



บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้การทดลองทั้งหมดกระทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยจะทำการทดลองตามลำดับดังนี้

- 3.1.1 เตรียมค่าความชื้นสังเคราะห์
- 3.1.2 ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของประสิทธิภาพการกรองของเครื่องกรอง
- 3.1.3 ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสูญเสียความสูงน้ำ (Head Loss) ของเครื่องกรอง
- 3.1.4 ศึกษาอิทธิพลของน้ำในชั้นกรองที่มีต่อประสิทธิภาพการกรอง และการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง ของตัวกลางทาง 2 ชนิดคือ ชนิดจบบดน้ำมัน และชนิดที่ไม่จบบดน้ำมัน

3.2 การดำเนินการวิจัย

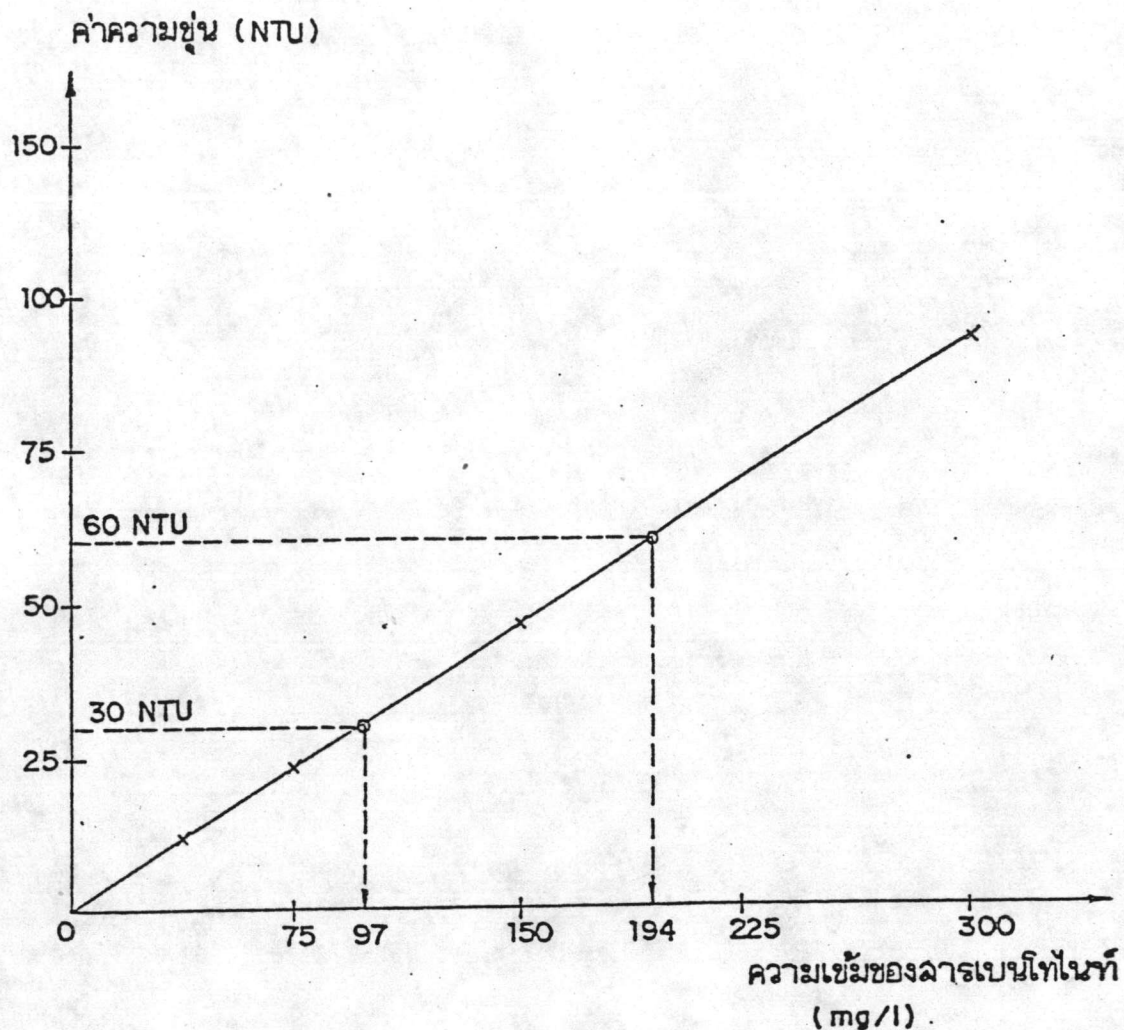
3.2.1 การเตรียมค่าความชื้นสังเคราะห์

ค่าความชื้นสังเคราะห์เตรียมขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง ได้จากการใช้สารเบนโทไนท์ (Bentonite) ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 2.95 จำนวน 300 มก. นำมาละลายในน้ำ 1 ลิตรผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปวัดค่าความชื้น หลังจากนั้นเจือจางน้ำสารผสมข้างต้นมา 500 มล. นำมาผสมกับน้ำกลั่น 500 มล. ผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปวัดค่าความชื้น ทำการเจือจางสารผสมตามเนตังตาราง 3.1 ข้างล่าง

เมื่อนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารเบนโทไนท์ และ
ค่าความขุ่น จะได้ดังรูปที่ 3.1 ดังนี้

ข้อ คร่งท	ความเข้มข้นของสารเบนโทไนท์ (มก/ล)	ค่าความขุ่น (NTU)
1	300.0	98
2	150.0	46
3	75.0	24
4	37.5	12

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสาร
เบนโทไนท์กับค่าความขุ่น



รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสาร
เบ็นโทไนท์กับค่าความขุ่น

จากกราฟรูปที่ 3.1 สามารถเตรียมสารแขวนลอยเบ็นโทไนท์ที่มีค่า
ความขุ่น 30 และ 60 NTU ได้จากการลากความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสองดัง
รูปที่ 3.1 ดังนี้

ค่าความขุ่นสังเคราะห์ 30 NTU โดยใช้สารแขวนลอยเบ็นโทไนท์
ที่มีความเข้มข้น 97 มก/ล

ค่าความขุ่นสังเคราะห์ 60 NTU โดยใช้สารแขวนลอยเบ็นโทไนท์
ที่มีความเข้มข้น 194 มก/ล

3.2.2 การศึกษาแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ของประสิทธิภาพ

การกรองของเครื่องกรอง

ค่าเนื้องการวิจัยโดยใช้ทรายชนิดไม่จับยค่น้ำมัน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง

ขนาด 0.35-0.50 มม. โดยใช้สารแขวนลอยเบนโทไนท์ ทมความเข้มข้น 30 และ 60 NTU ผ่านชนกรองด้วยอัตราความเร็วในการกรองต่อตาราง ฟุต แล้วเก็บผลของสารแขวนลอยที่ระดับความลึกของชั้นตัวกลางที่ระดับต่าง ๆ นำมาวัดค่าความขุ่นเพื่อหาประสิทธิภาพของการกรอง เมื่อระยะเวลาต่าง ๆ กัน

3.2.3 การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

ดำเนินการวิจัยโดยใช้ทรายชนิดที่ไม่จับคือน้ำมัน มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.35-0.50 มม. โดยใช้สารแขวนลอยเบนโทไนท์ทมความเข้มข้น 30 และ 60 NTU ผ่านชนกรองด้วยอัตราความเร็วในการกรองต่อตาราง ฟุต แล้ววัดค่าการสูญเสียความสูงน้ำที่ระดับต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาต่าง ๆ

3.2.4 การศึกษาต่อผลของน้ำมันในชนกรองที่มีต่อประสิทธิภาพการกรองและการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

ก) โดยใช้สารชนิดตัวกลางทรายชนิดที่ไม่จับคือน้ำมันเป็นตัวกลางทำการวัดค่าความขุ่นและการสูญเสียความสูงน้ำที่ระดับความลึกต่าง ๆ เมื่อเวลาต่าง ๆ โดยทำการเปรียบเทียบกันดังนี้

- เมื่อชนตัวกลางปราศจากน้ำมันโดยใช้น้ำเปล่าผ่านชนตัวกลาง
- เมื่อชนตัวกลางมีน้ำมันค้างอยู่โดยใช้น้ำเปล่าผ่านชนตัวกลาง
- เมื่อชนตัวกลางมีน้ำมันค้างอยู่โดยใช้สารแขวนลอยเบนโทไนท์

ทมความเข้มข้น 30 NTU ผ่านชนตัวกลาง

ในการทำให้ชนตัวกลางอิ่มตัวด้วยน้ำมัน ได้จากการผ่านสารผสมระหว่างน้ำมันและน้ำโดยค้ำให้เข้ากันจนมลพิษละเอียดจนหมด แล้วจึงผ่านชนตัวกลางจนหมด (จากการทดลองของนายประพันธ์ (29) พบว่าเมื่อใส่สารผสมระหว่างน้ำและน้ำมันในช่วง 0.5-3.4 กรัมต่อตารางเซนติเมตรของพื้นที่หน้าตัดของตัวกลางพบว่าชนตัวกลางมีประสิทธิภาพการกรองเพิ่มขึ้น) ดังนั้นในการทดลองจึงใช้สารผสมน้ำกับน้ำมันทมความเข้มข้น 2 กรัม/ซม² ผ่านชนตัวกลางและความเข้มข้น 4 กรัม/ซม² ผ่านชนตัวกลาง แล้วทำการทดลองเปรียบเทียบดังข้างต้น

ข) โดยใช้สารชนิดกลางชนิดทรายจับยัดน้ำมัน ทำการวัดค่าการสูญเสียความสูงน้ำที่ระดับความลึกต่าง ๆ เมื่อเวลาต่าง ๆ โดยทำการเปรียบเทียบกันดังนี้

- เมอชนตวกลางปราศจากน้ำมัน โดยใช้น้ำเปล่าผ่านชนตวกลาง
 - เมอชนตวกลางมีน้ำมันคางอย โดยใช้น้ำเปล่าผ่านชนตวกลาง
 - เมอชนตวกลางมีน้ำมันคางอย โดยใช้สารแขวนลอยเบนโทไนท์
- ทมความเขมขน 30 NTU ผ่านชนตวกลาง

ในการทำให้ชนตวกลางอมตวควยน้ำมัน ได้จากการผ่านสารผสมน้ำมัน และน้ำทมความเขมขน 2 กรัม/ซม² ผ่านชนตวกลาง

3.3 แผนการทดลอง

3.3.1 การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของประสิทธิภาพการกรองของเครื่องกรอง

โดยมีแผนการทดลองดังนี้ ทำการทดลองโดยใช้ชนตวกลางชนิดทรายที่ไม่จับยัดน้ำมัน โดยมีความสูงทงหมด 110 เซนติเมตร ผ่านสารแขวนลอยเบนโทไนท์ดังตารางการทดลองข้างล่าง แล้วทำการเก็บตัวอย่างเพื่อหาค่าความขนที่ระดับคาง ๆ ๗ เวลาต่าง ๆ ดังนี้

การทดลองที่	ความเข้มข้นสารเบนโทไนท์ (NTU)	อัตราความเร็วในการกรอง (ม ³ /ม ² -ชม)	การเกิดตัวอย่างค่าความขุ่น	
			ระดับ	เวลา
1	30	3	ทุการะยะ10ชม	ทุการะยะ 1 ชม
2	30	4.5	"	"
3	30	6	"	"
4	30	7.5	"	"
5	60	4.5	"	"
6	60	6	"	"
7	60	9	"	"

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการทดลองการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของประสิทธิภาพการกรองของเครื่องกรอง

3.3.2 การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

ทำการทดลองโดยใช้ชนตัวกลางชนิดทรายที่ไม่จับยึดน้ำ โดยมีความสูงทั้งหมด 110 เซนติเมตร ผ่านสารแขวนลอยเบนโทไนท์ ดังตารางการทดลองข้างล่างแล้วทำการวัดการสูญเสียความสูงหน้าระดับต่าง ๆ ณ เวลาต่าง ๆ ดังนี้

การทดลองที่	ความเข้มข้นสารเบนโทไนด์ (NTU)	อัตราความเร็วในการกรอง (ม ³ /ม ² -ชม)	การเก็บตัวอย่างความสูงน้ำ	
			ระดับ	เวลา
1	30	3	ทุกๆระยะ10ชม	ทุกๆระยะ 1 ชม
2	30	4.5	"	"
3	30	6	"	"
4	30	7.5	"	"
5	60	4.5	"	"
6	60	6	"	"
7	60	9	"	"

ตารางที่ 3.3 แสดงแผนการทดลองการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

3.3.3 การศึกษาอิทธิพลของน้ำในชั้นกรอง ที่มีต่อประสิทธิภาพการกรองและการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

แผนการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ก) โดยใช้สารชนิดกลางชนิดทรายไม่จับยึดน้ำเป็นตัวกลาง โดยทำการทดลองวัดค่าความขุ่นและค่าการสูญเสียความสูงน้ำที่ระดับต่าง ๆ ของชั้นตัวกลาง ดังตารางที่ 3.4 และ 3.5 ดังนี้

การทดลองที่	ความเข้มข้นสารเบนโทไนท์ (NTU)	อัตราการกรอง	อัตราการเติมน้ำมัน (มก/ชม ²)	การเก็บตัวอย่างค่าความขุ่น	
				ระดับ	เวลา
8	30	10.0	-	ทกระยะ10ชม	ทกระยะ30นาที
9	30	10.0	2	"	"
10	30	10.0	4	"	"

ตารางที่ 3.4 แสดงแผนการทดลองการศึกษ้อัตราผลของน้ำมันในชั้นกรองชนิดที่ไม่จับยค่น้ำมัน ที่มีต่อประสิทธิภาพการกรองของเครื่องกรอง

การทดลองที่	ความเข้มข้นสารเบนโทไนท์ (NTU)	อัตราการกรอง	อัตราการเติมน้ำมัน (มก/ชม ²)	การเก็บตัวอย่างความสูงน้ำ	
				ระดับ	เวลา
8	30	10.0	-	ทกระยะ10ชม	ทกระยะ30นาที
9	30	10.0	2	"	"
10	30	10.0	4	"	"

ตารางที่ 3.5 แสดงแผนการทดลองการศึกษ้อัตราผลของน้ำมันในชั้นกรองชนิดที่ไม่จับยค่น้ำมัน ที่มีต่อการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

ข) โดยใช้สารชนตัวกลางชนิดทรายจับยัคน้ำมัน เป็นตัวกลางโดยทำการทดลองวัดค่าการสูญเสียความสูงน้ำที่ระดับต่าง ๆ ของชนตัวกลาง ดังตารางที่ 3.6

การทดลองที่	ความเข้มข้นสารเบนโทไนท์ (NTU)	อัตราการกรอง	อัตราการเติมน้ำมัน (มก/ชม ²)	การเก็บตัวอย่างความสูงน้ำ	
				ระดับ	เวลา
11	30	10.0	-	ทกระยะ10ชม	ทกระยะ30นาที
12	30	10.0	4	"	"

ตาราง 3.6 แสดงแผนการทดลองการศึกษาอิทธิพลของน้ำมันในชนกรองชนิดทรายทจับยัคน้ำมัน ทมตอการสูญเสียความสูงน้ำของเครื่องกรอง

3.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) ครอบอกกลางใสเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. ยาว 3.00 เมตร เจาะรอก ๆ 10 เซนติเมตร ทง 2 ด้าน ด้านละ 10 จุด ด้านหนึ่งค่อไปยังหลอดแก้วเล็ก ๆ เพื่อวัดการสูญเสียความสูงน้ำ อีกด้านหนึ่งปิดด้วยจกยางเล็ก ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างโดยใช้ไซลิงค์ ณ ชนตัวกลางนั้น ๆ ดังในรูปที่ 3.2

2) ปมเพื่อทำการสูบลวเบนโทไนท์เข้าชนตัวกลาง ดังในรูปที่ 3.2

3) ถังเก็บเบนโทไนท์ ดังรูปที่ 3.2

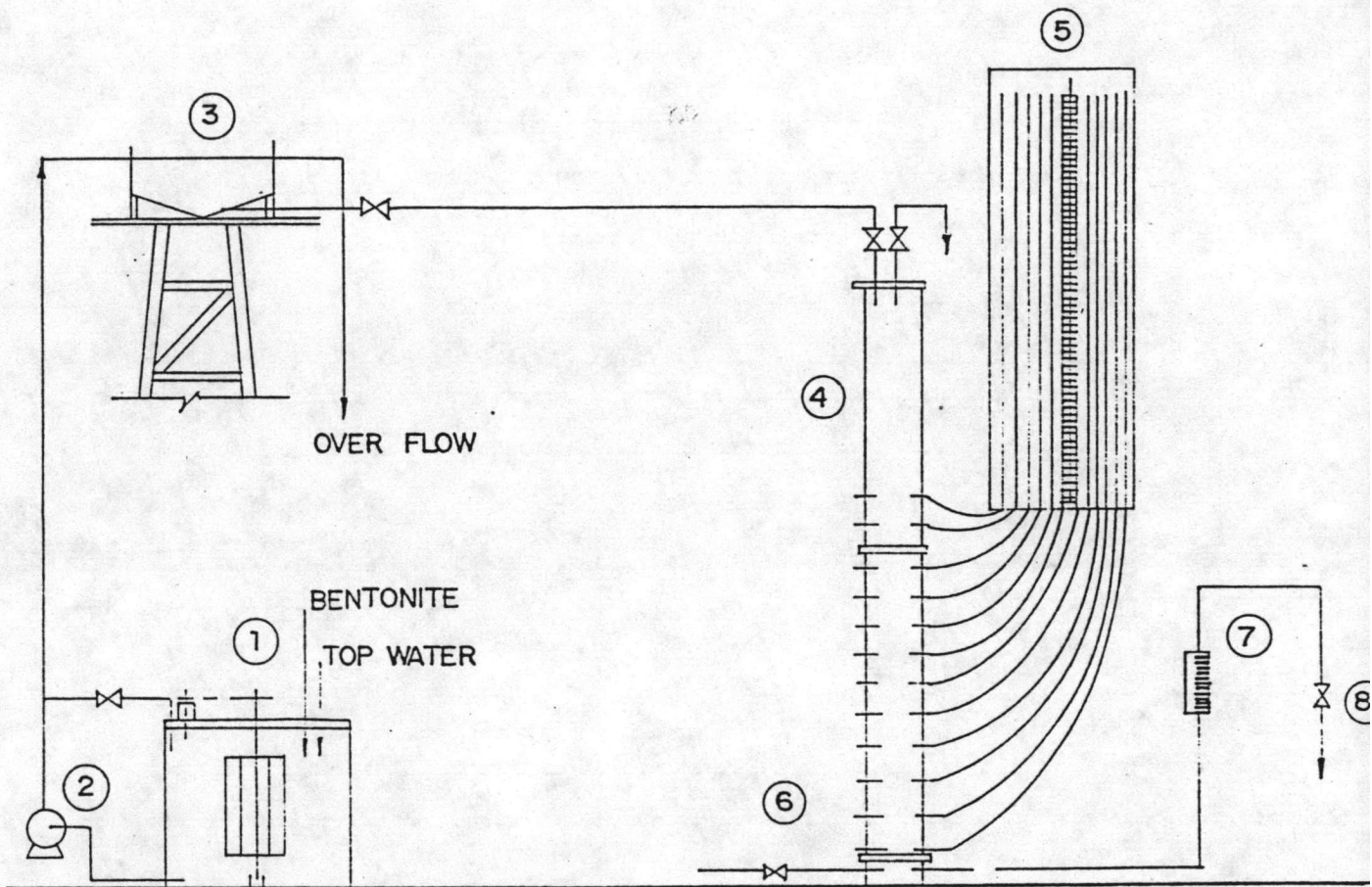
4) แผงวัดการสูญเสียแรงค่น้ำของชนตัวกลาง ดังรูปที่ 3.2

5) ไซลิงค์ ใช้เก็บตัวอย่างค่าความขุ่น

3.3.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1) การหาประสิทธิภาพการกรอง โดยการวัดความขุ่นของสารแขวนลอยเบนโทไนท์ ก่อนเข้าขบวนการและหลังจากผ่านขบวนการที่ตำแหน่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น

2) การหาความสูญเสียความสูงน้ำ โดยการวัดระดับน้ำในหลอดแก้วเล็กที่ระดับต่าง ๆ



① RAW WATER TANK, WITH STIRRER

② FEEDING PUMP

③ CONSTANT HEAD TANK

④ FILTER COLUMN TANK

⑤ PIEZOMETER

⑥ BACKWASH LINE

⑦ ROTAMETER

⑧ FLOW RATE CONTROLLING

รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้หาประสิทธิภาพการกรองและการสูญเสียแรงดันหน้า