



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

5

หน้าที่

1

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

จลนศาสตร์ของการไหล

(KINEMATICS OF FLUID FLOW)

จลนศาสตร์ของการไหล คือ การศึกษาพฤติกรรมของการเคลื่อนที่ของของไหล มุ่งถึงสภาพลักษณะ และรูปแบบของการไหล (flow pattern) ซึ่งพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางการไหล ความเร็ว ความเร็วพื้นที่หน้าตัดการไหล และความลึกของการไหล โดยยังไม่พิจารณาถึงแรงที่เกิดจากการไหล

ชนิดของการไหล (Types of flow)

การแบ่งชนิดของการไหลขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

1. การแบ่งโดยใช้เกณฑ์เกี่ยวกับเวลา (Time criterion) มี 2 ลักษณะคือ
 - การไหลคงที่ (Steady flow) คือ การไหลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น ความเร็ว, อัตราการไหล, และความดันของน้ำในท่อคงที่ ความลึกน้ำในรางน้ำในห้องปฏิบัติการชลศาสตร์คงที่ เป็นต้น
 - การไหลไม่คงที่ (Unsteady flow) คือ การไหลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น น้ำไหลลงถังน้ำทำให้ความลึกเพิ่มขึ้นตามเวลา การไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีความเร็วและอัตราการไหลเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นต้น
2. การแบ่งโดยใช้เกณฑ์เกี่ยวกับเส้นแนวการไหล แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ
 - การไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) คือ การไหลที่อนุภาคของของไหลมีแนวการไหลอย่างเป็นระเบียบมองเห็นเส้นแนวการไหลได้จากเส้นสีหรือฟองอากาศได้ชัดเจน ส่วนมากจะเกิดกับการไหลที่มีความเร็ว น้อยมาก เป็นการไหลอย่างช้าๆ หรือในของไหลที่มีความหนืดสูง
 - การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) คือ การไหลที่อนุภาคของของไหลมีการเคลื่อนที่ไม่เป็นระเบียบมีทิศทางไม่แน่นอน มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลตลอดเวลา เกิดขึ้นกับของไหลที่มีความเร็วสูง หรือในของไหลที่มีความหนืดต่ำ

สมการการไหลต่อเนื่อง (continuity equation)

สมการการไหลต่อเนื่องเป็นสมการที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ความเร็วที่หน้าตัดการไหล ซึ่งการวิเคราะห์สมการการไหลต่อเนื่องจะใช้หลักการอนุรักษ์มวลสาร (conservation of mass) กล่าวคือ มวล



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

5

หน้าที่

2

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

สาร ไม่มีทางสูญหายหรือเพิ่มขึ้นได้ แต่มวลสารสามารถเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งได้

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2$$

สมการด้านบนคือสมการการไหลต่อเนื่องในกรณีที่มีความหนาแน่นของของไหลทั้งสองด้านไม่เท่ากัน เช่น อุณหภูมิทั้งสองด้านไม่เท่ากัน ทำให้มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน หรือในกรณีที่ด้านเหนือน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นน้ำจืด และด้านท้ายน้ำบริเวณใกล้อ่าวไทยเป็นน้ำเค็ม ทำให้มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน เป็นต้น

สำหรับของไหลอัดตัวได้ยาก (incompressible fluid) และมีอุณหภูมิคงที่ จะมีความหนาแน่น $\rho_1 = \rho_2$ ดังนั้น จากสมการด้านบนจะได้สมการการไหลต่อเนื่อง คือ

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$$

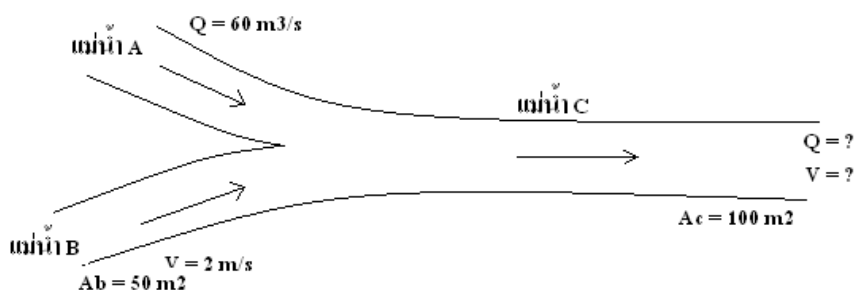
โดยที่ Q คือ อัตราการไหล (discharge หรือ volume flow rate หรือ volume flux) มีหน่วยเป็นปริมาตรต่อเวลา หมายถึง ปริมาตรของของไหลที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดใดๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น น้ำไหลผ่านสะพานพระรามเก้าด้วยอัตราการไหล 800 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m^3 / s) แปลว่า ใน 1 วินาที มีปริมาณน้ำไหลผ่าน 800 ลูกบาศก์เมตร เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเข้าและอัตราการไหลออกที่จุดเชื่อมต่อของของไหล (node or junction)

ได้ว่า ผลรวมของอัตราการไหลเข้า = ผลรวมของอัตราการไหลออก

$$\sum Q(\text{in}) = \sum Q(\text{out})$$

ตัวอย่างที่ 5 แม่น้ำ A มีน้ำไหลด้วยอัตราการไหล 60 m^3/s ไหลรวมกับแม่น้ำ B ที่มีพื้นที่หน้าตัด 50 m^2 และมีน้ำไหลด้วยความเร็ว 2 m/s ถ้าหลังจากที่น้ำรวมกันแล้วไหลลงแม่น้ำ C ที่มีพื้นที่หน้าตัด 100 m^2



จงหา -อัตราการไหลในแม่น้ำ C

-ความเร็วเฉลี่ยในแม่น้ำ C



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

5

หน้าที่

3

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

วิธีทำ

จากโจทย์ แม่น้ำ A มีอัตราการไหล $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ ในขณะที่แม่น้ำ B มีอัตราการไหล $Q = AV = 50 \times 2 = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

สมการการไหลต่อเนื่องที่จุดบรรจบของแม่น้ำ

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_a + Q_b \\ &= 60 + 100 \\ &= 160 \text{ m}^3/\text{s} \quad \underline{\text{Answer}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ที่แม่น้ำ C} \quad V_c &= Q / A \\ &= 160 / 100 \\ &= 1.60 \text{ m/s} \quad \underline{\text{Answer}} \end{aligned}$$

สมการพลังงาน (energy equation)

สมการพลังงาน เป็นสมการที่เกี่ยวข้องกับงานที่ต้องการหาความดัน ความเร็ว ระดับความลึก และการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหล มักจะใช้คู่กับสมการการไหลต่อเนื่องเพื่อใช้ในการหาอัตราการไหล ความเร็ว หน้าที่ดการไหล และความลึกของการไหล เป็นต้น

แนวความคิดเกี่ยวกับสมการพลังงาน ในขั้นต้นอาศัยสมการของ Leonhard Euler ที่ได้มีการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ความดัน และความเร็วของการไหลตามเส้นแนวการไหล ซึ่ง Bernoulli ได้วิเคราะห์ต่อจนเป็นสมการพลังงานที่ใช้ในปัจจุบันดังนี้

$$dz + dp/\gamma + VdV/g = 0$$

สมการด้านบนคือสมการพลังงานของ Leonhard Euler

สมการ Bernoulli จากสมการพลังงานของ Leonhard Euler สามารถอินทิเกรตได้ดังนี้

$$Z + P/\gamma + V^2/2g = C$$