

การใช้ครุฑนึ่งของการกรอง ในการควบคุมโคแอกกุลเลชัน



นายชัยฤทธิ์ วสินสมบัติ

ศูนย์วิทยพัทพยากร

วิทยานพนธ์นึ่งเป็นส่วนนึ่งของการศีกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณชิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณชิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

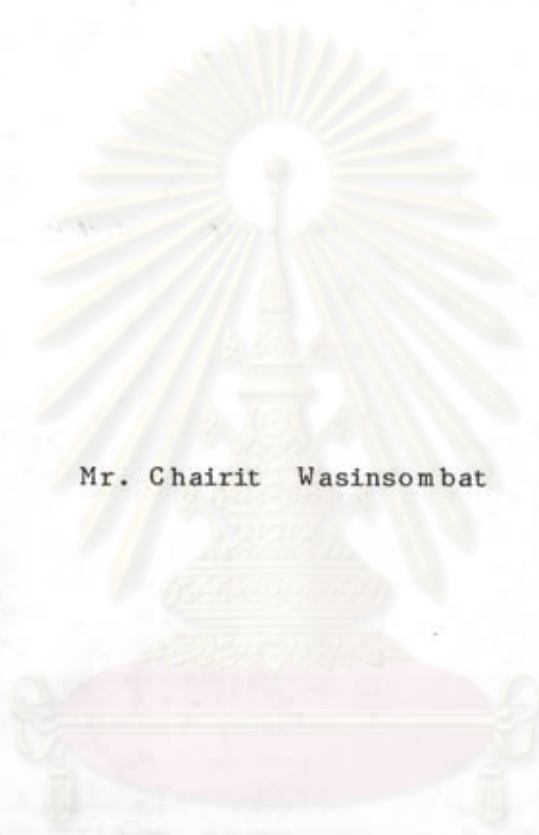
ISBN 974 - 568 - 043 - 5

ลิขสิทธิ์ของบัณชิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012918

I 10293917

USE OF FILTERABILITY INDEX FOR COAGULATION CONTROL



Mr. Chairit Wasinsombat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Sanitary Engineering

Graduate School


Chulalongkorn University

1987

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้ตรวจชนิดของการกรอง ในการควบคุมโคแอกกูเลชัน
โดย นายชัยฤทธิ์ วศินสมบัติ
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.มันสิน ดัฒกุลเวศม์

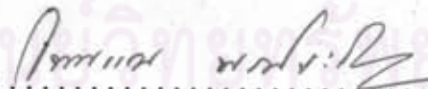



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

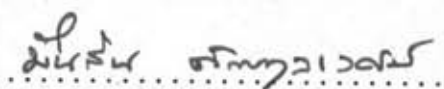

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราษฎร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรรณสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอด)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มันสิน ดัฒกุลเวศม์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้ดัชนีของการกรอง ในการควบคุม

โคแอกกูเลชัน

ชื่อ

นายชัยฤทธิ์ วศินสมบัติ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. มั่นสิน



ภาควิชา

วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา

2529

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาถึงการใช้ค่าดัชนีของการกรอง (F-Index) ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน ผลของการทดลองการใช้ค่าดัชนีของการกรองนี้สามารถเปรียบเทียบได้กับผลทดลองจาร์เทสต์

ในการทดลองนี้ ใช้น้ำปูนสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นจากผงดินคาโอลินผสมกับน้ำประปาเพื่อให้ได้ความขุ่น 3 ระดับ คือ 20, 100 และ 500 NTU. ปริมาณสารส้มที่ใช้จะแปรเปลี่ยนในช่วง 2.5-50 มก./ล. ที่พีเอชสุดท้าย 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 โดยทำการควบคุมความเร็วแตรเดียนท์ให้คงที่ตลอดการทดลองไว้ 4 ระดับ คือ 500, 1000, 3000 และ 5000 (วินาที)⁻¹

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ภายใต้อสภาวะที่จำกัดค่าดัชนีของการกรองสามารถใช้ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชันได้ทัดเทียมกับจาร์เทสต์ นอกจากนี้ค่าดัชนีของการกรองยังมีประโยชน์โดยตรงในการควบคุมการทำงานของระบบกรองโดยตรงได้ดีกว่าจาร์เทสต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Use of Filterability Index for Coagulation
Control
Name Mr. Chairit Wasinsombat
Thesis Advisor Associate Professor Munsin Tuntoolavest, Ph.D.
Department Sanitary Engineering
Academic Year 1986

ABSTRACT

This research is to study the applicability of a filterability index (F-Index) in a control of a coagulation process. Experimental results on F-Index were compared with Jar Test results.

During the experiments, a synthetic waters were prepared by mixing kaolinite clay with tap water to obtain 3 turbidity levels i.e. 20, 100 and 500 NTU. alum dosages were varied in the rang of 2.5-50 mg./l. at the final pH of 4, 5, 6, 7, 8 and 9. The velocity gradient were kept constant at 4 levels i.e. 500, 1000, 3000 and 5000 (S)⁻¹

Experimental results revealed that under certain conditions, the filterability index might be used to control the coagulation process as good as the Jar Test did. However the F-Index can be directly used to control the operation of the direct filtration system better than the Jar Test.



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มันสิน ตันจุลเวศม์
เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้แนวทางในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี
ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย รวมทั้งภรรยา
ที่คอยให้กำลังใจอยู่เสมอ และเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือจนการวิจัยครั้งนี้ประสบ
ความสำเร็จได้ด้วยดี
คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแต่ บิดา มารดา ครู
อาจารย์ และภรรยาของผู้วิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย	3
3. ทบทวนเอกสาร	4
3.1 ทฤษฎีกระบวนการโคแอกกูเลชัน	4
3.1.1 การกวนเร็ว	5
3.1.2 การกวนช้า	5
3.2 กลไกโคแอกกูเลชัน	6
3.2.1 กลไกแบบจุดติดผิวและทำลายประจุ	6
3.2.2 กลไกแบบกวาด	7
3.2.3 กลไกแบบรวม	7
3.3 พารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อโคแอกกูเลชัน	8
3.3.1 ความเร็วแกรเดียนท์	8
3.3.2 เวลาในการกักน้ำ	8
3.3.3 พีเอช และปริมาณสารส้ม	9
3.3.4 ลักษณะของน้ำดิบ	12

3.3.4.1	ความเป็นต่าง	12
3.3.4.2	ความขุ่น	12
3.3.4.3	ขนาดของอนุภาค	14
3.3.5	อุณหภูมิ	14
3.4	กลไกของการกรองน้ำ	14
3.4.1	กลไกเคลื่อนย้ายสารแขวนลอย	15
3.4.2	กลไกจับสารแขวนลอย	17
3.5	การควบคุมโคแอกกูเลชัน	19
3.5.1	การทดลองแบบจาร์เทสต์	19
3.5.2	การหาความสามารถในการกรอง	19
3.6	การวิจัยหาความสามารถในการกรองในอดีต	21
3.7	กระบวนการฟล็อกกูเลชันในเครื่องกรอง	25
4.	แผนงาน และการดำเนินการวิจัย	27
4.1	แผนการวิจัย	27
4.1.1	พารามิเตอร์ในการทดลอง	27
4.1.2	ลำดับการทดลอง	29
4.2	วัสดุ และอุปกรณ์ในการวิจัย	29
4.2.1	เครื่องกวนเร็ว	29
4.2.2	เครื่องทดลองจาร์เทสต์	32
4.2.3	อุปกรณ์หาค่าดรชนีของการกรอง	34
4.2.3.1	เครื่องกรอง	35
4.2.3.	ทรายกรอง	36

4.3	การเตรียมน้ำขุ่นสังเคราะห์ และสารเคมี	36
4.3.1	น้ำขุ่นสังเคราะห์	36
4.3.2	สารเคมี	38
4.4	การดำเนินการทดลอง	39
4.5	การวิเคราะห์สมบัติของน้ำ และการสูญเสียเฮด	40
5.	ผลการทดลอง และการวิจารณ์ผล	41
5.1	การเกิดความเร็วแรงเฉือนที่ในชั้นทราย	41
5.2	เปรียบเทียบการทดลองจารีตศาสตร์กับการหาค่าครรชนีของการกรอง ..	43
5.2.1	ความขุ่น 20 NTU.....	43
5.2.2	ความขุ่น 100 NTU	51
5.2.3	ความขุ่น 500 NTU	60
5.3	ครรชนีของการกรองในการควบคุมโคแอกกูเลชัน	63
5.3.1	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น .. และครรชนีของการกรอง	68
5.3.1.1	กรณีไม่มีการเติมสารส้ม	68
5.3.1.2	กรณีมีการเติมสารส้ม	70
5.3.2	การใช้ครรชนีของการกรองในการหาปริมาณสารส้มที่เหมาะสม..	77
5.4	ความเหมาะสมของการใช้ค่าครรชนีของการกรองในการควบคุม โคแอกกูเลชัน	81
6.	สรุปผลการวิจัย	84
7.	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยเพิ่มเติม	86
	บรรณานุกรม	87
	ภาคผนวก	91
	ประวัติผู้วิจัย	167

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกระบวนการโคแอกกูเลชัน	4
3-2	ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนสารส้มและพีเอช	9
3-3	แผนภูมิที่ใช้ในการควบคุมกลไกโคแอกกูเลชันของสารส้ม	11
3-4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความขุ่นตกค้างและสารเคมี	13
3-5	กลไกในการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำเข้าหาสารกรอง	15
3-6	ประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยขึ้นอยู่กับขนาด	16
3-7	กลไกแบบต่าง ๆ ของการกรองน้ำ	18
4-1	ลำดับของการทดลอง	29
4-2	อุปกรณ์การกวนเร็ว	30
4-3	ถ้วยทดลอง และอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการทำาร์เทสต์	32
4-4	เครื่องอาร์เทสต์ที่ใช้ในการวิจัย และถ้วยที่มีอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ...	33
4-5	ส่วนประกอบต่าง ๆ ของอุปกรณ์หาค่าครรชนีของการกรอง	34
4-6	เครื่องกรองที่ใช้ในการหาค่าครรชนีของการกรองน้ำ	35
4-7	แสดงการดูดซึ้กตัวอย่างน้ำขุ่น	37
5-1	ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียเฮดที่เกิดขึ้นในชั้นทรายกรอง และความเร็วแการเดินที่ที่เกิดขึ้น	42
5-2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 4	44
5-3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 5	46
5-4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 20 NTU. พีเอช 6	48

5-17	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 7	65
5-18	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 8	66
5-19	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่ใช้ กับความขุ่นตกค้าง และครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่น 500 NTU. พีเอช 9	67
5-20	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นเริ่มแรก กับประสิทธิภาพในการกำจัด ความขุ่นเมื่อไม่มีการเติมสารส้ม ที่ระดับความเร็วแตรเดียนท์ต่าง ๆ	69
5-21	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 20 NTU. ช่วงพีเอช 4-6	71
5-22	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 20 NTU. ช่วงพีเอช 7-9	72
5-23	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 100 NTU. ช่วงพีเอช 4-6	73
5-24	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 500 NTU. ช่วงพีเอช 4-6	74
5-25	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 100 NTU. ช่วงพีเอช 7-9	75
5-26	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการกรอง กับค่าครรชนีของการกรอง ที่ความขุ่นเริ่มแรก 500 NTU. ช่วงพีเอช 7-9	76
5-27	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่หาได้จาก ค่าครรชนีของการกรอง กับการทดลองจาร์เทสต์	80
5-28	ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นที่กรองได้ กับความขุ่นตกค้างของจาร์เทสต์ ..	83

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	พารามิเตอร์ที่แปรเปลี่ยน	28
4-2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแรงแคตยอนท์ และพลังงาน	31
5-1	ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น สำหรับกรณีที่ไม่มีการเติมสารส้ม	70
5-2	เปรียบเทียบปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่หาได้จากการทดลองจาร์เทสต์ กับการหาค่าครรชนีของการกรอง	78
5-3	เปรียบเทียบสมการที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารส้ม ที่หาได้มาจากการทดลองจาร์เทสต์ และการหาค่าครรชนีของการกรอง	79
5-4	การเปรียบเทียบสมการที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ได้มาจากการทดลองจาร์เทสต์ และหาค่า ครรชนีของการกรอง	81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย