

บทที่ 3

การวางแผนการวิจัย

3.1 แผนการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้กระทำที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการทดลองได้ใช้แบบจำลองระบบเอเอสขนาด 10 ลิตร จำนวน 3 ชุด ซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน

ตัวแปรอิสระที่ศึกษาคือ Solids Retention Time (SRT) ได้มีการทดลองที่ระดับ SRT 4 ค่าคือ 2, 7, 15 และ 25 วัน แต่สำหรับการทดลอง SRT 7 และ 25 วันได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง โดยในตอนแรกใช้แบบจำลองถังเติมอากาศ 2 ชุดสำหรับการทดลอง SRT 7 และ 25 วัน ครั้งที่ 1 ซึ่งได้ประสบกับปัญหาโรคจมน้ำของตะกอน จึงต้องทำการทดลองครั้งที่ 2 จากความล่าช้าดังกล่าวจึงได้จัดหาแบบจำลองเพิ่มอีกหนึ่งชุดสำหรับการทดลอง SRT 15 วัน ส่วนการทดลอง SRT 2 วันทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ต่อจากการทดลอง SRT 7 วัน

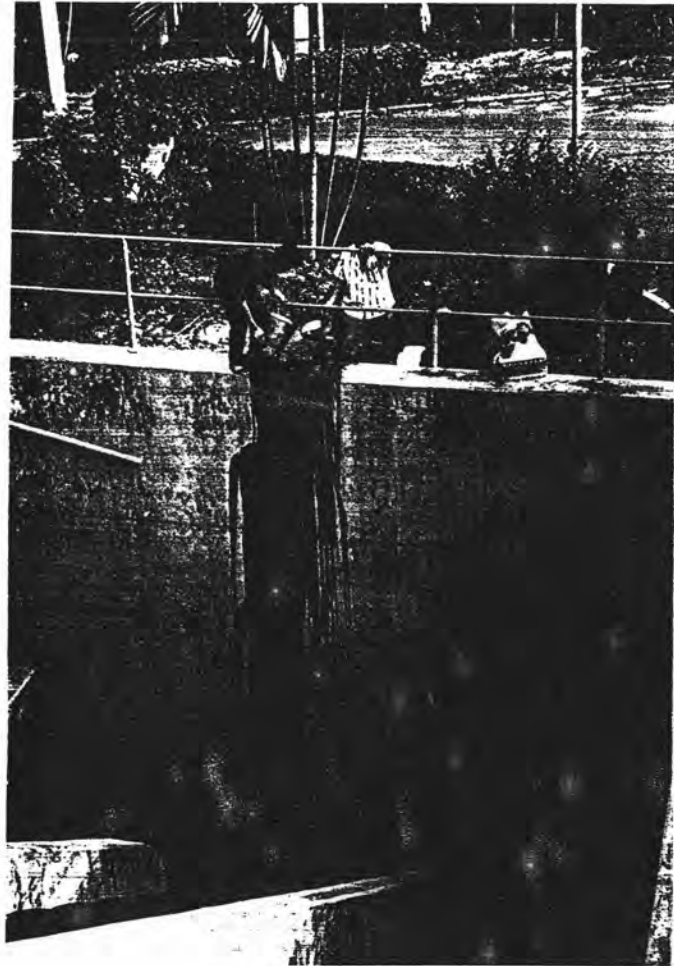
ตัวแปรที่ควบคุมให้มีค่าคงที่ตลอดเวลาสำหรับทุกๆ การทดลองได้แก่ อัตราการป้อนน้ำเสียซึ่งมีค่าเท่ากับ 60 ลิตร/วัน และเวลากักน้ำของแบบจำลองถังเติมอากาศมีค่าคงที่ 4 ชม.

ตัวแปรตามที่จะทำการวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ พีเอช, อุณหภูมิ, ดีโอ, SS, SVI, COD, BOD, TKN, NO_3^- และสภาพต่าง

3.2 การเก็บน้ำเสียและการเตรียมน้ำเสีย

3.2.1 การเก็บน้ำเสีย

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจริงที่เก็บจากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง การเก็บน้ำเสียใช้กระป๋องตักน้ำเสียจากบ่อนักก่อนที่จะสูบเข้าสู่ระบบบำบัด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3.1 เวลาที่เก็บน้ำเสียประมาณ 9.00-10.00 น.



ภาพที่ 3.1 การเก็บน้ำเสีย

3.2.2 การเตรียมน้ำเสีย

น้ำเสียที่เก็บจากโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวางมีเศษขยะและตะกอนแขวนลอยต่างๆ ที่ยังอยู่ในสภาพเดิมอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งได้แก่ เศษใบไม้ พลาสติก ยาง เศษผ้า เม็ดพริก และทราย จึงจำเป็นต้องกรองเอาสิ่งแขวนลอยเหล่านี้ออกจากน้ำเสียก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้เข้าไปทำความเสียหายต่อเครื่องสูบน้ำ การกรองใช้ตะแกรงมุ้งลวดกันยงซ้อนกัน 2 ชั้นเป็นตะแกรงหยาบ และใช้ตะแกรงสำหรับช่องลูกน้ำเป็นตะแกรงละเอียด น้ำที่กรองแล้วซึ่งเก็บไว้ในถังเก็บน้ำเสียจะถูกผสมด้วยน้ำประปาในปริมาณที่เท่ากันแล้วกวนให้เข้ากัน เพื่อเจือจางให้น้ำเสียมีความเข้มข้นลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง ดังเหตุผลที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 1.2

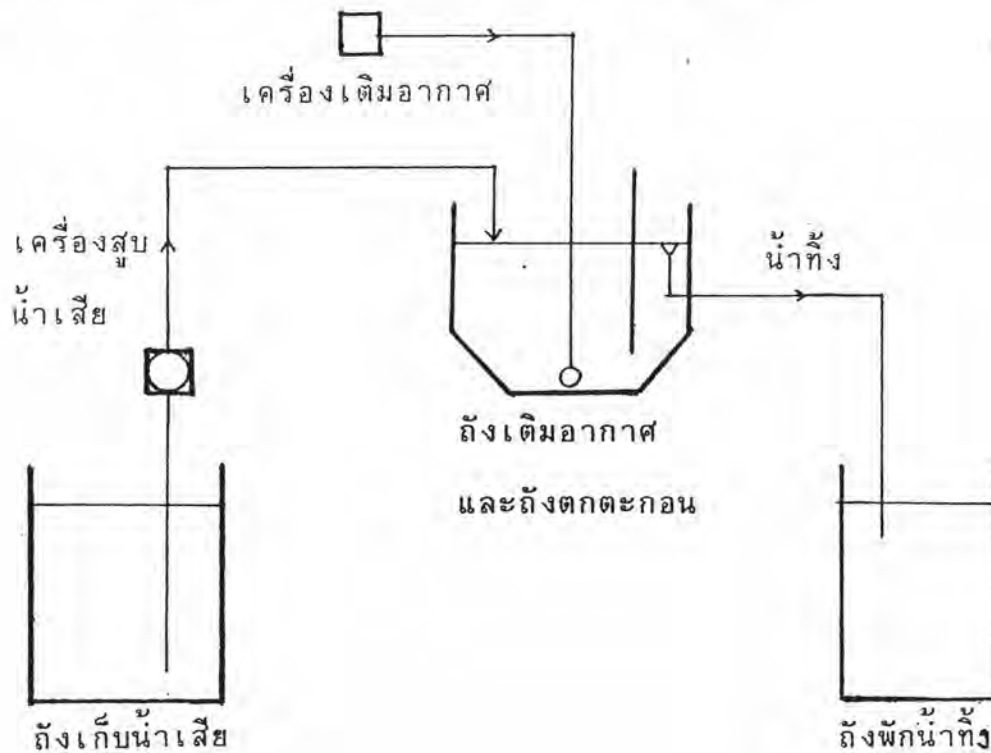
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

ในการทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองได้ใช้แบบจำลองระบบเอเอสทั้งหมดจำนวน 3 ชุด โดยตอนแรกใช้แบบจำลอง 2 ชุด สำหรับการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน แบบจำลองทั้ง 2 ชุดนี้มีส่วนประกอบอย่างง่าย ดังแสดงอยู่ในภาพ 3.2 ซึ่งประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำแบบไดอะแฟรม สำหรับสูบน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศขนาด 10 ลิตรซึ่งมีถังตกตะกอนในตัวและหมุนเวียนตะกอนได้เอง การเติมอากาศในถังนี้ใช้เครื่องเป่าอากาศขนาดเล็กแบบที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลา น้ำที่บำบัดแล้วจะสันออกจากถังตกตะกอนลงสู่ถังเก็บน้ำทิ้ง ต่อมาพบว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง ตะกอนจมตัวไม่ทันภายในถังตกตะกอนในตัวที่มีความลึกน้อยและมีเวลากักน้ำต่ำ ทำให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งมาก ระบบเอเอสจึงมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นในการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน ครั้งที่ 2 จึงได้ปรับปรุงระบบให้ดียิ่งขึ้น ดังมีรายละเอียดแสดงในภาพที่ 3.3 น้ำเสียถูกสูบโดยเครื่องสูบน้ำแบบไดอะแฟรมส่งไปยังถังคัดน้ำเพื่อผสมกับตะกอนหมุนเวียนที่ถูกสูบมาจากถังตกตะกอน โดยถังคัดน้ำมีขนาดความจุ 0.40 ลิตร สำหรับการทดลอง SRT 25 วัน และความจุ 0.60 ลิตร สำหรับการทดลอง SRT 7 วัน การเติมอากาศและการกวนน้ำในถังคัดน้ำใช้เครื่องเป่าอากาศขนาดเล็ก น้ำตะกอนนี้จะไหลไปยังถังเติมอากาศเพื่อกำจัดความสกปรก และไหลต่อไปยังถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตรซึ่งนำมาใช้แทนถังตกตะกอนในตัวเพื่อช่วยให้ตกตะกอนได้ดีขึ้น

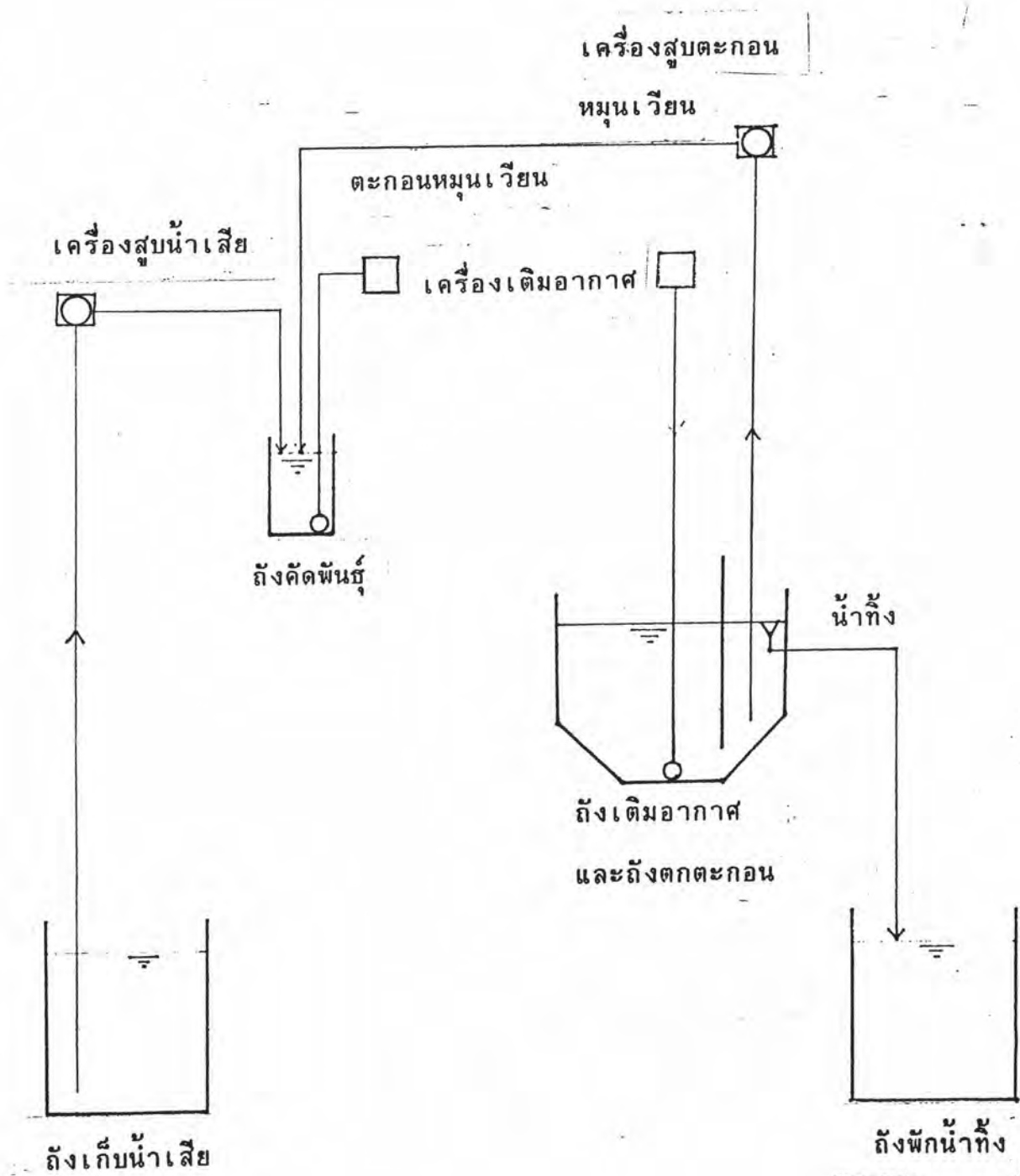
จากนั้นตะกอนที่กั้นถังตกตะกอนจะถูกสูบหมุนเวียนกลับคืนไปเข้าถังคั่นน้ำ ต่อมามีการทดลอง SRT 25 วัน หมดปัญหาเกี่ยวกับโรคจมน้ำไม่ลงของตะกอน จึงได้ยกเลิกถังตกตะกอน 7 ลิตร แต่ยังคงใช้เครื่องสูบน้ำหมุนเวียนตะกอนและถังคั่นน้ำ ดังมีรายละเอียดแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ในภาพที่ 3.4

สำหรับการทดลอง SRT 2 วัน ได้ใช้แบบจำลองต่อจากการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2 ต่อมามีปัญหาเกี่ยวกับโรคจมน้ำไม่ลงของตะกอนจึงได้ยกเลิกถังตกตะกอน 7 ลิตร และกลับมาใช้ถังตกตะกอนในตัว ดังรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 3.4

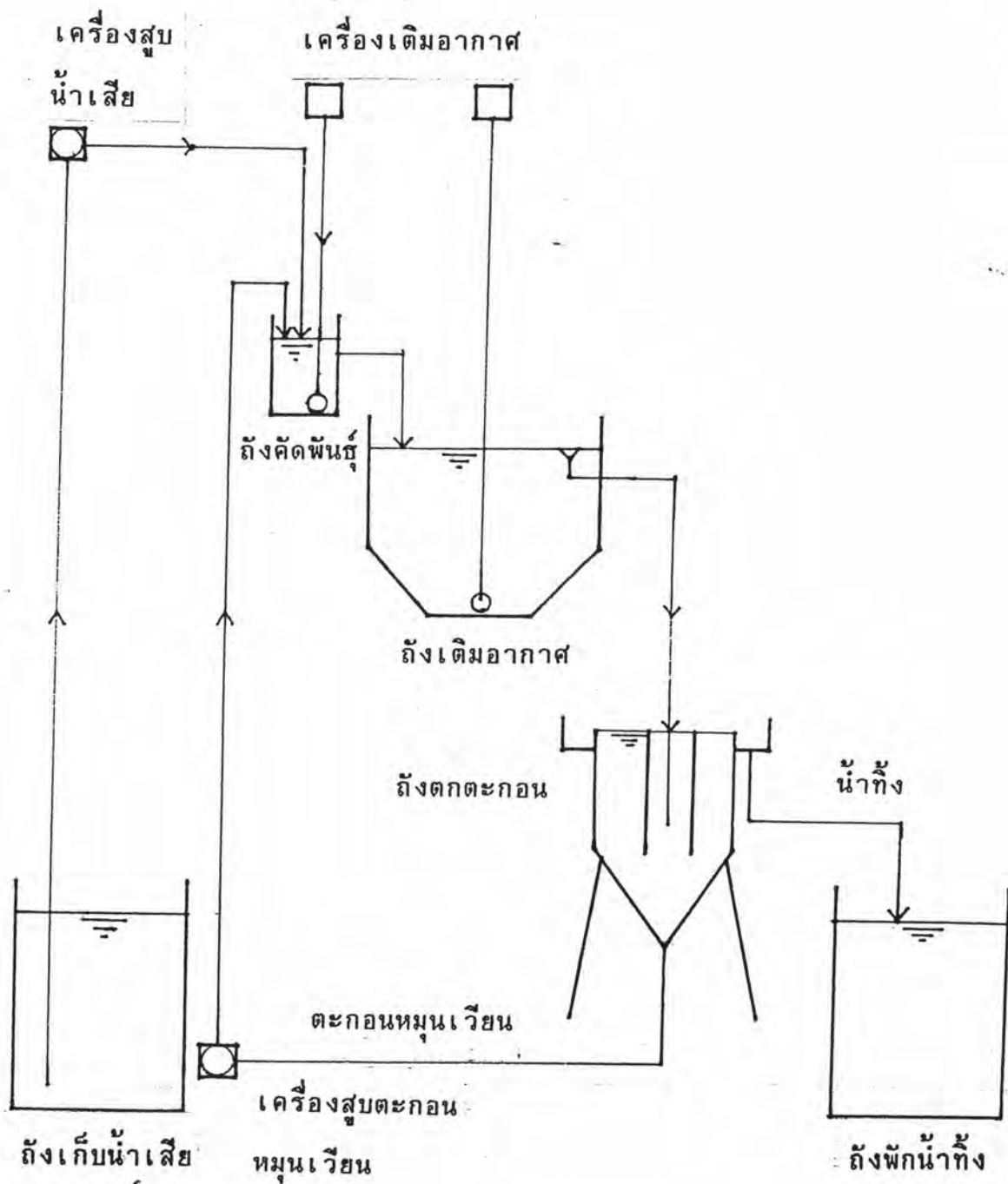
สำหรับการทดลอง SRT 15 วัน มีรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนท้ายของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.2 รายละเอียดการติดตั้งแบบจำลองระบบเอเอส สำหรับการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน ครั้งที่ 1



ภาพที่ 3.3 รายละเอียดแสดงการติดตั้งแบบจำลองระบบเอเอสสำหรับการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน ครั้งที่ 2 และ ตอนต้นของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 3.4 รายละเอียดแสดงการติดตั้งแบบจำลองระบบเอเอสสำหรับการทดลอง SRT 15 วัน และตอนที่ท้ายของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 และตอนที่ท้ายของการทดลอง SRT 2 วัน

เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 เครื่องสูบน้ำแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pump)

ในการทดลองนี้ใช้เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ IWAKI METERING PUMP Model LK22 จำนวน 2 เครื่อง ใช้สำหรับสูบน้ำเสียของการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน โดยในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้สูบน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ และในการทดลองครั้งที่ 2 ใช้สูบน้ำเสียเข้าสู่ถังคัตนั้ ในการใช้งานได้ควบคุมให้มีอัตราการไหลคงที่ 60 ลิตร/วัน

3.3.2 เครื่องสูบน้ำแบบบริดสาย (Peristaltic Pump)

ในการทดลองใช้เครื่องสูบน้ำแบบบริดสายจำนวน 4 เครื่อง ซึ่งผลิตโดยบริษัท WATSON-MARLOW จำกัด ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ Model 503 จำนวน 1 เครื่อง และ Model 503S จำนวน 3 เครื่อง

1. Model 503 ใช้สูบทะกอนหมุนเวียนสำหรับการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 มีอัตราการไหลประมาณ 60 ลิตร/วัน

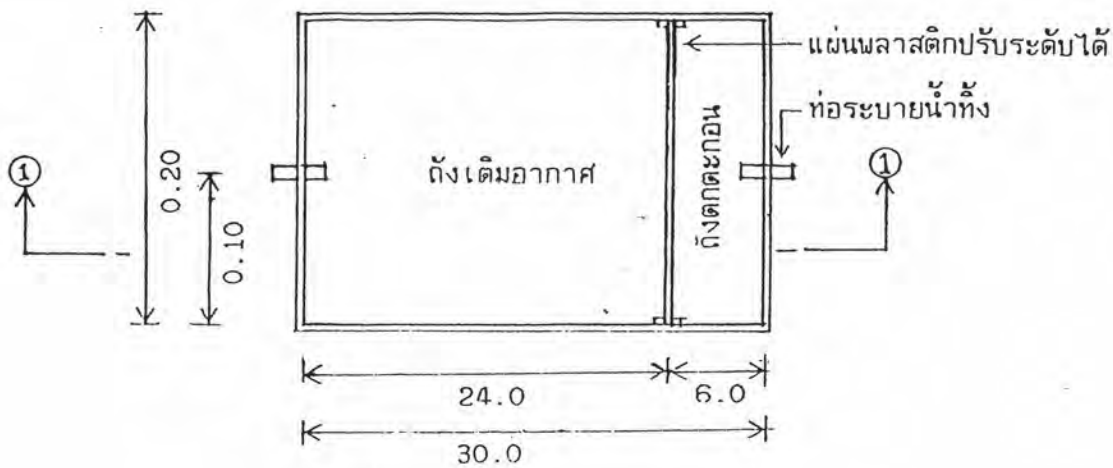
2. Model 503S ใช้สูบน้ำเสียสำหรับการทดลอง SRT 15 วัน ใช้สูบทะกอนหมุนเวียน สำหรับการทดลอง SRT 15 วัน, SRT 7 วัน ครั้งที่ 2 และ SRT 2 วัน โดยมีอัตราการไหลประมาณ 60 ลิตร/วัน

3.3.3 เครื่องเป่าอากาศ (Air Pump)

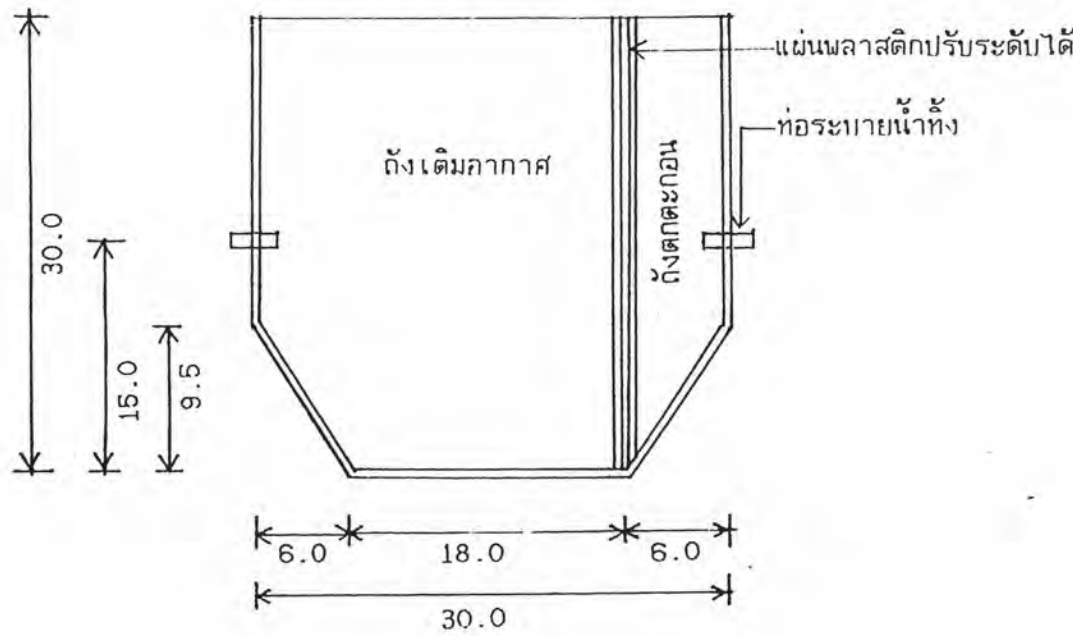
ในการทดลองนี้ใช้เครื่องเป่าอากาศขนาดเล็กแบบใช้สำหรับตู้เลี้ยงปลา ซึ่งประกอบด้วย ตัวเครื่องเติมอากาศและหัวกระจายฟองอากาศซึ่งใช้จุ่มในน้ำ เครื่องเติมอากาศนี้มีหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำ และทำให้เกิดการกวนน้ำภายในถังเติมอากาศและถังคัตนั้

3.3.4 แบบจำลองถังเติมอากาศและถังตกตะกอน

ในการทดลองนี้ใช้แบบจำลองจำนวน 3 ชุด ซึ่งมีขนาดและรูปร่างดังภาพที่ 3.5 แบบจำลองนี้เป็นถังพลาสติกใส ภายในถังมีแผ่นกั้นน้ำที่สามารถเลื่อนปรับขึ้นลงได้เป็นตัวแบ่งถังออกเป็น 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศซึ่งมีปริมาตร 8.34 ลิตร และถังตกตะกอนปริมาตร 1.66 ลิตร น้ำเสียที่เข้าสู่ถังเติมอากาศจะถูกกวนโดยเครื่องเป่าอากาศให้สัมผัสกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในถัง และเกิดการบำบัดให้มีความสกปรกลดลง น้ำตะกอนนี้จะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน น้ำใสที่ตกตะกอนแล้วจะล้นออกทางท่อระบายน้ำซึ่งอยู่ทางด้านบนของถังตกตะกอนอีกทั้งท่อระบายน้ำนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมระดับน้ำในแบบจำลอง เพื่อให้มีความจุในการเก็บกักน้ำคงที่ 10 ลิตร



รูปแปลน



รูปตัด 1-1

ภาพที่ 3.5 แสดงรูปร่างและขนาดของถังเต็มอากาศ และถังตกตะกอนขนาด 10 ลิตร

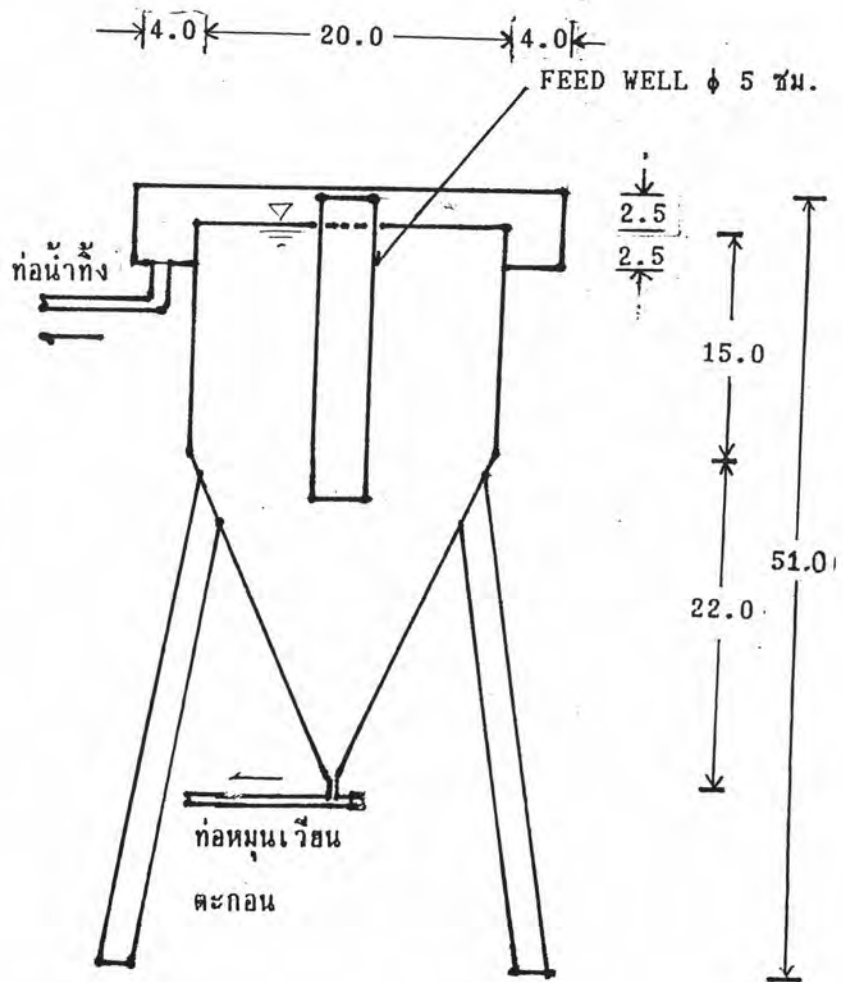
ในการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน ครั้งที่ 2 ได้ยกเลิกถังตกตะกอนในตัวโดยถอดแผ่นกั้นน้ำที่แบ่งถังเติมอากาศ และถังตกตะกอนออก แบบจำลองนี้จึงทำหน้าที่เป็นถังเติมอากาศเพียงอย่างเดียว

3.3.5 ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร

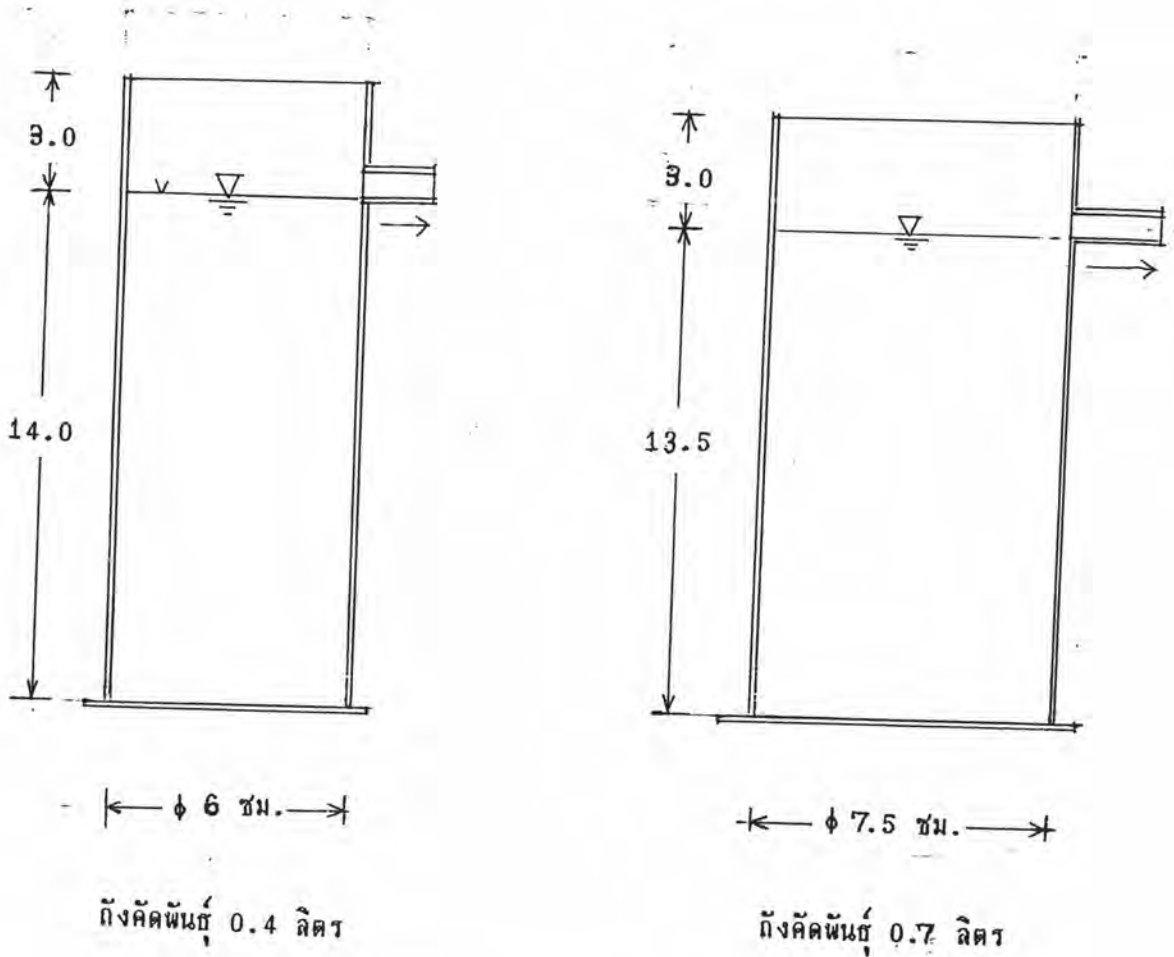
ในการทดลอง SRT 25 วัน และ 7 วัน ครั้งที่ 2 ได้ใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร จำนวน 2 ชุด ถังตกตะกอนนี้ทำจากพลาสติกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม. และปลายด้านล่างสอบเข้าหากันเพื่อช่วยให้ตกตะกอนได้ดีขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.6 น้ำตะกอนจะไหลจากถังเติมอากาศเข้ามายังแผ่นกระจายน้ำทรงกระบอกที่อยู่บริเวณกลางถังน้ำตะกอนซึ่งไหลลงเมื่อพื้นขอบล่างของแผ่นกระจายน้ำก็จะกระจายออกไปรอบข้างทุกทิศทาง แล้วจึงไหลขึ้นสู่ด้านบน ระหว่างนี้ตะกอนก็จะจมตัวลงสู่ก้นถังและถูกลบหมุนเวียนกลับไปยังถังคัตphanธุ์ ส่วนน้ำใสที่ไหลขึ้นอยู่ด้านบนก็จะล้นออกทางขอบถังและถูกระบายทิ้งออกจากระบบต่อไป นอกจากนี้ภายในถังตกตะกอนสำหรับการทดลอง SRT 25 วัน จะมีที่กวาดตะกอนซึ่งทำงานด้วยระบบไฟฟ้า

3.3.6 ถังคัตphanธุ์

ในการทดลองนี้ใช้ถังคัตphanธุ์จำนวน 3 ชุด ถังคัตphanธุ์เป็นถังเติมอากาศขนาดเล็กที่มีเวลากักน้ำสั้นและรับออร์แกนิกโพลีสูง ซึ่งเป็นสภาวะที่สนับสนุนให้แบคทีเรียสร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ดี โดยการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 ใช้ถังคัตphanธุ์ขนาด 0.40 ลิตร มีเวลากักน้ำ 9.6 นาที และการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2 และ SRT 15 วัน ใช้ถังคัตphanธุ์ขนาด 0.60 ลิตร มีเวลากักน้ำ 14.4 นาที การเติมอากาศและการกวนน้ำใช้เครื่องเติมอากาศขนาดเล็ก ซึ่งมีหัวกระจายฟองอากาศจุ่มอยู่ในถังคัตphanธุ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.7 น้ำเสียและตะกอนหมุนเวียนจะถูกสูบมาผสมกันในถังคัตphanธุ์เพื่อเป็นการเลี้ยงเชื้อขั้นแรก และน้ำตะกอนนี้จะไหลล้นเข้าสู่ถังเติมอากาศเพื่อการบำบัดต่อไป



ภาพที่ 3.6 รายละเอียดถังตกตะกอน 7 ลิตร



หมายเหตุ : หน่วยเป็นเซนติเมตร (ซม.)

ภาพที่ 3.7 รายละเอียดถังคัณฑ์

3.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าตัวแปรตามที่ต้องการวิเคราะห์ได้แก่พีเอช, อุณหภูมิ, ดีไอ, V_{30} , V_{60} , SS, SVI, COD, BOD, TKN, NO_3^- และALKALINITY การเก็บน้ำตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ตัวแปรตามเหล่านี้ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

ตัวแปร	วิธีวิเคราะห์	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง			ความถี่ในการวิเคราะห์
		ถึงน้ำเสี้ยว	ถึงเติมอากาศ	ถึงน้ำทิ้ง	
1. pH	pH Meter	✓	✓	✓	ทุกวัน
2. อุณหภูมิ	pH Meter	✓	✓		ทุกวัน
3. DO	DO Meter		✓		ทุกวัน
4. V_{30} , V_{60}	Settling Volume Test		✓		ทุกวัน
5. SS	Glass fibre Filter Method	✓	✓	✓	- ในถึงเติมอากาศและน้ำทิ้งวิเคราะห์ทุกวัน - น้ำเสี้ยววิเคราะห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
6. SVI	คำนวณจาก $\frac{\%V_{30}}{MLSS} \times 1000$				ทุกวัน
7. COD	Close Reflux Method	✓		✓	ทุกวัน
8. BOD	Azide Modification	✓		✓	สัปดาห์ละครั้ง
9. TKN	Kjeldahl Method	✓		✓	สัปดาห์ละครั้ง
10. NO_3^-	UV. Method	✓		✓	ทุกวัน (ในตอนท้าย)
11. สภาพต่าง	Titration	✓		✓	ทุกวัน (ในตอนท้าย)