บทที่ 3

แบบจำลองและเงื่อนไขในการทดลอง

โดยทั่วไป การสร้างแบบจำลองทำเพื่อศึกษาหาข้อมูลที่ต้องการหา และนำข้อมูลเหล่านั้นเปลี่ยนเป็นแบบของจริงนำไปออกแบบก่อสร้าง เพื่อให้การก่อสร้างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพสูงสุด ในการทำแบบจำลองเพื่อทำการศึกษาครั้งนี้ได้นำรูปแบบของโครงการอ่างเก็บน้ำน้ำแหง เป็นรูปแบบสำหรับจัดทำแบบจำลอง

3.1 ลักษณะของโครงการ

โครงการอ่างเก็บน้ำน้ำแหง ตามพระราชดำริ ต.นาน้อย อ.นาน้อย จ.น่าน เดิมเป็นงานตามแผนพัฒนาการเคลื่อนที่ของ ก.ร.ป.กลาง มอบหมายให้กรมชลประทานดำเนินการตามแผนพัฒนาการเคลื่อนที่ ก.ร.ป.น่าน เมื่อปี 2508 กรมชลประทานจึงได้ตั้งงบประมาณ เพื่อดำเนินการสำรวจ ในปีงบประมาณ 2511 แต่ ปรากฏว่า ร.พ.ช. เข้าไปสร้างทำนบปิดกั้นลำน้ำแหง ซึ่งเป็นงานซ้ำกัน จึงได้ระงับการสำรวจไว้ ต่อมาเมื่อทำนบดินที่สร้างไว้ได้พังไปแล้ว ทางสำนักงาน ร.พ.ช. ได้มีหนังสือ ที่ สร.1612/5462 ลว.24 ก.ค.2511 ถึงกรมชลประทาน กรมชลประทาน จึงได้จัดงบประมาณดำเนินการสำรวจในปี 2512 ต่อมา ร.พ.ช. ได้มีหนังสือที่ สร.1612/5019 ลว. 26 ส.ค. 2512 ส่งรายละเอียดที่เคยสำรวจและออกแบบไว้ให้กรมชลประทาน พิจารณาดำเนินการเร่งด่วนเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นเขตแทรกซึมของผู้ก่อการร้าย กรมชลประทาน จึงได้ตอบยืนยันตามหนังสือที่ พก.0153/4974 ลว. 27 ต.ค. 2512 ว่าจะเริ่มดำเนินการสำรวจรายละเอียดภูมิประเทศที่สร้างอ่างเก็บน้ำและพื้นนาท้ายอ่างรวมทั้งได้ดำเนินการเจาะดินตรวจสอบธรณีวิทยาฐานรากทำนบดิน ออกแบบ และ ก่อสร้างต่อไป

3.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บกักน้ำไว้ใช้เสริมการเพาะปลูกในฤดูฝนและการปลูกพืชในฤดูแล้ง
2. เพื่อเป็นแหล่งเก็บกักน้ำสำหรับอุปโภค-บริโภคของราษฎร
3. เพื่อเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ ให้ราษฎรใช้บริโภคและมีรายได้จากการประมงเพิ่มเติมจากเกษตรกรรม
4. เพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจของราษฎรในบริเวณใกล้เคียง
5. เพื่อเป็นแหล่งเก็บกักน้ำ เพื่อบรรเทาอุทกภัย
6. เพื่อเป็นแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำประปา เพื่อใช้ในเขตสุขาภิบาลนาน้อย

I 18902569

3.1.2 ที่ตั้งและลักษณะของโครงการ

โครงการตั้งอยู่ที่หมู่บ้านนาอุดม ตำบลนาน้อย อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน แผ่นที่ของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 ระวาง 5142 พิกัด 47 QPA 779.269เป็นโครงการประเภทอ่างเก็บน้ำ ระยะเวลาก่อสร้าง 10 ปี เริ่มดำเนินการปี 2525 เสร็จปี 2534 (ชะลองาน 2527-28) ราคาค่าก่อสร้างจำนวนทั้งสิ้น 163,000,000 บาท

พื้นที่เพาะปลูกที่ได้รับประโยชน์ในเขตโครงการ 6,000 ไร่ โดยสามารถให้ประโยชน์ในเขต 3 ตำบลคือ ตำบลนาน้อย ตำบลศรีษะเกษ และตำบลเชียงของ ทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง

3.1.3 รายละเอียดโครงสร้างของอาคาร (ดูรูป 3-1 ถึง 3-4 ประกอบ)

อาคารหัวงาน ดังแสดงในรูป 3-1 และ 3-2

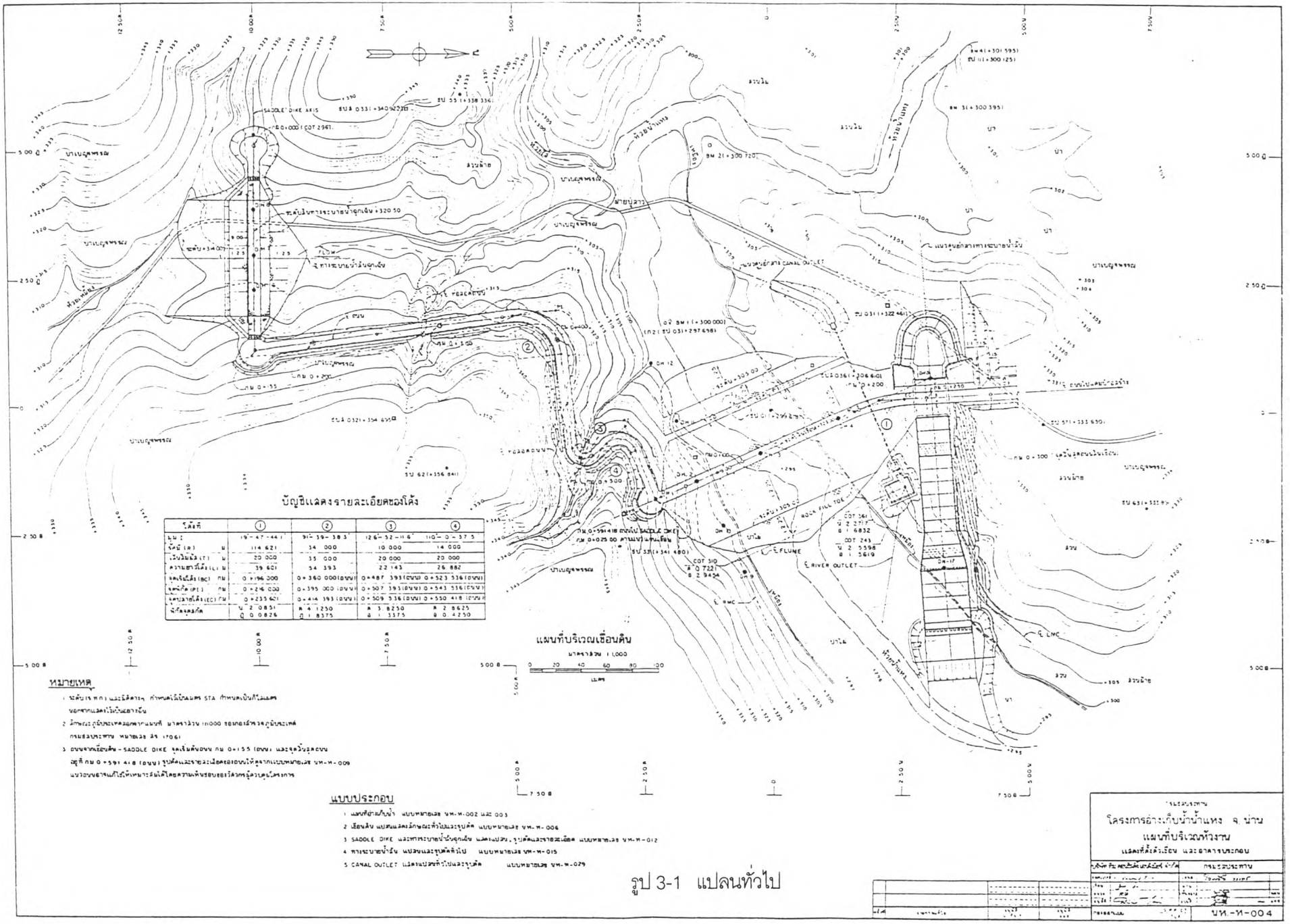
-	ทำนบดิน	220.00	เมตร
-	สันเขื่อนกว้าง	9.00	เมตร
-	ส่วนที่สูงที่สุด	30.00	เมตร
-	ฐานเขื่อนกว้างสุด	150.00	เมตร
-	พื้นที่รับน้ำฝน	120.00	ต.ร.กม.
-	น้ำไหลลงอ่างทั้งปี	75.00	ล้าน ลบ.ม.
-	เก็บน้ำได้ความจุ	13.00	ล้าน ลบ.ม.
-	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำเก็บกัก	906	ไร่
-	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	1,125	ไร่
-	ระดับสันเขื่อน	+323.00	ร.ท.ก.
-	ระดับน้ำสูงสุด	+321.00	ร.ท.ก.
-	ระดับเก็บกักน้ำ	+318.00	ร.ท.ก.
-	ระดับน้ำต่ำสุด	+307.50	ร.ท.ก.

อาคารระบายน้ำล้น (survice spillway) ดังแสดงในรูป 3-3

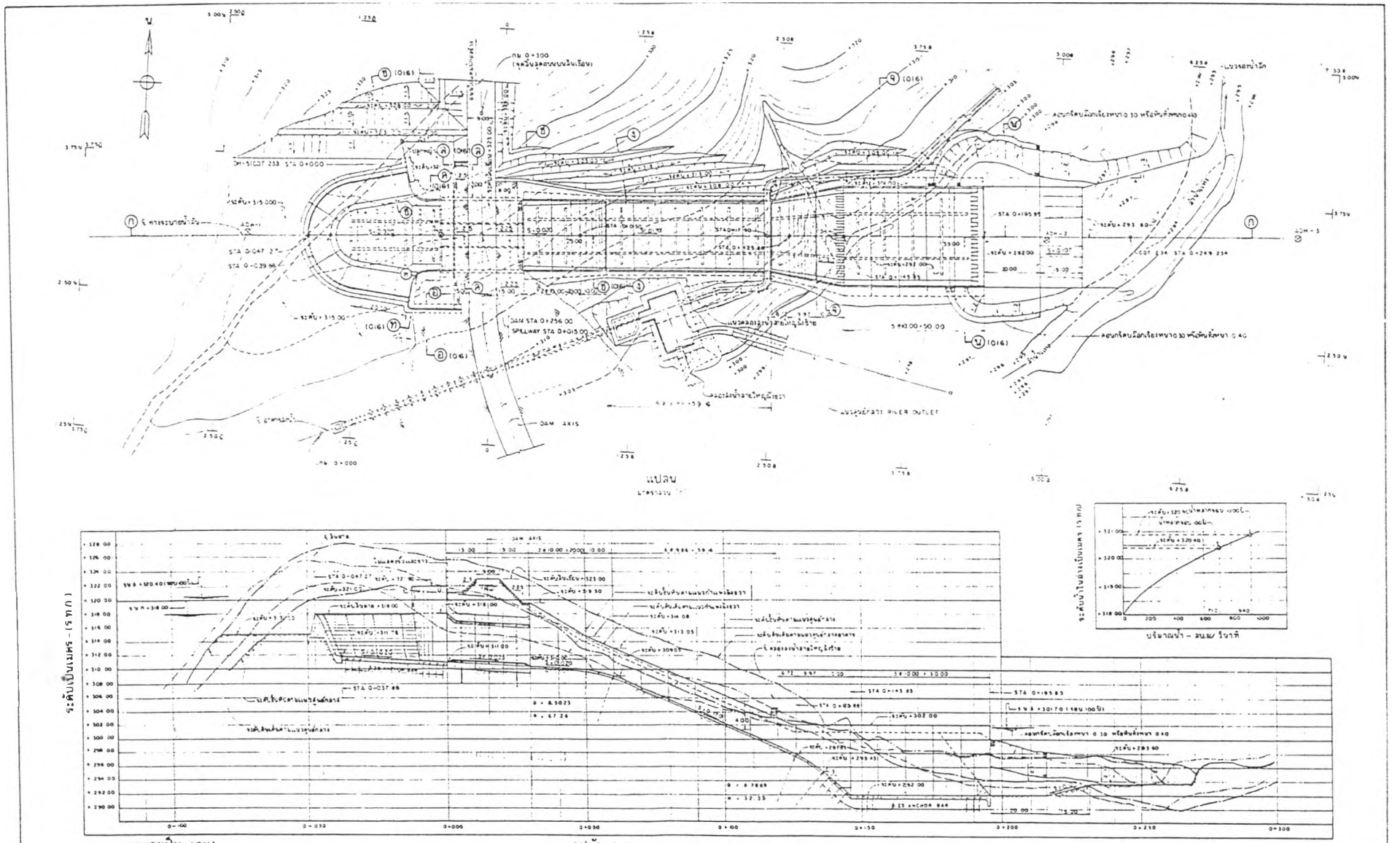
-	เป็นชนิด ogee weir		
-	สันฝายโค้งยาว	93.54	เมตร
-	ความกว้างรางระบายน้ำ	25.00	เมตร
-	ความยาวรางระบายน้ำ	195.00	เมตร
-	ระบายน้ำสูงสุด	710.00	ลบ.ม./วินาที

อาคารสลายพลังงาน USBR type 2 ดังแสดงในรูป 3-4

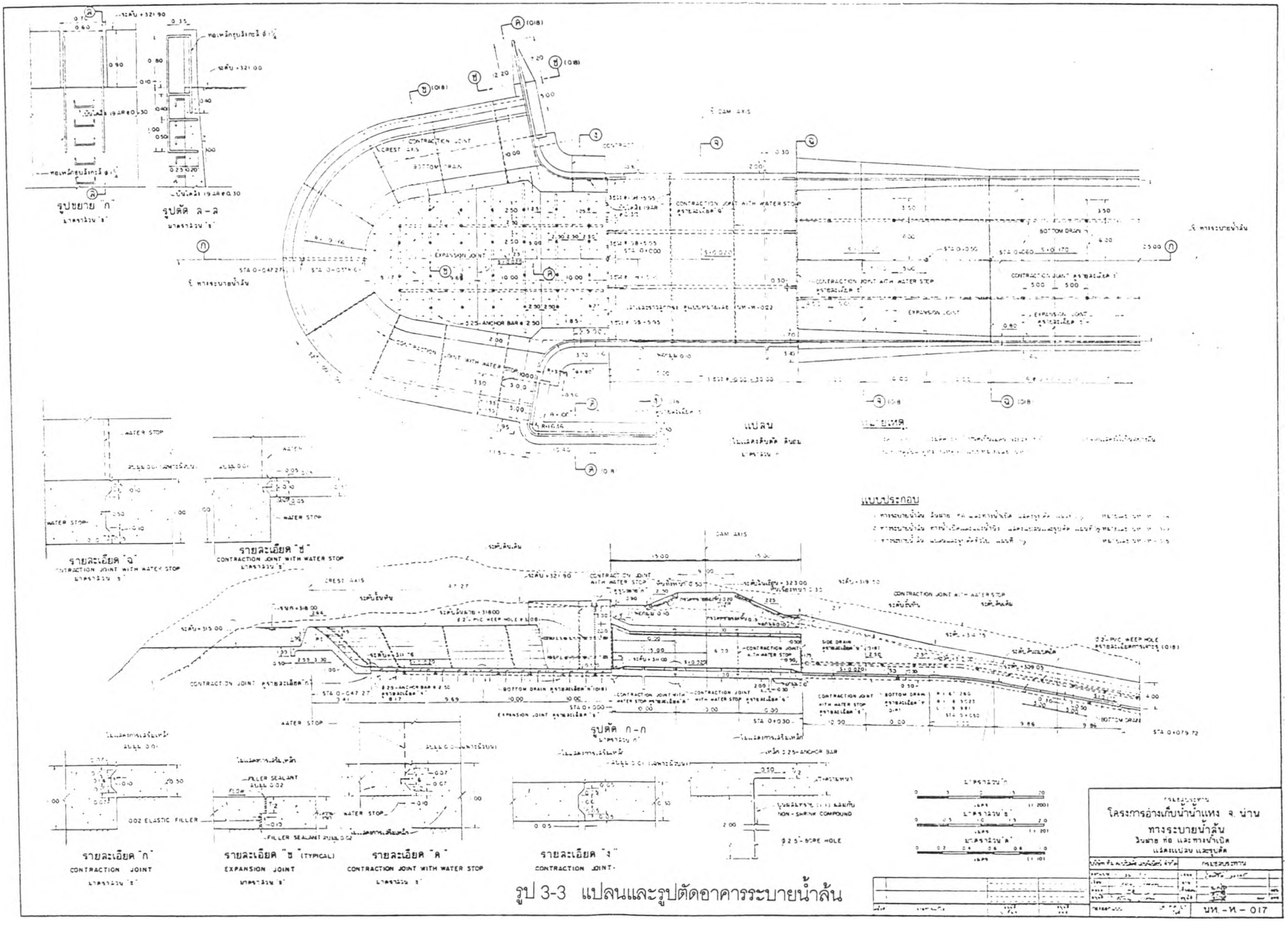
-	ความยาว	50.00	เมตร
-	ความสูง	10.00	เมตร



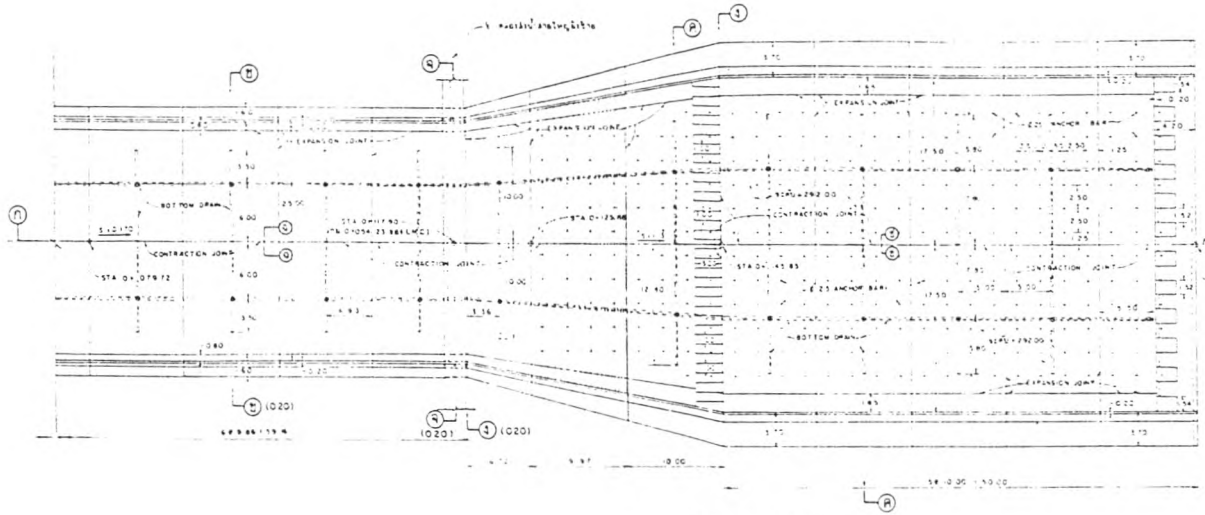
รูป 3-1 แปลนทั่วไป



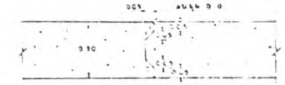
รูป 3-2 แปลนทั่วไปอาคารระบายน้ำล้น



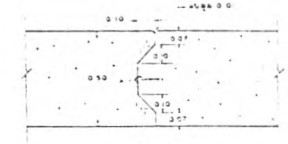
รูป 3-3 แปลนและรูปตัดอาคารระบายน้ำล้น



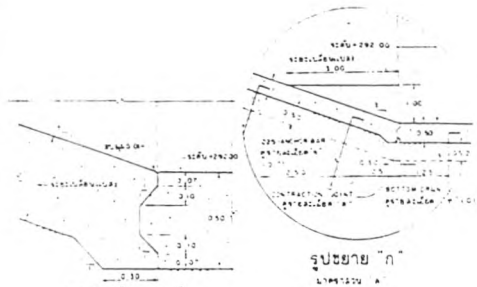
แปลน



รูปตัด จ – จ

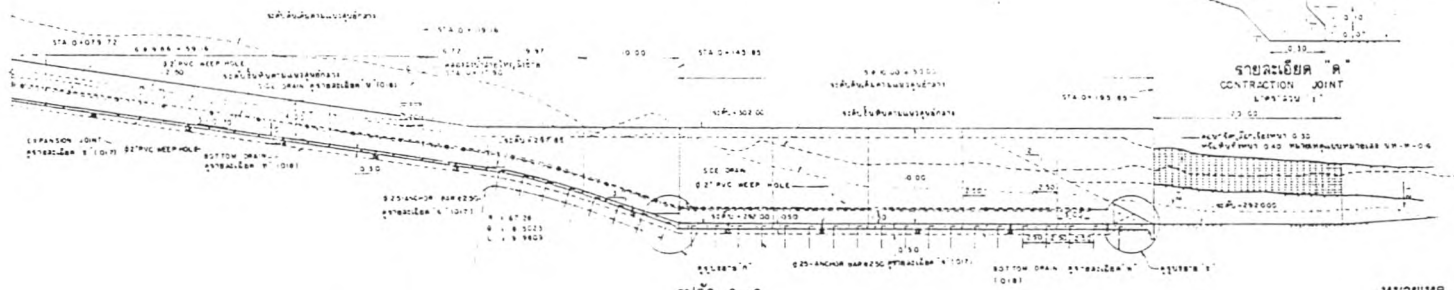


รูปตัด ช – ช

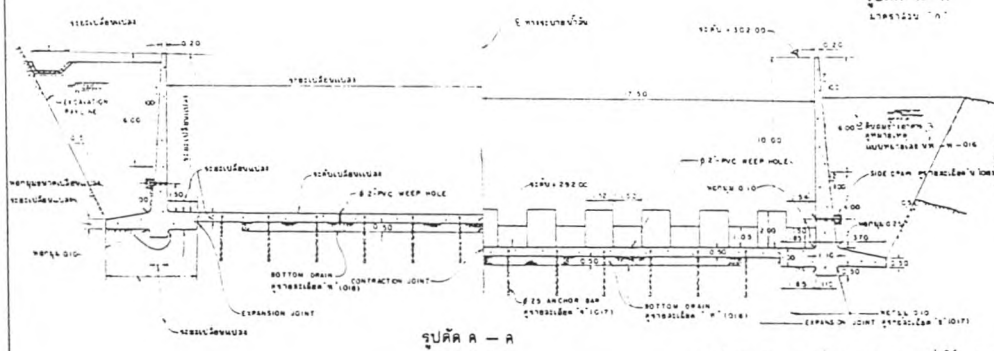


รายละเอียด "ค" CONTRACTION JOINT

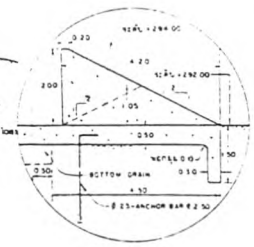
รูปขยาย "ก"



รูปตัด ก – ก



รูปตัด ค – ค



รูปขยาย "ข"

แบบประกอบ

1 ทางระบายน้ำล้น แปลนและรูปตัดซีกบ่าย แบบที่ 1/2 หมายเลข ชห-ห-015

2 ทางระบายน้ำล้น ใบมีด ก-ล และทางน้ำเปิด แปลนและรูปตัด แบบที่ 1/2 หมายเลข ชห-ห-017

3 ทางระบายน้ำล้น ทางน้ำเปิดและแอ่งน้ำนิ่ง แปลนรูปตัด แบบที่ 2/2 หมายเลข ชห-ห-020

หมายเหตุ

1 ระดับ (ร.ท.ก.) และโครงการ ที่หมดเป็นเมตร ระยะทางเป็นกิโลเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น

2 หมายเหตุอื่น ๆ ดูรายแบบหมายเลข ชห-ห-016

กรมชลประทาน

โครงการอ่างเก็บน้ำน้ำแหง จ. น่าน

ทางระบายน้ำล้น

ทางน้ำเปิด และแอ่งน้ำนิ่ง

แปลน,แบบและรูปตัด

กรมชลประทาน

ชห-ห-019

รูป 3-4 แปลนและรูปตัดอาคารสลายพลังงาน

3.2 แบบจำลองอาคารระบายน้ำล้น

ในการออกแบบแบบจำลอง ต้องมีการย่อส่วนลง การที่ย่อส่วนของแบบจำลองให้ได้การทำงานคล้ายของจริงมากที่ รูปแบบของแบบจำลองต้องเป็นไปตามกฎความคล้ายคลึงกัน (law of similitude) แบบจำลองที่ใช้ศึกษาใช้มาตราส่วนความยาวแบบจำลอง 1 หน่วย ต่อความยาวของจริง 50 หน่วย เพราะฉะนั้น *Lr = 1:50*

อัตราส่วนพื้นที่

$$Ar = \frac{Am}{Ap} = \frac{Lm^2}{Lp^2} = Lr$$

อัตราส่วนปริมาตร

$$Vr = \frac{Vm}{Vp} = \frac{Lm^3}{Lp^3} = Lr^3$$

อัตราส่วนรัศมีชลศาสตร์

$$Rr = \frac{Rm}{Rp} = \frac{Am/Pm}{Ap/Pp} = \frac{Lm^2/Lm}{Lp^2/Lp} = \frac{Lm}{Lp} = Lr$$

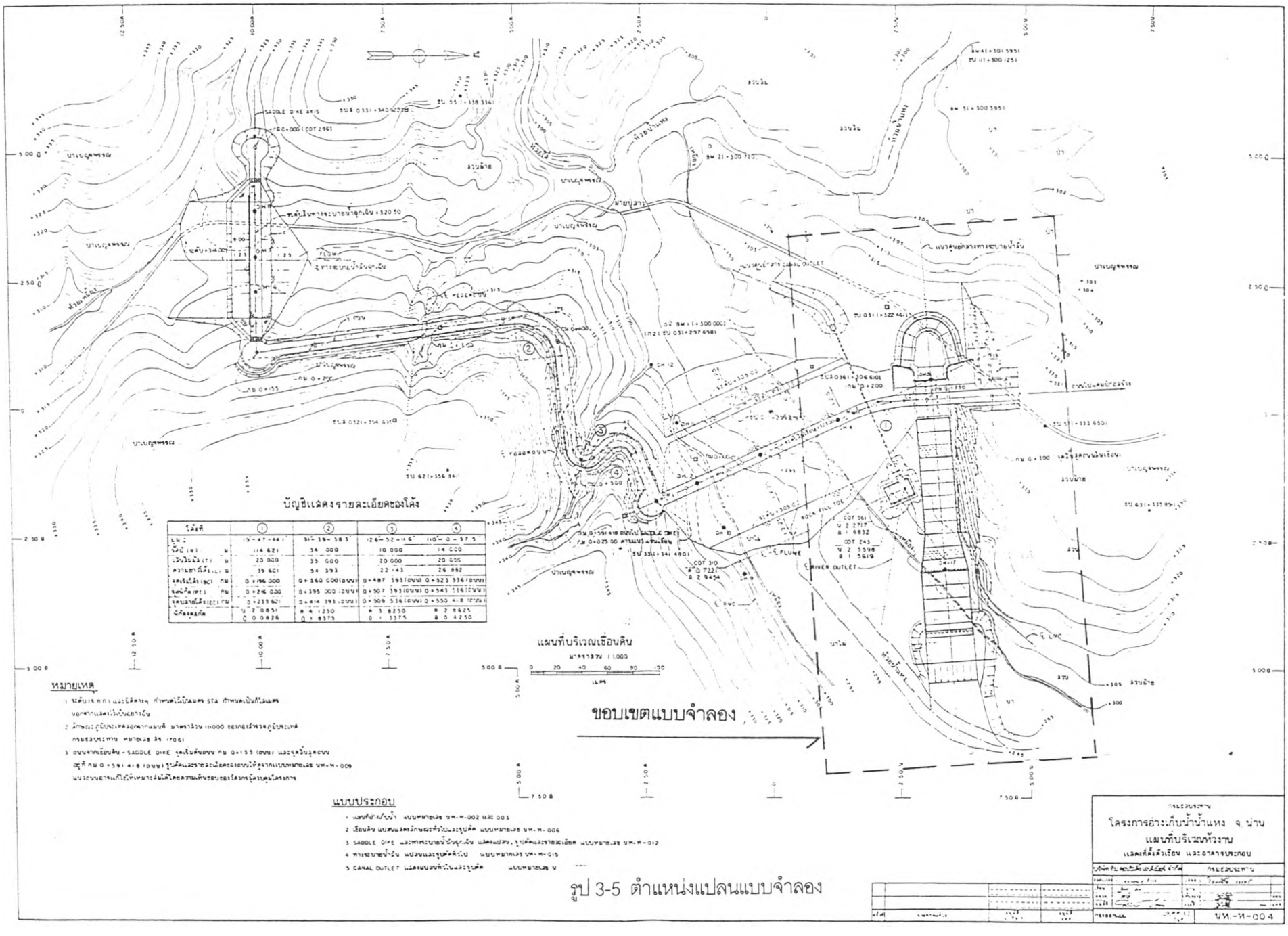
ตัวแปรทางชลศาสตร์อื่นๆ ที่นำไปใช้ออกแบบแบบจำลองเป็นไปตาม ตาราง 3-1

ตาราง 3-1 ตัวแปรทางชลศาสตร์ของแบบจำลอง

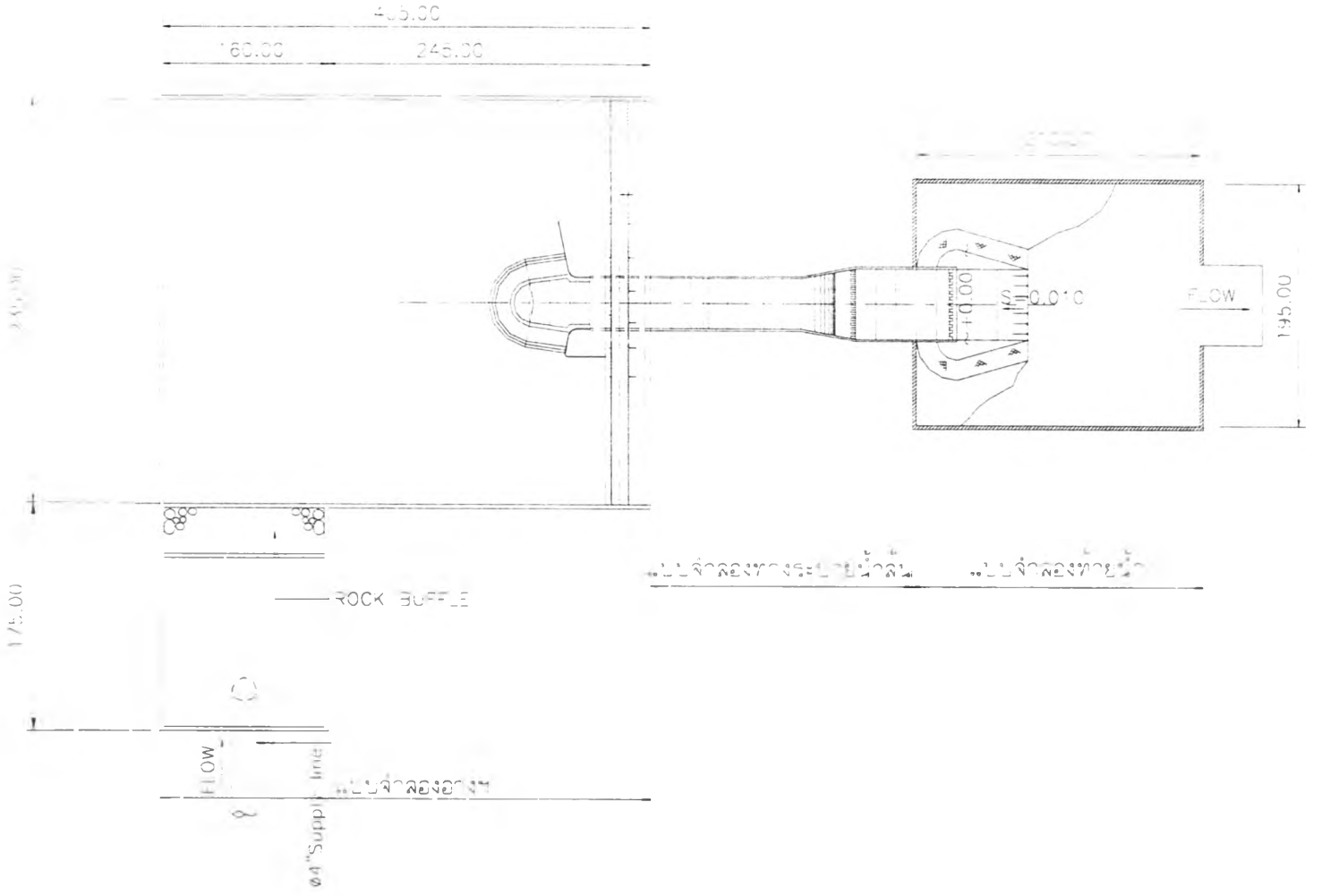
Characteristic		Scale ratio
ความยาว	L_r	1:50
พื้นที่	$A_r = L_r^2$	1:2500
เวลา	$T_r = L_r^{1/2}$	1:7.071
ความเร็ว	$V_r = L_r^{1/2}$	1:7.071
อัตราการไหล	$Q_r = L_r^{5/2}$	1:17,677.67
ปริมาตร	$V_r = L_r^3$	1: 125,000

หมายเหตุ :-

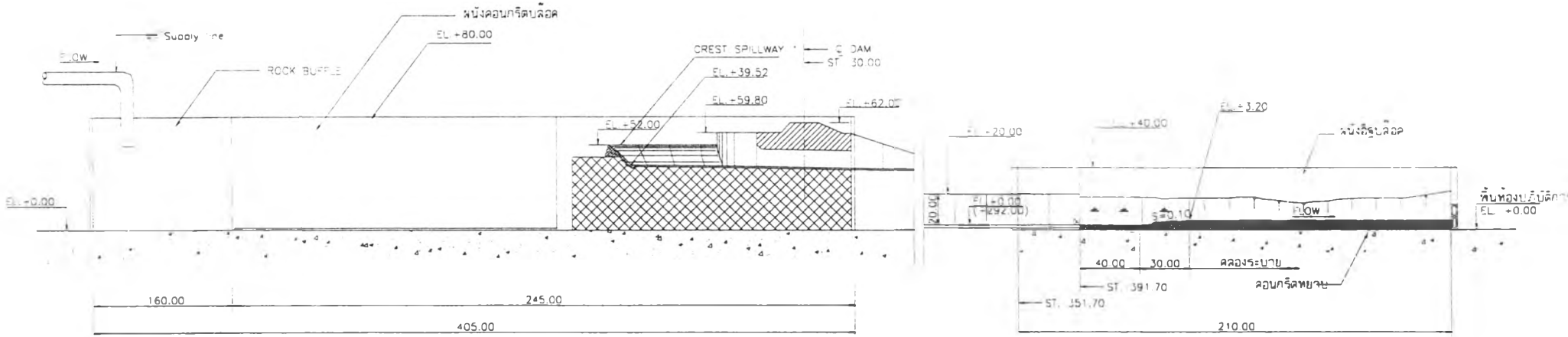
ในการทดลองนี้ยึดอัตราส่วนย่อจากค่าอัตราการไหลเป็นเกณฑ์กำหนดค่าการทดลอง



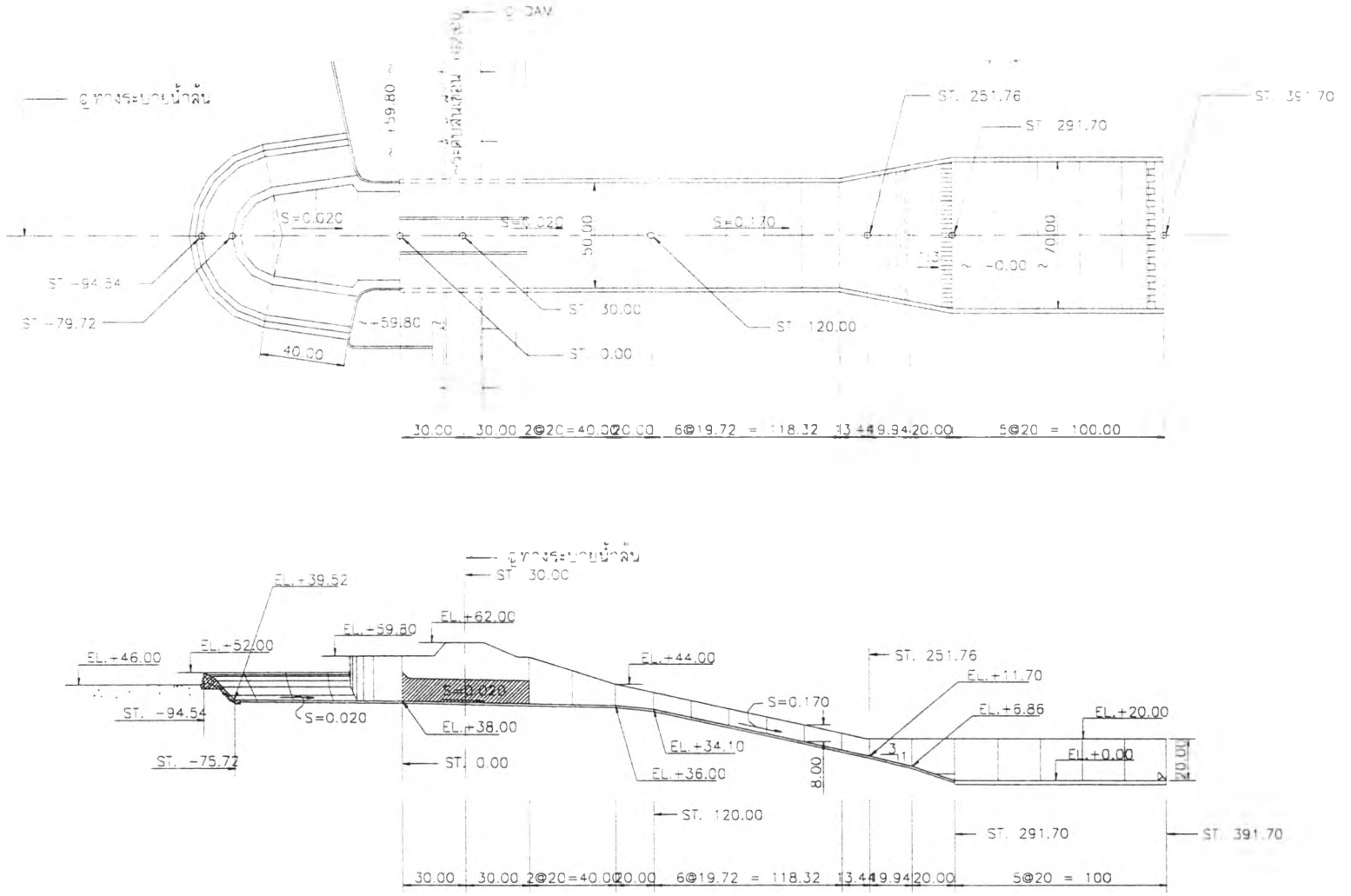
รูป 3-5 ตำแหน่งแปลนแบบจำลอง



รูป 3-6 แปลนแบบจำลอง



รูป 3-7 รูปตัดแบบจำลอง



รูป 3-8 แปลนและรูปตัดตามแนวศูนย์กลางแบบจำลอง

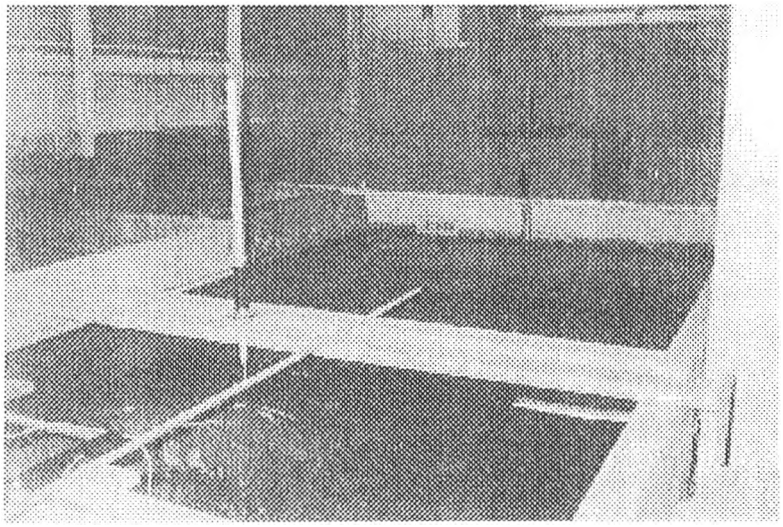
3.3 การจัดทำแบบจำลอง

แบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นเขื่อนน้ำแหง แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ส่วนของแบบจำลองอ่างเก็บน้ำ
2. ส่วนของแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้น
   - อาคารรับน้ำด้านบน
   - รางระบายน้ำ chute 1 และ chute 2
   - อาคารสลายพลังงาน (stilling basin)
3. ส่วนของแบบจำลองด้านท้ายน้ำ

3.3.1 แบบจำลองอ่างเก็บน้ำ

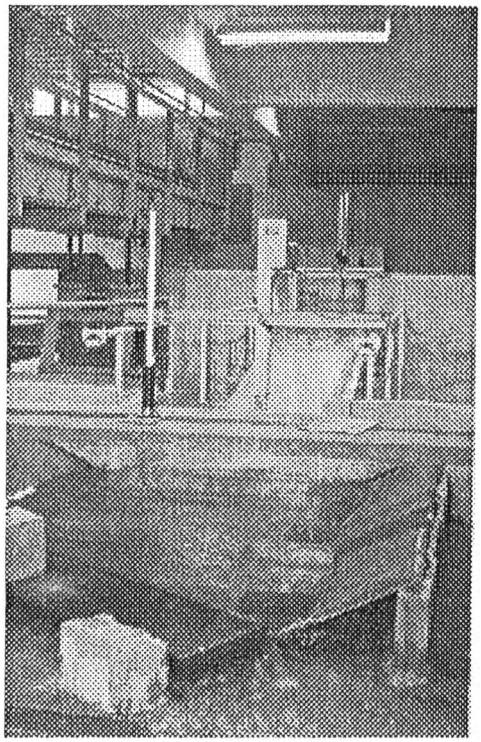
ก่อสร้างด้วยอิฐบล็อคสูง 80 ซม. ฉาบปูนเรียบด้านในกว้าง 2.35 เมตร ยาว 4.05 เมตร มีส่วนยื่นออกไปอีก 1.75 เมตร เพื่อรับน้ำจากท่อ PVC. ϕ 4″ 2 ท่อและมี rock buffle หนา 25 ซม. กั้นเพื่อเป็นตัวทำให้น้ำที่เข้าแบบจำลองอ่างเก็บน้ำนิ่ง และให้มีคลื่นน้อยที่สุด



รูป 3-9 แบบจำลองอ่างเก็บน้ำ

3.3.2 แบบจำลองอาคารระบายน้ำล้น

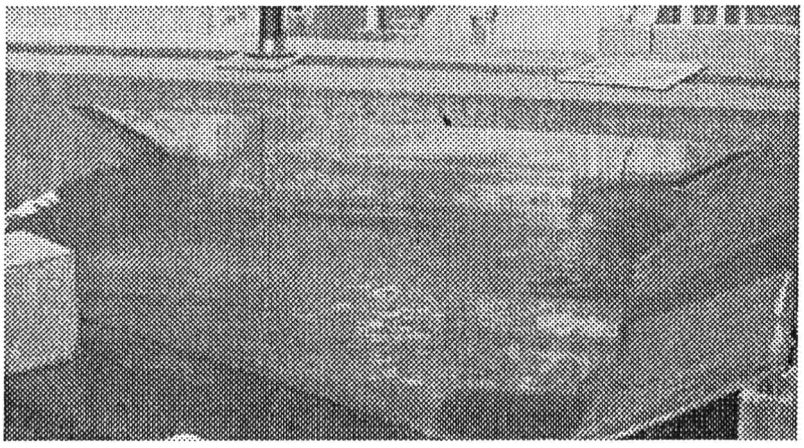
ในส่วนนี้ได้ย่อจากขนาดแบบของจริง โดยใช้มาตราส่วน 1:50 ทั้งทางราบและทางดิ่ง โดยแบ่งวัสดุที่ทำเป็น 2 ชนิด คือ ส่วนของทางรับน้ำเข้าซึ่งมีความยาวของสันฝาย 187.08 ซม. ใช้ซีเมนต์ก่อสร้างยึดติดกับพื้นด้วย น็อตเหล็กและแผ่นเหล็ก ส่วนของทางระบายน้ำและอาคารสลายพลังงานใช้พลาสติกความหนา 5 ม.ม. แล้วใช้วัสดุกันซึมทาตามรอยต่อ เพื่อกันน้ำรั่วซึมออกจากแบบจำลอง



รูป 3-10 แบบจำลองอาคารระบายน้ำ

3.3.3 ส่วนจำลองทางด้านท้ายน้ำ

ทำเป็นอิฐบล็อกก่อสูง 40 ซม. กว้าง 1.95 ซม. และใช้ซีเมนต์เป็นตัวปรับระดับชั้นความสูงท้องคลองระบายท้ายน้ำให้เหมือนกับในภูมิประเทศจริง ในการควบคุมความสูงท้ายน้ำใช้แผ่นไม้ขนาดเล็กเป็นตัวปรับระดับด้านท้ายน้ำ โดยการควบคุมความสูงของแผ่นไม้



รูป 3-11 แบบจำลองท้ายน้ำ

ในการปรับระดับด้านท้ายน้ำตามรูป 3-11 ในการปรับระดับท้ายน้ำโดยกำหนดความสูงของแผ่นไม้เหนือระดับอ้างอิง 0.00 กำหนดไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับท้ายน้ำสูง 3.2 ซ.ม.

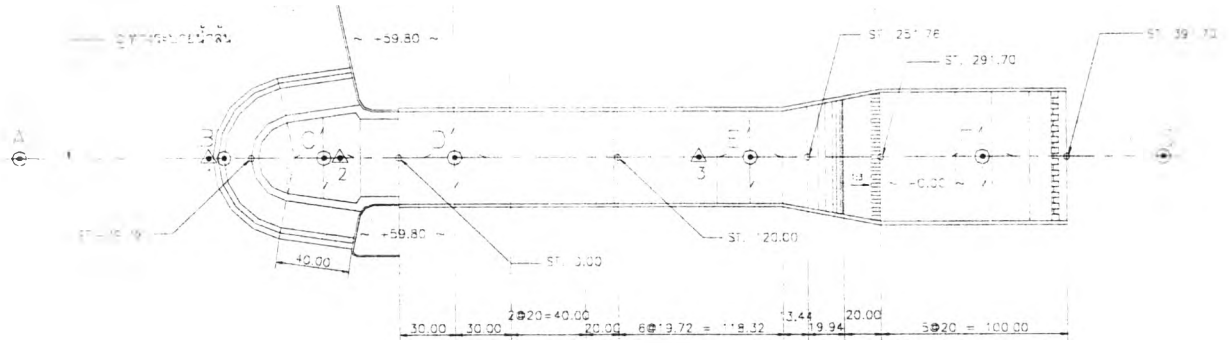
ระดับที่ 2 ระดับท้ายน้ำสูง 4.7 ซ.ม.

ระดับที่ 3 ระดับท้ายน้ำสูง 6.2 ซ.ม.

ระดับที่ 4 ระดับท้ายน้ำสูง 7.2 ซ.ม.

ระดับที่ 5 ระดับท้ายน้ำสูง 7.7 ซ.ม.

ระดับอ้างอิง +0.00 ซ.ม. เป็นระดับที่พื้นของอาคารสลายพลังงาน



แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำและเครื่องมือวัดความเร็ว

A ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งถาวรตัว อ่านค่าระดับน้ำในแบบจำลองอ่างเก็บน้ำ

B ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งถาวรตัว อ่านค่าระดับน้ำเหนือ CREST SPILLWAY

C' ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งให้เคลื่อนที่ได้ อ่านค่าระดับน้ำในส่วนทางรับน้ำเข้า

D' ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งให้เคลื่อนที่ได้ อ่านค่าระดับน้ำในส่วน CONTROL SECTION

E' ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งให้เคลื่อนที่ได้ อ่านค่าระดับน้ำในส่วน CHUTE

F' ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งให้เคลื่อนที่ได้ อ่านค่าระดับน้ำในส่วน STILLING BASIN

C ⊙ เครื่องมืออ่านระดับน้ำ ติดตั้งถาวรตัว อ่านค่าระดับน้ำด้านท้ายน้ำ

▲ ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำ

รูป 3-12 แปลนตำแหน่งเครื่องมือวัดในแบบจำลอง

3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการศึกษา

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้วัดในแบบจำลองประกอบด้วยเครื่องมือธรรมดาที่อ่านค่าด้วยสายตาและแบบอัตโนมัติที่อ่านค่าได้เองโดยอัตโนมัติ โดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้ (ดูรูป 3-12 ประกอบ)

3.4.1 เครื่องมือวัดระดับน้ำ (ดูรูป 3-13 , 3-14)

Point gate Kenex แบบธรรมดา ความละเอียด 1/10 ซม.

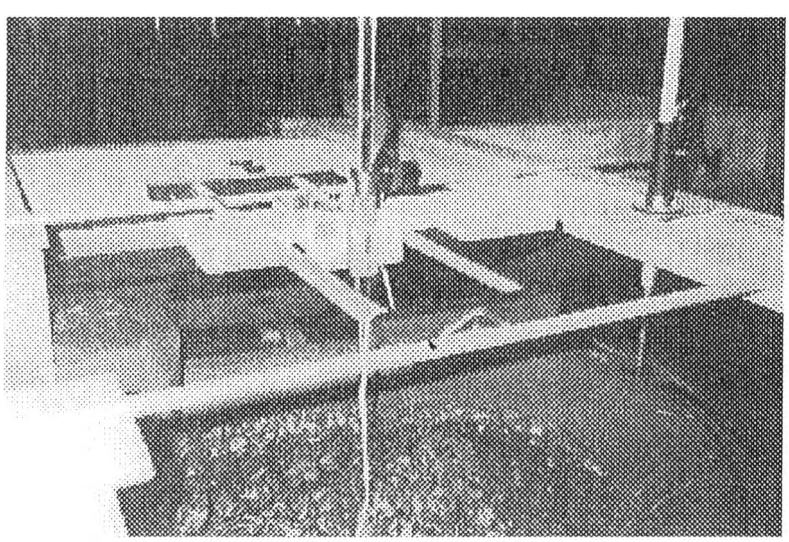
- อ่านค่าระดับน้ำด้วยสายตา
- วัดระดับน้ำในอ่าง
- วัดระดับน้ำในส่วนของทางน้ำเข้า
- วัดระดับน้ำท้ายน้ำ

Point gate Kenex แบบ digital ความละเอียด 1/100 ซม.

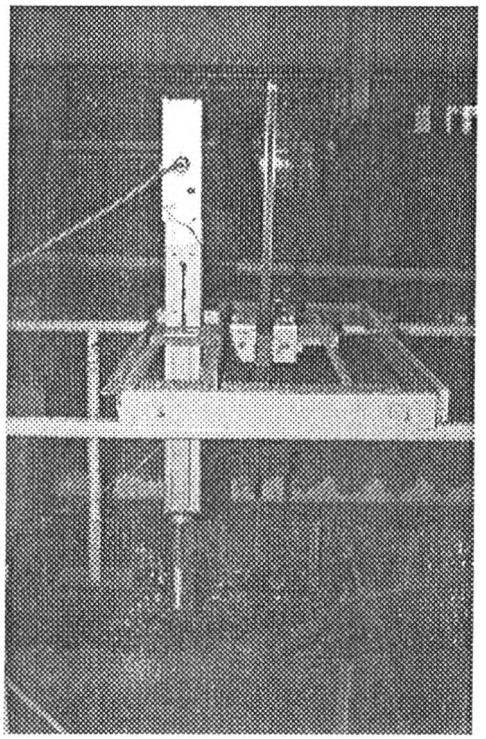
- อ่านค่าระดับน้ำเองโดยอัตโนมัติ
- วัดระดับน้ำในส่วนของทางระบายน้ำ (chute)
- วัดความสูงของน้ำกระโดด ที่เกิดในทางน้ำเข้า

Point gate Kenex แบบ automatic ความละเอียด 1/10 ซม.

- อ่านค่าและสามารถบันทึกค่าของระดับน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ
- วัดระดับน้ำและความสูงน้ำกระโดด ในส่วนอาคารสลายพลังงาน



รูป 3-13 เครื่องมือวัดระดับน้ำ Kenex



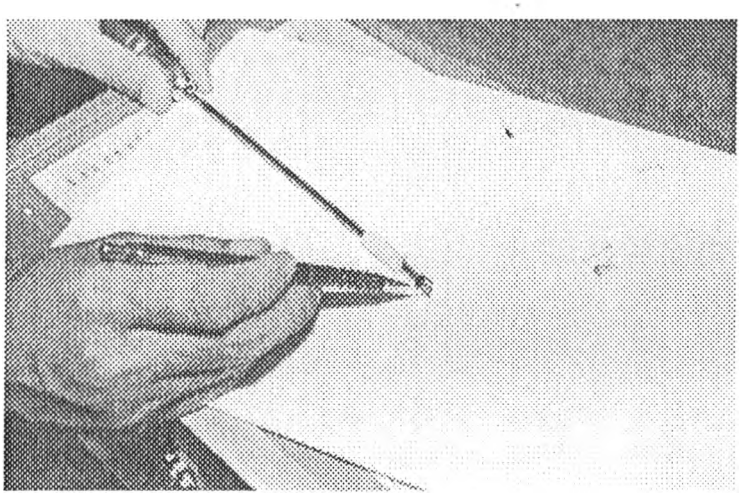
รูป 3-14 เครื่องมือวัดระดับน้ำ Kenex แบบอัตโนมัติ

3.4.2 เครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำ (ดูรูป 3-15)

เครื่องมือจะอ่านค่าเป็นรอบ จากเครื่องอ่านโดยอัตโนมัติ โดยต้องนำค่ารอบที่อ่านค่าได้แปลงเป็นความเร็วตามสมการ $V = 0.183N+b$ ซึ่งเป็นสมการที่สอบเทียบเครื่องมือจากบริษัทผู้ผลิต โดยที่ V = ความเร็วของกระแสน้ำ (ซม./วินาที)

N = จำนวนรอบที่วัดได้จากเครื่องมือ

b = 3.00



รูป 3-15 เครื่องมือวัดความเร็ว Kenex

3.5 การวัดข้อมูลทางชลศาสตร์

ในการวัดข้อมูลและเครื่องทำการบันทึกระดับน้ำในอัตราการไหลที่แตกต่างกันออกไป ตามเงื่อนไขการทดลองนี้ ในการวัดข้อมูลจะใช้เครื่องมือที่ติดตั้งตามรูป 3-12 และข้อมูลทางชลศาสตร์ที่วัดในแบบจำลอง มีดังนี้

ส่วนของแบบจำลองอ่างเก็บน้ำ

- ระดับน้ำในแบบจำลองอ่างเก็บน้ำ (ตำแหน่ง A)
- ระดับน้ำเหนืออ่างรับน้ำด้านบน (ตำแหน่ง B)
- ความสูงของน้ำกระโดดในอ่างรับน้ำด้านบน (ตำแหน่ง C)

ส่วนของทางน้ำเปิดระบายน้ำ

- ระดับน้ำเฉลี่ยที่ STA.0 จนถึง STA. 290 (ตำแหน่ง D และ E)
- ความเร็วในแบบจำลอง STA. 150 (ตำแหน่ง 3)

ส่วนอาคารสลายพลังงาน

- ระดับน้ำเฉลี่ยที่ STA.290 จนถึง STA. 390 (ตำแหน่ง F)
- ความสูงของน้ำกระโดด
- ตำแหน่งการเกิดน้ำกระโดด
- ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ (tailwater depth)

3.6 เงื่อนไขในการทดลองแบบจำลอง

การทดสอบแบบจำลอง กำหนดอัตราการไหลโดยอ้างอิงกับอัตราการไหลสูงสุดรอบ 100 ปี ของโครงการ เป็นอัตราการไหลที่ Qmax และใช้อัตราส่วนย่อตามตาราง 3-1 การทดลองแบ่งอัตราการไหลเป็น 20 ชุดการทดลอง (0.15Qmax – 1.01 Qmax) โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดลองเป็นระบบน้ำหมุนเวียนของห้องปฏิบัติการชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ดังแสดงใน รูป 3-16

ในการทดลองปรับปรุงอาคารสลายพลังงาน ได้เพิ่มระดับท้ายน้ำจากระดับเดิมตามแบบของโครงการ คือ 3.2 ซม. เพิ่มระดับท้ายน้ำอีก 4 ระดับคือ 4.7 ,6.2 (ระดับตาม USBR type 3) 7.2 และ 7.7 ซม. ตามลำดับ

ซึ่งการทดลองใช้อักษรแสดงแทนเงื่อนไขในการทดลอง เช่น 1-TW1 คือ อัตราการไหลชุดที่ 1 และความสูงท้ายน้ำกรณีที่ 1 ซึ่งเป็นท้ายน้ำตามแบบของโครงการ เช่นเดียวกับ 7-TW5 คือ การทดลองอัตราการไหลชุดที่ 7 และความสูงท้ายน้ำกรณีที่ 5 ซึ่งเป็นความสูงท้ายน้ำกรณีปรับปรุง ดังแสดงในตาราง 3-2

ตาราง 3-2 เงื่อนไขและชื่อเรียกการทดลอง

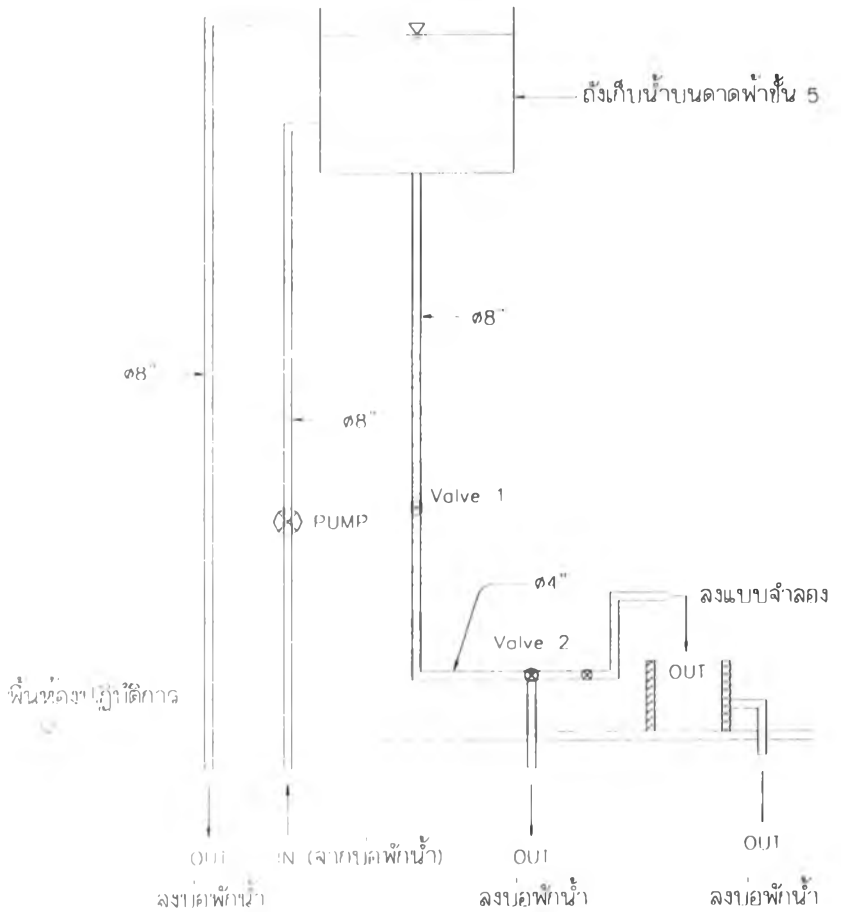
ชุดที่	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ความสูงท้ายน้ำ (ซม.)				
		+3.20*	+4.70**	+6.20***	+7.40**	+7.70**
1	6.16 (0.15Qmax)	1-TW1	1-TW2	1-TW3	1-TW4	1-TW5
2	7.27 (0.18Qmax)	2-TW1	2-TW2	2-TW3	2-TW4	2-TW5
3	8.28 (0.21Qmax)	3-TW1	3-TW2	3-TW3	3-TW4	3-TW5
4	15.36 (0.38Qmax)	4-TW1	4-TW2	4-TW3	4-TW4	4-TW5
5	16.46 (0.41Qmax)	5-TW1	5-TW2	5-TW3	5-TW4	5-TW5
6	16.97 (0.42Qmax)	6-TW1	6-TW2	6-TW3	6-TW4	6-TW5
7	18.34 (0.46Qmax)	7-TW1	7-TW2	7-TW3	7-TW4	7-TW5
8	19.32 (0.47Qmax)	8-TW1	8-TW2	8-TW3	8-TW4	8-TW5
9	19.43 (0.48Qmax)	9-TW1	9-TW2	9-TW3	9-TW4	9-TW5
10	20.11 (0.49Qmax)	10-TW1	10-TW2	10-TW3	10-TW4	10-TW5
11	21.02 (0.52Qmax)	11-TW1	11-TW2	11-TW3	11-TW4	11-TW5
12	22.44 (0.56Qmax)	12-TW1	12-TW2	12-TW3	12-TW4	12-TW5
13	23.56 (0.59Qmax)	13-TW1	13-TW2	13-TW3	13-TW4	13-TW5
14	26.48 (0.66Qmax)	14-TW1	14-TW2	14-TW3	14-TW4	14-TW5
15	28.36 (0.71Qmax)	15-TW1	15-TW2	15-TW3	15-TW4	15-TW5
16	29.33 (0.73Qmax)	16-TW1	16-TW2	16-TW3	16-TW4	16-TW5
17	30.45 (0.76Qmax)	17-TW1	17-TW2	17-TW3	17-TW4	17-TW5
18	31.75 (0.79Qmax)	18-TW1	18-TW2	18-TW3	18-TW4	18-TW5
19	36.45 (0.91Qmax)	19-TW1	19-TW2	19-TW3	19-TW4	19-TW5
20	40.66 (1.01Qmax)	20-TW1	20-TW2	20-TW3	20-TW4	20-TW5

หมายเหตุ :-

* การทดลองกรณีตามแบบก่อสร้างโครงการ

** การทดลองกรณีการปรับปรุงท้ายน้ำ

*** การทดลองกรณีท้ายน้ำตามแบบของ USBR



รูป 3-16 ระบบหมุนเวียนของน้ำในห้องปฏิบัติการ