# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

ในการวัดอัตราการไหลในงานอุตสาหกรรมและในห้องทดลอง โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้เครื่องมือวัดแบบ Differential pressure (DP) เช่น orifice, nozzle หรือ venturi ซึ่งอุปกรณ์วัดประเภทนี้มีข้อดีคือ ใช้งานสะดวก ราคาถูก และต้องการการบำรุงรักษาน้อย แต่จะมีข้อเสียอยู่ตรงที่ลักษณะของสภาวะการไหลก่อนเข้าเครื่องมือวัดนั้นจะมีผลต่อความแม่นยำของค่าที่วัดได้

Morrison et al. (1992a, b), Brenan et al. (1991), Laws et al. (1994) และ Gajan et al. (1991) ได้ศึกษาผลของรูปร่างความเร็ว (velocity profile) ต่อค่า discharge coefficient ($C_d$) ของ orifice พบว่า ที่ปริมาณอัตราการไหลเท่ากัน ถ้ารูปร่างความเร็วเป็นแบบ wake profile จะมีค่าความดันลด (pressure drop) ที่เกิดขึ้นใน orifice มากกว่ากรณีที่สภาวะการไหลที่ทางเข้าเป็นสภาวะพัฒนาเต็มที่ (fully developed flow)

Aichouni et al. (1996) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของค่า $C_d$ ที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากรูปร่างความเร็วที่มีลักษณะเป็น Jet, Wake และ Uniform Flow เมื่อไหลผ่าน venturi พบว่าค่า $C_d$ จะมีค่าเพิ่มขึ้นในกรณีรูปร่างความเร็วเป็นแบบ Jet แต่จะมีค่าลดลงในกรณีรูปร่างความเร็วเป็นแบบ Wake และค่าความแตกต่างระหว่างค่า $C_d$ ที่ได้จากสภาวะการไหลแบบต่าง ๆ กับ $C_d$ ที่ได้จากสภาวะการไหลแบบพัฒนาเต็มที่จะมีค่าลดลงแบบเชิงเส้นเมื่อ Reynolds Number มีค่าสูงขึ้น

ดังนั้นในการติดตั้งเครื่องมือวัดประเภทต่าง ๆ จึงควรทำการติดตั้งในบริเวณที่มีรูปร่างความเร็วของการไหลเป็นแบบพัฒนาเต็มที่ และเป็นผลทำให้มีการศึกษาถึงระยะทางที่ต้องใช้ในการปรับสภาวะการไหลให้เป็นแบบพัฒนาเต็มที่ เมื่อมีลักษณะรูปร่างความเร็วเริ่มต้นแบบต่างๆ สำหรับการไหลภายในท่อพบว่าระยะทางที่ต้องใช้ในการปรับสภาวะการไหลให้เป็นแบบพัฒนาเต็มที่ จะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับสภาวะการไหลว่าเป็นการไหลแบบราบเรียบหรือการไหลแบบปั่นป่วน รวมทั้งรูปร่างของความเร็วในตอนต้นของการไหลและรูปร่างของหน้าตัดท่อ ซึ่งสำหรับการไหลผ่านแดมเปอร์ลักษณะรูปร่างความเร็วที่ทางออกจะมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นกับขนาดของแผ่นแดมเปอร์ จำนวนแผ่น และมุมเอียง ฯลฯ ส่งผลให้มีระยะการไหลที่จะทำให้มีสภาวะพัฒนาเต็มที่แตกต่างกัน

ในอีกแง่มุมหนึ่ง การไหลของของไหลภายในระบบท่อ จะมีการสูญเสียพลังงานในรูปของการสูญเสียความดันรวม โดยสามารถจำแนกความดันรวมสูญเสียที่เกิดขึ้นได้เป็น 2 แบบ คือ major loss ซึ่งเป็นผลอันเกิดมาจากความเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ผิวของท่อ (โดยในกรณีของการไหลแบบพัฒนาเต็มที่ความดันรวมสูญเสียนี้จะอยู่ในรูปของการสูญเสียความดันสถิต) และ minor loss ซึ่งเป็นผลของความดันสูญเสียที่เกิดจาก ข้องอ ข้อต่อ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดในการไหล และวาล์วต่าง ๆ ดังนั้นการสูญเสียความดันรวมของการไหลของอากาศผ่านแดมเปอร์ จึงสามารถพิจารณาให้เป็น minor loss ของระบบได้ ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ขนาดแดมเปอร์ จำนวนแผ่นและมุมเอียงของแดมเปอร์ และโดยทั่วไปแล้วการพิจารณาค่า minor loss จะพิจารณาในรูปของค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสีย (loss coefficient, K) ที่เกิดขึ้น

ดังนั้นวิทยานิพนธ์ที่จะนำเสนอนี้จะเป็นการศึกษาถึงลักษณะของ mean profile ที่เกิดขึ้นจากการไหลของอากาศผ่านแดมเปอร์ชนิด 1 และ 3 แผ่น ซึ่งทำมุม 30 และ 45 องศา กับการไหลภายในท่อสี่เหลี่ยมจัตุรัสรวมถึงการพัฒนาของ mean profile สู่สภาวะพัฒนาเต็มที่ พร้อมทั้งหาค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียของการไหลของอากาศผ่านแดมเปอร์ที่สภาวะดังกล่าว

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะการพัฒนา mean profile ของการไหลของอากาศผ่านแดมเปอร์ชนิดต่างๆ ตั้งแต่บริเวณด้านหลังของแดมเปอร์จนกระทั่งการไหลเข้าสู่สภาวะพัฒนาเต็มที่

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. จัดสร้างชุดทดลอง
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการพัฒนาการไหลของอากาศในการปรับตัวเข้าสู่สภาวะพัฒนาเต็มที่ภายในท่อเปล่า โดยกำหนดรูปร่างความเร็วเริ่มต้นเป็นแบบความเร็วสม่ำเสมอ (uniform flow)
3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของ mean flow ภายหลังจากที่อากาศไหลผ่านแดมเปอร์ชนิด 1 และ 3 แผ่น ซึ่งทำมุม 30 และ 45 องศากับการไหล โดยรูปร่างความเร็วเริ่มต้นก่อนเข้าแดมเปอร์เป็นแบบความเร็วสม่ำเสมอ
4. หาค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียที่เกิดขึ้นอันเป็นผลจากการติดตั้งแดมเปอร์ชนิด 1 และ 3 แผ่น ซึ่งทำมุม 30 และ 45 องศา

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลพื้นฐานที่แสดงถึงลักษณะของ mean flow ที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่อากาศไหลผ่านแดมเปอร์และการพัฒนาการไหลของอากาศหลังจากไหลผ่านแดมเปอร์ไปจนถึงสภาวะพัฒนาเต็มที่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเลือกตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหลและการหาค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียของแดมเปอร์

## 1.5 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

Fage และ Johansen (1927) ศึกษาการไหลของอากาศแบบ 2 มิติผ่านแผ่นเรียบที่มีมุมปะทะกับการไหลโดยใช้ Hot Wire พบว่า เมื่ออากาศไหลผ่านแผ่นเรียบที่มุมเอียง ต่าง ๆ กัน ค่ามุมจะมีอิทธิพลต่อการไหลคือ เมื่อมุมเอียงมีค่าลดลง แรงที่กระทำบนแผ่นเรียบจะมีค่าลดลง และความถี่ในการเกิด vortex ที่ขอบด้านบนและด้านล่างของแผ่นเรียบจะมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนระยะห่างระหว่าง vortex ที่หลุดออกมา (vortex shedding) และขนาดของ vortex จะมีค่าลดลง (โดยปกติแล้วการหลุดของ vortex ที่ขอบด้านบนและล่างจะมีอัตราที่เท่า ๆ กัน) นอกจากนี้ยังพบว่าที่ค่ามุมปะทะหนึ่ง ๆ ความถี่ในการเกิด vortex จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของอากาศ และมีขนาด vortex ใหญ่ขึ้นไปตามระยะการไหล นอกจากนี้เมื่อแผ่นเรียบมีมุมปะทะเพิ่มขึ้นพบว่าจุด Reattachment ของการไหลแยกตัว (Seperation) ผ่านแผ่นเรียบจะมีระยะห่างจาก leading edge ของแผ่นเรียบมากขึ้น

Abernathy (1962) ศึกษาการไหลผ่านแผ่นเอียงพบว่า ตำแหน่งของ free-vortex layer ความถี่ของ vortex-street และความดันที่ด้านหลังแผ่นเอียงจะเป็นฟังก์ชั่นของมุมที่แผ่นเอียงทำกับการไหล และค่าสัดส่วนของความกว้างของท่อ (L) ต่อความยาวของแผ่นเอียง (c); (K = L/c) สำหรับความกว้างของบริเวณที่เกิดการไหลแยกตัว จะขึ้นอยู่กับความยาวและมุมของแผ่นเอียง แต่ไม่ขึ้นกับค่า K

Barbin และ Jones (1963) ศึกษาเรื่องการไหลแบบปั่นป่วนที่บริเวณปากทางเข้าท่อพบว่าระยะทางในการพัฒนาการไหลเข้าสู่สภาวะพัฒนาเต็มที่จะมีค่ามากกว่า 45 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ และค่าความเร็วในแนวกึ่งกลางท่อที่สภาวะกำลังพัฒนาจะมีค่าสูงกว่าที่สภาวะพัฒนาเต็มที่ สำหรับค่าความดันสถิตตามความยาวท่อจะมีค่าลดลงแบบเป็นเชิงเส้นเช่นเดียวกับการไหลที่สภาวะพัฒนาเต็มที่ โดยจะเกิดขึ้นที่ระยะทางประมาณ 15 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเป็นต้นไป และ boundary layer จะโตถึงกึ่งกลางท่อที่ความยาวประมาณ 28 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ