

การทดสอบในอุโมงค์ลมสำหรับแรงลมต่อป้ายโฆษณาที่มีอาคารข้างเคียง Wind Tunnel Studies of Wind-Induced Interference Effects on Billboards

นคร ภู่วโรดม (Nakhorn Poovarodom)

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

pnakhorn@engr.tu.ac.th

ธีรวัฒน์ ธีรสุขสกุล (Theerawat Theerasuksakul)

นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

to_theerawat@yahoo.com

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

อำเภอ คลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12120

โทร. 0-2564-3001 ถึง 9 โทรสาร 0-2564-3010

บทคัดย่อ

ในการออกแบบโครงสร้างป้ายโฆษณาแรงลมถือเป็นแรงหลักที่ใช้ในการออกแบบ ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่ใช้สำหรับการออกแบบป้ายโฆษณาโดยเฉพาะ นอกจากนั้นป้ายโฆษณามีรูปแบบที่หลากหลายซึ่งแม้ในมาตรฐานการออกแบบของต่างประเทศยังไม่สามารถครอบคลุมได้ทั้งหมด เช่น ในสภาพความเป็นจริงป้ายมักตั้งอยู่ใกล้กับอาคารอื่น ๆ บริเวณข้างเคียง ซึ่งผลของอาคารข้างเคียงเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าแรงลมที่กระทำต่อป้ายได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของอาคารข้างเคียงต่อแรงลมสำหรับป้ายโฆษณา โดยการทดสอบในอุโมงค์ลมที่มีการจำลองสภาพลมตามธรรมชาติ (Boundary Layer Wind Tunnel) เพื่อทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงและโมเมนต์บิดที่กระทำกับป้ายโฆษณา ด้วยการวัดแรงและโมเมนต์พื้นฐานของแบบจำลองภายใต้แรงลมที่มีอาคารข้างเคียงหลายขนาด วางอยู่ในบริเวณต่าง ๆ รอบป้าย ผลการศึกษาพบว่า แรงที่กระทำกับโครงสร้างป้ายในทิศทางตามลมมีค่าลดลงหากมีอาคารวางอยู่ด้านต้นลมและแรงนี้อาจจะกลับทิศทางจากแรงดันเป็นแรงดูดกระทำต่อป้ายได้เมื่ออาคารมีขนาดใหญ่ขึ้น และหากอาคารวางอยู่ด้านท้ายลมแรงที่กระทำกับโครงสร้างป้ายในทิศทางตามลมอาจมีค่าเพิ่มขึ้นจากป้ายที่ไม่มีอาคารข้างเคียงในหลายกรณี โดยมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 30% นอกจากนั้น โมเมนต์บิดสูงสุดอาจมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าของป้ายที่ไม่มีอาคารข้างเคียงในหลายกรณี โดยมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 80% และ 40% สำหรับกรณีที่มีอาคารวางอยู่ด้านต้นลมและท้ายลม ตามลำดับ

Abstract

Wind loads always take a major part in a design of billboard. At present, neither Building Control Act nor standard of wind loading for building design in Thailand provides a procedure for determining wind actions on a billboard. In addition, there are many factors affected on the determination of force coefficients for a billboard which are not completely described in international design standards. For instance, the presence of existing nearby buildings (interfering buildings) tends to alter the effects of wind load acting on a billboard. This study is an attempt to investigate the wind-induced interference effects on a rectangular plate model for a billboard. A wind tunnel studies for the billboard with interfering building models were conducted in a boundary layer wind tunnel to examine the aerodynamic coefficients of mean drag force and maximum torsion of the billboards by the high-frequency force balance technique. The results of the mean drag force coefficient show that the upstream interfering buildings cause shielding effect by decreasing the mean wind load on the billboard, and a negative shielding (suction) is experienced when size of the interfering building increases, by contrast, the downstream interfering buildings can induce higher mean drag force up to 30%. The interfering building may also induce significant increase in the maximum torsion on the billboard, especially for the cases of the large interfering buildings.

1. บทนำ

การโฆษณาและประชาสัมพันธ์สินค้าและบริการผ่านทางสื่อโครงสร้างป้ายโฆษณาขนาดใหญ่เป็นวิธีหนึ่งที่มีความนิยมอย่างมากในปัจจุบันทำให้ธุรกิจนี้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว เป็นผลทำให้พบเห็นป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ตามพื้นที่ธุรกิจและตามถนนสายหลักเป็นจำนวนมาก จากการที่ป้ายที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากทำให้เกิดประเด็นที่ต้องให้ความสนใจมากขึ้นทั้งในด้านความเรียบร้อยสวยงามของทัศนียภาพโดยรอบและด้านความปลอดภัย

จากการที่ป้ายโฆษณามักติดตั้งในตำแหน่งที่สูงเพื่อให้เป็นที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน ดังนั้นแรงลมจึงเป็นแรงหลักที่ใช้พิจารณาออกแบบป้ายโฆษณา ดังนั้นผลกระทบต่าง ๆ ที่มีต่อค่าแรงลมจึงควรได้มีการศึกษาทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง นอกจากนั้นแล้วในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างป้ายโฆษณาโดยเฉพาะ แต่สำหรับมาตรฐานการคำนวณแรงลมของต่างประเทศที่สำคัญ เช่น National Building Code of Canada (NBC 1995) [1], Australian/New Zealand Standard (AS/NZS 1170.2-2002) [2] และ American Society of Civil Engineers (ASCE 7-05) [3] ได้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการออกแบบป้ายโฆษณาไว้โดยเฉพาะ โดยมีการคำนึงถึงรายละเอียดเพิ่มเติมจากการออกแบบอาคารไว้ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแรง (Force Coefficient) มีค่าขึ้นอยู่กับ ขนาดสัดส่วนของป้าย ทิศทางลม และยังคำนึงถึงสถานการณ์ที่หน่วยแรงลมมีค่าไม่สม่ำเสมอที่ทำให้เกิดโมเมนต์บิดต่อโครงสร้างป้ายด้วย

งานวิจัยสำคัญที่ใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์แรงและโมเมนต์สำหรับการออกแบบแผ่นป้ายคือ C.W. Letchford and J.D. Holmes (1994) [4] ได้ทำการทดสอบในอุโมงค์ลมเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันเฉลี่ย สำหรับแผงกำแพงรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ โดยสามารถกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันที่บริเวณต่าง ๆ ของแผ่นได้ C.W. Letchford (2001) [5] ได้ทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงที่กระทำกับแผ่นป้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าในอุโมงค์ลมภายใต้ Turbulence Boundary Layer Flow โดยทำการพิจารณาถึงผลของอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของแผ่นป้าย (Aspect Ratio) อัตราส่วนความสูงของป้ายต่อความสูงของป้ายจากพื้นดิน (Clearance Ratio) ลักษณะของความพรุน (Porosity) และทิศทางของลมที่กระทำกับป้าย (Wind Direction) ซึ่งต่อมามาตรฐาน Australian/New Zealand Standard [2] ได้นำไปใช้ในปี ค.ศ. 2002 และมาตรฐานของ American Society of Civil Engineers ได้นำไปใช้ในมาตรฐานฉบับปัจจุบัน (ASCE 7-05 [3]) ในประเทศไทย สุวรรณสาม [6] และ Sinthuwong [7] ได้เริ่มทำการศึกษาคำนวณแรงลมเพื่อการออกแบบป้ายจากมาตรฐานการออกแบบของต่างประเทศ และเริ่มทำการจำลองและทดสอบด้วยอุโมงค์ลม โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับข้อมูลเบื้องต้นของงานจาก C.W. Letchford (2001) [5]

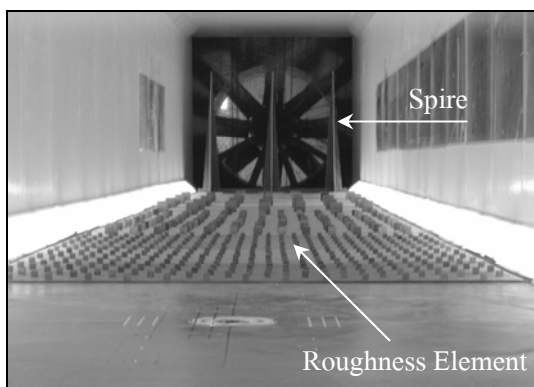
อย่างไรก็ตามป้ายโฆษณามีรูปแบบที่หลากหลายซึ่งในงานวิจัยในอดีตและมาตรฐานเหล่านี้ยังไม่สามารถครอบคลุมได้ทั้งหมด ตัวอย่างที่สำคัญเรื่องหนึ่งคือ ในสภาพความเป็นจริงป้ายมักตั้งอยู่ใกล้อาคารอื่น ๆ บริเวณข้างเคียง ซึ่งผลของอาคารข้างเคียงเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าแรงลมที่มากระทำต่อป้ายได้ เช่นเดียวกับผลกระทบของอาคารข้างเคียงต่อโครงสร้างอาคาร โดย A.C. Khanduri, T. Stathopoulos and C. Bedard (1998) [8] ได้พบทฤษฎีงานวิจัยด้านผลกระทบของอาคารข้างเคียงต่ออาคารหลักรูปทรงสี่เหลี่ยม โดยปัจจัยต่างๆที่มีความสำคัญกับผลกระทบ ได้แก่ ลักษณะที่ตั้งสภาพภูมิประเทศ ขนาดและรูปร่างของโครงสร้างอาคาร ทิศทางของกระแสลมตามธรรมชาติที่มากระทำกับโครงสร้าง และตำแหน่งการวางตัวและระยะห่างของโครงสร้างกับอาคารข้างเคียง และในส่วนของคำอธิบายในมาตรฐานการออกแบบแรงลมสำหรับอาคาร Australian/New Zealand Standard [2] และ Architectural Institute of Japan [9] ได้นำเสนอภาพรวมของผลกระทบของอาคารข้างเคียง 1 หลังต่ออาคารหลัก สำหรับผลของแรงลมในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม โดยพบว่าอาคารข้างเคียงอาจทำให้แรงลมเฉลี่ยในทิศตั้งฉากกับทิศทางลมเพิ่มขึ้นจากกรณีไม่มีอาคารข้างเคียงได้ประมาณ 30 %

เนื่องจากป้ายมีลักษณะแตกต่างจากอาคาร ทำให้ผลกระทบจากอาคารข้างเคียงแตกต่างไปด้วย นอกจากนั้น ผลกระทบของอาคารข้างเคียงต่อโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างป้าย เป็นเรื่องสำคัญที่ยังไม่มีผลการวิจัยในปัจจุบัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลกระทบจากอาคารข้างเคียงต่อแรงลมที่เกิดขึ้นกับป้าย เพื่อความเข้าใจต่อพฤติกรรมและพิจารณาในการกำหนดแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมได้ต่อไป งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงแรงลมที่กระทำกับโครงสร้างป้ายโฆษณาที่มีอาคารข้างเคียง ซึ่งพิจารณาลักษณะของอาคารข้างเคียงคือ ขนาดของอาคารข้างเคียง และตำแหน่งของอาคารข้างเคียงรอบป้ายโฆษณา โดยทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมด้วยวิธีการทดสอบในอุโมงค์ลม อันเป็นวิธีที่ใช้ในการกำหนดค่าสำหรับโครงสร้างลักษณะต่าง ๆ ในมาตรฐานการออกแบบทั่วไป งานวิจัยนี้ทำการทดสอบด้วยแบบจำลองขนาดอัตราส่วน 1:200 ในอุโมงค์ลมที่มีการจำลองสภาพลมตามธรรมชาติ (Boundary Layer Wind Tunnel) คืออุโมงค์ลม TU-AIT ที่ร่วมพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ตั้งอยู่ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผลการศึกษานำเสนอในรูป ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลาก (Drag Force) และโมเมนต์บิดในเสาโครงสร้างป้าย สำหรับกรณีที่อาคารข้างเคียงวางอยู่ตำแหน่งต่าง ๆ โดยอาคารข้างเคียงใช้เพียงหนึ่งอาคารต่อการทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบพื้นฐานทั่วไปในการศึกษาผลกระทบของอาคารข้างเคียง

2. วิธีการวิจัย

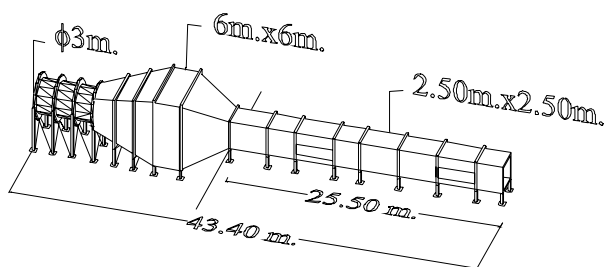
2.1 การจำลองสภาพลมตามธรรมชาติ

ก่อนที่จะทำการทดสอบแบบจำลอง จำเป็นที่จะต้องทำการจำลองสภาพลมภายในอุโมงค์ลม ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพลมตามธรรมชาติ โดยใช้ลักษณะความขรุขระพื้นผิวของอุโมงค์ลมที่ทำให้เกิดลมที่มีคุณลักษณะเทียบเท่ากับลมในสภาพภูมิประเทศที่ต้องการจำลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองสภาพลมประกอบด้วย แท่งไม้รูปร่างสามเหลี่ยม เรียกว่า Spire สูง 1.83 เมตร ฐานกว้าง 0.26 เมตร และก้อนลูกบาศก์ใช้สำหรับสร้างผิวขรุขระ (Roughness Element) ขนาด 0.1 เมตร วางห่างกัน 0.6 เมตร ขนาด 0.05 เมตร วางห่างกัน 0.3 เมตร และ 0.025 เมตร วางห่างกัน 0.15 เมตร โดยนำไปวางบริเวณต้นลม [6, 7] แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การจำลองสภาพพื้นผิวในอุโมงค์ลม

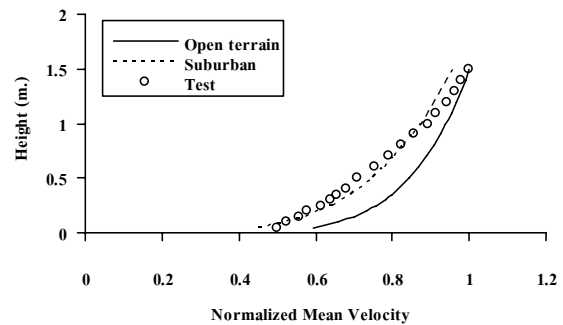
งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบ โดยใช้อุโมงค์ลมที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (TU-AIT Wind Tunnel) มีขนาดหน้าตัดที่ใช้ในการทดสอบกว้าง 2.5 เมตร สูง 2.5 เมตร และความยาวส่วนที่ใช้ทดสอบประมาณ 25 เมตร แสดงดังรูปที่ 2



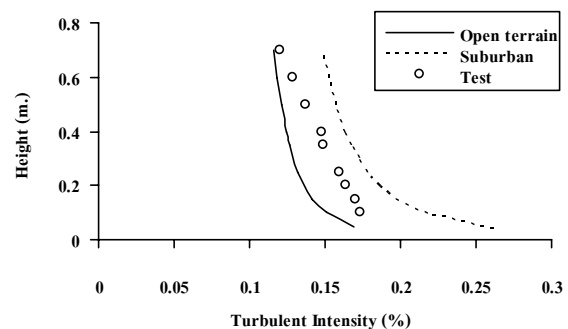
รูปที่ 2 ลักษณะอุโมงค์ลม TU-AIT

ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆหาโดย สมการกฏยกกำลัง (Power Law) [10] โดยใช้อัตราส่วนความยาว (Length Scale) เท่ากับ 1/200 และแสดงผลการจำลองสภาพลมได้คือ การแปรเปลี่ยนของความเร็วลมเฉลี่ย

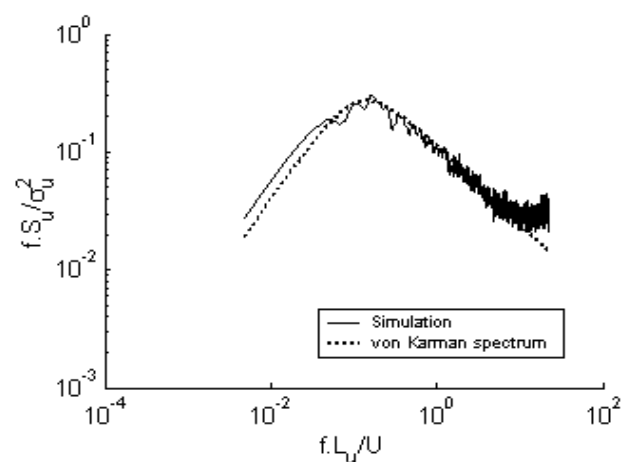
ตามความสูง (Mean Wind Velocity Profile) แสดงดังรูปที่ 3 ความเข้มของการปั่นป่วนของลม (Turbulent Intensity) ดังรูปที่ 4 และ สเปกตรัมของความปั่นป่วน (Longitudinal Turbulent Spectrum) ดังรูปที่ 5 โดยสภาพภูมิประเทศที่จำลองนี้อยู่ระหว่าง แบบพื้นที่เปิดโล่ง (Open Terrain) และชานเมือง (Suburban) ตามข้อมูลลมธรรมชาติของประเทศไทย [11]



รูปที่ 3 Mean Wind Velocity Profile



รูปที่ 4 Turbulent Intensity Profile

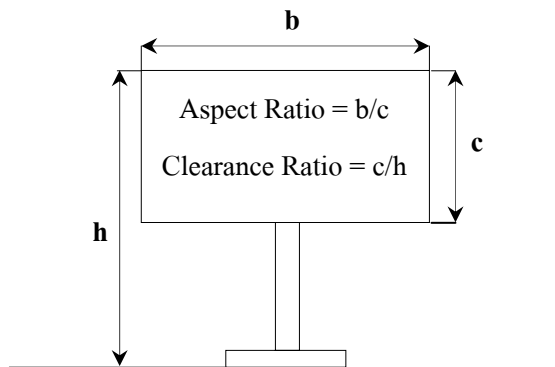


รูปที่ 5 Longitudinal Turbulent Spectrums

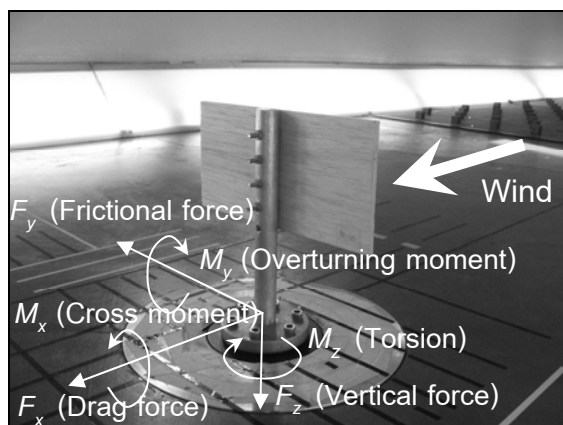
2.2 แบบจำลองสำหรับการทดสอบ

แบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบจะต้องออกแบบให้มีความแข็งแรง และมีความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างสูงเพื่อกำจัดผลของการ

สั้นพ้องในช่วงความถี่ที่สนใจ งานวิจัยนี้ทำการจำลองป้ายที่ทำจากแผ่นไม้บัลซาลานา 5 มิลลิเมตร และใช้ลวดมียูนิเนียมเป็นแกนเสาซึ่งใช้ยึดระหว่างป้ายกับเครื่องมือวัดแรงที่ฐาน โดยที่ป้ายมีสัดส่วนขนาดความกว้าง (b) ต่อความสูงป้าย (c) (Aspect Ratio) เท่ากับ 2 อัตราส่วนความสูงป้าย (c) ต่อความสูงทั้งหมดจากพื้น (h) (Clearance Ratio) เท่ากับ 0.5 ซึ่งใช้ความกว้างของป้าย และความสูงทั้งหมดจากพื้นเท่ากับ 0.20 เมตร ดังในรูปที่ 6 และนิยามทิศทางของแรงลมที่กระทำกับแบบจำลองตามรูปที่ 7



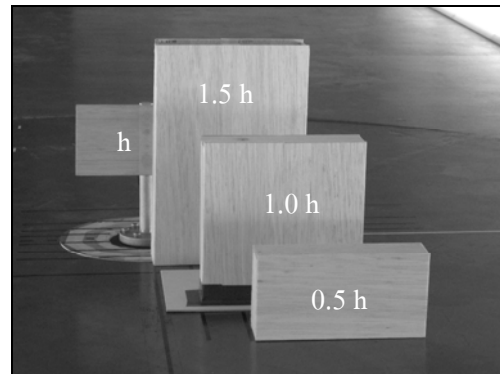
รูปที่ 6 สัดส่วนของขนาดป้ายที่ใช้ศึกษา (b/c=2 และ c/h=0.5)



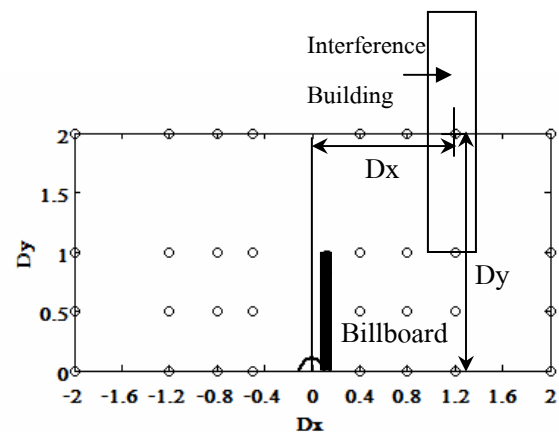
รูปที่ 7 แบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบและนิยามทิศทางของแรงลม

อาคารข้างเคียงใช้ไม้บัลซาจำลองเป็นรูปกล่องรูปสี่เหลี่ยม มีความหนาและความกว้างคงที่คือ 0.25 และ 1.0 เท่าของความกว้างของป้ายตามลำดับ (0.05 และ 0.2 เมตร) โดยมีความสูงจากพื้นดินเท่ากับ 0.5, 1.0 และ 1.5 เท่าของความสูงทั้งหมดจากพื้น ดังในรูปที่ 8 สำหรับรูปที่ 9 แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของอาคารข้างเคียงโดยที่ระยะในแนวทิศทางลม X นิยามอยู่ในรูปอัตราส่วนกับความสูงของแผ่นป้าย $Dx = X/c$ โดยที่ให้เครื่องหมายเป็นบวกเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ด้านหน้าโครงสร้างป้าย และเป็นลบเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ด้านหลังโครงสร้างป้าย และระยะในแนวตั้งฉากกับลม Y นิยามอยู่ในรูปอัตราส่วนกับความสูงของแผ่น

ป้าย $Dy = Y/c$ โดยมีตำแหน่งทั้งหมด 32 จุดสำหรับอาคารข้างเคียงแต่ละขนาด



รูปที่ 8 แบบจำลองป้ายและอาคารข้างเคียง



รูปที่ 9 ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของอาคารข้างเคียง

การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลม ทำได้จากการให้แรงลมกระทำกับโครงสร้างป้าย และใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูงวัดแรงและโมเมนต์ที่ฐานทั้ง 3 แกน โดยความเร็วลมที่ใช้ทดลองบริเวณยอดป้ายมีค่า 10.5 เมตรต่อวินาที ที่ความเร็วรอบของพัดลมคือ 360 รอบต่อวินาที (RPM) ในการวัดค่าแรงที่ฐานเก็บข้อมูลที่อัตรา 1000 Hz เป็นเวลา 73.8 วินาที ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับ 1 ชั่วโมงตามการย่ออัตราส่วนที่ใช้ในการทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลของแรงและโมเมนต์ดังกล่าวไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ที่นิยามดังสมการที่ 1 และ 2

$$\bar{C}_D = \frac{\bar{F}_D}{\frac{1}{2} \rho U^2 A} \quad (1)$$

$$\hat{C}_{M_z} = \frac{\hat{M}_z}{\frac{1}{2} \rho U^2 AB} \quad (2)$$

โดยที่ $\bar{C}_D$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลากเฉลี่ย

$\hat{C}_{Mz}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุด

$\bar{F}_D$ คือ แรงลากเฉลี่ยในทิศทางตามลม (N)

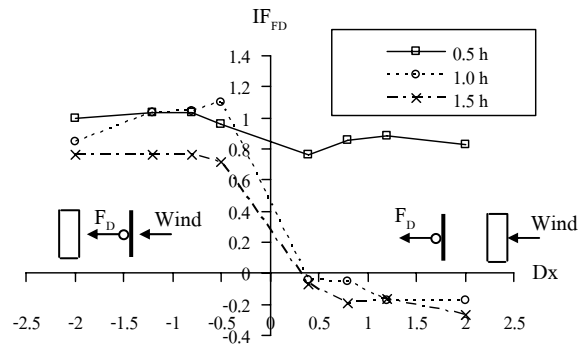
$\hat{M}_Z$ คือ โมเมนต์บิดสูงสุดในทิศทางตามแกน Z (N-m)

ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ (1.25 kg/m^3)

A คือ พื้นที่ในการรับแรงลมของแบบจำลองป้าย (0.02 m^2)

B คือ ความกว้างของแผ่นป้าย (0.2 m)

$\bar{U}$ คือ ความเร็วลมที่ทดสอบ (10.5 m/s)



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ของ IF_{FD} กับ Dx ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $Dy=0$

2.3 การทดสอบด้วยวิธี High-Frequency Force Balance

การทดสอบในอุโมงค์ลมด้วยวิธี High-Frequency Force Balance เป็นวิธีที่ใช้เพียงแบบจำลองที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนโครงสร้าง แต่ไม่ต้องจำลองคุณสมบัติด้านมวล สถิตินิส และความหน่วง ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองได้โดยสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย ในวิธีนี้เป็นการทดลองวัดแรงที่กระทำที่ฐานของแบบจำลองเพื่อนำไปประมาณค่าแรง และการตอบสนองที่เกิดขึ้นของโครงสร้างจริงตามสมมติฐานของรูปแบบการสั่นไหวที่หนึ่ง (First Mode) มีรูปร่างเป็นเส้นตรง แบบจำลองที่ใช้ต้องสร้างให้มีความถี่ธรรมชาติสูงเพื่อกำจัดผลของการสั่นพ้องในช่วงความถี่ที่สนใจ วิธีนี้มีข้อจำกัดคือเหมาะกับโครงสร้างที่ผลตอบสนองของโครงสร้างไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงลมที่กระทำ

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลของค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลากเฉลี่ย

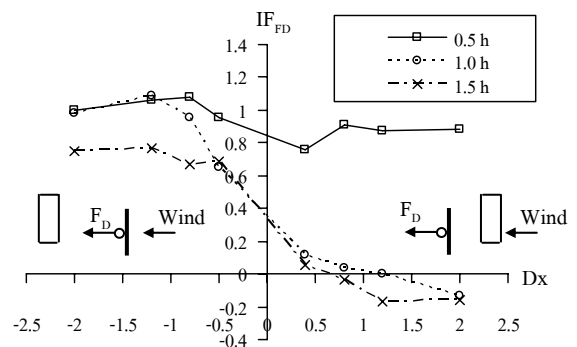
ผลการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลากของป้ายที่มีอาคารข้างเคียงวางอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แสดงในรูปอัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยที่กระทำกับป้ายในทิศทางตามลม (แรงลาก) ในกรณีที่มีอาคารข้างเคียงต่อค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวในกรณีที่ไม่มีอาคารข้างเคียง (Interference Factor for Mean F_D Coefficient, IF_{FD}) ตามสมการที่ 3 และผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 10 ถึง 13

$$IF_{FD} = \frac{\bar{C}_{DI}}{\bar{C}_D} \quad (3)$$

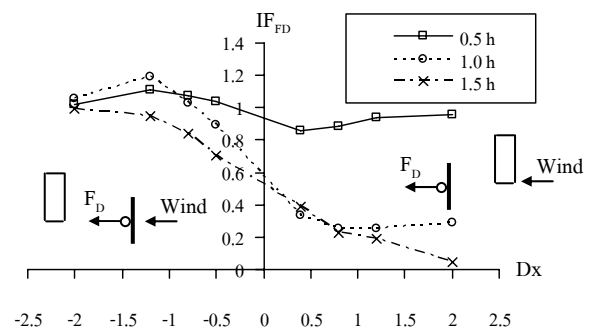
โดยที่ IF_{FD} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยที่มีผลของอาคารข้างเคียง

$\bar{C}_{DI}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยที่มีอาคารข้างเคียง

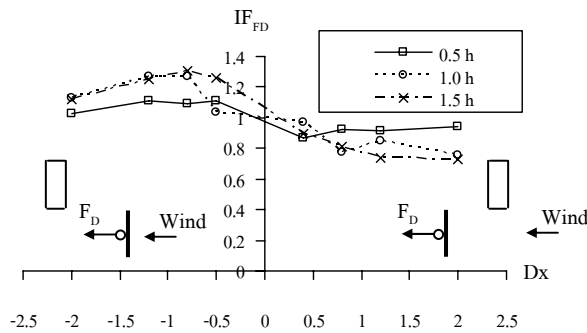
$\bar{C}_D$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยที่ไม่มีอาคารข้างเคียง



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของ IF_{FD} กับ Dx ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $Dy=0.5$



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ของ IF_{FD} กับ Dx ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $Dy=1.0$



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ของ IF_{FD} กับ Dx ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $Dy=2.0$

จากผลการทดสอบเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ในตำแหน่งต่างๆพบว่า

- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงในแนวกึ่งกลางป้าย ($Dy=0$) เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้าย ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยในทิศทางตามลมจะมีค่าลดลงเนื่องมาจากแรงลมที่กระทำได้ปะทะกับอาคารข้างเคียงก่อนทำให้แรงลมที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายลดลง (Shielding) สำหรับอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ผลของ Shielding จะมีน้อยกว่า เนื่องจากมีขนาดความสูงเป็นครึ่งหนึ่งของโครงสร้างป้ายทำให้แรงลมบางส่วนปะทะกับป้าย ส่วนเมื่ออาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากันและมากกว่าโครงสร้างป้าย (ขนาด 1.0h และ 1.5h) ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยจะมีค่าน้อยมากและอาจกลับทิศทางโดยเปลี่ยนจากแรงดันเป็นแรงดูด เนื่องมาจากพฤติกรรมการแยกตัว (Separation) ของลมบริเวณมุมอาคารข้างเคียงด้านต้นลม และการพัดผ่านของระลอกลม (Wake) บริเวณด้านหลังอาคารข้างเคียง ส่งผลกระทบกับโครงสร้างป้ายทำให้เกิดแรงดูด (Suction) บริเวณด้านหน้าโครงสร้างป้ายและมีค่ามากกว่าแรงดูดทางด้านหลังโครงสร้างป้ายทำให้เกิดแรงลัพธ์เป็นแรงดูดทางด้านหน้า [8]

เมื่อมีอาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังของโครงสร้างป้าย ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยมีค่ามากขึ้นเล็กน้อยสำหรับอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h เนื่องจากแรงลมปะทะกับป้ายทำให้เกิดแรงดันมีค่าเป็นบวก (Pressure) ทางด้านหน้าโครงสร้างป้ายและจากการเกิด Separation และ Wake ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแรงดูดบริเวณด้านหลังโครงสร้างป้าย [4] ส่วนอาคารข้างเคียงขนาด 1.0h จะมีผลของแรงดูดทางด้านหลังป้ายเพิ่มขึ้นมากบริเวณติดกับโครงสร้างป้าย สำหรับอาคารข้างเคียงขนาด 1.5h ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยลดลง เนื่องจากแรงลมปะทะกับป้ายเกิด Separation ทำให้ลมปะทะกับความสูงของอาคารข้างเคียงที่สูงกว่าโครงสร้างป้ายและม้วนกลับมาเป็นแรงดันบริเวณด้านหลังโครงสร้างป้ายทำให้เกิดแรงลัพธ์เป็นแรงดันรวมที่กระทำกับโครงสร้างป้ายลดลง

- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงที่ระยะ $Dy=0.5$ เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้าย ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยในทิศทาง

ตามลมจะมีค่าลดลงเนื่องมาจากแรงลมที่กระทำได้ปะทะกับอาคารข้างเคียงก่อนทำให้แรงลมที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายลดลง แต่แรงลมมีค่าสูงกว่ากรณีที่มีอาคารข้างเคียงอยู่ในแนวกึ่งกลางป้าย เนื่องจากอาคารข้างเคียงมีระยะเยื้องกับป้ายทำให้แรงลมปะทะกับป้ายมากขึ้นจึงเกิดแรงดันทางด้านหน้าป้ายมากขึ้น

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังของโครงสร้างป้ายอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยสำหรับอาคารข้างเคียงขนาด 1.0h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยลดลงเมื่ออยู่ติดกับโครงสร้างป้ายเนื่องจากในตำแหน่งของอาคารข้างเคียงที่อยู่ในระยะใกล้กับโครงสร้างป้ายมากๆ แรงลมจะปะทะกับป้ายทำให้เกิด Separation และปะทะกับส่วนที่เอียงออกทางด้านข้างของอาคารข้างเคียงและม้วนกลับมาเป็นแรงดันบริเวณด้านหลังโครงสร้างป้ายทำให้แรงลัพธ์มีค่าน้อยลง เมื่อตำแหน่งของอาคารข้างเคียงอยู่ในระยะไกลออกไปจะไม่ทำให้แรงลมปะทะกับส่วนที่เอียงออกทางด้านข้างของอาคารข้างเคียงและม้วนกลับมาเป็นแรงดันแต่จะเกิดเป็นแรงดูดบริเวณด้านหลังของโครงสร้างป้าย ส่วนอาคารข้างเคียงขนาด 1.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยลดลง

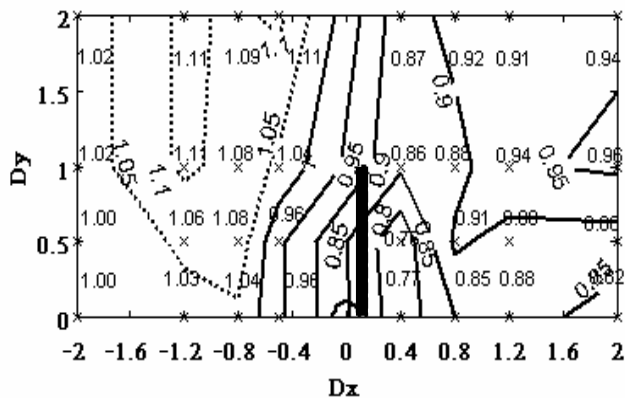
- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงที่ระยะ $Dy=1.0$ เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้าย ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยในทิศทางตามลมจะมีค่าลดลงเนื่องมาจากแรงลมที่กระทำได้ปะทะกับอาคารข้างเคียงก่อนทำให้แรงลมที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายลดลง แต่จะมีค่าสูงกว่ากรณีที่ระยะกึ่งกลางป้ายและที่ระยะ $Dy=0.5$ เนื่องจากการอาคารข้างเคียงมีระยะเยื้องกับป้ายมากขึ้นทำให้แรงลมปะทะกับป้ายมากขึ้นจึงเกิดแรงดันด้านหน้าป้ายมากขึ้น

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังของโครงสร้างป้ายอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยสำหรับอาคารข้างเคียงขนาด 1.0h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยลดลงเมื่ออยู่ติดกับโครงสร้างป้าย แต่เมื่อตำแหน่งของอาคารข้างเคียงอยู่ในระยะไกลออกไปจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ส่วนอาคารข้างเคียงขนาด 1.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยลดลง

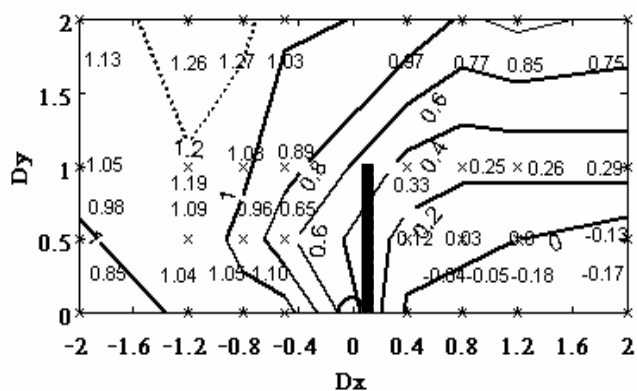
- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงที่ระยะ $Dy=2.0$ เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้ายทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยในทิศทางตามลมจะมีค่าลดลงเล็กน้อยเนื่องจากการวางอาคารข้างเคียงที่มีระยะเยื้องกับป้ายมากขึ้นทำให้แรงลมส่วนใหญ่ปะทะกับป้ายมากขึ้นจึงเกิดแรงดันด้านหน้าป้ายมากขึ้น

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังของโครงสร้างป้าย ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากแรงลมจะปะทะกับป้ายทำให้เกิดแรงดันทางด้านหน้าของโครงสร้างป้ายและจากการเกิด Separation บริเวณมุมของป้ายทางด้านต้นลม ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแรงดูดบริเวณด้านหลังของโครงสร้างป้ายทำให้แรงลัพธ์มีค่าเพิ่มขึ้น

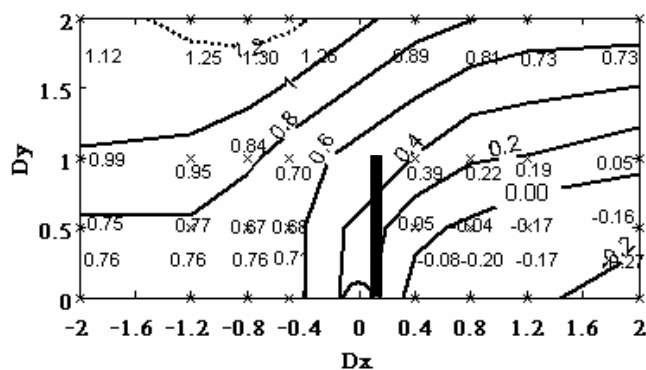
จากข้อมูลข้างต้นได้นำมาวิเคราะห์เพื่อคำนวณหา Interference factor ของโครงสร้างป้ายโฆษณาที่มีอาคารข้างเคียงวางในตำแหน่งต่างๆ สามารถแสดงผลออกมาในรูปของเส้นชั้น (Contour) สำหรับค่า IF_{FD} ซึ่งได้จากการลากเส้นเชื่อมกันของค่า IF_{FD} ที่เท่ากัน ณ ตำแหน่งต่างๆของอาคารข้างเคียงดังแสดงในรูปที่ 14-16



รูปที่ 14 เส้นชั้นค่า IF_{FD} กรณีที่มีอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h



รูปที่ 15 เส้นชั้นค่า IF_{FD} กรณีที่มีอาคารข้างเคียงขนาด 1.0h



รูปที่ 16 เส้นชั้นค่า IF_{FD} กรณีที่มีอาคารข้างเคียงขนาด 2.0h

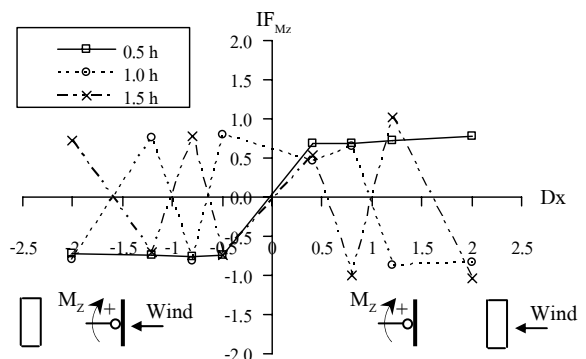
ผลการทดสอบที่แสดงออกมาในรูปของเส้นชั้นค่า IF_{FD} โดยเส้นประคือ บริเวณที่เมื่อมีอาคารข้างเคียงอยู่ในบริเวณนั้นจะทำให้แรงลมในทิศทางตามลมมีค่าเพิ่มขึ้นหรือ IF_{FD} มากกว่า 1 สำหรับกรณีที่มีอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h จะเกิดเมื่อวางอาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังของโครงสร้างป้ายและมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.11 สำหรับกรณีที่มีอาคารข้างเคียงขนาด 1.0h และ 2.0h พบว่ามีผลในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่มีอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h คือ มีผลของแรงลมที่เพิ่มขึ้นในทิศทางตามลมเนื่องจากอาคารข้างเคียงเมื่อวางอาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังของโครงสร้างป้ายมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.27 และ 1.30 ตามลำดับ นั่นคือมีค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมเพิ่มขึ้นประมาณ 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการข้างเคียง

3.2 ผลของค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดในทิศทางตามแกน Z

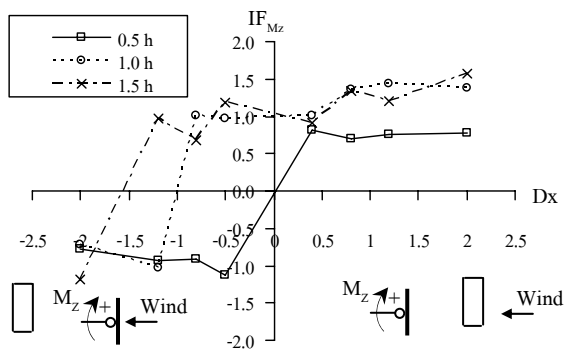
เนื่องจากผลของแรงลมที่กระทำกับโครงสร้างป้ายไม่ได้มีค่าสม่ำเสมอทั่วทั้งป้าย ในกรณีที่มีอาคารข้างเคียงอาจทำให้โมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าปกติ ผลการทดสอบแสดงอยู่ในรูปของอัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดที่สูงสุดที่กระทำกับป้ายในทิศทางตามแกน Z กรณีที่มีอาคารข้างเคียงต่อค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดที่สูงสุดที่กระทำกับป้ายในทิศทางตามแกน Z กรณีที่ไม่มีอาคารข้างเคียง (IF for Peak M_z Coefficient) ตามสมการ 4 และผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 17-20

$$IF_{M_z} = \frac{\hat{C}_{M_z}}{\hat{C}_{M_z}} \quad (4)$$

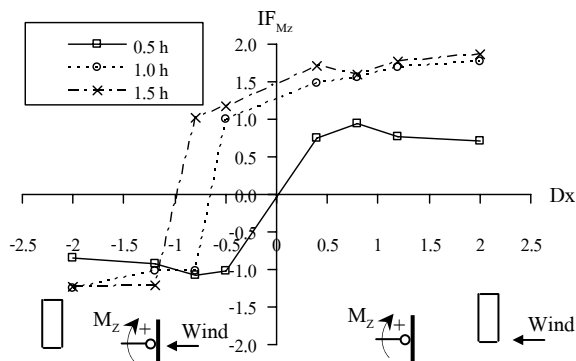
โดยที่ IF_{M_z} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดที่มีผลของอาคารข้างเคียง
 $\hat{C}_{M_z}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดที่มีอาคารข้างเคียง
 $\hat{C}_{M_z}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดที่ไม่มีอาคารข้างเคียง



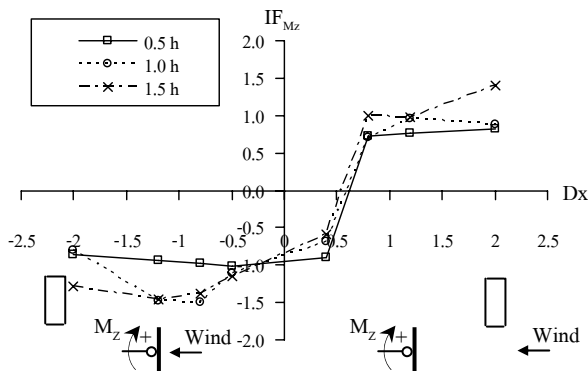
รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ของ IF_{M_z} กับ Dx ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $Dy=0$



รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ของ IF_{M_z} กับ D_x ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $D_y=0.5$



รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ของ IF_{M_z} กับ D_x ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $D_y=1.0$



รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ของ IF_{M_z} กับ D_x ที่มีอาคารข้างเคียงขนาดต่างๆ สำหรับ $D_y=2.0$

จากผลการทดสอบเมื่ออาคารข้างเคียงวางอยู่ในตำแหน่งต่างๆพบว่า

- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงในแนวกึ่งกลางป้าย ($D_y=0$) เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้าย ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเล็กน้อยเนื่องจากแรงลมที่กระทำปะทะกับ

อาคารข้างเคียงก่อนทำให้แรงลมที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายลดลงจึงเกิดโมเมนต์บิดลดลง โดยเป็นผลมาจาก Shielding

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังโครงสร้างป้าย อาคารข้างเคียงทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเล็กน้อยเนื่องจากความผันผวนของลมที่ส่งผลให้แรงลมที่ต่อโครงสร้างลดลง

ในรูปที่ 17 พบว่าทิศทางของโมเมนต์บิดเป็นทางเดียวกันสำหรับอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h แต่โมเมนต์บิดสลับทิศสำหรับกรณีของมีอาคารข้างเคียงขนาด 1.0 และ 1.5h ซึ่งอาจเนื่องจากแบบจำลองป้ายมีความไม่สมมาตรเล็กน้อย ทำให้โมเมนต์บิดมีทิศทางที่หากไม่มีอาคารข้างเคียงหรืออาคารข้างเคียงมีขนาดเล็ก แต่เมื่ออาคารข้างเคียงมีขนาดใหญ่ขึ้น ผลของอาคารข้างเคียงที่วางอยู่อย่างสมมาตรกับแกนของโครงสร้างป้ายมีผลมากขึ้นทำให้เกิดโมเมนต์บิดซึ่งเป็นลักษณะสุมจึงเกิดเป็น Peak ที่สลับทิศทางไม่แน่นอน

- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงที่ระยะ $D_y=0.5$ เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้าย อาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเนื่องจากแรงลมที่ปะทะกับอาคารข้างเคียงก่อนทำให้แรงลมที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายมีขนาดลดลงทำให้เกิดโมเมนต์บิดลดลงและแรงที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายจากระยะที่เอียงออกไปของอาคารข้างเคียงทำให้มีทิศเป็นบวก เมื่ออาคารข้างเคียงมีขนาดความสูง 1.0 และ 1.5h มีผลของโมเมนต์บิดที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการเกิด Separation บริเวณมุมอาคารข้างเคียงด้านต้นลม และการพัดผ่านของลมบริเวณด้านหลังอาคารข้างเคียงส่งผลกระทบต่อโครงสร้างป้ายทำให้เกิดแรงดันบริเวณด้านหน้าโครงสร้างป้ายในแนวของอาคารข้างเคียงร่วมกับแรงดันที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายจากระยะที่เอียงออกไปของอาคารข้างเคียงทำให้โมเมนต์บิดมากขึ้นโดยมีทิศเป็นบวกตามที่นิยาม

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลัง อาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเล็กน้อยและมีทิศเป็นลบ ส่วนอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูง 1.0 และ 1.5h โมเมนต์บิดมีทิศเป็นบวกในตำแหน่งที่ใกล้กับโครงสร้างป้ายเนื่องจากแรงลมปะทะกับป้ายทำให้เกิดแรงดันทางด้านหน้าของโครงสร้างป้ายและเกิด Separation ทำให้ลมปะทะกับระยะที่เอียงออกทางด้านข้างของอาคารข้างเคียงและม้วนกลับมาเป็นแรงดันหรือลดแรงดูดบริเวณด้านหลังโครงสร้างป้ายในแนวของอาคารข้างเคียง เมื่อตำแหน่งของอาคารข้างเคียงอยู่ในระยะไกลออกไปซึ่งไม่ทำให้แรงลมปะทะกับระยะที่เอียงออกทางด้านข้างของอาคารข้างเคียงและม้วนกลับมาแรงดันแต่จะเกิดเป็นแรงดูดบริเวณด้านหลังของโครงสร้างป้ายทำให้เกิดโมเมนต์บิดในทิศเป็นลบเหมือนกับกรณีอาคารข้างเคียงขนาด 0.5h

- กรณีที่มีอาคารข้างเคียงที่ระยะ $D_y=1.0$ เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้าย อาคารข้างเคียงขนาด 0.5 h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเล็กน้อยแต่จะมีค่าสูงขึ้นกว่าที่

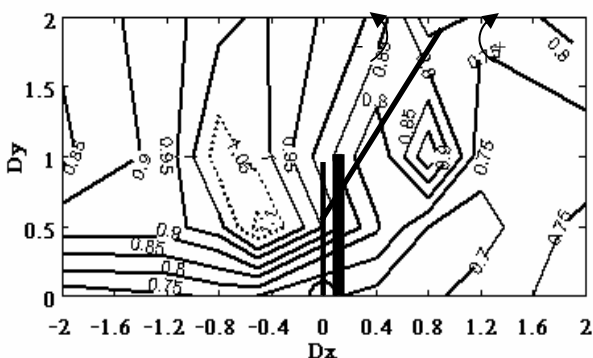
ระยะ $Dy=0$ และ $Dy=0.5$ เพราะแรงที่ปะทะกับ โครงสร้างป้ายจากระยะที่เอียงออกไปของอาคารข้างเคียงมากขึ้นทำให้มีค่าสูงขึ้นและมีทิศเป็นบวก เมื่ออาคารข้างเคียงนั้นมีขนาดความสูง 1.0 และ 1.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดมากขึ้นเนื่องมาจากการเกิด Separation บริเวณมุมอาคารข้างเคียงด้านต้นลม และการพัดผ่านของลมบริเวณด้านหลังอาคารข้างเคียงส่งผลกระทบต่อ โครงสร้างป้ายทำให้ลดแรงดันหรือเกิดแรงดูดบริเวณด้านหน้าโครงสร้างป้ายในแนวอาคารข้างเคียงรวมกับแรงดันที่ปะทะกับโครงสร้างป้ายจากระยะที่เอียงออกไปของสิ่งกีดขวางทำให้โมเมนต์บิดมากขึ้นและมีทิศเป็นบวก

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังโครงสร้างป้าย อาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเล็กน้อย ส่วนอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากับและมากกว่าโครงสร้างป้าย โมเมนต์บิดมีทิศเป็นบวกในตำแหน่งที่ใกล้กับโครงสร้างป้าย และมีทิศเป็นลบเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ระยะไกลออกไป

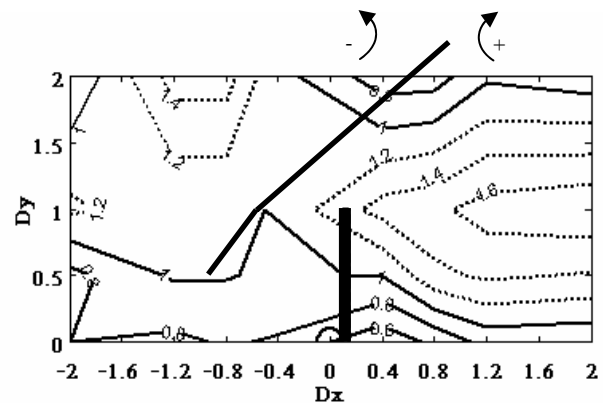
- กรณีที่เมื่ออาคารข้างเคียงที่ระยะ $Dy=2.0$ เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้ายทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงและมีทิศเป็นลบเมื่ออาคารข้างเคียงติดกับโครงสร้างเนื่องจากการเกิด Separation บริเวณมุมอาคารข้างเคียงด้านต้นลมทำให้แรงดันปะทะกับโครงสร้างป้ายจากระยะที่เอียงออกไปของอาคารข้างเคียงทำให้โมเมนต์บิดมีทิศเป็นลบส่วนมีโมเมนต์บิดลดลงผลมาจาก Shielding และมีทิศเป็นบวกเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ระยะไกลออกไป

เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังโครงสร้างป้าย อาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดลดลงเล็กน้อย ส่วนอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากับและมากกว่าโครงสร้างป้ายทำให้มีค่า ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุด เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิด Separation บริเวณมุมอาคารข้างเคียงทำให้แรงดูดบริเวณด้านหลังของโครงสร้างป้ายเพิ่มขึ้นในแนวของอาคารข้างเคียง และมีโมเมนต์บิดในทิศเป็นลบ

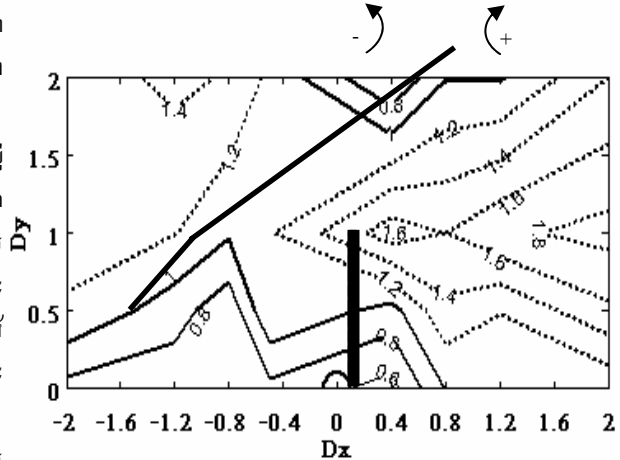
จากข้อมูลข้างต้นได้นำแสดงผลออกมาในรูปของเส้นชั้นสำหรับค่า IF_{M_z} แสดงในรูปที่ 21-23



รูปที่ 21 เส้นชั้นค่า IF_{M_z} ของสิ่งกีดขวางขนาด 0.5h



รูปที่ 22 เส้นชั้นค่า IF_{M_z} ของสิ่งกีดขวางขนาด 1.0h



รูปที่ 23 เส้นชั้นค่า IF_{M_z} ของสิ่งกีดขวางขนาด 1.5h

ผลการทดสอบที่แสดงออกมาในรูปของ Contour โดยมีเส้นทึบที่มีความหนาเป็นเส้นแบ่งทิศทางการหมุนของโมเมนต์บิด พบว่า

- กรณีที่เมื่ออาคารข้างเคียงขนาด 0.5h ค่า IF_{M_z} มากกว่า 1.0 แสดงในเส้นประ คือ บริเวณที่มีผลของโมเมนต์บิดในทิศทางตามแกน Z เพิ่มขึ้นเนื่องจากอาคารข้างเคียง เมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังโครงสร้างป้ายจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.12

- กรณีที่เมื่ออาคารข้างเคียงขนาด 1.0h พบว่าเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าทำให้มีผลของโมเมนต์บิดในทิศทางตามแกน Z เพิ่มขึ้น มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 60% ของกรณีไม่มีอาคารข้างเคียง และเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังโครงสร้างป้ายที่ตำแหน่งเอียงระยะ $Dy=1.0$ ถึง 2.0 ทำให้มีผลของโมเมนต์บิดในทิศทางตามแกน Z เพิ่มขึ้น มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 40% ของกรณีไม่มีอาคารข้างเคียง

- กรณีที่เมื่ออาคารข้างเคียงขนาด 2.0h พบว่าเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าทำให้มีผลของโมเมนต์บิดในทิศทางตามแกน Z เพิ่มขึ้น มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 80% ของกรณีไม่มีอาคารข้างเคียงและเมื่ออาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหลังโครงสร้างป้ายที่ตำแหน่งเอียงระยะ

$Dy=0.5$ ถึง 2.0 ทำให้มีผลของโมเมนต์บิดในทิศทางตามแกน Z เพิ่มขึ้น มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 40% ของกรณีไม่มีอาคารข้างเคียง

4. สรุปผลการวิจัย

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลากเฉลี่ย

- เมื่อวางอาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้ายโฆษณา ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลากเฉลี่ยในทิศทางตามลมมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกรณีไม่มีอาคารข้างเคียง โดยเฉพาะอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากับและมากกว่าโครงสร้างป้าย แรงที่กระทำกับโครงสร้างป้ายจะกลับทิศทางจากแรงดันเป็นแรงดูดกระทำต่อป้าย

- เมื่อวางอาคารข้างเคียงทางด้านหลังโครงสร้างป้ายโฆษณา ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลากเฉลี่ยในทิศทางตามลมมีค่าเพิ่มขึ้นจากกรณีไม่มีอาคารข้างเคียงในหลายกรณี และค่าสูงสุดสำหรับอาคารข้างเคียงที่มีระยะเยื้องออกทางด้านข้าง $Dy=2$ จากโครงสร้างป้ายโฆษณา มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 10% สำหรับอาคารข้างเคียงที่มีความสูงน้อยกว่าโครงสร้างป้ายโฆษณา และมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 30% สำหรับอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากับและมากกว่าโครงสร้างป้ายโฆษณา

2. ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดในทิศทางตามแกน Z

- เมื่อวางอาคารข้างเคียงอยู่ทางด้านหน้าโครงสร้างป้ายโฆษณา ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดในทิศทางตามแกน Z มีค่าลดลงเล็กน้อยสำหรับอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงน้อยกว่าโครงสร้างป้าย แต่สำหรับอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากับและมากกว่าโครงสร้างป้ายมีค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดในทิศทางตามแกน Z เพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 60% และ 80% ตามลำดับ

- เมื่อวางอาคารข้างเคียงทางด้านหลังโครงสร้างป้ายโฆษณา ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์บิดสูงสุดในทิศทางตามแกน Z มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 10% สำหรับอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงน้อยกว่าโครงสร้างป้าย และมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 40% สำหรับอาคารข้างเคียงที่มีขนาดความสูงเท่ากับและมากกว่าโครงสร้างป้าย

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] The Canadian Commission on Building and Fire Codes. National Building Code of Canada, Ottawa: National Research Council of Canada, 1995.
- [2] Australian/New Zealand Standard, Structural design actions Part 2: Wind Action (AS/NZS 1170.2:2002), 2002.
- [3] American Society of Civil Engineers, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. (ASCE 7-05), 2005.

- [4] Letchford, C.W., and Holmes J.D. "Wind Loads on Free-Standing Walls in Turbulent Boundary Layer." Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 51 (1994): 1-27.
- [5] Letchford, C.W. "Wind Load on Rectangular Signboard and Hoarding" Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 89 (2001): 135-151
- [6] สุวรรณสาม ศิริวิเชียร "แรงลมสำหรับการออกแบบโครงสร้างป้ายโฆษณา" วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2546
- [7] Sinthuwong, S. "Wind Tunnel Model Test of Large Rectangular Billboard." Master's Thesis. Asian Institute of Technology, 2000
- [8] Khanduri, A.C., Stathopoulos, T. and Bedard, C. "Wind-Induced Interference Effects on Buildings - A Review of the State-of-the-Art." Journal of Engineering Structures, 20 (1998): 617-630.
- [9] Architectural Institute of Japan. "AIJ Recommendations for Loads on Buildings", 2004
- [10] American Society of Civil Engineers. "Wind Tunnel Studies of Buildings and Structures." ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 67. Virginia: 1999
- [11] Mikitiuk, M., Surry, D., Lukkunaprasit, P., and Euasiriwan, N. "Probability Based Wind Loadings for the Design of Transmission Line Structures, Part A: A Study of the Wind Climate for Thailand." The Electricity Generating Authority of Thailand. Chulalongkorn University, 1995.