



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

17

หน้าที่

1

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

การไหลในทางน้ำเปิด (OPEN CHANNEL FLOW)

ทางน้ำเปิดที่มีวัสดุหลายชนิด

กรณีที่มีผิวของทางน้ำเปิดประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด ในการวิเคราะห์การไหลในทางน้ำเปิดมีหลักการ คือ เส้นระดับพลังงานทุกหน้าตัดการไหลย่อมมีค่าเท่ากัน และอัตราการไหลรวมมีค่าเท่ากับผลรวมของอัตราการไหลในหน้าตัดย่อย

หากในทางน้ำเปิดที่มีวัสดุ 3 ชนิด ที่มีสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n_1, n_2, n_3 สามารถแบ่งเป็น 3 หน้าตัดย่อย โดยแต่ละหน้าตัดมีเส้นขอบเปียก P_1, P_2, P_3 ดังนั้น สามารถหาอัตราการไหลผ่านหน้าตัด Q ได้โดยการรวมอัตราการไหลทุกหน้าตัดย่อย คือ

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

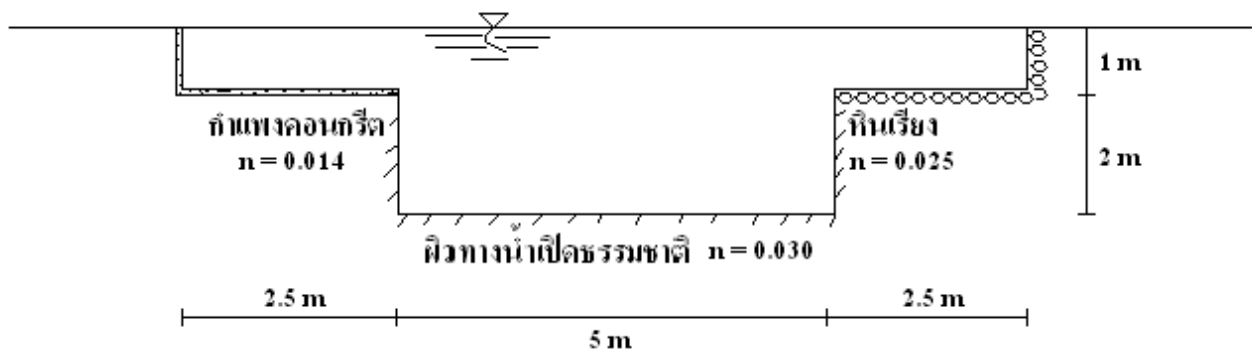
โดยที่

$$Q_1 = (1/n_1) (A_1) (R_1^{2/3}) (S^{1/2})$$

$$Q_2 = (1/n_2) (A_2) (R_2^{2/3}) (S^{1/2})$$

$$Q_3 = (1/n_3) (A_3) (R_3^{2/3}) (S^{1/2})$$

ตัวอย่างที่ 14 จงหาอัตราการไหลผ่านทางน้ำเปิดดังรูป $S = 0.001$



วิธีทำ

หน้าตัดที่ 1 กำแพงคอนกรีต

$$\text{พื้นที่หน้าตัด } A_1 = 2.5 \times 1 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{รัศมีชลศาสตร์ } R_1 &= A_1 / P_1 \\ &= 2.5 / (1 + 2.5) \\ &= 0.83 \text{ m} \end{aligned}$$



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

17

หน้าที่

2

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

$$\begin{aligned} \text{อัตราการไหล } Q1 &= (1/n) (A) (R^{2/3}) (S^{1/2}) \\ &= (1/0.014) (2.5) (0.83^{2/3}) (0.001^{1/2}) \\ &= 5.01 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

หน้าตัดที่ 2 หินเรียง

$$\text{พื้นที่หน้าตัด } A2 = 2.5 \times 1 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{รัศมีชลศาสตร์ } R2 &= A2 / P2 \\ &= 2.5 / (1 + 2.5) \\ &= 0.83 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการไหล } Q2 &= (1/n) (A) (R^{2/3}) (S^{1/2}) \\ &= (1/0.025) (2.5) (0.83^{2/3}) (0.001^{1/2}) \\ &= 2.80 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

หน้าตัดที่ 3 ผิวน้ำเปิดธรรมชาติ

$$\text{พื้นที่หน้าตัด } A3 = 5 \times 2 = 10 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{รัศมีชลศาสตร์ } R3 &= A3 / P3 \\ &= 10 / 5 \\ &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการไหล } Q3 &= (1/n) (A) (R^{2/3}) (S^{1/2}) \\ &= (1/0.030) (10) (2^{2/3}) (0.001^{1/2}) \\ &= 16.73 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการไหลทั้งหมด } Q &= Q1 + Q2 + Q3 \\ &= 5.01 + 2.80 + 16.73 \\ &= 24.54 \text{ m}^3/\text{s} \quad \textit{Answer} \end{aligned}$$



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

17

หน้าที่

3

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน

หน้าตัดที่ดีที่สุดในทางชลศาสตร์ (best hydraulic section)

หน้าตัดที่ดีที่สุดในทางชลศาสตร์ คือ หน้าตัดที่มีส่วนสัมผัสระหว่างน้ำและผิวทางน้ำเปิดน้อยที่สุด ซึ่งทำให้เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด ทำให้น้ำไหลได้สะดวก เป็นผลให้มีปริมาณน้ำไหลผ่านมากที่สุด เมื่อพิจารณาที่พื้นที่คงที่ใดๆ ขณะเดียวกัน เมื่อผิวทางน้ำเปิดน้อย ถ้าหากมีการลาดทางน้ำเปิด ก็จะประหยัดค่าใช้จ่าย

จากสมการการไหลแบบสม่ำเสมอ

$$Q = (1/n) (A) (R^{2/3}) (S^{1/2})$$

$$Q = (1/n) (A) [(A/P)^{2/3}] (S^{1/2})$$

เมื่อ n, A, S คงที่ จะได้

$$Q \propto (1/P)^{2/3}$$

แสดงว่า P, \min น้อยที่สุด ทำให้อัตราการไหล Q, \max มากที่สุด หรือ

$$Q, \max \propto (1/P, \min)^{2/3}$$

สำหรับหน้าตัดที่ดีที่สุดในทางชลศาสตร์ที่พบเห็นทั่วไป มักจะเป็นทางน้ำเปิดที่มีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมคางหมู เพราะก่อสร้างหรือประกอบได้ง่าย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. หน้าตัดทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$$b = 2y$$

หน้าตัดที่ดีที่สุดในทางชลศาสตร์ของทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ทางน้ำเปิดที่มีความกว้างเท่ากับสองเท่าของความลึก หรือรูปครึ่งหนึ่งของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีทุกด้านสัมผัสกับรูปครึ่งวงกลม

2. หน้าตัดทางน้ำเปิดรูปสามเหลี่ยม

$$\text{มุม } \phi = 45 \text{ องศา}$$

$$\alpha = 90 \text{ องศา}$$

หน้าตัดที่ดีที่สุดในทางชลศาสตร์ของทางน้ำเปิดรูปสามเหลี่ยม คือ หน้าตัดสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีทุกด้านสัมผัสกับรูปครึ่งวงกลม

3. หน้าตัดทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

$$R = y/2$$

หน้าตัดที่ดีที่สุดในทางชลศาสตร์ของทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือ ทางน้ำเปิดที่มีความลาดด้านข้างทำมุม 60 องศา กับแนวราบ และมีด้านทั้งสามเท่ากัน นั่นคือครึ่งหนึ่งของหน้าตัดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกด้านจะสัมผัสกับรูปครึ่งวงกลม



เนื้อหาการสอน

ประจำสัปดาห์ที่

17

หน้าที่

4

รหัสและชื่อวิชา : 3106-2112 ชลศาสตร์ 1

วันที่ :

เวลา :

แผนกวิชา : ช่างก่อสร้าง

ชื่อสถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคน่าน