สารบัญ

บทที่	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
คำนิยามศัพท์	ญ
สัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของการทำโครงงาน	1
วัตถุประสงค์	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการดำเนินโครงงาน	2
แผนการดำเนินงาน	3
งบประมาณ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
วิธีการกำหนดค่าแรงลมสถิติเทียบเท่า	4
ข้อพิจารณาหลักของการออกแบบ	4
วิธีการคำนวณแรงลมร่วมกับน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ	5
การคำนวณแรงลมสถิติเทียบเท่าโดยวิธีการอย่างง่าย	6
หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม(q)	9
ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e)	10
ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลม (C_g)	12
ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม (C_p)	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์	21
หลักการในการออกแบบ	**21**
การกำหนดรูปแบบของโครงหลังคา	**21**
วิธีการและขั้นตอนในการวิเคราะห์แรง	**22**

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
บทที่ 4 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล	36
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	45
สรุป	45
ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก ก	50
ภาคผนวก ข	54
ภาคผนวก ค	90
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	109

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2-1 การจำแนกประเภทของอาคาร ตามความสำคัญต่อสาธารณชน	**8**
ตารางที่ 2-2 ค่าประกอบความสำคัญต่อแรงลม	**9**
ตารางที่ 2-3 ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e) สำหรับวิธีการอย่างง่าย	11
ตารางที่ 2-4 ตารางเปรียบเทียบความลาดชัน(องศา)ของหลังคากลับพื้นที่ผิวของอาคาร	14
ตารางที่ 2-5 การจำแนกกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง	16
ตารางที่ 2-5 การจำแนกกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง(ต่อ)	17
ตารางที่ 3-4 แสดงค่าวิเคราะห์แรงร่วม DL+LL	24
ตารางที่ 3-5 แสดงค่าวิเคราะห์แรงลม WL	24
ตารางที่ 3-6 ตารางแสดงแรงตามแนวแกนสูงสุด	33
ตารางที่ 3-7 ตารางแสดงค่าสูงสุดในชิ้นส่วนออกแบบ	34
ตารางที่ 4-1 ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ C_e ที่นำมาคำนวณ	36
ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมสูงสุดที่กระทำภายนอกอาคาร C_pC_g	36
ตารางที่ 4-3 แรงรวมลมสุทธิที่ได้จากการคำนวณแล้ว	38
ตารางที่ 4-5 แสดงแรงดึงและแรงอัดที่มากที่สุดของโครงหลังคาแต่ละรูปแบบแต่ละองศา ที่ระยะความยาว 10 เมตร	40
ตารางที่ 4-6 แสดงแรงดึงและแรงอัดที่มากที่สุดของโครงหลังคาแต่ละรูปแบบแต่ละองศา ที่ระยะความยาว 16 เมตร	41
ตารางที่ 4-7 แสดงแรงดึงและแรงอัดที่มากที่สุดของโครงหลังคาแต่ละรูปแบบแต่ละองศา ที่ระยะความยาว 22 เมตร	42
ตารางที่ 4-8 ตารางแรงตามแนวแกนออกแบบชิ้นส่วนรับแรงอัดและแรงดึง	43
ตารางที่ 4.9 ตารางหน้าตัดเหล็กที่คำนวณได้	44

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
รูปที่ 2-1	**แสดงทิศทางการพัดของลมโดยทั่วไป อยู่ในแนวตั้งฉากกับสันหลังคา โดยเปรียบเทียบกับองศาต่างๆกัน และตารางแสดงค่า (C_pC_g)**	14
รูปที่ 2-2	แผนที่การแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง (V)	15
รูปที่ 2-2	แผนที่แสดงเส้นความเร็วลม	18
รูปที่ 2-3	สภาพภูมิประเทศแบบ A ซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศแบบโล่งซึ่งมีอาคาร ต้นไม้ หรือ สิ่งปลูกสร้าง กระจัดกระจายอยู่ห่างๆกัน หรือเป็นบริเวณชายฝั่งทะเล	19
รูปที่ 2-4	สภาพภูมิประเทศแบบ B ซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง หรือพื้นที่ที่มี ต้นไม้ใหญ่หนาแน่น หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก	19
รูปที่ 2-5	สภาพภูมิประเทศแบบ C ซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศของบริเวณศูนย์กลางเมืองใหญ่ มีอาคารสูงอยู่หนาแน่น โดยที่อาคารไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต้องมีความสูงเกิน 4 ชั้น	20
รูปที่ 2-6	ภาพด้านหลังเป็นสภาพภูมิประเทศแบบ C ภาพด้านหน้าเป็นตัวอย่างสภาพภูมิ -ประเทศแบบ B	20
รูปที่ 3-1	ตัวอย่างอาคารออกแบบ	21
รูปที่ 3-2	แสดงลักษณะของแรงแต่ละพื้นที่บนโครงหลังคา	22
รูปที่ 3-3	แสดงการรวมแรงและลักษณะของหน่วยแรงดูด(แรงลมลบ)หน่วยแรงดัน(แรงลมบวก)	23
รูปที่ 3-4	รูปแบบที่ 1 หน่วยแรงดูด DL+LL	25
รูปที่ 3- 5	รูปแบบที่2 หน่วยแรงดูด DL+WL	26
รูปที่ 3-6	รูปแบบที่3 หน่วยแรงดูด DL+0.75LL+0.75WL	27
รูปที่ 3-7	รูปแบบที่ 4 หน่วยแรงดูด 0.6DL+WL	28
รูปที่ 3-8	รูปแบบที่ 1 หน่วยแรงดัน 0.6DL+LL	29
รูปที่ 3-9	รูปแบบที่ 2 หน่วยแรงดัน DL+WL	30
รูปที่ 3-10	รูปแบบที่ 3 หน่วยแรงดัน DL+0.75LL+0.75WL	31
รูปที่ 3-11	รูปแบบที่ 4 หน่วยแรงดัน 0.6DL+WL	32
รูปที่ 4-1	**กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประกอบ Ce กับความยาวของโครงหลังคา**	37

คำนิยามศัพท์

"ความสูงเฉลี่ยของหลังคา" หมายถึง ความสูงที่วัดจากจุดกึ่งกลาง (mid-height) ของหลังคา กล่าวคือ ความสูงเฉลี่ยระหว่างความสูงเฉลี่ยของยอดหลังคา และความสูงของชายคา ใน กรณี ความชันของหลังคาน้อยกว่า 7-10 องศา สามารถใช้ความสูงของชายคาแทนได้

"ชิ้นส่วนของโครงสร้างรอง (secondary structural members)" หมายถึง ชิ้นส่วนของโครงสร้างรองที่ใช้รับกำลังและส่งถ่ายแรงไปยังระบบโครงสร้างหลัก ตัวอย่างเช่น โครงเคร่า (girt) แป (purlin) เป็นต้น

"ระบบโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม (main wind-force resistant system)" หมายถึง ระบบโครงสร้างหลักที่ใช้รับกำลังและเสถียรภาพของโครงสร้างภายใต้แรงลม ซึ่งประกอบด้วย

สัญลักษณ์

A = พื้นที่รับลม มีค่าเท่ากับผลคูณของ(ความกว้างของอาคาร) (W กับมิติในแนวดิ่ง ของพื้นที่ที่พิจารณาแรง) h มีหน่วยเป็น ตารางเมตร

A_0 = พื้นที่รวมทั้งหมดของช่องเปิดบนผนังภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็น ตารางเมตร

C_e = ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (exposure factor)

C_g = ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม (gust effect factor)

C_{gi} = ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม ที่กระทำกับพื้นผิวภายในอาคาร

C_p = ค่าสัมประสิทธิ์ ของหน่วยแรงลมที่ กระทำภายนอกอาคาร (external pressure coefficient)

C_{pi} = ค่าสัมประสิทธิ์ ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายในอาคาร (internal pressurecoefficient)

H = ความสูงของอาคาร มีหน่วยเป็นเมตร

I_w = ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม

p = หน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่า (equivalent static wind pressure) มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร

p_i = หน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายในอาคาร

q = หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม (reference velocity pressure) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร

V_0 = ปริมาตรภายในของอาคาร มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

V_{50} = ค่าความเร็วลมที่คาบเวลากลับ 50 ปี

V = ความเร็วลมอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

W = ความกว้างประสิทธิผลของอาคารในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม มีหน่วยเป็นเมตร

z = ความสูงจากพื้นดิน ณ ตำแหน่งที่คำนวณค่าหน่วยแรงลม มีหน่วยเป็นเมตร

ρ = ความหนาแน่นของมวลอากาศ (ซึ่งมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 1.25 กิโลกรัม (มวล)ต่อลูกบาศก์เมตร) สำหรับความดันบรรยากาศปกติและอุณหภูมิของอากาศประมาณ 15 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส