

## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และผลการวิจัย

การศึกษาริวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อหาพลังงานที่สูญเสียไปในแ่งน้ำนิ่ง เปรียบเทียบกัน 3 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นแ่งน้ำนิ่ง USBR Type III แบบที่ 2 เป็นแ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อขนาด  $\phi$  0.5" และแบบที่ 3 เป็นแ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อขนาด  $\phi$  1" ซึ่งท่อที่ใช้เป็นท่อ พีวีซี (ท่อพีวีซีเรียบ) มีระดับ Centerline ของท่อแต่ละขนาดอยู่ระดับเดียวกันและทำมุม  $0^\circ$  กับแนวราบ สำหรับค่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางน้ำล้น เพื่อความสะดวกเนื่องจากต้องมีการปรับเวียเลื่อนขึ้นลง ควบคุมระดับท้ายน้ำ จึงคำนวณค่า Q ที่ได้ จากการอ่านค่า H (ระดับความสูงจากสันทางน้ำล้นถึงผิวน้ำ) แล้วตรวจสอบความถูกต้องของ Q ที่ได้จากปริมาณการไหลของน้ำที่ไหลผ่านเวีย ซึ่งได้ทำการ Calibrate ดังนั้นค่า Q ที่ใช้ในการคำนวณคือ

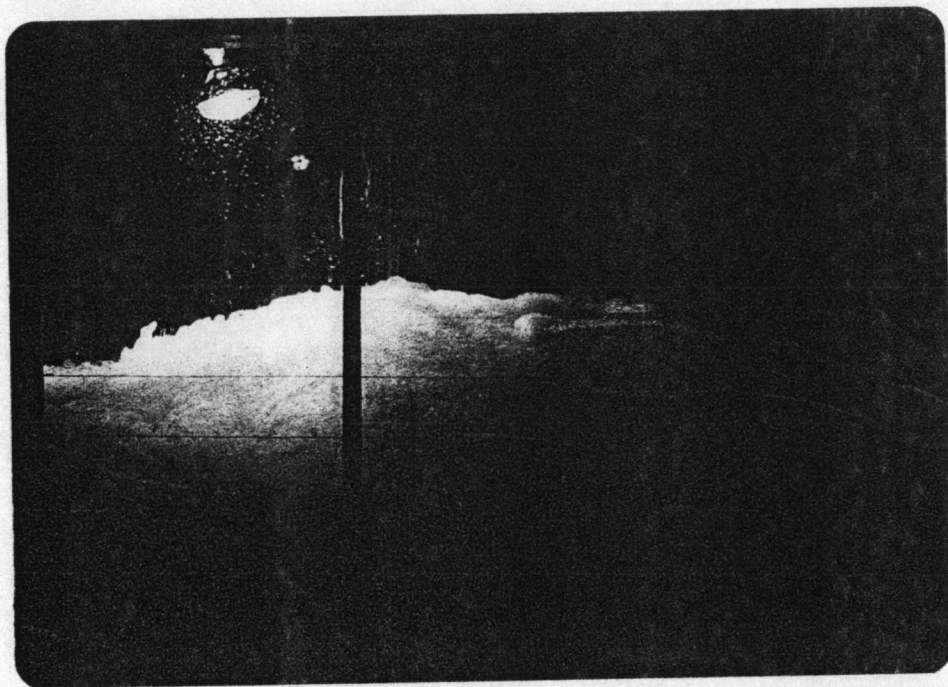
$$Q = 1.69818 H^{1.50527}$$

Q = ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางน้ำล้น, ลบ.ม./วินาที

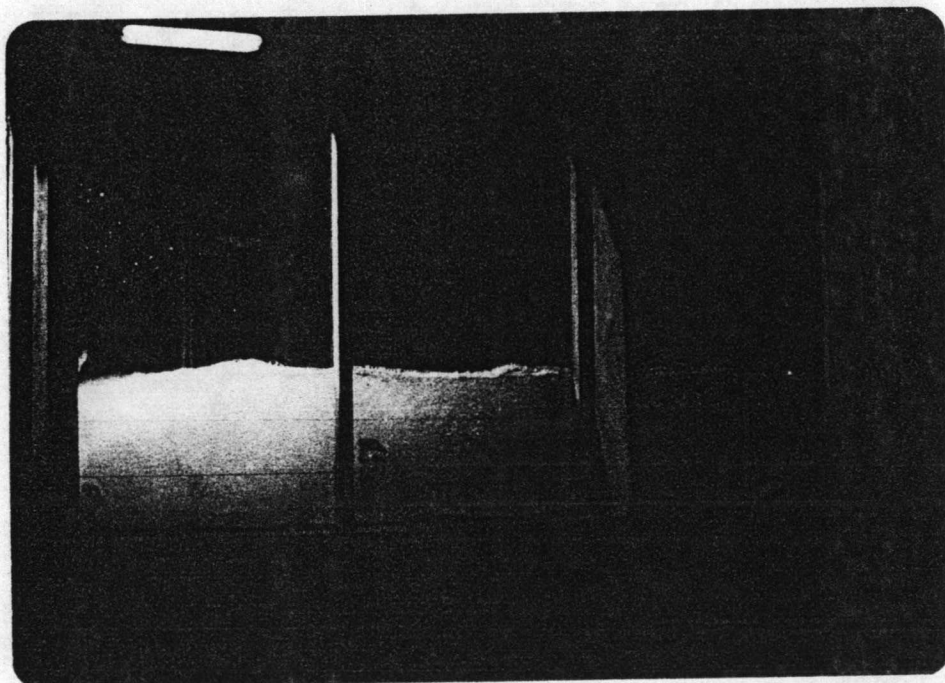
H = ระดับความสูงจากสันทางน้ำล้นถึงระดับผิวน้ำ, เมตร

#### 5.1 ผลการวิจัย

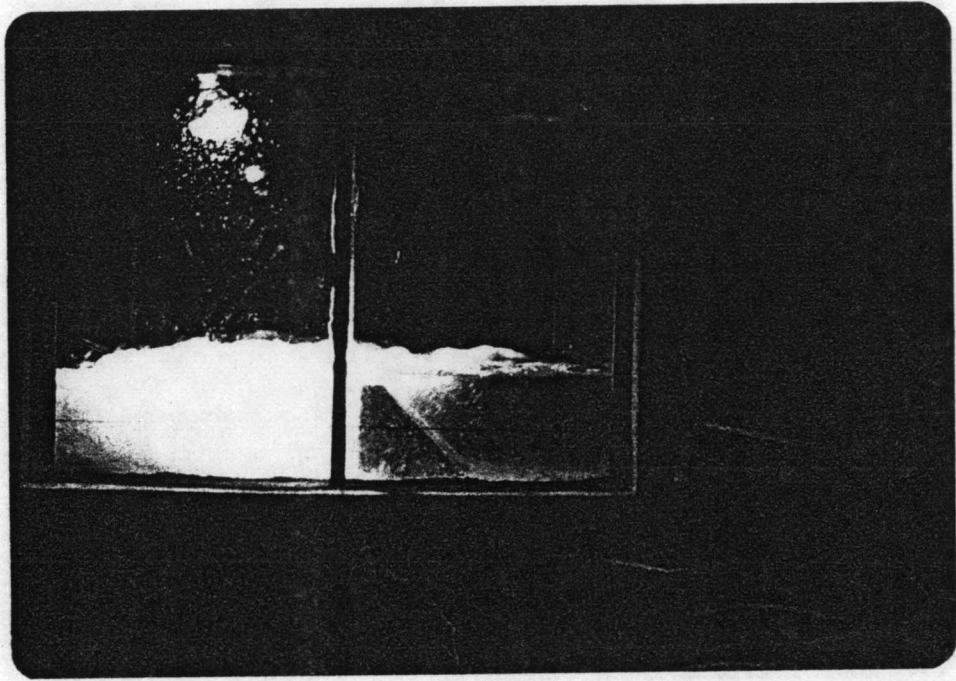
ซึ่งแสดงผลเป็นข้อมูลและความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรต่าง ๆ ไว้ในภาคผนวก ก. รายละเอียดรูปแบบจำลองทางน้ำล้น แสดงไว้ในภาคผนวก ค. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งคำนวณข้อมูลต่าง ๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ง. การเกิด Jump ในแ่งน้ำนิ่ง USBR Type III ขณะที่ท่ออยู่ใน Floor Blocks ได้แสดงเส้นการไหลของน้ำในรูป 5.1.5 ส่วนการเกิด Jump ซึ่งได้ทำการทดลองภายในห้องทดลอง ได้แสดงเป็นรูปในแต่ละกรณี ดังรูป 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3 และ 5.1.4



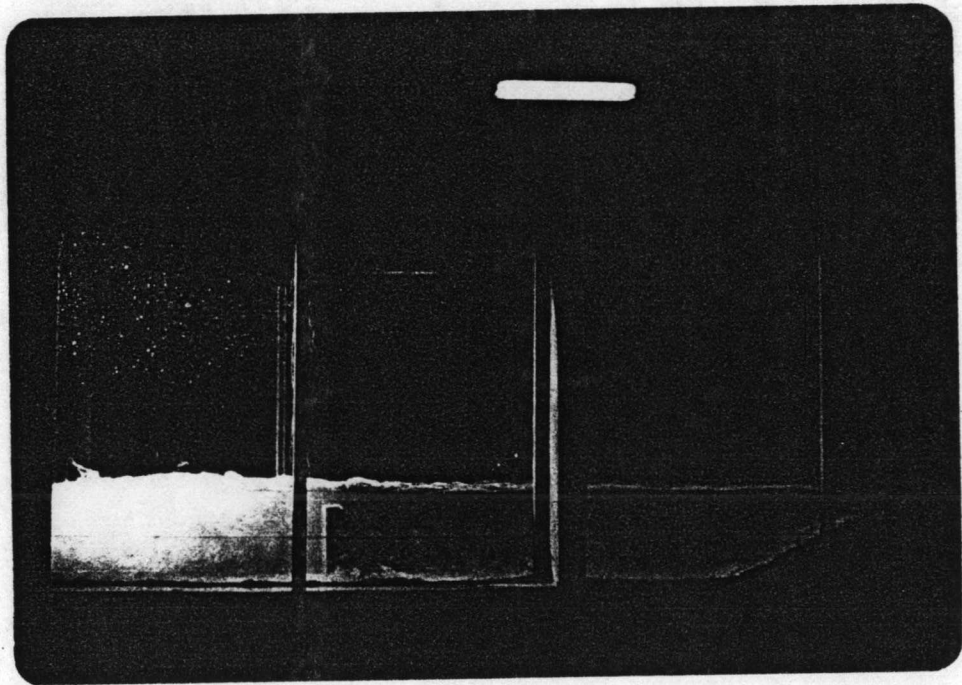
รูป 5.1.1 แสดงการเกิด Jump ภายในแอ่งน้ำนิ่ง Type III  
เมื่อ  $H_d = 0.140$  ม.



รูป 5.1.2 แสดงการเกิด Jump ภายในแอ่งน้ำนิ่ง Type III + ท่อขนาด  $\phi 1$ "  
เมื่อ  $H_d = 0.130$  ม.

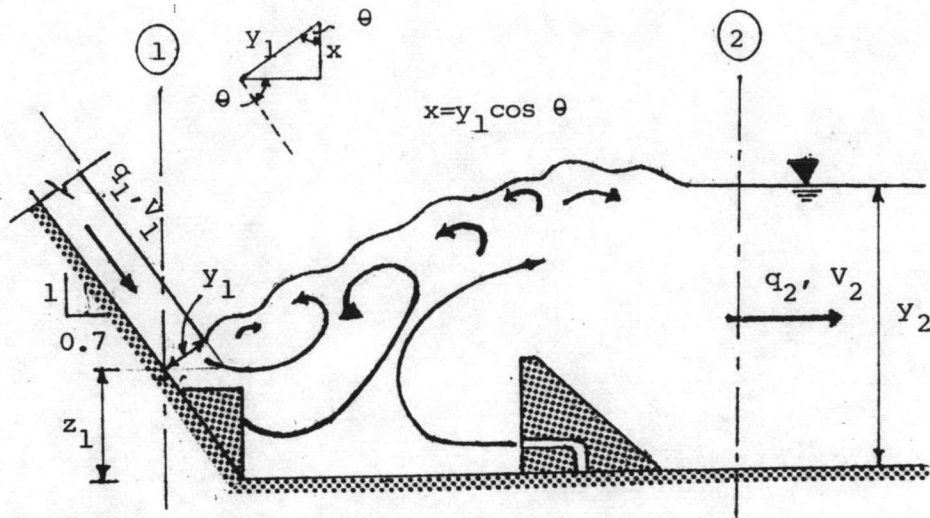


รูป 5.1.3 แสดงการเกิด Jump ภายในแอ่งน้ำนิ่ง Type III  
เมื่อ  $H_d = 0.08$  ม.



รูป 5.1.4 แสดงการเกิด Jump ในแอ่งน้ำนิ่ง Type III + ท่อขนาด  $\phi 1''$   
 $H_d = 0.08$  ม.





รูป 5.1.5 แสดงเส้นการไหลของน้ำขณะมีท่ออยู่ใน Floor blocks

5.2 วิธีวิเคราะห์

พลังงานที่สูญเสียไปภายในแอ่งน้ำนิ่งของ USBR Type III เป็นผลรวมพลังงานของมวลน้ำก่อนเกิด Jump กับพลังงานเนื่องจากความเร็วของน้ำในท่อ หักออกจากพลังงานของมวลน้ำหลังการเกิด Jump นั่นคือ

$$\gamma Q_2 \cdot \Delta E = \gamma Q_1 E_1 + \gamma Q_3 E_3 - \gamma Q_2 E_2 \quad \dots\dots\dots (5.2.1)$$

จากสมการ 5.2.1 เมื่อคิดต่อ 1 หน่วยความกว้างของทางน้ำสัน จะได้

$$q_2 \Delta E = q_1 E_1 + q_3 E_3 - q_2 E_2 \quad \dots\dots\dots (5.2.2)$$

เนื่องจากในกรณีนี้จาก Continuity Equation (รูป 5.1.1)  $Q_1 + Q_3 = Q_2$  ( $Q_1 \neq Q_2$ ) เพราะว่ามีน้ำในท่อไหลออกมาเพิ่มขึ้น จึงทำการเปรียบเทียบค่า Q ด้วย สำหรับการหาอัตราส่วนของพลังงานทั้งหมดที่สูญเสียไป สมมติให้

$$\Delta H = \text{พลังงานทั้งหมดที่สูญเสียไป} = q_2 \cdot \Delta E$$

$$H_1 = \text{พลังงานทั้งหมดก่อนการเกิด Jump} = q_1 E_1$$

$$H_2 = \text{พลังงานทั้งหมดหลังการเกิด Jump} = q_2 E_2$$

$$H_3 = \text{พลังงานทั้งหมดเนื่องจากความเร็วในท่อ} = q_3 E_3$$

$$\text{นั่นคือ } \Delta H = H_1 + H_3 - H_2$$

อัตราส่วนของพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไปในแอ่งน้ำนิ่ง

$$= \frac{\text{พลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป}}{\text{พลังงานของมวลน้ำก่อนเกิด Jump}}$$

$$= \frac{\Delta H}{H_1}$$

$$\text{หรือ } \frac{\Delta H}{H_1} = \frac{q_2 \cdot \Delta E}{q_1 \cdot E_1} = \frac{q_1 E_1 + q_3 E_3 - q_2 E_2}{q_1 E_1} \dots\dots\dots(5.2.3)$$

$$\text{ในเมื่อ } E_1 = z_1 + y_1 \cos \theta + v_1^2 / 2g, \text{ เมตร}$$

$$E_2 = y_2 + v_2^2 / 2g, \text{ เมตร}$$

$$E_3 = v_3^2 / 2g, \text{ เมตร}$$

สำหรับอัตราส่วนของ Tailwater depth คือ Initial depth ในที่นี้นั้นขึ้นกับตัวแปรของท่อ ซึ่งมีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ความเรียบของผิว, ตำแหน่งระดับ  $z$  ของท่อใน Floor Blocks และขนาดของท่อ แต่ในการทดลองวิจัยนี้จะเปรียบเทียบเฉพาะขนาดของท่อเพียง 2 ขนาด เพื่อความเหมาะสมต่อขนาดของ Floor Blocks คือ  $\phi$  0.5" และ  $\phi$  1" โดยมีลักษณะอื่น ๆ คือ ระดับท่อ, ชนิดท่อ ความยาวท่อ เหมือนเดิม เพื่อที่จะเปรียบเทียบเป็นกรณีได้

สำหรับค่าต่าง ๆ ของตารางข้อมูลในภาคผนวก ก. สามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

- ช่องที่ 1 No เป็นจำนวนของข้อมูล
- ช่องที่ 2  $H_d$  เป็นระดับความสูงของน้ำจากสันทางน้ำล้นถึงระดับผิวน้ำ ซึ่งได้จากการวัด, m
- ช่องที่ 3  $Q_1$  เป็นปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสันทางน้ำล้น ซึ่งได้ Calibrate แล้ว  
จากสูตร  $Q = 1.69818 H^{1.50527}$ ,  $m^3/sec$
- ช่องที่ 4  $q_1$  เป็นปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสันทางน้ำล้นต่อ 1 หน่วยความกว้างของทางน้ำล้น  
คำนวณจาก  $q_1 = Q_1/0.938$ ,  $m^3/sec/m$ .
- ช่องที่ 5  $y_1$  เป็นระดับความลึกของน้ำก่อนเกิด Jump ซึ่งได้จากการวัด, m
- ช่องที่ 6  $V_1$  เป็นความเร็วของน้ำ ณ ตำแหน่งความลึก  $y_1$   
คำนวณจาก  $V_1 = q_1/y_1$ , m/sec.
- ช่องที่ 7  $F_1$  เป็นค่า Froude Number  
คำนวณจาก  $F_1 = V_1/\sqrt{gy}$
- ช่องที่ 8  $H_p$  เป็นค่าความแตกต่างระหว่างความสูงของน้ำใน Pitot Tube กับความสูงของน้ำใน Piezometer (Velocity head) ซึ่งได้จากการวัด, m.
- ช่องที่ 9  $Q_3$  เป็นปริมาณของน้ำที่ไหลออกมาจากท่อที่ฝังใน Floor Blocks ทั้งหมด  
คำนวณจาก  $Q_3 = VA$  ( $V=2.52786H^{0.50171}$  (จากการ Calibrate),  
 $A = \frac{1}{4}(0.0815^2)$ ),  $m^3/sec$ .
- ช่องที่ 10  $q_3$  เป็นปริมาณของน้ำที่ไหลมาจากท่อที่ฝังใน Floor Blocks ทั้งหมดต่อ 1 หน่วย  
ความกว้างของทางน้ำล้น คำนวณจาก  $q_3 = Q_3/0.938$ ,  $m^3/sec/m$ .
- ช่องที่ 11  $V_3$  เป็นความเร็วของน้ำที่ไหลออกมาจากท่อแต่ละท่อ  
คำนวณจาก  $V_3 = Q_3/3A$  ( $A =$  พื้นที่หน้าตัดของท่อ), m/sec.
- ช่องที่ 12  $y_2$  เป็นความสูงของน้ำหลังการเกิด Jump ได้จากการวัด, m
- ช่องที่ 13  $Q_2$  เป็นปริมาณของน้ำที่ไหลออกมาจากแอ่งน้ำนิ่ง  
คำนวณจาก  $Q_2 = Q_1+Q_3$ ,  $m^3/sec$ .
- ช่องที่ 14  $q_2$  เป็นปริมาณของน้ำที่ไหลออกมาจากแอ่งน้ำนิ่งต่อ 1 หน่วยความกว้างของทางน้ำล้น  
คำนวณจาก  $q_2 = Q_2/0.938$ ,  $m^3/sec/m$ .

- ข้อที่ 15  $V_2$  เป็นความเร็วของน้ำหลังการเกิด Jump  
คำนวณจาก  $V_2 = q_2/y_2$  , m/sec.
- ข้อที่ 16  $x$  เป็นระยะในแนวตั้ง จากรูป 5.1.1  
คำนวณจาก  $x = y_1 \cos \theta = 0.57346y_1$  , m.
- ข้อที่ 17  $z_1$  เป็นพลังงานของมวลน้ำเมื่อเทียบเป็นความสูงในแนวตั้ง ณ จุดความลึก  
ของน้ำ  $y_1$  ซึ่งได้จากการวัด, m.
- ข้อที่ 18  $E_1$  เป็นพลังงานของมวลน้ำก่อนเกิด Jump  
คำนวณจาก  $E_1 = z_1 + y_1 \cos \theta + V_1^2/2g$  , m.
- ข้อที่ 19  $E_2$  เป็นพลังงานของมวลน้ำหลังเกิด Jump  
คำนวณจาก  $E_2 = y_2 + V_2^2/2g$  , m.
- ข้อที่ 20  $E_3$  เป็นพลังงานเนื่องจากความเร็วของน้ำซึ่งออกมาจากท่อ มีผลมาจากระดับ  
ความสูงของน้ำเหนือสันทางน้ำล้น คำนวณจาก  $E_3 = V_3^2/2g$  , m.
- ข้อที่ 21  $\Delta H$  เป็นพลังงานทั้งหมดของมวลน้ำที่สูญเสียไปภายในอ่างน้ำนิ่ง  
คำนวณจาก  $\Delta H = q_1 E_1 + q_3 E_3 - q_2 E_2$
- ข้อที่ 22  $\Delta H/H_1$  เป็นอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในอ่างน้ำนิ่ง นั่นคือ  
คำนวณจาก  $\Delta H/H_1 = q_2 \Delta E / q_1 E_1$

### 5.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

จุดประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อที่จะศึกษาเปรียบเทียบว่า อ่างน้ำนิ่งในแต่ละแบบ  
มีอัตราการสูญเสียพลังงานแตกต่างกันอย่างไร จึงได้แสดงเป็นกราฟเทียบกับค่า Froude  
Number ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก.2 ซึ่งจะอธิบายแบ่งตามลักษณะของอ่างน้ำนิ่ง ดังต่อ  
ไปนี้

1. อ่างน้ำนิ่ง USBR Type III ซึ่งประกอบด้วย Chute Blocks, Floor  
Blocks และ End Sill ได้ทำการทดลองมี 2 ชั้นคอน คือ



ก. ไม่มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป ก-2.1 อัตราการสูญเสียของพลังงานจะเพิ่มขึ้นตามค่าของ Froude Number นั้นคือ เพิ่มจาก 60 % - 72 % เมื่อเทียบกับค่าของ Froude Number จาก 5.5 - 11.0 ต่อจากนั้นอัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดลง ในขณะที่ Froude Number > 11.0 เนื่องจากค่า Froude Number สูง ปริมาณการไหลของน้ำต่ำ ทำให้พลังงานของมวลน้ำก่อนเกิด Jump มีค่าต่ำ มีผลทำให้ อัตราการสูญเสียพลังงานลดลง สำหรับกรณีที่ไม่มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ คือลดระดับสันเวียให้ต่ำสุด เมื่อน้ำไหลผ่าน Chute Blocks แล้วจะเริ่มยกระดับสูงขึ้นจนไปถึง Floor Blocks เนื่องจากเกิด Jump เมื่อน้ำไหลผ่านพื้น End Sill จะเกิดการ drop ขึ้น จากกราฟรูป ก-2.7 แสดงอัตราส่วนของ Tailwater depth ต่อ Initial depth ( $y_2/y_1$ ) กับ Froude Number ( $F_1$ ) พบว่าค่าของ  $y_2/y_1$  จะเพิ่มขึ้นจาก 10-28 ซึ่งแปรตามค่า  $F_1$  คือ เพิ่มจาก 5.5-12

ข. มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป ก-2.2 ลักษณะกราฟเปรียบเทียบทำนองเดียวกับที่ไม่ได้ควบคุมระดับท้ายน้ำ แต่ถ้าอัตราการสูญเสียพลังงาน ณ ตำแหน่งที่  $F_1$  เท่ากัน จะต่ำกว่า คือ อยู่ระหว่าง 55-68 % ขณะที่  $F_1 = 4.75-11.0$  และอัตราการสูญเสียพลังงานจะลดลงเมื่อ  $F_1 > 11.0$  สำหรับกรณีควบคุมระดับท้ายน้ำ จะทำการปรับเปลี่ยนเวียขึ้นจนกระทั่งเกิด Strong Jump ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดคือ ระดับน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่ง และนอกแอ่งน้ำนิ่งใกล้เคียงกัน จากกราฟรูป ก-2.8 ค่า  $y_2/y_1$  จะเพิ่มจาก 9.5-28 ขณะที่  $F_1 = 4.75-11.0$

2. แอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อ พีวีซี ขนาด  $\phi$  0.5" โดยท่อ พีวีซีนี้ฝังไหลออกมาจาก Floor Blocks ได้ทำการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ

ก. ไม่มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป ก-2.3 ค่าอัตราการสูญเสียพลังงานจะเพิ่มจาก 60-70 % โดยที่  $F_1 = 5.5-10.0$  และอัตราการสูญเสียพลังงานลดลง เมื่อ  $F_1 > 10.0$  สำหรับกราฟรูป ก-2.9 ค่า  $y_2/y_1$  เพิ่มขึ้นจาก 8-28 ในขณะที่  $F_1 = 5.5-11.5$

ข. มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป ก-2.4 ค่าอัตราการสูญเสียพลังงานเพิ่มจาก 56-66.5 % โดยที่  $F_1 = 4.75-10.0$  เมื่อ  $F_1 > 10.0$  อัตราการสูญเสียพลังงานจะ



เริ่มลดลง สำหรับกราฟรูป ก-2.10 ค่า  $y_2/y_1$  เพิ่มจาก 9-28 ในขณะที่  $F_1 = 4.9-11.0$

3. แอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III + ท่อ พีวีซี ขนาด  $\phi$  1" โดยที่ท่อ พีวีซี นี้ฝัง  
ไหลออกมาจาก Floor Blocks ได้ทำการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ

ก. ไม่มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป ก-2.5 ค่าอัตราการสูญเสีย  
พลังงานจะเพิ่มจาก 60-71 % ขณะที่  $F_1 = 5.5-9.5$  เมื่อ  $F_1 > 9.5$  อัตราการสูญเสีย  
พลังงานจะเริ่มลดลง สำหรับกราฟรูป ก-2.11 ค่า  $y_2/y_1$  เพิ่มจาก 8-28 ในขณะที่  
 $F_1 = 5.5-11.5$

ข. มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป ก-2.6 ค่าอัตราการสูญเสีย  
พลังงานจะเพิ่มจาก 57-67.5 % ขณะที่  $F_1 = 4.75-9.0$  เมื่อ  $F_1 > 9.0$  อัตราการสูญเสีย  
พลังงานจะเริ่มลดลง สำหรับกราฟรูป ก-2.12 ค่า  $y_2/y_1$  เพิ่มจาก 9.0-28 ในขณะที่  
 $F_1 = 4.9-11.0$

#### 5.4 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ซึ่งแสดงผลเป็นกราฟเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียพลังงานของ  
มวลน้ำสำหรับแอ่งน้ำนิ่งแต่ละรูปแบบ สามารถสรุปผลตามลักษณะที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้ดังนี้

5.4.1 ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป 5.4.1 ที่ค่า Froude Number  
เดียวกัน อัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำเปรียบเทียบได้ดังนี้

ก. แอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi$  1" การสูญเสียพลังงานจะมากกว่าแอ่งน้ำนิ่ง  
ซึ่งมีท่อขนาด  $\phi$  1/2" ประมาณ 0.5-0.8 % ในช่วงค่า  $F_r = 5.5-9.0$  เมื่อค่า  $F_r > 9.0$   
อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง

ข. แอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi$  1" การสูญเสียพลังงานจะมากกว่า แอ่ง  
น้ำนิ่งซึ่งไม่มีท่อ (Type III) ประมาณ 1 % ในช่วงค่า  $F_r = 5.5-9.0$  เมื่อค่า  $F_r > 9.0$   
อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง

ค. แอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1/2"$  การสูญเสียพลังงานจะมากกว่าแอ่งน้ำนิ่ง Type III ประมาณ 0.3 % ในช่วงค่า  $F_r = 5.5-8.0$  เมื่อค่า  $F_r > 8.0$  อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง สำหรับอัตราส่วนของค่า  $y_2/y_1$  กับค่า  $F_r$  ได้แสดงเป็นกราฟรูป 5.4.3 พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าของ  $y_2/y_1$  แตกต่างกันน้อยมาก สำหรับแอ่งน้ำนิ่งแต่ละแบบ เนื่องจากไม่มีการควบคุมระดับท้ายน้ำ มีผลจากการวัดค่า  $y_1$  ซึ่งใช้ Point gauge มีค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งจะทำให้มีผลต่อค่า  $F_r$  ด้วย

5.4.2 ควบคุมระดับท้ายน้ำ จากกราฟรูป 5.4.2 ที่ค่า  $F_r$  เดียวกัน อัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำ เปรียบเทียบได้ดังนี้

ก. แอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1"$  การสูญเสียพลังงานจะมากกว่าแอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1/2"$  ประมาณ 1 % ในช่วงค่า  $F_r = 4.75-9.0$  เมื่อค่า  $F_r > 9.0$  อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง

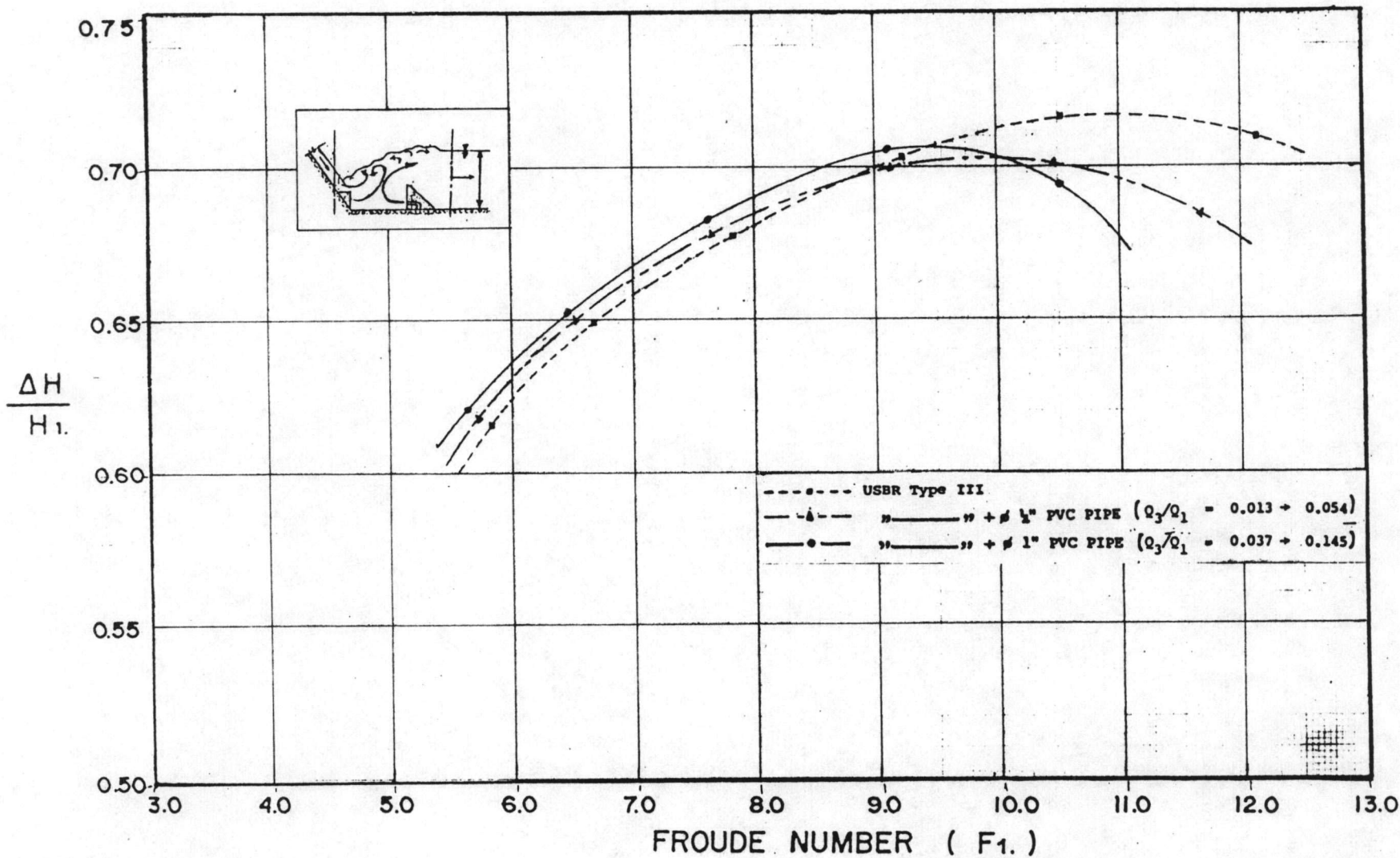
ข. แอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1"$  การสูญเสียพลังงานจะมากกว่าแอ่งน้ำนิ่งซึ่งไม่มีท่อ (Type III) ประมาณ 2.5 % ในช่วงค่า  $F_r = 4.75-8.5$  เมื่อค่า  $F_r > 8.5$  อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง

ค. แอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1/2"$  การสูญเสียพลังงานจะมากกว่าแอ่งน้ำนิ่ง Type III ประมาณ 1-1.5 % ในช่วงค่า  $F_r = 4.75-7.5$  เมื่อค่า  $F_r > 7.5$  อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง สำหรับอัตราส่วนของค่า  $y_2/y_1$  กับค่า  $F_r$  ได้แสดงเป็นกราฟรูป 5.4.4 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่า  $y_2/y_1$  สำหรับแอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1"$  มีค่าต่ำกว่าแอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1/2"$  และแอ่งน้ำนิ่งซึ่งไม่มีท่อ (Type III) แสดงว่ามีการสูญเสียพลังงานมากขึ้นเป็นลำดับ

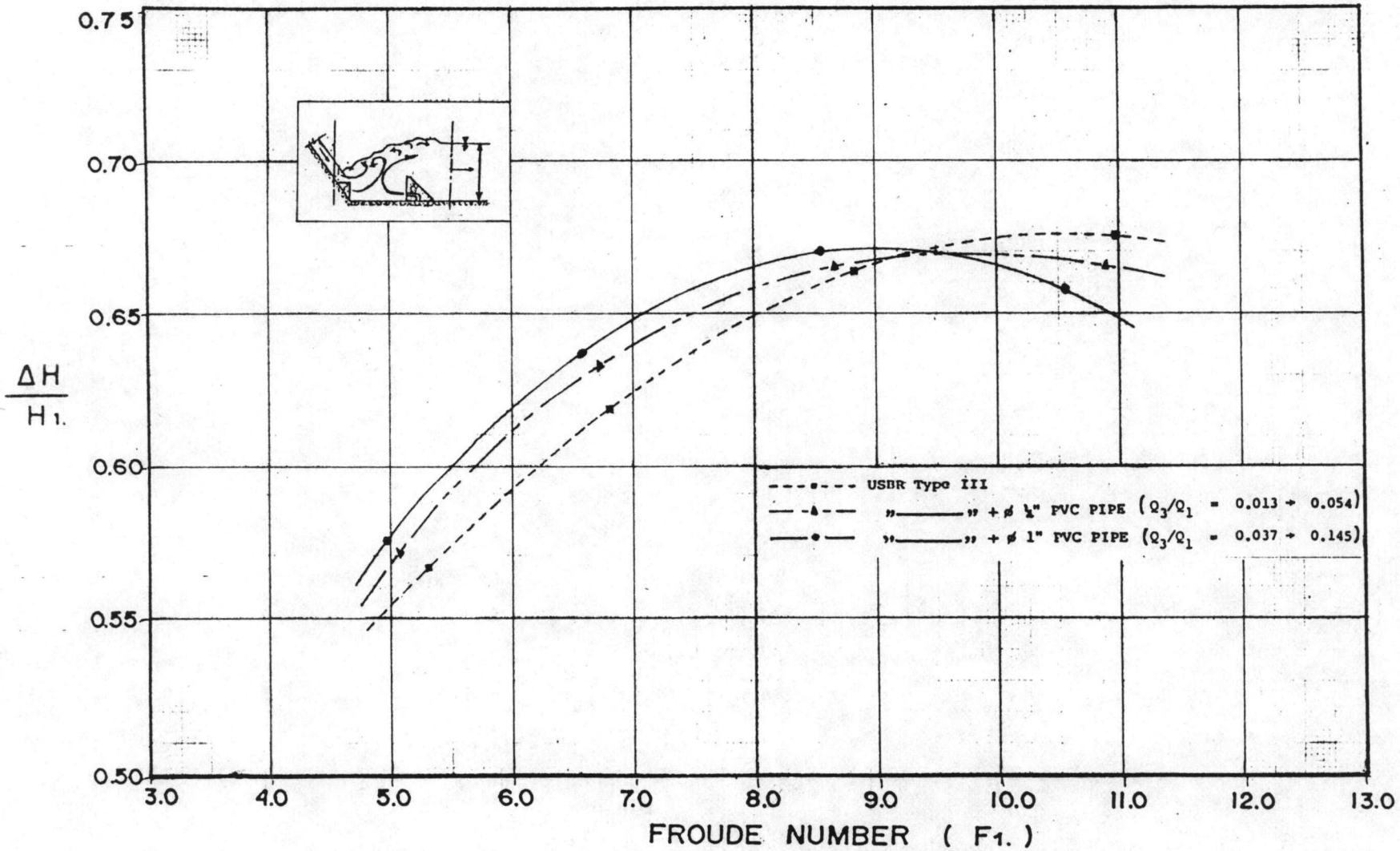
จากที่กล่าวสรุปข้างต้น พบว่าทั้งที่มีการควบคุมระดับท้ายน้ำและไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ ในช่วงค่า  $F_r = 5.0-9.0$  อัตราการสูญเสียพลังงานของมวลน้ำภายในแอ่งน้ำนิ่งซึ่งมีท่อขนาด  $\phi 1"$  จะมีมากกว่าและเมื่อ  $F_r > 9.0$  อัตราการสูญเสียพลังงานจะเริ่มลดน้อยลง แสดงว่าท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าสามารถทำลายพลังงานของมวลน้ำให้เพิ่มขึ้นได้มากขึ้น คือมีประสิทธิภาพดีขึ้น

โดยที่มีคุณสมบัติอย่างอื่นของท่อเหมือนเดิม เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ในที่นี้มันคือ มีระดับ Centerline ท่อคงที่ (1/3 ของความสูง Floor Blocks จากพื้นของอ่างน้ำนิ่ง) มุมของ ท่อน้ำที่กระทำกับแนวราบ ( $0^0$ ) และชนิดของท่อ (พีวีซี)

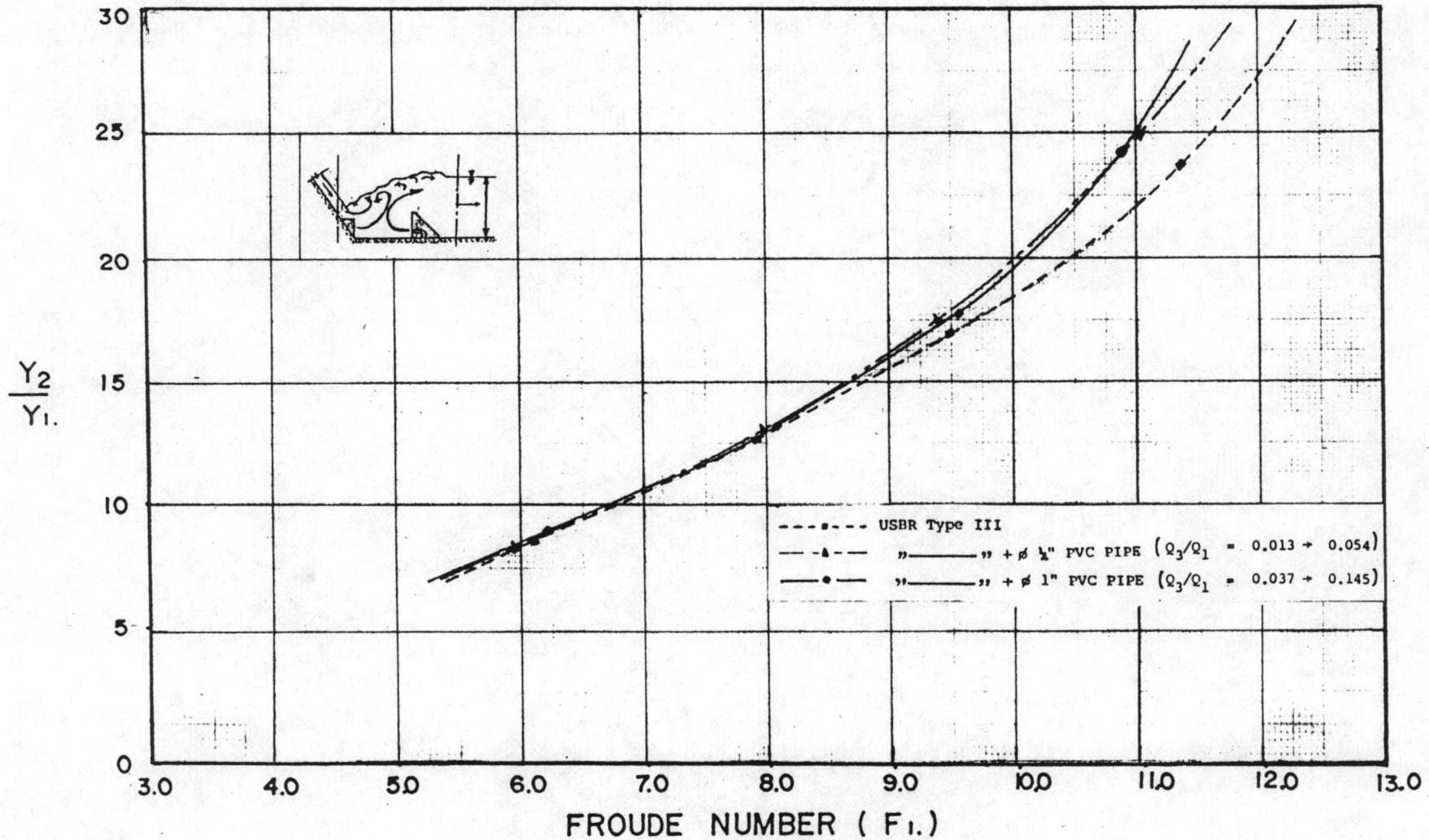




รูป 5.4.1 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับแองน้ำนิ่ง USBR. TYPE III (ไม่มีท่อ, มีท่อ  $\phi 0.5''$ , มีท่อ  $\phi 1''$ ), (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)

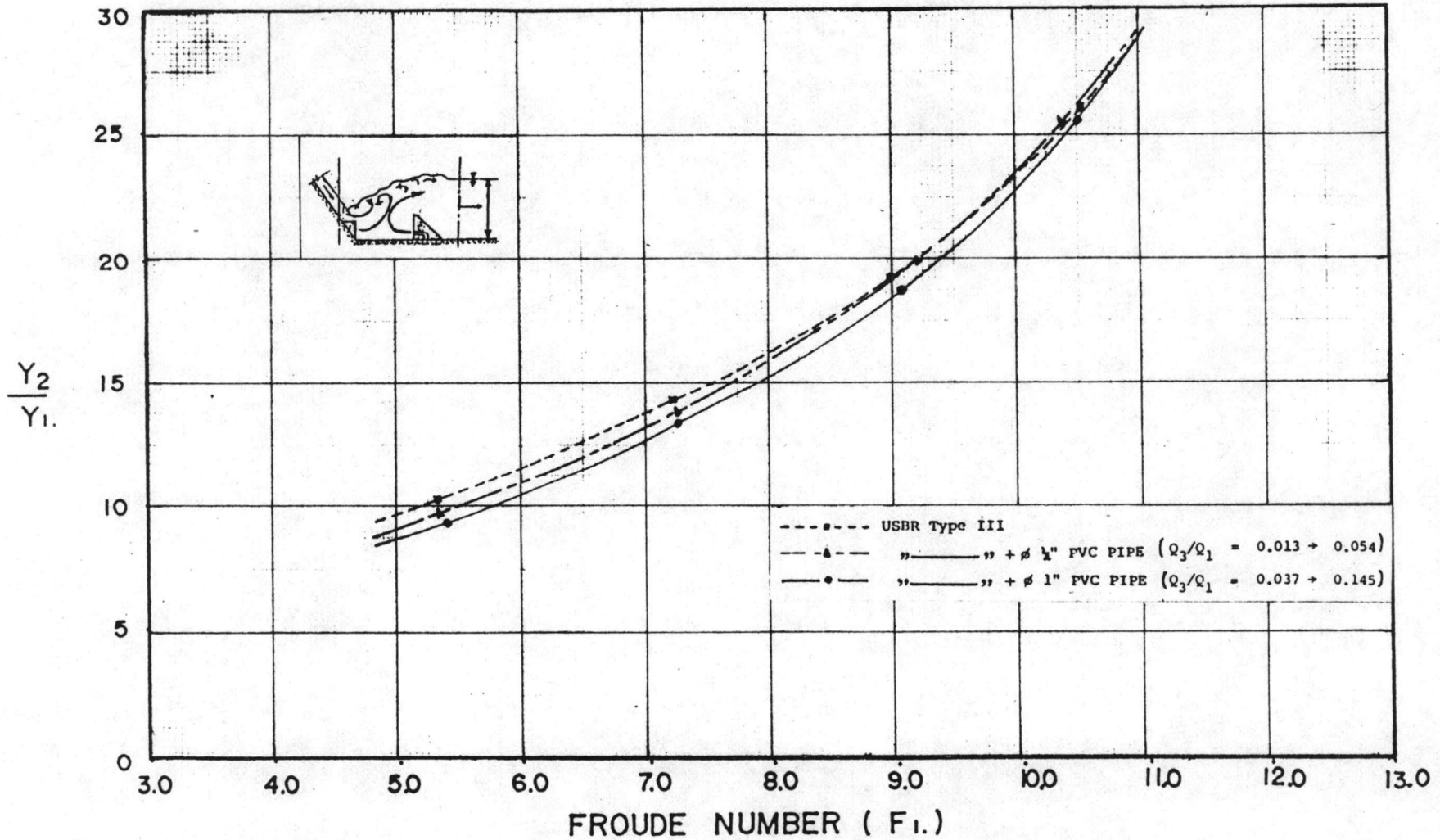


รูป 5.4.2 แสดงอัตราส่วนพลังงานของมวลน้ำที่สูญเสียไป สำหรับอ่างน้ำนิ่ง USBR. TYPE III (ไม่มีท่อ, มีท่อ ๐.5", มีท่อ ๑"), (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)



รูป 5.4.3 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER สำหรับแ่งน้ำนิ่ง U S B R. TYPE III (ไม่มีท่อ, มีท่อ  $\varnothing 0.5"$ , มีท่อ  $\varnothing 1"$ ), (ไม่ควบคุมระดับท้ายน้ำ)





รูป 5.4.4 แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบของ TAILWATER DEPTH ต่อ INITIAL DEPTH กับ FROUDE NUMBER สำหรับแฉ่งน้ำนิ่ง USBR. TYPE III (ไม่มีท่อ, มีท่อ  $\varnothing 0.5"$ , มีท่อ  $\varnothing 1"$ ), (ควบคุมระดับท้ายน้ำ)