# คู่มือประกอบการเรียนการสอนรายวิชา
# 410351 วิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulics Engineering)

## งานในชั้นเรียน และ การบ้าน
## ( Classwork and Homework )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดย...

อาจารย์เชาวน์ หิรัญตียะกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มทส
สวว.ศ.ย93
ช75
2547

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** ( Hydraulic Engineering )

***อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล*** *D07 Tel. 4350*

**การบ้าน ครั้งที่** 1

ให้เมื่อ วันศุกร์ที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันจันทร์ที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2547

1. ในสมการ $E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$ ถ้า $q$ เป็นค่าคงที่จงพิสูจน์ว่า

ก. ค่า $E$ ที่น้อยที่สุด ( $E_{Min} = E_C$ ) เกิดขึ้นที่ $y\left(= y_C\right) = \frac{2}{3}E_C$

ข. ค่าความเร็วที่ความลึก $y = y_C$ มีค่าเท่ากับ $\sqrt{gy_C}$

2. ในสมการ $E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$ ถ้า $E$ เป็นค่าคงที่

ก. จงพิสูจน์ว่าค่า $q = q_{Max}$ เกิดขึ้นเมื่อ $y = \frac{2}{3}E$

ข. จงหาค่า $q_{Max}$ ในเทอมของ $E$

3. น้ำไหลด้วยความเร็ว 3.00 m/s ในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถ้าความลึกที่ Section 1 เป็น 3 m จงคำนวณหาความลึก และ ความเร็วการไหล ที่เกิดขึ้นที่ Section 2 ซึ่งอยู่ด้านท้ายน้ำ ถ้า

ก. ระดับก้นคลองค่อยๆ ยกสูงขึ้นจากระดับเดิม 0.30 m จาก Section 1 ถึง Section 2

ข. ระดับก้นคลองค่อยๆ ลดต่ำลงจากระดับเดิม 0.30 m จาก Section 1 ถึง Section 2

ค. จงหาค่าแตกต่างระหว่างระดับก้นคลองของ Section 1 และ Section 2 ที่มากที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลที่ต้นน้ำ ( Choke Flow )

4. น้ำไหลด้วยความเร็ว 3.00 m/s ในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างที่ Section 1 เป็น 3.00 m, ความลึกการไหลต้นน้ำ 3.00 m และระดับพื้นคลองวางตัวอยู่ในแนวระดับ จงคำนวณหาความลึก และ ความเร็วการไหล ที่เกิดขึ้นที่ Section 2 ซึ่งอยู่ด้านท้ายน้ำ ถ้า

ก. ความกว้างของทางน้ำเปิดค่อยๆ ลดลงจนมีความกว้างเท่ากับ 2.50 m ที่ Section 2

ข. ความกว้างของทางน้ำเปิดค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนมีความกว้างเท่ากับ 3.20 m ที่ Section 2

ค. จงคำนวณหาค่าความกว้างน้อยที่สุดของทางน้ำเปิดที่ Section 2 ที่จะไม่ทำให้สภาพการไหลที่ต้นน้ำเปลี่ยนแปลง

5. น้ำไหลในทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยอัตราการไหล 3.00 $m^3/s$ โดยที่ Section 1 มีความลึกการไหลของน้ำ 1.5 m และระดับพื้นคลองอยู่ที่ 10.00 m, ความกว้างของทางน้ำค่อยๆ ลดลงจากที่ Section 1 ไปยัง Section 2 จากความกว้าง 2.00 m เป็น 1.50 m จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. ถ้าระดับพื้นคลองที่ Section 2 อยู่ที่ 10.10 m จงคำนวณหาความลึก และ ความเร็วการไหล ที่เกิดขึ้นที่ Section 2

ข. ระดับสูงที่สุดของพื้นคลองที่ Section 2 เป็นเท่าใดจึงจะไม่ทำให้สภาพการไหล Section 1 เปลี่ยนแปลง

ค. ถ้าระดับพื้นคลองที่ Section 2 อยู่ที่ 10.60 m จงคำนวณหาความลึก และ ความเร็วการไหล ที่เกิดขึ้นที่ Section 2

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** ( Hydraulic Engineering )

*อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350*

วันจันทร์ที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2547

## งานในชั้นเรียน 2

1. น้ำไหลในทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้างคงที่ b = 2.00 m ด้วยอัตราการไหล 3.00 $m^3/s$ ถ้ากำหนดให้ ความลึกการไหลของน้ำที่ต้นน้ำ เป็น 1.5 m, ระดับพื้นคลองที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ เป็น 10.00 m และ 10.80 m ตามลำดับ จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหาค่า ความลึก และ พลังงานจำเพาะ ที่สภาพการไหลแบบวิกฤต ( $y_C$, $E_C$ )

ข. คำนวณหาค่าระดับความสูงของพื้นคลองที่เพิ่มขึ้นได้มากที่สุดโดยไม่ทำให้ความลึกต้นน้ำเปลี่ยนแปลง ( $\Delta z_C$ )

ค. สภาพการไหลที่ต้นน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

ง. จงคำนวณหาความลึกน้ำและค่า Froude Number ของสภาพการไหลที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ($y'_1$, $Fr_1$, $y_2$ และ $Fr_2$ )

จ. ให้อธิบายสภาพการไหลโดยใช้กราฟความสัมพันธ์ E – y หรือ q – y

2. น้ำไหลในทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่แนวพื้นคลองอยู่ในแนวระดับด้วยอัตราการไหล 3.00 $m^3/s$ ถ้ากำหนดให้ ความลึกการไหลของน้ำที่ต้นน้ำ เป็น 1.0 m, ความกว้างของหน้าตัดทางน้ำที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ เป็น 2.00 m และ 1.00 m ตามลำดับ จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหาค่า ความลึก และ พลังงานจำเพาะ ที่สภาพการไหลแบบวิกฤตทั้งที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y_{C1}$, $E_{C1}$, $y_{C2}$ และ $E_{C2}$ )

ข. คำนวณหา อัตราการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง มากที่สุดที่ไม่ทำให้ความลึกต้นน้ำเปลี่ยนแปลง ( $q_{Max}$ )

ค. สภาพการไหลที่ต้นน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

ง. จงคำนวณหาความลึกน้ำและค่า Froude Number ของสภาพการไหลที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y'_1$, $Fr_1$, $y_2$ และ $Fr_2$ )

จ. ให้อธิบายสภาพการไหลโดยใช้กราฟความสัมพันธ์ E – y หรือ q – y

3. น้ำไหลในทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่แนวพื้นคลองอยู่ในแนวระดับด้วยอัตราการไหล 3.00 $m^3/s$ ถ้ากำหนดให้ ความลึกการไหลของน้ำที่ต้นน้ำ เป็น 2.0 m, ความกว้างของหน้าตัดทางน้ำที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ เป็น 2.00 m และ 1.00 m ตามลำดับ และระดับพื้นคลองที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ เป็น 10.00 m และ 10.50 m ตามลำดับ จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหาค่า ความลึก และ พลังงานจำเพาะ ที่สภาพการไหลแบบวิกฤตทั้งที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y_{C1}$, $E_{C1}$, $y_{C2}$ และ $E_{C2}$ )

ข. คำนวณหาค่าระดับความสูงของพื้นคลองที่เพิ่มขึ้นได้มากที่สุดโดยไม่ทำให้ความลึกต้นน้ำเปลี่ยนแปลง ( $\Delta z_C$ )

ค. คำนวณหา อัตราการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง มากที่สุดที่ไม่ทำให้ความลึกต้นน้ำเปลี่ยนแปลง ( $q_{Max}$ )

ง. สภาพการไหลที่ต้นน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

จ. จงคำนวณหาความลึกน้ำและค่า Froude Number ของสภาพการไหลที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y'_1$, $Fr_1$, $y_2$ และ $Fr_2$ )

ฉ. ให้อธิบายสภาพการไหลโดยใช้กราฟความสัมพันธ์ E – y หรือ q – y

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** ( Hydraulic Engineering )

*อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350*

**การบ้าน ครั้งที่** 2

ให้เมื่อ วันจันทร์ที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันจันทร์ที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2547

1.จงพิสูจน์ว่า $\frac{Q^2 T_C}{g A_C^3} = 1$ เป็นเงื่อนไขของการไหลแบบวิกฤตในทางน้ำที่มีหน้าตัดรูปทั่วไป

2.สำหรับทางน้ำเปิดที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างคงที่แต่ระดับพื้นคลองเปลี่ยนแปลง โดยสมมุติให้การไหลไม่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น จงพิสูจน์ว่า

$$(1 - Fr^2)\frac{dy}{dx} + \frac{dz}{dx} = 0$$

3. สำหรับทางน้ำเปิดที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นคลองอยู่ในแนวระดับ แต่ความกว้าง b คลองค่อยๆ เปลี่ยนแปลง โดยสมมุติให้การไหลไม่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น จงพิสูจน์ว่า

$$(1 - Fr^2)\frac{dy}{dx} + Fr^2 \frac{y}{b}\frac{db}{dx} = 0$$

3. น้ำไหลในทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่แนวพื้นคลองอยู่ในแนวระดับด้วยอัตราการไหล 3.00 $m^3/s$ ถ้ากำหนดให้ ความลึกการไหลของน้ำที่ต้นน้ำ เป็น 2.0 m, ความกว้างของหน้าตัดทางน้ำที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ เป็น 2.00 m และ 1.00 m ตามลำดับ และระดับพื้นคลองที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ เป็น 10.00 m และ 10.80 m ตามลำดับ จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหาค่า ความลึก และ พลังงานจำเพาะ ที่สภาพการไหลแบบวิกฤตทั้งที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y_{C1}$, $E_{C1}$, $y_{C2}$ และ $E_{C2}$ )

ข. คำนวณหาค่าระดับความสูงของพื้นคลองที่เพิ่มขึ้นได้มากที่สุดโดยไม่ทำให้ความลึกต้นน้ำเปลี่ยนแปลง ( $\Delta z_C$ )

ค. คำนวณหา อัตราการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง มากที่สุดที่ไม่ทำให้ความลึกต้นน้ำเปลี่ยนแปลง ( $q_{Max}$ )

ง. สภาพการไหลที่ต้นน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

จ. จงคำนวณหาความลึกน้ำและค่า Froude Number ของสภาพการไหลที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y'_1$, $Fr_1$, $y_2$ และ $Fr_2$ )

ฉ. ให้อธิบายสภาพการไหลโดยใช้กราฟความสัมพันธ์ E – y หรือ q – y

4. น้ำไหลในทางน้ำเปิดด้วยอัตราการไหล 4.00 $m^3/s$ จากต้นน้ำที่มีหน้าตัดการไหลแบบสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีความชันด้านข้างเป็น 1V : 2H แล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นหน้าตัดการไหลแบบสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีความกว้างที่พื้นคลอง 1 m และความชันด้านข้างเป็น 1V : 2H โดยระดับที่พื้นคลองไม่เปลี่ยนแปลง ถ้ากำหนดให้ความลึกต้นน้ำเป็น 1.00 m จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหาค่า ความลึก และ พลังงานจำเพาะ ที่สภาพการไหลแบบวิกฤตทั้งที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y_{C1}$, $E_{C1}$, $y_{C2}$ และ $E_{C2}$ )

ข. สภาพการไหลที่ต้นน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่เพราะเหตุใด

ค. จงคำนวณหาความลึกน้ำและค่า Froude Number ของสภาพการไหลที่ต้นน้ำและท้ายน้ำ ( $y'_1$, $Fr_1$, $y_2$ และ $Fr_2$ )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันศุกร์ที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน** 3

1. น้ำไหลด้วยความเร็ว 8.00 m/s ในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้างคงที่เท่ากับ 5.00 m ถ้าที่ต้นน้ำน้ำไหลด้วยความลึก 1.00 จงคำนวณหา

ก. ความลึกที่ท้ายน้ำที่จะทำให้เกิดไฮดรอลิคจัมพ์ในทางน้ำเปิดแห่งนี้พอดี

ข. พลังงานสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในไฮดรอลิคจัมพ์

ค. อธิบายสภาพการไหลด้วย Specific Energy Diagram ( E–y Curve) และ Momentum Function Diagram ( M-y Curve)

2. น้ำไหลออกจากอ่างเก็บน้ำผ่านทางน้ำล้น (Spillways) ลงมายังแอ่งน้ำนิ่ง (Stilling Basin) ซึ่งมีความกว้างคงที่12.00 m เท่ากันด้วยอัตราการไหล 280 $m^3/s$ สมมุติให้ไม่มีพลังงานสูญเสียพลังงานเกิดขึ้นในช่วงการไหลผ่านทางน้ำล้น จงคำนวณหาค่าระดับของแอ่งน้ำนิ่งที่จะทำให้เกิดไฮดรอลิคจัมพ์ในแอ่งน้ำนิ่งพอดี ถ้ากำหนดให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ 60.00 m MSL. และระดับน้ำที่คลองท้ายน้ำอยู่ที่ 30.00 m MSL.

3. ไฮดรอลิคจัมพ์ก่อตัวขึ้นในทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีมีความชันด้านข้าง 2H : 1V, ความกว้างที่พื้นคลองเป็น 6.00 m, และความชันท้องน้ำอยู่ในแนวระดับ ถ้าน้ำมีไหลในทางน้ำเปิดด้วยอัตราการการไหล 28.00 $m^3/s$ และวัดความลึกที่ท้ายน้ำวัดได้ 2.50 m จงคำนวณหาความลึกที่ต้นน้ำและพลังงานสูญเสียที่เกิดขึ้นในสภาพการไหลของไฮดรอลิคจัมพ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

**การบ้าน ครั้งที่** 3

ให้เมื่อ วันศุกร์ที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันศุกร์ที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2547

1. จงพิสูจน์ความสัมพันธ์ของค่าความลึกการไหลที่ต้นน้ำและท้ายน้ำของไฮดรอลิคจัมพ์แบบง่าย (Simple Hydraulic Jump) ที่เกิดขึ้นในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างคงที่เป็นไปตามสมการ (HW.1-a) หรือ (HW.1-b)

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2}\left(-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2}\right) \qquad \text{(HW.1-a)}$$

$$\frac{y_1}{y2} = \frac{1}{2}\left(-1 + \sqrt{1 + 8Fr_2^2}\right) \qquad \text{(HW.1-b)}$$

2. จงเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความลึกการไหลของน้ำ ( y ) กับ ค่าโมเมนตัมฟังก์ชั่น ( M ) ของการไหลในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้างคงที่ ซึ่งมีค่าอัตราการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้างเป็น q = 4 $m^2/s$

$$M = \frac{q^2}{gy} + \frac{y^2}{2} \qquad \text{(HW.2)}$$

3. ประตูน้ำบานยก (Sluice Gate) ถูกติดตั้งไว้ในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นคลองวางตัวอยู่ในแนวระดับและความกว้างคงที่ ถ้าบานประตูน้ำและทางน้ำเปิดมีความกว้าง 2.00 m เท่ากัน

จงคำนวณหาแรงที่น้ำกระทำต่อบานประตูน้ำเมื่อยกบานประตูให้เปิดสูงขึ้น 1.00 m และวัดระดับความลึกน้ำที่ต้นน้ำได้ 3.00 m กำหนดให้ใช้สมการโมเมนตัมในการแก้ปัญหาการไหล

โดยสมมุติให้แรงที่น้ำกระทำต่อบานประตูน้ำเป็นแบบแรงดันสถิตย์ (Hydrostatic Pressure) และค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Contraction Coefficient, $C_c$) ของน้ำที่ไหลลอดใต้ประตูน้ำเป็น 0.61

*หมายเหตุ : ความลึกของน้ำที่ไหลลอดผ่านใต้ประตูน้ำจะมีความลึกน้อยกว่าความสูงของบานประตูเหนือพื้นคลอง โดยมีค่าเท่ากับผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์การหดตัวคูณกับความสูงของบานประตูเหนือพื้นคลอง*

4. เสาของสะพานข้ามแม่น้ำแห่งหนึ่งมีความกว้าง 0.60 m แต่ละเสาวางห่างกันวัดจากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลางของเสาได้ 5.60 m ถ้าเสาสะพานมีค่าสัมประสิทธิ์ลาก (Drag Coefficient, $C_D$) เท่ากับ 1.50 วัดความเร็วเฉลี่ยของน้ำที่ไหลในแม่น้ำได้ 3.00 m/s และความลึกต้นน้ำเป็น 3.00 m

จงคำนวณหาความลึกที่ท้ายน้ำ โดยสมมุติให้แม่น้ำมีความชันน้อยและแรงเสียดทานการไหลน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด

*หมายเหตุ : แรงที่น้ำกระทำต่อเสาหาได้จาก* $P_f = C_D A \frac{1}{2} \rho V_o^2$ *เมื่อ* $P_f$ *= Drag Force, A = Frontal Area of Column และ* $V_o$ *= Velocity of Flow at Upstream*

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันจันทร์ที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน 4**

1. จงคำนวณหาอัตราการไหลแบบเอกภาพ ( Uniform Flow ) ของทางน้ำเปิดที่มีความลึกน้ำแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_n$ ) เป็น 6.00 m โดยกำหนดให้ทางน้ำเปิดมีความลาดชันท้องน้ำ 0.002 และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของแมนนิ่ง ( Manning Resistance Coefficient, n ) เท่ากับ 0.015 ถ้าทางน้ำเปิดมีพื้นที่หน้าตัดรูป

   ก. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้าง 20.00 m

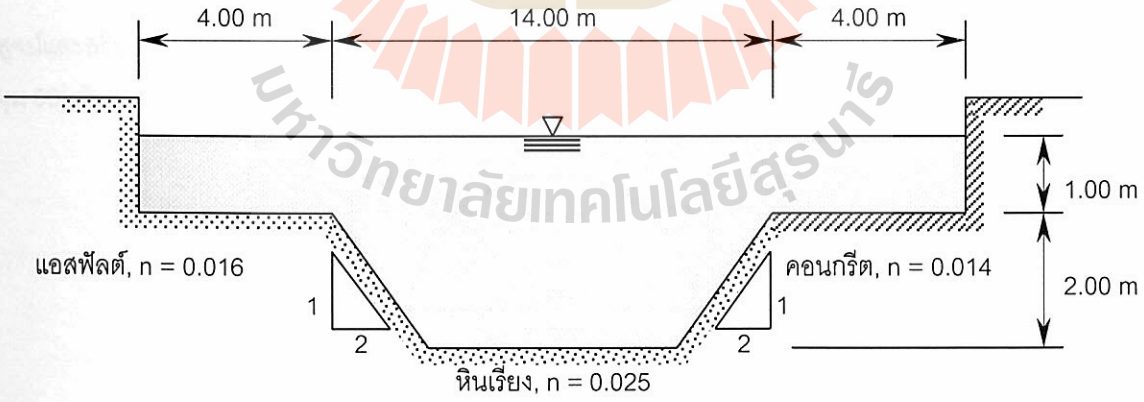
   ข. สามเหลี่ยมที่มีความชันด้านข้าง 3H : 1V

   ค. สี่เหลี่ยมคางหมูที่มีความกว้างที่พื้นคลอง 100.00 m และความชันด้านข้าง 2H : 1V

   ง. วงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 15.00 m

2. ทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้างคงที่ 6.00 m มีความลาดชันท้องน้ำ 0.006 และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของแมนนิ่ง เท่ากับ 0.015 ถ้ามีน้ำไหลในทางน้ำเปิดด้วยอัตราการไหล 50.00 $m^3/s$ จงคำนวณหาค่าความลึกและความเร็วของการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_n$ and Normal Velocity, $V_n$ )

3. จงคำนวณหาอัตราการไหลในทางน้ำเปิดที่มีพื้นผิวของทางน้ำหลายประเภทดังรูป โดยกำหนดให้ความชันท้องน้ำเป็น 0.001 และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของแมนนิ่งของแอสฟัลต์, หินเรียง และคอนกรีต มีค่า 0.016, 0.025 และ 0.014 ตามลำดับ




4. จากข้อ 3. ถ้าพื้นคลองถูกดาดด้วยคอนกรีตทั้งหมด จงคำนวณหาค่าอัตราการไหลที่ผ่านหน้าตัดการไหลนี้จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นกี่เท่าของค่าอัตราการไหลเดิม จงอธิบายเหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

## การบ้าน ครั้งที่ 4

ให้เมื่อ วันจันทร์ที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันจันทร์ที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2547

1. จงค้นหาที่มาของสมการ (HW4.1-a) และ (HW4.1-b) และวิธีการนำไปใช้งาน

Chezy Formula $$V = C\sqrt{RS} \qquad \text{(HW4.1-a)}$$

Manning Formula $$V = \frac{1}{n}R^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(HW4.1-b)}$$

2.จงพิสูจน์ว่าทางน้ำเปิดที่มีความกว้างมากๆ เมื่อเทียบกับความลึกเฉลี่ย ( $b >> y_{avg}$ ) และทางน้ำเปิดที่มีความลึกเฉลี่ยมากๆ เมื่อเทียบกับความกว้าง ( $y_{avg} >> b$ ) ค่าความเร็วการไหลมีความสัมพันธ์เป็นไปตามสมการ (HW4.2-a) และ (HW4.2-b) ตามลำดับ

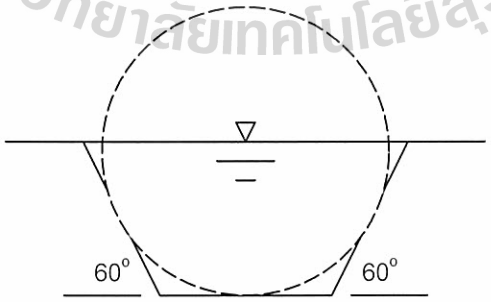
สำหรับทางน้ำเปิดที่มีความกว้างมาก $$V = \frac{1}{n}(y_{avg})^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(HW4.2-a)}$$

สำหรับทางน้ำเปิดที่มีความลึกมาก $$V = \frac{1}{n}(\frac{b}{2})^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(HW4.2-b)}$$

3. จงพิสูจน์ว่าความลาดชันท้องน้ำที่มีการไหลแบบเอกภาพ (Uniform Flow) และการไหลแบบวิกฤต มีค่าเป็น

$$S_{cn} = \frac{gA_c n^2}{T_c R_c^{\frac{4}{3}}} \qquad \text{(HW4.3)}$$

4. จงพิสูจน์และอธิบายว่า ทำไมหน้าตัดดีที่สุดของทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจึงเป็นทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีความลาดด้านข้างทำมุม $60^o$ กับแนวราบและมีด้านเท่ากันทั้ง 3 ด้าน




5. จงอธิบาย ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของแมนนิ่ง ( Manning Resistance Coefficient, n ) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติใดบ้างของทางน้ำเปิดและอย่างไร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันศุกร์ที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน** 5

1. จงคำนวณหา ความลึกวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ), ความเร็ววิกฤต (Critical Velocity, $V_c$ ) และ ความลาดชันวิกฤต (Critical Slope, $S_c$ ) ของทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างหน้าตัด 5.00 เมื่อมีน้ำไหลในทางน้ำเปิดด้วยอัตราการไหล 60.00 $m^3/s$

2. น้ำไหลในทางน้ำเปิดธรรมชาติ ( n = 0.030 ) แห่งหนึ่งด้วยอัตราการไหล 40.00 $m^3/s$ ถ้าทางน้ำเปิดมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนกว้าง 5.00 m จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงหาความลาดชันท้องน้ำที่จะเกิดสภาพการไหลแบบปรกติและแบบวิกฤต ( $S_c$ )

ข. จงบอกชนิดของความลาดชันท้องน้ำ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดแห่งนี้มีค่า $S_o$= 0.005

ค. จงบอกชนิดของความลาดชันท้องน้ำ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดแห่งนี้มีค่า $S_o$= 0.020

3. น้ำไหลทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) มีความลาดชันท้องน้ำ 0.001 และพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้างคงที่ 5.00 m ด้วยอัตราการไหล 50.00 $m^3/s$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหาค่าความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ )

ข. จงคำนวณหาค่าความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ค. ความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดมีความลาดชันชนิดใด

4. น้ำไหลทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 16.00 m ด้วยอัตราการไหล 80.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดมีการเปลี่ยนแปลงจากที่ต้นน้ำไปยังท้ายน้ำเป็น $S_{o1}$= 0.004, $S_{o2}$= 0.010 และ $S_{o31}$= 0.001 ตามลำดับ

ก. จงคำนวณหา ค่าความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ ) ในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

ข. จงหาความลาดชันท้องน้ำแบบวิกฤต ( $S_c$ )

ค. จงจำแนกชนิดของความลาดชันในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

## การบ้าน ครั้งที่ 5

ให้เมื่อ วันศุกร์ที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันจันทร์ที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2547

1. จงนิยามคำว่า การไหลแบบเปลี่ยนแปลงน้อย ( Gradually Varied Flow, GVF )

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างการไหลแบบเปลี่ยนแปลงน้อย กับ การเปลี่ยนแปลงการไหลแบบฉับพลัน (Rapidly Varied Flow, RVF) โดยวาดรูปร่าง (Sketch) เพื่อประกอบคำอธิบาย

3. จงบอกความหมายและความแตกต่างของทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันชนิด ความลาดชันวิกฤต (Critical Slope), ความลาดชันน้อย (Mild Slope) และ ความลาดชันมาก (Steep Slope)

4.จงคำนวณหา ความลึกวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ), ความเร็ววิกฤต (Critical Velocity, $V_c$ ) และ ความลาดชันวิกฤต (Critical Slope, $S_c$ ) ของทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีความกว้างที่พื้นคลอง 4.00 m และความชันด้านข้าง 2H:1V เมื่อมีน้ำไหลในทางน้ำเปิดด้วยอัตราการไหล 60.00 $m^3/s$

5. น้ำไหลในทางน้ำเปิดแห่งหนึ่งด้วยอัตราการไหล 40.00 $m^3/s$ ถ้าทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) หน้าตัดรูปสามเหลี่ยมมีความชันด้านข้าง 2H:1V จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงคำนวณหา ค่าความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ ) ในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

ข. จงหาความลาดชันท้องน้ำที่จะเกิดสภาพการไหลแบบปรกติและแบบวิกฤต ( $S_c$ )

ค. จงบอกชนิดของความลาดชันท้องน้ำ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดแห่งนี้มีค่า $S_o$= 0.002

ง. จงบอกชนิดของความลาดชันท้องน้ำ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดแห่งนี้มีค่า $S_o$= 0.080

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

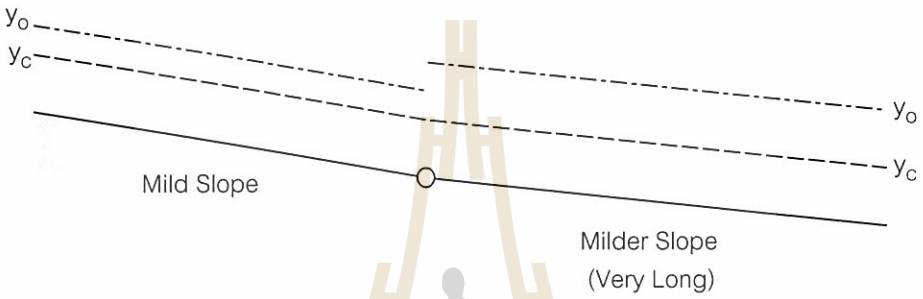
อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันจันทร์ที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2547

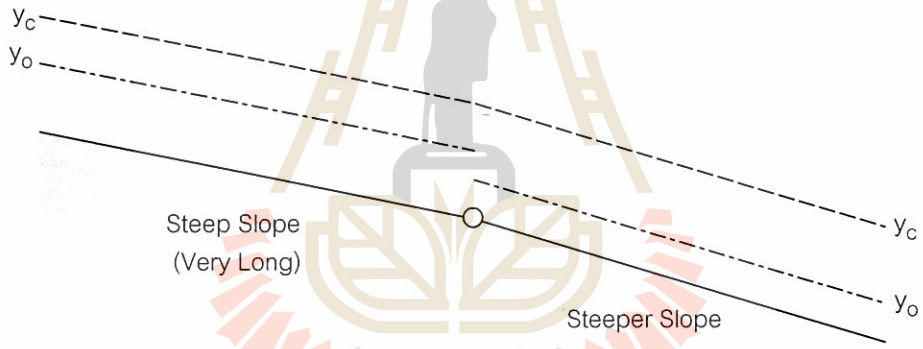
## งานในชั้นเรียน 6

1. จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันท้องน้ำในแบบต่างๆ

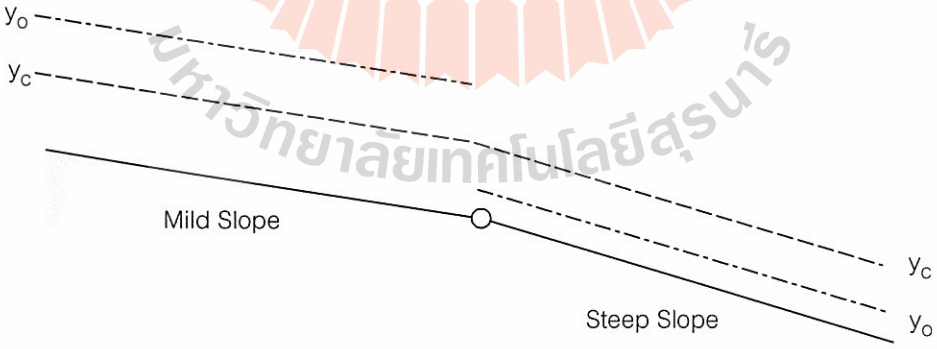
1a.)



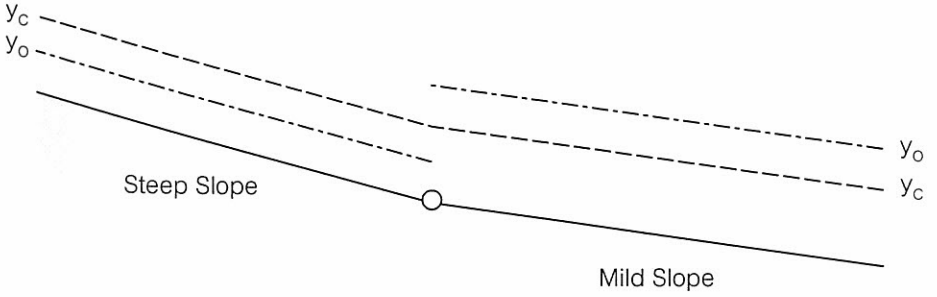

1b.)




1c.)



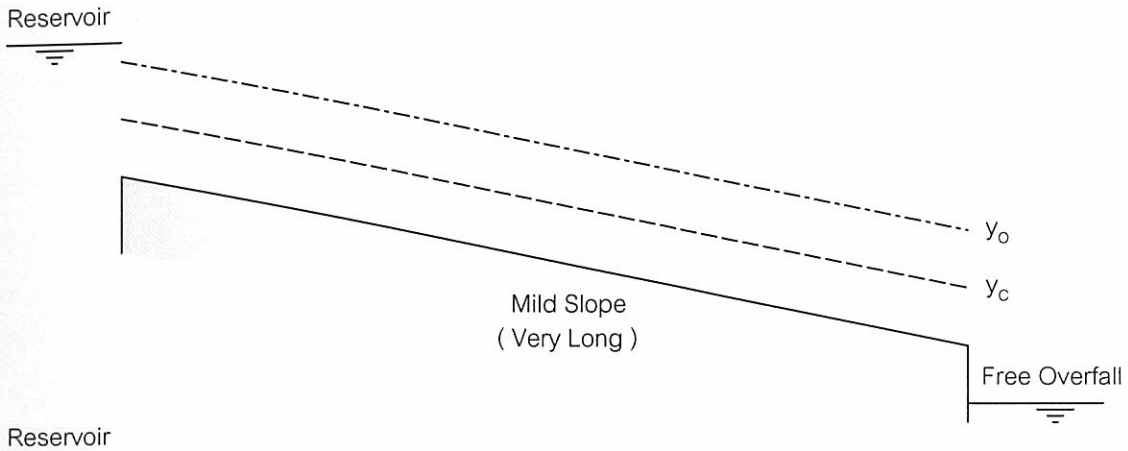

1d.)



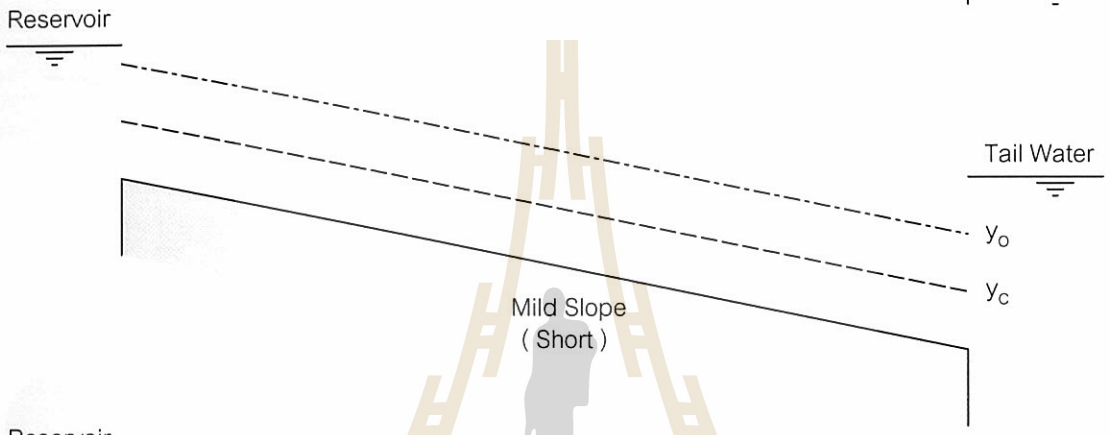

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันท้องน้ำน้อย (Mild Slope)

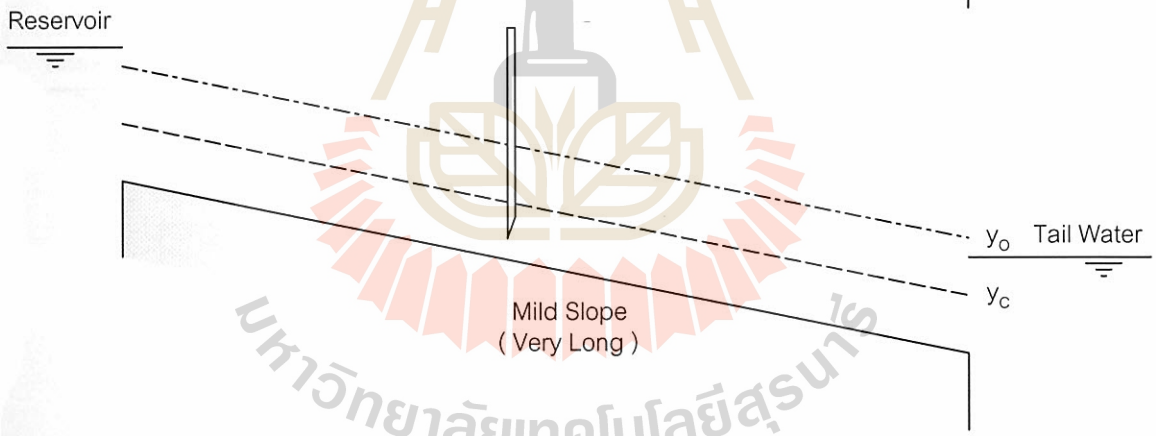
2a.)



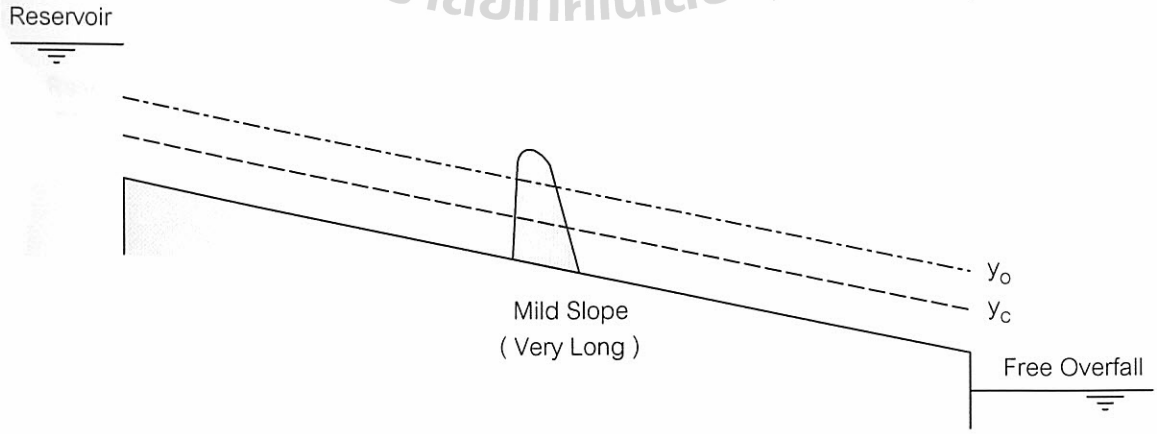

2b.)




2c.)

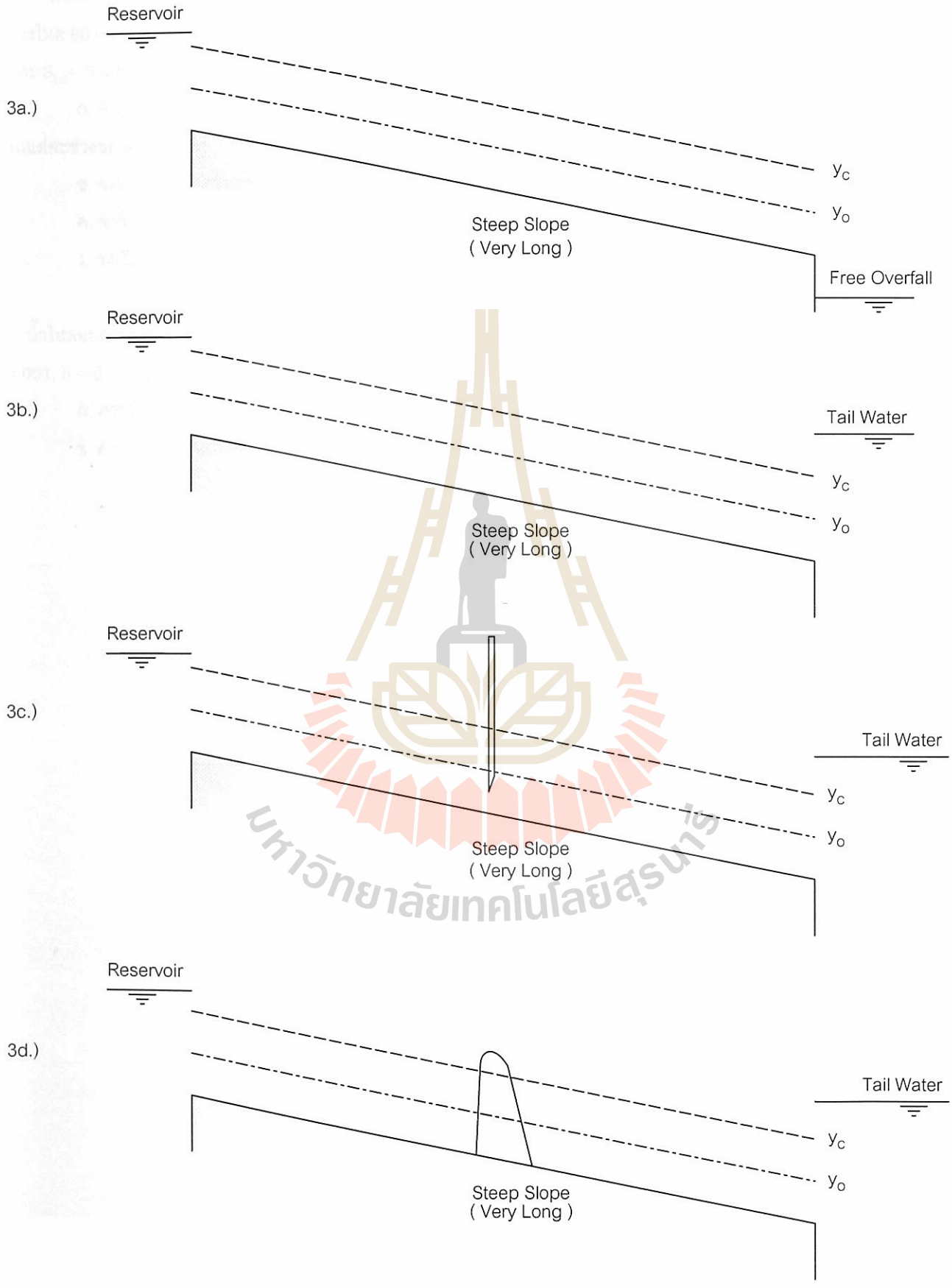



2d.)




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันท้องน้ำมาก (Steep Slope)




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. น้ำไหลทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 16.00 m ด้วยอัตราการไหล 80.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดมีการเปลี่ยนแปลงจากที่ต้นน้ำไปยังท้ายน้ำเป็น $S_{O1}$= 0.004, $S_{O2}$= 0.010 และ $S_{O3}$= 0.001 ตามลำดับ [ ***โจทย์ข้อนี้เหมือนกับโจทย์ ข้อ 4. ที่อยู่ในงานในชั้นเรียน ครั้งที่ 5*** ]

ก. จงคำนวณหา ค่าความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_C$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_O$ ) ในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

ข. จงหาความลาดชันท้องน้ำแบบวิกฤต ( $S_C$ )

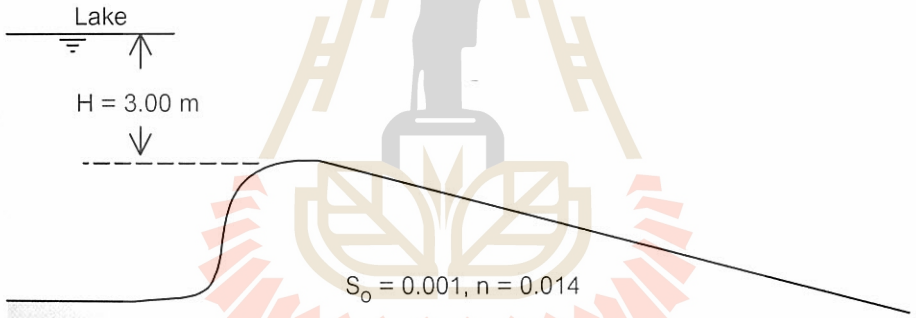
ค. จงจำแนกชนิดของความลาดชันในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

ง. จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้

5. น้ำไหลออกจากทะเลสาบเข้าสู่ลำน้ำที่มีความยาวมากและมีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 3.00 m ถ้าความลาดชันท้องน้ำเป็น 0.001, n = 0.014 และระดับความลึกของน้ำในทะเลสาบเหนือระดับพื้นคลองของลำน้ำที่จุดต่อ 3.00 m จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. ความลาดชันท้องน้ำเป็นชนิดใด

ข. ค่าอัตราการไหลของน้ำที่ไหลออกจากทะเลสาบ




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

## การบ้าน ครั้งที่ 6

ให้เมื่อ วันจันทร์ที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันศุกร์ที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2547

1. จงพิสูจน์ว่าความลาดชันของโค้งผิวน้ำเป็นไปตามสมการ (HW.6-1)

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f}{1 - Fr^2} \qquad \text{(HW.6-1)}$$

2. จงพิสูจน์ว่าเส้นโค้งผิวน้ำบนทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันมาก (Steep Slope) ของน้ำที่มีความลึกในแต่ละช่วงความลึก ( Zone 1 : $y > y_c > y_o$, Zone 2 : $y_c > y > y_o$ และ Zone 3 : $y < y_o < y_c$ ) จึงมีลักษณะเป็นเส้นโค้งผิวน้ำเป็น S1, S2 และ S3 ตามลำดับ โดยให้แยกวิเคราะห์ในแต่ละช่วงของความลึกตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

ก. ข้อสรุปทั่วไปของการเปลี่ยนแปลงความลึก ( เพิ่มขึ้นหรือลดลง ) และอธิบายว่าทำไมเป็นเช่นนั้น

ข. การเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำเมื่อความลึกของน้ำมีค่าใกล้ ความลึกการไหลปรกติ ( $y_o$ ) และอธิบายว่าทำไมเป็นเช่นนั้น

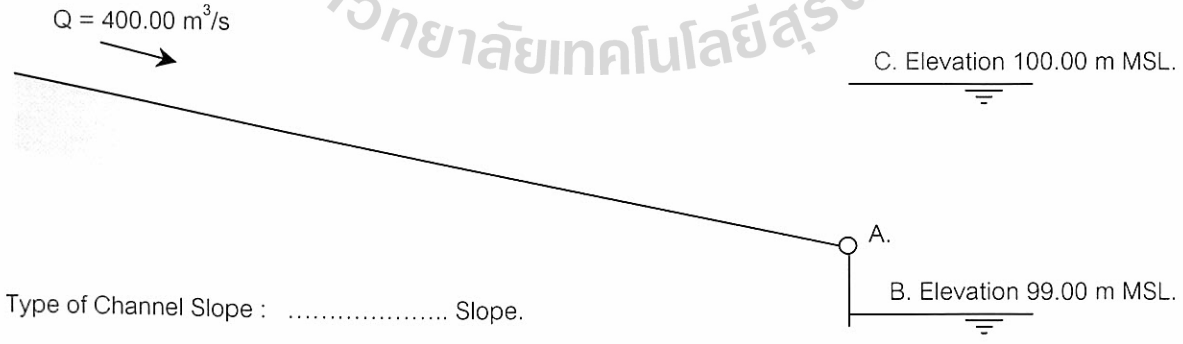
ค. การเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำเมื่อความลึกของน้ำมีค่าใกล้ ความลึกการไหลวิกฤต ( $y_c$ ) และอธิบายว่าทำไมเป็นเช่นนั้น

3. ทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวของทางน้ำยาวมากมีน้ำไหลด้วยอัตราการไหล 400.00 $m^3/s$ ถ้าทางน้ำเปิดกว้าง 10.00 m, ความลาดชันท้องน้ำ 0.001 และมีค่าสัมประสิทธิ์ Manning เท่ากับ 0.030 จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. คำนวณหาค่า ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ข. ความลาดชันท้องน้ำจัดว่าเป็นความลาดชันแบบใด เพราะอะไรจงอธิบาย

ค.จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิด




ง. ถ้าตำแหน่ง A. มีค่าระดับอยู่ที่ 100.00 m MSL. และระดับน้ำที่ท้ายน้ำอยู่ที่ระดับ B. เส้นโค้งผิวน้ำจะเป็นเช่นใด

จ. ถ้าตำแหน่ง A. มีค่าระดับอยู่ที่ 100.00 m MSL. และระดับน้ำที่ท้ายน้ำอยู่ที่ระดับ C. เส้นโค้งผิวน้ำจะเป็นเช่นใด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

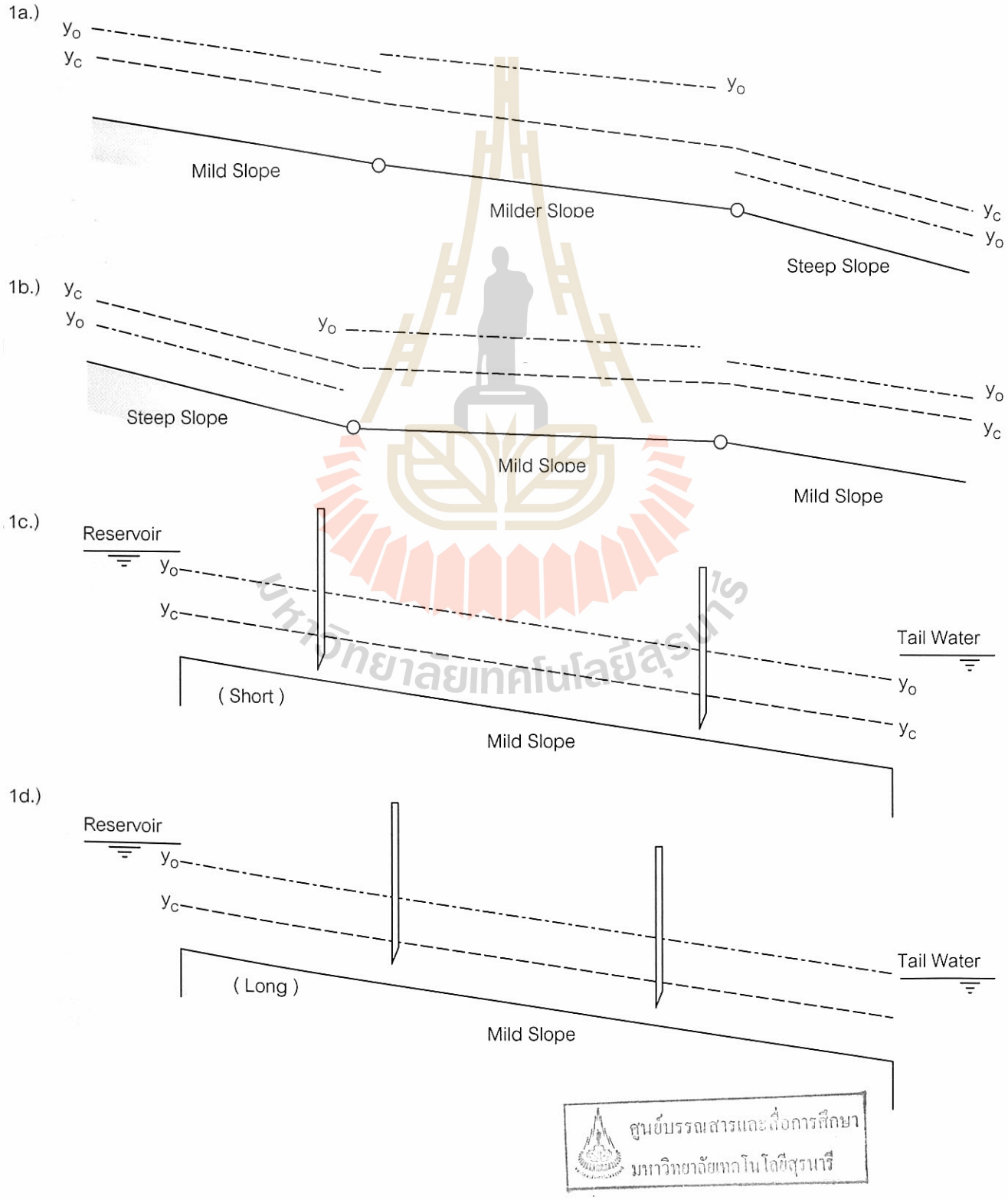
410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

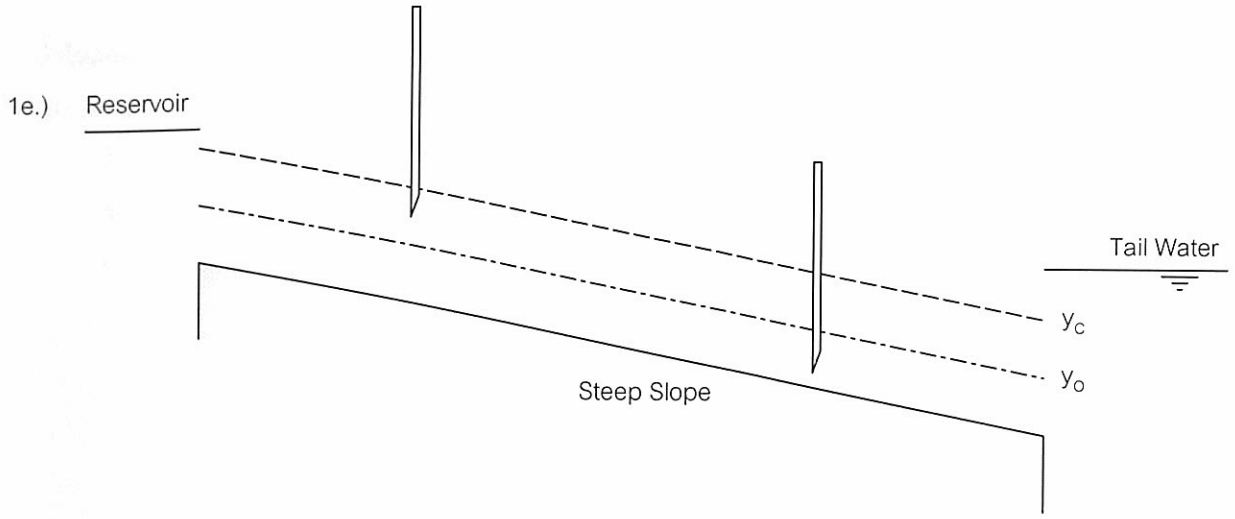
วันศุกร์ที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2547

## งานในชั้นเรียน 7

1. จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันท้องน้ำในแบบต่างๆ




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

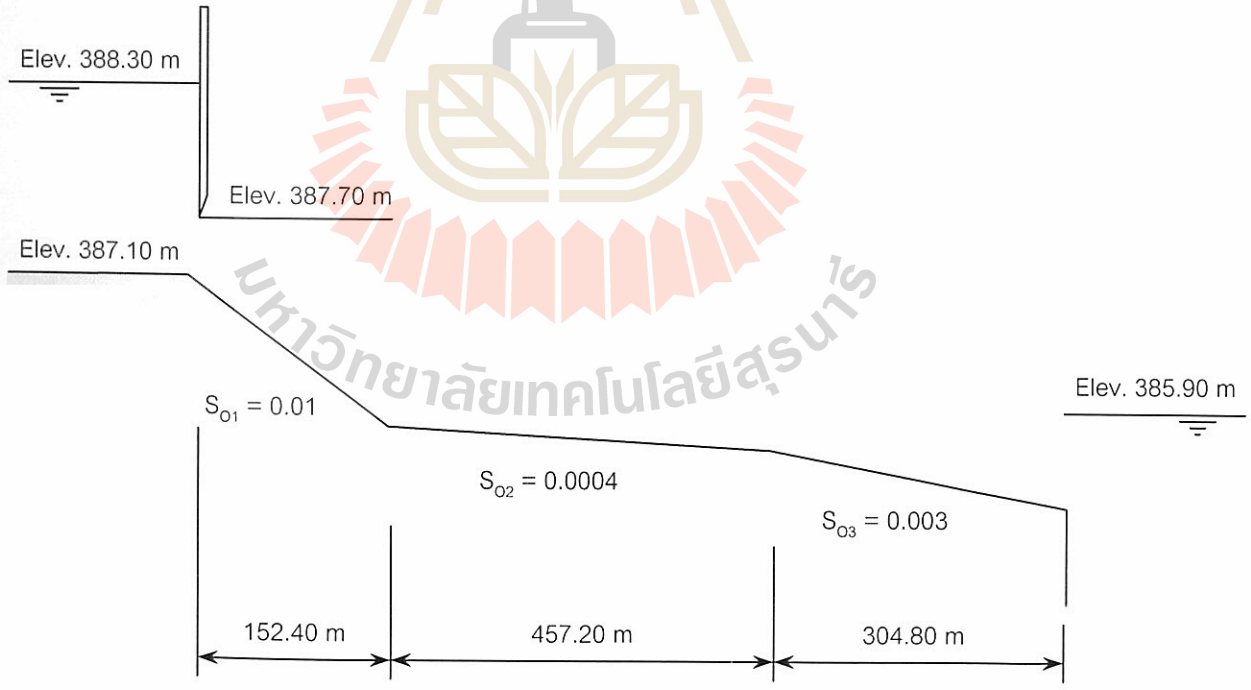



2. น้ำไหลทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีต ( n = 0.015 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 6.00 m ด้วยอัตราการไหล 15.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิดมีการเปลี่ยนแปลงจากที่ต้นน้ำไปยังท้ายน้ำเป็น $S_{O1}$= 0.01, $S_{O2}$= 0.0004 และ $S_{O3}$= 0.003 ตามลำดับ

ก. จงคำนวณหา ค่าความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_C$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_O$ ) ในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

ข. จงจำแนกชนิดของความลาดชันในแต่ละช่วงของทางน้ำเปิด

ค. จงเขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้



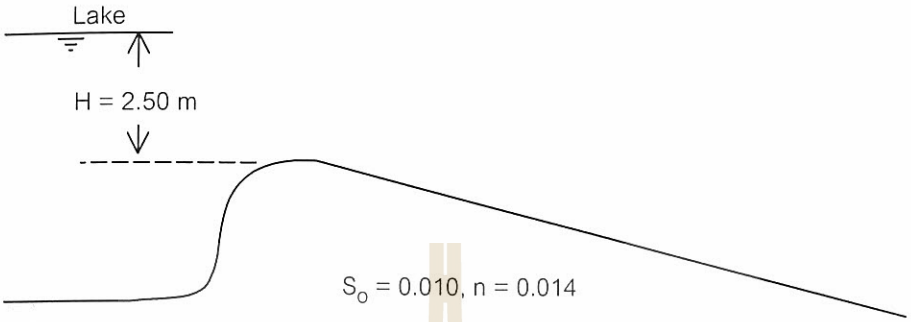

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. น้ำไหลออกจากทะเลสาบเข้าสู่ลำน้ำที่มีความยาวมากและมีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 4.00 m ถ้าความลาดชันท้องน้ำเป็น 0.010, n = 0.014 และระดับความลึกของน้ำในทะเลสาบเหนือระดับพื้นคลองของลำน้ำที่จุดต่อเป็น 2.50 m จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. ความลาดชันท้องน้ำเป็นชนิดใด

ข. ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ค. ค่าอัตราการไหลของน้ำที่ไหลออกจากทะเลสาบ




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

**การบ้าน ครั้งที่** 7

ให้เมื่อ วันศุกร์ที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันศุกร์ที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

1. จงอธิบายว่าทำไมความลึกการไหลของน้ำที่มีความลึกใกล้เคียงกับค่า ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) ในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันน้อย (Mild Slope) และความลาดชันมาก (Steep Slope) จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแนวตั้งฉากกับแนวลาดชันท้องน้ำ

2. จงอธิบายว่าทำไมความลึกการไหลของน้ำที่มีความลึกใกล้เคียงกับค่า ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ ) ในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันน้อย (Mild Slope) และความลาดชันมาก (Steep Slope) จึงมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงโดยลู่เข้าสู่ค่าความลึกแบบปรกติและขนานกับแนวท้องน้ำ

3. จงอธิบายว่าทำไมที่สภาพการไหลที่มีความลึกมากๆในทางน้ำเปิดทั้งในทางน้ำเปิดที่มี ความลาดชันน้อย (Mild Slope) และความลาดชันมาก (Steep Slope) จึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นโดยขนานกับเส้นแนวระดับ (Horizontal Line)

4. จงยกตัวอย่างการเกิดโค้งผิวน้ำแบบ M1, M2 และ M3 ในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันน้อย (Mild Slope)

5. จงยกตัวอย่างการเกิดโค้งผิวน้ำแบบ S1, S2 และ S3 ในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันน้อย (Steep Slope)

6. จงยกตัวอย่างการเกิดโค้งผิวน้ำแบบ C1 และ S3 ในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันวิกฤต (Critical Slope)

7. จงยกตัวอย่างการเกิดโค้งผิวน้ำแบบ H2 และ H3 ในทางน้ำเปิดที่แนวท้องน้ำวางตัวอยู่ในแนวระดับ (Horizontal Slope)

8. จงยกตัวอย่างการเกิดโค้งผิวน้ำแบบ A1, A2 และ A3 ในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันกลับ (Adverse Slope)

9. จงพิสูจน์ว่าเส้นโค้งผิวน้ำบนทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันน้อย (Mild Slope) ของน้ำที่มีความลึกในแต่ละช่วงความลึก ( Zone 1 : $y > y_o > y_c$, Zone 2 : $y_o > y > y_c$ และ Zone 3 : $y < y_c < y_o$ ) จึงมีลักษณะเป็นเส้นโค้งผิวน้ำเป็น M1, M2 และ M3 ตามลำดับ โดยให้แยกวิเคราะห์ในแต่ละช่วงของความลึกตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

ก. ข้อสรุปทั่วไปของการเปลี่ยนแปลงความลึก ( เพิ่มขึ้นหรือลดลง ) และอธิบายว่าทำไมเป็นเช่นนั้น

ข. การเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำเมื่อความลึกของน้ำมีค่าใกล้ ความลึกการไหลปรกติ ( $y_o$ ) และอธิบายว่าทำไมเป็นเช่นนั้น

ค. การเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำเมื่อความลึกของน้ำมีค่าใกล้ ความลึกการไหลวิกฤต ( $y_c$ ) และอธิบายว่าทำไมเป็นเช่นนั้น

10. สำหรับทางน้ำเปิดที่มีความชันเปลี่ยนแปลงจาก ความลาดชันมากที่ต้นน้ำ ไปเป็น ความลาดชันน้อยที่ท้ายน้ำ จะสามารถทราบได้อย่างไรว่า ไฮดรอลิคจัมพ์ ที่จะเกิดขึ้นจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดที่มีความลาดชันแบบใด จงอธิบาย และยกตัวอย่างการคำนวณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

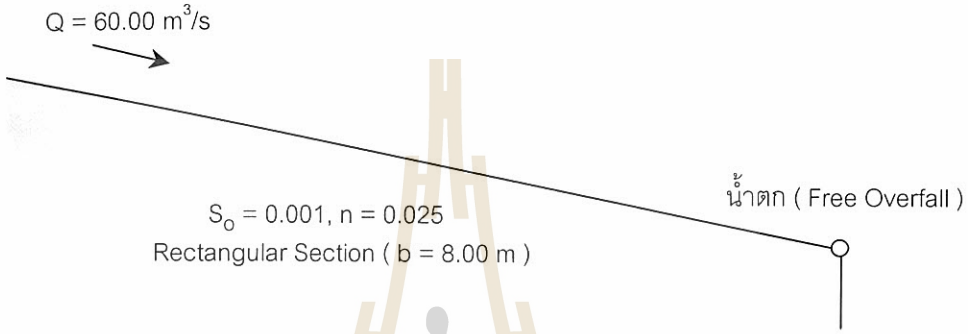
**410351 วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันจันทร์ที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน 8**

1. น้ำไหลทางน้ำเปิดดินขุด ( n = 0.025 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 8.00 m ด้วยอัตราการไหล 60.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิด $S_o$= 0.001 ถ้าที่ส่วนปลายของทางน้ำแห่งนี้เป็นน้ำตก ( Free Overfall ) จงตอบคำถามต่อไปนี้




ก. จงคำนวณหาค่า ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ข. จงจำแนกชนิดของความลาดชันของทางน้ำเปิด

ค. จงบอกว่าเส้นโค้งผิวน้ำที่เกิดขึ้นเป็นโค้งผิวน้ำแบบใด จากนั้นให้เขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้

ง. จงคำนวณหาระยะทางที่วัดจากตำแหน่งน้ำตกถึงตำแหน่งที่มีความลึกการไหลของน้ำมากกว่าความลึกที่ตำแหน่งน้ำตก 1.00 ( Distance Determined From Depth Change : ทราบ $\Delta y$ = +1.00 m คำนวณหา $\Delta x$ = ? )

จ. จงคำนวณหาค่าความลึกแตกต่างระหว่าง ความลึกการไหลที่ตำแหน่งน้ำตก และ ความลึกการไหลของน้ำที่ตำแหน่งห่างจากน้ำตกวัดขึ้นไปทางด้านต้นน้ำ 100.00 m ( Depth Computed From Distance Change : ทราบ $\Delta x$ = -100.00 m คำนวณหา $\Delta y$ = ? )

2. จากโจทย์ปัญหาการไหลใน ข้อ 1. ให้นักศึกษาสร้างตารางคำนวณเส้นโค้งผิวน้ำโดยใช้วิธี Step Method ดังนี้

ก. คำนวณหาระยะทางจากค่าความลึกที่เปลี่ยนแปลง ( Distance Determined From Depth Change ) จากตำแหน่งน้ำตกจนถึงตำแหน่งที่มีความลึกการไหลของน้ำมากกว่าความลึกที่ตำแหน่งน้ำตก 1.00 m โดยกำหนดให้ค่าความลึกแตกต่างในแต่ละขั้นของการคำนวณมีค่าไม่เกินความลึกช่วงละ 0.10 m ( $\Delta y < 0.10$ m, $\Sigma\Delta y = 1.00$ m )

ข. คำนวณหาค่าความลึกจากระยะทางที่เปลี่ยนแปลง ( Depth Computed From Distance Change ) จากตำแหน่งน้ำตกจนถึงตำแหน่งที่อยู่เหนือน้ำของน้ำตกเป็นระยะทาง 100.00 m โดยกำหนดให้ระยะทางที่เปลี่ยนแปลง ในแต่ละขั้นของการคำนวณมีค่าไม่เกินความลึกช่วงละ 0.10 m ในช่วง 2.00 m แรก ( $\Delta x < 0.20$ m, $\Sigma\Delta x = 1.00$ m ) และ ช่วงละไม่เกิน 10.00 m สำหรับระยะทางที่เหลือ ( $\Delta x < 10.00$ m, $\Sigma(\Delta x) = 99.00$ m )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 วิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

**การบ้าน ครั้งที่** 8

ให้เมื่อ วันจันทร์ที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันศุกร์ที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

1. จงพิสูจน์ว่าสามารถคำนวณหาระยะทางจากค่าความลึกที่เปลี่ยนแปลง ( Distance Determined From Depth Change ) โดยใช้สมการ (HW.8-1)

$$\Delta x = x_{i+1} - x_i = \frac{E_{i+1} - E_i}{S_o - \bar{S}_f} \qquad \text{(HW.8-1)}$$

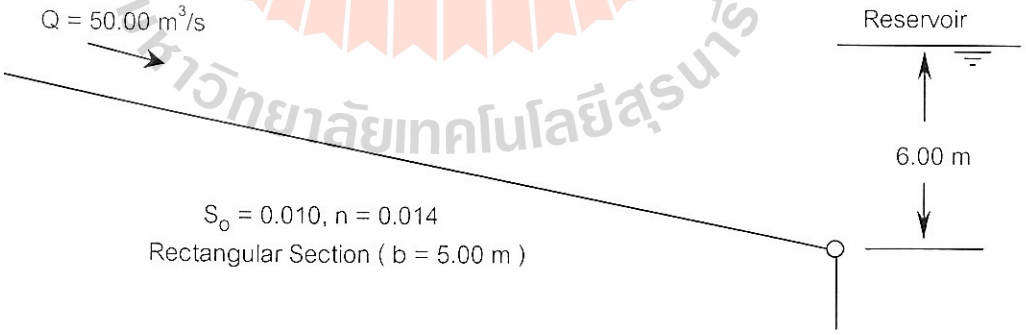
เมื่อ $E = y + \frac{V^2}{2g}$ เป็น พลังงานจำเพาะที่แต่ละหน้าตัด และ $\bar{S}_f = \frac{S_{f,i+1} + S_{f,i}}{2}$ เป็น ค่าความชันเฉลี่ยของเส้นพลังงานของสองหน้าตัดการไหลที่ทำการพิจารณา

2. จงพิสูจน์ว่าสามารถคำนวณหาค่าความลึกจากระยะทางที่เปลี่ยนแปลง ( Depth Computed From Distance Change ) โดยใช้สมการ (HW.8-2)

$$U(y_{i+1}) = U(y_i) + (S_o - S_{f,i})\Delta x \qquad \text{(HW.8-2)}$$

เมื่อ $U(y) = E + \frac{1}{2} S_f \Delta x$ เป็น ค่าความชันของเส้นผิวน้ำที่แต่ละหน้าตัดการไหล สำหรับการคำนวณความลึกจากระยะทางที่แตกต่างโดยวัดตามทิศทางการไหล ( i ,i+1 แทน หน้าตัดการไหลที่ต้นน้ำและหน้าตัดการไหลที่ท้ายน้ำ ตามลำดับ )

3. น้ำไหลทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีต ( n = 0.014 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 5.00 m ด้วยอัตราการไหล 50.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิด $S_o$ = 0.010 ถ้าน้ำไหลออกจากทางน้ำเปิดแห่งนี้ลงสู่อ่างเก็บน้ำที่มีระดับน้ำในอ่างสูงกว่าระดับที่ท้องน้ำของส่วนปลายของทางน้ำเปิดเป็น 6.00 m จงตอบคำถามต่อไปนี้




ก. จงคำนวณหาค่า ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ข. จงจำแนกชนิดของความลาดชันของทางน้ำเปิด

ค. จงบอกว่าเส้นโค้งผิวน้ำที่เกิดขึ้นเป็นโค้งผิวน้ำแบบใด จากนั้นให้เขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้

ง. ให้นักศึกษาสร้างตารางคำนวณเส้นโค้งผิวน้ำโดยใช้วิธี Step Method ดังนี้

a ) คำนวณหาระยะทางจากค่าความลึกที่เปลี่ยนแปลง ( Distance Determined From Depth Change )

b ) คำนวณหาค่าความลึกจากระยะทางที่เปลี่ยนแปลง ( Depth Computed From Distance Change )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

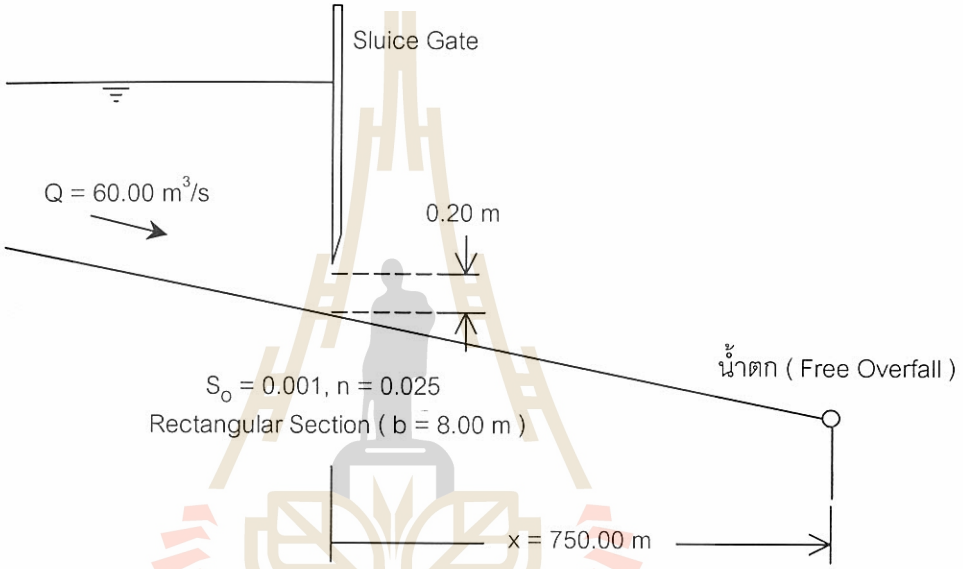
410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันศุกร์ที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน** 9

น้ำไหลทางน้ำเปิดดินขุด ( n = 0.025 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 8.00 m ด้วยอัตราการไหล 60.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิด $S_o$= 0.001 ถ้าที่ส่วนปลายของทางน้ำแห่งนี้เป็นน้ำตก ( Free Overfall ) จงตอบคำถามต่อไปนี้




ก. จงคำนวณหาค่า ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ข. จงจำแนกชนิดของความลาดชันของทางน้ำเปิด

ค. จงบอกว่าเส้นโค้งผิวน้ำที่เกิดขึ้นเป็นโค้งผิวน้ำแบบใด จากนั้นให้เขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้

ง. จงคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกการไหลเทียบกับระยะทางที่วัดจากประตูน้ำบานยก ( Sluice Gate ) ที่เกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้

จ. จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกการไหลเทียบกับระยะทางที่วัดจากประตูน้ำบานยก และหาตำแหน่งที่เกิดไฮดรอลิคจัมพ์ขึ้นในทางน้ำเปิด

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

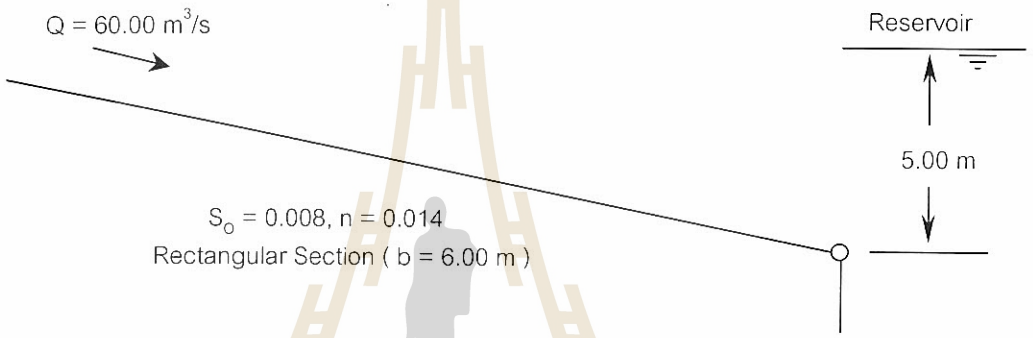
อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

**การบ้าน ครั้งที่** 9

ให้เมื่อ วันศุกร์ที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันจันทร์ที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

น้ำไหลทางน้ำเปิดที่ดาดด้วยคอนกรีต ( n = 0.014 ) และมีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างคงที่ 6.00 m ด้วยอัตราการไหล 60.00 $m^3/s$ ถ้าความลาดชันท้องน้ำของทางน้ำเปิด $S_O$= 0.008 ถ้าน้ำไหลออกจากทางน้ำเปิดแห่งนี้ลงสู่อ่างเก็บน้ำที่มีระดับน้ำในอ่างสูงกว่าระดับที่ท้องน้ำของส่วนปลายของทางน้ำเปิดเป็น 5.00 m จงตอบคำถามต่อไปนี้




ก. จงคำนวณหาค่า ความลึกการไหลแบบวิกฤต (Critical Depth, $y_c$ ) และ ความลึกการไหลแบบปรกติ ( Normal Depth, $y_o$ )

ข. จงจำแนกชนิดของความลาดชันของทางน้ำเปิด

ค. จงบอกว่าเส้นโค้งผิวน้ำที่เกิดขึ้นเป็นโค้งผิวน้ำแบบใด จากนั้นให้เขียนเส้นร่างของเส้นโค้งผิวน้ำ ( Sketch Flow Profile ) ที่น่าจะเกิดขึ้นในทางน้ำเปิดแห่งนี้

ง. ให้นักศึกษาสร้างตารางคำนวณเส้นโค้งผิวน้ำโดยใช้วิธี Step Method โดย คำนวณหาระยะทางจากค่าความลึกที่เปลี่ยนแปลง ( Distance Determined From Depth Change ) หรือ คำนวณหาค่าความลึกจากระยะทางที่เปลี่ยนแปลง ( Depth Computed From Distance Change ) แบบใดแบบหนึ่ง

จ. จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกการไหลเทียบกับระยะทางที่วัดจากประตูน้ำบานยก และหาตำแหน่งที่เกิดไฮดรอลิคจัมพ์ขึ้นในทางน้ำเปิด ( โดยบอกเป็นระยะทางที่วัดจากส่วนปลายสุดของทางน้ำเปิดที่เชื่อมต่อกับอ่างเก็บน้ำจนถึงตำแหน่งที่เกิดไฮดรอลิคจัมพ์ )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันจันทร์ที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน 10**

1. จงออกแบบทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูดาดด้วยคอนกรีตหยาบ ( n = 0.014 ) เพื่อรองรับอัตราการไหล 500.00 cfs บนความลาดชันท้องน้ำเป็น 0.002 จงตอบคำถามดังต่อไปนี้

ก. ถ้ากำหนดให้ความลาดชันด้านข้างเป็น 1H : 1V และความกว้างที่พื้นคลอง $b_o$= 20.00 ft จงออกแบบทางน้ำเปิดหน้าพร้อมวาดภาพร่างหน้าตัดของทางน้ำเปิดที่ออกแบบในการก่อสร้าง

ข. ถ้ากำหนดให้เป็นหน้าตัดที่ดีที่สุดของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จงออกแบบทางน้ำเปิดหน้าพร้อมวาดภาพร่างหน้าตัดของทางน้ำเปิดที่ออกแบบในการก่อสร้าง

2. ทางน้ำเปิดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าถูกออกแบบให้ระบายน้ำด้วยอัตราการไหล 0.50 cms บนความลาดชันท้องน้ำ 0.002 และความชันด้านข้าง 0.5H : 1V ตามลำดับ ถ้าใช้คอนกรีตก่อสร้างทางน้ำเปิดแห่งนี้ ( n = 0.015 ) โดยมีค่าวัสดุในการปูพื้นคลองและด้านข้างเป็น B =120.00 บาท/ตร.ม. และ $\Gamma$ = 80.00 บาท/ตร.ม. ตามลำดับ ส่วนค่าวัสดุในการก่อสร้างที่มุมต่อความยาวทางน้ำเป็น 15.00 บาท/เมตร และมีระยะเผื่อน้ำล้น ( vertical freeboard requirement, F ) 0.20 m

ก. จงคำนวณความลึกและความกว้างของพื้นคลองของทางน้ำเปิดแห่งนี้ที่จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างน้อยที่สุด

ข. จงคำนวณหาราคาค่าวัสดุก่อสร้างต่อหนึ่งหน่วยความยาวของทางน้ำเปิดแห่งนี้ที่มีราคาต่ำที่สุด

ค. วาดภาพร่างหน้าตัดของทางน้ำเปิดที่ออกแบบในการก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

**การบ้าน ครั้งที่** 10

ให้เมื่อ วันจันทร์ที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันศุกร์ที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

ให้นักศึกษาทำการศึกษาวิธีการออกแบบทางน้ำเปิด ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

ก. ศึกษาทางน้ำเปิดที่**ไม่มี**การปูหรือดาดพื้นผิวของทางน้ำด้วยวัสดุที่พื้นผิว ( erodible channels which scour but do not silt )

ข. ศึกษาทางน้ำเปิดที่มีหญ้าปลูกไว้ในทางน้ำ ( grassed channels )

เมื่อทำการศึกษาวิธีการออกแบบแล้ว ให้นักศึกษาทำสรุปย่อขั้นตอนการออกแบบและแสดงตัวอย่างการออกแบบอย่างละเอียดทุกขั้นตอน โดยให้ทำการสมมุติปัญหาการออกแบบขึ้นเอง ( จะต้องไม่ซ้ำกับตัวอย่างที่ปรากฏอยู่ใน หนังสือ หรือ กับตัวอย่างของเพื่อนคนอื่น ) พร้อมวาดภาพร่างหน้าตัดของทางน้ำเปิดที่ออกแบบในการก่อสร้าง

***หมายเหตุ*** *: ตัวอย่างใดที่เห็นว่ามีความเหมาะสมจะนำมาใช้ในการออกข้อสอบต่อไป*

**รายการเอกสารอ้างอิงที่นักศึกษาสามารถศึกษาค้นคว้าได้** ( ตัวอย่าง )

1. Ven Te Chow : Open-Channel Hydraulics, McGraw-Hill International Editions, 1973, pp.157-191.

2. Richard H. French : Open-Channel Hydraulics, McGraw-Hill International Editions, 1994, pp.273-324.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันศุกร์ที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน** 11

ถ้าต้องการออกแบบท่อลอด ( Culvert ) เพื่อระบายน้ำลอดใต้ถนนที่จะสร้างใหม่แห่งหนึ่ง โดยค่าอัตราการไหลที่นำมาใช้ในการออกแบบได้จากการวิเคราะห์คาบการกลับ 25 ปี ของนักอุทกวิทยาซึ่งมีค่าเท่ากับ 300 cfs ถ้าจุดต่ำสุดของท่อลอดที่หน้าตัดทางเข้ามีค่าระดับ 150.00 ft, ความลาดชันท้องน้ำเดิม ที่ถนนตัดผ่านเป็น 0.010, ท่อลอดมีความยาว 175.00 ft, ระดับไหล่ถนนอยู่ที่ 162.00 ft และความลึกน้ำเหนือจุดต่ำสุดของหน้าตัดที่น้ำไหลออกเป็น 3.00 ft ถ้ากำหนดให้ใช้ท่อคอนกรีต ( n = 0.014 ) กลมในการก่อสร้างท่อลอดใต้ถนนและมีระยะเผื่อน้ำล้นข้ามถนน 3.00 ft จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลอดน้อยที่สุดเป็นเท่าใด

ข. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลอดควรจะเป็นไปได้ในการเลือก ( ขนาดท่อที่มีขายตามท้องตลาด หรือ ใช้ตัวเลขที่ลงตัว )

ค. จงคำนวณหาความเร็วและสถานะการไหลในท่อลอด

ง. ท้องน้ำเป็นชนิดใด และ เกิดไฮดรอลิคจั๊มในท่อลอดหรือไม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 วิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulic Engineering)

เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

## การบ้าน ครั้งที่ 11

ให้เมื่อ วันศุกร์ที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันจันทร์ที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

ให้นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

ก. จงอธิบายและบอกความแตกต่างระหว่าง *inlet control* และ *outlet control* ของการไหลผ่านท่อลอด โดยยกรูปตัวอย่างประกอบ

ข. ในการออกแบบท่อลอดต้องต้องใช้ข้อมูลอะไรในการออกแบบบ้าง มีข้อจำกัดอะไรบ้าง

ค. จงอธิบายวิธีการออกแบบ และ แสดงขั้นตอนของการออกแบบโครงสร้างทางเข้าและออกของท่อลอด

**รายการเอกสารอ้างอิงที่นักศึกษาสามารถศึกษาค้นคว้าได้** ( ตัวอย่าง )


1. Ven Te Chow : Open-Channel Hydraulics, McGraw-Hill International Editions, 1973, pp.493-499.
2. Richard H. French : Open-Channel Hydraulics, McGraw-Hill International Editions, 1994, pp.365-390.
3. Roberson, Cassidy and Chaudhry : Hydraulic Engineering, 2nd Edition, John Wiley&Sons.Inc, 1997, pp.347-355.
4. Terry W. Sterm : Open Channel Hydraulic, McGraw-Hill Series in water Resource Engineering and Environmental Engineerng, 2001, pp.215-235.
5. ผศ.กีรติ ลีวัจนกุล : วิศวกรรมชลศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2543, หน้า10-75 ถึง10-92.


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

อ.เชาวน์ หิรัญตียะกุล D07 Tel. 4350

วันจันทร์ที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

**งานในชั้นเรียน** 12

1. ถ้าต้องการใช้ฝายสันคมที่มีช่องเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้างคงที่ 1.00 m เพื่อยกระดับน้ำในคลองชลประทานแห่งหนึ่งให้อยู่ที่ระดับ 100.00 m MSL. แต่ยอมให้อัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านสันฝายจะต้องไม่เกิน 2.00 $m^3/s$ กำหนดให้สัมประสิทธิ์อัตราการไหล ($C_d$) ของฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่าเท่ากับ 0.60 จงคำนวณหาค่าระดับของสันฝายที่จะนำไปติดตั้งในคลองชลประทานแห่งนี้

2. ถ้าต้องการใช้ฝายสันคมที่มีช่องเปิดรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วและมีมุมยอด 90° เพื่อยกระดับน้ำในคลองชลประทานแห่งหนึ่งให้อยู่ที่ระดับ 100.00 m MSL. แต่ยอมให้อัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านสันฝายจะต้องไม่เกิน 2.00 $m^3/s$ กำหนดให้สัมประสิทธิ์อัตราการไหล ($C_d$) ของฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีค่าเท่ากับ 0.58 จงคำนวณหาค่าระดับของสันฝายที่จะนำไปติดตั้งในคลองชลประทานแห่งนี้

3. ถ้านำฝายสันคมไปติดตั้งที่จุดต่อระหว่างคลองชลประทานที่มีระดับพื้นคลองแตกต่างกันสองแห่ง พบว่าความลึกของน้ำในคลองชลประทานด้านต้นน้ำและท้ายน้ำอยู่สูงกว่าระดับสันฝายเป็น 0.75 m และ 0.50 m ตามลำดับ จงคำนวณหาอัตราการไหลที่ผ่านสันฝาย กำหนดให้ความกว้างของคลองชลประทานทั้งสองแห่งและความกว้างสันฝายมีค่าเท่ากันโดยเท่า 4.00 m และสัมประสิทธิ์อัตราการไหล ($C_d$) ของฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่าเท่ากับ 0.60

4. ในการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลลอดผ่านประตูน้ำแบบบานยก (Sluice Gate) ที่มีความกว้าง 1.25 m พบว่าเมื่อปล่อยให้น้ำไหลผ่านประตูน้ำที่ถูกยกสูงขึ้นจากระดับพื้นคลอง 0.40 m ด้วยอัตราการไหล 2.50 $m^3/s$ สามารถวัดระดับน้ำที่หน้าและหลังประตูน้ำได้ 2.50 m และ 0.25 m ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล ($C_d$), ค่าสัมประสิทธิ์การคอดตัวของน้ำ ($C_c$) และค่าสัมประสิทธิ์ความเร็ว ($C_v$) ของการไหลผ่านประตูน้ำแบบบานยกบานนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

410351 **วิศวกรรมชลศาสตร์** (Hydraulic Engineering)

**เชาวน์ หิรัญตียะกุล** D07 Tel. 4350

**การบ้าน ครั้งที่** 12

ให้เมื่อ วันจันทร์ที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

กำหนดส่ง วันศุกร์ที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

1. จงพิสูจน์ว่าอัตราการไหลของน้ำ (Q) ที่ไหลผ่านฝายสันคมที่มีช่องเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Sharp-Crested Weir) ความกว้าง B มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของน้ำเหนือสันฝาย H เป็นไปตามสมการ (HW.12-1)

$$Q = C_d \frac{2}{3} B\sqrt{2g}H^{3/2} \qquad \text{(HW.12-1)}$$

2. จงพิสูจน์ว่าอัตราการไหลของน้ำ (Q) ที่ไหลผ่านฝายสันคมที่มีช่องเปิดรูปสามเหลี่ยม (Triangular Sharp-Crested Weir) ที่มีมุมยอดเท่ากับ $\theta$ มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของน้ำเหนือสันฝาย H เป็นไปตามสมการ (HW.12-2)

$$Q = C_d \frac{8}{15} tan(\frac{\theta}{2})\sqrt{2g}H^{5/2} \qquad \text{(HW.12-2)}$$

3. จงพิสูจน์ว่าอัตราการไหลของน้ำ (Q) ที่ไหลผ่านฝายสันหนา (Broad-Crested Weir) ที่มีความกว้างเท่ากับความกว้างของทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้าง B มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของต้นน้ำเหนือสันฝาย H และระดับความลึกน้ำบนสันฝาย h เป็นไปตามสมการ (HW.12-3)

$$Q = C_d Bh\sqrt{2g(H-h)} \qquad \text{(HW.12-3)}$$

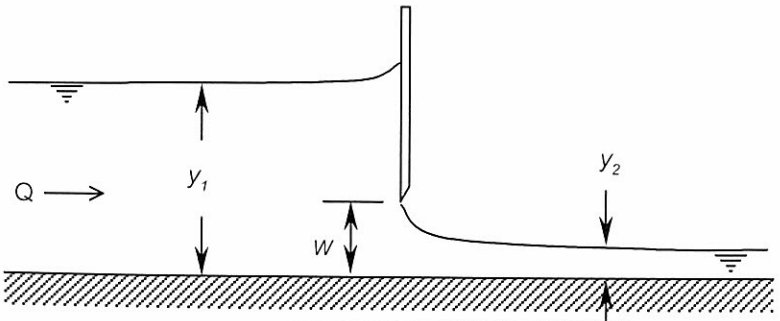
4. จงพิสูจน์ว่าอัตราการไหลของน้ำ (Q) ที่ไหลผ่านประตูน้ำแบบบานยก (Sluice Gate) ที่มีความกว้างเท่ากับความกว้างของทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความกว้าง B มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของน้ำที่ด้านหน้าของประตูน้ำ ($y_o$), ระยะความสูงของขอบล่างของบานประตูน้ำเหนือพื้นคลอง (W) และระดับความลึกน้ำที่ไหลลอดออกใต้บานประตูน้ำ ($y_d$) เป็นไปตามสมการ (HW.12-4)

$$Q = C_d BW\sqrt{2gy_1} \qquad \text{(HW.12-4)}$$

เมื่อ $C_d = \dfrac{C_V C_C}{\sqrt{C_C \dfrac{W}{y_1} + 1}}$ เป็น ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล (Coefficient of Discharge) ที่ไหลลอดผ่านบานประตูน้ำ

$C_C = y_2 / W$ เป็น ค่าสัมประสิทธิ์การคอดตัว หรือ หดตัว (Coefficient of Contraction) ของน้ำที่ไหลผ่านบานประตูน้ำ

$C_V$ เป็น ค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วการไหล (Coefficient of Velocity) ของน้ำที่ไหลผ่านบานประตูน้ำ




ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี