
マルチファン型風洞による 乱流境界層中の柱体の空力特性 に関する実験的研究

課題番号 12650481

平成12年度～平成14年度科学研究費補助金
(基盤研究(C)(2)) 研究成果報告書

平成15年3月

研究代表者 小園茂平
(宮崎大学工学部材料物理工学科)

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

マルチファン型風洞による乱流境界層中の柱体の空力特性に関する実験的研究

(課題番号：12650481)

平成12年度～14年度 基盤研究(C)(2)

強乱場の中に置かれた構造物の耐風性を知ることは土木工学，建築学などの分野で重要なテーマとなっている。これに対し，風洞の中に縮小模型を設置し実際と同様な流れ場を再現し，風荷重を計測したり応答を調べることにより耐風性を予測する方法は有効な方法の一つである。ところが普通の風洞では大気強乱場の特徴である大きな乱れスケールかつ大きな乱流強度を両立するのはなかなか困難である。そこでわれわれはマルチファン型風洞という新型風洞を開発した。この風洞はそれぞれ独立にパソコンで制御された多数のファンで気流を駆動する。入力信号を時間的空間的に調整することで乱流をシミュレートしようと試みるものである。本研究の目的は，このような新型風洞を利用して，大気境界層をシミュレートし，その中に設置された柱体の空力特性を明らかにすることである。

まず，乱流生成法で最も基本的な格子乱流法の自然な拡張である擬似格子法によって生成される乱れの基本特性を調べた。これまでのマルチファン型風洞の乱れ特性の研究は低周波数に限られていたが，本研究では広い周波数範囲でスペクトル特性を調べた。得られた乱流レイノルズ数は $Re_{\lambda}=200 \sim 400$ であり，過去の乱流の研究結果と同様の間歇性やレイノルズ数依存性を示した。歪み度因子が負となる原因は必ずしも間歇的な変動だけでは説明できないことが分かった。擬似格子法による乱れはマルチファン型風洞で生成されるいろいろな乱れの標準となりうるということが分かった。

次に，より現実に近い乱流境界層を模擬生成する技法を確立する目的で一連の実験を行なった。おもな結果は次のとおりである。

- 1) ラフネスと平板のバリアを組み合わせる流れを乱し目標となる境界層を生成した。
- 2) アクティブ制御法は，平均風速分布は再現するが，目標の乱れ強度と比較し観測される乱れ強度分布は壁面近くまで均一で動的特性は大きく異なる。
- 3) アクティブ制御法とラフネスの組み合わせによる方法で乱れ強度を目標値に近づけることができた。この方法で床面近くの乱れスケールを低下させうる。
- 4) アクティブ制御法による境界層では w -成分の振幅が小さく u -成分との相関に乏しい。したがってレイノルズ応力は実際の境界層に比べ小さな値しかとらない。

アクティブ制御法による境界層は目標の境界層に比べ渦構造が乏しい。大気境界層を模擬生成するには，流れ直角方向への変動を誘起するような工夫が必要である。送風機ごとの入力信号の振幅と位相の空間的なヴァリエーションを生かすことが今後の課題である。

平行して，モデルとして最も簡単な円柱を使用して実験を行なった。食い違い配置の2円柱周り流れを調べ，後流円柱を上流に移動させる時，ある地点で臨界的な背圧の回復が見られた。いろいろな二円柱配置で流れパターンを PIV で計測しこの臨界的な挙動の機構を明らかにした。

【研究組織】

研究代表者：小園茂平（宮崎大学工学部助教授）

研究分担者：宮城弘守（宮崎大学工学部助手）

研究分担者：平田勝哉（同志社大学工学部助教授）

【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 12 年度	1500	0	1500
平成 13 年度	500	0	500
平成 14 年度	500	0	500
総計	2500	0	2500

【研究発表】

1) S. Ozono: Vortex suppression of the cylinder wake by deflectors

J. of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, Vol. 91, pp. 91-99 (2003)

2) 長友誠, 小園茂平, 加藤英明: マルチファン型風洞による大気境界層の模擬生成
第 17 回風工学シンポジウム論文集, pp. 107-112 (2002)

3) マルチファン型風洞を利用して発生した擬似格子乱流の間欠性
第 17 回風工学シンポジウム論文集, pp. 113-118 (2002)

宮城弘守, 小園茂平, 松尾忠輝

4) 小田純子, 小園茂平, 上野真稔, 若杉康雄: 円柱後流の非対称干渉要素による渦放出
の臨界的挙動に関する水槽実験

第 17 回風工学シンポジウム論文集, pp. 261-266 (2002)

5) S. Ozono, J. Oda, Y. Yoshida, Y. Wakasugi: Critical nature of the base pressure of the
upstream circular cylinder in two staggered ones in cross-flow

Theoretical and Applied Mechanics, Vol. 50, pp. 335-340 (2001)

6) Cao Shuyang, A. Nishi, K. Hirano, S. Ozono, H. Miyagi, H. Kikugawa, Y. Matsuda, Y.
Wakasugi: An actively controlled wind tunnel and its applications to the reproduction of the
atmospheric boundary layer

Boundary-Layer Meteorology Vol. 101-1, pp. 61-76 (2001)