

## บทที่ 4

### แผนการและการดำเนินการวิจัย

#### 4.1 แผนการวิจัย

การทดลองทั้งหมดกระทำภายในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยดำเนินการทดลองแบบเท (batch test) กับน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่อุณหภูมิห้อง และพารามิเตอร์ที่สัมพันธ์กับการทดลองแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

##### 4.1.1 พารามิเตอร์ที่มีค่าคงที่

1. เกรเดียนต์ความเร็วของการกวนเร็ว,  $G_R$  กำหนดให้มีค่าคงที่ประมาณ  $250 \text{ วัต.}^{-1}$  ที่อัตราเร็วสูงสุดของเครื่องกวนผสม 170 รอบ/นาที
2. อุณหภูมิของน้ำดิบ มีค่าเฉลี่ยประมาณ  $29^\circ\text{C}$
3. ปริมาณสารส้ม กำหนดให้มีค่าคงที่ประมาณ 20 มก./ล.

##### 4.1.2 พารามิเตอร์ที่มีค่าแปร

1. เกรเดียนต์ความเร็วของการกวนช้า,  $G_S$  มีค่าแปรเป็น 20 40 60 80 และ 100  $\text{วัต.}^{-1}$  ตามลำดับ
2. เวลาพักน้ำของการกวนเร็ว,  $T_R$  มีค่าแปรเป็น 5 7.5 และ 10 นาที ตามลำดับ
3. เวลาพักน้ำของการกวนช้า,  $T_S$  มีค่าแปรเป็น 10 20 30 และ 40 นาที ตามลำดับ

และอัตราการไหลล้นผิวที่ใช้ในการทดลองมีค่าแปรเป็น 3.15 และ 1.58 ซม./นาที กระทำโดยหลังการกวนช้าปล่อยให้ตกตะกอนเป็นเวลา 2 และ 4 นาที ตามลำดับ แล้วเก็บน้ำตัวอย่างที่อยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 6.3 ซม. ไปวิเคราะห์คุณภาพ อัตราการไหลล้นผิวที่ใช้เป็นค่าของเกณฑ์ออกแบบถึงตกตะกอน



## 4.2 การดำเนินการวิจัย

### 4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบ

น้ำดิบที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำจากบ่อบาดาลและแม่น้ำเจ้าพระยา ในกรุงเทพมหานคร หลังจากเก็บน้ำดิบมาแล้วก็จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้าน ฟิสิกส์และเคมี ได้แก่ พีเอช ความขุ่น ความเป็นด่าง คาร์บอนไดออกไซด์ ความกระด้างทั้งหมด และความกระด้างแคลเซียม เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณปูนขาวและโซดาแอชที่ต้องใช้ในการกำจัดความกระด้างตามสมการที่ (3.11) และ (3.12)

### 4.2.2 สารเคมีที่ใช้

#### 4.2.2.1 ปูนขาว

เป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดความกระด้างคาร์บอเนต ปูนขาวที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดเกรดห้องปฏิบัติการ (laboratory grade) ผลิตโดย May & Baker Ltd. มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีสูตรทางเคมี คือ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  และมีส่วนประกอบดังนี้  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ไม่น้อยกว่า 90% Cl ไม่นเกิน 0.02% Aluminium, Iron และ Acid-Insoluble ไม่นเกิน 0.8%  $\text{SO}_3$  ไม่นเกิน 0.5% As ไม่นเกิน 0.0005% และ Pb ไม่นเกิน 0.001%

#### 4.2.2.2 โซดาแอช

เป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดความกระด้างนอนคาร์บอเนต โซดาแอชที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดเกรดห้องปฏิบัติการ (laboratory grade) ผลิตโดย E. Merck มีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก มีสูตรทางเคมี  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  และมี ส่วนประกอบดังนี้  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ต่ำสุด 99.5% Cl สูงสุด 0.002%  $\text{SO}_4$  สูงสุด 0.005%  $\text{SiO}_2$  สูงสุด 0.002% N สูงสุด 0.001% Pb สูงสุด 0.0005% Al สูงสุด 0.001% Ca สูงสุด 0.005% Fe สูงสุด 0.0005% K สูงสุด 0.01% และ Mg สูงสุด 0.0005%

การเตรียมปูนขาวและโซดาแอช กระทำโดยการชั่งปูนขาวและโซดาแอชใส่ในบีกเกอร์ขนาด 5 มล. และเติมน้ำกลั่นประมาณ 4 มล. แล้วคนให้เป็นสารละลาย



#### 4.2.2.3 สารส้ม

เป็นสารเคมีที่ใช้รวมตะกอน สารส้มที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดเกรดห้องปฏิบัติการ (laboratory grade) ผลิตโดย May & Baker Ltd. มีลักษณะเป็นเกล็ดละเอียด มีสูตรทางเคมี คือ  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$  และมีส่วนประกอบดังนี้  $Al_2(SO_4)_3$  56 - 59% Cl ไม่เกิน 0.02% Fe ไม่เกิน 0.01% และ Pb ไม่เกิน 0.005% การเตรียมสารละลายสารส้มจะเตรียมให้มีความเข้มข้น 10 มก./มล. หรือ 1%

#### 4.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

##### 4.2.3.1 เครื่องกวนผสม

เป็นแบบมาตรฐานทั่วไป (Phipps & Bird, Richmond, Va.) ประกอบด้วยใบพัดสำหรับกวนผสมขนาด 1x3 นิ้ว จำนวน 6 ใบ และสามารถปรับอัตราเร็วได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100 รอบ/นาที (ดูรูปที่ 4.1)

##### 4.2.3.2 โถทดลอง

เป็นโถพลาสติกทรงกระบอกที่มีปริมาตรประมาณ 750 มล. พร้อมอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง (ดูรูปที่ 4.2)

##### 4.2.3.3 เครื่องวัดความขุ่น

สำหรับวัดความขุ่นของน้ำดิบและน้ำที่ผ่านการกำจัด เป็นของ Hach รุ่น 2100A วัดความขุ่นได้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 1000 NTU

##### 4.2.3.4 เครื่องวัดพีเอช

สำหรับวัดพีเอชของน้ำดิบและน้ำที่ผ่านการกำจัด เป็นของ Kent รุ่น 7020 โดยวัดพีเอชได้ 1 ถึง 14 และความต่างศักย์ +1400 ถึง -1400 มิลลิโวลต์

##### 4.2.3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

สำหรับชั่งน้ำหนักของสารเคมีและกระดาษกรอง เป็นของ Sartorius โดยชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 200 ก. และละเอียดถึง 0.1 มก.

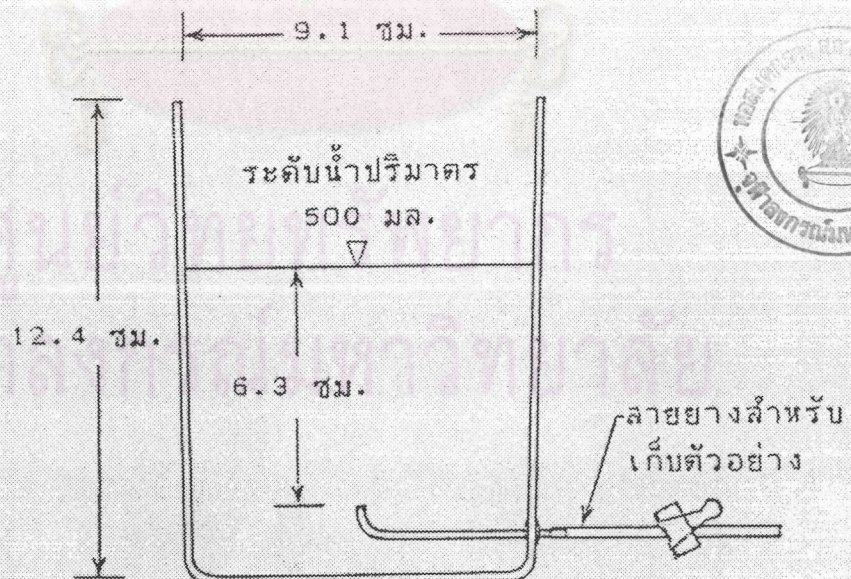
##### 4.2.3.6 กล้องจุลทรรศน์

สำหรับวัดขนาดของฟลอคเป็นของ Leitz Wetzlar เลนส์วัตถุมีกำลังขยาย 4 ถึง 100x และเลนส์ตามีกำลังขยาย 6.3 ถึง 25x





รูปที่ 4.1 เครื่องกวนผสมสำหรับจาร์เทสต์



รูปที่ 4.2 โททลองและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง



#### 4.2.4 วิธีการทดลอง

มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ใช้กระบอกตวงขนาด 500 มล. ตวงน้ำดิบปริมาตร 495 มล. ใส่ในโถทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.2 แล้วกวนเร็วที่  $G_{250}$  250  $\text{วท.}^{-1}$
2. เติมสารละลายปูนขาว (น้ำกลั่นประมาณ 4 มล.) เมื่อน้ำดิบเป็นน้ำบาดาล และสารละลายสารส้ม 10  $\text{มก./มล.}$  จำนวน 1 มล. ลงไปในน้ำดิบในข้อ 1. แล้วกวนเร็วเป็นเวลา 5 นาที  
ถ้า น้ำดิบเป็นน้ำผิวดินให้เติมสารละลายปูนขาว + โซดาแอช (น้ำกลั่นประมาณ 4 มล.) และสารละลายสารส้ม 10  $\text{มก./มล.}$  จำนวน 1 มล.
3. จากนั้นจึงกวนช้าที่  $G_{20}$  20  $\text{วท.}^{-1}$  เป็นเวลา 10 นาที
4. ปิดเครื่องกวนผสมทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 2 และ 4 นาที ตามลำดับ
5. ปล่อยน้ำทิ้งทางสายยางเก็บตัวอย่างเพื่อล้างสายยางประมาณ 5 มล. แล้วจึงเก็บตัวอย่างประมาณ 85 มล. ตามเวลาในข้อ 4.
6. นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่า พีเอช ความขุ่น ความเป็นด่างฟีนอลส์ธาลิน ความเป็นด่างทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด ความกระด้างแคลเซียม และปริมาณตะกอนแห้ง
7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1. ถึง 6. ใหม่ โดยแปรผันค่าเกรเดียนต์ความเร็วของการกวนช้า และเวลากักน้ำของการกวนเร็วและกวนช้า

