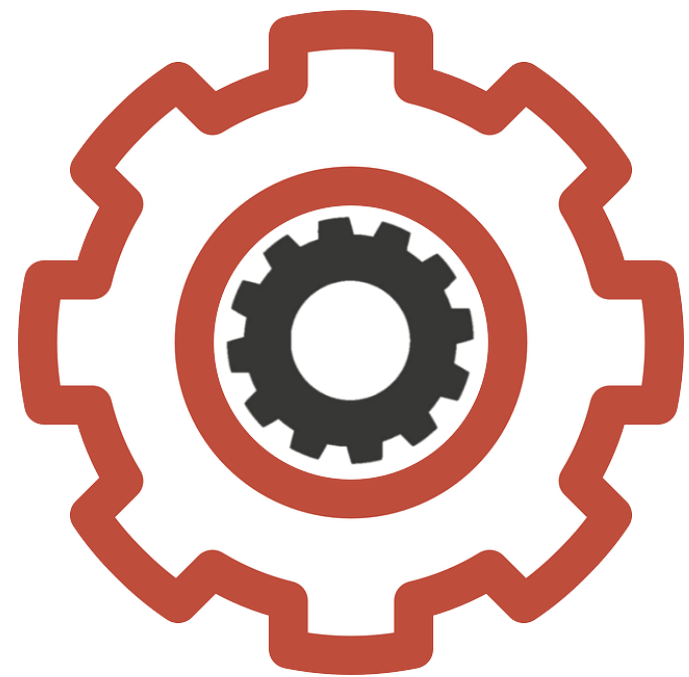




แรงที่กระทำกับวัตถุที่จม (Hydrostatic Force on Areas)





วัตถุลักษณะต่างๆ ที่จมอยู่ในของเหลวใดๆ จะมีแรงจากของเหลวนั้นกระทำ จำเป็นอย่างยิ่งต้องหาแรงที่กระทำกับตำแหน่งที่แรงนั้นกระทำกับวัตถุเพื่อในการออกแบบการใช้งานให้เหมาะสมกับวัตถุที่ใช้ นั้น เช่น เชือกกันน้ำ เป็นต้น



1. แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว
2. การหาตำแหน่งที่แรงกระทำ
3. แรงที่กระทำบนแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว



1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงที่เกิดจากของเหลวกระทำต่อวัตถุ
2. คำนวณแรงที่เกิดจากของเหลวกระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลว



จุดประสงค์การเรียนรู้

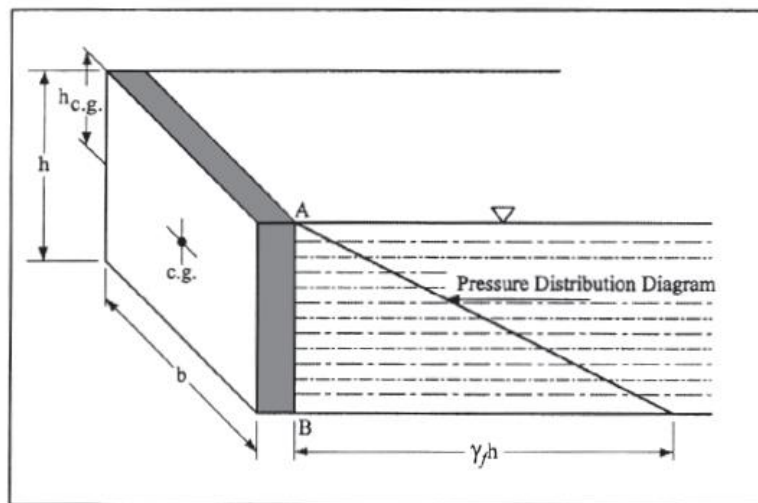
1. อธิบายหลักการของแรงกระทำกับแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลวได้ถูกต้อง
2. อธิบายหลักการหาตำแหน่งที่แรงกระทำในแผ่นราบที่อยู่จมอยู่ภายใต้ของเหลวได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาแรงที่กระทำกับแผ่นราบได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาตำแหน่งที่แรงกระทำกับแผ่นราบได้ถูกต้อง
5. คำนวณหาแรงที่กระทำกับแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลวได้ถูกต้อง

แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Plane Area)

ความดันที่กระทำกับวัตถุที่จมมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความสูงหรือค่าความลึก (Head) ของของเหลว จากรูปที่จุด A มีค่าความดัน $P_A = \gamma_f \cdot h$

โดย ค่า $h=0$, ดังนั้นความดัน P_A มีค่าเท่ากับศูนย์ ความดันจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมากที่สุด ที่จุด B ดังนั้น ความดันที่จุด B มีค่า $P_B = \gamma_f \cdot h$

เมื่อเขียนไดอะแกรมของความดันที่เกิดจากของเหลวกระทำบนแผ่นราบ (Plane Area) จะได้รูปสามเหลี่ยม ซึ่งเรียกว่า Pressure Distribution Diagram



แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Plane Area)

จากสูตร

$$P = \frac{F}{A}$$

ดังนั้น

$$F = P \cdot A$$

แรงที่กระทำ (F) กระทำลงบน Plane Area จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความดัน (P)

ที่จุด A, มีค่า

$$\begin{aligned} F_A &= P_A \cdot A \\ &= 0 \cdot A \end{aligned}$$

ที่จุด B, มีค่า

$$\begin{aligned} F_B &= P_B \cdot A \\ F_B &= \gamma_f \cdot h \cdot A \end{aligned}$$

แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Plane Area)

เพราะว่า

$$F_{\text{AVERAGE}} = P_{\text{AVERAGE}} \cdot A$$

$$P_{\text{AVERAGE}} = \frac{P_A + P_B}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \gamma_f \cdot h$$

$$A = \text{พื้นที่ภาชนะที่ของเหลวออกแรงกระทำ} = b \cdot h$$

เพราะฉะนั้น

$$F = \frac{1}{2} \gamma_f \cdot h \cdot g \cdot h$$

โดย $h_{c.g.}$ คือระยะจากระดับน้ำถึง c.g. ของประจุก $\frac{h}{2}$

แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Plane Area)

ดังนั้น แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว คือ

$$F = \gamma_f \cdot h_{c.g.} \cdot A$$

... 4.1

โดย

F = แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว

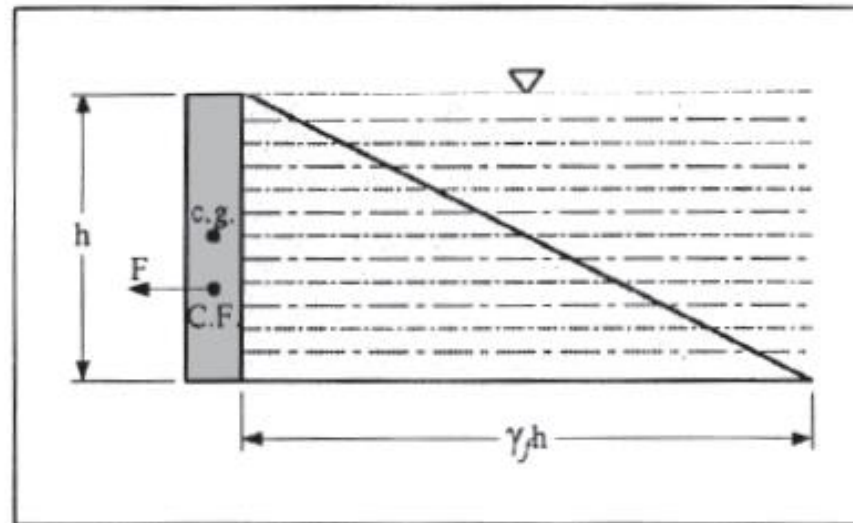
γ_f = เป็นน้ำหนักจำเพาะของของเหลว

$h_{c.g.}$ = ระยะจากระดับน้ำถึง c.g. ของประตู

A = พื้นที่ผิวของภาชนะที่ของเหลวออกแรงกระทำ

การหาตำแหน่งที่แรงกระทำ(Center of Pressure)

จุดที่แรงกระทำกับแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว ถ้าเป็นของของเหลวชนิดเดียวกันออกแรงกระทำกับแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ของเหลวนั้น โดยระดับของของเหลวสูงเท่ากับความสูงของแผ่นราบที่จมอยู่ใต้ของเหลว แนวแรงที่กระทำประตูละผ่านจุดศูนย์ถ่วงของ Pressure Distribution Diagram ตำแหน่งที่แรงกระทำกับแผ่นราบที่จมอยู่ใต้ของเหลวอยู่ในแนวเดียวกันกับจุดศูนย์ถ่วงของแผ่นราบนั้น กระดับความสูงของของเหลวอยู่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าระดับแผ่นราบ ตำแหน่งที่แรงกระทำ (Center of Pressure) จะไม่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของแผ่นราบนั้น



การหาตำแหน่งที่แรงกระทำ(Center of Pressure)

จะได้ตำแหน่งที่แรงกระทำ ดังนี้

$$Y_{C.F.} = \frac{I_{c.g.}}{y_{c.g.} \cdot A} + y_{c.g.}$$

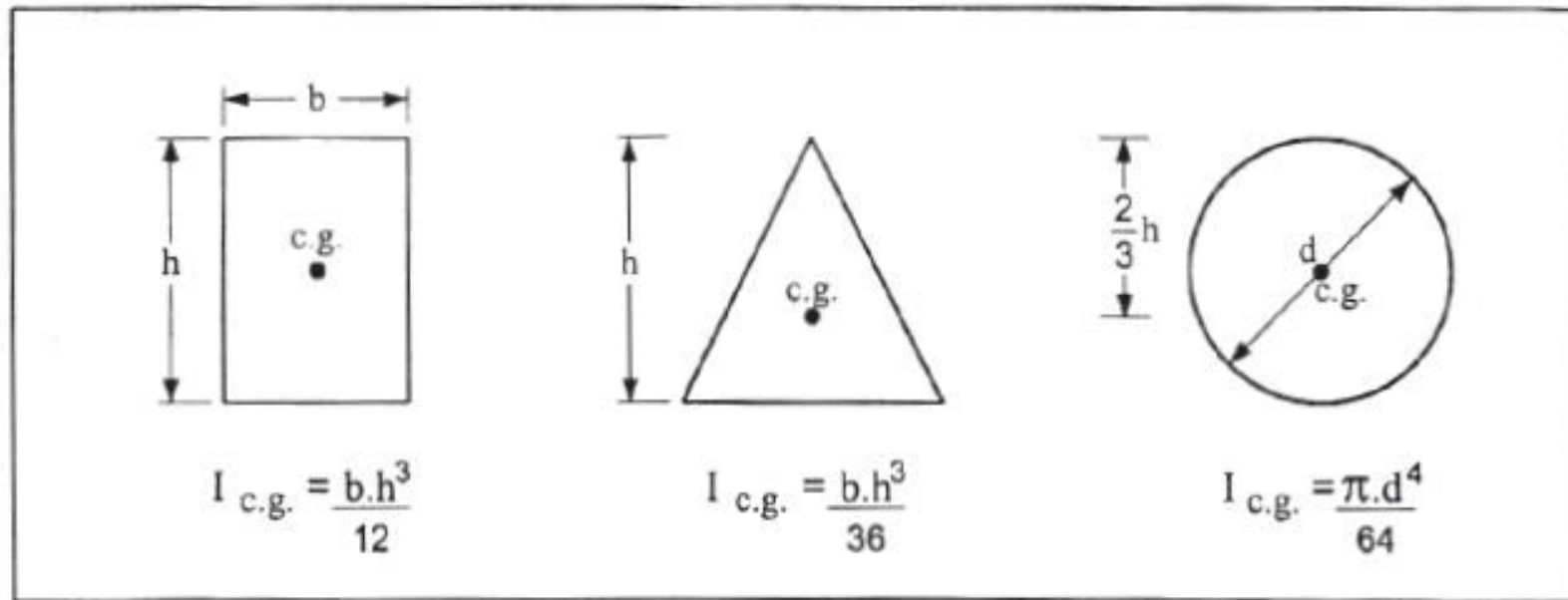
... 4.2

โดย

- $Y_{C.F.}$ = ระยะที่แรงกระทำบนแผ่นราบถึงระดับน้ำ โดยวัดตามแนว Plane ประตู่
- $y_{c.g.}$ = ระยะจากจุด c.g. ของแผ่นราบถึงระดับน้ำ โดยวัดตามแนว Plane ประตู่
- $I_{c.g.}$ = โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ (Moment of Inertia of Area) รอบแนว c.g. ของแผ่นราบ
- A = พื้นที่ของแผ่นราบที่ของเหลวออกแรงกระทำ

การหาตำแหน่งที่แรงกระทำ(Center of Pressure)

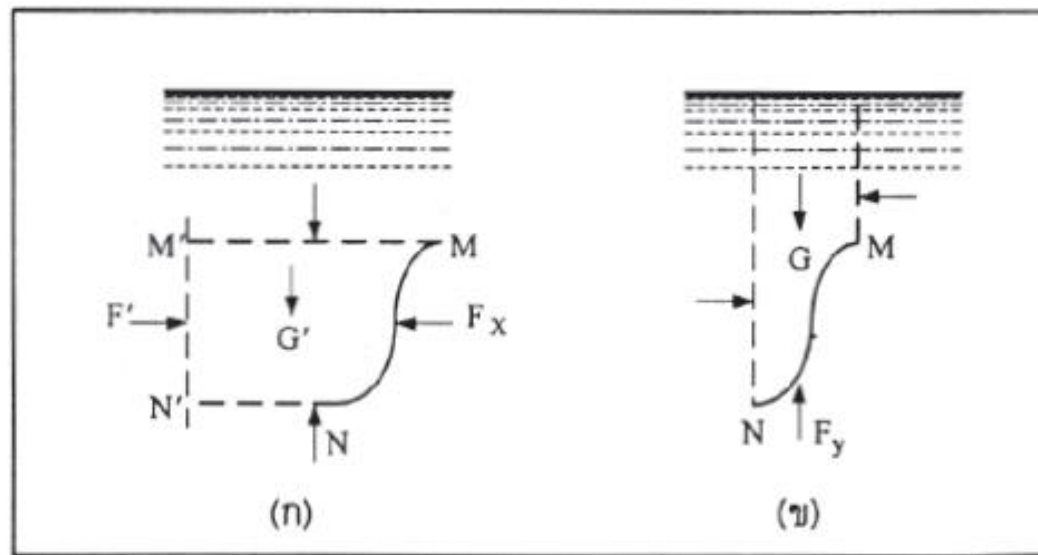
ค่า I_g ของแผ่นราบลักษณะต่างๆ



แรงที่กระทำบนแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Curved Surface)

การหาค่าของแรงและตำแหน่งที่แรงกระทำ บนแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว แรงที่กระทำกับแผ่นโค้งจะมีอยู่สองแนวคือแนวนอนกับแนวตั้ง เมื่อหาแรงในแนวทั้งสองได้แล้วนำมารวมกัน การหาตำแหน่งที่แรงกระทำค่าของพื้นที่และค่าของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ ($I_{c.g.}$) ต้องเป็นพื้นที่

ของภาพฉาย ซึ่งหาได้จาก $Y_{C.F.} = \frac{I_{c.g.}}{y_{c.g.} \cdot A} + y_{c.g.}$



แรงที่กระทำบนแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Curved Surface)

จากรูป (ก) หาแรงในแนวแกนนอน (แกน x) ได้เมื่อปริมาตรของของเหลวอยู่ในสถานะสมดุล

$$F_x = F' \quad (\gamma_f \cdot h_{c.g.} \cdot A)^2$$

โดย

$$F' = \gamma_f \cdot h_{c.g.} \cdot A$$

ดังนั้น

$$F_x = \gamma_f \cdot h_{c.g.} \cdot A \quad \dots 4.3$$

หาแรงในแนวแกนตั้ง (แกน y) ได้เมื่อปริมาตรของของเหลวอยู่ในสถานะสมดุล จากรูป (ข)

$$F_y = G$$

โดย

$$G = \text{น้ำหนักของของเหลวที่กระทำกับแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว}$$

$$F_y = \text{แรงกระทำบนแผ่นผิวโค้ง}$$

แรงที่กระทำบนแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว (Force on Curved Surface)

นำแรง F_x และ F_y มารวมกันทางเวกเตอร์

ดังนั้น

$$F_R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

$$F_R = \sqrt{(\gamma_f \cdot h_{c.g.} \cdot A)^2 + G^2}$$

... 4.5

นั่นคือ แรงที่กระทำบนแผ่นโค้งที่จมอยู่ภายใต้ของเหลว

ตัวอย่าง

วิธีทำ แผ่นราบแผ่นหนึ่งมีพื้นที่ 20 m^2 มีความสูง 2m จมอยู่ในน้ำในแนวตั้งฉากกับพื้น จงหาแรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ น้ำ

จากสูตร $F = \gamma_f \cdot h_{c.g.} \cdot A$

โดย $F =$ แรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ในน้ำ

$$\gamma_f = \text{น้ำหนักจำเพาะของน้ำ}$$

$$\gamma_f = \rho_f \cdot g$$

$$\gamma_f = 1,000 \text{ kg/ m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\gamma_f = 9.81 \text{ KN/ m}^3$$

ตัวอย่าง

(ต่อ)วิธีทำ แผ่นราบแผ่นหนึ่งมีพื้นที่ 20 m^2 มีความสูง 2m จมอยู่ในน้ำในแนวตั้งฉากกับพื้น จงหาแรงที่กระทำบนแผ่นราบที่จมอยู่ภายใต้ น้ำ

$$\begin{aligned}h_{c.g.} &= \frac{h}{2} \\&= \frac{2}{2} \\&= 1 \text{ m}\end{aligned}$$

$$A = \text{พื้นที่ผิวของแผ่นราบ } 20 \text{ m}^2$$

$$F = 9.81 \text{ KN/ m}^3 \times 1\text{m} \times 20 \text{ m}^2$$

$$F = 196.2 \text{ KN}$$

ตอบ

