บทที่ 3

การศึกษาที่ผ่านมา

3.1 ฝายสันวงกลม (Circular Crested Weir)

ได้มีการนำฝายสันวงกลมมาประยุกต์ใช้งานด้านวิศวกรรมชลศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ได้เช่นเดียวกับฝายชนิดอื่นๆ ตามความเหมาะสมอันได้แก่ เป็นเครื่องมือการวัดอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่การชลประทาน สามารถสร้างเป็นฝายน้ำล้นเพื่อการเก็บกักและทดระดับน้ำให้สูงขึ้นเพื่อการเกษตรกรรมในระดับแปลงนา สำหรับการศึกษาที่ผ่านมาสรุปได้ดังนี้ คือ

Fawer และ Hegly (1939) ได้ศึกษาฝายทรงกระบอก (Cylinder Weir) ที่มีสันฝายเป็นวงกลม (Circular Crested Weir) โดยมีลาดด้านหน้า และ ท้ายฝายอยู่ในแนวดิ่ง (Vertical) ได้สรุปสูตร การหาค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล (C_d) เรียกว่า **"Fawer ' equation "** ดังนี้คือ

$$C_d = 1.5 [\ 0.385 + 0.085 (H_1 / R) - 0.01 (H. / R)^2]$$

เมื่อ H_1 = หัวพลังงานรวม เหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ

R = รัศมีวงกลมสันฝาย

โดย $H_1 / R < 5$

Mathew (1963) ได้ทำการศึกษาฝายสันวงกลมที่มีค่า $H_1 / R \leq 1$ ที่เป็นแนวทางการศึกษาเบื้องต้นถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากอิทธิพลของแรงดึงผิว (Surface Tension) ,ค่าความหนืด (Viscosity) , และ ค่ารัศมีความโค้ง (Radius of Curvature) นั้น พบว่ามีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลของน้ำผ่านฝาย (C_d)

Sarginson (1972) ศึกษาฝายสันวงกลมรูปทรงกระบอก (Full Circle Cylindrical Crest) (ดูรูป 3 - 1 ประกอบ) มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมสันฝาย ระหว่าง 6 มม. ถึง 136 มม.ได้สรุปผลจากการศึกษา ดังนี้คือ

1. สูตรที่ใช้คำนวณ อัตราการไหล (Q) ได้แก่

$$Q = (2/3)\, C_d\, L\sqrt{2g}\, h^{1.5}$$

เมื่อ L = ความยาวสันฝาย

h = ความสูงน้ำเหนือฝายด้านเหนือน้ำ

C_d = ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลของน้ำผ่านฝาย

2. กรณีที่เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมน้อยกว่า 86 มิลลิเมตร. ค่า C_d มีค่าลดลง เมื่อค่ารัศมีสันฝายลดลงเนื่องมาจากอิทธิพลของความหนืด (Viscosity) และความขรุขระ (Roughness)

3. กรณี ที่ h / R มากกว่าหรือเท่ากับ 2 จะเกิดการแยกการไหล (Flow Seperation) ขึ้นบนสันฝาย และค่า C_d จะไม่เพิ่มขึ้นแม้ว่าค่า h / R เพิ่มขึ้น และค่า C_d จะลดลงเมื่อค่า h / R มีค่ามากกว่า 4

4. การที่มีส่วนเกินของสันฝายทรงกระบอกยื่นไปทางด้านเหนือน้ำทำให้ความสูงสันฝายมีผลกระทบต่อค่า C_d น้อยมาก และทำให้เกิดสภาวะน้ำนิ่ง (Stagnant)ภายใต้ส่วนที่ยื่นเกินออกมา

Rouve และ Indlekofer (1974) ศึกษาฝายสันครึ่งวงกลม (Semi Circular Crested Weir) โดยมีค่ารัศมีวงกลมสันฝาย (R) ระหว่าง 1 ถึง 15 ซม. และความสูงฝาย (P)ระหว่าง 20 ถึง 95 ซม. (ดูรูป 3 - 2 ประกอบ) สรุปได้ว่า

1. สูตรที่ใช้คำนวณ อัตราการไหล (Q) ได้แก่

$$Q = (2/3)\, C_d\, L\sqrt{2g}\; H^{1.5}$$

เมื่อ L = ความยาวสันฝาย

H = หัวพลังงานรวมเหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ

C_d = ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลของน้ำผ่านฝาย

2. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล (C_d) คือ ค่า H / R และเมื่อค่า H / R มีค่าน้อยๆ ม่านน้ำ (Nappe) ยังคงสัมผัสกับผิวสันฝาย และผลกระทบเนื่องจากอิทธิของความหนืดจะทำให้ ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล (C_d) น้อยลง

3. ค่า $(H / R) < 1$ ค่า C_d มีค่าน้อยลงเมื่อค่า R ลดลง

Bos (1978) ได้รวบรวมข้อมูลการวิจัยของ Escande และ Sananes (1959) ที่ทำการศึกษาฝายสันวงกลม โดยมีค่ามุมลาดด้านท้ายน้ำ (θ) = 45 องศา และค่า H_1 / R น้อยกว่า 10 นำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความดันบนสันฝาย $(P/\gamma H_1)_{cr}$ กับ (H_1 / R) ดังนี้คือ

$$(p/\gamma H_1)_{cr} \approx 0.71 - [\,0.44\,(H_1 / R)\,]$$

เมื่อ p = ความดันบนสันฝาย

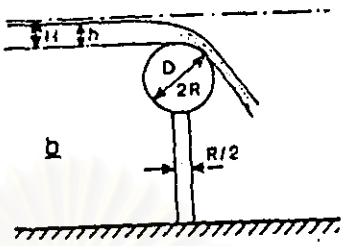
γ = น้ำหนักจำเพาะของน้ำ (Specific weight of water)

H_1 = หัวพลังงานรวมเหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ

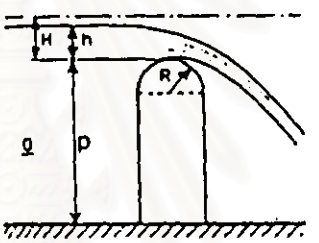
R = รัศมีวงกลมสันฝาย (Radius of Circular Crest)

และได้วิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมโดยสรุปว่า

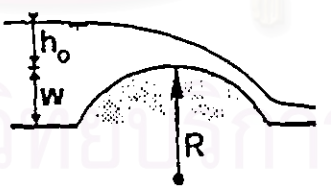
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 3 - 1 ฝายสันวงกลม ของ Sarginson (1972)



รูป 3 -2 ฝายสันครึ่งวงกลม ของ Rouve & Indlekofer (1974)



รูป 3 -3 ฝายสันโค้ง ของ Hager (1985)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$0.05 < (H_1 / R) \leq 5.5$ ค่า C_d มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ ค่า H_1 / R เพิ่มขึ้น

$5.50 < (H_1 / R) \leq 9.50$ ค่า C_d ไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่า ค่า H_1 / R เพิ่มขึ้น

Seshadri (1981) ได้ศึกษาฝายสันวงกลมที่มีความสูงฝายต่ำ (Low weir heights) มีค่ามุมลาดด้านหน้าฝาย = 63.4° และค่ามุมลาดด้านท้ายฝาย (θ) = 63.4° โดยพิจารณาที่ค่า H_1/R น้อยกว่า 5 เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล (C_d) พบว่า ถ้าค่า $H_1 / R < 3$ ค่า C_d เพิ่มขึ้นเมื่อค่า H_1 / R เพิ่มขึ้น โดยค่า C_d มากที่สุดเมื่อค่า $H_1 / R = 3$ และ ถ้า $3 < (H_1 / R) < 5$ ค่า C_d จะลดลงแม้ว่าค่า H_1 / R เพิ่มขึ้น

Hager (1985) ได้เสนอสูตรการคำนวณค่าอัตราการไหลของน้ำผ่านฝายวงกลม (Circular Weir) (ดูรูป 3 - 3 ประกอบ) โดยทำการทดลองในรางน้ำเปิดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สร้างขึ้นมาเอง ดังนี้คือ

$$Q = (2/3)^{1.5} b\sqrt{g H^3} \{ 1 + (22/81)(W/(1 + 0.75 \Delta W)) \}$$

โดยที่ $H = h_o + [q^2 / (2g(h_o + w)^2)]$

$W = H / R$

b = ความกว้างสันฝาย

h_o = ความสูงน้ำเหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ

w = ความสูงฝาย

R = รัศมีความโค้ง (Radius of Curvature)

เมื่อกำหนดให้อัตราการไหลเป็น อัตราการไหล / ความกว้าง หรือ $Q / b = q$ จัดรูปใหม่โดยการแทนค่า H , h_o จะได้ดังนี้

$$q = C_d (2/3)^{3/2} \sqrt{g h_o^3}$$

และได้ เสนอสมการในการหาค่า C_d ที่ใช้ได้กับเทอมของ $H_1 / R < 5$ ดังนี้คือ

$$C_d = 0.577 [(1 + 3 (H_1 / R)) / (11 + 4.5 (H_1 / R))]$$

เมื่อ H_1 = หัวพลังงานรวมเหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ

Amruthur S.Ramamurthy และ Ngoc-Diep (1993) ศึกษาคุณสมบัติของฝายสันวงกลมที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล (C_d) จากการเปลี่ยนแปลงลักษณะของตัวฝายได้แก่ค่าความลาดด้านหน้าฝาย , ค่าความลาดด้านท้ายฝาย สรุปได้ดังนี้คือ

1. การเปลี่ยนแปลงค่าความลาดด้านหน้าฝายมีผลกระทบต่อค่า C_d น้อยมาก

2. ฝายสันวงกลมที่มี มุมลาดด้านเหนือน้ำ เท่ากับ 90 องศา และมุมลาดด้านท้ายน้ำ เท่ากับ 45 องศา โดยมีค่า H_1 / R อยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 5.5 ($0 < H_1 / R \leq 5.5$) พบว่าค่า H_1 / R เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า C_d มีค่าเพิ่มขึ้นตามด้วย ถ้าค่า H_1 / R มากกว่า 5.5 ค่า C_d จะลดลง และค่า H_1 / R มีค่ามากๆ ค่า C_dของฝายสันวงกลมจะเป็นค่า C_dของฝายสันคมที่มีค่ามุมลาดด้านท้ายน้ำค่าเดียวกัน และพฤติกรรมการไหลเป็นแบบฝายสันคม

3. ฝายสันวงกลมที่มุมลาดด้านเหนือน้ำคงที่ โดยเปลี่ยนแปลงค่ามุมลาดด้านท้ายน้ำ พบว่า ค่า $H_1 / R > 3.5$ ค่า C_d จะเพิ่มขึ้นตามค่าของมุมลาดด้านท้ายน้ำ

4. ความผันแปรของค่า C_d กับ ค่าความดันบนสันฝายที่กำหนดให้เป็นค่าไร้หน่วย ($p/\gamma H_1$) ผันแปรโดยตรงในทุกกรณี คือ การที่ค่า $p / \gamma H_1$ ลดลงเนื่องมาจากค่า H_1 / R เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่า H_1 / R ที่มีผลต่อค่า C_d

3.2 ฝายน้ำล้นแบบโอกี้ (Ogee Weir)

ฝายน้ำล้นแบบโอกี้ที่ให้น้ำส่วนเกินไหลล้นข้ามเป็นทางน้ำล้นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และช่วยระบายน้ำส่วนเกินออกจากอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อน

ฝายโค้ง (Ogee Weir) เป็นรูปแบบที่นิยมมากที่สุดเนื่องมาจากเป็นที่เข้าใจกันว่า มีประสิทธิ์ภาพเชิงชลศาสตร์ของการไหลดีที่สุด ด้วยเหตุที่ว่ารูปร่างของฝายโค้งคำนวนมาจากลำน้ำ (Jet) ไหลข้ามฝายสันคม ลักษณะโดยทั่วไปของฝายโค้งได้แสดงไว้ใน รูป 3-4 มีส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วน คือส่วนยอด (Crest) ผิวหน้าฝายโค้ง (Face) ตีนฝายโค้ง (Toe) โปรไฟล์ของส่วนยอดควรจะมีรูปลักษณะที่ทำให้เกิดสัมประสิทธิ์ของการไหลมากที่สุดโดยไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อนและสั่นสะเทือนเทือนแก่ตัวฝาย โดยปกติส่วนยอดของฝายโค้งจะมีรูปร่างเหมือนกับผิวล่างของม่านน้ำ (Nappe) ที่ไหลผ่านฝายสันคม (รูป 3 - 5) ซึ่งโปรไฟล์ดังกล่าวทำให้เกิดสัมประสิทธิ์ของการไหลสูงสูง และความดันส่วนยอดมีค่าเท่ากับความดันบรรยากาศ อย่างไรก็ดีถ้าเฮดบนสันฝายน้อยกว่าเฮดที่ออกแบบจะทำให้เกิดความดันที่มากกว่าความดันบรรยากาศบนส่วนยอด ที่ทำให้เกิดสัมประสิทธิ์การไหลลดลงได้ ในทำนองเดียวกันถ้าเฮดบนสันฝายสูงกว่าเฮดที่ออกแบบ อาจจะทำให้เกิดความดันลบบนส่วนยอด และสัมประสิทธิ์การไหลมากกว่าแต่ความดันลบอาจจะทำให้เกิดการกัดกร่อน (Cavitation) บนส่วนยอดได้

รายละเอียดรูปร่างของฝายโค้ง กรมชลประทานของสหรัฐอเมริกา (U. S. B. R.) ได้ทำการศึกษาลักษณะรูปร่างของม่านน้ำที่ไหลผ่านฝายสันคมทั้งที่มีความลาดเท และไม่มีความลาดเทด้านหน้าฝายและต่อมาหน่วยงานวิศวกรรมของกองทัพสหรัฐอเมริกา(U. S. Army Corps of Engineers) ได้ทำการพัฒนารูปร่างมาตราฐานของฝายน้ำล้นขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองของ U.S.B.R. และจากการทดลองเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะรูปร่างของม่านน้ำ และได้สมการทั่วไปที่ใช้หาโปรไฟล์ส่วนยอดของฝายน้ำล้นได้แสดงไว้ดังสมการ คือ

$$X^n = (K * H_d^{n-1}) * Y$$

เมื่อ H_d = เฮดของน้ำเหนือส่วนยอดที่ใช้ในการออกแบบ ไม่รวม $V^2 / 2g$

K และ n = ค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับความลาดเทด้านหน้าฝาย

ตาราง 3-1 แสดงค่า K และ n ของสมการหาโปรไฟล์

ความลาดเทด้านหน้าของฝาย	K	n
อยู่ในแนวดิ่ง	2.000	1.850
3:1	1.936	1.836
3:2	1.939	1.810
3:3	1.873	1.776

จากรูป 3 - 6 แสดงโปรไฟล์มาตราฐานของส่วนยอดทางน้ำล้นของฝายแบบโอกี้ สำหรับความลาดเทนอกเหนือจากค่าที่แสดงในตาราง 3 - 1 แต่ไม่เกิน 3:3 สามารถประมาณหาค่า K และ n ได้โดยการเขียนกราฟของ n กับความลาดเทและกราฟของ K กับความลาดเท จากกราฟทั้งสองก็อ่านค่าของ K และ n ตามความลาดเทที่ต้องการ (ดูรูป 3-7 ประกอบ)

การหาอัตราการไหลของน้ำผ่านฝายโอกี้

โปรไฟล์ของยอดฝายน้ำล้นได้รับการออกแบบโดยพิจารณาค่าเฮดเพียงค่าเดียว ซึ่งเราเรียกว่า เฮดออกแบบ H_d แต่อย่างไรก็ดีเฮดของน้ำที่ไหลผ่านฝายอาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าเฮดออกแบบ ดังนั้น หน่วยงานวิศวกรรมของกองทัพสหรัฐอเมริกาได้ทำการพัฒนาสูตรสำหรับหาอัตราการไหลของน้ำผ่านฝายโอกี้ไว้ดังนี้

$$Q = C L H_e^{1.5}$$

เมื่อ

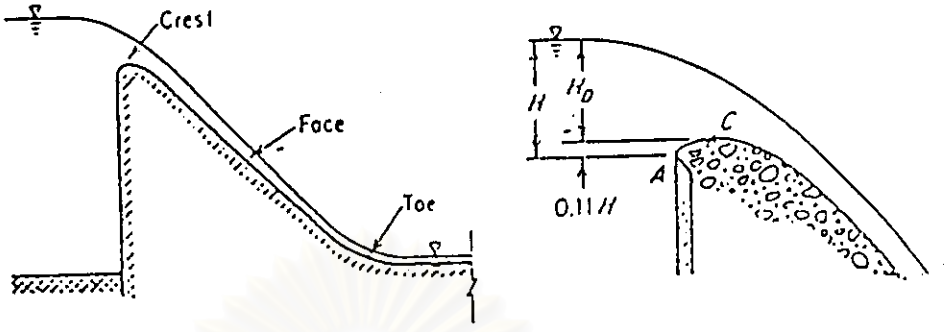
H_e = เฮดพลังงานทั้งหมดเหนือสันฝายรวมเฮดความเร็วในทางน้ำที่ที่ไหลเข้าสู่ฝาย ($V^2/2g$)

จากการทดลองโดยใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า เฮดความเร็วจะมีอิทธิพลต่อการไหลเพียงเล็กน้อย เมื่อความสูงของฝาย (P) มากกว่า 1.33 Hd โดย H_d จะเป็นเฮดออกแบบ

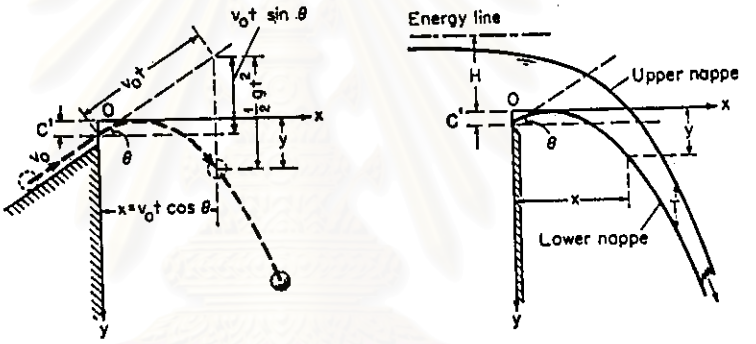
ซึ่งไม่รวมค่าเฮดความเร็ว ฉะนั้นในกรณีดังกล่าวจึงไม่ต้องพิจารณาค่าของ $V^2/2g$ ได้ ในกรณีที่ $H_e = H_d$ และ $P > 1.33\ H_d$ ค่าสัมประสิทธิ์การไหล C_d มีค่าประมาณ 0.71 หรือ ค่าสัมประสทธิ์ฝาย C_w มีค่าประมาณ 2.10

ฝายน้ำล้นที่มีขนาดต่ำคือ $P/H_d \leq 1.33$ ความเร็วของการไหลด้านหน้าฝายจะมีอิทธิพลต่อการไหลหรือต่อสัมประสิทธิ์ของการไหลและต่อโปรไฟล์ของม่านน้ำด้วยกราฟไร้หน่วยในรูป 3-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง H_e / H_d และ C / C_d และใช้สำหรับหาค่าC ใดๆของฝายที่ไม่มีความลาดเทด้านหน้าฝาย สำหรับฝายที่มีความลาดเทด้านหน้าสามารถหาค่า C ได้โดยการอ่านจากกราฟรูป 3-8 แล้วคูณด้วยค่าปรับแก้ซึ่งอ่านจากกราฟรูปเดียวกัน

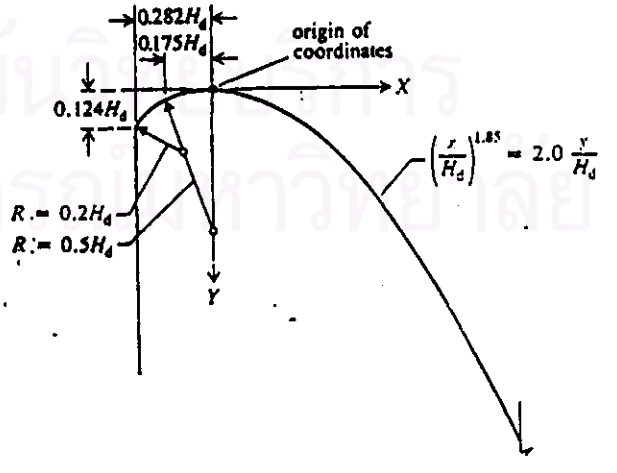
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



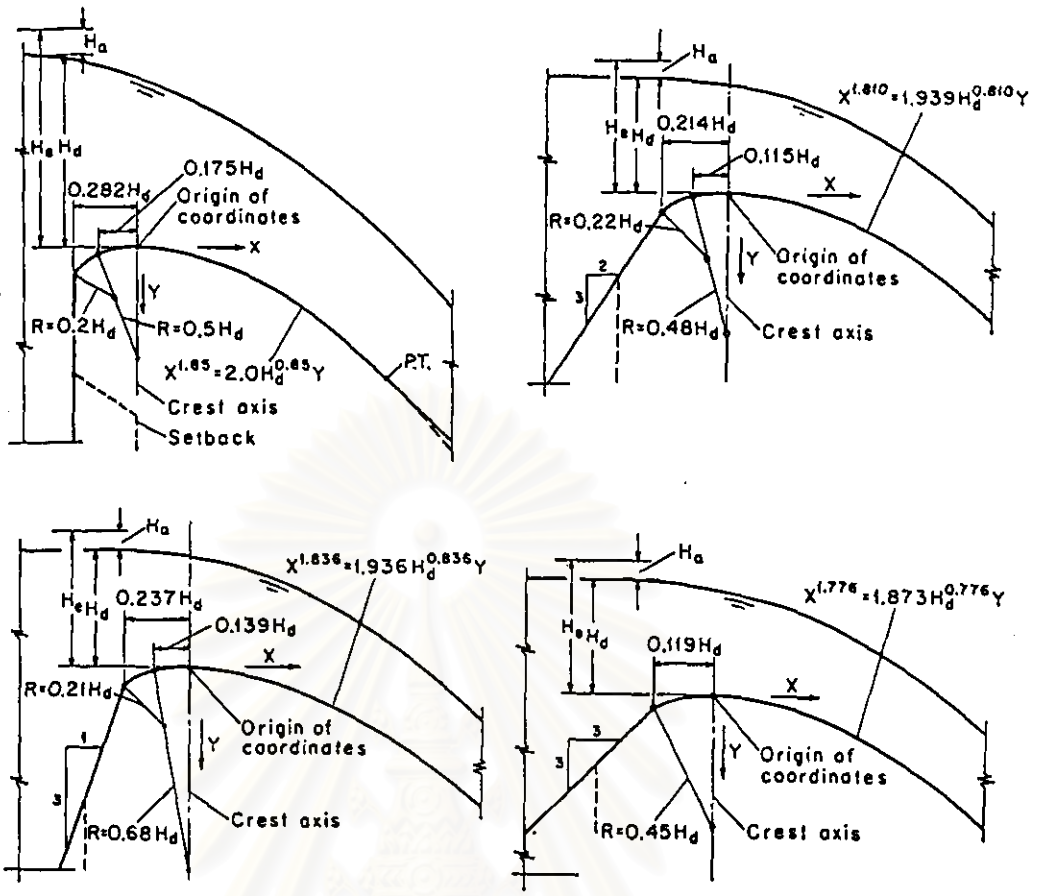
รูป 3 - 4 ลักษณะทั่วไปของฝายโค้งแบบโอกี้



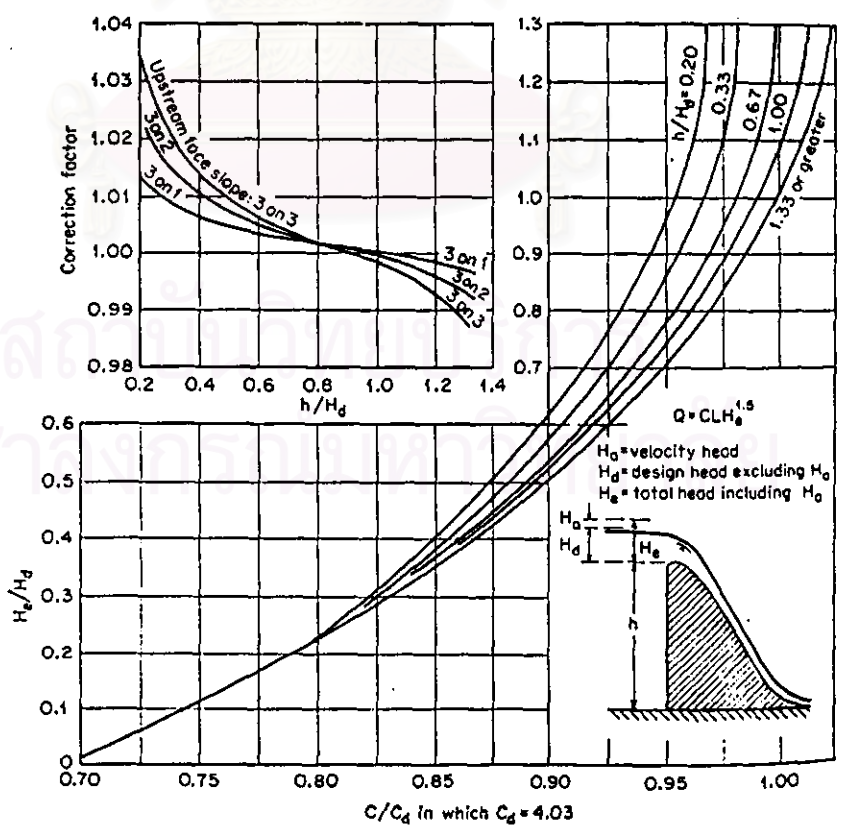
รูป 3 -5 การหา Nappe - Profile การไหลข้ามฝายสันคม
โดยหลักการโปร์เจ็คไตล์ (Projectile)



รูป 3 -6 รูปร่างฝายน้ำล้นมาตราฐานของ US. COE. - WES (1959)



รูป 3 -7 รูปร่างฝายน้ำล้นมาตราฐานของ US. COE. - WES.



รูป 3 -8 ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลของฝายน้ำล้นรูปร่างมาตราฐานของ - WES.

3.3 ฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์

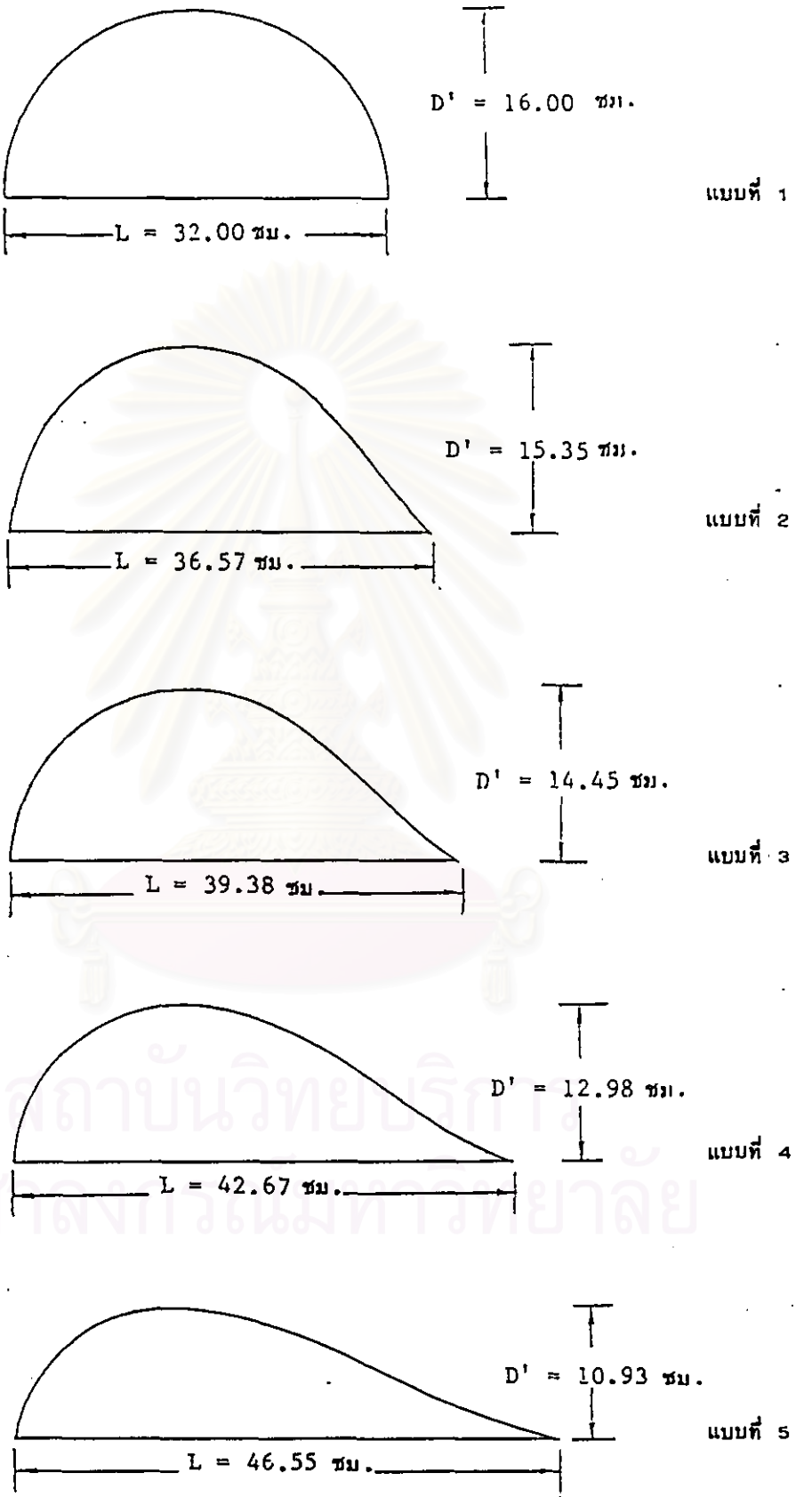
ภักดี วิบูลย์ศิริทัศน์ (1982) ได้ทำการศึกษาการไหลของน้ำผ่านฝายรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร จำนวน 5 แบบ (ดังรูปที่ 3-9) สรุปผลการศึกษาดังนี้คือ

1. ฝายรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรส่งผ่านน้ำได้ประสิทธิภาพดีกว่าฝายน้ำล้นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่อัตราส่วนหัวความดัน (h) ต่อความยาวฝายน้ำล้น (L) คือ h / L เท่ากัน

2. สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลที่อัตราส่วนหัวความดันต่อความยาวฝายน้ำล้น (h / L) เท่ากัน และค่าพลังงานของน้ำที่สูญเสียหลังการไหลผ่านฝายน้ำล้นที่ฟรุดนัมเบอร์เท่ากัน ค่าทั้งสองนี้มีค่าลดลงจากมากไปหาน้อยตามลักษณะของฝายรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรจากแบบที่ 1, 2 , 3 , 4 , 5 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการลากดึงที่เรโนลด์นัมเบอร์ (Reynold Number)เท่ากันมีค่าเพิ่มขึ้นจากน้อยไปหามากตามลักษณะของฝายรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรจากแบบที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 5 ตามลำดับ

3. ฝายรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรแบบที่ 1 (รูปครึ่งวงกลม) เหมาะสมที่จะใช้งานเนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลสูงสุดที่อัตราส่วนหัวความดันต่อความยาวฝายเท่ากัน และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการลากดึงต่ำสุดที่เรโนลนัมเบอร์เท่ากันในจำนวนฝายที่ทำการศึกษาทั้ง 5 แบบ นอกจากนี้ยังก่อสร้างได้ง่ายอีกด้วย แต่ต้องระวังเรื่องการกัดเซาะที่บริเวณท้ายฝายด้วย

4. ฝายไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรมีความเหมาะสมจะใช้เป็นทำนบสำหรับเก็บกักน้ำในคลองธรรมชาติขนาดเล็กเพื่อใช้ประโยชน์ในงานชลประทาน และใช้เป็นฝายสำหรับในการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านมากกว่าที่จะใช้เป็นตัวช่วยลดพลังงานของน้ำ (Energy Dissipator)



รูป 3-9 ฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบมาตราฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ฝายยาง (Rubber Dam)

นายนอร์มาน อิมเบรทสัน (1956) วิศวกรประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประดิษฐ์ฝายยางเพื่อใช้แทนบานระบายน้ำปิดกั้นแม่น้ำลอสแอนเจลิส รัฐแคลิฟฟอร์เนีย โดยใช้ฝายยางสร้างเป็นรูปทรงกระบอก ติดตั้งยึดบนฐานขวางกั้นลำน้ำ และทำการสูบน้ำเข้าพองตัวเป็นฝายขวางกั้นลำน้ำ เมื่อต้องการระบายน้ำออก ทำให้ฝายยางยุบตัวแนบกับฐานคอนกรีต ทำให้น้ำระบายไหลผ่านไปได้

เนื่องจากการสูบน้ำออกเพื่อยุบตัวฝายในเบื้องต้น สภาพการยุบตัวไม่สม่ำเสมอทำให้เกิดการระบายน้ำผ่านฝายยางลงทางด้านท้ายน้ำกระแสน้ำรุนแรงไม่คงที่ จึงมีการใช้ลมมาแทนน้ำโดยการใช้สูบลมเข้าแทนที่ สามารถยุบตัวได้รวดเร็ว ไม่ต้องมีระบบเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการสูบน้ำเข้าให้พองตัว

ประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 1974 ได้นำเทคนิคฝายยางไปแก้ปัญหาฝายคอนกรีตกั้นแม่น้ำ Tokyo 's Tama เกิดอุทกภัยเนื่องจากมีลมมรสุมพัดพาฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้เกิดปริมาณน้ำหลากไหลท่วมตลิ่ง เนื่องจากการระบายน้ำผ่านสันเขื่อน มีปริมาณไม่เพียงพอ การแก้ปัญหาจึงมีการนำฝายยางมาติดตั้งแทนฝายคอนกรีต เมื่อปริมาณน้ำหลากมากผิดปกติ จะทำการยุบตัวฝายยางลงแนบพื้นทำให้สามารถระบายน้ำผ่านไม่เกิดน้ำท่วมล้นตลิ่ง เช่นการสร้างฝายคอนกรีตปิดกั้นลำน้ำเข้ากับสภาพลำน้ำของประเทศญี่ปุ่นที่มีความยาวยาวไม่มาก และลาดท้องน้ำชัน พื้นจะเป็นชั้นหินทำให้การยุบฝายยางปิดกั้นเก็บกักน้ำได้ตลอดลำน้ำ การใช้งานควบคุมบังคับโดยคอมพิวเตอร์ ที่จะทำให้การยุบฝายยางผ่านตัวฝายยางได้ทั้งระบบลุ่มน้ำ ระบายน้ำหลากลงทะเลไม่ทำให้เกิดอุทกภัย

บริษัท Bridge Stone Cooperation เป็นผู้ผลิต เรียกว่า เขื่อนยาง (Rubber Dam) และบริษัท Sumitomo Electric Industries LTD. เป็นผู้ผลิต เรียกว่า Sumi Gate โดยจดลิขสิทธิ์การค้า Sumitomo/s Inflable Water Gate เรียก Flabic Dam และ บริษัทผลิตฝายยางของสาธารณรัฐประชาชนจีนนำมาใช้ติดตั้งที่ประเทศไทย

รัฐบาลญี่ปุ่นได้ให้ความช่วยเหลือ นำมาติดตั้งในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2528 ที่ฝายหนองหวาย จังหวัดขอนแก่น และในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมชลประทานได้ทำการก่อสร้างฝายยางเพิ่มขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล จนถึงปัจจุบันมีจำนวน 32 แห่ง โดยแบ่งแยกติด

ตั้งบนฝาย 29 แห่ง และติดตั้งบนสันอาคารทางระบายน้ำล้นจำนวน 3 แห่ง เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักในลำน้ำ และอ่างเก็บน้ำให้มีปริมาณน้ำมากขึ้น

ลักษณะการก่อสร้างฝายยางมีส่วนประกอบที่ทำการก่อสร้าง ที่ต้องสร้างฐานคอนกรีตขึ้นรองรับและติดตั้งฝายยางเพื่อปิดกั้นลำน้ำเหนือฐานคอนกรีต เมื่อมีปริมาณน้ำหลากจะทำการยุบตัวฝายลงราบกับฐานทำให้น้ำไหลผ่านลำน้ำได้ปกติไม่ให้เกิดการท่วมล้นตลิ่ง

การก่อสร้างฝายยางกรมชลประทาน

การก่อสร้างฝายยางกรมชลประทาน เพื่อเก็บกักน้ำให้มีปริมาณน้ำเก็บกักในลำน้ำ และทดน้ำให้ระดับน้ำสูงขึ้น แบ่งตามลักษณะการก่อสร้างได้ 3 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 ดำเนินการปรับปรุงฝายทดน้ำที่สร้างใช้งานแล้ว ทำการติดตั้งฝายยางบนสันฝายเพื่อเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้น

ประเภทที่ 2 ดำเนินการปรับปรุงสันอาคารระบายน้ำล้นของเขื่อนเก็บกักน้ำ เพื่อติดตั้งให้ระดับเก็บกักเหนือสันฝายสูงขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณสูงขึ้น

ประเภทที่ 3 ดำเนินการก่อสร้างฝายยางปิดกั้นลำน้ำขึ้นใหม่ทั้งหมด

กรมชลประทานได้ทำการก่อสร้างฝายยางทั้ง 3 ประเภท จนถึงปัจจุบันมีจำนวน 32 แห่ง

การประเมินผลดี-เสีย ของการก่อสร้างฝายยางของกรมชลประทาน

จากผลการศึกษาการก่อสร้างฝายยางของกรมชลประทานจนถึงปัจจุบัน ตามความเห็นทางด้านวิศวกรรมของวิศวกรผู้ออกแบบและศึกษาโครงการยังมีความเห็นไม่สนับสนุน จากสาเหตุดังนี้คือ

1. สภาพลำน้ำของประเทศไทย เป็นสภาพลำน้ำตามธรรมชาติ ยังไม่ได้มีการแปรสภาพลำน้ำทำการปรับปรุงตกแต่งตลิ่งทั้งสองข้าง เช่น ลำน้ำของประเทศญี่ปุ่น ที่ติดตั้งฝายยางได้ผลสามารถควบคุมการเก็บน้ำ และระบายน้ำได้ทั้งระบบ

2. การแก้ไขความแห้งแล้งของประเทศไทยเป็นเฉพาะแห่ง ลักษณะลำน้ำขนาดเล็ก จะมีน้ำน้ำใช้ได้เฉพาะฤดูฝน ในฤดูแล้งน้ำจะไม่ไหลตลอดปี เช่นประเทศที่มีอากาศหนาวที่ในฤดูร้อนหิมะจะละลายเป็นน้ำไหลลงลำน้ำทำให้น้ำไหลตลอดทั้งปี การก่อสร้างฝายทดน้ำแบบปกติจะได้ผลคุ้มค่าการลงทุน

3. ราคาของฝายยางค่อนข้างสูง ที่จะต้องซื้อจากต่างประเทศ เมื่อเปรียบเทียบกับฝายคอนกรีต ราคาฝายจะเพิ่มขึ้นตามความสูงของฝายยาง เมื่อเปรียบเทียบราคาขนาดความสูงของฝายยางจะมีราคาสูงกว่าฝายคอนกรีต

4. การก่อสร้างฝายยางในประเทศไทย ต้องสร้างฐานฝายคอนกรีตขึ้นมาเป็นฐานสูงกว่าท้องน้ำ และติดตั้งฝายยางบนสันฝายคอนกรีตที่เป็นฐาน

5. มีลักษณะการก่อสร้างแหล่งน้ำได้อีกหลายประเภทเมื่อเทียบกับราคาค่าก่อสร้างกับฝายฝายยาง เช่น เขื่อนเก็บกักน้ำ เขื่อนทดน้ำ เขื่อนระบายน้ำ การขุดลอกลำน้ำ หนอง คลอง บึง ให้สามารถเก็บน้ำได้ที่สามารถใช้วัสดุที่ผลิตได้ในประเทศ โดยการก่อสร้างที่ไม่มีความยุ่งยาก เช่น การติดตั้งบานประตูน้ำ Radial Gate ระบายน้ำแบบสันโค้ง บานประตูน้ำแบบพับ (Wicket Gate) ทางด้านบนประตูการติดตั้งกล่องเหล็กแบบ Hydroplus เหนือสันฝาย เมื่อน้ำหลากกล่องจะหลุดตกลงมาทำให้น้ำผ่านได้ปริมาณมากและเมื่อน้ำลดสามารถยกไปติดตั้งได้อีก ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้กันมากในทวีปยุโรป อเมริกา เอเชีย และ อัฟริกา

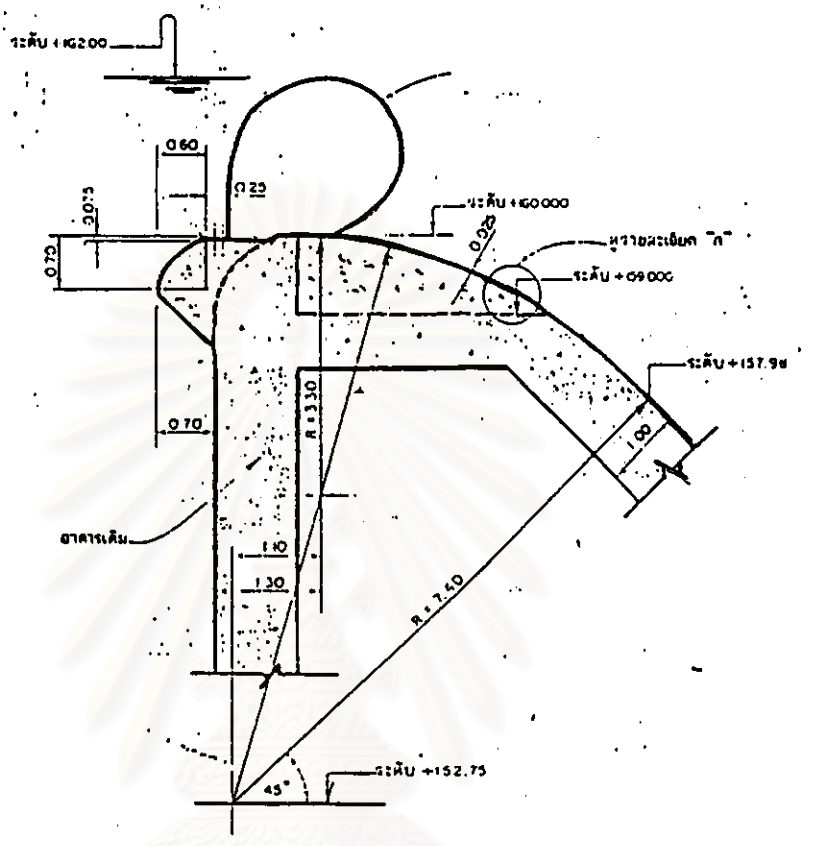
6. ลักษณะความมั่นคงของฝายยาง เมื่อเปรียบเทียบทางวัสดุ เหล็กและคอนกรีตจะมีความมั่นคงและแข็งแรงกว่า

7. ประสบการณ์ในการก่อสร้าง กรมชลประทาน มีประสบการณ์ในการก่อสร้างความชำนาญในการก่อสร้างฝายคอนกรีต เขื่อนดิน เขื่อนระบายน้ำ เป็นอย่างดี การก่อสร้างฝายยาง ต้องใช้ชาวต่างประเทศเป็นผู้ดำเนินการและให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไข

ฝายยางเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการก่อสร้างฝายเก็บกักน้ำ เพื่อทดน้ำและใช้เป็นประตูประตูระบายน้ำได้ในขณะเดียวกัน เช่นดียวกับเขื่อนระบายน้ำ ปัญหาที่พบคือ ในลำน้ำมีเศษไม้ต้นไม้ลอยตามน้ำมากระแทกฝายยางเกิดการชำรุด สภาพความคงทนของยางจะขึ้นกับยางที่ปิดทับผ้าใบลอน เมื่อน้ำแห้งในฤดูแล้งตัวฝายยางถูกแสงแดดทำให้สภาพยางเสื่อมเร็วขึ้น เช่น ฝายอ่างเก็บน้ำสนามบิน จังหวัดบุรีรัมย์ และฝายยางโครงการแม่ยม จังหวัดแพร่ ที่เกิดการพองตัวเป็นจุดๆต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ประกอบกับการที่ลำน้ำในประเทศไทยมีตะกอน ดิน ทราย ไหลตามลำน้ำจำนวนมาก ฝายยางที่มีฐานคอนกรีตค่อนข้างสูง จะเกิดดินตะกอนทับถมที่บริเวณฐานฝายยาง การพิจารณาก่อสร้างฝายยางสมควรมีการศึกษาวางโครงการก่อน โดยเฉพาะการก่อสร้างในลำน้ำที่มีความกว้างและความสูงฝายไม่มากนัก เช่นความสูงประมาณ 1.00 - 2.00 เมตร หรือต่ำกว่า 1.00 เมตร สมควรที่จะพิจารณาเป็นพิเศษในการเลือกใช้การก่อสร้างประเภทอื่นแทน เช่น ฝายแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่ ของ กรมชลประทาน ใช้แผ่นไม้ทำเป็น Stoplog ปิดกั้นลำน้ำได้สูง 0.50 เมตร เหนือสันฝาย โดยใช้คนงานเป็นผู้ควบคุม เมื่อมีปริมาณน้ำมากก็ทำการยกแผ่นไม้กระดานออกเพื่อลดระดับ ทำให้ระบายน้ำได้มากขึ้นปลอดภัยต่อน้ำท่วมตลิ่ง

การเสริมสันฝายอาคารทางระบายน้ำล้นเขื่อนเก็บกักน้ำ โดยเฉพาะเขื่อนดิน ต้องทำการตรวจสอบสภาพความมั่นคงของเขื่อน และสถิติปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ผ่านมาจะต้องมีการระบายน้ำล้นผ่านอาคารทางระบายน้ำล้นเป็นประจำ โดยปกติน้ำจะมีปริมาณมากเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นจึงทำการติดตั้งเพิ่มปริมาณความสูงของสันฝายได้ ภายหลังเมื่อน้ำลดระดับถึงระดับน้ำเก็บกักแล้วตัวฝายจะไม่ได้ใช้งานเลยตามสภาพจะไม่เหมาะกับการติดตั้งฝายยาง ฝายยางจะถูกแสงแดดตลอดเวลา เมื่อไม่มีการระบายน้ำผ่านตัวฝายทำให้ยางเสื่อมสภาพได้ง่าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 3 -10 การปรับปรุงเสริมสันฝายน้ำล้นโดยใช้ฝายยาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย