หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความนำ

ในการคำนวณออกแบบโครงสร้าง โดยทั่วไปอาจแบ่งแรงที่กระทำต่อโครงสร้างออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ แรงกระทำในแนวดิ่งหรือในทิศทางที่ตั้งฉากกับพื้นผิวโลก ได้แก่น้ำหนักบรรทุกตายตัวและน้ำหนักบรรทุกจร แรงอีกส่วนหนึ่งคือ แรงกระทำในแนวราบหรือในทิศทางที่ขนานกับพื้นผิวโลก ได้แก่แรงลมและแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว แรงกระทำภายนอกที่กระทำต่อโครงสร้างอันเกิดจากลมเป็นสิ่งสำคัญ เพราะลมที่มีความรุนแรงอาจทำความเสียหาย หรือทำให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการใช้งานโครงสร้างนั้น หรืออาจก่อให้เกิดความวิบัติได้ถ้าไม่ได้คำนึงถึงอย่างเพียงพอในระหว่างการออกแบบ

เป็นเวลาหลายทศวรรษแล้วที่มีผู้วิจัยพยายามเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาเหตุผลอธิบายพฤติกรรมของลมเพื่อประโยชน์ในทางวิศวกรรมโครงสร้าง พบว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศ อาทิเช่น คุณสมบัติความหนืดของอากาศและอิทธิพลของสภาพภูมิประเทศบริเวณพื้นผิวโลก ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอากาศถูกรบกวนมีค่าไม่คงที่ โดยมีค่าเกือบเป็นศูนย์ที่ระดับพื้นดินและเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง สิ่งนี้ส่งผลอย่างมากต่อลักษณะการกระจายความเร็วลมตามระดับความสูง นอกจากนี้ยังพบว่าธรรมชาติในการไหลแบบไม่ราบเรียบและธรรมชาติทางพลศาสตร์ของลม ก็มีอิทธิพลที่สำคัญต่อโครงสร้างอย่างมากด้วยเช่นกัน ลมในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันย่อมมีธรรมชาติความรุนแรงต่างกันด้วย อาจแบ่งสภาพภูมิอากาศออกเป็น 2 แบบคือ สภาพภูมิอากาศที่มีปรากฏการณ์ลมมีความรุนแรงเกิดขึ้นบ่อย และสภาพภูมิอากาศแบบปกติ(Well Behaved Climate) ซึ่งมีลมหรือพายุที่มีความ

รุนแรงเกิดขึ้นน้อย สำหรับประเทศไทย จัดว่าอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบปกติเพราะไม่ค่อยมีพายุที่มีความรุนแรงเกิดขึ้นบ่อย

ลมเป็นปรากฏการณ์ที่มีการเกิดไม่แน่นอน ยากต่อการทำนายทั้งขนาดและทิศทางของความเร็ว การสังเกตความเร็วลมที่เวลาใดเวลาหนึ่งหรือในช่วงเวลาใดช่วงหนึ่งสั้นๆในพื้นที่หนึ่งๆ แล้วนำค่าที่คิดว่ามากที่สุดมาใช้งาน อาจเป็นวิธีที่ไม่ค่อยสมเหตุผล เพราะลมที่มีความเร็วสูงกว่าอาจมีรอบการเกิดที่ยาวนานกว่าช่วงเวลาที่ทำการสังเกต หรือค่าที่สังเกตได้อาจมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมากในรอบเวลาที่ยาวนานมาก ดังนั้นระเบียบวิธีการทางสถิติของตัวแปรสุ่ม และการเก็บข้อมูลที่ยาวนานเพียงพอ จึงเป็นวิธีที่มีเหตุผลและเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลม ทฤษฎีค่าปลายสุดและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 ถูกนำมาใช้และพบว่าเข้ากันได้ดีกับข้อมูลความเร็วลมในสภาพภูมิอากาศแบบปกติ

ปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะมีขนาดสูงขึ้น โดยเฉพาะในเมืองที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีประชากรหนาแน่น ข้อกำหนดเกี่ยวกับแรงลมสำหรับการออกแบบอาคารในประเทศไทยมีเพียงที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522 [1] ดังตารางที่ (1-1)

ในความเป็นจริง มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อความสามารถในการต้านทานแรงลมของอาคาร เช่น ขนาดความสูง ความกว้างด้านปะทะลม รูปทรง อัตราส่วนความหน่วง (damping ratio) และความถี่ธรรมชาติในการสั่นไหวของอาคาร สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารก็มีอิทธิพลที่สำคัญ โดยส่งผลถึงความเร็วลมที่จะมาปะทะโครงสร้าง และลักษณะการกระจายของแรงลมที่กระทำต่อโครงสร้างตามระดับความสูง การพิจารณาถึงผลทางพลศาสตร์ก็เป็นสิ่งที่สำคัญ ลมที่มีความถี่ในการปะทะใกล้เคียงหรือเท่ากับความถี่ธรรมชาติของอาคาร จะสามารถเพิ่มผลการตอบสนองของอาคารให้สูงขึ้นได้ นอกจากนี้ อายุการใช้งานและอัตราความเสี่ยงภัย

ของโครงสร้างในการรับแรงลมก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง จะเห็นได้ว่าอาศัยเพียงข้อกำหนดใน พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ที่กำหนดเพียงหน่วยแรงที่ระดับความสูงในช่วงต่าง ๆนั้นไม่เหมาะสมและขาดเหตุผลในการนำไปใช้สำหรับการออกแบบอาคารในพื้นที่ต่าง ๆในประเทศไทยซึ่งมีความเร็วลมแตกต่างกันออกไป ยิ่งไปกว่านั้นความเร็วลมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการคำนวณแรงลมสำหรับพื้นที่ต่าง ๆในประเทศไทยก็ยังไม่มีการศึกษา

การวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลความเร็วลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม ซึ่งมีการกระจายการเก็บข้อมูลอยู่เกือบทั่วประเทศ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมาเป็นระยะเวลานานหลายทศวรรษ แล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะความเร็วลม เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างสำหรับพื้นที่ในภูมิภาคต่าง ๆของประเทศไทย และนำข้อกำหนดในมาตรฐานของประเทศแคนาดา NBC 1990 [2] (National Building Code 1990) มาใช้ในการคำนวณหน่วยแรงลมเสนอแนะ เพื่อประโยชน์ในการคำนวณหน่วยแรงลมสำหรับการออกแบบโครงสร้างในภูมิภาคต่าง ๆของประเทศไทย

ตารางที่ (1-1) แสดงค่าหน่วยแรงลมเพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้าง
ซึ่งกำหนดในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 [1]

ความสูงของโครงสร้าง, h (เมตร)	หน่วยแรงลมที่ใช้ในการออกแบบ (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)
$h \leq 10$	50
$10 \leq h \leq 20$	80
$20 \leq h \leq 40$	120
$40 < h$	160

วัตถุประสงค์

1. เสนอแนะความเร็วลมเกรเดียนท์เฉลี่ยหนึ่งชั่วโมง ที่คาบการกลับ 50 และ 100 ปีเพื่อประโยชน์ในการคำนวณแรงลมที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างในประเทศไทย

2. เสนอแนะค่าหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่า เพื่อใช้ประโยชน์ในการออกแบบโครงสร้างในประเทศไทย โดยอาศัยข้อกำหนดในการคำนวณแรงลมตามที่กำหนดในมาตรฐาน NBC 1990 ของประเทศแคนาดา

ขอบข่ายงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลความเร็วลม จากการเก็บรวบรวมของสถานีตรวจอากาศทั่วประเทศของกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม

2. พิจารณาสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นแบบปกติ ในการวิเคราะห์ความเร็วลม ไม่คิดถึงผลของอิทธิพลของไต้ฝุ่น

3. พิจารณาแรงลมในแนวการเคลื่อนที่ของลม กระทำภายนอกอาคารในแนวตั้งฉาก

4. พิจารณาอาคารที่เป็นโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างคอนกรีต มีรูปร่างในแนวราบเป็นแบบสี่เหลี่ยม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แผนที่ความเร็วลมเกรเดียนท์ เพื่อประโยชน์ในการหาความเร็วลม เพื่อใช้ในการคำนวณแรงลมที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างในประเทศไทย

2. ค่าหน่วยแรงลมเสนอแนะ สำหรับการออกแบบโครงสร้างในประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 1960 Davenport [3] ศึกษารวบรวมข้อมูลสภาพภูมิประเทศที่มีผลต่อความเร็วลม ได้เสนอกฎยกกำลังพร้อมเลขยกกำลังและความสูงเกรเดียนท์สำหรับหาความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆ โดยเสนอว่าเลขยกกำลังและความสูงเกรเดียนท์ เป็นฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับสภาพความขรุขระของภูมิประเทศที่ลมพัดผ่านเท่านั้น Davenport ยังได้เสนออีกว่า ในการออกแบบโครงสร้าง ควรคำนึงถึงอัตราการเสี่ยงภัย และอายุการใช้งานของโครงสร้างรับแรงลมด้วย และได้ใช้การกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 คำนวณหาความเร็วลมที่คาบการกลับต่างๆ

ในปี ค.ศ. 1968 Thom [4] เสนอว่า ฟังก์ชันการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับความเร็วลมในสภาพภูมิอากาศแบบปกติ (Well Behaved Climate) ในสหรัฐอเมริกา ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 Simiu และ Filliben [5] ได้ทำการทดลองหา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้องมากที่สุดกับข้อมูลความเร็วลม ของแต่ละสถานีที่ทำการเก็บข้อมูลความเร็วลม 37 ปีในสหรัฐอเมริกา เสนอว่าการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 และ 2 เป็นแบบที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณทางสถิติ ของความเร็วลมสูงสุดในสภาพภูมิอากาศอากาศแบบปกติ

ต่อมา ในปี ค.ศ. 1978 Simiu และ Filliben [6] ได้ศึกษาข้อมูลชุดเดียวกันนี้ โดยใช้การจำลองมอนติคาร์โล(Monte Carlo Simulation) พบว่าฟังก์ชันการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 2 ให้ค่าที่ไม่ค่อยสอดคล้องและเป็นจริงนักกับข้อมูลความเร็วลม โดยเสนอว่าสำหรับสภาพภูมิอากาศแบบปกติ ความเร็วลมปลายสุดที่จำลองโดยฟังก์ชันการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 ให้ค่าที่ดีกว่าการกระจายแบบที่ 2 และในปี ค.ศ. 1980 [7] พวกเขาได้ทำการศึกษาความเร็วลมจาก 129 สถานีในสหรัฐอเมริกาโดยใช้เทคนิควิธีเดิม ก็ได้ผลที่สอดคล้องกับข้อสรุปเดิม

ในปี ค.ศ. 1981 Simiu, Shaver และ Filliben [8] เสนอว่า ความน่าเชื่อถือทางโครงสร้างที่คำนวณบนสมมุติฐานของฟังก์ชันการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 ส่วนใหญ่ให้ค่าในด้านที่ปลอดภัย

ในปี ค.ศ. 1982 Simiu, Filliben และ Shaver [9] ทำการทดสอบชุดข้อมูล 67 ชุด จาก 36 สถานีที่มีที่ตั้งอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบปกติในสหรัฐอเมริกา ทำการประมวลผลวิเคราะห์ค่าปลายสุดจากข้อมูลความเร็วลมสูงสุดรายเดือน พบว่าการวิเคราะห์ค่าปลายสุดกับข้อมูลที่ทำการรวบรวมข้อมูลรายเดือนเป็นเวลา 3 ปีขึ้นไปให้ผลที่ไม่แตกต่างมากนักจากค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลมสูงสุดรายปี

ในปี ค.ศ. 1987 Tamura และ Suda [10] ทำการตรวจสอบข้อมูลจากสถานีเก็บข้อมูลความเร็วลมทั่วประเทศญี่ปุ่น พบว่าความเร็วลมที่ตรวจสอบมีค่าลดลงจากที่เคยเก็บได้ในอดีต ทั้งสองได้ตั้งข้อสังเกตว่า สาเหตุหลักที่นอกเหนือไปจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศในญี่ปุ่นมีความเปลี่ยนแปลงไปนั้น น่าจะมาจากสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ในญี่ปุ่นเปลี่ยนแปลงไปเร็วมากมีผลต่อค่าความเร็วลมที่ตรวจวัดได้ ทั้งสองได้ใช้วิธีการทางสถิติและใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ในประเทศญี่ปุ่น ทำการปรับปรุงข้อมูลความเร็วลม ได้ค่าความเร็วลมที่สูงกว่าเดิม และเข้ากันได้ดีมากขึ้นกับการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1

สำหรับการวิจัยในประเทศไทย ในปี ค.ศ.1979 Naeem [11] ศึกษาข้อมูลความเร็วลม จากสถานีตรวจอากาศ 49 สถานีทั่วประเทศไทย ใช้ฟังก์ชันการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 และกฎยกกำลัง หาค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆในแต่ละสถานี พบว่าข้อมูลความเร็วลมในประเทศไทยเข้ากันได้ดีกับการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 นี้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1985 Karasudhi และคณะ[12] ทำการประยุกต์ทฤษฎีค่าปลายสุด หาค่าความเร็วลมออกแบบสำหรับประเทศไทย

ในปี พ.ศ.2533 อุทัย [13] ศึกษาความเร็วลมจากสถานีตรวจอากาศดอนเมือง กรุงเทพฯ เสนอค่าความเร็วลมออกแบบสำหรับกรุงเทพฯโดยใช้การกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 เพื่อหาความเร็วลมสูงสุดที่เป็นไปได้ในช่วงคาบการเกิดซ้ำหนึ่งๆ และได้เสนอหน่วยแรงลมออกแบบสำหรับอาคารสูงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในเขตกรุงเทพฯ โดยใช้ทฤษฎีการสั่นสะเทือนแบบสุ่ม

ในปี พ.ศ. 2534 ปณิธาน [14] ทำการวิจัยเพื่อคาดคะเนความเร็วลมสำหรับคาบการกลับและสภาพภูมิประเทศต่างๆ เพื่อนำผลไปใช้วิเคราะห์หาหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าที่กระทำต่ออาคารในเขตกรุงเทพฯ โดยการใช้สมมุติฐานว่าความเร็วลมที่ทำการสังเกตเป็นค่าเฉลี่ยในเวลา 5 วินาที และพบว่าสำหรับอาคารที่มีความชลูดและมีความสูงมาก เช่น 200 เมตร หน่วยแรงลมที่กระทำต่ออาคารอาจมีค่ามากกว่าค่าหน่วยแรงลมออกแบบที่กำหนดในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และต่อมาในปี พ.ศ. 2536 ปณิธาน และคณะ [15] ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลมซึ่งไม่ใช่ลมพายุไต้ฝุ่น โดยสมมุติการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 ในการนี้ได้ทำการปรับแก้ผลของที่ตั้งของเครื่องมือ ความขรุขระของสภาพภูมิประเทศบริเวณรอบๆสถานี ตลอดจนช่วงเวลาของการบันทึกค่า ผลการวิเคราะห์นำไปสู่การสร้างแผนที่ความเร็วลมพื้นฐานซึ่งเป็นค่าคาดหวังในเวลา 50 ปีของความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงที่ระดับความสูง 10 เมตรในที่โล่ง โดยค่าที่ได้ต้องทำการปรับแก้ด้วยตัวคูณไต้ฝุ่น ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ลมพายุไต้ฝุ่น

การวิจัยนี้ใช้การกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลมสูงสุดประจำปี โดยใช้หลักการทางสถิติของตัวแปรสุ่ม คือการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 หาความเร็วลมเกรเดียนท์สูงสุดเฉลี่ยหนึ่งชั่วโมงสำหรับประเทศไทย และเสนอแนะค่าหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าสำหรับอาคารในพื้นที่ต่างๆ โดยอาศัยแนวทางการคำนวณหน่วยแรงลมตามข้อกำหนด NBC 1990 ของประเทศแคนาดา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย