

## บทที่ 6

### การศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง

#### 6.1 บทนำ

จุดประสงค์ในการทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง คือ

6.1.1 เพื่อทดลองวัดคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำโคลนเมื่อผสมส่วนผสมพื้นฐานและส่วนผสมเพิ่มเติมตามมาตรฐาน API (American Petroleum Institute) โดยคุณสมบัติพื้นฐานเหล่านี้ประกอบไปด้วย ความหนาแน่น (ความถ่วงจำเพาะ), ความหนืด (Viscosity), Yield Point, Yield Strength, สัดส่วนของของแข็ง, ปริมาณการสูญเสียน้ำโคลน, ปริมาณคลอไรด์ ( $\text{Cl}^-$ , NaCl), ความเป็นกรดด่าง, ปริมาณทราย, ค่าความต้านไฟฟ้า เป็นต้น

6.1.2 เพื่อให้ทราบว่าถ้าต้องการคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งควรจะต้องเติมหรือเพิ่มสารผสมที่เป็นวัสดุใด เช่น

- ก. ต้องการให้น้ำโคลนมีน้ำหนักมาก ก็เติมสาร Barite
- ข. ต้องการให้น้ำโคลนมีความหนืดมากเพื่อจะได้พาเศษหินขึ้นสู่พื้นผิวได้ดี ก็เติมสาร Bentonite
- ค. ต้องการให้น้ำโคลนสูญเสียน้อยลง ก็เติมสาร Bentonite
- ง. ต้องการให้น้ำโคลนมีคลอไรด์มาก ก็เติมสารที่มีคลอไรด์ เช่น  $\text{CaCl}_2$
- จ. ต้องการให้น้ำโคลนเป็นด่าง ป้องกันการสึกกร่อน (Corrosion) ก็เติมสาร CaO หรือ  $\text{Ca(OH)}_2$
- ฉ. ต้องการให้น้ำโคลน ป้องกันการถล่มของหลุมเจาะที่มี Shale ก็เติมสารคลอไรด์ เช่น  $\text{CaCl}_2$
- ช. ต้องการลดความหนืดของน้ำโคลนเพราะมี Solid หรือ Bentonite มากเกินไป ก็เติมสาร  $\text{CaCl}_2$  เป็นต้น

6.1.3 เมื่อสามารถวัดคุณสมบัติพื้นฐานและส่วนผสมที่จะทำให้อุณหภูมิของน้ำโคลนเป็นไปตามที่ต้องการแล้วก็สามารถเปรียบเทียบและนำไปประยุกต์ใช้เชื่อมโยงกับปัจจัยและองค์ประกอบที่เหมาะสมในการเจาะหลุมปิโตรเลียมตามภูมิภาคต่างๆ ในประเทศได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น การบรรยายเนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วยการสรุปโดยภาพรวมของการศึกษา และทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง โดยเนื้อหาเริ่มแรกจะกล่าวถึงวิธีมาตรฐาน สำหรับการทดสอบน้ำโคลน และลำดับถัดไปจะกล่าวถึงการทดลองในรูปแบบต่างๆ

## 6.2 วิธีมาตรฐานสำหรับการทดสอบน้ำโคลน

จุดประสงค์ของการทดสอบน้ำโคลนเพื่อพิจารณาคุณสมบัติที่จำเป็นของน้ำโคลน โดยวิธีมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับทดสอบน้ำโคลน คือ API Recommended Practice 13B และ Manual of Drilling Fluids Technology และมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับเครื่องมือและเทคนิค คือ Baroid Petroleum Services

### 6.2.1 ปฏิบัติการที่ 1: Mud Density

#### อุปกรณ์

1. Mud Balance (รูปที่ 6.1)
2. Hydrometer
3. Beaker
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก

ความหนาแน่นของน้ำโคลนที่วัดได้จาก Mud balance จะอ่านได้เป็น 4 สเกล คือ ปอนด์ต่อแกลลอน (pounds per gallon), ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต (pounds per cubic foot), กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (grams per cubic centimeter) ค่าความถ่วงจำเพาะ (S.G.) และค่าความดันเทียบกับระดับความลึก (pressure gradient) โดยความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่างๆ ที่อ่านได้ แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 6.1

#### วิธีการทดลอง

1. ผสมแร่ Bentonite 64.3 กรัม และแร่ Barite 100 กรัม ลงในน้ำเปล่า 1 ลิตร โดยใช้เวลาผสมให้เข้ากันประมาณ 20 นาที
2. วาง Mud Balance ให้อยู่ในแนวระดับ
3. เติมน้ำโคลนลงไปโดยใส่จนเต็ม และปิดฝา เช็ดน้ำโคลนที่ล้นออกมาจากรูเล็กๆ ที่ฝาด้านบนให้หมด
4. เช็ดน้ำโคลนที่เปื้อนรอบถ้วยให้หมด
5. วางคาน Mud Balance ลงบนที่รับคาน และถ่วงคานให้อยู่ในแนวระดับราบ โดยเลื่อนตุ้มถ่วงตามคานสเกล
6. อ่านความหนาแน่นตรงขอบมีดของตุ้มถ่วง

7. รายงานผลการวัด โดยมีรายละเอียด 0.1 ปอนด์ต่อแกลลอน หรือ 0.5 ปอนด์ต่อลบ.ฟุต. รายงานผลทั้ง 4 สเกลที่อ่านได้

8. เปลี่ยนหน่วยความหนาแน่น เป็นน้ำหนักน้ำโคลนต่อความลึก (Mud Gradient) เป็นปอนด์ต่อตารางนิ้วต่อความลึก 1,000 ฟุต

$$psi / ft = \frac{lb / cu.ft}{144} = \frac{lb / gallon}{19.24} = \frac{gm / cc}{2.31}$$

9. ใช้ Beaker ขนาด 100 ลบ.ซม. ชั่ง แล้วใส่น้ำโคลน 100 ลบ.ซม. นำไปชั่งน้ำหนักของน้ำโคลนเท่ากับผลต่างของการชั่ง 2 ครั้ง ความหนาแน่นของน้ำโคลนคำนวณได้เท่ากับน้ำหนักของน้ำโคลนเป็นกรัมหารด้วยปริมาตร 100 ลบ.ซม. ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นความถ่วงจำเพาะได้ด้วย

#### การตรวจสอบ Calibration

เครื่องมือ Mud Balance สามารถตรวจสอบความเที่ยงตรงได้โดยการใส่น้ำบริสุทธิ์เป็นตัวสอบเทียบ ค่าที่อ่านได้ต้องเท่ากับ 8.34 ปอนด์ต่อแกลลอน หรือ 62.4 ปอนด์ต่อ ลบ.ฟุต หรือ 1 กรัมต่อ ลบ.ซม. หรือ S.G. = 1



รูปที่ 6.1 Mud Balance

ตารางที่ 6.1 Density Conversion

1	2	3	4		5
lb per gal	lb per cu ft	g per cm <sup>3</sup> or specific gravity	Gradient,		
			psi per ft of depth	kg per cm <sup>2</sup> per m of depth	
6.5	48.6	0.78	0.338	0.078	
7.0	52.4	0.84	0.364	0.084	
7.5	56.1	0.90	0.390	0.090	
8.0	59.8	0.96	0.416	0.096	
8.3	62.3	1.00	0.433	0.100	
8.5	63.6	1.02	0.442	0.102	
9.0	67.3	1.08	0.468	0.108	
9.5	71.1	1.14	0.494	0.114	
10.0	74.8	1.20	0.519	0.120	
10.5	78.5	1.26	0.545	0.126	
11.0	82.3	1.32	0.571	0.132	
11.5	86.0	1.38	0.597	0.138	
12.0	89.8	1.44	0.623	0.144	
12.5	93.5	1.50	0.649	0.150	
13.0	97.2	1.56	0.675	0.156	
13.5	101.0	1.62	0.701	0.162	
14.0	104.7	1.68	0.727	0.168	
14.5	108.5	1.74	0.753	0.174	
15.0	112.2	1.80	0.779	0.180	
15.5	115.9	1.86	0.805	0.186	
16.0	119.7	1.92	0.831	0.192	
16.5	123.4	1.98	0.857	0.198	
17.0	127.2	2.04	0.883	0.204	
17.5	130.9	2.10	0.909	0.210	
18.0	134.6	2.16	0.935	0.216	
18.5	138.4	2.22	0.961	0.222	
19.0	142.1	2.28	0.987	0.228	
19.5	145.9	2.34	1.013	0.234	
20.0	149.6	2.40	1.039	0.240	
20.5	153.3	2.46	1.065	0.246	
21.0	157.1	2.52	1.091	0.252	
21.5	160.8	2.58	1.117	0.258	
22.0	164.6	2.64	1.143	0.264	
22.5	168.3	2.70	1.169	0.270	
23.0	172.1	2.76	1.195	0.276	
23.5	175.8	2.82	1.221	0.282	
24.0	179.5	2.88	1.247	0.288	

## 6.2.2 ปฏิบัติการที่ 2: Mud Viscosity

### อุปกรณ์

1. Marsh funnels (รูปที่ 6.2)
2. Direct-indicated viscometers
  - Hand- crank Viscometer (รูปที่ 6.3)
  - 115-Volt Motor-Driven Viscometer (รูปที่ 6.4)

### วิธีการทดลอง

ผสมแร่ Bentonite 64.3 กรัม และแร่ Barite 100 กรัม กับน้ำ 1,000 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน โดยใช้เวลา 20 นาที (ถ้าผสมเฉพาะแร่ Bentonite 64.3 กรัม กับน้ำ 1 ลิตร

ตามมาตรฐานของ API จะวัดค่า Plastic viscosity ได้ 10 เซนติพอยส์ และค่า Filtration Loss ได้ 13.5 มิลลิลิตร ในเวลา 30 นาที)

#### วิธีปฏิบัติสำหรับ Marsh funnel

1. ทดสอบโดยการใส่น้ำเปล่าเข้าไปใน Marsh funnel โดยใช้มืออุดปลายกรวยไว้ถึงขีดที่บอกระดับ 946 ลูกบาศก์เซนติเมตร (one quart) แล้วปล่อยให้ น้ำไหลออกปลายกรวย จับเวลาที่อุณหภูมิ  $75 \pm 5^{\circ}$  องศาฟาเรนไฮต์ ( $21 \pm 3^{\circ}$  องศาเซลเซียส) ควรใช้เวลาประมาณ  $26 \pm 0.5$  วินาที น้ำจึงออกหมดพอดี

2. ปิดปลายกรวยด้วยนิ้วมือใส่น้ำโคลนที่จะวัดให้ระดับน้ำโคลนถึงขีด 946 ลูกบาศก์เซนติเมตร (one quart) โดยเทผ่านตะแกรงลวดเพื่อกรองเศษหินดิน

3. ปล่อยให้มือออกจากปลายกรวยอย่างรวดเร็ว บันทึกเวลาน้ำโคลนที่ไหลออกจนกระทั่งหมด ละเอียดไม่น้อยกว่า 1 วินาที

4. บันทึกเวลาและอุณหภูมิในขณะที่วัด

#### วิธีปฏิบัติสำหรับ Direct-indicated viscometers

Direct-indicated viscometers คือ เครื่องมือที่วัดความหนืดโดยการหมุนซึ่งอาจจะ เป็นแบบใช้มือหมุน (Hand Crank) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้า (115 Volt) น้ำโคลนจะถูกใส่ไว้ในช่วง ระหว่างรูปทรงกระบอกกับลูกตุ้มทรงกระบอก รูปทรงกระบอกด้านนอกจะถูกหมุนด้วยความเร็ว คงตัว การหมุนของรูปทรงกระบอกด้านนอกจะสร้างแรงหมุน (Torque) บนลูกตุ้มกระบอก (bob) ด้านใน แรงบิดจะดึงสปริงซึ่งติดกับเกจอ่านค่าแรงบิด เกจวัด (A Dial Reading) จะอ่านออกมาเป็น ตัวเลขในแต่ละความเร็วหมุนของกระบอกนอก เครื่องมือนี้ถูกปรับให้สามารถวัดค่าความหนืด (Plastic Viscosity) และ Yield Point ของน้ำโคลน จากการอ่านค่าที่ความเร็วหมุน 300 และ 600 รอบต่อนาที ค่าความหนืด (Apparent Viscosity) เป็นเซนติพอยส์ (Centipoises) จะได้จากค่าที่อ่าน 600 ลบ ค่าที่อ่าน 300 รอบต่อนาที

- เครื่องวัดแบบมือหมุน (Hand-Crank) ใช้วัดที่ความเร็วหมุน 300 และ 600 รอบ ต่อนาที โดยการเปลี่ยนตำแหน่งคานโยก และตุ้มบนคานเปลี่ยนความเร็วหมุนจะใช้หา Gel Strength

- เครื่อง 115-Volt Motor จะหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่หมุนประสานกัน 2 ตัว สามารถปรับความเร็วเป็นที่ 3, 6, 100, 200, 300 และ 600 รอบต่อนาที ค่าที่อ่านได้จากการหมุน 3 รอบต่อนาที สามารถใช้ Gel Strength ได้เลย

#### วิธีการทดลอง Plastic Viscosity

1. ใส่น้ำโคลนในกระบอกและเลื่อนกระบอกหมุนลงไปใต้น้ำโคลนถึงเส้นที่ กำหนดไว้ การวัดในสนามควรวัดความเร็วที่สุดหลังจากตักน้ำโคลนมา และอุณหภูมิของน้ำโคลน

ควรใกล้เคียงของจริงมากที่สุด (ไม่ควรต่างกันเกิน 10 องศาฟาเรนไฮต์) จุดเก็บตัวอย่างน้ำโคลนควรบ่งบอกในรายงานวัดด้วย

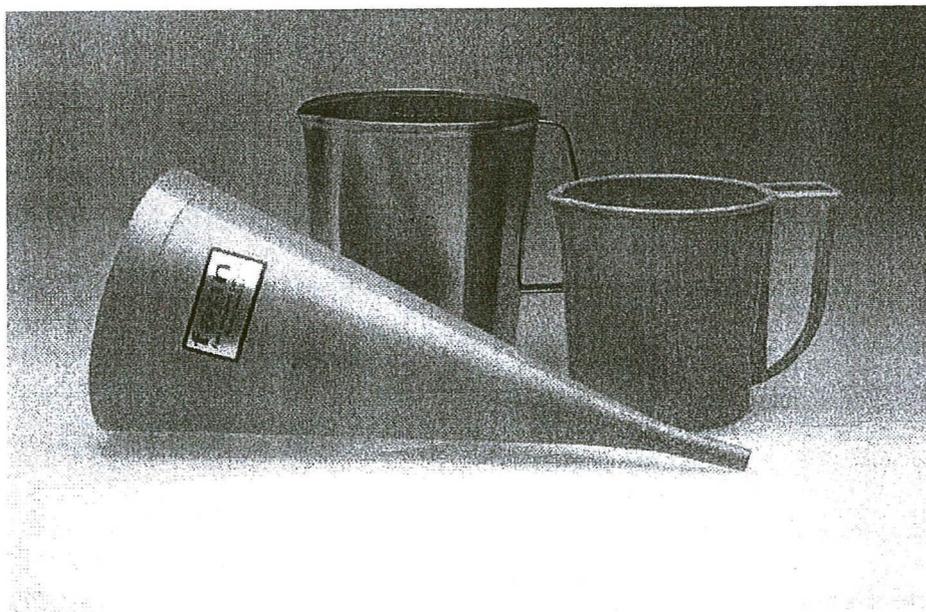
2. โยกแกนบังคับไปที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที รอยนเลขที่เกจวัดคงที่ อ่านค่าที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที

3. โยกแกนบังคับไปที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที รอยนเลขที่เกจวัดคงที่ อ่านค่าที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที

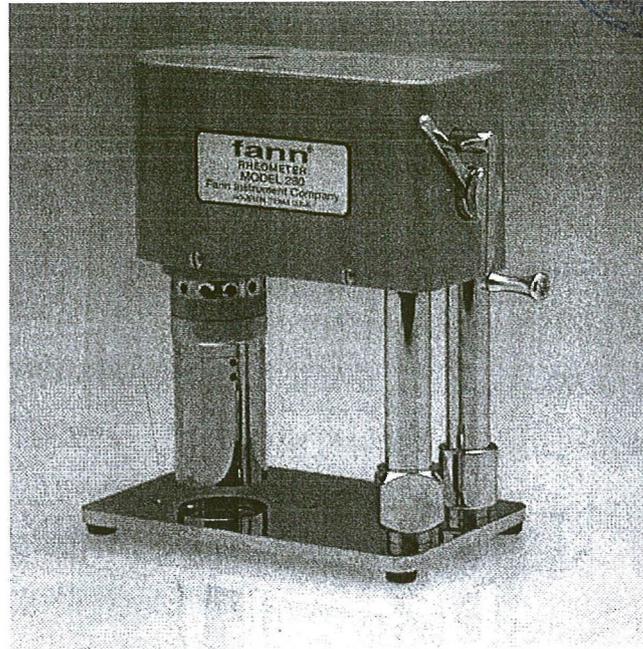
4. ค่าความหนืด (Plastic Viscosity) เป็นหน่วยเซนติพอยส์ (Centipoises) จะเท่ากับ ค่าที่อ่านที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที ลบ ค่าที่อ่านที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที

#### การตรวจสอบ Calibration

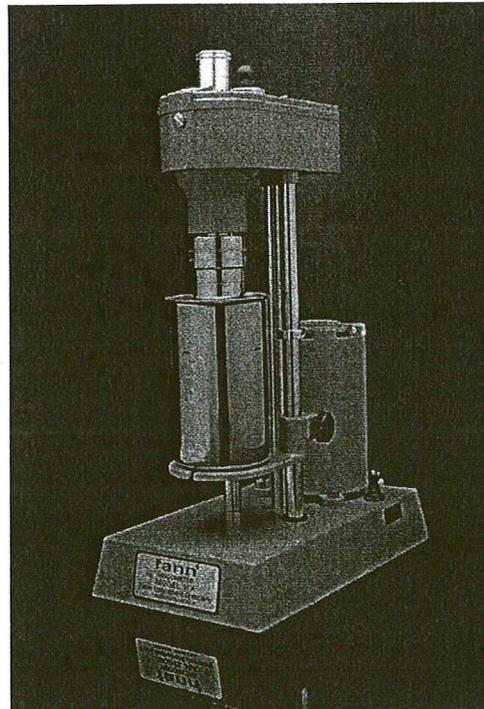
ความถูกต้องของค่าจากเครื่องมือแบบ Direct-Indicated Viscometer นี้ขึ้นอยู่กับ การบำรุงรักษาและการตรวจสอบสภาพของเครื่องมือ โดยปกติจะตรวจสอบประเภทของ Newtonian Liquid ที่ทราบค่าความหนืดอยู่แล้ว แล้วเปรียบเทียบกับผลการทดลอง เช่น น้ำบริสุทธิ์ จะมีค่า Viscosity เท่ากับ 1 ในการตรวจสอบเครื่องมือ



รูปที่ 6.2 Marsh Funnel และ Cup



รูปที่ 6.3 Hand-crank Viscometer



รูปที่ 6.4 115-Volt Motor-Driven Viscometer

### 6.2.3 ปฏิบัติการที่ 3: Shear or Gel Strength

#### อุปกรณ์

1. Hand- crank Viscometer (รูปที่ 6.3)
2. 115-Volt Motor-Driven Viscometer (รูปที่ 6.4)

#### วิธีการทดลอง

ผสมแร่ Bentonite 64.3 กรัม และแร่ Barite 100 กรัม กับน้ำ 1,000 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน โดยใช้เวลา 20 นาที (ถ้าผสมเฉพาะแร่ Bentonite 64.3 กรัม กับน้ำ 1 ลิตร ตามมาตรฐานของ API จะวัดค่า Plastic viscosity ได้ 10-15 เซนติพอยส์ วัดค่า Yield point ได้ 30 ปอนด์ต่อ 100 ตร.ฟุต และค่า Filtration Loss ได้ 13.5 มิลลิลิตร ในเวลา 30 นาที)

#### วิธีปฏิบัติสำหรับ Direct-indicated viscometers

Direct-indicated viscometers คือ เครื่องมือที่วัดความหนืดโดยการหมุนซึ่งอาจจะ เป็นแบบใช้มือหมุน (Hand Crank) หรือใช้มอเตอร์ไฟฟ้า (115 Volt) น้ำโคลนจะถูกใส่ไว้ในช่วง ระหว่างรูปทรงกระบอกกับลูกตุ้มทรงกระบอก รูปทรงกระบอกด้านนอกจะถูกหมุนด้วยความเร็ว คงตัว การหมุนของรูปทรงกระบอกด้านนอกจะสร้างแรงหมุน (Torque) บนลูกตุ้มกระบอก (bob) ด้านใน แรงบิดจะดึงสปริงซึ่งติดกับเกจอ่านค่าแรงบิด เกจวัด (A Dial Reading) จะอ่านออกมาเป็น ตัวเลขในแต่ละความเร็วหมุนของกระบอกนอก เครื่องมือนี้ถูกปรับให้สามารถวัดค่าความหนืด (Plastic Viscosity) และ Yield Point ของน้ำโคลน จากการอ่านค่าที่ความเร็วหมุน 300 และ 600 รอบต่อนาที ค่าความหนืด (Apparent Viscosity) เป็นเซนติพอยส์ (Centipoises) จะได้จากค่าที่อ่าน 600 ลบ ค่าที่อ่าน 300 รอบต่อนาที

- เครื่องวัดแบบมือหมุน (Hand-Crank) ใช้วัดที่ความเร็วหมุน 300 และ 600 รอบ ต่อนาที โดยการเปลี่ยนตำแหน่งคาน โยค และตุ้มบนคานเปลี่ยนความเร็วหมุนจะใช้หา Gel Strength

- สำหรับเครื่อง 115-Volt Motor จะหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่หมุนประสานกัน 2 ตัว สามารถปรับความเร็วเป็นที่ 3, 6, 100, 200, 300 และ 600 รอบต่อนาที ค่าที่อ่านได้จากการหมุน 3 รอบต่อนาที สามารถใช้ Gel Strength ได้เลย

#### วิธีการทดลอง Plastic Viscosity และ Yield Point

1. ใส่น้ำโคลนในกระบอกและเลื่อนกระบอกหมุนลงไปใต้น้ำโคลนถึงเส้นที่ กำหนดไว้ การวัดในสนามควรวัดความเร็วที่สุดหลังจากตักน้ำโคลนมา และอุณหภูมิของน้ำโคลน ควรใกล้เคียงของจริงมากที่สุด (ไม่ควรต่างกันเกิน 10 องศาฟาเรนไฮด์) จุดเก็บตัวอย่างน้ำโคลนควรบ่ง บอกในรายงานวัดด้วย

2. โยกแกนบังคับไปที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที รอยนเลขที่เกจวัดคองที่ อ่านค่าที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที
3. โยกแกนบังคับไปที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที รอยนเลขที่เกจวัดคองที่ อ่านค่าที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที
4. ค่าความหนืด (Plastic Viscosity) หน่วยเป็นเซนติพอยส์ (Centipoises) จะเท่ากับ ค่าที่อ่านที่ความเร็ว 600 รอบต่อนาที ลบ ค่า ที่อ่านที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที และค่า Yield Point (YP) หน่วยเป็นปอนด์ต่อ 100 ตร. ฟุต จะเท่ากับ ค่าที่อ่าน 300 รอบต่อนาที ลบด้วย Plastic Viscosity
5. รายงานอุณหภูมิจองน้ำโคลนเป็นองศาฟาเรนไฮด์ (°F) หรือองศาเซลเซียส (°C) ค่าความหนืดที่ปรากฏ (Apparent Viscosity) เป็นเซนติพอยส์ จะเท่ากับค่าอ่านที่ 600 ทหารด้วย 2

#### วิธีการทดลอง Gel Strength

1. ใส่ตัวอย่างน้ำโคลนเหมือนในข้อ 2 หมุนเครื่อง เพื่อผสมน้ำโคลนที่ความเร็วรอบสูงสุดสัก 10 นาที
2. หยุดการหมุนทิ้งน้ำโคลนให้หยุดนิ่ง 10 วินาที แล้วหมุนมือหมุนช้าๆ และคงตัว โยกแกนมือไปอยู่ในตำแหน่งที่จะอ่านเกจวัด ค่าที่อ่านได้สูงสุดเป็นค่า Gel Strength เป็นปอนด์ต่อ 100 ตารางฟุต ค่าที่อ่านหลังจากที่เริ่มหมุนที่ 3 รอบต่อนาทีจะเป็นค่า Gel Strength 10 วินาที (ปล่อยน้ำโคลนหยุดนิ่งก่อนหมุน 10 วินาที) เริ่มต้นรายงานอุณหภูมิจองน้ำโคลนเป็นองศาฟาเรนไฮด์ (°F) หรือองศาเซลเซียส (°C)
3. คนน้ำโคลนอีกครั้งด้วยเครื่องมือฯ ที่ความเร็วสูงสุด 10 วินาที และหยุดนิ่งอยู่นาน 10 นาที แล้วเริ่มวัดอีกครั้ง ค่าที่อ่านได้สูงสุดที่ความเร็ว 3 รอบต่อนาทีจะเป็น Gel Strength 10 นาที เป็นปอนด์ต่อ 100 ตารางฟุต บันทึกอุณหภูมิจองน้ำโคลนเป็นองศาฟาเรนไฮด์ (°F) หรือองศาเซลเซียส (°C)

#### การตรวจสอบ Calibration

ความถูกต้องของค่าจากเครื่องมือแบบ Direct-Indicated Viscometer นี้ขึ้นอยู่กับ การบำรุงรักษาและการตรวจสอบสภาพของเครื่องมือ โดยปกติจะตรวจสอบประเภทของ Newtonian Liquid ที่ทราบค่าความหนืดอยู่แล้ว แล้วเปรียบเทียบกับผลการทดลอง เช่น น้ำบริสุทธิ์ จะมีค่า Viscosity เท่ากับ 1 ในการตรวจสอบเครื่องมือ

#### 6.2.4 ปฏิบัติการที่ 4: Filtration

**อุปกรณ์:** Baroid Standard Filter Press (รูปที่ 6.5)

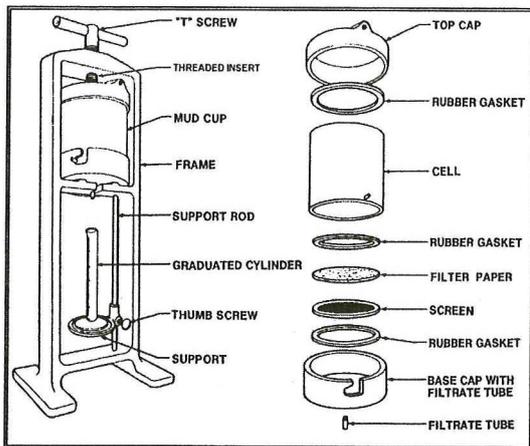
คุณสมบัติการสูญเสียโคลนผ่าน Mud Cake สามารถวัดได้โดยใช้เครื่อง Baroid Standard Filter Press เครื่องมือนี้ประกอบไปด้วยกระบอกใส่น้ำโคลนติดตั้งบนโครงเหล็ก มีอุปกรณ์กรองต่างๆ ที่สามารถวัดการกรองน้ำโคลนผ่านตัวกรอง และมีที่อัดความดันเข้ามาในกระบอกได้ เพื่อหลีกเลี่ยงทรงกระบอก ฝาปิดด้านบน ตะแกรงลวด ประเก็นยาง และฝากรอบด้านล่างประกอบเป็นกระบอกบรรจุน้ำโคลน กระจายกรองใช้เป็นตัวจับผงน้ำโคลน (Bentonite) ให้สร้างเป็น Mud Cake และปล่อยให้ส่วนที่เป็นน้ำ Mud Filtrate ผ่านตะแกรงลวดลงไปยังหลอดแก้ววัดปริมาณด้านล่าง ถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวส่งความดันให้กระบอกบรรจุน้ำโคลน ในการทดสอบมาตรฐาน ต้องใช้ความดัน  $100 \pm 5$  ปอนด์ ต่อ ตร.นิ้ว นาน 30 นาที เพื่อวัดปริมาณน้ำที่ผ่านกระจายกรองลงมายังหลอดวัดปริมาณด้านล่าง

##### วิธีการทดลอง

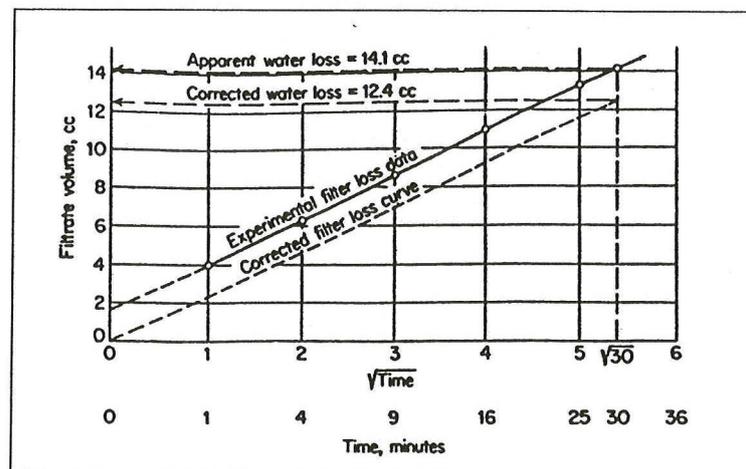
1. ประกอบส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ตามลำดับจากด้านล่างขึ้นด้านบนดังนี้ ฝากรอบด้านล่าง ประเก็นยาง ตะแกรงลวด กระจายกรอง ประเก็นยาง กระบอกใส่น้ำโคลน (Cell) ประเก็นยาง และฝากรอบด้านบน ตามลำดับ หมุนสกรูด้านบน กดลงฝากรอบด้านบนให้แน่น
2. เปิดฝากรอบด้านบนออกและเติมน้ำโคลนลงในกระบอก เหลือช่องว่างจากขอบบนประมาณครึ่งนิ้ว (การเติมน้ำโคลนให้เหลือช่องว่างด้านบนครึ่งนิ้วมีความจำเป็นที่จะรักษาความดันของก๊าซไว้) วางเซทเครื่องมือให้เข้าที่ในแฟรมเครื่อง
3. ตรวจสอบฝากรอบด้านบนว่า ประเก็นอยู่ในร่องถูกต้อง ปิดฝากรอบด้านบน และสกรูบีบฝากรอบให้แน่นด้วย ที-สกรู
4. วางกระบอกวัดปริมาตร (Graduated Cylinder) ไว้ใต้หลอดช่องออกของ Mud Filtrate
5. เปิดที-สกรูที่ตัวควบคุมความดัน (Regulator) ออกจนสุด เปิดวาล์วที่เข้าสู่กระบอกน้ำโคลน อัดความดัน 100 ปอนด์ ต่อ ตร.นิ้ว โดยหมุนที-สกรูของตัวควบคุมความดันเข้าอย่างรวดเร็ว พร้อมเริ่มจับเวลา
6. เมื่อเวลาผ่านไปถึงจุดที่ถอดรากที่สองได้ เช่น 1, 4, 9, 25 นาที ให้อ่านค่าปริมาณ Mud Filtrate ในกระบอกวัดปริมาตร จดไว้ จนกระทั่งเวลาผ่านไปครบ 30 นาที ปิดวาล์วที่เข้ากระบอกน้ำโคลนอย่างรวดเร็ว และเปิดวาล์วระบายก๊าซ (Safety-Bleeder Valve) เพื่อปล่อยความดันออกจากระบบทั้งหมด หมุนที-สกรูของตัวควบคุมความดันออกอยู่ในตำแหน่งนอกสุด
7. อ่านค่าปริมาตรน้ำ Mud Filtrate ในกระบอกวัดปริมาตรที่เก็บได้ทั้งหมด

### ผลการทดลอง

1. รายงานปริมาณน้ำ Mud Filtrate ที่ผ่าน Filter Cake ออกมาเป็นปริมาณสูญเสียน้ำโคลน (Mud Filtration Loss) มาตรฐาน API (30 นาที)
2. ตรวจสอบความหนาของ Filter Cake ที่ค้างอยู่บนกระดาษกรอง หลังจากถอดประกอบกระบอกน้ำโคลนออกมาแล้ว รายงานความหนาของ Filter Cake สะเทียคถึง 1/32 นิ้ว
3. คุณสมบัติอื่นๆ ของ Mud Cake เช่น ผิวเนื้อ ความแข็ง ความอ่อนตัว เป็นต้น ก็ รายงานเช่นกัน
4. เขียนกราฟระหว่างปริมาตรกับรากที่สองของเวลาที่จะได้กราฟเส้นตรง



รูปที่ 6.5 Standard Filter Press and Mud Cell Assembly



รูปที่ 6.6 รูปแสดงปริมาณ Filtration loss แปรผันโดยตรงกับ  $\sqrt{\text{Time}}$

## 6.2.5 ปฏิบัติการที่ 5: Hydrogen-Ion Determination

### อุปกรณ์

1. กระจายวัด pH (pHdriion Dispenser) (รูปที่ 6.7)
2. เครื่องวัด pH (Analytical pH Meter) (รูปที่ 6.8)

### วิธีปฏิบัติสำหรับกระจายวัด pH

1. ดึงแถบกระจายวัด pH ออกมาประมาณ 1 นิ้ว จาก pHdriion Dispenser เป็นความยาวที่กำหนด วางกระจายเบาๆ ลงบนผิวของน้ำโคลน
2. ทิ้งเวลานานพอเพียงที่กระจายจะดูดซึมน้ำโคลนหรือน้ำ Mud Filtrate จนเปลี่ยนสี (อาจนานหลายวินาทีถึง 2 นาที)
3. เทียบสีกระจายกับชาร์ทด้านข้างของ Dispenser ว่าอ่าน pH ได้เท่าไร
4. ถ้าเทียบสีไม่ได้หรือออกนอกสเกล ทดสอบใหม่จนเทียบที่ใกล้เคียงที่สุด

**ผลการทดลอง :** รายงานค่า pH ของน้ำโคลนระหว่าง 0 – 14 โดยให้ละเอียดประมาณ 0.5 และประมาณค่า pH เพื่อป้องกันการกัดกร่อนเหล็กต่างๆ ในระบบการเจาะน้ำโคลนควรมี pH อยู่ระหว่าง 10 - 12

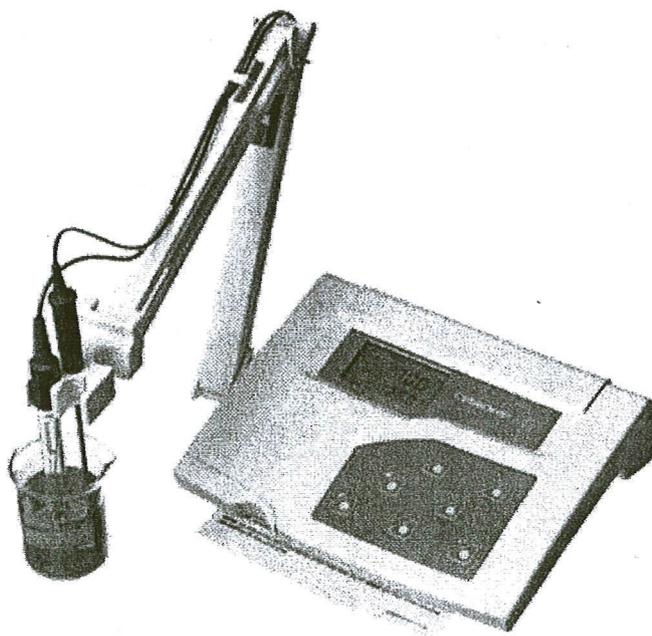
### วิธีปฏิบัติสำหรับเครื่องวัด Analytical pH Meter

1. เปิดเครื่องและปรับมาตรฐานตามคู่มือของเครื่อง
2. วางหัววัดด้วยกระแสน้ำสะอาด หรือจุ่มกวนในน้ำสะอาดแล้วเช็ดเบาๆ ให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู
3. จุ่มหัววัดลงไปใต้น้ำโคลนที่จะวัด ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร คนน้ำโคลนรอบๆ หัววัด โดยหมุนบีกเกอร์
4. วัด pH ของน้ำโคลนตามคู่มือของเครื่องมือ

**ผลการทดลอง :** รายงานค่า pH ของน้ำโคลนระหว่าง 0 – 14 โดยให้ละเอียดประมาณ 0.1 และประมาณค่า pH เพื่อป้องกันการกัดกร่อนเหล็กต่างๆ ในระบบการเจาะน้ำโคลนควรมี pH อยู่ระหว่าง 10 - 12



รูปที่ 6.7 pHdrion Dispenser



รูปที่ 6.8 Analytical pH Meter

### 6.2.6 ปฏิบัติการที่ 6: Sand Content (วัดปริมาณทราย)

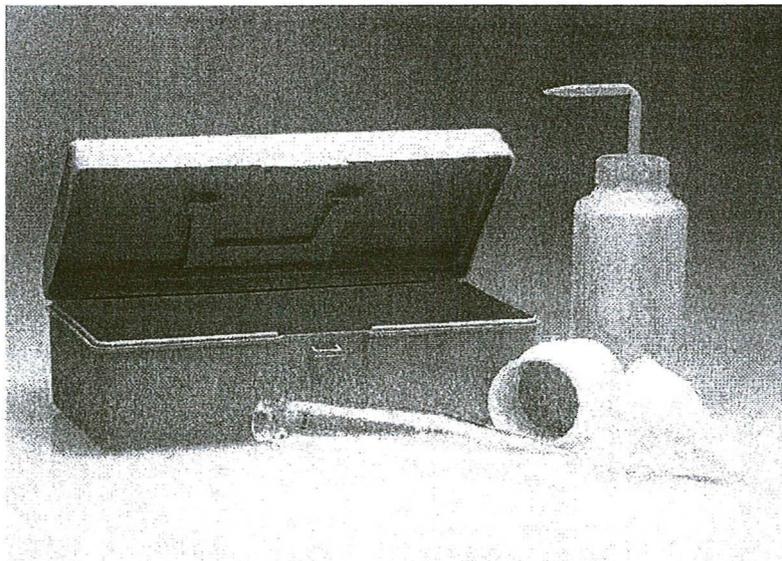
อุปกรณ์: Baroid Sand Content Set (รูปที่ 6.9)

วิธีการทดลอง:

1. เทน้ำโคลนลงในหลอด Baroid Sand Content tube จนถึงระดับ “Mud to Here” เติมน้ำเพิ่มเข้าไปจนถึงระดับ “Water to Here” ปิดปากหลอดด้วยหัวแม่มือแล้วเขย่าขึ้นลงไปมา
2. เทส่วนผสมนี้ลงบนตะแกรง แน่ใจว่าได้ล้างทุกอย่างในหลอดด้วยน้ำสะอาด แล้วเทบนตะแกรงให้หมด
3. สวมกรวยลงใน Baroid Sand Content tube ค่อยๆ กลับข้างตะแกรงลงบนกรวยล้างทรายที่ตกค้างอยู่บนตะแกรงกลับเข้าไปในหลอด Baroid Sand Content tube ให้หมด โดยฉีดน้ำอีกด้าน (ด้านบน) ของตะแกรง รอจนทรายตกตะกอน
4. อ่านปริมาณทรายที่ตกตะกอนก้นหลอดที่มีสเกลบอกออกมาเป็นร้อยละของทรายที่มีอยู่ในน้ำโคลน (Sand Content)

ผลการทดลอง

อ่านค่าตัวเลขที่ก้นหลอดรายงานผล Sand Content ในน้ำโคลนออกมาเป็นร้อยละ โดยปริมาณ เพื่อควบคุมการสึกกร่อนในระบบการเจาะปริมาณ Sand Content ในน้ำโคลนควรมีไม่เกิน 0.3% และถ้ามีเกินควรมีตัวแยกทราย (Desander) ในระบบน้ำโคลน



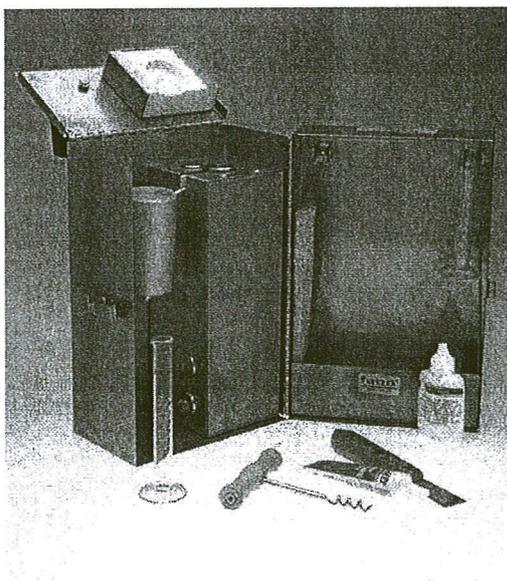
รูปที่ 6.9 Baroid Sand Content Set

## 6.2.7 ปฏิบัติการที่ 7: Oil, Water and Solid Content

อุปกรณ์: Baroid Oil and Water Retort Kit (รูปที่ 6.10)

### วิธีการ

1. ยกกระบอกกลั่นออกจากถ่วงจนวน ใช้ช้อนปากแบนเป็นไขควง ถอดกระบอก ใส่ น้ำโคลนจากกระบอกกลั่น
2. ใส่กระบอกที่จะใส่น้ำโคลนด้วยฟอยเหล็ก เพื่อกระจายความร้อน
3. ใส่น้ำโคลนลงในกระบอกที่ใส่น้ำโคลนและปิดฝา และปล่อยให้ น้ำโคลนที่เกินออกจากรูเล็ก (จุดนี้มักจะทำให้เกิดข้อมูลวิเคราะห์ผิดพลาด)
4. เช็ดน้ำโคลนที่เกินออกให้หมดและหมุนกระบอกใส่น้ำโคลนเก็บกับกระบอกตอนบน
5. ใส่กระบอกกลั่นเข้าไปในถ่วงจนวน และปิดฝาถ่วงจนวนให้เข้าที่
6. หยดสาร Aerosol Solution (Wetting Agent สารที่ทำให้ น้ำกับน้ำมัน แยกกันได้) ลงในหลอดวัดปริมาตร และวางหลอดวัดปริมาตรไว้ได้ที่ปล่อยน้ำของถ่วงจนวนแน่น และเปิดเครื่องทำความร้อน
7. ให้ความร้อนต่อ น้ำโคลนจนกระทั่ง น้ำมัน หยดกลั่นตัวออกมาหมด หรือจนกระทั่งไฟบอกเหตุที่ตัวควบคุมความร้อนดับ สำหรับน้ำมันดีเซลอาจใช้เวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งจะใช้ตัวควบคุมความร้อนก็จะติดไฟนานประมาณ 20 นาที



รูปที่ 6.10 Baroid Oil and Water Retort Kit

## 6.2.8 ปฏิบัติการที่ 8: Water and Filtration Analysis

อุปกรณ์: Baroid Chloride Content Kit (รูปที่ 6.11)

### วิธีการทดลอง

1. ใช้หลอดไปเปิดจุดตัวอย่างที่จะวัดมา 1 มิลลิลิตร และปล่อยลงไปในบีกเกอร์ที่จะทำการไตเตรทละลายตัวอย่างโดยใส่น้ำกลั่นเข้าไป 40 -50 มิลลิลิตร
2. หยด 4 – 5 หยดสารละลาย บังชี้ Potassium Chromate ลงไป
3. ใช้บูเรตต์ โนมัตหรือไปเปิดค่อยๆ หยดสาร Silver Nitrate (ซิลเวอร์ไนเตรท) มาตรฐานลงไปช้าๆ ในขณะที่เดียวกันก็คนสารละลายเบาๆ ไปด้วยอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งสารละลายตัวอย่างเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้มหรือสีแดงอิฐ
4. จำนวนมิลลิลิตรซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้คูณด้วย 10,000 สำหรับซิลเวอร์ไนเตรทมาตรฐานเข้มข้น 0.01 กรัม หรือ 1,000 เมื่อเป็นซิลเวอร์ไนเตรทเข้มข้น 0.001 กรัมที่ใช้ออกมาเป็นคลอไรด์ไอออนที่มีอยู่ใน Mud Filtrate นั้นเป็นต่อล้านส่วนของส่วนผสม (Part per Million)

ผลการทดลอง : ถ้าต้องการรู้ปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ใน Mud Filtrate ให้คูณปริมาตรของคลอไรด์ไอออนด้วย 1.65 ก็จะได้เป็นปริมาตรของ NaCl

### การตรวจสอบ Calibration

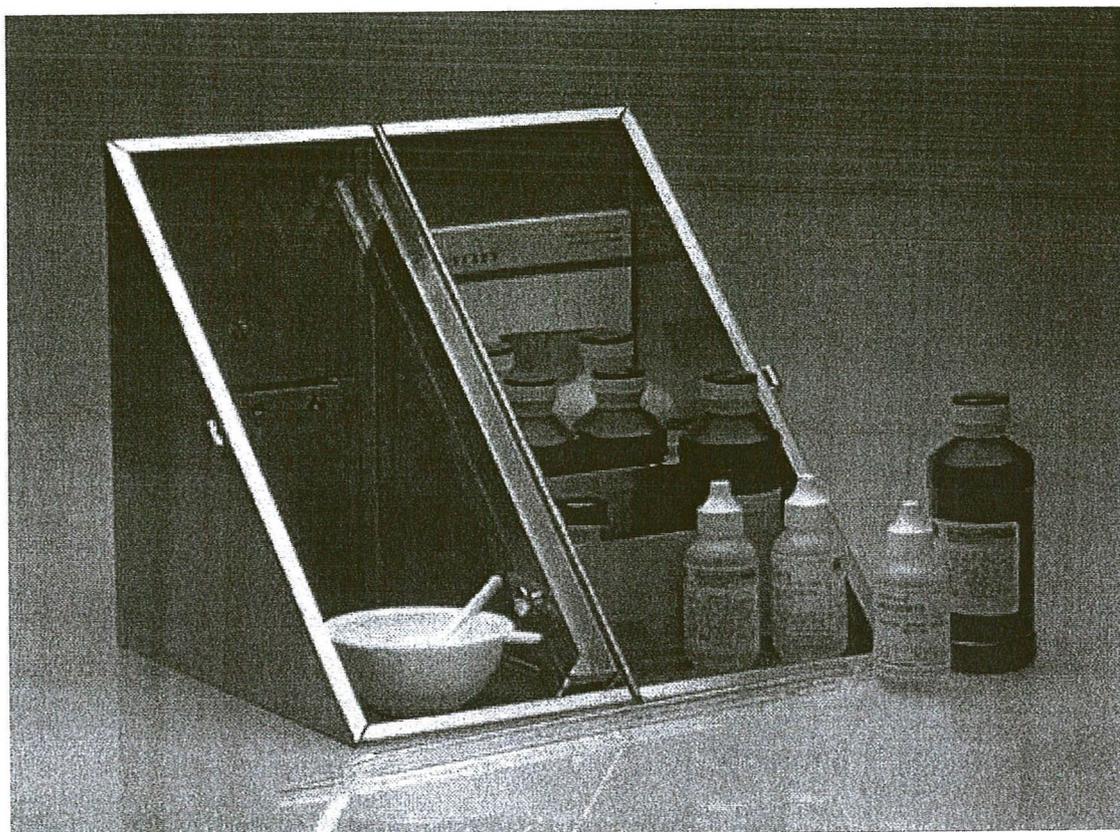
1. ผสมเกลือ (NaCl) กับน้ำกลั่นให้ตรงกับ ppm ที่ต้องการ (รู้ ppm ; ดู Chart Figure 2.14 ประกอบ) สมมุติว่าต้องการเป็น 2000 ppm ก็ผสมเกลือ  $140 \times 0.016$  กรัม หรือ = 2.24 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร หรือ 0.224 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

2. นำตัวอย่างที่ผสมแล้วมาทดลองตามข้อ 1 – 4 สมมุติว่าใช้ ซิลเวอร์ไนเตรทมาตรฐานเข้มข้น 0.01 กรัม ไป 0.15 มิลลิลิตร

$\therefore$  จะได้ปริมาตรคลอไรด์ไอออน =  $0.15 \times 10000 = 1500$  ppm และปริมาณเกลือ NaCl =  $1500 \times 1.65 = 2475$  ppm

$\therefore$  แสดงว่าผิดไป =  $\frac{2475}{2000} = 1.2375$  เท่า

$\therefore$  ถ้าอ่านค่าคลอไรด์ไอออน หรือ ปริมาณเกลือได้เท่าไรจากการทดลองก็นำ 1.2375 เท่าไปหาร ก็จะได้ปริมาณคลอไรด์ไอออน หรือ เกลือ ที่เป็นจริง



รูปที่ 6.11 Baroid Chloride Content Kit

### 6.2.9 ปฏิบัติการที่ 9: Resistivity

อุปกรณ์: Baroid Resistivity Meter (รูปที่ 6.12)

วิธีการทดลองสำหรับ Mud Filtrate และน้ำโคลน (Mud)

1. ใส่ของเหลวในหลอดวัดให้เต็ม โดยระวังไม่ให้มีฟองอากาศ (อาจใช้วิธีเติมแล้วฉีดออกกลับกันประมาณ 2-3 ครั้ง เพื่อให้ผิวหลอดเปียกของเหลว)
2. ต่อหลอดวัดเข้ากับขั้ววัดของ Resistivity Meter
3. กดปุ่มสีดำเพื่อปรับสเกลที่เหมาะสม
4. ในขณะที่ปล่อยปุ่มสีดำขึ้นมาให้กดปุ่มสีแดง
5. ค่าที่อ่านได้บนหน้าปัดจะเป็นค่าความต้านทาน (Resistivity) ของของเหลวนั้นๆ
6. บันทึกค่าความต้านทานและอุณหภูมิของของเหลว

7. ถอดหลอดวัดออกและล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด (อาจใช้แปรงทำความสะอาดสะอาดช่วยในการเช็ดล้างน้ำโคลนออกจากหลอดวัด)

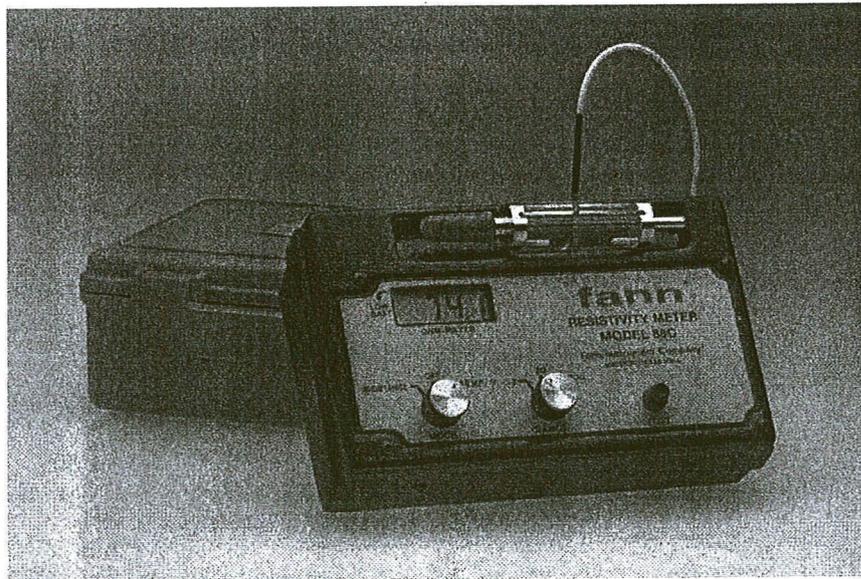
#### การตรวจสอบ Calibration

1. เครื่องมืออาจตรวจสอบความถูกต้องโดยการวัดความต้านทานของๆ เหลวที่ทราบความต้านทานแล้ว ตัวอย่างเช่น การวัดน้ำเกลือ ที่อัตราส่วนเหมือนในปฏิบัติการที่ 8 คือ เกลือ  $140 \times 0.016 = 2.24$  กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร หรือ 0.224 กรัม ต่อ น้ำ 100 ซีซี จะได้เส้นความเข้มข้นของเกลือที่ 2000 ppm เมื่อลากลงมาตามเส้นเอียงในรูปที่ 6.13 ตัดเส้นอุณหภูมิประมาณ 90 องศาฟาเรนไฮด์ จะได้ค่าความต้านทานทางไฟฟ้า 2.3 โอห์ม-เมตร

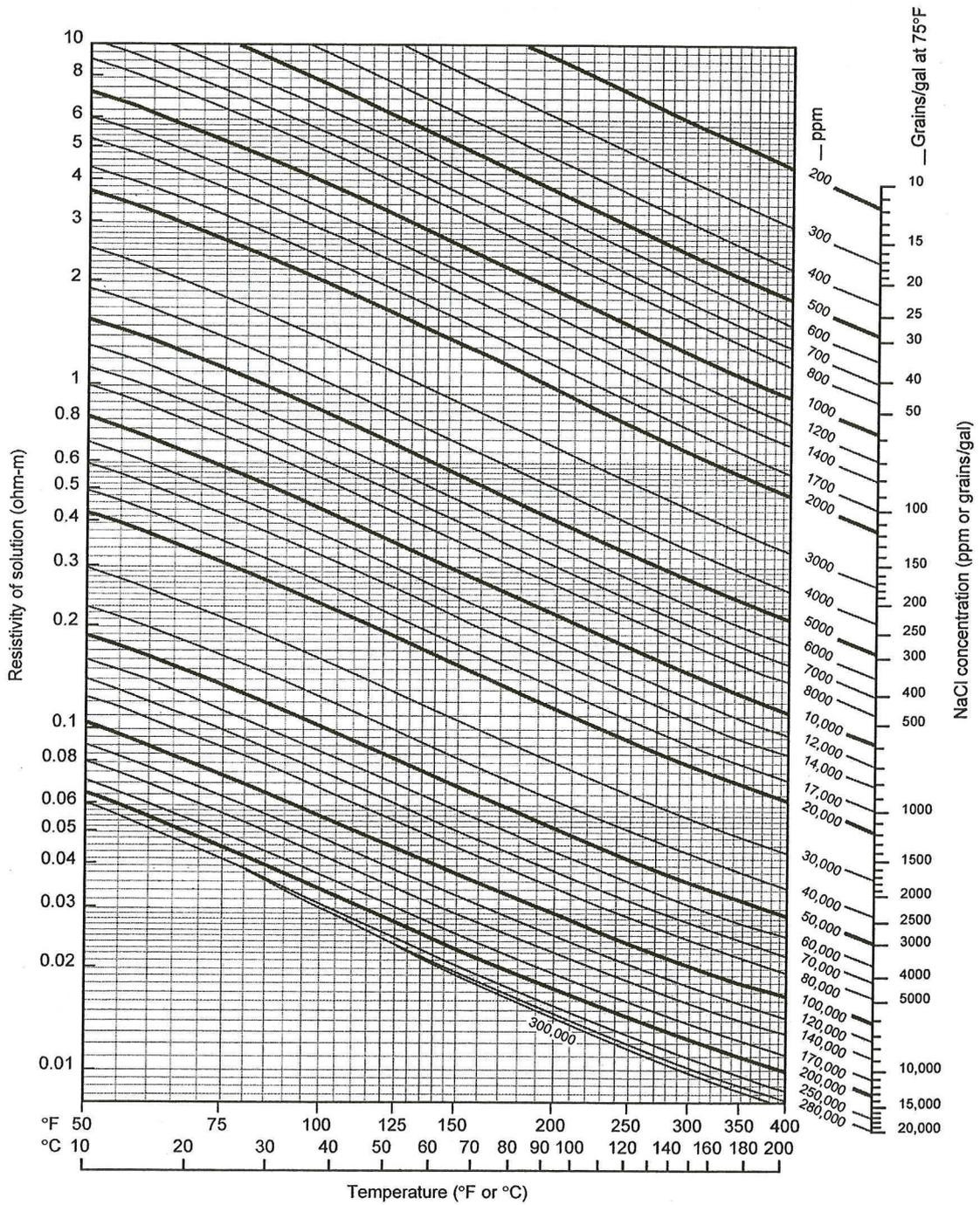
2. สมมติว่าเอาน้ำเกลือนี้ไปวัดด้วย Resistivity Meter ได้ 2.5 โอห์ม-เมตร จะได้ค่า

$$\text{Correction Factor} = \frac{2.3}{2.5} = 0.92$$

ดังนั้นถ้าวัดน้ำโคลนได้ค่าความต้านทาน 5.5 โอห์ม-เมตร ค่าที่แท้จริง คือ  $5.5 \times 0.92 = 5.06$  โอห์ม-เมตร



รูปที่ 6.12 Baroid Resistivity Meter



រូបភាព 6.13 Resistivity Graph for NaCl Solution

### 6.2.10 ปฏิบัติการที่ 10: Oil Base Mud

#### วิธีการทดลอง

1. ผสมน้ำมันดีเซล 340 มิลลิลิตร น้ำยาล้างจาน 6.0% โดยปริมาตร (Oil Emulsion) กับแร่ปูนขาว (lime ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )) 5 กรัม ในเครื่องผสมความเร็วสูง ใช้ใบมีดสำหรับก้อนปูนขาว กวนผสมประมาณ 5 นาที หรือจนกระทั่งก้อนปูนใหญ่ๆ หายไป
2. ผสมน้ำเปล่า 180 มิลลิลิตร และแร่แคลเซียมคลอไรด์ 86 กรัม พร้อมกันลงในถังผสมอีกถังหนึ่ง
3. เมื่อน้ำยาล้างจาน หรือ Oil Emulsion กับน้ำมันในข้อ 1 เมื่อมีการละลายดีแล้ว ค่อยเทน้ำเกลือจากข้อ 2 ลงในน้ำมันผสมในข้อ 1 ในขณะที่กำลังผสมด้วยความเร็วสูง กวนต่อไปเรื่อยๆ จนส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน
4. วัดความหนาแน่น ความหนืด และ Yield Point
5. เพิ่มแร่ Barite 438 กรัม ลงไปในส่วนผสมข้างๆ กวนประมาณ 5 นาที และวัดคุณสมบัติของโคลนดังข้อ (4)
6. หาสัดส่วนของน้ำมัน น้ำ และของแข็ง ในส่วนผสมน้ำโคลน Oil Base Mud โดยใช้ Retort Kit รายงานผลร้อยละของส่วนต่างๆ โดยปริมาตร

### 6.3 การศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง

ในการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลองได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ โดยใช้ลักษณะของน้ำโคลน คือ Water Base Mud และ Oil Base Mud นอกจากนี้ น้ำโคลนแต่ละชนิดยังแบ่งออกเป็นการทดลองย่อยๆ โดยใช้ลักษณะของส่วนผสมเป็นตัวกำหนด สุดท้าย ผลการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลองในแต่ละการทดลอง ได้ถูกนำเสนอแสดงในตารางที่ 6.2

### 6.4 สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง

6.4.1 การศึกษาและทดลองความหนาแน่นของ Water Base Mud พบว่าความหนาแน่นจะมากขึ้นตามปริมาณการเพิ่มแร่ Barite ในกรณีที่ส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำและแร่ Bentonite มีอัตราส่วนคงที่ ตามการทดลองที่ 4 และ 5 ในตารางที่ 6.2 พบว่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 1.13 กรัม/ซีซี เป็น 1.14 กรัม/ซีซี เมื่อเพิ่มแร่ Barite จาก 300 กรัมเป็น 400 กรัม

6.4.2 การศึกษาและทดลอง Funnel Viscosity และ Plastic Viscosity ของ Water Base Mud พบว่า Funnel Viscosity และ Plastic Viscosity จะมากขึ้นตามปริมาณการเพิ่มแร่ Bentonite ใน

กรณีมีส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำและแร่ Barite มีอัตราส่วนคงที่ และถ้าสารตัวอื่นคงที่เพิ่ม  $\text{CaCl}_2$  มากขึ้นจะทำให้ความหนืดลดลง ตามการทดลองที่ 1 และ 4 ในตารางที่ 6.2 พบว่า Funnel Viscosity และ Plastic Viscosity เพิ่มขึ้นจาก 39.81 วินาที/qt และ 12 cp เป็น 44.84 วินาที/qt และ 16 cp เมื่อเพิ่มแร่ Bentonite จาก 1,000 กรัมเป็น 1,040 กรัม

6.4.3 การเพิ่ม Bentonite ทำให้การสูญเสียโคลนลดลง (Filtration Loss)

6.4.4 การผสมน้ำโคลนมาตรฐาน API จะได้คุณสมบัติของน้ำโคลนใกล้เคียงกับมาตรฐาน API กว่า คือจะมี Plastic Viscosity ประมาณ 10 cp และมี Filtration Loss ประมาณ 13-15 cc

6.4.5 การทดลอง Oil Base Mud (แม้จะใช้น้ำมันดีเซลแทนน้ำมันที่ผู้ประกอบการปิโตรเลียมใช้กันจริง ซึ่งจัดหาได้ยากและการสั่งซื้อจำนวนน้อยย่อมกระทำไม่ได้) แต่ก็ทำให้ทราบคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำโคลนชนิดนี้ ซึ่งก็จะมีผลใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันสังเคราะห์ ยกเว้นด้านสิ่งแวดล้อม (เดิมที่บริษัทเจาะน้ำมันก็ใช้น้ำมันดีเซล ต่อมาเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงเปลี่ยนเป็นน้ำมันสังเคราะห์ เช่น Saraline 200 หรือ Sarapar 147)

6.4.6 นอกจากนั้น ผลสรุปในการศึกษาและทดลองของปฏิบัติการอื่นๆ สำหรับแหล่งน้ำมันของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.2 การศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง

การทดลองครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7
<b>ส่วนผสมน้ำโคลน</b>							
1. น้ำ, ซีซี	6,000	10,000	6,000	6,000	6,000	4,200	4,100
2. แร่ Barite, กรัม	400	1,000	600	400	300	300	600
3. แร่ Bentonite, กรัม	1,040	600	385.8	1,000	1,000	385.8	200
4. อื่นๆ							
4.1 น้ำมันดีเซล, ซีซี	-	-	-	-	-	3,000	3,000
4.2 น้ำยาล้างจาน, ซีซี	-	-	-	-	-	300	300
<b>การศึกษาและทดสอบปฏิบัติการณ์</b>							
1. ความหนาแน่น, กรัม/ซีซี	1.14	1.11	1.11	1.14	1.13	0.98	1.00
2. Funnel Viscosity, วินาที/qt	44.84	39.42	41.17	39.81	42.82	254	43.60
Plastic Viscosity, cp	16	8	6	12	14	20	13
3. Gel Strength, ปอนด์/100 ตร. ฟุต	12	9	21	9	13	9	9
4. Retort Water/Oil/Solid/ น้ำยาล้างจาน, %ปริมาตร	91/0 /9/0	95.4/0 /4.6/0	95/0 /5/0	93/0 /7/0	94/0 /6/0	55/2 /39/4	58/1 /32/9
5. API Filtration ที่ 30°C, ซีซี/30 นาที	13.8	19.4	19.7	13.9	13.7	4.8	5.0
API Filtration ที่ 60°C, ซีซี/30 นาที	15.2	22	21.1	16	16	7.6	7.8
6. pH ของ Mud	9.38	8.77	9.16	9.16	9.11	9.12	8.90
pH ของ Mud Filtration	9.15	9.19	9.09	9.33	8.60	8.69	8.80
7. คลอไรด์, มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)	1,158	1,333	808	1,158	2,148	1,039	1,182
8. ความต้านทานไฟฟ้า, โอห์ม-เมตร							
- Mud	6.81	5.97	6.08	6.40	6.26	5.93	5.18
- Mud Filtration	9.49	7.02	6.62	9.00	8.48	6.36	5.92
- Mud Cake	4.52	4.34	4.00	3.90	5.24	5.43	5.04

ตารางที่ 6.3 สรุปผลการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนสำหรับแหล่งน้ำมันของประเทศไทย

ลำดับที่	ชนิดน้ำโคลน	Water Base Mud	Oil Base Mud
	ส่วนผสมน้ำโคลน		
1	น้ำ, ซีซี	6,000-10,000	4,100-4,200
2	แร่ Barite, กรัม	300-1,000	300-600
3	แร่ Bentonite, กรัม	385.8-1,040	200-385.8
4	อื่นๆ		
	4.1 น้ำมันดีเซล, ซีซี	-	3,000
	4.2 น้ำยาล้างจาน, ซีซี	-	300
ลำดับที่	ปฏิบัติการศึกษาและทดลอง	จำนวน	
1	ความหนาแน่น, กรัมต่อซีซี	1.11-1.14	0.98-1.00
2	- Funnel Viscometer, วินาทีต่อ qt	39.81-44.84	43.60-254
	- Plastic Viscometer, cp	6-16	13-20
3	Gel Strength, ปอนด์/100 ตร ฟุต	9-21	9
4	Retort Water/Oil/Solid/น้ำยาล้างจาน,%ปริมาตร	91-95.4/0/4.6-9/0	55-58/1-2/32-39/4-9
5	- API Filtration ที่ 30°C, ซีซีต่อ 30 นาที	13.7-19.7	4.8-5.0
	- API Filtration ที่ 60°C, ซีซีต่อ 30 นาที	15.2-22.0	7.6-7.8
6	- pH ของ Mud	8.77-9.38	8.90-9.12
	- pH ของ Mud Filtration	8.60-9.33	8.69-8.80
7	คลอไรด์, มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)	808-2,148	1,039-1,182
8	ความต้านทานไฟฟ้า, โอห์ม-เมตร		
	- Mud	5.97-6.81	5.18-5.93
	- Mud Filtration	6.62-9.49	5.92-6.36
	- Mud Cake	3.90-5.24	5.04-5.43