บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG4780188

ชื่อโครงการ: ระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุมสำหรับการไหลแบบปั่นป่วนในโดเมนที่มีรูปทรงซับซ้อน

ชื่อนักวิจัย: ผศ.ดร. สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail Address: sompong.p@eng.chula..ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี (1 กรกฎาคม 2547 ถึง 30 มิถุนายน 2549)

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณการไหลและการถ่ายเทความร้อนในโดเมนที่มีลักษณะซับซ้อน สำหรับหัวข้อวิจัยทางด้านพลศาสตร์ของไหลในระดับสูง ซึ่งระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่ใช้ในที่นี้ คือ ระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุมโดยกระทำการคำนวณบนพิกัดกระชับขอบเขตด้วยกริดแบบเยื้องกัน โดยใช้ตัวประกอบความเร็วแบบคาร์ทีเซียนเป็นตัวแปรตาม ซึ่งในการประมาณค่าของพจน์การพาบนผิวของปริมาตรควบคุมนั้น สามารถเลือกใช้ขั้นตอนเชิงตัวเลขได้หลายวิธี ทั้งแบบ first order และ second order เช่น hybrid, power-law, QUICK หรือ SOU เป็นต้น สำหรับการแก้ไขความเร็วและความดันที่คำนวณได้ให้มีค่าสอดคล้องกับสมการความต่อเนื่อง ใช้ขั้นตอนวิธี SIMPLE และแบบจำลองที่เลือกใช้ในกรณีของการไหลแบบปั่นป่วน คือแบบจำลอง standard k-ε, k-ω และ k-ε-γ

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา ได้มีการตรวจสอบผลการคำนวณของโปรแกรมอย่างเป็นขั้นตอน กับปัญหาการนำความร้อน การไหลแบบราบเรียบและแบบปั่นป่วนง่ายๆหลายกรณี เช่น การนำความร้อนในแผ่นรูปทรงต่างๆ การไหลผ่าน gradual–expansion channel การไหลผ่านทรงกระบอกกลมที่มีความร้อน และการไหลผ่าน inclined backward facing step เป็นต้น ซึ่งการตรวจสอบจะทำโดยเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลเฉลยแม่นตรง ผลการทดลอง หรือผลการคำนวณที่ได้มีผู้ทำมาแล้ว

จากผลการตรวจสอบ พบว่าการคำนวณที่ได้มีความสอดคล้องกันดีกับผลเฉลยแม่นตรงหรือผลการทดลองที่นำมาเปรียบเทียบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้มีความถูกต้องอยู่ในระดับที่น่าพอใจ และในส่วนของแบบจำลองความปั่นป่วนพบว่าแบบจำลอง k-ω และ k-ε-γ สามารถทำนายปรากฏการณ์ไหลที่ซับซ้อนได้แม่นยำกว่าแบบจำลอง standard k-ε

คำหลัก: ระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุม แบบจำลองความปั่นป่วน พิกัดกระชับขอบเขต

Abstract

Project Code: MRG4780188

Project Title: A Finite Volume Method for Turbulent Flow in Complex Configuration Domains

Investigator: Asst.Prof. Sompong Putivisutisak, Ph.D.
Dept. of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

E-mail Address: sompong.p@eng.chula..ac.th

Project Period: 2 years (1 July 2004 - 30 June 2006)

The aim of the present work is to develop a computer code for calculating fluid flow and heat transfer in complex domains for research in the area of advanced Computational Fluid Dynamics. The numerical method used here is a finite volume method. The computation is based on a body-fitted coordinate system on a staggered grid with Cartesian velocity components as dependent variables. Several first and second order numerical schemes are employed in evaluation of the convection term at the control volume's interfaces, for example, hybrid, power-law, QUICK and SOU schemes. To satisfy the continuity equation, the pressure and flow field are corrected with SIMPLE algorithm. For turbulent flows, the standard k-ε, k-ω and k-ε-γ models are used in calculation.

The computer code is carefully validated, step by step, with simple problems of heat conduction, laminar and turbulent flows, such as heat conduction through different configurations, flow through a gradual-expansion channel, heat transfer and flow over a circular cylinder and flow past inclined backward facing step etc. The results are compared, where possible, with exact solutions, experimental data or similar numerical computations available in the literature.

It is found that the numerical results are in good agreement with those solutions or data, which proves that the present computer code is adequate for calculation of such simple flows. In the case of turbulence models, it can be shown that the k-ω and k-ε-γ perform better than the standard k-ε in predicting complicated flow phenomena.

Keywords: Finite volume method, Turbulence models, Body-fitted coordinates