

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5880077

ชื่อโครงการ: ผลกระทบของความขรุขระของผิวและสิ่งรบกวนที่กระแสน้ำไหลผ่าน
กระบวนการทรานซิสชันของชั้นขีดขอบอัตราเร็วสูง

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชพล โรจนรัตน์กูร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อีเมลล์: watchapon.roj@eng.cmu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี (1 กรกฎาคม 2558 – 30 มิถุนายน 2560)

บทคัดย่อ:

ผลกระทบของสิ่งกีดขวางขนาดเล็ก (roughness elements) ที่มีต่อการสูญเสียเสถียรภาพของ
ชั้นขีดผิวภายใต้การเปลี่ยนแปลงความดันอย่างไม่พึงประสงค์ (adverse-pressure-gradient
boundary layer) ได้ถูกศึกษาโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง (direct numerical
simulation) ปัญหาที่สนใจคือการไหลผ่านใบกังหันแรงดันต่ำแบบ T106 ที่มีและไม่มี การติดตั้ง
สิ่งกีดขวางขนาดเล็ก โดยมีค่าเลขเรย์โนลด์ที่ทางออกเท่ากับ 60,000 และค่าเลขมัคที่ทางออก
เท่ากับ 0.4 ความสูงของสิ่งกีดขวางขนาดเล็กที่ใช้ส่งผลให้ค่าเลขเรย์โนลด์ที่คำนวณจากความสูง
ของสิ่งกีดขวางขนาดเล็กมีค่าเท่ากับ 415 ซึ่งส่งผลให้มวลวอร์เทกซ์ตามแนวทิศทางการไหล
เกิดขึ้น โดยวอร์เทกซ์ที่สามารถลดขนาดของการไหลแยกตัว (flow separation) โดยจะทำการ
ปิด separated shear layer ส่งผลให้เกิด Kelvin–Helmholtz vortices ที่มีขนาดสั้นกว่า
ปกติ นอกจากนี้วอร์เทกซ์ตามแนวทิศทางการไหลจะทำการยกของไหลที่มีโมเมนตัมต่ำ (low-
momentum fluid) ขึ้นจากผนังส่งผลให้ชั้นขีดผิวเกิดการสูญเสียเสถียรภาพอย่างรุนแรงและทำ
ให้ชั้นขีดผิวเปลี่ยนไปเป็นแบบปั่นป่วนในท้ายที่สุด

คำหลัก: การจำลองเชิงตัวเลขโดยตรง; การสูญเสียเสถียรภาพของของไหล; ชั้นขีดผิวภายใต้
การเปลี่ยนแปลงความดันอย่างไม่พึงประสงค์; การไหลแยกตัว; สิ่งกีดขวางขนาดเล็ก

Abstract

Project Code: TRG5880077

Project Title: Effect of Surface Roughness and Free-Stream Disturbances of Transition Process in a High-Speed Boundary Layer

Investigator: Asst. Prof. Dr. Watchapon Rojanaratanangkule, Faculty of Engineering, Chiang Mai University

E-mail Address: watchapon.roj@eng.cmu.ac.th

Project Period: 2 Years (1 July 2015 – 30 June 2017)

Abstract:

In this work, the influence of an array of discrete roughness elements on the evolution of three-dimensional instabilities of a boundary layer subject to a strong adverse pressure gradient is investigated by means of direct numerical simulation (DNS). The flow configuration is a linear T106 blade cascade with and without roughness elements installed, operating at an isentropic exit Reynolds number of 60,000 and an exit Mach number of 0.4. The height of the roughness elements considered yields the local roughness Reynolds number of 415, at which steady laminar streamwise vortices form. These steady streaks reduce the size of the suction-side flow separation by accelerating the breakdown process. The streaky vortical structures distort the separated shear layer, resulting in short-span Kelvin–Helmholtz vortices. Further downstream, the streamwise vortices lift the low-momentum fluid from the near-wall region, leading to a strong instability of the streaks and rapid breakdown to turbulence.

Keywords: Direct Numerical Simulation; Flow Instability; Adverse-Pressure-Gradient Boundary Layer; Flow Separation; Discrete Roughness Elements