สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
อักษรย่อ และ สัญลักษณ์	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 เนื้อหาในวิทยานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การเรียนการสอนเรื่องการทดสอบการไหลของอากาศ	5
2.2 การใช้โต๊ะน้ำเพื่อทดสอบกระแสลมในวิชา 80325 Basic Building and Energy System ของคณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	7
2.3 ทฤษฎีการไหลของอากาศ	8
2.3.1 ทฤษฎีการไหลของอากาศ	8
2.3.2 ทฤษฎีการไหลของของไหล	10
2.3.3 การไหลของอากาศที่มีผลต่ออาคาร	13
2.3.4 การคำนวณความเร็วของการไหลอากาศ	17
บทที่ 3 ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	19
3.1 ทฤษฎี และ ลักษณะของระเบียบวิธีไฟไนต์อลิเมนต์	19
3.2 ความเป็นมาของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	22
3.3 หลักการทั่วไปสำหรับวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	24
3.3.1 ชนิดของเอลิเมนต์	24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2 การแบ่งชิ้นส่วนออกเป็นเอลิเมนต์ย่อย 28
3.3.3 ข้อแนะนำสำหรับการจำลองแบบไฟไนต์เอลิเมนต์ 31
3.3.4 ขั้นตอนของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 32
3.4 การประยุกต์ใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 36
3.5 ข้อได้เปรียบของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 43
3.5.1 ข้อควรระวังของการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 44
3.5.2 ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น 45
3.6 วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์กับปัญหาของไหล 45
3.6.1 สมการพื้นฐานทั่วไป 46
3.6.2 รูปแบบลักษณะการไหลที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 49
3.6.3 ปัญหาการไหลแบบหนืด 50
3.7 วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์กับปัญหาของการไหล 51
3.7.1 องประกอบของความรู้ที่จำเป็น 52
3.7.2 ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 54
3.7.3 กระบวนการแก้ปัญหาด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ 55
3.7.4 ความน่าสนใจของโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ 57

บทที่ 4 โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์อย่างง่าย (EasyFEM) 58
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม EasyFEM 58
4.2 สมการเชิงอนุพันธ์ที่ใช้ในโปรแกรม EasyFEM 58
4.3 การทดสอบการใช้งานโปรแกรม EasyFEM ในเบื้องต้น 60
4.3.1 ขั้นตอนการกำหนดค่าเบื้องต้น 62
4.3.2 ขั้นตอนการขึ้นรูปร่างโมเดลที่ทำการทดสอบ 63
4.3.3 ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตโดเมน และการใส่เอลิเมนต์ให้กับโมเดล 64
4.3.4 ขั้นตอนการกำหนดภาวะโหลดต่างๆ ให้กับ Node และ Element 66
4.3.5 ขั้นตอนการประมวลผล และวิเคราะห์ปัญหา 67
4.3.6 ขั้นตอนการนำเสนอผล 69

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 สรุปการทดลองใช้งานโปรแกรม EasyFEM 73

บทที่ 5 วัตถุประสงค์ และ วิธีวิจัย 74

5.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 74

5.2 วิธี และขั้นตอนของการวิจัย 75

5.3 ขอบเขตของการวิจัย 81

5.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 81

บทที่ 6 ปัจจัยที่ทำให้โปรแกรมสามารถประมวลผลได้ 82

6.1 การทดสอบผลกระทบจากขนาดของปัญหา (Model Scale) 82

6.2 การทดสอบปรับเปลี่ยนจำนวนโนด และเอลิเมนต์ 87

6.3 ผลจากอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ปัญหาทดสอบ และพื้นที่โมเดล 89

6.4 การใช้หลักการทางสถิติเพื่อทดสอบตัวแปรต่าง ๆ 94

6.5 สรุปผลการทดสอบหาปัจจัยที่มีผลต่อข้อจำกัดในการประมวลผลของโปรแกรม EasyFEM 96

บทที่ 7 การทดสอบโปรแกรม EasyFEM 98

7.1 การทดสอบการไหลของอากาศผ่านกล่องท่อการไหล 98

7.1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 98

7.1.2 วิธีการทดลอง 111

7.1.3 รูปแบบการทดลอง 114

7.1.4 ผลจากการทดลอง 116

7.2 การทดสอบการไหลของอากาศผ่านโมเดลทดลอง 121

7.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 121

7.2.2 วิธีการทดลอง 123

7.2.3 รูปแบบการทดลอง 124

7.2.4 ผลจากการทดลอง 126

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

7.3 สรุปผลการทดสอบการเปรียบเทียบการใช้งานโปรแกรม EasyFEM กับ การทดลองการไหลในสภาพแวดล้อมจริง 132

บทที่ 8 การทดลองให้นักศึกษาใช้โปรแกรม EasyFEM 133
8.1 วัตถุประสงค์ และวิธีการศึกษา 133
8.2 การทดสอบเรื่องการไหลของอากาศด้วยโต๊ะน้ำ ในวิชา 801325 Basic building and Energy 134
8.3 แนวความคิดในการออกแบบคู่มือในการฝึกอบรมการใช้โปรแกรม EasyFEM 131 ในการวิเคราะห์การไหลของอากาศ 135
8.4 ผลการทดลองทดสอบการไหลของอากาศด้วยโปรแกรม Easy FEM โดยนักศึกษา 136
8.5 สรุปผลของการวิเคราะห์ผลการไหลของอากาศด้วยโปรแกรม Easy FEM โดยนักศึกษา 139

บทที่ 9 สรุปผลการศึกษาวิจัย 141
9.1 ข้อเสนอแนะ 142

บรรณานุกรม 144

ภาคผนวก 146
ภาคผนวก ก รูปตัวอย่างปัญหาโมเดลทดสอบพร้อมด้วยค่าพิกัดคอร์ดิเนทต์ที่ใช้ใน โปรแกรม EasyFEM 147
ภาคผนวก ข กลุ่มข้อมูลปัญหาที่ทดสอบในเรื่องการไหลของอากาศด้วย โปรแกรม EasyFEM 148
ภาคผนวก ค แบบอย่างเอกสารรายงานในเรื่องการทดสอบการไหลของอากาศด้วยโต๊ะน้ำ 150
ภาคผนวก ง แบบอย่างเอกสารรายงานในเรื่องการฝึกอบรมการใช้งานโปรแกรม EasyFEM 155
ภาคผนวก จ เอกสารตัวอย่างวิธีใช้โปรแกรม EasyFEM ในการวิเคราะห์ปัญหาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไหลของอากาศ 158

ประวัติผู้เขียน 175

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	Effectiveness Factor	14
6.1	สรุปการทดสอบการปรับเปลี่ยนขนาดของปัญหาที่ใช้ทดสอบ	86
6.2	การทดสอบการปรับเปลี่ยนจำนวนโนด และเอลิเมนต์	88
6.3	การทดสอบหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่โดเมน และพื้นที่โมเดล	91
6.4	การทดสอบหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่โดเมน และพื้นที่โมเดล	92
6.5	การทดสอบหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่โดเมน และพื้นที่โมเดล	92
6.6	แสดงผลการทดสอบเพื่อหาค่าสถิติของตัวแปรที่ใช้ในการหาศักยภาพในการใช้งานของโปรแกรม EasyFEM ในเรื่องการไหลของอากาศ	94
6.7	แสดงสัมประสิทธิ์ของสมการในการพยากรณ์ผลลัพธ์ จากการใช้งานของโปรแกรม EasyFEM ในเรื่อง การไหลของอากาศ	95
7.1	ตารางเปรียบเทียบการทดสอบการไหลแบบไม่มีแผ่นกีดขวาง	116
7.2	ตารางเปรียบเทียบการทดสอบการไหลแบบมีแผ่นกีดขวาง	119
7.3	ตารางเปรียบเทียบการทดสอบการไหลในทิศทาง 45 องศากับโมเดลทดสอบ	127
7.4	ตารางเปรียบเทียบการทดสอบการไหลในทิศทาง 90 องศากับโมเดลทดสอบ	129

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	แสดงลักษณะการพัดผ่านอาคารแบบต่างๆของกระแสลม	13
2.2	การทดสอบเรื่องทิศทางอาคารกับการไหลของอากาศด้วยโต๊ะน้ำ	15
2.3	การทดสอบการไหลของอากาศภายในห้องที่มีผลจากการใช้ผนังดักลม	16
2.4	ตัวอย่างขนาดของแผงดักลมที่เหมาะสมกับขนาดของช่องเปิด	16
2.5	แสดงส่วนประกอบอาคารที่ทำหน้าที่คล้าย Wing Wall	17
3.1	ลักษณะการแบ่งเอลิเมนต์	19
3.2	แสดงการแบ่งเอลิเมนต์แบบต่างๆภายในวัสดุ	21
3.3	เอลิเมนต์แบบมิติเดียวแบบต่างๆ	25
3.4	เอลิเมนต์สองมิติแบบต่างๆ	25
3.5	เอลิเมนต์สามมิติแบบต่างๆ	26
3.6	เอลิเมนต์หลายมิติแบบต่างๆ	27
3.7	เอลิเมนต์สี่เหลี่ยมสองมิติที่ประกอบด้วยจุดต่อต่างๆ	27
3.8	การแบ่งชิ้นส่วนออกเป็นเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	28
3.9	การแบ่งชิ้นส่วนออกเป็นเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	29
3.10	การแบ่งชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมออกเป็นเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	29
3.11	การแบ่งชิ้นส่วนสี่โค้งออกเป็นเอลิเมนต์สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยมย่อย	30
3.12	การขยายขนาดของเอลิเมนต์สามเหลี่ยม	30
3.13	การยึดจุดต่อ (ก) ยึดแบบสลัก (ข) ยึดล้อแบบหมุน	31
3.14	การแบ่งรูปร่างลักษณะของปัญหาออกเป็นเอลิเมนต์แบบต่างๆ	33
3.15	เอลิเมนต์สามเหลี่ยมแบบอย่าง ประกอบด้วย 3 จุดต่อ โดยมีตัวไม่รู้ค่าอยู่ ณ ตำแหน่งที่จุดต่อ	34
3.16	การออกแบบปลายก้านกระบอกไฮดรอลิคด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	36
3.17	การออกแบบเฟือง และห้องเฟืองด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	36
3.18	การหาความเค้นบริเวณรูวงรีเสริมเหล็กของถังความดันทรงกระบอกด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

3.19	การวิเคราะห์หาความเค้น-ความเครียดในก้านสูบเครื่องอัดอากาศ และกระบอกสูบของเครื่องยนต์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	38
3.20	การวิเคราะห์หาความเค้น - ความเครียดของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	39
3.21	รูปแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับกระดูก	39
3.32	รูปแบบจำลองการยุบตัวของโครงสร้างรถยนต์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	40
3.33	ตัวอย่างวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ใช้ในนวัตกรรมการบิน	41
3.34	รูปแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของสภาวะอากาศรอบกระสวยอวกาศ	42
4.1	โดเมน และ เงื่อนไขขอบเขตของการไหลแบบหนืด	60
4.2	ไอคอนของโปรแกรม EasyFEM	62
4.3	หน้าต่างให้เลือกเอารูปแบบการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ	62
4.4	ตัวอย่างรูปแบบโมเดลที่เราจะนำไปสร้างในโปรแกรม EasyFEM	63
4.5	ผลลัพธ์ที่แสดงเป็นรูปร่างของโมเดลในโปรแกรม EasyFEM	64
4.6	หน้าต่างกำหนดขอบเขตโดเมนให้กับโมเดล	64
4.7	ขั้นตอนการกำหนดจำนวนโนดให้แต่ละเส้น	65
4.8	ขั้นตอนการสร้างเอลิเมนต์สามาเหลี่ยมแบบไม่เป็นระเบียบ	65
4.9	เอลิเมนต์สามเหลี่ยมที่ถูกสร้างในโดเมนที่เรากำหนด	66
4.10	ขั้นตอนการกำหนดค่าต่างๆให้กับโนด	66
4.11	ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตให้กับเอลิเมนต์	67
4.12	หน้าต่างกำหนดเงื่อนไขของการวิเคราะห์ปัญหา	68
4.13	หน้าต่างการประมวลผลของโปรแกรม Easy FEM	68
4.14	หน้าต่างบอกถึงว่าขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหาสำเร็จ	68
4.15	หน้าต่างบอกถึงว่าขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหาไม่สำเร็จสมบูณ	69
4.16	หน้าต่างสำหรับเลือกการแสดงผลของการวิเคราะห์	69
4.17	การแสดงผลความเร็วลมในแนวนอน (X-Velocity)	70
4.18	การแสดงผลความเร็วลมในแนวตั้ง (Y-Velocity)	70
4.19	การแสดงผลความเร็วลมโดยรวม (Total-Velocity)	71

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

4.20	การแสดงผลความดันของการไหล (Pressure)	71
4.21	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Stream line)	72
4.22	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Vector)	72
5.1	แผนผังการวิจัย	80
6.1	ลักษณะปัญหาจำลองที่ใช้ทดสอบในโปรแกรม EasyFEM	83
6.2	ข้อความที่บอกว่าการวิเคราะห์ผลเสร็จสมบูรณ์	85
6.3	หน้าต่างบอกถึงว่าขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหาไม่สำเร็จสมบูรณ์	85
6.4	แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปัญหา และ จำนวนเอลิเมนต์ที่มีผลต่อการประมวลผลของโปรแกรม	93
7.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดผนัง และแรงดันของการไหลภายในท่อ	100
7.2	รูปแบบการทดสอบการไหลในท่อของ Reynold	101
7.3	รูปแบบของการไหลผ่านสิ่งกีดขวางภายในท่อ	102
7.4	แสดงลักษณะของอากาศผ่านสิ่งกีดขวาง	103
7.5	แสดงลักษณะรูปแบบต่างๆของแผ่น Orifice	104
7.6	ความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นจากการไหลผ่านรูของแผ่นกีดขวาง	106
7.7	แสดงความแตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นอยู่หน้าและหลังแผ่นสิ่งกีดขวาง	106
7.8	แสดงลักษณะกระแสการไหลวนที่เกิดขึ้นตามรูปแบบของท่อการไหล	107
7.9	รูปแบบต่างๆของชุดจัดเรียงการไหล	108
7.10	ตัวอย่างการกำหนดระยะติดตั้งชุดจัดเรียงการไหลอากาศ	109
7.11	ตัวอย่างการกำหนดระยะความยาวท่อ และการติดตั้งชุดจัดเรียงการไหลอากาศ	110
7.12	ตัวอย่างการกำหนดระยะความยาวท่อชุดจัดเรียงการไหลอากาศ	113
7.13	Anemometer Thermometer Airflow TA5	113
7.14	แผนผัง และสภาพแวดล้อมของห้องที่ใช้ทดสอบ	114
7.15	การทดสอบการไหลลักษณะการไหลแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง	115
7.16	การทดสอบการไหลลักษณะการไหลแบบมีสิ่งกีดขวาง	115
7.17	กราฟแสดงการเทียบการทดสอบการไหลแบบไม่มีแผ่นกีดขวาง	117

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

7.18	การแสดงผลความเร็วลมโดยรวม (Total-Velocity)	117
7.19	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Vector)	118
7.20	กราฟแสดงการเทียบการทดสอบการไหลแบบมีแผ่นกีดขวาง	119
7.21	การแสดงผลความเร็วลมโดยรวม (Total-Velocity)	120
7.22	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Vector)	120
7.23	แสดงการลักษณะการไหลของอากาศผ่านช่องเปิดอาคาร	122
7.24	แผนผัง และสภาพแวดล้อมของห้องที่ใช้ทดสอบ	123
7.25	ลักษณะรูปแบบห้องที่ใช้ในการทดสอบการไหล	125
7.26	แสดงทิดลมเข้า และตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในห้องที่ใช้ในการทดสอบการไหล	126
7.27	กราฟแสดงการเทียบการทดสอบการไหลในทิศทาง 90 องศา	127
7.28	การแสดงผลความเร็วลมโดยรวม (Total-Velocity)	128
7.29	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Vector)	128
7.30	กราฟแสดงการเทียบการทดสอบการไหลในทิศทาง 45 องศา	130
7.31	การแสดงผลความเร็วลมโดยรวม (Total-Velocity)	130
7.32	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Vector)	131
7.33	การแสดงผลทิศทางกระแสการไหล (Stream line)	131
8.1	ตัวอย่างลักษณะของห้องที่ใช้ทดสอบการไหลของอากาศโดยนักศึกษา	135

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อักษรย่อ และ สัญลักษณ์

สัญลักษณ์

P_1	คือ	ความดันของก๊าซก่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพ		
P_2	คือ	ความดันของก๊าซหลังการเปลี่ยนแปลงสภาพ		
V_1	คือ	ปริมาตรของก๊าซก่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพ		
V_2	คือ	ปริมาตรของก๊าซหลังการเปลี่ยนแปลงสภาพ		
T_1	คือ	อุณหภูมิของก๊าซก่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพ		
T_2	คือ	อุณหภูมิของก๊าซหลังการเปลี่ยนแปลงสภาพ		
ρ	คือ	ความหนาแน่นของของไหล		
v	คือ	ความเร็วของของไหลที่ไหลเข้าหาสิ่งกีดขวาง		
L	คือ	ระยะห่างระหว่างจุดที่พิจารณากับผิวสัมผัสของสิ่งกีดขวาง		
μ	คือ	ความหนืดของของไหล		
Re	คือ	สัดส่วนระหว่างค่าแรงเฉื่อยต่อค่าแรงหนืดของของไหล		
q	คือ	ปริมาณการไหล (ปริมาตร) ต่อหน่วยเวลา		
A_1	คือ	พื้นที่หน้าตัดของเส้นทางการไหลที่จุด 1		
A_2	คือ	พื้นที่หน้าตัดของเส้นทางการไหลที่จุด 2		
v_1	คือ	ความเร็วในการไหลที่จุด 1		
v_2	คือ	ความเร็วในการไหลที่จุด 2		
p_1	คือ	ความดันของของไหล ณ จุด 1		
p_2	คือ	ความดันของของไหล ณ จุด 2		
g	คือ	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก		
z_1	คือ	ระดับความสูงจากระดับอ้างอิงใด ๆ ของจุด 1		
z_2	คือ	ระดับความสูงจากระดับอ้างอิงใด ๆ ของจุด 2		
Q	คือ	อัตราการไหลของอากาศ	หน่วยเป็น	ft^3/hr
A	คือ	พื้นที่หน้าตัดขนาดของทางเปิดเข้า	หน่วยเป็น	ft^2
V	คือ	ความเร็วของกระแสลม	หน่วยเป็น	ft/hr
u	คือ	ความเร็วของของไหลในแนวแกน x		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อักษรย่อ และ สัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์

v	คือ	ความเร็วของของไหลในแนวแกน y
t	คือ	เวลาที่ต้องการพิจารณาการไหล
p	คือ	ความดันของของไหล
x	คือ	ตำแหน่งที่ต้องการพิจารณาการไหลตามแนวแกน x
y	คือ	ตำแหน่งที่ต้องการพิจารณาการไหลตามแนวแกน y
ϕ_i	คือ	ตัวไม่รู้ค่าที่จุดต่อของเอลิเมนต์
N_i	คือ	ตัวแทนฟังชันก์ชันประมาณภายในเอลิเมนต์
B_x	คือ	แรงเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวต่อมวลหนึ่งหน่วยในทิศแกน x
B_y	คือ	แรงเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวต่อมวลหนึ่งหน่วยในทิศแกน y
e	คือ	พลังงานภายในต่อมวลหนึ่งหน่วย
k	คือ	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน
Φ	คือ	ฟังก์ชันการกระจายความหนืด
A	คือ	ขนาดปัญหาทดสอบ
M	คือ	ขนาดโมเดล
E	คือ	จำนวณเอลิเมนต์ทังหมดในโดเมนหลัก
N	*คือ*	จำนวนโนด
A_E	คือ	ขนาดพื้นที่ต่อ 1 เอลิเมนต์
A_D	คือ	ขนาดพื้นที่ทังหมดของโดเมนหลัก
K	คือ	อัตราส่วนระหว่างขนาดปัญหาทดสอบกับขนาดโมเดล
R	คือ	ผลลัพธ์ว่าโปรแกรมของการประมวลผลได้หรือไม่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved