



บทที่ 4

การวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง วิธีการวางแผนการวิจัย เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย วิธีการวิจัย ผลการวิจัย วิเคราะห์ผลการวิจัย และสรุปผลการวิจัย

4.1 วิธีการวางแผนการวิจัย

การวางแผนการวิจัย (78-81) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการช่วยให้การวิจัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ

1. กำหนดสมมุติฐานเชิงสถิติ และวางแผนวิธีการเพื่อเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมุติฐาน
2. กำหนดกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน
3. เก็บข้อมูลตามที่ได้วางแผนวิธีการไว้
4. วิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการที่ได้วางแผน
5. ตัดสินใจเกี่ยวกับสมมุติฐาน โดยอิงหลักเกณฑ์ทางสถิติ และกฎเกณฑ์ตามข้อ 2 ตลอดจนโอกาสที่จะเป็นไปได้ และที่จะเกิดความผิดพลาด

แนวทางปฏิบัติเพื่อให้ได้การวิจัยที่เหมาะสม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

4.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 1.2 วัตถุประสงค์หลักของการวิจัย คือ ศึกษผลของตัวแปรทำงานที่มีต่อประสิทธิภาพการคัดขนาดดินขาวด้วยไฮโดรไซโคลนขนาด 2 นิ้ว

4.1.2 กำหนดตัวแปรตาม (Dependent หรือ Response Variable)

ตัวแปรตามที่ใช้หาประสิทธิภาพการคัดขนาดดินขาวด้วยไฮโดรไซโคลนขนาด

2 นิ้ว คือ

- 1) จุดตัดหรือขนาดที่แยกได้ , d_{50}
- 2) ความหนืดของการคัดขนาด , I
- 3) เปอร์เซนต์การเก็บดินขาวรวม, Rec ขนาด -10 ไมครอน, R10 และขนาด -2 ไมครอน, R2 ที่อยู่ในส่วนละเอียด

4.1.3 กำหนดตัวแปรอิสระหรือแฟกเตอร์ (Independent Variables or Factors) และระดับ (Level) ของแฟกเตอร์

แฟกเตอร์และระดับของแฟกเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้แก่

- 1) ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน , P มี 2 ระดับ คือ 24 และ 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว
- 2) ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน , S มี 2 ระดับ คือ 6 และ 10 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก
- 3) ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน , A มี 2 ระดับ คือ 3 และ 6.5 มิลลิเมตร
- 4) ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน , VF มี 2 ระดับ คือ 8 และ 14.3 มิลลิเมตร

4.1.4 กำหนดแบบแผนการทดลอง (Experimental Design)

เนื่องจากตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับประสิทธิภาพการคัดขนาดของไฮโดรไซโคลนที่ถือเอา ขนาด d_{50} และความหนืดของการคัดขนาด เป็นเกณฑ์ ดังนั้นการทดลองแบบแฟกเตอร์เรียล (Factorial Experiment) จึงเหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากประหยัดเวลา ตลอดจนศึกษาผลของตัวแปรทำงานที่มีต่อประสิทธิภาพการคัดขนาดได้หลายตัวแปรพร้อมกัน ที่สำคัญคือ สามารถบอกถึงความสำคัญของปฏิริยาสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างตัวแปรด้วย

สำหรับการวิจัยนี้ ได้กำหนดแบบแผนการทดลองเป็นแบบ 2^4 แฟกเตอร์เรียล คือประกอบไปด้วยแฟกเตอร์แบบเจาะจง (Fixed) 4 ตัว แต่ละแฟกเตอร์มีระดับของแฟกเตอร์ 2 ระดับ สำหรับรูปแบบของการทดลองเป็นแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design , CRD) แบบแผนการทดลองสำหรับการวิจัยนี้ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แบบแผนการทดลองแบบ 2^4 แฟกตอเรียล เพื่อหาขนาด d_{50} ความหนืดของการคัดขนาด และเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวที่อยู่ในส่วนละเอียด

การทดลอง ที่	S	VF	A	P
FX01	6	8.0	3.0	24
FX02				36
FX03			6.5	24
FX04				36
FX05		14.3	3.0	24
FX06				36
FX07			6.5	24
FX08				36
FX09	10	8.0	3.0	24
FX10				36
FX11			6.5	24
FX12				36
FX13		14.3	3.0	24
FX14				36
FX15			6.5	24
FX16				36

หมายเหตุ

- S = ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน มี 2 ระดับคือ 6 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
 VF = ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลอน มี 2 ระดับคือ 8 และ 14.3 มิลลิเมตร
 A = ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลอน มี 2 ระดับคือ 3 และ 6.5 มิลลิเมตร
 P = ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน มี 2 ระดับคือ 24 และ 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

4.1.5 กำหนดสมมติฐานเชิงสถิติที่ใช้ในการทดสอบ (Statistical Hypothesis Testing)

- 1) $H_0 : S_1 = S_2 = 0$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } S_1 \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 2) $H_0 : VF_1 = VF_2 = 0$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } VF_j \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 3) $H_0 : A_1 = A_2 = 0$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } A_k \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 4) $H_0 : P_1 = P_2 = 0$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } P_1 \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 5) $H_0 : (S VF)_{ij} = 0 \text{ ทุก } i \text{ และ } j$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } (S VF)_{ij} \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 6) $H_0 : (S A)_{ik} = 0 \text{ ทุก } i \text{ และ } k$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } (S A)_{ik} \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 7) $H_0 : (S P)_{il} = 0 \text{ ทุก } i \text{ และ } l$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } (S P)_{il} \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 8) $H_0 : (VF A)_{jk} = 0 \text{ ทุก } j \text{ และ } k$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } (VF A)_{jk} \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$
- 9) $H_0 : (VF P)_{j1} = 0 \text{ ทุก } j \text{ และ } l$
 $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุด } (VF P)_{j1} \text{ ตัวใดตัวหนึ่ง } \neq 0$

- 10) $H_0 : (A P)_{k1} = 0$ ทุก k และ l
 $H_1 :$ อย่างน้อยที่สุด $(A P)_{k1}$ ตัวใดตัวหนึ่ง $\neq 0$
- 11) $H_0 : (S VF A)_{1jk} = 0$ ทุก i, j และ k
 $H_1 :$ อย่างน้อยที่สุด $(S VF A)_{1jk}$ ตัวใดตัวหนึ่ง $\neq 0$
- 12) $H_0 : (S VF P)_{1j1} = 0$ ทุก i, j และ l
 $H_1 :$ อย่างน้อยที่สุด $(S VF P)_{1j1}$ ตัวใดตัวหนึ่ง $\neq 0$
- 13) $H_0 : (S A P)_{1k1} = 0$ ทุก i, k และ l
 $H_1 :$ อย่างน้อยที่สุด $(S A P)_{1k1}$ ตัวใดตัวหนึ่ง $\neq 0$
- 14) $H_0 : (VF A P)_{jk1} = 0$ ทุก j, k และ l
 $H_1 :$ อย่างน้อยที่สุด $(VF A P)_{jk1}$ ตัวใดตัวหนึ่ง $\neq 0$

โดยที่

- H_0 = สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis)
 H_1 = สมมติฐานเสริม (Alternative Hypothesis)
 S_1 = อิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน (S)
 VF_j = อิทธิพลของขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโคลน (VF)
 A_k = อิทธิพลของขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโคลน (A)
 P_1 = อิทธิพลของความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน (P)
 $(S VF)_{1j}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S และ VF
 $(S A)_{1k}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S และ A
 $(S P)_{11}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S และ P
 $(VF A)_{jk}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง VF และ A
 $(VF P)_{j1}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง VF และ P
 $(A P)_{k1}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง A และ P
 $(S VF A)_{1jk}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S, VF และ A
 $(S VF P)_{1j1}$ = อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S, VF และ P

$$\begin{aligned} (S A P)_{ik1} &= \text{อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S, A และ P} \\ (VF A P)_{jk1} &= \text{อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง VF, A และ P} \\ i, j, k \text{ และ } l &= 2 \end{aligned}$$

4.1.6 กำหนดกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

เกณฑ์สถิติ (Test Statistic) ที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานเชิงสถิติของการทดลองนี้คือ ค่าการกระจายแบบเอฟ (F-Distribution) โดยมีระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) ที่มีโอกาส หรือความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก ทั้ง ๆ ที่สมมุติฐานหลักเป็นจริง ที่ระดับ 0.05, 0.025 และ 0.01 ตามลำดับ

4.1.7 กำหนดรูปแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์

$$\begin{aligned} Y_{ijk1} &= \mu + S_i + VF_j + A_k + P_l + (S VF)_{ij} + (S A)_{ik} + (S P)_{il} \\ &+ (VF A)_{jk} + (VF P)_{jl} + (A P)_{kl} + (S VF A)_{ijk} \\ &+ (S VF P)_{ijl} + (S A P)_{ikl} + (VF A P)_{jkl} + (S VF A P)_{ijkl} \end{aligned}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} Y_{ijk1} &= \text{ขนาด } d_{50} \text{ ความหมดจดของการตัดขนาด หรือ} \\ &\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดดินขาวที่อยู่ในส่วนละเอียด} \\ \mu &= \text{ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง} \\ (S VF A P)_{ijkl} &= \text{อิทธิพลของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง S, VF, A และ} \\ &\text{P ซึ่งกำหนดให้เป็นความคลาดเคลื่อน หรือผิดพลาดของการทดลอง} \end{aligned}$$

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดขนาดดินขาวด้วยไฮโดรไซโคลอน

- ไฮโดรไซโคลอน ขนาด 50 มิลลิเมตร รุ่น C124 ของ Mozley ซึ่ง

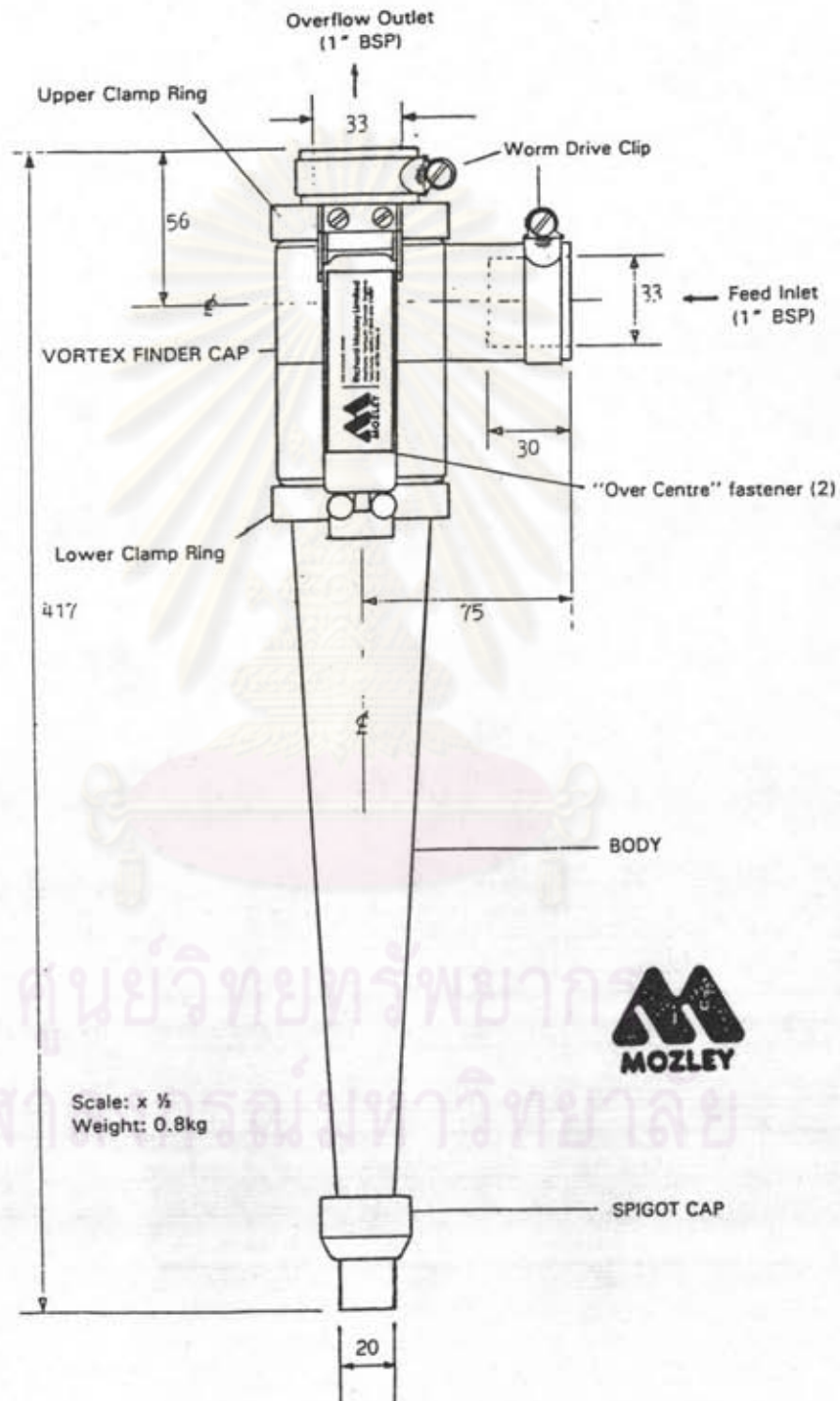
มีมิติดังที่ได้แสดงไว้ในรูป 4.1 และประกอบไปด้วยทางออกส่วนละเอียดและทางออกส่วนหยาบที่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ ดังที่ได้แสดงไว้ในรูป 4.2 ซึ่ง ขนาดทางออกส่วนละเอียดมีด้วยกัน 3 ขนาดคือ 14.3 , 11 และ 8 มิลลิเมตร ส่วนขนาดทางออกส่วนหยาบมีด้วยกัน 4 ขนาดคือ 8, 6.5, 4.5 และ 3 มิลลิเมตร ไฮโดรไซโคลนถูกต่อเป็นวงจรวัด (Close Circuit) และติดตั้งบนแท่นทดลอง (Test Rig) รุ่น C700 ดังรูปที่ 4.3

2. กาลละมั่ง ขนาด 50 ลิตร ใช้สำหรับเตรียมน้ำดินขาวที่จะป้อนลงถัง (Sump) ขนาด 40 ลิตร ที่ติดตั้งบนแท่นทดลอง
3. ตะแกรงคัดขนาด ขนาดรูตะแกรง 150 ไมครอน ใช้สำหรับกรองขยะออกจากน้ำดินขาวที่จะป้อนเข้าสู่ไฮโดรไซโคลน
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น EB-50K-22 หนัก 50 กิโลกรัม
5. นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน
6. บีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร และถังรองรับขนาด 10 ลิตร ใช้สำหรับเก็บส่วนหยาบและละเอียดที่ผ่านการคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน
7. สายยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ใช้สำหรับดูดน้ำใสออกจากส่วนหยาบและละเอียด ที่ผ่านการคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน
8. ถาดสังกะสี 2 ถาด ใช้สำหรับใส่ดินขาวที่ได้จากส่วนหยาบและละเอียด
9. เต้าอบไฟฟ้า ที่ตั้งเวลาและปรับอุณหภูมิได้ ยี่ห้อ SANYO รุ่น MOV 202
10. แปรงปิดฝุ่น
11. ถังพลาสติก
12. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SARTORIUS

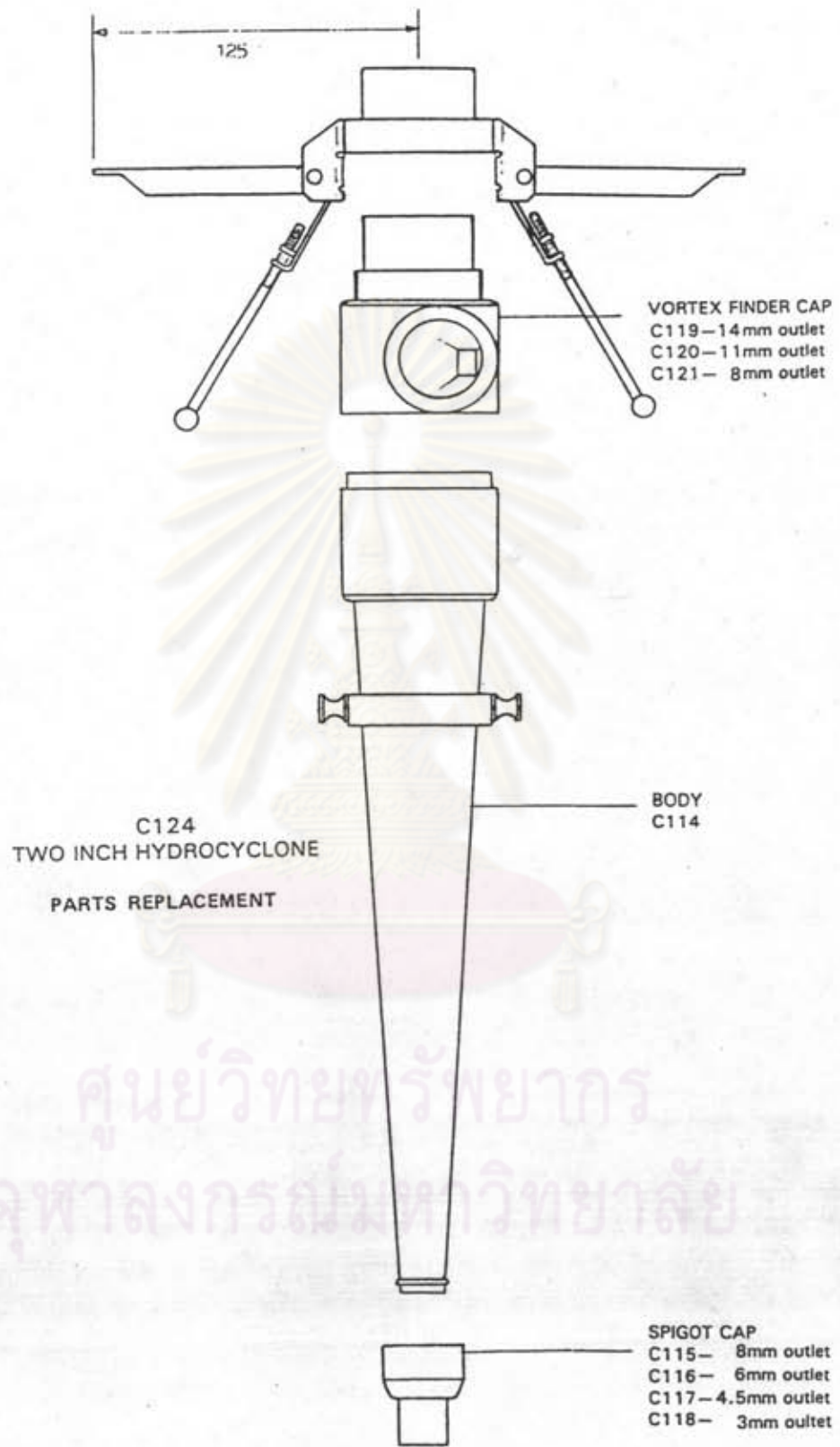
หนัก 2,000 กรัม

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C124
TWO INCH HYDROCYCLONE
GENERAL ARRANGEMENT

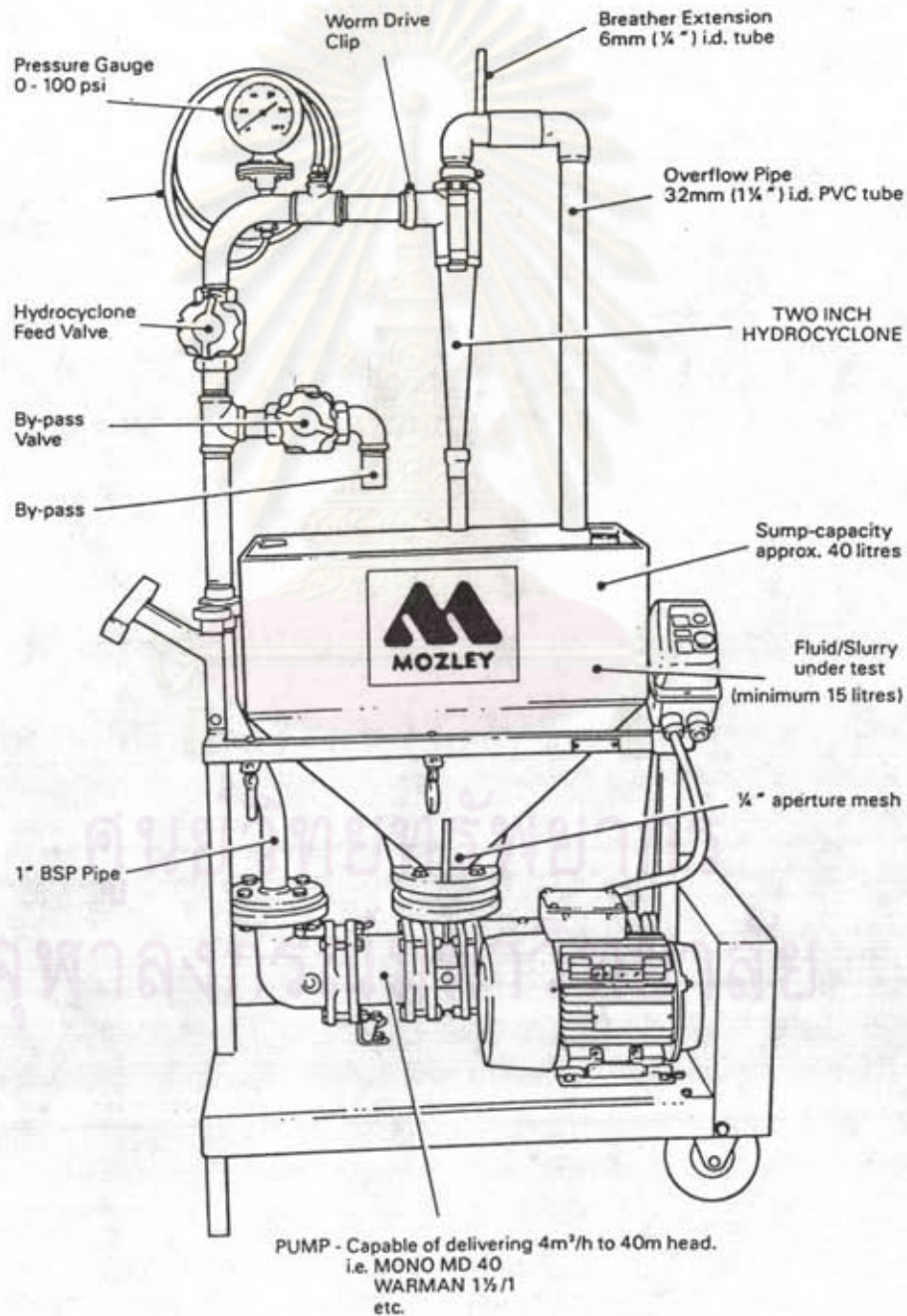


รูปที่ 4.1 ไฮโดรไซโคลน ขนาด 50 มิลลิเมตร รุ่น C124 ของ Mozley (82)



รูปที่ 4.2 ขนาดทางออกส่วนหยวนและส่วนละเอียดที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ของไฮโดรไซโคลนรุ่น C124 ของ Mozley (82)

**C124
TWO INCH HYDROCYCLONE
RECOMMENDED TEST RIG**



รูปที่ 4.3 แทนทดลอง รุ่น C700 พร้อมไฮโดรไซโคลน รุ่น C124 ของ Mozley (83)

4.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดดินขาวด้วยตะแกรงสั่นแบบเปียก

- ชุดตะแกรงวิเคราะห์ขนาด มาตรฐาน ASTM E-11-70 ที่มีขนาดรูตะแกรง 75, 63, 53, 45 และ 38 ไมครอน พร้อมฝาปิดและถาดรองรับ (Pan) และเครื่องสั่นตะแกรงยี่ห้อ FRITSCH ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ชุดตะแกรงวิเคราะห์ขนาดพร้อมเครื่องสั่นตะแกรง

2. โจนริฟเฟิล (Jone Riffle)
3. ครกเซรามิก
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งละเอียดชนิดนิยมนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SARTORIUS หนัก 2,000 กรัม
5. ถาดสังกะสี 5 ถาด ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างดินขาวที่ค้างตะแกรงแต่ละชั้น และถังรองรับขนาด 10 ลิตร ใช้สำหรับเก็บน้ำดินขาวขนาด -38 ไมครอน
6. สายยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ใช้สำหรับดูดน้ำใสออกจากตัวอย่างดินขาวที่ค้างตะแกรงแต่ละชั้น และจากถังรองรับ
7. เตารอบไฟฟ้าที่ตั้งเวลาและปรับอุณหภูมิได้ ยี่ห้อ SANYO รุ่น MOV 202
8. แปรงปัดฝุ่น
9. ถุงพลาสติก

4.2.3 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดด้วยเครื่องวิเคราะห์ขนาด Shimadzu Centrifugal Particle Size Analyzer SA-CP2

1. เครื่องวิเคราะห์ขนาด Shimadzu Centrifugal Particle Size Analyzer SA-CP2 ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 เครื่องวิเคราะห์ขนาด Shimadzu Centrifugal Particle Size Analyzer SA-CP2

2. เต้าอบไฟฟ้าที่ตั้งเวลาและปรับอุณหภูมิได้ ยี่ห้อ SANYO รุ่น MOV 202
3. เดสิคเคเตอร์ (Desiccator)
4. ครกเซรามิก
5. ขวดหาความถ่วงจำเพาะ Pycnometer
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งละเอียดกณนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SARTORIUS

พิกัด 2,000 กรัม

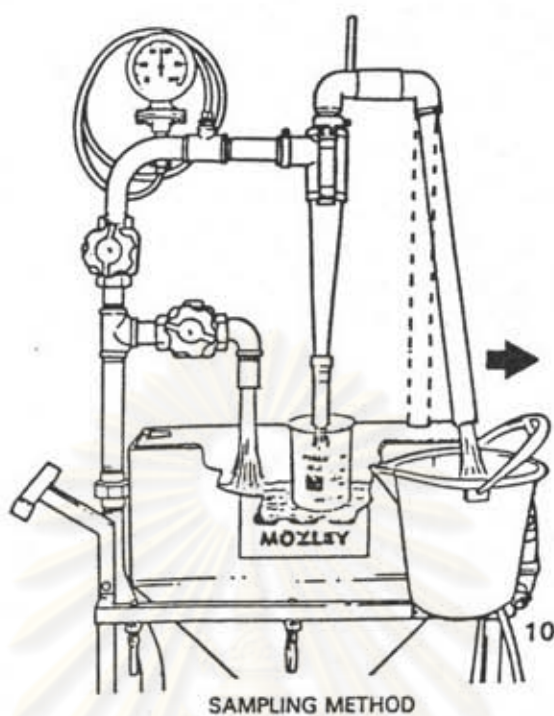
7. ขวดน้ำล้าง (Wash Bottle) พร้อมน้ำกลั่น
8. บีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร และขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 2 ใบ
9. ตัวทำกระจาย (Dispersing Agent) คือ โซเดียมเฮกซะเมตา

ฟอสเฟต (Sodium Hexametaphosphate, $(\text{NaPO}_3)_{12-13} \text{Na}_2\text{O}$) เกรด AR

10. กระจกนาฬิกา (Watch Glass)
11. กระบอกลวดขนาด 100 มิลลิลิตร
12. เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer) ยี่ห้อ Mitamura Riken Kogyo
13. หลอดดูด (Dropper)
14. เทอร์มิเตอร์
15. เมทรานอล (Methanol, CH_3OH) เกรด AR
16. กระจกหรือผ้าเช็ดเลนส์

4.3 วิธีการวิจัย

1. นำดินขาวที่จะทำการคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน มาเตรียมเป็นน้ำดินขาวในกาลามังให้ได้ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่จะป้อนเข้าสู่ไฮโดรไซโคลน ตามที่กำหนดไว้
2. ทำการคัดขนาดดินขาวด้วยไฮโดรไซโคลน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - ก) ประกอบตัวไฮโดรไซโคลนด้วยทางออกส่วนหยาบและละเอียด ตามขนาดที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำไปติดตั้งบนแท่นทดลองที่ต่อเป็นวงจรปิด
 - ข) ล้างทำความสะอาด ระบบท่อ ป้อน และถัง (Sump) โดยการเติมน้ำลงไปในถัง แล้วเปิดวาล์วระบายของป้อน และถัง (Drain Pump and Sump Valve) พร้อมกับเปิดสวิตช์ป้อน เมื่อน้ำในถังหมด ปิดสวิตช์ป้อน วาล์วระบายของป้อนและถังตามลำดับ
 - ค) เปิดวาล์วทางผ่าน (By - Pass Valve) ปิดวาล์วทางเข้าร่ป้อน (Feed Valve) นำน้ำดินขาวที่เตรียมไว้แล้วเทใส่ลงไปในถัง พร้อมเดินเครื่องโดยการเปิดสวิตช์ป้อน เพื่อป้องกันการอุดตันในระบบท่อและป้อน เนื่องจากการตกตัวของดินขาว
 - ง) นำตะแกรงขนาด 150 ไมครอน กรองเอาขยะออกจากน้ำดินขาวที่ท่อทางผ่าน (By - Pass) เพื่อป้องกันการอุดตันที่ท่อทางเข้าร่ป้อน และทางออกส่วนหยาบ
 - จ) ปรับความดันของน้ำดินขาวที่ป้อนเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนตามที่กำหนดไว้ โดยการเปิดวาล์วทางเข้าร่ป้อน ในขณะที่ปิดวาล์วทางผ่าน
 - ฉ) เก็บตัวอย่างส่วนหยาบและส่วนละเอียด ที่ได้จากการคัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน ในบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร และถังรองรับขนาด 10 ลิตร ที่ซึ่งน้ำหนักแล้ว วิธีการเก็บตัวอย่างได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.6 จับเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างด้วยนาฬิกาจับเวลา เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการไหล (Flowrate) ของส่วนหยาบและละเอียดต่อไป



รูปที่ 4.6 วิธีการเก็บตัวอย่างส่วนหยาบ และส่วนละเอียด ที่ได้จากการตัดขนาดด้วยไฮโดรไซโคลน (83)

ช) นำบีกเกอร์ และถังรองรับที่บรรจุส่วนหยาบและส่วนละเอียด ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า Shimadzu บันทึกน้ำหนักรวมที่ชั่งได้ หลังจากนั้นเทน้ำดินขาวที่ได้ใส่ลงในภาตสังกะสี ปล่อยให้ดินขาวตกตัวจนน้ำใส ดูดน้ำใสทิ้งด้วยสายยางโดยวิธีกาลักน้ำ (Syphon)

ข) น้ำดินขาวที่ได้ไปอบแห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส ทั้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักของส่วนหยาบ และส่วนละเอียด ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SARTORIUS บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้ คำนวณหาความเข้มข้นของน้ำดินขาวของส่วนหยาบและส่วนละเอียดดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของน้ำดินขาว} = \frac{\text{น้ำหนักดินขาว}}{\text{น้ำหนักของน้ำดินขาว}} \times 100$$

ณ) ปิดสวิตช์ปั๊ม เปิดวาล์วระบายของปั๊มและถัง ล้างทำความสะอาด ระบบท่อปั๊ม ถัง และ ไฮโดรไซโคลน

3. นำตัวอย่างดินขาวที่ได้จากส่วนหยาบและส่วนละเอียด ไปทำการวิเคราะห์ขนาดด้วยตะแกรงเส้นแบบเปียก และเครื่องวิเคราะห์ขนาด Shimadzu Centrifugal Particle Size Analyzer SA-CP2 ตามกรรมวิธีในภาคผนวก ข และ ค ตามลำดับ

4. นำผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยตะแกรงเส้นแบบเปียก และเครื่องวิเคราะห์ขนาด Shimadzu Centrifugal Particle Size Analyzer SA-CP2 ไปคำนวณและสร้างเส้นโค้งประสิทธิภาพ และหาขนาด d_{50} และความหมดจดของการคัดขนาดจากเส้นโค้งประสิทธิภาพ ตามกรรมวิธีในภาคผนวก ง.

4.4 ผลการวิจัย

ตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

Size (Microns)	Wt. (gms)	% Wt.	% Passing
+38	10.87	5.45	
-38+30	12.25	6.15	94.55
-30+20	29.41	14.75	88.40
-20+10	54.11	27.14	73.65
-10+8	10.75	5.39	46.52
-8+6	14.14	7.09	41.13
-6+5	8.67	4.35	34.04
-5+4	12.07	6.05	29.69
-4+3	11.69	5.86	23.64
-3+2	12.44	6.24	17.77
-2	23.00	11.53	11.53
Total	199.40	100.00	

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ FX01 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนและเอียงของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความดันลวดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no.	FX01
Hydrocyclone	Mozley 2 inch dia.
Vortex finder (mm)	8.00
Spigot (mm)	3.00
Pressure drop (psi)	24.00
% Solid of feed (w/w)	6.00
% Solid of UF (w/w)	28.54
% Solid of OF (w/w)	2.28
UF flowrate (M ³ /Hr)	0.16
OF flowrate (M ³ /Hr)	1.12
	Dilution ratio of feed : 15.67
	Dilution ratio of UF : 2.50
	Dilution ratio of OF : 42.92
	Rec. of feed liquid to UF : 10.78
	Feed flourate (M ³ /Hr) : 1.28

Size (Microns)	RMS. Size		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: Feed	% of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF			
+38	12.39	0.36	6.21	0.18	4.19	0.06	4.25	98.62	98.45		
30-38	8.42	3.00	4.22	1.50	2.85	0.49	3.33	85.37	83.60		
20-30	36.87	10.21	18.48	5.09	12.46	1.66	14.12	88.25	86.84		
10-20	76.72	9.81	38.45	4.89	25.93	1.59	27.52	94.21	93.51		
8-10	17.96	4.61	9.00	2.30	6.07	0.75	6.82	89.03	87.71		
6-8	17.78	15.62	8.91	7.79	6.01	2.54	8.54	70.32	66.73		
5-6	7.11	16.02	3.56	7.99	2.40	2.60	5.00	48.03	41.75		
4-5	6.18	19.83	3.10	9.88	2.09	3.22	5.31	39.34	32.01		
3-4	3.46	4.68	2.34	13.58	1.58	4.42	6.00	26.34	17.44		
2-3	2.45	3.56	1.78	13.97	1.20	4.55	5.75	20.89	11.33		
-2	1.41	7.86	3.94	32.84	2.66	10.70	13.35	19.89	10.22		
Total	199.53	200.64	100.00	100.00	67.43	32.57	100.00				

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองที่ FX02 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำต้นขาที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความเข้มข้นของน้ำต้นขาที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX02
 Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.
 Vortex finder (mm) : 8.00
 Spigot (mm) : 3.00
 Pressure drop (psi) : 36.00
 % Solid of feed (w/w) : 6.00
 % Solid of UF (w/w) : 31.41
 % Solid of OF (w/w) : 2.10
 UF flowrate (M³/Hr) : 0.18
 OF flowrate (M³/Hr) : 1.34

Dilution ratio of feed : 15.67
 Dilution ratio of UF : 2.18
 Dilution ratio of OF : 46.66
 Rec. of feed liquid to UF : 9.71
 Feed flowrate (M³/Hr) : 1.52

Size (Microns)	RMS.Size (Microns)		Mt. (gms)		Mt. %		Mt. % of feed		Reconstituted % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	Feed		
+38	41.35	11.73	0.31	5.89	0.15	4.11	0.05	4.15	98.88	98.76	
20-38	27.57	35.43	10.60	17.79	5.29	12.40	1.60	14.00	88.54	87.31	
10-20	14.14	84.17	9.20	42.25	4.59	29.45	1.39	30.84	95.49	95.00	
8-10	8.94	18.56	4.20	9.32	2.10	6.49	0.64	7.13	91.08	90.12	
6-8	6.93	14.62	10.60	7.34	5.29	5.12	1.60	6.72	76.13	73.56	
5-6	5.48	8.25	13.60	4.14	6.79	2.89	2.06	4.94	58.37	53.89	
4-5	4.47	6.75	20.80	3.39	10.38	2.36	3.15	5.51	42.86	36.71	
3-4	3.46	4.12	27.80	2.07	13.88	1.44	4.21	5.65	25.54	17.53	
2-3	2.45	3.37	31.60	1.69	15.78	1.18	4.78	5.96	19.80	11.17	
-2	1.41	12.18	71.60	6.12	35.75	4.26	10.84	15.10	28.23	20.51	
Total	199.20	200.30	100.00	100.00	69.69	30.31	100.00	100.00			

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองที่ FX03 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดีขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความต้านทานของน้ำดีขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no.	FX03
Hydrocyclone	Mozley 2 inch dia.
Vortex finder (mm)	8.00
Spigot (mm)	6.50
Pressure drop (psi)	24.00
% Solid of feed (w/w)	6.00
% Solid of UF (w/w)	10.96
% Solid of OF (w/w)	1.79
UF flowrate (M ³ /Hr)	0.68
OF flowrate (M ³ /Hr)	0.74
	Dilution ratio of feed : 15.67
	Dilution ratio of UF : 8.12
	Dilution ratio of OF : 54.87
	Rec. of feed liquid to UF : 43.49
	Feed flowrate (M ³ /Hr) : 1.42

Size (Microns)	RMS.Size		Wt.(gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF		
+38	41.35	11.39	0.54	0.54	5.91	0.31	4.95	0.05	99.01	98.25
30-38	33.76	13.79	2.83	2.83	7.15	1.60	6.00	0.26	95.88	92.72
20-30	24.49	23.95	5.14	5.14	12.42	2.89	10.42	0.47	95.71	92.41
10-20	14.14	57.51	12.04	12.04	29.83	6.78	25.01	1.09	95.81	92.59
8-10	8.94	18.14	9.21	9.21	9.41	5.18	7.89	0.84	90.41	83.04
6-8	6.93	23.04	13.28	13.28	11.95	7.48	10.02	1.21	89.25	80.98
5-6	5.48	11.07	6.38	6.38	5.74	3.59	4.81	0.58	89.26	81.00
4-5	4.47	5.99	7.62	7.62	3.11	4.29	2.60	0.69	79.01	62.86
3-4	3.46	8.34	21.25	21.25	4.33	11.96	3.63	1.93	65.28	38.56
2-3	2.45	7.80	29.22	29.22	4.05	16.45	3.39	2.65	56.11	22.33
-2	1.41	11.79	70.14	70.14	6.12	39.48	5.13	6.37	44.60	1.97
Total	192.80	177.66	100.00	100.00	83.86	16.14	100.00	100.00		

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองที่ FX04 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำคั้นขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนและเอียงของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความดันคั้นของน้ำคั้นขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no.	FX04
Hydrocyclone	Mozley 2 inch dia.
Vortex finder (mm)	8.00
Spigot (mm)	6.50
Pressure drop (psi)	36.00
% Solid of feed (w/w)	6.00
% Solid of UF (w/w)	11.18
% Solid of DF (w/w)	1.58
UF flowrate (M ³ /Hr)	0.79
DF flowrate (M ³ /Hr)	0.91
	Dilution ratio of feed
	15.67
	Dilution ratio of UF
	7.94
	Dilution ratio of DF
	62.21
	Rec. of feed liquid to UF
	43.47
	Feed flowrate (M ³ /Hr)
	1.70

Size (Microns)	RMS. Size	Wt. (gms)		Wt. %		Mt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF		Corrected Performance curve
		UF	DF	UF	DF	UF	DF	UF	DF	
+38	41.35	9.74	0.46	5.70	0.29	4.89	0.04	4.93	99.17	98.53
30-38	33.76	17.57	2.84	10.28	1.79	8.82	0.26	9.07	97.18	95.02
20-30	24.49	17.25	1.89	10.09	1.20	8.65	0.17	8.82	98.07	96.59
10-20	14.14	50.77	10.56	29.70	6.68	25.48	0.95	26.43	96.40	93.63
8-10	8.94	19.02	8.67	11.13	5.48	9.54	0.78	10.32	92.44	86.62
6-8	6.93	19.18	9.93	11.22	6.28	9.62	0.89	10.52	91.50	84.96
5-6	5.48	9.99	5.20	5.85	3.29	5.01	0.47	5.48	91.46	84.89
4-5	4.47	3.71	5.20	2.17	3.29	1.86	0.47	2.33	79.88	64.41
3-4	3.46	6.77	19.07	3.96	12.07	3.40	1.72	5.11	66.42	40.59
2-3	2.45	7.41	31.21	4.34	19.74	3.72	2.81	6.53	56.97	23.87
-2	1.41	9.51	63.05	5.56	39.88	4.77	5.68	10.45	45.67	3.88
Total		170.91	158.09	100.00	100.00	85.76	14.24	100.00		

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองที่ FX05 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดีดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความเข้มข้นของน้ำดีดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX05
Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.

Vortex finder (mm) : 14.30
Spigot (mm) : 3.00
Pressure drop (psi) : 24.00
% Solid of feed (w/w) : 6.00
% Solid of UF (w/w) : 50.88
% Solid of OF (w/w) : 3.40
UF flowrate (M³/Hr) : 0.10
OF flowrate (M³/Hr) : 2.58

Dilution ratio of feed : 15.67
Dilution ratio of UF : 0.97
Dilution ratio of OF : 28.39
Rec. of feed liquid to UF : 2.86
Feed flowrate (M³/Hr) : 2.68

Size (Microns)	RMS. Size		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF		
+38	41.35	17.88	0.84	8.96	0.60	4.16	0.32	4.48	92.77	92.56
30-38	33.76	36.33	2.21	18.21	1.59	8.45	0.85	9.30	90.83	90.56
20-30	24.49	67.39	5.26	33.78	3.78	15.67	2.03	17.69	88.55	88.22
10-20	14.14	51.41	8.17	25.76	5.86	11.95	3.14	15.10	79.17	78.56
8-10	8.94	5.81	10.80	2.91	7.75	1.35	4.16	5.51	24.53	22.31
6-8	6.93	3.45	15.09	1.73	10.83	0.80	5.81	6.61	12.14	9.55
5-6	5.48	1.27	10.66	0.64	7.65	0.30	4.10	4.40	6.72	3.98
4-5	4.47	1.09	13.84	0.55	9.94	0.25	5.33	5.58	4.54	1.73
3-4	3.46	1.27	14.53	0.64	10.44	0.30	5.60	5.89	5.02	2.22
2-3	2.45	0.91	12.32	0.46	8.85	0.21	4.74	4.95	4.26	1.44
-2	1.41	12.72	45.54	6.37	32.70	2.96	17.53	20.49	14.43	11.91
Total	199.52	139.25	100.00	100.00	46.39	53.61	100.00	100.00		

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองที่ FX06 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดิบขาที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดิบขาที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

FX06
 : Mozley 2 inch dia.
 Hydrocyclone : 14.30
 Vortex finder (mm) : 3.00
 Spigot (mm) : 36.00
 Pressure drop (psi) : 6.00
 % Solid of feed (w/w) : 52.19
 % Solid of UF (w/w) : 3.29
 % Solid of DF (w/w) : 0.13
 UF flowrate (M³/Hr) : 2.97
 DF flowrate (M³/Hr) :

Dilution ratio of feed : 15.67
 Dilution ratio of UF : 0.92
 Dilution ratio of DF : 29.43
 Rec. of feed liquid to UF : 2.82
 Feed flowrate (M³/Hr) : 3.10

Size (Microns)	RMS.Size (Microns)		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	DF	UF	DF	UF	DF	UF	DF	Feed		
+38	41.35	18.99	0.73	0.49	9.50	0.25	4.59	0.25	4.84	94.74	94.59
20-38	27.57	53.90	5.15	3.48	26.97	1.80	13.02	1.80	14.82	87.84	87.49
10-20	14.14	97.86	9.12	6.17	48.96	3.19	23.63	3.19	26.83	88.10	87.76
8-10	8.94	9.23	9.41	4.62	4.62	3.29	2.23	3.29	5.52	40.35	38.61
6-8	6.93	5.25	19.42	2.62	2.62	6.79	1.27	6.79	8.06	15.72	13.27
5-6	5.48	1.63	8.68	0.81	0.81	3.04	0.39	3.04	3.43	11.46	8.89
4-5	4.47	2.17	14.42	9.75	1.09	5.04	0.52	5.04	5.57	9.41	6.78
3-4	3.46	1.99	16.03	1.00	1.00	4.68	0.48	4.68	6.09	7.89	5.21
2-3	2.45	1.63	13.39	0.81	0.81	18.02	0.39	18.02	5.08	7.74	5.06
-2	1.41	7.24	51.48	34.83	3.62	1.75	1.75	18.02	19.76	8.84	6.19
Total	199.88	147.82	100.00	100.00	48.27	51.73	100.00	100.00	100.00		

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองที่ FX07 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดีเนขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดีเนขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX07
Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.

Vortex finder (mm) : 14.30
Spigot (mm) : 6.50

Pressure drop (psi) : 24.00

% Solid of feed (w/w) : 6.00

% Solid of UF (w/w) : 26.89

% Solid of OF (w/w) : 2.69

UF flowrate (M³/Hr) : 0.32

OF flowrate (M³/Hr) : 2.29

Dilution ratio of feed : 15.67

Dilution ratio of UF : 2.72

Dilution ratio of OF : 36.24

Rec. of feed liquid to UF : 10.65

Feed flowrate (M³/Hr) : 2.61

Size (Microns)	RMS. Size (Microns)		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	Feed		
+38	41.35	17.82	1.13	9.06	0.56	5.56	0.22	5.78	96.23	95.78	
30-38	33.76	8.04	1.00	4.09	0.50	2.51	0.19	2.70	92.90	92.05	
20-30	24.49	30.03	5.18	15.28	2.59	9.38	1.00	10.38	90.38	89.23	
10-20	14.14	80.81	16.13	41.10	8.05	25.23	3.11	28.34	89.02	87.72	
8-10	8.94	17.70	8.17	9.00	4.08	5.53	1.57	7.10	77.82	75.18	
6-8	6.93	16.45	15.73	8.37	7.86	5.14	3.03	8.17	62.86	58.43	
5-6	5.48	4.83	13.54	2.46	6.76	1.51	2.61	4.12	36.59	29.03	
4-5	4.47	3.58	20.11	1.82	10.04	1.12	3.88	5.00	22.35	13.09	
3-4	3.46	3.22	24.30	1.64	12.13	1.00	4.69	5.69	17.66	7.84	
2-3	2.45	3.40	24.50	1.73	12.23	1.06	4.72	5.78	18.34	8.60	
-2	1.41	10.73	70.50	5.46	35.20	3.35	13.59	16.94	19.77	10.20	
Total	196.59	200.28	100.00	100.00	61.38	38.62	100.00	100.00			

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองที่ FX08 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดิบขาที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดิบขาที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

		FX08	
Experimental no.		Mozley 2 inch dia.	
Hydrocyclone		14.30	
Vortex finder (mm)		6.50	
Spigot (mm)		36.00	
Pressure drop (psi)		6.00	15.67
% Solid of feed (w/w)		27.52	2.63
% Solid of UF (w/w)		2.56	38.05
% Solid of OF (w/w)		0.39	10.63
UF flowrate (M ³ /Hr)		2.87	3.26
OF flowrate (M ³ /Hr)			

Dilution ratio of feed	:	15.67
Dilution ratio of UF	:	2.63
Dilution ratio of OF	:	38.05
Rec. of feed liquid to UF	:	10.63
Feed flowrate (M ³ /Hr)	:	3.26

Size (Microns)	RMS.Size (Microns)		Mt. (gms)		Mt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF		
+38	41.35	18.55	0.99	9.31	0.50	5.89	0.18	6.07	96.99	96.63
30-38	33.76	11.20	1.99	5.62	1.00	3.55	0.37	3.92	90.66	89.55
20-30	24.49	20.59	3.59	10.34	1.79	6.53	0.66	7.19	90.84	89.75
10-20	14.14	77.48	13.55	38.90	6.77	24.59	2.49	27.08	90.80	89.71
8-10	8.94	22.40	7.17	11.25	3.58	7.11	1.32	8.43	84.35	82.49
6-8	6.93	21.31	16.14	10.70	8.06	6.76	2.97	9.73	69.51	65.89
5-6	5.48	9.03	13.15	4.53	6.57	2.87	2.42	5.28	54.25	48.81
4-5	4.47	5.42	20.52	2.72	10.25	1.72	3.77	5.49	31.31	23.15
3-4	3.46	3.25	25.50	1.63	12.74	1.03	4.69	5.72	18.04	8.29
2-3	2.45	2.71	24.90	1.36	12.44	0.86	4.58	5.44	15.81	5.80
-2	1.41	7.22	72.71	3.63	36.32	2.29	13.37	15.66	14.64	4.49
Total	199.16	200.20	100.00	100.00	63.20	36.80	100.00	100.00		

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองที่ FX09 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดื่มขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดื่มขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX09
Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.

Vortex finder (mm) : 8.00
Spigot (mm) : 3.00
Pressure drop (psi) : 24.00
% Solid of feed (w/w) : 10.00
% Solid of UF (w/w) : 40.29
% Solid of OF (w/w) : 4.33
UF flowrate (M³/Hr) : 0.16
OF flowrate (M³/Hr) : 1.14

Dilution ratio of feed : 9.00
Dilution ratio of UF : 1.48
Dilution ratio of OF : 22.10
Rec. of feed liquid to UF : 10.46
Feed flowrate (M³/Hr) : 1.31

Size (Microns)	RMS. Size		Mt. (gms)		Mt. %		Mt. % of feed		Reconstituted % of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF		
+38	41.35	15.48	0.88	7.70	0.44	4.89	0.16	5.06	96.83	96.46
20-38	27.57	64.93	13.00	32.30	6.47	20.52	2.36	22.88	89.69	88.48
10-20	14.14	72.72	18.40	36.18	9.16	22.99	3.34	26.33	87.31	85.83
8-10	8.94	17.62	9.80	8.77	4.88	5.57	1.78	7.35	75.80	72.97
6-8	6.93	12.61	22.00	6.28	10.95	3.99	3.99	7.98	49.96	44.12
5-6	5.48	4.64	16.20	2.31	8.06	1.47	2.94	4.41	33.27	25.47
4-5	4.47	3.34	19.60	1.66	9.76	1.06	3.56	4.61	22.88	13.87
3-4	3.46	2.97	27.41	1.48	13.64	0.94	4.97	5.91	15.87	6.04
2-3	2.45	2.23	23.00	1.11	11.45	0.70	4.17	4.88	14.42	4.43
-2	1.41	4.45	50.61	2.22	25.19	1.41	9.18	10.59	13.29	3.16
Total	200.99	200.92	100.00	100.00	63.54	36.46	100.00	100.00		

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองที่ FX10 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำต้นขาที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนและเอียงของไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนขาของไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำต้นขาที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no.	FX10	
Hydrocyclone	Mozley 2 inch dia.	
Vortex finder (mm)	8.00	
Spigot (mm)	3.00	
Pressure drop (psi)	36.00	
% Solid of feed (w/w)	10.00	
% Solid of UF (w/w)	43.61	
% Solid of OF (w/w)	4.04	
UF flowrate (M ³ /Hr)	0.19	
OF flowrate (M ³ /Hr)	1.38	
	Dilution ratio of feed	9.00
	Dilution ratio of UF	1.29
	Dilution ratio of OF	23.76
	Rec. of feed liquid to UF	9.44
	Feed flowrate (M ³ /Hr)	1.56

Size (Microns)	RMS. Size		Mt. (gms)		Mt. %		Mt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF		
+38	41.35	15.42	0.32	7.64	0.16	5.02	0.05	98.92	5.07	98.80
30-38	33.76	9.14	2.60	4.53	1.30	2.97	0.45	86.98	3.42	85.62
20-30	24.49	29.84	9.80	14.78	4.89	9.71	1.68	85.27	11.39	83.73
10-20	14.14	84.67	18.80	41.93	9.38	27.55	3.22	89.54	30.77	88.45
8-10	8.94	22.19	10.80	10.99	5.39	7.22	1.85	79.61	9.07	77.49
6-8	6.93	19.95	18.20	9.88	9.09	6.49	3.12	67.57	9.61	64.19
5-6	5.48	6.53	16.40	3.23	8.19	2.12	2.81	43.07	4.93	37.13
4-5	4.47	3.17	19.19	1.57	9.58	1.03	3.29	23.89	4.32	15.95
3-4	3.46	3.54	26.99	1.75	13.48	1.15	4.62	19.96	5.78	11.62
2-3	2.45	2.80	22.99	1.39	11.48	0.91	3.94	18.78	4.85	10.31
-2	1.41	4.66	54.19	2.31	27.06	1.52	9.28	14.05	10.80	5.09
Total	201.91	200.27	100.00	100.00	65.70	34.30	100.00			

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองที่ FX11 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดื่มชาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดื่มชาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no.	FX11
Hydrocyclone	Mozley 2 inch dia.
Vortex finder (mm)	8.00
Spigot (mm)	6.50
Pressure drop (psi)	24.00
% Solid of feed (w/w)	10.00
% Solid of UF (w/w)	17.69
% Solid of OF (w/w)	3.20
UF Flowrate (M ³ /Hr)	0.64
OF Flowrate (M ³ /Hr)	0.77
	Dilution ratio of feed
	Dilution ratio of UF
	Dilution ratio of OF
	Rec. of feed liquid to UF
	Feed flowrate (M ³ /Hr)
	9.00
	4.65
	30.21
	42.92
	1.40

Size (Microns)	RMS. Size		Ml. (gms)		Ml. %		Ml. % of feed		Reconstituted Feed	% of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF			
+38	41.35	12.59	0.86	6.28	0.42	5.21	0.07	5.28	98.63	97.61	
30-38	33.76	13.15	6.24	6.56	3.09	5.44	0.52	5.97	91.21	84.60	
20-30	24.49	12.59	4.22	6.28	2.09	5.21	0.36	5.57	93.61	88.81	
10-20	14.14	70.82	12.47	35.33	6.17	29.32	1.05	30.37	96.54	93.94	
8-10	8.94	16.91	5.83	8.43	2.89	7.00	0.49	7.49	93.45	88.52	
6-8	6.93	20.29	9.65	10.12	4.78	8.40	0.81	9.21	91.18	84.55	
5-6	5.48	9.96	10.06	4.97	4.98	4.12	0.85	4.97	82.96	70.15	
4-5	4.47	4.88	14.48	2.44	7.17	2.02	1.22	3.24	62.39	34.11	
3-4	3.46	8.83	26.95	4.40	13.34	3.66	2.27	5.92	61.71	32.91	
2-3	2.45	8.83	34.60	4.40	17.13	3.66	2.91	6.57	55.66	22.32	
-2	1.41	21.60	76.63	10.78	37.94	8.95	6.45	15.40	58.10	26.59	
Total	200.45	202.00	100.00	100.00	83.00	17.00	100.00				

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองที่ FX12 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดื่มขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส้วและเอ็ชของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความเข้มข้นของน้ำดื่มขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX12
 Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.
 Vortex finder (mm) : 8.00
 Spigot (mm) : 6.50
 Pressure drop (psi) : 36.00
 % Solid of feed (w/w) : 10.00
 % Solid of UF (w/w) : 17.93
 % Solid of OF (w/w) : 2.88
 UF flowrate (M³/Hr) : 0.77
 OF flowrate (M³/Hr) : 0.88

Dilution ratio of feed : 9.00
 Dilution ratio of UF : 4.58
 Dilution ratio of OF : 33.75
 Rec. of feed liquid to UF : 43.15
 Feed flowrate (M³/Hr) : 1.64

Size (Microns)	RMS. Size (Microns)		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	
+38	41.35	13.47	0.57	6.73	0.29	5.71	0.04	5.76	99.25	98.67	
20-38	27.57	44.79	6.36	22.38	3.19	18.99	0.48	19.47	97.52	95.63	
10-20	14.14	56.73	13.31	28.35	6.68	24.05	1.01	25.07	95.96	92.89	
8-10	8.94	16.80	7.55	8.39	3.79	7.12	0.57	7.70	92.54	86.87	
6-8	6.93	19.22	11.53	9.61	5.78	8.15	0.88	9.03	90.29	82.91	
5-6	5.48	10.26	9.14	5.13	4.59	4.35	0.70	5.05	86.22	75.76	
4-5	4.47	3.73	9.74	1.87	4.89	1.58	0.74	2.32	68.12	43.91	
3-4	3.46	8.40	27.42	4.20	13.76	3.56	2.09	5.65	63.05	35.01	
2-3	2.45	8.02	35.57	4.01	17.85	3.40	2.71	6.11	55.70	22.07	
-2	1.41	18.66	78.10	9.33	39.19	7.91	5.94	13.85	57.11	24.56	
Total	200.09	199.29	100.00	100.00	84.84	15.16	100.00				

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองที่ FX13 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดิบเข้าที่ป้อน
= 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3
มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ
ความเข้มข้นของน้ำดิบเข้าที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX13
Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.
Vortex finder (mm) : 14.30
Spigot (mm) : 3.00

Pressure drop (psi) : 24.00
% Solid of feed (w/w) : 10.00
% Solid of UF (w/w) : 51.97
% Solid of OF (w/w) : 6.77
UF flowrate (M³/Hr) : 0.15
OF flowrate (M³/Hr) : 2.50

Dilution ratio of feed : 9.00
Dilution ratio of UF : 0.92
Dilution ratio of OF : 13.77
Rec. of feed liquid to UF : 3.81
Feed flowrate (M³/Hr) : 2.65

Size (Microns)	RMS-Size (Microns)		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted: % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	
+38	41.35	24.32	0.87	12.17	0.43	4.52	0.27	4.79	94.34	94.11	
30-38	33.76	26.67	0.40	13.35	0.20	4.96	0.13	5.08	97.54	97.44	
20-30	24.49	67.38	4.60	33.73	2.29	12.52	1.44	13.96	89.69	89.28	
10-20	14.14	67.03	39.38	33.55	19.62	12.46	12.33	24.79	50.25	48.28	
8-10	8.94	2.98	20.79	1.49	10.36	0.55	6.51	7.06	7.85	4.19	
6-8	6.93	2.63	21.79	1.32	10.85	0.49	6.82	7.31	6.69	2.99	
5-6	5.48	1.23	12.79	0.61	6.37	0.23	4.01	4.23	5.39	1.64	
4-5	4.47	1.40	18.99	0.70	9.46	0.26	5.95	6.21	4.20	0.40	
3-4	3.46	1.58	17.59	0.79	8.76	0.29	5.51	5.80	5.06	1.29	
2-3	2.45	1.23	16.19	0.61	8.07	0.23	5.07	5.30	4.31	0.51	
-2	1.41	3.33	47.37	1.67	23.60	0.62	14.84	15.46	4.01	0.20	
Total	199.80	200.76	100.00	100.00	37.13	62.87	100.00				

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองที่ FX14 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำคั้นขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความเข้มข้นของน้ำคั้นขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX14
 Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.
 Vortex finder (mm) : 14.30
 Spigot (mm) : 3.00
 Pressure drop (psi) : 36.00
 % Solid of feed (w/w) : 10.00
 % Solid of UF (w/w) : 53.14
 % Solid of OF (w/w) : 6.20
 UF flowrate (M³/Hr) : 0.21
 OF flowrate (M³/Hr) : 3.07

Dilution ratio of feed : 9.00
 Dilution ratio of UF : 0.88
 Dilution ratio of OF : 15.14
 Rec. of feed liquid to UF : 4.22
 Feed flowrate (M³/Hr) : 3.27

Size (Microns)	RMS.Size (Microns)		Wt.(gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	Feed		
+38	41.35	24.11	1.15	11.99	0.58	5.16	0.33	5.49	94.02	93.76	
30-38	33.76	25.66	1.39	12.76	0.70	5.49	0.40	5.89	93.27	92.97	
20-30	24.49	64.06	4.56	31.86	2.29	13.72	1.30	15.02	91.33	90.95	
10-20	14.14	74.15	36.65	36.88	18.39	15.88	10.47	26.35	60.25	58.50	
8-10	8.94	1.59	19.81	0.79	9.94	0.34	5.66	6.00	5.68	1.53	
6-8	6.93	2.12	24.37	1.06	12.23	0.45	6.96	7.42	6.13	1.99	
5-6	5.48	1.06	14.86	0.53	7.46	0.23	4.25	4.47	5.08	0.90	
4-5	4.47	1.06	16.64	0.53	8.35	0.23	4.76	4.98	4.56	0.36	
3-4	3.46	1.24	19.41	0.62	9.74	0.27	5.55	5.81	4.56	0.36	
2-3	2.45	0.88	13.08	0.44	6.56	0.19	3.74	3.93	4.82	0.63	
-2	1.41	5.13	47.35	2.55	23.76	1.10	13.53	14.63	7.51	3.44	
Total			201.08	199.26	100.00	43.05	56.95	100.00			

ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองที่ FX15 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำต้นขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วผสมละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วผสมของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความตัดของน้ำต้นขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX15
Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.

Vortex finder (mm) : 14.30
Spigot (mm) : 6.50
Pressure drop (psi) : 24.00
% Solid of feed (w/w) : 10.00
% Solid of UF (w/w) : 40.12
% Solid of OF (w/w) : 4.83
UF flowrate (M³/Hr) : 0.33
OF flowrate (M³/Hr) : 2.41
Dilution ratio of feed : 9.00
Dilution ratio of UF : 1.49
Dilution ratio of OF : 19.69
Rec. of feed liquid to UF : 9.74
Feed flowrate (M³/Hr) : 2.74

Size (Microns)	RMS.Size (Microns)		Mt. (gms)		Mt. %		Mt. % of feed		Reconstituted % of feed to UF		Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF	
+38	41.35	18.26	0.90	9.31	0.45	5.47	0.19	5.66	96.71	96.36	
30-38	33.76	19.56	2.59	9.98	1.29	5.86	0.53	6.39	91.65	90.75	
20-30	24.49	43.21	6.77	22.04	3.38	12.94	1.40	14.34	90.26	89.21	
10-20	14.14	65.61	16.53	33.46	8.26	19.66	3.41	23.07	85.22	83.62	
8-10	8.94	14.58	7.97	7.44	3.98	4.37	1.64	6.01	72.67	69.72	
6-8	6.93	16.18	26.69	8.25	13.34	4.85	5.50	10.35	46.83	41.09	
5-6	5.48	4.62	21.51	2.36	10.75	1.38	4.44	5.82	23.79	15.57	
4-5	4.47	3.56	22.90	1.81	11.45	1.07	4.72	5.79	18.40	9.60	
3-4	3.46	3.38	24.70	1.72	12.34	1.01	5.09	6.11	16.58	7.57	
2-3	2.45	2.31	21.11	1.18	10.55	0.69	4.35	5.05	13.72	4.41	
-2	1.41	4.80	48.40	2.45	24.19	1.44	9.98	11.42	12.59	3.16	
Total	196.08	200.06	100.00	100.00	58.74	41.26	100.00	100.00			

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองที่ FX16 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำเดินขาที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วและเอียงของไฮโดรไซโคลน = 14.3

มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ

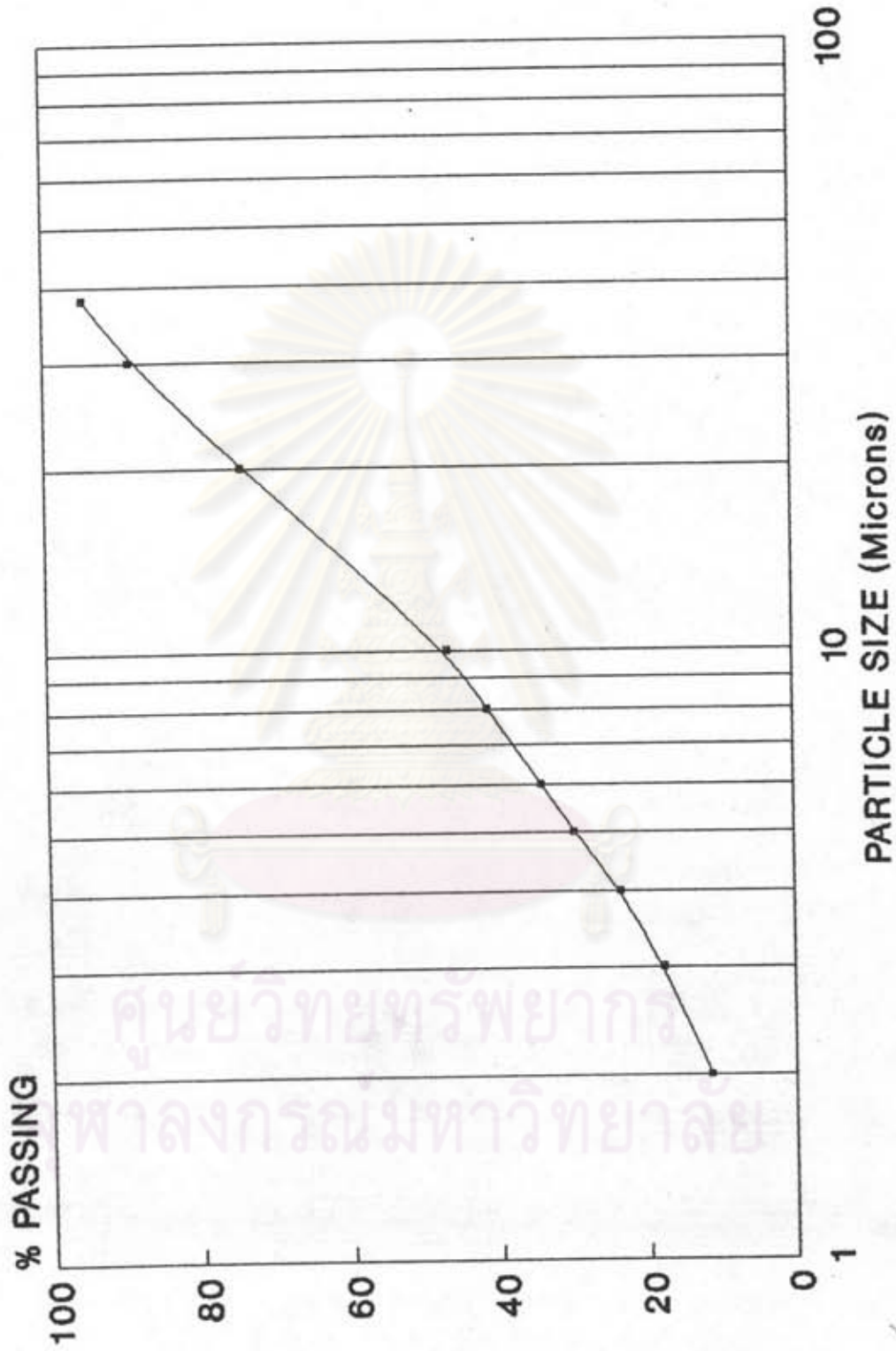
ความเข้มข้นของน้ำเดินขาที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

Experimental no. : FX16
Hydrocyclone : Mozley 2 inch dia.
Vortex finder (mm) : 14.30
Spigot (mm) : 6.50
Pressure drop (psi) : 36.00
% Solid of feed (w/w) : 10.00
% Solid of UF (w/w) : 41.84
% Solid of OF (w/w) : 4.74
UF flowrate (M³/Hr) : 0.39
OF flowrate (M³/Hr) : 2.94

Dilution ratio of feed : 9.00
Dilution ratio of UF : 1.39
Dilution ratio of OF : 20.08
Rec. of feed liquid to UF : 9.16
Feed Flourate (M³/Hr) : 3.34

Size (Microns)	RMS. Size		Wt. (gms)		Wt. %		Wt. % of feed		Reconstituted; % of feed to UF	Corrected Performance curve
	UF	OF	UF	OF	UF	OF	UF	OF		
+38	41.35	13.60	1.06	6.84	0.53	4.05	0.22	4.27	94.93	94.42
30-38	33.76	26.50	8.55	13.32	4.28	7.90	1.74	9.64	81.94	80.12
20-30	24.49	25.20	5.17	12.67	2.59	7.51	1.05	8.56	87.71	86.47
10-20	14.14	81.72	11.73	41.08	5.87	24.36	2.39	26.75	91.07	90.17
8-10	8.94	16.86	7.95	8.48	3.98	5.03	1.62	6.65	75.63	73.17
6-8	6.93	15.57	17.50	7.83	8.75	4.64	3.56	8.20	56.56	52.18
5-6	5.48	5.74	16.90	2.89	8.45	1.71	3.44	5.15	33.22	26.49
4-5	4.47	2.59	19.69	1.30	9.85	0.77	4.01	4.78	16.17	7.72
3-4	3.46	2.41	27.84	1.21	13.93	0.72	5.67	6.39	11.24	2.29
2-3	2.45	2.59	30.42	1.30	15.22	0.77	6.20	6.97	11.10	2.13
-2	1.41	6.12	53.09	3.07	26.56	1.82	10.81	12.63	14.43	5.80
Total	198.92	199.91	100.00	100.00	59.29	40.71	100.00	100.00		

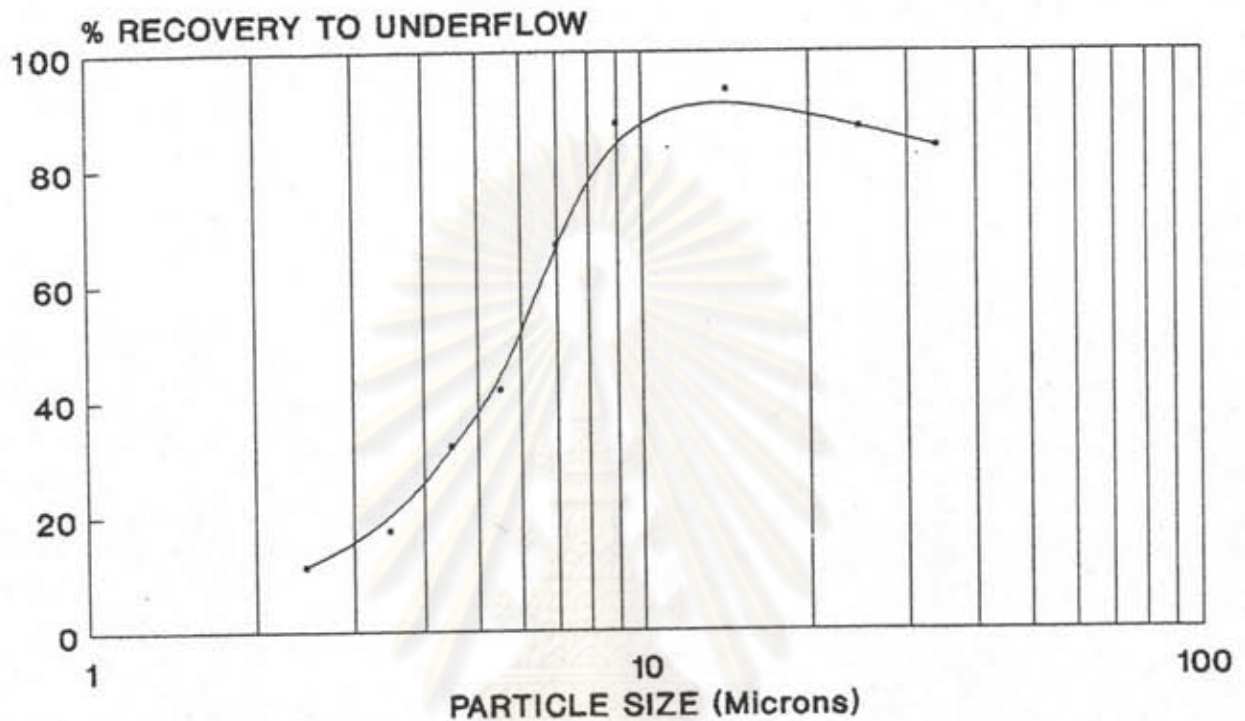
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF -200 MESH WASHED CLAY FEED



รูปที่ 4.7 ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
ศาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

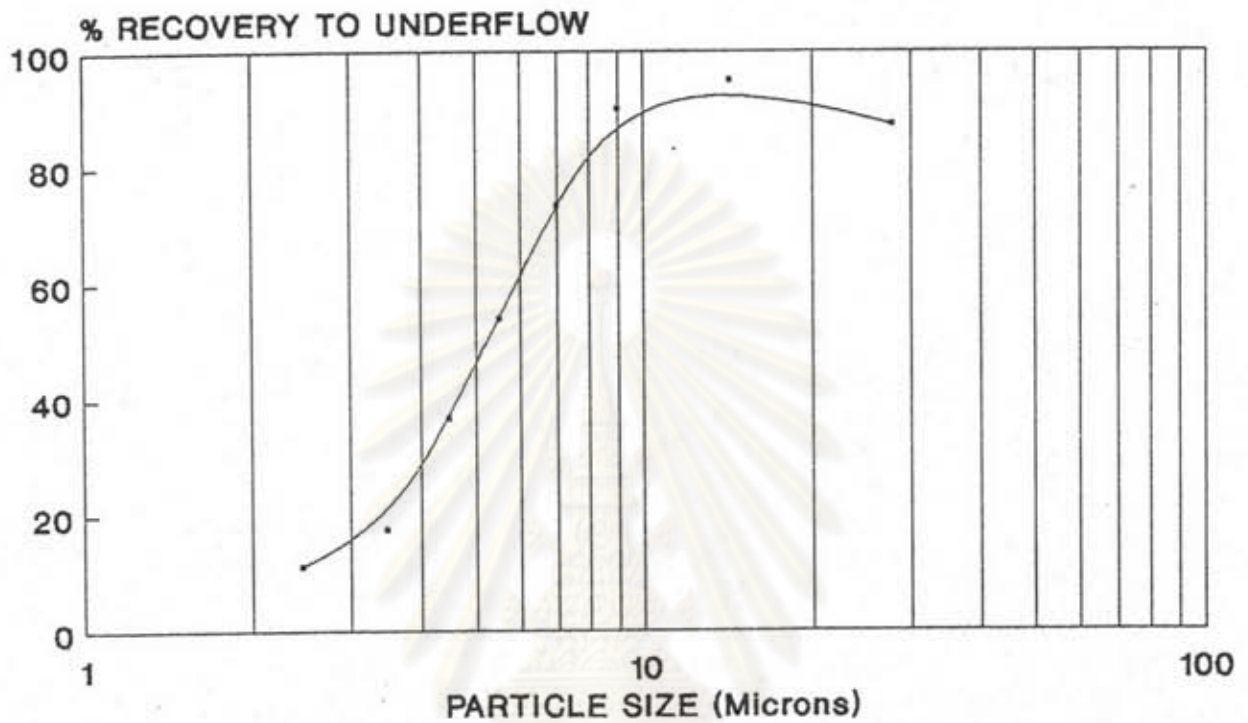


$$d_{50} = 5.9, I = 0.33$$

รูปที่ 4.8 ผลการทดลองที่ FX01 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และความดันลดยของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

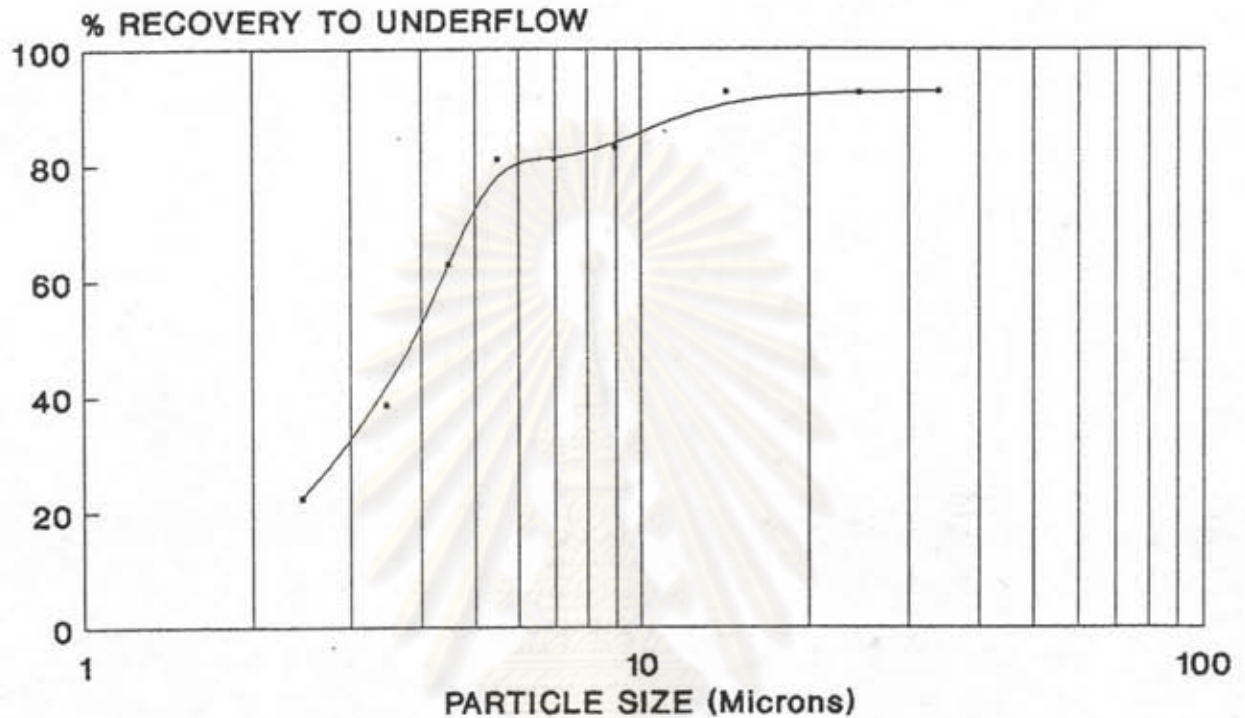


$$d_{50} = 5.3, I = 0.32$$

รูปที่ 4.9 ผลการทดลองที่ FX02 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และความดันลดยังน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

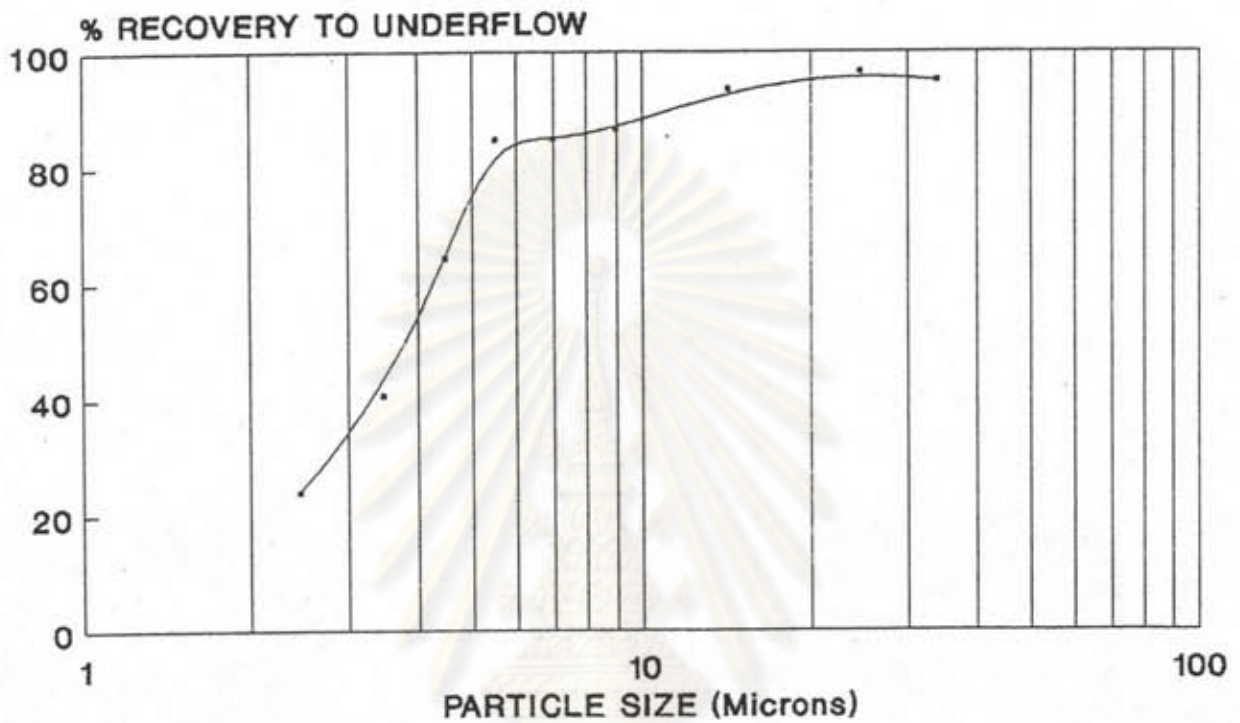


$$d_{50} = 3.9, I = 0.34$$

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองที่ FX03 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลดยของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

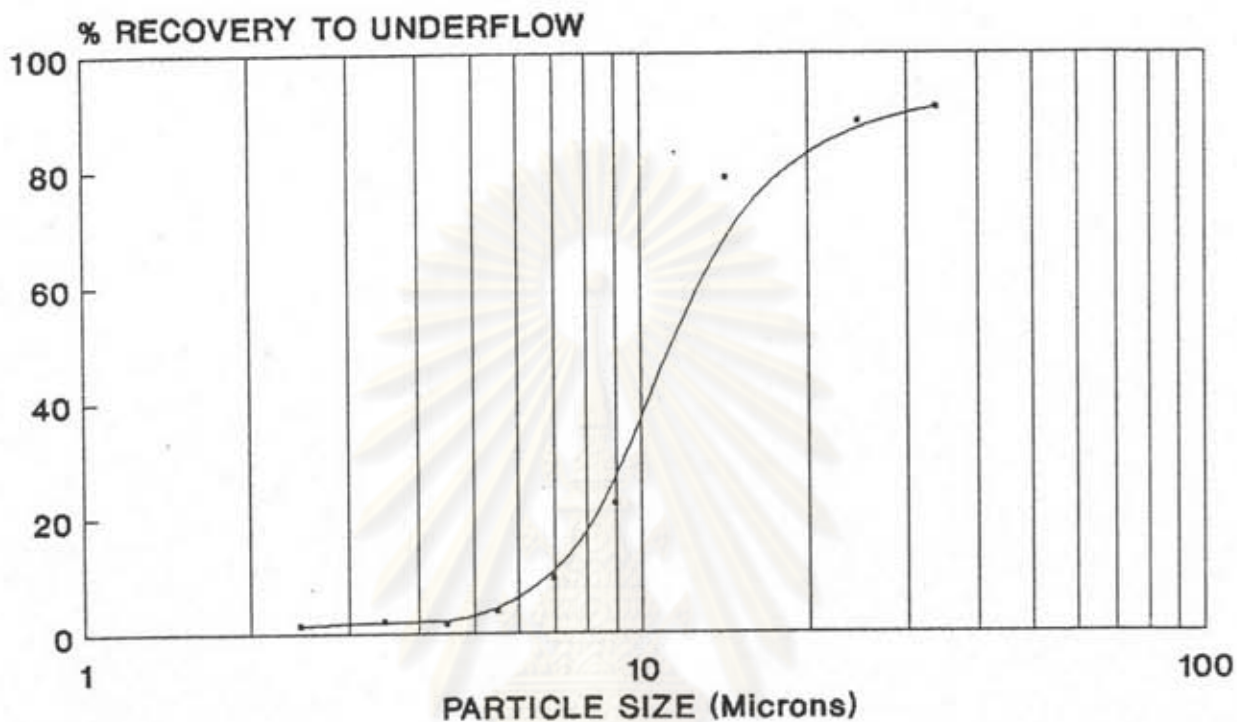


$$d_{50} = 3.8, I = 0.33$$

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองที่ FX04 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลวดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

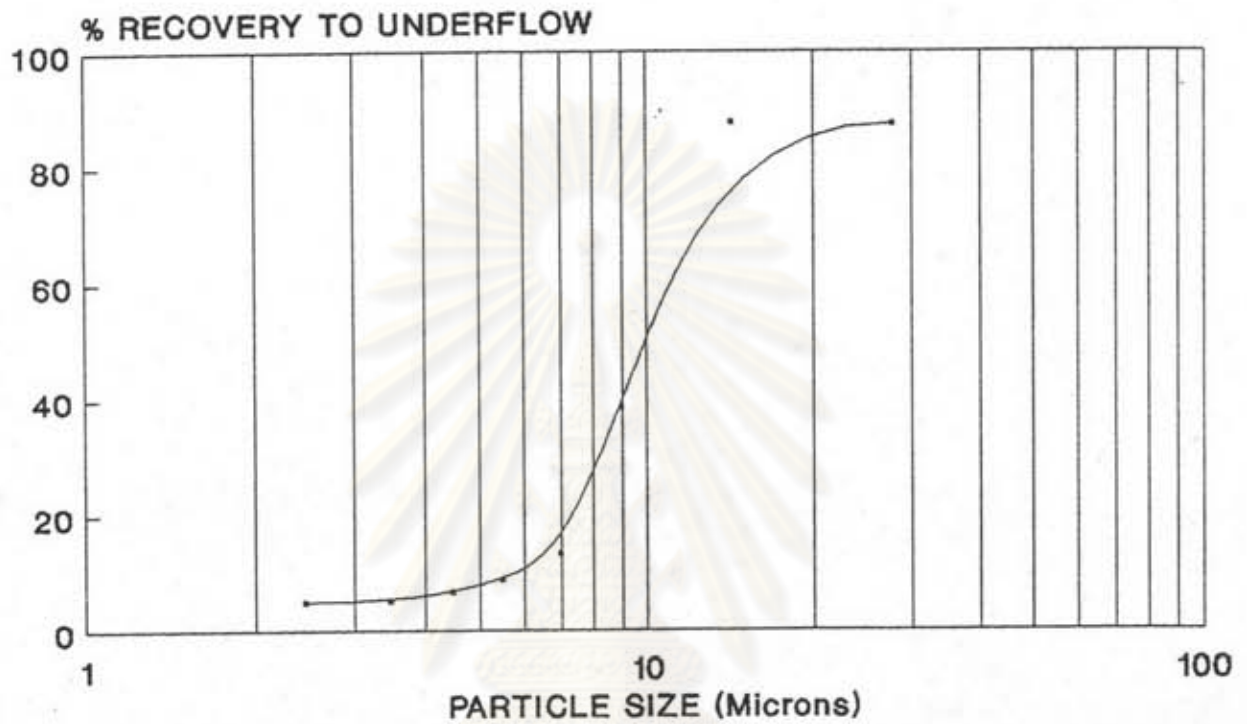


$$d_{50} = 11.2, I = 0.32$$

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองที่ FX05 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

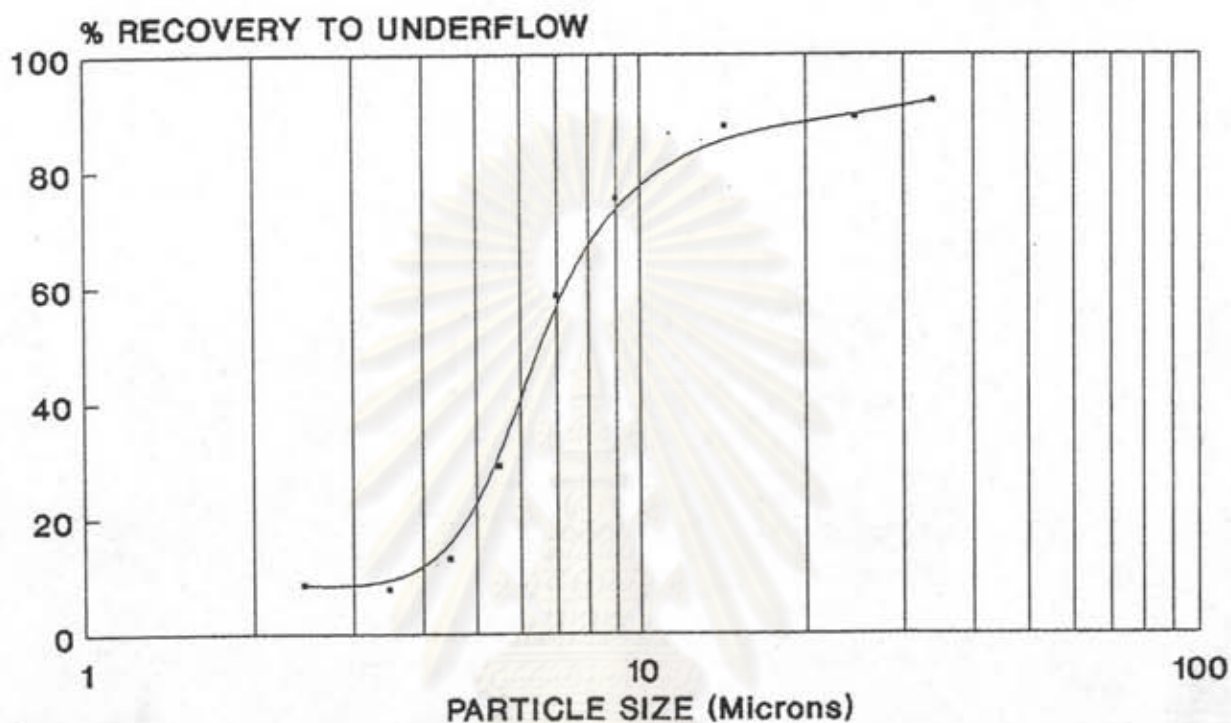
HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



$$d_{50} = 10.0, I = 0.31$$

รูปที่ 4.13 ผลการทดลองที่ FX06 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และความดันลวดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

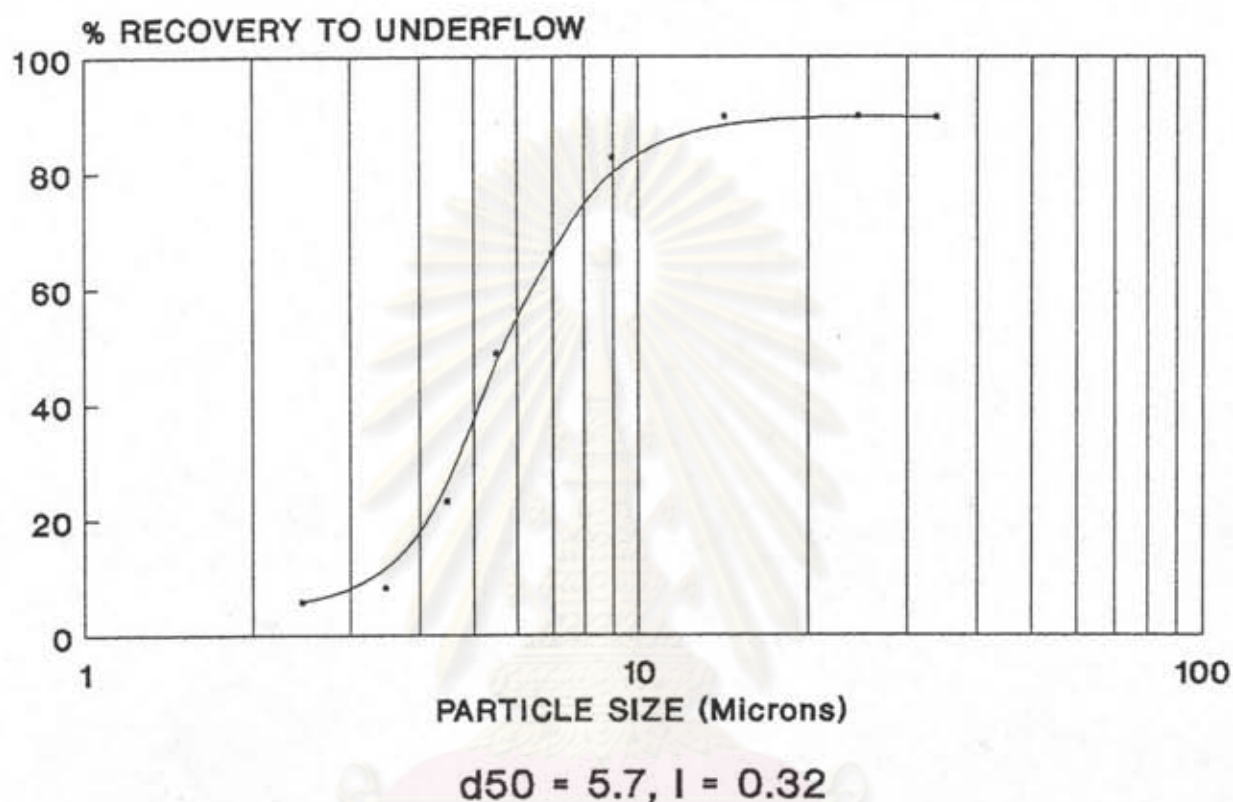


$$d_{50} = 6.6, I = 0.33$$

รูปที่ 4.14 ผลการทดลองที่ FX07 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความดันลวดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

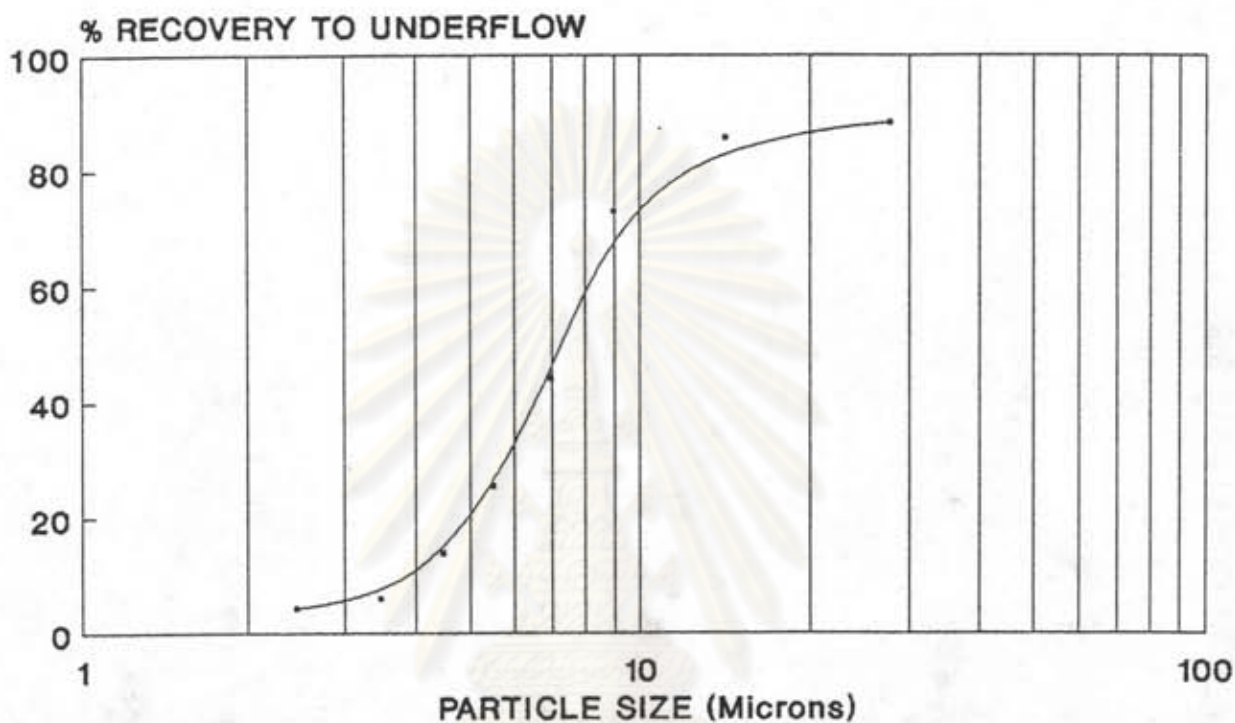
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



รูปที่ 4.15 ผลการทดลองที่ FX08 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

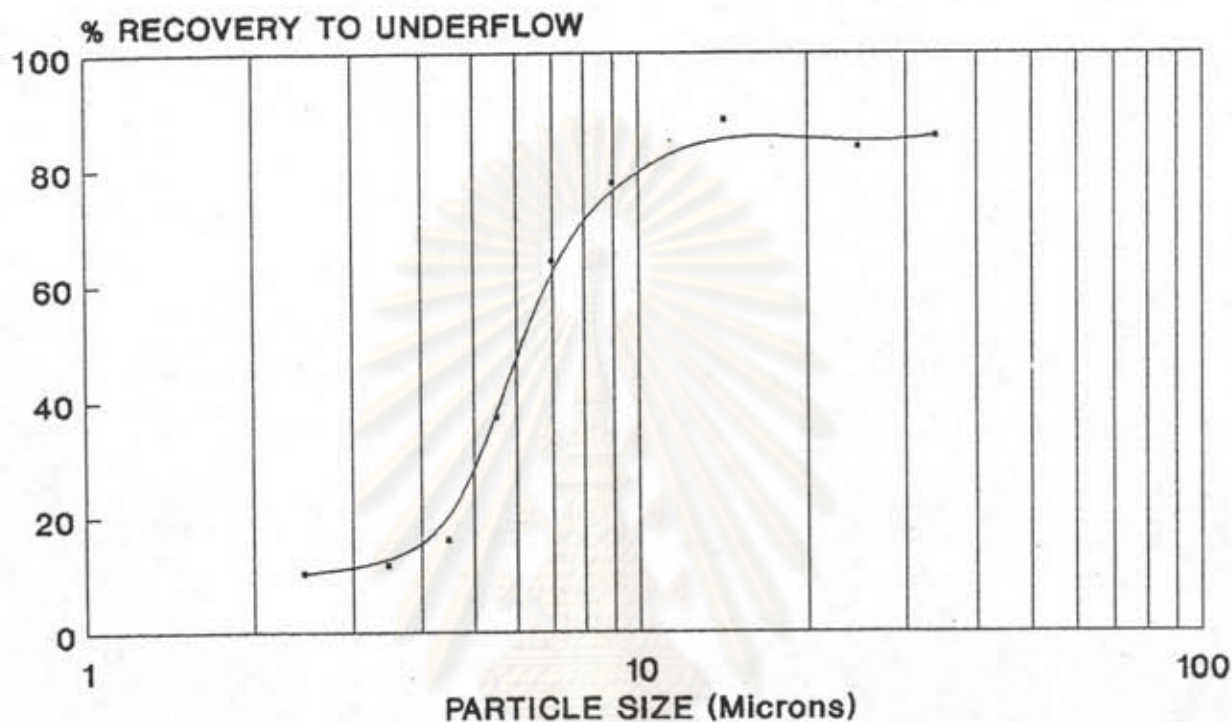
HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



$$d_{50} = 7.3, I = 0.34$$

รูปที่ 4.16 ผลการทดลองที่ FX09 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

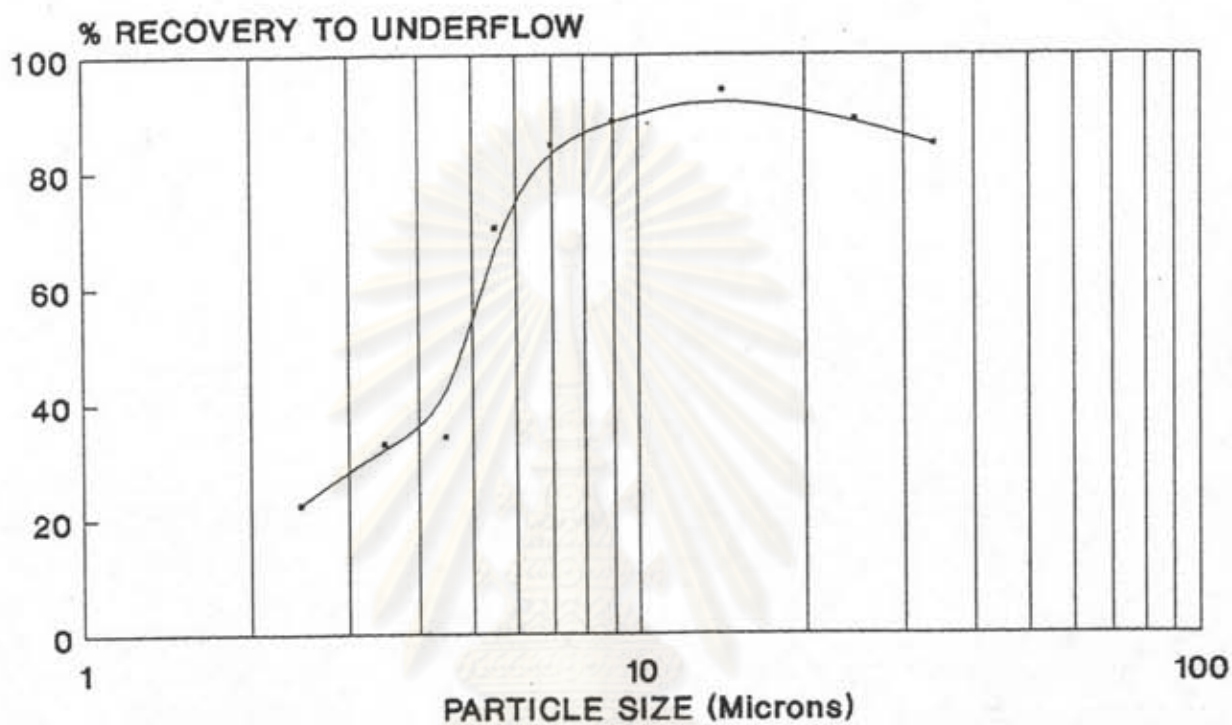


$$d_{50} = 6.2, I = 0.33$$

รูปที่ 4.17 ผลการทดลองที่ FX10 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

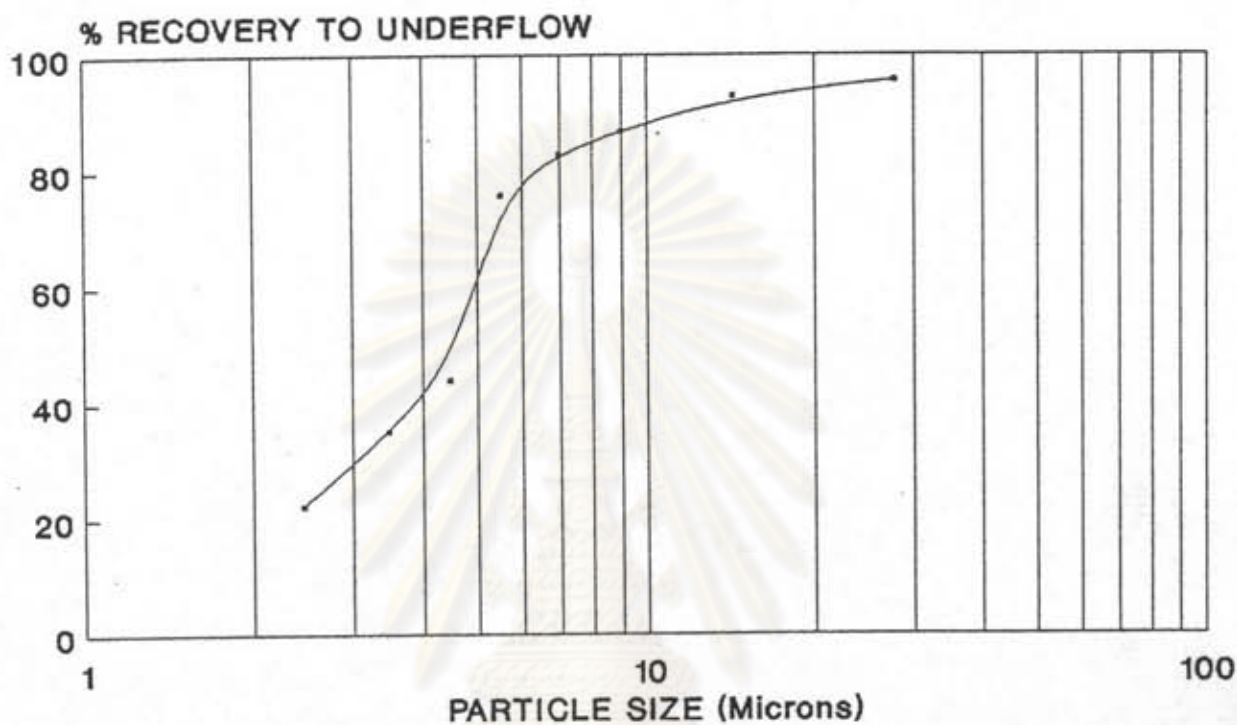
HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



$$d_{50} = 4.9, I = 0.35$$

รูปที่ 4.18 ผลการทดลองที่ FX11 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลดยังน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

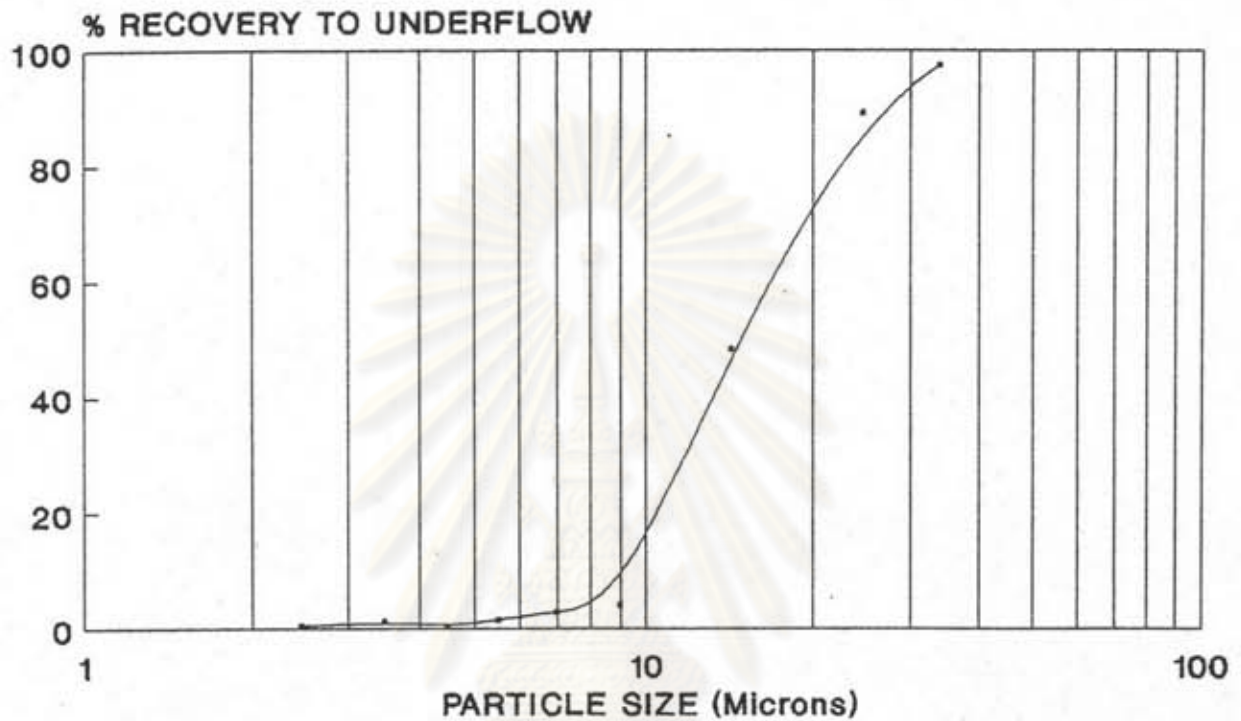
HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



$$d_{50} = 4.5, I = 0.34$$

รูปที่ 4.19 ผลการทดลองที่ FX12 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลวดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE

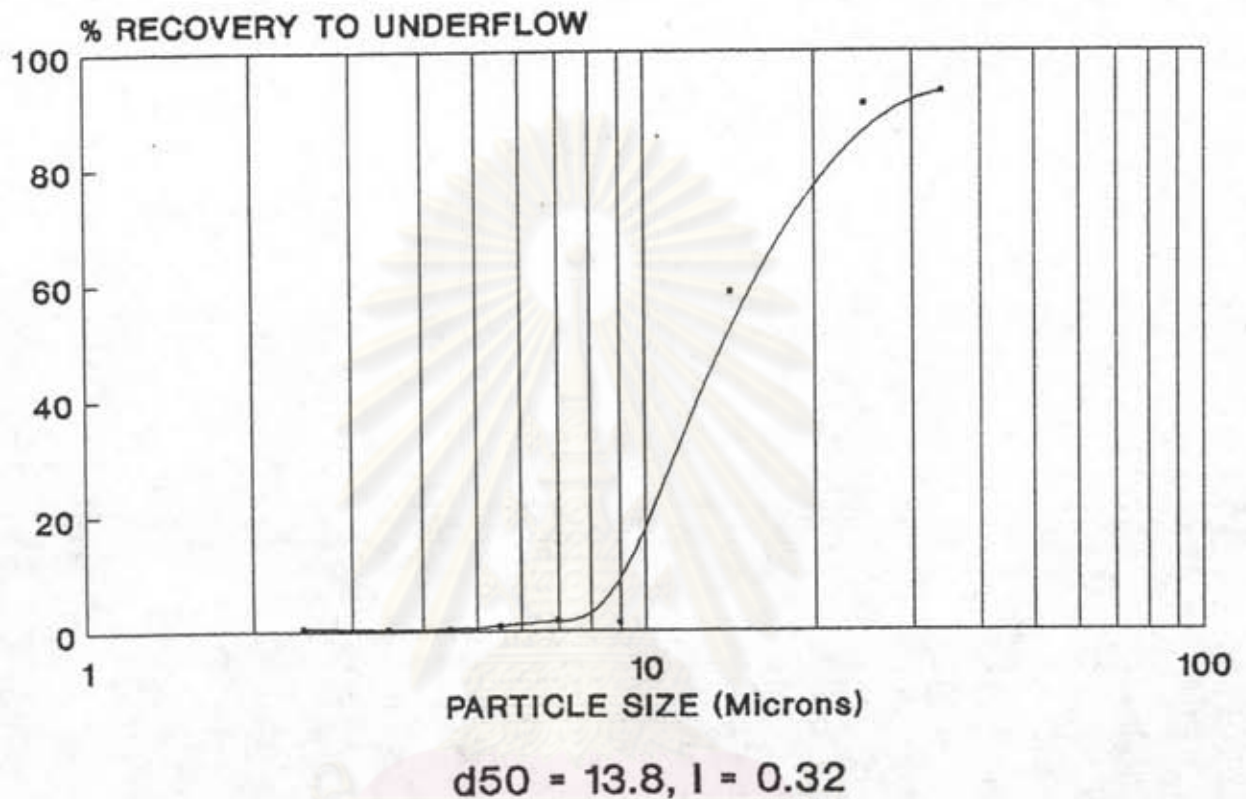


$$d_{50} = 14.8, I = 0.33$$

รูปที่ 4.20 ผลการทดลองที่ FX13 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลอน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลอน = 3 มิลลิเมตร และความดันลวดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

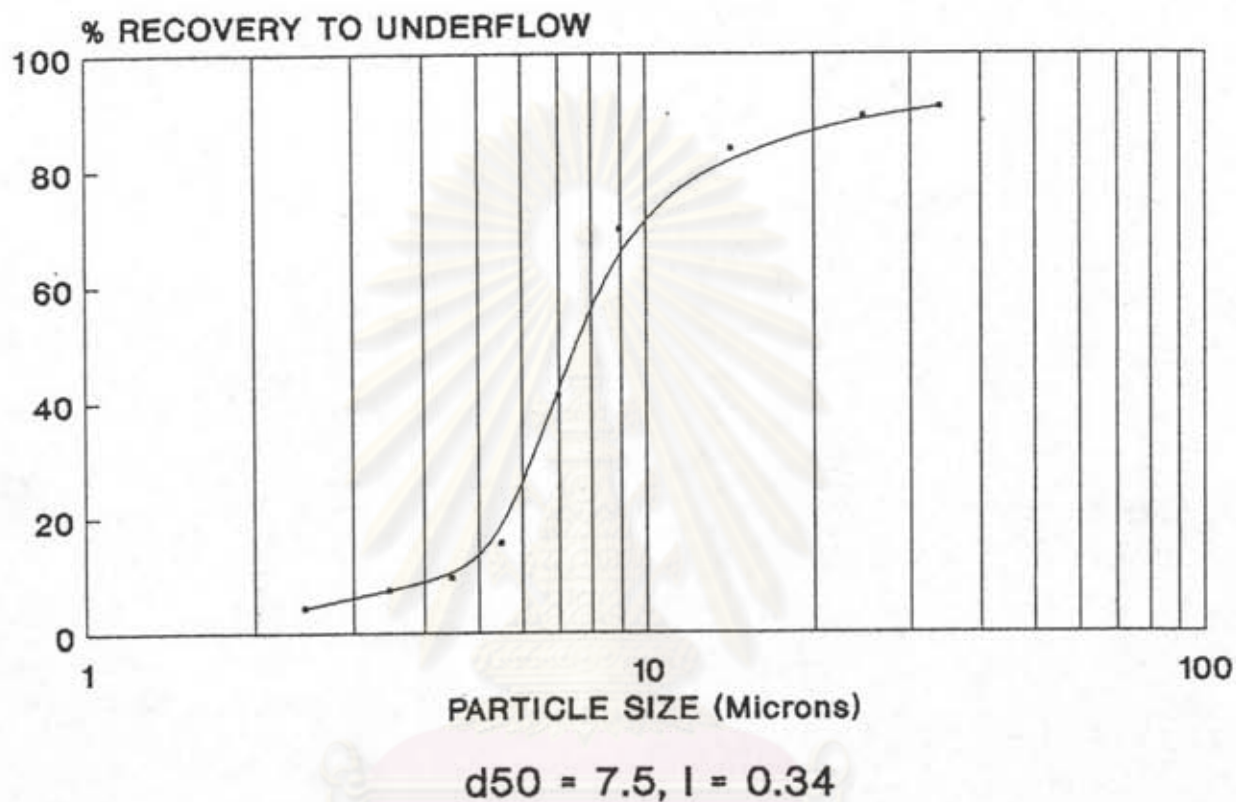
HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



รูปที่ 4.21 ผลการทดลองที่ FX14 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

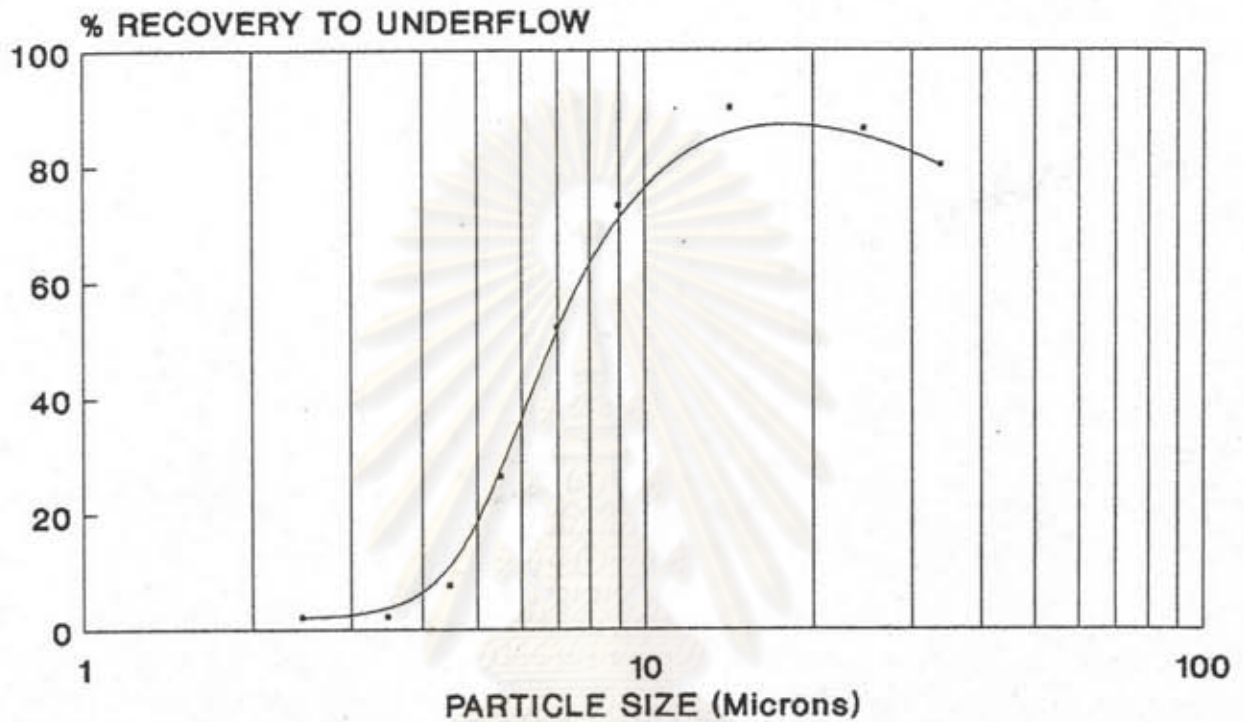
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



รูปที่ 4.22 ผลการทดลองที่ FX15 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และ ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว

HYDROCYCLONE PERFORMANCE CURVE



$$d_{50} = 6.9, I = 0.33$$

รูปที่ 4.23 ผลการทดลองที่ FX16 มีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว

ตารางที่ 4.19 ผลการทดลองแบบ 2^4 แฟกตอเรียลของขนาด d_{50} ความหมดจดของการ
คัดขนาด และเปอร์เซ็นต์การเก็บคืนขารวม ขนาด -10 ไมครอน และ
-2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

การทดลอง ที่	S	VF	A	P	d_{50}	I	Rec	R10	R2
FX01	6	8.0	3.0	24	5.9	0.33	32.57	56.67	80.11
FX02				36	5.3	0.32	30.31	53.47	71.77
FX03			6.5	24	3.9	0.34	16.14	27.57	55.40
FX04				36	3.8	0.33	14.24	25.27	54.33
FX05		14.3	3.0	24	11.2	0.32	53.61	88.47	85.57
FX06				36	10.0	0.31	51.73	86.86	91.16
FX07			6.5	24	6.6	0.33	38.62	64.58	80.23
FX08				36	5.7	0.32	36.80	59.38	85.36
FX09	10	8.0	3.0	24	7.3	0.34	36.46	66.90	86.71
FX10				36	6.2	0.33	34.30	58.56	85.95
FX11			6.5	24	4.9	0.35	17.00	28.40	41.90
FX12				36	4.5	0.34	15.16	27.41	42.89
FX13		14.3	3.0	24	14.8	0.33	62.87	94.80	95.99
FX14				36	13.8	0.32	56.95	94.07	92.49
FX15			6.5	24	7.5	0.34	41.26	70.70	87.41
FX16				36	6.9	0.33	40.71	69.53	85.57

หมายเหตุ

S = ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน มี 2 ระดับคือ 6 และ 10
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

VF = ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน มี 2 ระดับคือ 8
และ 14.3 มิลลิเมตร

- A = ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน มี 2 ระดับ คือ 3 และ 6.5 มิลลิเมตร
- P = ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน มี 2 ระดับ คือ 24 และ 36 ปอนด์/ ตารางนิ้ว
- d_{50} = จุดตัดหรือขนาดที่แยกได้
- I = ความหนืดของการคัดขนาด
- Rec = เปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วนละเอียด
- R10 = เปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด
- R2 = เปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 วิเคราะห์ผลการวิจัย

วิธีวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ 2^k แฟกตอเรียล จะใช้การวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ (Analysis of Variance , ANOVA) (87) ซึ่งได้แสดงรูปแบบการวิเคราะห์ทั่วไปไว้ในตารางที่ 4.20 และใช้การวิเคราะห์พหุคูณเชิงเส้นตรง (Multiple Linear Regression) เพื่อคำนวณหาแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) ของบริษัท SAS Institute Inc. (88-91) มาช่วยในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์สำหรับการทดลองแบบ 2^k แฟกตอเรียล (81)

Analysis of Variance for a 2^k Design		
Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom
k main effects		
A	SS_A	1
B	SS_B	1
⋮	⋮	⋮
K	SS_K	1
$\binom{k}{2}$ two-factor interactions		
AB	SS_{AB}	1
AC	SS_{AC}	1
⋮	⋮	⋮
JK	SS_{JK}	1
$\binom{k}{3}$ three-factor interactions		
ABC	SS_{ABC}	1
ABD	SS_{ABD}	1
⋮	⋮	⋮
IJK	SS_{IJK}	1
⋮	⋮	⋮
$\binom{k}{k} = 1$ k -factor interaction		
ABC...K	$SS_{ABC...K}$	1
Error	SS_E	$2^k(n-1)$
Total	SS_T	$n2^k - 1$

4.5.1 การวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของขนาด d_{50}

1) โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของขนาด d_{50} ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

```

DATA;
INPUT S VF A P d50;
CARDS;
6 8 3 24 5.9
6 8 3 36 5.3
6 8 6.5 24 3.9
6 8 6.5 36 3.8
6 14.3 3 24 11.2
6 14.3 3 36 10.0
6 14.3 6.5 24 6.6
6 14.3 6.5 36 5.7
10 8 3 24 7.3
10 8 3 36 6.2
10 8 6.5 24 4.9
10 8 6.5 36 4.5
10 14.3 3 24 14.8
10 14.3 3 36 13.8
10 14.3 6.5 24 7.5
10 14.3 6.5 36 6.9
PROC ANOVA;
CLASS S VF A P;
MODEL d50=S|VF|A|P;
TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P VF*P S*VF*P
      A*P S*A*P VF*A*P E=S*VF*A*P;
PROC GLM;

```

```
MODEL d50=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P VF*P S*VF*P
A*P/P;
```

```
PROC GLM;
```

```
MODEL d50=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P/P;
```

```
PROC GLM;
```

```
MODEL d50=S VF A VF*A/P;
```

```
RUN;
```

2) ขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบว่า เรียงชั้นและทดสอบถอยเส้นตรงของขนาด d_{50} ของโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

```
34 DATA;
35 INPUT S VF A P d50;
36 CARDS;
53 PROC ANOVA;
```

NOTE: The Data Set WORK.DATA1 Has 16 Observations and 5 Variables.

NOTE: The DATA Statement Used 13.00 Seconds.

```
54 CLASS S VF A P;
55 MODEL d50=S|VF|A|P;
56 TEST H = S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P
VF*P S*VF*P A*P S*A*P VF*A*P
E=S*VF*A*P;
57
58 PROC GLM;
```

NOTE: The PROCEDURE ANOVA Used 42.00 Seconds.

```
59 MODEL d50 = S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P
60 VF*P S*VF*P A*P/P;
61 PROC GLM;
```

NOTE: The PROCEDURE GLM Used 54.00 Seconds.

```
62 MODEL d50=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P/P;
```


63 PROC GLM;

NOTE: The PROCEDURE GLM Used 56.00 Seconds.

64 MODEL d50=S VF A VF*A/P;

65 RUN;

3) ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของขนาด d_{50}
ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

S A S

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
S	2	6 10
VF	2	8 14.3
A	2	3 6.5
P	2	24 36

Number of observations in data set = 16

SAS

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	168.68937500	11.24595833	.	.
Error	0	.	.	.	.
Corrected Total	15	168.68937500			

R-Square	C.V.	Root MSE	D50 Mean
1.000000	0	0	7.39375000

S A S

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	11.39062500	11.39062500	.	.
VF	1	75.25562500	75.25562500	.	.
S*VF	1	1.89062500	1.89062500	.	.
A	1	58.90562500	58.90562500	.	.
S*A	1	2.17562500	2.17562500	.	.
VF*A	1	15.01562500	15.01562500	.	.
S*VF*A	1	1.38062500	1.38062500	.	.
P	1	2.17562500	2.17562500	.	.
S*P	1	0.00562500	0.00562500	.	.
VF*P	1	0.14062500	0.14062500	.	.

S*VF*P	1	0.10562500	0.10562500	.	.
A*P	1	0.22562500	0.22562500	.	.
S*A*P	1	0.00562500	0.00562500	.	.
VF*A*P	1	0.01562500	0.01562500	.	.
S*VF*A*P	1	0.00062500	0.00062500	.	.

S A S

Analysis of Variance Procedure

Tests of Hypotheses using the Anova MS for S*VF*A*P as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	11.39062500	11.39062500	18225.00	0.0047
VF	1	75.25562500	75.25562500	99999.99	0.0000
S*VF	1	1.89062500	1.89062500	3025.00	0.0116
A	1	58.90562500	58.90562500	94249.00	0.0021
S*A	1	2.17562500	2.17562500	3481.00	0.0108
VF*A	1	15.01562500	15.01562500	24025.00	0.0041
S*VF*A	1	1.38062500	1.38062500	2209.00	0.0135
P	1	2.17562500	2.17562500	3481.00	0.0108
S*P	1	0.00562500	0.00562500	9.00	0.2048
VF*P	1	0.14062500	0.14062500	225.00	0.0424
S*VF*P	1	0.10562500	0.10562500	169.00	0.0489
A*P	1	0.22562500	0.22562500	361.00	0.0335
S*A*P	1	0.00562500	0.00562500	9.00	0.2048
VF*A*P	1	0.01562500	0.01562500	25.00	0.1257

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	168.55651188	15.32331926	461.33	0.0001
Error	4	0.13286312	0.03321578		
Corrected Total	15	168.68937500			

R-Square	C.V.	Root MSE	D50 Mean
0.999212	2.4649463	0.18225197	7.39375000

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	11.39062500	11.39062500	342.93	0.0001
VF	1	75.25562500	75.25562500	2265.66	0.0001
S*VF	1	1.89062500	1.89062500	56.92	0.0017
A	1	58.90562500	58.90562500	1773.42	0.0001

S*A	1	2.17562500	2.17562500	65.50	0.0013
VF*A	1	15.01562500	15.01562500	452.06	0.0001
S*VF*A	1	1.38062500	1.38062500	41.57	0.0030
P	1	2.17562500	2.17562500	65.50	0.0013
VF*P	1	0.14062500	0.14062500	4.23	0.1087
S*VF*P	1	0.00026188	0.00026188	0.01	0.9335
A*P	1	0.22562500	0.22562500	6.79	0.0597

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	0.68058432	0.68058432	20.49	0.0106
VF	1	0.04269340	0.04269340	1.29	0.3203
S*VF	1	2.01977598	2.01977598	60.81	0.0015
A	1	0.19603319	0.19603319	5.90	0.0720
S*A	1	0.53251164	0.53251164	16.03	0.0161
VF*A	1	0.04003676	0.04003676	1.21	0.3339
S*VF*A	1	1.38062500	1.38062500	41.57	0.0030
P	1	0.09880485	0.09880485	2.97	0.1597
VF*P	1	0.07061878	0.07061878	2.13	0.2186
S*VF*P	1	0.00026188	0.00026188	0.01	0.9335
A*P	1	0.22562500	0.22562500	6.79	0.0597

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	6.191312358	2.75	0.0515	2.2538252632
S	-1.097193878	-4.53	0.0106	0.2423899632
VF	0.230056063	1.13	0.3203	0.2029203167
S*VF	0.180249511	7.80	0.0015	0.0231150438
A	-1.010034014	-2.43	0.0720	0.4157606833
S*A	0.191723356	4.00	0.0161	0.0478831481
VF*A	0.037414966	1.10	0.3339	0.0340790981
S*VF*A	-0.026643991	-6.45	0.0030	0.0041326977
P	-0.059871032	-1.72	0.1597	0.0347136141
VF*P	-0.005193101	-1.46	0.2186	0.0035615487
S*VF*P	0.000029098	0.09	0.9335	0.0003277041
A*P	0.011309524	2.61	0.0597	0.0043393326

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	5.90000000	5.99654340	-0.09654340
2	5.30000000	5.20345660	0.09654340
3	3.90000000	4.00904340	-0.10904340
4	3.80000000	3.69095660	0.10904340
5	11.20000000	11.18624320	0.01375680

6	10.0000000	10.01375680	-0.01375680
7	6.6000000	6.49874320	0.10125680
8	5.7000000	5.80125680	-0.10125680
9	7.3000000	7.14095660	0.15904340
10	6.2000000	6.35904340	-0.15904340
11	4.9000000	4.85345660	0.04654340
12	4.5000000	4.54654340	-0.04654340
13	14.8000000	14.87625680	-0.07625680
14	13.8000000	13.72374320	0.07625680
15	7.5000000	7.53875680	-0.03875680
16	6.9000000	6.86124320	0.03875680

S A S

General Linear Models Procedure

Sum of Residuals	0.00000000
Sum of Squared Residuals	0.13286312
Sum of Squared Residuals - Error SS	0.00000000
First Order Autocorrelation	-0.75088352
Durbin-Watson D	3.42030938

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	168.1900000	21.02375000	294.70	0.0001
Error	7	0.49937500	0.07133929		
Corrected Total	15	168.68937500			

R-Square	C.V.	Root MSE	D50 Mean
0.997040	3.6124315	0.26709415	7.39375000

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	11.39062500	11.39062500	159.67	0.0001
VF	1	75.25562500	75.25562500	1054.90	0.0001
S*VF	1	1.89062500	1.89062500	26.50	0.0013
A	1	58.90562500	58.90562500	825.71	0.0001
S*A	1	2.17562500	2.17562500	30.50	0.0009
VF*A	1	15.01562500	15.01562500	210.48	0.0001
S*VF*A	1	1.38062500	1.38062500	19.35	0.0032
P	1	2.17562500	2.17562500	30.50	0.0009

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	0.68058432	0.68058432	9.54	0.0176
VF	1	0.00615531	0.00615531	0.09	0.7775
S*VF	1	2.48976220	2.48976220	34.90	0.0006
A	1	0.09584938	0.09584938	1.34	0.2844
S*A	1	0.53251164	0.53251164	7.46	0.0292
VF*A	1	0.04003676	0.04003676	0.56	0.4782
S*VF*A	1	1.38062500	1.38062500	19.35	0.0032
P	1	2.17562500	2.17562500	30.50	0.0009

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	6.238931406	2.12	0.0721	2.9482474451
S	-1.097193878	-3.09	0.0176	0.3552276686
VF	0.074263039	0.29	0.7775	0.2528204397
S*VF	0.181122449	5.91	0.0006	0.0306589817
A	-0.670748299	-1.16	0.2844	0.5786677842
S*A	0.191723356	2.73	0.0292	0.0701737764
VF*A	0.037414966	0.75	0.4782	0.0499436462
S*VF*A	-0.026643991	-4.40	0.0032	0.0060565567
P	-0.061458333	-5.52	0.0009	0.0111289230

S A S

General Linear Models Procedure

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	5.90000000	5.96875000	-0.06875000
2	5.30000000	5.23125000	0.06875000
3	3.90000000	4.21875000	-0.31875000
4	3.80000000	3.48125000	0.31875000
5	11.20000000	10.96875000	0.23125000
6	10.00000000	10.23125000	-0.23125000
7	6.60000000	6.51875000	0.08125000
8	5.70000000	5.78125000	-0.08125000
9	7.30000000	7.11875000	0.18125000
10	6.20000000	6.38125000	-0.18125000
11	4.90000000	5.06875000	-0.16875000
12	4.50000000	4.33125000	0.16875000
13	14.80000000	14.66875000	0.13125000
14	13.80000000	13.93125000	-0.13125000
15	7.50000000	7.56875000	-0.06875000
16	6.90000000	6.83125000	0.06875000
Sum of Residuals			-0.00000000
Sum of Squared Residuals			0.49937500
Sum of Squared Residuals - Error SS			-0.00000000
First Order Autocorrelation			-0.33972153
Durbin-Watson D			2.66051314

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	160.56750000	40.14187500	54.37	0.0001
Error	11	8.12187500	0.73835227		
Corrected Total	15	168.68937500			

R-Square	C.V.	Root MSE	D50 Mean
0.951853	11.621630	0.85927427	7.39375000

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	11.39062500	11.39062500	15.43	0.0024
VF	1	75.25562500	75.25562500	101.92	0.0001
A	1	58.90562500	58.90562500	79.78	0.0001
VF*A	1	15.01562500	15.01562500	20.34	0.0009

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	11.39062500	11.39062500	15.43	0.0024
VF	1	44.02420122	44.02420122	59.62	0.0001
A	1	2.69761183	2.69761183	3.65	0.0823
VF*A	1	15.01562500	15.01562500	20.34	0.0009

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: D50

Parameter	Estimate	T for H0:	Pr > |T|	Std Error of
		Parameter=0		Estimate
INTERCEPT	-7.757369615	-3.18	0.0088	2.4418057796
S	0.421875000	3.93	0.0024	0.1074092839
VF	1.523242630	7.72	0.0001	0.1972673231
A	0.863038549	1.91	0.0823	0.4515150946
VF*A	-0.175736961	-4.51	0.0009	0.0389693547

S A S

General Linear Models Procedure

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	5.90000000	5.33125000	0.56875000
2	5.30000000	5.33125000	-0.03125000
3	3.90000000	3.43125000	0.46875000
4	3.80000000	3.43125000	0.36875000
5	11.20000000	11.60625000	-0.40625000
6	10.00000000	11.60625000	-1.60625000
7	6.60000000	5.83125000	0.76875000
8	5.70000000	5.83125000	-0.13125000
9	7.30000000	7.01875000	0.28125000
10	6.20000000	7.01875000	-0.81875000
11	4.90000000	5.11875000	-0.21875000
12	4.50000000	5.11875000	-0.61875000
13	14.80000000	13.29375000	1.50625000
14	13.80000000	13.29375000	0.50625000
15	7.50000000	7.51875000	-0.01875000
16	6.90000000	7.51875000	-0.61875000
Sum of Residuals			-0.00000000
Sum of Squared Residuals			8.12187500
Sum of Squared Residuals - Error SS			0.00000000
First Order Autocorrelation			-0.10005290
Durbin-Watson D			2.1131396

4.5.2 การวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วนละเอียด

1) โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวมที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

```

DATA;
INPUT S VF A P REC;
CARDS;
6 8 3 24 32.57
6 8 3 36 30.31
6 8 6.5 24 16.14
6 8 6.5 36 14.24
6 14.3 3 24 53.61
6 14.3 3 36 51.73
6 14.3 6.5 24 38.62
6 14.3 6.5 36 36.80
10 8 3 24 36.46
10 8 3 36 34.30
10 8 6.5 24 17.00
10 8 6.5 36 15.16
10 14.3 3 24 62.87
10 14.3 3 36 56.95
10 14.3 6.5 24 41.26
10 14.3 6.5 36 40.71
PROC ANOVA;
CLASS S VF A P;
MODEL REC=S|VF|A|P;
TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P VF*P S*VF*P
A*P S*A*P VF*A*P E=S*VF*A*P;

```

```

PROC GLM;
MODEL REC=VF A/P;
RUN;

```

2) ขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวมที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

```

1 DATA;
2 INPUT S VF A P REC;
3 CARDS;
20 PROC ANOVA;

```

NOTE: The Data Set WORK.DATA1 Has 16 Observations and 5 Variables.

NOTE: The DATA Statement Used 12.00 Seconds.

```

21 CLASS S VF A P;
22 MODEL REC=S|VF|A|P;
23 TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P
VF*P S*VF*P A*P S*A*P VF*A*P
24 E=S*VF*A*P;
25 PROC GLM;

```

NOTE: The PROCEDURE ANOVA Used 43.00 Seconds.

```

26 MODEL REC=VF A/P;
27 RUN;

```

3) ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวมที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

S A S

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
S	2	6 10
VF	2	8 14.3
A	2	3 6.5
P	2	24 36

Number of observations in data set = 16

S A S

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	3485.8000938	232.3866729	.	.
Error	0	.	.	.	.
Corrected Total	15	3485.8000938			

R-Square	C.V.	Root MSE	REC Mean
1.000000	0	0	36.17062500

S A S

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REC

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	58.867256	58.867256	.	.
VF	1	2170.861056	2170.861056	.	.
S*VF	1	8.079806	8.079806	.	.
A	1	1205.304806	1205.304806	.	.
S*A	1	12.302556	12.302556	.	.
VF*A	1	0.693056	0.693056	.	.
S*VF*A	1	0.209306	0.209306	.	.
P	1	20.999306	20.999306	.	.
S*P	1	0.425756	0.425756	.	.
VF*P	1	0.252506	0.252506	.	.
S*VF*P	1	0.536556	0.536556	.	.
A*P	1	2.333256	2.333256	.	.
S*A*P	1	1.735806	1.735806	.	.
VF*A*P	1	1.410156	1.410156	.	.
S*VF*A*P	1	1.788906	1.788906	.	.

Tests of Hypotheses using the Anova MS for S*VF*A*P as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	58.8672562	58.8672562	32.91	0.1099
VF	1	2170.8610562	2170.8610562	1213.51	0.0183
S*VF	1	8.0798063	8.0798063	4.52	0.2800
A	1	1205.3048063	1205.3048063	673.77	0.0245
S*A	1	12.3025563	12.3025563	6.88	0.2319
VF*A	1	0.6930563	0.6930563	0.39	0.6456

Dependent Variable: REC

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S*VF*A	1	0.2093062	0.2093062	0.12	0.7902
P	1	20.9993063	20.9993063	11.74	0.1808
S*P	1	0.4257562	0.4257562	0.24	0.7111
VF*P	1	0.2525062	0.2525062	0.14	0.7712
S*VF*P	1	0.5365562	0.5365562	0.30	0.6810
A*P	1	2.3332562	2.3332562	1.30	0.4578
S*A*P	1	1.7358062	1.7358062	0.97	0.5048
VF*A*P	1	1.4101562	1.4101562	0.79	0.5378

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	3376.1658625	1688.0829312	200.17	0.0001
Error	13	109.6342313	8.4334024		
Corrected Total	15	3485.8000938			

R-Square	C.V.	Root MSE	REC Mean
0.968548	8.0287031	2.9040321	36.17062500

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REC

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VF	1	2170.861056	2170.861056	257.41	0.0001
A	1	1205.304806	1205.304806	142.92	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VF	1	2170.8610563	2170.8610563	257.41	0.0001
A	1	1205.3048062	1205.3048062	142.92	0.0001

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REC

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	18.49826389	5.57	0.0001	3.3187937862
VF	3.69781746	16.04	0.0001	0.2304787376
A	-4.95964286	-11.95	0.0001	0.4148617277

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	32.57000000	33.20187500	-0.63187500
2	30.31000000	33.20187500	-2.89187500
3	16.14000000	15.84312500	0.29687500
4	14.24000000	15.84312500	-1.60312500
5	53.61000000	56.49812500	-2.88812500
6	51.73000000	56.49812500	-4.76812500
7	38.62000000	39.13937500	-0.51937500
8	36.80000000	39.13937500	-2.33937500
9	36.46000000	33.20187500	3.25812500
10	34.30000000	33.20187500	1.09812500
11	17.00000000	15.84312500	1.15687500
12	15.16000000	15.84312500	-0.68312500
13	62.87000000	56.49812500	6.37187500
14	56.95000000	56.49812500	0.45187500
15	41.26000000	39.13937500	2.12062500
16	40.71000000	39.13937500	1.57062500

S A S

General Linear Models Procedure

Sum of Residuals	0.00000000
Sum of Squared Residuals	109.63423125
Sum of Squared Residuals - Error SS	-0.00000000
First Order Autocorrelation	0.19917774
Durbin-Watson D	1.57550188

4.5.3 การวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเก็บ
ดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

1) โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของ
เปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
SAS มีดังนี้คือ

```
DATA;
INPUT S VF A P R10;
CARDS;
6 8 3 24 56.67
6 8 3 36 53.47
6 8 6.5 24 27.57
6 8 6.5 36 25.27
6 14.3 3 24 88.47
6 14.3 3 36 86.86
6 14.3 6.5 24 64.58
6 14.3 6.5 36 59.38
10 8 3 24 66.90
10 8 3 36 58.56
10 8 6.5 24 28.40
10 8 6.5 36 27.41
10 14.3 3 24 94.80
10 14.3 3 36 94.07
10 14.3 6.5 24 70.70
10 14.3 6.5 36 69.53
PROC ANOVA;
CLASS S VF A P;
MODEL R10=S|VF|A|P;
TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P VF*P S*VF*P
```



```
A*P S*A*P VF*A*P E=S*VF*A*P;
```

```
PROC GLM;
```

```
MODEL R10=S VF A/P;
```

```
PROC GLM;
```

```
MODEL R10=VF A/P;
```

```
RUN;
```

2) ขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเกิดดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

```
28 DATA;
29 INPUT S VF A P R10;
30 CARDS;
47 PROC ANOVA;
```

NOTE: The Data Set WORK.DATA2 Has 16 Observations and 5 Variables.

NOTE: The DATA Statement Used 12.00 Seconds.

```
48 CLASS S VF A P;
49 MODEL R10=S|VF|A|P;
50 TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P
VF*P S*VF*P A*P S*A*P VF*A*P
E=S*VF*A*P;
51
52 PROC GLM;
```

NOTE: The PROCEDURE ANOVA Used 43.00 Seconds.

```
53 MODEL R10=S VF A/P;
54 PROC GLM;
```

NOTE: The PROCEDURE GLM Used 37.00 Seconds.

```
55 MODEL R10=VF A/P;
56 RUN;
```

3) ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณโดยตรง ของเปอร์เซ็นต์การเกิดดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

S A S

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
S	2	6 10
VF	2	8 14.3
A	2	3 6.5
P	2	24 36

Number of observations in data set = 16

Dependent Variable: R10

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	8542.4508000	569.4967200	.	.
Error	0	.	.	.	.
Corrected Total	15	8542.4508000			

R-Square	C.V.	Root MSE	R10 Mean
1.000000	0	0	60.79000000

S A S

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: R10

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	144.600625	144.600625	.	.
VF	1	5045.971225	5045.971225	.	.
S*VF	1	8.294400	8.294400	.	.
A	1	3219.427600	3219.427600	.	.
S*A	1	5.784025	5.784025	.	.
VF*A	1	45.360225	45.360225	.	.
S*VF*A	1	14.212900	14.212900	.	.
P	1	34.633225	34.633225	.	.
S*P	1	0.072900	0.072900	.	.
VF*P	1	2.340900	2.340900	.	.
S*VF*P	1	4.774225	4.774225	.	.
A*P	1	1.113025	1.113025	.	.
S*A*P	1	5.760000	5.760000	.	.
VF*A*P	1	9.424900	9.424900	.	.
S*VF*A*P	1	0.680625	0.680625	.	.

Tests of Hypotheses using the Anova MS for S*VF*A*P as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	144.6006250	144.6006250	212.45	0.0436
VF	1	5045.9712250	5045.9712250	7413.73	0.0074

Dependent Variable: R10

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S*VF	1	8.2944000	8.2944000	12.19	0.1776
A	1	3219.4276000	3219.4276000	4730.10	0.0093
S*A	1	5.7840250	5.7840250	8.50	0.2104
VF*A	1	45.3602250	45.3602250	66.64	0.0776
S*VF*A	1	14.2129000	14.2129000	20.88	0.1372
P	1	34.6332250	34.6332250	50.88	0.0887
S*P	1	0.0729000	0.0729000	0.11	0.7986
VF*P	1	2.3409000	2.3409000	3.44	0.3148
S*VF*P	1	4.7742250	4.7742250	7.01	0.2298
A*P	1	1.1130250	1.1130250	1.64	0.4225
S*A*P	1	5.7600000	5.7600000	8.46	0.2108
VF*A*P	1	9.4249000	9.4249000	13.85	0.1671

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R10

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	8409.9994500	2803.3331500	253.98	0.0001
Error	12	132.4513500	11.0376125		
Corrected Total	15	8542.4508000			

R-Square

C.V.

Root MSE

R10 Mean

0.984495

5.4651921

3.3222902

60.79000000

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R10

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	144.600625	144.600625	13.10	0.0035
VF	1	5045.971225	5045.971225	457.16	0.0001
A	1	3219.427600	3219.427600	291.68	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	144.6006250	144.6006250	13.10	0.0035
VF	1	5045.9712250	5045.9712250	457.16	0.0001
A	1	3219.4276000	3219.4276000	291.68	0.0001

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R10

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	24.40680556	4.84	0.0004	5.0451181275
S	1.50312500	3.62	0.0035	0.4152862812
VF	5.63769841	21.38	0.0001	0.2636738293
A	-8.10571429	-17.08	0.0001	0.4746128927

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	56.67000000	54.21000000	2.46000000
2	53.47000000	54.21000000	-0.74000000
3	27.57000000	25.84000000	1.73000000
4	25.27000000	25.84000000	-0.57000000
5	88.47000000	89.72750000	-1.25750000
6	86.86000000	89.72750000	-2.86750000
7	64.58000000	61.35750000	3.22250000
8	59.38000000	61.35750000	-1.97750000
9	66.90000000	60.22250000	6.67750000
10	58.56000000	60.22250000	-1.66250000
11	28.40000000	31.85250000	-3.45250000
12	27.41000000	31.85250000	-4.44250000
13	94.80000000	95.74000000	-0.94000000
14	94.07000000	95.74000000	-1.67000000
15	70.70000000	67.37000000	3.33000000
16	69.53000000	67.37000000	2.16000000

S A S

General Linear Models Procedure

Sum of Residuals	0.00000000
Sum of Squared Residuals	132.45135000
Sum of Squared Residuals - Error SS	0.00000000
First Order Autocorrelation	-0.08477221
Durbin-Watson D	2.08863018

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R10

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	8265.3988250	4132.6994125	193.92	0.0001
Error	13	277.0519750	21.3116904		
Corrected Total	15	8542.4508000			

R-Square	C.V.	Root MSE	R10 Mean
0.967568	7.5941086	4.6164586	60.79000000

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R10

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VF	1	5045.971225	5045.971225	236.77	0.0001
A	1	3219.427600	3219.427600	151.06	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VF	1	5045.9712250	5045.9712250	236.77	0.0001
A	1	3219.4276000	3219.4276000	151.06	0.0001

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R10

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	36.43180556	6.91	0.0001	5.2757937087
VF	5.63769841	15.39	0.0001	0.3663856064
A	-8.10571429	-12.29	0.0001	0.6594940916

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	56.67000000	57.21625000	-0.54625000
2	53.47000000	57.21625000	-3.74625000
3	27.57000000	28.84625000	-1.27625000
4	25.27000000	28.84625000	-3.57625000
5	88.47000000	92.73375000	-4.26375000
6	86.86000000	92.73375000	-5.87375000
7	64.58000000	64.36375000	0.21625000
8	59.38000000	64.36375000	-4.98375000
9	66.90000000	57.21625000	9.68375000
10	58.56000000	57.21625000	1.34375000
11	28.40000000	28.84625000	-0.44625000
12	27.41000000	28.84625000	-1.43625000
13	94.80000000	92.73375000	2.06625000
14	94.07000000	92.73375000	1.33625000
15	70.70000000	64.36375000	6.33625000
16	69.53000000	64.36375000	5.16625000

S A S

General Linear Models Procedure

Sum of Residuals	0.00000000
Sum of Squared Residuals	277.05197500
Sum of Squared Residuals - Error SS	-0.00000000
First Order Autocorrelation	0.19896448
Durbin-Watson D	1.50465781

4.5.4 การวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

1) โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

DATA;

INPUT S VF A P R2;

CARDS;

6 8 3 24 80.11

6 8 3 36 71.77

6 8 6.5 24 55.40

6 8 6.5 36 54.33

6 14.3 3 24 85.57

6 14.3 3 36 91.16

6 14.3 6.5 24 80.23

6 14.3 6.5 36 85.36

10 8 3 24 86.71

10 8 3 36 85.95


```

10 8 6.5 24 41.90
10 8 6.5 36 42.89
10 14.3 3 24 95.99
10 14.3 3 36 92.49
10 14.3 6.5 24 87.41
10 14.3 6.5 36 85.57
PROC ANOVA;
CLASS S VF A P;
MODEL R2=S|VF|A|P;
TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P VF*P S*VF*P
A*P S*A*P VF*A*P E=S*VF*A*P;
PROC GLM;
MODEL R2=VF A VF*A/P;
RUN;

```

2) ขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบว่าเรียงกันและทดสอบถ้อยเส้นตรง ของเปอร์เซ็นต์การเกิดดินขาว ขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้คือ

```

84 DATA;
85 INPUT S VF A P R2;
86 CARDS;
103 PROC ANOVA;

```

NOTE: The Data Set WORK.DATA4 Has 16 Observations
and 5 Variables.

NOTE: The DATA Statement Used 12.00 Seconds.

```

104 CLASS S VF A P;
105 MODEL R2=S|VF|A|P;
106 TEST H=S VF S*VF A S*A VF*A S*VF*A P S*P
VF*P S*VF*P A*P S*A*P VF*A*P

```

E=S*VF*A*P;

108 PROC GLM;

NOTE: The PROCEDURE ANOVA used 43.00 seconds.

109 MODEL R2=VF A VF*A/P;

110 RUN;

3) ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของเปอร์เซ็นต์การเกิดดินขาว ขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS มีดังนี้

S A S

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
S	2	6 10
VF	2	8 14.3
A	2	3 6.5
P	2	24 36

Number of observations in data set = 16

S A S

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: R2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	4718.8047000	314.5869800	.	.
Error	0	.	.	.	.
Corrected Total	15	4718.8047000			

R-Square	C.V.	Root MSE	R2 Mean
1.000000	0	0	76.42750000

S A S

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: R2

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	14.025025	14.025025	.	.
VF	1	2132.592400	2132.592400	.	.
S*VF	1	33.930625	33.930625	.	.
A	1	1533.897225	1533.897225	.	.
S*A	1	156.750400	156.750400	.	.
VF*A	1	667.964025	667.964025	.	.
S*VF*A	1	106.915600	106.915600	.	.
P	1	0.902500	0.902500	.	.
S*P	1	2.576025	2.576025	.	.
VF*P	1	13.249600	13.249600	.	.

Dependent Variable: R2

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S*VF*P	1	41.280625	41.280625	.	.
A*P	1	6.528025	6.528025	.	.
S*A*P	1	0.722500	0.722500	.	.
VF*A*P	1	3.822025	3.822025	.	.
S*VF*A*P	1	3.648100	3.648100	.	.

Tests of Hypotheses using the Anova MS for S*VF*A*P as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	1	14.0250250	14.0250250	3.84	0.3002
VF	1	2132.5924000	2132.5924000	584.58	0.0263
S*VF	1	33.9306250	33.9306250	9.30	0.2017
A	1	1533.8972250	1533.8972250	420.46	0.0310
S*A	1	156.7504000	156.7504000	42.97	0.0964
VF*A	1	667.9640250	667.9640250	183.10	0.0470
S*VF*A	1	106.9156000	106.9156000	29.31	0.1163
P	1	0.9025000	0.9025000	0.25	0.7062
S*P	1	2.5760250	2.5760250	0.71	0.5551
VF*P	1	13.2496000	13.2496000	3.63	0.3076
S*VF*P	1	41.2806250	41.2806250	11.32	0.1840
A*P	1	6.5280250	6.5280250	1.79	0.4087
S*A*P	1	0.7225000	0.7225000	0.20	0.7334
VF*A*P	1	3.8220250	3.8220250	1.05	0.4926

S A S

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: R2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4334.4536500	1444.8178833	45.11	0.0001
Error	12	384.3510500	32.0292542		
Corrected Total	15	4718.8047000			

R-Square	C.V.	Root MSE	R2 Mean
0.918549	7.4049778	5.6594394	76.42750000

Dependent Variable: R2

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VF	1	2132.592400	2132.592400	66.58	0.0001
A	1	1533.897225	1533.897225	47.89	0.0001
VF*A	1	667.964025	667.964025	20.85	0.0006

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VF	1	68.6711269	68.6711269	2.14	0.1688
A	1	1261.6217082	1261.6217082	39.39	0.0001
VF*A	1	667.9640250	667.9640250	20.85	0.0006

Dependent Variable: R2

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	124.2159297	8.25	0.0001	15.053788697
VF	-1.9024376	-1.46	0.1688	1.2992620582
A	-18.6640136	-6.28	0.0001	2.9738145275
VF*A	1.1721088	4.57	0.0006	0.2566639177

Observation	Observed Value	Predicted Value	Residual
1	80.11000000	81.13500000	-1.02500000
2	71.77000000	81.13500000	-9.36500000
3	55.40000000	48.63000000	6.77000000
4	54.33000000	48.63000000	5.70000000
5	85.57000000	91.30250000	-5.73250000
6	91.16000000	91.30250000	-0.14250000
7	80.23000000	84.64250000	-4.41250000
8	85.36000000	84.64250000	0.71750000
9	86.71000000	81.13500000	5.57500000
10	85.95000000	81.13500000	4.81500000
11	41.90000000	48.63000000	-6.73000000
12	42.89000000	48.63000000	-5.74000000
13	95.99000000	91.30250000	4.68750000
14	92.49000000	91.30250000	1.18750000
15	87.41000000	84.64250000	2.76750000
16	85.57000000	84.64250000	0.92750000

S A S

General Linear Models Procedure

Sum of Residuals	-0.0000000
Sum of Squared Residuals	384.3510500
Sum of Squared Residuals - Error SS	-0.0000000
First Order Autocorrelation	-0.07291804
Durbin-Watson D	2.14086437



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เกี่ยวกับผลของตัวแปรทำงาน ที่มีต่อประสิทธิภาพการคัดขนาดของไฮโดรไซโคลนที่ถือเอาขนาด d_{50} ความหมดจดของการคัดขนาด และเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวที่อยู่ในส่วนละเอียด เป็นเกณฑ์นั้น สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้คือ

4.6.1 ผลของตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลนที่มีต่อขนาด d_{50}

การเปลี่ยนแปลงตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลนที่มีผลต่อขนาด d_{50} มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเปลี่ยนแปลงขนาดทางออกส่วนหยาบและส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน จากตารางที่ 4.19 สามารถสรุปผลของตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลนที่มีต่อขนาด d_{50} ดังนี้คือ

- 1) ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน พบว่า ขนาด d_{50} มีขนาดเล็กลงเมื่อความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อนสูงขึ้น
 - 2) ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน พบว่า ขนาด d_{50} มีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อนสูงขึ้น
 - 3) ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน พบว่า ขนาด d_{50} มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลนใหญ่ขึ้น
 - 4) ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน พบว่า ขนาด d_{50} มีขนาดเล็กลง เมื่อขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลนใหญ่ขึ้น
- เงื่อนไขการทดลองที่ให้ขนาด d_{50} เล็กที่สุดคือ เงื่อนไขของการทดลองที่ FX04 ที่ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 8.0 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 6.5 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งขนาด d_{50} ที่เล็กที่สุดจะเท่ากับ 3.8 ไมครอน

4.6.2 ผลของตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลนที่มีต่อความหมดจดของการคัดขนาด

การเปลี่ยนแปลงตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน มีผลต่อความหมดจดของการคัดขนาดน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 4.19 สามารถสรุปผลของตัวแปรทำงาน

ของไฮโดรไฮโดรไลซิสที่มีความหนาแน่นของการตัดขนาดดังนี้คือ

1) ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน พบว่า ความหนาแน่นของการตัดขนาด ต่ำขึ้น เมื่อความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อนสูงขึ้น

2) ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน พบว่าความหนาแน่นของการตัดขนาด เลวลง เมื่อความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อนสูงขึ้น

3) ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโดรไลซิส พบว่าความหนาแน่นของการตัดขนาดต่ำขึ้น เมื่อขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโดรไลซิสใหญ่ขึ้น

4) ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโดรไลซิส พบว่า ความหนาแน่นของการตัดขนาดเลวลง เมื่อขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโดรไลซิสใหญ่ขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่า ความหนาแน่นของการตัดขนาดต่ำขึ้น เมื่อสัดส่วนระหว่างขนาดทางออกส่วนหยาบและส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโดรไลซิส (D_u/D_o) ลดลง

เงื่อนไขการทดลองที่ทำให้ความหนาแน่นของการตัดขนาดต่ำที่สุด คือเงื่อนไขของการทดลองที่ FX06 ที่ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน = 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโดรไลซิส = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโดรไลซิส = 3 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน = 36 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งค่าความหนาแน่นของการตัดขนาดจะเท่ากับ 0.31

จากตารางที่ 4.19 พบว่า การเปลี่ยนแปลงตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโดรไลซิสมีผลต่อความหนาแน่นของการตัดขนาดน้อยมาก หรือแทบไม่มีผลเลย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรทำงานและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโดรไลซิสทุกตัว ไม่มีผลต่อความหนาแน่นของการตัดขนาดในเชิงสถิติเลย และไม่มีแนวโน้มที่จะทำการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ และหยุดถอยเส้นตรงของความหนาแน่นของการตัดขนาด

4.6.3 ผลของตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโดรไลซิสที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวมขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

จากตารางที่ 4.19 สามารถสรุปผลของตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโดรไลซิสที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ดังนี้คือ

1) ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน พบว่า เปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวมขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียดมีแนวโน้มลดลง เมื่อความดันลดของน้ำดิน

ชาวที่ป้อนสูงขึ้น

2) ความเข้มข้นของน้ำดินชาวที่ป้อน พบว่า เปอร์เซ็นต์การเก็บดินชาวรวม ขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด มีแนวโน้มมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของน้ำดินชาวที่ป้อนสูงขึ้น

3) ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน พบว่า เปอร์เซ็นต์การเก็บดินชาวรวม ขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียดมากขึ้น เมื่อขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลนใหญ่ขึ้น

4) ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน พบว่า เปอร์เซ็นต์การเก็บดินชาวรวม ขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียดน้อยลง เมื่อขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลนใหญ่ขึ้น

เงื่อนไขการทดลอง ที่ให้เปอร์เซ็นต์การเก็บดินชาวรวม ขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียดมากที่สุด คือเงื่อนไขของการทดลองที่ FX13 ที่ความเข้มข้นของน้ำดินชาวที่ป้อน = 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน = 14.3 มิลลิเมตร ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน = 3.0 มิลลิเมตร และความดันลดของน้ำดินชาวที่ป้อน = 24 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งเปอร์เซ็นต์การเก็บดินชาวรวม ขนาด -10 และ -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียดมากที่สุดเท่ากับ 62.87, 94.80 และ 95.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.6.4 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และพหุคูณถอยเส้นตรงของขนาด d_{50}

ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ของขนาด d_{50} สามารถสรุปไว้ในตารางที่

4.21 ดังนี้

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ของขนาด d_{50}

Source of Variation	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F
S	1	11.390625	11.390625	18225.00 ^c
VF	1	75.255625	75.255625	99999.99 ^c
S * VF	1	1.890625	1.890625	3025.00 ^b
A	1	58.905625	58.905625	94249.00 ^c
S * A	1	2.175625	2.175625	3481.00 ^b
VF * A	1	15.015625	15.015625	24025.00 ^c
S * VF * A	1	1.380625	1.380625	2209.00 ^b
P	1	2.175625	2.175625	3481.00 ^b
S * P	1	0.005625	0.005625	9.00
VF * P	1	0.140625	0.140625	225.00 ^a
S * VF * P	1	0.105625	0.105625	169.00 ^a
A * P	1	0.225625	0.225625	361.00 ^a
S * A * P	1	0.005625	0.005625	9.00
VF * A * P	1	0.015625	0.015625	25.00
Error	1	0.000625	0.000625	
Total	15	168.689375		

^a Significant at the 5 Percent Level , $F_{.05,1,1} = 161.4$

^b Significant at the 2.5 Percent Level , $F_{.025,1,1} = 647.8$

^c Significant at the 1 Percent Level , $F_{.01,1,1} = 4052$

จากผลการวิเคราะห์แบบว่า เรียงชั้นของขนาด d_{50} ในตารางที่ 4.21 สามารถสรุปได้ว่า

1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรทำงาน และปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโคลนที่มีผลต่อขนาด d_{50} เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลังดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโคลน (VF)
- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโคลน (A)
- $VF * A$
- ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน (S)
- $S * A$
- ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน (P)
- $S * VF$
- $S * VF * A$
- $A * P$
- $VF * P$
- $S * VF * P$

รูปแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาด d_{50} และ ตัวแปรทำงานและปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโคลน มีดังนี้คือ

$$d_{50} = 6.19 + 0.23(VF) - 1.01(A) + 0.04(VF*A) - 1.10(S) + 0.19(S*A) - 0.06(P) + 0.18(S*VF) - 0.03(S*VF*A) + 0.01(A*P) - 5.19 \times 10^{-3}(VF*P) + 29.10 \times 10^{-6}(S*VF*P)$$

โดยที่ ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.999212$

2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.025 ตัวแปรทำงานและปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโคลน ที่มีผลต่อขนาด d_{50} เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลังดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโคลน (VF)

- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโคลน (A)
- $VF * A$
- ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน (S)
- $S * A$
- ความดันลดของน้ำดินขาวที่ป้อน (P)
- $S * VF$
- $S * VF * A$

รูปแบบสมการทำนายทางคณิตศาสตร์ ของความสัมพันธ์ระหว่างขนาด d_{50} และตัวแปรทำงานและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโคลน มีดังนี้คือ

$$d_{50} = 6.24 + 0.07(VF) - 0.67(A) + 0.04(VF*A) - 1.10(S) + 0.19(S*A) - 0.06(P) + 0.18(S*VF) - 0.03(S*VF*A)$$

โดยที่ ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.997040$

3) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโคลนที่มีผลต่อขนาด d_{50} เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลังดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไฮโคลน (VF)
- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไฮโคลน (A)
- $VF * A$
- ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน (S)

รูปแบบสมการทำนายทางคณิตศาสตร์ ของความสัมพันธ์ระหว่างขนาด d_{50} และตัวแปรทำงานของไฮโดรไฮโคลน มีดังนี้คือ

$$d_{50} = -7.76 + 1.52(VF) + 0.86(A) - 0.18(VF*A) + 0.42(S)$$

โดยที่ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.951853$

พบว่า รูปแบบสมการทำนายทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างขนาด d_{50} และตัวแปรทำงาน และปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน ที่เหมาะสม คือรูปแบบที่ระดับนัยสำคัญ 0.025 เนื่องจากมีค่า R^2 สูง เมื่อเทียบกับรูปแบบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และมีตัวแปรน้อยกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.6.5 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และหยุดถอยเส้นตรงของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วนละเอียด

ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วนละเอียด สามารถสรุปไว้ในตารางที่ 4.22 ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์แบบวาไรชันของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วน
ละเอียด

Source of Variation	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F
S	1	58.8672562	58.8672562	32.91
VF	1	2170.8610562	2170.8610562	1213.51 ^b
S * VF	1	8.0798063	8.0798063	4.52
A	1	1205.3048063	1205.3048063	673.77 ^b
S * A	1	12.3025563	12.3025563	6.88
VF * A	1	0.6930563	0.6930563	0.39
S * VF * A	1	0.2093062	0.2093062	0.12
P	1	20.9993063	20.9993063	11.74
S * P	1	0.4257562	0.4257562	0.24
VF * P	1	0.2525062	0.2525062	0.14
S * VF * P	1	0.5365562	0.5365562	0.30
A * P	1	2.3332562	2.3332562	1.30
S * A * P	1	1.7358062	1.7358062	0.97
VF * A * P	1	1.4101562	1.4101562	0.79
Error	1	1.7889060	1.7889060	
Total	15	3485.8000938		

^a Significant at the 5 Percent Level , $F_{.05,1,1} = 161.4$

^b Significant at the 2.5 Percent Level , $F_{.025,1,1} = 647.8$

จากผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วนละเอียด ของตารางที่ 4.22 สามารถสรุปได้ว่า

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.025 ตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวม ที่อยู่ในส่วนละเอียด เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลัง ดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน (VF)
- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน (A)

รูปแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวรวมที่อยู่ในส่วนละเอียด กับตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน มีดังนี้คือ

$$REC = 18.50 + 3.70(VF) - 4.96(A)$$

โดยที่ ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.968548$

4.6.6 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ และพหุคูณถอยเส้นตรงของ เปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -10 ไมครอนที่อยู่ในส่วนละเอียด

ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด สามารถสรุปไว้ในตารางที่ 4.23 ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

Source of Variation	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F
S	1	144.600625	144.600625	212.45 ^a
VF	1	5045.971225	5045.971225	7413.73 ^c
S * VF	1	8.294400	8.294400	12.19
A	1	3219.427600	3219.427600	4730.10 ^c
S * A	1	5.784025	5.784025	8.50
VF * A	1	45.360225	45.360225	66.64
S * VF * A	1	14.212900	14.212900	20.88
P	1	34.633225	34.633225	50.88
S * P	1	0.072900	0.072900	0.11
VF * P	1	2.340900	2.340900	3.44
S * VF * P	1	4.774225	4.774225	7.01
A * P	1	1.113025	1.113025	1.64
S * A * P	1	5.760000	5.760000	8.46
VF * A * P	1	9.424900	9.424900	13.85
Error	1	0.680625	0.680625	
Total	15	8542.450800		

^a Significant at the 5 Percent Level , $F_{.05,1,1} = 161.4$

^b Significant at the 2.5 Percent Level , $F_{.025,1,1} = 647.8$

^c Significant at the 1 Percent Level , $F_{.01,1,1} = 4052$

จากผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ในตารางที่ 4.23 สามารถสรุปได้ว่า

1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลังดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน (VF)
- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน (A)
- ความเข้มข้นของน้ำดินขาวที่ป้อน (S)

รูปแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด กับ ตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน มีดังนี้คือ

$$R_{10} = 24.41 + 5.64(VF) - 8.11(A) + 1.50(S)$$

โดยที่ ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.984495$

2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.025 และ 0.01 ตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลังดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน (VF)
- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน (A)

รูปแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -10 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด กับ ตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน มีดังนี้คือ

$$R_{10} = 36.43 + 5.64(VF) - 8.11(A)$$

โดยที่ ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.967568$

4.6.7 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์และหยุดถอยเส้นตรงของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด สามารถสรุปได้ในตารางที่ 4.24 ดังนี้

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาวขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด

Source of Variation	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F
S	1	14.025025	14.025025	3.84
VF	1	2132.592400	2132.592400	584.58 ^a
S * VF	1	33.930625	33.930625	9.30
A	1	1533.897225	1533.897225	420.46 ^a
S * A	1	156.750400	156.750400	42.97
VF * A	1	667.964025	667.964025	183.10 ^a
S * VF * A	1	106.915600	106.915600	29.31
P	1	0.902500	0.902500	0.25
S * P	1	2.576025	2.576025	0.71
VF * P	1	13.249600	13.249600	3.63
S * VF * P	1	41.280625	41.280625	11.32
A * P	1	6.528025	6.528025	1.79
S * A * P	1	0.722500	0.722500	0.20
VF * A * P	1	3.822025	3.822025	1.05
Error	1	3.648100	3.648100	
Total	15	4718.804700		

^a Significant at the 5 Percent Level , $F_{.05,1,1} = 161.4$

จากผลการวิเคราะห์แบบวาเรียนซ์ ของเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด ในตารางที่ 4.24 สามารถสรุปได้ว่า

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรทำงาน และปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด เรียงตามลำดับความสำคัญก่อนหลังดังนี้คือ

- ขนาดทางออกส่วนละเอียดของไฮโดรไซโคลน (VF)
- ขนาดทางออกส่วนหยาบของไฮโดรไซโคลน (A)
- $VF * A$

รูปแบบ (Model) สมการทำนายทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเก็บดินขาว ขนาด -2 ไมครอน ที่อยู่ในส่วนละเอียด กับ ตัวแปรทำงานและปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำงานของไฮโดรไซโคลน มีดังนี้คือ

$$R2 = 124.21 - 1.90(VF) - 18.66(A) + 1.17(VF*A)$$

โดยที่ ค่า Coefficient of Determination , $R^2 = 0.918549$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย