บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 การไหลแบบอิสระ

5.1.1 จากตารางที่ 1 เมื่อทำการวัด ความกว้างของคลองจะมีค่าเท่ากับ b = 5.5 cm ความยาวของคลองมีค่าเท่ากับ L = 2.5 m วัดค่าความความลาดที่เปลี่ยนไปจากระดับเดิม (สมดุล)มีค่าเท่ากับ y = 1 cm แล้วค่าความลาดจะมีค่าเท่ากับ $y/L = 4 \times 10^{-3}$ ทำการวัดระดับของบานประตูระบายน้ำมีค่าเท่ากับ $G_o = 0.01$ m และทำการปล่อยน้ำ จากตารางที่ 1 จะได้ค่าระดับน้ำก่อนผ่านประตูระบายน้ำ $Y_1 = 1.950 \times 10^{-2}$ m ค่าประดับน้ำที่หลังผ่านบานประตูระบายน้ำมีค่าเท่ากับ

$Y_2 = 8 \times 10^{-3}$ m ปริมาตรของน้ำที่วัดได้เท่ากับ V = 30 litre จับเวลาได้เท่ากับ

T = 157.63 sec นำค่าปริมาตรมาหารด้วยจำนวนเวลาจะได้ค่าอัตราการไหลมีค่าเท่ากับ

$Q = 1.903 \times 10^{-4}$ m^3/s หลังจากนั้นจะได้ค่าความเร็ว

$$V_1 = Q/A_1 = Q/(bY_1) = 1.77 \times 10^{-1} \text{ m/s}$$

แล้วนำมาหาค่า C_d จากสมการ

$$C_d = (Y_2/G_o)[1/(1+Y_2/Y_1)]$$

ตัวอย่างการคำนวณจากการทดลองครั้งที่ 1

ตัวที่ทราบค่า y = 0.01 m , L = 2.5 m , ปริมาตรของน้ำ = 30 litre , เวลา = 157.63 sec , $G_o = 0.01$ m , $Y_1 = 1.950 \times 10^{-2}$ m , $Y_2 = 8 \times 10^{-3}$ m

วิธีทำ

หาค่าความลาด $= y/L$

$= 0.01/2.5$

$= 0.004$

หาค่าอัตราการไหล $=$ **ปริมาตรน้ำ/เวลา**

$= 30(1000) \times 10^{-6}/157.63$

$= 1.903 \times 10^{-4}$ m^3/s

หาค่า C_d $= (Y_2/G_o)[1/(1+Y_2/Y_1)]$

$= [(8 \times 10^{-3})/(0.01)][1/(1+(8 \times 10^{-3}/1.950 \times 10^{-3})]$

เพราะฉะนั้นค่า C_d จึงมีค่าเท่ากับ 0.674 แล้วทำการคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่ได้ทำมาซ้ำอีก10 ครั้ง โดยกำหนดให้ค่าความลาดชันและค่าการเปิดระดับบานประตูน้ำคงที่เพิ่มอัตราการไหล แล้วนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_d กับค่า Y_1 จะได้รูปกราฟที่ 1ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลแบบอิสระจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นกราฟเส้นโค้ง

5.1.2 จากตารางที่ 2 กำหนดให้ค่าความลาดชัน(y/L) เปลี่ยนไป จากตารางจะทำการเปลี่ยนค่าจาก 0.5 , 0.75 , 1 , 1.25 ,1.5 และ 1.75 cm นำมาคำนวณตามข้อที่ 1 จะได้ค่าความลาดชันเท่ากับ 0.002 , 0.003 , 0.004 , 0.005 , 0.006 และ 0.007 ค่าการเปิดระดับบานประตูมีค่าเท่ากับ G_o = 0.008 m และอัตราการไหลคงที่ จากตารางค่าที่ 1 ปริมาตรของน้ำมีค่าเท่ากับ 30 litre เวลามีค่าเท่ากับ 75.22 sec โดยคำนวณตามข้อที่ 1 จะได้ค่าเท่ากับ $Q = 3.988 \times 10^{-4}\ m^3/s$ แล้วนำมาคำนวณหาค่า C_d จะมีค่าเท่ากับ 0.9250 (จากค่าความลาดมีค่าเท่ากับ 0.002) แล้วนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_d กับค่า Y_1 จะได้กราฟรูปที่ 2 จากกราฟจะได้ ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลแบบอิสระ C_d จะมีค่าคงที่

5.1.3 จากตารางที่ 3 กำหนดให้ค่าการเปิดระดับบานประตูเปลี่ยนไป (G_o) โดยทำการเพิ่มการเปิดระดับบานประตูจาก 0.010 , 0.0125 , 0.015 , 0.0175 และ 0.02 m โดยกำหนดค่าความลาดชัน(y/L)คงที่ จากการปรับค่า y ให้เท่ากับ 0.01 m เพราะฉะนั้นค่าความลาดชันจะมีค่าเท่ากับ 0.004 และค่าอัตราการไหลคงที่ จากตารางค่าที่ 1 ปริมาตรของน้ำมีค่าเท่ากับ 35 litre เวลามีค่าเท่ากับ 65.10 sec โดยคำนวณตามข้อที่ 1 จะได้ค่าเท่ากับ $Q = 5.376 \times 10^{-4}\ m^3/s$ ทำการคำนวณตามข้อที่ 1 จะได้ค่า Cd มีค่าเท่ากับ 0.768 (โดยค่าประดับการเปิดบานประตูมีค่าเท่ากับ 0.01 m) แล้วทำการทดลองซ้ำ แล้วนำค่า C_d เขียนกราฟความสัมพันธ์ C_d กับค่า Y_1 จะได้กราฟรูปที่ 3 จากกราฟจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลแบบอิสระ(C_d) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง

5.1.4 จากตารางที่ 4 กำหนดให้ค่าความลาดชัน(y/L)และค่าการเปิดระดับบานประตู(G_o)เปลี่ยนไป โดยการเพิ่มความลาดชัน จากค่า y = 0.01 , 0.0125 , 0.015 และ 0.0175 m จะได้ค่าความลาดชัน(y/L)เท่ากับ 0.004 , 0.005 , 0.006 และ 0.007 ค่าการเปิดระดับบานประตูมีค่าเท่ากับ 0.0100 , 0.0125 , 0.0150 และ 0.0175 m โดยให้ค่าความลาดชัน 0.004 จะทำการเปิดบานประตู 0.0100 m ซึ่งจะหาปริมาตรน้ำได้เท่ากับ 30 litre เวลามีค่าเท่ากับ63.75 sec โดยการคำนวณตามข้อที่ 1 จะได้ค่าอัตราการไหลเท่ากับ $Q = 4.706 \times 10^{-4}\ m^3/s$ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลแบบอิสระ(C_d)มีค่าเท่ากับ 0.763 แล้วทำการทดลองซ้ำ เพื่อนำค่า C_d มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_d กับค่า Y_1 จะได้รูปกราฟที่ 4

5.2 การไหลแบบ Submerge

5.2.1 จากตารางที่ 5 กำหนดให้ค่าความลาดชัน(y/L)มีค่าคงที่ จากตารางกำหนดให้ ค่า y มีค่าเท่ากับ 0.01 m จากข้อที่ 1 ค่าความลาดชัน(y/L)จะมีค่าเท่ากับ 0.004 และกำหนดให้ค่าการเปิดระดับบานประตู(G_o)มีค่าคงที่ โดยค่าระดับการเปิดบานประตู(G_o)มีค่าเท่ากับ 0.008 m จากตาราง การทดลองครั้งที่ 1 ได้ค่าปริมาตรการไหลของน้ำมีค่าเท่ากับ 30 litre เวลาที่ได้มีค่าเท่ากับ 138.93 sec ค่า Y_1 คือค่าระดับน้ำก่อนผ่านบานประตูระบายน้ำ มีค่าเท่ากับ 0.05 m ค่า Y คือค่าระดับน้ำผ่านบานประตูระบายน้ำบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์ Submerge มีค่าเท่ากับ 0.0260 m ค่า Y_3 คือค่าระดับน้ำที่ผ่านบานประตูหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ Submerge แล้ว มีค่าเท่ากับ 0.04 m ค่า h_s คือค่า $Y - G_o$ จึงมีค่าเท่ากับ h_s = 0.018 m ค่า h คือค่าผลต่างของ head ระหว่างเหนือน้ำกับท้ายน้ำ ซึ่งรวมถึง velocity head ด้วยจะมีค่าเท่ากับ

$$h = (Q/bY_1)^2/2g + Y_1 - Y$$

จากสมการจะได้ค่า h เท่ากับ 0.02431 m จากข้อมูลทั้งหมดจะสามารถหาค่า C_s ได้จากสมการ

$$C_s = Q/[bh_s(2gh)^{1/2}]$$

ตัวอย่างในการคำนวณจากการทดลองครั้งที่ 1

ตัวที่ทราบค่า y = 0.01 m , L = 2.5 m , ปริมาตรของน้ำ = 30 litre , เวลา = 138.93 sec , G_o = 0.008 m , Y_1 = 0.05 m , Y_3 = 0.04 m , Y = 0.026 m , b = 0.055 m

หาค่าความลาด = y/L

= 0.01/2.5

= 0.004

หาค่าอัตราการไหล = ปริมาตรน้ำ/เวลา

= $30(1000) \times 10^{-6}/138.93$

= 2.159×10^{-4} m^3/s

หาค่าความเร็วของน้ำ(V_1) = $Q/(bY_1)$

= $2.159 \times 10^{-4}/(0.055 \times 0.05)$

= 7.85×10^{-2} m/s

หาค่า h = $Y - G_o$

หาค่า $h_s = V_1^2/(2g)+Y_1-Y$

$= (2.159 \times 10^{-4})^2/(2 \times 9.81) + 0.05 - 0.026$

$= 2.431 \times 10^{-2}$ m

หาค่า $C_d = Q/[bh_s(2gh)^{1/2}]$

$= 2.159 \times 10^{-4}/[0.055 \times 2.431 \times 10^{-2} (2 \times 9.81 \times 0.018)^{1/2}]$

$= 0.316$

ทำการทดลองซ้ำอีก 8 ครั้งโดยลดอัตราการไหล แล้วทำการคำนวณหาค่า C_s แล้วนำค่า C_s ที่ได้นำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_s กับค่า h_s/G_o จะได้กราฟรูปที่ 5 สัมประสิทธิ์ของการไหลแบบ Submerge จะมีค่าลดลงเป็นกราฟเส้นตรง ในกราฟ log-log scale

5.2.2 จากตารางที่ 6 กำหนดให้ค่าความลาดชัน(y/L)เปลี่ยนไป จากตารางจะทำการเปลี่ยนค่าจาก 0.5 , 0.75 , 1 , 1.25 ,1.5 และ 1.75 cm นำมาคำนวณตามข้อที่ 5 จะได้ค่าความลาดชันเท่ากับ 0.002 , 0.003 , 0.004 , 0.005 , 0.006 และ 0.007 ค่าการเปิดระดับบานประตู(G_o)คงที่ มีค่าเทากับ 0.01 m และอัตราการไหลของน้ำมีค่าคงที่ แล้วทำการทำการคำนวณตามตัวอย่างในข้อ 5 แล้วนำค่า C_s มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_s กับค่า h_s/G_o ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลแบบ Submerge จะมีค่าลดลงเป็นเส้นตรง ในกราฟ log-log scale

5.2.3 จากตารางที่ 7 กำหนดให้ค่าการเปิดระดับบานประตูเปลี่ยนไป (G_o) โดยทำการเพิ่มการเปิดระดับบานประตูจาก 0.01 , 0.0125 , 0.015 , 0.0175 และ 0.02 m โดยกำหนดค่าความลาดชัน(y/L)คงที่ จากการปรับค่า y ให้เท่ากับ 0.01 m เพราะฉะนั้นค่าความลาดชันจะมีค่าเท่ากับ 0.004 และอัตราการไหลของน้ำมีค่าคงที่ แล้วทำการทำการคำนวณตามตัวอย่างในข้อ 5 แล้วนำค่า C_s มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_s กับค่า h_s/G_o ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลแบบ Submerge จะมีค่าลดลงเป็นเส้นตรง ในกราฟ log-log scale

5.2.4 จากตารางที่ 8 กำหนดให้ค่าความลาดชัน(y/L)และค่าการเปิดระดับบานประตู(G_o)เปลี่ยนไป โดยการเพิ่มความลาดชัน จากค่า y = 0.01 , 0.0125 , 0.015 และ 0.0175 m จะได้ค่าความลาดชัน(y/L)เท่ากับ 0.004 , 0.005 , 0.006 และ 0.007 ค่าการเปิดระดับบานประตูมีค่าเท่ากับ 0.0100 , 0.0125 , 0.0150 และ 0.0175 m โดยให้ค่าความลาดชัน 0.004 จะทำการเปิดบานประตู 0.0100 m และอัตราการไหลของน้ำมีค่าคงที่ แล้วทำการทำการคำนวณตามตัวอย่างในข้อ 5 แล้วนำค่า C_s มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ C_s กับค่า

5.3 การเปรียบเทียบกราฟ

5.3.1 จากตารางที่ 1 และ ตารางที่ 5 ได้นำกราฟรูปที่ 1 และกราฟรูปที่ 5 มาเปรียบเทียบค่า C_d กับค่า C_s โดยใช้ค่าอัตราการไหลเป็นตัวแปล อีกที่หนึ่ง ซึ่งแสดงในกราฟรูป 9 สามารถบอกได้ว่าเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น C_d เพิ่มขึ้น แต่ค่า C_s ลดลง

5.3.2 จากตาราง Energy Equation of Free flow และ Energy Equation of Submerge Flow มีค่าเกินเส้น 45 ° องศา เพราะระดับความสูงของคลองมีค่าจำกัดที่ 12 cm ดังนั้นค่าของอัตราการไหลของคลองมีค่าน้อยมาก จึงทำให้เส้น Energy line มีค่าเกินเส้น 45 ° องศา