



บทที่ 5

การศึกษาหาค่าประจุโดยอาศัยเทคนิคการไทเทรตคอลลอยด์

บทนำ

เทคนิคการไทเทรตคอลลอยด์นี้ KAWAMURA และผู้ร่วมวิจัย (1966) เป็นผู้เริ่มใช้เป็นกลุ่มแรก เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคในกระบวนการโคแอกกูเลชันได้ดีเช่นเดียวกับการวัดศักย์ไฟฟ้า และใช้วิธีการเดียวกันนี้หาความหนาแน่นประจุของโพลีเมอร์ชนิดต่าง ๆ

ทฤษฎีของการไทเทรตคอลลอยด์

เนื่องจากคอลลอยด์ที่มีประจุต่างกัน สามารถทำปฏิกิริยากันในลักษณะที่เป็นสโตยชิโอเมตริก จึงมีนักวิจัยนำสารสังเคราะห์ซึ่งมีคุณสมบัติดังกล่าว มาใช้หาประจุของอนุภาคต่าง ๆ ในน้ำด้วยวิธีไทเทรต สารสังเคราะห์กลุ่มแรกคือ เอ็มจีซี (methyl glycol chitosan, MGC) ซึ่งละลายน้ำแล้วเกิดอนุภาคประจุบวก กลุ่มที่สองคือ พีวีเอสเค (Polyvinylsulfuric acid potassium) ซึ่งละลายน้ำแล้วเกิดอนุภาคประจุลบ ในการไทเทรตหาประจุของอนุภาคจะใช้ ทีบิ (toluidine blue, TB) เป็นอินดิเคเตอร์ (indicator) ทีบิ เป็นสารสังเคราะห์ซึ่งมีสีน้ำเงิน เมื่ออยู่ในน้ำที่มีอนุภาคชนิดประจุบวก จะไม่เกิดปฏิกิริยากับอนุภาคจึงยังคงมีสีน้ำเงินอยู่ แต่เมื่ออยู่ในน้ำที่มีอนุภาคชนิดประจุลบ ทีบิจะดูดติดไปที่ผิวอนุภาค แล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วง

การไทเทรตแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือการไทเทรตย้อนกลับ (back titration) และการไทเทรตโดยตรง (direct titration) การไทเทรตย้อนกลับจะใช้วิธีเติมสารสังเคราะห์ชนิดประจุบวกลงในตัวอย่างน้ำแล้วหาประจุที่เหลือ ในกรณีนี้จุดยุติ (end point) คือจุดที่ ทีบิ เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง ในการศึกษานี้การหาค่าประจุใช้วิธีการไทเทรตย้อนกลับ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากในการไทเทรตตัวอย่างน้ำที่มีประจุลบและความสับสนในการคำนวณค่าประจุ ค่าประจุที่คำนวณได้จากการไทเทรตย้อนกลับในการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ไกล่เคียงกัน (สุชาติ 2526) จึงเลือกใช้วิธีการไทเทรตย้อนกลับในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ผลการทดลอง

1. ค่าประจุของน้ำดิบและสารเคมี

จากผลการทดลองการวัดค่าประจุ โดยเทคนิคไทเทรตคอลลอยต์ในน้ำดิบสังเคราะห์ คาโอสิน ความขุ่น 3000 มก./ล. และ 50 เอ็นทียู , โพลีอะลูมินัมคลอไรด์และโพลีเมอร์ชนิดต่างๆ จากการทดลอง พบว่า น้ำดิบสังเคราะห์ 3000 มก./ล. และ 50 เอ็นทียู. มีค่าประจุเฉลี่ยเท่ากับ $-1950 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ และ $-51 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ ตามลำดับ ส่วนโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 , 3 , 5 มก./ล. ที่พีเอชของสารละลายเท่ากับ 7.38 , 6.5 , 6.33 ตามลำดับ มีค่าประจุเฉลี่ยเท่ากับ $6.25 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$, $53.75 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$, $103.33 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ ตามลำดับ สำหรับโพลีเมอร์แอนไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. มีค่าประจุเฉลี่ย $-12.5 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ โพลีเมอร์นอนไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. มีค่าประจุเฉลี่ย $+7.5 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ โพลีเมอร์แคตไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. มีค่าประจุเฉลี่ย $+20 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ เห็นได้ว่า ค่าประจุบวกเพิ่มขึ้นตามชนิดของโพลีเมอร์ และพบว่าโพลีเมอร์นอนไอออนมีค่าเป็นบวกเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับโพลีเมอร์แคตไอออน

2 ค่าประจุขณะทำการทดลอง

ในการนี้ ทำการวัดค่าประจุในน้ำ ตั้งแต่เริ่มเดินระบบจนถึงชั่วโมงที่ 6 (ซึ่งระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว) โดยเก็บน้ำจากจุดต่างๆ ต่อไปนี้มาทำการทดลอง คือน้ำที่ผ่านการเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์, น้ำที่ผ่านการเติมโพลีเมอร์ (กรณีที่ใช้โพลีเมอร์แคตไอออน) และน้ำที่ออกจากระบบ

2.1 ค่าประจุขณะเริ่มเดินระบบ

ทำการทดลองวัดประจุในน้ำดิบสังเคราะห์ 3000 มก./ล. น้ำที่ผ่านการเติมโพลีเมอร์ และน้ำที่ออกจากระบบ โดยใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 1,3 และ 5 มก./ล. ใช้โพลีเมอร์แอนไอออน, โพลีเมอร์แคตไอออน และโพลีเมอร์นอนไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. ที่พีเอช 8 และความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที ปรากฏผลดังนี้

ก. กรณีที่ใช้โพลีเมอร์แอนไอออน และ โพลีเมอร์นอนไอออน

ก.1. น้ำที่ผ่านการเติมโพสิอะลูมินัมคลอไรด์

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเติมโพสิอะลูมินัมคลอไรด์ลงในน้ำดิบสังเคราะห์คาโอลิน ความเข้มข้น 3000 มก./ล. ค่าประจุของน้ำดิบมีค่าลดลง สันนิษฐานว่าอาจเป็นเพราะลักษณะของโพสิอะลูมินัมคลอไรด์ ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ ทำหน้าที่ยึดจับอนุภาคคาโอลิน ทำให้อนุภาคเข้าใกล้กันมาก และประจุลบมีค่าลดลงจาก $-1950 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ เป็น $-1800 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ ถึง $-600 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ ถึงแม้ว่าในขณะที่พีเอชเท่ากับ 8 นั้น ไอออนของอะลูมิเนียมจะมีค่าเป็นลบก็ตาม แต่เนื่องจากความเข้มข้นของอนุภาคดินคาโอลินมีมาก และความเข้มข้นของสารโคแอกกูแลนต์มีค่าน้อย จึงทำให้ค่าประจุที่วัดได้ยังมีค่าเป็นลบอยู่ ซึ่งจากค่าในตารางที่ 5.1 ยังสรุปไม่ได้ว่าค่าประจุที่มีค่ามากหรือน้อยนี้เกิดจากเทคนิคการวัด หรือจากสาเหตุใดยังไม่แน่ชัด ซึ่งควรที่จะมีการศึกษาในระดับสูงต่อไป

ก.2. น้ำที่ออกจากระบบ

น้ำที่ออกจากระบบมีค่าประจุลบลดลงมาก หรือมีค่าประจุใกล้เคียงศูนย์ ซึ่งหมายความว่าอนุภาคหรือคอลลอยด์ตกค้างออกไปกับน้ำผลิตน้อยลง ทำให้น้ำใสขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อเติมโพสิเมอร์เข้าทางด้านล่างอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน โมเลกุลของโพสิเมอร์จะไปจับอนุภาคที่ถูกทำลายเสถียรภาพแล้ว ทำให้เกิดการรวมเข้าด้วยกันเป็นเม็ดตะกอน (ดังรูปที่ 3.10) ในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ทำให้แยกอนุภาคดินคาโอลินออกจากน้ำได้

ข. กรณีที่ใช้โพสิเมอร์แคตไอออน

ข.1. น้ำที่ผ่านการเติมโพสิอะลูมินัมคลอไรด์

จากตารางที่ 5.1 พบว่าให้ผลเหมือนกับกรณีใช้โพสิเมอร์แอนไอออนและโพสิเมอร์นอนไอออน เมื่อใช้โพสิอะลูมินัมคลอไรด์ 1, 3 และ 5 มีค่าประจุ $-1800 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$, $-1200 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$, $-1800 \text{ meq./l.} \cdot 10^4$ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1 ค่าประจุในน้ำขณะเริ่มเดินระบบด้วยสารแขวนลอยคาโอลิน ความเข้มข้น 3000 มก./ล.

เงื่อนไขการทดลอง	ค่าประจุ PACl meq/l*10 ⁴	ค่าประจุ โพลีเมอร์ แอนไอออน meq/l*10 ⁴	ค่าประจุ โพลีเมอร์ นอนไอออน meq/l*10 ⁴	ค่าประจุ โพลีเมอร์ แคตไอออน meq/l*10 ⁴	ค่าประจุ ชะงวกรเร็ว meq/l*10 ⁴	ค่าประจุ ชะงะเต็ม โพลีเมอร์ meq/l*10 ⁴	ค่าประจุ น้ำผลิต meq/l*10 ⁴
ANIONIC							
P1-8-A	6.25	-12.5	-	-	-1800	-	-5
P3-8-A	53.75	-12.5	-	-	-1800	-	0
P5-8-A	103.33	-12.5	-	-	-600	-	10
NONIONIC							
P1-8-N	6.25	-	7.5	-	-1200	-	40
P3-8-N	53.75	-	7.5	-	-600	-	40
P5-8-N	103.33	-	7.5	-	-600	-	15
CATIONIC							
P1-8-C	6.25	-	-	20	-1800	-15	-10
P3-8-C	53.75	-	-	20	-1200	-15	-5
P5-8-C	103.33	-	-	20	-1800	-10	20

- หมายเหตุ
1. ทดลองที่ pH = 8
 2. สัญลักษณ์เงื่อนไขการทดลอง PACl - pH - PE
 3. น้ำดิบ (สารแขวนลอยคาโอลิน 3000 มก./ล.) มีประจุ - 1950 meq/l*10⁴

ข.2. น้ำที่ผ่านการเติมโพลีเมอร์แคตไอออน

จากตารางที่ 5.1 พบว่า เมื่อใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 1, 3 และ 5 มก./ล. น้ำมีค่าประจุ $-15 \text{ meq./l} \cdot 10^4$, $-15 \text{ meq./l} \cdot 10^4$, $-10 \text{ meq./l} \cdot 10^4$ ตามลำดับ

ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ค่าประจุลบของน้ำที่ผ่านการเติมโพลีเมอร์แคตไอออนอีกหนึ่งขั้นตอนมีค่าลดลง สันนิษฐานว่า เมื่อเติมโพลีเมอร์แคตไอออนลงในอุปกรณ์กวนเร็วชุดที่สอง (หลังจากเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์แล้ว) ประจุบวกของโพลีเมอร์อาจไปทำให้ประจุลบของคอลลอยด์เป็นกลางรวมทั้งเกาะที่ผิวของอนุภาคดินคาโอลิน และดูดเอาอนุภาคที่อยู่บริเวณใกล้เคียงไปรวมตัวกัน ทำให้อนุภาคคาโอลินที่มีประจุลบถูกทำลายเสถียรภาพมากขึ้นและเริ่มรวมตัวกันเป็นเม็ดตะกอนก่อนเข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน

ข.3. น้ำที่ออกจากระบบ

จากตารางที่ 5.1 พบว่า เมื่อใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 1, 3 และ 5 มก./ล. โพลีเมอร์แคตไอออน 0.3 มก./ล. น้ำดังกล่าวมีค่าประจุ $-10 \text{ meq./l} \cdot 10^4$, $-5 \text{ meq./l} \cdot 10^4$, $+20 \text{ meq./l} \cdot 10^4$ ตามลำดับ

แสดงว่ามีค่าประจุมีค่าเป็นลบน้อยลงหรือแม้กระทั่งกลายเป็นบวกซึ่งอาจเป็นเพราะว่าเมื่อผ่านน้ำที่เติมโพลีเมอร์แคตไอออนเข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ซึ่งมีการกวนช้าด้วยความเร็วเกรเดียนท์ปานกลาง ทำให้เกิดโอกาสในการเชื่อมต่ออนุภาคที่ถูกทำลายเสถียรภาพมาแล้วด้วยมวลโมเลกุลของโพลีเมอร์ อนุภาคหลาย ๆ อนุภาคจะถูกสายโพลีเมอร์ยึดเกาะไว้ด้วยกัน กลายเป็นเม็ดตะกอนขึ้นมาในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ทำให้แยกอนุภาคดินคาโอลินออกจากน้ำได้มากขึ้นไปอีก ทำให้วัดค่าประจุในน้ำที่ออกจากระบบมีค่าเป็นบวก

2.2 ผลการทดลองหาค่าประจุ ขณะเดินระบบตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 จนถึงสภาวะคงตัว

ทำการทดลองวัดประจุในน้ำดิบสังเคราะห์ 50 เอ็นทียู น้ำที่ผ่านการเติมโพลีเมอร์และน้ำที่ออกจากระบบ โดยใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 1, 3 และ 5 มก./ล. ใช้โพลีเมอร์แอนไอออน, โพลีเมอร์แคตไอออน และโพลีเมอร์นอนไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. พีเอช 8 ความเร็วน้ำไหลขึ้น

40 ซม./นาทึ ปรากฏผลดังนี้

ก. กรณีที่ใช้โพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน

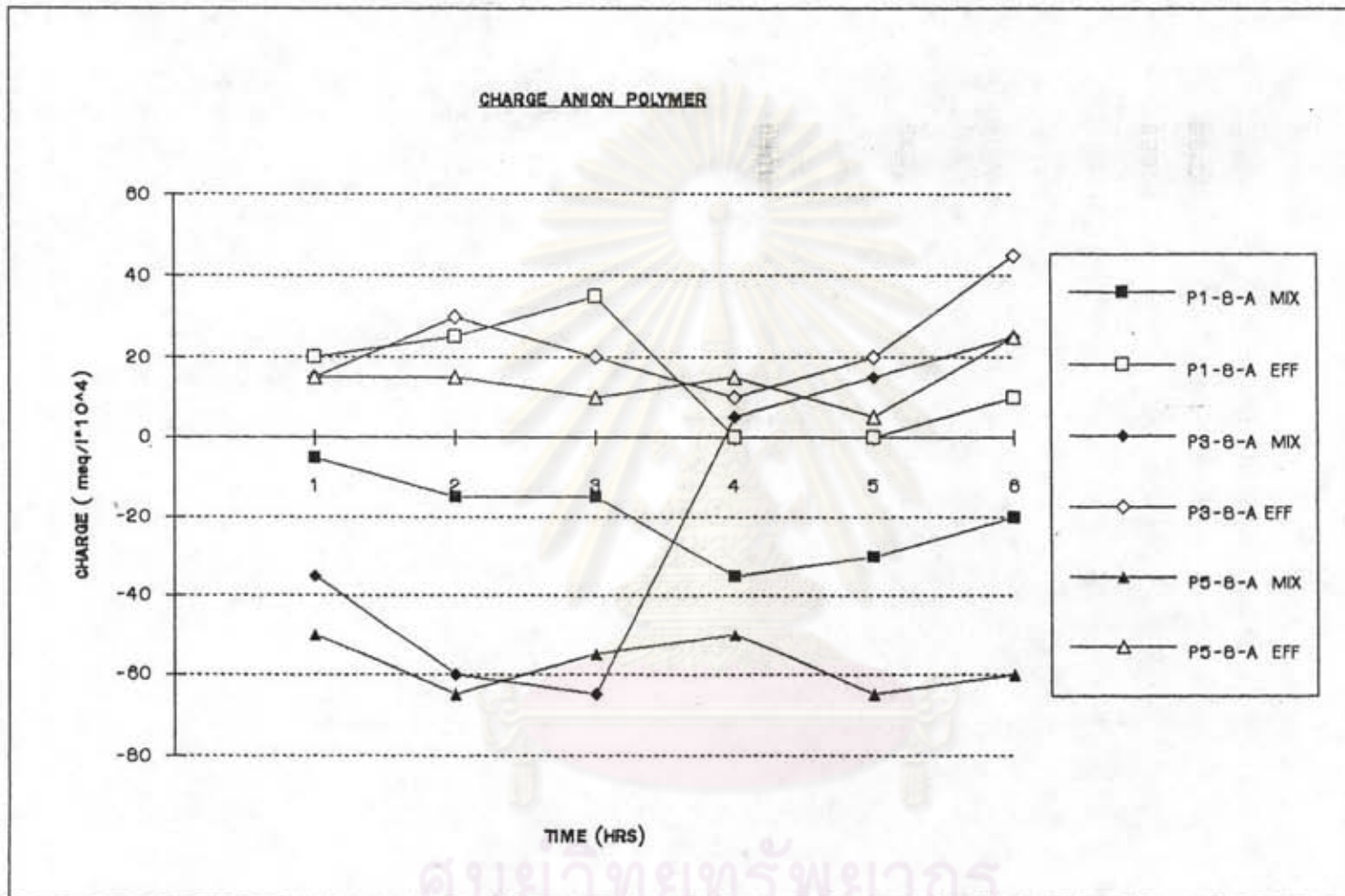
จากรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 แสดงค่าประจุในน้ำตั้งแต่เริ่มเดินระบบจนถึงชั่วโมงที่ 6 เมื่อใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1,3,5 มก./ล. รวมทั้งโพลีเมอร์แอนไอออนและนอนไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งปรากฏผลการทดลองดังนี้

ก.1. น้ำที่ผ่านการเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์

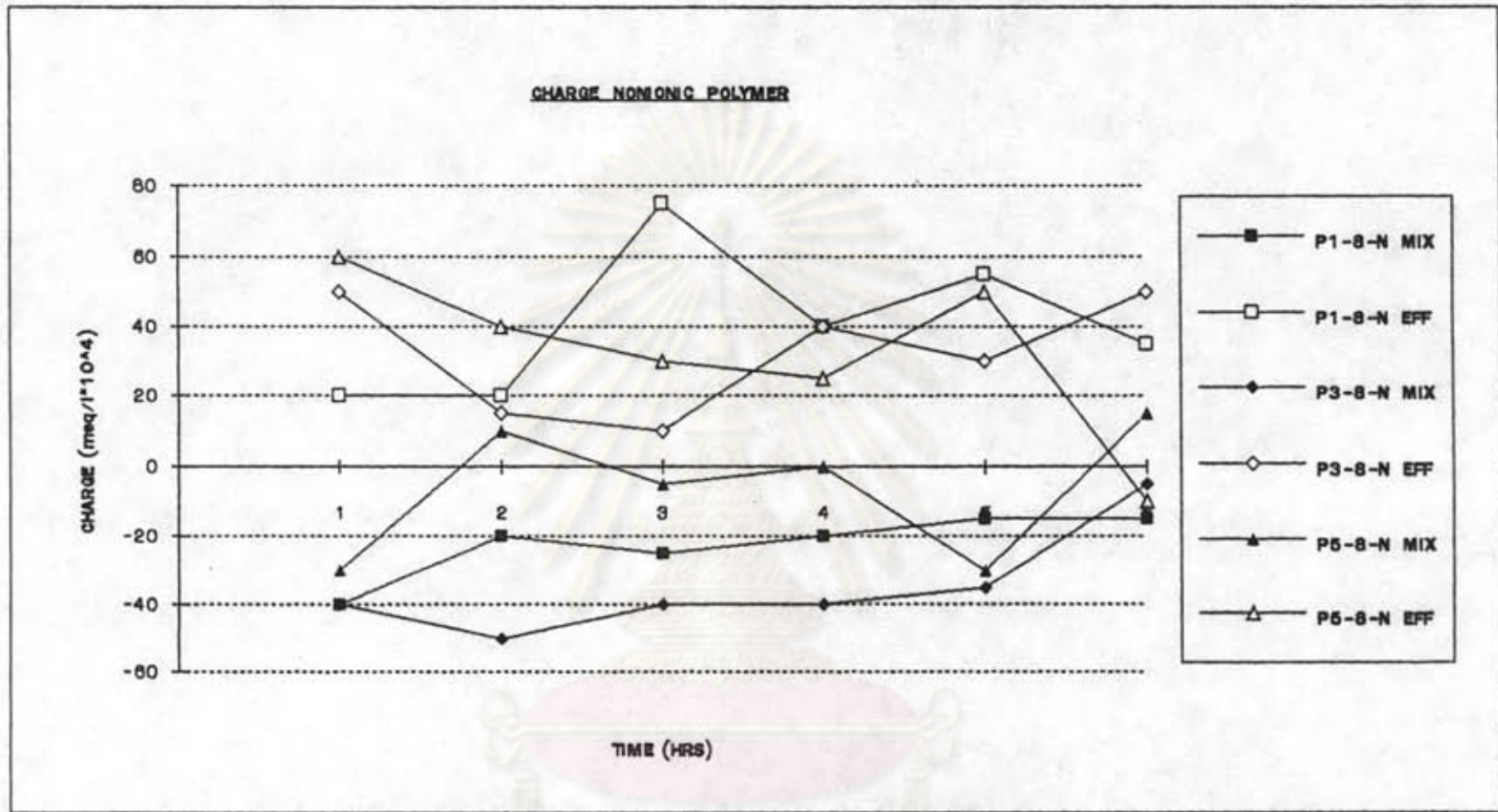
พิจารณาจากรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 พบว่าเมื่อเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ ถึงแม้ว่าพีเอชในขณะนั้นมีค่าเท่ากับ 8 ซึ่งไอออนของอะลูมิเนียมเป็นประจุลบ ลงในน้ำดิบสังเคราะห์ ประจุลบมีค่าลดลงหรือเป็นบวกมากขึ้นน่าจะเป็นเพราะโพลีอะลูมินัมคลอไรด์มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ สามารถเชื่อมต่อกับอนุภาคคอลลอยด์เข้าด้วยกัน ทำให้อนุภาคคอลลอยด์หลาย ๆ อนุภาคเข้าใกล้กันทำให้ค่าประจุลบลดลง

ก.2. น้ำที่ออกจากระบบ

เมื่อพิจารณารูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 พบว่าน้ำที่ออกจากระบบได้ค่าประจุกลายเป็นบวก เนื่องจากน้ำที่ผ่านการลดเสถียร (เติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์) อนุภาคคอลลอยด์มีค่าประจุลดลงค่อนข้างเป็นกลาง เมื่อเติมโพลีเมอร์แอนไอออนและผ่านน้ำเข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนที่มีการกวนช้าด้วยความเร็วเกรเดียนท์ปานกลาง สันนิษฐานว่าสายโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน สามารถจับอนุภาคเบื้องต้นเหล่านี้และเพิ่มการทำลายเสถียรภาพไปอีก แม้ว่าโพลีเมอร์แอนไอออน มีค่าประจุเป็นลบซึ่งเหมือนกับอนุภาคคอลลอยด์ก็ตาม แต่ประจุลบมีอยู่เพียงเล็กน้อย แต่เนื่องจากโพลีเมอร์แอนไอออนมีมวลโมเลกุลที่มีค่าสูง ทำให้โพลีเมอร์แอนไอออนสามารถต่อเชื่อมอนุภาคคอลลอยด์ไว้ได้ ซึ่งเมื่ออนุภาคคอลลอยด์ถูกสายโพลีเมอร์เกาะยึดไว้ด้วยกันทำให้อนุภาคถูกทำลายเสถียรภาพและทำให้ค่าประจุลบลดน้อยลงหรืออาจไม่มีเหลืออยู่เลย



รูปที่ 5.1 ค่าประจุในน้ำเมื่อใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 1, 3, 5 มก./ล. โพลีเมอร์แอนไอออน 0.3 มก./ล. พีเอช 8 ความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที



รูปที่ 5.2 ค่าประจุในน้ำเมื่อใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 1, 3, 5 มก./ล. โพลีเมอร์นอนไอออน 0.3 มก./ล. พีเอช 8 ความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที

ในกรณีของโพลีเมอร์นอนไอออน การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์จะอาศัยกลไกการต่อเชื่อมด้วยโพลีเมอร์เป็นหลัก ทำให้เกิดเม็ดตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่าการใช้โพลีเมอร์แอนไอออน ทำให้ประจุลบลดลงจนกลายเป็นบวกซึ่งหมายถึงว่า อนุภาคคอลลอยด์หรือความขุ่นตกค้างในน้ำผลิตน้อย ทำให้น้ำผลิตมีคุณภาพดี

ข. กรณีที่ใช้โพลีเมอร์แคตไอออน

รูปที่ 5.3 แสดงค่าประจุในน้ำตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 6 เมื่อใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1, 3, 5 มก./ล. โพลีเมอร์แคตไอออนความเข้มข้น 0.3 มก./ล. เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ปรากฏผลดังนี้

ข.1. น้ำที่ผ่านการเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์

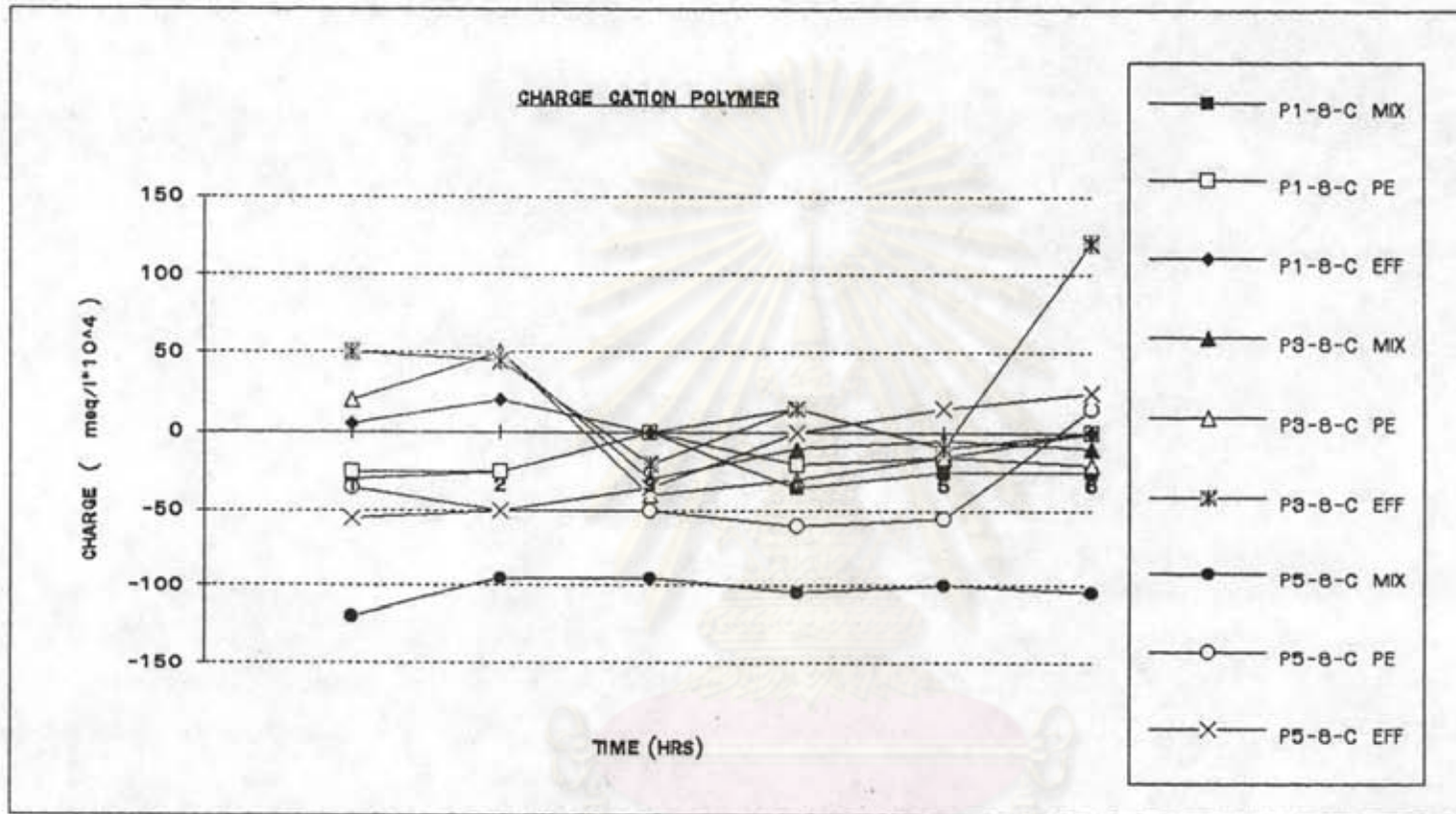
พิจารณาจากรูปที่ 5.3 พบว่า เมื่อเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ลงในน้ำดิบสังเคราะห์ 50 เอ็นทียู. ซึ่งมีค่าประจุเท่ากับ $-51 \text{ meq./l} \times 10^4$ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเหมือนกับกรณี ก. (เพราะยังไม่มีเติมโพลีเมอร์นับถึง ณ จุดนี้) โดยที่โพลีเมอร์อะลูมิเนียมในโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ไปจับอนุภาคคอลลอยด์เข้าด้วยกัน ทำให้ค่าประจุลบของคอลลอยด์ลดลง

ข.2. น้ำที่ผ่านการเติมโพลีเมอร์แคตไอออน

น้ำที่ผ่านการเติมโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ อนุภาคคอลลอยด์มีค่าประจุลดลงจนค่อนข้างเป็นกลางก่อนเข้าสู่อุปกรณ์กวนเร็วชุดที่สอง (เติมโพลีเมอร์แคตไอออน) และเมื่อเติมโพลีเมอร์แคตไอออนเข้าระบบพบว่าสามารถลดประจุลบของคอลลอยด์ได้ โดยอาศัยประจุบวกดูดติดอนุภาคคอลลอยด์เข้าด้วยกันทำให้อนุภาคคอลลอยด์หลาย ๆ อนุภาคถูกดูดติดเข้ามารวมกันเป็นเม็ดตะกอน ทำให้ค่าประจุลบลดลง หลังจากนั้นจึงผ่านน้ำนี้เข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนต่อไป

ข.3. น้ำที่ออกจากระบบ

จากรูปที่ 5.3 พบว่า ค่าประจุลบลดลงอีกจนกลายเป็นบวกในบางกรณี สันนิษฐานว่าเมื่อผ่านน้ำที่เติมโพลีเมอร์แคตไอออนลงมายังอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ซึ่งมีการกวนช้าด้วย



รูปที่ 5.3 ค่าประจุในน้ำเมื่อใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 1, 3, 5 มก./ล. โพลีเมอร์แคตไอออน 0.3 มก./ล. พีเอช 8 ความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเร็วกระแสน้ำปานกลาง การกวนช้าในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนได้สร้างโอกาสให้สายของโพลีเมอร์ทำการต่อเชื่อมอนุภาคที่เสถียรภาพแล้วให้เกาะกันแน่นขึ้น แรงเฉือนของน้ำไหลขึ้นและความปั่นป่วนของน้ำ เนื่องจากการกวนช้าทำให้เม็ดฟล็อกที่มีโครงสร้างที่เกาะกันอย่างหลวม ๆ แตกออก ทำให้เม็ดฟล็อกที่มีขนาดเล็กเหล่านี้มารวมกันแบบหนึ่งต่อหนึ่งเกิดเป็นเม็ดตะกอนทรงกลม ความหนาแน่นสูง ทำให้ประจุลบลดลง

ค. สรุปความน่าจะเป็น

จากผลการทดลองหาค่าประจุในน้ำ ขณะเริ่มเดินระบบและขณะเดินระบบที่กล่าวมาข้างต้น สันนิษฐานได้ว่า โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์สามารถลดประจุของคอลลอยด์ได้โดยอาศัยมวลโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่เชื่อมต่อกับอนุภาคคอลลอยด์เข้าด้วยกันในขั้นตอนการกวนเร็ว กลายเป็นอนุภาคเบื้องต้นที่มีประจุค่อนข้างเป็นกลาง ก่อนเข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน

เมื่อผ่านน้ำนี้เข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ซึ่งมีการเติมโพลีเมอร์แอนไอออนและโพลีเมอร์นอนไอออน โพลีเมอร์จะทำหน้าที่เป็นสะพาน (bridge) ในการยึดอนุภาคเบื้องต้นเหล่านี้เข้าด้วยกันเป็นเม็ดตะกอน โดยอาศัยมวลโมเลกุลที่ใหญ่ ทำให้ตกตะกอนได้ดี ทำให้ความขุ่นในน้ำลดลง

ในกรณีที่ใช้โพลีเมอร์แคตไอออน การเติมโพลีเมอร์ในอุปกรณ์กวนเร็วชุดที่ 2 ประจุบวก จะดูอนุภาคคอลลอยด์เข้าด้วยกันทำให้ประจุลบลดลง และเริ่มรวมตัวอย่างหลวม ๆ ก่อนเข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ซึ่งมวลโมเลกุลของโพลีเมอร์จะยึดอนุภาคที่เริ่มรวมตัวกันนี้ให้แน่นเข้า กลายเป็นเม็ดตะกอนในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน ทำให้ผลการทดลองวัดค่าประจุในน้ำที่ออกจากระบบได้ค่าเป็นบวก ซึ่ง Tambo and Matsui (1987) พบว่าโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์นั้นเติมลงไปเพื่อทำให้ประจุของอนุภาคคอลลอยด์มีค่าเป็นกลาง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดเป็นอนุภาคเบื้องต้นก่อนเข้าสู่อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง ถึงแม้ว่าการวัดค่าประจุพบว่ายังมีค่าเป็นลบอยู่บ้าง ทั้งนี้อาจเกิดจากความผิดพลาดในการทดลองเพื่อเจือจางน้ำตัวอย่างที่ความเข้มข้น 3000 มก./ล. ให้เหลือความเข้มข้นเพียง 25 มก./ล. ก่อนทำการไทเทรต เนื่องจากมีประจุลบในน้ำตัวอย่างมากเกินไป ดังนั้นเมื่อหยด ทีบี ลงไปในน้ำตัวอย่าง ทีบีจะไปเกาะกับอนุภาคประจุลบแล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วงในทันที ทำให้ไม่สามารถไทเทรตน้ำตัวอย่างที่ความเข้มข้นที่ 3000 มก./ล. โดยตรงได้ รวมทั้งข้อผิดพลาดในการทดลองเนื่องจากการสังเกตจุดยุติ ในขณะที่เริ่มหยด ทีบี ลง

ในน้ำตัวอย่างซึ่งเติมสาร เอ็มจีซีจะมีสีน้ำเงิน เมื่อไทเทรตด้วยพีวีเอสเอเค จนถึงจุดยุติ สีของน้ำตัวอย่างจะเป็นสีน้ำเงินแกมม่วงไม่ได้เปลี่ยนเป็นสีม่วงอย่างเด่นชัดนัก แต่ก็พอสรุปได้ว่าโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เติมเข้าป้อนั้นสามารถลดประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ได้ค่อนข้างเป็นกลาง และปริมาณของโพลีเมอร์นั้นจะควบคุมความแข็งแรงของเม็ดตะกอน ทั้งนี้เพราะมวลโมเลกุลจะทำการเชื่อมต่ออนุภาคคอลลอยด์ให้รวมกันเป็นเม็ดตะกอนได้แน่นขึ้น ทำให้แยกอนุภาคคอลลอยด์ออกจากน้ำได้ สังเกตจากค่าประจุของอนุภาคคอลลอยด์ในน้ำมีค่าลดลง ซึ่งการที่เม็ดตะกอนมีความแข็งแรงสูง ทำให้เม็ดตะกอนไม่แตกออกไปเป็นความขุ่นตกค้างในน้ำผลิต จึงทำให้ความขุ่นของน้ำลดลงและคุณภาพของน้ำที่ออกจากระบบดีขึ้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย