ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนเชิงเส้นภายใต้สถานะคงตัวในสองมิติ และสามมิติโดยใช้วิธีการปรับแต่งไฟไนต์อีลิเมนต์แบบพีเวอร์ชัน
ผู้เขียน	นายมนชิต คันธวงศ์
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. อนุชา พรมวังขวา

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ปัญหาการถ่ายเทความร้อนในสองมิติ และสามมิติภายใต้สถานะคงตัวโดยใช้การวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์แบบพีเวอร์ชัน (*p*-Version) พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งทำการเพิ่มอีลิเมนต์ลงในโปรแกรม *p*-FEM ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการวิเคราะห์ความเค้นทางด้านกลศาสตร์ของแข็ง รวมถึงการกำหนดขอบเขต และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการถ่ายเทร้อนในสองมิติ และสามมิติ โดยได้เพิ่มเติมการคำนวณค่าเมตริกซ์ของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และค่าเวคเตอร์ของภาระความร้อนของแต่ละอีลิเมนต์ทั้งในอันดับที่หนึ่ง และอันดับที่สูงกว่าหนึ่ง

จากการศึกษาปรากฏว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม *p*-FEM เกิดการลู่เข้าของผลเฉลยของอุณหภูมิของอีลิเมนต์เมื่อทำการปรับแต่งการวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์จากอันดับที่ $p = 1$ ไปจนถึงอันดับที่ $p = 8$ โดยโจทย์ปัญหาในสองมิติได้สร้างแบบจำลองขึ้นมา 2 รูปแบบซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแบนสี่เหลี่ยมจัตุรัสเจาะรูตรงกลางแผ่นโดยแบบจำลองแรกเจาะเป็นรูกลม ส่วนแบบจำลองที่สองเจาะรูเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งแบบจำลองทั้งสองจะถูกกำหนดให้ที่บริเวณขอบที่เจาะรูมีอุณหภูมิคงที่ทั่วทั้งขอบ และมีปริมาณความร้อนไหลออกที่บริเวณขอบด้านข้างทั้งสองข้าง จากการวิเคราะห์พบว่ามีการลู่เข้าของผลเฉลยของอุณหภูมิที่โหนดจะอยู่ในช่วงอันดับที่ $p = 4$ ถึงอันดับที่ $p = 5$ สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาการถ่ายเทความร้อนในสามมิติ ได้ทำแบบจำลองที่มีลักษณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมเจาะรูกลมทะลุตรงกลาง โดยกำหนดให้บริเวณผิวของรูที่ถูกเจาะมีมีอุณหภูมิคงที่ทั่วทั้งผิวและมีการไหลออกของปริมาณความที่ผิวทั้งสองข้าง จากการวิเคราะห์พบว่า การลู่เข้าของผลเฉลยของอุณหภูมิที่โหนดจะอยู่ในช่วงอันดับที่ $p = 3$ ถึงอันดับที่ $p = 4$ นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบผลเฉลยของอุณหภูมิที่โหนดที่วิเคราะห์ได้กับผลเฉลยของอุณหภูมิที่ลู่เข้าสู่คำตอบสุดท้ายที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นการวิเคราะห์แบบ เอชเวอร์ชัน (*h*-Version) พบว่าจะมีค่าผลเฉลยของอุณหภูมิที่แตกต่างกันอยู่ในช่วงที่ต่างกันออกไปในแต่ละโหนด โดยจะอยู่ในช่วง 0.02 % ถึง 1.45 % และ 0.07 % ถึง 0.20 % สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาการถ่ายเทความร้อนในสองมิติ และสามมิติ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Tile Linear Steady-State Heat Transfer Analysis in 2-D and 3-D Using the Adaptive *p*-Version Finite Element Method

Author Mr. Monnachit Khanthawong

Degree Master of Engineering (Mechanical Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Anucha Promwungkwa

ABSTRACT

In this study, the 2-D and 3-D steady-state heat transfer problem was analyzed using an adaptive *p*-Version finite element method. The computer subroutines of new elements were added into the *p*-FEM program, which was previously developed for analyzing stresses in solid mechanics. The work concentrated on defining and programming the boundary conditions for 2-D and 3-D heat transfer analysis. Elemental thermal heat transfer coefficient matrix and heat load vector of the first order and the higher orders are added into the program.

The analysis results from the program showed that nodal temperatures of the elements converge to the final solutions if the order of elements was refined to the higher orders. The *p*-order of element same shape function can be varied from $p = 1$ to $p = 8$. For the 2-D heat transfer problem, two sample models were analyzed. The first model was the square plate with the round hole at the center. The second model was the square plate with the square hole. The prescribed boundary is the constant temperature at the edge of the hole and the uniform heat flux at the outer edges. The nodal temperatures in both models converge at *p*-order at $p = 4$ or $p = 5$. For the 3-D heat transfer problem, the cubic body with the round central hole was analyzed. The prescribed boundary is the constant temperature at the inner face of the hole and the uniform heat flux at the outer faces of the body. The result show the solution converge to the final solution at the elemental order of $p = 3$ to $p = 4$. In order to validate the final solutions, the same models

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

were analyzed using commercial software, which uses *h*-Version elements. The comparison of the final nodal temperatures in the models showed the difference is in the range 0.02 to 1.45% for 2-D problem and 0.07 to 0.20% for 3-D problem.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved