โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 23/2555

การศึกษาและจัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้น

Study and model constructing of spillway

โดย

นางสาวประภัสสร สิงห์บุตร

นางสาวอุมาภรณ์ ชูจีน

นางสาวจิณจพร แก้วแท้

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พ.ศ. 2556

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง การศึกษาและจัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้น

รายนามผู้ทำโครงการ นางสาวประภัสสร สิงห์บุตร

นางสาวอุมาภรณ์ ชูจีน

นางสาวจิณจพร แก้วแท้

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

.....

(อ.ดร.ยุทธนา ตาละลักษมณ์)

...../...../.....

กรรมการ

…….

(อ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์)

……/……./…..

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

...../...../.....

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาและจัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้น

โดย : นางสาวประภัสสร สิงห์บุตร

นางสาวอุมาภรณ์ ชูจีน

นางสาวจิณจพร แก้วแท้

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน :

.....

(อ.ดร.ยุทธนา ตาละลักษมณ์)

. ...../...../.....

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นการศึกษาและจัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นโดยใช้อาคารระบายน้ำล้นของเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนเป็นต้นแบบซึ่งโครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นโครงการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริให้จัดสร้างเขื่อนแควน้อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริขึ้น เพื่อช่วยเหลือราษฎรในพื้นที่ลุ่มน้ำแควน้อยตอนล่างท้องที่ อำเภอวัดโบสถ์ อำเภอวังทอง อำเภอเมือง และอำเภอบางกระทุ่ม ปัญหาอุทกภัย รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูกทั่วไปฤดูฝนและฤดูแล้ง ตลอดจนสำหรับการอุปโภค-บริโภค โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนเป็นอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ขนาดใหญ่ สามารถเก็บกักน้ำได้ 769 ล้านลูกบาศก์เมตร ประกอบด้วย 3 เขื่อนติดต่อกัน ได้แก่เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เขื่อนสันตะเคียน เขื่อนปิดช่องเขาขาด อาคารระบายน้ำล้นของเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เป็นลักษณะอาคารระบายน้ำล้นใช้งาน มี 6 ช่องระบาย มีบานระบายแบบบานโค้งควบคุมอัตราการไหลแบบจำลองเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนถูกจัดทำด้วยมาตราส่วน 1:200 เพื่อที่จะนำไปเป็นแบบอย่างที่ใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

Abstract

Title : Study and model constructing of spillway

By : Miss Phapatsorn Singboot

Miss Umaporn Choojeen

Miss Jinjaporn Kaewtae

Project Advisor :

……..

(Dr.Yutthana Talaluxmana)

……./……../…..…

This project is the study on spillway and the spillway model was constructed by using the spillway of Kwai Noi Bumrungdan Dam as a prototype. Khwae Noi Bamrungdan Dam Project is one of the royal development projects. The project reduces flooding on the lower area of Khwae Noi Basin, such as Wat Bot district, Phisanulok province and be water resources for agriculture both in wet and dry season including for consuming. Khwae Noi Bamrungdan Dam project is large scale multipurpose reservoir. The normal storage is 769 MCM.The project composes of 3 dams, Khwae Noi Bumrungdan Dam is a main dam, Suntakeing dam and Saddle dam. The spillway of Khwae Noi Bamrungdan Dam is a service spillway with 6 channels. The discharge was controlled by 6 radial gates. The spillway model was constructed scale 1:200 in order to use for study in the class.

คำนิยม

ในการจัดทำโครงงานวิศวกรรมชลประทานผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณอ.ดร.ยุทธนา ตาละลักษณ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ อ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำในการจัดทำโครงงานวิศวกรรมชลประทานจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทานที่คอยให้ความอนุเคราะห์สถานที่และคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอความก้าวหน้าของโครงงานจึงทำให้การดำเนินงานของโครงงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ประโยชน์และคุณความดีทั้งหลายอันพึงจะได้รับจากโครงงานวิศวกรรมชิ้นนี้ผู้จัดทำขอมอบให้แด่บิดาและมารดาที่ให้การอบรมเลี้ยงดูมาด้วยความรักอันยิ่งใหญ่คณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ความสามารถต่างๆให้แก่ผู้จัดทำตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านจนประสบความสำเร็จในการศึกษา

นางสาวประภัสสร สิงห์บุตร

นางสาวอุมาภรณ์ ชูจีน

นางสาวจิณจพร แก้วแท้

กันยายน 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
คำนิยม	iii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ของการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 สภาพภูมิประเทศ	4
2.2 การดำเนินงาน	4
2.3 ลักษณะโครงการ	5
2.4 การออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้น (Spillway)	12
2.5 ระบบชลประทาน	21
2.6 ประโยชน์จากโครงการ	23
2.7 การออกแบบก่อสร้างโครงการ	25
2.8 กรรมวิธีการก่อสร้างเขื่อน	26
2.9 การออกแบบและการก่อสร้างเขื่อน	31
2.9.1 การออกแบบเขื่อน	31
2.9.2 ส่วนประกอบวัสดุถมเขื่อน	32
บทที่ 3 ขั้นตอนการทำ	36
บทที่ 4 ผลการศึกษา	43
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	44
สรุป	44
ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	45

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บริเวณที่ตั้งโครงการ	1
2	ตัวเขื่อนในโครงการแควน้อย	6
3	รูปหน้าตัดเขื่อนแควน้อย	7
4	รูปหน้าตัดเขื่อนสันตะเคียน	8
5	รูปหน้าตัดเขื่อนดินปิดช่องเขาขาด	9
6	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนตามเกณฑ์การระบายน้ำรอบปีต่างๆ	11
7	อาคารระบายน้ำล้น	19
8	แสดงที่ตั้งเขื่อนพญาแมน	21
9	เขื่อนและอาคารปรกอบ	25
10	เตรียมผิวหินฐานราก	27
11	การอัดฉีดน้ำปูน	27
12	ขุดให้ได้ระดับ	27
13	ฝังสมอเหล็ก	28
14	ฝั่งท่ออัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุงฐานราก	28
15	เขื่อนหินถมดาดผิวหน้าคอนกรีต	29
16	ถมบดอัดหิน	30
17	บดอัดตามแนวลาดเอียง	30
18	คอนกรีตดาดผิวของเขื่อน	30
19	ติดตั้งเหล็กเสริมคอนกรีต	30
20	ติดตั้งรางพร้อมลิ้นรับคอนกรีตจากรถคอนกรีต	31
21	ฐานของเว็บวอลจะติดกับคอนกรีตดาดผิว	31
22	ส่วนประกอบทั่วไปของเขื่อน CFRD	34
23	การพ่น Shotcrete ป้องกันการชะล้างหรือการกัดเซาะจากน้ำฝนในระหว่างการก่อสร้าง	34
24	การบดอัดในระนาบเอียงทำให้ควบคุมคุณภาพที่ผิวได้ยาก	35
25	Extruded Curb	35

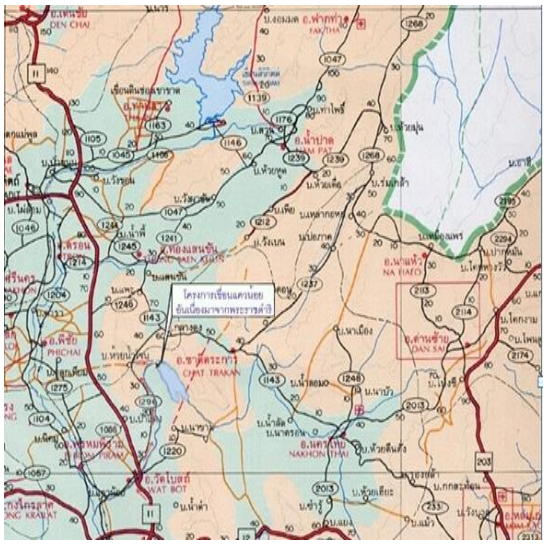
สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	วาดตอม่อลงบนกระดาษหลังรูป	36
27	ตอม่อ	36
28	ตัดกระดาษเป็นรูปตอม่อ	37
29	แปลนแสดงจำนวนตอม่อ	37
30	นำน็อตมาใส่ยึดเป็นจุดหมุนของตอม่อ	38
31	ทาสีตอม่อ	38
32	แช่กระดาษ	38
33	ประตูบานโค้ง	39
34	แสดงลักษณะของประตูบานโค้ง	39
35	slope ของสันฝาย	40
36	ตัดโฟมตาม slope	40
37	ทาสี	40
38	สันฝายทั้งหมด	40
39	ประกอบอาคารระบายน้ำล้น	41
40	สะพาน	41
41	ติดสะพานบนอาคารระบายน้ำล้น	41
42	ด้านข้างตัวเขื่อน	42
43	ประกอบตัวเขื่อนกับอาคารระบายน้ำล้น	42
44	แบบจำลองเขื่อนแควน้อยที่ได้จากการศึกษา	43

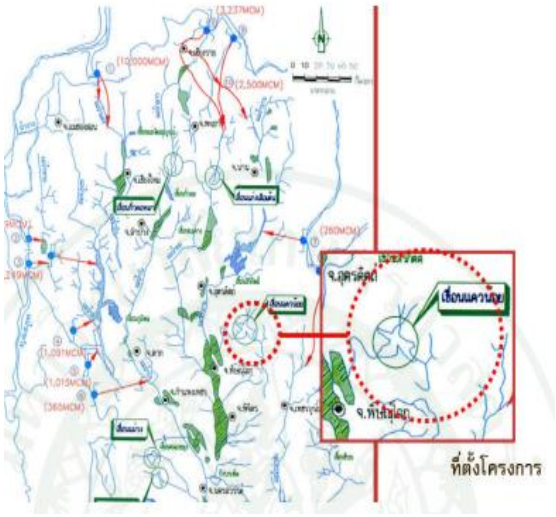
บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่บ้านเขาหินลาด ตำบลคันโช้ง อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก ดังแสดงในภาพที่ 1บริเวณที่ตั้งโครงการ พื้นที่เกษตรกรรมที่ประสบปัญหาน้ำท่วมและขาดแคลนน้ำเป็นประจำทุกปี ทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ที่เป็นเกษตรกรมีรายได้ต่ำ ทำนาได้เพียงครั้งเดียวในฤดูฝน แต่มักได้รับความเสียหายจากปัญหาน้ำท่วม กรมชลประทานจึงได้ดำเนินการก่อสร้างเขื่อนอเนกประสงค์ขนาดใหญ่บนลำน้ำแควน้อยซึ่งเป็นลำน้ำสาขาย่อยฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่าน มีเป้าหมายหลักเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยโดยเฉพาะในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง แก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำสำหรับการเพาะปลูกในฤดูแล้งของแม่น้ำแควน้อย รวมถึงเป็นแหล่งน้ำสนับสนุนให้กับพื้นที่ชลประทานฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของแม่น้ำแควน้อย และส่งน้ำเสริมให้กับพื้นที่เพาะปลูกของโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ ตลอดจนเป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของราษฎรในจังหวัดพิษณุโลก โดยเขื่อนแควน้อยอยู่ในความรับผิดชอบของกรมชลประทานซึ่งเกิดจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงเล็งเห็นถึงประโยชน์ต่อราษฎรให้มีน้ำใช้เพื่อทำการเกษตร อุปโภคบริโภค บรรเทาอุทกภัยที่มักเกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกโดยได้เริ่มก่อสร้างเขื่อนเมื่อปี พ.ศ.2548 แล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ.2552 และเริ่มเก็บกักน้ำในปีเดียวกัน



ที่มา : http://kromchol.rid.go.th/lproject/lsp02/Krawnoi/



ที่มา : ภุชงค์ (2553)

ภาพที่ 1 บริเวณที่ตั้งโครงการ

เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน นับว่าเป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่อันเนื่องมาจาก พระราชดำริ ที่สามารถบริหารและจัดการน้ำที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบโดยการควบคุมปริมาณน้ำในแม่น้ำแควน้อยให้สามารถเก็บกักปริมาณน้ำส่วนที่เกินความต้องการในฤดูฝนสำหรับไว้ใช้ในฤดูแล้ง อีกทั้งยังช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำแควน้อยเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนประกอบด้วยตัวเขื่อน และอาคารระบายน้าล้น สำหรับอาคารระบายน้ำล้นเป็นส่วนที่สำคัญของตัวเขื่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่ระบายน้ำน้ำช่วงที่เกินความต้องการ จึงทำให้เขื่อนแควน้อยมีความน่าสนใจ เหตุนี้จึงได้จัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นโดยใช้อาคารระบายน้ำล้นของโครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนและศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของตัวเขื่อนแควน้อย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างและวิธีการออกแบบอาคารระบายน้ำล้น
2. เพื่อทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นสำหรับใช้ประกอบการเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับอาคารชลประทาน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

เป็นการศึกษาและจัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นโดยใช้อาคารระบายน้ำล้นของโครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนเป็นแบบในการศึกษาแบบจำลองที่จัดทำใช้มาตรส่วน 1:200 และจัดทำเฉพาะส่วนของฝายและบานระบายควบคุม

1.4 ประโยชน์ของการศึกษา

1. สามารถรู้เกี่ยวกับโครงสร้างระบบภายในของเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน
2. แบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นสามารถเป็นตัวอย่างในการศึกษาสำหรับผู้สนใจ
3. เป็นแบบจำลองให้บุคคลอื่นๆสามารถศึกษาแบบจำลองอาคาระบายน้ำล้นได้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 สภาพภูมิประเทศ

แม่น้ำแควน้อยเกิดจากกลุ่มน้ำสาขาย่อยฝั่งซ้ายของแม่น้ำนานมีต้นน้ำอยู่ในพื้นที่อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ไหลผ่านอำเภอวัดโบสถ์ บรรจบกับแม่น้ำน่านที่อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก สภาพพื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำแควน้อยประมาณ 200,000 ไร่ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ประสบปัญหาน้ำท่วมและขาดแคลนน้ำเป็นประจำทุกปี ราษฎรส่วนใหญ่ 80 % เป็นเกษตรกรที่มีรายได้ต่ำสามารถทำนาได้ครั้งเดียวในฤดูฝน แต่มักจะได้รับความเสียหายจากปัญหาน้ำท่วม โดยมีพื้นที่ประมาณ 75,000 ไร่ ในเขตอำเภอวัดโบสถ์ อำเภอพรหมพิราม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก จะเกิดปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ พื้นที่ที่จะกลายเป็นอ่างเก็บน้ำประมาณ 25000 ไร่นี้ ในสภาพปัจจุบันยังคงเป็นเขตวนอุทยานแก่งเจ็ดแควประมาณ 30% และที่เหลืออีก 70% นั้นเป็นเขตปฏิรูปที่ดิน (นิรนาม, 2555)

2.2 การดำเนินงาน

กรมชลประทาน ได้ดำเนินการศึกษาตามความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน พร้อมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขผลกระทบในด้านป่าไม้ ประมง สังคม เศรษฐกิจ ท่องเที่ยว และการชดเชยพื้นที่อพยพ โดยดำเนินการเสร็จเมื่อ พ.ศ. 2540 คณะรัฐมนตรีได้รับอนุมัติให้เริ่มดำเนินการก่อสร้างโครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงได้เมื่อวันที่ 21 มกราคม 2546 โดยมีแผนการดำเนินงานระหว่าง พ.ศ. 2546 - พ.ศ. 2554 และใช้งบประมาณ 6,780 ล้านบาท (นิรนาม, 2555)

2.3 ลักษณะโครงการ

โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน จังหวัดพิษณุโลก เป็นโครงการอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์ขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันน้ำท่วมและการชลประทานเป็นหลัก สร้างปิดกั้นลำน้ำแควน้อย อยู่ที่ตำแหน่งเส้นแวงที่ 100° 25'ตะวันออกและเส้นรุ้งที่ 17° 11'เหนือ ในเขตพื้นที่เขาหินลาด อ.วัดโบสถ์จ.พิษณุโลก กรมชลประทานได้ดำเนินการศึกษาออกแบบเพื่อก่อสร้างเขื่อนแควน้อย ประกอบด้วย ตัวเขื่อน (Dam) และอาคารระบายน้ำล้น (Service Spillway) สำหรับอาคารระบายน้ำล้นเป็นส่วนที่สำคัญของตัวเขื่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่ระบายน้ำช่วงที่เกินความสามารถในการกักเก็บของเขื่อนและช่วงที่เกิดอุทกภัย spillway ออกแบบให้มีอัตราการไหลผ่าน สูงสุด 8,225 ลบ.ม./วินาที มีลักษณะเป็นแบบ Ogee Crest ซึ่งมีระดับสั่งอาคารน้ำล้นอยู่ที่+119.500ม.รทก. พร้อมประตูบังคับน้ำบานโค้งจำนวน 6 บาน ขนาดกว้าง 13.5 เมตร สูง 11 เมตร และรางระบายน้ำ (Chute) กว้าง 93.5 เมตร คาดด้วยคอนกรีตและติดตั้ง Aeration Step 2 ชุด สำหรับเติมอากาศเพื่อลดความดันของน้ำในChuteที่ด้านท้าย Chute มีลักษณะเป็น Flip bucket มีหน้าที่สลายพลังงานน้ำก่อนที่จะตกลงสู่อ่างรับน้ำ (Plunge Pool) ที่ทำหน้าที่สลายพลังงานอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นในส่วนของ Spillway จึงได้ทำการศึกษาทดลองแบบจำลองทางกายภาพเพื่อศึกษาพฤติกรรมของน้ำไหลผ่าน Spillway และตรวจสอบข้อบกพร่องของอาคารที่ออกแบบไว้แล้วเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบให้มีลักษณะทางชลศาสตร์ที่เหมาะสมดีที่สุด เพื่อสร้างความเสถียรภาพให้แก่ Spillway โดยการทดลองจะตรวจสอบพฤติกรรมการไหลบริเวณ Approach Channel, ลักษณะการไหลผ่าน Spillway, การไหลใน Chute, การสลายพลังงานของ Flip bucket และอ่างรับน้ำ, การกัดเซาะและการตกตะกอนในอ่างรับน้ำ และการไหลบริเวณด้านท้ายน้ำของ Spillway จากผลการทดลองพบว่า แบบจำลอง Spillway มีจุดบกพร่องหลายส่วนด้วยกันคือ การไหลบริเวณ Approach Channel เกิดการไหลแบบปั่นป่วน เมื่อปรับปรุงรูปร่างของกำแพงร่องชักน้ำ (Training Wall) การไหลจะดีขึ้น ไม่ปั่นป่วน นอกจากนั้นการไหลผ่าน Spillway จะไหลได้ดีขึ้นเมื่อมีการปรับปรุง Approach Channel และรูปร่างด้านหน้าของตอม่อ โดยการเพิ่มความยาวด้านหน้าและด้านท้ายของตอม่อ ส่วนการไหลใน Chute (สำนักวิจัยและพัฒนา, 2555)

บริเวณ Aeration Step เมื่อปรับปรุงความลาดชันของ Aeration Step การไหลจะดีเช่นกัน สำหรับ Flip Bucket ตามที่ออกแบบ มุม 20 องศา พบว่า การสลายพลังงาน สลายได้ดี และอ่างรับน้ำ พบว่า ความยาวของอ่างรับน้ำไม่เพียงพอ จึงเพิ่มความยาวอ่างจาก 103 เมตร เป็น 119 เมตร ทำให้การสลายพลังงานหมดก่อนที่จะไหลออกสู่ด้านท้ายน้ำ

ภาพที่ 2 ตัวเขื่อนในโครงการแกนน้อย

ที่มา : https://www.google.co.th/search?q=ตัวเขื่อนของโครงการเขื่อนแกนน้อย

กรมชลประทานได้ออกแบบก่อสร้างเขื่อนแกนน้อย ประกอบด้วย ตัวเขื่อน และอาคารระบายน้ำล้นเป็นส่วนสำคัญของตัวเขื่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่ระบายน้ำช่วงที่เกินความต้องการของเขื่อนและช่วงที่เกิดอุทกภัย ตัว Spillway ออกแบบให้มีอัตราการไหลผ่านสูงสุด 8,225 ลบ.ม และเป็นแบบ Ogee Crest ซึ่งมี Crest อยู่ที่ +119.5 ม.รทก. พร้อมประตูบังคับน้ำบานโค้ง 6 บาน ขนาดกว้าง 13.5 เมตร สูง 11 เมตรความกว้างของ Chut 93.5 เมตร

ตัวเขื่อนในโครงการแกนน้อยบำรุงแดนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (ภุชงค์, 2553) ดังแสดงในภาพที่ 2 ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เขื่อนแกนน้อยบำรุงแดน เป็นเขื่อนหินถมดาดผิวหน้าด้วยคอนกรีต (Concrete Face Rockfill Dam) เขื่อนสันตะเคียน เป็นเขื่อนหินถมแกนดินเหนียว (Earth Core Rockfill Dam) และเขื่อนปิดช่องเขาขาด (Saddle Dam) เป็นเขื่อนเนื้อเดียว (Earth Filled Dam)

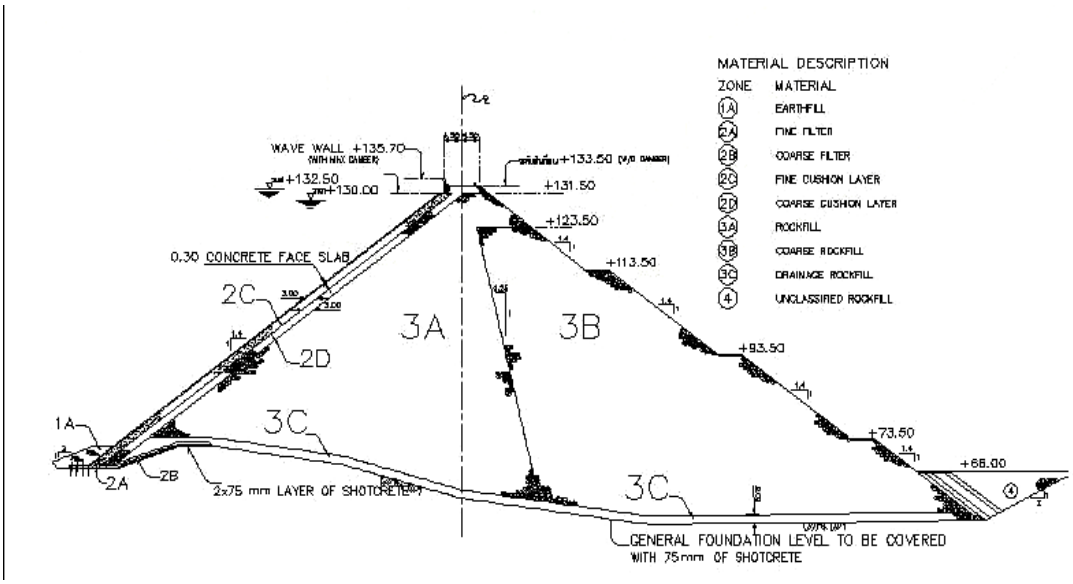
การเก็บกักน้ำของเขื่อน โดยปกติอยู่ที่ระดับ +130.00 ม.รทก. หรืออาจมีระดับน้ำสูงสุดได้ที่ +132.50 ม.รทก. โดยทีระดับน้ำต่ำสุดอยู่ที่ +90.00 ม.รทก. ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก 861 ล้าน ลบ.ม.

เขื่อนแคว้อยประกอบด้วย 3 เขื่อนติดต่อกัน ได้แก่ เขื่อนแคว้อยบำรุงแดน เขื่อนสันตะเคียน และเขื่อนเปิดช่องเขาขาด ซึ่งข้อมูลของโครงการสรุปได้ดังนี้

เขื่อนแคว้อยบำรุงแดน เป็นเขื่อนหลัก สร้างปิดกั้นลำน้ำแคว้อย มีลักษณะดังนี้

- ชนิดของเขื่อน Concrete Face Rockfill Dam (CFRD)
- ระดับสันเขื่อน +133.50 เมตร(รทก.)
- ระดับสัน Wave Wall +135.00 เมตร(รทก.)
- ความกว้างสันเขื่อน 8.0 เมตร
- ความสูงของตัวเขื่อน 75 เมตร
- ความยาวของตัวเขื่อน 570 เมตร

รูปตัดของเขื่อนแคว้อย ดังแสดงในภาพที่ 3

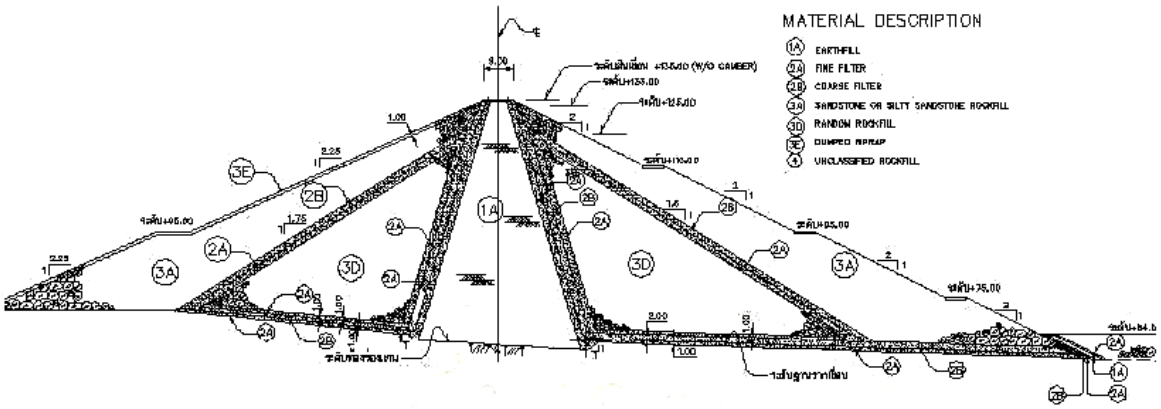


ภาพที่ 3 รูปหน้าตัดเขื่อนแคว้อยบำรุงแดน

ที่มา : ภุชงค์, 2553

เขื่อนสันตะเคียน ตั้งอยู่ทางซ้ายของเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน สร้างปิดกั้นลำห้วยสันตะเคียน มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 4 ดังนี้

- ชนิดของเขื่อน Earth Core Rockfill Dam
- ระดับสันเขื่อน +135.00 เมตร(รทก.)
- ระดับเก็บกัก +133.00 เมตร(รทก.)
- ความกว้างสันเขื่อน 8.0 เมตร
- ความสูงของตัวเขื่อน 75 เมตร
- ความยาวของตัวเขื่อน 1.270 เมตร

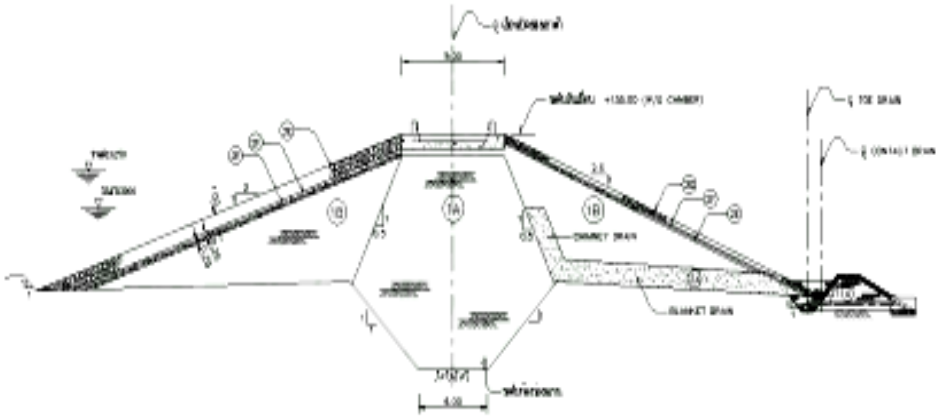


ภาพที่ 4 รูปหน้าตัดเขื่อนสันตะเคียน

ที่มา : ภุชงค์, 2553

เขื่อนปิดช่องเขาขาด ตั้งอยู่ทางด้านขวาของเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน สร้างเพื่อกันไม่ให้น้ำในอ่างเก็บน้ำไหลออกมาทางช่องเขานี้ ลักษณะดังแสดงในภาพที่ 5ดังนี้

- ชนิดของเขื่อน Earthfill Dam
- ระดับสันเขื่อน +135.00 เมตร(รทก.)
- ความสูงของตัวเขื่อน 10 เมตร
- ความยาวของตัวเขื่อน 640 เมตร



ภาพที่ 5 รูปหน้าตัดเขื่อนดินปิดช่องเขาขาด

ที่มา : ภุชงค์, 2553

ลักษณะอ่างเก็บน้ำ

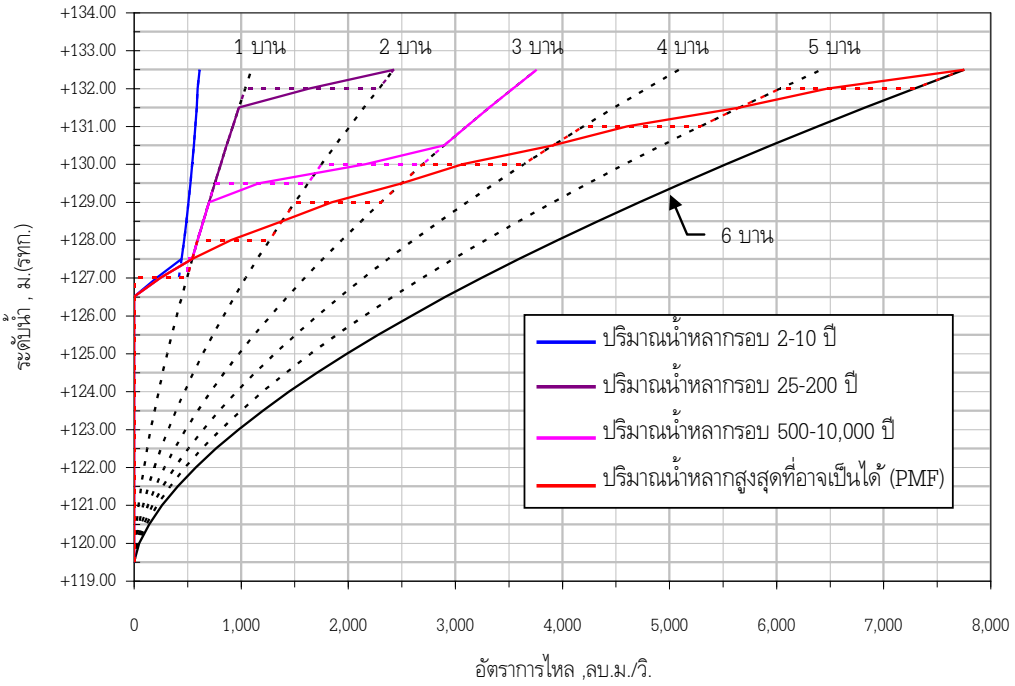
อ่างเก็บน้ำของโครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนมีลักษณะทางกายภาพ ดังนี้ (กรมชลประทาน, 2556)

-	ระดับน้ำสูงสุด	+132.500	เมตร(รทก.)
-	ระดับเก็บกักปกติ	+130.000	เมตร(รทก.)
-	ระดับเก็บกักต่ำสุด	+90.000	เมตร(รทก.)
-	ปริมาณเก็บกักที่ระดับเก็บกักสูงสุด	861	ล้าน ลบ.ม
-	ปริมาณเก็บกักที่ระดับเก็บกัก	769	ล้าน ลบ.ม
-	ปริมาณเก็บกักที่ระดับเก็บกักต่ำสุด	36	ล้าน ลบ.ม
-	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก	29,000	ไร่ (46.5 ตร.กม.)
-	พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุด	12,000	ไร่ (20.0 ตร.กม.)

อาคารระบายน้ำล้น (Spillway)

- ตั้งอยู่ระหว่างตัวเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนกับเขื่อนสันตะเคียน	
- ชนิดประตูระบายเหล็กบานโค้ง	
- ขนาด จำนวน x กว้าง x สูง	6 x 13.50 x 11.00 ม.
- ระดับเก็บกักน้ำปกติ	+130.000 ม.รทก.
- ระดับน้ำสูงสุดที่อัตราการไหลสูงสุด	+132.500 ม.รทก.
- ระดับพื้นทางเข้าอาคาร	+110.000 ม.รทก.
- ระดับน้ำสูงสุดที่อัตราการไหลในคาบ 1,000 ปี	+131.250 ม.รทก.
- ระดับท้ายน้ำสูงสุดเมื่อเกิดปริมาณน้ำหลากสูงสุด	+74.000 ม.รทก.
- ความสามารถในการระบายน้ำออกแบบสูงสุด	7,046 ลบ.ม./วินาที
- ความกว้างของรางเท	73-65 ม.
- ความยาวของรางเท(รวม Flip Bucket)	241.60 ม
- ระดับสันทางเข้าอาคาร (Ogee Crest)	+118.500 ม.รทก.
- อาคารสลายพลังงานแบบ	Flip Bucket
- บ่อสลายพลังงานแบบ	Plunge Pool

- ความสามารถในการปล่อยน้ำของอาคารระบายน้ำล้น (Spillway)



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนตามเกณฑ์การระบายน้ำรอบปีต่างๆ

ที่มา : กรมชลประทาน, 2552

อาคารระบายท้ายน้ำ (Outlet)

- ตำแหน่งตั้งอยู่ฝั่งซ้ายของลำน้ำแควน้อย
- ชนิดท่อเหล็ก
- เส้นผ่านศูนย์กลาง x ยาว 2.7 x 237 ม.
- ระดับทางเข้าอาคารระบายท้ายน้ำ +100.000 ม.รทก.
- ความสามารถในการระบายน้ำลงท้ายน้ำ 108 ลบ.ม./วินาที
- ปรับปรุงจากอุโมงค์ผันน้ำแม่น้ำแควน้อย +110.000ม.รทก

2.4 การออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้น (Spillway)

จากรายงานการศึกษาแนวทางและหลักเกณฑ์การออกแบบเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ ของคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ (2545) ได้ดังนี้

วัตถุประสงค์

ในการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ จะต้องมีการสร้างอาคารทางระบายน้ำล้น เพื่อระบายน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อระดับน้ำเริ่มสูงกว่าระดับน้ำเก็บกัก การพิจารณาออกแบบก่อสร้างจะพิจารณาออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ ที่ตั้งของตัวเขื่อน อ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำที่จะต้องระบายออกจากอ่างเก็บน้ำ

ชนิดและลักษณะของทางระบายน้ำล้น

การสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำโดยทั่วไป จำเป็นจะต้องสร้างอาคารทางระบายน้ำล้นเพื่อช่วยระบายน้ำที่มีมากเกินความจุของอ่างเก็บน้ำจะรับไว้ได้ในฤดูน้ำหลากทิ้งออกไปลงลำน้ำเดิมด้านท้ายเขื่อนเพื่อป้องกันอันตรายจากสาเหตุที่น้ำล้นผ่านสันเขื่อน อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เขื่อนพังทลายได้โดยเฉพาะเขื่อนดินและเขื่อนหินทิ้ง อาคารระบายน้ำล้นโดยทั่วไปจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. **อาคารทางระบายน้ำ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน**

- **อาคารทางระบายน้ำล้นใช้งาน (Service Spillway)** เป็นอาคารทางระบายน้ำล้นที่ใช้งานระบายน้ำเพื่อลดระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำในฤดูน้ำหลากเป็นประจำ การออกแบบก่อสร้าง อาคารทางระบายน้ำล้นประเภทนี้จะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงต่อแรงกระแทก และกัดเซาะของน้ำที่ไหลผ่านด้วยความเร็วสูงเป็นประจำ
- **อาคารทางระบายน้ำล้นเสริม (Auxiliary Spillway)** ในกรณีที่สภาพภูมิประเทศที่ตั้งเขื่อนมีความเหมาะสมที่จะสร้างอาคารระบายน้ำล้นขึ้นอีกแห่งหนึ่งหรือหลายแห่ง เช่น มีบริเวณช่องเขาขาดหรือที่ระดับใกล้เคียงกับระดับสันเขื่อน สามารถที่จะสร้างอาคารทางระบายน้ำล้นเพิ่มเติมโดยงานขุดดินไม่มากนักและราคาค่าก่อสร้างไม่สูง สามารถระบายน้ำลงไปยังหุบเขาเบื้องล่าง โดยไม่เป็นอันตรายต่อราษฎรที่อาศัยอยู่ทางด้านท้ายน้ำ อาคารทางระบายน้ำล้นแห่งใหม่นี้จะช่วยแบ่งปริมาณน้ำที่ไหลจากอาคารทางระบายน้ำล้นใช้งานทำให้ขนาดของอาคารทางระบายน้ำล้นใช้งานมีขนาดเล็กลง ทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกกว่าที่จะสร้างเป็นอาคารทางระบายน้ำล้นขนาดใหญ่

- **อาคารทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน (Emergency Spillway)** เป็นอาคารทางระบายน้ำล้นที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำให้ได้มากและเร็วยิ่งขึ้น ในกรณีที่เกิดน้ำหลากใหญ่เกิดขึ้นซึ่งอาคารทางระบายน้ำหลากที่เกิดขึ้นจากอ่างเก็บน้ำได้ไม่ทัน ปริมาณน้ำส่วนที่เหลือจะระบายทิ้งลงทางอาคารทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน ทำให้เขื่อนอยู่ในสภาพเกณฑ์ความปลอดภัยสูง โดยเฉพาะในกรณีที่เขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ที่มีราษฎรอาศัยอยู่ทางด้านท้ายเขื่อนหนาแน่น อาคารทางระบายน้ำล้นใช้งาน หรืออาคารท่อส่งน้ำเกิดขัดข้องทำการระบายน้ำและส่งน้ำไม่ได้เต็มที่ อาคารทางระบายน้ำล้นฉุกเฉินจะทำหน้าที่ระบายน้ำเสมือนอาคารทางระบายน้ำล้นใช้งาน สำหรับกรณีปกติที่อาคารทางระบายน้ำล้นทำการระบายน้ำได้ตามปกติ ไม่จำเป็นต้องมีอาคารทางระบายน้ำฉุกเฉิน

2. อาคารทางระบายน้ำล้นแบ่งตามลักษณะที่ตั้งและรูปแบบของอาคาร

- **อาคารทางระบายน้ำล้นผ่านสันเขื่อน (Spillway Dam)**

  คืออาคารทางระบายน้ำล้นที่ระบายน้ำผ่านสันเขื่อน ของเขื่อนคอนกรีตที่สามารถระบายน้ำผ่านสันเขื่อนได้โดยไม่ทำความเสียหายแก่ตัวเขื่อน

  ก. อาคารทางระบายน้ำล้นเขื่อนคอนกรีต (Gravity Dam)

  ข. อาคารทางระบายน้ำล้นเขื่อนคอนกรีตสันโค้ง (Arch Dam)

  ค. อาคารทางระบายน้ำล้นเขื่อนคอนกรีตประเภทถมบดอัดแน่น (Roller Compacted Concrete Dam)

  ง. อาคารทางระบายน้ำล้นเขื่อนคอนกรีตค้ำยัน (Buttress Dam)

- **อาคารทางระบายน้ำล้นช่องเขาขาด (Saddle Dam)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นช่องเขาขาด คือ อาคารทางระบายน้ำล้นที่แยกห่างจากตัวเขื่อนตั้งอยู่บริเวณช่องเขาขาดที่ระดับพื้นดินอยู่ใกล้กับระดับน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำทำให้ไม่ต้องขุดบ่อก่อสร้างมีปริมาณดินขุดมากนัก ราคาค่าก่อสร้างอาคารทางระบายน้ำประเภทนี้จะไม่สูงเหมาะสำหรับสร้างเป็นอาคารทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบฝายสันตรง (Overflow Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบฝายสันตรงเป็นอาคารบังคับน้ำให้น้ำไหลล้นข้ามสันฝายโดยมีลักษณะสันทางระบายน้ำล้นแบบโอกี้ (Ogee Spillway) การออกแบบอาคารลักษณะนี้จะ

ขึ้นกับสภาพภูมิประเทศ สภาพลักษณะธรณี – ปฐพีวิทยาฐานราก และทางด้านชลศาสตร์ ระบายน้ำลงสู่ลำน้ำเบื้องล่างได้

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบไหลด้านข้าง (Side Channel Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบไหลด้านข้างเป็นการระบายน้ำล้นผ่านฝายสันตรงลงทางระบายน้ำด้านข้างที่ขนานกับสันฝายไหลลงสู่รางเท หรืออุโมงค์ระบายน้ำ โดยทิ้งน้ำลงสู่ลำน้ำเดิมด้านท้ายน้ำของตัวเขื่อน การออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้นประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศที่ตั้งเขื่อนเป็นหุบเขาสูงชัน ถ้าก่อสร้างอาคารน้ำล้นประเภทอื่นจะต้องเปิดบ่อก่อสร้างโดยการตัดไหล่เขาเข้าไปมาก ทำให้ราคางานในด้านปริมาณงานดินสูง จึงเปลี่ยนจากการตัดไหล่เขาเข้าไปในแนวตรงเป็นการติดไหล่เขาตามแนวยาวริมขอบอ่างน้ำ ซึ่งมีปริมาณงานดินขุดน้อยทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูก

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบติดตั้งประตูบนสันฝาย (Gated Spillway)**

  จุดประสงค์ของอาคารน้ำล้นแบบติดตั้งประตูน้ำบนสันฝาย เพื่อจะช่วยเพิ่มทางระบายน้ำให้มีปริมาณมากขึ้น จากการระบายน้ำผ่านสันฝายโดยตรง ทำให้สามารถลดความสูงของระดับสันเขื่อนให้ต่ำลงมาได้ หรือลดขนาดความกว้างของสันฝายให้น้อยลง เป็นการประหยัดราคาค่าก่อสร้าง ข้อเสียของอาคารทางระบายน้ำล้นประเภทนี้ที่จะต้องตรวจสอบการใช้งานของบานประตูให้ทำงานได้สะดวกใช้งานได้ตลอดเวลา และจะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยปฏิบัติงานปิด-เปิดบานระบายในฤดูน้ำหลาก

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบสันฝายหยัก (Labyrinth Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบ Labyrinth Spillway เป็นการสร้างอาคารบังคับน้ำให้ระบายน้ำได้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยการสร้างฝายน้ำล้นเป็นรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมคางหมูหรือครึ่งวงกลม ติดต่อกันเป็นจำนวนหลายช่องทำให้ได้ระยะความยาวของสันฝายน้ำล้นเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะความยาวของสันฝายในแนวตรง การระบายน้ำผ่านอาคารทางระบายน้ำล้นแบบ Labyrinth Spillway ทำให้อ่างเก็บน้ำสามารถรับความจุน้ำได้มากขึ้น ทำให้ลดระดับความสูงของสันเขื่อนต่ำลง ราคาค่าก่อสร้างจะถูก และมีข้อดีกว่าการติดตั้งประตูบังคับน้ำบนสันฝาย ที่จะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมการปิด-เปิดบาน และตรวจสอบการบำรุงรักษา

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบกาลักน้ำ (Siphon Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบกาลักน้ำ เป็นการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ โดยระบบที่ติดตั้งเป็นรูปตัว U ในตัวเขื่อนปากระดับท่อในอ่างเก็บน้ำจะอยู่ที่ระดับน้ำเก็บกัก เมื่อระดับน้ำในอ่าง

เก็บน้ำสูงเกินระดับเก็บกัก จะเกิดแรงดันน้ำเข้าทางท่อ ดูดน้ำทิ้งลงทางด้านท้ายน้ำส่วนใหญ่จะสร้างในตัวเขื่อนคอนกรีต แต่ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ระบบกาลักน้ำ เพราะยุ่งยากในการก่อสร้างและใช้งาน และท่อจะถูกอุดตันได้ง่าย เมื่อมีสวะหรือกิ่งไม้ลอยมาอุดตันท่อ จะทำให้การระบายน้ำขัดข้อง

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบปากแตรหรือดอกผักบุ้ง (Morning Glory Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบ Morning Glory Spillway เป็นการระบายน้ำทิ้งลงสันฝายน้ำล้นรูปวงกลมบานผายออกจากหอคอยรับน้ำ ลักษณะคล้ายดอกผักบุ้ง สันฝายน้ำล้นจะอยู่ระดับเดียวกับระดับน้ำเก็บกัก ส่วนบนสันฝายจะติดครีบแบ่งแยกทางน้ำไหลเข้าท่อคอยรับน้ำเบื้องล่าง ที่ต่อด้วยท่อกลมในแนวนอนลอดผ่านตัวเขื่อน หรือ เจาะเป็นอุโมงค์ ระบายน้ำลอดไหลเข้าข้างตัวเขื่อนการก่อสร้างอาคารทางระบายน้ำล้นประเภทนี้ เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศที่ความยาวของสันเขื่อนสั้น และสภาพฐานรากเขื่อนแข็งแรง สามารถที่จะตั้งรับหอคอยรับน้ำและวางท่อระบายน้ำขนาดใหญ่ได้

  ระหว่างการก่อสร้าง ใช้ท่อระบายน้ำในแนวนอนเป็นทางผันน้ำลงลำน้ำเดิมได้โดยการต่อท่อยื่นไปทางด้านเหนือน้ำ ผันน้ำจากลำน้ำเดิมให้ไหลผ่านไปยังด้านท้ายน้ำ เมื่อทำการถมปิดกั้นลำน้ำเดิมแล้วจึงปลั๊กอุดท่อด้วยคอนกรีต ปล่อยให้ระบายน้ำล้นทางด้านสันฝายน้ำล้น

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบอุโมงค์ระบายน้ำ (Tunnel Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบอุโมงค์ระบายน้ำ เป็นการเจาะไหล่เขา เพื่อฝังท่อระบายน้ำทิ้งลงลำน้ำเดิมด้ายท้ายเขื่อน ทางปากอุโมงค์ระบายน้ำระดับอยู่ที่ระดับน้ำเก็บกัก ติดตั้งประตูระบายน้ำเมื่อฤดูน้ำหลากจึงทำการเปิดประตูระบายน้ำทิ้งจากตัวอ่างเก็บน้ำ การออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้นประเภทนี้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศที่เขื่อนเก็บกักน้ำปิดกั้นหุบเขาแคบความยาวของสันเขื่อนสั้นไม่สามารถระบายน้ำทิ้งลงลำน้ำเดิมบริเวณตัวเขื่อนได้ เนื่องจากสภาพด้านท้ายน้ำไม่อำนวยให้ และสภาพความแข็งแรงของไหล่เขาสามารถที่จะสร้างอุโมงค์ระบายน้ำได้

- **อาคารทางระบายน้ำล้นแบบทางน้ำเปิด(Earth Spillway)**

  อาคารทางระบายน้ำล้นแบบทางน้ำเปิดจะเป็นการขุดคลองระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมโดยมีระดับอาคารบังคับน้ำเป็นสันฝายกว้างอยู่ที่ระดับน้ำเก็บกัก ส่วนใหญ่จะใช้เป็นอาคารทางระบายน้ำฉุกเฉินซึ่งนานๆครั้ง จะระบายน้ำหลากที่มีมากผิดปกติเกินที่อาคารทางระบายน้ำล้นใช้งานจะระบายออกได้ทัน จึงทำให้ระบายน้ำออกทางอาคารทางระบายน้ำฉุกเฉิน คลองระบายน้ำลงลำ

น้ำเดิมด้านอาคารบังคับน้ำจะเป็นคลองดินขุดตามธรรมชาติ หลังจากการระบายน้ำผ่านในฤดูน้ำหลากแล้ว ต้องทำการปรับปรุงคลองดินที่ถูกน้ำกัดเซาะให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรงใช้งานได้เช่นเดิม

3. **ส่วนประกอบที่สำคัญของอาคารทางระบายน้ำล้น (Spillway Components)** ในภาพที่ 7

ส่วนประกอบที่สำคัญของอาคารทางระบายน้ำล้นโดยทั่วไป จะแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานทางด้านชลศาสตร์ ซึ่งแยกเป็นอิสระ แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วน ดังนี้

- ทางชักน้ำเข้าสู่อาคาร (Approach Channel)
- อาคารควบคุมปริมาณน้ำ (Control Structure)
- ทางลำเลียงน้ำ (Discharge Channel)
- อาคารสลายพลังน้ำ (Terminal Structure)
- ทางระบายน้ำลงลำน้ำเดิม (Outlet Channel)

การออกแบบแต่ละส่วนของอาคารทางระบายน้ำล้น อาคารโครงสร้างจะเป็นอิสระอาคารทางระบายน้ำล้นจะแบ่งตามลักษณะรูปร่างของทางรับน้ำเข้าไว้เป็นส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

3.1 ทางชักน้ำเข้า (Approach Channel) ในการสร้างอาคารทางระบายน้ำล้นแยกออกจากตัวเขื่อนการออกแบบเลือกสถานที่ตั้งบริเวณช่องเขาขาดใกล้กับตัวเขื่อน เพื่อจะให้มีเปิดหน้าดินปริมาณน้อยส่วนใหญ่จะอยู่ห่างจากริมขอบอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องขุดคลองชักน้ำจากอ่างเก็บน้ำให้ระบายน้ำเข้าอาคารทางระบายน้ำล้น ทิ้งลงลำน้ำเดิมด้านท้ายเขื่อน

3.2 อาคารบังคับน้ำ (Control Structure) เป็นอาคารที่ต่อจากทางชักน้ำ ให้ระบายน้ำผ่านลักษณะโดยทั่วไปจะเป็นฝายน้ำล้นแนวตรง (Over Flow Spillway) รูปวงกลมหรือฝายรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม , สี่เหลี่ยมคางหมู , ครึ่งวงกลม จำนวนหนึ่งช่อง หรือหลายช่องติดกันก็ได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ, สภาพของธรณี – ปฐพีวิทยาฐานรากของที่ตั้งอาคารและทางด้านชลศาสตร์เพื่อทำการควบคุมวัดปริมาณการไหลของน้ำ และอัตราเร็วของกระแสน้ำที่ระบายผ่านสันฝายได้ถูกต้อง

3.3 ทางระบายน้ำ (Discharge Channel) ลักษณะเป็นรางคอนกรีตเสริมเหล็กรูปสี่เหลี่ยมต่อจากอาคารบังคับน้ำ เพื่อระบายน้ำไหลทิ้งไปยังอาคารสลายพลังน้ำด้านท้ายน้ำ ความลาดชันของพื้นรางเทจะขึ้นกับความแตกต่างของระดับน้ำเก็บกัก และระดับท้องน้ำด้านท้ายเขื่อน ความยาว

ของรางเทจะขึ้นอยู่กับสภาพลักษณะภูมิประเทศ ในกรณีอาคารบังคับน้ำแบบ Morning Glory Spillway หรือ Siphon Spillway ทางระบายน้ำจะเปลี่ยนเป็นท่อระบายน้ำ

3.4 อาคารสลายพลังงานน้ำ (Terminal Structure) เป็นอาคารส่วนที่ต่อจากทางระบายน้ำทำหน้าที่ลดพลังงานที่เกิดขึ้นจากการไหลของน้ำด้วยความเร็วผ่านทางระบายน้ำให้ลดลง ก่อนที่จะไหลเข้าคลองระบายน้ำลงลำน้ำเดิมด้านท้ายน้ำ เพื่อป้องกันการกัดเซาะพื้นท้องน้ำ

3.5 คลองระบายน้ำลงลำน้ำเดิม (Outlet Channel) คือ ส่วนที่ต่อเชื่อมระหว่างอาคารสลายพลังน้ำและลำน้ำเดิม เพื่อทำการระบายน้ำจากอาคารสลายพลังน้ำให้มีความเร็วของกระแสน้ำต่ำก่อนที่จะทิ้งลงสู่ลำน้ำเดิมด้านท้ายน้ำของตัวเขื่อน โดยทั่วไปจะขุดเป็นคลองดินธรรมชาติรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

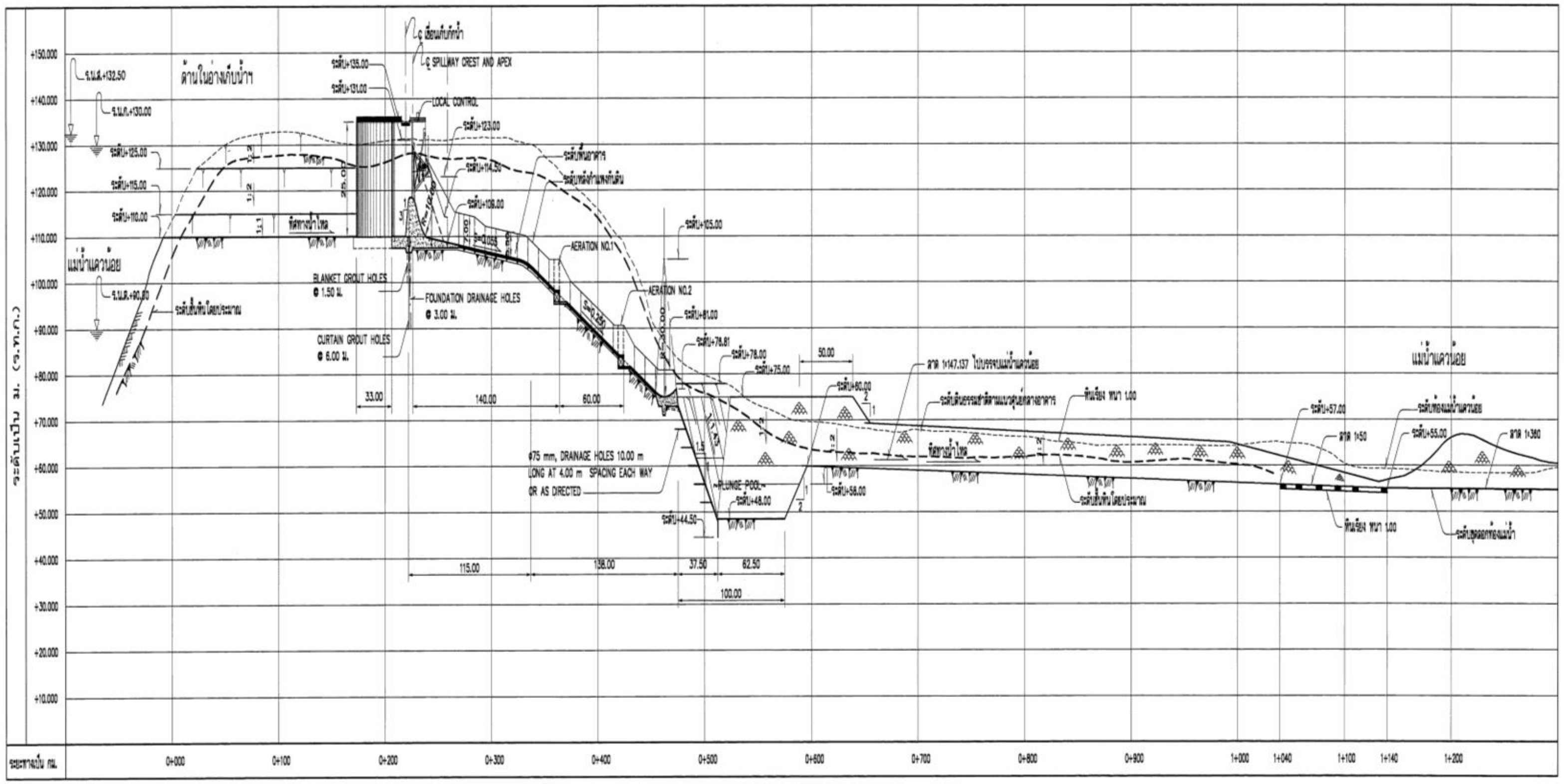
4. เกณฑ์กำหนดการคำนวณออกแบบทางระบายน้ำล้น (spillway)

ในการคำนวณออกแบบ spillway จะพิจารณาถึงรูปแบบการใช้งาน ตลอดจนตำแหน่งที่ตั้งของตัวอาคาร ที่ให้ความปลอดภัยในการใช้งานได้ทุกกรณี ทั้งในระหว่างการก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้างเสร็จแล้ว ซึ่งเกณฑ์การออกแบบ Spillway โดยทั่วไปจะพิจารณาในเงื่อนไขต่างๆต่อไปนี้

1. สามารถระบายน้ำได้ตามปริมาณและระดับที่กำหนดไว้
2. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอาคารให้เกี่ยวข้องกับตัวเขื่อนให้น้อยที่สุด เพื่อผลกระทบทางด้านการก่อสร้างที่จะมีต่อไป เว้นแต่มีความจำเป็นต้องวางล้ำเข้าไปในตัวเขื่อนจะต้องพิจารณารายละเอียดต่างๆเป็นกรณีพิเศษ
3. แนวที่กำหนดจะพิจารณาให้มีระยะความยาวของอาคารสั้นที่สุด เท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้ราคาค่าก่อสร้างต่ำ
4. อาคารทั้งหมดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนที่ที่เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจะกำหนดให้วางอยู่บนดินเดิม หรือชั้นหินที่มีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักอาคารได้โดยไม่เกิดการทรุดตัว
5. จุดที่ตั้งอาคารรับน้ำจะพิจารณาชนิดของอาคารรับน้ำให้สอดคล้องกับภูมิประเทศในบริเวณดังกล่าวและส่วนของอาคารรับน้ำจะต้องมีน้ำหนักพอที่จะต้านทางการลอยตัวของอาคารเนื่องจากแรงยกตัวของน้ำ
6. ความลึกของน้ำที่ไหลในลางเท (Chute) และแอ่งน้ำนิ่ง จะต้องไม่ไหลล้นข้ามสันกำแพงกันดินด้านข้าง Chute และ Basin

7. จะต้องออกแบบป้องกันการกัดเซาะจากการไหลปั่นป่วนของกระแสน้ำที่บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่าง Basin และคลองระบายน้ำ
8. คลองระบายน้ำของ Spillway จะต้องเชื่อมต่อกับลำน้ำเดิมให้มีความกลมกลืนกันไม่กีดขวางการไหลของน้ำซึ่งจะทำให้เกิดการกัดเซาะในบริเวณจุดตัดของคลองระบายน้ำและลำน้ำเดิมได้
9. จะพิจารณาให้ลาดดินขุดและดินถมตลอดแนว Spillway มีความมั่นคงต่อการเลื่อนตัวและการวิบัติของลาดดินขุดดินถมตลอดอายุการใช้งาน โดยมีอัตราส่วนปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

จะพิจารณาออกแบบให้อาคารมีความแข็งแรง ทนทาน ประหยัดค่าก่อสร้าง ตลอดจนก่อสร้างได้ง่าย ถูกต้องตามหลักวิชาการ พร้อมทั้งกำหนดวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง จากแหล่งที่ใกล้เคียงกับหัวงานให้มากที่สุด



รูปตัดตามยาวอาคารระบายน้ำล้น

ภาพที่ 7 อาคารระบายน้ำล้น

ที่มา : กรมชลประทาน, 2552

5. แนวทางการออกแบบทางระบายน้ำล้น

การกำหนดปริมาณผ่านทางระบายน้ำล้น โดยถือเกณฑ์คำนวณปริมาณน้ำท่าจากรอบความถี่การเกิด (Return Period) น้ำท่ารอบปีที่รอบ 100 ปี, 500 ปี ตามสถิติที่บันทึกไว้ และในการกำหนดน้ำผ่านโดยถือเกณฑ์ปริมาณน้ำเต็มอ่าสงเก็บน้ำ ส่วนที่อ่างเก็บน้ำ ส่วนที่อ่างเก็บน้ำจะเก็บได้ชั่วคราว คือช่วงระหว่างระดับเก็บกักและระดับน้ำสูงสุดเท่านั้น การกำหนดขนาดของทางระบายน้ำให้คำนึงถึงความปลอดภัยของตัวเขื่อนเป็นเกณฑ์ หากสภาพภูมิประเทศอำนวยให้จะต้องพิจารณาออกแบบทางระบายน้ำฉุกเฉินไว้ด้วยเพื่อเพิ่มความปลอดภัยตัวเขื่อน และขนาดทางระบายน้ำล้นใช้งาน(Service Spillway) สำหรับเขื่อนดินควรจะเพิ่มขนาดความสามารถระบายน้ำอีก 20% มากกว่าเขื่อนคอนกรีต

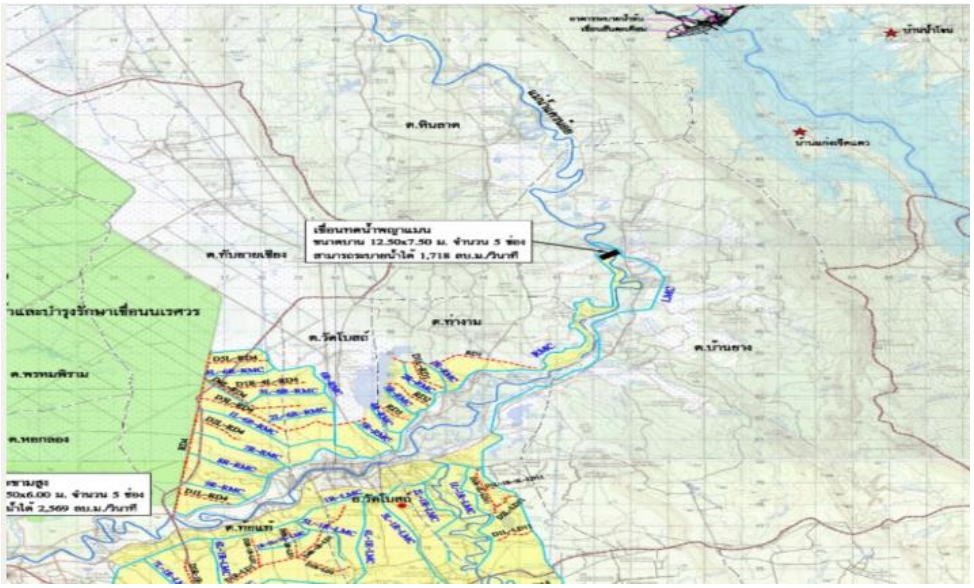
รูปแบบความลึกของน้ำบริเวณทางชักน้ำ (Approach Channel) ทางชักน้ำเข้าสู่ส่วนควบคุมต้องงการกำหนดให้น้ำไหลได้ด้วยความเร็วต่ำ แล้วค่อยๆ ลดขนาดข้าวของตัวฝายควบคุมการกำหนดความเร็วน้ำการไหลของน้ำให้ต่ำสามารถทำได้โดยเพิ่มความลึกของน้ำและความลาดของพื้นทางชักน้ำความเร็วการไหลของน้ำจะไหลแบบต่ำกว่าความเร็ววิกฤต (Subcritical Flow) (S<Sc) เมื่อผ่านตัวฝายควบคุมแล้ว จะเพิ่มความเร็วขึ้นจนสูงกว่าความเร็ววิกฤต (Supercritical Flow) (S>Sc)ปากทางเข้าจะต้องออกแบบให้น้ำไหลได้สะดวกไม่เกิดกระแสวกวน อันจะทำให้เกิดสูญเสียพลังงาน (Head loss) มากขึ้น อีกทั้งจะทำให้เกิดคลื่นบนผิวน้ำในร่องชักน้ำอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้น้ำไหลผ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดเกณฑ์ไว้ดังต่อไปนี้

- ความเร็วการไหลของกระแสน้ำบริเวณปากทางเข้าไม่เกิน 4 เมตร/วินาที
- ความสูงของสันฝายจากระดับพื้นร่องชักน้ำไม่น้อยกว่า 20% ของความลึกของน้ำในร่องชักน้ำทางเข้า

ข้อควรระมัดระวังอีกประการหนึ่ง คือ อัตราส่วนของความสูงของสันฝายต่อความสูงของระดับน้ำเหนือสันฝาย มีส่วนผันแปรกับสัมประสิทธิ์ของการไหลของน้ำผ่านฝาย โดยอัตราส่วนความสูงของสันฝายต่อความลึกของน้ำมีค่าน้อย ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลจะมีค่าลดลง ทั้งนี้เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลสูง อัตราส่วนดังกล่าวต้องไม่น้อยกว่า 0.20

2.5 ระบบชลประทาน

เขื่อนทดน้ำพญาแมน ตั้งอยู่ฝั่งขวาของแม่น้ำแควน้อย (ดังแสดงในภาพที่ 8) จากอำเภอวัดโบสถ์ลงมา พื้นที่ชลประทานฝั่งซ้าย ขอบเขตมีเทือกเขาเพชรบูรณ์อยู่ทางทิศตะวันออก และแม่น้ำวังทองทางทิศใต้ พื้นที่ชลประทานฝั่งขวาได้แก่พื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำแควน้อยในอำเภอพรหมพิราม ซึ่งอยู่นอกพื้นที่โครงการทุ่งสาน สร้างกั้นลำน้ำแควน้อย ที่บ้านพญาแมน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก มีลักษณะเป็นประตูระบายน้ำชนิดบานโค้งสูง 7.50 เมตรกว้าง 12.50 เมตร จำนวน 5 บาน ระบายน้ำได้สูงสุด 1,718 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อช่วยยกระดับน้ำเข้าคลองชลประทาน เป็นการส่งน้ำด้วยระบบแรงโน้มถ่วง



ภาพที่ 8 ที่ตั้งเขื่อนทดน้ำพญาแมน

ที่มา : http://www.rdpb.go.th/RDPB/Front/Projects/ImportantDetail.

- ระบบชลประทาน การส่งน้ำด้วยระบบแรงโน้มถ่วง (Gravity System) โดยมีฝายและประตูระบายเพื่อยกระดับน้ำและระบบคลองส่งน้ำ (กรมชลประทาน, 2556)
- พื้นที่ชลประทานฝั่งขวา 15,226 ไร่
- คลองสายใหญ่ฝั่งขวายาว 18.80 กม.
- ระดับน้ำสูงสุด +52.50 ม.รทก.
- พื้นที่ชลประทานฝั่งซ้าย 139,940 ไร่
- คลองสายใหญ่ฝั่งซ้ายยาว 56 กม.

ลักษณะหัวงานฝายและอาคารประกอบ

ลักษณะหัวงานฝาย

- ตำแหน่งที่บ้านพญาแมน อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก
- ชนิดอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
- จำนวนช่องระบาย 5 ช่อง
- ขนาดช่องระบายกว้าง 12.50 ม.
- ขนาดบานระบายโค้ง 5 x 12.50 x 7.50 ม.
- ความสามารถในการระบายน้ำสูงสุด (รอบ 100 ปี) 1,718 ลบ.ม.
- ระดับน้ำสูงสุด (100 ปี) +55.800 ม.รทก.
- ระดับเก็บกักปกติ +52.750 ม.รทก.
- ระดับสันฝาย +47.000 ม.รทก.
- ระดับพื้นฝาย +43.800 ม.รทก.

ลักษณะทำนบดินปิดกั้นลำน้ำเดิม

- ชนิดทำนบดินถมบดอัดแน่น
- ระดับสันทำนบดินปิดกั้นลำน้ำเดิม +56.80 ม.รทก.
- ความกว้างสันทำนบ 8.00 ม.
- ความสูงประมาณ 17.0 ม.
- ระบบระบายน้ำภายใน แบบ Chimney Drain และ Blanket Drain

ลักษณะคันกั้นน้ำริมตลิ่งสองฝั่งแม่น้ำ

- ชนิดดินถมบดอัดแน่น
- ระดับน้ำเก็บกักปกติ +52.75 ม.รทก.
- ระดับหลังคันกั้นน้ำริมตลิ่ง +55.00 ม.รทก.
- ความสูงคันกั้นน้ำ 4 ม.
- ความยาวคันกั้นน้ำต่อตลิ่งแต่ละฝั่ง 10.50 ม.
- ความกว้างหลังคันกั้นน้ำ 4.00 ม.

ประตูระบายน้ำปากคลองฝั่งซ้าย

- ตำแหน่งตั้งอยู่ที่ฝั่งซ้ายของลำน้ำ ห่างจากทำนบดินปิดกั้นลำน้ำเดิมไปทางด้านเหนือน้ำประมาณ 500 ม.
- ชนิดอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ขนาดท่อระบายน้ำ (จำนวนแถว x กว้าง x ยาว) 3 x 2.50 x 2.50

- ควบคุมปริมาณน้ำโดย	Vertical Slide Gate
- ความสามารถในการระบายน้ำสูงสุด	28 ลบ.ม./วินาที
- ระดับเก็บกัก	+52.750 ม.รทก.
- ระดับหลังอาคาร	+56.800 ม.รทก.
- ระดับพื้นท่อลอด	+48.500 ม.รทก.
- ระดับท้องคลองส่งน้ำ	+49.500 ม.รทก.
- ระดับตลิ่งคลอง	+53.450 ม.รทก.
ประตูระบายน้ำปากคลองฝั่งขวา	
- ตำแหน่งตั้งอยู่ฝั่งขวาของลำน้ำ	
- ชนิดอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	
- ขนาดท่อระบายน้ำ (จำนวนแถว x กว้าง x ยาว)	3 x 2 x 2
- ควบคุมปริมาณน้ำโดย	Vertical Slide Gate
- ความสามารถในการระบายน้ำสูงสุด	5 ลบ.ม./วินาที
- ระดับเก็บกัก	+52.75 ม.รทก.

2.6 ประโยชน์จากโครงการ

โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก เป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ สามารถอำนวยประโยชน์นานัปการอันได้แก่ การบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่เคยเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแควน้อยตอนล่าง ในเขต อำเภอวัดโบสถ์ และ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เป็นแหล่งน้ำสำหรับการอุปโภค-บริโภค เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกสำหรับพื้นที่ชลประทานที่เกิดขึ้นใหม่ของโครงการเขื่อนแควน้อยฯ 155,166 ไร่ รวมถึงพื้นที่ในเขตทุ่งเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้งประมาณ250,000 ไร่ ตลอดจนเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ แหล่งประมงน้ำจืดขนาดใหญ่ และเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า (กรมชลประทาน, 2538)

ด้านการเกษตร

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการคือ ผลผลิตการเกษตรที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการได้รับน้ำชลประทานนอกจากพื้นที่ชลประทานในเขตโครงการ 151,166 ไร่ โครงการยังสามารถส่งน้ำเสริมให้กับพื้นที่ชลประทานโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจำนวน 24,000 ไร่ และพื้นที่ชลประทานเจ้าพระยา 250,000 ไร่ ในฤดูแล้ง มูลค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับพื้นที่ชลประทานโครงการฯ พื้นที่โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าและพื้นที่เจ้าพระยาเท่ากับ 23 และ 159 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ

ด้านไฟฟ้าพลังน้ำ

การสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะทำให้มีกำลังผลิตไฟฟ้า 38 เมกะวัตต์ ซึ่งคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 188.4 ล้านบาท และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ยปีละ 148.8 กิกกะวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์เท่ากับ 108 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้โครงสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำยังสามารถประหยัดค่าบำรุงรักษา เมื่อเปรียบเทียบกันโรงไฟฟ้าพลังความร้อนอื่น คิดเป็นมูลค่าปีละ 5.65 ล้านบาท

ด้านการประมง

โครงการนี้ก่อให้เกิดแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำเพาะพันธุ์สัตว์น้ำจืดเป็นผลทำให้เกิดอาชีพการประมงน้ำจืดในบริเวณอ่างเก็บน้ำ มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ประมาณ ปีละ 12 ล้านบาท

ด้านการท่องเที่ยว

เขื่อนและอ่างเก็บน้ำนี้สร้างขึ้นจะก่อให้เกิดทัศนียภาพที่สวยงามเป็นแหล่งท่องเที่ยว ผลที่ได้คิดเป็นมูลค่าประมาณ 135 ล้านบาทต่อปี

ด้านการป้องกันน้ำท่วม

เขื่อนและอ่างเก็บน้ำจะช่วยเก็บกักน้ำในฤดูฝนที่เกินพอ ซึ่งสามารถลดความเสียหายอันเกิดจากน้ำหลาก ผลประโยชน์นี้คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปีละ 25.27 ล้านบาท

ด้านน้ำอุปโภคและบริโภค

โครงการฯ สามารถส่งน้ำเพื่อการอุโภคและบริโภค ต่อราษฎรในเขตโครงการได้ปีละ 47.3 ล้าน ลบ.เมตร คิดเป็นมูลค่า 47.3 ล้านบาท/ปี

ด้านอาชีพ

ส่งเสริมอาชีพจากผลผลิตปลาในอ่างเก็บน้ำ เป็นการสร้างรายได้ให้แก่ราษฎรบริเวณรอบอ่างเก็บน้ำและสองฝั่งแม่น้ำแควน้อย

ด้านอุทกภัย

ช่วยบรรเทาอุทกภัยโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำแควน้อยตอนล่าง ประมาณ 75000 ไร่ ในเขตอำเภอวัดโบสถ์ อำเภอเมือง อำเภอวังทอง และอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

2.7 การออกแบบก่อสร้างโครงการ

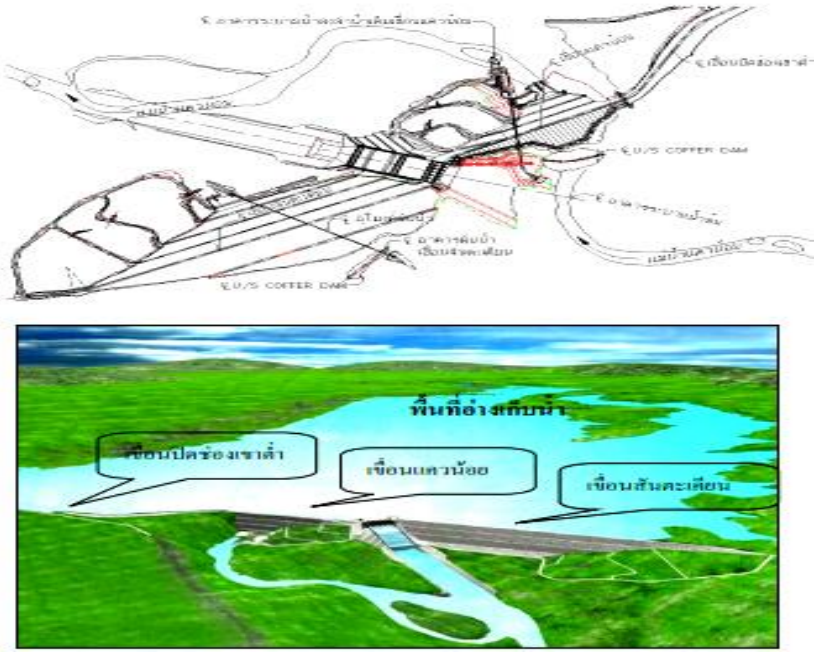
เขื่อนและอาคารประกอบ

1. เขื่อน การออกแบบเขื่อน กำหนดเป็นเขื่อนหินถม มีระดับสันเขื่อนประมาน +133.50 เมตร (รทก.) คือเขื่อนสันตะเคียนส่วนเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เป็นชนิดมีผิวคอนกรีตดาดหน้า (ConcreteFaced Rockfill Dam) และเขื่อนปิดช่องเขาขาด (Saddle Dam) เป็นชนิดแกนกลางเป็นดินทึบน้ำ (Rockfill Dam with Central Earth Core) สำหรับขนาดของเขื่อนทั้งสามซึ่งอยู่ติดๆกัน มีระดับสันเขื่อนประมาณ +135.00 ดังแสดงในภาพที่ 9 (กรมชลประทาน, 2538)

- เขื่อนสันตะเคียน มีความสูงมากที่สุด (ถึงระดับท้องร่องแกน) 80 เมตร มีความยาวสันเขื่อน 1,270 และมีปริมาณหินถมรวม 4.044 ล้านลูกบาศก์เมตร

- เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน มีความสูงมากที่สุด 75 เมตร มีความยาวสันเขื่อน 570เมตร ปริมาตรหินถมรวม 1.713 ล้านลูกบาศก์เมตร

- เขื่อนปิดช่องเขาขาด (ด้านลำน้ำแควน้อย) มีความสูงมากที่สุด 23 เมตร มีความยาวสันเขื่อน 790 เมตร และมีปริมาตรหินและดินถมรวม 345 ล้านลูกบาศก์เมตร (รวมส่วนที่เป็นดินถมแกนกลลาง 97,000 ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 9 เขื่อนและอาคารประกอบ

ที่มา : ภุชงค์, 2553

2. อาคารระบายน้ำล้นของโครงการ จะอยู่ระหว่างเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนกับเขื่อนสันตะเคียนเป็นอาคารระบายน้ำล้นแห่งเดียวชนิดรางเปิด ควบคุมการระบายน้ำล้นด้วยบายประตูเหล็กโค้ง (Radial Gate)

จำนวน 6 บานแต่ละบานมีความกว้าง 13.5 เมตร และสูง 11 เมตร รวมเป็นความกว้างสุทธิ 65 เมตร โดยมีระดับสันทางเข้าอาคาร (Ogee Crest) +119.50 เมตร (รทก.) จากรางเทซึ่งวางไปตามสภาพภูมิประเทศจะลงสู่ Flip Bucket และอาคารสลายพลังงานแบบ Plunge Pool ก่อนที่จะลงสู่คลองเปิดและลำน้ำแควน้อย เดิมมีระดับพื้นคลองเปิด+55 เมตร (รทก.) อาคารระบายน้ำล้นได้ทำการออกแบบให้สามารถระบายน้ำล้นได้เมื่อเกิดน้ำหลากสูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ (Possible Maximum Flood-PMF) ซึ่งมีอัตราน้ำไหลเข้าสูงสุด 8,225 ลบ.ม./วินาที โดยจะสามารถระบายน้ำได้สูงสุดถึง 7,046 ลบ.ม./วินาที ซึ่งจะมีระดับน้ำนองสูงสุดในอ่างเก็บน้ำ +132.50 เมตร (รทก.) จากระดับเก็บกักน้ำปกติ +130 เมตร (รทก.)

3. อาคารระบายท้ายน้ำของโครงการ เป็นอาคารที่ปรับปรุงมาจากอุโมงค์คอนกรีตเสริมเหล็กรูปตัดรูปเกือกม้า ซึ่งใช้ในการผันน้ำระหว่างการก่อสร้างเขื่อนแควน้อย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เมตร ยาว 375 เมตร เดิมมีระดับทางเข้าอุโมงค์ด้านเหนือน้ำที่ 67 เมตร (รทก) แต่จะปรับปรุงก่อสร้างทางเข้าเป็นอาคารระบายน้ำที่ระดับ 100 เมตร (รทก.) และปิดทางเข้าอุโมงค์ผันน้ำเดิมพร้อมติดตั้งท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.70 เมตร ในอุโมงค์ผันน้ำเดิมตั้งแต่บริเวณตัวเขื่อนจนไปถึงปลายอุโมงค์ และติดตั้งวาล์วเพื่อควบคุมการระบายน้ำ สุดท้ายจะปิดปากทางเข้าอุโมงค์ผันน้ำเดิม (Tunnel Plug) อาคารระบายท้ายน้ำดังกล่าวได้ออกแบบให้สามารถระบายลงท้ายน้ำได้ 108 ลบ.ม./วินาที

2.8 กรรมวิธีการก่อสร้าง เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เป็นเขื่อนหินทิ้ง ดาดหน้าคอนกรีตสูง 75m ยาว 570m การก่อสร้างประกอบด้วยงานหลักๆ ดังนี้ (นิรนาม, 2554)

1. ปรับปรุงฐานราก เตรียมผิวหินฐานราก (ภาพที่ 10) ขุดลอกฐานรากให้ถึงชั้นหินแข็งเตรียมทำความสะอาดด้วยแรงดันและลมเป่าผิวหน้าชั้นหินให้สะอาด

ปรับปรุงฐานรากเขื่อน โดยช็อตกรีตบริเวณชั้นหินฐานราก ด้วยวิธีดายมิกซ์ หนา 75 mm ตรวจสอบชั้นหินฐานรากโดยการทดสอบ เพจแบริ่งเพลสและเบอมีอะพิริตี้เพลส การอัดฉีดน้ำปูน (Grouting) (ภาพที่ 11) ประกอบด้วย แบงเด็ดเกราติ้ง เพื่อเสริมความสามารถในการรับน้ำหนักของหินและทำให้ฐานรากช่วงบนมีความทึบน้ำป้องกันการรั่วซึมของน้ำ เคอร์เทมเกราติ้งเพื่อไม่ให้น้ำไหลผ่านใต้ฐานรากเขื่อนตลอดแนวร่องแกนเขื่อนและลดแรงยกตัว คอนแทร็คเกราติ้ง เพื่ออุดช่องว่างระหว่างคอนกรีตกับหินเนื่องจากคอนกรีตที่กำลังแข็งจะมีการหดตัว

ขั้นตอนการอัดฉีดน้ำปูน (Grouting) คือ แสดงตำแหน่งและระยะห่างระหว่างหลุมเจาะผ่านท่อที่ฝังไว้อัดฉีดน้ำปูนตามแนวที่กำหนด เพื่ออัดฉีดน้ำปูนตามแนวที่กำหนดตามแบบอัดฉีดน้ำปูนทดสอบการรั่วซึมหรือ Water Pressure เพลสของน้ำ

ภาพที่ 10 เตรียมผิวหินฐานราก

ภาพที่ 11 การอัดฉีดน้ำปูน

2. คอนกรีตฐานยัน (Plinth) เขื่อนแควน้อย งานคอนกรีตฐานยันเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำหน้าที่รับแรงจากน้ำหนักของคอนกรีตดาดผิว ถ่ายแรงลงฐานรากหิน ดังนั้นคุณภาพหินของฐานรากคอนกรีตฐานยันจะต้องเป็นหินแกร่งและรับกำลังได้ดี มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 ขุดให้ได้ระดับใกล้เคียงหรือสูงกว่าแบบเล็กน้อย (ภาพที่ 12) แล้วจึงใช้เครื่องจักรขนาดเล็กขุดแบ่งระดับให้ได้ระดับตรงตามแบบทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรขนาดใหญ่กระทบกับฐานรากคอนกรีตฐาน

ภาพที่ 12 ขุดให้ได้ระดับ

2.2 ขุดลอกถึงระดับตามที่กำหนดในแบบแล้วตรวจสอบสภาพธรณีของหินฐานรากบริเวณที่จะก่อสร้างคอนกรีตฐานยัน หากสภาพธรณีของหินฐานรากไม่เหมาะสมต้องขุดลึกลงจนถึงชั้นหินแกร่งแล้วจึงเทคอนกรีตเสริมหรือ เดนเทิลคอนกรีต จากชั้นหินแกร่งถึงระดับคอนกรีตฐานยัน หากสภาพธรณีของหินก่อนขุดระดับตามที่กำหนดในแบบแล้วพบชั้นหินแกร่งไม่สามารถทำงานขุดระเบิดได้ เนื่องจากพื้นที่

ใกล้เคียงได้ทำงานก่อสร้างคอนกรีตฐานยันสามารถยกระดับฐานคอนกรีตฐานยันได้ แต่ทั้งนี้ต้องทำการเจาะสำรวจสภาพธรณีของหินชั้นที่ต่ำลงไปอีก เพื่อยืนยันว่าสภาพหินข้างล่างนั้นเป็นหินแข็ง

2.3 ตามแบบกำหนดให้คอนกรีตฐานยันเริ่มจากตลิ่งฝั่งขวาไปยังตลิ่งฝั่งซ้ายพร้อมทั้งฐานรากวางบนพื้นชั้นหินแกร่งที่ค่อยๆลดระดับลงจากตลิ่งลงสู่ช่วงกลางแม่น้ำ

2.4 ฝังสมอเหล็กหรือAnchor Bar (ภาพที่ 13) ยึดระหว่างฐานรากหินกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กคอนกรีตฐานยันเพื่อป้องกันแรงยกตัว

ภาพที่ 13 ฝังสมอเหล็ก

2.5 ประกอบและติดตั้ง Rubber Water Stop และ Copper Water Stop พร้อมฝังท่ออัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุง (ภาพที่ 14) ฐานรากป้องกันรอยรั่วบริเวณรอยต่อคอนกรีตฐานยันกับคอนกรีตดาดผิวเรียกว่า เพอร์เมทริกจ๊อย พร้อมกับสอดแท่งนิวโอเคนลอดช่องว่างเพื่อป้องกันการยุบตัวของแผ่น Copper Water Stop

ภาพที่ 14 ฝังท่ออัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุงฐานราก

3. งานก่อสร้างเขื่อนแควน้อยและส่วนประกอบ เขื่อนแควน้อยเป็นเขื่อนหินถมดาดผิวหน้าคอนกรีต (ภาพที่ 15) สูง75m ความยาว 570m ปริมาตรวัสดุถมตัวเขื่อนประมาณ 1.5ล้าน ลบ.ม. และมีเวฟวอลวางอยู่บนสันเขื่อนด้านเหนือน้ำ แยกการบดอัดเป็น3โซนใหญ่ๆ คือ

ภาพที่ 15 เขื่อนหินถมดาดผิวหน้าคอนกรีต

1.งานหินถมบดอัดโซน 3A กำหนดให้ก่อสร้างบริเวณเหนือน้ำซึ่งต้องการหินที่มีขนาดใหญ่สูงสุดไม่เกิน 1m เพื่อระบายน้ำได้ดี

2.โซน 3B กำหนดให้ก่อสร้างบริเวณท้ายน้ำ ซึ่งต้องการหินที่มีขนาดใหญ่สูงสุดไม่เกิน 1.5m เพื่อทำให้เขื่อนเกิดเสถียรภาพมั่นคงต่อการพลิกคว่ำ

3.โซน 3C ทำหน้าที่ระบายน้ำ หินบดอัดโซน 3C เป็นหินถมบดอัดชั้นล่างสุด วัสดุรองหรือฟินเตอร์ออกูดชั่น แยกเป็น 4 โซน

- ฟินเตอร์ 2A และฟินเตอร์ 2B เป็นวัสดุรองที่ส่วนคละมีความละเอียดและมีความหยาบตามลำดับตามกำหนดให้ก่อสร้างด้านเหนือน้ำติดกับชั้นวัสดุหินถมระบายน้ำได้ดี เป็นวัสดุประเภทนอนพลาสติกมีความแข็งแกร่ง ไม่มีดินเหนียว โคลน เลน และอินทรียวัตถุเจือปนต้องมีค่าความสึกกร่อนไม่เกิน 50 เปอร์เซนต์

- คุชชั่น 2C และคุชชั่น 2D มีส่วนละเอียดมากกว่าวัสดุกรอง เป็นวัสดุชั้นรอยต่อที่จะถ่ายแรงจากแผ่นคอนกรีตดาดผิวลงสู่ชั้นหินถมบดอัด ขั้นตอนการดำเนินการถมบดอัดหิน (ภาพที่ 16) การถมบดอัดหินเป็นการถมบดอัดเป็นชั้นๆใช้วัสดุบดแบบสั่นสะเทือนฉีดน้ำไปพร้อมเกลี่ยหิน หินที่นำมาถมขนาดใหญ่สุด 1m ความหนาแต่ละชั้นที่บดอัดประมาณ 1m เมื่อถมบดอัดได้ระดับหนึ่งแล้วก็จะเริ่มบดอัดวัสดุ2Cและ2D บริเวณด้านหน้าเขื่อนตามแนวลาดเอียง 1:1.4 สำหรับเป็นฐานรองรับงานคอนกรีตดาดผิวด้วยรถบดวิ่งขึ้นลงตามผิวหน้าของแนวลาดเอียง (ภาพที่ 17)

ภาพที่ 16 ถมบดอัดหิน

ภาพที่ 17 บดอัดตามแนวลาดเอียง

ก่อสร้างคอนกรีตดาดผิว หรือ Concrete Face Slab คอนกรีตดาดผิวเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำหน้าที่กันน้ำไม่ให้ไหลผ่านชั้นหินถม คอนกรีตดาดผิวของเขื่อน (ภาพที่ 18) กว้าง15m จำนวน35 แผ่น และกว้าง4m 1แผ่น หนา 0.30m กำลังอัดคอนกรีต 240 กก./ตร.ซม. ความลาดเอียง 1:1.4 เริ่มจากสันคอนกรีตฐานยัน ถึงระดับสันคอนกรีตดาดผิว ที่ระดับ +132.78m รทก. ช่วงที่ยาวที่สุด 120m ขั้นตอนการก่อสร้าง ติดตั้งเหล็กเสริมคอนกรีตเพื่อป้องกันการแตกร้าว (ภาพที่ 19) โดยใช้เหล็กขนาด 25mm ติดตั้งรางวางสลิดฟอร์มทั้ง2ด้านพร้อมวัสดุรอยต่อแผ่นกั้นน้ำทองแดงหรือ Copper Water Stop และกระดาษชานอ้อยหรือบิทูมินัส ไซเบอร์ชีส จัดเตรียมเครื่องลอกแบบบังคับการเคลื่อนที่หรือวิ้น พร้อมติดตั้งล้อใต้สลิดฟอร์มสำหรับชักลากสลิดฟอร์มให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมเทคอนกรีต ติดตั้งรางพร้อมลิ้นรับคอนกรีตจากรถคอนกรีตผสมเสร็จบริเวณสันเขื่อนลงพื้นที่ทำงาน (ภาพที่ 20) คอนกรีตที่จะให้ทำงานคอนกรีตดาดผิวนั้นจะต้องมีการปรับแก้สลั้มตามสภาพอากาศและความยาวของแต่ละแผ่น เมื่อก่อสร้างคอนกรีตดาดผิวเสร็จ จะเป็นการก่อสร้างในส่วนเว็บวอล ฐานของเว็บวอลจะติดกับคอนกรีตดาดผิว (ภาพที่ 21)ซึ่งจะป้องกันคลื่นและลดปริมาณหินถมเขื่อน

ภาพที่ 18 คอนกรีตดาดผิวของเขื่อน

ภาพ 19 ติดตั้งเหล็กเสริมคอนกรีต

ภาพที่ 20 ติดตั้งรางพร้อมลิ้นรับคอนกรีตจากรถคอนกรีต

ภาพที่ 21 ฐานของเว็บวอลจะติดกับคอนกรีตดาดผิว

ประเภทของเขื่อนหิน

- เขื่อนหินทิ้ง แกนดินเหนียวแกนดินเหนียว แบบแกนกลางแกนดินเหนียว แบบแกนเฉียงแกนดินเหนียว แบบปิดด้านเหนือน้ำ
- เขื่อนหินทิ้งแกนผนังบาง
- เขื่อนหินทิ้งดาดหน้าด้วยคอนกรีต

ข้อดีของเขื่อนหินทิ้ง

- เหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีสภาพฐานรากไม่ดี
- เหมาะสำหรับบริเวณที่มีแหล่งดินน้อย
- ก่อสร้างได้เร็ว

2.9 การออกแบบและการก่อสร้างเขื่อน Concrete Face Rockfill Dam

2.9.1 การออกแบบเขื่อน Concrete Face Rockfill Dam

ICOLD (2004) ศึกษาเกี่ยวกับเขื่อน CFRD ตั้งแต่ปี พ.ศ.2508-2543 ในการออกแบบเขื่อน โดยรูปแบบที่ต้องพิจารณาที่สรุปได้มีดังนี้

1. ปัจจัยความปลอดภัยของการ Sliding ของวัสดุตัวเขื่อนซึ่งโดยปกติเป็นหินและมีการยึดตัวกับฐานยันเขื่อนที่ดีทั้งสองฝั่งมีค่ามากกว่า 7

2. ฐานรากที่รองรับ Plinth ต้องมีความแข็งแรงสูงหากฐานรากไม่แข็งแรงต้องมีการปรับปรุง เนื่องจาก Plinth ต้องทำหน้าที่ป้องกันการเคลื่อนตัวของแผ่นคอนกรีตดาดหน้า สำหรับส่วนบนของแผ่นคอนกรีตดาดหน้ามีการสร้าง Parapet Wall เพื่อทำหน้าที่ป้องกันการไหลล้นข้ามสันเขื่อนและลดปริมาณหินถมในตัวเขื่อน

3. ต้องไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการ Uplif ของฐานรากตัวเขื่อน โดยแรงดันน้ำใต้ฐานรากต้องมีค่าเกิน 3 ใน 4 ของแรงดันน้ำในอ่างจากฐาน

4. ปกติเมื่อมีแรงดันน้ำไหลผ่านฐานรากสู่แกนกลางเขื่อน เขื่อนต้องมีความมั่นคงป้องกันเหตุการณ์นี้ได้

5. วัสดุตัวเขื่อนที่เป็นหินแห้งเมื่อถูกแรงกระทำแผ่นดินไหวต้องไม่นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของแรงดันน้ำส่วนเกิน

6. มีความมั่นคงของลาดชันจากแรงกระทำแผ่นดินไหว นั่นคือ วัสดุตัวเขื่อนต้องมีกำลังรับแรงเฉือนที่สูง ไม่มีแรงดันน้ำในตัวเขื่อน การทรุดตัวน้อยภายใต้แรงกระทำแผ่นดินไหว

7. รูปแบบการพิบัติเพียงอย่างเดียวที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดของเขื่อน CFRD ได้แก่ การไหลล้นข้ามสันเขื่อนของน้ำ ดังนั้นต้องพิจารณาข้อมูลทางอุทกวิทยาในการออกแบบ Spillway และระยะ Freeboard สำหรับการเกิด Piping ใต้ฐานรากเขื่อนนั้นเกิดได้หากฐานรากเขื่อนเป็นแบบ Weathered Rock และ Alluvial Foundation

8. หลังจากการก่อสร้างเสร็จการเคลื่อนตัวต้องเกิดน้อยมาก และเมื่อเวลาผ่านไปหลายปีการเคลื่อนตัวจะต้องสิ้นสุดลง

9. การป้องกันความปลอดภัยเขื่อนต้องมีการติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวและการไหลซึมของน้ำ

10. ความหนาของแผ่นคอนกรีตดาดหน้าลดลงจาก 0.3+0.0067H ถึง 0.3+0.002H เมตร จากสันเขื่อน เมื่อ Hคือระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

11. เหล็กเสริมในแผ่นคอนกรีตดาดหน้าลดลงจาก 0.5% ทั้งสองทิศทางเป็น 0.3% ในแนวราบและ 0.35-0.4% ในแนวดิ่ง

2.9.2 ส่วนประกอบวัสดุถมเขื่อน Concrete Face Rockfill Dam

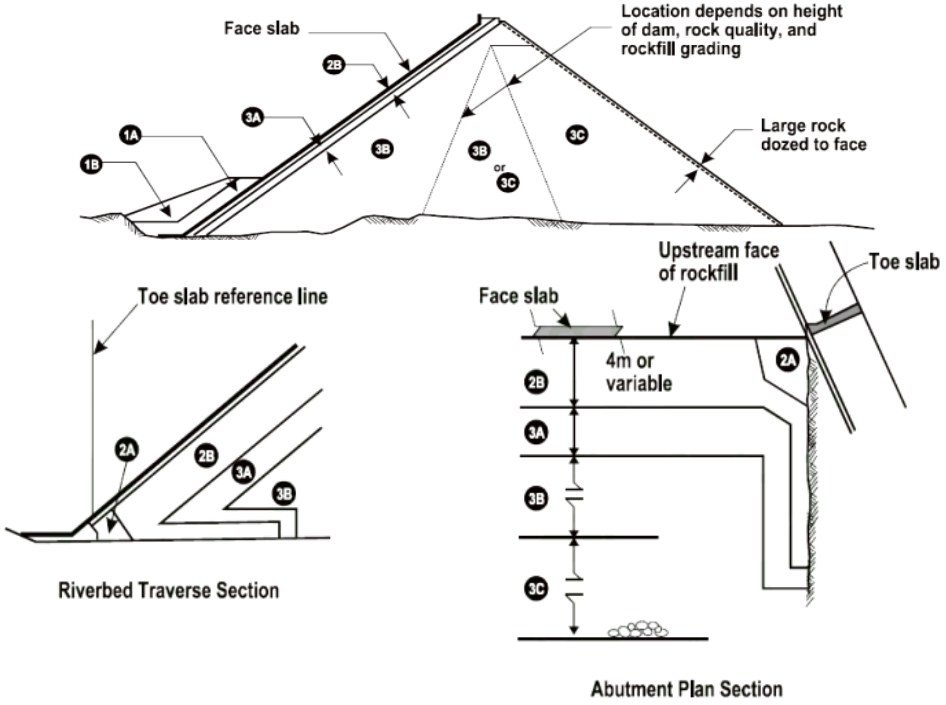
ส่วนประกอบหลักของเขื่อนหินถมดาดหน้าคอนกรีตโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ส่วน ซึ่งส่วนประกอบหลักทั้ง 3 ได้แก่

1. ส่วนของวัสดุหน้าแผ่นคอนกรีตดาดหน้า (Concrete Face Protection Zone) โดยแสดงในภาพที่ 21 ประกอบไปด้วยวัสดุ Zone 1A และ 1B โดยวัสดุต้องมีคุณสมบัติทึบน้ำเพื่อทำหน้าที่ป้องกันการรั่วซึมผ่าน perimeter joint ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตดาดหน้ากับ Plinth นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นน้ำหนักกดทับป้องกันการดัดของแผ่นคอนกรีตดาดหน้าในช่วงที่มีการเก็บน้ำในอ่าง นอกจากนั้นเมื่อเกิดการแตกของแผ่นคอนกรีตดาดหน้า วัสดุดังกล่าวจะต้องสามารถไหลเข้าไปในรอยแตกเพื่อที่จะเข้าไปอุด

ช่องว่างระหว่างเม็ดหินในชั้นรองรับแผ่นคอนกรีตเพื่อชะลอการรั่วซึม สำหรับวัสดุในส่วนนี้มักใช้กับเขื่อนที่มีความสูงมากๆ เนื่องจากต้องเก็บน้ำในปริมาตรที่มากและมีแรงดันน้ำที่สูง นอกจากนี้บางเขื่อนก็ไม่ได้ออกแบบให้มีวัสดุในส่วนนี้เพราะไม่ได้คำนึงถึงปัญหาดังกล่าวที่เกิดตามมาและเพื่อเป็นการประหยัดเพราะต้องใช้ปริมาณวัสดุค่อนข้างมาก

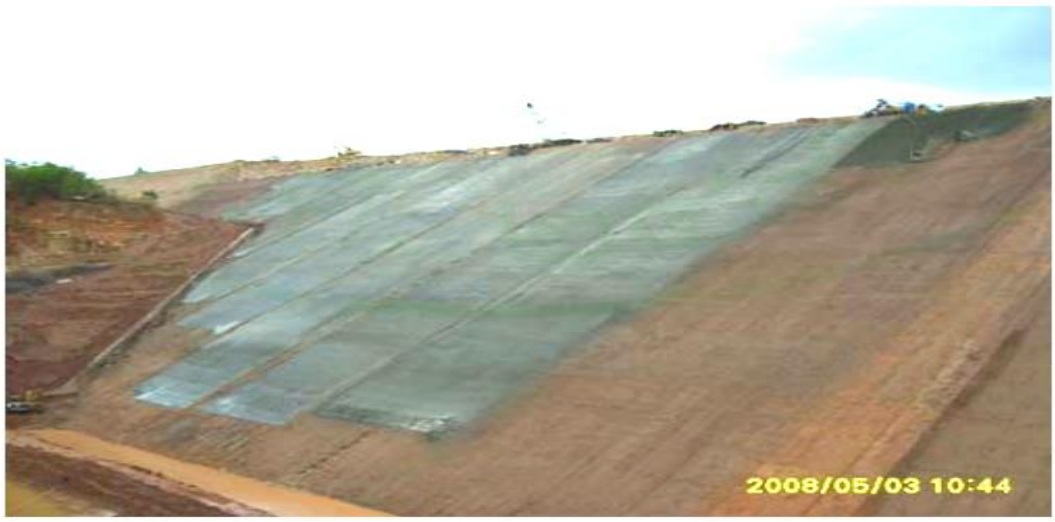
2. วัสดุรองรับแผ่นคอนกรีตดาดหน้า (Concrete Face Supporting) ดังแสดงในภาพที่ 22ได้แก่ Zone 2A และ 2B วัสดุในโซนนี้จะเป็นหินที่มีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อที่จะใช้รองรับแผ่นคอนกรีตดาดหน้าเขื่อน อาจเป็นหินที่มีขนาดระหว่าง 7.5-15 เซนติเมตร ที่บดอัดร่วมกับทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอ มีความหนาชั้นละ 0.4-0.5 เมตร วัสดุนี้เป็นวัสดุกึ่งทึบน้ำเพื่อเป็นการป้องกันการรั่วของน้ำเนื่องจากน้ำสามารถเกิดการรั่วของน้ำผ่านรอยแตกของแผ่นคอนกรีตดาดหน้าได้ ข้อควรระวังสำหรับวัสดุในส่วนนี้ คือหากมีฝนตกในสนามควรให้ความระมัดระวังการชะล้างหรือการกัดเซาะจากน้ำฝน ดังนั้นในระหว่างการก่อสร้างจึงจำเป็นต้องป้องกันปัญหาดังกล่าวโดยการฉีดพ่นคอนกรีต (Shotcrete) ดังแสดงในภาพที่ 23นอกจากนั้นชั้นดังกล่าวยังมีความยากในการบดอัดเนื่องจากอยู่ในระนาบเอียงทำให้ควบคุมคุณภาพที่ผิวได้ยาก ดังแสดงในภาพที่ 24 ดังนั้นในบางกรณีผู้ก่อสร้างอาจใช้ CURB ดังแสดงในภาพที่ 25

3. ส่วนของวัสดุตัวเขื่อน (Rockfill Zone) ดังแสดงในภาพที่ 22ประกอบไปด้วยวัสดุ Zone 3A ,3B และ 3C เป็นวัสดุหลักของเขื่อนหินถมดาดหน้าคอนกรีตหน้า สำหรับส่วน 3A จะเป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างวัสดุในส่วนที่ 2 หินหลักที่ถูกบดอัดมีความหนาชั้นละ 0.4-0.5 เมตร ใกล้เคียงกับส่วนที่ 2 วัสดุส่วน 3A นี้ทำหน้าที่กรองไม่ให้วัสดุจากส่วนที่ 2B ถูกชะล้างไหลเข้าสู่วัสดุหลักของเขื่อน (Cooke et al, 1987) วัสดุส่วน 3B ถูกบดอัดที่ความหนาชั้นละ 1 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นคอนกรีตหน้าเขื่อนเกิดการเคลื่อนตัวโดยต้องมีการบดอัดที่ดี และส่วน 3C จะมีความสำคัญต่อการทรุดตัวของแผ่นคอนกรีตหน้าเขื่อนน้อยมาก ในส่วนนี้จะถูกบดอัดที่ความหนาชั้นละ 1-2 เมตร



ภาพที่ 22 ส่วนประกอบทั่วไปของเขื่อน CFRD

ที่มา : ภุชงค์, 2553

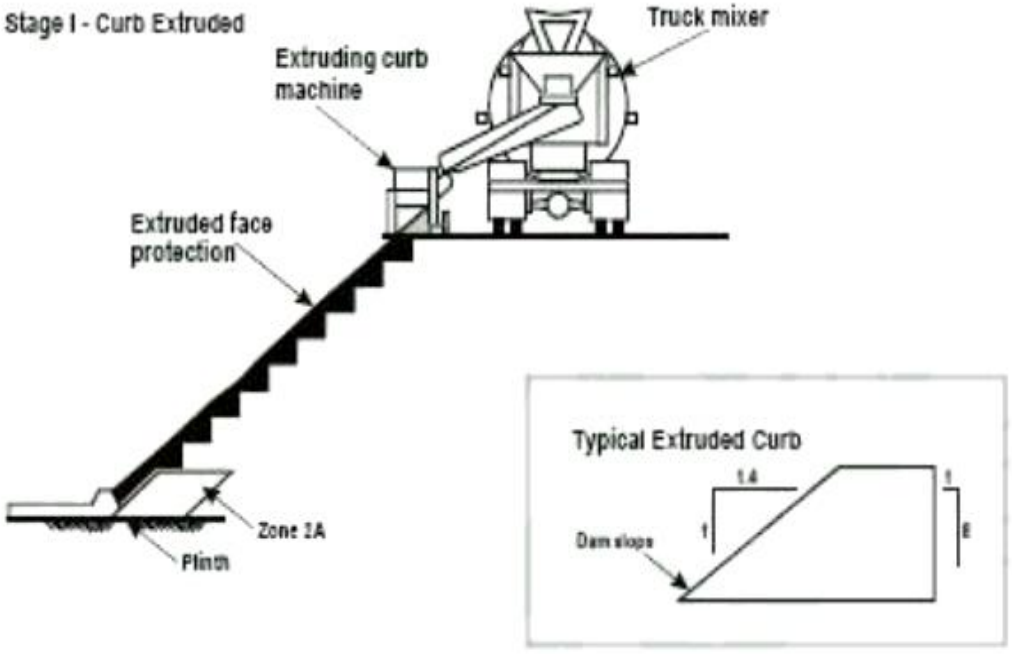


ภาพที่ 23 การพ่น Shotcrete ป้องกันการชะล้างหรือการกัดเซาะจากน้ำฝนในระหว่างการก่อสร้าง

ที่มา : ภุชงค์, 2553

ภาพที่ 24 การบดอัดในระนาบเอียงทำให้ควบคุมคุณภาพที่ผิวได้ยาก

ที่มา : ภุชงค์, 2553



ภาพที่ 25 Extruded Curb

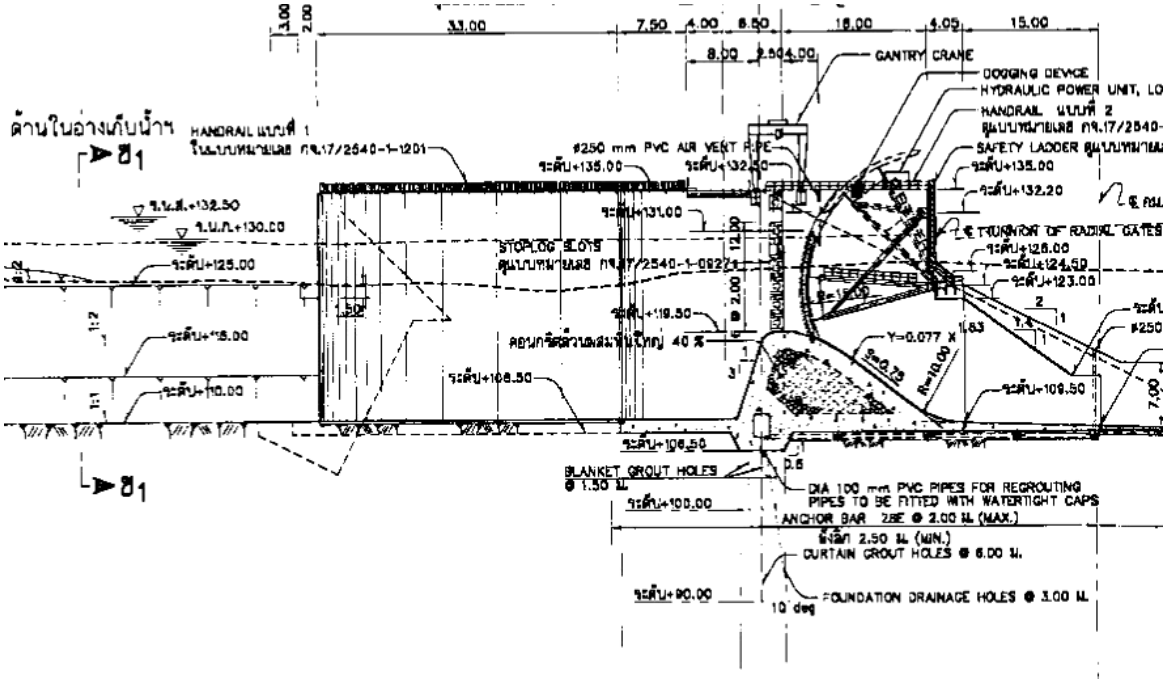
ที่มา : ภุชงค์, 2553

บทที่ 3
ขั้นตอนการทำ

3.1 ขั้นตอนการทำ

1. วาดตอม่อเขื่อนลงบนกระดาษหลังรูปจาก CAD ของเขื่อนแควน้อย โดยมาตราส่วน 1:200

ภาพที่ 26 วาดตอม่อลงบนกระดาษหลังรูป

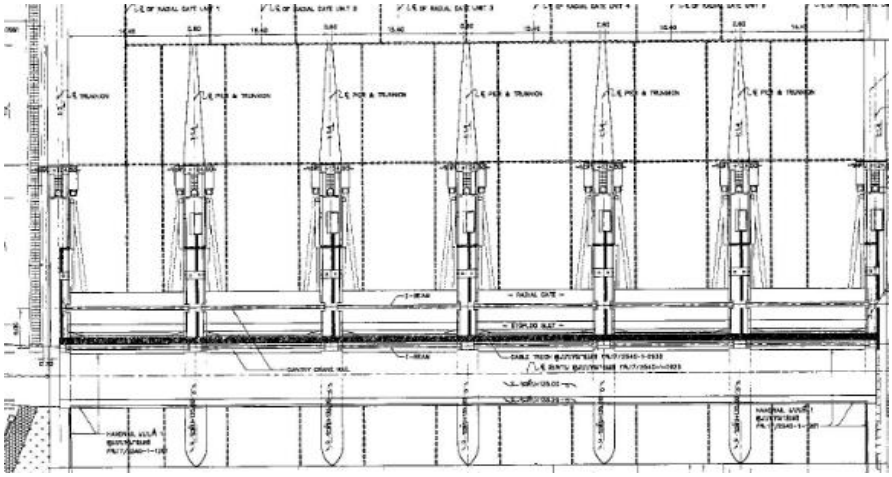


ภาพที่ 27 ตอม่อ

ที่มา : ภุชงค์, 2553

2. ตัดกระดาษ ทำเป็นตอม่อตามมาตราส่วนที่กำหนด ทั้งหมด 28 แผ่น แล้วนำมาประกบกันทากาวให้แน่นให้มีความหนาขนาดพอเหมาะ จะได้ จำนวน 7ตอม่อ

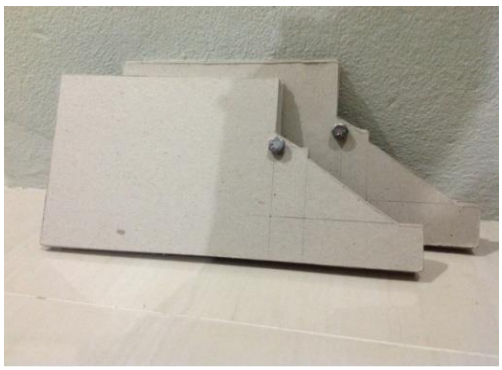
ภาพที่ 28 ตัดกระดาษเป็นรูปตอม่อ



ภาพที่ 29 แปลนแสดงจำนวนตอม่อ

ที่มา : ภุชงค์, 2553

3. เมื่อได้ตอม่อแล้ว ก็นำน็อต มาใส่เป็นจุดหมุนเพื่อไว้ยึดโครงประตูระบายน้ำ ทั้งหมด 7 ตอม่อหลังจากนั้น นำสีมุกอะคิลิคสีเงิน มาทาตอม่อทั้งหมด ทาทับไปทางเดียวกันให้สม่ำเสมอ และทาสีน้ำมันหรือใช้สเปรย์สีดำพ่นที่ตัวน๊อต ทิ้งไว้ให้สีแห้ง



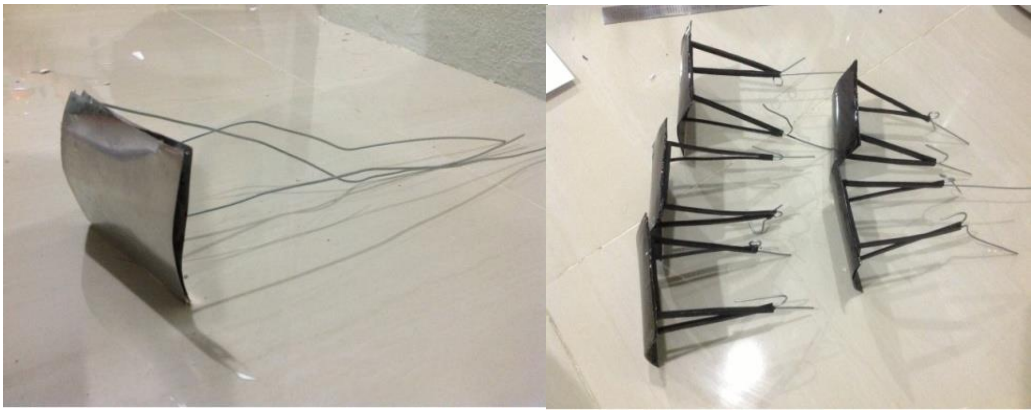
ภาพที่ 30 นำน็อตมาใส่ยึดเป็นจุดหมุนของตอม่อ

ภาพที่ 31 ทาสีตอม่อ

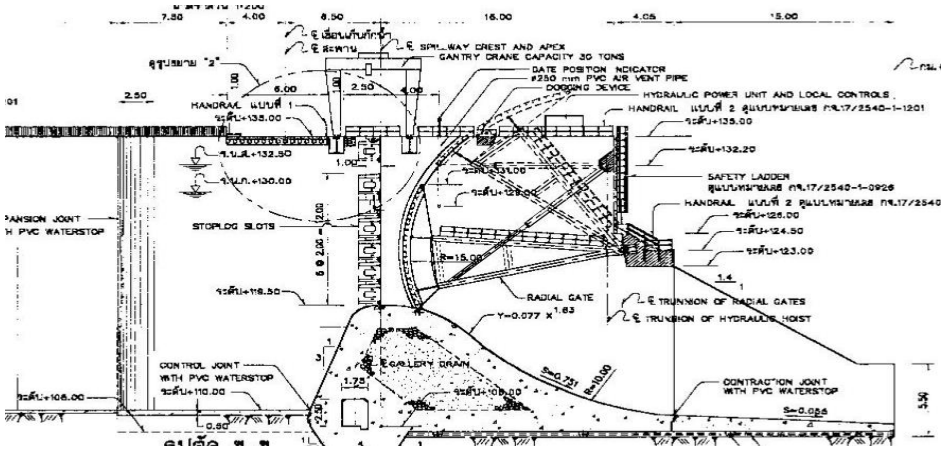
4. นำกระดาษเหลือใช้ฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ แช่น้ำไว้จนเปื่อย ประมาณ 3 วัน นำมากรองเอาแต่กระดาษแล้วนำมาผสมกับกาว TOA ขย้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำมาแปะตามสันและขอบของตอม่อ ให้เรียบเสมอกัน ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำมาทาสีทับอีกรอบ

ภาพที่ 32 แช่กระดาษ

5. นำแผ่นอะลูมิเนียม มาตัดตามความกว้างและความยาวตามมาตราส่วน 1:200 มาประกบกัน 2 แผ่น แล้วนำมาเจาะรูด้วยเส้นลวด 4 เส้น แล้วนำเทปที่ปิดรูรั่วหลังคา มาปิดเพื่อเก็บรายละเอียดให้งานดูเรียบร้อย เพื่อทำเป็นประตูระบายน้ำ ทั้งหมด 6 บานหลังจากนั้น ทำการพ่นสีด้วยสเปรย์สีดำประตูทั้งหมด ทิ้งไว้ให้แห้ง หลังจากนั้นนำฟิวเจอร์บอร์ดสีดำมาเหลาเป็นเส้นเล็กๆเพื่อเสียบเข้าไปในลวด ดังรูป



ภาพที่ 33 ประตูบานโค้ง



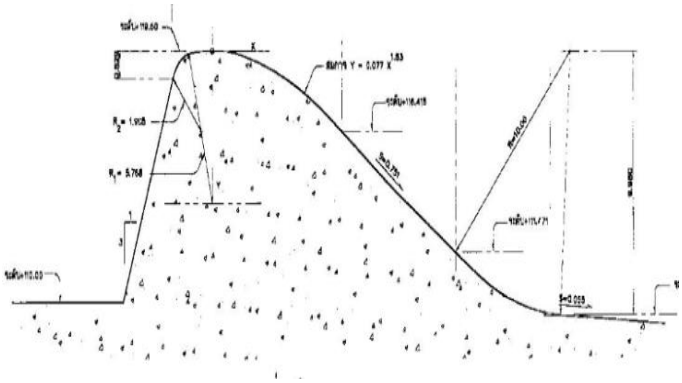
ภาพที่ 34 แสดงลักษณะของประตูบานโค้ง

ที่มา : ภุชงค์, 2553

6. หา slope ของสันฝาย โดยการ plot ลงกระดาษกราฟ ซึ่งค่า slope ได้จากการคำนวณ แต่ในการหา slope ของเขื่อนแคว้นน้อยมีค่าที่คำนวณมาให้แล้ว

$Y=0.077X^{1.85}$

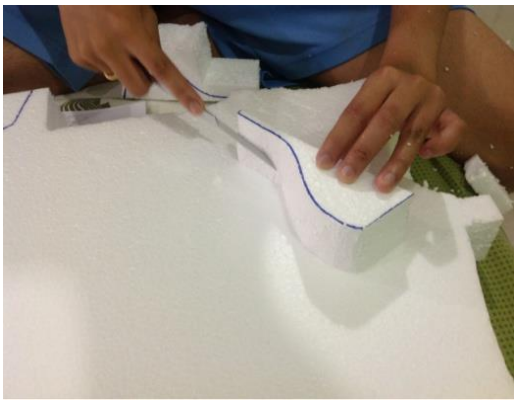
X	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.51
y	0.007	0.274	0.575	0.973	1.454	2.044	3.085



ภาพที่ 35 slope

ที่มา : ภุชงค์, 2553

7. ทำการตัด Slope โดยใช้โฟม จำนวน 6Slope แล้วนำมาทาสีด้วยอะคิลิคสีเงิน ทาทับหลายๆรอบจนสม่ำเสมอกันแล้วปล่อยทิ้งไว้จนกว่าสีจะแห้ง

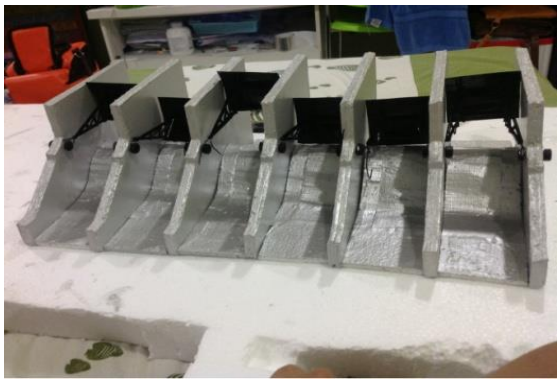


ภาพที่ 36 ตัดโฟมตาม Slope

ภาพที่ 37 ทาสี

ภาพที่ 38 สันฝายทั้งหมด

8. นำอุปกรณ์ทั้งหมดที่ทำเสร็จแล้ว มาประกอบเป็นอาคารระบายน้ำล้น ดังรูป ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้กาวร้อนหรือกาว UHU ทาบนโฟมเพราะจะทำให้โฟมละลาย



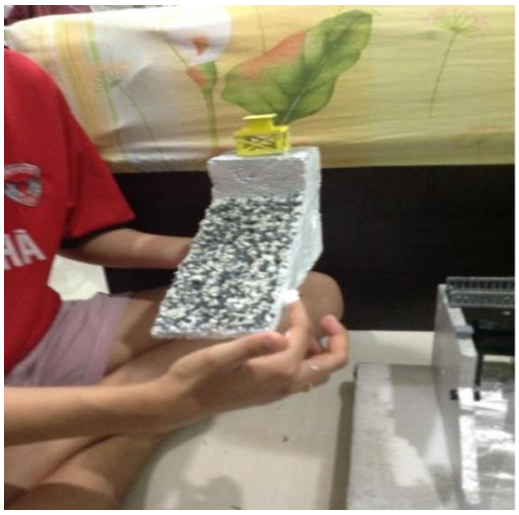
ภาพที่ 39 ประกอบอาคารระบายน้ำล้น

9. ทำสะพาน โดยการใช้กระดาษหลังรูปเป็นฐาน และนำกระดาษทรายสีดำมาแปะที่ฐาน แล้วใช้กระดาษแข็งสีเทามาทำเป็นรั้วของสะพาน จากนั้นก็นำสะพานที่ได้มาติดบนอาคารระบายน้ำล้น ดังรูป

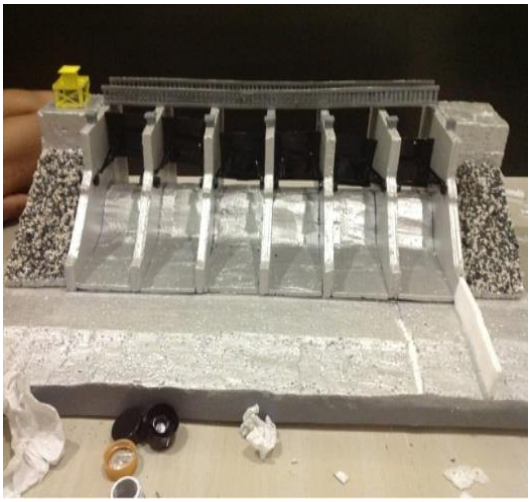
ภาพที่ 40 สะพาน

ภาพที่ 41 ติดสะพานบนอาคารระบายน้ำล้น

10. หลังจากนั้นทำด้านข้างของตัวเขื่อน โดยการนำโฟมมาตัด ตามมาตราส่วนที่กำหนด 1:200 แล้วนำมาทาสีด้วยสีเงินอะคีลิค ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำกาวมาทาทางลาดด้านข้างแล้วนำหินตู้ปลามาโรยตามทางลาด แล้วเก็บรายละเอียดให้เรียบร้อยทั้งหมด หลังจากนั้นก็จะได้ แบบจำลองเขื่อนแคว้นน้อย ดังรูป



ภาพที่ 42 ด้านข้างตัวเขื่อน



ภาพที่ 43 ประกอบตัวเขื่อนกับอาคารระบายน้ำล้น

บทที่ 4
ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาออกแบบเพื่อการก่อสร้างเขื่อนแควน้อย ประกอบด้วย ตัวเขื่อน (Dam) และอาคารระบายน้ำล้น เป็นแบบอาคารระบายน้ำล้นใช้งาน (Service spillway) แบ่งตามลักษณะควบคุม จึงเป็นอาคารระบายน้ำล้นแบบควบคุมได้ (Controlled)ประกอบด้วยประตูน้ำบานโค้ง เพื่อใช้ควบคุมอัตราการไหลของน้ำ การออกแบบจะออกแบบให้อ่างเก็บน้ำสามารถจุน้ำได้ปริมาณสูงสุด861 ล้าน ลบ.ม โดยสามารถปล่อยน้ำได้ตามความต้องการด้วยการควบคุม สำหรับอาคารระบายน้ำล้นเป็นส่วนที่สำคัญของตัวเขื่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่ระบายน้ำส่วนที่เกินความสามารถในการเก็บกักของเขื่อนและช่วงที่เกิดอุทกภัย Spillway ออกแบบให้มีอัตราการไหลผ่านสูงสุด 8,225 ลบ.ม/วินาที มีลักษณะแบบ Ogee Crest ซึ่งมีระดับสันอาคารอยู่ที่ +119.500 ม.รทก พร้อมประตูบังคับน้ำบานโค้ง จำนวน 6 บาน สำหรับการทำงานของอาคารระบายน้ำล้น เป็นอาคารควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้สูงจนล้นข้ามสันเขื่อน เมื่อน้ำในอ่างเก็บกักน้ำถูกเก็บไว้ถึงระดับที่ต้องการแล้ว หากว่ายังมีฝนตก หรือมีน้ำไหลลงมาอีกก็จะถูกระบายทิ้งไปทางด้านท้ายเขื่อนผ่านอาคารระบายน้ำล้นนี้ อาคารระบายน้ำล้นจึงจำเป็นจะต้องสร้างควบคู่ไปกับเขื่อนเก็บกักน้ำ สันอาคารระบายน้ำล้นจะเท่ากับระดับเก็บกักพอดี ถ้าระดับน้ำสูงกว่าระดับเก็บกักน้ำจะระบายออกทางอาคารระบายน้ำล้นทันที ส่วนบานระบาย จะใส่ในช่องเปิดระหว่างตอม่อ และมีเครื่องกว้านอยู่บนโครงยกสำหรับยกขึ้นเวลาต้องการเปิดระหว่างบานกับร่องในตอม่อทำลูกล้อสำหรับรองรับให้บานยกขึ้นได้สะดวก เพราะสามารถออกแบบระบายให้ต้านแรงดันของน้ำได้มาก

ภาพที่ 44 แบบจำลองเขื่อนแควน้อยที่ได้จากการศึกษา

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาเกี่ยวกับเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนได้จัดทำแบบจำลองอาคารระบายน้ำล้นที่มีขนาดอัตราส่วน 1:200การศึกษาออกแบบเพื่อการก่อสร้างเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน ประกอบด้วย ตัวเขื่อน (Dam) และอาคารระบายน้ำล้น เป็นแบบอาคารระบายน้ำล้นใช้งาน (Service spillway) ลักษณะการควบคุม เป็นแบบอาคารระบายน้ำล้นแบบควบคุมได้ (Controlled) ประกอบด้วยประตูน้ำบานโค้ง จำนวน 6 บาน เพื่อใช้ควบคุมอัตราการไหลของน้ำ การออกแบบจะออกแบบให้อ่างเก็บน้ำสามารถจุน้ำได้ปริมาณสูงสุด 861 ล้าน ลบ.ม Spillway ออกแบบให้มีอัตราการไหลผ่านสูงสุด 8,225 ลบ.ม/วินาที มีลักษณะแบบ Ogee Crest ซึ่งมีระดับสันอาคารอยู่ที่ +119.500 ม.รทก โดยสามารถปล่อยน้ำได้ตามความต้องการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำแบบจำลองตัว slope ของเขื่อนอาจจะไม่ได้ความชันตามแบบมาตรฐานของเขื่อนแควน้อย ในการทำโมเดลผู้ทำจึงควรระมัดระวังและตรวจให้ละเอียดก่อนที่จะนำมาประกอบเป็นตัวเขื่อนถ้าทำไม่ถูกต้องอาจทำให้แบบจะลองมีความคลาดเคลื่อนจากของจริง

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 2538. การศึกษาทบทวนความเหมาะสมและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก.

กรมชลประทาน. 2552. โครงการศึกษา Dam Break เขื่อนแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก.

กรมชลประทาน. 2556. โครงการเขื่อนแควน้อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, Available:http://kromchol.rid.go.th/, 25 กันยายน 2556.

คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ. 2545. แนวทางและหลักเกณฑ์การออกแบบเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ, กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิรนาม. 2554. กรรมวิธีการก่อสร้างเขื่อนแควน้อย จ.พิษณุโลก หินถมบดอัด, Available:http://www.youtube.com, 27 กันยายน 2556.

นิรนาม. 2555. โครงการเขื่อนแควน้อย, Available:http://www.slideshare.net/, 20 กันยายน 2556.

ภุชงค์ สุวรรณปากแพรก. 2553. ศึกษาพฤติกรรมเขื่อนแควน้อยหินถมคอนกรีตดาดหน้าช่วงระหว่างก่อสร้าง และเริ่มเก็บน้ำครั้งแรก, วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. 2555. ลักษณะโครงการเขื่อนแควน้อย, Available:http://center.rid.go.th/, 25 กันยายน 2556.

สำนักงาน กปร. 2556. โครงการเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัพิษณุโลก, Available:http://www.rdpb.go.th/RDPB/Front/Projects/ImportantDetail, 21 กันายน 2556.

ICOLD. 2004. Concrete face rockfill dams: concepts for design and construction. Committee on Materials for Fill Dams. n.p.