สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้งานดิฟฟิวเซอร์สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในงานวิศวกรรม ตัวอย่างเช่น ดิฟฟิว-เซอร์ในงานระบบท่อน้ำ ท่ออากาศ ท่อไอน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือดิฟฟิวเซอร์ในงานระบบท่อปรับอากาศของอาคารขนาดใหญ่ หรือส่วนที่เป็นทางออกและ passage ระหว่างเบลดของเทอร์โบแมชชีนประเภทคอมเพรสเซอร์และพัดลม ดิฟฟิวเซอร์ถูกใช้เพื่อลดความเร็วและเพิ่มความดันของการไหล โดยเปลี่ยนพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานศักย์ในรูปของความดันสถิต (Static pressure) โดยทำให้มีพลังงานสูญเสียในดิฟฟิวเซอร์น้อยที่สุด

ที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการไหลในดิฟฟิวเซอร์เป็นจำนวนมาก ทั้งการไหลในดิฟฟิวเซอร์ผนังตรง ผนังโค้ง ดิฟฟิวเซอร์หน้าตัดวงกลม หน้าตัดสี่เหลี่ยม ดิฟฟิวเซอร์แบบ 2 มิติหรือแบบ 3 มิติ รวมทั้งการควบคุมการไหลในดิฟฟิวเซอร์ทั้งแบบไม่ใช้พลังงานจากภายนอก (Passive control) และแบบใช้พลังงานจากภายนอก (Active control)

ดิฟฟิวเซอร์ที่ใช้งานส่วนใหญ่ มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมและเป็นแบบผนังตรง ตัวอย่างเช่น ดิฟ-ฟิวเซอร์ในงานท่อระบบปรับอากาศ เป็นต้น โดยที่ลักษณะการไหลในดิฟฟิวเซอร์ผนังตรงได้มีผู้ทำการศึกษาเป็นจำนวนมาก ได้แก่ Cochran and Kline (1957), Moore and Kline (1958), Kline (1959) และ Kline et al.(1959) ผลการศึกษาเหล่านี้ สรุปได้ว่าสำหรับแต่ละค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวตามแกนต่อความกว้างที่ปากทางเข้าของดิฟฟิวเซอร์ (L/W_1) ค่าหนึ่ง ถ้ามีการเปลี่ยนมุมรวมของดิฟฟิวเซอร์ (2θ) เพิ่มมากขึ้น จะพบลักษณะการไหลในดิฟฟิวเซอร์ 4 แบบไล่ตามขนาดของมุมรวมที่เพิ่มขึ้น ได้แก่

1.) การไหลที่ไม่มีการแยกตัวออกจากผนัง (No appreciable stall)
2.) การไหลที่มีการแยกตัวออกจากผนังแบบช่วงต่อ (Transitory stall)
3.) การไหลที่มีการแยกตัวออกจากผนังแบบพัฒนาเต็มที่ (Fully-developed stall)
4.) การไหลที่มีลักษณะเป็นการไหลแบบเจท (Jet flow)

ซึ่งสมรรถนะ (Performance) ของดิฟฟิวเซอร์ในการเพิ่มความดันและลดความเร็วโดยที่มีการสูญเสียน้อยที่สุด จะขึ้นกับลักษณะของการไหลที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามอุปสรรคที่ทำให้ดิฟฟิวเซอร์มีสมรรถนะต่ำ คือการเกิดการไหลแยกตัวออกจากผนัง (Separation) ในดิฟฟิวเซอร์ ซึ่งจะทำให้ความดันเพิ่มที่ทางออกลดลงและลักษณะการไหลที่ทางออกดิฟฟิวเซอร์ไม่คงตัว (Unsteady

flow), ไม่สม่ำเสมอ (Non uniform flow) และมีการสูญเสียสูง ดังนั้นถ้ามีการนำดิฟฟิวเซอร์ที่มีการไหลแยกตัวไปใช้ในงานวิศวกรรมจะทำให้เกิดปัญหา เช่น จะต้องใช้พัดลมที่มีกำลังสูงขึ้นในการเป่าลมเข้าสู่ระบบท่อ การไหลไม่คงตัวจะทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนต่อท่อและมลภาวะเสียงรบกวน (Noise Pollution) การไหลที่ไม่สม่ำเสมอที่ทางออกของดิฟฟิวเซอร์จะทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่ด้านท้าย เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ หรือจะทำให้เกิด cyclic loading บนใบพัดของคอมเพรสเซอร์ ทำให้อุปกรณ์เหล่านี้ชำรุดเสียหายได้เร็ว

นอกจากนี้สมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ยังขึ้นกับสภาวะการไหลที่ทางเข้าดิฟฟิวเซอร์ด้วย โดย Waitman et al. (1961) พบว่ารูปร่างของความเร็วและระดับสภาวะความปั่นป่วนของการไหลที่ทางเข้าดิฟฟิวเซอร์มีผลต่อสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ Reneau et al. (1967) พบว่าสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์สำหรับการไหลที่มีค่าเรโนลด์นัมเบอร์สูงกว่า $5x10^4$ และไม่เกิดการไหลแยกตัวออกจากผนังนั้นจะไม่ขึ้นกับค่าเรโนลด์นัมเบอร์ นอกจากนั้นสัมประสิทธิ์การฟื้นความดันสถิต C_p (Static-pressure recovery coefficient) จะลดลงเมื่อความหนาของชั้นขอบเขต (Boundary layer) เพิ่มมากขึ้น และ C_p จะมีค่าสูงสุดเมื่อการไหลเป็นแบบ transitory stall

Stevens and William (1980) ได้ศึกษาผลของรูปร่างความเร็วที่ทางเข้าของดิฟฟิวเซอร์ต่อสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์แบบวงแหวน โดยเปรียบเทียบระหว่างการไหลซึ่งมีรูปร่างความเร็วที่ทางเข้าสม่ำเสมอกับการไหลซึ่งทางเข้าเป็น fully-developed พบว่าดิฟฟิวเซอร์ที่มีความเร็วแบบ fully-developed จะมี C_p ต่ำกว่าดิฟฟิวเซอร์ที่มีรูปร่างความเร็วแบบสม่ำเสมอ และในทางตรงกันข้าม พบว่าถ้าเพิ่มสภาวะความปั่นป่วนให้กับ freestream ที่ทางเข้าดิฟฟิวเซอร์ จะทำให้ค่า C_p เพิ่ม 20% โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันรวม K (Total-pressure loss coefficient) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

Klein (1981) ได้ศึกษาผลของ inlet blockage (B_i) ในดิฟฟิวเซอร์ทรงกรวย โดย B_i นิยามเป็นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ blockage area อันเนื่องมาจาก displacement thickness ต่อพื้นที่รวมที่ทางเข้าของดิฟฟิวเซอร์ ซึ่งสำหรับดิฟฟิวเซอร์ 2 มิติ จะมี B_i เท่ากับ $2\delta_i / W_i$ จากการทดลองพบว่าเมื่อค่า B_i มากขึ้นจะทำให้ C_p ลดลง

ถึงแม้ว่าสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์จะขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง แต่สาเหตุหลักที่ทำให้ดิฟฟิวเซอร์มีสมรรถนะต่ำคือการไหลแยกตัวออกจากผนังดิฟฟิวเซอร์ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ดิฟฟิวเซอร์ที่ไม่เกิดการไหลแยกตัวออกจากผนังจะต้องมีมุมรวมต่ำกว่า 8 องศา แต่ดิฟฟิวเซอร์ที่มีมุมรวมน้อยเช่นนี้ก็ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้งานทางวิศวกรรมเพราะเมื่อดิฟฟิวเซอร์มีมุมรวมน้อยจะทำให้มีความยาวมาก เปลืองค่าก่อสร้างและพื้นที่ ดังนั้นถ้าสามารถลดการเกิดการไหลแยกตัวในดิฟฟิวเซอร์ที่มีมุมรวมมากได้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับงานด้านวิศวกรรม เพราะจะทำให้สมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์เพิ่มขึ้น และเป็นการประหยัดพื้นที่ที่ใช้งานและทำให้ค่าก่อสร้างลดลง

ในอดีตมีการศึกษาเพื่อจะปรับปรุงสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์เป็นจำนวนมากที่เกี่ยวกับวิธีการป้องกันหรือชะลอการเกิดการไหลแยกตัวออกจากผนัง ตัวอย่างเช่น การใช้รูปร่างของผนังเพื่อควบคุมการกระจายความดันบนผนัง, การเปลี่ยนทิศทางการไหลของ freestream, การดูดมวลของไหลในบริเวณชั้นขอบเขตที่มีโมเมนตัมน้อยออก (Suction) หรือการเป่าเข้าเพื่อเพิ่มโมเมนตัมให้กับการไหล (Blowing) หรือการใช้วอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ (Vortex Generator) แบบต่างๆ เพื่อทำให้เกิดการดึงโมเมนตัมจากบริเวณ freestream ที่มีโมเมนตัมสูงกว่าไปสู่การไหลในชั้นขอบเขตที่มีโมเมนตัมต่ำกว่าได้ โดยการศึกษาที่ผ่านมามีดังนี้

Moore and Kline(1958) ได้นำ flat vane วางในดิฟฟิวเซอร์เพื่อลด pressure gradient พบว่าสามารถปรับปรุงสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ได้ Abbott et al. (1958) ได้นำแผ่นพลาสติกขนาดเล็กวางตั้งฉากกับผนังใกล้กับทางเข้าในดิฟฟิวเซอร์ พบว่าจะสามารถเพิ่ม C_p ได้ประมาณ 10%

Carlson et al. (1967) ได้ศึกษาผลของรูปร่างของผนังดิฟฟิวเซอร์ต่อค่า C_p ของดิฟฟิวเซอร์แบบ 2 มิติที่มี L/W_1 เท่ากับ 3, 16 และ 18 พบว่าดิฟฟิวเซอร์ที่มีผนังรูปร่างระฆังจะมีประสิทธิภาพดีกว่าดิฟฟิวเซอร์ที่มีผนังตรง และดิฟฟิวเซอร์ที่มีผนังรูปร่างแตรจะมีประสิทธิภาพต่ำสุด อย่างไรก็ตาม Carlson et al. พบว่ารูปร่างของผนังจะมีผลต่อสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์แบบ 2 มิติไม่มากนัก

Yang and Nelson (1979) ได้ศึกษาวิธีการควบคุมการเกิดการไหลแยกตัวจากผนังในดิฟฟิวเซอร์ โดยการดึง (Suction) อากาศที่บริเวณปากทางเข้าดิฟฟิวเซอร์ออก พบว่าเมื่อดึงอากาศออก 5-10% จะทำให้ค่า effectiveness (η) เพิ่มขึ้นสูงถึง 0.98 โดย η นิยามเป็น C_p/C_{p_i} เมื่อ C_{p_i} คือสัมประสิทธิ์การฟื้นความดันสถิตในอุดมคติซึ่งมีค่าเท่ากับ $1-1/AR^2$ อย่างไรก็ตามวิธีนี้อาจจะไม่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ เนื่องจากถ้าความหนาของชั้นขอบเขตที่ปากทางเข้าดิฟฟิวเซอร์มากจะต้องดึงอากาศออกมากตามไปด้วย

Hoffmann (1981) ได้ศึกษาผลของสภาวะความปั่นป่วนของ freestream ต่อสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ พบว่าเมื่อความปั่นป่วนที่ทางเข้าของดิฟฟิวเซอร์มีค่า integral length scale เท่ากับ 7.2 เท่าของ displacement thickness (δ_1) และค่า turbulence intensity มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 3.5% ค่า C_p จะเพิ่มขึ้น 11.3% สำหรับดิฟฟิวเซอร์ที่มีมุมรวม 12 องศา และ 23.9% สำหรับดิฟฟิวเซอร์ที่มีมุมรวม 20 องศา

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้วอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ในดิฟฟิวเซอร์ได้มีการศึกษาของ Brown et al. (1968) ที่ได้ศึกษาผลของการเปลี่ยนรูปร่างของผนังของดิฟฟิวเซอร์ประกอบกับผลของการติดวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์แบบปีกสี่เหลี่ยม ในดิฟฟิวเซอร์ที่มีการไหลแบบ subsonic และมีมัคนัมเบอร์ 0.5 พบว่าค่า K ของดิฟฟิวเซอร์ลดลง 40 % แต่ถ้าออกแบบรูปร่างของผนังและลักษณะการติดปีกสี่เหลี่ยมไม่เหมาะสมกันจะทำให้ค่า K เพิ่มมากขึ้น

Senoo and Nishi (1974) ได้ศึกษาผลของการใช้วอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์แบบ airfoil ที่มีความโค้งของผิวเพียงด้านเดียว ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของดิฟฟิวเซอร์ทรงกรวยที่มีมุมเอียงของผนัง 8, 12, 16, 20 และ 30 องศา โดยดิฟฟิวเซอร์ทุกตัวมีอัตราส่วนของพื้นที่ทางออกต่อทางเข้า (AR) เท่ากับ 4 จากผลการทดลองพบว่าวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์จะป้องกันการไหลในดิฟฟิวเซอร์ไม่ให้เกิดการไหลแยกตัวออกจากผนังได้เมื่อมุมรวม (2θ) ของดิฟฟิวเซอร์ไม่เกิน 16 องศา และลักษณะวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ที่ทำให้การไหลในดิฟฟิวเซอร์ดีที่สุดจะต้องมีค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ต่อรัศมีที่ทางเข้าของดิฟฟิวเซอร์เท่ากับ 0.26, ค่าอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์เป็น 1.5, จำนวน airfoil เท่ากับ 12 และมีมุมปะทะเท่ากับ 15 องศา โดยทิศทางการหมุนของวอร์เทกซ์ที่เกิดขึ้น จะต้องหมุนไปในทิศทางเดียวกัน (Co-rotating flow)

Goenka et al. (1989) และ Goenka et al. (1990) ได้ศึกษาการใช้ปิรามิดขนาดใหญ่เป็นวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ โดยวางในดิฟฟิวเซอร์ที่ไม่สมมาตรพบว่าจะทำให้ค่า C_p เพิ่มขึ้นจาก 0.11 เป็น 0.32 แต่จะมีค่า K สูงขึ้นมาก เพราะมีพลังงานจลน์สูญเสียที่เกิดจากการสลายตัวของวอร์เทกซ์ (Vortex breakdown) และมี swirl ขนาดใหญ่ที่เคลื่อนที่ออกไปจากดิฟฟิวเซอร์ด้วย

Anabtawi et al. (1998) ใช้ปีกแบนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและปีกแบนรูปสามเหลี่ยมเป็นวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ในดิฟฟิวเซอร์หน้าดัดครึ่งวงกลมของเครื่องยนต์ของเครื่องบิน พบว่าค่า C_p และดัชนีความเบี่ยงเบนความดันรวม (Total-pressure distortion index, D) จะขึ้นกับความสูงและความยาวของปีกที่ใช้, ความหนาของชั้นขอบเขตและพื้นที่ที่ขวางการไหลของปีก นอกจากนั้นแล้วยังพบว่าปีกสามเหลี่ยมจะใช้งานได้ดีกว่าปีกสี่เหลี่ยม เพราะที่ความสูงของปีกเท่ากันปีกสามเหลี่ยมจะมีพื้นที่ที่เกิดวอร์เทกซ์ได้มากกว่าและมีพื้นที่ขวางการไหลน้อยกว่า ทำให้เพิ่มสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ได้ดีกว่า จากการทดลองพบว่าสำหรับกรณีที่ติดปีกสามเหลี่ยมที่มีอัตราส่วนของความสูงกับความยาวของปีกสามเหลี่ยมเป็น 1/3 จะทำให้ค่า C_p เพิ่มขึ้น 11% และค่า D ลดลง 38 %

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาสรุปได้ว่า วิธีการเพิ่มสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์โดยการลดการเกิดการไหลแยกตัวออกจากผนังในดิฟฟิวเซอร์มี 4 วิธีการหลักๆคือ การออกแบบส่วนโค้งของผนังให้เหมาะสม, วิธีการเป่าอากาศเข้า, วิธีการดูดอากาศออกและการใช้วอร์เทกซ์-เจเนอเรเตอร์หรือการผสมผสานวิธีการเหล่านี้ แต่สามวิธีการแรกจะเสียค่าใช้จ่ายสูงเมื่อนำมาใช้งานจริงในอุตสาหกรรม เพราะว่ามีความยุ่งยากในการผลิตหรือต้องมีอุปกรณ์เสริมและควบคุมมาก เช่น ปั๊มและเซนเซอร์ต่างๆ ทำให้การใช้วอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์เป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่าสำหรับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเพราะค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและไม่ต้องการบำรุงรักษามาก มีความสะดวกในการติดตั้งกับระบบท่อและมีความทนทานมากกว่า ดังนั้นถ้าสามารถออกแบบและติดตั้งวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ให้มีความเหมาะสมต่อดิฟฟิวเซอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ที่มี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การไหลได้ทั้งแบบ Transitory stall, Fully-developed stall และ Jet flow ได้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งทั้งเรื่องของการประหยัดพลังงาน การลดมลภาวะทางเสียง และการลดต้นทุนการผลิต เป็นต้น

ในอดีตไม่มีการศึกษาการใช้วอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์สำหรับดิฟฟิวเซอร์ในอุตสาหกรรมมากนัก โดยเฉพาะไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ 2 อันที่อยู่ติดกัน ซึ่งระยะห่างนี้น่าจะมีผลทำให้สมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์เปลี่ยนแปลงไป เพราะถ้าระยะห่างน้อย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวอร์เทกซ์ (Vortex interaction) จะมาก หรือถ้าระยะห่างมากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวอร์เทกซ์จะน้อย จากงานวิจัยของ Pauley and Eaton (1988) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของ vortex pair ในชั้นขอบเขตที่อยู่ในสภาวะปั่นป่วน โดยศึกษาการเคลื่อนที่ของวอร์เทกซ์แบบหมุนสวนทางกัน (Counter-rotating flow) แบบที่ทำให้วอร์เทกซ์เคลื่อนที่เข้าหาผนัง (Common flow down) และแบบที่ทำให้วอร์เทกซ์เคลื่อนที่ออกจากผนัง (Common flow up) เปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ของวอร์เทกซ์ที่หมุนตามกัน (Corotating flow) โดยได้ทำการวัดความเร็วใน 3 แกนของการไหลที่ตำแหน่งตามทิศทางการไหล (Streamwise) ต่างๆ แล้วทำการคำนวณค่า vorticity และ circulation พบว่าอัตราการขยายตัวของวอร์เทกซ์ในกรณีที่ระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์มีค่าน้อย จะมากกว่ากรณีที่ระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์มีค่ามาก และเมื่อวอร์เทกซ์เคลื่อนที่ใกล้กับผนังมากขึ้น จะทำให้เกิด skin friction ในทิศตั้งฉากกับการไหล (Spanwise) เพิ่มมากขึ้น และเป็นผลทำให้ streamwise circulation ลดลง

สำหรับงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวอร์เทกซ์ในชั้นขอบเขตที่อยู่ในสภาวะปั่นป่วนได้แก่ งานวิจัยของ Shabaka et al. (1985), Bradshaw and Cutler (1987), Westphal et al.(1987) และ Metha and Bradshaw (1988) โดยที่ Westphal et al. ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของวอร์เทกซ์ในชั้นขอบเขตที่อยู่ในสภาวะปั่นป่วน ที่มี adverse pressure gradient ในทิศการไหล โดยมีความเร็วใน test section เท่ากับ 27 เมตรต่อวินาที ขนาดหน้าตัดของ test section เท่ากับ 20x80 ซ.ม.^{2} ซึ่งติดตั้ง half-delta wing ที่มีความสูง h/δ เท่ากับ 1.3 ด้วยมุมปะทะ (α) 12 องศา พบว่าผลของ adverse pressure gradient จะทำให้การขยายตัวของ vortex core เพิ่มขึ้นและรูปร่างของ vortex core จะแตกต่างจากวอร์เทกซ์ที่เคลื่อนที่ในชั้นขอบเขตที่อยู่ในสภาวะปั่นป่วนและไม่มี adverse pressure gradient อย่างมาก

รายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับดิฟฟิวเซอร์ได้สรุปไว้ในตารางที่ 1.1 และจากการศึกษาทั้งหมดสรุปได้ว่า การเพิ่มสมรรถนะให้กับดิฟฟิวเซอร์มีหลายวิธีการ แต่วิธีการที่จะเหมาะสมที่สุดสำหรับดิฟฟิวเซอร์ในอุตสาหกรรมคือ การติดตั้งวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ เพราะค่าใช้จ่ายน้อยและไม่ต้องมีอุปกรณ์ในการควบคุม ซึ่งการใช้ปีกแบนเป็นวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์จะสามารถสร้างได้ง่ายกว่าการใช้ airfoil ประกอบกับการศึกษาของ Anabtawi et al. พบว่าการใช้ปีกรูปร่างสามเหลี่ยมจะเหมาะสมมากกว่าการใช้ปีกรูปร่างสี่เหลี่ยม ทำให้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการประยุกต์ใช้ผลจากการวิจัยกับดิฟฟิวเซอร์ในอุตสาหกรรม จึงเลือกใช้ปีกแบนรูปสามเหลี่ยม

(half-delta wing) เป็นวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ในงานวิจัย โดยจากการศึกษาของ Goenka et al., Pauley and Eaton, Shabaka et al. และ Bradshaw and Cutler ฯลฯ แสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์หลัก 2 ตัวที่จะมีผลต่อความสามารถของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ในการเพิ่มสมรรถนะให้กับดิฟฟิวเซอร์คือ strength และระยะห่างของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ เพราะถ้าใช้ strength สูงเกินไปจะทำให้มีพลังงานสูญเสียในดิฟฟิวเซอร์มาก หรือการเลือกใช้ระยะห่างของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์แตกต่างกันจะทำให้การเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างวอร์เทกซ์แตกต่างกัน และจะมีผลต่อการถ่ายเทโมเมนตัมจาก freestream สู่ผนังที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้ความสามารถในการเพิ่มสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์แตกต่างกันด้วย

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา แทบจะไม่มีการศึกษาถึงผลของ strength และระยะห่างของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ต่อการเพิ่มสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ที่มีการไหลทั้ง 3 ลักษณะคือ Transitory stall, Fully-developed stall และ Jet flow โดยในงานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นเฉพาะการไหลที่เป็น Transitory stall เท่านั้น ดังนั้นการศึกษาถึงผลของ strength และระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ที่เหมาะสมต่อการไหลแต่ละลักษณะจึงมีความน่าสนใจ แต่การศึกษาผลของทั้ง 3 พารามิเตอร์คือ strength, ระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์และลักษณะการไหลในดิฟฟิวเซอร์จะทำให้ใช้เวลามาก ประกอบกับการศึกษาเกี่ยวกับ strength ของวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ในอดีตมีมากพอสมควร ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การศึกษาผลของระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ต่อการไหลในดิฟฟิวเซอร์ทั้ง 3 รูปแบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาผลของระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์แบบ half-delta wing ต่อสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ที่มีลักษณะการไหลแบบ Transitory stall, Fully-developed stall และ Jet flow เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์กับดิฟฟิวเซอร์ที่ใช้งานในอุตสาหกรรม

1.3 แนวทางของการทำวิจัย

ศึกษาโดยการทำการทดลองวัดสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ที่ไม่มีและมีการติดตั้งวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ที่ระยะห่างต่างๆกัน โดยจะศึกษาทั้งกรณีของดิฟฟิวเซอร์ที่มีการไหลแบบ Transitory stall, Fully-developed stall และ Jet flow

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 สร้างอุโมงค์ลมที่มีความเร็วใน test section ประมาณ 10-15 เมตรต่อวินาที และมีขนาด test section 0.6x0.18 เมตร^2

1.4.2 สร้างชุดทดลองซึ่งประกอบด้วย ดิฟฟิวเซอร์ผนังตรงที่มีลักษณะการไหลแบบ Transitory stall, Fully-developed stall และ Jet flow, ท่อทางเข้าดิฟฟิวเซอร์, tailpipe และชุดวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์แบบ half-delta wing ที่มีระยะห่างต่างๆกัน

1.4.3 ทำการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการไหลในดิฟฟิวเซอร์แบบธรรมดาและดิฟฟิวเซอร์ที่ติดตั้งวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์

1.4.4 คำนวณค่าสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์เปรียบเทียบระหว่างดิฟฟิวเซอร์แบบธรรมดาและดิฟฟิวเซอร์ที่ติดตั้งวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์

1.5 เป้าหมายของงานวิจัย

ขยายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลของระยะห่างระหว่างวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ต่อสมรรถนะของดิฟฟิวเซอร์ทั้งสามแบบคือ Transitory stall, Fully-developed stall และ Jet flow เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบวอร์เทกซ์เจเนอเรเตอร์ติดตั้งในดิฟฟิวเซอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีประโยชน์ในแง่การลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง, ลดปัญหาเรื่องพื้นที่, ประหยัดพลังงาน, ลดมลภาวะทางเสียง, ลดความสั่นสะเทือนของระบบท่อ และลดความเสียหายที่จะเกิดกับเครื่องจักรหรือเครื่องมือที่ต่อออกจากทางออกของดิฟฟิวเซอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย