

บทที่ 2

การออกแบบอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท

2.1 การออกแบบอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก(สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท)

ขั้นตอนแรก จะหาความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำโดยคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำทั้งปีสำหรับสูตรที่ใช้คำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำทั้งปี ใช้สูตรการคำนวณหาปริมาณน้ำค่าเฉลี่ยทั้งปีหาได้ดังนี้

$$R = C I A \quad 1000$$

2.1

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (m^3)

I = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี (มม.)

A = พื้นที่รับน้ำฝน (km^2)

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า หาได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์น้ำท่า

พื้นที่รับน้ำ (km^2)	สัมประสิทธิ์น้ำท่าเฉลี่ย		
	A	B	C
น้อยกว่า 1.0	0.40	0.325	0.225
1.0 - 5.0	0.375	0.275	0.225
5.0 - 10.0	0.325	0.225	0.20
มากกว่า 10.0	0.30	0.20	0.15

โดยที่ A = พื้นที่รับน้ำฝนที่มีความลาดชันมาก (ความลาดชันตั้งแต่ 8% ขึ้นไป)

B = พื้นที่รับน้ำฝนที่มีความลาดชันปานกลางถึงมาก (ความลาดชัน 3-8%)

C = พื้นที่รับน้ำฝนค่อนข้างราบ (ความลาดชัน 0-3%)

เนื่องจากพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการแหล่งน้ำขนาดเล็กบางแห่งมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นความจุที่ระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำควรมีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เพราะจะไม่ทำให้ก่อสร้างเขื่อนสูงเกินความจำเป็นและทำให้มีน้ำเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำถึงระดับเก็บกักทุกปี

ขั้นตอนที่สอง การออกแบบเขื่อนดินซึ่งขั้นตอนนี้จะออกแบบตามแบบมาตรฐานเขื่อนดินของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท แบบมาตรฐานจะมีข้อกำหนดดังนี้

2.2 เขื่อนดิน (Earth Dam)

วัตถุประสงค์ เขื่อนดินคืออาคารที่ก่อสร้างด้วยดินถมปิดกั้นทางน้ำธรรมชาติระหว่างหุบเขาหรือลูกเนิน เพื่อทำหน้าที่กักกั้นน้ำไว้ทางด้านเหนือ เขื่อนเก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำซึ่งอยู่ระหว่างหุบเขาหรือลูกเนิน

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

2.2.1 มีอาคารระบายน้ำล้นหรือทางระบายน้ำล้นซึ่งสามารถระบายน้ำที่ไหลเข้ามา เมื่อน้ำเต็มอ่างเก็บน้ำให้ไหลออกไปได้ทันโดยที่น้ำไม่ท่วมและท่วมล้นเขื่อน

2.2.2 ลาดด้านข้างของเขื่อนดิน มีความมั่นคงระหว่างการก่อสร้างเมื่อยังไม่เก็บกักน้ำ และภายหลังการก่อสร้างเมื่อมีน้ำในอ่างเก็บน้ำ

2.2.3 ฐานรากมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักเขื่อนดินได้

2.2.4 สูญเสียน้ำเนื่องจากการซึมเพียงเล็กน้อยการซึมนี้ ได้แก่การซึมของน้ำผ่านส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ตัวเขื่อนดิน ฐานราก เขื่อนบริเวณร่องน้ำ ฐานรากเขื่อนบนลูกเนินบริเวณปลายเขื่อน

2.2.5 มีการป้องกันการกัดเซาะของน้ำที่ตัวเขื่อนกล่าวคือ ป้องกันการกัดเซาะของคลื่นบนลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ ป้องกันการกัดเซาะของน้ำฝนและลมบริเวณสันเขื่อนและบนลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ

2.3 แบบมาตรฐานเขื่อนดิน มีลักษณะต่างกันตามสภาพฐานรากประเภทต่าง ๆ จำนวน 5 ประเภทดังนี้

2.3.1 เขื่อนดินบนฐานรากที่เป็นดินเหนียวและมั่นคง หรือบนชั้นหินที่ไม่มีการรื้อขุด (D.1) ฐานรากประเภทที่น้ำได้แก่ หินผุดแข็ง หรือดินดานที่น้ำซึมผ่านไม่ได้

2.4 การออกแบบอาคารระบายน้ำล้น (Chute Spillway)

2.4.1 วัตถุประสงค์ อาคารระบายน้ำล้นคืออาคารที่สร้างสำหรับทำหน้าที่ระบายน้ำที่ไหลลงมามาก จนอ่างเก็บน้ำรับไว้ไม่ได้ทิ้งลงไปยังลำน้ำด้านท้ายเขื่อนได้อย่างปลอดภัย เพื่อป้องกันไม่ให้ในอ่างเก็บน้ำมีระดับสูงกว่าสันเขื่อนซึ่งจะไหลล้นข้ามสันเขื่อนและกัดเซาะเขื่อนให้เสียหาย

2.4.2 แบบมาตรฐานอาคารระบายน้ำล้นของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท โครงสร้างอาคารระบายน้ำล้นแบบรางเทตามแบบมาตรฐานประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

ก. ทางน้ำไหลเข้าซึ่งเป็นแบบประเภททางน้ำไหลเข้าตรง (Straight Inlet) สันทางระบายน้ำล้นมีลักษณะแบบราบ

ข. ส่วนที่เป็นโค้งทางต่ำ (Vertical Curve Section) และรางระบายน้ำลาดเท (Channel)

ค. พื้นท้ายน้ำ (Stilling Basin) ซึ่งกำหนดตามขนาดของหน่วยงาน United State Bureau of Reclamation (USBR)

2.4.3 ข้อกำหนดแบบมาตรฐานอาคารระบายน้ำแบบรางเททางน้ำไหลเข้าตรง ของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท มีดังนี้คือ

ก. ความสูงของสันทางระบายน้ำล้นวัดจากพื้นท้ายน้ำ ตั้งแต่ 5 เมตร และเพิ่มขึ้นทุก ๆ 0.5 เมตรจนถึง 10 เมตร

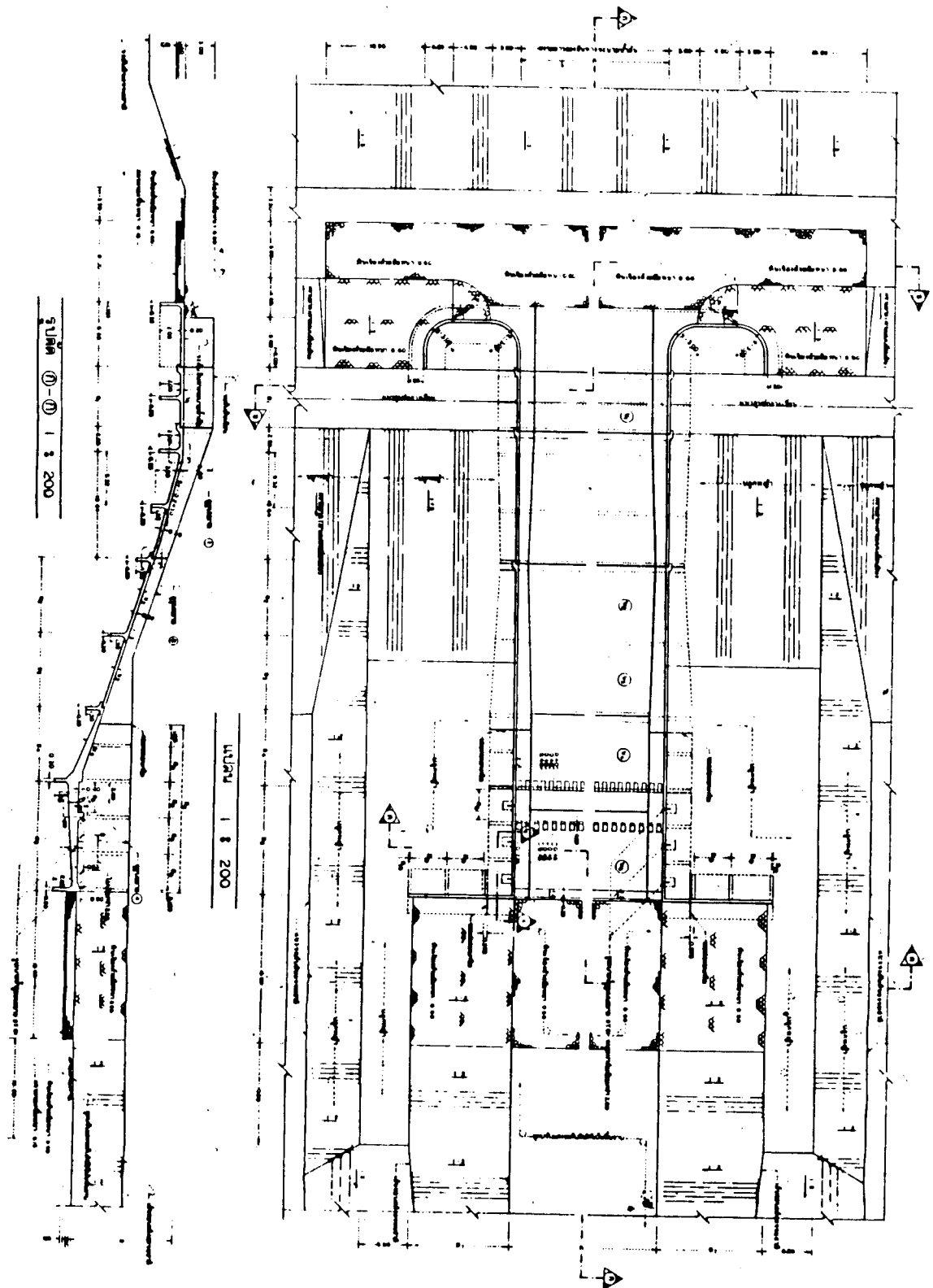
ข. ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด (q) = 4 ม³/วินาที/เมตร

ค. ความยาวของสันทางระบายน้ำล้น (l) = $\frac{\text{ปริมาณน้ำนองสูงสุด (Q)}}{4}$

ง. ระดับน้ำสูงสุดวัดจากสันทางระบายน้ำล้น 1.80 เมตร

จ. ตามแบบกำหนดให้ระดับสันเขื่อนสูงกว่าระดับสันทางระบายน้ำล้น 3 เมตร ซึ่งควรมีระยะฟรีบอร์ดมากกว่า 1.2 เมตร

สำหรับการออกแบบทางระบายน้ำล้นตามแบบมาตรฐานนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.6 และตารางที่ 2.5 การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุด (Q) จะได้กล่าววิธีการคำนวณในหัวข้อที่ 2.5



รูปที่ 2.6 แบบมาตรฐานของทางระบายน้ำล้นแบบไหลเข้าตรงของสำนักงานเว้งวัดมณฑลชนบท

ตารางที่ 2.5 มิติต่าง ๆ ของทางระบายน้ำสันตามแบบมาตรฐานของ รพช.

ขนาด ของ ทาง ระบาย น้ำ (ม.)	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
5.0	5	-	-	7.5	8.0	2.30	8.50	0.30	-	-	0.30-0.70	0.70-0.30	4.25	8.5	2.75	0.25
5.5	5	-	-	8.0	8.5	2.35	9.00	0.30	-	-	0.30-0.75	0.75-0.35	4.50	8.75	2.75	0.25
6.0	5	8.25	-	8.25	8.5	2.40	9.00	0.30	0.30	-	0.30-0.75	0.75-0.35	4.50	12.25	2.75	0.25
6.5	5	8.5	-	8.0	8.0	2.45	9.50	0.30	0.30	-	0.30-0.80	0.80-0.35	4.75	12.25	2.75	0.25
7.0	6	8.75	-	8.75	9.0	2.50	9.50	0.30	0.30	-	0.30-0.85	0.85-0.35	4.75	12.25	2.75	0.25
7.5	6	5.0	5.0	8.0	8.5	2.50	10.00	0.30	0.30	0.30-0.40	0.40-0.90	0.90-0.40	5.00	15.00	2.75	1.25
8.0	6	5.5	5.5	8.5	8.5	2.55	10.00	0.30	0.30	0.30-0.40	0.40-0.95	0.95-0.40	5.00	15.00	2.75	1.25
8.5	6	6.0	6.0	9.0	10.0	2.60	10.00	0.30	0.30	0.30-0.40	0.40-1.00	1.00-0.40	5.00	15.00	2.75	1.25
9.0	6	6.5	6.5	9.0	10.5	2.65	10.50	0.30	0.30	0.30-0.40	0.40-1.05	1.05-0.40	5.25	15.25	2.75	0.25
9.5	6	7.0	7.0	10.5	10.5	2.65	10.50	0.30	0.30	0.30-0.40	0.40-1.10	1.10-0.45	5.25	15.25	2.75	0.25
10.0	6	7.5	7.5	10.5	10.5	2.70	10.50	0.30	0.30	0.30-0.45	0.40-1.15	1.15-0.45	5.25	15.25	2.75	0.25

2.5 การหาปริมาณน้ำนองสูงสุด สำหรับงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ใช้คาบของปริมาณน้ำนองสูงสุดในรอบ 25 ปี ปริมาณน้ำนองสูงสุดมีวิธหาลายวิธีซึ่งควรเลือกใช้ให้เหมาะสมดังนี้

ก. วิธี Rational ใช้เมื่อพื้นที่รับน้ำฝนเหนือเขื่อนไม่เกิน 10 กม.² เพราะวิธีนี้จะหาค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดมากเกินไปจนความเป็นจริงเมื่อใช้กับพื้นที่รับน้ำฝนขนาดใหญ่

ข. วิธีของแมนนิ่ง (Manning's Method) ใช้เมื่อมีการสำรวจรูปตัดลำน้ำและบันทึกค่าระดับน้ำสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นตามธรรมชาติ การคำนวณวิธีนี้ตั้งสมมติฐานว่าน้ำไหลด้วยความเร็วสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะทาง (Uniform Flow) จึงกำหนดให้ Energy Gradient มีค่าเท่ากับความลาดของพื้นร่องน้ำ

ค. วิธีสโลป-เอเรีย (Slope-Area Method) เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดในลำน้ำธรรมชาติ จึงควรมีการสำรวจรูปตัดลำน้ำหลาย ๆ แห่ง (อย่างน้อย 3 แห่ง) และบันทึกค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละแห่ง

ง. วิธียูนิทไฮโดรกราฟ (Unit Hydrograph Method) เป็นวิธีคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดและกราฟน้ำนองโดยอาศัยสถิติข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่รับน้ำฝน และวิธีนี้จะให้ค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ปลอดภัย แต่ค่าที่ได้นี้อาจมากกว่าที่เป็นจริงเนื่องจากลำน้ำในบริเวณนี้ได้รับน้ำฝนได้ถูกตัดแปลงและ ฝนมาขึ้นให้แตกต่างจากที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ เช่นมีการก่อสร้างเขื่อนฝาย และถนนหนทางปิดกั้นลำน้ำเป็นต้น

จ. วิธีอ่านจากกราฟ ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำนองสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำฝนเหนือเขื่อน (Flood Peak V.S. Drainage Area) ซึ่งวิธีนี้เหมาะสมกับพื้นที่รับน้ำฝนขนาดใหญ่มาก ๆ แต่ควรเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กับวิธีอื่น ๆ

2.6 สรุป

การทบทวนหลักการออกแบบอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่กล่าวมา การกำหนดความจุปริมาตรเก็บกักของอ่างเก็บน้ำยังให้ผลอย่างหยاب ๆ เพราะการคำนวณปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำใช้สูตรการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปีซึ่งการประเมินค่า C ตามสมการที่ 2.1 ค่อนข้างยาก เพราะค่า C ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะของดิน สิ่งปกคลุมบนผืนดิน สิ่งที่กำลังมาล้นแล้วแต่มีอิทธิพลต่อค่า C

แบบมาตรฐานเขื่อนดินของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบทนั้นจะยุ่งยากสำหรับการควบคุมการก่อสร้างระหว่างขอบเขตเปลือกนอกและแกนกลาง อีกทั้งวัสดุที่ใช้ทำแกนและเปลือกต้องใช้ตามที่แบบมาตรฐานกำหนดเท่านั้น

แบบทางระบายน้ำล้น ตามมาตรฐานของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบทซึ่งออกแบบได้เฉพาะความสูงของสันทางระบายน้ำล้นโดยวัดจากพื้นที่ท้ายน้ำ จาก 5 เมตร ถึง 10 เมตร และความลาดชันของรางเทกำหนดไว้คงที่ 1 ต่อ 3 สามารถระบายน้ำนองสูงสุดได้จาก 20 ถึง 90 เมตร³/วินาทีในสถานการณ์ก่อสร้างจริง การกำหนดความลาดของรางเทให้คงที่เช่นนี้ ถ้าสภาพฐานรากของรางเป็นหินจะทำให้การก่อสร้างยากและล่าช้า ปัญหาอีกอย่างก็คือหากปริมาณน้ำนองมากกว่า 90 เมตร³/วินาทีและความสูงของสันทางระบายน้ำล้นซึ่งจะต้องระบายน้ำลงไปยังร่องน้ำธรรมชาติทางด้านท้ายอ่างเก็บน้ำมีมากกว่า 10 เมตร ก็ไม่อาจจะใช้แบบมาตรฐาน ของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบทได้