บทที่ 4

แผนการทดลองและดำเนินการ

จากการทดลองในเรื่องกระบวนการสร้างเพ็ลเล็ตแบบไหลขึ้นในประเทศไทยที่ผ่านมา ช่วงแรกจะเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปฏิกรณ์ขนาดเล็กและสังเคราะห์ความขุ่นขึ้นจากดินคาโอลิน รวมทั้งเป็นการทดลองช่วงสั้นๆ (บัณฑิต 2535, ปริญญา 2535, นฤชา 2535, อาชวัน 2536, คณิศ 2538, Panswad and Muangsiri, 1996, Panswad and Chan-narong, 1998) ต่อมาได้ทดลองกับน้ำดิบจริงจากคลองประปาที่มีความขุ่นแปรผันตามฤดูกาล โดยใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์และโพลีเมอร์ไม่มีประจุเป็นโคแอกกูแลนต์เอด (สุรเชษฎ์ 2539, กานตพันธ์ 2540, กุลธิดา 2540) ซึ่งได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่มีการทดลองกับระบบขนาดต้นแบบ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กระบวนการสร้างเพ็ลเล็ตในระบบประปาที่สามารถผลิตน้ำในปริมาณที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง เช่นในโรงงานอุตสาหกรรมหรือชุมชนขนาดเล็ก ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงระบบต่อไป

4.1 การดำเนินงาน

การทดลองนี้ได้ใช้เวลาเตรียมการมานานซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ตามรูปที่ 4.1 ซึ่งช่วงแรกมีการปรับปรุงแก้ไขแบบถังปฏิกรณ์(คุณสุรเชษฎ์ พลวนิช ได้ออกแบบเบื้องต้นไว้) โดย ศ.ดร. ชงชัย พรรณสวัสดิ์ ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ จากนั้นก็ศึกษารายละเอียดเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาประกอบเช่น มอเตอร์, เกียร์, วาล์ว, ความหนาของเหล็กฯลฯ ให้เหมาะสมกับการทดลอง แล้วจึงสั่งประกอบถังปฏิกรณ์พร้อมกับการติดต่อการประปานครหลวง บางเขน เพื่อที่ขอใช้ห้องทดลองและพื้นที่ตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น น้ำดิบที่ใช้ต้องไม่ผ่านการปรับสภาพมาก่อน, ต้องมีไฟฟ้าขนาด 220 และ 380 โวลท์, มีน้ำประปาและมีความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ แล้วก็ติดตั้งอุปกรณ์และทดลองความพร้อมและความปลอดภัยของอุปกรณ์ในการทำงาน แล้วจึงทดลองหาสภาพที่เหมาะสมของระบบเบื้องต้น หลังจากนั้นก็ทดลองตามแผนการทดลอง ดูรายละเอียดข้อ 4.3 ซึ่งก็ได้สรุปและเสนอแนวทางในการทดลองต่อไปในอนาคต เพื่อที่ให้ระบบมีความสมบูรณ์ที่สุด

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองในการศึกษานี้

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

อุปกรณ์ในการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. ถังปฏิกิริยา สูง 3 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร ทำด้วยเหล็ก พร้อมเกียร์มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า 380 โวลท์ 3 เฟส ปรับรอบหมุนใบกวนได้ด้วยวิธีเชิงกล อัตราการหมุน 2- 9 รอบต่อนาที ตามรูปที่ 4.2,4.3 และ 4.4 (ภาพอยู่ในภาคผนวก ก)

2. เครื่องผสมสถิตย์ในเส้นท่อสำหรับกระบวนการกวนเร็ว ให้ได้ค่า G ประมาณ 2600 วินาที $^{-1}$ (การคำนวนอยู่ในภาคผนวก ข)

3. เครื่องผสมสารโพลีเมอร์ขนาด 0.5 แรงม้า หมุนเร็ว 288 รอบต่อนาที มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า 380 โวลท์ 3 เฟส

4. เครื่องสูบน้ำสำหรับเวียนมวลของแข็งขนาด - ยี่ห้อ Pedlelo รุ่น ID45 0.74กิโลวัตต์ อัตราสูบประมาณ 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

5. เครื่องสูบสารเคมีแบบรีดสายยี่ห้อ Watson Marlow รุ่น 505S ปรับอัตราการหมุนได้ 2-220 รอบต่อนาที เพื่อจ่ายสารส้มและโพลีเมอร์ 2 เครื่อง

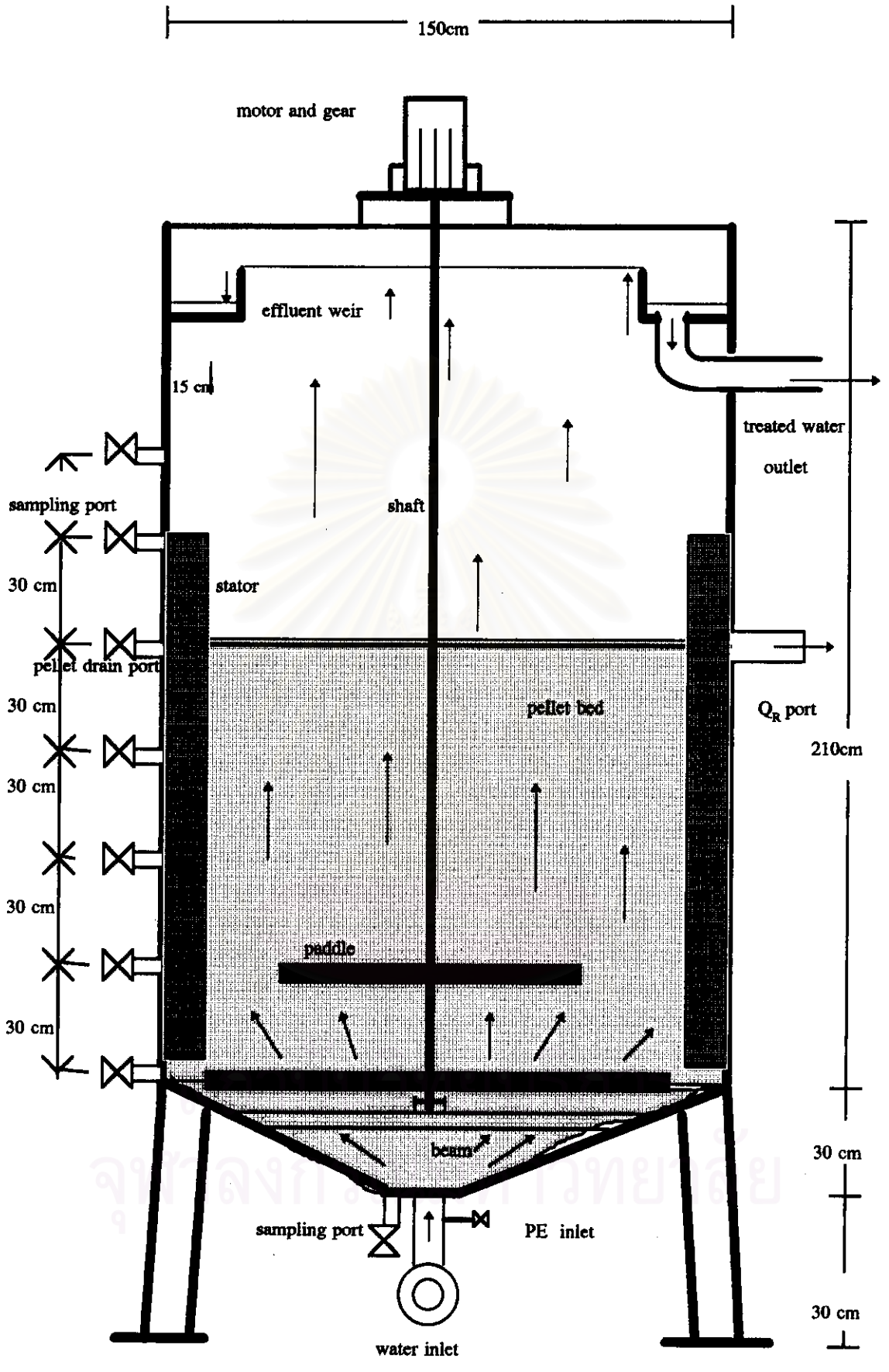
6. เครื่องวัดอัตราการไหล ขนาด 2 นิ้ว ยี่ห้อ KROHNE รุ่น AQUAFLUX 410K วัดอัตราการไหลได้ตั้งแต่ 2-80 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

7. ถังสารเคมีขนาด 500 ลิตร 4 ใบ

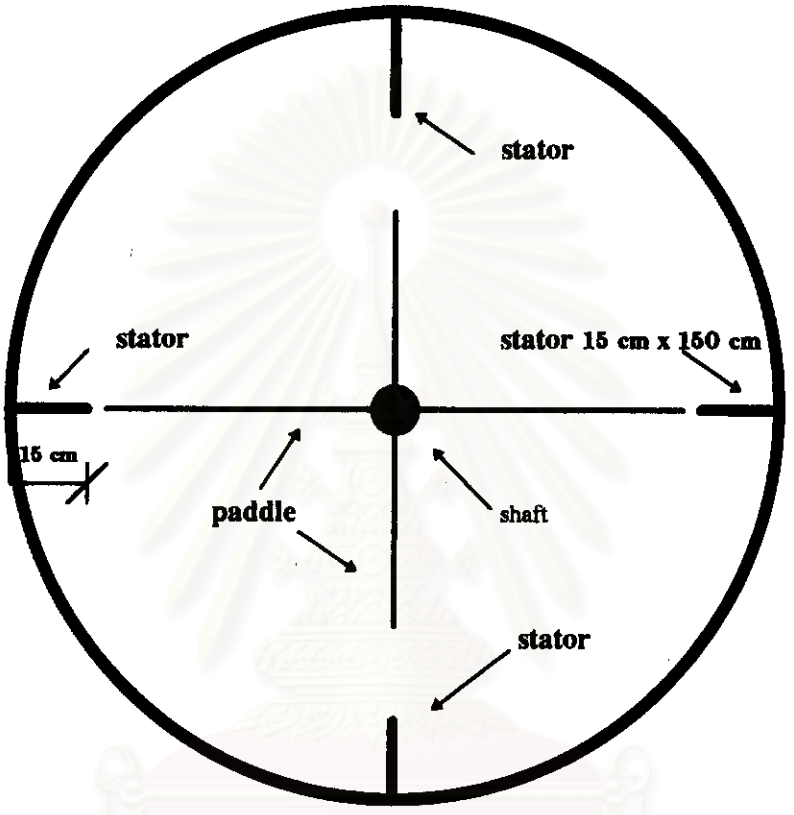
8. ถังสารเคมีขนาด 200 ลิตร 2 ใบ

หมายเหตุ ; ภาพอุปกรณ์อยู่ในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

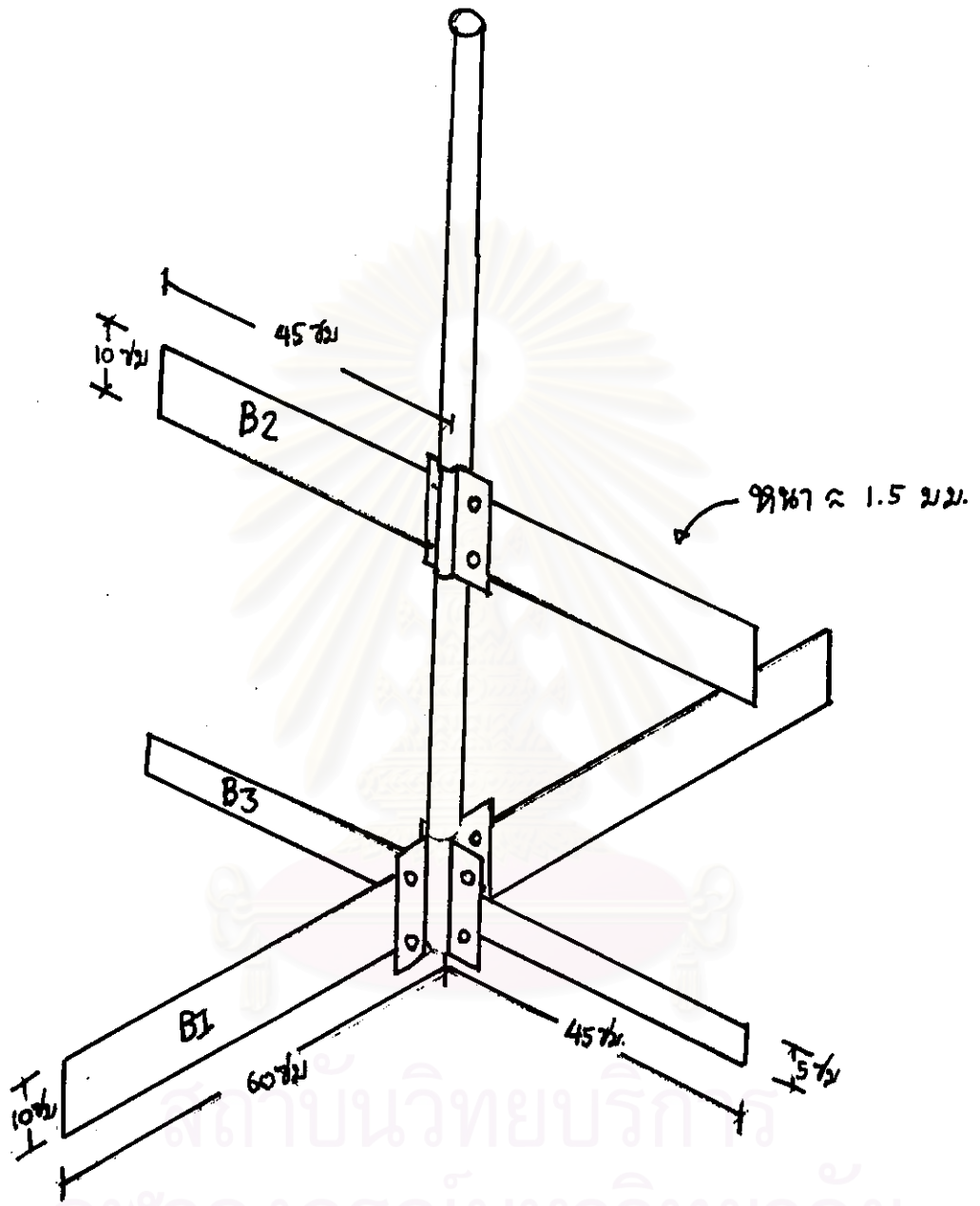


รูปที่ 4.2 รูปแบบถังปฏิกรณ์สร้างเพ็ลเล็ต(not to scale)



รูปที่ 4.3 รูปตัดตามขวางของถังปฏิกรณ์สร้างเพ็ลเล็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 รูปแบบใบกวน

การทดลองในช่วงที่ 1 และที่ 2 แบบใบกวนดังรูปที่ 4.4 ประกอบด้วย

B1.กว้าง 10 ซม.ยาว 60 ซม. 2 ใบ (พื้นที่ใบ 0.06 ตรม.)

B2.กว้าง 10 ซม.ยาว 45 ซม. 2 ใบ (พื้นที่ใบ 0.045 ตรม.)

B3.กว้าง 5 ซม.ยาว 45 ซม. 2 ใบ (พื้นที่ใบ 0.0225 ตรม.)

ส่วนการทดลองในช่วงที่ 3 การทดลองแบบ 2 ใบจะถอดใบ B2และB3 ออก จะเหลือแต่ใบ B1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 แผนการทดลอง

เนื่องจากการทดลองในระบบขนาดต้นแบบยังไม่เคยมีการทดลองกับน้ำดิบความขุ่นต่ำ ไม่ว่า ณ ที่ใดมาก่อน จึงจำเป็นต้องหาสภาพที่เหมาะสมในด้านต่างๆเพื่อที่จะได้ปรับปรุงระบบให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ดังนั้นจึงแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้ คือ

ช่วงที่ 1 จากข้อมูลเดิม(กานตพันธุ์, 2539) พบว่าการหมุนเวียนเพ็ลเล็ตช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้ ในที่นี้จึงทำการทดลองเปรียบเทียบการเวียนมวลของแข็งและไม่เวียนมวลของแข็ง ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อพัฒนาการสร้างชั้นมวลของแข็งจากน้ำดิบธรรมชาติในระบบขนาดของจริง(ดูการเริ่มระบบได้ในภาคผนวก ค)

ช่วงที่ 2 จากผลที่ได้ในช่วง 1 ซึ่งพบว่ามีปัญหาอย่างมาก จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาความเหมาะสมของอัตราเร็วการหมุนใบกวน และปริมาณโพลีเมอร์ที่เหมาะสม

ช่วงที่ 3 นำผลสรุปจากการทดลองในช่วงที่ 2 มาปรับปรุงระบบโดยการลดค่า G ในถังปฏิกรณ์ลง และทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างค่า G ของการทดลองเดิมที่ให้ผลที่ดีที่สุด และค่า G ที่ปรับปรุงใหม่

4.3.1 ช่วงที่ 1 การเวียนและไม่เวียนมวลของแข็ง

การทดลองเปรียบเทียบการเวียนมวลของแข็งในระบบฯที่อัตรา 0.3 ของอัตราน้ำไหลเข้า กับการไม่เวียนมวลของแข็ง โดยใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์ด้วยความเข้มข้นคงที่และโพลีเมอร์ไม่มีประจุเป็นโคแอกกูแลนต์เอดที่ความเข้มข้น 0.1 ถึง 0.7 มก./ล. โดยทดลองเป็นเวลา 3 วันหรือ 72 ชั่วโมงสำหรับแต่ละการทดลอง รวมทั้งได้ศึกษาการเพิ่มปริมาณของชั้นมวลของแข็งจากระดับ 0 จนถึงระดับ 150 ซม.

ขอบเขตการทดลองช่วงที่ 1 แสดงดังในตารางที่ 4.1 โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1.ปริมาณความเข้มข้นสารส้ม 17 มก./ล.$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ (1.377 มก./ล อะลูมิเนียม)

หมายเหตุ:ดูการคำนวนปริมาณสารส้มได้ในภาคผนวก ง

2.ปริมาณความเข้มข้นโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 มก./ล.

3.อัตราเวียนมวลของแข็ง 0 (ชุดควบคุม)และ 0.3 ของอัตราน้ำไหลเข้า (ชุดทดสอบ)

4.ระยะเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมงต่อการทดลอง

5. ความเร็วน้ำไหลขึ้นในระบบอย่างน้อยที่ 8 เมตร/ชั่วโมง

6.จำนวนใบกวน 6 ใบ ตามรูปที่ 4.4

7.ความเร็วรอบในการหมุนใบกวน 2 รอบ/นาที (G=8 วินาที$^{-1}$)

8.ความขุ่นน้ำดิบประมาณ 100-250 เอ็นทียู(ตามฤดูกาล)

9.ชั่วโมงที่ 0 นับจากเริ่มเดินระบบ

10.คุมระดับชั้นมวลของแข็งให้ไม่เกิน 150 ซม

หมายเหตุ:การคำนวนค่าG อยู่ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.1 การทดลองในช่วงที่ 1 (เวียนและไม่เวียนมวลของแข็ง)

อัตราการเวียนมวลของแข็ง (เท่าของน้ำปริมาณน้ำไหลเข้า)	ปริมาณโพลีเมอร์(มก./ล.)			
	0.1	0.3	0.5	0.7
0	P1-R0	P3-R0	P5-R0	P7-R0
0.3	P1-R3	P3-R3	P5-R3	P7-R3

หมายเหตุ P1-R3 มีความหมายว่า

P1 = ปริมาณโพลีเมอร์ 0.1 มก./ล

R3 = อัตราการเวียนมวลของแข็งที่ 0.3 ของอัตราน้ำไหลเข้า

รวมจำนวนการทดลองทั้งหมดในช่วงที่ 1 เท่ากับ 8 การทดลอง

4.3.2 ช่วงที่ 2 ทดลองแปรผันอัตราเร็วใบกวน

เป็นการทดลองแปรค่าอัตราเร็วการหมุนใบกวน เพื่อเปรียบเทียบและหาความเหมาะสมของความค่าปั่นป่วนในระบบกับปริมาณโพลีเมอร์ไม่มีประจุที่ใช้ เวลาการทดลองอย่างน้อย 72 ชั่วโมงต่อการทดลอง แต่ต่างจากการทดลองช่วงที่ 1 คือ เริ่มนับเวลาการทดลองเมื่อชั้นเพ็ลเล็ตอยู่ที่ระดับ 150 ซม. แล้ว (ซึ่งปกติจะใช้เวลา 1 ถึง 3 วัน ขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นโพลีเมอร์)

ขอบเขตการทดลองช่วงที่ 2 แสดงดังในตารางที่ 4.2 โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1.ปริมาณความเข้มข้นสารส้ม 17 มก./ล.$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ (1.377 มก./ล อะลูมิเนียม)

2.ปริมาณความเข้มข้นโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.5, 0.7และ 0.9 มก./ล.(หมายเหตุ: จากผลการทดลองที่ 1 พบแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นโพลีเมอร์ ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้น จึงเพิ่มความเข้มข้นโพลีเมอร์ขึ้น แต่ไม่ขึ้นมากเพราะอาจหลงเหลือในน้ำผลิตจนเป็นพิษได้)

3.ความเร็วรอบการหมุนใบกวนที่ 2 รอบต่อนาที (G=8 วินาที$^{-1}$), 4 รอบต่อนาที (G=23 วินาที$^{-1}$)และ 6 รอบต่อนาที(G=42 วินาที$^{-1}$)

4.ระยะเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมงต่อการทดลอง

5.ความเร็วน้ำไหลขึ้นในระบบอย่างน้อยที่ 8 เมตร/ชั่วโมง

6.จำนวนใบกวน 6 ใบ ตามรูปที่ 4.4

7.คุมระดับชั้นมวลของแข็งให้คงที่ที่ 150 ซม

8.ความขุ่นน้ำดิบประมาณ 100-250 เอ็นทียู(ตามฤดูกาล)

9.นับเวลาชั่วโมงที่ 0 หลังจากที่ได้เลี้ยงชั้นมวลของแข็งจนถึง 150 ซม. แล้ว

หมายเหตุ:การคำนวนค่าG อยู่ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.2 การทดลองในช่วงที่ 2 (แปรผันอัตราเร็วใบกวน)

อัตราการหมุนใบกวน (รอบต่อนาที)	ปริมาณโพลีเมอร์(มก./ล.)		
	0.5	0.7	0.9
2	P5-S2	P7-S2	P9-S2
4	P5-S4	P7-S4	P9-S4
6	P5-S6	P7-S6	P9-S6

หมายเหตุ P7-S4 มีความหมายว่า

P7 = ปริมาณโพลีเมอร์ 0.7 มก./ล

S4 = อัตราการหมุนใบกวนที่ 4 รอบต่อนาที

รวมจำนวนการทดลองทั้งหมดในช่วงที่ 2 เท่ากับ 9 การทดลอง

4.3.3 ช่วงที่ 3 การเปลี่ยนรูปแบบการจัดวางใบกวน

เป็นการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนรูปแบบการจัดวางใบกวนโดยนำผลจากการทดลองช่วงที่ 2 มาเป็นแนวทาง โดยการลดจำนวนและชั้นของใบกวนลง ซึ่งการทดลองช่วงที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

1.ปริมาณความเข้มข้นสารส้ม 17 มก./ล.$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ (1.377 มก./ล อะลูมิเนียม)

2.ปริมาณความเข้มข้นโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก./ล.

3.ความเร็วรอบการหมุนใบกวนที่ 2 รอบต่อนาที

4.ระยะเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมงต่อการทดลอง

5.ความเร็วน้ำไหลขึ้นในระบบอย่างน้อยที่ 8 เมตร/ชั่วโมง

6.จำนวนใบกวน 6 ใบ(G=8 วินาที$^{-1}$) และ 2 ใบ(G=6.7 วินาที$^{-1}$)ตามรูปที่ 4.4

7.คุมระดับชั้นมวลของแข็งให้คงที่ที่ 150 ซม .

8.ความขุ่นน้ำดิบประมาณ 80-150 เอ็นทียู(ตามฤดูกาล)

9.นับเวลาชั่วโมงที่ 0 หลังจากเลี้ยงให้ระดับชั้นมวลของแข็งถึง 150 ซม. แล้ว

ซึ่งมีการทดลองทั้งหมด 2 การทดลอง

4.4 วิธีการทดลอง

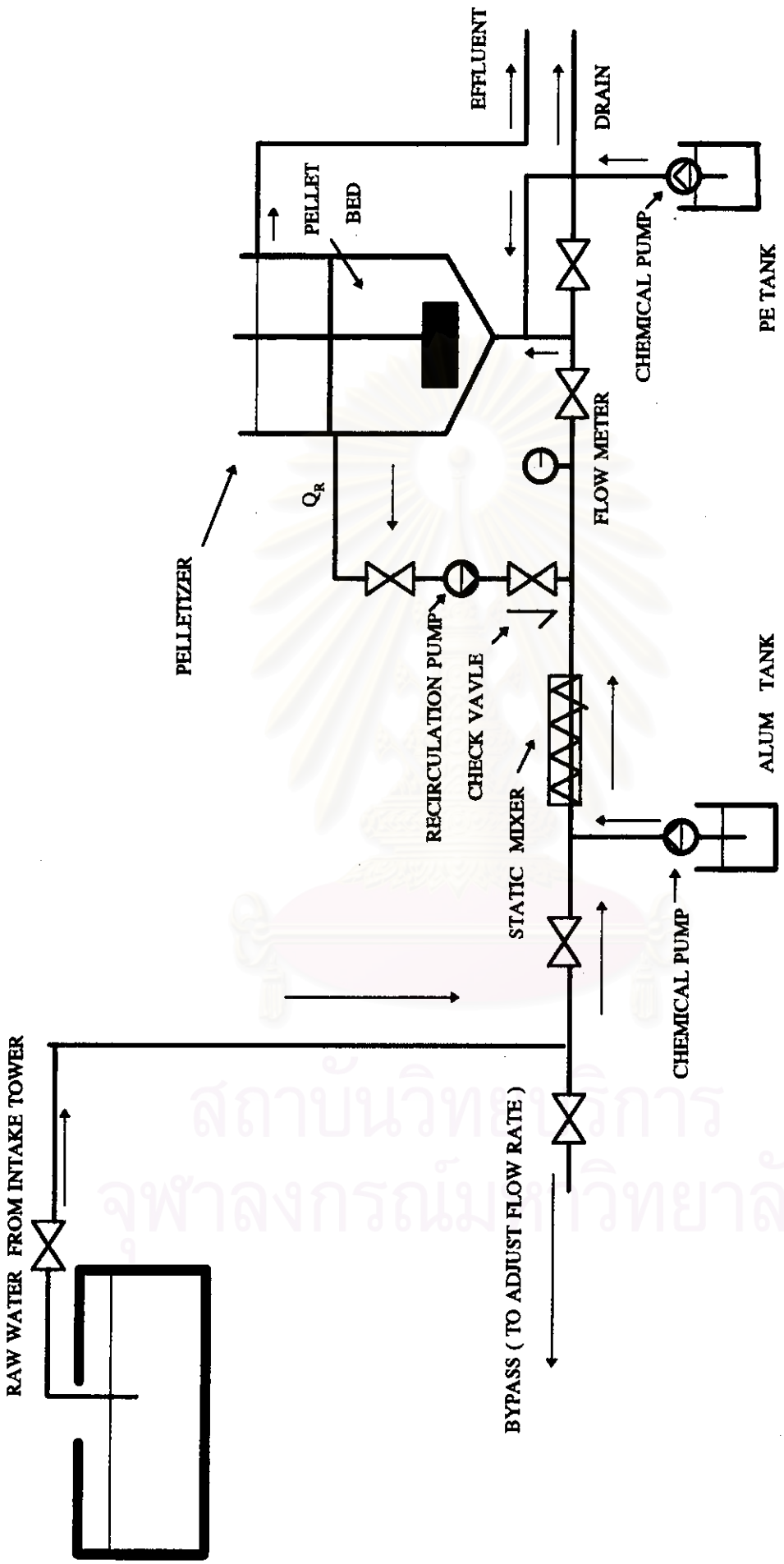
เตรียมสารโคแอกกูแลนต์(สารส้ม)และโคแอกกูแลนต์เอด(โพลีเมอร์ไม่มีประจุ ประจุ)ในปริมาณที่พอใช้ได้ครั้งละอย่างน้อย 24 ชั่วโมง (ในการเตรียมโพลีเมอร์จะต้องใช้เวลาละลายนานอย่างน้อย 2 ชั่วโมงและต้องทิ้งไว้ก่อนการใช้งานอย่างน้อย 2 ชั่วโมง) แล้วจึงนำน้ำเข้าระบบโดยวิธีกาลักน้ำเพราะจุดที่ดึงน้ำมาใช้อยู่สูงกว่าพื้นที่ตั้งถังปฏิกรณ์ประมาณ 9 เมตร(ตามรูปที่ 4.5) พอน้ำล้นออกทางเวียร์จึงปล่อยสารเคมีเข้าระบบพร้อมกับเปิดมอเตอร์คุมการหมุนใบกวน จากนั้นก็เก็บตัวอย่างน้ำตามแผนการทดลอง(ในช่วงที่ 1จะเก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่เปิดน้ำเข้าระบบ ส่วนช่วงที่ 2 และ3 จะเก็บตัวอย่างน้ำเมื่อระดับชั้นมวลของแข็งถึง 150 ซม.แล้ว ดูรายระเอียดได้ในภาคผนวก ค)

เมื่อสร้างมวลของแข็งถึงระดับ 150 ซมจากก้นถังแล้ว จะระบายมวลของแข็งส่วนที่เกินออกทางก๊อกเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับ 150 ซม. ซึ่งต้องทำอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้ชั้นมวลของแข็งสูงเกินไป ตลอดการทดลองจะต้องเฝ้าดูระบบอย่างสม่ำเสมอเพราะอาจมีความผิดปกติเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา จะได้แก้ไขได้ทันท่วงที

ข้อควรระวัง - การเปิดปิดวาล์วต้องทำอย่างช้าๆและระมัดระวังเพราะอาจเกิดความเสียหายกับระบบท่อน้ำได้

- ต้องตรวจสายยางระบบป้อนสารเคมีอย่างสม่ำเสมอและควรเปลี่ยนในทุกการทดลอง เพราะถ้าเกิดรั่วหรือตันระบบจะเสียสมดุลในเวลาไม่นาน

- โพลีเมอร์และสารส้มอาจมีการตกตะกอนในถังสต็อก จึงควรกวนอย่างสม่ำเสมอและตลอดเวลา



รูปที่ 4.5 แผนผังการจัดวางอุปกรณ์ระบบการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้ในการทดลองคือสารส้มเหลว (ได้รับความอนุเคราะห์จากการประปานครหลวง) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3 และสารโคแอกกูแลนต์เอดคือ โพลีเมอร์ไม่มีประจุ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 สมบัติทั่วไปของสารส้มเหลว 50 % ที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติของสารส้มเหลว 50 %	
สถานะ	ของเหลว
Al_2O_3	อย่างน้อย 6.5%
Fe	ไม่เกิน 0.1 มก./กก.
As	ไม่เกิน 5 มก./กก
Mn	ไม่เกิน 50 มก./กก
Cd	ไม่เกิน 20 มก./กก
Pb	ไม่เกิน 20 มก./กก
Hg	ไม่เกิน 0.4 มก./กก
Cr	ไม่เกิน 20 มก./กก
ความถ่วงจำเพาะ	1.265

หมายเหตุ-ข้อมูลสารส้มจากการประปานครหลวง

ตารางที่ 4.4 สมบัติทั่วไปของโพลีเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อทางการค้า Kuriflock PN-133

ประเภท ไม่มีประจุ

สถานะ	ผงสีขาว
น้ำหนักโมเลกุล(MW.)	ประมาณ12 ล้าน
ความหนืด(cps) 0.1% สารละลาย	20-40
pH(0.1% สารละลาย)	5.5-7.5
ช่วงpH ที่ใช้งาน	5.0-8.0
อายุการเก็บเพื่อใช้งาน	1 ปี

หมายเหตุ- ข้อมูลโพลีเมอร์มาจากเอกสารประกอบสินค้าของบริษัทผู้ขาย

4.6 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

- ความถี่และจุดเก็บตัวอย่าง ตามตารางที่ 4.5
- ช่วงเวลาการเก็บและวิเคราะห์ ตามตารางที่ 4.6

- การวิเคราะห์

1. วัดความขุ่นด้วยเครื่องวัดความขุ่น HACH รุ่น RATIO X/R
2. หาค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำด้วยวิธีทำให้แห้งที่ 103- 105 องศาเซลเซียส
3. วัดสภาพด่างโดยวิธีไททริเมตริก
4. วัดค่าอลูมิเนียม ด้วยวิธี Eriochrome Cyanine R Colorimetric โดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ HITACHI รุ่น A2100(ดูภาคผนวก จ)
5. วัดพีเอชด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ ORION รุ่น 210
6. หาประจุคอลลอยด์โดยวิธีไทเทรตคอลลอยด์(Kawamura 1966 อ้างถึง โดย สุชาติ 2526)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์	ชม. 0	ชม. 6	ชม. 12	ชม. 18	ชม. 24	ชม. 30	ชม. 36	ชม.	ชม.	ชม. .....
1.ความขุ่น - น้ำดิบ - น้ำผลิต	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	ทุก 6 ชม.		
2. พีเอช - น้ำดิบ - หลังกวนเร็ว - น้ำผลิต	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *	ทุก 6 ชม.		
3. สภาพด่าง - น้ำดิบ - น้ำหลังกวนเร็ว - น้ำผลิต	* * *		* * *		* * *		* * *	ทุก 12 ชม.		
4. ของแข็งแขวนลอย - น้ำดิบ - ในถังที่ระดับ 150 , 120, 90, 60, 30, 0 ชม.	* *		* *		* *		* *	ทุก 12 ชม.		
5. ปริมาณอลูมีนียม ในน้ำผลิต								ที่ 24 ชม.สุดท้าย		
6. ประจุคอลลอยด์	*		*		*		*	ทุก 12 ชม.		

การทำงานในแต่ละวันมีรายละเอียดดังนี้

งาน 1. เก็บตัวอย่างน้ำ - A เก็บที่จุด น้ำเข้า, น้ำหลังผสมสารส้ม และน้ำผลิต

- B เก็บที่จุด น้ำเข้า, น้ำหลังผสมสารส้ม เพลเล็ตที่จุดต่างๆ และน้ำผลิต

งาน 2. วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและเพลเล็ต - C ทำการวิเคราะห์หา ความขุ่น พีเอช

- D ทำการวิเคราะห์หา ความขุ่น พีเอช ของแข็งแขวนลอย สภาพด่าง และประจุคอลลอยด์(ของแข็งแขวนลอยที่เก็บเวลา 0 น.และ 12.00 น. จะทำพร้อมกันในช่วงบ่าย)

งาน 3. เตรียมสารส้มและโพลีเมอร์(การเตรียมโพลีเมอร์ต้องใช้เวลานานเพราะต้องค่อยๆ โรยผงโพลีเมอร์ที่ละน้อยๆ ไม่เช่นนั้นโพลีเมอร์จะจับตัวรวมกันเป็นก้อนและหลังจากละลายหมดแล้วต้องมีเวลาบ่มตัวอีกประมาณ 2 ถึง 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.6 การจัดเวลาการทำงานในแต่ละวัน

งาน	เวลาการทำงาน(น.)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.	B						B						B						B					
2.	B						C						B	B	B	B	B		B					
3.																				D	D	D	D	D