
**マルチファンの独立制御性を活用した強乱場生成
法の開発**

課題番号 17560430

平成17年度～平成19年度科学研究費補助金
(基盤研究(C)) 研究成果報告書

平成20年5月

研究代表者 小園茂平
(宮崎大学工学部教授)

緒 言

本報告書は次の研究課題に関して科学研究費の補助により遂行された一連の研究をまとめたものである。

研究課題

マルチファンの独立制御性を活用した強乱場生成法の開発

(課題番号：17560430)

平成17年度～19年度 基盤研究(C)

一般に、近づいてくる流れの中に乱れが含まれていると、物体まわりの流れは乱れによって特性を大きく変える。橋梁や建物などの野外構造物は大気乱流場の中に常にさらされているので、構造物が受ける風荷重は乱流の影響を強く受ける。現在、乱れの効果の機構は定性的には仮説が立てられているが定量的には実験に頼るしか方法はない。したがって、大気の大気乱流場をできるだけ忠実に実験的に再現し、縮小模型を使って実際に受ける力を予測することは工学的に重要な課題である。

大気乱流の最も顕著な特徴は乱れの強度(乱れの平均的な変動幅)や乱れのスケール(乱れの中に含まれる渦の平均的な大きさ)が大きいことである。本研究の目的はマルチファン型風洞という新型風洞を用いて、高強度かつ大スケールの乱流場を生成することである。

マルチファン型風洞は99個の小さな送風機を独立に運転できるのでその自由度は高いが、どのような運転を行えば高強度かつ大スケールの乱流場を有効に生成できるかはよく分かっていない。基本的な運転法として1)「一様アクティブ法」、2)「擬似格子法」などの運転法があるが、以前の研究からいずれも大気乱流の特性との隔たりは大きいことが分かっている。

本研究では、「アクティブ格子法」と称して1)と2)を組み合わせたような運転法を試みた。この方法では、運転命令として、いろいろな単一正弦波を入力して、乱流強度が増幅されるかどうかに着目して乱流場の計測を行った。すなわち、外から低周波数の擾乱を与えることにより乱流エネルギーを低周波数方向に増幅させ高レイノルズ数乱流を生成しようとした。正弦波擾乱の周波数は0.02～2Hzの範囲で変化させ、乱流の特性がどのように変化するかを調べた。その結果、得られた乱流スペクトルには、入力した単一正弦波の周波数に対応するシャープなピークを除いて、ほとんど変化は見られなかった。しかしながら風洞内に生成された乱流の構造は把握でき今後取り組むべき課題も明らかになった。

マルチファン型風洞の性能を更新し、ファンを逆回転して気流を吸い込める制御が可能となった。そこでファンを二つの集合に分け、一方を吹き出し、他方を吸い込みとしてこれらを市松模様に配置した。次のような運転モードについて調べ、生成された乱流の特性を比較した。

モード①：吹き出しと吸い込みを定常運転する。

モード②：吹き出しと吸い込みに単一正弦波信号を入力しファンごとの位相差は無い。

モード③：吹き出しと吸い込みに単一正弦波信号を入力しファンごとの位相差はある。

モード④：全てのファンを吹き出しとし単一正弦波信号を入力するが、ファンごとの位相差は③と同様にする。

吸い込みの効果は吹き出し直後の混合作用を最大にすることやファンごとの入力信号に位相差を与えると攪拌が促進されることなどを明らかにしたが、外部から強制的に与えた乱れの周波数に対応する脈動成分が残存するという欠点は克服できていない。

さらに、吸い込みファンと吹き出しファンをフラクタル状(部分的な配置パターンの中に全体的な配置パターンを含むようなもの)に配置する方法を試みた。等方性(どちらの方向にも乱れ方が変わらない性質)の基準はほぼ満たしているものの、非一様性(ある断面内で流速が均一でないなどの性質)は計測した流下位置は残存した。乱れのスケールも期待したよりも小さなものであった。

マルチファン型風洞で等方性乱流を生成するための要素として振幅の空間的な変動、振幅の時間的な変動、位相の空間的な変動の三つがある。高強度かつ大スケール乱流を実現するにはこれらの組合せを地道に調べることも大切であるが、平行して大胆な発想を試みる必要があると考える。

【研究組織】

- 研究代表者：小園茂平（宮崎大学工学部教授）
- 研究分担者：宮城弘守（宮崎大学工学部助教）
- 研究分担者：菊川裕規（大分高専機械工学科准教授）
- 研究分担者：曹曙陽（東京工芸大学 COE 研究員准教授）

【交付決定額（配分額）】

(金額単位：千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 16 年度	1900	0	1900
平成 17 年度	500	0	500
平成 18 年度	500	150	650
総計	2900	150	3050

【研究発表】

(1) 雑誌論文

- 1) S. Ozono, A. Nishi, H. Miyagi: Turbulence Generated by a Wind Tunnel of Multi-Fan Type in Uniformly Active and Quasi-Grid Modes, J. of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics (refereed), Vol. 94, 2006, pp. 225-240
- 2) 小園茂平, 宮城弘守, 和田一洋：マルチファンの低周波数擾乱で駆動される乱流（査読付き），日本機械学会論文集，B編，72巻，724号，2006，pp. 146-153
- 3) S. Ozono, H. Miyagi, K. Wada: Turbulence Generated in Active Grid Mode Using a Multi-Fan Wind Tunnel (refereed), J. of Fluid Science and Technology, Vol. 2, No. 3, 2007, pp. 643-654

(2) 学会発表

- 1) 小園茂平, 松尾忠輝, 宮城弘守：マルチファンの非定常せん断を利用した乱流場生成

日本機械学会・年次大会，講演論文集，2005年9月，東京

2) 宮城弘守，石川元基，小園茂平：擬似格子乱流の近傍後流の渦構造
日本流体力学会・年会，講演論文集，2006年9月，福岡

3) 小園茂平，岩田直哉，上野剛史：マルチファンによる大気境界層の模擬生成
日本機械学会・年次大会，講演論文集，2007年9月，大阪

(3) 図書

小園茂平他：朝倉書店，「風工学ハンドブック」，2007，pp. 332-334