บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของ ชนิดและปริมาณสารโคแอกกูแลนท์ อัตราการกรอง ความขุ่นของน้ำดิบ และความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นโดยระบบการกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ โดยทำการทดลองทั้งหมด 50 ครั้ง ผลการทดลองแสดงดังนี้

4.1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณโคแอกกูแลนท์

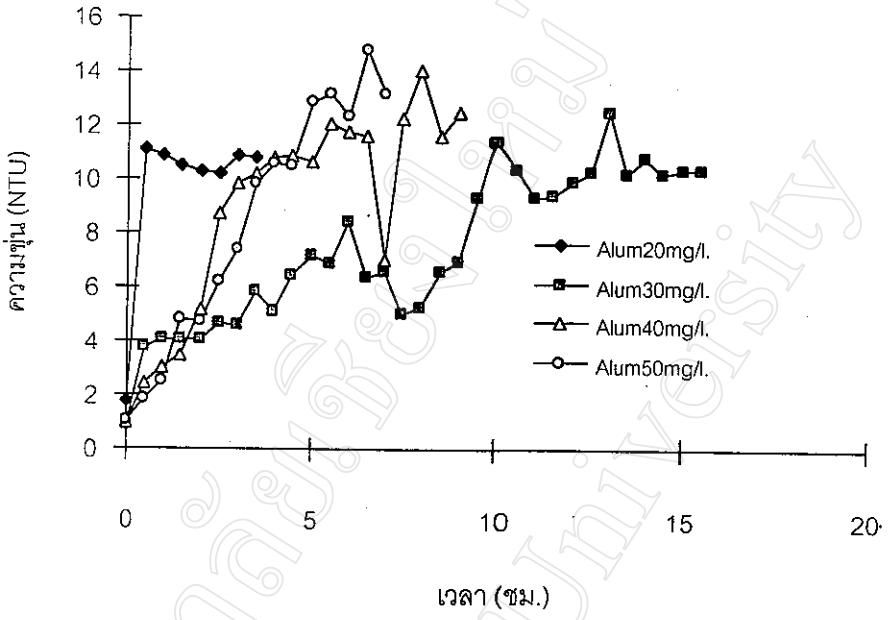
4.1.1 ผลการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนท์

ผลการทดลองจาร์เทสต์ในห้องปฏิบัติการ พบว่าปริมาณสารส้มต่ำสุดที่สามารถตกตะกอนน้ำดิบความขุ่น 15 NTU ให้มีความขุ่นเหลืออยู่ในน้ำต่ำกว่า 5 NTU มีค่าประมาณ 28-30 มก./ล. จากค่าที่ได้นำมากำหนดปริมาณสารส้มที่ใช้ทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 NTU ได้แก่ 20, 30, 40 และ 50 มก./ล.

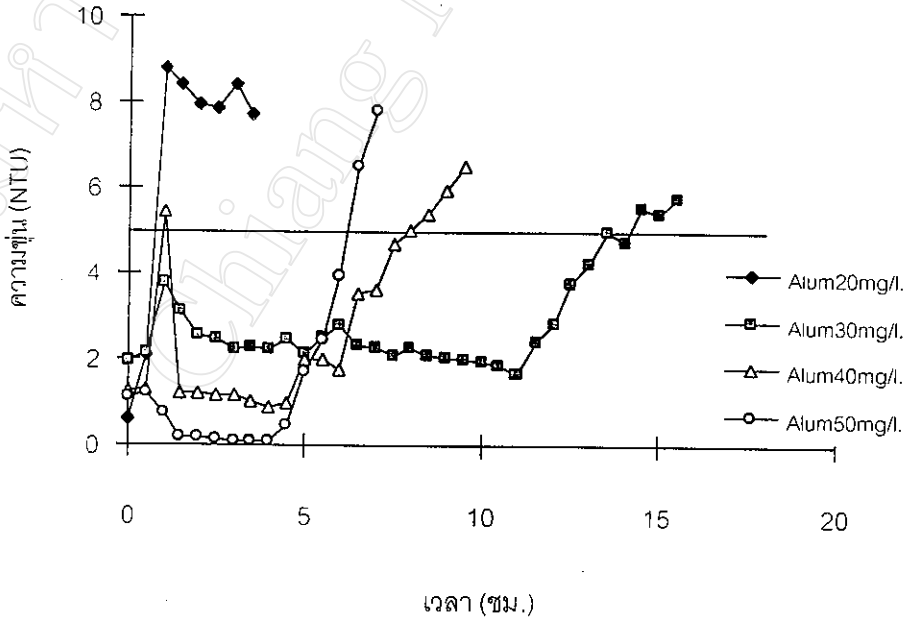
จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารส้ม ที่มีผลต่อระยะเวลาและประสิทธิภาพของระบบกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ โดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความขุ่นของน้ำดิบ 15 NTU ทำการเติมสารส้มในปริมาณ 20-50 มก./ล. และไม่เติมโพลีเมอร์ในถังกรองใบที่2 ผลเป็นดังนี้

ก. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่ 2 ที่วัดได้ตามช่วงระยะเวลา แสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ ในการใช้สารส้มปริมาณ 20 มก./ล. ไม่สามารถกำจัดความขุ่นในน้ำได้ ดังจะเห็นได้ว่า ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มการทดลองโดยมีค่าค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 10-11 NTU เมื่อน้ำผ่านเข้าสู่ถังกรองใบที่2 ถังกรองสามารถลดความขุ่นในน้ำออกได้บ้างเล็กน้อยดังจะเห็นได้จากน้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นประมาณ 8-9 NTU ดังนั้นการใช้สารส้ม 20 มก./ล. จึงไม่สามารถลดความขุ่นในน้ำออกให้เหลือต่ำกว่า 5 NTUได้ เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้ม โดยเติมในปริมาณ 30-50 มก./ล. พบว่า ระบบสามารถกำจัด



รูปที่ 4.1 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU



รูปที่ 4.2 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU

ความขุ่นในน้ำออกได้ ดังจะเห็นได้จากน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 มีความขุ่นต่ำกว่า 5 NTU ผลที่ได้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันนั่นคือ เมื่อเริ่มทำการทดลอง ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก หลังจากนั้น อัตราการเพิ่มของความขุ่นจะค่อยๆลดลงจนกระทั่งการเปลี่ยนแปลงของความขุ่นค่อนข้างจะคงที่โดยมีความขุ่นอยู่ในช่วง 9-13 NTU การใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล. จะใช้เวลาประมาณ 5 ชม. ในการทำให้ความขุ่นของน้ำค่อยๆเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีค่าค่อนข้างเกือบจะคงที่ ค่าความขุ่นที่คงที่ของการใช้สารส้ม 50 มก./ล. จะสูงกว่าการใช้สารส้ม 40 มก./ล. เล็กน้อย โดยมีค่าประมาณ 13 NTU การใช้สารส้ม 30 มก./ล. จะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะคงที่มากกว่า โดยใช้เวลาประมาณ 10 ชม. และมีค่าความขุ่นที่สภาวะคงที่ประมาณ 10 NTU ต่ำกว่าที่เกิดจากการใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล.

การเพิ่มปริมาณสารส้ม จะทำให้น้ำที่ออกจากระบบใสขึ้น ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 4.2 เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล. ทำให้น้ำออกมีความขุ่นประมาณ 2-3 NTU การใช้สารส้ม 40 มก./ล. ทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นประมาณ 1 NTUและการใช้สารส้ม 50 มก./ล. ทำให้น้ำออกจากระบบมีความขุ่น ประมาณ 0.2 NTU จากกราฟจะเห็นว่า ในช่วงแรกของการทดลอง ความขุ่นของน้ำมีการเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วงเวลาสั้นๆนี้เรียกว่า Ripening Period สาเหตุที่เกิดปรากฏการณ์เช่นนี้เป็นเพราะในช่วงแรกฟลอคที่ผ่านเข้ามาในชั้นทรายกรองที่สะอาดไม่สามารถติดค้างอยู่ระหว่างเม็ดทรายได้ทั้งหมด ทำให้ความขุ่นในน้ำออกมีค่าเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นฟลอคจะค่อยๆสะสมตัวและทำการดักตะกอนที่เข้าใหม่ ทำให้ความขุ่นของน้ำลดลงเมื่อเวลาผ่านไปจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 จะค่อยๆเพิ่มขึ้น จนมากกว่า 5 NTU จึงสิ้นสุดการกรองด้วยความขุ่นในน้ำออกเกินมาตรฐาน

ในการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 NTU โดยใช้ปริมาณสารส้ม 20 - 50 มก./ล. การใช้สารส้ม 20 มก./ล.ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าค่าปริมาณสารส้มต่ำสุดที่ได้จากการทำจาร์เทสต์ ไม่สามารถบำบัดให้น้ำมีความขุ่นต่ำกว่า 5 NTU ได้ เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มให้เป็น 30 มก./ล. ซึ่งเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่าปริมาณสารส้มต่ำสุดที่ได้จากการทำจาร์เทสต์ ระบบการกรองสามารถบำบัดให้น้ำออกมีความขุ่นต่ำกว่า 5 NTU โดยมีระยะเวลาการกรอง 14.2 ชม.และเมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มให้มากขึ้นเป็น 40 และ 50 มก./ล. ระบบการกรองยังสามารถทำงานได้ดี แต่ระยะเวลาที่สามารถกรองน้ำได้ลดลงเหลือ 7.9 และ 6.2 ชม. ตามลำดับ การสิ้นสุดการกรองของทุกการทดลองเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU จากผลที่ได้ แสดงว่า การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวในการรวมตะกอนความขุ่น ทำให้ฟลอคที่เกิดขึ้นไม่แข็งแรงถึงแม้จะเพิ่มปริมาณสารส้ม ก็ไม่สามารถช่วยให้ดีขึ้นได้ ดังจะเห็นได้จากการสิ้นสุดการกรองยังคงเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบเกินมาตรฐานความขุ่น การใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล.แล้วทำให้ระยะ

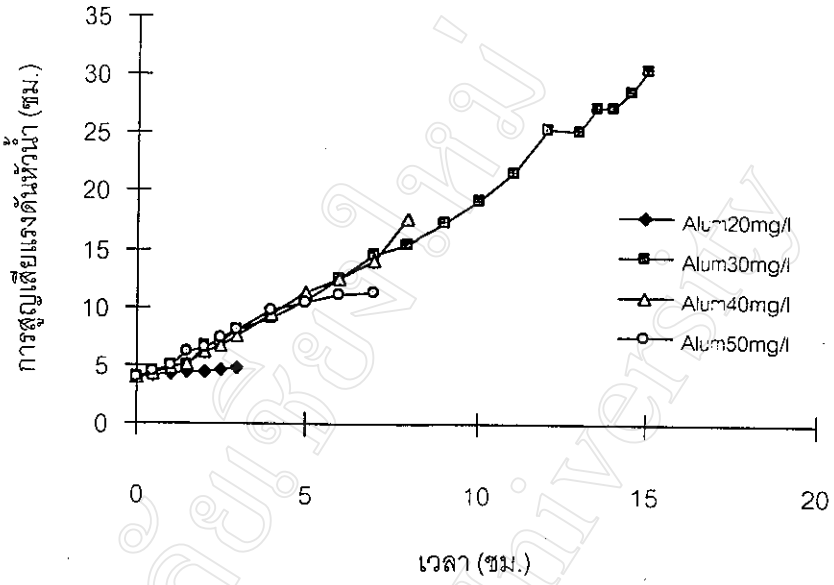
เวลาในการกรองน้ำสั้นลง อาจเป็นเพราะการเพิ่มสารส้มทำให้เกิดฟลอคในปริมาณที่มากขึ้น จึงทำให้ฟลอคสามารถหลุดออกจากถังกรองได้เร็วกว่าเป็นผลให้ระยะเวลาในการกรองสั้นลง

ข. การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

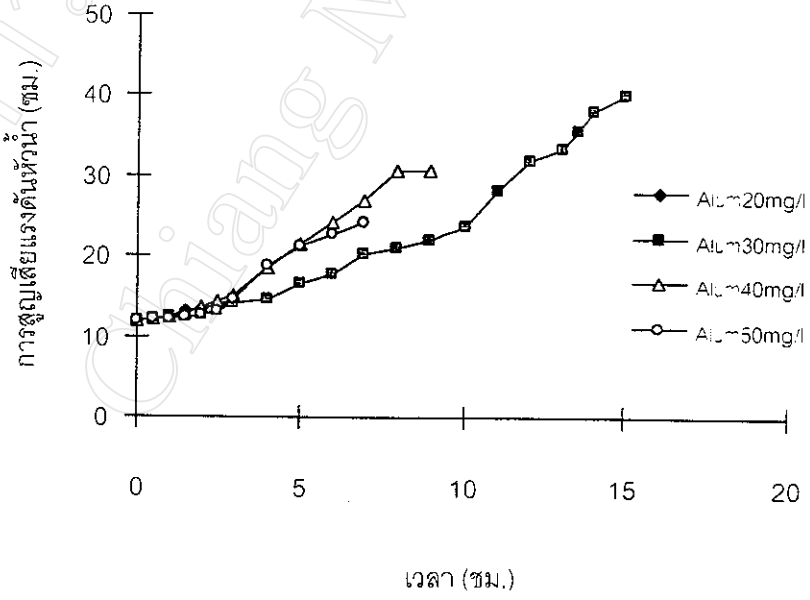
การสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1และถังกรองใบที่2 แสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4 การใช้สารส้ม 20 มก./ล. ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่สามารถกำจัดความขุ่นของน้ำให้ต่ำกว่า 5 NTU ได้ พบว่า ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นภายในถังกรองทั้งสองใบมีค่าน้อยมาก นั่นแสดงว่า การใช้สารส้มในปริมาณนี้ไม่เพียงพอที่จะรวมตะกอนให้มีขนาดใหญ่พอที่จะติดค้างภายในถังกรองทั้งสองใบได้ เมื่อใช้สารส้ม 30-50 มก./ล. พบว่า เกิดการอุดตันภายในถังกรองทั้งสองใบ ดังจะเห็นได้จากเส้นกราฟค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้น จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่า กราฟทุกเส้นมีความชันใกล้เคียงกัน นั่นหมายถึง มีอัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1ใกล้เคียงกัน อัตราการเพิ่มสูญเสียแรงดันหัวน้ำเป็นไปอย่างค่อนข้างคงที่ดังจะเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟในแต่ละช่วงเวลาไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่1 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เมื่อใช้สารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. มีค่า 26.5, 13.6 และ 7.3 ซม. ตามลำดับ

การใช้สารส้มปริมาณต่างๆกันมีผลต่อค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 โดยพบว่าการใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล. ทำให้เกิดอัตราการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าที่เกิดขึ้นจากการใช้สารส้ม 30 มก./ล. ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น เป็นผลให้การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นด้วย ในช่วง 3 ชม.แรกของการทดลองพบว่า อัตราเพิ่มการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเป็นไปอย่างช้าๆ ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่2 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เมื่อใช้สารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. มีค่า 28, 18.7 และ 12.3 ซม. ตามลำดับ

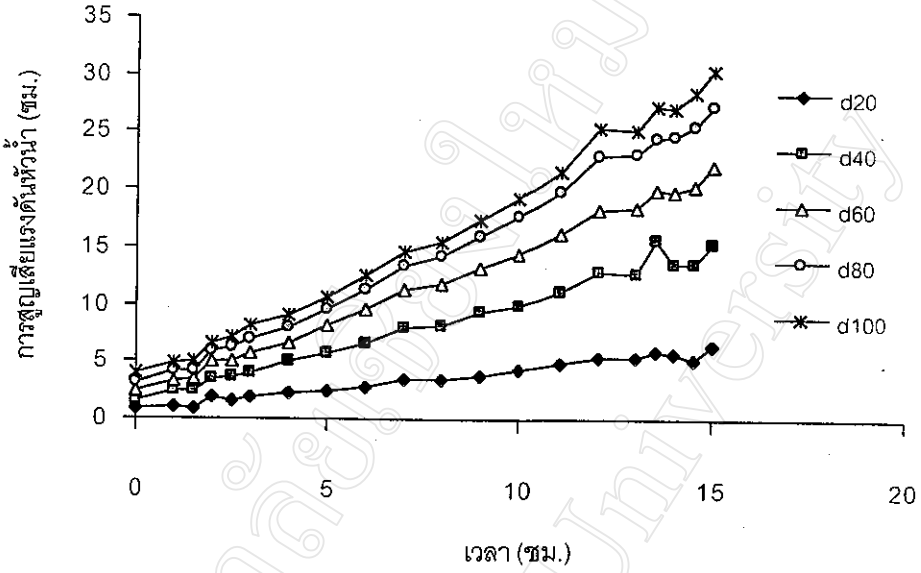
เมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล. ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในแต่ละชั้นทรายของถังกรองทั้งสองใบที่ช่วงเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6 ค่า d20 , d40 , d60 , d80 และ d100 หมายถึง ระดับความลึกของชั้นทรายกรองที่ 20 , 40 , 60 , 80 และ 100 ซม. วัดจากผิวบนของชั้นทราย ตามลำดับ เส้นกราฟค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d20 หมายถึง ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในชั้นทรายซึ่งมีความลึก 20 ซม.จากผิวหน้าทราย เส้นกราฟค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d40 หมายถึง ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในชั้นทรายซึ่งมีความลึก 40 ซม. จากผิวหน้าทราย จากรูปที่ 4.5 เส้นกราฟค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของทุกชั้นความลึกมีการเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา โดยมีความชันของเส้นกราฟที่ d100 มากกว่า d80



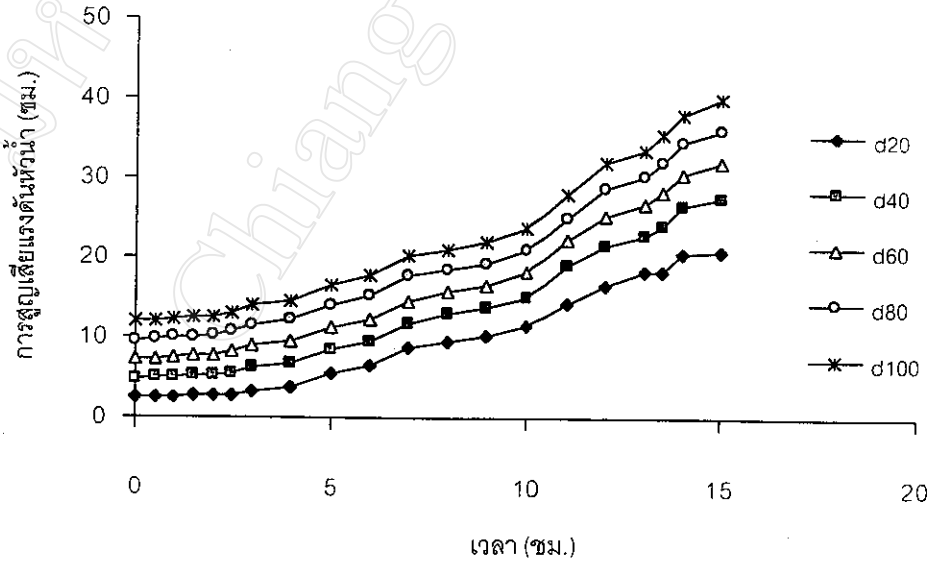
รูปที่ 4.3 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU



รูปที่ 4.4 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU



รูปที่ 4.5 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.



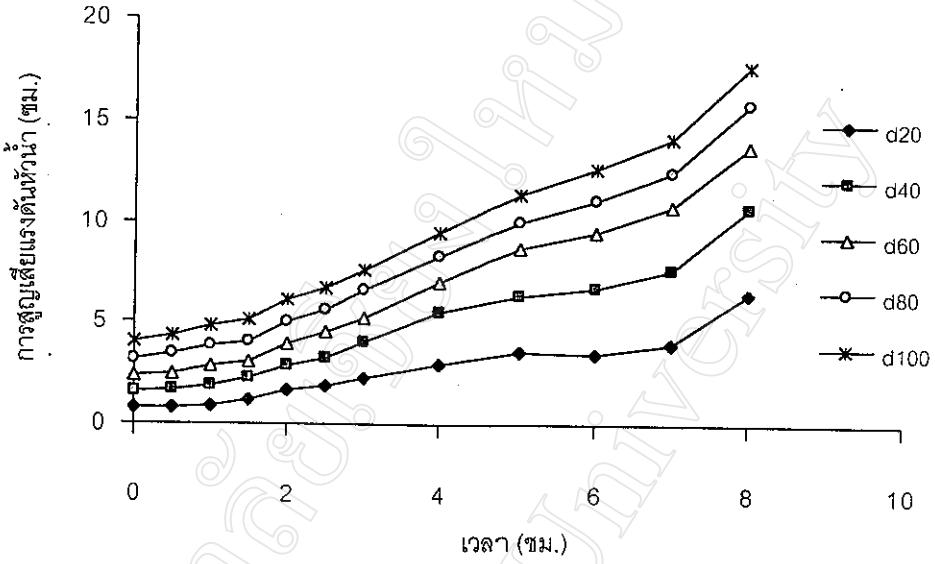
รูปที่ 4.6 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.

ความชันของเส้นกราฟที่ d80 มากกว่า d60 ความชันของเส้นกราฟที่ d60 มากกว่า d40 และความชันของเส้นกราฟที่ d40 มากกว่า d20 การเพิ่มขึ้นของค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นในทุกๆชั้นความลึก แสดงให้เห็นว่า ภายในถังกรองใบที่1 ได้เกิดการอุดตันอย่างทั่วถึงกันภายในชั้นทราย และมีอัตราการเพิ่มการสูญเสียแรงดันหัวน้ำค่อนข้างคงที่ ลักษณะกลไกที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบนี้เป็นแบบการกรองที่อนุภาคสามารถติดค้างลึกเข้าไปในชั้นทราย (In-Depth Filtration)

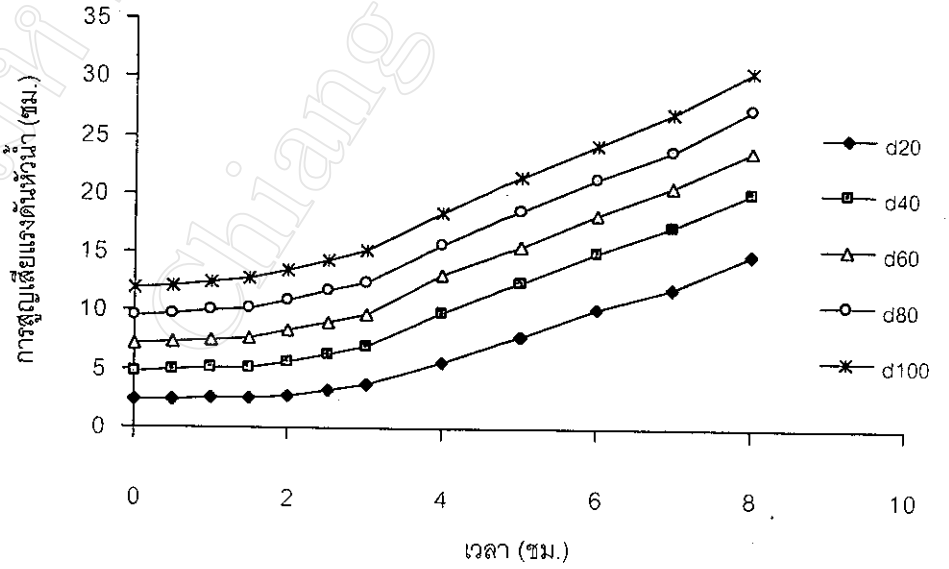
จากรูปที่ 4.6 ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d20 มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่อัตราการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d40 , d60 , d80 และ d100 มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จากผลที่ได้ สรุปได้ว่า ภายในถังกรองใบที่2 การอุดตันส่วนใหญ่เกิดขึ้นในชั้นทรายช่วง 20 ซม.แรก ชั้นทราย 80 ซม.ที่เหลือไม่ได้ช่วยในการกรองมากนัก ดังนั้นกลไกที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่2 นี้ จึงเป็นการกรองที่เกิดขึ้นในระบบการกรองแบบทั่วไป นั่นคือ กลไกการกรองส่วนใหญ่เกิดขึ้นบริเวณผิวบนของชั้นทรายประมาณ 20 ซม.แรก

เมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 40 มก./ล. ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในแต่ละชั้นทรายของถังกรองทั้งสองใบที่ช่วงเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8 จากรูปจะเห็นว่า ลักษณะการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำในการทดลองนี้ คล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล. นั่นคือ เส้นกราฟค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของทุกชั้นความลึกมีการเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา แสดงให้เห็นว่า ภายในถังกรองใบที่1 เกิดการอุดตันขึ้นในทุกๆช่วงความลึกของชั้นทรายอย่างค่อนข้างทั่วถึงกัน ลักษณะกลไกที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบนี้เป็นแบบการกรองที่อนุภาคสามารถติดค้างลึกเข้าไปในชั้นทราย สำหรับค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 ก็เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกันกับที่เกิดจากชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล. นั่นคือ ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d20 มีอัตรา การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d40 , d60, d80 และ d100 มากนัก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การอุดตันส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ชั้นทรายช่วง 20 ซม.แรก โดยเฉพาะบริเวณผิวบนของชั้นทราย

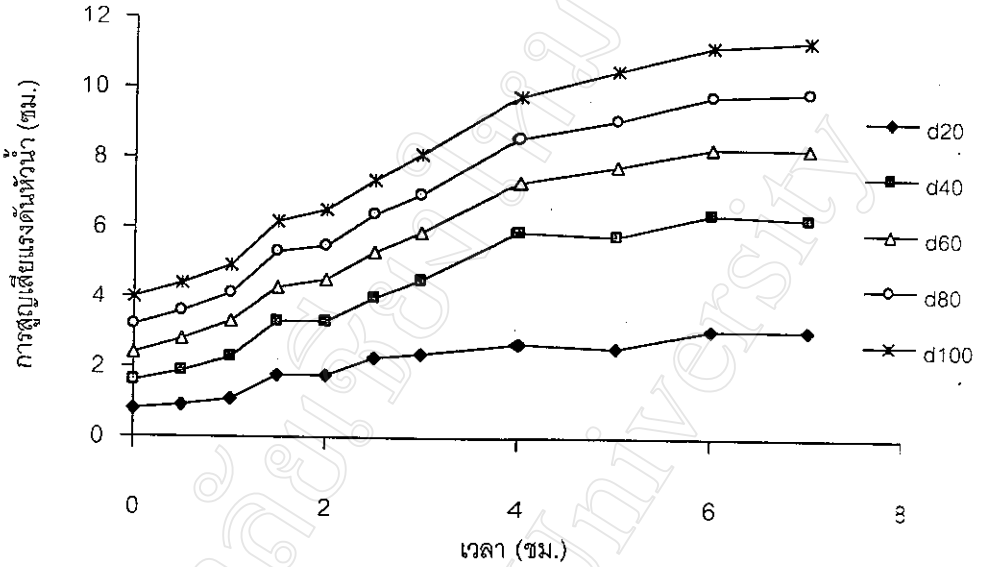
เมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 50 มก./ล. ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในแต่ละชั้นทรายของถังกรองทั้งสองใบที่ช่วงเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.9 และ 4.10 จะเห็นว่า เมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล. ลักษณะการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำในการทดลองนี้ คล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 และ 40 มก./ล นั่นคือ เกิดการอุดตันกระจายทั่วทั้งชั้นทรายภายในถังกรองใบที่1 สำหรับค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 ก็เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกันกับที่เกิดจากชุดการทดลองอื่นๆ นั่นคือ การกรองส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวบนของชั้นทรายกรองช่วง 20 ซม.แรก ดังจะเห็นได้จากมีการเปลี่ยนแปลงความชันของเส้นกราฟการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d20 มากกว่าที่ชั้นความลึกอื่นๆ



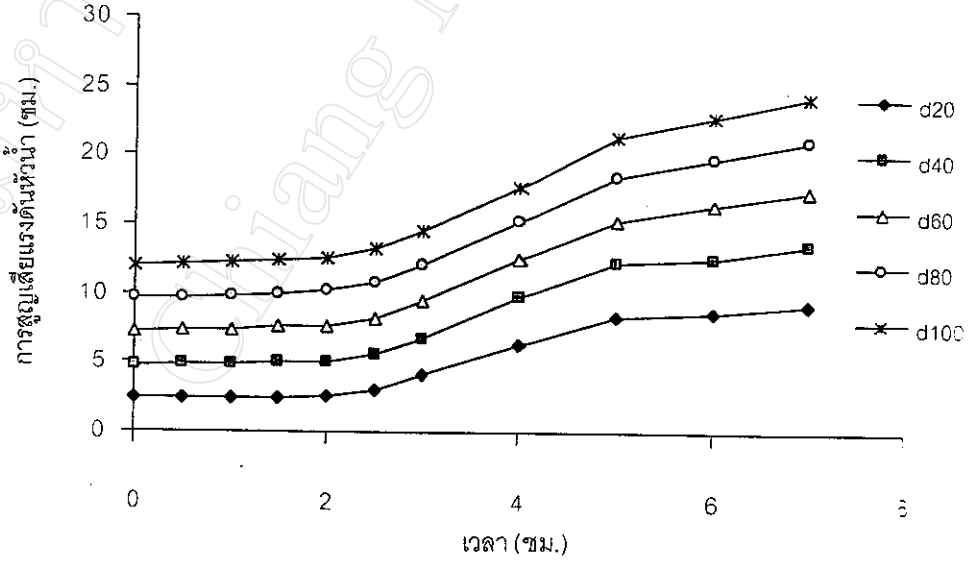
รูปที่ 4.7 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.



รูปที่ 4.8 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.



รูปที่ 4.9 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล.



รูปที่ 4.10 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล.

จากผลการทดลองซึ่งแสดงค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความลึกของทรายในถังกรองทั้งสองใบ พบว่า กลไกการกำจัดความขุ่นที่เกิดขึ้นในทุกๆการทดลองเป็นไปในรูปแบบเดียวกัน นั่นคือ กลไกการกรองที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่1 ซึ่งบรรจุทรายขนาด 2.86 มม. เป็นการกรองแบบติดค้างภายในความลึกของชั้นทราย ฟลอคสามารถเข้าไปอุดตันได้ทั่วทั้งชั้นความลึกของถังกรอง กลไกการกรองที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่2 ซึ่งบรรจุทรายขนาด 1.01 มม. เป็นการกรองแบบติดค้างบนผิวหน้าชั้นทราย ซึ่งเป็นกลไกที่ปรากฏในระบบกรองน้ำทั่วๆไป ดังนั้น จึงถือว่าลักษณะกลไกที่เกิดขึ้นในถังกรองทั้งสองใบนี้เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นทั่วไปในทุกๆการทดลอง

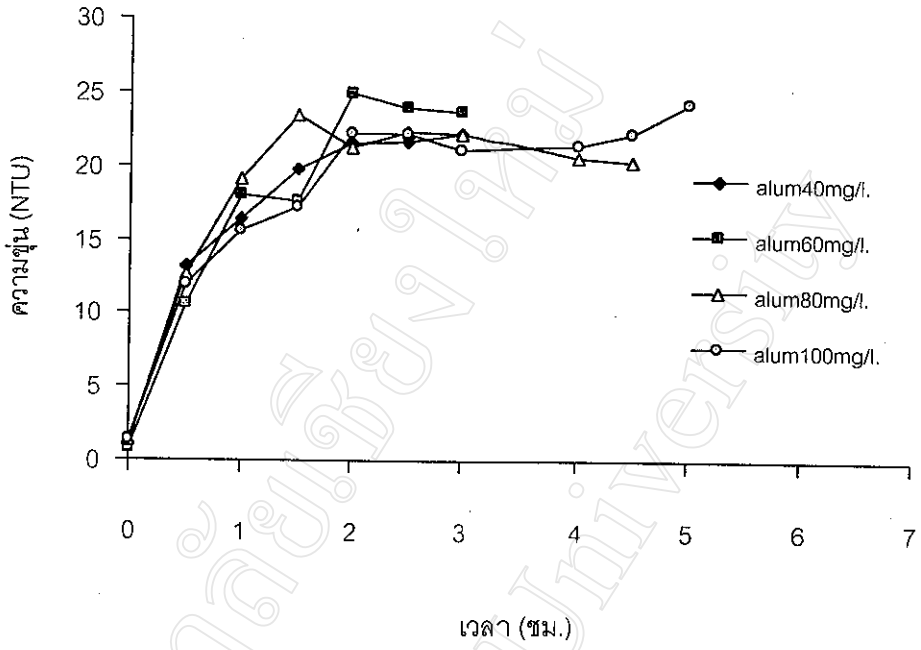
4.1.2 ผลการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU เมื่อใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนท์

ในการทดลองจาร์เทสต์ เพื่อหาปริมาณสารส้มต่ำสุดที่สามารถตกตะกอนน้ำดิบความขุ่น 30 NTU ให้มีความขุ่นในน้ำเหลือต่ำกว่า 5 NTU พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้มีค่าประมาณ 43-45 มก./ล. จากค่าที่ได้นำมากำหนดปริมาณสารส้มที่ใช้กับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU ได้แก่ 40, 60, 80 และ 100 มก./ล.

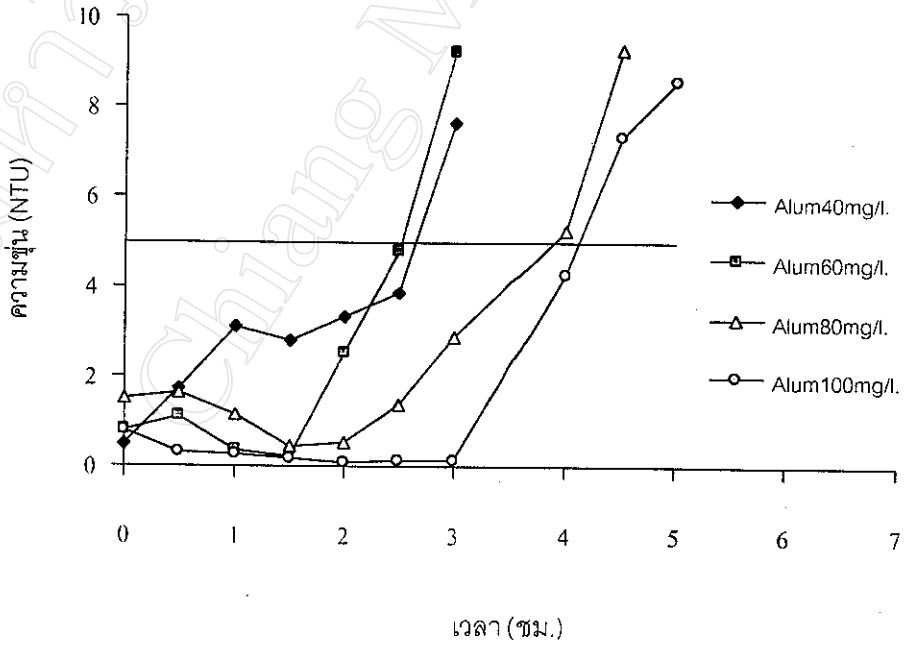
จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารส้มที่มีผลต่อระยะเวลาและประสิทธิภาพของระบบกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ โดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความขุ่นของน้ำดิบ 30 NTU ทำการเติมสารส้มในปริมาณ 40-100 มก./ล. และไม่เติมโพลีเมอร์ในถังกรองใบที่2 ผลเป็นดังนี้

ก. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ในการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU ใช้สารส้มปริมาณ 40 , 60 , 80 และ 100 มก./ล. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 ที่วัดได้ตามช่วงระยะเวลาแสดงในรูปที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ จากรูปแสดงให้เห็นว่า การทดลองโดยใช้สารส้ม 40-100 มก./ล. สามารถกำจัดความขุ่นในน้ำได้ การใช้สารส้ม 40 มก./ล.ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าค่าปริมาณสารส้มต่ำสุดที่ได้จากการทำจาร์เทสต์เล็กน้อย ยังคงสามารถกำจัดความขุ่นออกจากน้ำได้ จากรูปที่ 4.11 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2 ชม.แรก และเมื่อเวลาผ่านไปความขุ่นจะเริ่มคงที่ โดยอยู่ในช่วง 20-25 NTU การเพิ่มปริมาณสารส้มไม่ทำให้เกิดความแตกต่างของความขุ่นที่ออกจากถังกรองใบที่1 มากนัก จากรูปจะเห็นได้ว่าการใช้สารส้ม 80 และ 100 มก./ล. จะทำให้ความขุ่นที่ออกจากถังกรองใบที่1 ต่ำกว่าที่เกิดจากการใช้สารส้ม 60 มก./ล. เพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.11 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 1 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU

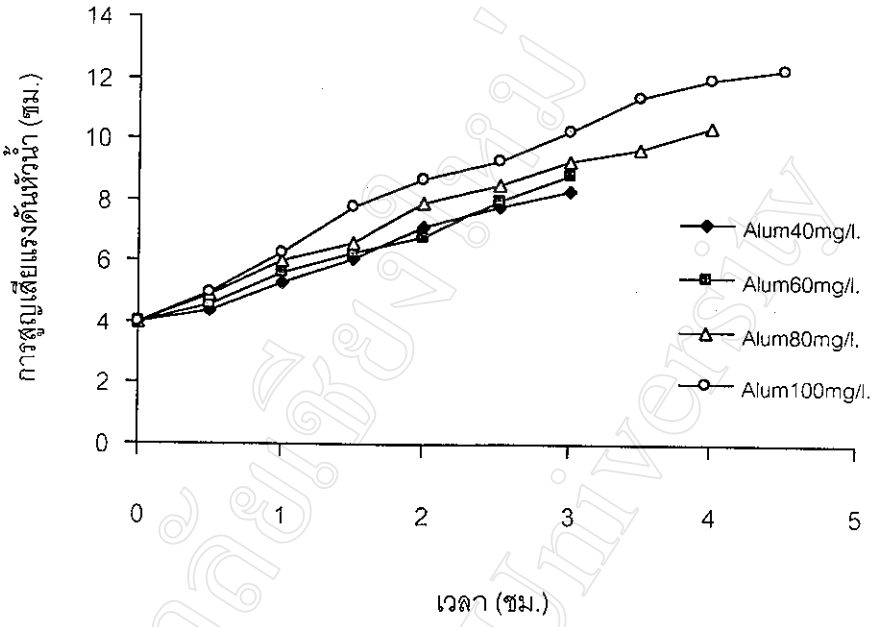


รูปที่ 4.12 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU

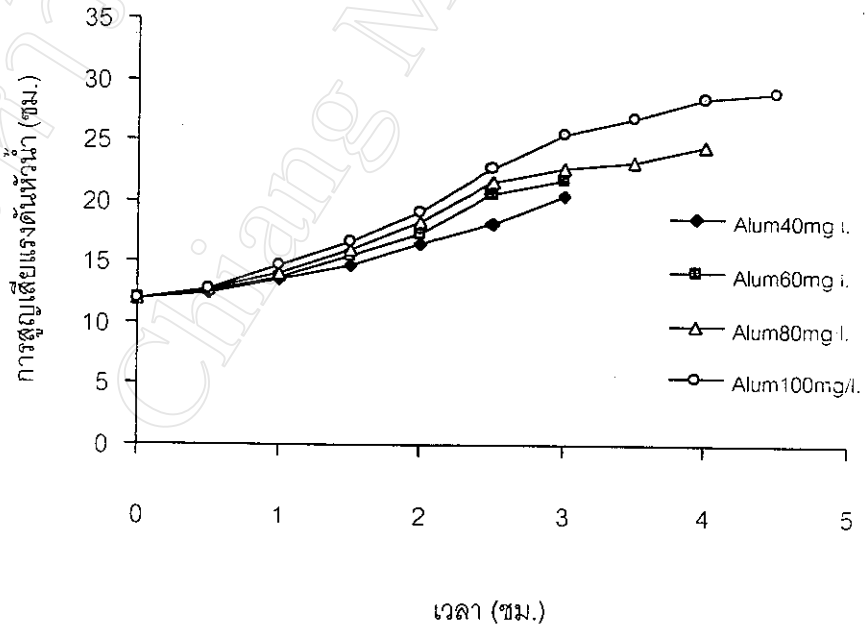
จากรูปที่ 4.12 ซึ่งแสดงความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ที่ช่วงเวลาต่างๆ จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้ความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบมีค่าลดลง โดยจะเห็นได้ว่า ความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบเมื่อใช้สารส้ม 100 มก./ล. มีค่าต่ำกว่าเมื่อใช้สารส้ม 80 , 60 และ 40 มก./ล. การใช้สารส้ม 40 มก./ล. เกือบจะไม่เพียงพอที่จะทำให้ความขุ่นของน้ำออกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบมีค่าประมาณ 3 NTU การใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้น จะสามารถยืดระยะเวลาการกรองน้ำออกไปได้เล็กน้อย จะเห็นว่า เมื่อใช้สารส้ม 40 และ 60 มก./ล. จะกรองน้ำได้นาน 2.7 และ 2.5 ชม.ตามลำดับ และเมื่อใช้สารส้ม 80 และ 100 มก./ล. จะกรองน้ำได้ 4.0 และ 4.2 ชม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มปริมาณสารส้มไม่ได้ช่วยทำให้ระบบกรองน้ำทำงานได้ดีขึ้น ระยะเวลาที่กรองน้ำได้ยังคงไม่ยาวนานมากนัก ฟลอคที่เกิดขึ้นไม่แข็งแรงพอทำให้การสิ้นสุดการกรองเกิดจากความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU ในทุกๆการทดลอง

ข. การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

การสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 แสดงในรูปที่ 4.13 และ 4.14 จากรูปจะเห็นว่า ในทุกๆการทดลอง ภายในถังกรองใบที่1 เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของเส้นกราฟการสูญเสียแรงดันหัวน้ำตามระยะเวลา ปริมาณสารส้มที่ใช้มีผลต่อการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า การใช้สารส้ม 100 มก./ล.ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากที่สุด รองลงมาได้แก่การใช้สารส้ม 80 , 60 และ 40 มก./ล. ตามลำดับ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะการใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ฟลอคมีปริมาณมากขึ้น ทำให้เกิดการอุดตันในถังมากกว่า เป็นผลให้การสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่าตามไปด้วย อัตราการเพิ่มของการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นในถังใบนี้มีค่าค่อนข้างคงที่ดังจะเห็นได้จากค่าความชันของเส้นกราฟไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จากรูปที่ 4.14 เมื่อพิจารณาค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 พบว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกัน นั่นคือ ปริมาณสารส้มที่ใช้มีผลต่อการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้น การใช้สารส้ม 100 มก./ล.ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากที่สุดและการใช้สารส้ม 40 มก./ล.ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำน้อยที่สุด อัตราการเพิ่มของการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นในถังมีค่าค่อนข้างคงที่



รูปที่ 4.13 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่ 1 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU



รูปที่ 4.14 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่ 2 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU

4.1.3 ผลการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนท์

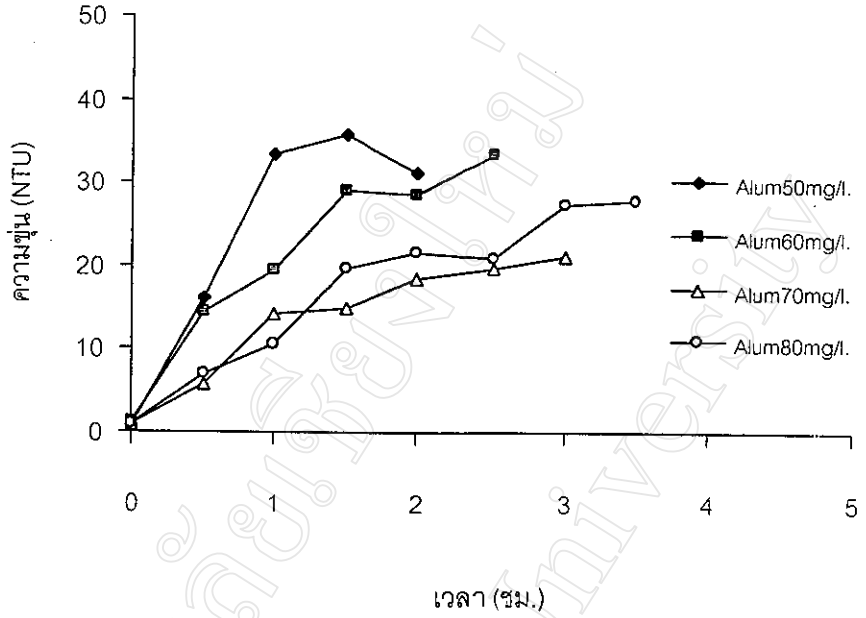
ในการทดลองจาร์เทสต์ เพื่อหาปริมาณสารส้มต่ำสุดที่สามารถตกตะกอนน้ำดิบความขุ่น 50 NTU ให้มีความขุ่นในน้ำเหลือต่ำกว่า 5 NTU พบว่าปริมาณสารส้มที่ใช้มีค่าประมาณ 50-52 มก./ล. จากค่าที่ได้นำมากำหนดปริมาณสารส้มที่ใช้กับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU ได้แก่ 50, 60, 70 และ 80 มก./ล.

จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารส้มที่มีผลต่อระยะเวลาและประสิทธิภาพของระบบกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ โดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความขุ่นของน้ำดิบ 50 NTU ทำการเติมสารส้มในปริมาณ 50-80 มก./ล. และไม่เติมโพลีเมอร์ในถังกรองใบที่2 ผลเป็นดังนี้

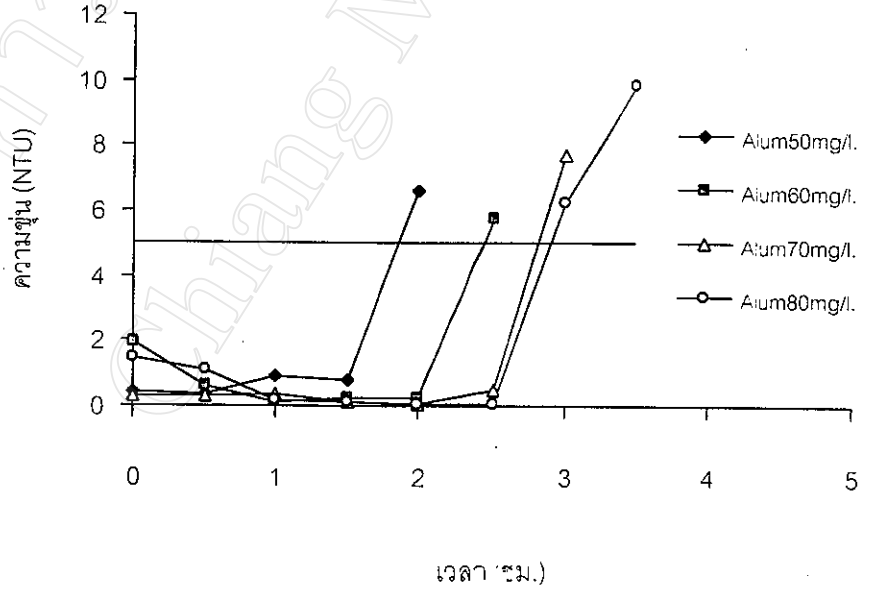
ก. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ในการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU ใช้สารส้มปริมาณ 50 , 60 , 70 และ 80 มก./ล. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่ 2 ที่วัดได้ตามช่วงระยะเวลาแสดงในรูปที่ 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ จากรูปแสดงให้เห็นว่า การทดลองโดยใช้สารส้ม 50-80 มก./ล. สามารถกำจัดความขุ่นในน้ำได้ เมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล. จะทำให้ความขุ่นในน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 สูงกว่าการใช้สารส้มในปริมาณอื่นๆ การใช้สารส้ม 70 และ 80 มก./ล. ทำให้น้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1มีความขุ่นใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำกว่าที่เกิดจากการใช้สารส้ม 50 และ 60 มก./ล. จากผลที่ได้ อาจสรุปได้ว่า การใช้สารส้มในปริมาณต่ำจะทำให้ได้ฟลอคขนาดเล็ก ซึ่งสามารถหลุดรอดออกจากถังกรองใบที่1 ได้ ในขณะที่การใช้สารส้มในปริมาณที่สูงกว่าจะทำให้ได้ฟลอคขนาดใหญ่และสามารถติดค้างในชั้นทราย ทำให้ความขุ่นในน้ำลดลง จากผลการทดลองชุดนี้ จะสังเกตเห็นได้ว่า ระยะเวลาในการกรองน้ำสั้นมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นช่วงที่ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 เข้าสู่สภาวะคงที่ได้

จากรูปที่ 4.16 ซึ่งแสดงความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ที่ช่วงเวลาต่างๆ จะเห็นว่า การใช้สารส้ม 50-80 มก./ล. สามารถลดความขุ่นในน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ให้ต่ำกว่า 5 NTU ได้ การใช้สารส้ม 50 มก./ล. จะทำให้น้ำออกมีความขุ่นประมาณ 1 NTU สูงกว่าความขุ่นที่เกิดจากการใช้สารส้ม 60 ,70 และ 80 มก./ล. เล็กน้อย ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า เมื่อใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้น้ำออกใสขึ้น



รูปที่ 4.15 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU



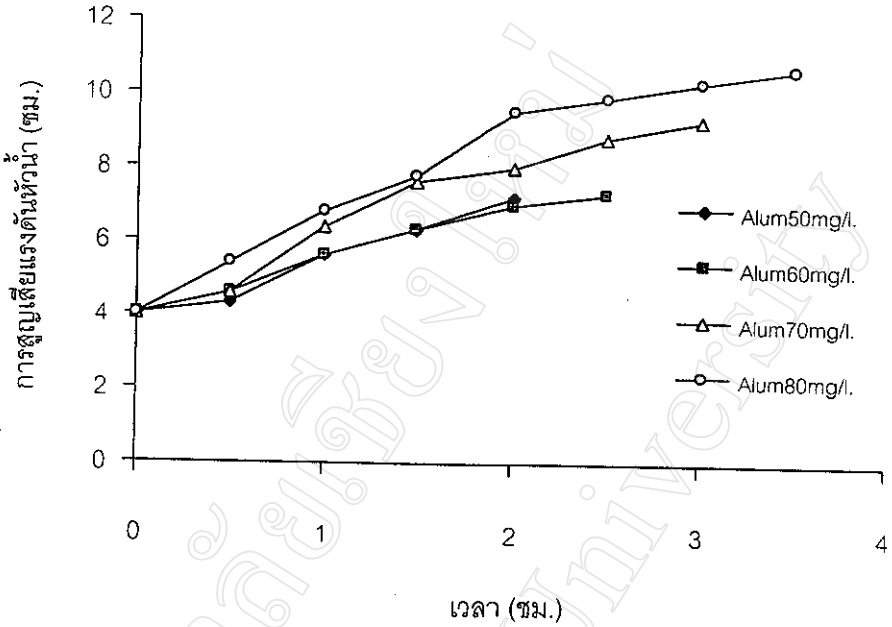
รูปที่ 4.16 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU

ในชุดการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU ผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกับชุดการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU นั่นคือ เมื่อใช้สารส้ม 50-80 มก./ล. ทุกการทดลองสามารถกำจัดความขุ่นในน้ำออกได้ แต่ระยะเวลาในการกรองสั้นมาก เมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล. สามารถกรองได้เพียง 1.9 ชม. เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มสามารถขยายระยะเวลาการกรองออกไปได้เล็กน้อย โดยกรองได้ 2.4 , 2.8 และ 2.9 ชม. เมื่อใช้สารส้ม 60, 70 และ 80 มก./ล. ตามลำดับ การสิ้นสุดการกรองของทุกการทดลองเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เมื่อน้ำดิบมีความขุ่นสูง การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรวมตะกอนและทำให้เกิดฟลอคที่มีความแข็ง แรงเพียงพอที่จะติดค้างอยู่ภายในถังกรองได้ ทำให้เกิดตะกอนสามารถหลุดรอดออกจากระบบการกรองในเวลาอันรวดเร็ว เป็นผลให้ระยะเวลาในการกรองสั้น

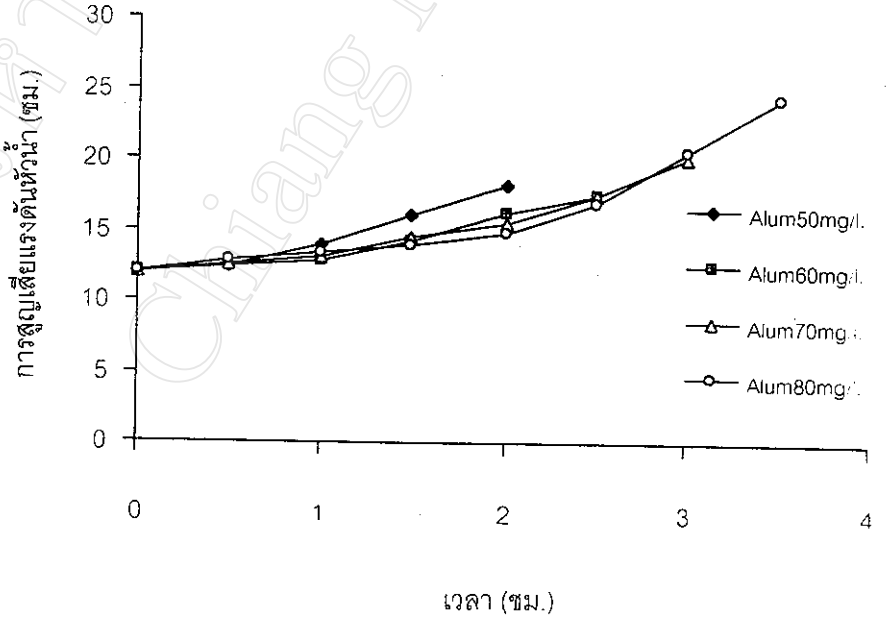
ข. การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

การสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 แสดงในรูปที่ 4.17 และ 4.18 จากรูปจะเห็นว่า ในทุกๆการทดลอง ภายในถังกรองใบที่1 เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของเส้นกราฟการสูญเสียแรงดันหัวน้ำตามระยะเวลา ปริมาณสารส้มมีผลต่ออัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ จากรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้สารส้ม 80 มก./ล. จะทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 มากกว่าการใช้สารส้ม 50 , 60 และ 70 มก./ล. อย่างเห็นได้ชัดเจน การใช้สารส้ม 70 มก./ล. ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่าการใช้สารส้ม 50 และ 60 มก./ล. แต่การใช้สารส้ม 50 และ 60 มก./ล. ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำใกล้เคียงกัน จากผลที่ได้แสดงว่าการใช้สารส้มในปริมาณมากจะทำให้ฟลอคมีปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถตกค้างอยู่ภายในถังกรองใบที่1ได้ จึงทำให้มีการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่า

จากรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าการใช้สารส้ม 50 มก./ล. ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำในถังกรองใบที่2 มากกว่าการใช้สารส้มปริมาณอื่น โดยที่การใช้สารส้ม 60, 70 และ 80 มก./ล. ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำในถังกรองใบที่2 ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการใช้สารส้ม 50 มก./ล. ทำให้ได้ฟลอคที่มีขนาดเล็ก และสามารถหลุดรอดออกมาจากถังกรองใบที่1 ได้มากกว่าการใช้สารส้มปริมาณอื่น เมื่อผ่านเข้าสู่ถังกรองใบที่2 จึงทำให้มีปริมาณฟลอคมากเป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากขึ้นด้วย



รูปที่ 4.17 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU



รูปที่ 4.18 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU

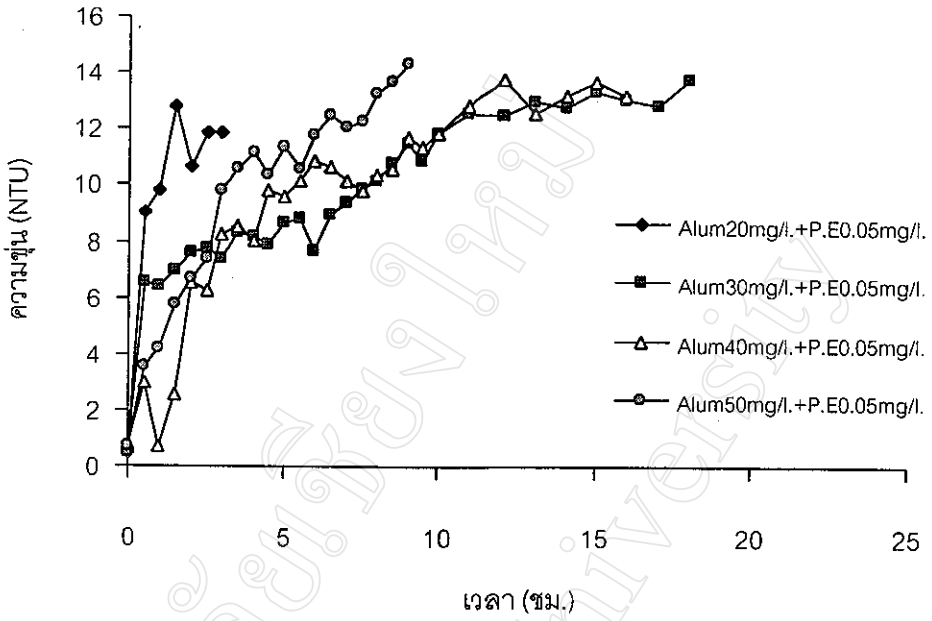
จากผลการทดลองทั้งหมดที่ทำการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 , 30 และ 50 NTU โดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว สามารถสรุปได้ว่า เมื่อทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 NTU โดยใช้สารส้ม 30-50 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้นาน 6.2-14.2 ชม. เมื่อทำการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU โดยใช้สารส้ม 40-100 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้นาน 2.7-4.2 ชม. และเมื่อทำการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU โดยใช้สารส้ม 50-80 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้นาน 1.9-2.9 ชม. การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวในการกำจัดความขุ่นออกจากน้ำ ทำให้ฟลอคที่เกิดขึ้นไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะติดค้างอยู่ภายในถังกรองได้ โดยจะเห็นได้จาก การสิ้นสุดการกรองของทุกการทดลองเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU ทั้งสิ้น การเพิ่มปริมาณสารส้มไม่ได้ช่วยทำให้ฟลอคแข็งแรงมากขึ้นแต่อย่างใด ดังจะเห็นได้ว่า ถึงแม้ทำการเพิ่มปริมาณสารส้มระบบยังคงสิ้นสุดการกรองเนื่องจากการที่ฟลอคหลุดออกจากถังกรอง ดังนั้น ถ้าหากสามารถทำให้ฟลอคมีความแข็งแรงมากขึ้นและสามารถติดค้างอยู่ภายในถังกรองได้ ก็จะทำให้ระยะเวลาที่ระบบสามารถกรองน้ำได้นานขึ้นด้วย จึงได้ทำการทดลองเช่นเดิม แต่เติมโพลีเมอร์ลงในน้ำก่อนเข้าสู่ถังกรองใบที่2 ในปริมาณต่างๆ ผลที่ได้แสดงในหัวข้อต่อไป

4.1.4 ผลการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

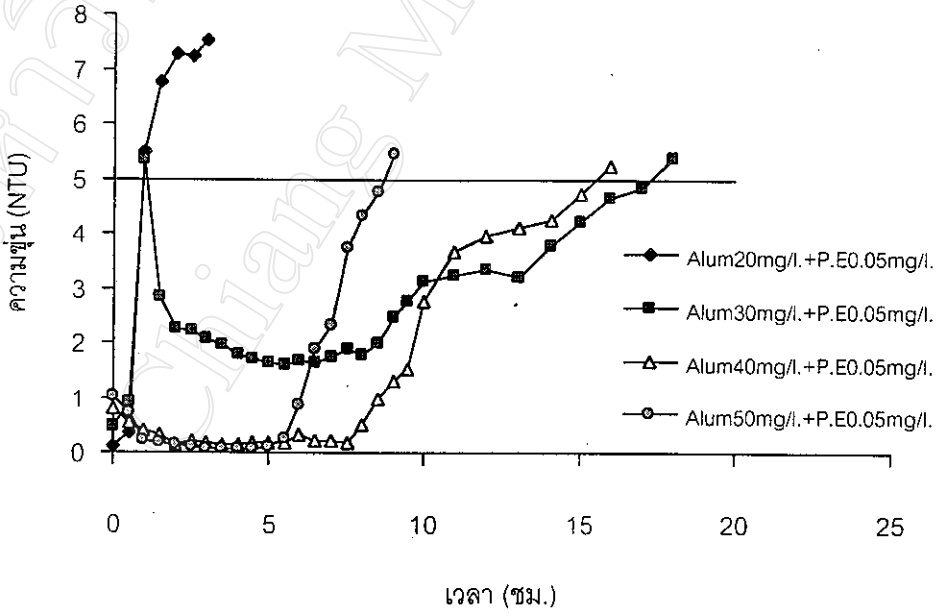
ทำการทดลองเช่นเดิมโดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. ความขุ่นของน้ำดิบ 15 NTU และอัตราการกรอง 5 ม./ชม. แต่ได้ทำการเติมโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.ในน้ำที่เข้าสู่ถังกรองใบที่2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการขยายระยะเวลาการกรองให้มากขึ้น ผลการทดลองเป็นดังนี้

ก. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ตามช่วงระยะเวลา แสดงในรูปที่ 4.19 และ 4.20 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การใช้สารส้ม 20 มก./ล. ยังคงไม่สามารถลดความขุ่นในน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่สองให้ต่ำกว่า 5 NTUได้ ถึงแม้จะใช้โพลีเมอร์ร่วมด้วยก็ตาม และเมื่อใช้สารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. สามารถลดความขุ่นในน้ำออกให้เหลือต่ำกว่า 5 NTU จากรูปแสดงให้เห็นว่า ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1และถังกรองใบที่2 เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นเมื่อใช้สารส้มอย่างเดียว ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 นั่นคือ เมื่อเริ่มทำการทดลอง ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก หลังจากนั้น อัตราการเพิ่มของความขุ่นจะค่อยๆลดลงจนกระทั่งการเปลี่ยนแปลงของความขุ่นค่อนข้างจะคงที่ โดยมีความขุ่นอยู่ในช่วง 9 - 13 NTU การใช้



รูปที่ 4.19 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์



รูปที่ 4.20 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

สารส้ม 40 และ 50 มก./ล. จะใช้เวลาประมาณ 3 ชม. ในการทำให้ความขุ่นของน้ำค่อยๆเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าค่อนข้างเกือบจะคงที่ ในขณะที่การใช้สารส้ม 30 มก./ล. จะใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ค่าความขุ่นที่คงที่ของการใช้สารส้ม 50 มก./ล. จะสูงกว่าการใช้สารส้ม 30 และ 40 มก./ล. เล็กน้อย โดยมีค่าประมาณ 10-13 NTU ในขณะที่การใช้สารส้ม 30 และ 40 มก./ล. จะมีค่าประมาณ 8-12 NTU

จากรูปที่ 4.20 จะเห็นว่า เมื่อใช้สารส้ม 30, 40 และ 50 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.สามารถลดความขุ่นในน้ำออกให้เหลือต่ำกว่า 5 NTU โดยที่การใช้สารส้มปริมาณมากขึ้นจะทำให้น้ำออกจากถังกรองใบที่2ใสขึ้น เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล. ทำให้น้ำออกมีความขุ่นประมาณ1.5-2 NTU แต่การใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล. ทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นประมาณต่ำกว่า 0.5 NTU การเติมโพลีเมอร์ลงในถังกรองใบที่2 จะช่วยในการกำจัดความขุ่นให้ลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่า เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล. เพียงอย่างเดียวจะทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นประมาณ 2-2.5 NTU แต่เมื่อเติมโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.ร่วมด้วยจะทำให้น้ำออกมีความขุ่นประมาณ 1.7-2 NTU ดังจะเห็นในรูปที่ 4.20 เช่นเดียวกับเมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล. เพียงอย่างเดียวจะทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นประมาณ 1 NTU แต่เมื่อเติมโพลีเมอร์ร่วมด้วย จะทำให้น้ำออกมีความขุ่นต่ำกว่า 0.5 NTU

จากรูปที่ 4.19 และ 4.20 สามารถสรุปได้ว่า เมื่อใช้สารส้ม 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. ผลที่ได้ยังคงเป็นเช่นเดียวกับการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว นั่นคือ ไม่สามารถกำจัดความขุ่นในน้ำจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ การใช้สารส้ม 30-50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ ระบบสามารถกำจัดความขุ่นออกจากน้ำได้เช่นเดียวกับการใช้สารส้ม 30-50 มก./ล.เพียงอย่างเดียว และสามารถกรองน้ำได้นานขึ้น ดังจะเห็นได้ว่า เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 17.3 ชม. นานกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งกรองได้นาน 14.2 ชม. เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 15.5 ชม. นานกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งกรองได้นาน 7.9 ชม. และเมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 8.7 ชม. นานกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งกรองได้นาน 6.2 ชม. แสดงให้เห็นว่า การเติมโพลีเมอร์ลงในถังกรองใบที่2 ทำให้ฟลอคแข็งแรงขึ้น อย่างไรก็ตาม การสิ้นสุดการกรองของการใช้สารส้ม 30-50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. ยังคงเกิดขึ้นจากสาเหตุความขุ่นในน้ำออกเกิน 5 NTU ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การใช้โพลีเมอร์ในปริมาณนี้ยังคงไม่เพียงพอที่จะทำให้ฟลอคแข็งแรงไม่เพียงพอที่จะติดค้างในถังกรองจนกระทั่งการสิ้นสุดการกรองเกิดขึ้นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนดได้

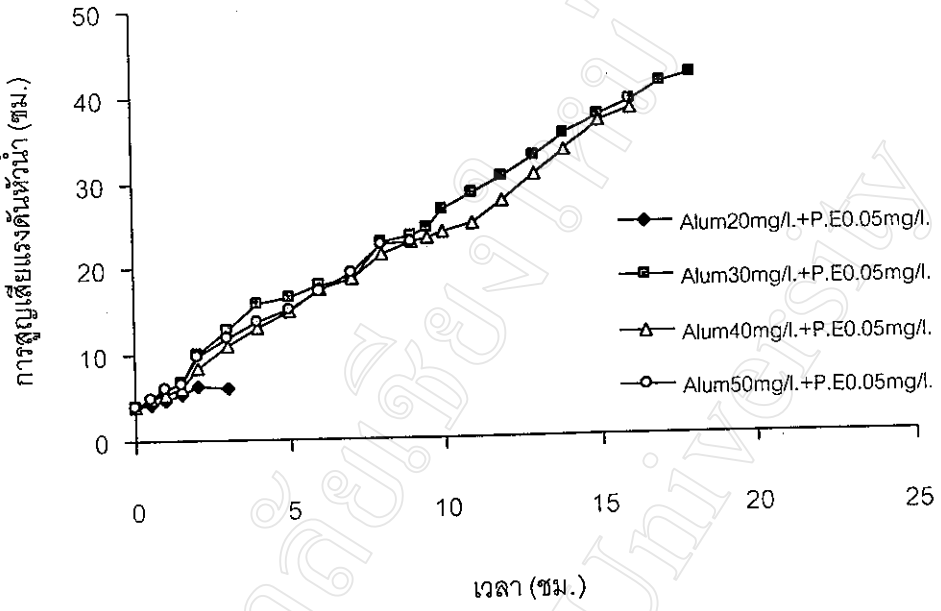
ข. การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

การสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 แสดงในรูปที่ 4.21 และ 4.22 จากรูปที่ 4.21 จะเห็นว่า การเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 มีลักษณะเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งแสดงในรูปที่ 4.3 นั่นคือ ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดจากการใช้สารส้ม 20 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์มีค่าน้อยมาก เมื่อใช้สารส้ม 30-50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ทำให้เกิดการอุดตันภายในถังกรองใบที่1 โดยที่อัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน ดังจะเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน การที่ลักษณะของกราฟแสดงการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวและในชุดการทดลองที่ใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เป็นเพราะโพลีเมอร์ถูกเติมในน้ำก่อนเข้าสู่ถังกรองใบที่2 ดังนั้น กลไกที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่1 จึงยังคงเป็นเช่นเดิม

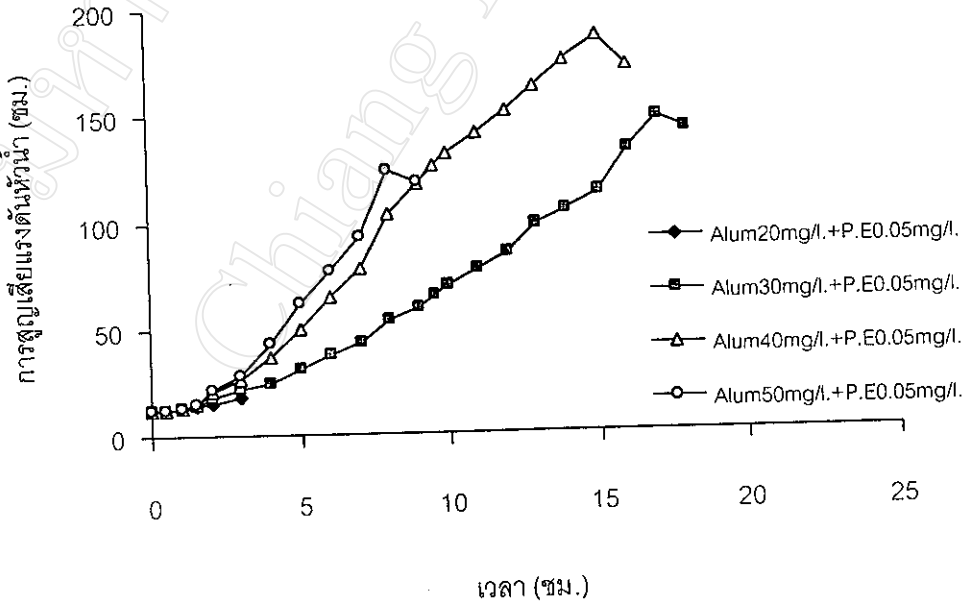
จากรูปที่ 4.22 ซึ่งแสดงการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดภายในถังกรองใบที่2 เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ จะเห็นว่า ลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกับที่เกิดจากการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.4 นั่นคือ การใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ ทำให้เกิดอัตราการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าที่เกิดขึ้นจากการใช้สารส้ม 30 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น เป็นผลให้การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดจากการใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์และการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว จะเห็นว่า ที่เวลาเดียวกัน การใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์จะทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่า

เมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับการใช้โพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. เป็นตัวแทนของชุดการทดลองนี้ ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในแต่ละชั้นทรายของถังกรองทั้งสองใบที่ช่วงเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.23 และ 4.24 จากรูปที่ 4.23 ซึ่งแสดงการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่1 จะเห็นว่า มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ไม่ได้เติมโพลีเมอร์ นั่นคือ ความชันของเส้นกราฟค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของทุกชั้นความลึก d20-d100 มีการเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างค่อนข้างสม่ำเสมอ นั่นคือ เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำกระจายทั่วทุกชั้นความลึกทราย ดังนั้นลักษณะกลไกที่เกิดขึ้นจึงเป็นแบบการกรองที่อนุภาคสามารถติดค้างลึกเข้าไปในชั้นทราย

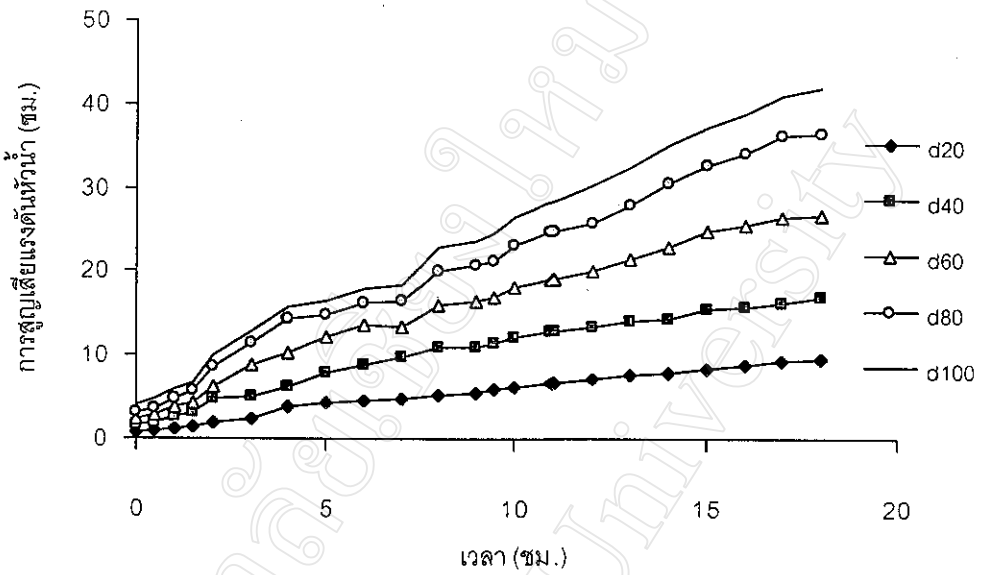
จากรูปที่ 4.24 ซึ่งแสดงการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 จะเห็นว่า ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ d20 มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่d40 , d60 , d80และd100 มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก จากผลที่ได้สรุปได้ว่าภายในถังกรอง



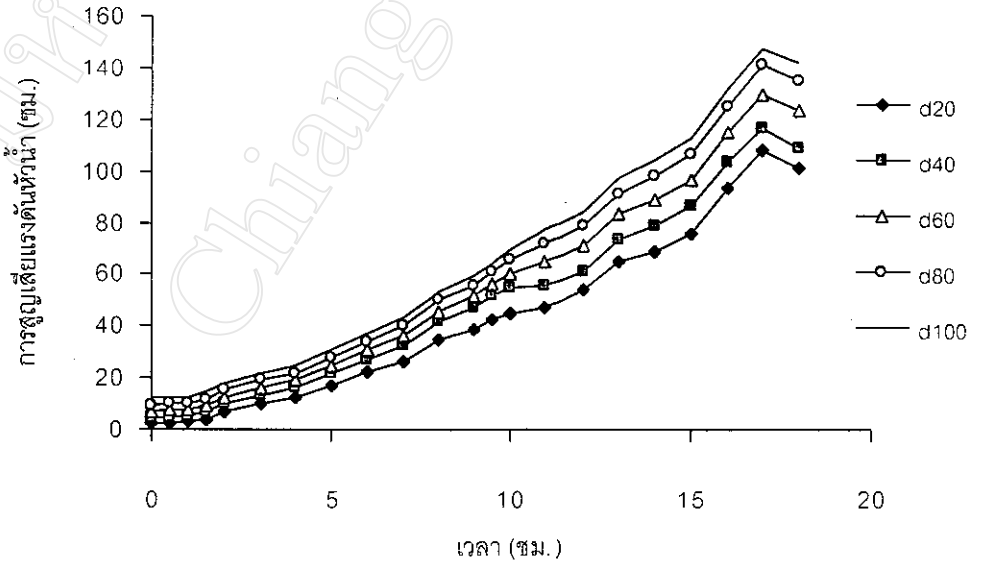
รูปที่ 4.21 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์



รูปที่ 4.22 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์



รูปที่ 4.23 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.



รูปที่ 4.24 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.

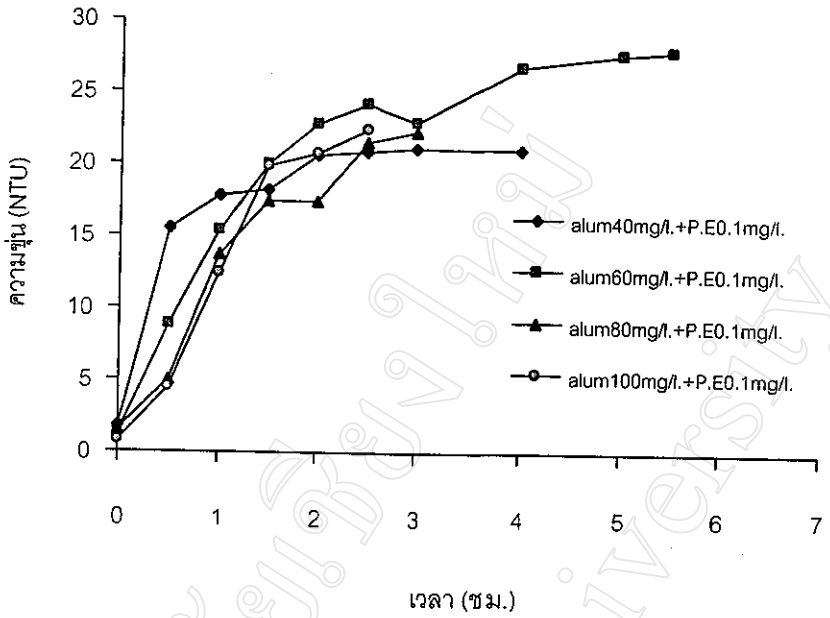
ใบที่2 การอุดตันส่วนใหญ่ยังคงเกิดขึ้นในชั้นทรายช่วง 20 ซม.แรก ชั้นทราย 80 ซม.ที่เหลือไม่ได้ช่วยในการกรองมากนัก ดังนั้นกลไกที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่2 นี้ จึงเป็นการกรองที่เกิดขึ้นในระบบการกรองแบบทั่วไป นั่นคือ กลไกการกรองส่วนใหญ่เกิดขึ้นบริเวณผิวบนของชั้นทรายประมาณ 20 ซม.แรก

4.1.5 ผลการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

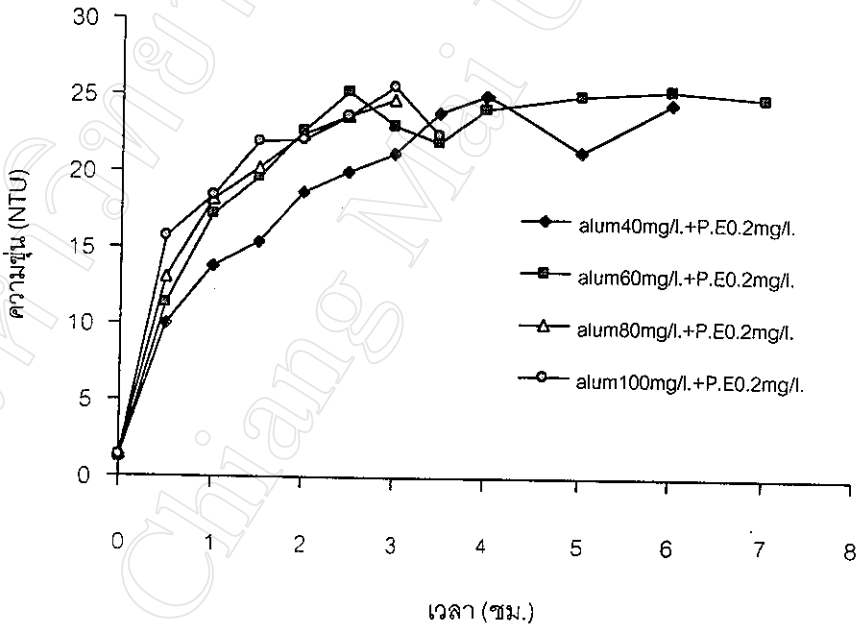
ทำการทดลองเช่นเดิม โดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. ความขุ่นของน้ำดิบ 30 NTU และอัตราการกรอง 5 ม./ชม. ปริมาณสารส้ม 40-100 มก./ล. แต่ได้ทำการเติมโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล.ในน้ำที่เข้าสู่ถังกรองใบที่2 ผลการทดลองเป็นดังนี้

ก. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 ตามช่วงระยะเวลาเมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ0.2 มก./ล. แสดงในรูปที่ 4.25 และ 4.26 จากรูปแสดงให้เห็นว่า ค่าความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองทั้งสองใบเมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นจากการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งแสดงในรูปที่ 4.11 และ 4.12 จากรูปที่ 4.25 ซึ่งแสดงค่าความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ค่าความขุ่นของน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2 ชม.แรก หลังจากนั้น ค่าความขุ่นจะเริ่มคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยมีค่าประมาณ 20-25 NTU การใช้สารส้ม 40-100 มก./ล. ไม่ทำให้ค่าความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 มีค่าแตกต่างกันมากนัก จากรูปที่ 4.26 ซึ่งแสดงค่าความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. จะเห็นว่า เป็นไปเช่นการทดลองอื่นๆ นั่นคือ การเพิ่มปริมาณสารส้มจะทำให้น้ำที่ออกจากระบบใสขึ้น เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 มก./ล. ทำให้น้ำออกมีความขุ่นประมาณ 4 NTU การใช้สารส้ม 60-100 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 มก./ล. ทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นต่ำกว่า 0.5 NTUและเมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.2 มก./ล. ทำให้น้ำออกมีความขุ่นประมาณ 2-4 NTU การใช้สารส้ม 60-100 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.2 มก./ล. ทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นต่ำกว่า 0.5 NTU การสิ้นสุดการกรองในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ เกิดจากความขุ่นในน้ำออกเกินมาตรฐาน และในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 60-100 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ เกิดขึ้นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้



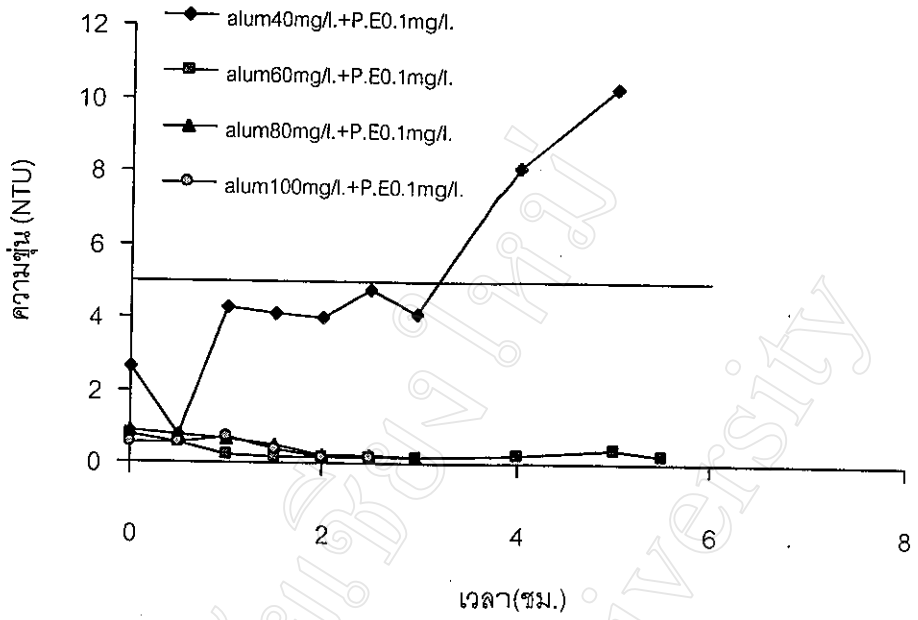
ก. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.



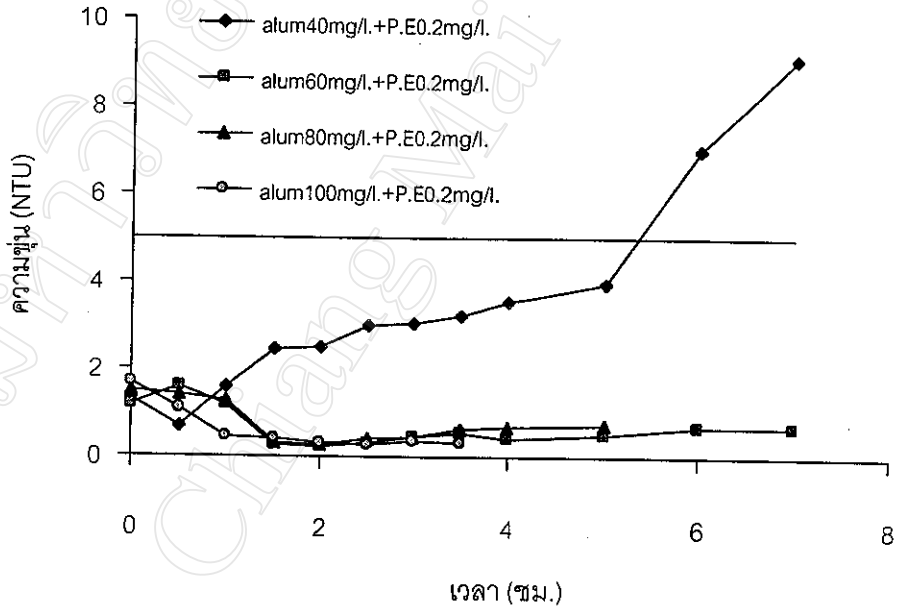
ข. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล.

รูปที่ 4.25 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ก. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.



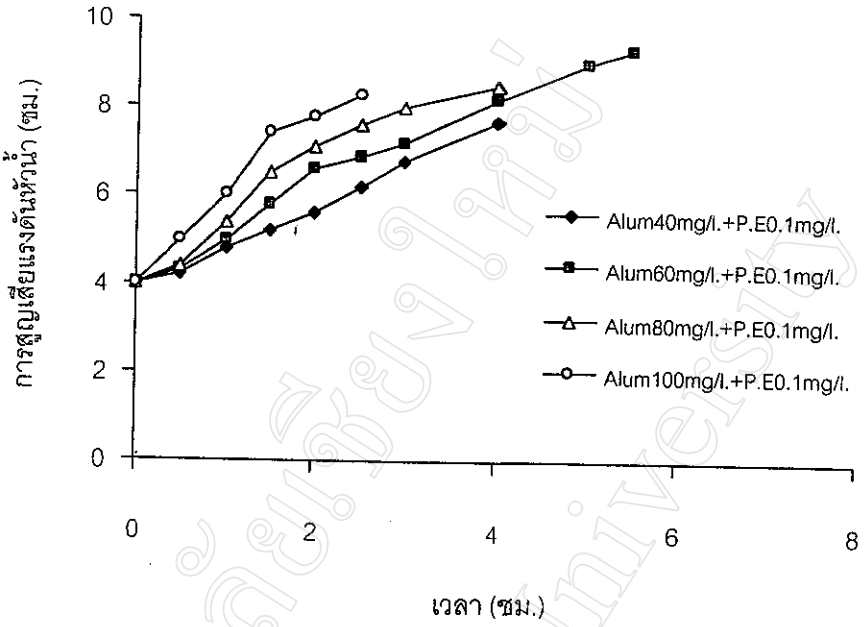
ข. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล.

รูปที่ 4.26 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

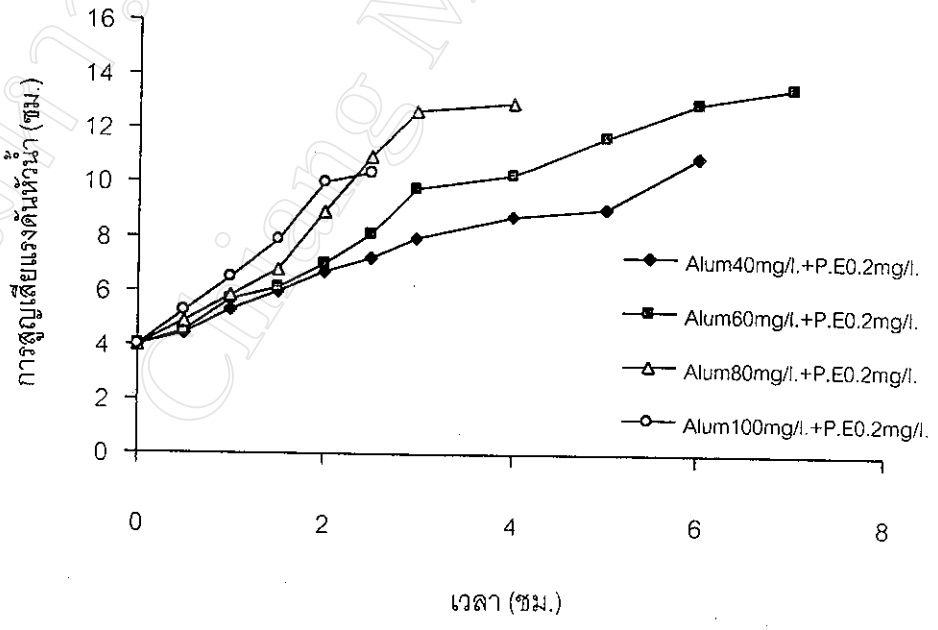
ข. การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 ที่เวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.27 และ 4.28 จากรูปที่ 4.27 จะเห็นว่า ลักษณะการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่ใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ มีลักษณะเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นจากการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งแสดงในรูปที่ 4.13 และ 4.14 นั่นคือ เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของเส้นกราฟการสูญเสียแรงดันหัวน้ำตามระยะเวลา ปริมาณสารส้มที่ใช้มีผลต่อการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นโดยจะเห็นได้ว่า การใช้สารส้ม 100 มก./ล.ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากที่สุด รองลงมาได้แก่การใช้สารส้ม 80 , 60 และ 40 มก./ล. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 พบว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกัน นั่นคือ ปริมาณสารส้มที่ใช้มีผลต่อการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้น การใช้สารส้ม 100 มก./ล.ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากที่สุด และการใช้สารส้ม 40 มก./ล.ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดจากการใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์และการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว จะเห็นว่า ที่เวลาเดียวกันการใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์จะทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่า และการเพิ่มปริมาณโพลีเมอร์จาก 0.1 มก./ล.ให้เป็น 0.2 มก./ล.ทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นตามด้วย

จากรูปที่ 4.25-4.28 สรุปได้ว่า การใช้สารส้ม 40-100 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ระบบสามารถกำจัดความขุ่นออกจากน้ำได้เช่นเดียวกับการใช้สารส้ม 40-100 มก./ล.เพียงอย่างเดียว การใช้สารส้ม 40 และ 60 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์สามารถกรองน้ำได้นานขึ้น ดังจะเห็นได้ว่า เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 3.2 และ 5.3 ชม. นานกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งกรองได้นาน 2.7 ชม. และ เมื่อใช้สารส้ม 60 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 5.1 และ 7.2 ชม. นานกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวซึ่งกรองได้นาน 2.5 ชม. แสดงให้เห็นว่า การเติมโพลีเมอร์ลงในถังกรองใบที่2 ทำให้ฟลอคแข็งแรงขึ้น จึงทำให้มีระยะเวลากรองน้ำที่นานขึ้น อย่างไรก็ตาม การสิ้นสุดการกรองของการใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ยังคงเกิดขึ้นจากสาเหตุความขุ่นในน้ำออกเกิน 5 NTU เช่นเดียวกับที่เกิดจากการใช้สารส้ม 40 มก./ล. เพียงอย่างเดียว แต่การสิ้นสุดการกรองของการใช้สารส้ม 60-100 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล.เกิดจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งแตกต่างจากการสิ้นสุดการกรองของการใช้สารส้ม 60-100 มก./ล.เพียงอย่างเดียวที่เกิดจากสาเหตุความขุ่นในน้ำออกเกิน 5 NTU ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการใช้สารส้ม 40 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ยังคงไม่เพียงพอที่จะทำให้ฟลอค

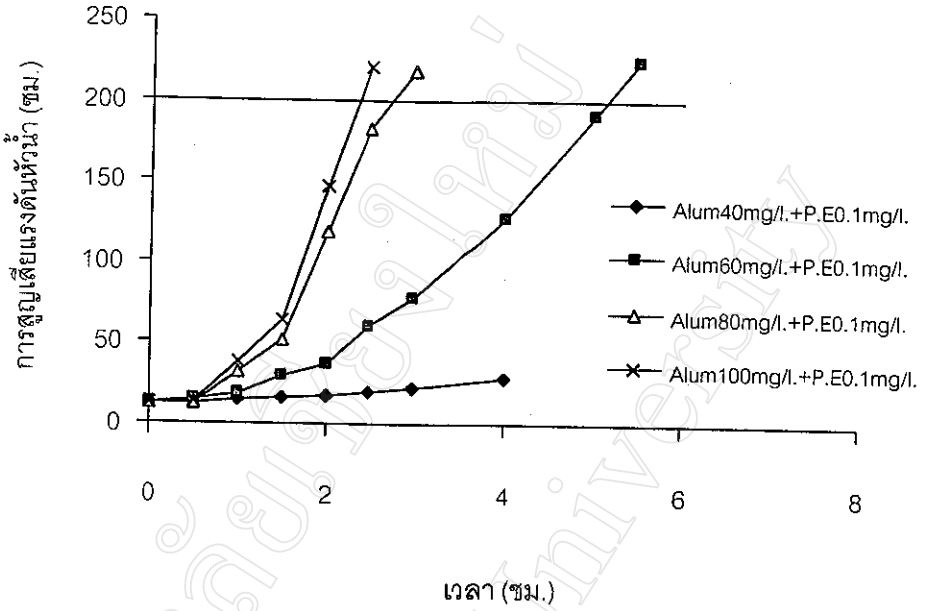


ก. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.

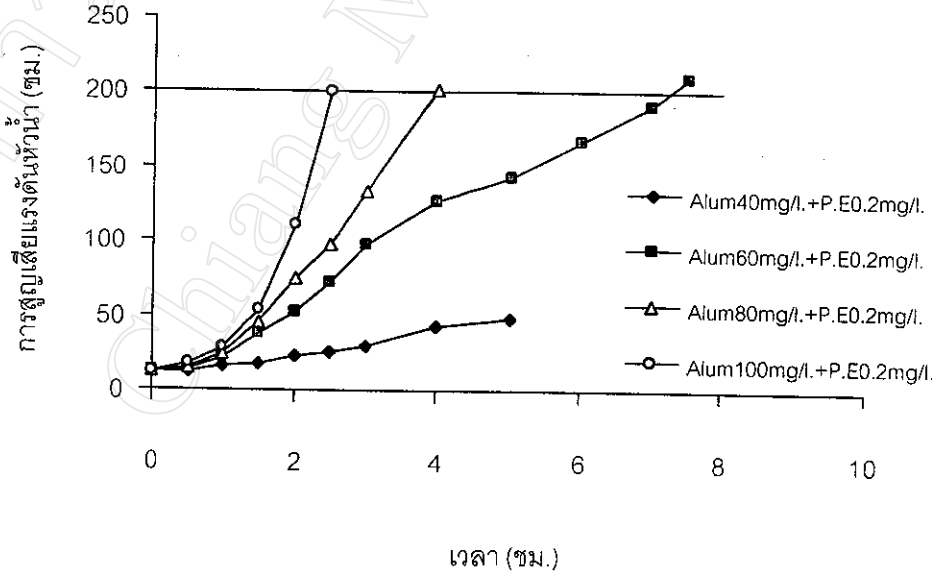


ข. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล.

รูปที่ 4.27 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์



ก. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.



ข. กรณีใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล

รูปที่ 4.28 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 30 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

แข็งแรงและสามารถติดค้างในถังกรองจนกระทั่งการสิ้นสุดการกรองเกิดขึ้นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนดได้

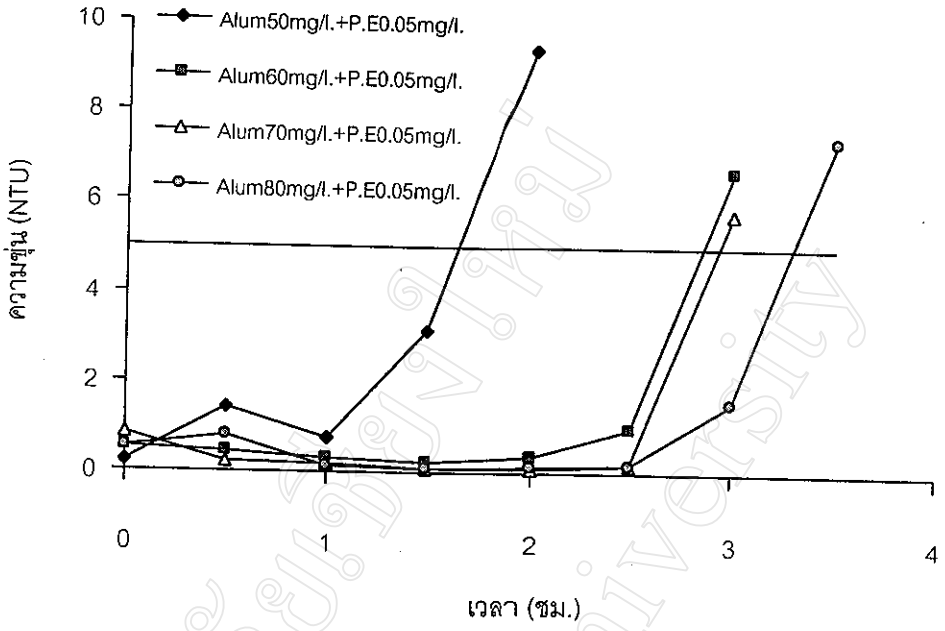
การใช้สารส้ม 80 และ 100 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่ได้ช่วยทำให้ระยะเวลาในการกรองนานขึ้น ดังจะเห็นได้ว่า เมื่อใช้สารส้ม 80 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 2.7 และ 4.0 ชม. ในขณะที่การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวกรองได้นาน 4 ชม. และเมื่อใช้สารส้ม 100 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 2.4 และ 2.5 ชม. ในขณะที่การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวกรองได้นาน 4.2 ชม. การเติมสารส้ม 80 และ 100 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล. จะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้การสิ้นสุดการกรองเกิดขึ้นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาการกรองน้ำสั้น ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การเติมสารส้มและโพลีเมอร์ในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมจะสามารถขยายระยะเวลากรองน้ำให้นานขึ้นได้โดยที่ฟลอคยังคงมีความแข็งแรงที่จะติดค้างภายในถังกรองจนกระทั่งการสิ้นสุดการกรองเกิดขึ้นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนด การเติมโพลีเมอร์มากเกินไปจะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งระบบต้องสิ้นสุดการกรองเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนดไว้ภายในเวลาอันรวดเร็วทำให้ระยะเวลากรองน้ำสั้นลง

4.1.6 ผลการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์

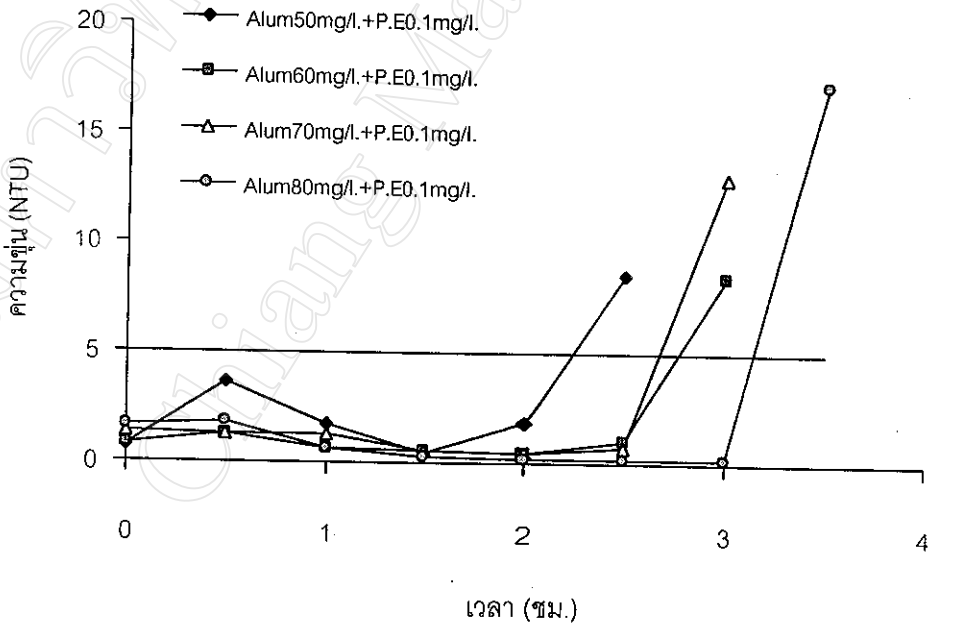
ทำการทดลองเช่นเดิมโดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. ความขุ่นของน้ำดิบ 50 NTU และอัตราการกรอง 5 ม./ชม. ปริมาณสารส้ม 50-80 มก./ล. แต่ได้ทำการเติมโพลีเมอร์ 0.05 , 0.1 และ 0.2 มก./ล.ในน้ำที่เข้าสู่ถังกรองใบที่2 ผลการทดลองเป็นดังนี้

ก. ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

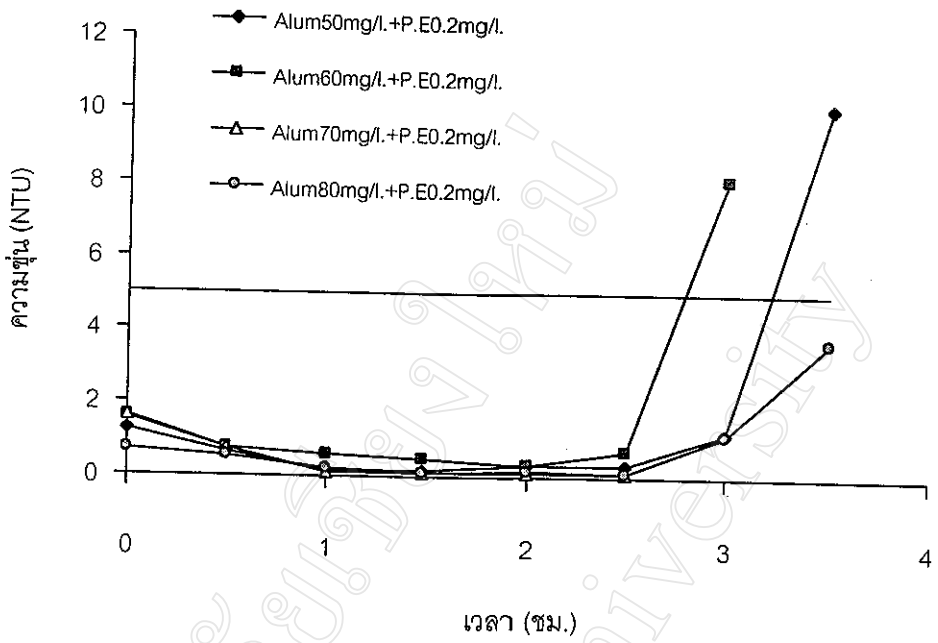
ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ตามช่วงระยะเวลา เมื่อใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 , 0.1 และ 0.2 มก./ล. แสดงในรูปที่ 4.29 - 4.31 จากรูปแสดงให้เห็นว่า ค่าความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ตามช่วงระยะเวลา มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นกับชุดการทดลองที่ใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว การใช้สารส้ม 50-80 มก./ล. สามารถลดความขุ่นในน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 ให้ต่ำกว่า 5 NTU ได้ การใช้โพลีเมอร์มากขึ้นจะช่วยในการกำจัดความขุ่นในน้ำออกไปได้เล็กน้อย ดังจะเห็นได้จาก การใช้สารส้ม 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 และ 0.1 มก./ล.จะทำให้น้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2 มีความขุ่นมากกว่า 1 NTU แต่เมื่อเพิ่มโพลีเมอร์เป็น 0.2 มก./ล.



รูปที่ 4.29 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.



รูปที่ 4.30 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.

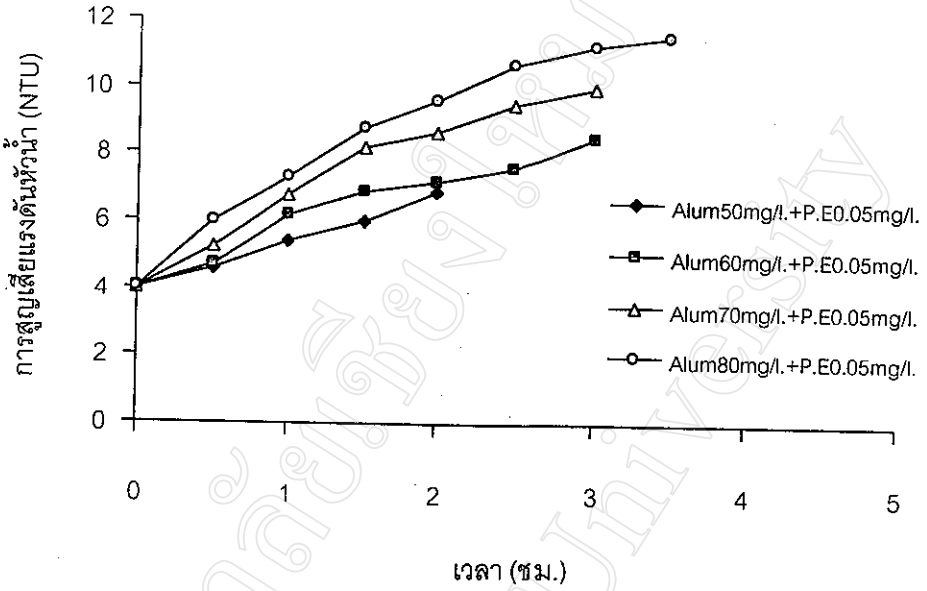


รูปที่ 4.31 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล.

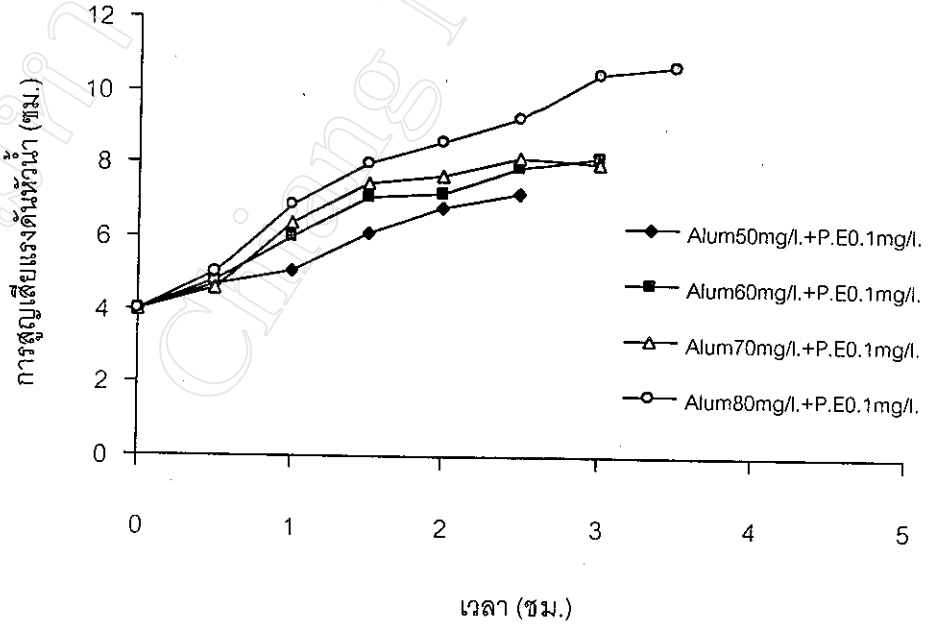
จะทำให้น้ำออกมีความขุ่นต่ำกว่า 0.5 NTU การใช้สารส้ม 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์จะทำให้น้ำออกมีความขุ่นสูงกว่าที่เกิดจากการใช้สารส้ม 60 ,70 และ 80 มก./ล. เล็กน้อย ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเมื่อใช้สารส้มในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้น้ำออกใสขึ้น

ข. การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

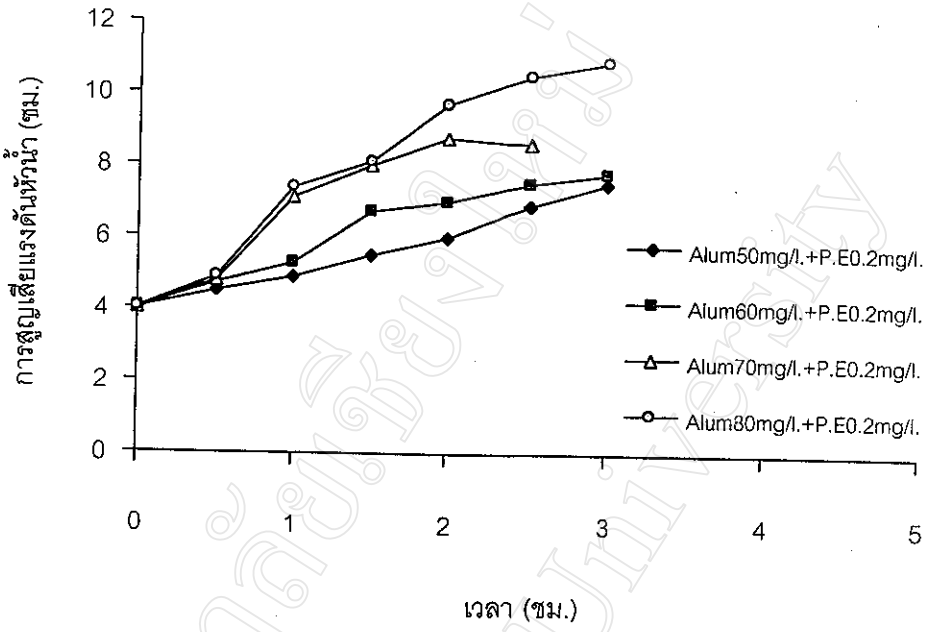
การสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 แสดงในรูปที่ 4.32 - 4.37 จากรูปที่ 4.32 - 4.34 ซึ่งแสดงค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของถังกรองใบที่1 จะเห็นว่า ทุกการทดลองมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน นั่นคือ ปริมาณสารส้มมีผลต่ออัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ เมื่อใช้สารส้มในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นตามด้วย โดยจะเห็นว่า การใช้สารส้ม 80 มก./ล. จะทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 มากกว่าการใช้สารส้ม 50 , 60 และ 70 มก./ล. อย่างเห็นได้ชัดเจน การใช้สารส้ม 70 มก./ล. ทำให้เกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่าการใช้สารส้ม 50 และ 60 มก./ล. จากผลที่ได้แสดงว่าการใช้สารส้มในปริมาณมากจะทำให้ฟลอคมีขนาดและปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถตกค้างอยู่ภายในถังกรองใบที่1 ได้ จึงทำให้มีการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากกว่า



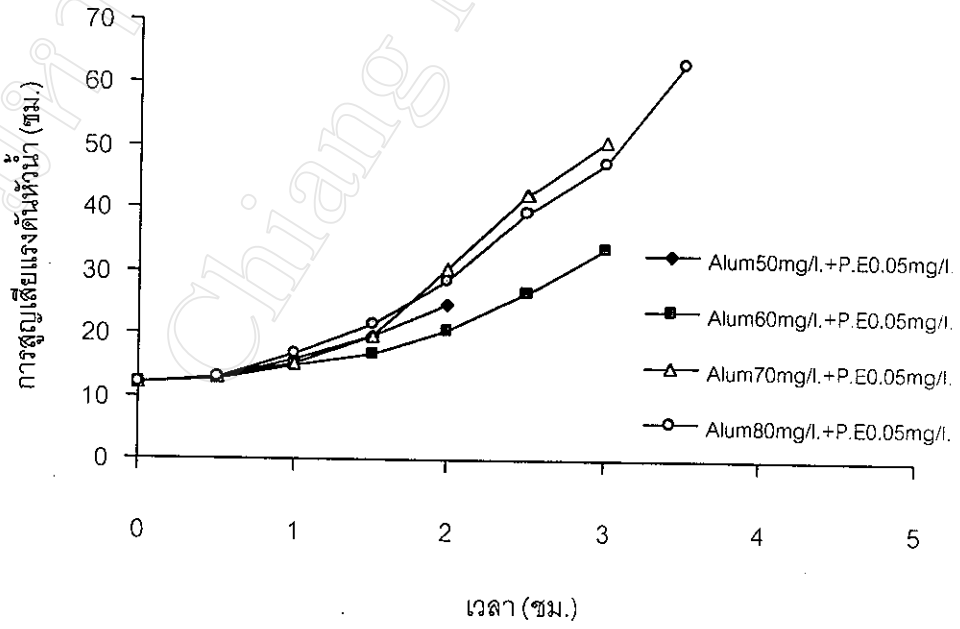
รูปที่ 4.32 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.



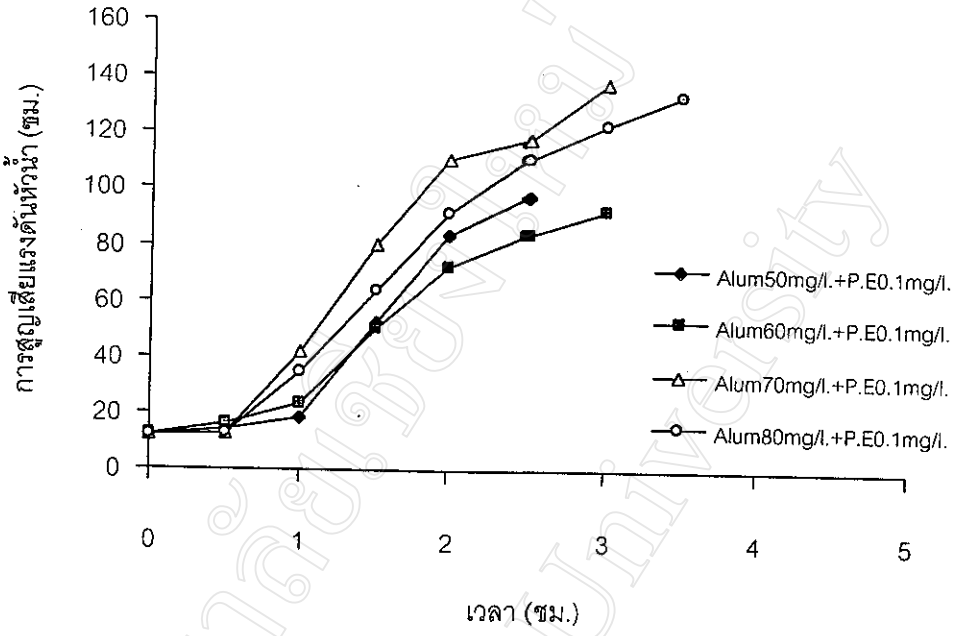
รูปที่ 4.33 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.



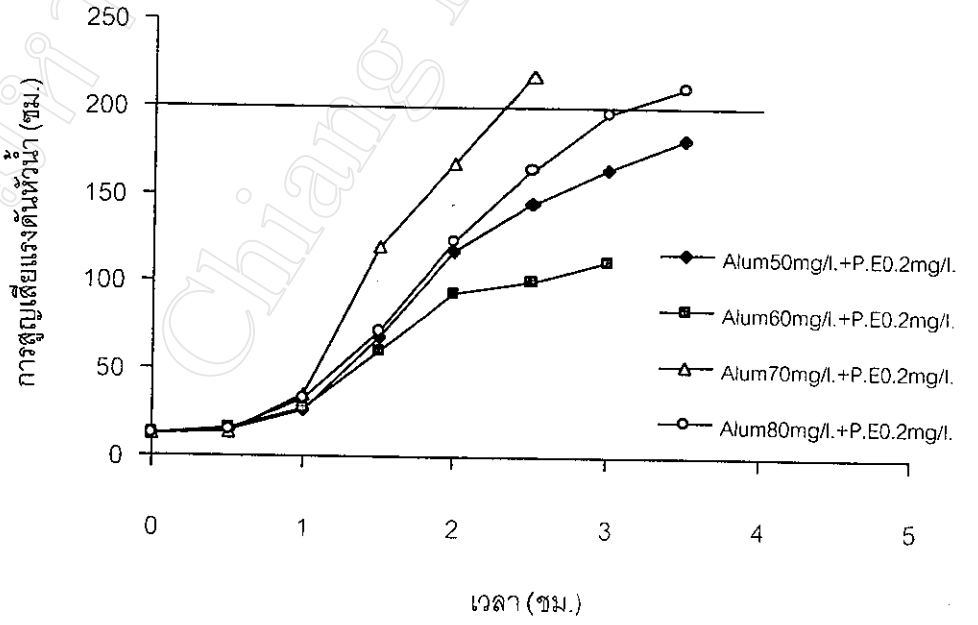
รูปที่ 4.34 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล.



รูปที่ 4.35 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.



รูปที่ 4.36 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.



รูปที่ 4.37 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 ที่น้ำดิบความขุ่น 50 NTU เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล.

จากรูปที่ 4.35 - 4.37 ซึ่งแสดงค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดของถังกรองใบที่ 2 จะเห็นว่า ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำแปรผันตามปริมาณโพลีเมอร์ที่เติมเช่นเดียวกับการทดลองอื่นๆ นั่นคือ เมื่อเพิ่มโพลีเมอร์ก็จะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มตามด้วย แต่ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบที่2ในชุดการทดลองนี้ไม่ได้สัมพันธ์กับปริมาณสารส้มที่เติม ดังจะเห็นได้ว่า ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเมื่อใช้สารส้ม 70 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ มีค่ามากกว่าค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเมื่อใช้สารส้ม 80 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ และค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ มีค่ามากกว่าค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเมื่อใช้สารส้ม 60 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้สารส้มในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ฟลอคมีขนาดใหญ่สามารถติดค้างในถังกรองใบที่1 ได้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้ปริมาณฟลอคมากขึ้นด้วย ถังกรองใบที่1 จะช่วยทำหน้าที่กรองฟลอคบางส่วนออกไปก่อนที่จะเข้าสู่ถังกรองใบที่2 ทำให้ไม่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสารส้มและการสูญเสียแรงดันหัวน้ำได้อย่างชัดเจน

จากรูปที่ 4.29-4.37 สามารถสรุปได้ว่า การใช้สารส้ม 50-80 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ระบบสามารถกำจัดความขุ่นออกจากน้ำได้เช่นเดียวกับการใช้สารส้ม 50-80 มก./ล.เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม การเติมโพลีเมอร์ในกรณีนี้ไม่ได้ช่วยเพิ่มระยะเวลาในการกรองน้ำแต่อย่างใด ดังจะเห็นได้จาก การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว ระบบสามารถทำงานได้ 1.9-2.9 ชม. เมื่อเติมโพลีเมอร์ร่วมด้วย ระบบยังคงมีระยะเวลาในการกรองน้ำใกล้เคียงกับการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว นั่นคืออยู่ในช่วง 2.3-3.4 ชม. ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 50 - 80 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 และ0.1 มก./ล. ระบบยังคงสิ้นสุดการกรองเนื่องจากค่าความขุ่นในน้ำออกเกิน 5 NTU แสดงให้เห็นว่า การเติมสารส้มและโพลีเมอร์ในปริมาณและสัดส่วนนี้ยังคงทำให้ฟลอคไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะติดค้างอยู่ภายในถังกรองได้ เมื่อเพิ่มโพลีเมอร์เป็น 0.2 มก./ล. การทดลองที่ใช้สารส้ม 50 และ 60 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ยังคงสิ้นสุดเพราะค่าความขุ่นในน้ำออกเกิน 5 NTU ในขณะที่การสิ้นสุดการทดลองของการใช้สารส้ม 70 และ 80 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.02 มก./ล.เปลี่ยนเป็นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนด จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า ระบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ไม่เหมาะสมกับน้ำดิบที่มีความขุ่นสูง เนื่องจากมีระยะเวลาในการกรองน้ำสั้น แม้ว่าจะได้เติมโพลีเมอร์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของฟลอคแล้วก็ตาม

จากผลการทดลองทั้งหมดที่ทำการทดลองโดยใช้น้ำดิบความขุ่น 15 , 30 และ 50 NTU สามารถสรุประยะเวลาที่กรองน้ำได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาที่กรองน้ำได้ที่น้ำดิบความขุ่นต่างๆ

ความขุ่นน้ำดิบ (NTU)	สารส้ม (มก./ล.)	โพลีเมอร์ (มก./ล.)	ระยะเวลากรอง (ชม.)	สาเหตุของการสิ้นสุดการกรอง
15	20	0	-	ไม่สามารถลดความขุ่นได้
	30	0	14.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	40	0	7.9	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	50	0	6.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
15	20	0.05	-	ไม่สามารถลดความขุ่นได้
	30	0.05	17.3	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	40	0.05	15.5	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	50	0.05	8.7	ความขุ่นเกิน 5 NTU
30	40	0	2.7	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0	2.5	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	80	0	4.0	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	100	0	4.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
30	40	0.1	3.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0.1	5.1	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
	80	0.1	2.7	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
	100	0.1	2.4	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
30	40	0.2	5.3	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0.2	7.2	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
	80	0.2	4.0	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
	100	0.2	2.5	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
50	50	0	1.9	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0	2.4	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	70	0	2.8	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	80	0	2.9	ความขุ่นเกิน 5 NTU

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาที่กรองน้ำได้ที่น้ำดิบความขุ่นต่างๆ (ต่อ)

ความขุ่นน้ำดิบ (NTU)	สารส้ม (มก./ล.)	โพลีเมอร์ (มก./ล.)	ระยะเวลากรอง (ชม.)	สาเหตุของการสิ้นสุดการกรอง
50	50	0.05	1.7	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0.05	2.8	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	70	0.05	2.9	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	80	0.05	3.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
50	50	0.1	2.3	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0.1	2.8	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	70	0.1	2.7	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	80	0.1	3.1	ความขุ่นเกิน 5 NTU
50	50	0.2	3.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	60	0.2	2.8	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	70	0.2	2.3	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด
	80	0.2	3.4	การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปได้ดังนี้

การใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวในการกำจัดความขุ่นออกจากน้ำ ทำให้ฟลอคที่เกิดขึ้นไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะติดค้างอยู่ภายในถังกรองได้ ดังจะเห็นได้จาก ทุกชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมโพลีเมอร์ การสิ้นสุดการกรองเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU ทั้งสิ้น เมื่อน้ำดิบมีความขุ่นต่ำ ระบบสามารถกรองน้ำได้นาน 6.2-14.2 ชม. การเพิ่มสารส้มทำให้ระยะเวลากรองน้ำสั้นลง เมื่อน้ำดิบมีความขุ่นสูง การเติมสารส้มเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ฟลอคแข็งแรงเพียงพอที่จะติดค้างในถังกรองได้ ส่งผลให้ระยะเวลาในการกรองน้ำสั้นมาก ดังจะเห็นได้จากชุดการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU ที่มีระยะเวลากรองน้ำเพียงแค่ 1.9-2.9 ชม. การเพิ่มสารส้มทำให้ระยะเวลากรองน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างของผลการเพิ่มปริมาณสารส้มในน้ำดิบความขุ่น 15 , 30 และ 50 NTU อาจเป็นเพราะความเป็นด่างของน้ำดิบต่ำเกินไปทำให้สารส้มทำปฏิกิริยาได้ไม่สมบูรณ์

การเติมโพลีเมอร์ในถังกรองใบที่2 สามารถยืดระยะเวลากรองน้ำให้นานขึ้นได้ จากชุดการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 15 NTU เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล. เพียงอย่างเดียวสามารถกรองน้ำได้ 14.2 ชม. แต่เมื่อเติมโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.ร่วมด้วย จะสามารถกรองน้ำได้ 17.3 ชม. เช่นเดียวกับการ

ใช้สารส้ม 40 และ 50 มก./ล. สามารถกรองได้ 7.9 และ 6.2 ชม. เมื่อเติมโพลีเมอร์ร่วมด้วยจะกรองน้ำได้นานเป็น 15.5 และ 8.7 ชม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การสิ้นสุดการกรองยังคงเกิดจากความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU ซึ่งอาจเป็นเพราะการใช้โพลีเมอร์ในปริมาณน้อย ทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ดังนั้น การสิ้นสุดการกรองจึงเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นเกินมาตรฐานก่อน

ในชุดการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 30 NTU การเติมโพลีเมอร์ 0.1 และ 0.2 มก./ล.จะช่วยขยายระยะเวลาการกรองน้ำออกไปได้เล็กน้อย แต่การเติมโพลีเมอร์ในปริมาณนี้ทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มมากขึ้น การสิ้นสุดการกรองส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินที่กำหนด อย่างไรก็ตามแม้จะมีการเติมโพลีเมอร์จะช่วยยืดระยะเวลากรองน้ำออกไปได้เล็กน้อย แต่ระยะเวลาที่ระบบกรองน้ำได้ยังไม่นานเพียงพอ การใช้โพลีเมอร์ 0.1 มก./ล.ทำให้ระบบกรองน้ำได้ 2.4-5.1 ชม. และเมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.2 มก./ล. สามารถกรองได้ 2.5-7.2 ชม. การใช้โพลีเมอร์ในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มมากขึ้นตาม ในขณะเดียวกัน ในปริมาณโพลีเมอร์ที่เท่ากัน เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มก็จะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นด้วย

ในชุดการทดลองกับน้ำดิบความขุ่น 50 NTU จะเห็นได้ว่า การเติมโพลีเมอร์ไม่ได้ช่วยขยายระยะเวลากรองน้ำแต่อย่างใด ระยะเวลาที่กรองน้ำได้ยังคงสั้นมากโดยอยู่ในช่วง 1.7-3.4 ชม. การสิ้นสุดการกรองส่วนใหญ่เกิดจากค่าความขุ่นในน้ำออกเกินมาตรฐาน เมื่อใช้สารส้มและโพลีเมอร์ในปริมาณมากขึ้นไม่ได้ทำให้ฟลอคแข็งแรงขึ้น แต่จะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นตามจนท้ายที่สุดการสิ้นสุดการกรองจะเปลี่ยนไปเป็นสิ้นสุดเนื่องจากค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำสูงเกินค่าที่กำหนดไว้

จากผลที่ได้นี้ สรุปได้ว่า ระบบการกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ไม่เหมาะสมกับน้ำดิบที่มีความขุ่นสูง เนื่องจากระยะเวลาที่ระบบสามารถกรองน้ำได้ไม่ยาวนานเพียงพอแม้ว่าจะได้ทำการเติมโพลีเมอร์ร่วมด้วยก็ตาม อย่างไรก็ตาม สาเหตุหนึ่งซึ่งทำให้ระบบการกรองมีประสิทธิภาพต่ำอาจเป็นเพราะค่าความเป็นด่างในน้ำดิบต่ำเกินไป ทำให้สารส้มไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์จนได้ฟลอคที่มีความเหมาะสมได้ สำหรับน้ำดิบที่มีความขุ่นต่ำ ระบบสามารถทำงานได้ดีและสามารถเพิ่มระยะเวลาในการกรองน้ำให้นานขึ้นได้ด้วยการเติมโพลีเมอร์ลงในถังกรองใบที่2 เพื่อช่วยให้ฟลอคมีความแข็งแรงในการติดค้างในถังกรองได้มากขึ้น การเติมสารส้มและโพลีเมอร์จะต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสมจึงจะทำให้ระบบสามารถทำงานได้โดยมีระยะเวลาการกรองที่ยาวนาน การเติมสารตัวใดตัวหนึ่งมากเกินไปจะทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลให้ระบบต้องสิ้นสุดการกรองเนื่องจากให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเกินกว่าที่กำหนดไว้

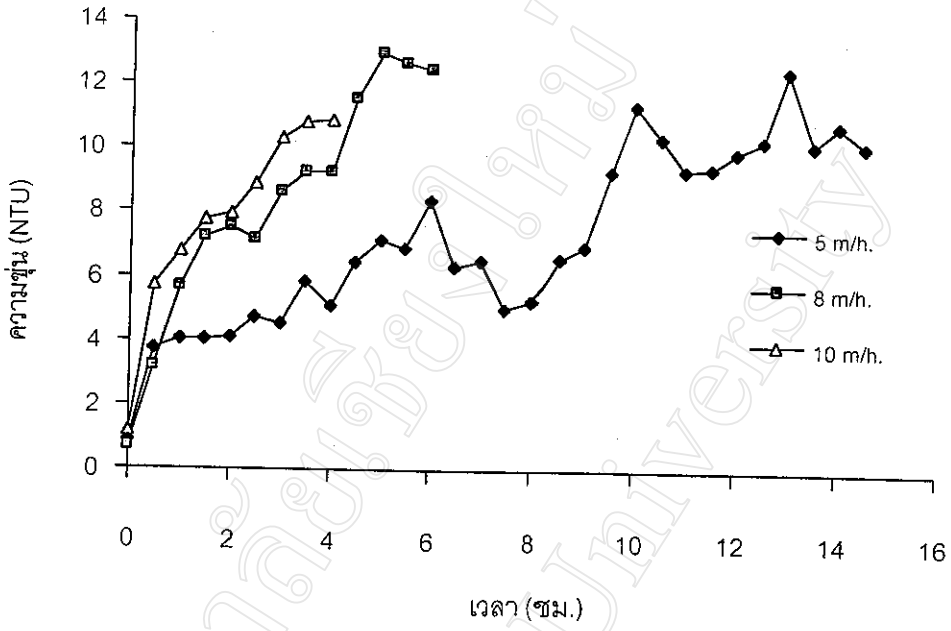
4.2 ผลการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราการกรอง

จากการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราการกรองที่มีผลต่อระยะเวลาและประสิทธิภาพของระบบกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ โดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม. ความขุ่นของน้ำดิบ 15 NTU ปริมาณสารส้ม 30 มก./ล. และอัตราการกรอง 5 , 8 และ 10 ม./ชม. ผลการทดลองเป็นดังนี้

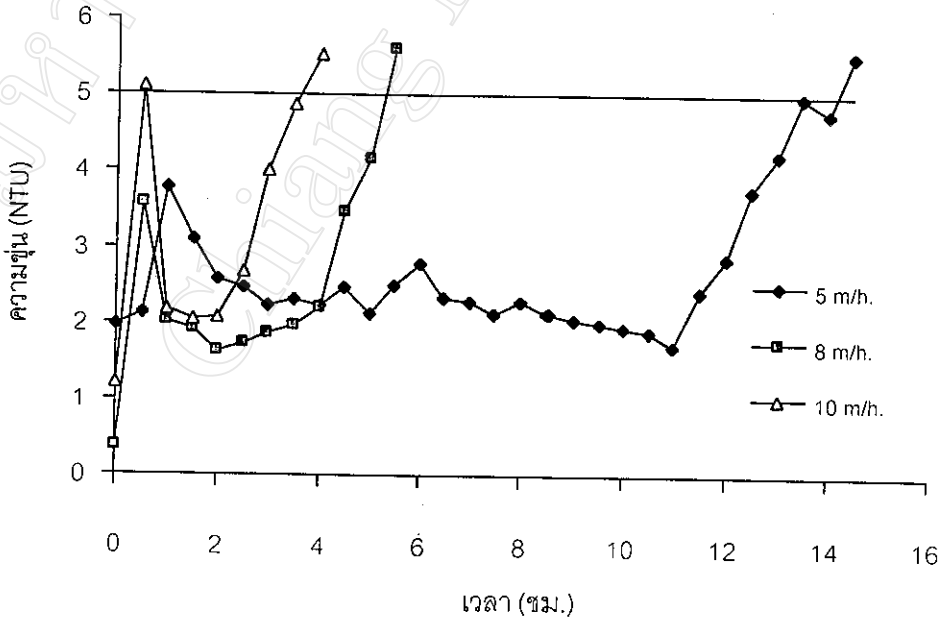
4.2.1 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 ตามช่วงระยะเวลา แสดงในรูปที่ 4.38 และ 4.39 จากรูปที่ 4.38 แสดงให้เห็นว่า อัตรากรองมีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 1 โดยจะเห็นได้ว่า ในทุกๆการทดลอง ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก หลังจากนั้น อัตราการเพิ่มของความขุ่นจะค่อยๆลดลง เมื่อเทียบที่เวลาเดียวกัน จะเห็นว่า ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 เมื่อใช้อัตราการกรอง 10 ม./ชม. มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้อัตราการกรอง 8 และ 5 ม./ชม. และความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 เมื่อใช้อัตราการกรอง 8 ม./ชม. มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้อัตราการกรอง 5 ม./ชม. จากรูปที่ 4.39 จะเห็นว่า ความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบเมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.ในทุกๆอัตราการกรองมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าประมาณ 2 NTU ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อัตราการกรองไม่มีผลต่อความขุ่นในน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่2

ระยะเวลาที่ระบบสามารถกรองน้ำได้ แสดงในตารางที่ 4.2 จากตารางแสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้อัตรากรอง 5 ม./ชม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 14.2 ชม. เมื่อใช้อัตรากรอง 8 ม./ชม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 5.3 ชม. และเมื่อใช้อัตรากรอง 10 ม./ชม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 3.6 ชม. การสิ้นสุดการกรองของทุกๆการทดลองเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU แสดงให้เห็นว่า ฟลอคที่เกิดขึ้นไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะติดค้างภายในชั้นทราย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เมื่ออัตราการกรองมากขึ้น ระยะเวลาการกรองน้ำจะสั้นลง การลดลงของระยะเวลาการกรองน้ำไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการกรอง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากเมื่ออัตราการกรองเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณฟลอคที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลาเพิ่มขึ้นตาม ในขณะที่ปริมาตรช่องว่างภายในชั้นทรายยังคงเท่าเดิม ดังนั้นจึงทำให้ปริมาตรช่องว่างในชั้นทรายถูกแทนที่ด้วยฟลอคเร็วขึ้น เมื่อปริมาตรช่องว่างลดน้อยลงทำให้ฟลอคสามารถหลุดออกจากถังกรองได้ นอกจากนี้การเพิ่มอัตราการกรองจะส่งผลให้แรงเฉือนของน้ำที่เกิดขึ้นภายในชั้นทรายเพิ่มขึ้นตาม เมื่อแรงเฉือนของน้ำมากขึ้นจะทำให้ฟลอคสามารถหลุดออกจากถังกรองได้ง่ายขึ้น เป็นผลให้ระยะเวลากรองน้ำสั้นลง อัตราการกรองที่ใช้ในการทดลอง 5-10 ม./ชม.นี้ เป็นค่าที่อยู่ในช่วงอัตรากรองที่ใช้ในการผลิตน้ำดื่มหรือ



รูปที่ 4.38 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 1 ที่อัตราการกรองต่างๆ



รูปที่ 4.39 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่อัตราการกรองต่างๆ

ตารางที่ 4.2 อัตราการกรองที่มีผลต่อระยะเวลาในการกรอง

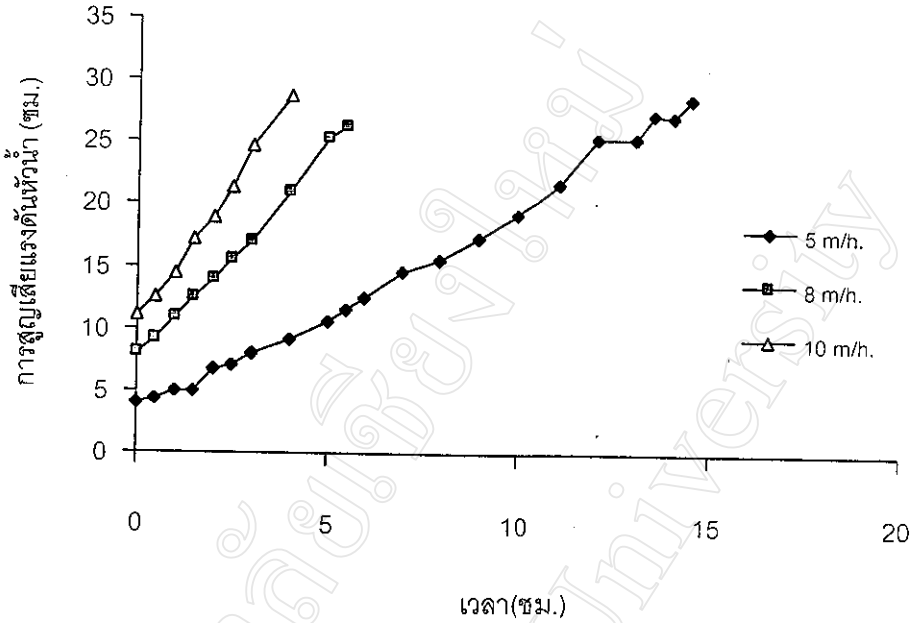
ความขุ่นน้ำดิบ (NTU)	สารส้ม (มก./ล.)	อัตราการกรอง (ม./ชม.)	ระยะเวลากรอง (ชม.)	สาเหตุของการสิ้นสุดการกรอง
15	30	5	14.2	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	30	8	5.3	ความขุ่นเกิน 5 NTU
	30	10	3.6	ความขุ่นเกิน 5 NTU

น้ำประปา ซึ่งมักใช้ประมาณ 4-10 ม./ชม. (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2538)

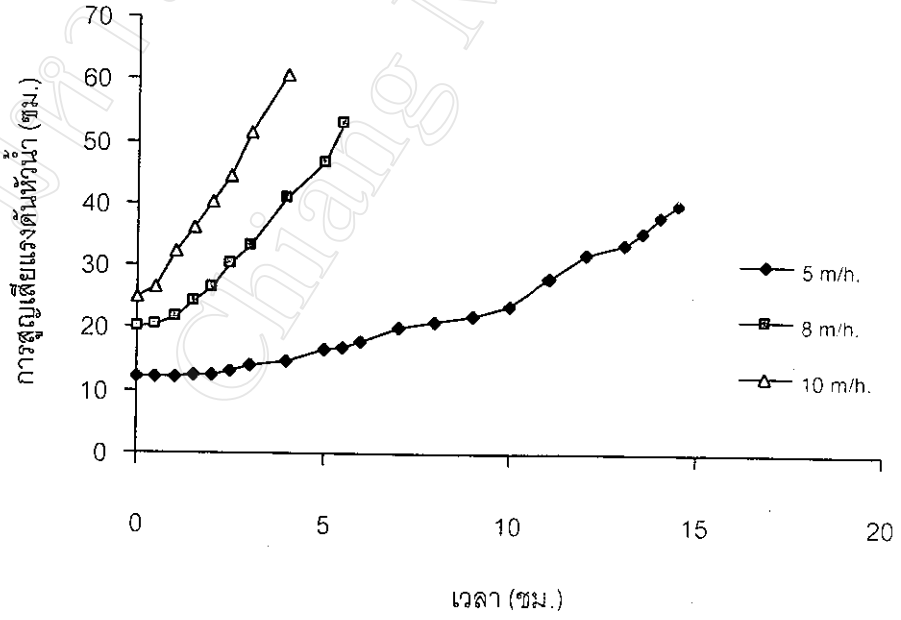
4.2.2 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

การสูญเสียแรงดันหัวน้ำของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 แสดงในรูปที่ 4.40 และ 4.41 จากรูป จะเห็นได้ว่า ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดภายในชั้นทรายที่เกิดขึ้นภายในถังกรองทั้งสองใบเป็นไปในลักษณะเดียวกัน นั่นคือ เมื่ออัตราการกรองเพิ่มขึ้นจะทำให้การสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากรูปที่ 4.40 ซึ่งแสดงค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในถังกรองใบที่1 จะเห็นว่า อัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของการทดลองที่ใช้อัตราการกรอง 10 ม./ชม.มีค่าสูงกว่าที่เกิดจากการใช้อัตราการกรอง 8 และ5 ม./ชม. และอัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของการทดลองที่ใช้อัตราการกรอง 8 ม./ชม.มีค่าสูงกว่าที่เกิดจากการใช้อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ดังจะเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟ อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของทุกการทดลองค่อนข้างคงที่ จากรูปที่ 4.41 ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกัน อัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของถังกรองใบที่ 2 เมื่อใช้อัตราการกรอง 10 ม./ชม.มีค่ามากที่สุด และอัตราการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำของการใช้อัตราการกรอง 5 ม./ชม.มีค่าน้อยที่สุด

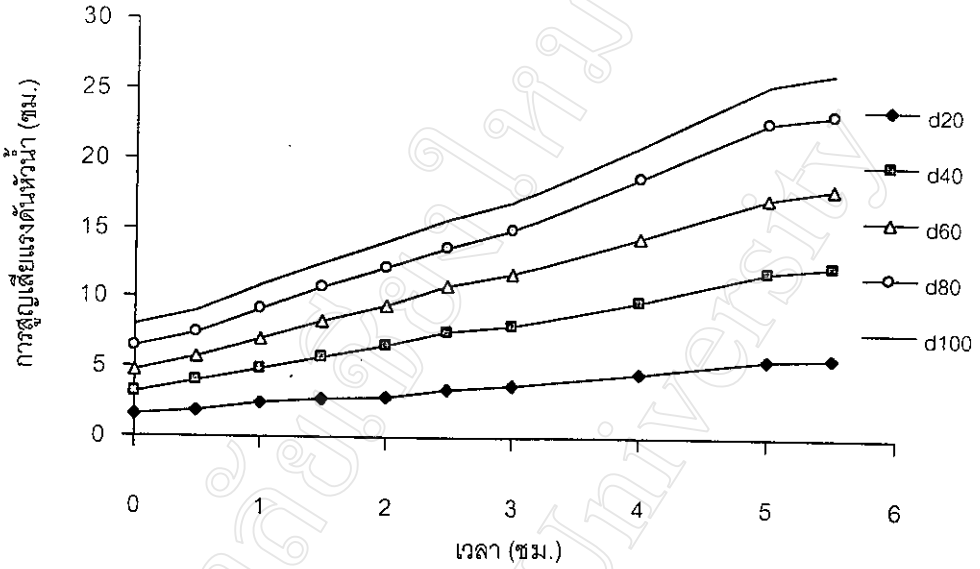
เมื่อพิจารณาค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองทั้งสองใบ ของชุดการทดลองที่ใช้อัตรากรอง 8 และ 10 ม./ชม. ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในแต่ละชั้นทรายของทั้งสองการทดลองที่ช่วงเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.42 - 4.45 จากรูปแสดงให้เห็นว่าลักษณะการเกิดการสูญเสียแรงดันหัวน้ำในการทดลองนี้ คล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองที่ใช้อัตรากรอง 5 ม./ชม. ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6 จากรูปที่ 4.42 และ 4.44 ซึ่งแสดงค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 จะเห็นว่า ภายในถังกรองใบที่1 เกิดการอุดตันขึ้นในทุกๆช่วงความลึกของชั้นทรายอย่างทั่วถึงกัน ลักษณะกลไกที่เกิดขึ้นภายในถังกรองใบนี้เป็นแบบการกรองที่อนุภาคสามารถติดค้างลึกเข้าไปในชั้นทราย



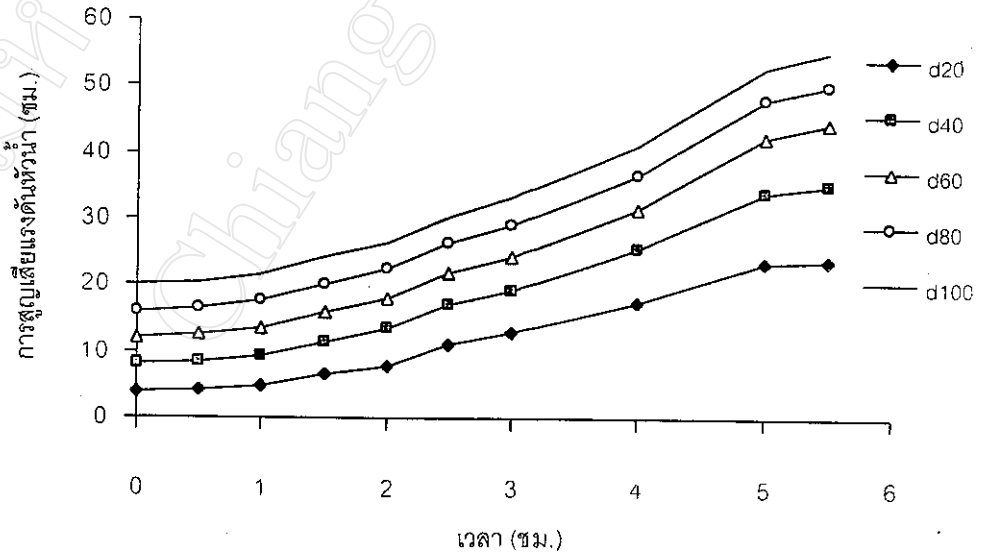
รูปที่ 4.40 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดภายในถังกรองใบที่1 ที่อัตราการกรองต่างๆ



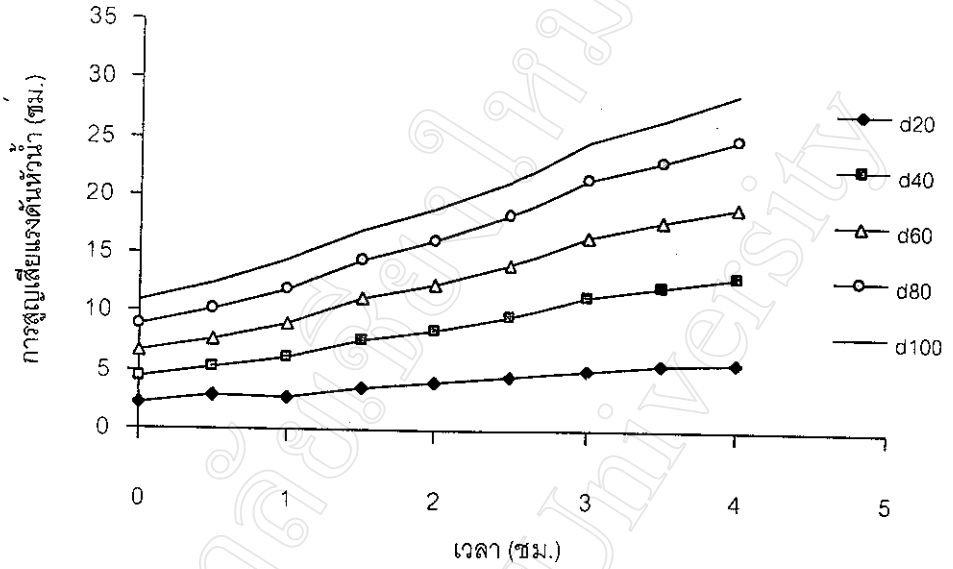
รูปที่ 4.41 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำทั้งหมดภายในถังกรองใบที่2 ที่อัตราการกรองต่างๆ



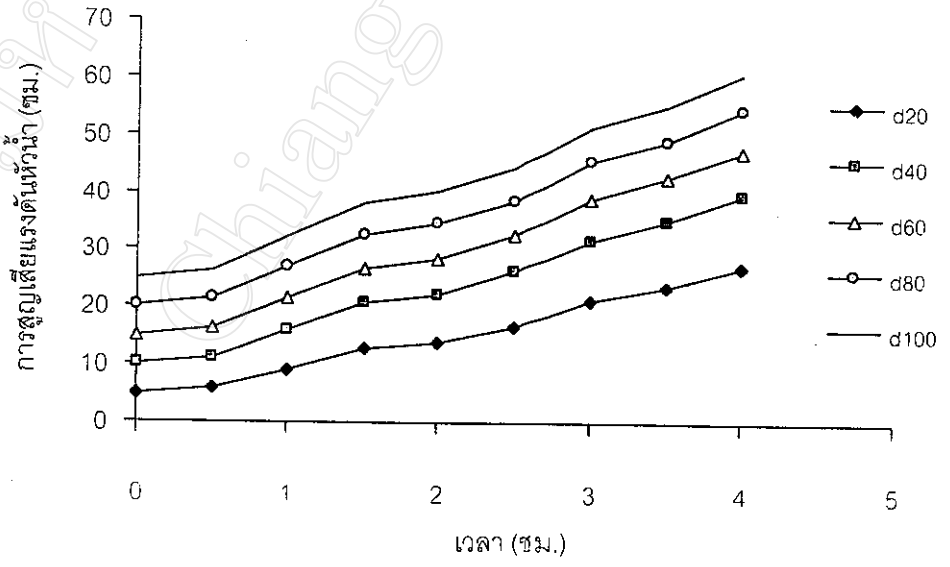
รูปที่ 4.42 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 เมื่อใช้อัตรากรอง 8 ม./ชม. และสารส้ม 30 มก./ล.



รูปที่ 4.43 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 เมื่อใช้อัตรากรอง 8 ม./ชม. และสารส้ม 30 มก./ล.



รูปที่ 4.44 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่1 เมื่อใช้อัตรากรอง 10 ม./ชม. และสารส้ม 30 มก./ล.



รูปที่ 4.45 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดที่ความลึกต่างๆของชั้นทรายในถังกรองใบที่2 เมื่อใช้อัตรากรอง 10 ม./ชม. และสารส้ม 30 มก./ล.

สำหรับค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำที่เกิดในถังกรองใบที่2 ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.43 และ 4.45 ก็เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกันกับที่เกิดจากชุดการทดลองอื่นๆ นั่นคือ การกรองส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวบนของชั้นทรายกรองช่วง 20 ซม.แรก ดังนั้นกลไลที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองนี้จึงเป็นแบบการกรองที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าชั้นทรายเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในการทดลองอื่นๆ การเพิ่มอัตรากรองไม่ได้ช่วยทำให้การกรองเกิดขึ้นทั่วทั้งชั้นความลึกทรายแต่อย่างใด

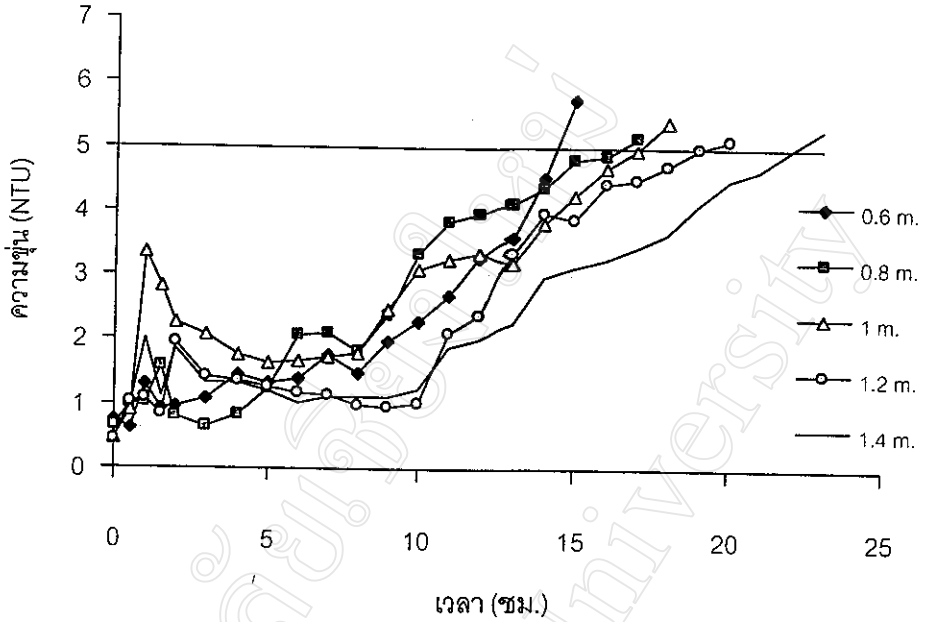
4.3 ผลการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของความลึกของทรายในถังกรองใบที่2

จากการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 ที่มีผลต่อระยะเวลาและประสิทธิภาพของระบบกรองแบบซูเปอร์ฟิลเตอร์ โดยใช้ชุดการทดลองที่กำหนดให้ความขุ่นของน้ำดิบ 15 NTU ปริมาณสารส้ม 30 และ 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. และอัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 0.6 , 0.8 , 1.0 , 1.2 และ1.4 ม. ผลการทดลองเป็นดังนี้

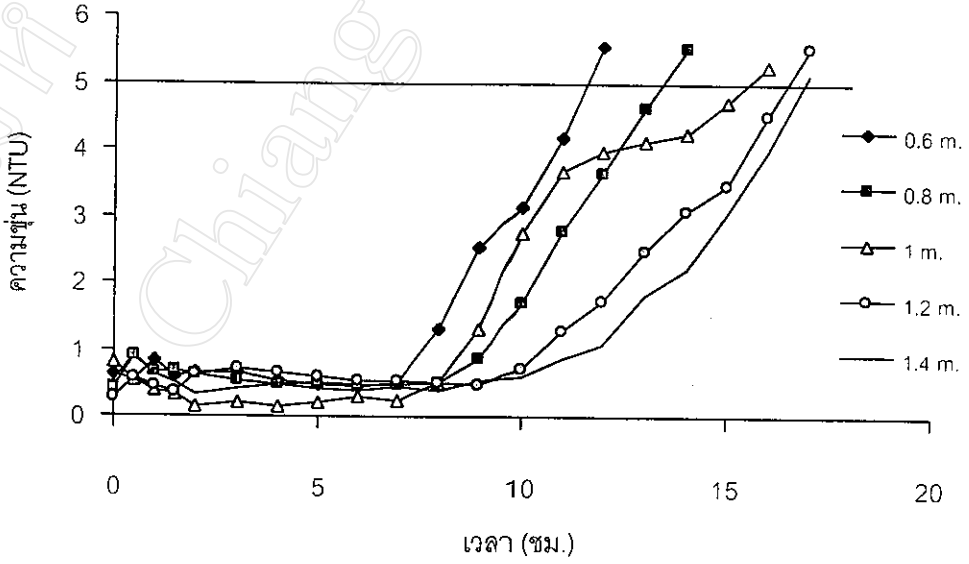
4.3.1 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2

ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ตามช่วงระยะเวลา แสดงในรูปที่ 4.46 และ 4.47 จากรูปแสดงให้เห็นว่า ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. การเพิ่มความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 ช่วยทำให้ความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบลดลงเล็กน้อยโดยจะเห็นว่า เมื่อใช้ทรายลึก 1.4 และ 1.2 ม. จะทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความขุ่นต่ำกว่าเมื่อใช้ทรายลึก 0.6 , 0.8 และ 1.0 ม. เล็กน้อย แต่ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ การเพิ่มความลึกของทรายไม่ทำให้เกิดความแตกต่างใดๆ

ระยะเวลาที่ระบบสามารถกรองน้ำได้ แสดงในตารางที่ 4.3 จากตารางแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 จาก 0.6 ถึง 1.4 ม. สามารถเพิ่มระยะเวลาการกรองน้ำได้ ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ เมื่อใช้ความลึกทราย 0.6 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 14.4 ชม. เมื่อใช้ความลึกทราย 0.8 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 16.5 ชม. เมื่อใช้ความลึกทราย 1.0 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 17.1 ชม. เมื่อใช้ความลึกทราย 1.2 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 19.2 ชม. และเมื่อใช้ความลึกทราย 1.4 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 22.1 ชม. ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ เมื่อใช้ความลึกทราย 0.6 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 11.6 ชม. เมื่อใช้ความลึกทราย 0.8 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 13.4 ชม. เมื่อใช้ความลึกทราย 1.0 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 15.5 ชม. เมื่อใช้ความลึกทราย 1.2 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 16.5 ชม. และเมื่อใช้ความลึกทราย 1.4 ม. ระบบสามารถกรองน้ำได้ 16.9 ชม.



รูปที่ 4.46 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 ต่างๆ เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.

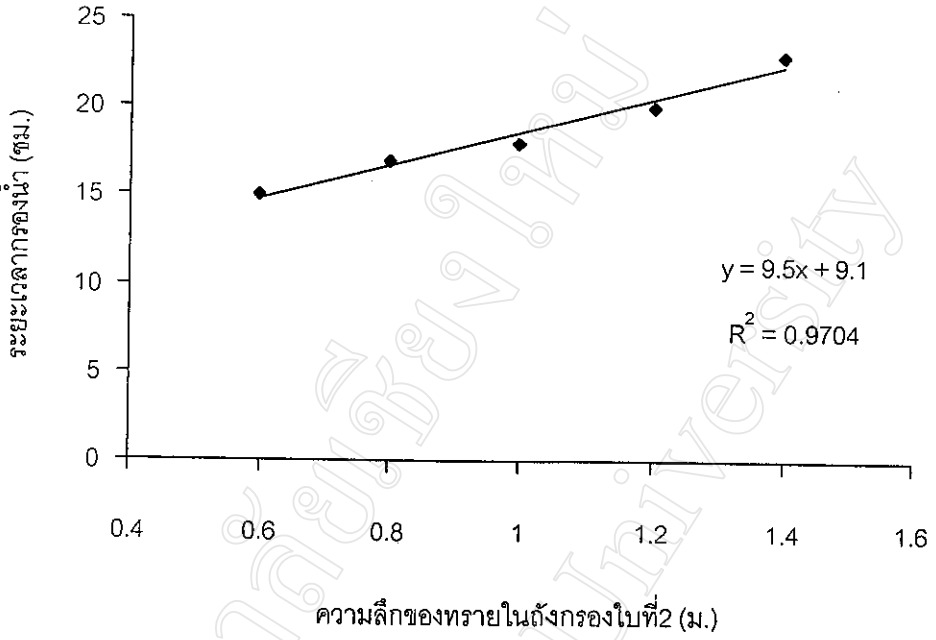


รูปที่ 4.47 ความขุ่นของน้ำที่ออกจากถังกรองใบที่ 2 ที่ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 ต่างๆ เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล.

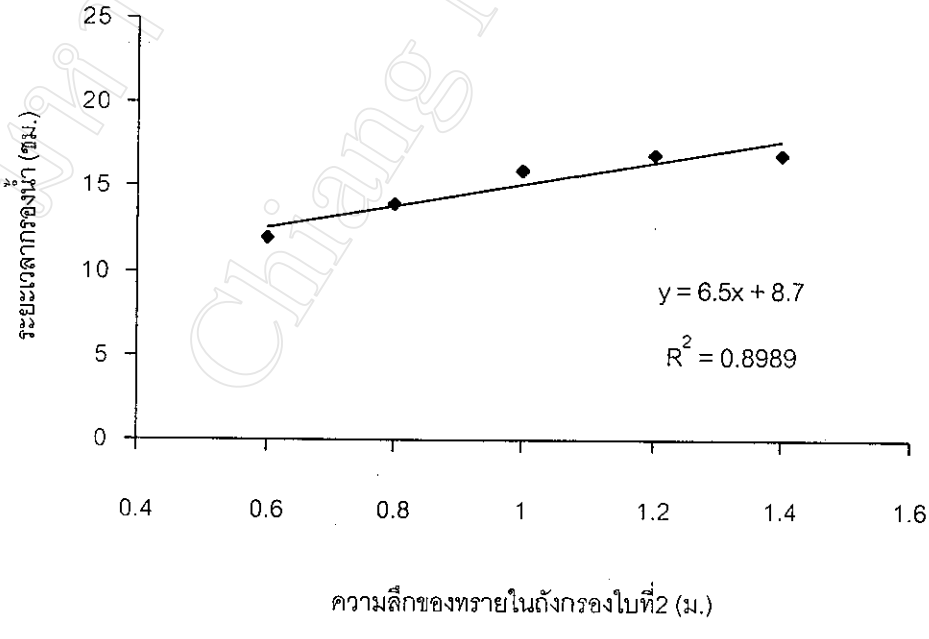
ตารางที่ 4.3 ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 ที่มีผลต่อระยะเวลาในการกรอง

สารส้ม (มก./ล.)	โพลีเมอร์ (มก./ล.)	ความลึกทรายในถังกรองใบที่2 (ม.)	ระยะเวลากรอง (ชม.)	สาเหตุของการสิ้นสุดการกรอง
30	0.05	0.6	14.4	ความขุ่นเกิน 5 NTU
30	0.05	0.8	16.5	ความขุ่นเกิน 5 NTU
30	0.05	1.0	17.1	ความขุ่นเกิน 5 NTU
30	0.05	1.2	19.8	ความขุ่นเกิน 5 NTU
30	0.05	1.4	22.1	ความขุ่นเกิน 5 NTU
40	0.05	0.6	11.6	ความขุ่นเกิน 5 NTU
40	0.05	0.8	13.4	ความขุ่นเกิน 5 NTU
40	0.05	1.0	15.5	ความขุ่นเกิน 5 NTU
40	0.05	1.2	16.5	ความขุ่นเกิน 5 NTU
40	0.05	1.4	16.9	ความขุ่นเกิน 5 NTU

ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของทรายในถังกรองใบที่2และระยะเวลากรองน้ำแสดงในรูปที่ 4.48 และ 4.49 จะเห็นว่า การเพิ่มความลึกทรายไม่ทำให้ระยะเวลากรองน้ำที่เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรง โดยในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 30 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ การเพิ่มความลึกทรายจาก 1.0 ม. ให้เป็น 1.4 ม. สามารถเพิ่มระยะเวลากรองน้ำได้ 29% การลดความลึกทรายจาก 1.0 ม. เป็น 0.6 ม. ทำให้ระยะเวลากรองน้ำลดลง 16% ในขณะที่ในชุดการทดลองที่ใช้สารส้ม 40 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ การเพิ่มความลึกทรายจาก 1.0 ม.ให้เป็น 1.4 ม. สามารถเพิ่มระยะเวลากรองน้ำได้ 9% การลดความลึกทรายจาก 1.0 ม. เป็น 0.6 ม. ทำให้ระยะเวลากรองน้ำลดลง 25% การเพิ่มขึ้นของระยะเวลากรองน้ำเมื่อเพิ่มความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เป็นเพราะการเพิ่มความลึกของทรายในถังกรองทำให้ปริมาตรช่องว่างระหว่างเม็ดทรายเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้สามารถกักเก็บฟลอคได้มากขึ้น การสิ้นสุดการกรองของทุกๆการทดลองเกิดขึ้นเนื่องจากความขุ่นในน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU อย่างไรก็ตาม ในชุดการทดลองเมื่อใช้ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.2 และ 1.4 ม. การทดลองสิ้นสุดโดยที่ความขุ่นของน้ำที่ออกจากระบบเกิน 5 NTU เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกับค่าการสูญเสียแรงดันเกินกว่าที่กำหนด



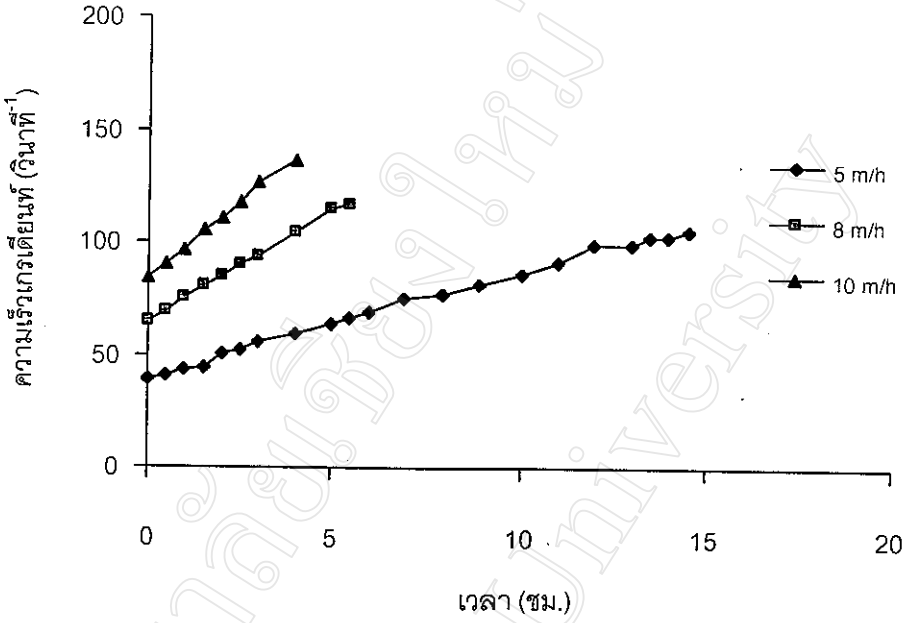
รูปที่ 4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากรองน้ำและความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เมื่อใช้สารส้ม 30 มก./ล.



รูปที่ 4.49 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากรองน้ำและความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เมื่อใช้สารส้ม 40 มก./ล.

4.4 ค่าความเร็วเกรเดียนท์

จากการทดลองพบว่า ภายในถังกรองใบที่1 ซึ่งบรรจุทรายขนาด 2.86 มม. เพื่อทำหน้าที่สร้างสัมผัสให้เกิดฟลอค ได้เกิดการกรองร่วมด้วยโดยจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ ฟลอคขนาดใหญ่บางส่วนสามารถติดค้างอยู่ภายในช่องว่างระหว่างเม็ดทรายทำให้เกิดการอุดตันขึ้น เมื่อพิจารณารูปที่ 4.50 ซึ่งแสดงค่าความเร็วเกรเดียนท์ที่เกิดขึ้นภายในชั้นทรายที่เวลาต่างๆในชุดการทดลองที่ใช้ความขุ่นของน้ำดิบ 15 NTU อัตราการกรอง 5 , 8 และ 10 ม./ชม. สารส้ม 30 มก./ล. เป็นตัวแทนของการทดลองทั้งหมด จะเห็นว่า ในทุกชุดการทดลองค่าความเร็วเกรเดียนท์มีการเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาโดยค่าความเร็วเกรเดียนท์แปรผันตามอัตราการกรอง ค่าความเร็วเกรเดียนท์ที่เกิดจากการใช้อัตราการกรอง 5 ม./ชม.มีค่าต่ำกว่าที่เกิดจากการใช้อัตราการกรอง 8 และ 10 ม./ชม. ค่าความเร็วเกรเดียนท์ที่เกิดจากการใช้อัตราการกรอง 10 ม./ชม.มีค่าสูงสุด เมื่อใช้อัตรากรอง 5 ม./ชม.ทำให้ความเร็วเกรเดียนท์เพิ่มขึ้นจาก 39 วินาที$^{-1}$ เมื่อเริ่มทำการทดลองเป็น 105 วินาที$^{-1}$ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในขณะที่การใช้อัตรากรอง 8 ม./ชม.ทำให้ความเร็วเกรเดียนท์เพิ่มขึ้นจาก 65 วินาที$^{-1}$ เมื่อเริ่มทำการทดลองเป็น 117 วินาที$^{-1}$ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง และเมื่อใช้อัตรากรอง 10 ม./ชม.ทำให้ความเร็วเกรเดียนท์เพิ่มขึ้นจาก 85 วินาที$^{-1}$ เมื่อเริ่มทำการทดลองเป็น 137 วินาที$^{-1}$ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง การเพิ่มขึ้นของความเร็วเกรเดียนท์ในทุกๆอัตราการกรองมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอดังจะเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟมีค่าค่อนข้างคงที่ จากผลที่ได้นี้อธิบายได้ว่า การอุดตันของฟลอคที่เพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาทำให้ปริมาตรช่องว่างภายในชั้นทรายลดลง ความเร็วเกรเดียนท์ของน้ำจึงค่อยๆเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาอัตราการกรองให้มีค่าคงที่ ค่าความเร็วเกรเดียนที่เพิ่มขึ้นนี้ยังคงเป็นค่าที่เหมาะสมในการสร้างสัมผัสให้กับฟลอค เมื่อใช้อัตรากรอง 5 ม./ชม. ค่าความเร็วเกรเดียนท์จากการทดลองอยู่ในช่วง 39-105 วินาที$^{-1}$ และ GT อยู่ในช่วง 36,700-100,000 ในขณะที่ค่าความเร็วเกรเดียนท์และ ค่า GT ที่เหมาะสมคือ 20-100 วินาที$^{-1}$ และ 20,000- 150,000 ตามลำดับ เมื่อระบบไม่มีการหมุนเวียนตะกอน (Christopher R. Schulz and Daniel A. Okun , 1984) อย่างไรก็ตาม ค่าความเร็วเกรเดียนท์และค่า GT ที่แนะนำนี้ เป็นค่าที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ถังกรองใบที่ 1 ซึ่งทำหน้าที่รวมตะกอนไม่เกิดการอุดตัน ในขณะที่ในการทดลองจริงฟลอคบางส่วนเกิดการติดค้างในถังกรองใบนี้ ทำให้กลไกที่เกิดขึ้นในถังมีลักษณะแตกต่างออกไปบ้าง



รูปที่ 4.50 ค่าความเร็วเกรเดียนท์ภายในถังกรองใบที่1 ที่เวลาต่างๆ

4.5 ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะ (Specific Deposit)

เมื่อใช้ชุดการทดลองที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU อัตราการกรอง 5 ม./ชม. สารส้ม 20-50 มก./ล. ความลึกของทรายในถังกรองใบที่ 2 เท่ากับ 1.0 ม. และชุดการทดลองที่น้ำดิบมีความขุ่น 30 NTU อัตราการกรอง 5 ม./ชม. สารส้ม 40-100 มก./ล. ความลึกของทรายในถังกรองใบที่ 2 เท่ากับ 1.0 ม. เป็นตัวแทนของชุดการทดลองทั้งหมดในการพิจารณา ทำการคำนวณหาปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะในระบบรวมซึ่งประกอบด้วยถังกรองใบที่1 และถังกรองใบที่2 โดยใช้สมการที่ 4.1 ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะในระบบแสดงในรูปที่ 4.51 และ 4.52

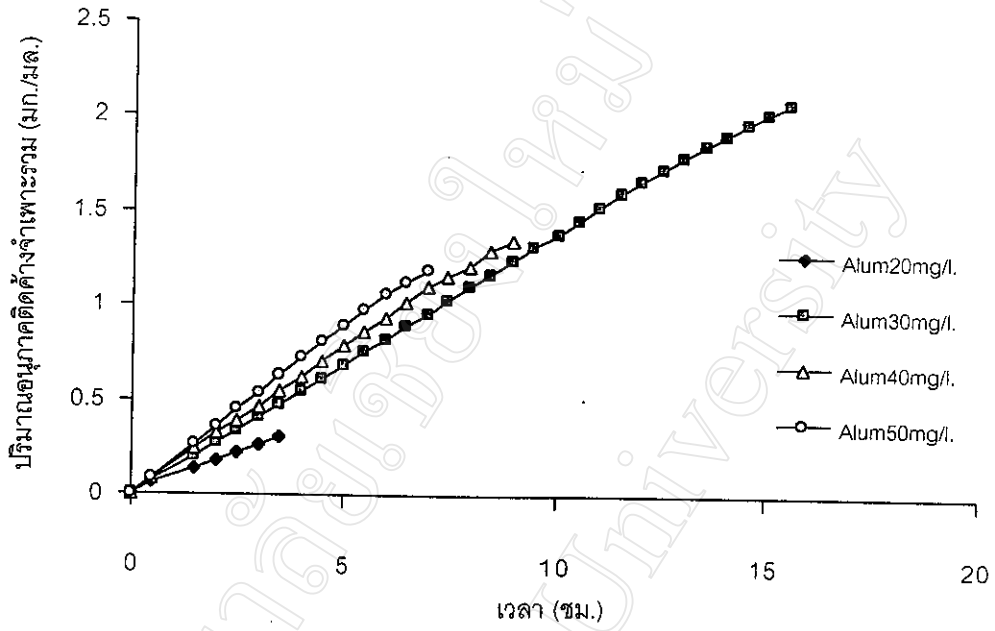
$$\sigma = \frac{Q \cdot \Delta C \cdot \Delta t}{V} \qquad (4.1)$$

เมื่อ σ = ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะรวม , มก./มล.

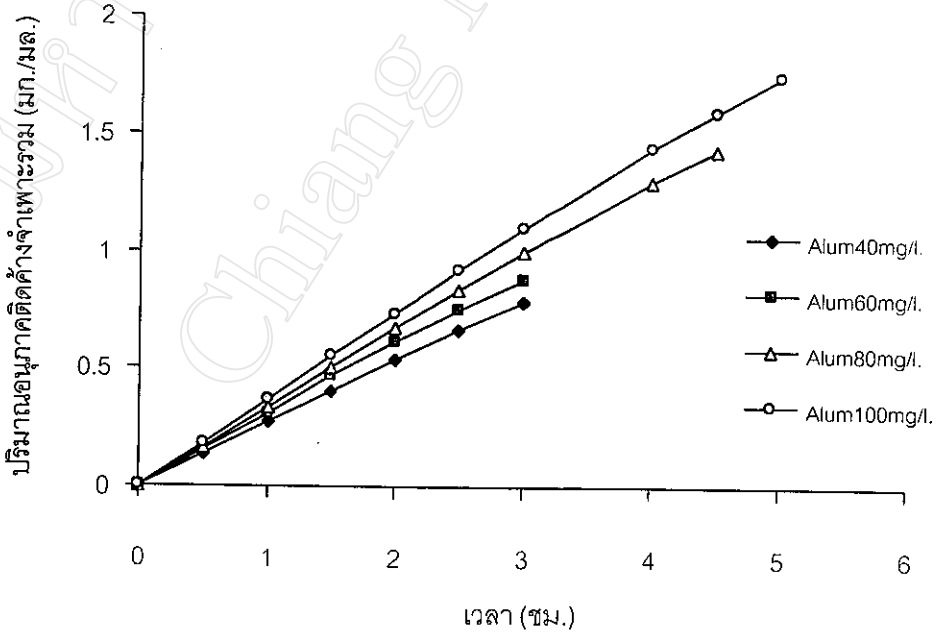
Q = อัตราการกรอง , ม./ชม.

ΔC = C_0-C

C_0 = ความเข้มข้นของอนุภาคความขุ่นในน้ำเข้า , กก./ม.^{3}



รูปที่ 4.51 ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะรวม เมื่อความขุ่นของน้ำดิบ 15 NTU อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม.



รูปที่ 4.52 ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะรวม เมื่อความขุ่นของน้ำดิบ 30 NTU อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 เท่ากับ 1.0 ม.

C = ความเข้มข้นของอนุภาคความขุ่นในน้ำออก , กก./ม.^{3}

t = เวลา , ชม.

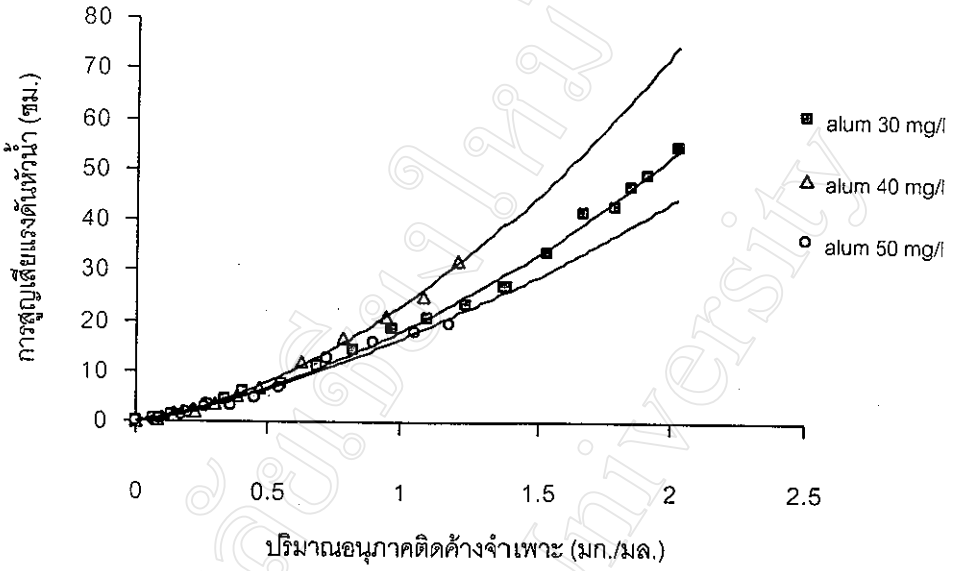
V = ปริมาตรชั้นทรายกรอง , ม.^{3}

จากรูปที่ 4.51 และ 4.52 จะเห็นว่า ผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันทุกๆการทดลอง นั่นคือ ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะมีการเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะเวลา อัตราการเพิ่มขึ้นเป็นไปอย่างคงที่ ดังจะเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟมีค่าคงที่ จนกระทั่งในช่วงสุดท้ายก่อนการสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเพิ่มของปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะจะลดลงเล็กน้อย โดยจะเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟลดลงเล็กน้อย ที่น้ำดิบความขุ่นใดๆ ณ เวลาเดียวกัน ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะแปรผันตามปริมาณสารส้มที่ใช้ จากรูปที่ 4.51 จะเห็นว่า ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะเมื่อใช้สารส้ม 50 มก./ล. มากกว่าที่เกิดจากการใช้สารส้ม 40 , 30 และ 20 มก./ล. และจากรูปที่ 4.52 ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะเมื่อใช้สารส้ม 100 มก./ล. มากกว่าที่เกิดจากการใช้สารส้ม 80 , 60 และ 40 มก./ล.

จากผลการทดลองทั้งสองชุดที่ใช้น้ำดิบความขุ่น 15 และ 30 NTU อัตรากรอง 5 ม./ชม. จะเห็นได้ว่า ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะรวมเมื่อสิ้นสุดการกรองในแต่ละการทดลองมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นสรุปได้ว่า ในการสิ้นสุดการกรองในแต่ละการทดลอง ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะไม่จำเป็นต้องเท่ากัน แสดงให้เห็นว่า การสิ้นสุดการกรองไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะเพียงอย่างเดียว การที่ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างกันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเป็นเพราะการใช้สารส้มในปริมาณต่างๆกันทำให้ได้ฟลอคในปริมาตรที่ต่างๆกันในขณะที่ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างของปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะมากนัก เมื่อใช้สารส้มมากจะทำให้ได้ฟลอคที่มีปริมาตรมากซึ่งเป็นผลให้ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำเพิ่มตามมาด้วย เมื่อค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำมากขึ้น นั่นหมายถึงแรงเฉือนของน้ำภายในชั้นทรายต้องเพิ่มขึ้นตามด้วย และแรงเฉือนของน้ำที่มากขึ้นนี้เป็นเหตุให้ฟลอคหลุดออกมาจากถังกรองได้เร็วขึ้น ดังนั้น การสิ้นสุดการกรองจึงเกิดขึ้นโดยที่ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะมีค่าแตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำและปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะที่เกิดขึ้นในชุดการทดลอง ที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU อัตราการกรอง 5 ม./ชม. ความลึกของทรายในถังกรองใบที่2 1.0 ม. สารส้ม 30-50 มก./ล. แสดงในรูปที่ 4.53 จากรูปแสดงให้เห็นว่า ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำแปรผันตามปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะ โดยความสัมพันธ์แสดงได้ในรูปของสมการดังนี้

$$H = a + b\sigma^n \qquad (4.2)$$



รูปที่ 4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียแรงดันหัวน้ำและปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะ เมื่อน้ำดิบมีความขุ่น 15 NTU อัตราการกรอง 5 ม./ชม.

เมื่อ H = ค่าการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ

σ = ปริมาณอนุภาคติดค้างจำเพาะ

a , b , n = ค่าคงที่

จากเส้นกราฟที่ได้ เมื่อนำไปหาความสัมพันธ์ของค่าคงที่ต่างๆจะได้ค่าคงที่ a, b, และ n ของสมการ 4.2 ของบางชุดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.4 จากตารางจะเห็นว่า ค่า a, b และ n สัมพันธ์กับชนิดและปริมาณของสารเคมีที่ใช้และอัตราการกรอง โดยที่ เมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU สารส้ม 30 มก./ล. เมื่ออัตราการกรองมากขึ้น ค่า a, b และ n จะมีค่าเพิ่มขึ้น จากชุดการทดลองที่น้ำดิบความขุ่น 15 NTU และใช้สารส้ม 30-50 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ 0.05 มก./ล. จะเห็นว่า การเพิ่มปริมาณสารส้มจะทำให้ ค่า b และ n เพิ่มขึ้นตามด้วย การใช้สารส้มร่วมกับโพลีเมอร์ จะทำให้ค่า b และ n มากกว่าในชุดการทดลองที่ใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว จากผลที่ได้นี้สามารถนำไปคาดการณ์เพื่อหาค่าแรงดันหัวน้ำที่เกิดขึ้นในการกรองได้

ตารางที่ 4.4 ค่าคงที่ a, b, และ n

ความขุ่นน้ำดิบ NTU	สารส้ม มก./มล.	โพลีเมอร์ มก./มล.	อัตรากรอง ม./ชม.	a	b	n
15	20	-	5	16	26.05	1.5335
15	30	-	5	16	18.94	1.2773
15	40	-	5	16	22.86	1.5344
15	50	-	5	16	16.61	1.4838
15	30	-	8	28	39.38	1.4079
15	30	-	10	36	52.97	1.2997
15	20	0.05	5	16	87.2	1.8539
15	30	0.05	5	16	50.45	1.4313
15	40	0.05	5	16	57.98	1.6256
15	50	0.05	5	16	67.25	1.6989
30	40	-	5	16	19.18	1.5196
30	60	-	5	16	17.71	1.4336
30	80	-	5	16	15.7	1.22
30	100	-	5	16	16.52	1.2321

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University