หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

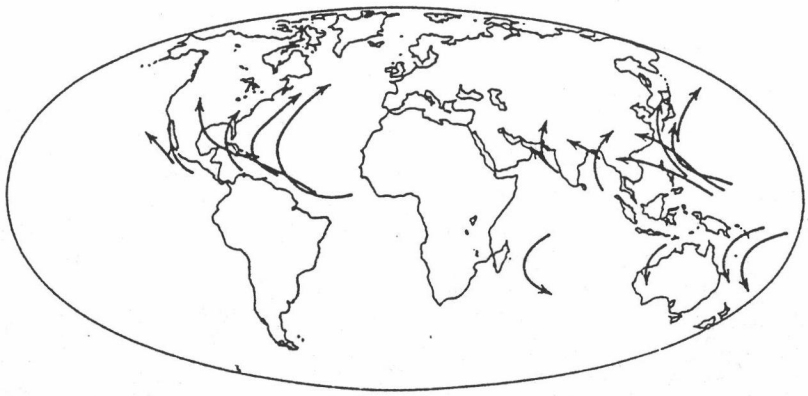
บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

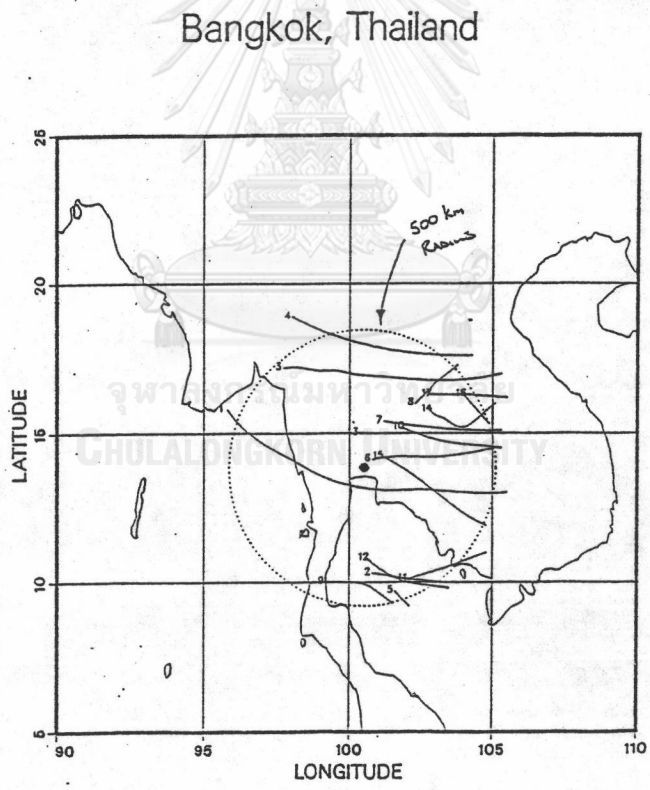
ลักษณะและตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทย ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มีลมมรสุม (Monsoons) พัดผ่านเป็นประจำ ซึ่งมีทั้งจากทางด้านอ่าวไทยและทะเลอันดามันรวมทั้งลมพายุใต้ฝุ่น(Typhoons) ซึ่งลมพายุใต้ฝุ่นที่พัดผ่านประเทศไทย ส่วนมากจะมีต้นกำเนิดจากทะเลจีนใต้ ดังรูปที่ 1.1 [1] ความรุนแรงของลมพายุใต้ฝุ่นเมื่อพัดผ่านพื้นที่ใดนั้นเห็นได้ชัดจากพายุเกย์ ซึ่งมีความเร็วสูงสุดเฉลี่ยต่อชั่วโมงที่ผิวดิน (Maximum Hourly Mean Surface Wind Speed) เท่ากับ 37.5 เมตรต่อวินาที พัดเข้า ในเขตจังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ.2532 [2] ได้ทำลายอาคารสิ่งก่อสร้างมากมายแม้กระทั่งโครงเสาอากาศสำหรับถ่ายทอดสัญญาณโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ระหว่างภาคกลางและภาคใต้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลมเป็นปัจจัยสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบทั้งทางด้านขนาดความเร็วและทิศทางของลมที่กระทำต่อโครงสร้าง โดยที่สภาพของความดันและแรงบนพื้นผิวอาคารที่เกิดจากลมที่พัดเข้ากระทำกับอาคาร จะมีลักษณะไม่แน่นอนมีสาเหตุดังนี้

1. ลมที่พัดเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ โดยกระทำกับอาคารทั้งหมดหรือเพียงแค่บางส่วนของอาคาร
2. การที่กระแสลมถูกรบกวนโดยอาคารที่อยู่ข้างเคียงและตัวอาคารเอง
3. ลักษณะสภาพภูมิประเทศรอบข้างของอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1.1 ทิศทางการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ยของลมพายุใต้ฝุ่น [1]



รูปที่ 1.2 ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมพายุใต้ฝุ่นและลมพายุโซนร้อน ภายในรัศมี 500 กิโลเมตร จากกรุงเทพมหานคร ในช่วงปี พ.ศ.2489-2530 [2]

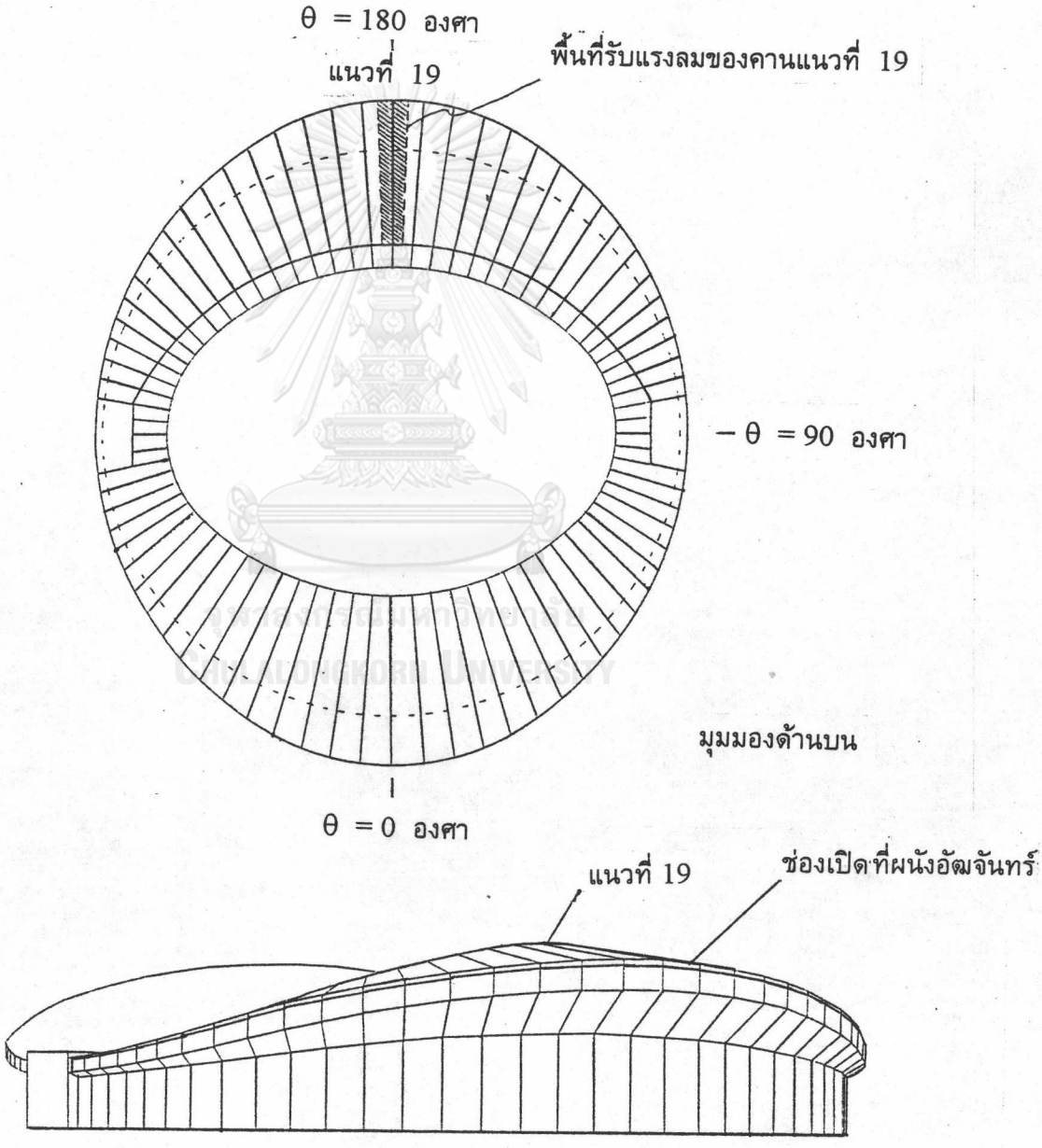
ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาพิจารณาถึงผลการไหลเวียนของอากาศรอบๆ โครงสร้างที่มีรูปร่างลักษณะป้าน ทู่ (Bluff Body) ในบริเวณที่เป็นมุมแหลมของอาคาร จะเกิดการแยกตัวของกระแสลมซึ่งจะมีความสำคัญต่อการไหลเวียนของอากาศ สภาพเหล่านี้ค่อนข้างจะเป็นสิ่งที่ยุ่งยากและซับซ้อนในทางทฤษฎีและในทางวิธีการคำนวณ ดังนั้นการทดสอบโดยอาศัยอุโมงค์ลมจึงเป็นวิธีการหนึ่งในการตรวจสอบสภาพที่เกิดขึ้น ในปัจจุบันการทดสอบในอุโมงค์ลมนั้นจะมีการจำลองสภาพการไหลเวียนของอากาศในอุโมงค์ลมให้เหมือนกับสภาพบรรยากาศจริง ในบางกรณีการทดสอบในสภาพการไหลเวียนแบบเรียบ (Smooth Flow) ก็เป็นที่ยอมรับได้ เช่น ในกรณีของโครงสร้างแบบโครงข้อหมุน (Truss Frameworks) หรือในกรณีที่เป็นการทดสอบเบื้องต้นในการหารูปทรง , หน้าตัดของคานของสะพาน (Bridge Deck Section Model) [1]

ในการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลมนั้นการเลือกขนาดของหุ่นจำลองในการทดสอบจะมีความสำคัญต่อข้อมูลที่ได้ เนื่องจากหุ่นจำลองและผนังของอุโมงค์ลมทำให้เกิดการกักขังกระแสลมโดยทำให้พื้นที่หน้าตัดของอุโมงค์ลมที่ลมสามารถไหลผ่านได้ลดลง ลักษณะการไหลของกระแสลมเปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับกระแสลมที่ควรจะเป็นในสภาพจริง ผลกระทบจากขนาดของหุ่นจำลองและผนังของอุโมงค์ลมนี้เรียกว่า ผลจากการปิดกั้น (Blockage Effect) ซึ่งจะนิยมวัดในรูปของอัตราส่วนของพื้นที่รับลมของแบบจำลอง ต่อพื้นที่หน้าตัดของอุโมงค์ลม , ε

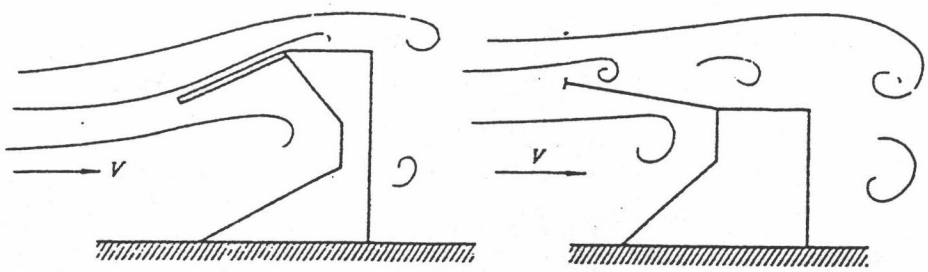
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับโครงสร้างและรูปทรงของอาคาร ส่วนมากจะถูกออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านประโยชน์การใช้สอยหรือทางด้านความสวยงามเป็นอันดับแรก แล้วจึงพิจารณาผลจากแรงต้านทานจากการไหลเวียนของลมรอบๆตัวอาคารในลำดับถัดไป ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างของการออกแบบและก่อสร้างสนามกีฬาเฉลิมพระเกียรติ ดังรูปที่ 1.3 ซึ่งโครงสร้างส่วนที่เป็นหลังคาของสนามกีฬาจะมีลักษณะเป็นคานยื่น (Cantilever Girder) คานตัวยาวที่สุดอยู่ที่แนวกึ่งกลางของหลังคามีช่วงคานยื่น 55 เมตร วัดจากหน้าเสา โดยทำมุมเงยขึ้น 5 องศา มาทางด้านหน้าของอัฒจันทร์ คานตัวนี้เป็นโครงสร้างที่มีความอ่อนไหวต่อแรงลมที่มากระทำ ในกรณีทั่วไปที่ไม่มีสิ่งกีดขวางลมอยู่ทางด้านหน้าของโครงสร้างหลังคา เมื่อลมเข้าทางด้านหน้าของโครงสร้างหลังคาจะทำให้เกิดสภาพความดันที่มีทิศทางออกจากพื้นผิวซึ่งเรียกว่าหน่วยแรงดูด (Suction) ที่ผิวบนของหลังคาและเกิดความดันที่ผิวด้านล่างของหลังคา แต่ในกรณีของสนามกีฬาเฉลิมพระเกียรติ มี

อัฒจันทร์ด้านตรงข้ามซึ่งเป็นอัฒจันทร์ที่ไม่มีหลังคาเป็นตัวกีดขวางกระแสลม จึงอาจจะทำให้ทิศทางของกระแสลมเปลี่ยนไปและมีผลถึงแรงลมที่กระทำตัวโครงสร้างหลังคา รวมทั้งมีช่องเปิดขนาดเล็กๆอยู่ที่บริเวณผนังอัฒจันทร์ส่วนที่ติดหลังคา ซึ่งหากว่าในอนาคตจะมีการปิดช่องเหล่านี้เป็นบางช่องหรือทั้งหมดโดยเหตุผลใดๆ ก็ตาม อันอาจจะมีผลกระทบต่อลักษณะของลมที่กระทำต่อหลังคา กรณีที่หลังคาเป็นมุมเงยขึ้นเช่นนี้ โครงสร้างหลังคาจะถูกกระทำให้สั่นไหวโดย Vortex Shedding ไม่ว่าลมจะพัดมาจากทางด้านหน้าหรือทางด้านหลังของหลังคาดังรูปที่ 1.4 [3]



รูปที่ 1.3 ตำแหน่งแนวคานและช่องเปิดของสนามกีฬาเฉลิมพระเกียรติ



รูปที่ 1.4 การไหลวนของกระแสลมที่เข้าทางด้านหน้าของอัฒจันทร์ [3]

2. งานวิจัยที่ผ่านมา

จากการค้นคว้าพบว่าที่ผ่านมานั้นมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ดังต่อไปนี้

2.1 ในเรื่องของลมนั้น ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบของลมต่อแรงบนอาคาร ความสำคัญของรูปทรงของอาคาร [4,5] และลักษณะที่สำคัญของลมในธรรมชาติที่จำเป็นต้องทำการจำลองเพื่อการทดสอบในอุโมงค์ลม [4,6,7,8,9,10,11] รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 4

2.2 ในเรื่องของวิธีการและเทคนิคทดสอบ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการวัดความดันโดยวิธีเฉลี่ยแบบนิวเมติก ซึ่งเป็นการวัดความดันที่จุดต่าง ๆในเวลาเดียวกัน และเหมาะสมสำหรับการวัดค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์, Cm ได้มีนักวิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการ เทคนิครวมทั้งข้อกำหนดต่าง ๆ ไว้แล้ว [12,13,14,15,16,17] รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 7

2.3 ในเรื่องของการวัดแรงและหาความดันบนโครงสร้างหลังคาสนามกีฬา ที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยทำการทดสอบหาความดันและแรงลมบนหลังคา ส่วนมากจะเป็นการทดสอบโดยที่ไม่มีอัฒจันทร์ด้านตรงข้าม [18,19,20,21,22] รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 8

2.4 ในเรื่องของผลจากการปิดกั้น ที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษากับแผ่นบางเรียบและแท่งทรงกระบอก [22,23,24,25,26,27,28,29,30] และมีการสรุปค่าการแก้ไขผลจากการปิดกั้นในรูปแบบเชิงเส้น (Linear Form) [31]

3. <u>จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้</u>

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา

3.1 ค่าแรงและโมเมนต์เฉลี่ยสำหรับทิศทางลมต่าง ๆ

3.2 ผลกระทบของช่องเปิดที่ผนังอัฒจันทร์ส่วนที่อยู่ติดหลังคาต่อค่าแรงและโมเมนต์เฉลี่ย

3.3 ผลจากการปิดกั้น (Blockage Effect) ต่อการวัดค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ , Cm

3.4 เปรียบเทียบค่าแรงและโมเมนต์ที่ได้จากการทดสอบกับมาตรฐานเพื่อการออกแบบ CP3 ของประเทศอังกฤษ

4. <u>ขอบข่ายงานวิจัยนี้</u>

เนื่องจากความพร้อมและความสะดวกในเรื่องของอุปกรณ์และวิธีการทดสอบ จึงจำกัดขอบข่ายของการศึกษาดังนี้

4.1 ทำการทดสอบในสภาพลมแบบราบเรียบ (Uniform Flow)

4.2 ใช้หุ่นจำลองแบบแข็ง (Rigid Model) เป็นหุ่นจำลองซึ่งไม่รวมผลของ Aeroelastic

4.3 ทำการวัดหาค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์โดยวิธีการวัดความดันเฉลี่ยแบบนิวเมติก (Pneumatics Averaging) โดยใช้ตัวเฉลี่ยความดันแมนนิโฟลด์ (Manifold)

4.4 ทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์โดยใช้หุ่นจำลอง 3 ขนาด ที่ไม่มีช่องเปิด ขนาดอัตราการย่อส่วน 1:500 , 1:333 และ 1:250 โดยทำการทดสอบทุก 22.5 องศา รวม 9 ทิศทาง

4.5 ทำการทดสอบหาผลกระทบของช่องเปิดกับหุ่นจำลองขนาดอัตราการย่อส่วน 1:500 ที่มีช่องเปิดขนาด 2.5 % ของความทึบของผนังอัฒจันทร์ โดยทำการทดสอบในทิศที่ทำให้เกิดแรงยกขึ้นและแรงกดลงสูงสุด โดยดูผลจากข้อ 3.3

5. ขั้นตอนการทำงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนใหญ่ ๆดังนี้

5.1 ศึกษาข้อมูลด้านความเร็วลมของกรุงเทพมหานคร

5.2 ทำการตรวจสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความดัน

5.3 ทำการทดสอบวัดหาค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ กับหุ่นจำลองสนามกีฬาเฉลิมพระเกียรติที่มีขนาดอัตราการย่อส่วน 1:500 ,1:333 และ 1:500 แบบมีช่องเปิดและไม่มีช่องเปิด ทำการทดสอบทุก 22.5 องศา รวม 9 ทิศทาง เพื่อหาผลจากการปิดกั้น

5.3 เปรียบเทียบกับมาตรฐานเพื่อการออกแบบ CP3

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้

6.1 ทำให้รู้ค่าแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ปลายยึดแน่นเฉลี่ยเมื่อทิศทางลมแปรเปลี่ยน โดยเฉพาะมุมที่ทำให้เกิดแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ปลายยึดแน่นเฉลี่ยสูงสุด

6.2 ทำให้รู้ว่าลักษณะของอัฒจันทร์ที่ขวางลมในทิศใด มีรูปร่างลักษณะอย่างไร จึงทำให้เกิดแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ปลายยึดแน่นเฉลี่ยสูงสุด

6.3 ทำให้รู้ค่าแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ปลายยึดแน่นเฉลี่ยเมื่อมีช่องเปิดที่ผนังอัฒจันทร์ส่วนที่อยู่ติดหลังคา

6.4 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ปลายยึดแน่นที่ได้จากการทดสอบกับมาตรฐานเพื่อการออกแบบ CP3 ของประเทศอังกฤษ ทำให้รู้ว่าค่าที่คำนวณได้จากมาตรฐานเพื่อการออกแบบจากกรณีเท่าที่มีอยู่ในแตกต่างกันมากน้อยเท่าไร เพื่อประโยชน์ในอนาคตสำหรับการคำนวณหาแรงในกรณีที่ลักษณะโครงสร้างคล้ายกับงานวิจัยนี้

6.5 ทำให้รู้ผลกระทบของขนาดหุ่นจำลองต่อการวัดค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ ทำให้รู้ถึงความสำคัญของขนาดหุ่นจำลองในงานทดสอบในอุโมงค์ลม

6.6 ประโยชนทั้งหมดนี้สามารถนำไปประกอบการพิจารณาประยุกต์เพื่อการออกแบบสนามกีฬาแห่งใหม่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University