อิทธิพลของขนาดมิติและความชะลูดของอาคารที่มีต่อแรงภายในของโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงลม

Influence of the Dimensions and Slenderness of Buildings on the Internal Forces of Reinforced Concrete Building Structures under Wind Loads

ภาคภูมิ เล็กสมบูรณ์ไชย[1] ชูชัย สุจิวรกุล[2,*] และ เอนก ศิริพานิชกร[3]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[2] สาขาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[3] สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
**Corresponding author; E-mail address: chuchai.suj@kmutt.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของขนาดมิติและความชะลูดของอาคารที่มีต่อการรับแรงกระทำด้านข้างจากแรงลม รวมถึงโมเมนต์ดัด แรงเฉือน และการโก่งตัวของโครงสร้างอาคาร โครงสร้างอาคารที่ทำการศึกษาเป็นระบบโครงข้อแข็งร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือน โดยกำหนดรูปทรงของผังโครงสร้างอาคารเป็นแบบสมมาตรทั้งสองแกนหลัก อาคารที่ทำการศึกษามีอัตราส่วนด้านกว้างต่อด้านยาวเท่ากับ 1:1 1:2 และ 1:3 และอาคารมีความสูงเท่ากับ 15 27 39 และ 54 เมตร ตามลำดับ การวิเคราะห์โครงสร้างอาคารภายใต้แรงลมจะใช้โปรแกรมไฟไนเอลิเมนต์ โดยแรงลมถูกคำนวณมาจากมาตรฐานและข้อบังคับที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ มยผ.1311-50 กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และร่างกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2565) ผลการศึกษาพบว่า แรงดันลมที่กระทำกับโครงสร้างอาคารจะแปรผันเพิ่มขึ้นตามความสูงที่เพิ่มขึ้นของอาคารและสภาพภูมิประเทศที่อาคารตั้งอยู่ สำหรับสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง แรงดันลมที่ได้จาก มยผ. 1311-50 ที่ระดับความสูง 15 จะให้ค่ามากกว่าที่ได้รับจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) แต่เมื่อระดับความสูงของอาคารมากขึ้นเป็น 27-54 เมตร แรงดันลมที่ได้จาก มยผ. 1311-50 ที่ระดับความสูง 15 เมตร จะให้ค่าน้อยกว่าที่ได้รับจากกฎกระทรวงทั้งสองค่อนข้างมาก ถ้าหากพิจารณาแรงภายในที่เกิดขึ้นที่ฐานของโครงสร้างจะพบว่า สำหรับอาคารที่มีความสูง 15 เมตร โมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักที่ได้จาก มยผ.1311-50 จะให้ค่ามากกว่าเล็กน้อยเท่ากับ 1.045 และ 1.12 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าที่ได้รับจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) อย่างไรก็ตาม เมื่ออาคารมีความสูงมากขึ้น ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังที่ได้จาก มยผ.1311-50 จะมีค่าน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้รับจากกฎกระทรวงทั้งสอง นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่มีความชะลูด (H/W) แตกต่างกัน พบว่า อาคารที่มี H/W ที่มากขึ้นจะให้ค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากขึ้นเป็นไปตามที่คาดไว้ โดยสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของแรงภายในของผนังรับน้ำหนักที่ได้จากแต่ละมาตรฐานและกฎกระทรวงมีค่าใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: ความสูงและความชะลูดของอาคาร, แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดที่ฐาน, แรงลม

Abstract

This research investigated the influence of building dimensions and slenderness on the lateral force from wind loads including the bending moment, shear force and deflection of the building structures. In this study, the building structure was a dual system of frame and shear wall whereby the structural plan was set to be symmetry on both main axes. The investigated buildings had length-to-width ratios of 1:1, 1:2 and 1:3, and their heights were 15, 27, 39, and 54 m, respectively. The structural analysis of the buildings under wind load was performed using the finite element program, where the wind load was calculated from 3 different standards and regulations, namely, DPT.1311-50, Ministerial Regulation No.6 (B.E. 2527), and Draft of Ministerial Regulation No.6 (B.E. 2565). The results of the study showed that wind pressure acting on the building structures would vary with the increasing height of the building and the terrain where the building was located. For suburban terrain, the wind pressure obtained from DPT1311-50 at height of 15 m was higher than those obtained from Ministerial Regulation No.6 (B.E. 2527) and Draft of Ministerial Regulation No.6 (B.E. 2565). But when the height of the building increased to 27-54 m, the wind pressure from DPT1311-50 at height of 15 m was much less than those given by the two ministerial

regulations. If the internal forces were investigated at the structure base, of the buildings with a height of 15 m, the bending moment at the base of load-bearing wall obtained from DPT1311-50 was slightly greater than 1.045 and 1.12 times, respectively compared to those obtained from Ministerial Regulation No.6 (B.E. 2527) and Draft of Ministerial Regulation No.6 (B.E. 2565). However, when the building was taller, the bending moment at the base of wall obtained from DPT1311-50 was smaller when compared to those obtained from other both Ministerial Regulation. Moreover, when comparing buildings with different slenderness (H/W), it was found that buildings with higher H/W would lead to the higher flexural moment and shear at the base of the load-bearing wall as expected, whereby the proportion of an increase in internal forces of the load-bearing wall was nearly the same for each standard and specification.

Keywords: Base Shear and Bending Moment, Building Height and Slenderness, Wind Load

1. บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมา ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในประเทศไทยได้ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของอาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ มาโดยตลอด แรงกระทำเนื่องจากลมถือได้ว่าเป็นแรงกระทำที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติหนึ่งที่สร้างความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างในหลาย ๆ พื้นที่ในประเทศอย่างต่อเนื่อง

กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) [1] ออกตามความพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ในข้อ 17 ได้กำหนดค่าหน่วยแรงลมในลักษณะของแรงดันต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงตามความสูงของอาคารไว้ โดยข้อบังคับดังกล่าวมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2527 แต่ยังไม่เคยได้รับการปรับปรุงแก้ไขจึงส่งผลให้การออกแบบโครงสร้างภายใต้แรงลมตามข้อกำหนดดังกล่าวอาจยังไม่ถูกต้องในสภาวะอากาศปัจจุบัน หรือมีค่าสัดส่วนความปลอดภัยที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทยจึงได้จัดทำ มยผ. 1311-50 พ.ศ. 2550 [2] ซึ่งเป็นมาตรฐานการคำนวณหน่วยแรงลมของอาคารให้เหมาะสมกับทุกประเภทอาคารและทุกภูมิภาคของประเทศ กรอปกับในปัจจุบันได้มีการจัดทำร่างกฎกระทรวงฉบับใหม่เพื่อกำหนดค่าหน่วยแรงลมเพิ่มขึ้นจากที่กำหนดไว้เดิมในกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) การออกแบบอาคารโดยใช้ค่าหน่วยแรงลมตามกฎกระทรวงฉบับเดิมนั้นอาจทำให้มีค่าแตกต่างกันจากกฎกระทรวงฉบับใหม่ หรือ มยผ.1311-50 ซึ่งอาจส่งผลให้อาคารมีกำลังการรับน้ำหนักหรือความเหนียวไม่เพียงพอต่อการต้านแรงลมทางด้านข้าง

แรงลมที่เป็นไปตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (2522) [1] โดยข้อ 17 ระบุไว้ว่าในการคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารให้คำนึงถึงแรงลมด้วย หากจำเป็นต้องคำนวณและไม่มีเอกสารรับรองโดยสถาบันที่เชื่อถือได้ ให้ใช้หน่วยแรงลมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน่วยแรงลมขั้นต่ำสำหรับวิเคราะห์โครงสร้าง

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย กิโลปาสคาล (กก. ต่อ ตร.ม.)
1. ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	0.50 (50)
2. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	0.80 (80)
3. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.2 (120)
4. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 40 เมตร	1.6 (160)

ร่างกฎกระทรวง พ.ศ.2565 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร 2522 ได้มีการปรับปรุงหน่วยแรงลมให้มีความเหมาะสมมากขึ้น โดยกำหนดว่า สำหรับโครงสร้างหลักของอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมหรือคล้ายสี่เหลี่ยมที่มีความสูงไม่เกิน 40 เมตรและมีความสูงไม่เกินสามเท่าของความกว้างที่น้อยที่สุดของอาคาร อาจใช้หน่วยแรงลมตามสภาพภูมิประเทศไม่น้อยกว่าอัตราในตารางที่ 2 หรือ 3 แล้วแต่กรณี ส่วนในกรณีที่เป็นอาคารสาธารณะที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไปและมีลักษณะของอาคารดังกล่าวข้างต้น ให้เพิ่มค่าหน่วยแรงลมตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตารางที่ 3 อีกร้อยละ 15 แล้วแต่กรณี

ตารางที่ 2 หน่วยแรงลมสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบเมืองหรือชานเมือง

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย กิโลปาสคาล (กก. ต่อ ตร.ม.)
1. ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	0.60 (60)
2. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	0.80 (80)
3. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.2 (120)
4. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 40 เมตร	1.6 (160)

ตารางที่ 3 หน่วยแรงลมสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบโล่งหรือชายทะเล

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย กิโลปาสคาล (กก. ต่อ ตร.ม.)
1. ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	1.0 (100)
2. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	1.2 (120)
3. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.6 (160)
4. ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 40 เมตร	1.6 (160)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ และคณะ [3] ได้ทำการเปรียบเทียบมาตรฐานหน่วยแรงลม ASCE 7-95 และ NBC 1990 ผลการวิจัยพบว่า อาคารเตี้ย มาตรฐาน ASCE 7-95 ให้ค่าหน่วยแรงดันลมภายนอก ค่าแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ฐานสูงกว่ามาตรฐาน NBC 1990 ประมาณร้อยละ 20 บัญชา คำวอน [4] ได้พบว่าภูมิประเทศแบบ B จะส่งผลกระทบต่อราคาค่าก่อสร้างอาคาร โดยเฉพาะค่าก่อสร้างผนังรับแรงเฉือนเพิ่มขึ้น สุขะพรไชย นันทนานที [5] ได้พบว่าผังแบบสี่เหลี่ยมจะรับแรงดันลมมากที่สุดและผังแบบวงกลมรับแรงดันลมน้อยที่สุด Gu และ Quan [6] ได้ให้ความเห็นว่าแรงลมปะทะกับอาคารขนาดสูงมีผลมากกว่าแรงดูดด้านข้างเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น Jani และ Patel [7] ได้พบว่าโครงสร้างเสา คานรับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งเป็นหลัก ส่วนแรงด้านข้างนั้นควรให้ความสำคัญกับการผนังรับน้ำหนัก เพื่อรับแรงด้านข้างจากแรงลม Chan และ Chui [8] วิเคราะห์การสั่นจากแรงลมของอาคารโครงเหล็ก โดยทำการคำนวณวนซ้ำ 2-3 รอบ เพื่อศึกษาอาคารรูปทรงที่ไม่สมมาตรโดยนำวิธีการ Optimality criteria algorithm and design procedure มาประยุกต์หาขนาดชิ้นส่วนโครงสร้างเพื่อได้ชิ้นส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการรับแรงด้านข้าง Carpinteri [9] ได้ทำการวิจัยหาแรงกระทำทางด้านข้างต่ออาคารสูง ทั้งกำแพงรับแรงเฉือนและโครงข้อแข็งในรูปแบบการหาจากวิธี Numerical method ร่วมกับค่า Parameter ต่างๆที่เกี่ยวข้องอันมีผลต่อพฤติกรรมต่อโครงสร้าง ซึ่งวิศวกรควรตระหนักถึงความสำคัญในการรับแรงด้านข้างของอาคารสูง Jinghai และ Xinha [10] ศึกษาเกี่ยวกับแรงด้านข้างรูปลักษณะ Shell tube-RC wall กับการจัดรูปแบบ Bracing โดยมีการศึกษาในลักษณะการได้รับผลจากการจัด Bracing คือ ปริมาณ Bracing บนอาคารส่วนรับแรงด้านด้านข้าง ผลจากตำแหน่งของ Bracing บนส่วนของอาคาร ผลจากความต่อเนื่องของ Bracing บนส่วนอาคารรับแรงด้านข้าง ผลจาก Rigid jib บนส่วนของอาคารรับแรงด้านข้าง โดยใช้อาคารรูปลักษณะเดียวกันแต่ต่างรูปแบบในการจัด 3 ถึง 5 รูปแบบ แล้วใส่แรงกระทำด้านข้างทำให้เกิดผลต่อการเคลื่อนตัวต่างๆ กัน

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปยังการวิเคราะห์ประเมินขนาดของหน่วยแรงลมที่กระทำกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดมิติและความสูงแตกต่างกัน โดยใช้ข้อกำหนดการคำนวณแรงลมทั้ง 3 แบบได้แก่ มยผ.1311-50 ข้อกำหนดตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2522) และข้อกำหนดตามร่างกฎกระทรวงฉบับใหม่ (พ.ศ. 2565) นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบหน่วยแรงที่เกิดขึ้น และแรงภายใน (โมเมนต์ดัด และแรงเฉือน) ที่เกิดขึ้นในโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดแรงลมที่กระทำต่ออาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดมิติและความสูงแตกต่างกัน โดยใช้ข้อกำหนดการคำนวณแรงลมแตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ มยผ.1311-50 และกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565)

2.2 เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรขนาดมิติและความสูงของอาคารที่มีผลต่อแรงภายในที่เกิดขึ้นในโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงลม

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 มาตรฐานแรงลมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบแรงลมที่กระทำกับอาคารที่มีมิติและความสูงแตกต่างกัน ตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง และมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง เรื่องมาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองอาคาร (มยผ 1311-50)

3.1.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร 2522

3.1.3 ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร 2522

3.2 แบบจำลองโครงสร้าง

แบบจำลองโครงสร้างในการวิจัยงานนี้ประกอบด้วยทั้งสิ้น 12 แบบ โดยที่มีตัวแปรได้แก่ 3 รูปแบบผัง และ 4 ระดับความสูง คือ 15 27 39 และ 54 เมตร อาคารเหล่านี้ตั้งอยู่กลุ่มที่ 1 กรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาโครงสร้างที่สามารถรับแรงกระทำทางด้านข้างจากแรงลมเป็นหลัก

ในงานวิจัยนี้สามารถจำแนกตามรูปผังอาคารได้ดังนี้

3.2.1 แบบที่ 1 เป็นรูปผังอาคารขนาด 18 x 18 เมตร (อัตราส่วน 1:1) มีความสูง 15 27 39 และ 54 เมตร มีลักษณะสมมาตรทั้ง 2 แนวแกน เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตลอดความสูงขนาดของเสาซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้อย่างปลอดภัย มีขนาด กว้าง 0.50 x 1.00 เมตร มีขนาดของกำแพงรับแรงเฉือนเป็นปล่องสี่เหลี่ยมขนาดความหนา 0.30 เมตร และกำหนดความหนาพื้น 0.30 เมตร ซึ่งสามารถรับน้ำหนักแรงกระทำได้อย่างปลอดภัย

3.2.2 แบบที่ 2 เป็นรูปผังอาคารขนาด 18 x 36 เมตร (อัตราส่วน 1:2) มีความสูง 15 27 39 และ 54 เมตร มีลักษณะสมมาตรทั้ง 2 แนวแกน เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดของเสา ขนาดกำแพงรับแรงเฉือนและความหนาพื้นเท่ากันกับแบบที่ 1

3.2.3 แบบที่ 3 เป็นรูปผังอาคารขนาด 18 x 54.00 (อัตราส่วน 1:3) มีความสูง 15 27 39 และ 54 เมตร มีลักษณะสมมาตรทั้ง 2 แนวแกน เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดของเสา ขนาดกำแพงรับแรงเฉือนและความหนาพื้นเท่ากันกับแบบที่ 1

3.3 สมมุติฐานการวิเคราะห์โครงสร้าง

เมื่อได้แบบจำลองโครงสร้างทั้ง 12 แบบแล้ว จะทำการวิเคราะห์โครงสร้างตามสมมติฐานดังนี้

3.3.1 สมมติฐานของโครงสร้าง

1) โครงสร้างมีพฤติกรรมอยู่ในช่วงยืดหยุ่นเชิงเส้น

2) ชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารไม่มีการวิบัติจากโมเมนต์ดัด และแรงเฉือน

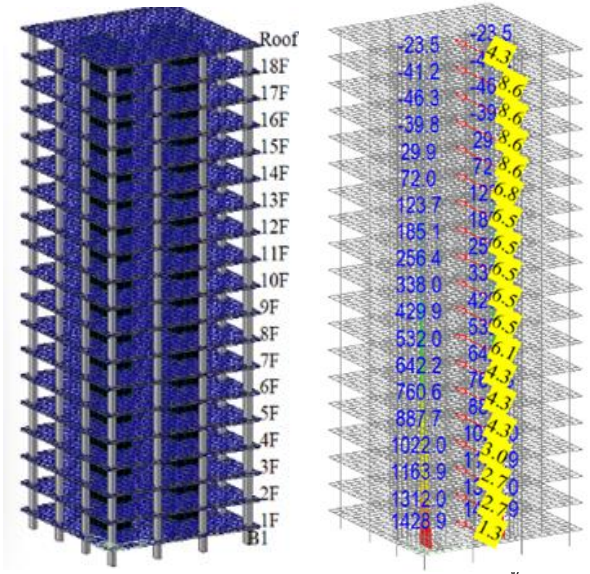
3.3.2 สมมติฐานของการวิเคราะห์

1) แรงลมที่กระทำกับโครงสร้างมีลักษณะสม่ำเสมอ เป็นแรงสถิต

2) พื้นไร้คานในช่วงหัวเสา (Column Strip) ทำหน้าที่เสมือนเป็นคานในระบบโครงข้อแข็งความกว้างหนึ่งในสองของช่วงหัวเสา

3) ระบบโครงสร้างรับแรงเป็นระบบโครงข้อแข็งร่วมกับระบบกำแพงรับแรงเฉือน

4) การคิดแรงกระทำทางด้านข้างคิดทีละแนวแกน และไม่คิดโมเมนต์บิดที่กระทำกับแนวอาคารเนื่องจากมีความสมมาตร



ก. โมเดลโครงสร้างอาคาร ข. โมเมนต์ดัดในผนังรับน้ำหนัก

รูปที่ 1 โมเดลอาคาร และตัวอย่างผลที่ได้รับจากโปรแกรมสำเร็จรูป

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

3.4.1 วางแผนออกแบบร่างขนาดของตัวอาคาร โดยที่อัตราส่วนระหว่างความสูงต่อความกว้างของตัวอาคารต้องไม่มากกว่า 3 เท่า และความสูงไม่เกิน 80 เมตร

3.4.2 คำนวณหาแรงดันลมตามที่กำหนดทั้ง 3 วิธี ที่ทำการศึกษาดังนี้

1) มาตรฐานการคำนวณและการตอบสนองของอาคาร มยผ.1311-50 ค่าแรงลมสถิตเทียบเท่าโดยวิธีการอย่างง่าย

2) มาตรฐานแรงลมตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527)

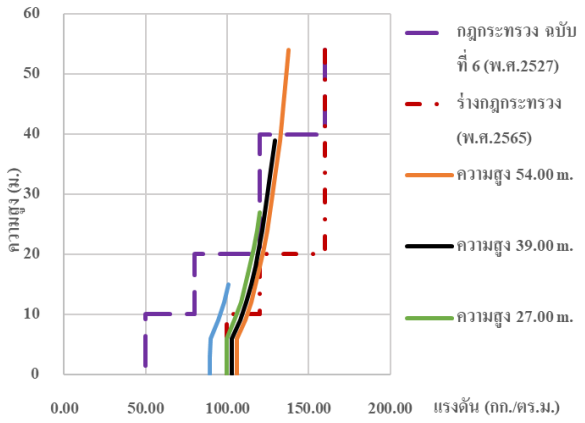
3) มาตรฐานแรงลมตามร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565)

3.4.3 นำเข้าข้อมูลที่ได้จากการคำนวณแรงดันลมโดยการจำลองโมเดลในโปรแกรมไฟไนเอลิเมนต์ จากแบบผังอาคารในข้อ 3.2 เพื่อวิเคราะห์ผลของโมเมนต์และแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลมทั้ง 3 มาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

4.1 แรงกระทำทางด้านข้างต้นลมและท้ายลม

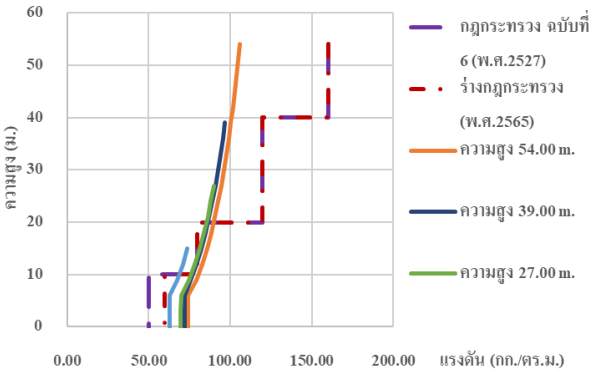
4.1.1 เปรียบเทียบแรงดันลมที่ได้รับจากกฎกระทรวงฯ และ มยผ. 1311-50 ในพื้นที่แบบโล่งหรือชายทะเล



รูปที่ 2 เปรียบเทียบแรงดันลมที่ได้รับจากกฎกระทรวงฯ และ มยผ.1311-50 ในพื้นที่แบบโล่งหรือชายทะเล

รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยแรงดันลมจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 และร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2565 สภาพภูมิประเทศแบบโล่งหรือชายทะเล โดยพบว่าอาคารที่มีขนาดเดียวกันและความสูงเดียวกัน หน่วยแรงดันลมจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 จะให้ค่าหน่วยแรงดันลมระหว่าง 50–160 kg/m^2 และร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2565 จะให้ค่าหน่วยแรงดันลมระหว่าง 100 - 160 kg/m^2 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบหน่วยแรงดันลมที่ความสูงที่ระดับเดียวกันระหว่าง มยผ.1311-50 กฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 และร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2565 จะสังเกตุเห็นว่า ร่างกฎกระทรวงจะให้ค่าแรงลมมากกว่า 1.17 – 1.25 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกันกับมาตรฐานอื่น

4.1.2 เปรียบเทียบแรงดันลมที่ได้จากกฎกระทรวงฯ และ มยผ.1311-50 ในพื้นที่แบบเมืองหรือชานเมือง



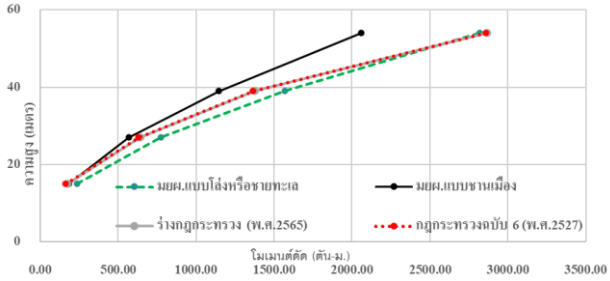
รูปที่ 3 เปรียบเทียบแรงดันลมที่ได้จากกฎกระทรวงฯ และมยผ.1311-50 ในพื้นที่แบบเมืองหรือชานเมือง

การเปรียบเทียบระหว่างหน่วยแรงดันลมจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 และร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2565 สภาพภูมิประเทศแบบเมืองหรือชานเมือง ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยพบว่าอาคารที่มีขนาดเดียวกันและความสูงเดียวกันนั้น หน่วยแรงดันลมจากกฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 ให้ค่าหน่วยแรงดันลมที่ 50 – 160 kg/m2 และร่างกฎกระทรวง พ.ศ.

2565 จะให้ค่าหน่วยแรงดันลมที่ 60 - 160 kg/m2 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบหน่วยแรงดันลมที่ความสูงที่ระดับเดียวกันระหว่าง มยผ.1311-50 กฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 และร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2565 ร่างกฎกระทรวงจะให้ค่ามากกว่า 1.33 – 1.50 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกันกับมาตรฐานอื่น

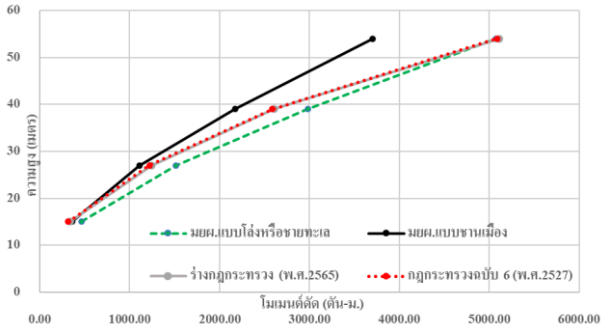
4.2 ผลของค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของอาคาร

4.2.1 โมเมนต์ดัดของผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 18 เมตร



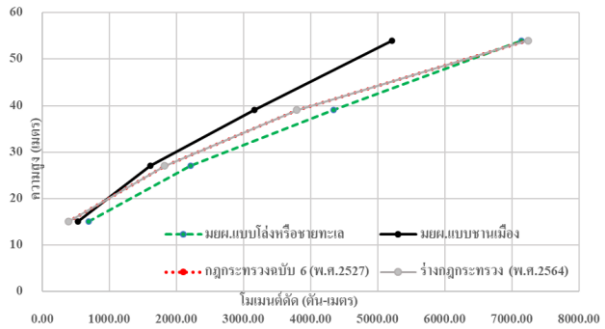
รูปที่ 4 โมเมนต์ดัดของผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 18 เมตร

4.2.2 โมเมนต์ดัดของผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 36 เมตร



รูปที่ 5 โมเมนต์ดัดของผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 36 เมตร

4.2.3 โมเมนต์ดัดของผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 54 เมตร



รูปที่ 6 โมเมนต์ดัดของผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 54 เมตร

ค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดในผนังรับน้ำหนักซึ่งได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างและโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนัก ได้แสดงในรูปที่ 4-6 ของอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ระดับความสูง 15 เมตร 27 เมตร 39 เมตร และ 54 เมตร ตามลำดับ

สำหรับอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 15 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ. 1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ.2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.28 1.34 และ 1.44 เท่าตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่าเท่ากับ 1.045 และ 1.12 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 27 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.37 1.20 และ 1.22 เท่าตามลำดับนอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักน้อยกว่าเท่ากับ 0.88 และ 0.89 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

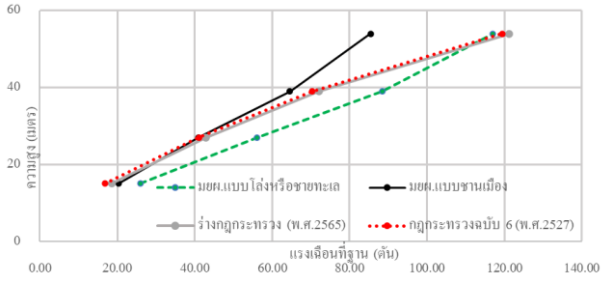
อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 39 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.36 1.13 และ 1.14 เท่าตามลำดับนอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักน้อยกว่าเท่ากับ 0.832 และ 0.839 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 54 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง เท่ากับ 1.36 เท่า แต่จะให้ค่าที่น้อยกว่า ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 0.982 และ 0.986 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ.1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักน้อยกว่าเท่ากับ 0.717 และ 0.720 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่าง

กฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ สำหรับค่าโมเมนต์ดัดในเสา (ดูภาคผนวก ก) เมื่อพิจารณาจากผลของโมเมนต์ดัดในผนังรับน้ำหนักที่ฐานที่เกิดจากแรงลม จะพบว่าสภาพภูมิประเทศ ขนาดมิติและความสูงของอาคารส่งผลแปรผันโดยตรงกับโมเมนต์ดัดในผนังรับน้ำหนัก ณ สภาพภูมิประเทศในแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดมากกว่าสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และเมื่ออาคารมีขนาดและความสูงเพิ่มขึ้นโมเมนต์ดัดที่ฐานจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับ

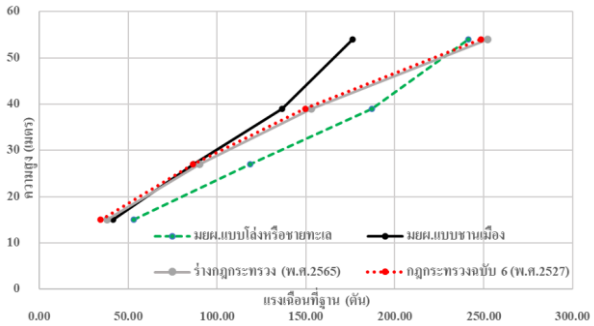
4.3 ผลของค่าแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร

4.3.1 แรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 18 เมตร



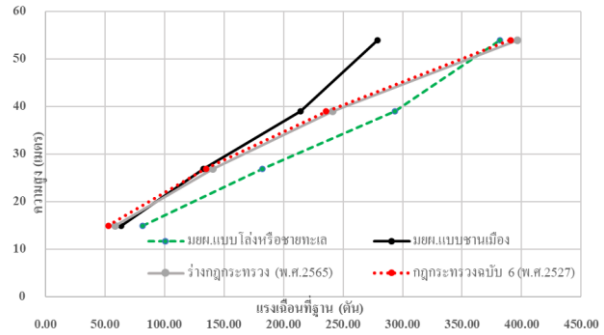
รูปที่ 7 แรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 18 เมตร

4.3.2 แรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 36 เมตร



รูปที่ 8 แรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 36 เมตร

4.3.3 แรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 54 เมตร



รูปที่ 9 แรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานอาคารขนาด 18 x 54 เมตร

ค่าแรงเฉือนที่เกิดในผนังรับน้ำหนักซึ่งได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างและแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนัก ได้แสดงในรูปที่ 7-9 ของอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ระดับความสูง 15 เมตร 27 เมตร 39 เมตร และ 54 เมตร ตามลำดับ

สำหรับอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 15 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ. 1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.28 1.39 และ 1.54 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่าเท่ากับ 1.090 และ 1.20 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 27 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.36 1.30 และ 1.36 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักน้อยกว่าเท่ากับ 0.95 และ 0.99 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

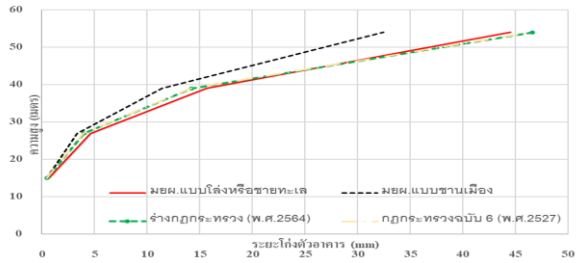
อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 39 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.36 1.22 และ 1.25 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักน้อยกว่าเท่ากับ 0.89 และ 0.91 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 54 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง เท่ากับ 1.36 เท่า แต่จะให้ค่าที่น้อยกว่า ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 0.96 และ 0.97 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า

มาตรฐาน มยผ.1311-50 จะให้ค่าแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักน้อยกว่าเท่ากับ 0.70 และ 0.71 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ สำหรับค่าแรงเฉือนดัดในเสา (ดูภาคผนวก ข) เมื่อพิจารณาจากผลของแรงเฉือนในผนังรับน้ำหนักที่ฐานที่เกิดจากแรงลม จะพบว่าสภาพภูมิประเทศ ขนาดมิติและความสูงของอาคารส่งผลแปรผันโดยตรงกับแรงเฉือนในผนังรับน้ำหนัก ณ สภาพภูมิประเทศในแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดมากกว่าสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และเมื่ออาคารมีขนาดและความสูงเพิ่มขึ้นแรงเฉือนที่ฐานจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับ

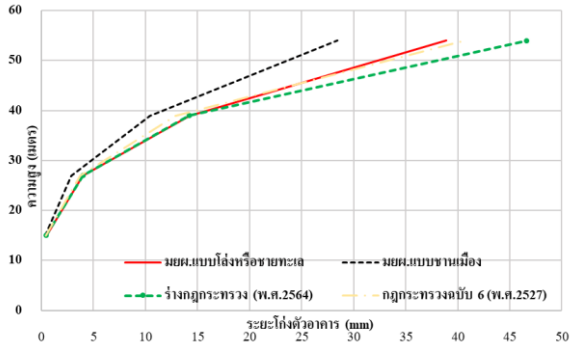
4.4 การโก่งตัวด้านข้างของอาคาร

4.4.1 ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมอาคารขนาด 18 x 18 m



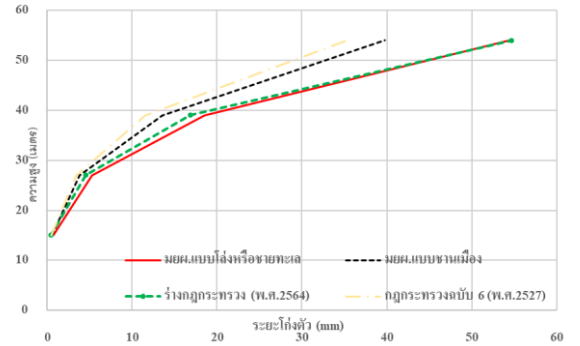
รูปที่ 10 ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมอาคารขนาด 18 x 18 m

4.4.2 ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมอาคารขนาด 18 x 36 m



รูปที่ 11 ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมอาคารขนาด 18 x 36 m

4.4.3 ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมอาคารขนาด 18 x 54 m



รูปที่ 12 ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมอาคารขนาด 18 x 54 m

ค่าการโก่งตัวที่คำนวณได้แสดงไว้ในรูปที่ 10-12 ตามผังอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร 18 x 54 เมตร และที่ระดับฐานอาคารเทียบกับความสูง ปลายยอดของอาคาร โดยอาคารมีระดับความสูง 15 เมตร 27 เมตร 39 เมตร และ 54 เมตร ตามลำดับ

สำหรับอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 15 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ. 1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.26 1.33 และ 1.41 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ.1311-50 จะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารมากกว่าเท่ากับ 1.050 และ 1.117 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 27 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.37 1.15 และ 1.16 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารน้อยกว่าเท่ากับ 0.843 และ 0.848 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 39 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.38 1.099 และ 1.103 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารน้อยกว่าเท่ากับ 0.803 และ 0.858 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ

อาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 54 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง มากกว่าเท่ากับ 1.36 เท่า แต่จะให้ค่าน้อยร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ

สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 0.997 และ 0.997 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้ หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ.1311-50 จะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารน้อยกว่าเท่ากับ 0.727 และ 0.728 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าการโก่งตัวด้านข้างของอาคารที่เกิดจากแรงลม จะพบว่าสภาพภูมิประเทศ ขนาดมิติและความสูงของอาคารส่งผลแปรผันโดยตรงกับการโก่งตัวทางด้านข้างของอาคาร ณ สภาพภูมิประเทศในแบบโล่งจะให้ค่าการโก่งตัวของอาคารมากกว่าสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และเมื่ออาคารมีขนาดและความสูงเพิ่มขึ้นการโก่งตัวจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับ

5. สรุปผลการศึกษา

1. แรงดันลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่ได้รับในแต่ละมาตรฐานและกฎกระทรวงที่ทำการศึกษาจะให้ค่าที่ไม่เท่ากัน หากอยู่ในพื้นที่แบบเมืองหรือชานเมือง แรงดันลมที่กระทำกับอาคารที่คำนวณได้จาก มยผ.1311-50 นั้นจะมีค่าน้อยกว่ากฎกระทรวงทั้งสอง แต่ถ้าอาคารนั้นตั้งอยู่ในพื้นที่แบบโล่งหรือชายทะเล และอาคารสูงไม่เกิน 40 เมตร แรงดันลมที่กระทำกับอาคารที่คำนวณได้จาก มยผ.1311-50 นั้นจะมีค่ามากกว่ากฎกระทรวงทั้งสอง

2. สำหรับอาคารขนาด 18 x 18 เมตร 18 x 36 เมตร และ 18 x 54 เมตร ที่ความสูงเดียวกันเท่ากับ 15 เมตร หากคำนวณแรงลมตาม มยผ. 1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบโล่งจะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่า มยผ.1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) เท่ากับ 1.28 1.34 และ 1.44 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากกว่าเท่ากับ 1.045 และ 1.12 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) อย่างไรก็ตาม เมื่ออาคารมีความสูงมากขึ้น ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานของผนังที่ได้จาก มยผ.1311-50 จะมีค่าน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้รับจากกฎกระทรวงทั้งสอง

3. อาคารที่มีความชะลูด (H/W) เท่ากับ H/W = 0.833 1.50 2.167 และ 3.0 พบว่า อาคารที่มี H/W ที่มากขึ้นจะให้ค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่ฐานของผนังรับน้ำหนักมากขึ้นเป็นไปตามที่คาดไว้ โดยสัดส่วนของการเพิ่มขึ้นแรงภายในของผนังรับน้ำหนักในแต่ละมาตรฐานและกฎกระทรวงมีค่าใกล้เคียงกัน

4. ผลจากแรงลมที่กระทำต่ออาคาร จะทำให้เกิดการโก่งตัวทางด้านข้าง เมื่อคำนวณด้วยมาตรฐาน มยผ.1311-50 หากอยู่ในพื้นที่แบบโล่งค่าการโก่งตัวของอาคารจะมีค่ามากกว่า มยผ. 1311-50 ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2565) ณ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เท่ากับ 1.26 1.33 และ 1.44 เท่า หากทำการเปรียบเทียบอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ สภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง จะพบว่า มาตรฐาน มยผ. 1311-50 จะให้ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ปลายยอดอาคารมากกว่าเท่ากับ 1.050 และ 1.117 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2564) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ที่ระดับความสูงเท่ากับ 15 เมตร อย่างไรก็ตาม เมื่ออาคารมีความสูงมากขึ้น ค่าการโก่งตัวด้านข้างจากแรงลมที่ได้จาก มยผ.1311-50 จะมีค่าน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้รับจากกฎกระทรวงทั้งสอง

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2535). *กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522,* กำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกจรและหน่วยแรงลมขั้นต่ำ ข้อที่ 15 และข้อที่ 17 , หน้า 36-37.

[2] กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย (2550). *มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร (มยผ 1311-50),* สำนักพิมพ์ บริษัท เอส.พี.เอ็ม การพิมพ์, กรุงเทพมหานครฯ, 208 หน้า.

[3] ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ (2538). *"หน่วยแรงลมสำหรับการออกแบบอาคารสูงในประเทศไทย",* การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ, ครั้งที่ 2, เชียงใหม่, หน้า. 51-61.

[4] บัญชา คำวอน (2549). *การเปรียบเทียบผลกระทบด้านราคาของโครงสร้างอาคารสูงที่ออกแบบต้านแรงลมตามข้อกำหนดของกฎกระทรวง,* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า. 9-10, 81-82.

[5] สุขะพรไชย นันทนานที (2557). *ผลกระทบรูปผังโครงสร้างอาคารกับพฤติกรรมรับแรงลม,* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า. 63-65.

[6] Gu, M. and Quan, Y. (2004). "Across-Wind Loads of Typical Tall Buildings", *Jounal of Wind Engieering and Industrial Aerodynamic,* No. 92, pp. 1147-1165.

[7] Jani, K.B. and Patel, P.V. (2013). *"Analysis and Design of Diagrid Structural System for High Rise Steel Building",* Procedia Engineering, No. 51, pp. 92-100.

[8] Chan, C.M. and Chui, J.K.L. (2005). "Wind-Induced Response and Serviceability Design Optimization of Tall Steel Building", *Engineering Structure,* No. 28, pp. 503-513.

[9] Carpinteri, A.T., Lacidogna, G.S. and Cammarano, S.D. (2013). "Structure Analysis of High-Rise Building under Horizontal

Loads: A Study on the Intesa Sanpaolo Tower in Turin", *Engineering Structure,* No. 56, pp. 1362-1371.

[10] Jinghai, G. and Xinha, L. (2007). "Design Method Research into Latticed Shell Tube-Reinforced Concrete Core Wall Structure", *Journal of Constructional Steel Research,* No. 63, pp. 949-960.