บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 การดำเนินการศึกษาและทดลอง

การทดลองแบบจำลองในกรณีศึกษา เป็นการทดลองการไหลข้ามสันรางระบายน้ำล้นหรือสันฝายรับน้ำเข้าในแนวตรงเปรียบเทียบกับที่ไม่ใช่แนวตรง มีทั้งหมด 6 กรณีดังนี้คือ ฝายสันตรง , ฝายสันรูปครึ่งวงกลม , ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง , ฝายสันรูปยูคว่ำ , ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ และฝายสันรูปยู ซึ่งทำการทดลองบนโต๊ะทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ถังรับน้ำ ทางน้ำเปิด ถังทิ้งน้ำและชั่งน้ำหนัก ส่วนตัวแบบจำลองก็จะติดตั้งไว้ที่ส่วนปลายของทางน้ำเปิด ก่อนจะลงถังทิ้งน้ำ ในการทดลองฝายสันต่างๆแล้วแต่กรณี ก็จะทำการอ่านระดับชั่งน้ำหนัก และจับเวลา และวัดความเร็วหน้าตัดอ้างอิงทั้ง 3 หน้าตัด

ในส่วนของการจัดทำโต๊ะทดลองแบบจำลองและการทำการทดลองจะพบปัญหาที่ต้องคำนึงถึง ซึ่งเกิดขึ้นจากการศึกษาแบบจำลองแบ่งเป็นส่วนๆดังนี้คือ ปัญหาส่วนของโต๊ะทำการทดลอง ปัญหาทางด้านเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำโต๊ะทดลอง ปัญหาด้านวัสดุที่ใช้ทำ ปัญหาขนาดของแบบจำลองที่จะจัดทำ และกำลังคนที่จะช่วยในการจัดทำ ปัญหาทางด้านนี้จะเกิดขึ้นตั้งแต่ตอนแรกคือการกำหนดขนาดของแบบจำลองและขนาดของโต๊ะทดลอง ผู้ศึกษาได้ทำการสอบถามและหาข้อมูลการศึกษาจาก เจ้าหน้าที่กองวิจัยและทดลอง ซึ่งมีความชำนาญในการดำเนินการด้านนี้โดยเฉพาะของกรมชลประทาน ก็ทำให้ทราบขนาดของความกว้างตัวรางว่าไม่ควรต่ำกว่า 0.50 เมตร เพราะจะทำให้สังเกตและดูพฤติกรรม ของการไหลได้ไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนขนาดความยาวและความสูงของแบบจำลองก็เช่นเดียวกันคือมีความยาวไม่ควรน้อยกว่า 0.60 เมตร และมีความสูงประมาณ 0.10 เมตร แต่ปรากฏว่ามีจุดอ่อนตรงที่วัสดุที่ใช้ทำนั้นไม่มีความแข็งพอจึงทำให้มีความอ่อนตัวของแบบจำลองได้ ในส่วนของวัสดุที่ใช้ในการทำแบบจำลอง ก็ได้จากการสอบถามและพูดคุยกับเจ้าหน้าที่ของกองวิจัยและทดลอง ของกรมชลประทานเช่นกัน ก็ได้รับคำแนะนำให้ใช้พลาสติกจะดีที่สุดและ

ตัวรางด้านข้างก็น่าจะใช้พลาสติกใส ซึ่งขั้นตอนในการทำก็ไม่ยาก และจะทำให้สามารถสังเกตเห็นพฤติกรรมของการไหลได้อย่างชัดเจน ส่วนการจัดทำโต๊ะทดลอง ทำด้วยแผ่นเหล็ก ต้องคำนึงถึงสถานที่ตั้งด้วยเพราะมีขนาดและน้ำหนักที่มากพอสมควร การเคลื่อนย้ายค่อนข้างลำบาก (ในขณะนั้นมีการย้ายห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ไปยังแห่งใหม่ แต่ในปัจจุบันปัญหาเหล่านี้ได้หมดไปแล้ว)

ปัญหาในการทดลองนั้นมีอยู่ที่การวัดความเร็วการไหล ในแต่ละหน้าตัดอ้างอิงนั้นจะมีตำแหน่งที่วัดค่าความเร็วหลายจุด และจะต้องทำการอ่านค่าจากเครื่องมือวัดแล้วทำการบันทึกลงในตารางค่าความเร็วที่อ่านได้ตามหน้าจอที่ปรากฏนั้น มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตรต่อวินาที และเป็นเครื่องมือที่เริ่มใช้ในการวัดและคำนวณครั้งแรก ค่าที่ได้หลังจากบันทึกเสร็จแล้วนำมาคำนวณค่าในตารางและดูสภาพความเป็นจริงจากรูปเส้นชั้นความเร็วแล้วไม่ค่อยจะถูกต้องเท่าไร เนื่องจากการวัดค่าความเร็วนั้น เครื่องมือชิ้นนี้จะอ่านค่าที่ได้จากขั้วกระแสไฟฟ้า + - แล้วนำมาคูณค่าคงที่ค่าหนึ่งแล้วแปลงค่าออกมาหน้าจอ เป็นความเร็ว เซ็นติเมตรต่อวินาที แต่จากการศึกษาครั้งนี้สันนิษฐานว่าค่าคงที่จะมีความคลาดเคลื่อนไปจากเดิมที่น่าจะเป็น และยังมีการปรับค่าอัตราการไหลให้แตกต่างกันออกไป ซึ่งทั้งสองนั้นใช้เวลานานพอสมควร เนื่องจากเครื่องมือวัดความเร็วที่ใช้ เป็นเครื่องมือใหม่ที่ภาควิชาเพิ่งจัดซื้อและนำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นครั้งแรก และพบว่ามีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก

5.2 สูตรการไหลข้ามสันฝาย

สูตรการไหลข้ามสันฝายในรูปแบบทั่วๆไปนั้นจะอยู่ในรูปของ $Q = CLH^x$ ตัวแปรที่มีความผันแปรก็คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหล(C) และ x โดยตามทฤษฎีแล้ว x มีค่าเท่ากับ 1.50 ก็จะได้สูตรในการคำนวณอัตราการไหล $Q = CLH^{1.5}$ ซึ่งในการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาทำการหาค่า C เฉลี่ย แต่ละกรณี ทั้ง 6 กรณี ได้ดังนี้ 1.25 1.42 1.41 1.25 1.57 1.42 ซึ่งก็แตกต่างไปจากช่วงของค่า C ที่ใช้ในการออกแบบและพิจารณาเดิม คือช่วง 1.8-2.2 แต่ก็พอจะดูแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของค่า C และแนวโน้มของค่า C ของแนวสันฝายแต่ละแนวที่ศึกษาที่มีความแตกต่างไปจากฝายสันตรงอย่างไรบ้าง ในการพิจารณาการออกแบบทั่วๆไปของการข้ามสันฝาย แต่จากการทดลองแบบจำลองแล้วมาทำการหาสมการความสัมพันธ์ ทำให้ได้สูตรการไหลข้ามสันฝายแบบต่างๆ ในรูปแบบของ $Q = CLH^x$ โดยที่ค่า x มีค่าไม่เท่ากับ 1.5 และแต่ละสันฝายก็ไม่เท่ากันดังนี้คือ

ฝายสันตรง	มีค่า x = 1.916	C = 4.972	ได้	$Q = CLH^{1.916}$
ฝายสันรูปครึ่งวงกลม	มีค่า x = 1.846	C = 4.566	ได้	$Q = CLH^{1.846}$
ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง	มีค่า x = 1.969	C = 7.578	ได้	$Q = CLH^{1.969}$
ฝายสันรูปยูคว่ำ	มีค่า x = 1.901	C = 5.227	ได้	$Q = CLH^{1.901}$
ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ	มีค่า x = 1.549	C = 1.892	ได้	$Q = CLH^{1.549}$
ฝายสันรูปยู	มีค่า x = 1.629	C = 1.990	ได้	$Q = CLH^{1.629}$

5.2.1 ผลของแนวสันฝาย

การวางแนวของสันฝายมีผลต่ออัตราการไหล จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหล (Q) กับค่าความสูงของระดับน้ำ (H_e) ฝายสันตรงจะมีค่าอัตราการไหลที่น้อยกว่าสันแนวอื่นๆที่ศึกษา เมื่อมี H_e เดียวกันยกเว้นสันฝายรูปยู ถ้าเป็นช่วงที่มี H_e สูงไม่มากนักฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบจะให้อัตราการไหลมากที่สุด รองลงมาก็เป็นฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง แล้วก็ฝายสันรูปครึ่งวงกลม ส่วนฝายสันตรงจะให้อัตราการไหลน้อยที่สุด แต่ถ้าเป็นช่วงที่มี H_e สูงด้วยข้อจำกัดของฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ ทำให้ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้างมีอัตราการไหลมากที่สุด รองลงมาก็เป็นฝายสันรูปครึ่งวงกลม ฝายสันรูปยูคว่ำ ฝายสันตรง และสุดท้ายเป็นฝานสันรูปยู เพราะจากการวางแนวสันฝายที่ต่างกัน ทำให้พื้นที่การไหลของการไหลข้ามสันฝายมีไม่เท่ากัน ในกรณีฝายสันตรงมีพื้นที่น้อยและการไหลมีทิศทางเดียว ความเร็วเฉลี่ยเกือบเท่ากันหมด ส่วนฝายสันในแนวไม่ตรงจะมีการเปลี่ยนทิศทางการไหลทำให้เกิดการบีบรัดการไหลมีความเร็วการไหลหลายๆทิศทางจึงทำให้ความเร็วมีค่าสูงขึ้นมากกว่าฝายสันตรงในการไหลที่ระดับความสูงของน้ำเท่ากัน

จากการทดลองแนวสันฝายที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบก็คือฝายสันตรง , ฝายสันรูปครึ่งวงกลม , ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง , ฝายสันรูปยูคว่ำ และฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ (กรณีที่ 1 ถึง กรณีที่ 5) ส่วนฝายสันรูปยู (กรณีที่ 6)นี้ไม่แนะนำให้ออกแบบเพราะว่าพื้นที่ของการไหลมีน้อยมาก และแต่ละกรณีมีผลต่ออัตราการไหลต่างกันที่ควรนำไปพิจารณาในการออกแบบดังกล่าวมาแล้ว

5.2.2 ความผันแปรของค่า C

การทดลองการไหลข้ามสันฝายทั้งแนวตรงและไม่ใช่แนวตรง เมื่อนำค่าที่ได้บันทึกผลจากการทดลอง ได้ค่า C ออกมาในสูตรของ $Q = CLH^{1.5}$ นำมาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า C กับค่า H_e จะเห็นความผันแปรคือ เมื่อ H_e มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า C จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ยกเว้นในกรณีที่ 6 สำหรับฝายสันรูปยู ค่า C ที่ได้จากกราฟจะมีทิศทางตัดกับกราฟเส้นอื่นๆ เนื่องจากมีการเพิ่มของค่า C ค่อนข้างน้อยคือค่อนข้างคงที่ ดังรูป 4-5 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า C ของฝายสันตรงจะมีค่าต่ำกว่าค่า C ของฝายสันอื่นๆที่ไม่ใช่แนวตรง

ในขณะที่มีค่า H_e มีทิศทางเริ่มต้น ค่า C ของฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบจะมีค่ามากที่สุดรองลงมาเป็นฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง ฝายสันรูปยู ฝายสันรูปครึ่งวงกลม ฝายสันรูปยูคว่ำ และฝายสันตรงตามลำดับ ส่วนค่า H_e มีค่าเท่ากับ 0.03 ม. จะมีการเรียงลำดับค่า C จากมากไปน้อยดังนี้ ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง ฝายสันรูปครึ่งวงกลม ฝายสันตรง ตามลำดับ ความผันแปรของค่า C จะเห็นได้ว่า จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีค่า H_e เพิ่มมากขึ้น สำหรับกรณี 6 ฝายสันรูปยูมีการเพิ่มของค่า C มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่น้อยมาก เนื่องมาจากการวางตัวของฝายมีทิศทางตามทิศทางการไหลของน้ำ ทำให้มีการต้านกลับของน้ำมากและมีการบีบรัดให้น้ำเหลือพื้นที่ของการไหลน้อย จึงได้ผลการทดลองเช่นนี้

5.3 ลักษณะของการไหลผ่านสันฝายแต่ละแบบ

จากการศึกษาการไหลข้ามฝายสันคมในรูปลักษณะการวางแนวสันฝายตรง สันฝายครึ่งวงกลม สันฝายรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง สันฝายรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ สันฝายรูปตัวยู สันฝายทั้ง 6 กรณี สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1) ฝายสันตรง สามารถให้น้ำไหลข้ามสันฝายได้โดยไม่มีผลกระทบของการบีบรัดการไหลและถ้าอัตราการไหลสูงก็จะต้องมี H_e สูงตามไปด้วย ในขณะที่ความยาวของสันฝายเท่า

2) ฝายสันรูปครึ่งวงกลม สามารถให้น้ำไหลข้ามสันฝายได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควรเมื่อเทียบกับฝายสันคมชนิดอื่นที่มีความสูงของระดับน้ำ (H) และความยาวของสันฝายเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติที่จะนำไปใช้งานจริงจะต้องคำนึงถึงการกัดเซาะทางด้านท้ายน้ำด้วย เพราะจะ

เกิดน้ำกระโดด (Hydraulic Jump) ที่จุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลมอย่างรุนแรง ซึ่งอาจจะทำให้ท้ายน้ำได้รับความเสียหายได้ นอกจากนี้ ในด้านการก่อสร้างก็ยังมีความยุ่งยากกว่าฝายชนิดอื่นอีกด้วย

3) ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมกว้าง สามารถให้น้ำไหลผ่านได้ใกล้เคียงกับฝายสันตรง แต่การกัดเซาะทางด้านท้ายน้ำจะน้อยกว่าฝายสันตรง เพราะน้ำกระโดดที่เกิดขึ้นจะสลายพลังงานภายในตัวฝายทำให้พลังงานลดลง จึงเป็นสาเหตุให้ทางด้านท้ายน้ำมีสภาพการไหลค่อนข้างราบเรียบเมื่อเทียบกับฝายสันรูปอื่น และยังให้ค่าอัตราการไหลสูงขึ้นกว่าแบบอื่นอีกด้วย ในขณะที่มีความสูงเดียวกัน

4) ฝายสันรูปยูคว่ำ สามารถให้น้ำไหลข้ามได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะมีการเกิดน้ำกระโดดเกิดขึ้น แต่จะสลายน้ำกระโดดนั้นด้วยดี จากแรงที่น้ำไหลข้ามมาทางด้านข้าง ส่วนทางด้านท้ายน้ำ จะมีการสลายพลังงานได้ดี

5) ฝายสันรูปยูคว่ำเหลี่ยมแคบ มีประสิทธิภาพในการให้น้ำไหลข้ามสันฝายไปได้ดี และจะเกิดน้ำกระโดดขึ้นในบริเวณส่วนกลางของตัวแบบจำลอง มีลักษณะเป็นน้ำกระโดดมีขนาดตามยาวเหมือนตัวฝาย และมีความรุนแรงมากกว่าแบบจำลองที่ 4

6) ฝายสันรูปยู สามารถให้น้ำไหลผ่านได้ดีในระดับหนึ่ง ในตอนที่มีค่า He ต่ำๆ เพราะจะมีแรงดันกลับจากตัวแบบจำลองเอง โดยจะยกระดับน้ำในบริเวณส่วนโค้งด้านหน้าของแบบจำลองและต้านการไหลไว้ทำให้เกิดการแผ่กระจายของน้ำด้านท้ายโดยรอบของตัวแบบจำลองบริเวณท้ายน้ำ

5.4 <u>ข้อเสนอแนะ</u>

1) เครื่องมือในการวัดความเร็ว Portable electromegntic current meter ทางภาควิชาเพิ่งจะได้มา จึงน่าจะมี error ในเครื่อง ดังนั้นถ้าใครต้องการใช้เครื่องมือตัวนี้ในการศึกษาน่าจะต้องมีการปรับใหม่เสียก่อน

2) ถ้าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับทางระบายน้ำล้น น่าจะมีการเพิ่มความกว้าง Channel ให้มากกว่าที่ใช้อยู่ และให้มีสภาพใกล้เคียงกับอ่างเก็บน้ำ

3) ในการศึกษาการทดลองแบบจำลอง น่าจะทดลองทีละกรณีแล้วทำการวิเคราะห์จนเสร็จไปทีละกรณี แล้วจะได้มีเวลาแก้ไขถ้าเกิดมีความประหลาดเกิดขึ้นกับแบบจำลองของเรา

4) ระมัดระวังในการทำแบบจำลอง ในการต่อเชื่อม การทำแบบจำลองให้ได้ฉาก เรียบและมีความคมเพียงพอ