THAICID

คณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย

2nd THAICID NATIONAL SYMPOSIUM

เทคโนโลยีเพื่อการบริหารจัดการน้ำ (Technology for Water Management)

กรมชลประทาน (สามเสน) กรุงเทพฯ

14 มิถุนายน 2550

เทคโนโลยี ฝายยางเพื่อเพิ่มความจุในอ่างเก็บน้ำ และความสำเร็จของการก่อสร้าง และใช้งานฝายยาง โครงการเขื่อนคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา

นายนภดล หาญชนบท

บริษัท เอเชีย คอนซัลแตนท์ จำกัด

นายชัยพร พรหมสุวรรณ

หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองสียัด

บทนำ

งานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น โครงการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นงานที่อยู่ในแผนงานเร่งด่วน และมีระยะเวลาก่อสร้างจำกัด อีกทั้งรูปแบบของการติดตั้งฝายยางบนอาคารระบายน้ำล้นที่จะดำเนินการปรับปรุงมีรูปแบบที่ติดตั้งในแนวโค้ง ตามลักษณะเค้าโครงของอาคารระบายน้ำล้นเดิม ซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ของฝายยางที่ยังมิเคยดำเนินการมาก่อนในประเทศไทย

ดังนั้นเนื่องในโอกาสที่มีการประชุมทางวิชาการในหัวข้อเรื่อง “เทคโนยีเพื่อการบริหารจัดการน้ำ (Technology for Water Management)” ของการจัดงาน NATIONAL THAICID SYMPOSIUM ครั้งที่ 2 นี้ คณะทำงานด้านบริหาร THAICID จึงมีความเห็นว่าควรจะถ่ายทอดความรู้ในเรื่องดังกล่าวในหัวข้อเรื่อง “เทคโนโลยีฝายยางเพื่อเพิ่มความจุในอ่างเก็บน้ำและความสำเร็จของการก่อสร้างและใช้งานฝายยางโครงการเขื่อนคลองสียัด จ. ฉะเชิงเทรา” แก่ผู้สนใจและผู้ที่เข้าประชุมต่อไป

บทความฉบับนี้จึงเป็นบทความที่จะกล่าวถึงแนวทางการพิจารณาออกแบบรวมถึงเทคโนโลยีในการติดตั้งและการควบคุมการทำงานของฝายยางของโครงการนี้เป็นสำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสำหรับโครงการอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

ความเป็นมาของโครงการ

อ่างเก็บน้ำคลองสียัด ตั้งอยู่ที่ตำบลท่าตะเกียบ อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2543 ตัวเขื่อนเป็นชนิดดินถมแบบแบ่งโซน สูง 28.0 เมตร ยาวประมาณ 2,462 เมตร โดยมีระดับน้ำเก็บกักปกติและระดับน้ำต่ำสุด +63.10 และ +51.50 ม.รทก. และปริมาตรความจุเท่ากับ 325.0 และ 30.0 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ ปริมาตรความจุใช้การประมาณ 295 ล้าน ลบ.ม. วัตถุประสงค์เดิมของโครงการอ่างเก็บน้ำคลองสียัด ก็เพื่อส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ 44,000 ไร่ และร่วมกับอ่างเก็บน้ำคลองระบบ และฝายท่าลาด ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานท่าลาด 129,800 ไร่ และน้ำใช้สำหรับการอุปโภคบริโภคและรักษาระบบนิเวศในคลองท่าลาดและแม่น้ำบางปะกงบริเวณเหนือเขื่อนทดน้ำบางปะกง

จากการที่เขื่อนทดน้ำบางปะกงก่อสร้างแล้วเสร็จ แต่ยังไม่สามารถเปิดดำเนินการได้ และได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเขื่อนทดน้ำบางปะกง และจากผลการพิจารณาของคณะกรรมการ ได้ข้อสรุปในการแก้ไขปัญหาเร่งด่วนเพื่อทดลองการดำเนินงานของเขื่อน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ การบริหารระดับน้ำด้วยการหรี่บานระบายน้ำ และการติดตั้งระบบโทรมาตรวัดระดับน้ำ ซึ่งการแก้ไขปัญหาดังกล่าวยังอยู่ในระยะเวลาการนำเสนอระดับนโยบายเพื่อความเห็นชอบก่อนดำเนินการทั้งนี้ในการแก้ปัญหาเบื้องต้นในขณะนี้จึงกำหนดให้น้ำที่มาจากลำน้ำคลองท่าลาดที่ไหลสู่เขื่อนทดน้ำบางปะกงมีค่าประมาณ 95.70 ล้าน ลบ.ม.ซึ่งในจำนวนนี้เป็นน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำคลองสียัดเพื่อรักษาระบบนิเวศด้านท้ายอ่าง19.36 ล้าน ลบ.ม.เป็นน้ำที่ไหลคืนธรรมชาติสู่ลำน้ำเดิม หลังจากใช้เพื่อการชลประทาน (Return Flow) 23.59 ล้าน ลบ.ม.และเป็นน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำเพื่อโครงการเขื่อนทดน้ำบางปะกงโดยตรง 52.75 ล้าน ลบ.ม. ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การใช้น้ำบริเวณพื้นที่ชลประทานคลองสียัดลดลง 52.75 ล้านลบ.ม.

อ่างเก็บน้ำคลองสียัดมีความจุที่ระดับเก็บกัก 325 ล้าน ลบ.ม. และความจุใช้การ 295ล้าน ลบ.ม. จากการประเมินปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำช่วงปี พ.ศ. 2516-2545 (จำนวน 30 ปี) มีค่าเฉลี่ย 290.60 ล้าน ลบ.ม. ค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 481.38 และ 124.41 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ โดยมีการผันแปรของปริมาณน้ำท่าแต่ละปีค่อนข้างสูงมาก และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน ประมาณ 3.83 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 1.32 ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปีเท่านั้น ดังนั้นเพื่อที่จะให้การเก็บกักน้ำช่วงฤดูฝนของปีน้ำมากติดต่อกันไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งหรือเพื่อให้สามารถเก็บกักน้ำข้ามปีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ลดปริมาณที่จะไหลล้นหรือระบายจากอ่างเก็บน้ำ) จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มระดับเก็บกักน้ำของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด เพื่อลดปัญหาดังกล่าว

ลักษณะโครงการ ฯ

อาคารระบายน้ำล้นเดิมของอ่างเก็บน้ำคลองสียัดอยู่บริเวณฝั่งซ้ายของตัวเขื่อนดิน ออกแบบเป็นลักษณะ Modified Side Channel Spillway (Horse Shoe Shape) สันฝายยาว 150 ม. ระดับสันฝาย + 63.10 ม.(รทก.) ระดับพื้นอาคารบริเวณหัวฝายอยู่ที่ + 58.00 ม. (รทก.) สามารถระบายน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1,060 ลบ.ม./วินาที ลักษณะพื้นอาคารระบายน้ำล้นเดิมเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 1.00 ม. มีระบบระบายน้ำใต้แผ่นพื้น (Under Drain) อยู่เป็น

ระยะ กระจายเป็นตารางตลอดแผ่นพื้น โดย Under Drain มีขนาดพื้นที่หน้าตัดประมาณ 0.68 ตร.ม. ระยะตามขวางประมาณ 10 ม. และมี 3 แนวตามทางยาวครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของอาคารระบายน้ำล้น ตั้งแต่โครงการฯก่อสร้างแล้วเสร็จ มีน้ำล้นข้ามสันอาคารระบายน้ำล้นแล้วหลายครั้ง แผ่นพื้นของอาคารไม่ได้รับความเสียหายแต่อย่างใด แสดงว่าระบบระบายน้ำใต้พื้นอาคารทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากลักษณะอาคารเดิมที่เป็น Modified Side Channel Spillway (Horse Shoe Shape) และมีความยาวสันฝายถึง 150.00 ม. รูปแบบการเสริมสันอาคารด้วยฝายยาง (Rubber Dam) จึงมีความเหมาะสม เนื่องจากมีรูปแบบการติดตั้งค่อนข้างง่ายใช้เวลาน้อย งานโครงสร้างที่ต้องจัดทำเพิ่มเติมก็ไม่ยุ่งยากกระทบต่ออาคารเดิมน้อยที่สุด สามารถก่อสร้างตามแนวโค้งขนานไปกับแนวสันอาคารระบายน้ำล้นเดิม อีกทั้งในกรณีน้ำหลากเมื่อฝายยางยุบตัวแบนราบทั้งหมดแล้วด้วยระบบอัตโนมัติหรือระบบ Manual ก็ตาม ยิ่งในกรณีที่เป็นฝายน้ำที่สามารถยุบตัวได้โดยพร้อมเพรียงกัน ด้วยรูปแบบที่กระทบกับอาคารเดิมน้อยที่สุด จึงทำให้การระบายน้ำยังคงรูปแบบและลักษณะเช่นเดิมไม่เปลี่ยนแปลงรูปแบบแต่ประการใด

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำคลองสียัดเดิมก่อนมีการปรับปรุง ส่วนตารางที่ 2 แสดงลักษณะทั่วไปของงานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้นที่ดำเนินการเพิ่มเติม โดยการติดตั้งฝายยาง (Rubber Dam) ชนิดสูบอัดด้วยน้ำ ความสูง 2.00 เมตร บนฐานฝาย คสล. ที่ก่อสร้างใหม่ส่วนรูปแบบการปรับปรุงได้นำเสนอไว้ในรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 3

ตารางที่ 1 สรุปลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา (เดิม)

ลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด

ที่ตั้ง		ตำบลท่าตะเกียบ อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา	
Lat.		13°-23'-06"	N.
Long.		101°-21'-01"	E.
พิกัดในแผนที่ 1:50,000		47 PQQ876-871 ตามระวาง 5335 IV	
ประเภท		เขื่อนดินถมบดอัดแน่นแบบแบ่งโซน	
ขนาด	สูง	28.00	เมตร
	ยาวประมาณ	2,462	เมตร
ระดับน้ำเก็บกัก		+63.10	เมตร(รทก.)
ระดับน้ำสูงสุด		+65.45	เมตร (รทก.)
ระดับน้ำต่ำสุด		+51.50	เมตร(รทก.)
ปริมาตรความจุที่ระดับน้ำเก็บกัก		325.0	ล้าน ลบ.ม.
ปริมาตรความจุที่ระดับน้ำต่ำสุด		30.0	ล้าน ลบ.ม.
ปริมาตรความจุใช้การ		295.0	ล้าน ลบ.ม.

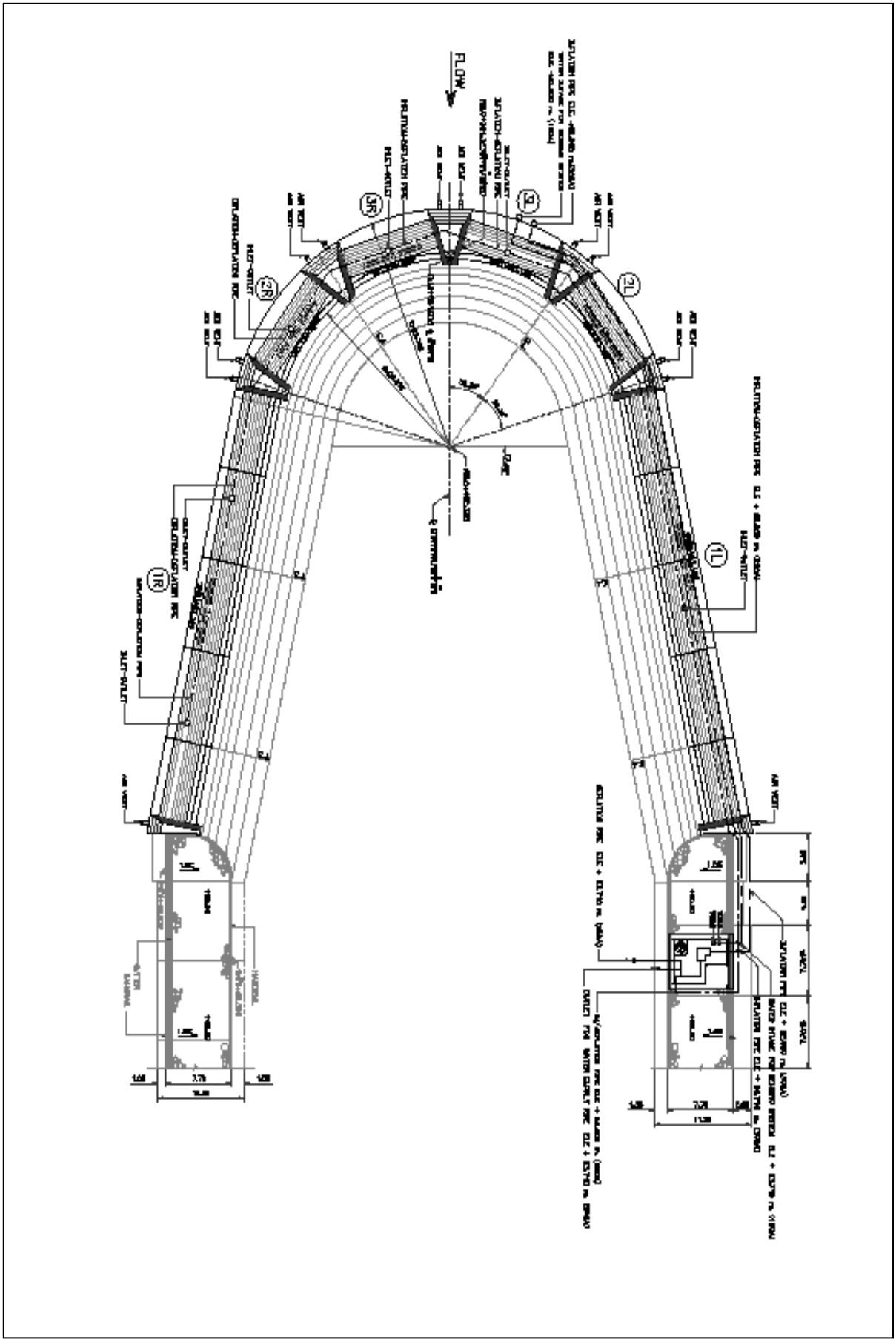
ลักษณะทั่วไปของอาคารระบายน้ำล้นเดิม (SPILLWAY)

ตำแหน่ง	อยู่บริเวณฝั่งซ้ายของตัวเขื่อนดิน	
รูปแบบ	Modified Side Channel Spillway (Horse Shoe Shape)	
ความยาวสันฝาย	150	เมตร
ระดับสันฝาย	+63.10	เมตร(รทก.)
ระดับพื้นอาคารบริเวณหัวฝาย	+58.00	เมตร(รทก.)
ความสามารถในการระบายน้ำล้น	1,060	ลบ.ม.ต่อวินาที

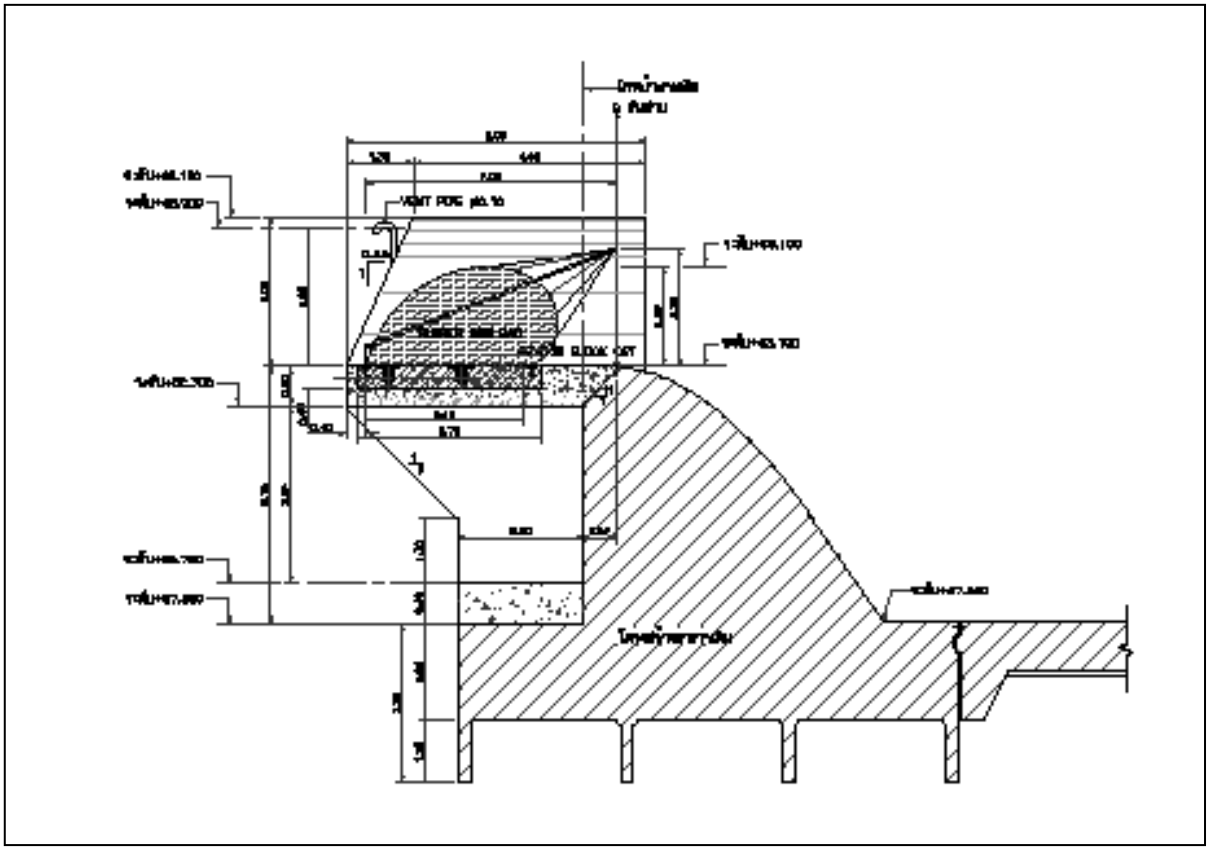
ตารางที่ 2 สรุปลักษณะทั่วไปของงานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น
โครงการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา

<u>งานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น</u>

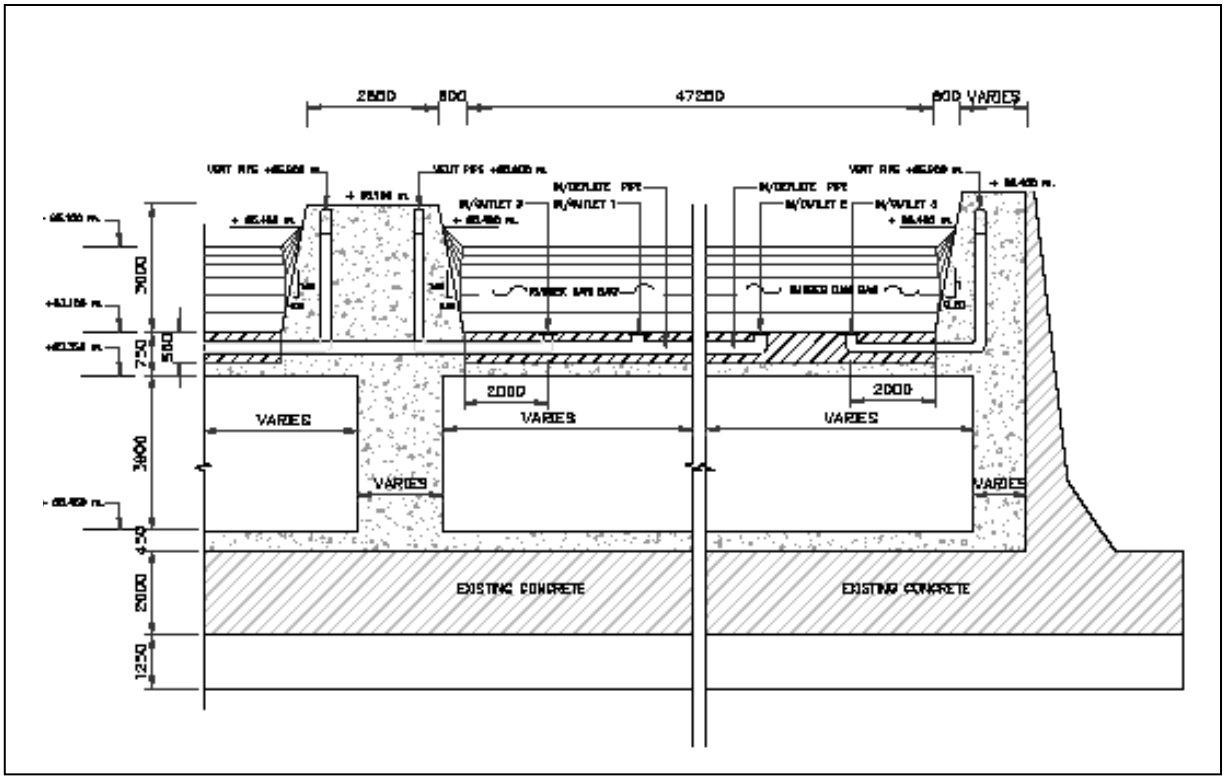
ประเภท	ฝายยางแบบสูบอัดด้วยน้ำ โดยยึดติดกับฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก		
ความสูงเหนือระดับฐานฝายยาง	2.00		เมตร
อายุการใช้งาน	ไม่น้อยกว่า	25	ปี
ระดับสันฝายยาง	+65.10		เมตร (รทก.)
ระดับน้ำเก็บกักสูงสุด	+65.10		เมตร (รทก.)
ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น	95.0		ล้าน ลบ.ม.
ปริมาตรความจุสูงสุด	420.0		ล้าน ลบ.ม.
อุปกรณ์ติดตั้งฝายยาง	Stainless Steel		
การควบคุมการสูบน้ำ	ระบบอัตโนมัติ(Automatic) และ ระบบธรรมดา (Manual) โดยใช้ไฟฟ้าส่วนระบบ Automatic จะทำงานคู่กับ Water Level Sensor		
การสูบน้ำเข้า-ออกฝายยาง	โดยปั้มสูบน้ำไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส		
เวลาในการพองตัวโดยระบบอัตโนมัติ	ไม่เกิน	120	นาที
เวลาในการยุบตัวเมื่อระดับน้ำหน้าฝาย-สูงกว่าสันฝายยาง 0.35 เมตร	ไม่เกิน	120	นาที
ระบบควบคุมธรรมดา(MANUAL)	สามารถควบคุมให้ฝายยางยุบได้ทุกระดับในกรณีที่ไฟฟ้าขัดข้อง		
อาคารควบคุมฝายยาง	เป็นแบบ Deep Pit อยู่บริเวณ Abutment ฝั่งซ้ายของ Spillway		



รูปที่ 1 แสดงแบบแปลนงานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น



รูปที่ 2 แสดงรูปตัดตามขวางงานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น



รูปที่ 3 เสดงรูปตัดตามแนวศูนย์กลางสันฝายอาคารระบายน้ำล้น

องค์ประกอบหลักของงาน

งานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น โครงการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วย

1) งานโครงสร้างเพิ่มเติมอาคารระบายน้ำล้น : เป็นงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับติดตั้งฝายยาง (Rubber Dam Bag) มีฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด กว้าง 2.50 เมตร หนา 0.80 เมตรวางบนฐานรากของอาคารระบายน้ำล้นเดิมตามความยาวของแนวฐานรากของอาคารระบายน้ำล้นเดิมยาว 150 เมตรโดยมีเสาคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมปีกหูช้างยื่นรับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับติดตั้งฝายยางขนาด กว้าง 5.40 เมตร หนา 0.80 เมตร (ดังรูปที่ 2)

2) งานฝายยาง(Rubber Dam): เป็นฝายยางชนิดสูบอัดด้วยน้ำ Rubber Dam Bag (Water Inflated) เป็นยางที่ทำด้วยยางธรรมชาติหรือมีส่วนผสมของยางธรรมชาติในส่วนที่เป็นเนื้อยางไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนักอยู่ด้วย เมื่อสูบอัดด้วยน้ำในขั้นใช้งานเต็มที่แล้วพองตัวมีความสูงเหนือระดับฐานฝายยาง 2.00 เมตร มีระบบควบคุมทั้งแบบอัตโนมัติ (Automatic) และแบบธรรมดา (Manual)

3) งานอาคารควบคุม(Control Room) : เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดพื้นที่ใช้สอย 27.04 ตารางเมตร สำหรับติดตั้งระบบควบคุมฝายยาง เช่น ปั้มสูบน้ำชนิดไฟฟ้า ตู้ควบคุม พร้อมด้วยระบบท่อส่งน้ำ

4) งานระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย

- งานขยายเขตระบบไฟฟ้าแรงสูง 380 VOLTS 3 PHASE รวมถึงงานปักเสาพาดสายไฟฟ้า และงานติดตั้งหม้อแปลง ขนาด 500 KVA เพื่อนำมาใช้ในอาคารควบคุมฝายยาง

- งานระบบไฟฟ้าของอาคารควบคุมฝายยาง (Control Room) เป็นงานระบบไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมฝายยาง และระบบแสงสว่างภายในอาคารควบคุมฝายยาง

5) งานป้องกันการลอยตัวของโครงสร้างอาคารเดิม: เป็นการทำระบบป้องกันการลอยตัวของอาคารระบายน้ำล้นเดิมเนื่องจากระดับน้ำเก็บกักเพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันแรงลอยตัวใต้ฐานของอาคารระบายน้ำล้น (Uplift) ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยการจัดทำท่อลดแรงดัน (Relief Well) เพื่อป้องกันการลอยตัวของโครงสร้างอาคารเดิม

ฝายยาง

ฝายยาง(RUBBER DAM) หรือบางครั้งเรียกว่า เขื่อนยาง นั้นถือเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการก่อสร้างฝายเพื่อใช้ทดน้ำ หรือเก็บกักน้ำอีกประเภทหนึ่ง เนื่องจากได้มีการผลิตแผ่นยางนำมาทำเป็นถุงยางทรงกระบอกยึดติดกับฐานคอนกรีตวางขวางลำน้ำ และเมื่อจะใช้งานก็สูบอัดลมหรือน้ำเข้าไปในตัวถุงยางนี้ให้พองตัวก็จะสามารถกักกั้นน้ำเอาไว้ได้เช่นเดียวกับฝายคอนกรีต ในกรณีเดียวกันฝายยางยังมีลักษณะพิเศษคล้ายกับเขื่อนระบายน้ำอีกด้วย เพราะเมื่อมีน้ำหลากมาระบบยุบตัวโดยอัตโนมัติที่ติดตั้งไว้ในฝายยางทุกแห่งก็จะปล่อยลมหรือน้ำออกจากถุงยางจนยุบตัวแบนราบกับท้องน้ำ จึงสามารถระบายน้ำผ่านไปได้เป็นจำนวนมาก โดยไม่เกิดการท่วมตลิ่งเช่นเดียวกับการเปิดประตูเขื่อนระบายน้ำออกหมด จนน้ำไหลผ่านได้เต็มขนาดหน้าตัดลำน้ำนั้นเหมือนสภาพธรรมชาติปกติ และตะกอนทรายที่ตกจมอยู่ด้านหน้าฝายก็จะถูกน้ำพัดพาออกไปได้ด้วย

- **ตัวถุงยาง (Rubber Bag) ระบบท่อ และการติดตั้ง**

ปกติหน้าตัดขวางของตัวถุงยางเมื่อพองตัวเต็มที่ขณะกักกั้นน้ำนั้น จะมีรูปทรงคล้ายวงรีที่เอียงโย้ไปทางด้านท้ายน้ำ และมีน้ำทับอยู่บนส่วนโค้งด้านหน้าของตัวถุงยางตลอดเวลาที่ใช้งาน จึงทำให้ทรงตัวต้านแรงดันน้ำได้ดี สำหรับในส่วนของการยึดถุงยางกับฐานคอนกรีตและลาดตลิ่ง หรือตอม่อที่ก่อสร้างไว้เป็นช่วงๆ นั้น จะมีสลักเกลียวและเหล็กประกับติดอยู่ทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ (Double Anchoring Line) โดยใช้แผ่นยางสองชิ้นวางทับกันและนำมาทบแต่ละปลายเพื่อทำเป็นตัวถุงยางแล้ว ทำการยึดตะเข็บรอยต่อแยกเป็นสองแนวในด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ โดยจะต้องวางแต่ละแนวให้สอบเรียวเข้าไปบรรจบกันที่บริเวณปลายถุงยางบนลาดตอม่อ ซึ่งจะต้องคำนวณหาความยาวของแผ่นยางที่ใช้ให้พอดีกับขนาดความสูงเมื่อพองตัวเต็มที่ และได้ส่วนโค้งตัวถุงเป็นไปตามรูปทรงเรขาคณิตที่ออกแบบไว้สำหรับใส่แผ่นยางเข้าไปในหัวสลักเกลียวนั้น จะมีทั้งการเจาะรูเข้าไปในเนื้อยางขณะติดตั้ง หรือทำเป็นรูสำเร็จมาจากโรงงาน ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องต่อถุงยางเข้าด้วยกันตามแนวสันฝาย ก็จะใช้กาวชนิดพิเศษทารอยต่อเอาไว้จนแนบสนิทคล้ายเป็นเนื้อเดียวกัน

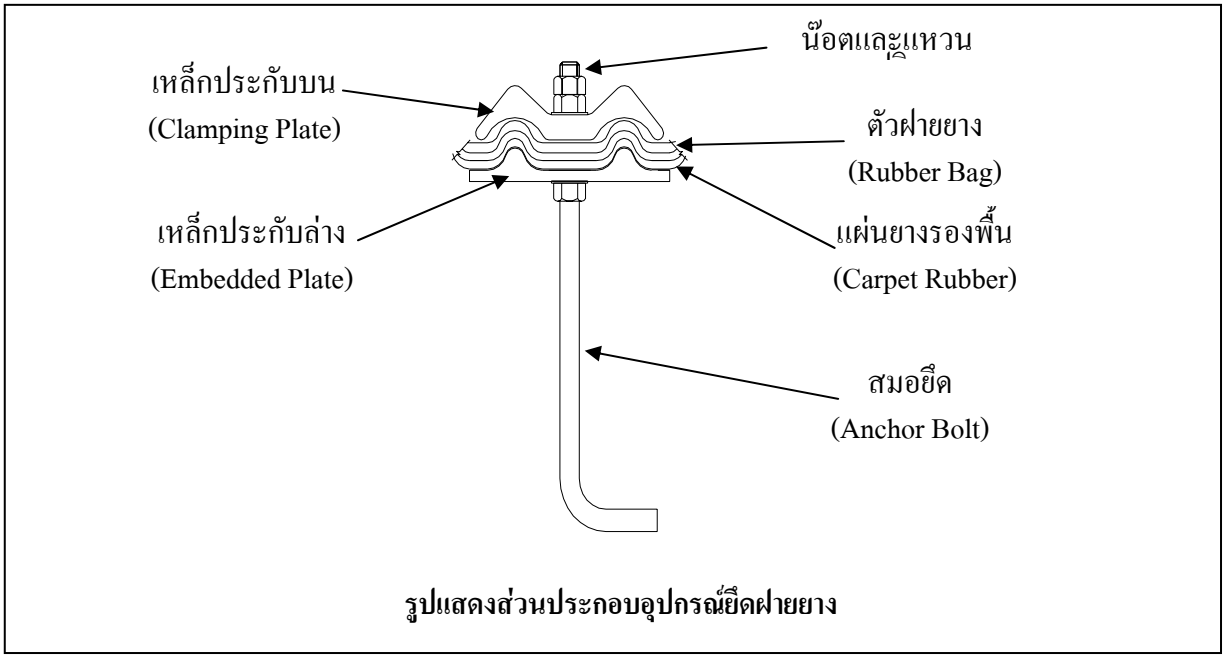
แผ่นยางที่ใช้ทำตัวถุงยาง (Rubber Bag) จะสร้างเป็นชั้นๆ ประกบกันคล้ายขนมปังแซนวิช โดยไส้ในจะเป็นผ้าไนล่อนทอ (Nylon Cloth) ที่มีความเหนียวเป็นพิเศษ จึงใช้เป็นตัวรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในตัวถุงยางขณะตัวถุงพองกักกั้นน้ำได้ดี และทำการอัดทับด้วยแผ่นยางสังเคราะห์ (Chloroprene Rubber) เพื่อใช้ป้องกันน้ำ ที่สูบเข้าไปมิให้รั่วซึม นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความต้านทานต่อการขัดสีของวัตถุที่ไหลมาตามน้ำ และคงทนต่อสภาวะอากาศโดยเฉพาะแสงแดด เป็นต้น ดังนั้นอายุการใช้งานตัวถุงยางจะขึ้นอยู่กับความคงทนของ Chloroprene Rubber เป็นหลัก สำหรับจำนวนชั้นและความหนาของผ้าไนลอนที่ใช้นั้น จะมากน้อยเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับขนาดความสูงของตัวถุงยางเสมอ ทั้งนี้จะต้องรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในแนวเส้นรอบวงของเนื้อถุงยางได้ไม่น้อยกว่า 8 เท่า และความแข็งแรงของสลักเกลียวหรือเหล็กประกับจะต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของขนาดแรงดึงนี้เช่นกัน ซึ่งจะเป็นไปตามค่าความปลอดภัยต่ำสุดในมาตรฐานงานฝายยาง

สำหรับท่อที่ฝังไว้ในคอนกรีต สำหรับโครงการนี้จะมีการติดปั๊มน้ำเอาไว้ในห้องใต้ดิน โดยท่อนำน้ำเข้ามาจากหน้าฝาย และใช้เส้นท่อที่จ่ายน้ำจากปั๊มเข้าไปในตัวถุงยาง เป็นท่อระบายน้ำทิ้งผ่านปั๊มไปเข้าท่อระบายน้ำอีกเส้นหนึ่งไปทิ้งด้านท้ายน้ำซึ่งจะมีการวางท่อเส้นนี้ให้อยู่ต่ำกว่าท้องฝายเพื่อติดตั้งวาล์วมือหมุน ส่วนท่อที่ต่อจากตัวถุงยางเพื่อเข้าระบบควบคุมแรงดันและใช้เป็นระบบยุบตัวสำรอง ได้ออกแบบเป็นระบบง่ายๆ ด้วยการโผล่ปลายออกไปบนลาดตอม่อ โดยให้ระดับปลายเปิดของ Vent Pipe สูงเท่ากับแรงดันพิกัดในถุงยาง

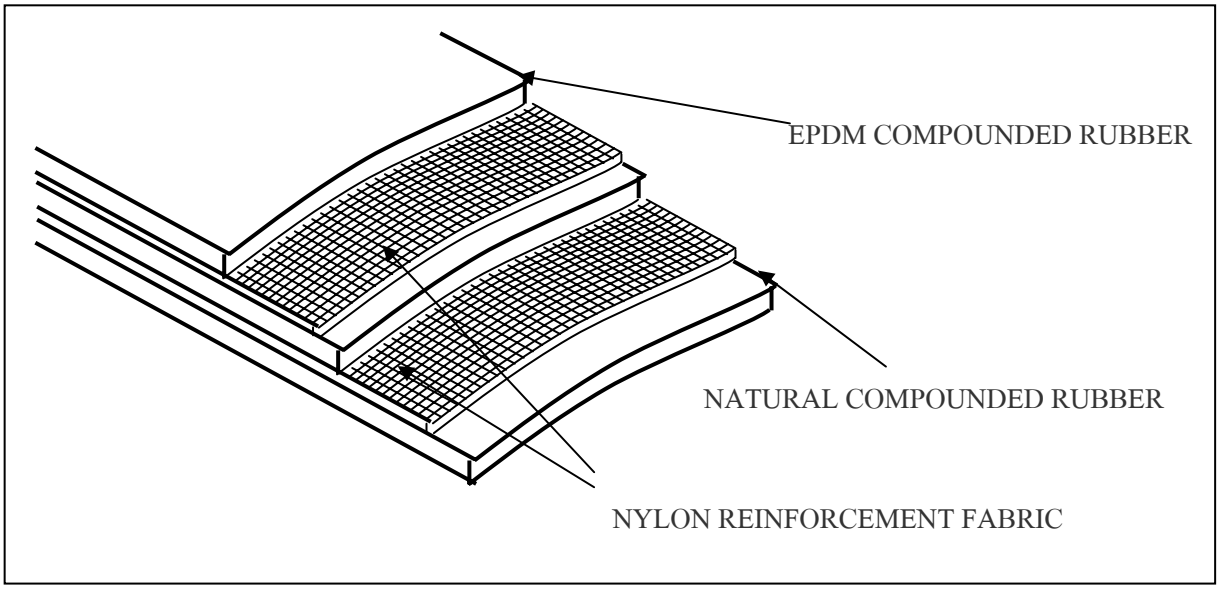
- **การออกแบบฝายยาง**

จากลักษณะอาคารระบายน้ำล้นเดิมที่เป็น Modified Side Channel Spillway (Horse Shoe Shape) และมีความยาวสันฝายถึง 150.00 ม. ดังนั้นในการออกแบบฝายยางจะต้องออกแบบเป็นลักษณะโค้งตามแนวของอาคารระบายน้ำล้นเดิม โดยตั้งสมมติฐานในการออกแบบฝายยางดังนี้

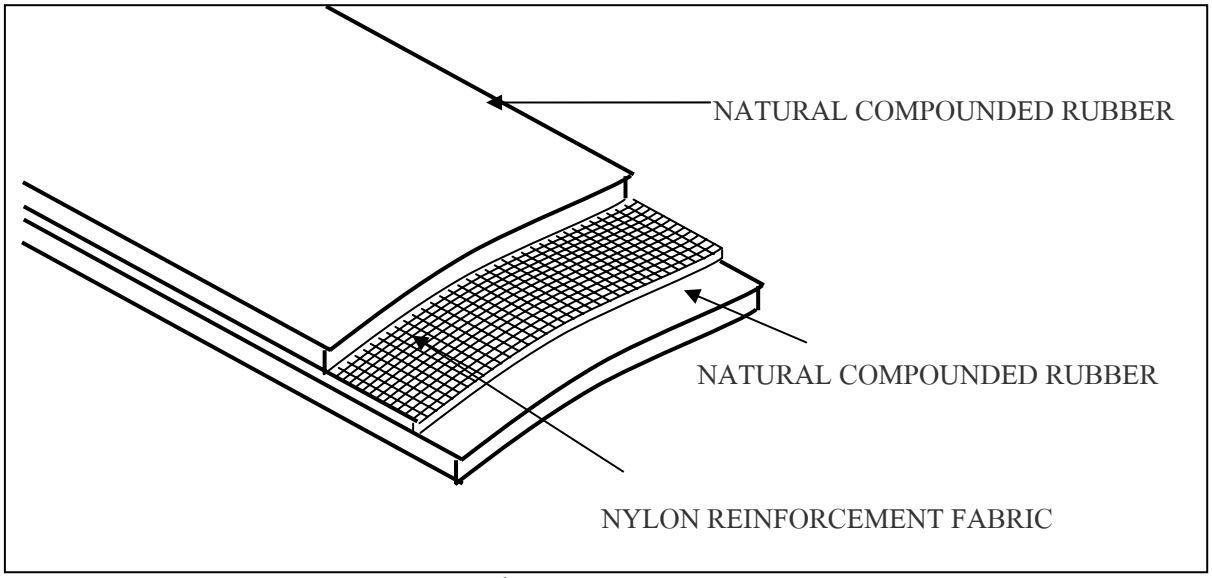
- พื้นที่หน้าตัดของฝายยางมีขนาดสม่ำเสมอขณะพองตัวตลอดความยาวของตัวฝาย
- ฝายยางมีความหนาน้อยมากเมื่อเทียบกับรัศมีความโค้ง การคำนวณแรงภายในที่กระทำต่อฝายยางให้ถือว่าแรงลัพธ์กระทำที่จุดกึ่งกลางความหนาของยางโดยไม่เกินแรงเฉือน (Shear Stress) ให้เสียสมดุลย์
- ไม่คิดน้ำหนักของฝายยางและการยืดของผิวยางขณะรับแรงดึง
- พิจารณาแรงดันน้ำเป็นแบบน้ำนิ่ง



รูปแสดงส่วนประกอบอุปกรณ์ยึดฝายยาง



รูปแสดงโครงสร้างแผ่นยาง Rubber Bag Body



รูปแสดงโครงสร้างแผ่นยาง Rubber Carpet

- **การติดตั้งฝายยางและอุปกรณ์ประกอบ**

ในการติดตั้งฝายยางจะเป็นเทคนิคเฉพาะของแต่ละบริษัทที่ทำการผลิตและติดตั้งฝายยาง สำหรับโครงการได้ทำการติดตั้งฝายยางและอุปกรณ์ ตามขั้นตอนดังนี้

1.) งานติดตั้งโครงสร้างฐานรองรับฝายยางและระบบท่อสูบน้ำ

โครงสร้างฐานรองรับฝายยางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่ง เพื่อใช้เป็นโครงสร้างรองรับเหล็กประกับล่างและท่อ ขั้นตอนในส่วนนี้จะดำเนินการไปพร้อมกันกับการวางเหล็กเสริมรับแรงของตัวฐานฝายคอนกรีต ถึงแม้โครงสร้างดังกล่าวจะไม่ได้ถูกออกแบบให้รับแรงกระทำเนื่องจากฝายยางโดยตรง แต่จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะต้านแรงกระทำอันเกิดจากแรงบีบอัดตัวและแรงกระแทกเนื่องจากการเทคอนกรีต รวมถึงแรงภายนอกในส่วนอื่นๆที่ส่งผลกระทบหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ เพราะโครงสร้างดังกล่าวเป็นตัวที่ใช้ในการกำหนดแนวและค่าระดับของเหล็กประกับล่าง และงานระบบท่อสูบน้ำเข้า - ออกฝายยาง ซึ่งจะต้องใช้ความละเอียดสูง

2.) งานติดตั้งเหล็กประกับล่างตามแนวราบฐานฝายคอนกรีต

เหล็กประกับล่างถือเป็นส่วนประกอบหนึ่งของฝายยาง เนื่องจากเป็นส่วนที่ช่วยในการปิดช่องว่างระหว่างชั้นยางรองพื้น (Carpet Rubber) หรือยางชั้นล่างและยางชั้นบน โดยจะทำงานร่วมกับเหล็กประกับบนประกบเนื้อยางทั้งสองเข้าด้วยกัน โดยอาศัยแรงเนื่องจากการบีบตัวของสลักเกลียว หากการติดตั้งเหล็กประกับล่างมีปัญหาก็จะส่งผลให้ฝายยางเกิดการรั่วซึมของน้ำที่อยู่ภายในฝายยาง

3.) งานติดตั้งสมอยึด (Anchor Bolt)

สำหรับโครงการนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ยึดฝายยางทุกตำแหน่งที่อยู่ตามแนวราบบนฐานฝายคอนกรีตจะใช้ชนิดเดียวกันทั้งหมด ซึ่งจะทำการติดตั้งสมอยึดเข้ากับเหล็กประกับล่าง หลังจากทำการติดตั้งเหล็กประกับล่างแล้วเสร็จ โดยที่จะต้องมีระยะเกลียวและระยะฝังในคอนกรีตของสมอยึดไม่น้อยกว่าที่ออกแบบไว้

4.) งานติดตั้งระบบท่อภายในและภายนอกห้องควบคุมฝายยาง

ในส่วนของการติดตั้งระบบท่อในระบบควบคุมฝายยางนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกัน คือ ระบบท่อภายในห้องควบคุมและระบบท่อใต้คอนกรีตที่อยู่นอกห้องควบคุมฝายยาง ซึ่งในแต่ละส่วนก็จะมีรายละเอียดปลีกย่อยลงไปอีก แต่ในส่วน

ของการติดตั้งนั้นจะมีขั้นตอนในการทำงานคล้ายกัน โดยที่ในการติดตั้งจะต้องยึดค่าระดับและตำแหน่งของท่อให้ถูกต้องตามที่แบบกำหนด และจะต้องไม่มีการรั่วซึมโดยเด็ดขาด

- **ระบบท่อภายในห้องควบคุมฝายยาง** ระบบท่อในส่วนนี้จะมีค่าระดับแตกต่างกัน โดยท่อในแต่ละส่วนจะทำการติดตั้งโครงสร้างฐานรองรับท่อด้วย เพื่อป้องกันการแอ่นตัวอันเนื่องมาจากน้ำหนักของท่อเองและแรงกระทำภายนอกอื่นๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งระบบท่อภายในห้องควบคุมฝายยาง ประกอบด้วย

1. ท่อสูบน้ำจากหน้าฝายเข้าสู่ Water Pump (Inflation Pipe)
2. ท่อส่งน้ำจาก Water Pump ไปสู่ตัวฝายยาง (In/Deflation Pipe)
3. ท่อปล่อยน้ำจากฝายยางไปสู่ท้ายฝาย (Deflation Pipe)
4. ท่อส่งน้ำจากหน้าฝายไปใช้ในการชลประทาน (Irrigation Pipe)

- **ระบบท่อภายนอกห้องควบคุมฝายยาง** ประกอบด้วย

1. ท่อดูดน้ำจากหน้าฝายเข้าสู่ห้องควบคุม (Inflation Pipe)
2. ท่อตรวจสอบระดับน้ำหน้าฝาย (Pressure Sensing Pipe)
3. ท่อสูบและส่งน้ำระหว่างห้องควบคุมกับฝายยาง (In/Deflation Pipe)
4. ท่อระบายความดัน (Vent Pipe)

5.) การติดตั้งตัวฝายยาง

ก่อนที่จะทำการติดตั้งฝายยางจะต้องทำความสะอาดฐานฝายคอนกรีตในบริเวณที่จะทำการวางแผ่นยาง โดยที่บริเวณที่จะทำการวางแผ่นฝายยางจะต้องปราศจากของมีคม กรวดทราย หรือ วัสดุอื่นๆ ที่อาจทำให้แผ่นฝายยางเกิดการชำรุดเสียหายได้ และในบริเวณรอยต่อของแผ่นเหล็กประกับทุกตัวต้องใช้กาวซิลิโคนอุดที่แนวดังกล่าวให้เรียบร้อยเพื่อลบเหลี่ยมมุมของแผ่นเหล็กประกับให้หมด ก่อนที่จะทำการติดตั้งฝายยาง ขั้นตอนในการติดตั้งฝายยาง มีดังนี้

รูปแสดงงานติดตั้งระบบท่อภายในและภายนอกห้องควบคุมฝายยาง และท่อระบายความดัน (Vent Pipe)

- **การยกการคลี่แผ่นยางรองพื้น (Carpet Rubber)** แผ่นยางรองพื้นที่ส่งมาจากโรงงานมีลักษณะเป็นแผ่นยางม้วนมีแกนเหล็กอยู่ตรงกลาง และมีน้ำหนักมาก ดังนั้นในการยกและคลี่แผ่นยางบนฐานคอนกรีตควรใช้เครื่องจักรหนัก เช่น รถเครน รถแบคโฮว์ ฯลฯ ช่วยในการยกให้ยางลอยเหนือพื้น หลังจากนั้นจึงปรับตำแหน่งและแนวของแผ่นยางรองพื้นให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ในการคลี่แผ่นยางจะต้องคอยปรับแนวของขอบยางให้ตรงกับระยะที่กำหนด จากนั้นจึงวางแผ่นยางลงกับพื้นจนสามารถคลี่และวางแผ่นยางรองพื้นลงกับพื้นได้จนหมด

- **การเจาะรูบนแผ่นยางรองพื้น** หลังจากคลี่และวางแผ่นยางรองพื้นบนฐานฝายคอนกรีตแล้วเสร็จ ให้ทำการกำหนดตำแหน่งสำหรับเจาะรูแผ่นยางรองพื้นโดยการใช้ค้อนยางทุบไปที่บนตัวยางตรงตำแหน่งสมอยึดเพื่อให้เกิดรอยของตำแหน่งสมอยึดแต่จะต้องใช้แผ่นไม้รองทุกครั้งที่ทำการ จากนั้นทำการพลิกแผ่นยางเพื่อใช้สว่านเจาะที่ตำแหน่งที่เกิดรอยสมอยึดบนตัวยาง โดยที่ในการเจาะแผ่นยางจะต้องใช้แผ่นไม้ที่มีความหนาและความกว้างรองด้านล่างของแผ่นยางก่อนทุกครั้งที่จะทำการเจาะ เพื่อป้องกันการเจาะทะลุจนทำให้

แผ่นยางเสียหาย หลังจากเจาะรูครบทุกตำแหน่งแล้วพลิกยางกลับให้อยู่ในแนวราบเหมือนเดิม และปรับตำแหน่งรูเจาะทุกรูให้สวมอยู่กับปลายของสมอยึดพอดี นำเศษยางหน้ากว้างประมาณ 20 เซนติเมตร มีความยาวเท่ากับความยาวตามแนวฐานฝายคอนกรีตและเจาะรูตามตำแหน่งของสมอยึดไปสวมที่ตัวสมอยึดอีกชั้นเพื่อเพิ่มความหนาของแผ่นยาง จากนั้นนำเหล็กประกับบนไปสวมปิดเพื่อไม่ให้แผ่นยางเคลื่อนที่ขณะรอการติดตั้งตัวฝายยาง การกำหนดตำแหน่งและการเจาะรูบนตัวยางควรทำที่แนวเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากรอยย่นของแผ่นยาง

รูปแสดงการปูแผ่นยางรองพื้น (Rubber Carpet)

- **การติดตั้งปากท่อเข้า – ออกของน้ำ (Inlet/Outlet Flange)** ก่อนที่จะทำการติดตั้งปากท่อเข้า – ออกของน้ำ จะต้องเจาะรูแผ่นยางรองพื้นที่ตำแหน่งปากท่อเสียก่อน โดยการเจาะรูเล็กๆ ให้ทะลุเนื้อของแผ่นยางรองพื้น จากนั้นจึงค่อยๆ คว้านรูให้ขยายใหญ่ขึ้นทีละนิดจนมีขนาดเท่ากับรูหน้าแปลน (Flange) หรือรูของท่อในตัวฝายยาง แล้วจึงทำการขันหน้าแปลนให้แน่นสนิท

รูปแสดงการติดตั้ง In/Outlet (ปากทางเข้า - ออกของน้ำ)

- **การยกและการคลี่ตัวแผ่นยางของตัวฝายยาง (Rubber Bag Body)** แผ่นยางของตัวฝายยางมีขนาดกว้างกว่าตัวฐานฝายคอนกรีต ดังนั้นก่อนที่จะทำการปูแผ่นยางจะต้องทำพื้นที่รองรับแผ่นยาง (เช่น ทำนั่งร้าน ฯลฯ) และพื้นที่ต้องสะอาดปราศจากสิ่งที่อาจทำให้แผ่นยางชำรุดเสียหายได้ แผ่นยางของตัวฝายยางที่ส่งมาจากโรงงานมีลักษณะเป็นแผ่นยางม้วนมีแกนเหล็กอยู่ตรงกลางเหมือนกับแผ่นยางรองพื้น(Carpet Rubber) ซึ่งในการยกและคลี่แผ่นฝายยางบนฐานฝายคอนกรีตจะใช้วิธีการเดียวกันกับแผ่นยางรองพื้น

- **การเจาะรูบนตัวฝายยาง** การกำหนดตำแหน่งและการเจาะรูบนแผ่นฝายยางนั้นสามารถทำตามวิธีเดียวกับการทำงานในส่วนของแผ่นยางรองพื้น แต่การทำงานในส่วนนี้

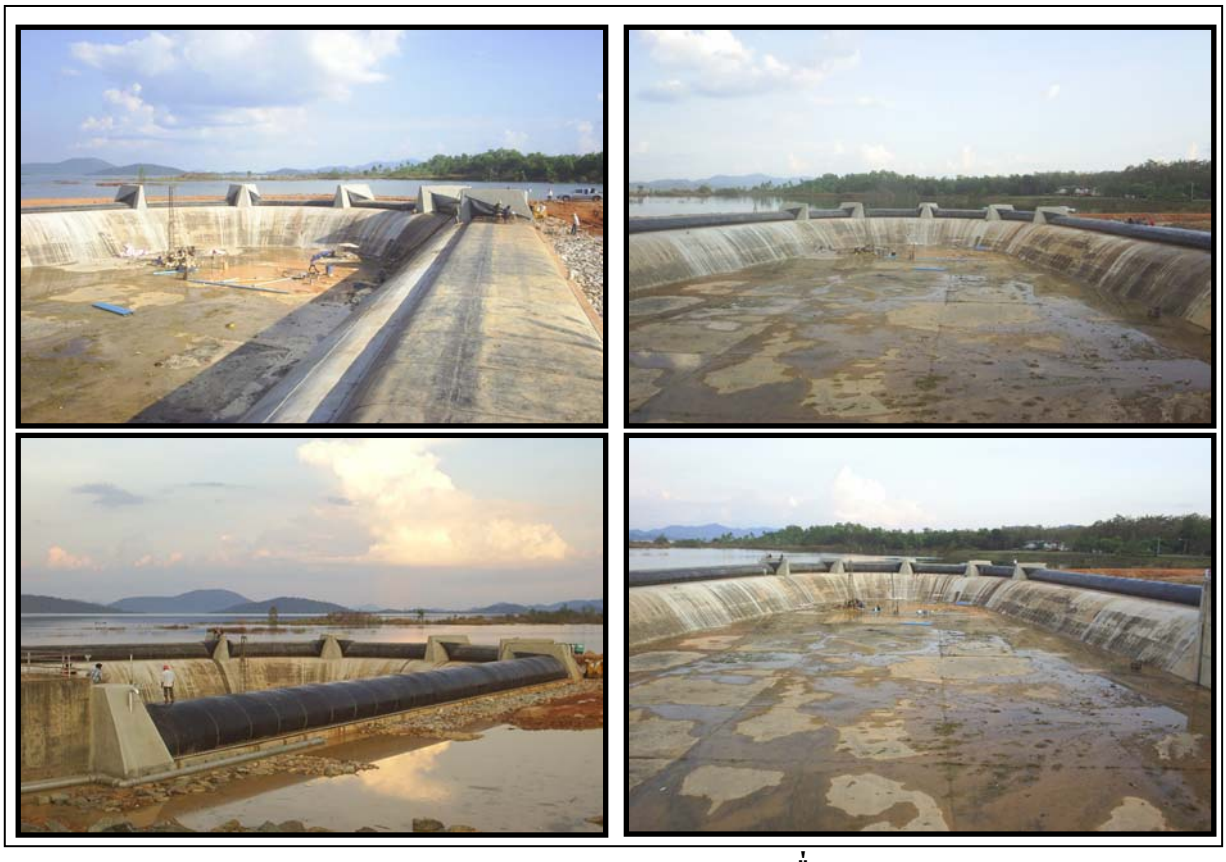
จะต้องเริ่มต้นการทำงานจากแนวของสมอยึดที่ด้านท้ายน้ำก่อน จากนั้นจึงพลิกแผ่นยางกลับเพื่อที่จะทำการเจาะรูที่ด้านเหนือน้ำต่อไป

- **การติดเหล็กประกับบน** หลังจากทำการเจาะยางแล้วเสร็จขั้นตอนต่อไปจะเป็นการติดตั้งเหล็กประกับบนซึ่งใช้ยึดฝายยาง โดยที่ตำแหน่งของเหล็กประกับบนแต่ละตัวจะมีตำแหน่งเดียวกันกับเหล็กประกับล่าง ส่วนการยึดเหล็กประกับบนเพื่อปิดฝายยางนั้นจะใช้แรงขันเกลียวตามที่ได้ออกแบบไว้ จำนวนอย่างน้อย 3 รอบ โดยทิ้งระยะเวลาห่างกัน 12 ชั่วโมง เนื่องจากคุณสมบัติของยางจะมีการยืดหยุ่นตัวสูงเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ดังนั้นหลังจากที่ถูกแรงบีบอัดเป็นเวลานานๆ อันเนื่องมาจากการขันเกลียว ตัวยางจะเกิดการเปลี่ยนรูปซึ่งอาจทำให้เกิดช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ยึด ดังนั้นจึงต้องทำการขันเกลียวซ้ำอีกหลายรอบเพื่อให้แน่ใจว่าฝายยางจะไม่เกิดรอยรั่ว

รูปแสดงการปูแผ่นยางตัวฝายยาง (Rubber Bag Body)

- **การทดสอบฝายยาง**

หลังจากติดตั้งเหล็กประกับบนและทำการขันเกลียวครบ 3 รอบ ก็ถือว่าการติดตั้งฝายยางแล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทดลองพองฝายยางโดยการสูบน้ำเข้าตัวฝายยาง เพื่อตรวจสอบความสูงและการรั่วซึมของฝายยาง โดยการพองตัวฝายยางทิ้งไว้ 72 ชั่วโมง และตรวจสอบความสูงของฝายยางทุกๆ 24 ชั่วโมง ถ้าความสูงของฝายยางลดลง แสดงว่าฝายยางเกิดการรั่วซึมต้องตรวจสอบหาตำแหน่งและสาเหตุที่เกิดการรั่ว และทำการแก้ไขให้ฝายยางใช้งานได้ปกติ



รูปแสดงการพองตัวฝายยางขนาดความสูงต่างๆเพื่อทำการทดสอบ

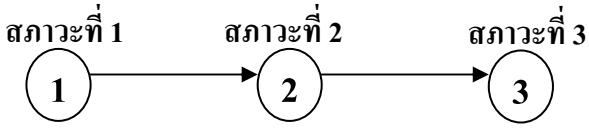
การทำงานของฝายยาง

การควบคุมการทำงานของฝายยางอ่างเก็บน้ำคลองสียัดสามารถทำงานได้ 2 ระบบ คือ ระบบอัตโนมัติ (Automatic) และ ระบบธรรมดา (Manual)

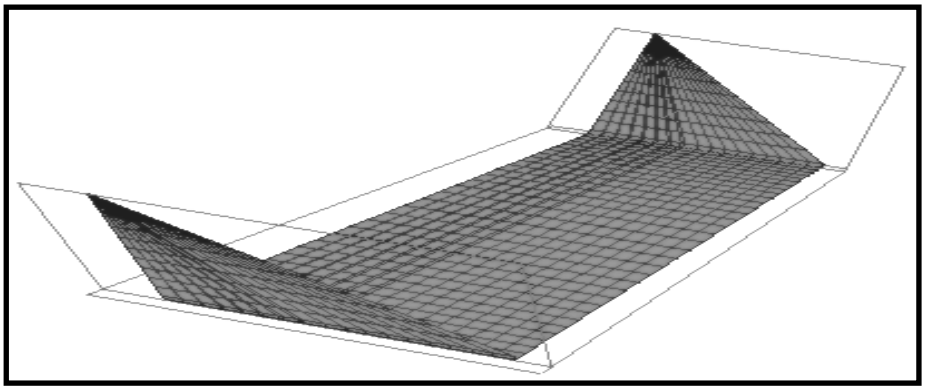
- **การทำงานของฝายยางในระบบอัตโนมัติ (Automatic)**

ฝายยางที่มีการทำงานโดยระบบอัตโนมัติจะรับทราบข้อมูลและสั่งการทำงานจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้ในห้องควบคุม การควบคุมการทำงานของฝายยางจะขึ้นอยู่กับระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยตรง ระบบอัตโนมัติจะมีวงจรในการปรับเปลี่ยนระดับความสูงของฝายยางตามระดับน้ำในเขื่อนคือ

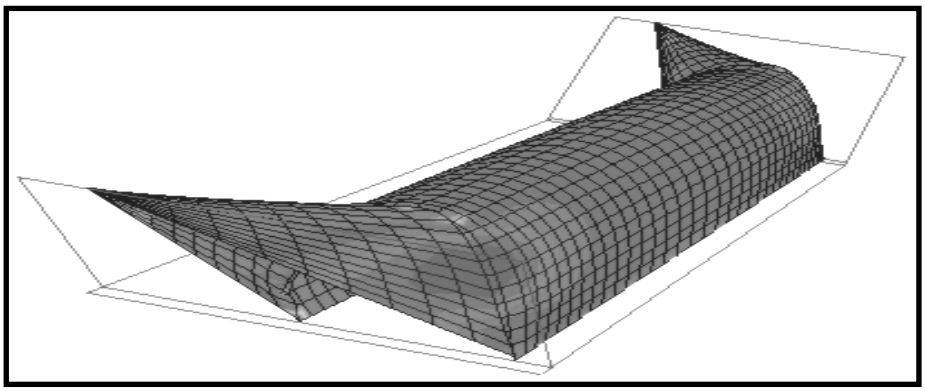
วงจรการทำงานของระบบอัตโนมัติ



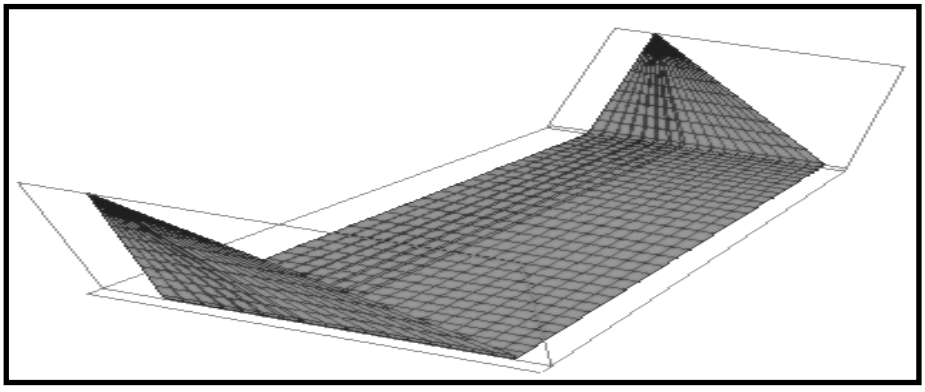
สภาวะที่ 1 เมื่อระดับน้ำต่ำกว่าระดับ + 63.100 เมตร ฝายยางจะอยู่ในสภาพยุบตัว



สภาวะที่ 2 เมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับ + 63.100 เมตร แต่มีระดับต่ำกว่าระดับ + 65.450 เมตร ฝายยางเริ่มพองตัวเพื่อเก็บกักน้ำ



สภาวะที่ 3 เมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับ + 65.450 เมตร ฝายยางจะยุบตัวเพื่อป้องกันแรงดันน้ำที่สูงเกินไป



- **การทำงานของฝายยางในระบบธรรมดา (Manual)**

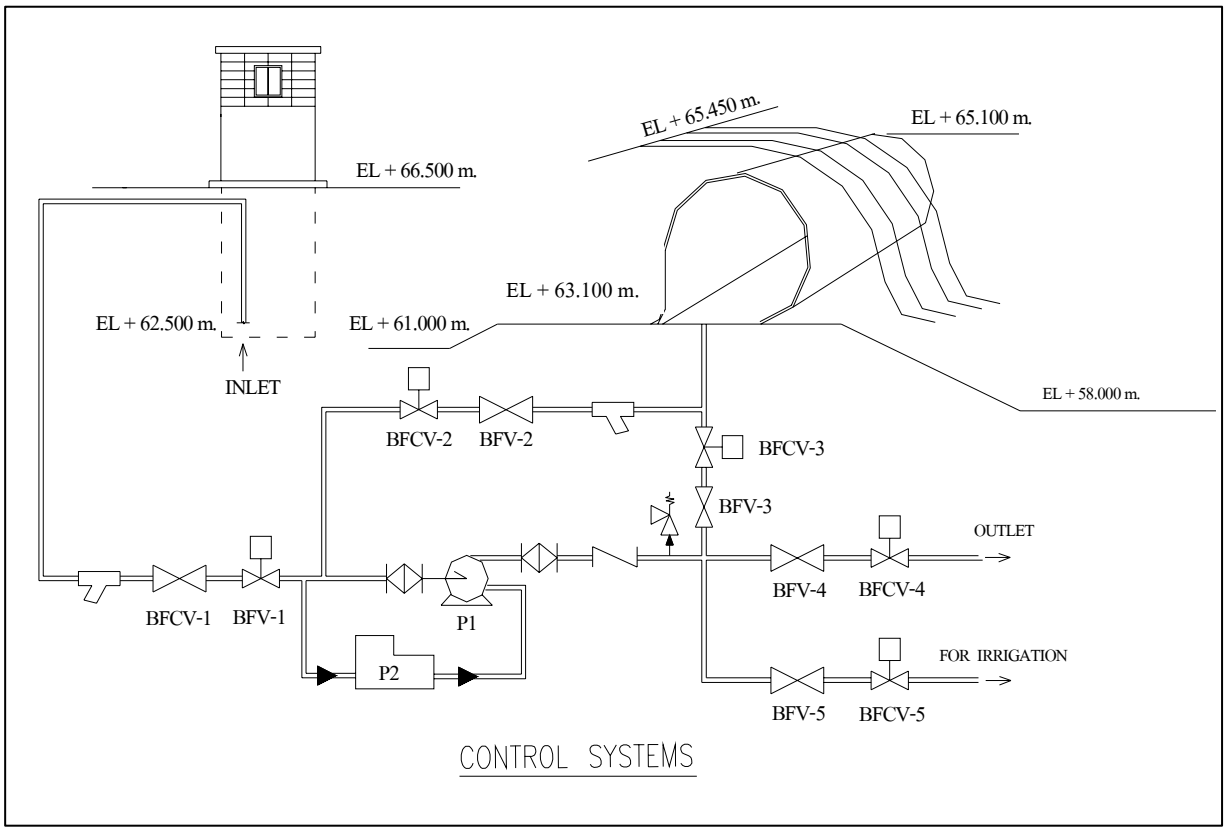
การทำงานของฝายยางระบบธรรมดานั้นจะสามารถควบคุมระดับความสูงของตัวฝายยางให้มีสูงความเหมาะสมและสอดคล้องกับระดับน้ำหน้าเขื่อนที่ระดับแตกต่างกัน การใช้งานทุกครั้งจะต้องตรวจสอบข้อมูลจากกราฟที่ใช้สำหรับควบคุมฝายยาง เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการใช้งานฝายยาง ซึ่งกราฟที่ใช้ในการควบคุมฝายยางมีด้วยกัน 3 กราฟคือ

1.) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำหน้าฝายที่ยอมให้กับค่าความสูงของฝายยาง

2.) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันภายในของฝายยางกับค่าความสูงของฝายยาง

3.) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำหน้าฝายที่ยอมให้สูงสุดกับค่าความสูงของฝายยาง

ขั้นตอนการทำงานของฝายยางในระบบธรรมดา



การพองฝายยางแบบธรรมดา

ก่อนพองฝายยางจะต้องทำการเปิดวาล์วหมายเลข BFV-01 , BFV-03 และปิดวาล์วหมายเลข BFV-02 , BFV-04 , BFV-05 จากนั้นสั่งให้ปั๊มเริ่มทำการสูบน้ำเข้าสู่ตัวฝายยางจนถึงระดับที่ตั้งค่าไว้จึงสั่งหยุดปั๊ม

การยุบฝายยางแบบธรรมดา

ก่อนยุบฝายยางจะต้องทำการเปิดวาล์วหมายเลข BFV-02 , BFV-04 และปิดวาล์วหมายเลข BFV-01 , BFV-03 , BFV-05 จากนั้นสั่งให้ปั๊มเริ่มทำการสูบน้ำเข้าสู่ตัวฝายยางจนถึงระดับที่ตั้งค่าไว้จึงสั่งหยุดปั๊ม

เอกสารอ้างอิง

1) จังหวัดฉะเชิงเทรา, โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบความเป็นไปได้ในการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ธันวาคม 2547
2) กรมชลประทาน, รายงานวิชาการ งานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น โครงการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา, บริษัท เอเชีย คอนซัลแตนท์ จำกัด, ธันวาคม 2549
3) กรมชลประทาน, เอกสารประกอบการฝึกอบรม งานก่อสร้าง งานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น โครงการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา, บริษัทชัยเจริญไมตรีจำกัด, พฤศจิกายน 2549
4) กรมชลประทาน, เอกสารประกอบการฝึกอบรม งานฝายยาง งานปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้น โครงการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด จังหวัดฉะเชิงเทรา, NCR. RUBBER DAM บริษัท วัฒนาสุข อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, พฤศจิกายน 2549
5) วารสาร วิศว.มก. 60, ฝายยาง, จิตร พรคุณธรรม, ไพศาล แสงจินดา, ธันวาคม 2545

โครงการคลองลัดโพธิ์
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

การศึกษาการระบายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา หลังมีโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์

สำนักวิจัยและพัฒนา
กรมชลประทาน
พ.ศ. 2549

โครงการคลองลัดโพธิ์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
การศึกษาการระบายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาหลังมีโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์

1. ความเป็นมาของโครงการ

แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างก่อนจะไหลออกสู่ทะเล สภาพลำน้ำมีความโค้งคดเคี้ยวเป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำออกทะเลเวลาน้ำหลาก โดยเฉพาะโค้งลำน้ำช่วงระยะจากแนวปากคลองถึงปลายคลองลัดโพธิ์ ที่มีระยะทางตามลำน้ำประมาณ 18 กม. ขณะที่การไหลผ่านคลองลัดโพธิ์เป็นช่องลัดตัดโค้งลำน้ำ มีระยะทางเพียงประมาณ 600 เมตร (ภาพที่ 1) พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงได้มีแนวพระราชดำริในการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์เดิมที่ตื้นเขิน เป็นช่องลัดขนาดใหญ่ตัดโค้งแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงดังกล่าวเพื่อช่วยเร่งระบายน้ำออกสู่ทะเลโดยเร็ว

โครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ ดำเนินงานโดยกรมชลประทาน เพื่อรับสนองแนวพระราชดำริในการที่จะเร่งระบายน้ำท่วม ด้วยการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งกรมชลประทานได้จ้างบริษัทที่ปรึกษา ดำเนินการศึกษาความเหมาะสมโครงการแล้วเสร็จเมื่อปี 2541 และดำเนินการก่อสร้างในเวลาต่อมา

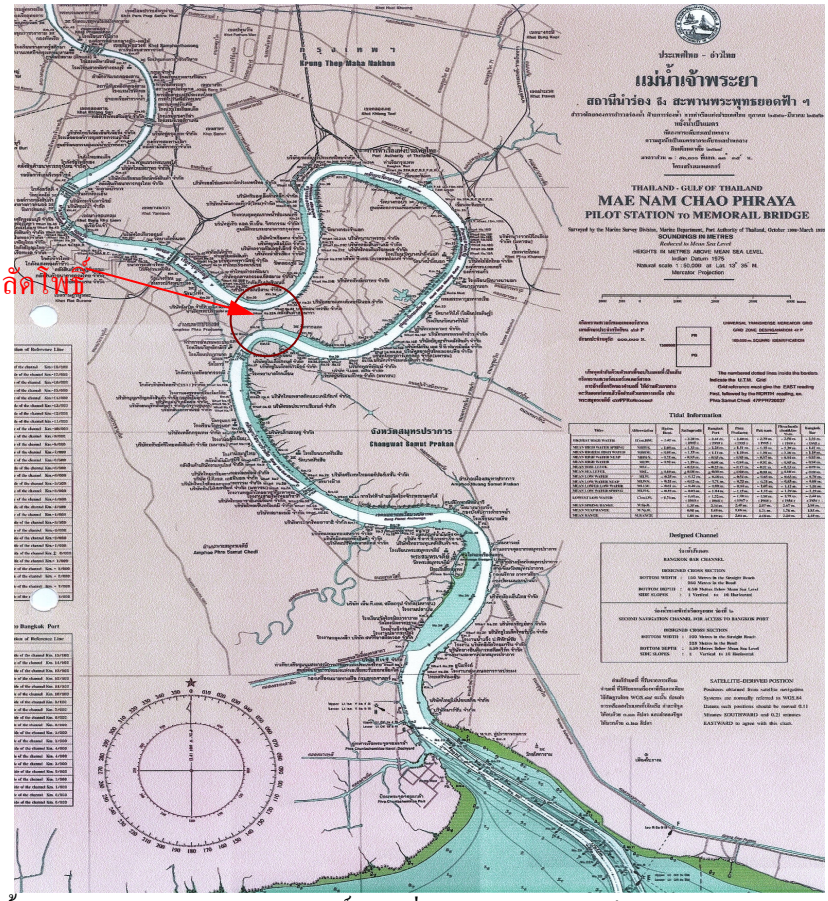
โครงการเริ่มดำเนินการเปิดบานระบายใช้งานตามวัตถุประสงค์ ในช่วงเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2549 เนื่องจากมีพายุพัดผ่านประเทศไทยหลายลูก ทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง โดยเฉพาะในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตามเส้นทางที่แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำสาขาไหลผ่าน ซึ่งแม่น้ำเจ้าพระยาถือเป็นเส้นทางหลักในการระบายน้ำท่วมออกสู่ทะเล เหมือนทุกปีที่ผ่านมา แตกต่างกันที่ในสภาวะปัจจุบันได้มีการระบายน้ำผ่านคลองลัดโพธิ์ช่วยเสริมการระบายน้ำตามธรรมชาติเดิม ให้ระบายลงทะเลได้เร็วขึ้น ซึ่งที่ผ่านมามีเพียงผลการศึกษา ภายใต้สมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์คาดการณ์ ทั้งพฤติกรรมการไหล และ ความสามารถในการเร่งระบายน้ำของคลองลัดโพธิ์ ยังไม่มีการตรวจสอบวิเคราะห์ประเมินผลในสภาพจริง

สำนักวิจัยและพัฒนา จึงได้ทำการติดตามตรวจสอบ ประเมินผลการระบายน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เมื่อมีคลองลัดโพธิ์ช่วยเร่งระบายน้ำ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการระบายน้ำทั้งการลดระดับน้ำ และปริมาณน้ำที่ระบายออกทะเลเปรียบเทียบสภาวะก่อนมี และหลังมีโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ เพื่อนำข้อมูลผลการศึกษาไปใช้ในงานวางแผนบริหารจัดการน้ำ และแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาต่อไป

2. ลักษณะโครงการคลองลัดโพธิ์

คลองลัดโพธิ์เดิมเป็นคลองขนาดเล็กและตื้นเขินไหลเชื่อมต่อด้านเหนือโค้ง และปลายโค้งของลำน้ำเจ้าพระยา ในท้องที่ตำบลทรงคะนอง อำเภอพระประแดง จังหวัด สมุทรปราการ ซึ่งแม่น้ำช่วงนี้มีความโค้งอ้อมเป็นระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร ขณะที่คลองลัดโพธิ์ที่ไหลเป็นช่องลัดมีระยะทางเพียงประมาณ 600 เมตร ภายหลังจากการศึกษาความเหมาะสม และวางโครงการแล้ว กรมชลประทานจึงได้ดำเนินการก่อสร้างโครงการจนแล้วเสร็จและเริ่มเปิดดำเนินการระบายน้ำในปี 2549 ซึ่งคลองลัดโพธิ์ที่ปรับปรุง มีลักษณะดังนี้

- ขนาดคลองมีความกว้าง 65 เมตร ด้านเหนือน้ำก่อนถึงประตูและกว้าง 66 เมตร หลังจากแนวประตูสู่ด้านท้ายน้ำ ความยาวจากปากคลองถึงปลายคลอง 600 เมตร
- ระดับท้องคลอง – 7.00 ม.รทก. ตลอดแนว ระดับหลังกำแพงกันตลิ่งทำด้วยแผ่นคอนกรีต ระดับขอบบน +2.65 ม.รทก. พื้นคลองด้านเหนือ และท้ายประตูระบายน้ำเป็นคลองดินป้องกันการกัดเซาะด้วยวิธี Deep Cement Mixing ลึก 1 เมตรตลอดแนวพื้นคลอง
- ประตูระบายน้ำมีขนาดกว้าง 14 เมตร สูง 9.55 เมตร จำนวน 4 บาน ระดับธรณีประตู – 7.00 ม.รทก. และระดับสันบานเมื่อปิดสนิท +2.55 ม.รทก.



ภาพที่ 1 แม่น้ำเจ้าพระยา และแนวคลองลัดโพธิ์ ก่อนที่จะทำการปรับปรุงเป็นช่องลัดในการระบายน้ำ (ที่มา: แม่น้ำเจ้าพระยา สถานีนำร่อง ถึงสะพานพระพุทธยอดฟ้าฯ สำรวจโดยกองสำรวจร่องน้ำ ฝ่ายการร่องน้ำ การท่าเรือแห่งประเทศไทย ต.ค.2541 – ธ.ค.2542)

ภาพที่ 2 คลองลัดโพธิ์ตามแบบก่อสร้างปรับปรุง

3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.1 เพื่อติดตามตรวจสอบพฤติกรรมการไหลของน้ำผ่านคลองลัดโพธิ์บริเวณต่อเชื่อมกับแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งทางด้านปากคลองและด้านปลายคลอง

3.2 เพื่อตรวจสอบผลการลดระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เปรียบเทียบกับ ก่อนมี และหลังมีโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์

3.3 เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำที่ระบายออกทะเล ในช่วงเวลาน้ำหลาก เปรียบเทียบสภาพก่อนมี และหลังมีโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์

4. การดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการสำรวจระดับและปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ.2545 ซึ่งเป็นสภาวะก่อนก่อสร้างปรับปรุงคลองลัดโพธิ์และเป็นปีน้ำมากปีหนึ่ง

4.2 การศึกษาทดลองจากแบบจำลองทางกายภาพของแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองลัดโพธิ์ดำเนินการโดยกลุ่มงานชลศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา

4.3 การตรวจสอบสภาพการไหลของคลองลัดโพธิ์ เมื่อดำเนินการระบายน้ำ

4.4 ผลการสำรวจปริมาณน้ำปี 2549 ซึ่งประกอบด้วย

4.4.1 อัตราไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาผ่านจังหวัดนครสวรรค์ , เขื่อนเจ้าพระยา , เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ระหว่างวันที่ 16 กันยายน 2549 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2549 และผลการสำรวจปริมาณน้ำผ่านบางไทร ระหว่าง วันที่ 2 ตุลาคม ถึง 30 พฤศจิกายน 2549

4.4.2 ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่สถานีวัดน้ำของโครงการ Hydrodynamic Flow Measurement กรมชลประทาน วันที่ 2 ตุลาคม ถึง 30 พฤศจิกายน 2549

4.4.3 ข้อมูลการระบายน้ำผ่านคลองลัดโพธิ์ ที่ดำเนินการ ระหว่างวันที่ 2 ตุลาคม ถึง 30 พฤศจิกายน 2549

4.4.4 ผลการสำรวจปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านบริเวณคลองลัดโพธิ์ ทั้งก่อนถึงปากคลอง และหลังจากปลายคลองลัดโพธิ์

4.4.5 ผลการสำรวจปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านกรมชลประทานสามเสน ในเดือนตุลาคม– พฤศจิกายน 2549

4.4.6 ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา กรณีประตูระบายคลองลัดโพธิ์เปิดบานระบายพ้นน้ำ และปิดบาน ในวันที่ 27 -30 พฤศจิกายน 2549

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 การศึกษาแบบจำลองทางกายภาพของคลองลัดโพธิ์

ก่อนการก่อสร้างโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทานได้ศึกษาทดลองแบบจำลองทางกายภาพของแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองลัดโพธิ์ตามแบบก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบสภาพการไหลของน้ำบริเวณที่เชื่อมกับแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งทางด้านปากคลองและปลายคลองเมื่อระบายน้ำผ่านคลองปริมาณต่าง ๆ กัน ที่อาจเกิดกระแสน้ำหมุนวนกัดเซาะตลิ่งและเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือสัญจร พร้อมกับหาข้อกำหนดในการเปิดปิดควบคุมประตูระบายน้ำให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการ

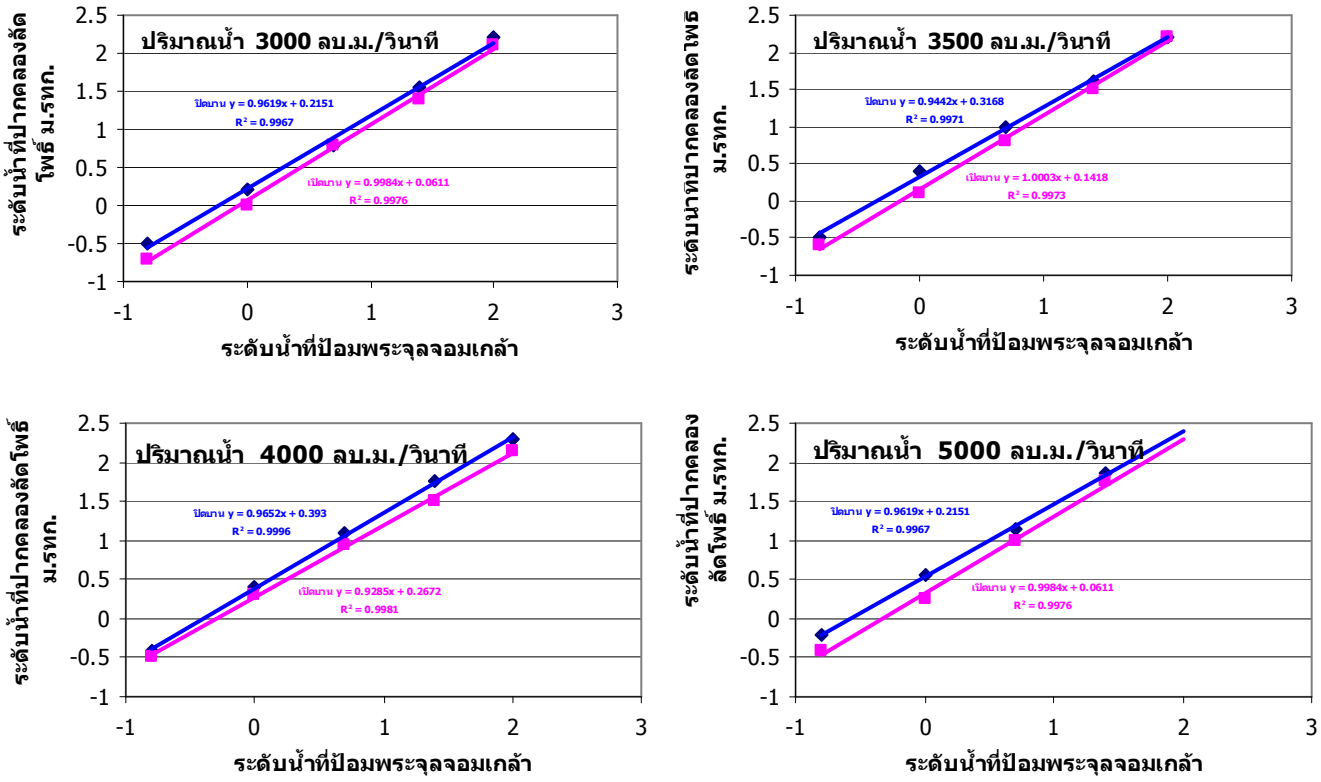
ภาพที่ 3 แบบจำลองที่สร้างย่อมาตราส่วนจากของจริง 1:100 ในแนวตั้ง และ 1:500 ในแนวราบ มีขอบเขตตั้งแต่บริเวณสะพานแขวนพระราม9 ถึง ท่าเรือพระประแดง และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทดลอง

จากการศึกษาทดลองพบว่า ความแรงของน้ำจากปลายคลองลัดโพธิ์ไม่สามารถพุ่งไปถึงฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำเจ้าพระยา เพียงแต่เกิดกระแสน้ำหมุนวนเข้าหาฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาทางด้านท้ายของคลองลัดโพธิ์ ทั้งกรณีเปิดบานระบายเพียงบางส่วนและเปิดบานระบายพ้นน้ำ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการเปิดประตูระบายคลองลัดโพธิ์มีผลทำให้ระดับน้ำด้านหน้าปากคลองและการท่าเรือแห่งประเทศไทยมีระดับลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4

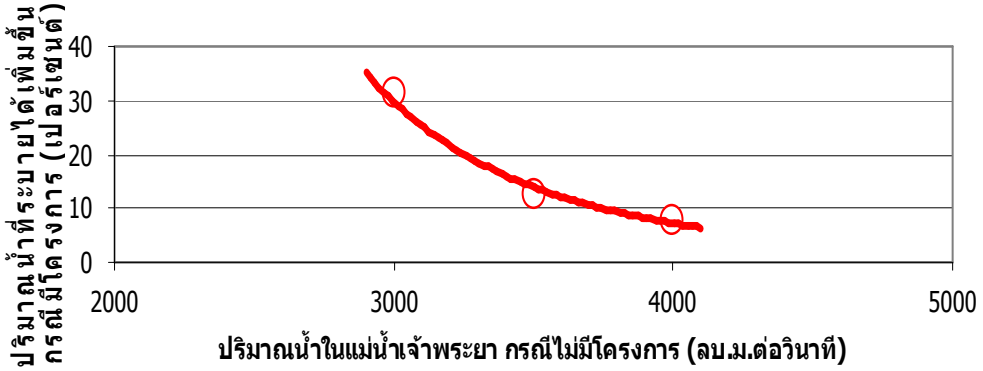
ภาพที่ 4 สภาพการไหลของน้ำออกจากปลายคลองลัดโพธิ์สู่แม่น้ำเจ้าพระยา จากการทดลองในแบบจำลอง (โดยใส่สีเพื่อตรวจสอบสภาพการไหลของน้ำ)

การศึกษาตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นการไหลสภาพจริงของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณคลองลัดโพธิ์ มีค่าเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ขึ้นกับอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลและปริมาณน้ำหลาก ซึ่งจากการตรวจสอบช่วงเวลาน้ำหลากพบว่า ปริมาณน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและมีค่าระหว่าง ประมาณ 1,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูง และประมาณ 5,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุด จึงได้กำหนดปริมาณน้ำในการทดลองแบบจำลองสภาวะที่น้ำเหนือหลากและทำให้อัตราการไหลสูงสุดที่บริเวณสะพานพระราม 9 ประมาณ 3000 , 3500 , 4000 และ 5000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เป็นค่าที่ใช้ในการทดลองแบบจำลอง

ผลการทดสอบแบบจำลองเมื่อปริมาณน้ำไหลผ่านบริเวณสะพานพระราม 9 ประมาณ 3,000-5,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้าระหว่าง -0.8 ถึง +2.0 เมตร รทก. ผลการทดสอบพบว่า เมื่อเปิดบานระบายพ้นน้ำ ระดับน้ำที่ปากคลองลัดโพธิ์ ลดลงประมาณ 0.10 ม. ถึง 0.30 ม. ตามลำดับ หรือในทางกลับกัน ผลจากการลดระดับน้ำดังกล่าว ทำให้ปริมาณน้ำไหลเพิ่มได้อีกประมาณ 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ จากปริมาณน้ำเดิม ดังรายละเอียดแสดงในภาพที่ 5 ถึง 6



ภาพที่ 5 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยา กรณีปิดและเปิดบานระบายพ้นน้ำ เมื่ออัตราการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณสะพานพระราม 9 มีค่าประมาณ 3000 - 5000 ลบ.ม.ต่อวินาที



ภาพที่ 6 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ของปริมาณการระบายน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีโครงการคลองลัดโพธิ์

5. 2 ผลการตรวจสอบสภาพการไหลของน้ำผ่านคลองลัดโพธิ์สภาพจริง

การตรวจสอบสภาพการไหลของน้ำจากปลายคลองลัดโพธิ์ออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา สภาพการไหลมีความคล้ายคลึงกับในแบบจำลองที่ศึกษา โดยความแรงของกระแสน้ำพุ่งไปไกลที่สุดถึงประมาณกลางลำน้ำไม่พุ่งไปกระทบฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาด้านตรงข้ามกับปลายคลอง จึงสามารถเปิดบานระบายได้เต็มที่เพื่อเร่งระบายน้ำออกสู่ทะเลให้ได้มากที่สุด ทำให้ได้ปริมาณน้ำที่ระบายเพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ภาพถ่ายจากบนสะพานถนนวงแหวนอุตสาหกรรม แสดงสภาพการไหลของน้ำจากปลายคลองลัดโพธิ์ออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา แนวสีขาวแสดงถึงทิศทางของกระแสน้ำจากปลายคลองลัดโพธิ์ที่บรรจบกับการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาด้านท้ายคลอง

5.3 การเปิดปิดประตูระบายคลองลัดโพธิ์

โครงการชลประทานสมุทรปราการ ได้ทำการควบคุมประตูระบายน้ำคลองลัดโพธิ์ โดยยึดถือวิธีการเปิดบานระบายตามผลการศึกษาวางโครงการ ที่กรมชลประทานได้ทำการศึกษาเมื่อปี 2541 ดังนี้

- ควบคุมอัตราการไหลผ่านคลองลัดโพธิ์ไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เมตร ต่อ วินาที และความเร็วกระแสน้ำในคลองไม่เกิน 0.9 เมตรต่อวินาที เพื่อป้องกันกระแสน้ำจากปลายคลองพุ่งไปกัดเซาะตลิ่งของแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตรงข้ามกับปลายคลองลัดโพธิ์
- ปิดบานระบายเวลาน้ำขึ้น จนถึงขึ้นสูงสุด และเปิดบานระบายตั้งแต่น้ำเริ่มลง ถึงน้ำลงต่ำสุด

การเปิดประตูระบายคลองลัดโพธิ์ ได้เริ่มดำเนินการ เมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2549 เวลา 19.30 น. โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำพยากรณ์ของสถานีวัดน้ำท่าเรือกรุงเทพ เป็นแนวทางในการควบคุมบานระบาย

- ช่วงแรกระหว่างวันที่ 2–16 ตุลาคม 2549 การเปิดปิดบานระบายได้ดำเนินการตามหลักการที่กำหนดไว้
- ช่วงหลังในเวลาต่อมาจากการสังเกตและตรวจวัดอัตราการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าช่วงเวลาน้ำหลากน้ำเหนือมาก ทิศทางการไหลของน้ำยังคงไหลลงทะเลตลอดเวลา ทั้งช่วงเวลาน้ำขึ้นและน้ำลงจึงได้ทำการเปิดบานระบายตลอดเวลาเพื่อระบายน้ำลงทะเลให้มากที่สุด โดยยกบานพ้นน้ำเวลาน้ำขึ้นสูงสุด และยกบานไม่พ้นน้ำในเวลาน้ำลง เพื่อควบคุมความเร็วกระแสน้ำไม่ให้รุนแรงจนเกินไป

ผลการระบายน้ำผ่านคลองลัดโพธิ์ ช่วงเดือน ตุลาคม ถึง เดือน พฤศจิกายน 2549 เป็นดังนี้

- เดือน ตุลาคม 2549
  - อัตราการระบายน้ำผ่านประตูระบายเฉลี่ยวันละประมาณ 487 ลบ.ม./วินาที
  - คิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายออกทะเล วันละประมาณ 42 ล้าน ลบ.ม.
  - ปริมาณน้ำที่ระบายรวมเฉลี่ย เดือน ตุลาคม 993 ล้าน ลบ.ม.
- เดือน พฤศจิกายน 2549
  - อัตราการระบายน้ำผ่านประตูระบายเฉลี่ยวันละประมาณ 405 ลบ.ม./วินาที
  - คิดเป็นปริมาณน้ำที่ระบายออกทะเล วันละประมาณ 35 ล้าน ลบ.ม.
  - ปริมาณน้ำที่ระบายรวมเฉลี่ย เดือน พฤศจิกายน 933 ล้าน ลบ.ม.
  - รวมปริมาณน้ำที่ระบายออกทะเลผ่านคลองลัดโพธิ์ 2 เดือนประมาณ 1,926 ล้าน ลบ.ม.

5.4 การสำรวจปริมาณน้ำที่ไหลผ่านบริเวณคลองลัดโพธิ์

ฝ่ายมาตรฐานเครื่องมืออุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำได้ทำการสำรวจปริมาณน้ำที่ระบายลงมาก่อนถึงปากคลองลัดโพธิ์ที่สะพานพระราม 9 และหลังจากระบายผ่านคลองลัดโพธ์ เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำส่วนที่ไหลผ่านคลองลัดโพธิ์ ไหลผ่านการท่าเรือแห่งประเทศไทย และปริมาณน้ำรวมทั้งหมด

วันที่ 23 – 25 ตุลาคม 2549

อัตราการไหลผ่านคลองลัดโพธิ์เฉลี่ย 524 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 15 % ของปริมาณน้ำทั้งหมด

อัตราการไหลผ่านการท่าเรือเฉลี่ย 2,985 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 85 % ของปริมาณน้ำทั้งหมด

อัตราการไหลรวมเฉลี่ยของแม่น้ำเจ้าพระยา 3,509 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 100% ของปริมาณน้ำทั้งหมด

วันที่ 6 – 10 พฤศจิกายน 2549

อัตราการไหลผ่านคลองลัดโพธิ์เฉลี่ย 456 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 13% ของปริมาณน้ำทั้งหมด

อัตราการไหลผ่านการท่าเรือเฉลี่ย 3,051 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 87% ของปริมาณน้ำทั้งหมด

อัตราการไหลรวมเฉลี่ยของแม่น้ำเจ้าพระยา 3,507 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 100 % ของปริมาณน้ำทั้งหมด

วันที่ 23 – 29 พฤศจิกายน 2549

อัตราการไหลผ่านคลองลัดโพธิ์เฉลี่ย 390 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 15% ของปริมาณน้ำทั้งหมด

อัตราการไหลผ่านการท่าเรือเฉลี่ย 2,298 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 85% ของปริมาณน้ำทั้งหมด

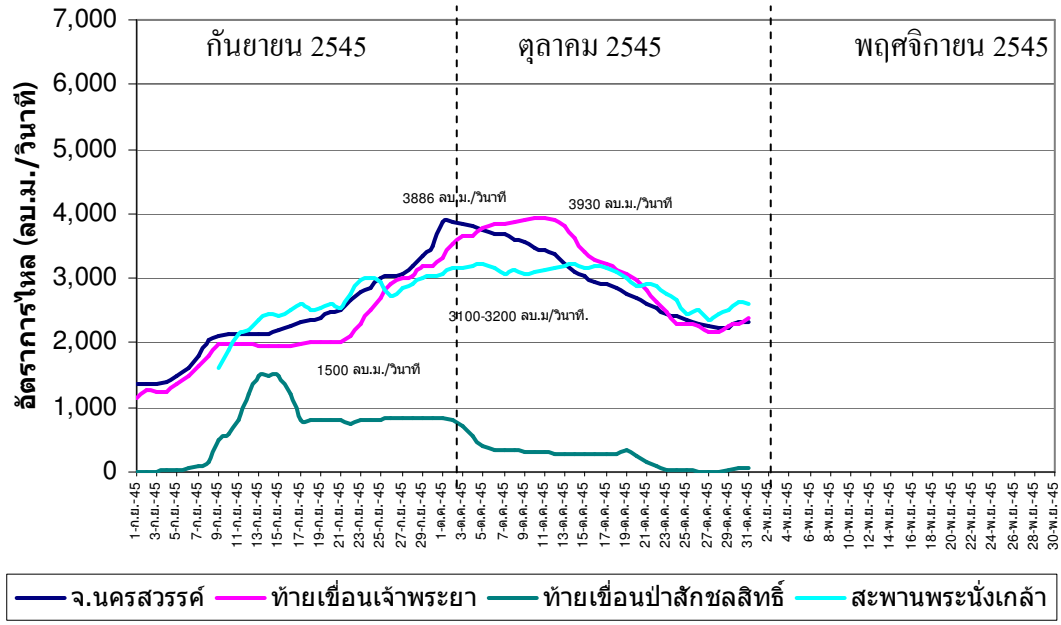
อัตราการไหลรวมเฉลี่ยของแม่น้ำเจ้าพระยา 2,688 ลบ.ม./วินาที คิดเป็น 100 % ของปริมาณน้ำทั้งหมด

5.5 การระบายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาเปรียบเทียบก่อนมีและหลังมีโครงการคลองลัดโพธิ์

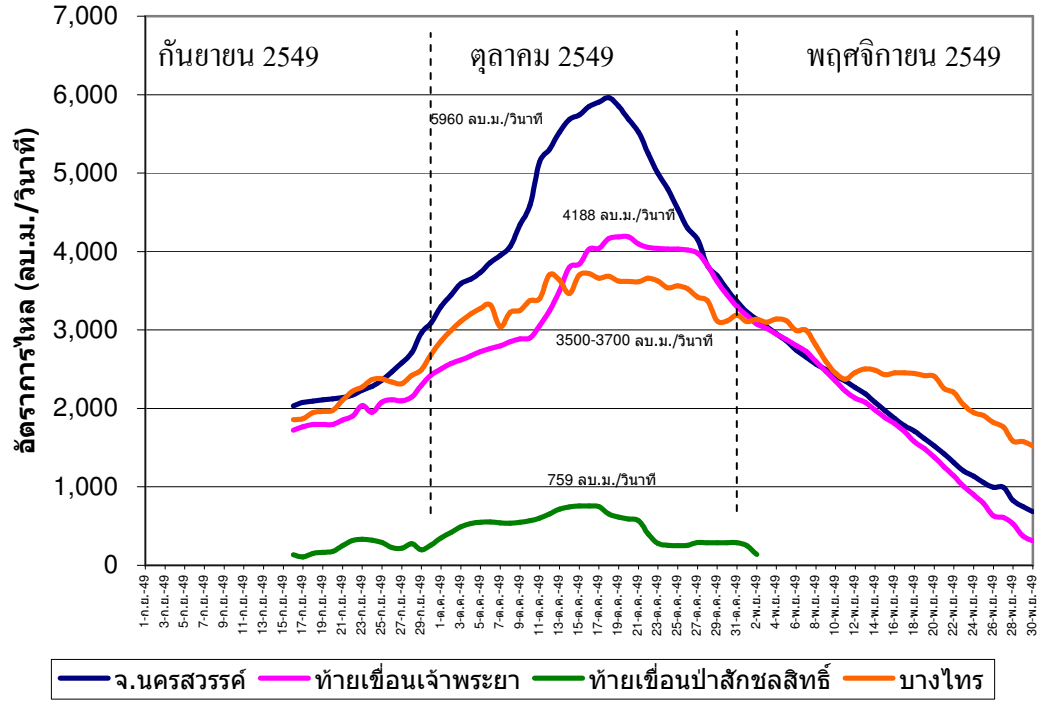
เพื่อทำการตรวจสอบเปรียบเทียบการระบายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา สภาพก่อนมีโครงการคลองลัดโพธิ์ และหลังปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ สำนักวิจัยและพัฒนา ได้นำข้อมูลปริมาณน้ำ การระบายน้ำ ระดับน้ำจากการสำรวจ และบันทึกสภาพก่อนมีโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ ปี พ.ศ. 2545 และเมื่อโครงการคลองลัดโพธิ์ดำเนินการระบายน้ำ ในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบ ประกอบด้วย

5.5.1 ข้อมูลปริมาณน้ำหลากของแม่น้ำเจ้าพระยาระหว่างเดือน กันยายน ถึง ปลายเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2545 (ภาพที่ 8) ประกอบด้วย

5.5.2 ข้อมูลปริมาณน้ำหลาก ของแม่น้ำเจ้าพระยา ปี 2549 ตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน ถึง 30 พฤศจิกายน 2549 (ดังภาพที่ 9)



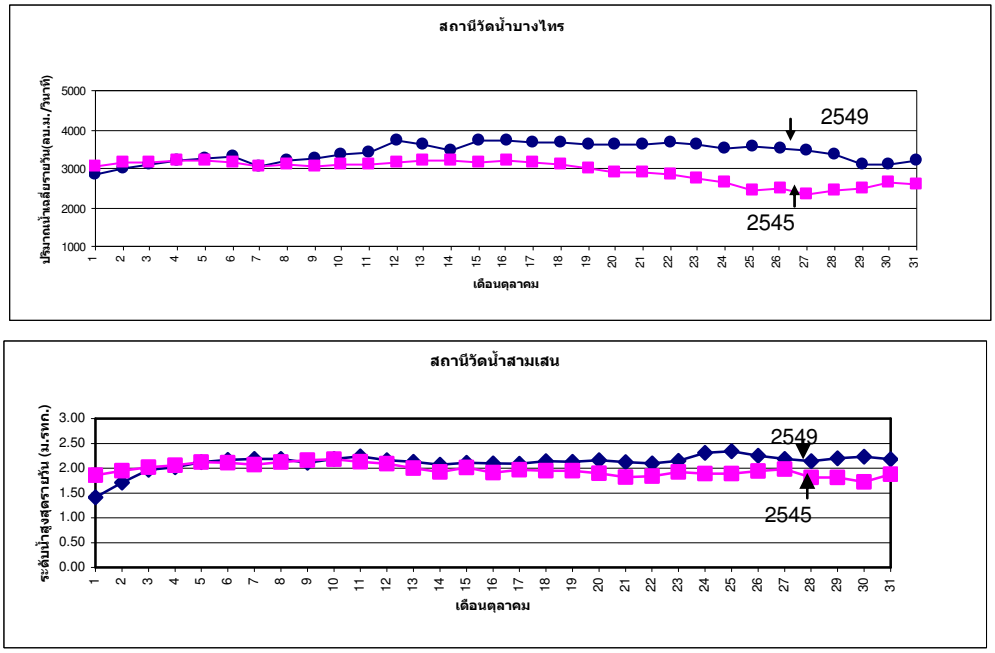
ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำเหนือของแม่น้ำเจ้าพระยาและที่ผ่านสะพานพระนั่งเกล้า ปี พ.ศ.2545



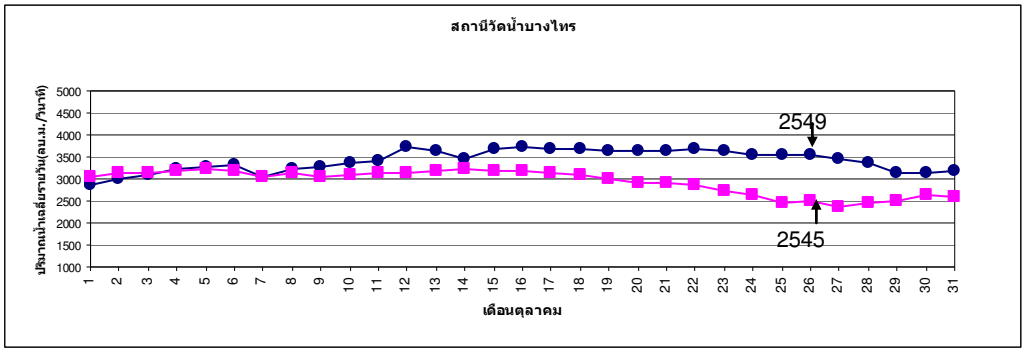
ภาพที่ 9 ปริมาณน้ำเจ้าพระยาตามจุดต่างๆที่สำรวจในปี พ.ศ.2549 และการไหลเสริมจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

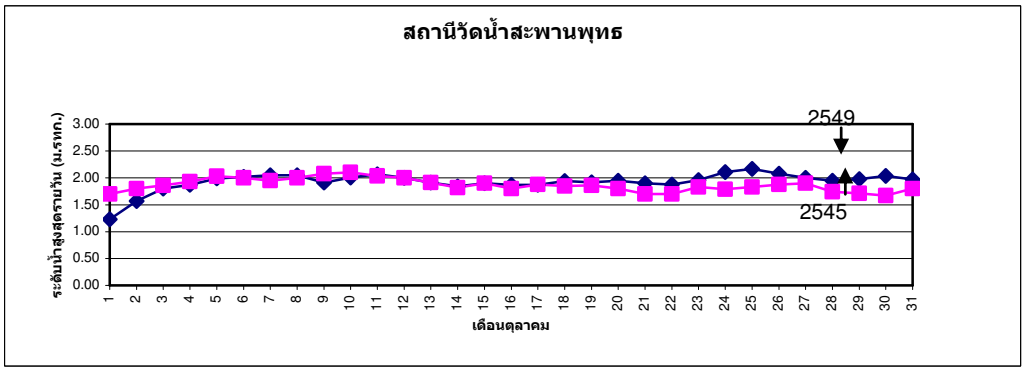
5.5.3 ข้อมูลระดับน้ำ ในแม่น้ำเจ้าพระยาที่สถานีวัดระดับน้ำต่าง ๆ ที่อำเภอบางไทร ปทุมธานี , กรมชลประทานปากเกร็ด , กรมชลประทานสามเสน , สะพานพระพุทธยอดฟ้า , การท่าเรือแห่งประเทศไทย , ป้อมพระจุลจอมเกล้า และระดับน้ำด้านเหนือ และท้ายประตูระบายคลองลัดโพธิ์

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานคร ปี 2549 กับ ปี พ.ศ. 2545 แล้ว ปริมาณน้ำ ปี 2549 มากกว่าปี 2545 ทำให้ระดับน้ำสูงสุดในแม่น้ำเจ้าพระยา ตามจุดต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครสูงกว่าระดับน้ำในปี พ.ศ. 2545 แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ระดับน้ำสูงสุดที่สะพานพระพุทธยอดฟ้า ระหว่างวันที่ 11 ถึง 17 ตุลาคม 2549 ซึ่งเป็นเวลาที่โครงการคลองลัดโพธิ์เปิดบานระบายน้ำเฉลี่ยวันละ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีค่าใกล้เคียงกับใน พ.ศ. 2545 ทั้ง ๆ ที่ปริมาณน้ำเหนือมากกว่า ปี 2545 ประมาณ 13 % (ปริมาณน้ำปี 2545 ประมาณ 3,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ ปี 2549 ปริมาณน้ำประมาณ 3,600 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) และที่การท่าเรือแห่งประเทศไทยพบว่าระดับน้ำลดลงอย่างชัดเจน ประมาณ 0.20 ถึง 0.30 เมตร การเปรียบเทียบระดับน้ำและปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ.2545 และปี พ.ศ.2549 ภาพที่ 8 ถึง 12

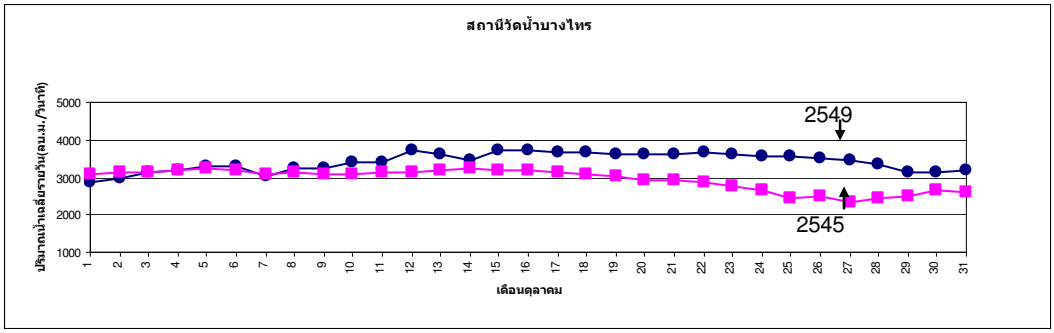


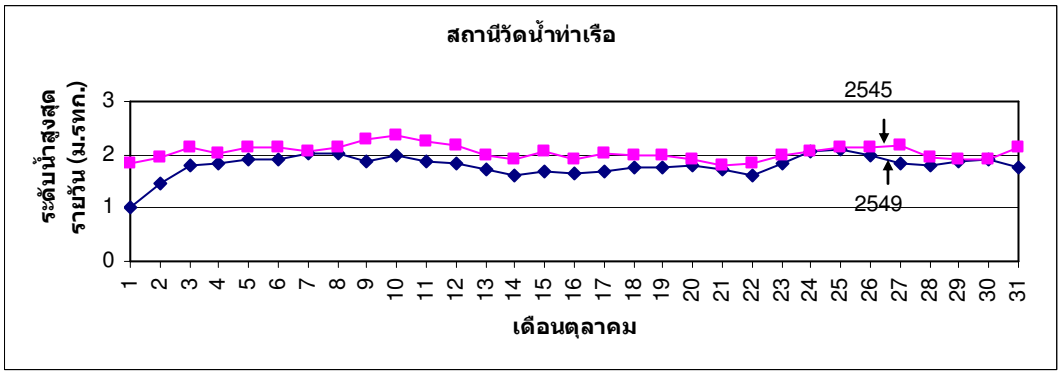
ภาพที่ 10 ระดับน้ำที่กรมชลประทานสามเสน เมื่อวันที่ 3-4 ตุลาคม ปริมาณน้ำผ่านอำเภอบางไทรประมาณ 3,100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับน้ำในปี 2549 ต่ำกว่า ปี 2545 ประมาณ 0.05 เมตร ขณะที่ช่วงเวลาอื่นระดับน้ำในปี 2549 ยังคงสูงกว่าปี 2545





ภาพที่ 11 ระดับน้ำที่สะพานพระพุทธยอดฟ้า ระหว่างวันที่ 10 -17 ตุลาคม เมื่อปริมาณน้ำผ่านเพิ่มจาก 3,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีใน ปี พ.ศ.2545 และ 3,600 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีใน ปี พ.ศ.2549 ระดับน้ำทั้งสองปียังคงใกล้เคียงกัน



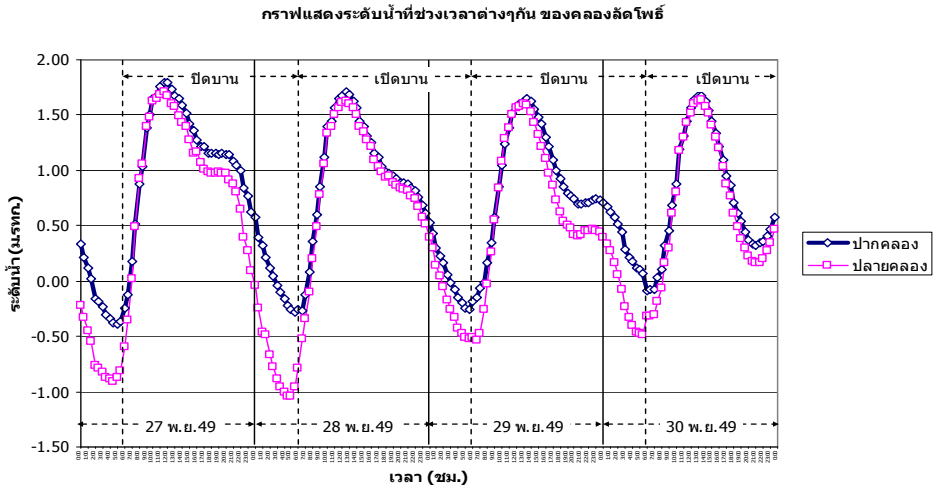


ภาพที่ 12 ระดับน้ำที่การท่าเรือแห่งประเทศไทย ระดับน้ำในปี 2549 ลดลงต่ำกว่าในปี 2545 โดยเฉลี่ยประมาณ 0.20 ถึง 0.30 เมตร

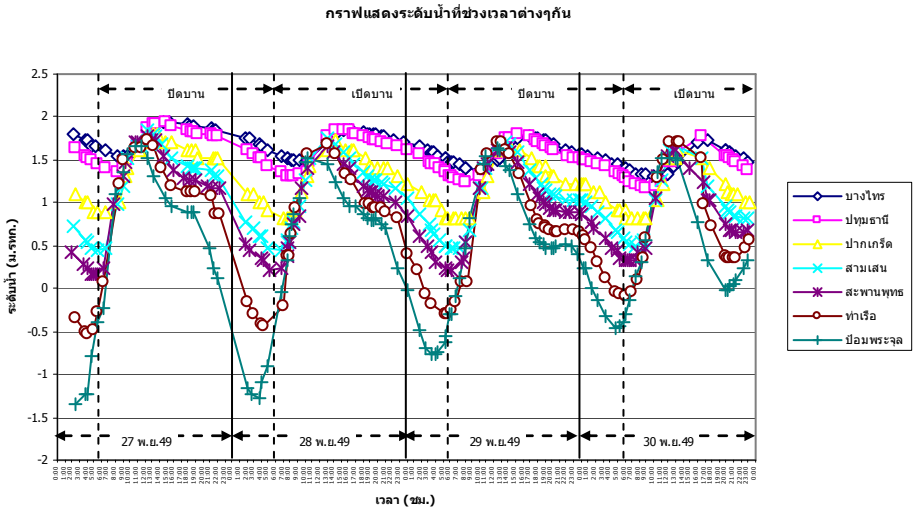
5.6 เปรียบเทียบการลดระดับน้ำ กรณีเปิดบานพ้นน้ำ กับ ปิดบานระบายคลองลัดโพธิ์

การทดสอบผลการลดระดับน้ำ เมื่อเปิดประตูระบายคลองลัดโพธิ์เทียบกับกรณีปิดบานระบายได้ดำเนินการในระหว่างวันที่ 27 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549 ซึ่งเป็นสภาวะที่ปริมาณน้ำเหนือ จากการตรวจวัดที่อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ลดลงจนสู่สภาวะปกติ ไม่เกิดผลกระทบต่อปัญหาการระบายน้ำท่วมของพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อเปรียบเทียบผลการลดระดับน้ำ ได้ดำเนินการดังนี้ วันที่ 27 และ 29 พฤศจิกายน 2549 ปิดบานระบาย วันที่ 28และ30 พฤศจิกายน 2549 เปิดบานระบาย โดยที่ปริมาณน้ำเหนือผ่านบางไทร จากการวัดและบันทึกโดยเครื่องบันทึกต่อเนื่อง มีค่า 1,763, 1,586 , 1,578 และ 1,524 ลูกบาศก์เมตร ต่อ วินาที ในวันที่ 27, 28 , 29 , และ 30 พฤศจิกายน 2549 ตามลำดับ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการลดระดับน้ำกรณีปิดบานระบายและเปิดบานระบายพ้นน้ำ ได้นำข้อมูลระดับน้ำที่มีการบันทึกทุกสถานีมาหาความสัมพันธ์ เทียบกับระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า โดยพิจารณาเวลาเหลื่อม (Lag Time) ของระดับน้ำ ณ จุดต่างๆ



ภาพที่ 13 ระดับน้ำที่ปากคลองและท้ายประตูระบาย คลองลัดโพธิ์ กรณีปิดบานและยกบานพ้นน้ำ



ภาพที่ 14 ระดับน้ำตามสถานีวัดต่าง ๆ ในแม่น้ำเจ้าพระยา กรณีปิดบานและยกบานพ้นน้ำ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปิดบานระบายพ้นน้ำและปิดบานระบายครั้งนี้ได้ทำภายใต้เงื่อนไข อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำจากการวัดที่กรมชลประทานสามเสน วันที่ 27 และ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 1,220 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอย ของความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า กับสถานีอื่นๆ มีดังนี้

การท่าเรือแห่งประเทศไทย

Y = 0.7366 X + 0.5314 กรณีปิดบาน

Y = 0.8695 X + 0.3203 กรณีเปิดบาน

โดย X = ระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า (ม.รทก.)

Y = ระดับน้ำที่การท่าเรือแห่งประเทศไทย (ม.รทก.)

ปากคลองลัดโพธิ์

Y = 0.6747 X + 0.604 กรณีปิดบาน

Y = 0.7657 X + 0.362 กรณีเปิดบาน

โดย X = ระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า (ม.รทก.)

Y = ระดับน้ำที่ปากคลองลัดโพธิ์ (ม.รทก.)

สะพานพระพุทธยอดฟ้า

Y = 0.5225 X + 0.8503 กรณีปิดบาน

Y = 0.5872 X + 0.6679 กรณีเปิดบาน

โดย X = ระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า (ม.รทก.)

Y = ระดับน้ำที่สะพานพุทธยอดฟ้า (ม.รทก.)

กรมชลประทานสามเสน

Y = 0.4583 X + 0.9956 กรณีปิดบาน

Y = 0.5467 X + 0.8281 กรณีเปิดบาน

โดย X = ระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า (ม.รทก.)

Y = ระดับน้ำที่กรมชลประทานสามเสน (ม.รทก.)

ผลการทดสอบการลดระดับน้ำ กรณีเปิดบานระบายพ้นน้ำ และปิดบานระบายเมื่อวันที่ 27 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549 เมื่อปริมาณน้ำเจ้าพระยาเฉลี่ยประมาณ 1,220 ลบ.ม.ต่อ วินาที จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ของระดับน้ำที่สถานีสะพานพระพุทธยอดฟ้า การท่าเรือแห่งประเทศไทย กรมชลประทานสามเสน เทียบกับระดับน้ำที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า พบว่าการปิดบานระบายน้ำทำให้ระดับสูงขึ้นทุกสถานี

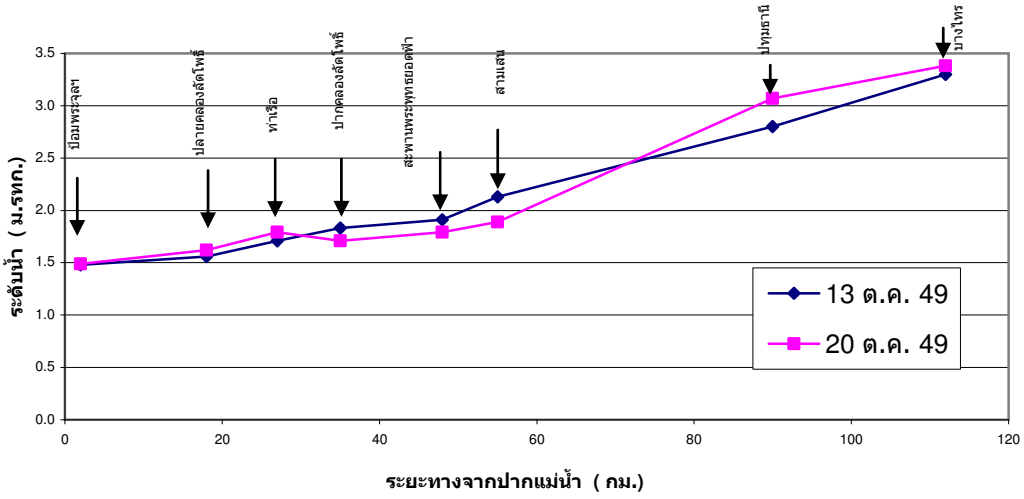
อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการลดระดับน้ำกรณีเปิดและปิดประตูระบายคลองลัดโพธิ์ ในวันที่ 27 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549 เป็นเพียงการวิเคราะห์เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่าง ภายใต้สภาวะการไหลของปริมาณน้ำเจ้าพระยาเฉลี่ยประมาณ 1,220 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ภายใต้เงื่อนไขการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลช่วงหนึ่ง ยังไม่สามารถนำไปพยากรณ์เปรียบเทียบระดับน้ำในสภาวะต่างๆได้ทุกกรณี การวิเคราะห์จำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำและระดับน้ำขึ้นลงในทะเลในสภาวะการไหลต่างๆหลายกรณี เพื่อให้ครอบคลุมสภาวะต่างๆให้มากที่สุด

5.7 ผลการตรวจสอบระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา

ผลการตรวจวัดระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำผ่านกรุงเทพมหานคร สูงสุดระหว่างวันที่ 12 ถึง 23 ตุลาคม 2549 จากการตรวจวัดที่อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและกรมชลประทานสามเสน มีค่าประมาณ 3,500 – 3,700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยที่ระดับน้ำสูงสุดที่อำเภอบางไทร ซึ่งเป็นจุดที่อิทธิพลของระดับน้ำขึ้นลงในทะเลมีน้อยที่สุด เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2549 ระดับ 3.38 ม.รทก.

ส่วนระดับน้ำสูงสุด จากการบันทึกช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 ที่สถานีบางไทร ปทุมธานี กรมชลประทานปากเกร็ด กรมชลประทานสามเสน สะพานพระพุทธยอดฟ้า การท่าเรือแห่งประเทศไทย และ ป้อมพระจุลจอมเกล้า มีค่า 3.38, 3.07, 2.76, 2.34, 2.17, 2.11 และ 1.93 เมตร รทก. ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำ กรณีเปิดและปิดบานระบายช่วงเวลาน้ำมาก ปริมาณผ่านอำเภอบางไทรประมาณ 3,600 ลบ.ม.ต่อวินาที ในสภาวะที่น้ำทะเลหนุนสูงสุดของวันที่ 13 ตุลาคม 2549 ซึ่งเป็นสภาวะที่โครงการปิดประตูระบายน้ำคลองลัดโพธิ์ เทียบกับวันที่ 20 ตุลาคม 2549 ในสภาวะที่โครงการเปิดบานระบายพ้นน้ำ พบว่าระดับน้ำที่บริเวณสะพานพุทธยอดฟ้า ลดลงประมาณ 0.12 เมตร (สภาวะที่น้ำทะเลหนุนสูงสุด) ดังแสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 เปรียบเทียบการลดระดับน้ำ กรณีปิดและเปิดบานประตูระบาย โดยวันที่ 13 ต.ค.2549 ปิดบาน ปริมาณน้ำบางไทร 3,635 ลบ.ม.ต่อวินาที และวันที่ 20 ต.ค.2549 เปิดบาน ปริมาณน้ำบางไทร 3,621 ลบ.ม.ต่อวินาที

6. สรุป

จากผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การระบายน้ำและการลดระดับน้ำ เห็นได้ชัดเจนว่าคลองลัดโพธิ์สามารถช่วยเสริมการระบายจากสภาพธรรมชาติของแม่น้ำเจ้าพระยาให้ระบายได้เร็วขึ้นซึ่งจะส่งผลถึงลดระดับน้ำตามจุดต่างๆในเขตกรุงเทพมหานคร ส่วนการวิเคราะห์ครั้งนี้ยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ที่ชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ สัมพันธ์กับปริมาณน้ำเหนือและการขึ้นลงของระดับน้ำในทะเลอันเป็นผลจากการระบายน้ำของคลองลัดโพธิ์ จำเป็นต้องพิจารณาการปิดเปิดบานระบายและปริมาณน้ำหลายกรณีในช่วงเวลาที่ยาวพอสมควร

เอกสารอ้างอิง

1. บริษัท พอล คอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัท ครีเอทีฟ เทคโนโลยี จำกัด. 2541, รายงานการศึกษาทบทวนวางโครงการและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ จังหวัดสมุทรปราการ, กรุงเทพฯ

2. สำนักวิจัยและพัฒนา. 2545, การสำรวจปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงฤดูน้ำหลากปี 2545 โครงการหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณน้ำปากแม่น้ำเจ้าพระยา อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (Hydrodynamic Flow Measurement), กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ

3. สำนักวิจัยและพัฒนา. 2547, การสำรวจข้อมูลชลศาสตร์การไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงฤดูน้ำหลาก เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในโครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์, กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ

4. สำนักวิจัยและพัฒนา. 2547, การศึกษาแบบจำลองชลศาสตร์ประตูระบายคลองลัดโพธิ์ โครงการปรับปรุงคลองลัดโพธิ์ จ. สมุทรปราการ กรณีศึกษาแนวทางการควบคุมประตูระบายน้ำคลองลัดโพธิ์, สวพ. 4/2547 กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ

5. V.T. CHOW. 1959, Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company

6. Simpson, M.R. & Oltmann, R.N. Discharge-Measurement system using an acoustic Doppler Current profiler with applications to large river and estuaries. Washington, 1993

7. USBR. Water Measurement manual. Washington, 1997