

อาคารสลายพลังงาน

รศ.สันติ ทองพำนัก

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2556

อาคารสลายพลังงาน

อาคารสลายพลังงาน เป็นอาคารชลศาสตร์ที่ได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อให้ทำหน้าที่สลายพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) จากการไหลของน้ำด้วยความเร็วสูง เช่น การไหลลงจากฝายทดน้ำหรือทางน้ำสันของเขื่อน การไหลของน้ำผ่านรางเท การไหลลอดผ่านประตูน้ำ จะทำการออกแบบให้อาคารสลายพลังงาน อยู่ด้านท้ายน้ำของอาคารดังกล่าว เสมออาคารสลายพลังงานที่ดีจะต้องสามารถทำให้การไหลของน้ำที่เร็วนั้นช้าลง หรือทำให้พลังงานเนื่องจากความเร็วลดลง โดยไม่ทำให้อาคารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารหรือคลองส่งน้ำเสียหาย

ประเภทของอาคารสลายพลังงาน

แบ่งตามลักษณะการสลายพลังงาน

แบบอ่างน้ำนิ่ง (Stilling Basin)

- * ควบคุมให้เกิด ไฮดรอลิคจัมในอ่าง

แบบกระแทก (Impact Type)

- * น้ำไหลพุ่งกระทบสิ่งกีดขวาง เช่น กำแพง
- * การไหลพุ่งไปปะทะมวลของน้ำในอ่าง

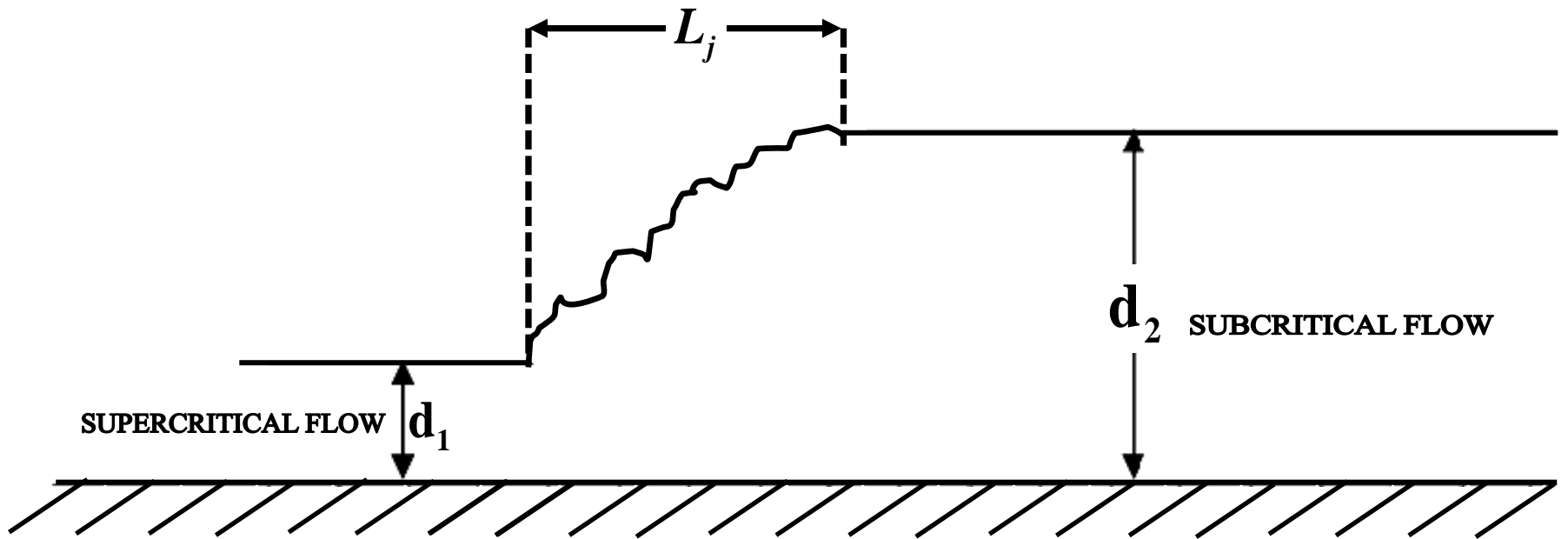
แบบ (Bucket)

- * เปลี่ยนทิศทางการไหลให้พุ่งสู่อากาศหรือไหลม้วนตัว




Hydraulic Jump

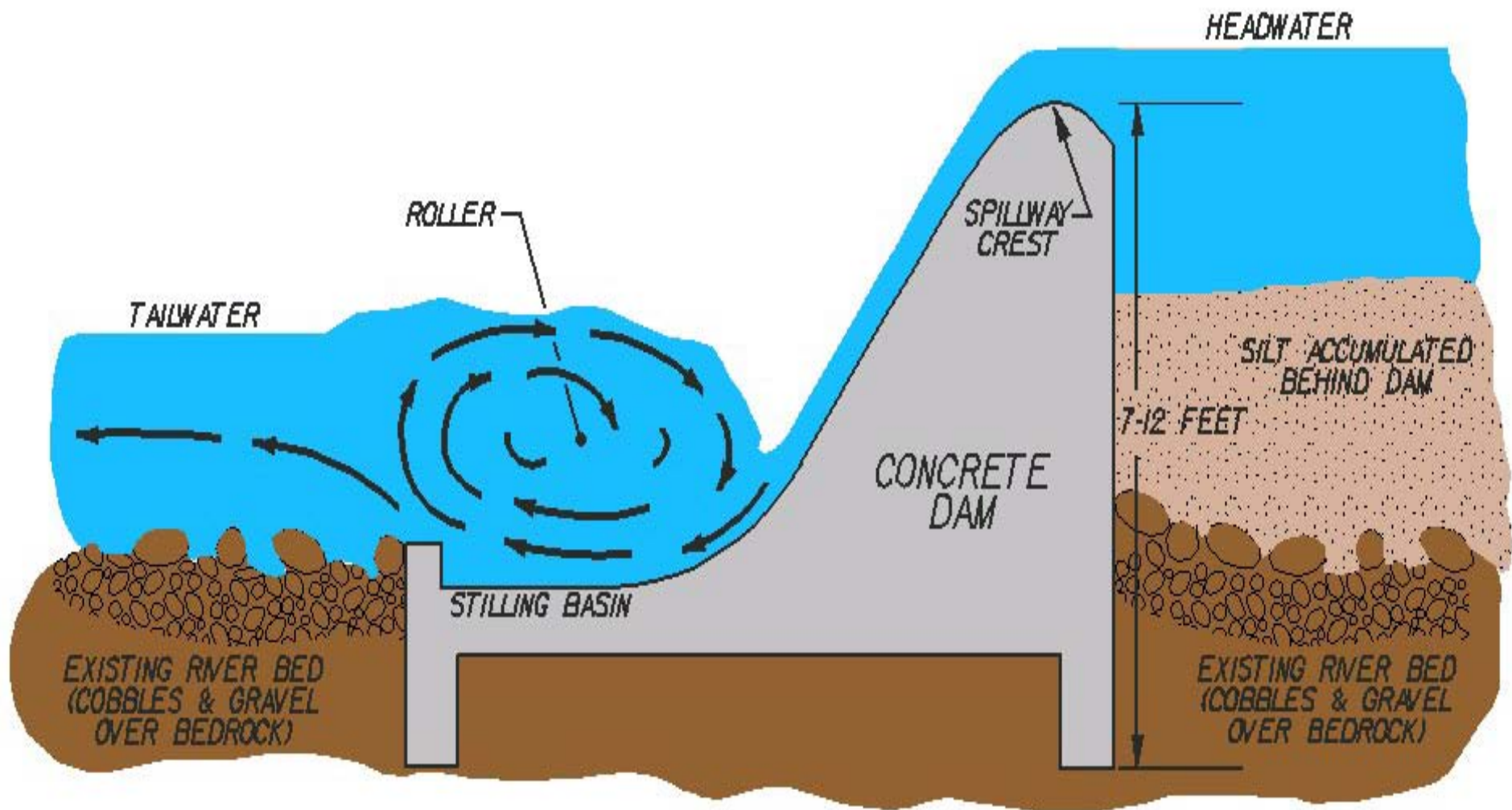
ปรากฏการณ์ทางชลศาสตร์ เมื่อการไหลเปลี่ยนจาก
สภาวะการไหลที่มีความลึกน้อยแต่ความเร็วสูง (Super-
critical Flow) ไปสู่สภาวะการไหลที่มีความลึกมากแต่
ความเร็วน้อย (Subcritical Flow)

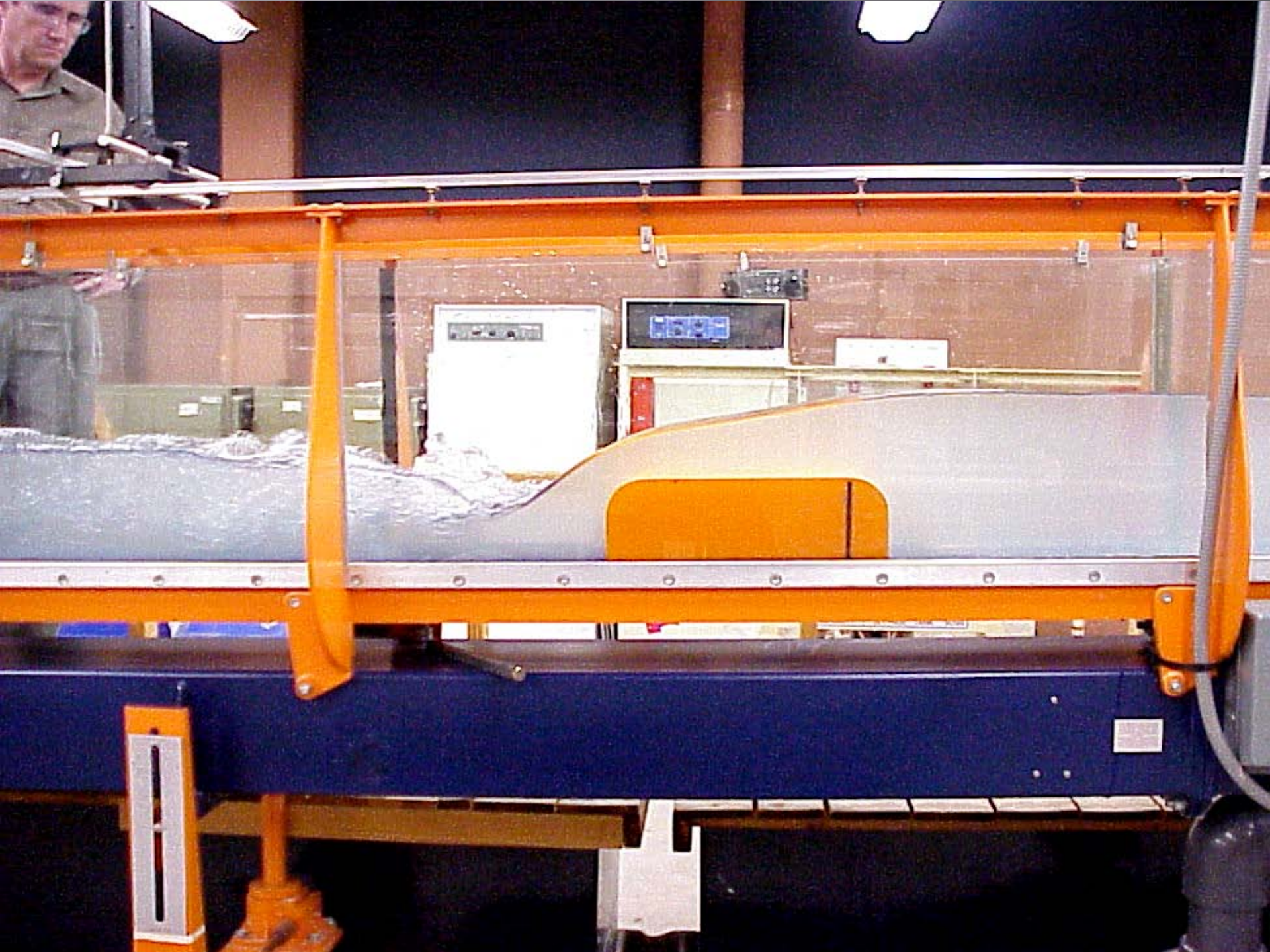
ไฮดรอลิกจัมป์



ตัวอย่างการเกิด Hydraulic Jump

-  การไหลลงจากฝายทดน้ำ หรือ Spillway ลงสู่ทางน้ำธรรมชาติ
-  การไหลลอดประตูควบคุมน้ำในคลองชลประทาน
-  การไหลลงจาก Chute สู่ทางน้ำธรรมชาติ













สมการ Hydraulic Jump

สมการของ Hydraulic Jump บนพื้นราบในทางน้ำ
รูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right)$$

เมื่อ d_1 = ความลึกก่อนเกิดจัม

d_2 = ความลึกหลังเกิดจัม

F_1 = Froude Number ของการไหลก่อนเกิดจัม

$$= V_1 / \sqrt{gd_1}$$

ตารางที่ 1 ความยาวของไฮดรอลิกจัมบนบนพื้นราบ

ผู้ที่ทำการศึกษา	สูตรที่เสนอ
Bakhmeteff	$L_j = 5(d_2 - d_1)$
Smetana	$L_j = 6(d_2 - d_1)$
Wu	$L_j = 10(d_2 - d_1)F_1^{0.16}$
Page	$L_j = 5.6d_2$
Chertoussov	$L_j = 10.3d_1(F_1 - 1)^{0.81}$
Posey	$L_j = 4.5 - 7(d_2 - d_1)$ โดยประมาณ

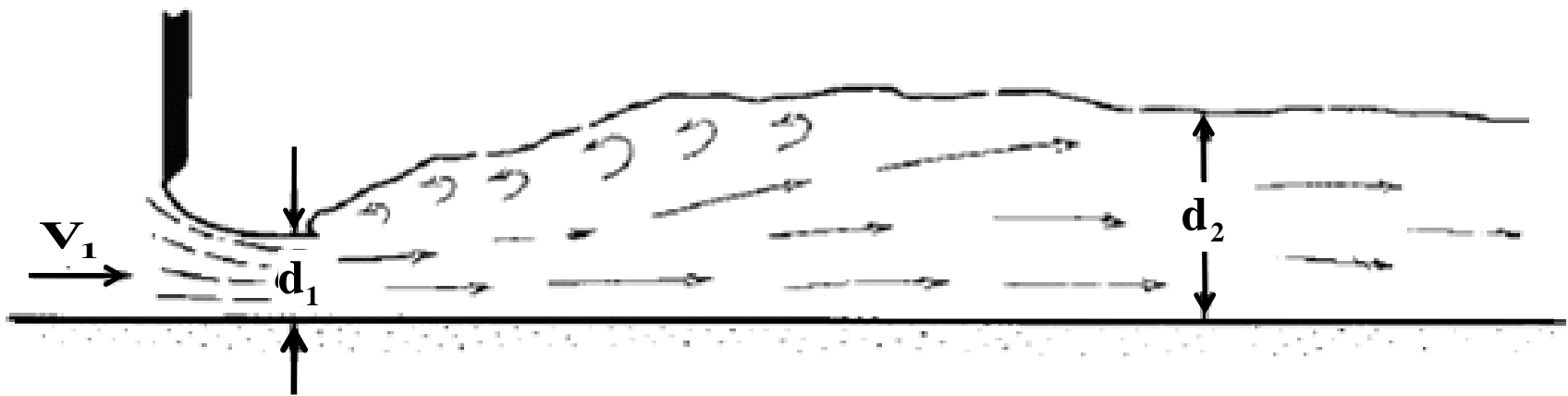
การสลายพลังงานของ Hydraulic Jump

การสูญเสียพลังงานของการเกิด ไฮดรอลิกจัมบนพื้นราบ
สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$E_L = \frac{(d_2 - d_1)^3}{4d_1d_2}$$

เมื่อ E_L = พลังงานที่สูญเสียไปเมื่อเกิดจัม

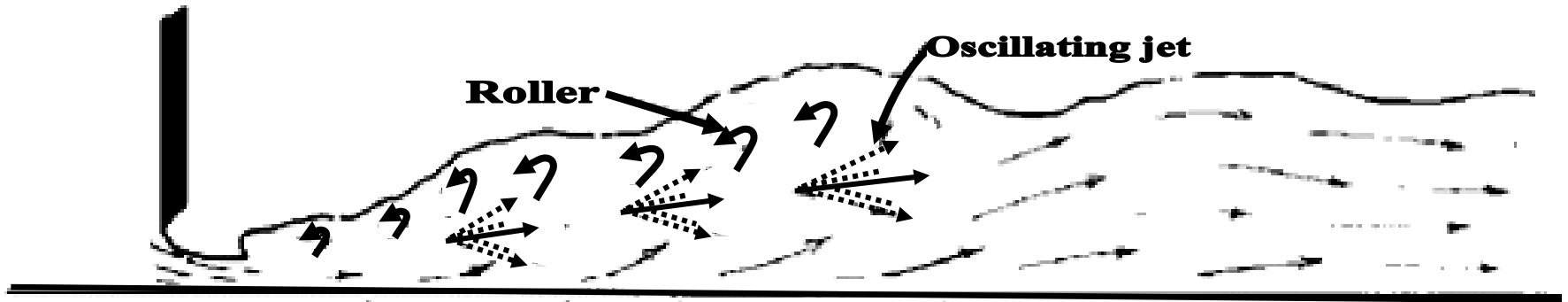
การแบ่งประเภทของไฮดรอลิกจัมป์



$$F_1 = 1.7 \text{ to } 2.5$$

A – Pre – jump – very low energy loss

การแบ่งประเภทของไฮดรอลิกจัม



$$F_1 = 2.5 \text{ to } 4.5$$

B – Transition – rough – water surface

การแบ่งประเภทของไฮดรอลิกจัมป์



$F_1 = 4.5$ to 9.0 – range of good jumps

C – Least affected by tail water variations

การแบ่งประเภทของไฮดรอลิกจับ



$$F_1 = 9.0 \text{ upward}$$

D – Effective but rough

ข้อควรพิจารณาในเชิงปฏิบัติ

จัมในรูป 2 (B) จะมีปัญหาเรื่องคลื่นยากลที่จะเกิดขึ้น
ปกติจะพบในการออกแบบอาคารในคลอง อาคารทดน้ำ
ทางระบายน้ำล้นของเขื่อนเตี้ย และ Outlet Works
Baffle Pier หรืออุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ ใช้ไม่ได้ผลมากนัก
แนวทางการแก้ไขที่อาจทำได้ คือการเปลี่ยนมิติของอาคาร
เพื่อเลี่ยงการเกิดจัมในช่วง Froude Number มีค่า
2.5 – 4.5

ข้อควรพิจารณาในเชิงปฏิบัติ

ถ้า Froude Number เพิ่มมากขึ้น จะอ่อนไหว (Sensitive) ต่อความลึกท้ายน้ำ (Tailwater Depth) มากขึ้น เช่น ถ้า Froude Number เท่ากับ 8 หรือมากกว่า แนะนำให้ใช้ความลึกท้ายน้ำมากกว่า Conjugate depth มากขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่าจัมอยู่ในอ่าง

ข้อควรพิจารณาในเชิงปฏิบัติ

ถ้า Froude Number มากกว่า 10 ความลึก
หลังเกิดจัม (Conjugate depth) จะมีค่ามากจึง
ต้องการอ่างน้ำนิ่งที่มีระดับพื้นต่ำ และกำแพงข้างสูง
สำหรับทางระบายน้ำล้นที่มีความสูงมาก ๆ จะทำให้ราคา
อ่างน้ำนิ่งสูงเกินไป กรณีเช่นนี้ อาคารสลายพลังงาน
แบบ Bucket จะประหยัดกว่า

การหาโค้งความลึกหลังเกิดจัม

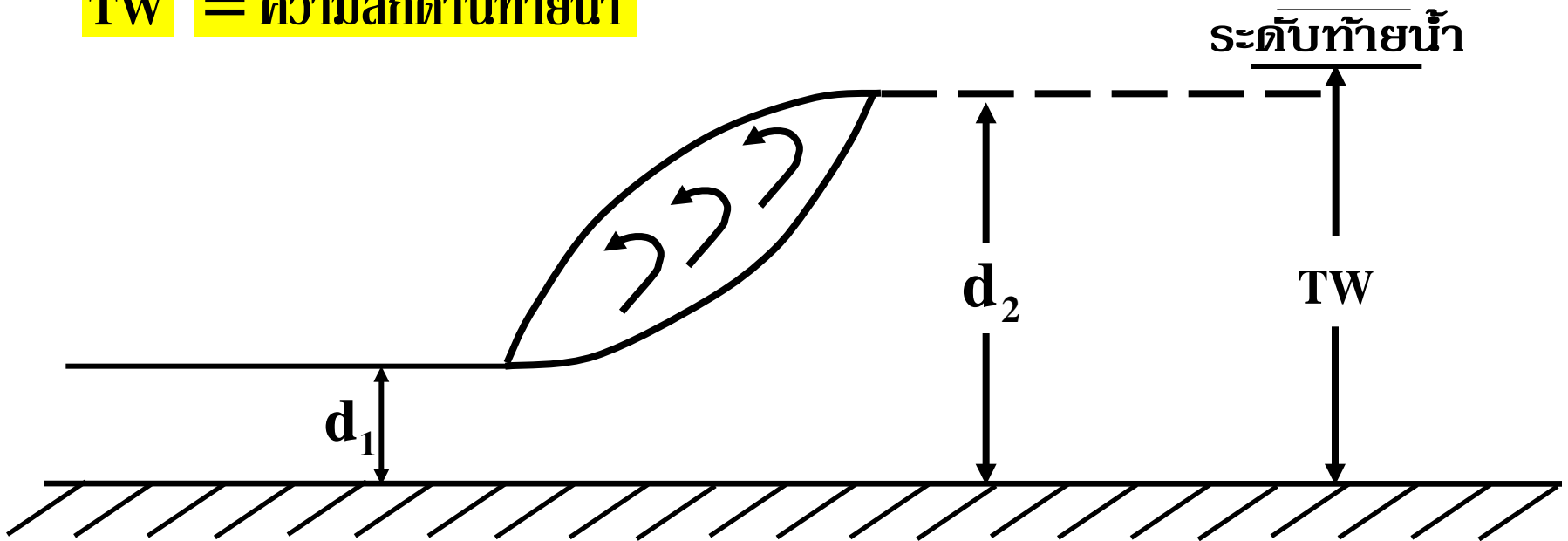
1. หาความลึก (d_1) และความเร็วของหน้าตัดด้านท้ายอาคาร
เช่น - หน้าตัดที่ต้นฝาย
- หน้าตัดด้านท้ายประตู
2. หาความลึก (d_2) จากสมการ Conjugate depth
3. เปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของ Q แล้วหาค่า d_1 , V_1 และ d_2
ตามขั้นตอนที่ 2
4. สร้างโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง Q และ d_2

กรณีต่าง ๆ ของโค้งความลึกด้านท้ายน้ำ เทียบกับโค้งความลึกหลังเกิดจัม

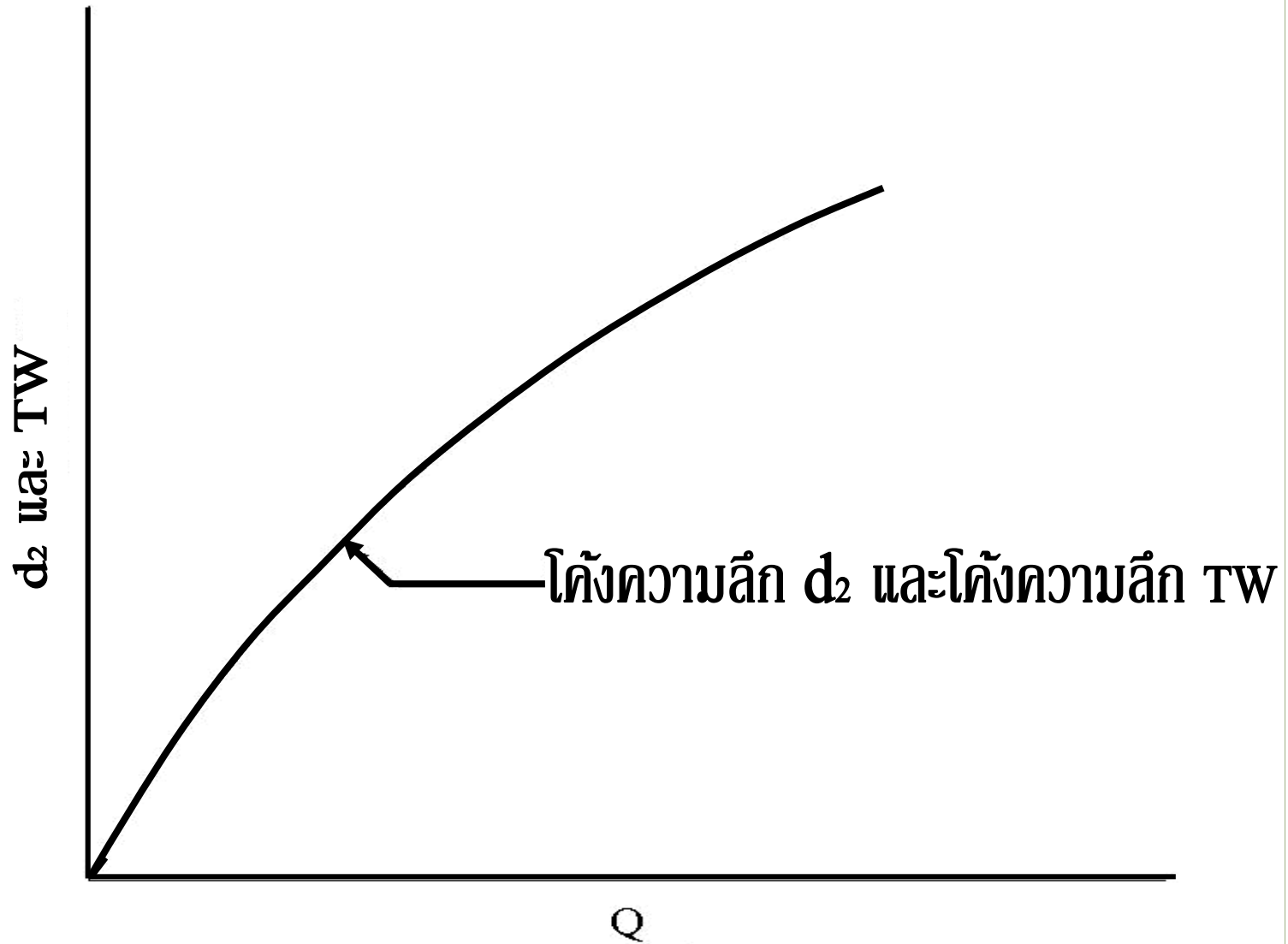
d_1 = ความลึกก่อนเกิดจัม

d_2 = ความลึกหลังเกิดจัม

TW = ความลึกด้านท้ายน้ำ



กรณีที่ 1



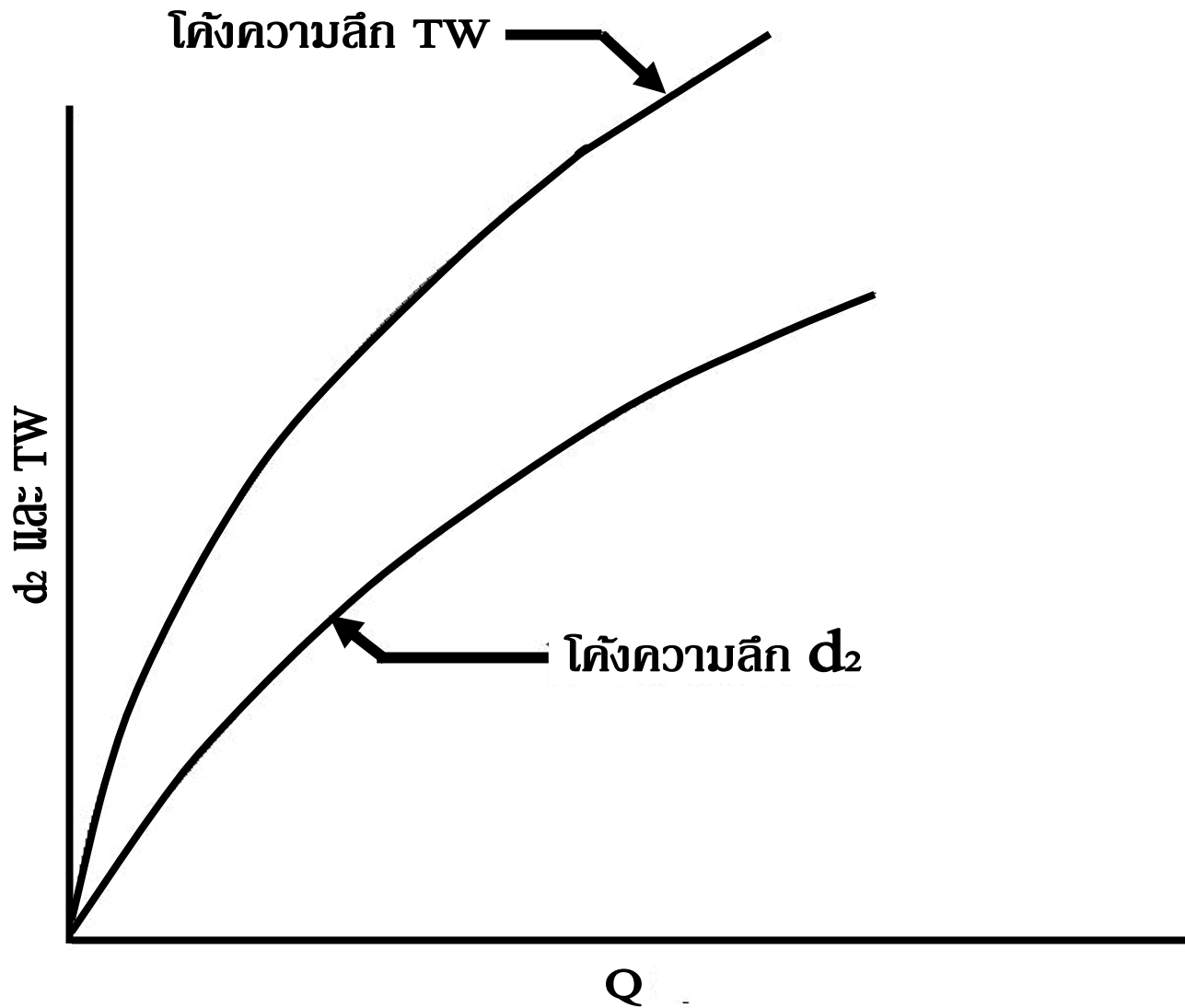
การวิเคราะห์ Rating Curve ด้านซ้าย

แบ่งออกได้เป็น 5 กรณี

กรณีที่ 1

- ↗ ในทางปฏิบัติไม่น่าจะมีโอกาสเกิดขึ้น
- ↗ อาคารสลายพลังงานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา แต่ต้องมีความยาวเพียงพอ

กรณีที่ 2



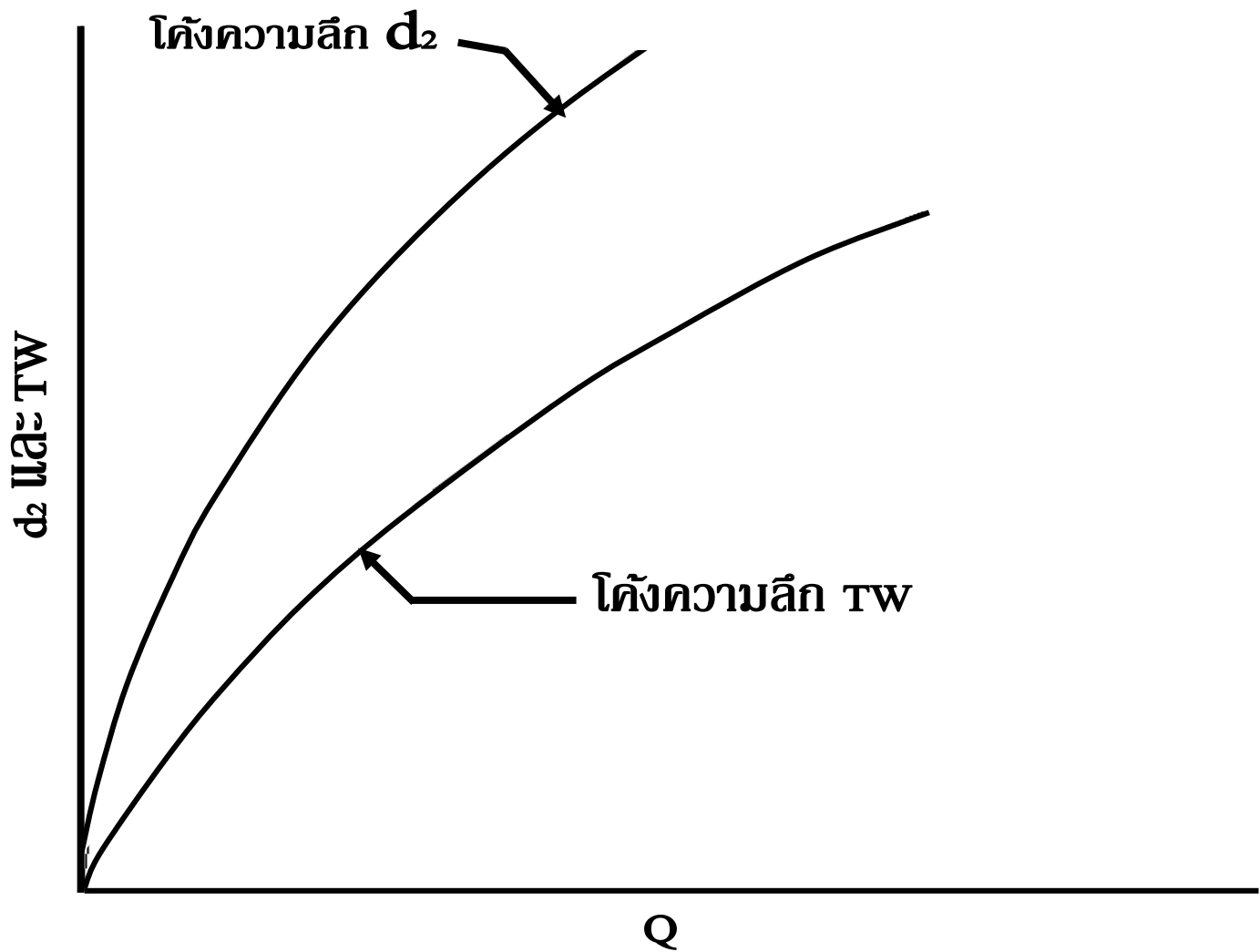
การวิเคราะห์ Rating Curve ด้านท้ายน้ำ

แบ่งออกได้เป็น 5 กรณี

กรณีที่ 2

- เกิด Drowned Jump การสลายพลังงานไม่มีประสิทธิภาพ
- อาคารสลายพลังงานควรเป็นแบบพื้นเอียง หรือแบบ Roller Bucket

กรณีศึกษาที่ 3



การวิเคราะห์ Rating Curve ด้านท้ายน้ำ

แบ่งออกได้เป็น 5 กรณี

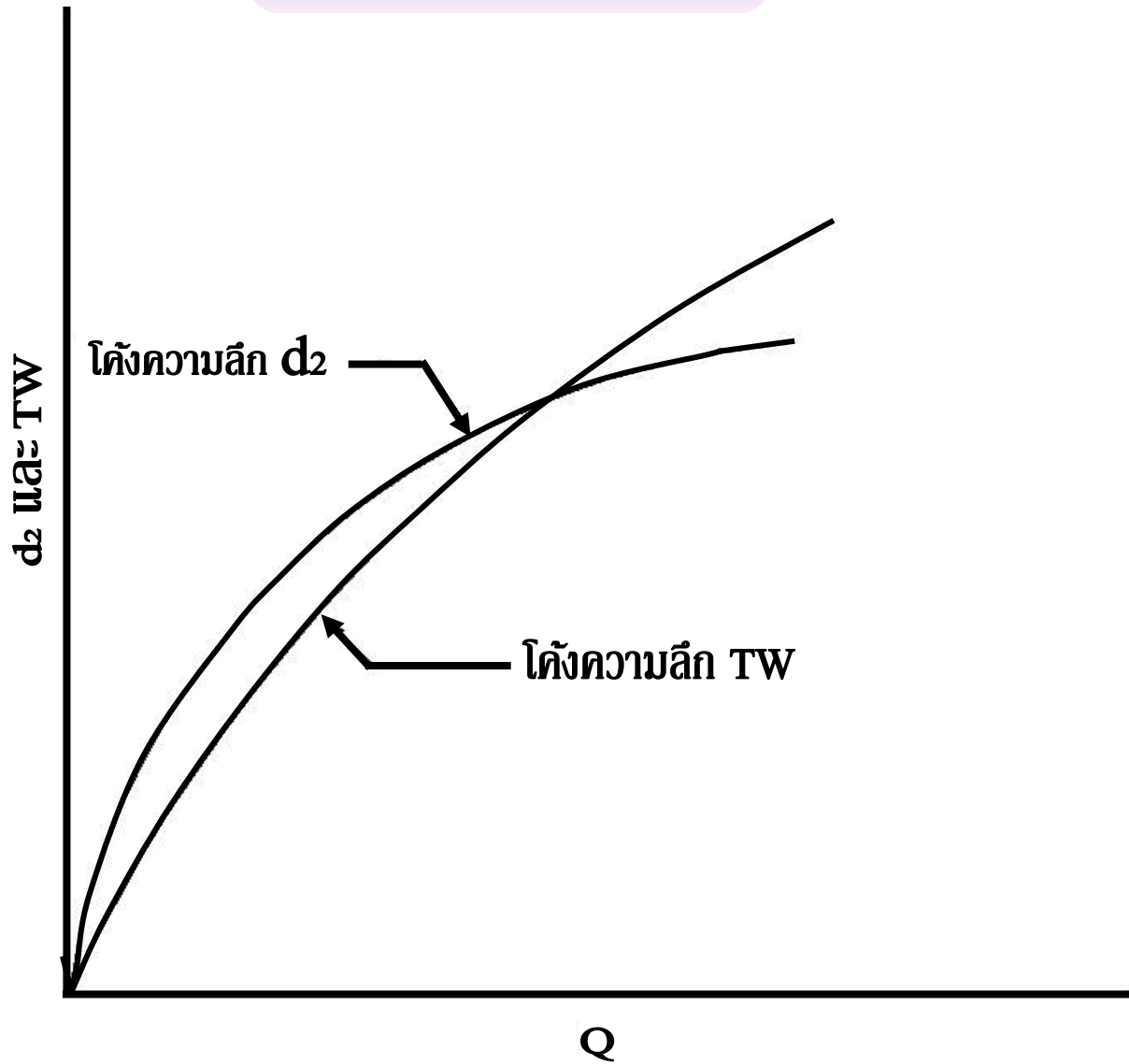
กรณีที่ 3

➤ จะเกิดห่างมากจากท้ายอาคารหลัก

➤ วิธีแก้ไข

- กดระดับพื้นอาคารสลายพลังงาน
- ใช้อ่างน้ำนิ่งแบบพื้นเอียง และทำ Sill หรือสันเตี้ยด้านท้าย
- ใช้อาคารแบบ Bucket เพื่อให้การไหลพุ่งขึ้นสู่อากาศ
แต่ท้องน้ำและตลิ่งต้องมีความมั่นคงแข็งแรง

กรณีศึกษาที่ 4



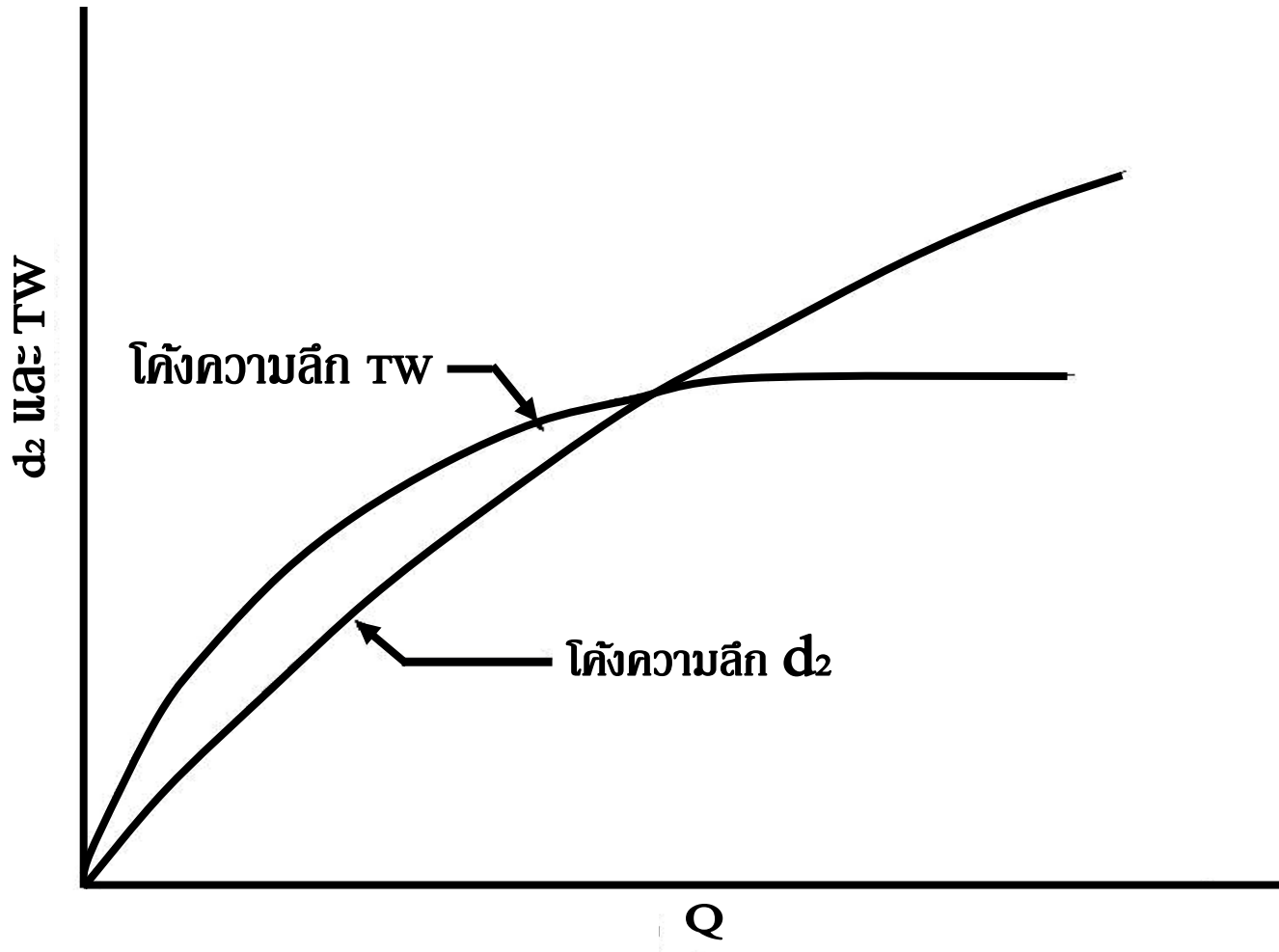
การวิเคราะห์ Rating Curve ด้านท้ายน้ำ

แบ่งออกได้เป็น 5 กรณี

กรณีที่ 4

- ใช้อ่างน้ำนิ่งแบบพื้นเอียง และทำ Sill หรือสันเตี้ยด้านท้าย
- ถ้าความเร็วไม่มากเกินไป สร้าง Baffle Piers และ Dentated Sill ที่พื้นด้านท้าย

กรณีที่ 5



การวิเคราะห์ Rating Curve ด้านท้ายน้ำ

แบ่งออกได้เป็น 5 กรณี

กรณีที่ 5

- กตพื้นอ่างให้ต่ำลง และสร้าง sill และสันเตี้ยด้านท้าย
- ในช่วงปริมาณการไหลมีค่าน้อยจะเกิด Drowned Jump และสร้างพื้นเอียงไปด้านท้ายน้ำควบคู่กันด้วย

ข้อมูลที่ใช้ในการเลือกอาคารสลายพลังงาน

1. ความถี่ของการเกิด และขนาดของปริมาณน้ำ
2. ชนิดของอาคารหลัก
3. ลักษณะของฐานรากและลำน้ำด้านท้าย
4. ความเร็วและพฤติกรรมกระแสน้ำ
5. ความลึก Tailwater ของปริมาณการไหลต่าง ๆ
6. ความเสียหายและความปลอดภัยของอาคารด้านท้าย

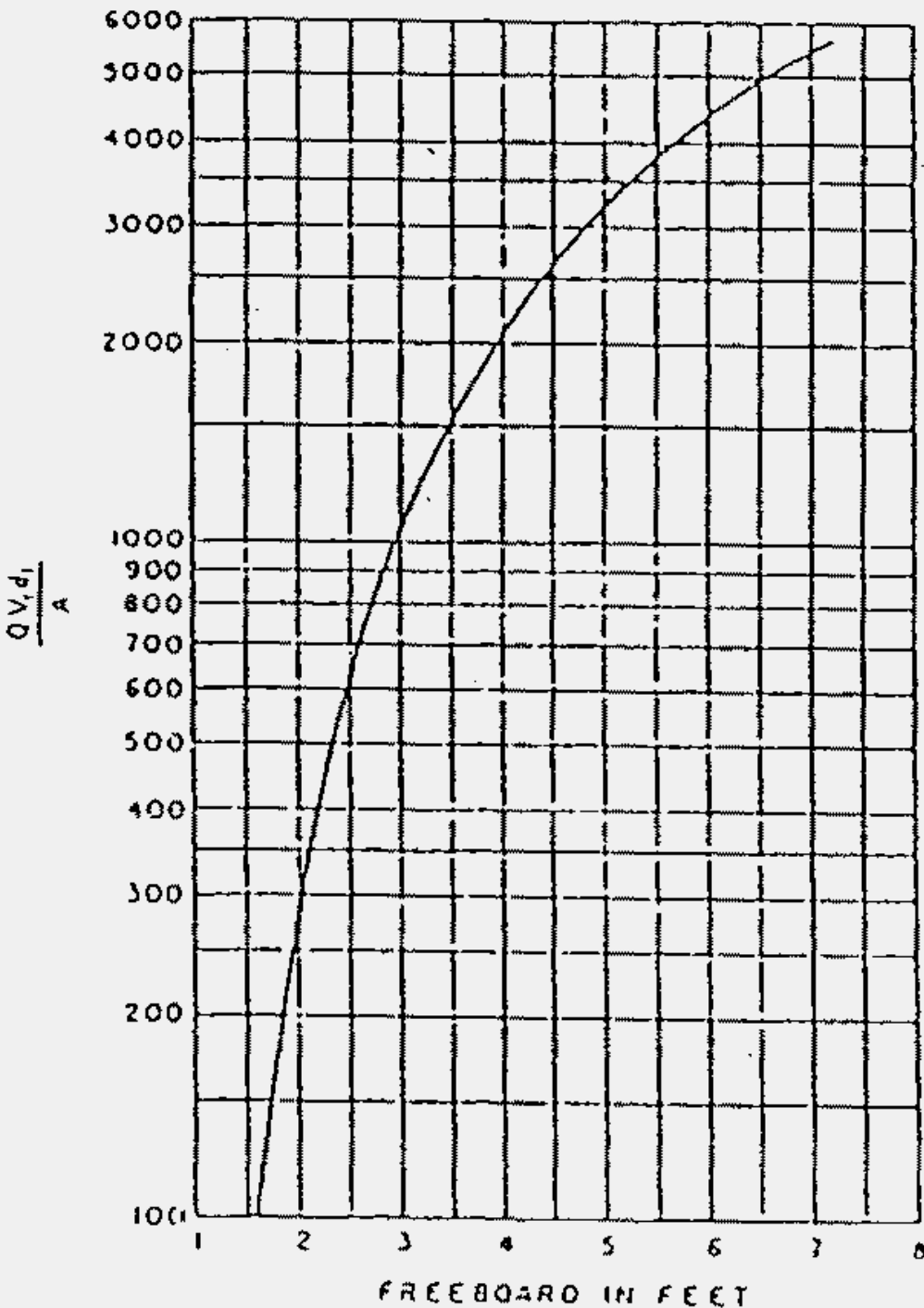
ข้อพิจารณาในการออกแบบ

Free Board

➤ จากรูปกราฟ

➤ จากสมการ

$$\text{Free board} = 0.1(V_1 + d_1) \text{-----ฟุต}$$



กราฟสำหรับใช้หา
ระยะเผื่อล้น
ของอ่างน้ำนิ่ง

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

ความกว้างของ Basin

กรณีน้ำไหลเข้า Basin มีความเร็วสูง
ออกแบบ Basin ให้กว้างมากกว่าทางเข้า เพื่อ

- ลด Discharge Concentration
- ลดคลื่นและการปั่นป่วนด้านท้ายของจัม

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

การเลือกความกว้างของอ่างน้ำนิ่ง จะต้องพิจารณาควบคู่ไปกับการเลือกความยาว เพื่อให้ได้อาคารที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่ง US. Corps of Engineers ได้เสนอแนะการเลือกความกว้างไว้ดังนี้

1. จะต้องไม่ให้เกิดแรงดันยกตัว (Uplift) ใต้พื้นของอ่างมากเกินไป
2. ระดับของอ่างจะต้องไม่ต่ำเกินไปเพื่อหลีกเลี่ยงการขุดดินบริเวณฐานรากลึกมากเกินไป
3. ความเร็วของน้ำที่ไหลออกจากอ่างจะต้องไม่มากเกินไปจนก่อให้เกิดการกัดเซาะ

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

ความกว้างของ Basin

$$W = 1.81 K \sqrt{Q} \quad \text{..... เมตร}$$

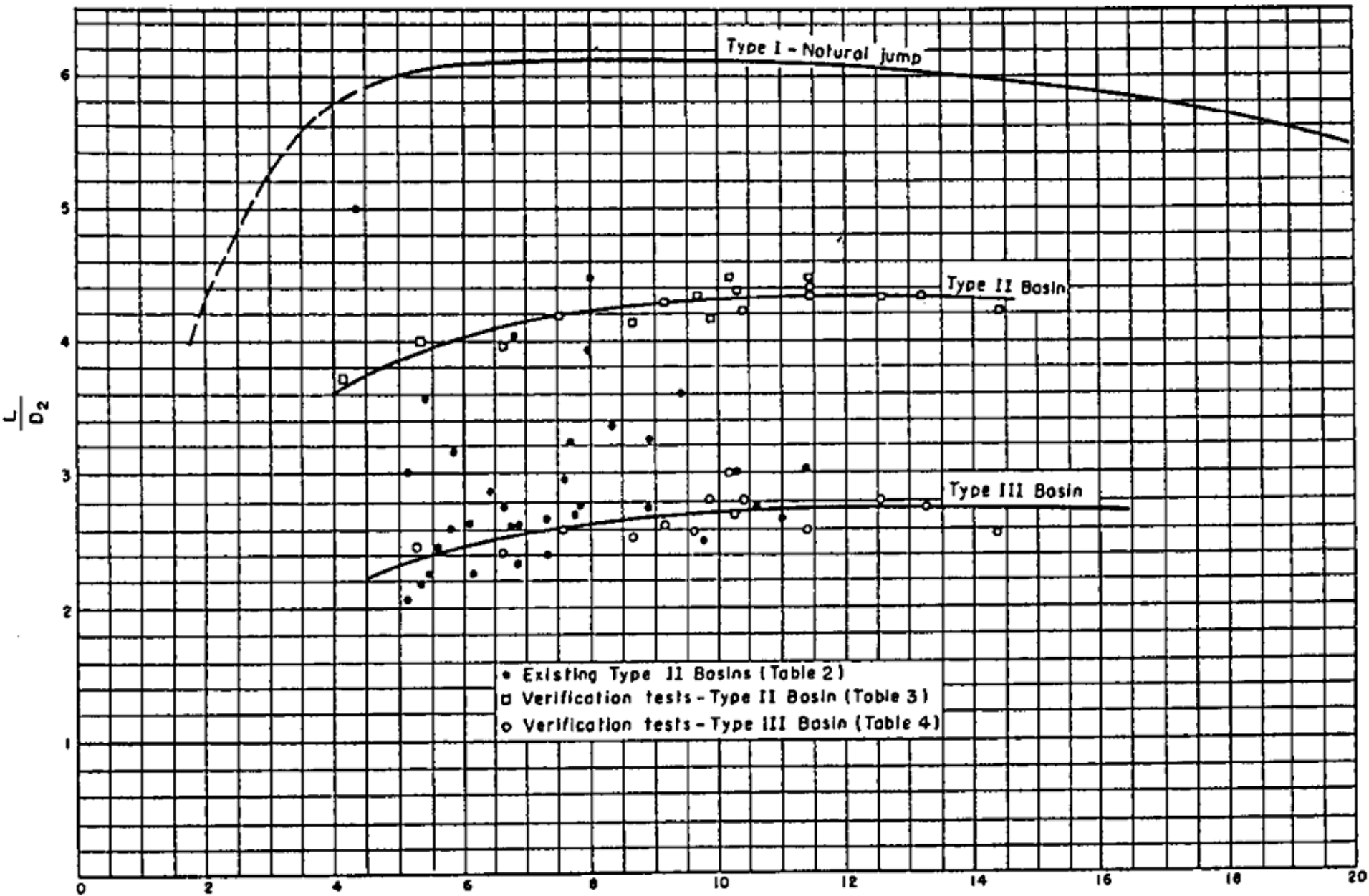
เมื่อ $K = 1.0$ สำหรับ Basin รับน้ำจาก Chute
หรือ Spillway

$= 1.3$ สำหรับอาคารในคลอง

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

ความยาวของ Basin

- ค่า $\frac{L}{d_2}$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 4 ถึง 5
- ถ้ามี Floor Block และ End sill ค่า $\frac{L}{d_2}$ เท่ากับ 3.0
- ตาราง และ กราฟ



$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g D_1}}$$

ความยาวของไฮดรอลิกจัมบนพื้นราบ อย่างน้ำนิ่งแบบที่ I, II และ III

การกำหนดระดับพื้นอ่างน้ำนิ่ง

↗ TW มากกว่า d_2 ทำให้เกิด Drowned Jump

↗ d_2 มากกว่า TW จัมเคลื่อนตัวออกนอก Basin

↗ ควรมีการเปรียบเทียบโค้ง TW และ d_2

การกำหนดระดับพื้นอ่างน้ำนิ่ง

เพื่อให้โค้ง d_2 ในช่วง Q_{min} ถึง Q_d ไม่อยู่เหนือโค้ง
TW ในช่วง Q เดียวกัน

การใช้ความกว้างของ Basin ที่เหมาะสม จะทำ d_2
มีค่าน้อยลง จึงไม่ต้องลดระดับพื้นต่ำเกินไป

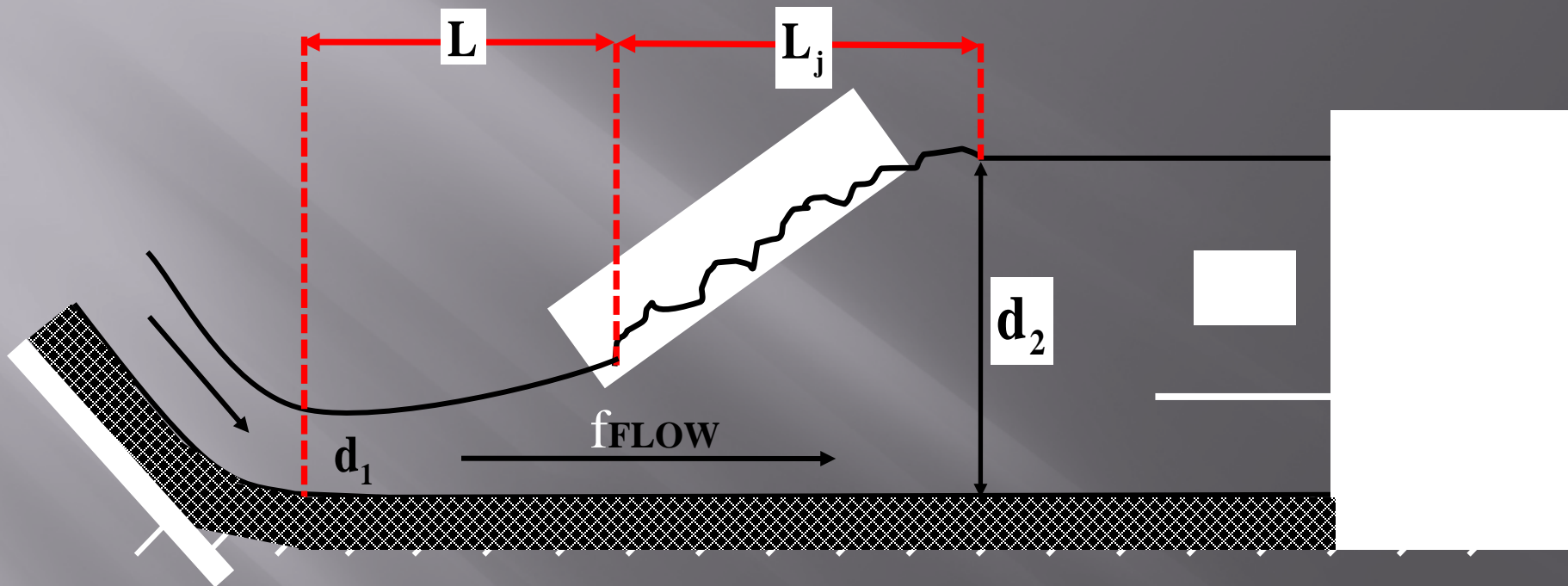
การกำหนดระดับพื้นอ่างน้ำนิ่ง

ปริมาณการไหลออกแบบสูงสุด อาจจะไม่ใช้ปัจจัยที่ใช้กำหนดระดับพื้นอ่างน้ำนิ่งเสมอไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลที่ทำให้เกิดความต่างมากที่สุด ระหว่างโค้ง d_2 และโค้ง TW ในช่วงค่าของปริมาณการไหลออกแบบ

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ I

- ไม่มี Chute Block และ Baffle Block
ควบคุมการเกิดจัม
- การไหลเปลี่ยนตำแหน่งเกิดจัมจะเปลี่ยนไปด้วย
- อ่างจะมีความยาวมาก
- ความยาวจัมหาได้จากรูป
- ความยาวของ Basin รวมระยะก่อนเกิดจัมด้วย
- เหมาะสำหรับการไหลที่มีฟรูดนัมเบอร์ไม่เกิน 2.5

ความยาว Basin = $L + L_j$

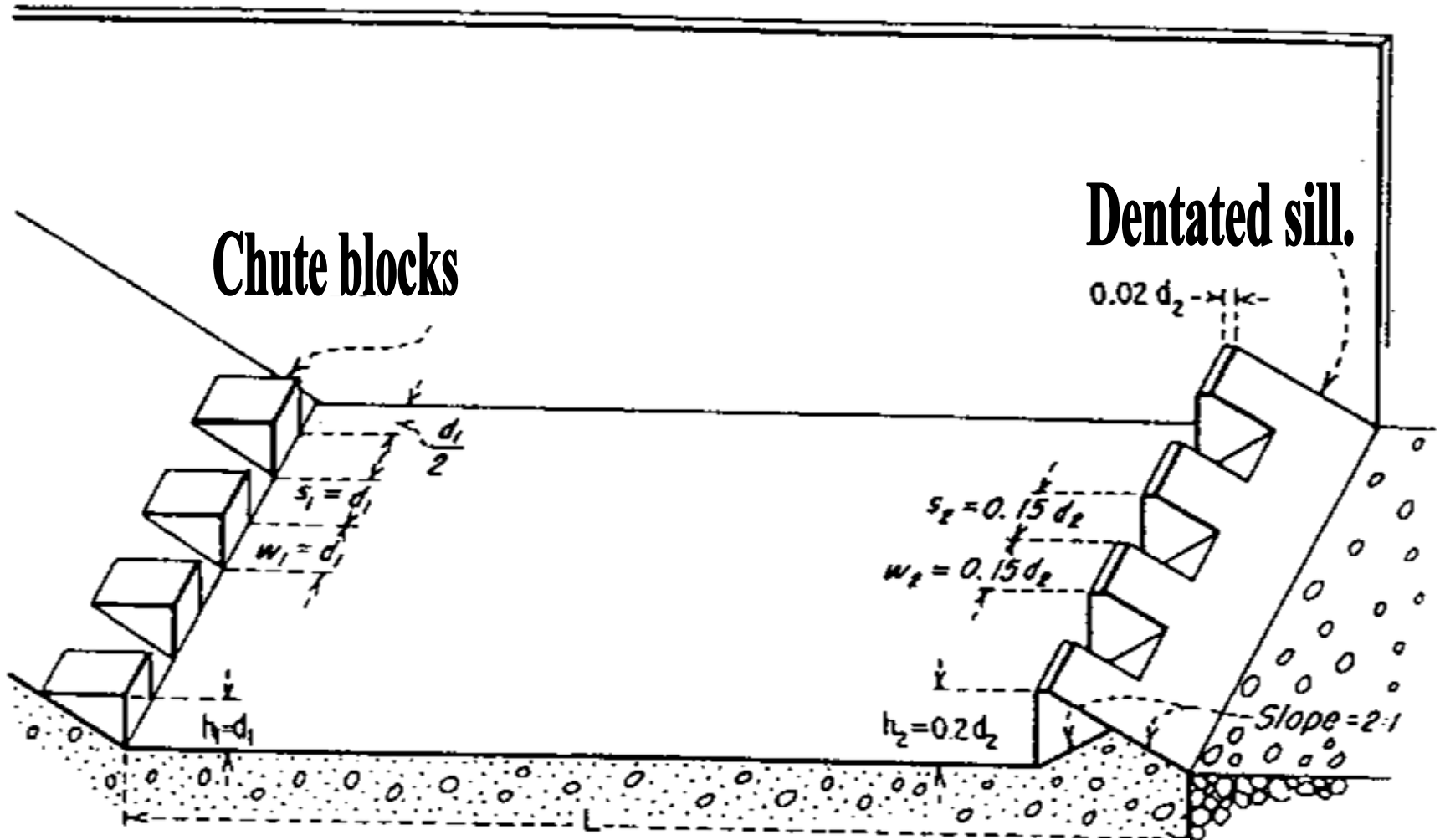


อ่างน้ำนิ่งแบบที่ I

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ II

- เหมาะสำหรับเขื่อนขนาดใหญ่ และอาคารในคลองขนาดใหญ่
- เหมาะสำหรับการไหลที่มีฟรูดนัมเบอร์มากกว่า 4.50
- ควรเผื่อค่าความปลอดภัยอย่างน้อย 5 % ของ d_2
- ไม่เหมาะสำหรับการไหลที่มีฟรูดนัมเบอร์น้อยกว่า 4.0
- ความยาวของ Basin หาได้จากรูป

SPILLWAYS



(A) TYPE II BASIN DIMENSIONS

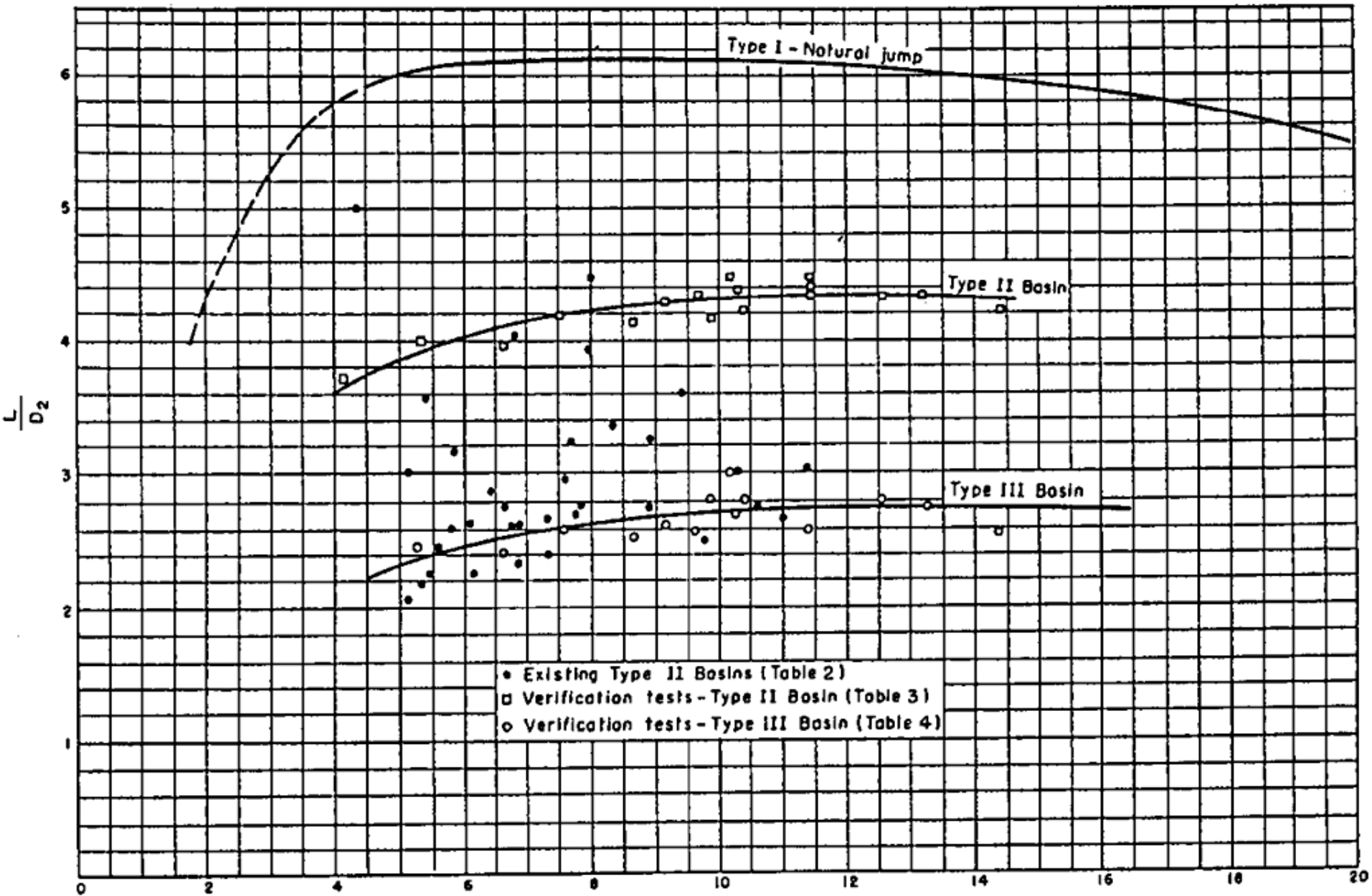
อ่างน้ำนิ่งแบบที่ II หรืออ่างสลายพลังงานแบบที่ II

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ II (ต่อ)

- ความกว้างและระยะห่างของ Dentated Sill ต้องเท่ากัน และมีขนาดมากที่สุดไม่เกิน $0.15d_2$
- พื้นรางเท หรือ Channel ของทางเข้าสู่ Basin ต้องมีความลาดเทไม่เกิน 45 องศา
- ถ้าความลาดเทมากกว่า 45 องศา ตรงจุดเชื่อมต่อตรงทางเข้า Basin ออกแบบพื้นให้โค้งลงด้วยรัศมี $4d_1$

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ III

- เหมาะสำหรับอาคารในคลองชลประทาน และทางน้ำล้นขนาดเล็ก
- สั้นกว่าอ่างน้ำนิ่งแบบที่ II
- ความเร็วเข้าสู่ Basin ต้องไม่มากกว่า 18 เมตร/วินาที
- q ไม่เกิน $18.6 \text{ ม}^3/\text{วินาที}/\text{เมตร}$
- เหมาะสำหรับคลองที่มีฟรุคชั่นเบอร์ มากกว่า 4.50



$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g D_1}}$$

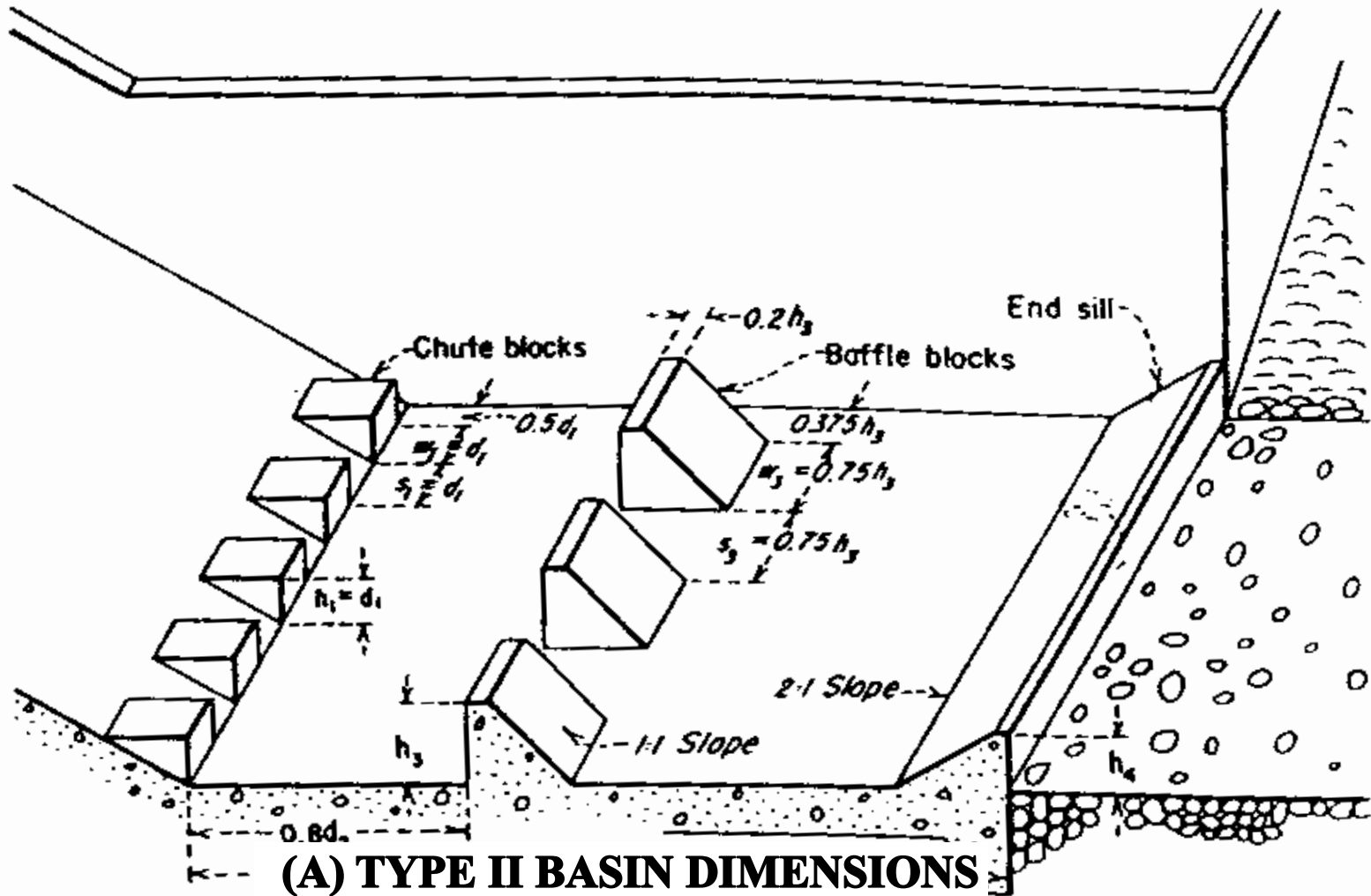
ความยาวของไฮดรอลิกจัมบนพื้นราบ อย่างน้ำนิ่งแบบที่ I, II และ III







SPILLWAYS






อ่างน้ำนิ่งแบบที่ III หรืออ่างสลายพลังงานแบบที่ III

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ III (ต่อ)

- ความยาวของ Basin หาได้จากรูป
- ความสูง ความกว้าง และระยะห่างของ Chute Block ควรเท่ากับ d_1
- Chute Block ต้องสูงไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
- ความสูง Baffle Block ขึ้นอยู่กับฟรุตนัมเบอร์ หาได้จากรูป



อ่างน้ำนิ่งแบบที่ III (ต่อ)

-  ความกว้างและระยะห่างของ Baffle Block ควรเท่ากับ 0.75 เท่าของความสูง
-  Baffle Block ต้องอยู่ห่างจาก Chute Block เป็นระยะทาง $0.8d_2$
-  ขนาดของ End Sill หาได้จากรูป

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ III (ต่อ)

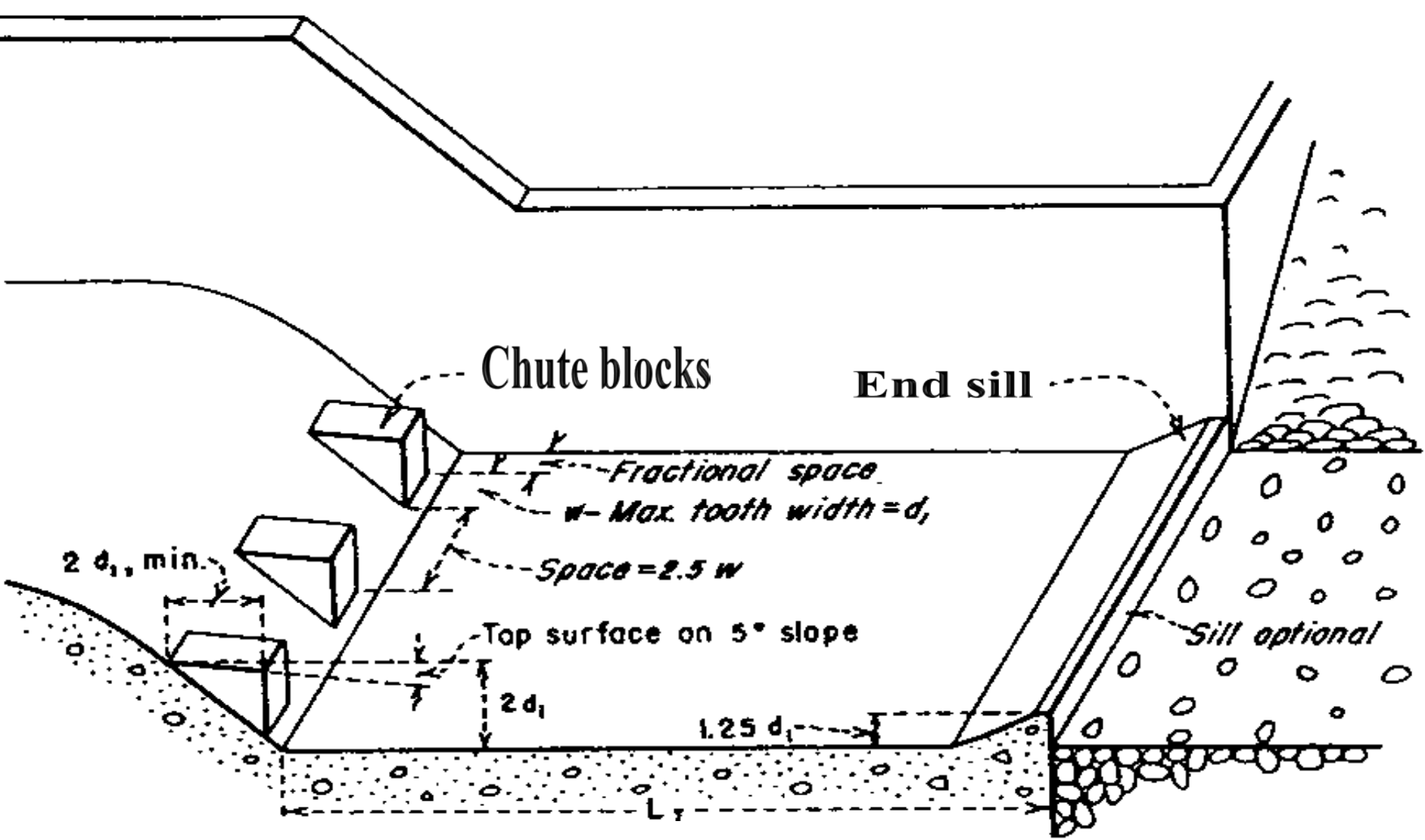
- ถ้าพื้นของ Chute หรือ Channel เข้าสู่ Basin ชันกว่า 45 องศา ตรงจุดเชื่อมต่อตรงทางเข้า Basin ออกแบบพื้นให้โค้งลงด้วยรัศมี $4d_1$
- Chute Block ไม่ควรสูงกว่า d_1 เพื่อไม่ให้ยกกระแสน้ำขึ้นเหนือ Baffle Blocks
- ไม่จำเป็นต้องจัดเรียง Baffle Blocks ให้เหลื่อมกับ Chute Block เพราะไม่ก่อให้เกิดผลดีในทางชลศาสตร์มากนัก

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ III (ต่อ)

-  ตำแหน่ง ความสูง และระยะห่างของ Baffle Block มีความสำคัญมากต่อการสลายพลังงาน
-  ต้องไม่ทำการลบมุมตามขอบของ Chute Block , Baffle Block และ End sill เพราะจะทำให้ลดประสิทธิภาพการสลายพลังงานลงครึ่งหนึ่ง

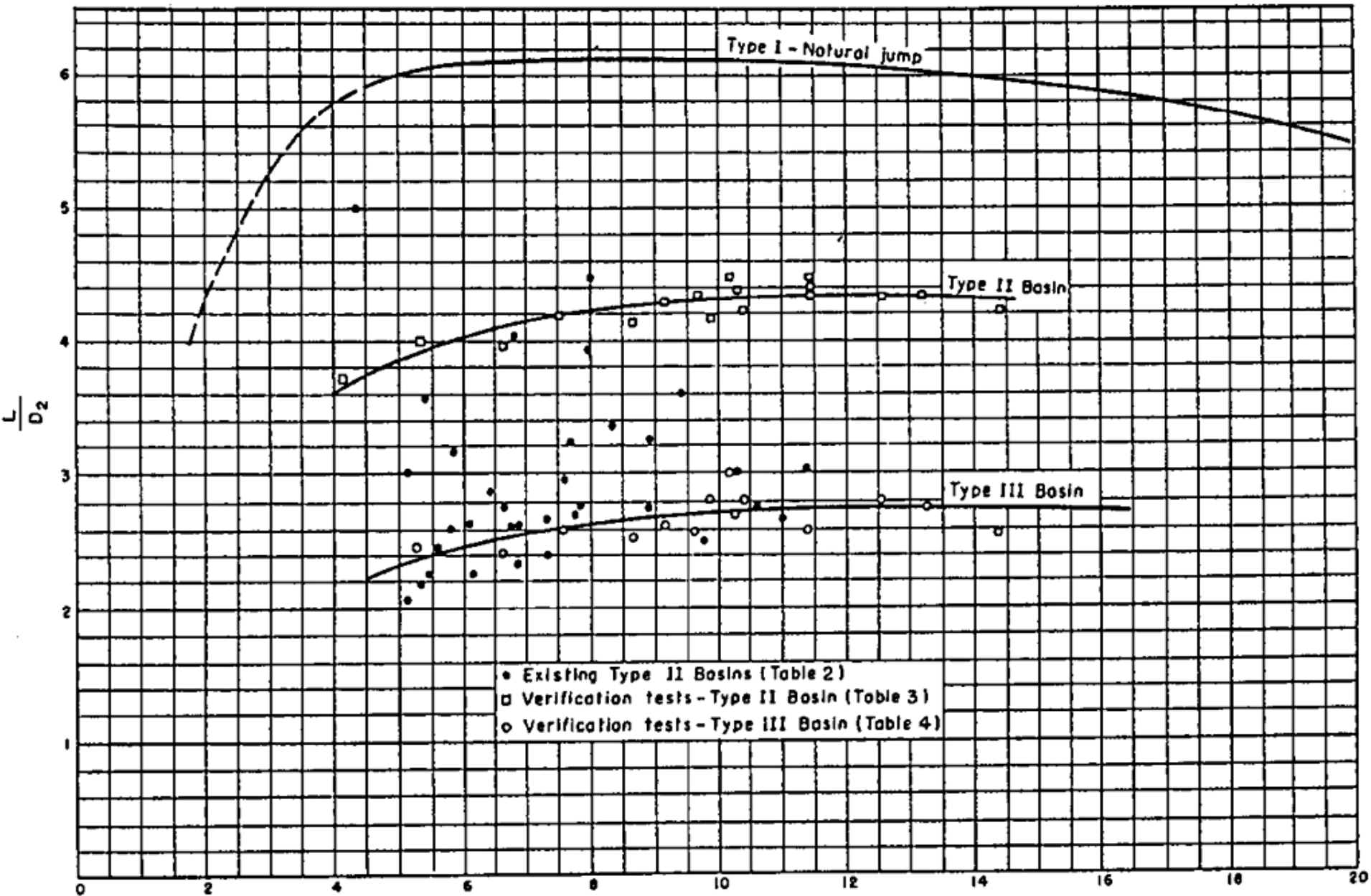
อ่างน้ำนิ่งแบบที่ IV

- เหมาะสำหรับอาคารในคลอง Outlet Work และเขื่อนทดน้ำ
- เหมาะสำหรับการไหลที่มีค่าฟรูดนัมเบอร์ ระหว่าง 2.5 ถึง 4.0
จัมป์จะไม่มั่นคง และจะเกิดคลื่น อาจจะทำให้เกิดความเสียหายแก่
หินเรียงและคลองดิน
- ในกรณี Outlet ถ้าเขตเท่ากับหรือมากกว่า 15 เมตร ควรจะ
ทำการศึกษาจากแบบจำลอง



(A) TYPE IV BASIN DIMENSIONS
FROUDE NUMBER

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ IV หรืออ่างสลายพลังงานแบบที่ IV



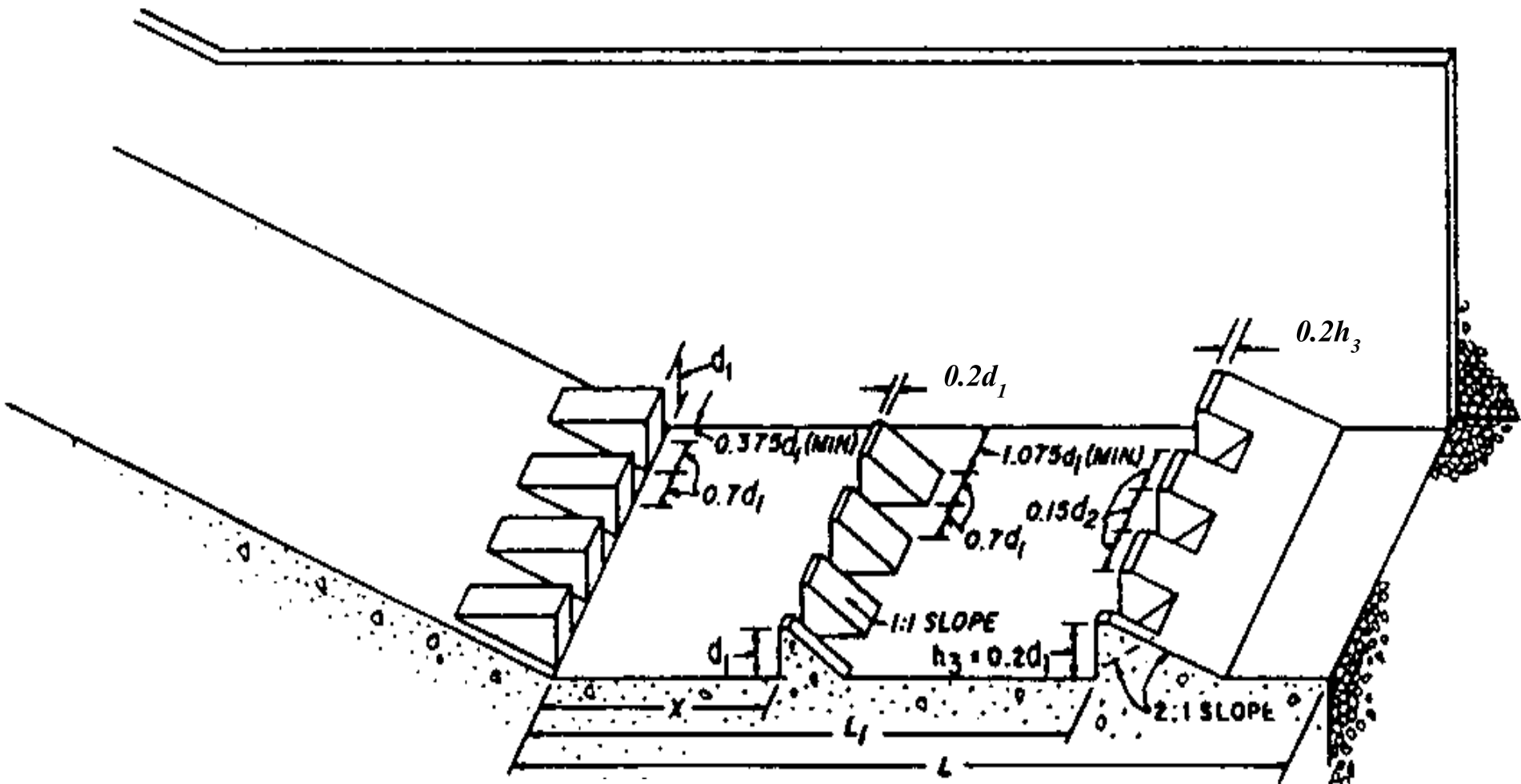
ความยาวของไฮดรอลิกจัมบนพื้นราบ $F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g D_1}}$ อำงน้ำนิ่งแบบที่ I, II และ III

อ่างน้ำนิ่งแบบที่ IV (ต่อ)

- ความลึกของ TW ควรมากกว่า d_2 เท่ากับ 5 ถึง 10%
เพื่อไม่ให้เกิดจ๊ัมนอก Basin
- ความยาวของ Basin ใช้เท่ากับ ความยาวของ Natural Jump
หรือหาได้จากรูป
- ขนาดของ End Sill หาได้จากรูป

อ่างน้ำนิ่งสำหรับการไหลที่มีฟรูดนัมเบอร์น้อย

- เหมาะสำหรับการไหลที่มีฟรูดนัมเบอร์ระหว่าง 2.5 ถึง 4.5
- ใช้ทดแทนอ่างน้ำนิ่งแบบที่ I และ IV
- มี Chute Block , Baffle Block และ Dentated Sill
- ขนาดและระยะต่าง ๆ เป็นไปตามรูป



(A) DIMENSIONS FOR ALTERNATIVE LOW FROUDE NUMBER BASIN

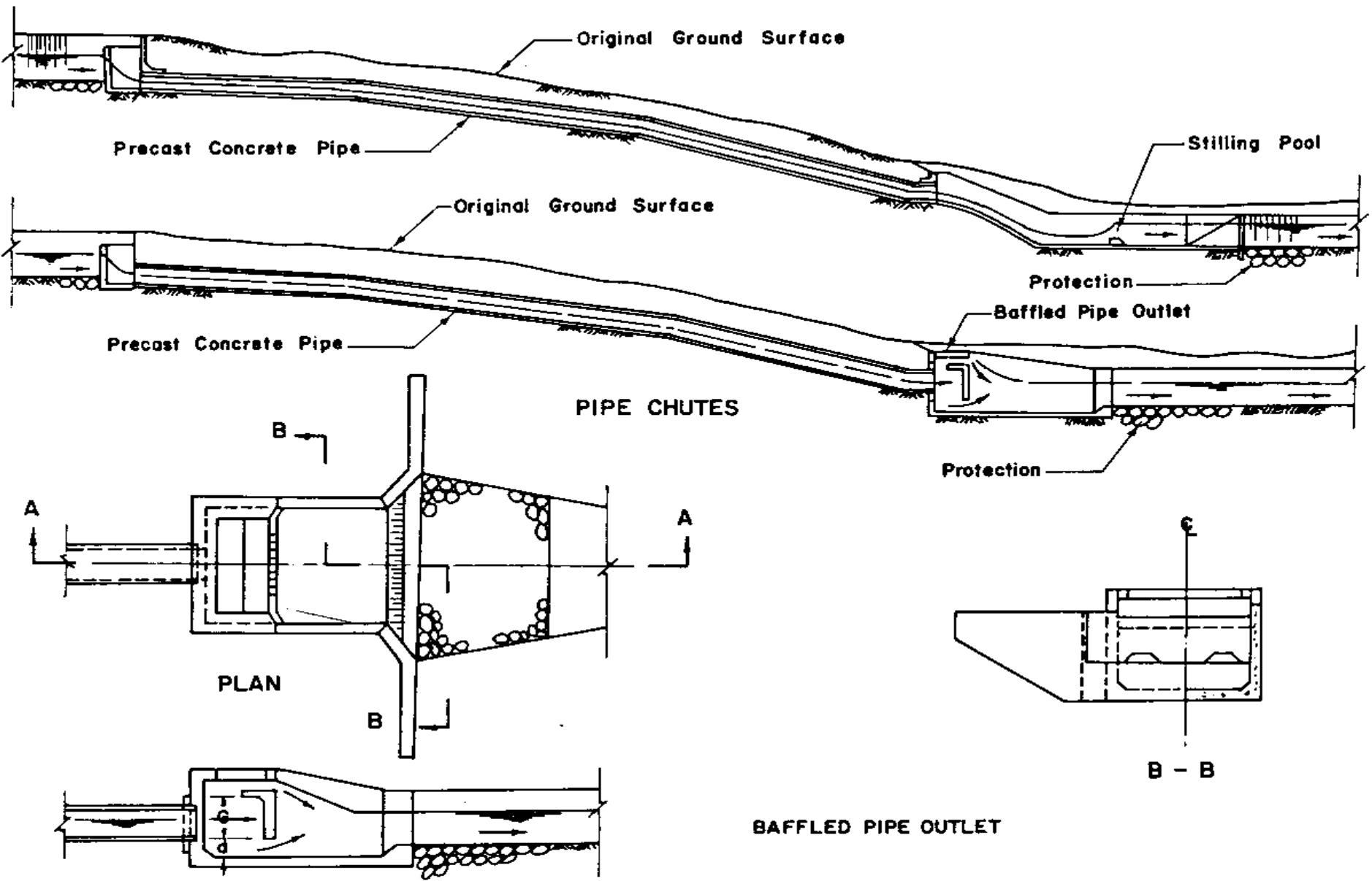
อำนาจน้ำนิ่งเพื่อเลือกสำหรับค่าฟรูดนัมเบอร์น้อย

อ่างน้ำนิ่งสำหรับการไหลที่มีฟรูดนัมเบอร์น้อย (ต่อ)

- ความกว้างและระยะห่างของ Chute Block , Baffle Block และซี่ Dentated Sill สามารถปรับได้เพื่อให้เหมาะสมกับความกว้างของอ่าง
- ความยาวของอ่างทั้งหมด หาได้จากรูป ซึ่งเป็นค่าน้อยที่สุด ฉะนั้นสามารถปรับเพิ่มความยาวของอ่างได้

อาคารสลายพลังงานแบบที่ VI

- เหมาะสำหรับ Pipe outlet , Pipe drop , Pipe chute
- ดัดแปลงไปใช้กับ Open channel outlet ได้
- ระดับน้ำด้านท้ายไม่มีอิทธิพลต่อการไหล
- สลายพลังงานได้ดีกว่า Jump-type basin.



Pipe Chute and Baffled Pipe Drop

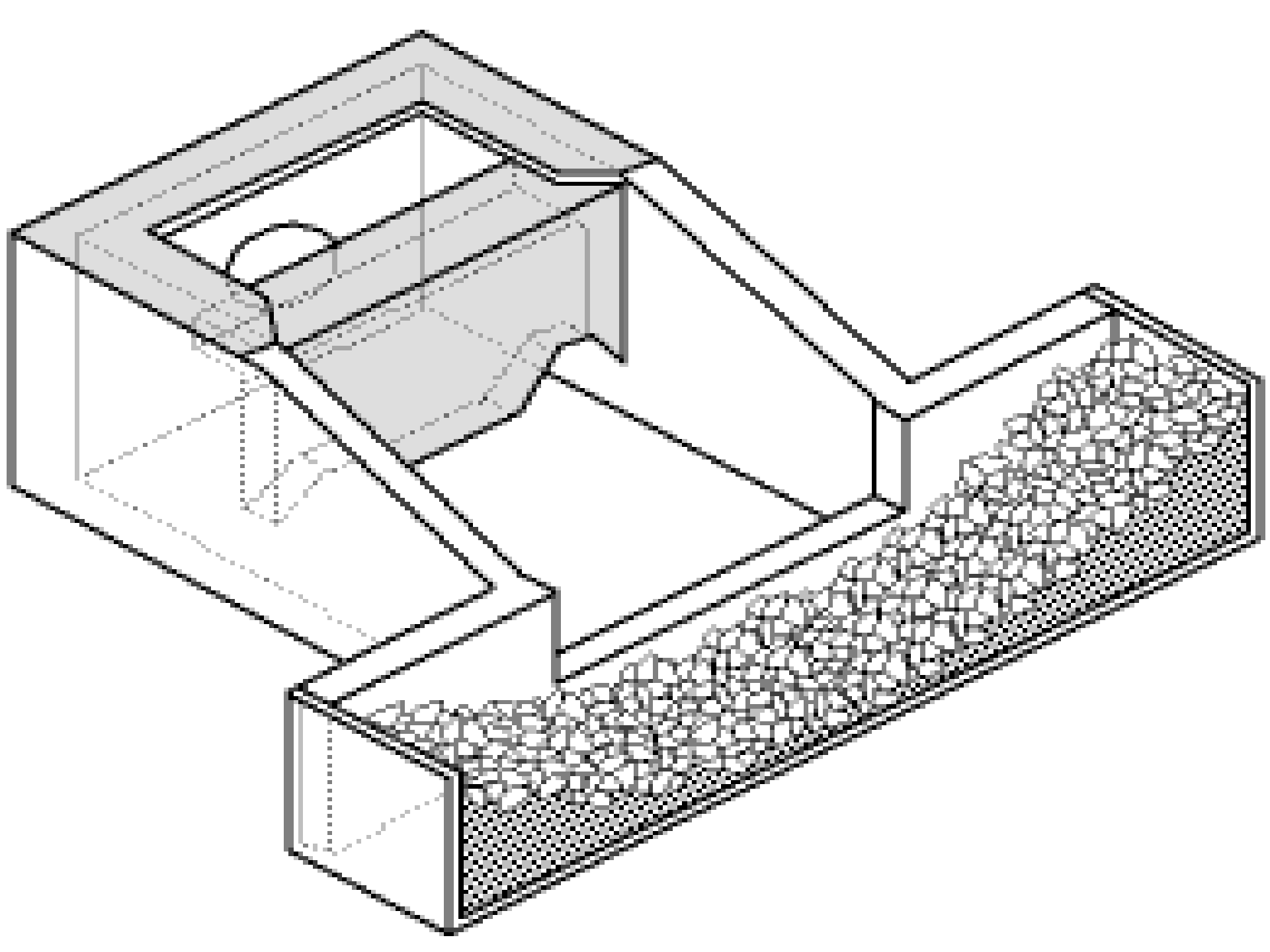












อาคารสลายพลังงานแบบที่ VI (ต่อ)

- ความสูงของน้ำในอ่างไม่ควรเกิน $\frac{b}{2} + f$
- เพื่อป้องกันการเกิด Cavitation ความเร็วเข้าอ่างไม่ควรเกิน 15 เมตร/วินาที
- ฟรุตนัมเบอร์ไม่ควรเกิน 9.0 และไม่ควรน้อยกว่า 4.0
- ความเร็วทางทฤษฎีของน้ำที่ปลายท่อขึ้นอยู่กับความต่างของระดับน้ำหน้าท่อกับระดับน้ำที่ปลายท่อ

อาคารสลายพลังงานแบบที่ VI (ต่อ)

- ↗ แต่ถ้าท่อมีความยาวมาก การหาความเร็วควรจะพิจารณาการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานด้วย
- ↗ ขนาดอ่างที่กว้างเกินไป อาจจะทำให้ลำน้ำที่พุ่งออกจากท่อไหลลดกำแพงปะทะน้ำ ประสิทธิภาพการสลายพลังงานจะลดลง โดยเฉพาะเมื่อ Q น้อยกว่า Q_d

อาคารสลายพลังงานแบบที่ VI (ต่อ)

- ท่อก่อนเข้าสู่อ่างไม่ควรลาดชันมากกว่า 15 องศา และช่วงนี้ควรมีความยาวไม่น้อยกว่า 3D
- ขอบล่างของกำแพงปะทะน้ำ ต้องอยู่ระดับเดียวกับระดับท้องท่อ
- ด้านท้ายมีการเรียงหินป้องกันการกัดเซาะ
 - ❖ ขนาดหินประมาณ $\frac{1}{20}w$
 - ❖ ความหนาของชั้นหินไม่น้อยกว่า $\frac{1}{6}w$

อาคารสลายพลังงานแบบที่ VI (ต่อ)

- ↗ ขนาดท่อที่ปล่อยน้ำเข้าอ่าง คำนวณจากความเร็ว 3.66 เมตร/วินาที (12 ฟุต/วินาที) เมื่อน้ำไหลเต็มท่อ
- ↗ กรณีน้ำท่วมปากท่อด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำควรติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาด $\frac{1}{6}D$

อาคารสลายพลังงานแบบที่ VI (ต่อ)

ข้อดีของ End Sill ที่มี Wing wall บานออก 45 องศา

- ❖ ช่วยไม่ให้อุณหภูมิระดับน้ำด้านท้ายลดลงมาก
- ❖ ป้องกันการกัดเซาะได้ดี
- ❖ ทำให้การไหลกระจายตัวได้ดีตลอดความกว้าง จึงช่วยลดความสูงของคลื่น

การออกแบบอาคาร แบบที่ VI

1. สมมติลำน้ำที่พุ่งออกจากท่อ มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส
ทำการหา d

$$A = Q/V$$

$$d = \sqrt{A}$$

เมื่อ $V = \sqrt{2gh}$ ต้องไม่เกิน 15 เมตร/วินาที

เมื่อ $h =$ ผลต่างของระดับน้ำหน้าท่อกับปลายท่อ

เมื่อ $F = \frac{V}{\sqrt{gd}}$ ต้องไม่เกิน 9.0

การออกแบบอาคาร แบบที่ VI

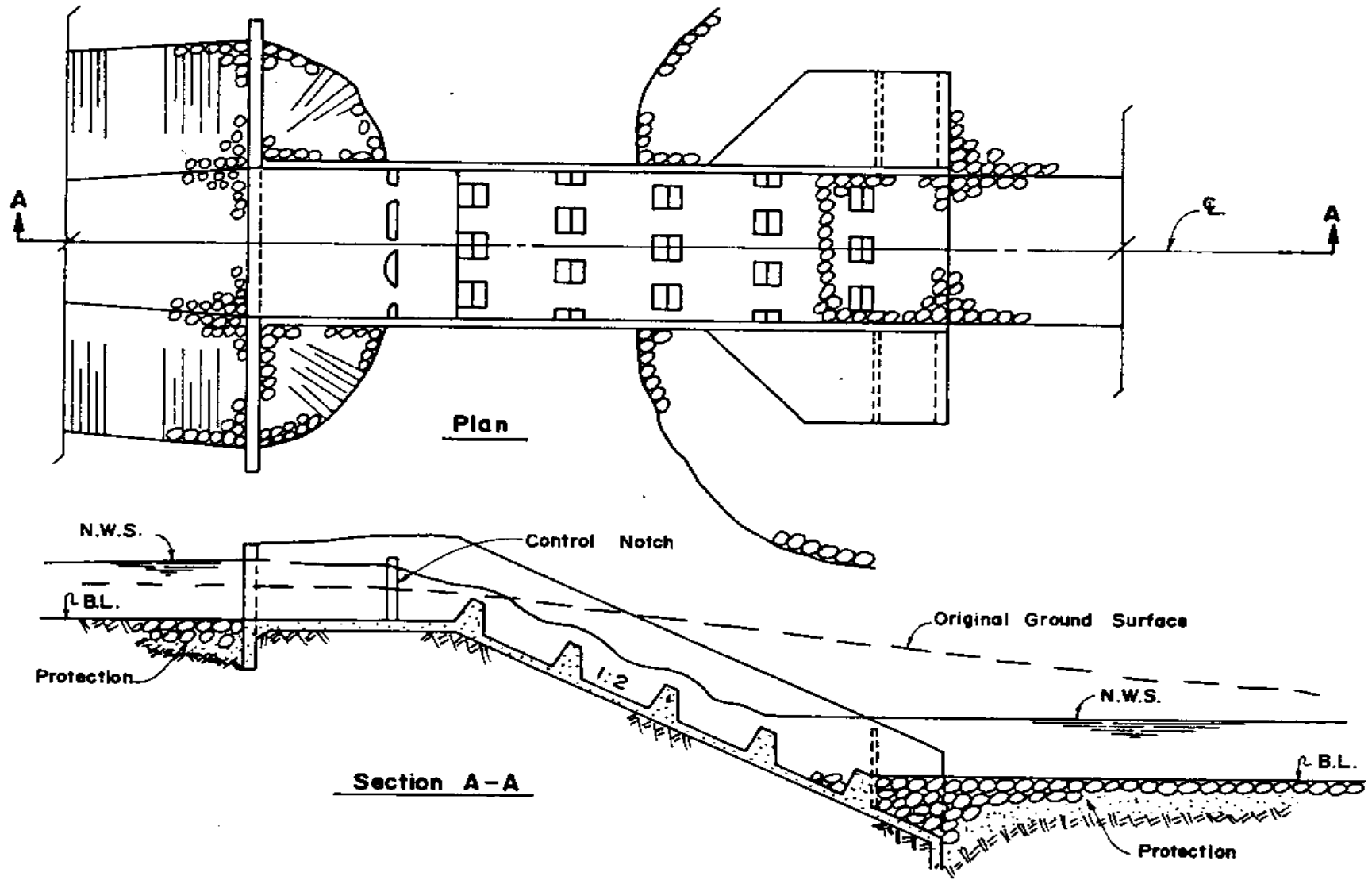
2. หาขนาดท่อโดยใช้ V ไม่เกิน 3.66 เมตร/วินาที
หรือ 12 ฟุต/วินาที

$$A = Q/V = \frac{\pi}{4} D^2$$

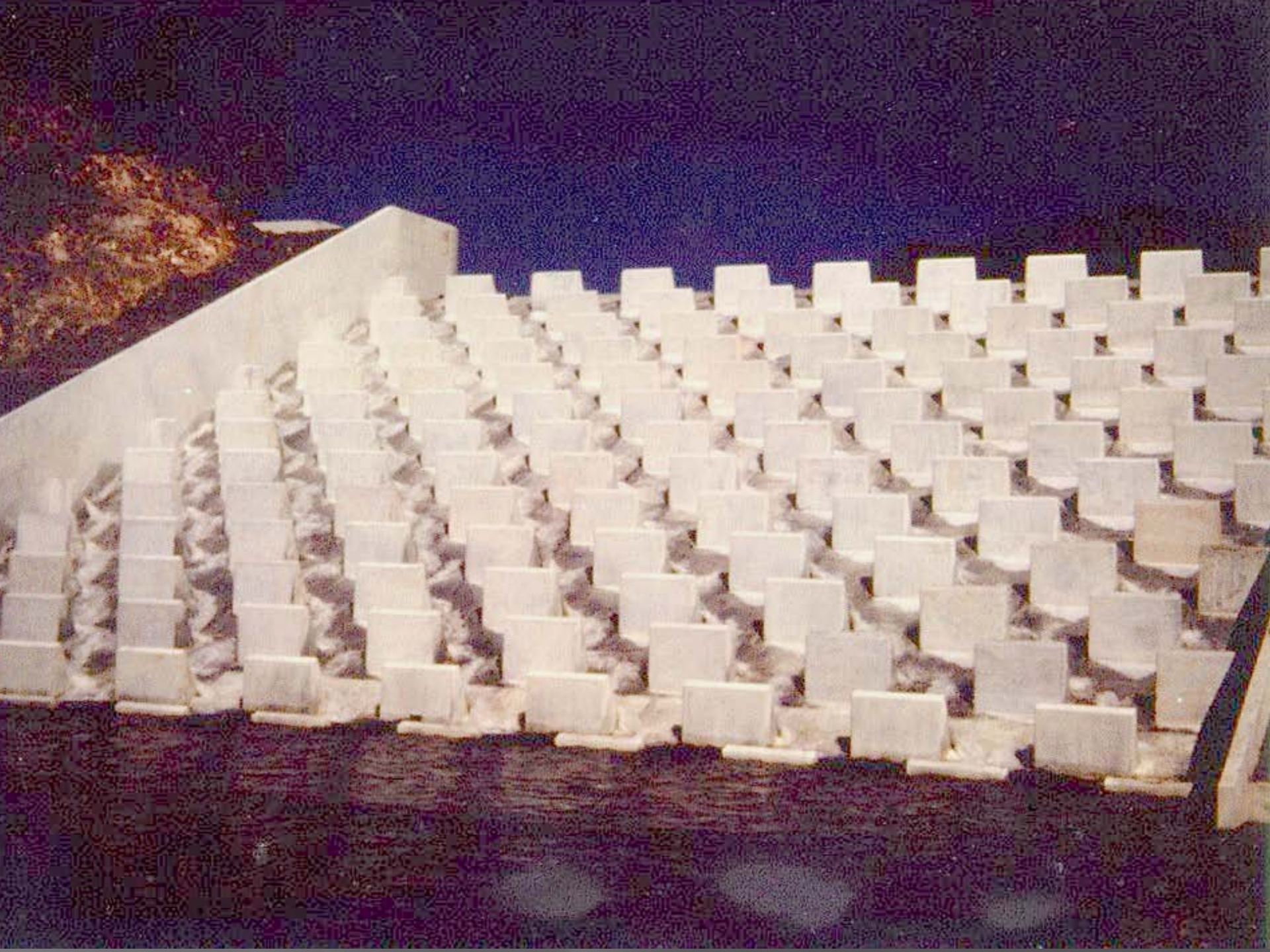
3. นำค่าฟรูดนัมเบอร์ ไปหาขนาดและมิติต่างๆ ของอาคาร
จากรูปและกราฟ

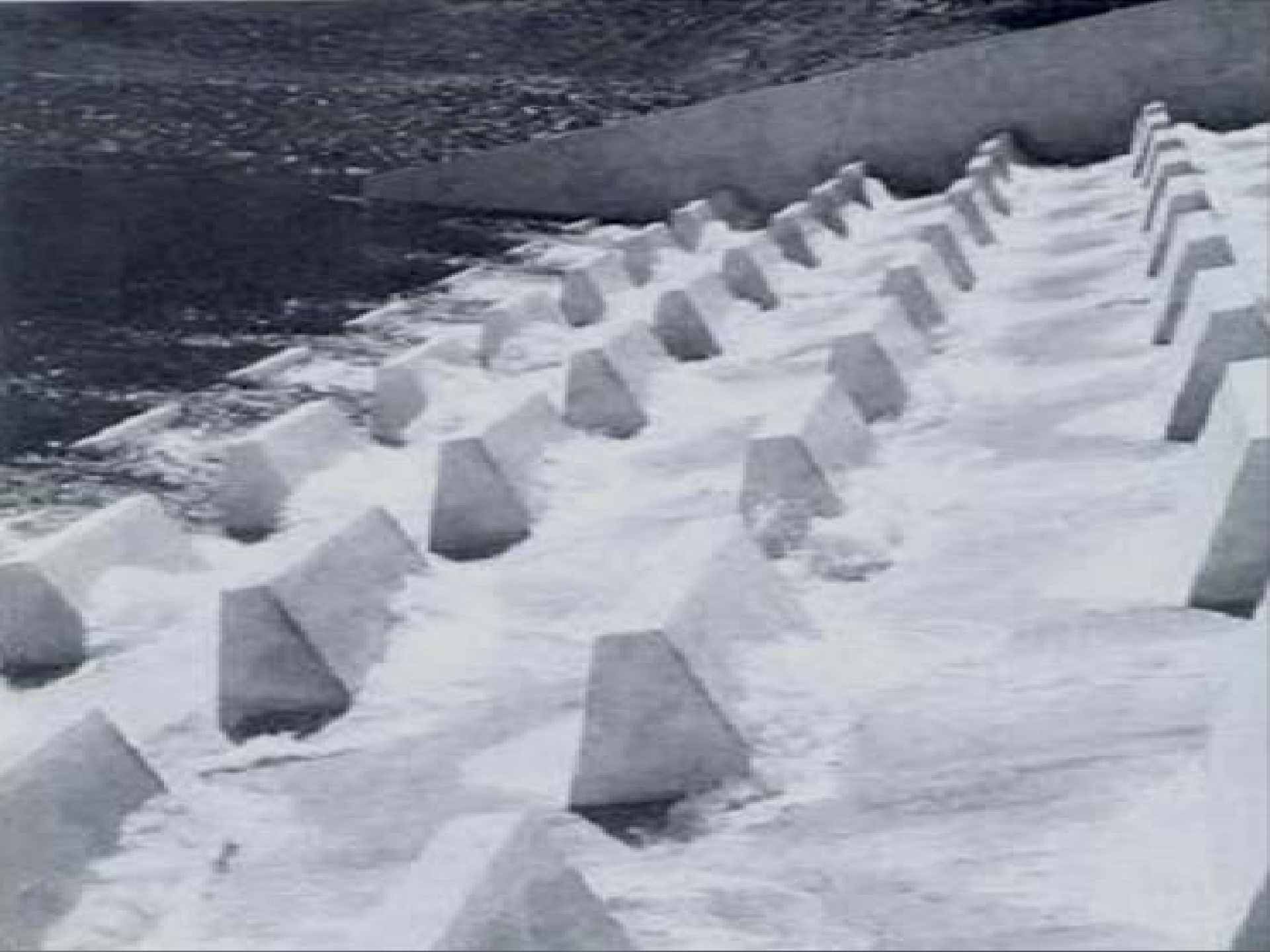
อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX

- เหมาะสำหรับตำแหน่งที่มีการลดระดับพื้นทางน้ำ เช่น อาคารน้ำตกแนวเอียง อาคารทิ้งน้ำปลายคลองส่งน้ำ
- ตำแหน่งที่ไม่ทราบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในคลองด้านท้าย
- ขนาด W ที่เหมาะสมเป็นไปตาม q ในตาราง

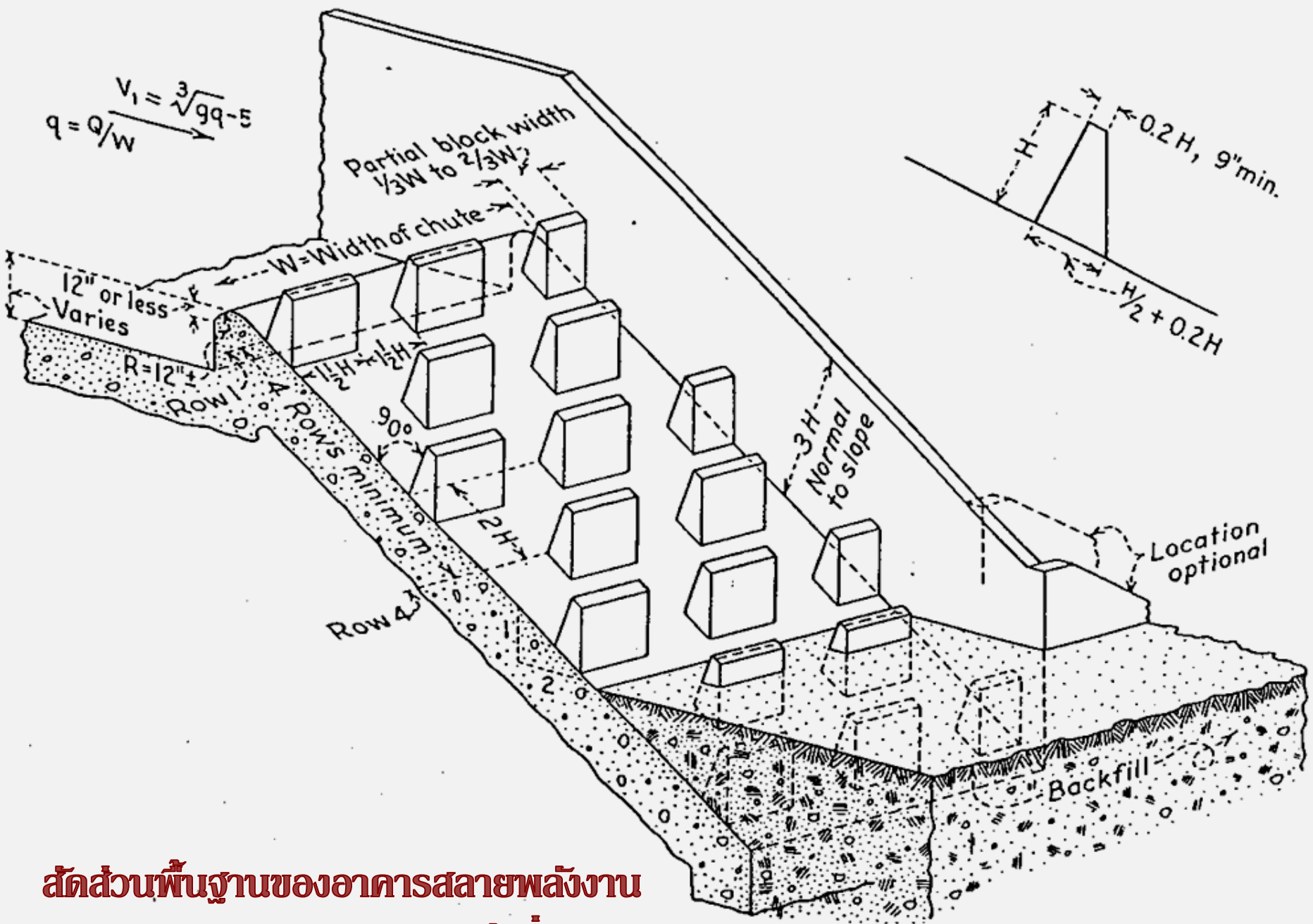


Baffled Apron Drop









สัดส่วนพื้นฐานของอาคารสลายพลังงาน
 แบบ Baffled Chute (อ่างน้ำนิ่งแบบ IX)

ตารางที่ 2 ขนาดความกว้างที่แนะนำตามปริมาณการไหล

ปริมาณการไหลทั้งหมด Q ลบ.ฟุต/วินาที	ปริมาณการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้างของรางเท q ลบ.ฟุต/วินาที/ฟุต
0 - 39	5 - 10
40 - 99	10 - 15
100 - 189	15 - 20
190 - 460	20 - 30

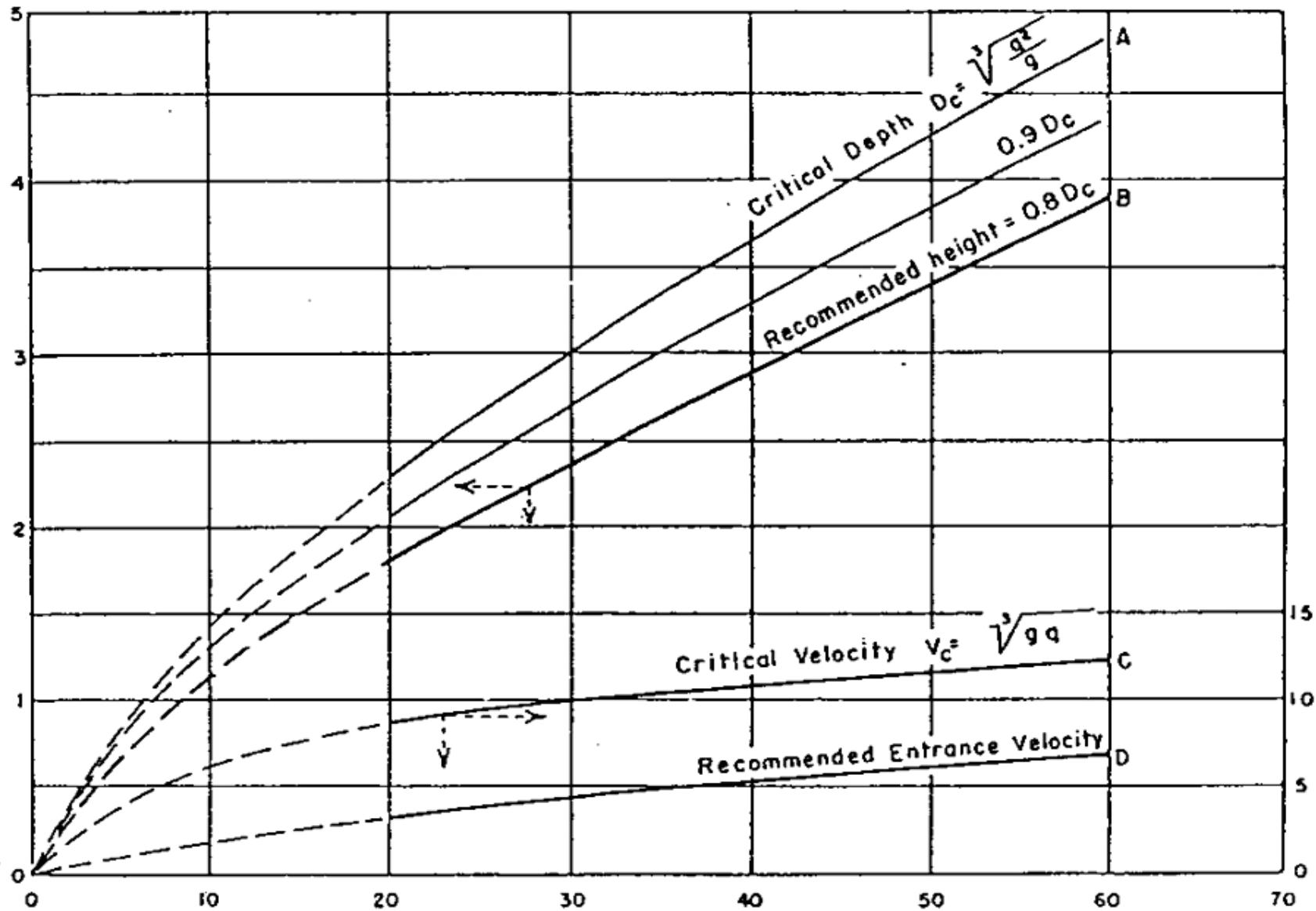
อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

➡ ความเร็วเข้าสู่อาคาร ต้องไม่เกินความเร็ววิกฤตเพื่อไม่ให้
น้ำไหลแรงจนพุ่งข้าม Baffle Block

$$V_1 = \sqrt[3]{gq} - 5 \quad \text{ระบบอังกฤษ}$$

➡ โดยปกติ V_1 ไม่ควรเกิน $0.5 V_c$

SCALE OF FEET-NORMAL TO CHUTE.



VELOCITY-FT.PER SEC.

คำแนะนำของความสูงของ Baffle Pier และความเร็วที่ยอมให้

อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

- ↗ ความลาดเอียงของพื้น ไม่ควรชันกว่า 1:2 (ตั้ง:ราบ)
- ↗ ถ้าพื้นชันน้อยกว่า 1: 2 ใช้จำนวนแถวของ Block เท่ากับจำนวนแถวของพื้นที่ลาดชัน 1:2
- ↗ ความยาวก่อนเข้าสู่อาคารไม่ควรน้อยกว่า $2d_1$
- ↗ Block แถวแรกไม่ต่ำกว่าสัน Sill เกิน 1 ฟุต

อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

↗ ระยะห่างระหว่างแถว = $\frac{H}{\text{ความลาดชันของพื้น}}$

แต่ต้องไม่เกิน 6 ฟุต

↗ ผิวหน้าของ Block ควรตั้งฉากกับพื้นเอียง

↗ ระยะระหว่าง Block ในแถวไม่มากกว่า $1.5H$
และไม่น้อยกว่า H

อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

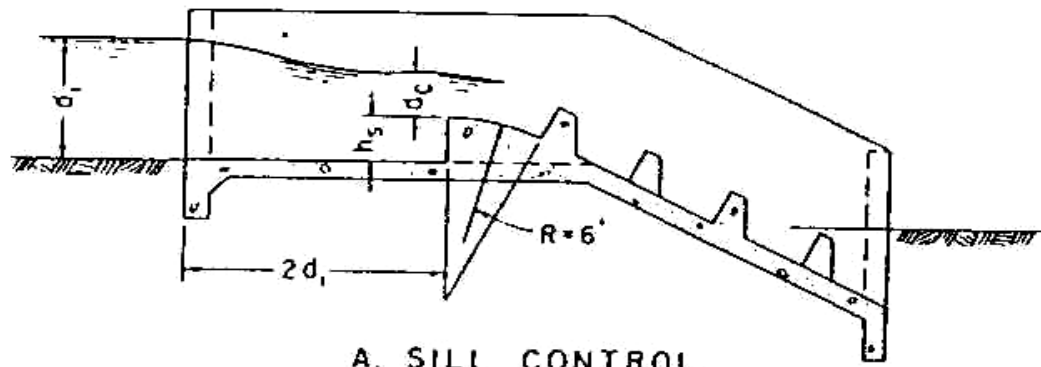
- มี Baffle Block อย่างน้อย 4 แถว โดยมี Block 1 แถวเป็นอย่างน้อย อยู่ใต้ระดับพื้นทำynnน้ำ
- ด้านทำynnอาคาร เรียงหินขนาด 6-12 นิ้ว
- ควรเรียงหินบนลาดดินถมข้างผนังอาคารทั้ง 2 ด้าน โดยมีความยาวอย่างน้อยเท่ากับความสูงของผนัง
- มีกำแพง Cutoff และ Wing wall และทำynnน้ำเพื่อลดการซึมของน้ำผ่านใต้และข้างอาคาร

อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

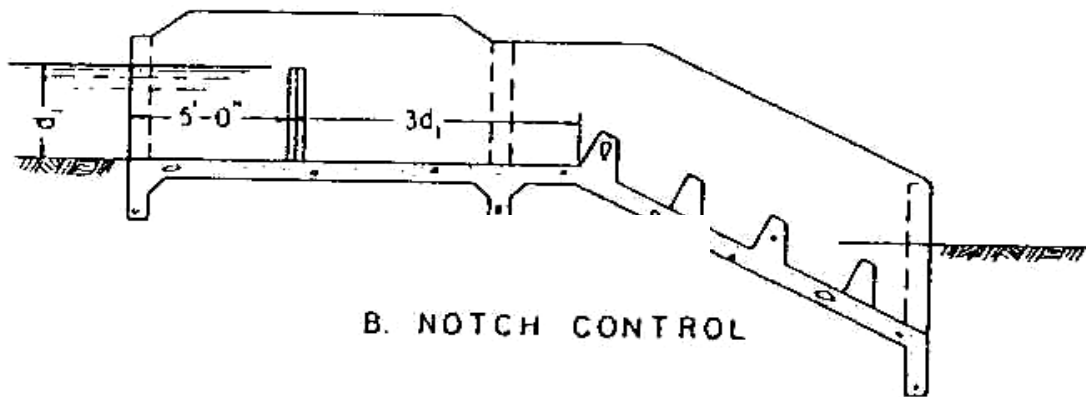
การควบคุมที่ทางเข้า

1) การควบคุมโดยใช้ Si11

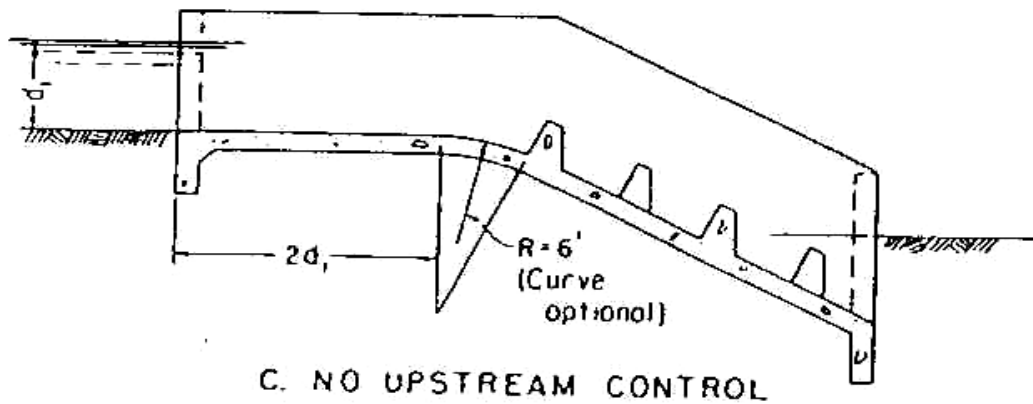
- ❖ Approach Channel ยาวอย่างน้อย $2d_1$
- ❖ Si11 มีผิวโค้งรัศมีไม่เกิน 9 ฟุต แต่มักนิยมใช้ 6 ฟุต



A. SILL CONTROL



B. NOTCH CONTROL



C. NO UPSTREAM CONTROL

ลักษณะการควบคุมที่ทางเข้า

อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

ความสูง Sill

$$h_s = E_1 - E_c - 0.5 \Delta h_v$$

$$\text{โดย } E_1 = d_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

$$E_c = d_c + \frac{V_c^2}{2g} = 1.5 d_c$$

$$\Delta h_v = \frac{V_c^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

อาคารสลายพลังงานแบบที่ IX (ต่อ)

2) การควบคุมโดยใช้ Notch

- ❖ เพิ่มความเร็วที่ทางเข้า น้ำจะกระเซ็นเมื่อไหลไปปะทะ Block แลวแรก

3) ทางเข้าไม่มีการควบคุม

- ❖ ไม่ต้องการควบคุมระดับน้ำด้านบนเหนือน้ำ
- ❖ ควรทำพื้นทางเข้าให้โค้งเข้าไปหาพื้นเอียง