

โครงการจัดการเรียนรู้ วิชา 3100/0103 กลศาสตร์ของไหล	
หน่วยที่ 3 ของไหลเคลื่อนที่ เรื่อง ของไหลเคลื่อนที่ - การไหลในท่อ	ครั้งที่ 16 จำนวน 3 ชั่วโมง
จุดประสงค์การสอน	รายการสอน
<ol style="list-style-type: none"> 1. จำแนกชนิดของการไหลในท่อได้ 2. คำนวณหาการสูญเสียพลังงานจากการไหลในท่อได้ 3. บอกความหมายของการสูญเสียหลักและการสูญเสียรองได้ 	ของไหลเคลื่อนที่ - การไหลในท่อ
วิธีการสอน บรรยาย / ถาม-ตอบ / สาธิต	
สื่อการสอน <ul style="list-style-type: none"> - ใบงาน - แบบฝึกหัด - แผ่นใส, วัสดุทัศนประกอบการเรียน - แบบทดสอบ - อินเทอร์เน็ต, ห้องสมุด 	หนังสืออ้างอิง จักรี ดันเชื้อ . กลศาสตร์ของไหล ศสอ. กรุงเทพฯ
การประเมินผล ทำแบบฝึกหัด ได้เกินร้อยละ50	

สาระสำคัญ

การไหลในท่อ หมายถึง การไหลของของไหลเต็มพื้นที่หน้าตัดของท่อ สมการการไหลในท่อของของไหลจริงมีความสลับซับซ้อนมาก ซึ่งส่วนใหญ่สมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับการไหลในท่อจะได้อาจมาจากผลการทดลองแทบทั้งสิ้น การไหลในท่อในที่นี้จะกล่าวถึงการไหลแบบคงที่ ซึ่งจะได้อธิบายถึงชนิดของการไหลและการสูญเสียพลังงานจากการไหลในท่อ ทั้งการไหลในท่อตรง และการไหลในท่อโค้ง

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการไหลในท่อ และสามารถบอกความหมายของการสูญเสียหลักและสูญเสียรองได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

พุทธิพิสัย

1. บอกความหมายของการสูญเสียหลักและการสูญเสียรองได้
2. จำแนกชนิดของไหลในท่อตามค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ได้

ทักษะพิสัย

1. ออกแบบระบบท่อเพื่อลดการสูญเสียหลักและสูญเสียรองได้

จิตพิสัย

1. ยอมรับข้อผิดพลาดในการแก้สมการได้
2. ให้คำแนะนำผู้อื่นเกี่ยวกับการไหลในท่อได้

เนื้อหาสาระ

การไหลในท่อ

การไหลในท่อ หมายถึง การไหลของของไหลเต็มพื้นที่หน้าตัดของท่อ สมการการไหลในท่อของของไหลจริงมีความสลับซับซ้อนมาก ซึ่งส่วนใหญ่สมการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับการไหลในท่อจะได้อาจมาจากผลการทดลองแทบทั้งสิ้น การไหลในท่อในที่นี้จะกล่าวถึงการไหลแบบคงที่ ซึ่งจะได้ศึกษาถึงชนิดของการไหลและการสูญเสียพลังงานจากการไหลในท่อ ทั้งการไหลในท่อตรง และการไหลในท่อโค้ง ดังนี้

1. ชนิดของการไหลในท่อ

ออสบอร์น เรย์โนลด์ เป็นศาสตราจารย์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ที่มหาวิทยาลัยแมนเชสเตอร์ ได้สร้างเครื่องมือทดลองหาลักษณะของการไหลในท่อปี พ.ศ. 2426 โดยเทียบอัตราส่วนของแรงเฉื่อย ต่อแรงเนื่องจากความหนืดของของไหล ที่ไหลในท่อ ค่าที่ได้ออกมาจะเป็นตัวเลขที่ไม่มีหน่วย เรียกค่านี้ว่า ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ เขียนสัญลักษณ์ว่า N_R มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$N_R = \frac{Vd}{\mu/\rho}$$

แต่เนื่องจาก $v = \frac{\mu}{\rho}$ ดังนั้น $N_R = \frac{Vd}{\mu/\rho}$

จัดรูปแบบใหม่จะได้ $N_R = \frac{\rho Vd}{\mu}$

เมื่อ N_R = ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ (ไม่มีหน่วย)

V = ความเร็วของการไหลในท่อ m/s

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ m

v = ความหนืดเปรียบเทียบ m^2/s

ρ = ความหนาแน่นของของไหล kg/m^3

μ = ความหนืดพลวัต Pa.s

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของการไหลของของไหลภายในท่อ ตามค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ จำแนกออกได้ 3 ชนิด ดังนี้

1. การไหลแบบราบเรียบ ค่า $N_R \leq 2100$ เป็นการไหลที่ชั้นของของไหลอนุภาคของของไหลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงขนานกันไปอย่างสม่ำเสมอราบเรียบ

2. การไหลแบบเปลี่ยนแปลง $2100 < N_R \leq 4000$ นั่นคือ N_R มากกว่า 2100 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4000 เป็นการไหลปานกลาง ไม่ราบเรียบ แต่ไม่ถึงกับปั่นป่วน อนุภาคของของไหลไหลขึ้นลงบ้างเล็กน้อย
3. การไหลแบบปั่นป่วน ค่า $N_R > 4000$ เป็นการไหลที่กระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ อนุภาคของของไหลปั่นป่วนไปทุกทิศทุกทางตลอดการไหลไปตามท่อนั้น

2. การสูญเสียพลังงานจากการไหลในท่อ

- 2.1 การสูญเสียหลัก ใช้สัญลักษณ์ว่า h_L เป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความเสียดทาน ไม่ว่าจะเป็ความเสียดทานจากความหนืดของของไหลเอง หรือความเสียดทานที่เกิดจากของไหลกับผิวของท่อ ดังนั้น สิ่งที่จะมีผลต่อการสูญเสียหลัก คือ ความหนืดของของไหล ความเร็วในการไหล ชนิดของท่อ ความยาวของท่อ และขนาดของท่อ
- 2.2 การสูญเสียรอง ใช้สัญลักษณ์ว่า h_m เป็นการสูญเสียพลังงานอันเนื่องมาจากอุปกรณ์ประกอบของระบบท่อ เช่น ข้อต่อ ข้อลด ข้อเพิ่ม ข้องอ วาล์วน้ำ เป็นต้น ถ้าระบบการไหลในท่อที่ไกล การสูญเสียรองแทบจะไม่คำนึงถึง เพราะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการสูญเสียหลัก

จากการหาการสูญเสียหลักจะเห็นได้ว่า เป็นการหาความสูญเสียพลังงานในท่อตรงและไกล ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการนำไปใช้งาน ส่วนการสูญเสียรองจะเป็นการพิจารณา ท่อที่สั้น หรือโค้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ในระบบท่อเป็นหลัก

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาเข้าเรียน
2. ครูให้นักเรียนจัดห้องเรียนให้เป็นระเบียบก่อนทำการสอน
3. ครูให้คำแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียน

ขั้นสอน

4. ครูเปิดวิดีโอทัศน์ให้นักเรียนเลือกหัวข้อในบทเรียนที่สนใจมาคนละ 1 หัวข้อเพื่อทำการนำเสนอแบบแผ่นใสหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้ระหว่างกลุ่มภายในห้อง
6. ครูทำการให้คำแนะนำเพิ่มเติม พร้อมทั้งอธิบายเนื้อหาอย่างละเอียด
7. นักศึกษาทำการทดลองแก้ไขโจทย์ปัญหาตามตัวอย่างในหนังสือ
8. นักเรียนทำแบบฝึกกิจกรรม 3.7 หน้า 231

ขั้นสรุป

9. ครูทำการตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน
10. นักศึกษาทำการตอบคำถามพร้อมทั้งหาความรู้เพิ่มเติม
11. ผู้สอนทำรายละเอียดทั้งหมด
12. นักเรียนกลับไปอ่านหนังสือเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่เข้าใจและเตรียมตัวเรียนในคาบเรียนถัดไป

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัด
3. แผ่นใส, วิดีทัศน์ประกอบการเรียน
4. แบบทดสอบ
5. อินเทอร์เน็ต, ห้องสมุด

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ของไหลเคลื่อนที่	มนุษย์สัมพันธ์ วิทยาศาสตร์	แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น การทดลอง

เครื่องมือวัดผลตามพุทธิพิสัย (8 คะแนน)

1. บอกความหมายของการสูญเสียหลักและการสูญเสียรองได้ (4 คะแนน)
2. จำแนกชนิดของไหลในท่อตามค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ได้ (4 คะแนน)

เครื่องมือวัดผลตามทักษะพิสัย (4 คะแนน)

1. ออกแบบระบบท่อเพื่อลดการสูญเสียหลักและสูญเสียรองได้

เครื่องมือวัดผลตามจิตพิสัย (8 คะแนน)

1. ยอมรับข้อผิดพลาดในการแก้สมการได้ (4 คะแนน)
2. ให้คำแนะนำผู้อื่นเกี่ยวกับการไหลในท่อได้ (4 คะแนน)

เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย

การตอบคำถามข้อที่ 1

ความหมายของการสูญเสียหลักและการสูญเสียรอง

การสูญเสียหลัก ใช้สัญลักษณ์ว่า h_L เป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความเสียดทาน ไม่ว่าจะเป็นความเสียดทานจากความหนืดของของไหลเอง หรือความเสียดทานที่เกิดจากของไหลกับผิวของท่อ ดังนั้น สิ่งที่จะมีผลต่อการสูญเสียหลัก คือ ความหนืดของของไหล ความเร็วในการไหล ชนิดของท่อ ความยาวของท่อ และขนาดของท่อ

การสูญเสียรอง ใช้สัญลักษณ์ว่า h_m เป็นการสูญเสียพลังงานอันเนื่องมาจากอุปกรณ์ประกอบของระบบท่อ เช่น ข้อต่อ ข้อลด ข้อเพิ่ม ข้องอ วาล์วน้ำ เป็นต้น ถ้าระบบการไหลในท่อที่ไหล การสูญเสียรองแทบจะไม่คำนึงถึง เพราะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการสูญเสียหลัก

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามตามแนวข้างต้นให้คะแนน 4 คะแนน นอกเหนือจากนี้ให้ครูพิจารณาหักตามความเหมาะสม

การตอบคำถามข้อที่ 2

ชนิดของไหลในท่อตามค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์

1. การไหลแบบราบเรียบ ค่า $N_R \leq 2100$ เป็นการไหลที่ชั้นของของไหล อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงขนานกันไปอย่างสม่ำเสมอราบเรียบ
2. การไหลแบบเปลี่ยนแปลง $2100 < N_R \leq 4000$ นั่นคือ N_R มากกว่า 2100 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4000 เป็นการไหลปานกลาง ไม่ราบเรียบ แต่ไม่ถึงกับปั่นป่วน อนุภาคของของไหลไหลขึ้นลงบ้างเล็กน้อย
3. การไหลแบบปั่นป่วน ค่า $N_R > 4000$ เป็นการไหลที่กระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ อนุภาคของของไหลปั่นป่วนไปทุกทิศทางตลอดการไหลไปตามท่อนั้น

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามตามแนวข้างต้นให้คะแนน 4 คะแนน นอกเหนือจากนี้ให้ครูพิจารณาหักตามความเหมาะสม

เกณฑ์การวัดผลตามพุทธิพิสัย

การตอบคำถามข้อที่ 1

ออกแบบระบบท่อเพื่อลดการสูญเสียหลักและสูญเสียรองได้

ให้ครูพิจารณาจากการออกแบบ การประยุกต์ ประโยชน์ที่ได้ การสูญเสียที่เกิดขึ้น ถ้าเป็นไปตามแนวข้างต้นให้ 4 คะแนน ถ้านอกเหนือจากนี้ให้ครูพิจารณาหักตามความเหมาะสม

เกณฑ์การวัดผลตามทักษะพิสัย

การตอบคำถามข้อที่ 1

ยอมรับข้อผิดพลาดในการแก้สมการได้

ให้คะแนนข้อนี้ 4 คะแนน ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม

การตอบคำถามข้อที่ 2

ให้คำแนะนำผู้อื่นเกี่ยวกับการไหลในท่อได้

ให้คะแนนข้อนี้ 4 คะแนน ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสม