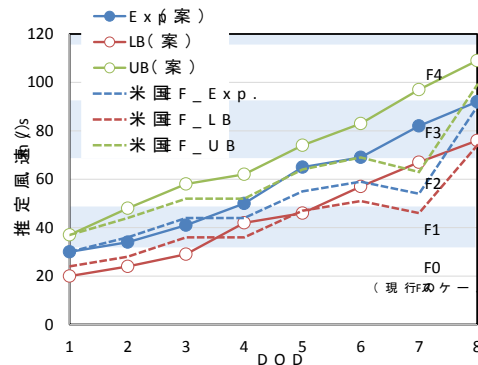


表 2 木造住宅の DOD 案

図 2 木造住宅の DOD に応じた推定

風速案

(3) 工作物：非建築物に関して、D I を選出し、被害の程度と風速の評価方法をまとめた。風力係数が未知の車両については風洞実験を実施した。この評価方法を元に、一般的な仕様の場合の D O D と評価風速の上下限值と期待値をまとめた。

(4) 樹木：樹木被害について、樹形からの分類や、枝折れ、根返り、幹折れ等の被害形態を分類し、それぞれについて上下限值，期待値をまとめた。

(5) 道路：竜巻流れに対してアスファルト剥離が起きる場所と地形による圧力低下を考慮して、アスファルト剥離を起こす気圧低下量からランキン渦近似の最大接線風速を推定した結果、健全なアスファルトの場合には地形による圧力低下が圧力係数で-1 以上では 75m/s、地形が急峻で圧力係数で-1.5 程度の場合では 66m/s、付着が期待できない老朽化したアスファルト舗装では、30m/s という最大接線風速が見込まれるとの結論を示した。

(6) その他

・送電鉄塔の過去の強風被害形態を分類分析して、D I と D O D に関する所見を整理したところ、現時点では E F スケールへの活用が難しいと判断した（研究会報告）。

・これまでの竜巻による建物被害写真を收集整理して被害風速の推定を行い、代表的な風速と被害の関連写真を整理した（防災研一般共同研究成果）。

・竜巻突風の破壊力の解明には、従来の定常風力だけでなく、短時間での風速急変による非定常性と急激な気圧低下の影響を検討することの重要性を紹介した。

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

- [1] 奥田泰雄・脇山善夫・中川貴文・荒木康弘・石原 直・喜々津仁密・鈴木 修・須田一人・中里真久・小鷹博之・小司禎教・山内 洋・佐藤英一・前田 潤滋・丸山 敬・坂田弘安・鈴木 寛・

- 伊藤 優・勝村 章・植松 康・小野裕一・小林文明・野田 稔・田村幸雄・松井正宏・吉田昭仁・岡田 玲：日本版改良藤田スケールの開発 全体概要、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [2] 喜々津仁密・中川貴文・奥田泰雄・坂田弘安：日本版改良藤田スケールの開発 木造戸建て住宅の DOD と推定風速の概要、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [3] 松井正宏・田村幸雄・吉田昭仁・岡田 玲・勝村 章：日本版改良藤田スケールの開発 非建築物の評価手順に関する基本概念、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [4] 吉田昭仁・松井正宏・田村幸雄・岡田 玲・勝村 章：日本版改良藤田スケールの開発 非建築物（車両・コンテナ・自動販売機）の DOD、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [5] 岡田 玲・勝村 章・田村幸雄・松井正宏・吉田昭仁：日本版改良藤田スケールの開発 非建築物（看板・墓石）の DOD、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [6] 鈴木 覚：日本版改良藤田スケールの開発 樹木の DI と DOD の提案、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [7] 野田 稔・長尾文明：日本版改良藤田スケールの開発 地形効果を考慮した竜巻によるアスファルトの剥離・飛散被害の発生風速について、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [8] 丸山 敬・前田潤滋・奥田泰雄・小林文明・松井正宏・林 泰一・野田 稔・西嶋一欽・友清衣利子・竹内 崇：日本版竜巻スケールのおよびその評価手法に関する研究 一竜巻等の突風風速推定指標の作成の試み一、日本風工学会誌、Vol.40、No.2 (No.143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp.-、2015.4、投稿中
- [9] 前田潤滋・丸山 敬・奥田泰雄・小林文明・松井正宏・林 泰一・野田 稔・西嶋一欽・友清衣利子・竹内 崇：建物等構造要素毎の被害評価による竜巻等の突風風速推定指標の策定、京都大学防災研究所年報、投稿中

〔雑誌論文〕（計 1 件）

〔学会発表〕（計 8 件）

〔図書〕（計 件）

〔その他〕

産業財産権，ホームページ等

5. 研究組織

(1) 研究代表者

奥田泰雄（国土技術政策総合研究所）

(2) 研究分担者

脇山善夫・中川貴文（国土技術政策総合研究所）

喜々津仁密・荒木康弘・石原 直（建築研究所）

小司禎教・山内 洋・佐藤英一（気象研究所）

鈴木 修・須田一人・中里真久・佐藤俊裕（気象庁）

前田潤滋・友清衣利子（九州大学）
丸山 敬（京都大学）
坂田弘安（東京工業大学）
鈴木 寛（森林総合研究所）
伊藤 優（日本設計）
植松 康・小野裕一（東北大学）
野田 稔（徳島大学）
小林文明（防衛大学校）
田村幸雄・松井正宏・吉田昭仁・岡田玲（東京工芸大学）

6. 研究集会の開催

平成 26 年 12 月 1 日新宿 NS ビルにて、東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究集会「日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究」（参加者 48 名）を以下のプログラムで開催し、平成 26 年度の研究成果を公表した。

13:00-13:20	主旨説明	中里真久（気象庁）
被害調査と被害事例		
13:20-13:40	気象庁の被害調査	佐藤英一（気象研）
13:40-14:00	被害状況の多様性	前田潤滋（九州大）
14:00-14:20	質疑・休憩	
建築物や工作物の DI と DOD		
14:20-15:00	建築物	喜々津仁密（建築研）・中川貴文・奥田泰雄（国総研）
15:00-15:40	工作物	松井正宏・吉田昭仁・田村幸雄（東京工芸大）・ 勝村 章（風工学研）
15:40-16:00	質疑・休憩	
特殊な DI と DOD		
16:00-16:20	植生	鈴木 寛（森林総研）
16:20-16:40	アスファルト	野田 稔（徳島大）
16:40-17:00	飛散物	丸山 敬（京都大）
17:00-17:30	質疑と全体討論	
17:30-	まとめ	田村幸雄（東京工芸大）