

สารบัญ

คำนำ

บทที่ 1	ความรู้เบื้องต้น	1
1.1	การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม	1
1.1.1	องค์ประกอบของปัญหา	2
1.1.2	วิธีการแก้เพื่อหาผลลัพธ์	3
1.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	4
1.2.1	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์คืออะไร	4
1.2.2	ขั้นตอนในวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	5
1.3	ซอฟต์แวร์ Patran/MSC Nastran	7
1.3.1	ข้อมูลทั่วไป	7
1.3.2	หน้าจอและแถบเครื่องมือ	8
1.4	ประโยชน์ของวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	11
บทที่ 2	การวิเคราะห์วัสดุท่อน	13
2.1	สมการพื้นฐาน	13
2.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	13
2.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	14
2.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	15
2.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	15
2.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	15
2.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	17
2.3.1	ปัญหาโครงสร้าง 1 มิติ	17
2.3.2	ปัญหาโครงสร้าง 2 วัสดุท่อน	27

2.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	37
2.4.1 ปัญหาโครงสร้าง 21 วัสดุอ่อน	37
บทที่ 3 การวิเคราะห์คานและโครงสร้าง	41
3.1 สมการพื้นฐาน	42
3.1.1 สมการเชิงอนุพันธ์	42
3.1.2 สมการที่เกี่ยวข้อง	42
3.2 วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	43
3.2.1 สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	43
3.2.2 ชนิดของเอลิเมนต์	44
3.3 ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	45
3.3.1 ปัญหาโครงสร้าง 2 คาน	45
3.3.2 ปัญหาโครงสร้าง 21 คาน	56
3.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	58
3.4.1 ปัญหาโครงสร้างรถแข่งใน 3 มิติ	58
บทที่ 4 การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นใน 2 มิติ	61
4.1 สมการพื้นฐาน	62
4.1.1 สมการเชิงอนุพันธ์	62
4.1.2 สมการที่เกี่ยวข้อง	62
4.2 วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	63
4.2.1 สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	63
4.2.2 ชนิดของเอลิเมนต์	64
4.3 ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	66
4.3.1 ปัญหาแผ่นบางมีรูกลมตรงกลาง	66
4.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	80
4.4.1 ปัญหาความแข็งแรงของล้อพื้นเพ็อง	80

บทที่ 5 การวิเคราะห์แผ่นบาง	83
5.1 สมการพื้นฐาน	83
5.1.1 สมการเชิงอนุพันธ์	83
5.1.2 สมการที่เกี่ยวข้อง	85
5.2 วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	85
5.2.1 สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	85
5.2.2 ชนิดของเอลิเมนต์	86
5.3 ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	87
5.3.1 ปัญหาการโค้งของแผ่นบาง	87
5.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	98
5.4.1 ปัญหาความแข็งแรงเหลือจากชั้นวางของ	98
บทที่ 6 การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นใน 3 มิติ	101
6.1 สมการพื้นฐาน	102
6.1.1 สมการเชิงอนุพันธ์	102
6.1.2 สมการที่เกี่ยวข้อง	102
6.2 วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	103
6.2.1 สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	103
6.2.2 ชนิดของเอลิเมนต์	104
6.3 ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	107
6.3.1 ปัญหาชิ้นงาน 3 มิติ	107
6.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	118
6.4.1 ปัญหาความแข็งแรงของชิ้นส่วนในปีกเครื่องบิน	118
บทที่ 7 การวิเคราะห์การโก่งงอ	121
7.1 สมการพื้นฐาน	122
7.1.1 สมการเชิงอนุพันธ์	122

7.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	123
7.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	124
7.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	124
7.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	125
7.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	126
7.3.1	การโค้งงอของคาน	126
7.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	136
7.4.1	ปัญหาการโค้งของขวดน้ำยาซักผ้า	136
บทที่ 8	การวิเคราะห์โหมด	139
8.1	สมการพื้นฐาน	140
8.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	140
8.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	143
8.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	145
8.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	145
8.2.2	ชนิดของเอลิเมนต์	145
8.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	147
8.3.1	ปัญหาการสั่นของแผ่นบาง	147
8.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	156
8.4.1	ปัญหาความถี่ของการสั่นในโครงสร้างรถยนต์	156
บทที่ 9	การวิเคราะห์การตอบสนองความถี่	159
9.1	สมการพื้นฐาน	160
9.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	160
9.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	160
9.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	161
9.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	161

9.2.2	ขั้นตอนการคำนวณ	161
9.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	163
9.3.1	ระบบก่อนมวลและสปริง	163
9.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	174
9.4.1	ปัญหาความถี่ของการสั่นในโครงสร้างรถยนต์	174
บทที่ 10	การวิเคราะห์การตอบสนองชั่วคราว	177
10.1	สมการพื้นฐาน	178
10.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	178
10.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	178
10.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	179
10.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	179
10.2.2	ขั้นตอนการคำนวณ	179
10.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	181
10.3.1	ระบบก่อนมวลและสปริง	181
10.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	192
10.4.1	ปัญหาความถี่ของการสั่นในโครงสร้างรถยนต์	192
บทที่ 11	การวิเคราะห์วัสดุแบบไม่เชิงเส้น	196
11.1	สมการพื้นฐาน	196
11.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	196
11.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	197
11.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	199
11.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	199
11.2.2	ขั้นตอนการคำนวณ	200
11.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	202
11.3.1	ปัญหาคานยื่นรับแรงในแนวตั้ง	202

11.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	212
11.4.1	ปัญหาความไม่เชิงเส้นของวัสดุแผ่นยึด	212
บทที่ 12	การวิเคราะห์รูปร่างแบบไม่เชิงเส้น	216
12.1	สมการพื้นฐาน	216
12.1.1	สมการเชิงอนุพันธ์	216
12.1.2	สมการที่เกี่ยวข้อง	217
12.2	วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	218
12.2.1	สมการไฟไนต์เอลิเมนต์	218
12.2.2	ขั้นตอนการคำนวณ	218
12.3	ตัวอย่างเพื่อการเรียนรู้	220
12.3.1	ปัญหาคานยื่นรับแรงในแนวตั้ง	220
12.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้	229
12.4.1	ปัญหาการยึดตัวมากของคอยล์สปริง	229
บรรณานุกรม		233
ครรชนี		235
ประวัติผู้แต่ง		243