

Title	Active Control of Vortex Shedding Behind a Circular Cylinder
Author(s)	Resat, S. Keles
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46980
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	リサット エス ケレス Resat S. Keles
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20560 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	Active Control of Vortex Shedding Behind a Circular Cylinder (円筒後方に生じる渦流のアクティブ制御)
論文審査委員	(主査) 教授 橘 英三郎 (副査) 教授 今井 克彦 教授 大野 義照 教授 甲津 功夫 教授 加藤 直三

論文内容の要旨

This dissertation presents experimental observations of active control for vortex shedding behind a stationary circular cylinder subjected to two-dimensional air flows of Reynolds number of 170. The free stream velocity was uniformly maintained at $U_{\infty}=80.4$ cm/sec during the experiment in the wind tunnel. The characteristics of cylinder wake studied under natural and active control showed significant changes of wake structures and motion behind a circular cylinder exemplified by a reduction of amplitudes of turbulent velocity fluctuations.

The amplitude of velocity fluctuations were measured with a monitoring hot-wire probe behind the cylinder while the feedback hot-wire probe was located in the upper shear layers behind the cylinder to detect signals. After the phase of the feedback signal was shifted $180^{\circ} \pm 2^{\circ}$ and the amplifier gain adjusted, perturbations were effected at vortex-shedding frequency on the wake of the cylinder. The vortex shedding and wake characteristics of the cylinder monitored by hot-wire and readings were recorded at Reynolds number 170 ranges of transitional wake development behind a circular cylinder.

The induced perturbations were significant, and the Karman vortex street responded vigorously to the feedback of the signal from the hot-wire sensor in the wake of the cylinder at vortex-shedding frequency. On the power spectrum of turbulence, velocity fluctuations were reduced at Strouhal frequency. Thereafter, the amplitudes of turbulent fluctuation velocities were significantly reduced in the Karman vortex street.

Reduction in the amplitude of fluctuations velocity was achieved by the feedback control at 15% lower than the onset of Reynolds number in experiments by Bloor (1964) with Reynolds number from 200, then active control effectively reducing velocity fluctuations at this flow condition at Reynolds number 170 in the wake of a circular cylinder. Also, as a result cancellation of instability waves were achieved within boundary layer of the circular cylinder, therefore control of the vortex shedding in the wake of a cylinder.

In conclusion, the dissertation achieves active control of vortex shedding in wake distances behind the cylinder.

The new experimental results fill conceptual gap in this area of Bluff-Body Wakes, Dynamics and Wakes Instabilities observed at transitional Reynolds number 170.

論文審査の結果の要旨

本論文は、空気の流れに直交する方向に円筒が置かれた場合に、その後方に生じる乱流の速度変動振幅を低減することを目的としている。そのため円筒の後方に生じる渦流に対し、横方向から位相の異なる音波をあてることにより渦の速度変動振幅を低減できることに着目し、その低減効果などについての種々の実験の成果を纏めたものである。

本論文を通じて実験に使用した装置は比較的シンプルなものであり、その概要は、まず制御システムについては円筒近接部に取り付けられた熱線式風速計から得られたデータがバンドパスフィルター、位相変換装置およびアンプを通過してスピーカに繋がり、乱流の両側面から音波をあてる仕組みとなっている。一方、制御効果についての観測装置は3次元的に移動可能な熱線式風速計が設置されており、そこから得られたデータがハイパスフィルターを介してスペクトルアナライザーに取り込まれ、オシロスコープで確認するとともにプロッターで出力する仕組みとなっている。風洞内の風速は吹き出し口近傍で常に一定 (80.4 cm/sec) に保たれた状況下で実験は行われている。

本研究で得られた成果をまとめると、以上に述べた装置によるフィードバック制御では1) 円筒軸方向の速度変動振幅の低減率はほぼ一定であり、空気の流れ方向と上下方向だけに絞って考えても良いこと、および2) 制御のための音波の位相を $180^\circ \pm 2^\circ$ 変換することにより、円筒の伴流において速度変動振幅を平均で 30 % 程度低減できることを明らかにしているとともに、3) 制御を止めると約 30 秒後に、もとの状態に戻るなどを見出している。また、本実験により 4) Tritton (1959, 1971) や Bloor (1964) の結論 (遷移はレイノルズ数が 90 以上から始まる) が妥当であることを追認している。

以上のように、本論文は、円筒の後方に生じる渦流に対し、音波を直行方向から当てることにより渦流の速度変動振幅を低減させることができることを定量的に示したものであり、それは同時に円筒に加わる風圧の変動幅を抑えることにもつながり、流体と固体との相互作用が動的に変動することにより生じる各種の弊害を防止するためにも貴重な知見であり、構造工学、流体力学などに寄与するところは大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。