บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำและความเป็นมาของปัญหา

การไหลในทางน้ำเปิดในสภาวะที่มีอัตราการไหลไม่คงที่เมื่อเทียบกับระยะทาง ไม่ว่าจะเป็นการไหลที่มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นหรือการไหลที่มีอัตราการไหลลดลงเทียบตามระยะทาง จะเป็นการไหลที่มีสภาพการไหลค่อนข้างสลับซับซ้อนและในการวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลจะกระทำได้ไม่ง่ายนัก ในกรณีของการไหลที่มีอัตราการไหลไม่คงที่ในขณะที่สภาพทางน้ำมีลักษณะคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยจะส่งผลให้ความลึกการไหลในทางน้ำที่ตำแหน่งต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงไป การไหลในสภาพธรรมชาติหรือการไหลที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์นั้นมักจะมีลักษณะการไหลที่มีอัตราการไหลในทางน้ำไม่คงที่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นการไหลที่มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการไหลที่เพิ่มเข้ามาสู่กระแสน้ำในทางน้ำหลักหรือการไหลที่มีอัตราการไหลลดลงอันเนื่องมาจากกระแสน้ำในทางน้ำหลักถูกดึงหรือผัน (Divert) ออกไป การวิเคราะห์ความลึกการไหลของการไหลในลักษณะดังกล่าวนั้นได้มีการศึกษามานานแล้วแต่ก็ยังไม่มีความสะดวกเท่าไรนัก เนื่องจากตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่างๆที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมีค่อนข้างมาก

การไหลในทางน้ำเปิดที่มีตะแกรงผันน้ำอยู่ที่ท้องน้ำ เป็นรูปแบบหนึ่งของการไหลแบบเปลี่ยนแปลงน้อยเทียบตามระยะทาง ในกรณีที่มีอัตราการไหลลดลงตามระยะทาง (Gradually and Spatially Varied Flow with Decreasing Discharge) โดยหน้าที่หลักของตะแกรงผันน้ำที่อยู่ท้องน้ำ (Diversion Bottom-racks) คือ ทำการผันน้ำหรือระบายน้ำออกจากทางน้ำหลัก ซึ่งเมื่อเกิดการไหลของน้ำผ่านตะแกรงผันน้ำจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบางอย่างเกี่ยวกับการไหล ได้แก่ อัตราการไหลในทางน้ำหรือความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำ เป็นต้น สำหรับตะแกรงผันน้ำจะมีหลายรูปแบบแล้วแต่วัตถุประสงค์ในการก่อสร้าง แต่รูปแบบโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีลักษณะเป็นช่องเปิดที่ถูกเจาะไว้ที่พื้นของทางน้ำ โดย

เมื่อน้ำในทางน้ำไหลมาสู่ตะแกรงผันน้ำจะทำให้ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำเพื่อระบายไปสู่ทางระบายน้ำหรือแหล่งรับน้ำอื่นๆ สำหรับซี่ของตะแกรงจะมีไว้เพื่อป้องกันเศษวัสดุต่างๆที่ไหลมากับน้ำไม่ให้ไหลผ่านไปสู่ทางผันน้ำ ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าหากมีการนำเอาหลักการของตะแกรงผันน้ำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ไม่ว่าจะเป็น การระบายน้ำ การผันน้ำจากทางน้ำไปสู่ตำแหน่งต่างๆที่ต้องการ การเปลี่ยนแปลงความลึกการไหล หรือใช้ในการบรรเทาอุทกภัย ก็จะก่อให้เกิดประโยชน์เป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมการไหลในทางน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีตะแกรงผันน้ำอยู่ที่ท้องน้ำจึงมีขึ้นเพื่อที่จะได้เข้าใจและสามารถอธิบายการไหลในลักษณะดังกล่าวได้

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

1.2.1) วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลในทางน้ำหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าผ่านตะแกรงผันน้ำที่อยู่ท้องน้ำโดยใช้แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) ซึ่งจะศึกษาถึง ลักษณะการไหลก่อนถึงตะแกรงผันน้ำและคุณลักษณะของตะแกรงผันน้ำที่มีต่อพฤติกรรมการไหลผ่านตะแกรงผันน้ำ ได้แก่

1.1) ศึกษาอิทธิพลของอัตราการไหลเข้าสู่ตะแกรงผันน้ำ (Q_S) ที่มีต่อ

- อัตราการไหลที่ถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_D)
- อัตราการไหลที่เหลือจากการถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_R)
- สัมประสิทธิ์อัตราการไหลลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (C_D)
- ความลึกการไหลในทางน้ำ (y)

1.2) ศึกษาอิทธิพลของพลังงานจำเพาะของการไหลสู่ตะแกรงผันน้ำ (E_o) ที่มีต่อ

- อัตราการไหลที่ถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_D)
- อัตราการไหลที่เหลือจากการถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_R)
- สัมประสิทธิ์อัตราการไหลลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (C_D)
- ความลึกการไหลในทางน้ำ (y)

1.3) ศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดของตะแกรงผันน้ำ (ε) ที่มีต่อ

- อัตราการไหลที่ถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_D)
- อัตราการไหลที่เหลือจากการถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_R)
- สัมประสิทธิ์อัตราการไหลลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (C_D)
- ความลึกการไหลในทางน้ำ (y)

1.4) ศึกษาอิทธิพลของลักษณะหรือสภาพการไหลสู่ตะแกรงผันน้ำ (ใต้วิกฤติ/เหนือวิกฤติ) ที่มีต่อ

- อัตราการไหลที่ถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_D)
- อัตราการไหลที่เหลือจากการถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_R)
- สัมประสิทธิ์อัตราการไหลลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (C_D)
- ความลึกการไหลในทางน้ำ (y)

2) เพื่อนำเสนอวิธีการคำนวณหาความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำโดยการพัฒนาสมการที่ใช้ในการคำนวณหาความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำแล้วหาคำตอบโดยใช้วิธี Finite Difference Method แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการทดลองที่ได้จากแบบจำลองทางกายภาพและผลการคำนวณที่ได้จากวิธี Analytical ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะต่างๆ ตามแนวตะแกรงกับความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำ

3) สามารถนำเอาพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการไหลผ่านตะแกรงผันน้ำในทางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และคุณลักษณะของตะแกรงผันน้ำ รวมทั้งสภาพการไหลสู่ตะแกรงผันน้ำ มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปของสมการโดยใช้การวิเคราะห์มิติวัดร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ได้

4) เพื่อเสนอแนวทางในการออกแบบตะแกรงผันน้ำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

1.2.2) ขอบเขตของการศึกษา

1) สร้างแบบจำลองทางกายภาพเพื่อใช้ศึกษาพฤติกรรมการไหลในทางน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าผ่านตะแกรงผันน้ำที่อยู่ท้องน้ำ โดยมีสภาพการไหลเข้าสู่ตะแกรงผันน้ำ 2 แบบ คือ

ก) การไหลแบบใต้วิกฤติ (ทางน้ำอยู่ในแนวระดับ)

ข) การไหลแบบเหนือวิกฤติ (ทางน้ำเอียงลาดลงเล็กน้อยจากทางด้านเหนือน้ำไปทางท้ายน้ำ)

โดยในการทำการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ

- อัตราการไหลที่ถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_D)
- อัตราการไหลที่เหลือจากการถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_R)
- สัมประสิทธิ์อัตราการไหลลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (C_D)
- ความลึกการไหลในทางน้ำ (y)

อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าของ

- อัตราการไหลเข้าสู่ตะแกรงผันน้ำ (Q_S)
- อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดของตะแกรงผันน้ำ (ε)
- ลักษณะหรือสภาพการไหลสู่ตะแกรงผันน้ำ(ใต้วิกฤติ/เหนือวิกฤติ)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการไหลผ่านตะแกรงผันน้ำมาพัฒนาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการหาความลึกการไหลที่ระยะต่างๆ เหนือตะแกรงผันน้ำ จากนั้นทำการหาคำตอบโดยใช้วิธี Finite Difference Method

3) ใช้วิธี Analytical ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะต่างๆ ตามแนวตะแกรงกับความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำในการหาความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำที่ระยะต่างๆ

4) นำเอาข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

1.3 แนวทางการศึกษา

ในการศึกษาพฤติกรรมการไหลผ่านทางน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีตะแกรงผันน้ำอยู่ที่ท้องน้ำในครั้งนี้ จะใช้แบบจำลองทางกายภาพที่ได้สร้างขึ้นภายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมแหล่งน้ำ (ชั้น 2) อาคาร 5 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาพฤติกรรมต่างๆของการไหลในทางน้ำหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีตะแกรงผันน้ำอยู่ที่ท้องน้ำดังที่ได้กล่าวไว้ในวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา ตลอดจนการเปรียบเทียบความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำที่วัดค่าได้จากการทดลองกับความลึกการไหลที่คำนวณได้จากวิธี Finite Difference Method และวิธี Analytical เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ว่าสมการที่ได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากน้อยเพียงใด

1.4 การดำเนินการศึกษา

เพื่อที่จะให้การศึกษาเป็นไปตามขอบข่ายและวัตถุประสงค์ ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาไว้ดังรูป 1-1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีหรือหลักการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการศึกษาตลอดจนการรวบรวมข้อมูลหรือผลงานการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องของผู้ที่ได้ทำการศึกษาไว้แล้วเพื่อ

ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาในครั้งนี้

2) กำหนดขอบเขตของปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์ว่าอะไรคือขอบเขตของสิ่งที่สนใจจะศึกษาอันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดทิศทางหรือแนวทางในการศึกษาและยังใช้เป็นแนวทางในการออกแบบวางแผนการสร้างแบบจำลองทางกายภาพ

3) การกำหนดหรือออกแบบแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Models) ที่จะใช้ประกอบการศึกษา ตลอดจนการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้และทำการทดลองเก็บข้อมูล

4) นำหลักการหรือทฤษฎีของการไหลแบบเปลี่ยนแปลงน้อยสำหรับกรณีที่เป็นการไหลออกและการไหลผ่านตะแกรงผันน้ำที่วางอยู่ที่ท้องน้ำมาสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เพื่อใช้ในการหาความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำแล้วแก้ปัญหาโดยวิธี Finite Difference Method

5) ทำการวิเคราะห์ถึงผลการทดลองเกี่ยวกับพฤติกรรมการไหลผ่านตะแกรงผันน้ำที่ได้รับจากการทดลองเก็บข้อมูลอันเนื่องมาจากสภาพการไหลสู่ตะแกรงผันน้ำและคุณลักษณะของตะแกรงผันน้ำต่างๆ

6) เปรียบเทียบความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำที่ได้จากวิธี Finite Difference Method กับที่ได้จากการทดลองและการคำนวณโดยวิธี Analytical

7) ทำการสรุปผลการศึกษาที่ได้ พร้อมทั้งเสนอแนะถึงผลการศึกษาในครั้งนี้และการศึกษาที่จะมีขึ้นในครั้งต่อๆไป

8) รวบรวมผลงานที่ได้และจัดทำเป็นวิทยานิพนธ์เพื่อนำเสนอต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เข้าใจถึงพฤติกรรมการไหลในทางน้ำที่มีการผันน้ำออกโดยตะแกรงที่อยู่ท้องน้ำ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการไหลในลักษณะดังกล่าว อันได้แก่ อัตราการไหลเข้าสู่ตะแกรงผันน้ำ (Q_s), อัตราการไหลที่ถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_D), อัตราการไหลที่เหลือจากการถูกผันลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (Q_R), พลังงานจำเพาะของการไหลสู่ตะแกรงผันน้ำ (E_o), อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดของตะแกรงผันน้ำ (ε), สัมประสิทธิ์

อัตราการไหลลอดผ่านตะแกรงผันน้ำ (C_0), ความลึกการไหลในทางน้ำ (y) และลักษณะหรือสภาพการไหลเข้าสู่ตะแกรงผันน้ำ

2) ทำให้ทราบถึงปัจจัยหรือองค์ประกอบ ที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการผันน้ำของตะแกรงผันน้ำ

3) สามารถพัฒนาสูตรหรือสมการที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในช่วงที่มีการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำกับความยาวตะแกรงและตัวแปรหรือฟังก์ชันต่างๆที่เกี่ยวข้อง และทำการแก้ปัญหาโดยใช้วิธี Finite Difference Method พร้อมทั้งนำเสนอผลของการแก้ปัญหาในรูปของ chart หรือกราฟเพื่อที่จะทำให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างสะดวก

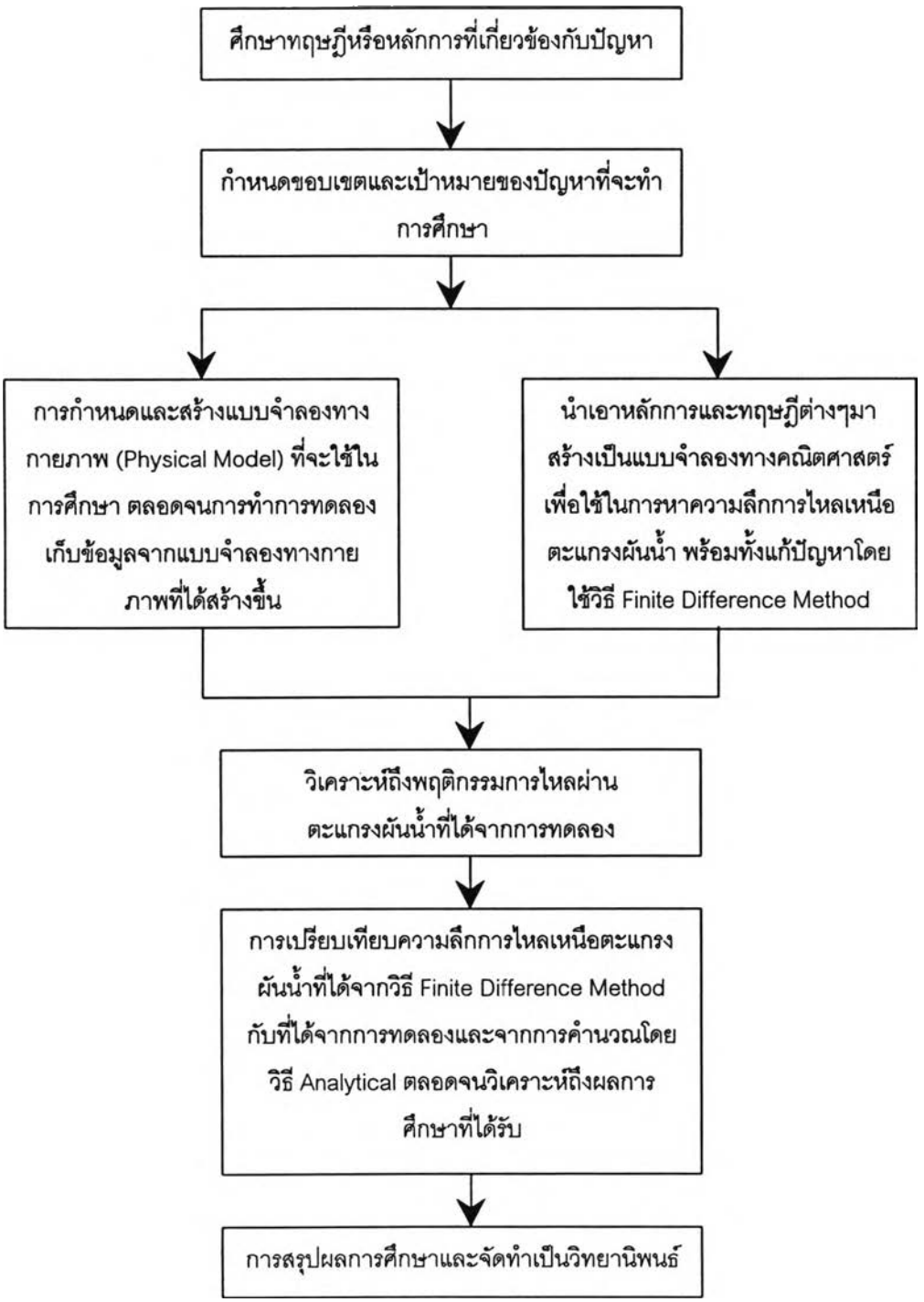
4) สามารถเปรียบเทียบความลึกการไหลเหนือตะแกรงผันน้ำที่ได้จากแต่ละวิธีได้แก่

- จากการทดลอง
- วิธี Finite Difference Method
- วิธี Analytical

พร้อมทั้งสามารถเลือกนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

5) สามารถสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการไหลในลักษณะเช่นนี้ได้

6) ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเบื้องต้น ในการออกแบบตะแกรงผันน้ำที่ติดตั้งอยู่ที่ท้องน้ำของทางน้ำหลัก ในการควบคุมอัตราการไหลและความลึกการไหลให้เป็นไปตามความต้องการ



รูป 1-1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา