



บทที่ 3

แผนงานและการดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการทดลองและวิจัย

การทดลองทั้งหมดกระทำที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปฏิบัติการทั้งหมด 8 ชุดตัวอย่าง

3.1.1 ตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่างน้ำเสียจากกองขยะทั้ง 8 ชุด เก็บจากบริเวณกองขยะ ณ. ที่
กำจัดขยะหนองแขม ชุดตัวอย่างละ 20 ลิตร ทุก 10 วัน

3.1.2 ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ต่างๆของน้ำเสียจากกองขยะทางเคมีและฟิสิกส์ที่ต้องการ
วิเคราะห์ ประกอบด้วย

3.1.2.1 ชุดตัวอย่างน้ำเสียจากกองขยะแต่ละชุดก่อนผ่านกระบวนการ
ทางเคมี ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

3.1.2.2 ชุดตัวอย่างน้ำเสียจากกองขยะที่ผ่านกระบวนการทาง
เคมีด้วยสารส้มที่ให้ประสิทธิผลสูงสุดในแต่ละชุดตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ
ตามที่แสดงในตารางที่ 3.2

3.1.2.3 ชุดตัวอย่างน้ำเสียจากกองขยะในแต่ละปฏิบัติการทดลอง
จาร์เทิลท์ของแต่ละชุดตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆตามที่แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆสำหรับชุดตัวอย่างน้ำเสียจาก
กองขยะแต่ละชุดก่อนผ่านกระบวนการทางเคมี

PARAMETERS.	UNITS.	METHODS.
COLOR	cu.	Visual Comparison Method.
TOTAL COD	mg/l	Dichromate Reflux.
TOTAL BOD	mg/l	Azide Modification of the Winkler.
TOTAL SOLIDS	mg/l	Total Residue Dried at 103-105 C.
TOTAL DISSOLVED SOLIDS	mg/l	Total Filtrable Residue Dried at 103-105 C.
TOTAL VOLATILE SOLIDS	mg/l	Total Volatile Residue Dried at 550 C.
SUSPENDEED SOLIDS	mg/l	Total Suspended Matter Dried at 103-105 C.
NH ₃ -N	mg-N/l	Distillation, Titration.
ORGANIC-N	mg-N/l	Distillation, Digestion & Titration.
TKN	mg-N/l	Digestion, Distillation & Titration.
TOTAL PHOSPHATE	mg-P/l	Digestion (Nitric Acid and Sulfuric Acid) & Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method.
pH	-	Electrometric Method.
TOTAL ALKALINITY	mg-CaCO ₃ /l	Titration. (to pH 4)
FAT, OIL, GREASE.	mg/l	Soxhlet Extraction Method



ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆสำหรับชุดตัวอย่างน้ำเสียจาก
กองขยะที่ผ่านกระบวนการทางเคมีด้วยสารส้มที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในแต่ละชุดตัวอย่าง

PARAMETERS.	UNITS.	METHODS.
COLOR	cu.	Visual Comparison Method.
TOTAL COD	mg/l	Dichromate Reflux.
TOTAL BOD	mg/l	Azide Modification of the Winkler.
TOTAL SOLIDS	mg/l	Total Residue Dried at 103-105 C.
TOTAL DISSOLVED SOLIDS	mg/l	Total Filtrable Residue Dried at 103-105 C.
SUSPENDED SOLIDS	mg/l	Total Suspended Matter Dried at 103-105 C.
NH ₃ -N	mg-N/l	Distillation, Titration.
ORGANIC-N	mg-N/l	Distillation, Digestion & Titration.
TKN	mg-N/l	Digestion, Distillation & Titration.
TOTAL PHOSPHATE	mg-P/l	Digestion (Nitric Acid and Sulfuric Acid) & Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method.
pH	-	Electrometric Method.
TOTAL ALKALINITY	mg-CaCO ₃ /l	Titration. (to pH 4)
FAT, OIL, GREASE.	mg/l	Soxhlet Extraction Method



ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆสำหรับชุดตัวอย่างน้ำเสียจาก
กองขยะในแต่ละปฏิบัติการทดลองจาร์เทสท์ของแต่ละชุดตัวอย่าง

PARAMETERS.	UNITS.
CHEMICAL DOSAGES	mg/l , ml/l
COLOR	cu.
pH	-
TURBIDITY	NTU.
SLUDGE DEPTH	cm.

3.2 การดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเตรียมสารละลายเคมีต่างๆ

3.2.1.1 สารส้ม[100 กรัม/ลิตร] ละลายสารส้ม 100 กรัม ใน
น้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวด
วัดปริมาตรขนาด 1.0 ลิตร

3.2.1.2 ปูนขาว[5 กรัม/ลิตร] ละลายปูนขาว 5 กรัม ในน้ำกลั่น
ปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ในขวดวัดปริมาตร
ขนาด 1.0 ลิตร

3.2.1.3 เฟอร์ริกคลอไรด์[15 กรัม/ลิตร] ละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ 15
กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวด
วัดปริมาตรขนาด 1.0 ลิตร

3.2.1.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์[6 นอร์มัล] ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
240 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นใน
ขวดวัดปริมาตรขนาด 1.0 ลิตร

3.2.1.5 กรดไฮโดรคลอริก[1+1] ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาตร
100 มล. ในกระบอกตวงเทเข้าลงในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มล.

3.2.1.6 กรดไฮโดรคลอริก[1+5] ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ปริมาตร 100 มล. ในกระบอกตวงเท้าลงในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มล.

ตารางที่ 3.4 สารละลายเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	ความเข้มข้น
สารส้ม	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$	100 กรัม/ลิตร
ปูนขาว	$Ca(OH)_2$	5 กรัม/ลิตร
เฟอร์ริกคลอไรด์	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	15 กรัม/ลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์	NaOH	6 นอร์มัล
กรดไฮโดรคลอริก	HCl	1+1, 1+5

3.2.1.7 พิคคลิ่ง เวสต์(Pickling Waste) เป็นสารละลายที่ได้จาก กระบวนการผลิตเหล็ก ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 1-2 โดยทั่วไปมีองค์ประกอบหลักคือ เฟอร์ริกคลอไรด์(ประมาณ 20-25% หรือประมาณ 10% ในเทอมเหล็กทั้งหมด)และกรดไฮโดรคลอริก จากการวิเคราะห์สารละลายพิคคลิ่ง เวสต์(Pickling Waste) ที่นำมาใช้พบว่า มีปริมาณเหล็กทั้งหมด 8% และค่าความเป็นกรด 194,625 มก./ลิตร

3.2.1.8 สารละลายโพลีเมอร์

ก. สารโพลีเมอร์ Accofloc C 481 [0.5 กรัม/ลิตร] ละลาย สารโพลีเมอร์ Accofloc C 481 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำ ให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

ข. สารโพลีเมอร์ Superfloc C 481 [0.5 กรัม/ลิตร] ละลาย สารโพลีเมอร์ Superfloc C 481 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำ ให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

ค. สารโพลีเมอร์ Accofloc A 100 [0.5 กรัม/ลิตร] ละลาย สารโพลีเมอร์ Accofloc A 100 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำ ให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

ง. สารโพลีเมอร์ Accofloc A 150 [0.5 กรัม/ลิตร] ละลายสารโพลีเมอร์ Accofloc A 150 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

จ. สารโพลีเมอร์ Accofloc N 100 [0.5 กรัม/ลิตร] ละลายสารโพลีเมอร์ Accofloc N 100 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

ฉ. สารโพลีเมอร์ Accofloc N 100S [0.5 กรัม/ลิตร] ละลายสารโพลีเมอร์ Accofloc N 100S 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

ช. สารโพลีเมอร์ Calgon 233 [0.5 กรัม/ลิตร] ละลายสารโพลีเมอร์ Calgon 233 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.8 ลิตร จากนั้นทำให้มีปริมาตร 1.0 ลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร

ตารางที่ 3.5 สารโพลีเมอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

ประเภทของไอออน	ชื่อสารโพลีเมอร์	ความเข้มข้น
Cationic	Accofloc C 481	0.5 กรัม/ลิตร
	Superfloc C 481	0.5 กรัม/ลิตร
Anionic	Accofloc A 100	0.5 กรัม/ลิตร
	Accofloc A 150	0.5 กรัม/ลิตร
Nonionic	Accofloc N 100	0.5 กรัม/ลิตร
	Accofloc N 100S	0.5 กรัม/ลิตร
	Calgon 233	0.5 กรัม/ลิตร

3.2.1.9 สารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ทางเคมีเตรียมตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (APHA, AWWA and the WPCF, 1976)

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในปฏิบัติการทดลอง

- ชุดอุปกรณ์จาร์เทสท์ (Six Paddle Stirrer: PHIPPS & BIRD, INC.)
- เครื่องกวนด้วยแท่งแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer: BIOTRON.)
- เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH Meter 7020: KENT)
- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectronic 20: BAUSCH & LOMB.)
- เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter 2100 A: HACH)
- ชุดตรวจวัดสี (Color Test Kit : HACH)
- ชุดหลอดเนสเลอร์ (Nessler Tube Set.)
- กระจกพลาสติกใสที่มีท่อระบายน้ำตัวอย่าง ความจุ 0.8 ลิตร

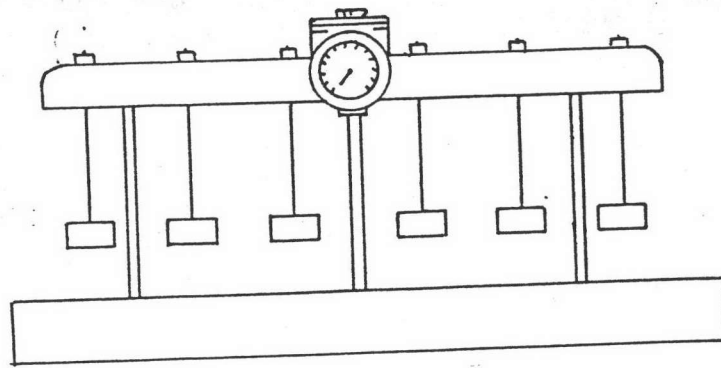
3.2.4 วิธีการทดลอง

3.2.4.1 การเตรียม Titration Curve

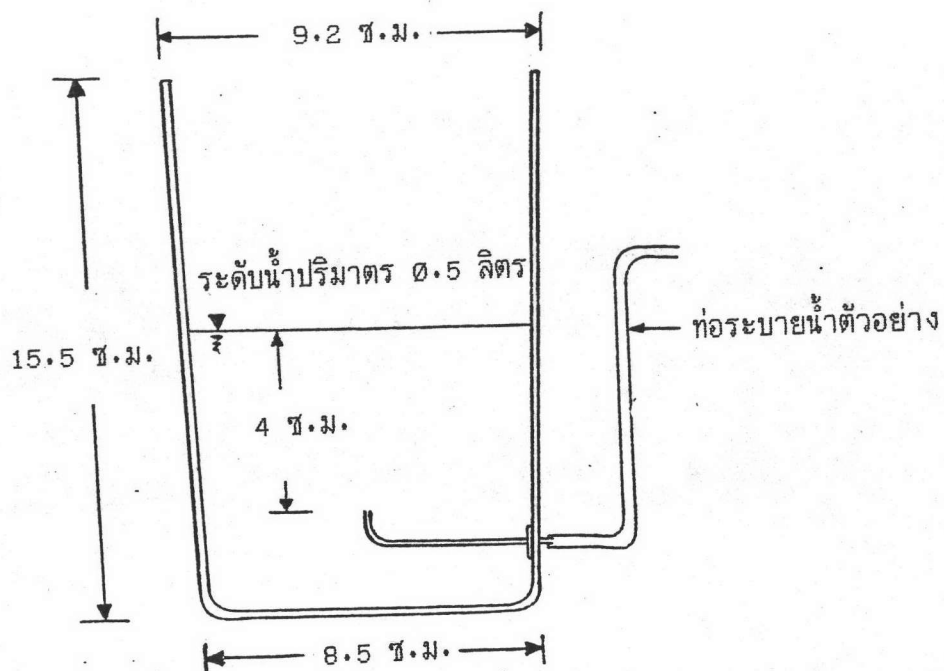
การทำ titration curve เพื่อหาปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้ในการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยการเติมสารเคมีปริมาณหนึ่งลงในตัวอย่างน้ำเสียจากกองขยะซึ่งอาจมีสารเคมีอื่นเติมร่วมอยู่ในปริมาณหนึ่งตามต้องการ แล้วปฏิบัติการต่อเนื่องบันทึกการเปลี่ยนแปลงนำไปสร้างกราฟ ใช้หาปริมาณการใช้สารเคมีนั้นๆ ณ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต้องการได้

3.2.4.2 การปฏิบัติการจาร์เทสท์

- เติมตัวอย่างน้ำเสียใส่ในถ้วยทดลองให้มีปริมาตร 0.5 ลิตร จำนวน 6 ใบ
- กวนด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาที นาน 5 นาที
- เติมสารเคมีชนิดและปริมาณที่ต้องการลงในแต่ละกระบอก เมื่อเริ่มทำการกวนตัวอย่างน้ำ
- กวนด้วยความเร็ว 40 รอบ/นาที นาน 15 นาที
- หยุดการกวนและทิ้งให้ตกตะกอน 40 นาที
- วัดความสูงชั้นตะกอนและเก็บตัวอย่างน้ำ



อุปกรณ์จารีเทสท์



ถ้วยทดลอง

รูปที่ 3.1 ถ้วยทดลองและอุปกรณ์จารีเทสท์