บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิจัยโดยขอใช้สถานที่บริเวณสถานบำบัดน้ำเสียในโรงงานไทยฟิลาเมนต์ เท็กซ์ไทล์ จำกัด และทำการตรวจวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการน้ำเสียของโรงงาน โฟร์โมสต์ อาหารนม และภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แผนการวิจัยได้กำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการวิจัยดังนี้

3.1.1 พารามิเตอร์ในการทดลอง

ในการวิจัยหลอดตกตะกอนชนิดปรับมุมได้ เป็นการศึกษาหาระดับความเข้มข้นของเอสเอสที่เหมาะสมที่จะผ่านเข้าสู่หลอดตกตะกอนและผลของมุมแรกเริ่ม (มุมที่จัดวางหลอดตกตะกอน ในขณะเริ่มใช้งาน เพื่อช่วยในการตกตะกอน ที่มุมแรกเริ่มนี้ ตะกอนจะเริ่มสะสมตัวบนหลอดตกตะกอน) ดังนั้น จึงได้กำหนดให้ พารามิเตอร์ ไว้ดังนี้คือ

3.1.1.1 พารามิเตอร์ที่คงที่

พื้นที่หน้าตัดของชุดตกตะกอนแบบหลอด	0.25 $ม^2$
ชนิดของหลอดตกตะกอน	พีวีซี
พื้นที่หน้าตัดของหลอดตกตะกอน (10X10)	100 ซม.^{2} หรือ 0.01 $ม^2$
ความยาวหลอดตกตะกอน	65 ซม.
อัตราการไหลของน้ำเสีย	2 $ม^3/ม^2$-ชม.
มุมยกขึ้น (ตะกอนไหลออก)	80 องศา

3.1.1.2 พารามิเตอร์ที่แปรอิสระ

ระดับความเข้มข้นของน้ำเข้าสู่ถังตกตะกอน	50-600 มก./ล.
มุมแรกเริ่ม	35,45,60 องศา

3.1.2 ลำดับการทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

3.1.2.1 การทดลองระยะที่ 1

การทดลองศึกษาในระยะนี้ ศึกษาระดับความเข้มข้นเอสเอสที่เหมาะสม สำหรับการตกตะกอน โดยการพิจารณาจากประสิทธิภาพและคุณภาพของน้ำที่ผ่านออกจากระบบในช่วงระดับความเข้มข้นเอสเอสต่าง ๆ เพื่อควบคุมสภาวะในการทดลองให้เหมือนกันทุกระดับความเข้มข้นของเอสเอสจะทำการวิจัย โดยหลอดตกตะกอนทำมุมกับแนวราบเป็นมุม 35 องศา น้ำไหลผ่านหลอดตกตะกอนด้วยอัตราน้ำล้นผิว 2 $ม^3/ม^2$-ชม.

3.1.2.2 การทดลองระยะที่ 2

การทดลองในระยะนี้ ศึกษาถึงผลของมุมในแนวราบของหลอดตกตะกอนกับประสิทธิภาพในการกำจัดเอสเอสและความขุ่นของหลอดตกตะกอน โดยทำการแปรเปลี่ยนมุมที่วางในแนวราบ ของหลอดตกตะกอนที่มุม 35, 45 และ 60 องศา เพื่อควบคุมสภาวะในการทดลองให้เหมือนกันโดยพยายามควบคุมความเข้มข้นของตะกอนที่เข้าสู่กับแบบจำลองมีระดับใกล้เคียงกัน

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

3.2.1 ถังแบบจำลอง

ถังแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นถังเหล็ก (ดูรูป 3.1) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1) บริเวณทางเข้า (inlet zone) บริเวณเขตนี้ทำหน้าที่กระจายน้ำก่อนที่จะผ่านเข้าสู่หลอดตกตะกอนให้มีความเข้มข้นสม่ำเสมอตลอดพื้นที่หน้าตัดถังแบบจำลอง ในบริเวณนี้มีขนาด กว้าง 50 ซม. ยาว 50 ซม. สูง 65 ซม. โดยบริเวณส่วนล่างมีท่อน้ำเข้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว

2) บริเวณส่วนที่ใช้ตกตะกอน (settling zone) เป็นบริเวณที่อนุภาคแขวนลอยจะตกตะกอนแยกออกจากน้ำโดยหลอดตกตะกอน ถังแบบจำลองในบริเวณนี้มีขนาดกว้าง 50 ซม. และหลอดตกตะกอนยาว 50 ซม. และสูง 120 ซม. ภายในจะสอดใส่หลอดตกตะกอนขนาด

หน้าตัด 10 ซม.X 10 ซม. ยาว 65 ซม. ไว้ภายใน (ดูรูป 3.2 และ 3.3)

3) บริเวณทางออก (outlet zone) ทำหน้าที่กระจายน้ำให้ผ่านออก จากถังแบบจำลองอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้าตัด โดยน้ำจะไหลผ่านเวียร์ โดยรอบลงสู่รางด้านข้างโดยรอบลงสู่ท่อระบายน้ำขนาด 3/4 นิ้ว

บริเวณส่วนทั้งสามจะต่อเชื่อมกันโดยแผ่นผ้าใบโครงเหล็ก สามารถและตั้งปรับมุมโดยการเคลื่อนตัวของโครงเหล็กค้ำยันบริเวณส่วนที่ใช้ตกตะกอน

3.2.2 เครื่องยกปรับมุมแบบจำลอง (ดูรูป 3.4)

เครื่องยกปรับมุมถังแบบจำลองทำหน้าที่ยกเปลี่ยนปรับมุมกับแบบจำลอง ให้กระทำมุมกับแนวราบตามต้องการ ประกอบด้วยเสาเหล็กฉากเจาะรูทุกระยะ 5 ซม. จำนวน 4 เสา แผ่นเหล็ก 2 แผ่น เหล็กเส้น 4 เส้น และแม่แรงขนาด 1.5 ตัน การยกปรับมุมโดยการยกสายสลิงที่ยึดติดกับค้ำยัน ดึงค้ำยันให้เคลื่อนที่เข้าหาตัวถัง ถังก็จะถูกยกขึ้นวางในมุมที่ต้องการ

3.2.3 ถังผสมน้ำตะกอน

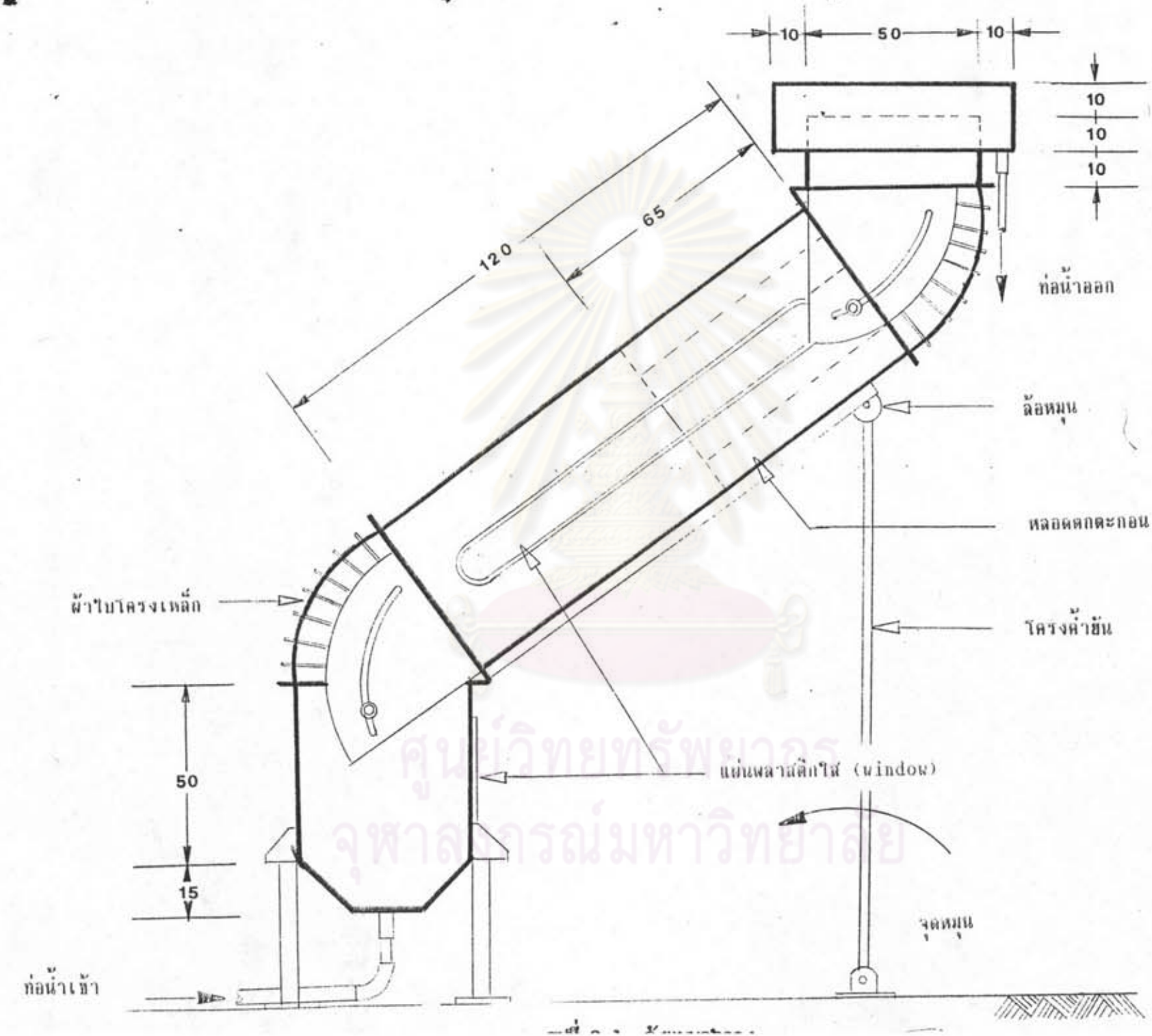
ถังผสมน้ำตะกอนในการทดลองได้ใช้ถังที่มีอยู่เดิมของโรงบำบัดน้ำเสีย บริษัทไทยฟิลาเมนต์ เท็กซ์ไทล์ จำกัด เพื่อทำการผสมน้ำตะกอนกับน้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วของโรงบำบัดน้ำเสียนั้นเพื่อปรับความเข้มข้นของเอสเอส ที่จะเข้าสู่ถังแบบจำลองให้ตรงกับความต้องการถังผสมน้ำตะกอนนี้มีขนาด 2.50X 2.50X3.00 ลูกบาศก์เมตร ภายในถังมีใบพัดกวนช้า ทำหน้าที่ผสมให้ตะกอนที่อยู่ภายในถังกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งถัง ป้องกันไม่ให้ตะกอนจมลงสู่ก้นถัง

3.2.4 เครื่องสูบน้ำ ท่อสายยาง และอุปกรณ์ต่าง ๆ

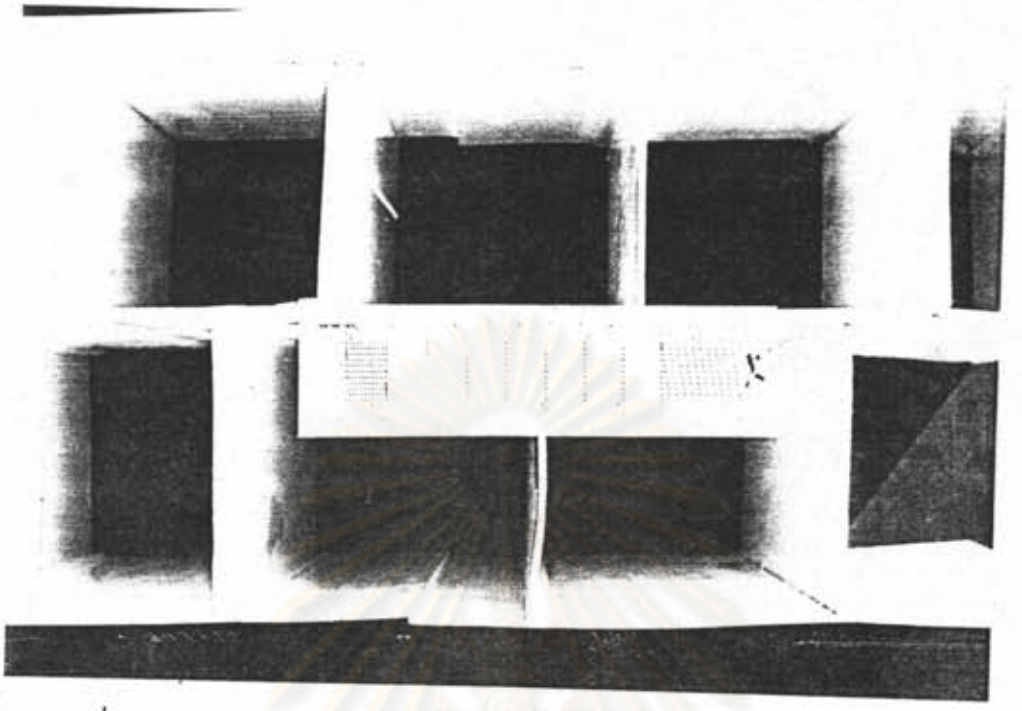
เครื่องสูบน้ำจะทำหน้าที่สูบน้ำจากถังผสมน้ำเข้าสู่ถังแบบจำลอง โดยน้ำที่ถูกสูบจะไหลออก 2 เส้นทาง อาศัยการควบคุมของวาวล์ (Valve) น้ำส่วนหนึ่งจะเข้าสู่ถังแบบจำลอง อีกส่วนจะกลับลงสู่ถังผสมน้ำ ซึ่งในขณะทำการวิจัยจะเก็บน้ำที่เข้าสู่ระบบจากท่อน้ำ นำกลับสู่ถังผสมนี้

3.3 การดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยได้แบ่งการวิจัย ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



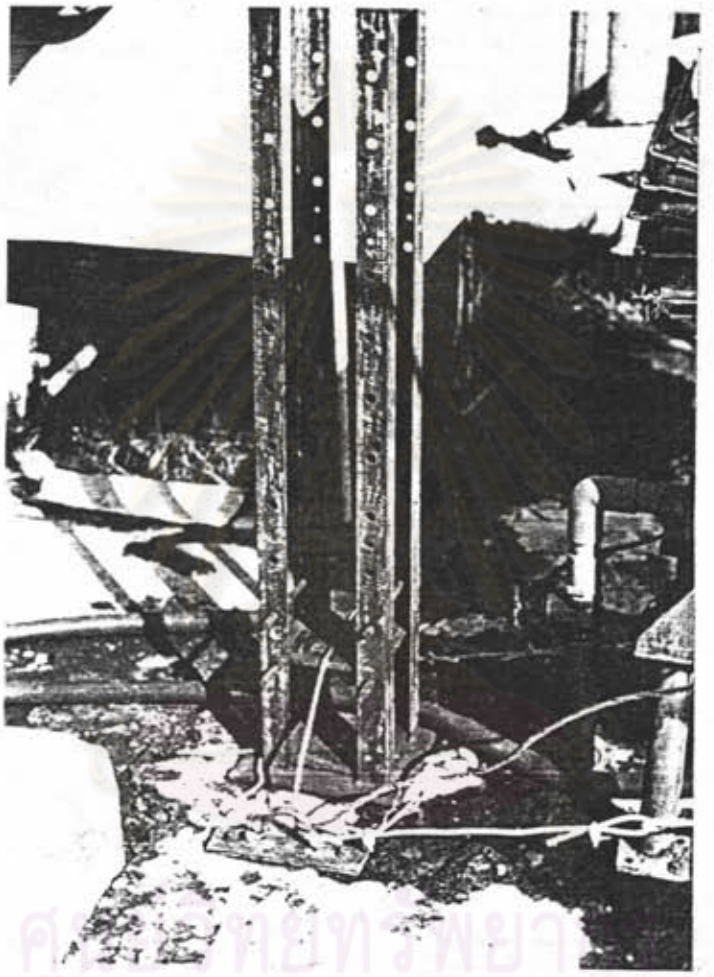
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 หลอดตกตะกอน พีวีซี รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หน้าตัดขนาด 10 ซม.X 10 ซม. ที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.3 หลอดตกตะกอน พีวีซี ที่ทำการติดตั้งเข้ากับถังแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 เครื่องยกปรับมุมแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1 หาระดับความเข้มข้นของเอสเอสที่เหมาะสม

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นของเอสเอสที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนในหลอดตกตะกอนชนิดปรับมุมได้ โดยการกำหนดให้ค่ามุมกับแนวราบของหลอดตกตะกอนนี้ (สำหรับการทดลองนี้เท่ากับ 35 องศา) และแปรเปลี่ยนระดับความเข้มข้นของเอสเอสที่จะเข้าสู่ถังแบบจำลองในระดับต่าง ๆ ซึ่งได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1) ตั้งถังแบบจำลองให้ทำมุมกับแนวราบคงที่ (ในการวิจัยในช่วงนี้ใช้มุม 35 องศา)

2) เตรียมน้ำตะกอนที่จะเข้าสู่ถังแบบจำลองโดยใช้ถังผสมน้ำ ผสมน้ำตะกอนที่มาจากบ่อเติมอากาศ กับน้ำใสที่ผ่านการตกตะกอนแล้วจากถังตกตะกอนของระบบบำบัดโรงงานไทยฟิลาเมนต์ เท็กซ์ไทล์ จำกัด เพื่อให้ได้ระดับความเข้มข้นที่ต้องการ

3) เปิดใบพัดกวนน้ำ เพื่อผสมน้ำตะกอนกับน้ำใสให้มีลักษณะสม่ำเสมอทั่วทั้งถังผสม

4) เปิดวาวล์ (Valve) น้ำเข้าสู่ถังแบบจำลองในการทดลองนี้จะปรับแต่งวาวล์น้ำเพื่อให้อัตราน้ำล้นผิวในถังแบบจำลองมีค่าประมาณ 2 $ม^3/ม^2$-ชม.

5) น้ำตะกอนจากถังผสมจะเข้าสู่ถังแบบจำลอง เมื่อน้ำเต็มถังแบบจำลองไหลออกทางท่อระบายน้ำออกบริเวณส่วนบน วัดอัตราเร็วของน้ำที่ไหลออกจากถังแบบจำลอง

6) ปรับวาวล์ (Valve) เพื่อให้อัตราน้ำล้นผิวที่ออกจากถังแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 2 $ม^3/ม^2$-ชม. โดยวิธีการวัดปริมาตรน้ำที่ออกจากถังแบบจำลองเทียบกับเวลา

7) เริ่มเก็บค่าอย่างน้ำเข้าสู่ถังแบบจำลองและน้ำที่ออกจากถังแบบจำลอง หลังจากนั้นจะเก็บตัวอย่างน้ำออกจากถังแบบจำลองทุก ๆ เวลา 2 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างน้ำเข้าถังแบบจำลอง ทุก ๆ 4 ชั่วโมง

8) นำตัวอย่างน้ำที่เก็บตามวิธีในข้อ 7 มาวิเคราะห์หาค่าเอสเอส และความขุ่นจนกระทั่งจบการทดลองสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งกำหนดได้โดย สาเหตุ 2 ประการคือ

- ชั้นตะกอนที่อยู่ภายในถังแบบจำลอง หลุดออกจากถังแบบจำลองเป็นเหตุให้น้ำออกจากถังแบบจำลองมีค่า เอสเอส สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และ
- ตะกอนที่สะสมอยู่ภายในถังหรือบนหลอดตกตะกอนเกิดการเน่า

9) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปิดวาวล์ (Valve) ไม่ให้น้ำไหลเข้าสู่ถังแบบจำลอง

10) ยกถังแบบจำลองขึ้นทำมุมกับแนวราบเป็นมุม 80 องศา สังเกตการลดลงของชั้นตะกอนหรือตะกอนที่อยู่บนหลอดตกตะกอน บันทึกเวลากับระดับชั้นตะกอนในหลอดที่ยุบตัวลง

11) เมื่อระดับตะกอนหลุดออกพ้นจากหลอดตกตะกอน หรือตะกอนหลุดออกจากหลอดตกตะกอนจนหมด ถือว่าสิ้นสุดการทดลองทำความสะอาดถังแบบจำลอง แล้วเริ่มเปลี่ยนความเข้มข้นของเอสเอสใหม่ ทำการทดลองตามข้อ 1 กับข้อ 11 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

3.3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดเอสเอสและความขุ่นกับมุมของหลอดตกตะกอน

การทดลองในส่วนนี้จะทำเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดตกตะกอนในการกำจัดเอสเอสและความขุ่นกับมุมของหลอดตกตะกอน ที่กระทำกับแนวราบการแปรเปลี่ยนมุมตามแนวราบเป็นค่าต่าง ๆ ดังนี้คือ 35, 45 และ 60 องศา โดยควบคุมให้ระดับความเข้มข้นในช่วงการทดลองต่าง ๆ มีระดับความเข้มข้นให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยระดับความเข้มข้นของเอสเอสเข้าระบบ ประมาณ 150 และ 200 มก./ล.

ซึ่งได้ดำเนินการ เช่นเดียวกับการทดลองในข้อที่ 3.3.1 เพียงแต่กำหนดความเข้มข้นของเอสเอสเข้าถังแบบจำลองคงที่ แล้วแปรเปลี่ยนค่ามุมของหลอดตกตะกอนเท่านั้น

3.3.3 ศึกษาผลของอัตราเร็วในการยุบตัวลงของชั้นตะกอน ต่อมุมแรกเริ่ม เนื่องจากการปรับมุม

นำผลการยกปรับมุมในแต่ละชุดการทดลองจากข้อ 3.3.1 และข้อ 3.3.2 หาอัตราเร็วในการลดลงของชั้นตะกอนและทำการพิจารณาเปรียบเทียบความสัมพันธ์

3.4 พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1) ค่าเอสเอส (suspended solids) ของน้ำเข้าถังแบบจำลองและน้ำผ่านออกจากถังแบบจำลอง ตลอดช่วงการทดลอง ทุก ๆ 4 ชั่วโมง

2) ค่าความขุ่น (turbidity) ของน้ำเข้าถังแบบจำลองทุกระยะ 4 ชั่วโมง และความขุ่นของน้ำผ่านออกจากถังแบบจำลองทุก ๆ เวลา 2 ชั่วโมง ตลอดช่วงการทดลอง

3) ชนิดของจุลชีพ สำรวจโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อดูความสม่ำเสมอของจุลชีพ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการตกตะกอนบนหลอดตกตะกอน เช่น แบคทีเรียแบบเส้นใย ในแต่ละวัน

4) ความสามารถในจมตัว เพื่อตรวจสอบลักษณะความสามารถในการจมตัวของตะกอนภายในช่วงเวลาที่ทำการทดลองในแต่ละวัน โดยวัดในหน่วย SVI

5) ตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynold number) ในขบวนการทดลองโดยการวัดอุณหภูมิของน้ำออกจากกัน แบบจำลองทุก 2 ชั่วโมง

6) ตัวเลขฟรัด (Froude number) การทดลองเพื่อพิจารณาหลอดตกตะกอนมีคุณสมบัติทำให้น้ำไหลผ่านได้อย่างราบเรียบหรือไม่