



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

3

หน้าที่

1

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

ของไหลสถิต

(FLUID STATICS)

ของไหลสถิต (Fluid statics) คือ ของไหลที่อยู่นิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่ระหว่างชั้นของของไหล ดังนั้นจึงไม่มีแรงเฉือนเนื่องจากความหนืดของของไหล แรงที่กระทำต่อของไหลสถิตจึงมีเพียงแรงดันที่ผิวและแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งในเนื้อหานี้จะกล่าวถึงความดันของของไหลที่มีผลทำให้เกิดแรงดันของของไหลกระทำต่อโครงสร้างทางชลศาสตร์ เช่น แรงดันน้ำกระทำต่อเขื่อน ฝายน้ำล้น ประตูน้ำ และแรงลอยตัว เป็นต้น ซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำค่าแรงต่างๆ ที่คำนวณได้ไปวิเคราะห์หรือออกแบบโครงสร้างทางชลศาสตร์ต่างๆต่อไป

แรงที่กระทำต่อของไหล มี 2 ชนิด คือ

1. แรงที่ผิว (Surface force) คือ แรงที่กระทำกระจายอยู่ตามผิวของของไหลที่พิจารณาในทิศทางต่างๆ เช่น แรงเนื่องจากความดัน และแรงเฉือนเองจากความหนืด
2. แรงเนื่องจากน้ำหนักของของไหล (Body force) คือ แรงภายนอกที่กระทำต่อของไหล แต่ไม่ได้สัมผัสโดยตรงกับของไหล เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก และน้ำหนักของของไหล โดยขนาดของแรงเนื่องจากน้ำหนักของของไหลขึ้นอยู่กับมวลของของไหลที่พิจารณา

ความดันที่จุดใดจุดหนึ่งในมวลของไหล (Pressure at a point in fluid mass)

กฎของปาสคาล (Pascal's law) กล่าวว่า ของไหลที่อยู่ในสภาพที่หยุดนิ่ง จะมีขนาดของความดันเท่ากันทุกทิศทาง สามารถพิสูจน์ได้โดยพิจารณาของไหลรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่มีขนาดความยาวตามแนวแกน x, y และ z คือ $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ ตามลำดับ ซึ่งพิสูจน์แล้วได้ว่า $P_x = P_y = P_z$ หมายความว่า ความดันที่จุดใดๆ ในมวลของไหลมีขนาดเท่ากันทุกทิศทาง

การเปลี่ยนแปลงความดันในของไหลสถิตย์ (Pressure variation in a static fluid)

การศึกษาหัวข้อนี้ ก็เพื่อที่จะตรวจสอบพฤติกรรมของของไหลที่อยู่ในสภาพนิ่งว่าความดันของของไหลจะเปลี่ยนแปลงตามแนวอนและแนวตั้งอย่างไร โดยพิจารณาชั้นของไหลรูปทรงลูกบาศก์ที่มีความยาว $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ เมื่อให้ความดันของของไหลที่จุดศูนย์กลาง (Center of gravity) เท่ากับ P และกำหนดทิศทางของการเปลี่ยนแปลงความดันเริ่มจากจุดศูนย์กลางเป็นหลัก โดยให้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ของขนาดความดันด้านบนและด้านขวาของชั้นของไหลเป็นบวก และเป็นลบที่ด้านล่างและด้านซ้ายของชั้นของไหล ซึ่งพิสูจน์แล้วได้ว่า $P_1 = P_2 + \gamma h$ หมายความว่า ความดันของของไหลที่จุดต่ำกว่า (P_1) มีขนาดเท่ากับความดันของของไหลที่จุดสูงกว่า (P_2) บวก γh



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

3

หน้าที่

2

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

ตารางสูตรเกี่ยวกับความดัน

โจทย์กำหนดของของไหลมี	สรุปสูตร
น้ำหนักจำเพาะ γ	$P_1 = P_2 + \gamma h$
ความถ่วงจำเพาะ S	$P_1 = P_2 + S\gamma_w h$
ความหนาแน่น ρ	$P_1 = P_2 + \rho g h$
ความถ่วงจำเพาะ S	$P_1 = P_2 + S\rho_w g h$

การวัดความดัน (Pressure measurement)

ในการวัดความดันของของไหล สามารถวัดเปรียบเทียบกับมาตรฐานอ้างอิงอะไรก็ได้ สำหรับมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปมี 2 มาตรฐาน คือ

1. ความดันศูนย์สัมบูรณ์ (absolute zero pressure) หรือสุญญากาศ (vacuum)
2. ความดันบรรยากาศเฉพาะที่ (local atmospheric pressure) หรือความดันมาตร (gage pressure)

เครื่องมือสำหรับวัดความดันสัมบูรณ์ของบรรยากาศที่นิยมใช้ คือ

1. บารอมิเตอร์แบบแอนนิรอยด์ (aneroid barometer) มีลักษณะประกอบด้วยกล่องโลหะขนาดสั้น (A) ด้านบนมีแผ่นโลหะบางๆ (B) ที่ยืดหยุ่นได้ ภายในกล่องโลหะเป็นสุญญากาศ ทำให้ความดันบรรยากาศภายนอกกดดันแผ่นโลหะด้านบนที่ต่อกับเข็มชี้ (C) โดยมีเข็ม (D) เชื่อม การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแผ่นโลหะด้านบนเป็นผลให้เข็มชี้ (C) อ่านค่าความดันได้ E ซึ่งความดันที่อ่านได้นี้ คือ ความดันสัมบูรณ์ของบรรยากาศ
2. บารอมิเตอร์แบบปรอท (mercury barometer) ประกอบด้วยอ่างปรอทมีหลอดแก้วที่มีปลายข้างหนึ่งจุ่มลงในปรอท ส่วนอีกข้างหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ เมื่อต้องการวัดความดันสัมบูรณ์ ก็สูบลมอากาศภายในหลอดแก้วออกให้หมดจนเป็นสุญญากาศ จะทำให้ความดันบรรยากาศภายนอกกดดันผิวปรอทในอ่างปรอท เป็นผลให้ปรอทในหลอดแก้วสูงขึ้น h ค่าความสูงของปรอทนี้ คือ ความดันสัมบูรณ์ของบรรยากาศที่เทียบเท่ากับความสูงของปรอท
3. มาตรวัดความดันแบบบูร์ดอน (Bourdon pressure gauge) ลักษณะการทำงานของมาตรวัดแบบบูร์ดอน ภายในมาตรวัดจะมีหลอดโลหะกลวงที่ยืดหยุ่นได้ คือ A โดยมีจุด B เป็นจุดยึด ปลายด้านหนึ่งปิดและต่อกับแขนโลหะ D ซึ่งเชื่อมติดกับเข็มชี้ C บนหน้าปัดของมาตรวัดความดัน ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเป็นปลายเปิด G ใช้ต่อกับจุดที่ต้องการวัดความดัน เมื่อความดันในของไหลเพิ่มขึ้น ของไหลจะเข้าไปในหลอดโลหะกลวง ทำให้หลอดโลหะกลวงเปลี่ยนรูปร่างเบนออกดังแนเส้นประ ทำให้เข็มชี้จากจุด E ย้ายไปที่จุด F จากหลักการนี้ ทำให้สามารถกำหนดตัวเลขบอกความดันบนหน้าปัดของมาตรวัดความดันแบบบูร์ดอนได้



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

3

หน้าที่

3

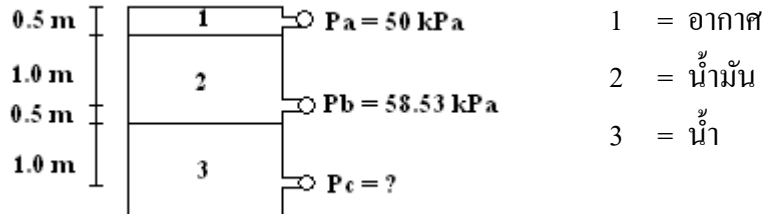
รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

ตัวอย่างที่ 2 จงหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน และความดันที่มาตรวัดความดัน C

วิธีทำ

$$P_b = P_a + S(\text{oil}) \cdot \gamma_w \cdot h$$

$$58.53 = 50 + S(\text{oil}) \cdot (9.81) \cdot (1)$$

$$S(\text{oil}) = 0.87$$

$$P_c = P_b + S(\text{oil}) \cdot \gamma_w \cdot h + \gamma_w \cdot h(w)$$

$$= 58.53 + 0.87(9.81)(0.5) + 9.81(1)$$

$$= 72.61 \text{ kPa} \quad \underline{\text{Answer}}$$