183079

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระเบียบวิธีเชิงตัวเลขแบบไฟไนต์วอลุมบนระบบพิกัดกระชับขอบเขต สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการนำความร้อนที่มีรูปร่างลักษณะซับซ้อนในสภาวะอยู่ตัวและสภาวะไม่อยู่ตัว การคำนวณแบ่งเป็นสองขั้นตอนได้แก่การสร้างกริดและระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุม ในส่วนของขั้นตอนสร้างกริดนั้น กริดเริ่มต้นจะถูกสร้างด้วยวิธีเชิงพีชคณิตแล้วปรับกริดให้มีความสม่ำเสมอด้วยวิธีแก้สมการเชิงอนุพันธ์แบบอิลิปติกซึ่งมีสมการปัวส์ซองเป็นสมการครอบคลุมของการสร้างกริด จากกริดที่สร้างได้ในขั้นตอนแรกนี้ จะสามารถคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของรูปร่าง (geometric coefficient) เพื่อใช้ในการคำนวณในขั้นตอนต่อไป และในส่วนขั้นตอนของระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุมนั้นจะทำการคำนวณบนพื้นที่การคำนวณ (computational space) โดยการแปลงสมการครอบคลุมและเงื่อนไขขอบเขตจากพิกัดคาร์ทีเซียนให้มาอยู่บนพิกัดกระชับขอบเขตโดยใช้กฎลูกโซ่ (chain rule) จากนั้นทำการดิสครีไทซ์สมการครอบคลุมซึ่งอยู่ในรูปสมการเชิงอนุพันธ์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุมเพื่อแปลงให้อยู่ในรูปสมการเชิงพีชคณิต สุดท้ายทำการแก้ระบบสมการเชิงพีชคณิตด้วยวิธี tri-diagonal matrix algorithm (TDMA)

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำโดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับปัญหาอย่างง่ายที่มีผลเฉลยแม่นตรง ผลการคำนวณ หรือผลการทดลองที่ได้มีผู้ทำมาแล้ว สำหรับปัญหาที่นำมาเปรียบเทียบสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือปัญหาการนำความร้อนที่สภาวะอยู่ตัวได้แก่ วงกลมซ้อนกันแบบมีศูนย์กลางร่วมกัน วงกลมซ้อนกันแบบมีศูนย์กลางเยื้องกัน แผ่นสี่เหลี่ยมมีรูวงกลมตรงกลาง แผ่นสี่เหลี่ยมที่มีเงื่อนไขขอบเป็นฟังก์ชันของซายน์และแผ่นสามเหลี่ยมที่มีการผลิตความร้อน เป็นต้น และปัญหาการนำความร้อนที่สภาวะไม่อยู่ตัวได้แก่ แผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแผ่นสี่เหลี่ยมคางหมูเจาะรูวงกลม เนื้อหาในวิทยานิพนธ์นี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุมบนระบบพิกัดกระชับขอบเขต ที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการนำความร้อนที่มีรูปร่างลักษณะซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ

183079

This thesis presents a finite volume method based on the body-fitted coordinates (BFC) for solving steady and unsteady heat conduction problems in complex geometries. There are two parts of calculation: grid generation and the finite volume method. For the grid generation part, the initial grid is generated by the transfinite interpolation (TFI) and then the smoothness of the grid is adjusted by the elliptic grid generation technique based on the poisson equation. Geometric coefficients are calculated from this part. For the finite volume method, the computational space is used for calculation. The governing equations in Cartesian coordinates must be transformed into those in body-fitted coordinates and then discretized by the finite volume method. Finally, the algebraic equation system is solved by the line-by-line TDMA method.

The computer program is validated by solving simple problems, of which exact solutions, experimental or other numerical results are available. Two types of problems - steady and unsteady heat transfer problems, are used for comparison. Firstly, the test cases include steady heat conduction in concentric circular plate, eccentric circular plate, square plate with circular hole, rectangle with sin function boundary condition, and triangle with heat generation. Secondly, the test cases include unsteady heat conduction in square and trapezoid with circular hole. The accuracy results show that the finite volume method based on body-fitted coordinates can accurately solve problems in complex geometries.