

การใช้ตัวกลาง ในถัง โซลิดส์คอนแทกต์แคลรีไฟเออร์

น.ส. กัลยา สุนีย์สุข วัฒนา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-901-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019234

17357639

USE OF MEDIA IN A SOLIDS CONTACT CLARIFIER

MISS KALAYA SUNEESOOKWATANA

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-582-901-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้ตัวกลาง ในในถัง โซลิตส์คอนแทกต์แคลรีไฟเออร์

โดย

นางสาว กัลยา สุนีย์สุขวัฒนา

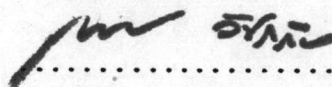
ภาควิชา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

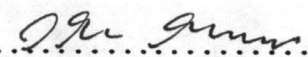
อาจารย์ที่ปรึกษา

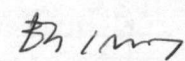
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต

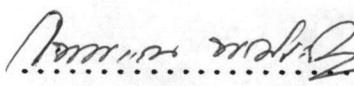
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

กัลยา สุนีย์สุวัฒนา : การใช้ตัวกลางในถังโซลิดส์คอนแทกต์แคลริไฟเออร์ (USE OF MEDIA IN A SOLIDS CONTACT CLARIFIER) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต, 110 หน้า ISBN 974-582-901-3

การศึกษาการทำงานของถังโซลิดส์คอนแทกต์แคลริไฟเออร์ที่มีตัวกลาง ทำโดยใช้แบบทดลองเป็นคอลัมน์อคริลิกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 3 ม. ตัวกลางที่ใช้เป็นกรวดขนาด 9-12 มม. อยู่ที่ระดับ 2 ม. เหนือกันถัง น้ำดิบที่ใช้สังเคราะห์จากคินคาโกลินให้มีความขุ่น 50 NTU ผ่านการกวนเร็วแล้ว บ้อนเข้าทางก้นแบบทดลอง การกวนในถังเป็นแบบชลศาสตร์ ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ความสูงของชั้นกรวด 5 ถึง 30 ซม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 10 ถึง 30 มก./ล., ความสูงของชั้นตะกอน 0.75 ถึง 1.75 ม. และความเร็วน้ำไหลขึ้น 15 ถึง 30 ซม./นาที

ผลการวิจัยพบว่า ความสูงของกรวดที่เหมาะสมเท่ากับ 20 ซม. จึงใช้เป็นค่าคงที่ตลอดการทดลอง

การกำจัดความขุ่นเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม ความสูงของชั้นตะกอน ปริมาณความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมคือ 15 มก./ล. ส่วนการเพิ่มความเร็วน้ำไหลขึ้น ทำให้ความขุ่นของน้ำผลิตเพิ่มขึ้น ความเร็วน้ำไหลขึ้นที่เหมาะสมคือ 30 ซม./นาที ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในชั้นตะกอนมีค่าใกล้เคียงกันตลอดความสูงของชั้นตะกอน และความเร็วในการตกของเม็ดตะกอนลดลงตามความสูงของชั้นตะกอน การเพิ่มความเร็วน้ำไหลขึ้นให้เม็ดตะกอนที่มีความเร็วในการตกลง

การกำจัดความขุ่นของชั้นกรวดเพิ่มตามการเพิ่มความเร็วน้ำไหลขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของชั้นกรวดแปรจาก 13.33 ถึง 25.93% ประสิทธิภาพรวมของระบบที่มีกรวดสูงกว่าประสิทธิภาพรวมของระบบที่ไม่มีกรวด 0.2-1.4% เมื่อความเร็วน้ำไหลขึ้นสูงขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของชั้นกรวดเพิ่มขึ้น

ภาควิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมสุขาภิบาล  
ปีการศึกษา ..... 2535

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C116601 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
KEY WORD: SOLIDS CONTACT CLARIFIER / MEDIA

KALAYA SUNEESOOKWATANA : USE OF MEDIA IN A SOLIDS  
CONTACT CLARIFIER. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.THEERA KAROT,  
Ph.D. 110 pp. ISBN 974-582-901-3

The performance of a solids contact clarifier with media was studied by using an experimental column made of acrylic, 15 cm diameter, 3 m height. The media used was gravel with sizing of 9-12 mm located at 2 m above the bottom of the column. The synthetic raw water was prepared from kaolinite clay with a turbidity of 50 NTU. After rapid mixing, it was fed into the column at the bottom and was agitated hydraulically. The parameters studied were gravel depths 5-30 cm, alum doses 10-30 mg/l, blanket depths 0.75-1.75 m and upflow velocities 15-30 cm/min.

It was found that the optimum depth of gravel was 20 cm, and this depth was used throughout the study.

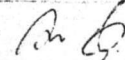
Turbidity removal was increased with an increase of alum doses and blanket depths. The optimum alum dose was 15 mg/l. The turbidity of the effluent was increased with an increase in upflow velocity. The optimum upflow velocity was 30 cm/min. The concentration of suspended solids in the sludge blanket varied slightly throughout a blanket depth. Settling velocities of the flocs decreased with height of the blanket. An increase in upflow velocity produced flocs which had lower settling velocities.

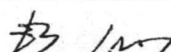
Turbidity removal in the gravel layer increased with an increase in upflow velocity. The efficiency of turbidity removal in the gravel layer varied from 13.33 to 25.93%. The turbidity removal efficiency of the system with media was higher than the system without media by 0.2-1.4%. The turbidity removal efficiency of the gravel layer was increased with an increase in upflow velocity.

ภาควิชา..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สาขาวิชา..... วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา..... 2535

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต ซึ่งเป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูง ที่ท่านได้ให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด จนสำเร็จจุฬาลงกรณ์  
ด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย และขอขอบ  
พระคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วน มาทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ความดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้แต่บิดา-มารดา ของผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฎ
สารบัญรูป .....	ฏ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1 บทนำ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย .....	2
2. ทฤษฎี .....	3
2.1 ทฤษฎีกระบวนการโคแอกกูเลชัน .....	3
2.2 เคมีของสารส้มในน้ำ .....	3
2.3 กลไกโคแอกกูเลชันของสารส้ม .....	4
2.3.1 กลไกแบบตูดติดผิวและทำลายประจุ .....	4
2.3.2 กลไกแบบกวาด .....	4
2.4 ทฤษฎีของการสमानตะกอน .....	5
2.4.1 การเคลื่อนที่เนื่องจากความร้อน .....	5
2.4.2 การจมตัวด้วยอัตราเร็วแตกต่างกัน .....	6
2.4.3 การเคลื่อนที่ของเนื้อของเหลว .....	6
2.5 ทฤษฎีของการตกตะกอน .....	6
2.5.1 การตกตะกอนแบบโดด .....	7
2.5.2 การตกตะกอนแบบรวมกลุ่ม .....	9
2.5.3 การตกตะกอนแบบแบ่งชั้น .....	10
2.5.4 การตกตะกอนแบบอัดตัว .....	11

สารบัญ

	หน้า	
2.6	หลักไฮโดรไดนามิกของถังโซลิตส์คอนแทกต์แคลรีไฟเออร์ .....	11
2.7	ทฤษฎีของการกรอง .....	13
2.7.1	การกรองติดผิวชั้นกรอง .....	13
2.7.2	การกรองแบบติดค้างในชั้นกรอง .....	13
2.8	กลไกการกรองน้ำ .....	13
2.8.1	กลไกการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง .....	13
2.8.2	กลไกจับสารแขวนลอย .....	14
2.9	การศึกษาที่ผ่านมา .....	15
3.	การดำเนินการวิจัย .....	18
3.1	วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย .....	18
3.1.1	น้ำซุ่นสังเคราะห์ .....	18
3.1.2	สารเคมี .....	18
3.1.3	กรวด .....	19
3.1.4	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	19
3.1.5	อุปกรณ์วิเคราะห์ลักษณะของน้ำ .....	19
3.2	ขั้นตอนการศึกษา .....	22
3.3	รูปแบบของการศึกษา .....	23
3.3.1	การเตรียมการทดลอง .....	23
3.3.2	การเลือกใช้น้ำขนาดของตัวกลาง .....	23
3.3.3	การดำเนินการทดลอง .....	24
3.3.4	การสรุปผลการทดลอง .....	25
3.4	ขอบเขตการทดลอง .....	25
3.5	การดำเนินการศึกษา .....	26
3.5.1	วิธีการทดลอง .....	26
3.5.2	การเก็บตัวอย่าง .....	26
3.5.3	การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของตัวอย่าง .....	26



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 จำนวนและรายละเอียดของการทดลอง .....	27
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ .....	32
4.1 การเลือกใช้ความสูงของกรวด .....	32
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุ่มของน้ำผลิตกับ เวลาในการเดินระบบ .....	32
4.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอย .....	44
4.4 ผลของตัวแปรที่ศึกษาต่อความชุ่ม .....	44
4.4.1 ผลของปริมาณความเข้มข้นของสารลัมที่มีต่อความชุ่มของน้ำผลิต และประสิทธิภาพของการกำจัดความชุ่ม .....	44
4.4.2 ผลของความสูงของชั้นตะกอนที่มีต่อความชุ่มของน้ำผลิต และประสิทธิภาพของการกำจัดความชุ่ม .....	50
4.4.3 ผลของความเร็วน้ำไหลชั้นที่มีต่อความชุ่มของน้ำผลิต และประสิทธิภาพของการกำจัดความชุ่ม .....	57
4.5 การเปรียบเทียบระบบที่ใช้ตัวกลางและไม่ใช้ตัวกลาง .....	62
4.6 ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยที่ระดับต่าง ๆ ภายในชั้นตะกอน ...	64
4.6.1 ผลของความเร็วน้ำไหลชั้นที่มีต่อปริมาณความเข้มข้นของของแข็ง แขวนลอยที่ระดับต่าง ๆ ภายในชั้นตะกอน .....	64
4.6.2 ผลของปริมาณความเข้มข้นของสารลัมที่มีต่อปริมาณความเข้มข้นของของ แข็งแขวนลอยที่ระดับต่าง ๆ ภายในชั้นตะกอน .....	69
4.7 ผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอน .....	74
4.7.1 เมื่อความสูงของชั้นตะกอน 0.75 ม. ....	74
4.7.2 เมื่อความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม. ....	77
4.7.3 เมื่อความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม. ....	77
4.7.4 เมื่อความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม. ....	82
5. สรุปผลการวิจัย .....	85
6. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต .....	87
เอกสารอ้างอิง .....	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก .....	91
ประวัติผู้วิจัย .....	110

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การทดลองชุดที่ 1 ความเร็วน้ำไหลชั้น 15 ซม./นาที .....	27
3.2 การทดลองชุดที่ 2 ความเร็วน้ำไหลชั้น 20 ซม./นาที .....	28
3.3 การทดลองชุดที่ 3 ความเร็วน้ำไหลชั้น 25 ซม./นาที .....	29
3.4 การทดลองชุดที่ 4 ความเร็วน้ำไหลชั้น 30 ซม./นาที .....	30
3.5 การทดลองชุดที่ 5 ความเร็วน้ำไหลชั้น 40 ซม./นาที .....	31

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Idealized settling basin paths of discrete particles in horizontal flow tank .....	9
2.2 Typical settling velocity analysis curve of suspension for discreted Particles .....	10
2.3 การตกตะกอนแบบรวมกลุ่ม .....	10
2.4 การตกตะกอนแบบแบ่งชั้น .....	12
3.1 แสดงอุปกรณ์ถัง โซลิดส์คอนแทกต์แคลรีไฟเออร์ที่ใช้ในการทดลอง .....	20
3.2 แสดงส่วนประกอบของ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	21
3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา .....	23
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของชั้นกรวดกับประสิทธิภาพของกรวด ในการกำจัดความขุ่น .....	33
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 15 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล. ....	34
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 15 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 15 มก./ล. ....	34
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 15 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 20 มก./ล. ....	35
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 15 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 30 มก./ล. ....	35
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 20 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล. ....	36
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 20 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 15 มก./ล. ....	36
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับเวลา ที่ความเร็วน้ำไหลชั้น 20 ซม./นาที, ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 20 มก./ล. ....	37





## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้น กับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 20 ซม./นาที .....	52
4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำผลิตกับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 25 ซม./นาที .....	53
4.37 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้น กับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 25 ซม./นาที .....	53
4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำผลิตกับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 30 ซม./นาที .....	54
4.39 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้น กับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 30 ซม./นาที .....	54
4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำผลิตกับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที .....	55
4.41 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้นกับความสูงของชั้นตะกอน ที่ความเร็วน้ำไหลขึ้น 40 ซม./นาที .....	55
4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำผลิตกับความเร็วน้ำไหลขึ้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 0.75 ม. ....	58
4.43 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้นกับความเร็วน้ำไหลขึ้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 0.75 ม. ....	58
4.44 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำผลิตกับความเร็วน้ำไหลขึ้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม. ....	59
4.45 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้นกับความเร็วน้ำไหลขึ้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม. ....	59
4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของน้ำผลิตกับความเร็วน้ำไหลขึ้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม. ....	60
4.47 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความชื้นกับความเร็วน้ำไหลขึ้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม. ....	60

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับความเร็วน้ำไหลชั้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม. ....	61
4.49 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การกำจัดความขุ่นกับความเร็วน้ำไหลชั้น ที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม. ....	61
4.50 ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นของน้ำผลิตกับความเร็วน้ำไหลชั้นของระบบที่ใช้ ที่ใช้ตัวกลางและ ไม่ใช้ตัวกลาง .....	63
4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของกรวดในการกำจัดความขุ่นกับความเร็ว น้ำไหลชั้นของระบบที่ใช้ตัวกลางและ ไม่ใช้ตัวกลาง .....	63
4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 0.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล. ....	65
4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 0.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 15 มก./ล. ....	65
4.54 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 0.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 20 มก./ล. ....	66
4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 0.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 30 มก./ล. ....	66
4.56 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล. ....	67
4.57 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 15 มก./ล. ....	67
4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 20 มก./ล. ....	68
4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 30 มก./ล. ....	68
4.60 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูง ของชั้นตะกอน 1.35 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล. ....	69





## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.72 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 10 มก./ล. ....	78
4.73 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 15 มก./ล. ....	78
4.74 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 20 มก./ล. ....	79
4.75 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.00 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 30 มก./ล. ....	79
4.76 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 10 มก./ล. ....	80
4.77 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 15 มก./ล. ....	80
4.78 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 20 มก./ล. ....	81
4.79 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.35 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารลิ่ม 30 มก./ล. ....	81

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.80 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารล่อม 10 มก./ล. ....	83
4.81 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารล่อม 15 มก./ล. ....	83
4.82 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารล่อม 20 มก./ล. ....	84
4.83 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการตกตะกอนของเม็ดตะกอนกับระดับชั้นตะกอนที่ความสูงของชั้นตะกอน 1.75 ม., ปริมาณความเข้มข้นของสารล่อม 30 มก./ล. ....	84