บทที่ 4

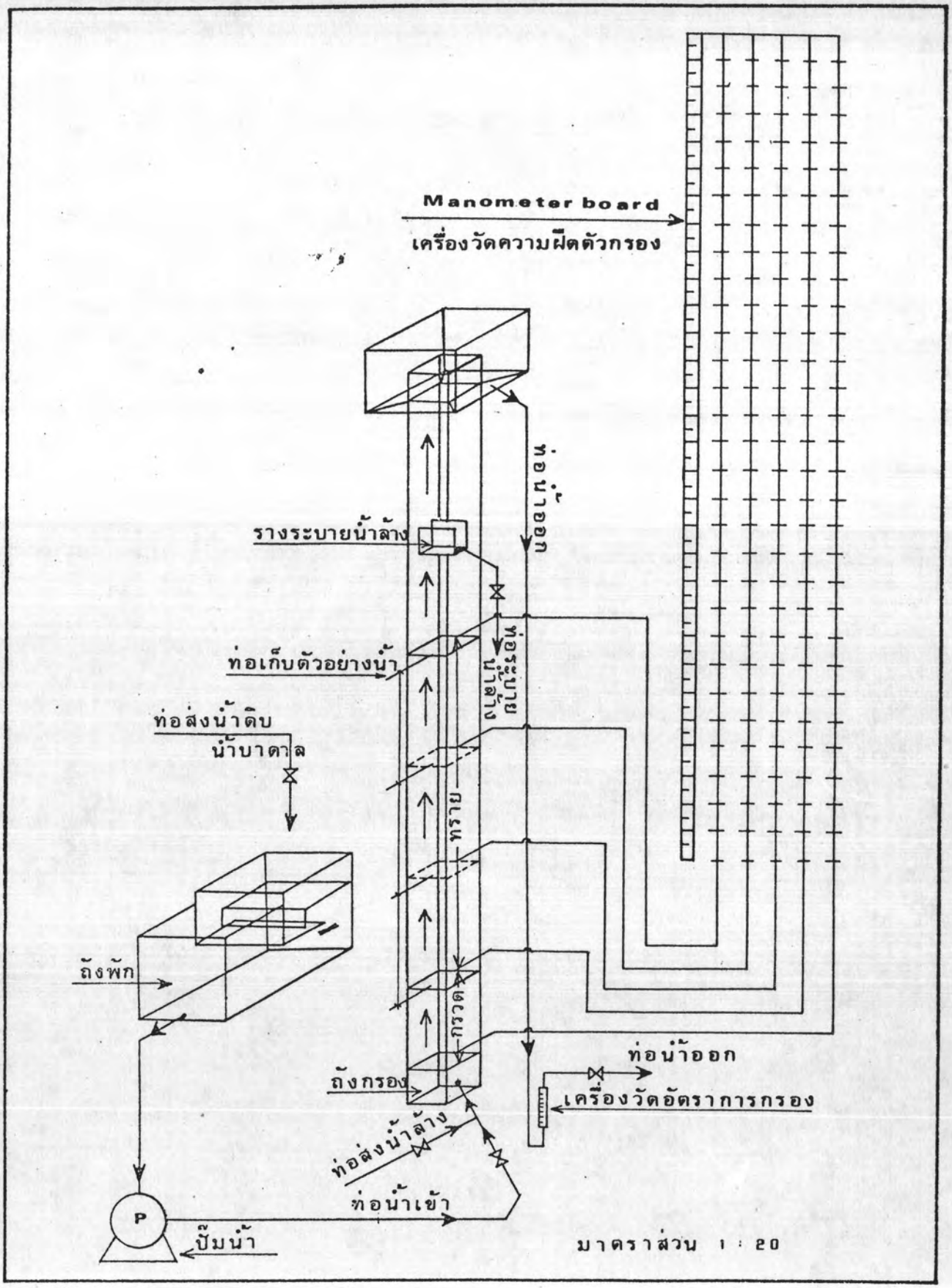
วัสดุที่ใช้และวิธีการ

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

รูปที่ 4.1 แสดงแผนภูมิ (Diagram) ของแบบทดลองที่ใช้ในการกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลโดยการกรองแบบไหลขึ้น การทดลองทำที่โรงกำจัดเหล็กของการประปาสุขาภิบาลบางกระทุ่ม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก น้ำดิบที่ใช้ในการทดลองได้มาจากบ่อบาดาลของโรงกำจัดเหล็กแห่งนี้ซึ่งถูกแยกมาใช้ในการทดลองประมาณ 4.0 ม.^{3}/ชม. ด้วยท่อเหล็กขนาด ϕ 2.54 ซ.ม. พร้อมประตูน้ำ สำหรับควบคุมปริมาณไหลของน้ำ น้ำดิบที่ถูกแยกมาใช้ในการทดลองจะไหลลงสู่ถังพัก น้ำที่ออกจากถุงพักแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่ล้นทิ้ง อีกส่วนหนึ่งจะถูกสูบให้ไหลขึ้นผ่านถุงกรองโดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบ centrifulgal pump การควบคุมปริมาณไหลของน้ำส่วนที่สอง ทำได้โดยปรับประตูน้ำและติดเครื่องวัดอัตรากรองทางด้านออกของถังกรอง

รูปที่ 4.2 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ เหล่านี้ได้คำนึงถึงความสะดวกในการขนย้ายและติดตั้งขนาดวัสดุไม่ใหญ่เกินไปเพื่อให้การควบคุมปริมาณน้ำทำได้ง่ายและละเอียด และเพื่อไม่ต้องใช้เครื่องสูบขนาดใหญ่เกินไปด้วย เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีดังนี้ :-

(1) ถังพัก Prakit[27] (1979) ได้กล่าวในรายงานการทดลองวิจัยของเขาเกี่ยวกับผลของแอเรเตอร์โหลดดิง ที่มีต่อการกำจัดเหล็กในระบบทรายกรองเร็วว่า อัตราการไหลของน้ำต่อหน่วยพื้นที่ถาดเติมอากาศเมื่อมีค่ามากขึ้นจนใกล้ ∞ ม.^{3}/ม.^{2} - ชม. หรือให้น้ำสัมผัสกับอากาศในระยะเวลาสั้น ๆ น้ำที่ไหลเข้าชั้นทรายจะมีเหล็กอยู่ในรูปของเฟอร์รัสเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งระบบทรายกรองเร็วสามารถกำจัดเหล็กเฟอร์รัสได้โดยขบวนการออกซิเดชันและขบวนการกรอง และดีกว่าน้ำที่ไหลเข้าชั้นทรายที่มีเหล็กอยู่ในรูปของเฟอร์ริคเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอยู่ในรูปของคอลลอยด์ที่เสถียรและไม่สามารถกำจัดได้ผลดี ดังนั้นจึงออกแบบถังพักเพื่อปรับสภาพน้ำดิบที่มีออกซิเจนละลายเป็นศูนย์ ให้มีออกซิเจนละลายเพียงพอก่อนไหลเข้าตัวกรอง



รูปที่ 4.1 แสดง DIAGRAM ของแบบทดลองการกำจัดเหล็กในน้ำบาดาล โดยการกรองแบบไหลขึ้น

รูปที่ 4.2 เครื่องมือทดลองในแบบทดลองและในโรงไฟระปา

ประมาณ 4.5 - 6.0 ก./ม.^{3}

แบบทดลอง ถังพักที่สร้างขึ้นมีขนาด 0.51 ม. x 0.32 ม. x 0.30 ม. ทำด้วยพลาสติกใส ขนาด 2 m.m. จำนวน 1 ถัง (ดังแสดงในรูปที่ 4.3) น้ำดิบที่สูบขึ้นมาจากบ่อบาดาลมีเวลาสัมผัสกับอากาศภายในถังพัก ประมาณ 60 วินาที ได้ออกซิเจนละลายมีค่าแปรระหว่าง 4.5 - 6.0 ก./ม.^{3}

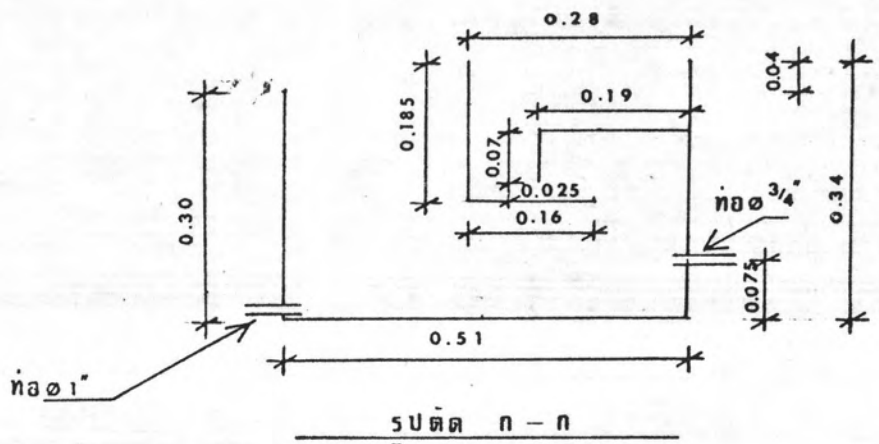
(2) ถังกรอง Rose กับ Risk[30] (1949) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพการทำงานของแบบทดลองถังกรองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของถังกรองใหญ่กว่า 50 เท่าของขนาดตัวกรอง จะให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับที่ได้จากถังกรองขนาดที่ใช้จริง จากข้อมูลดังกล่าว จึงได้ออกแบบสร้างแบบทดลองถังกรองด้วยขนาด 15 ซ.ม.x 15 ซ.ม. x 275 ซ.ม. ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 50 เท่า ของขนาดตัวกรองด้วยขนาดดังกล่าว จะให้ความสะดวกต่อการทดลองในการขนย้าย ติดตั้ง และควบคุมการทำงานการกรอง โดยมีขนาดไม่เล็กเกินไป และไม่ใหญ่เกินไป แบบทดลองถังกรองดังแสดงในรูปที่ 4.4

(3) ตัวกรอง แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

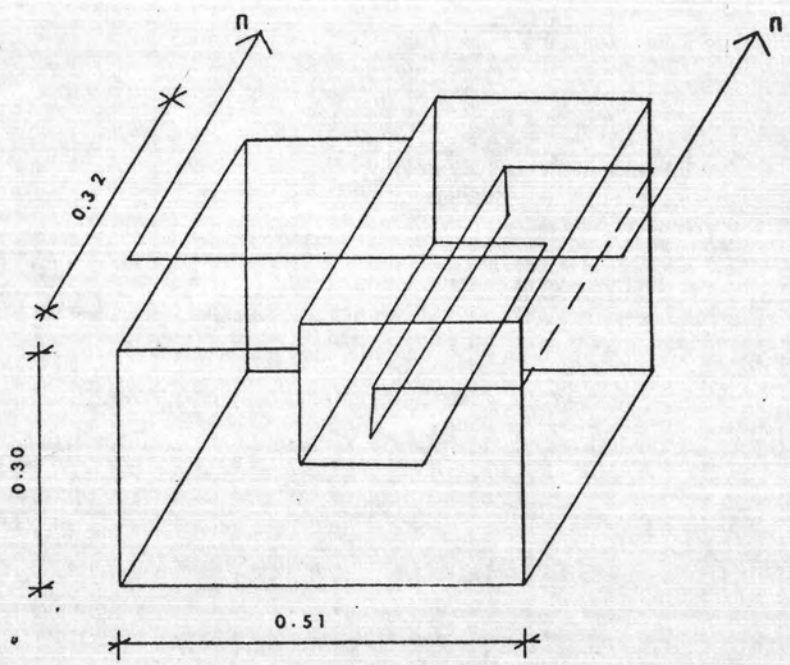
(ก) ชั้นบนเป็นชั้นทราย Lenchevsky[10](1961) ได้กล่าวว่าทรายกรองที่ใช้ในระบบการกรองแบบไหลขึ้น ควรมีค่าขนาดประสิทธิผล 0.55 ม.ม. ถึง 0.65 ม.ม. และค่าสัมประสิทธิ์แห่งความสม่ำเสมอเท่ากับ 2.5 ต่อมา Minz[10] (1962) ได้เสนอแนะว่าทรายกรองที่ใช้ในระบบการกรองแบบไหลขึ้น ไม่ควรมีขนาดใหญ่กว่า 2 ม.ม. หรือเล็กกว่า 0.5 ม.ม. โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ย 0.9 ม.ม. ถึง 1.1 ม.ม. ชั้นทรายกรอง ควรหนาประมาณ 195 ซ.ม.

ในแบบทดลองถังกรอง ใช้ทรายกรองหนา 120 ซ.ม. ทรายที่ใช้มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ค่าขนาดประสิทธิผล 0.55 ม.ม. ค่าเฉลี่ยของขนาด 0.9 ม.ม. ช่วงของขนาด 0.42 - 2.4 ม.ม., ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความสม่ำเสมอเท่ากับ 2.27, ค่าความถ่วงจำเพาะ 2.6 และมีความพรุนของทรายเท่ากับ 43 % (รายละเอียดของค่าขนาดประสิทธิผล และค่าสัมประสิทธิ์แห่งความสม่ำเสมอหาได้จากผลการวิเคราะห์ขนาดทรายดังแสดงในภาคผนวก ข.)

(ข) ชั้นล่างเป็นชั้นกรวด หนา 30 ซ.ม. วางกระจายอยู่บนแผ่นรองรับตัวกรอง ชั้นกรวดยังแบ่งออกเป็นหลายชั้น ตามขนาดของกรวดจากชั้นล่างขึ้นชั้นบน มีดังนี้คือ

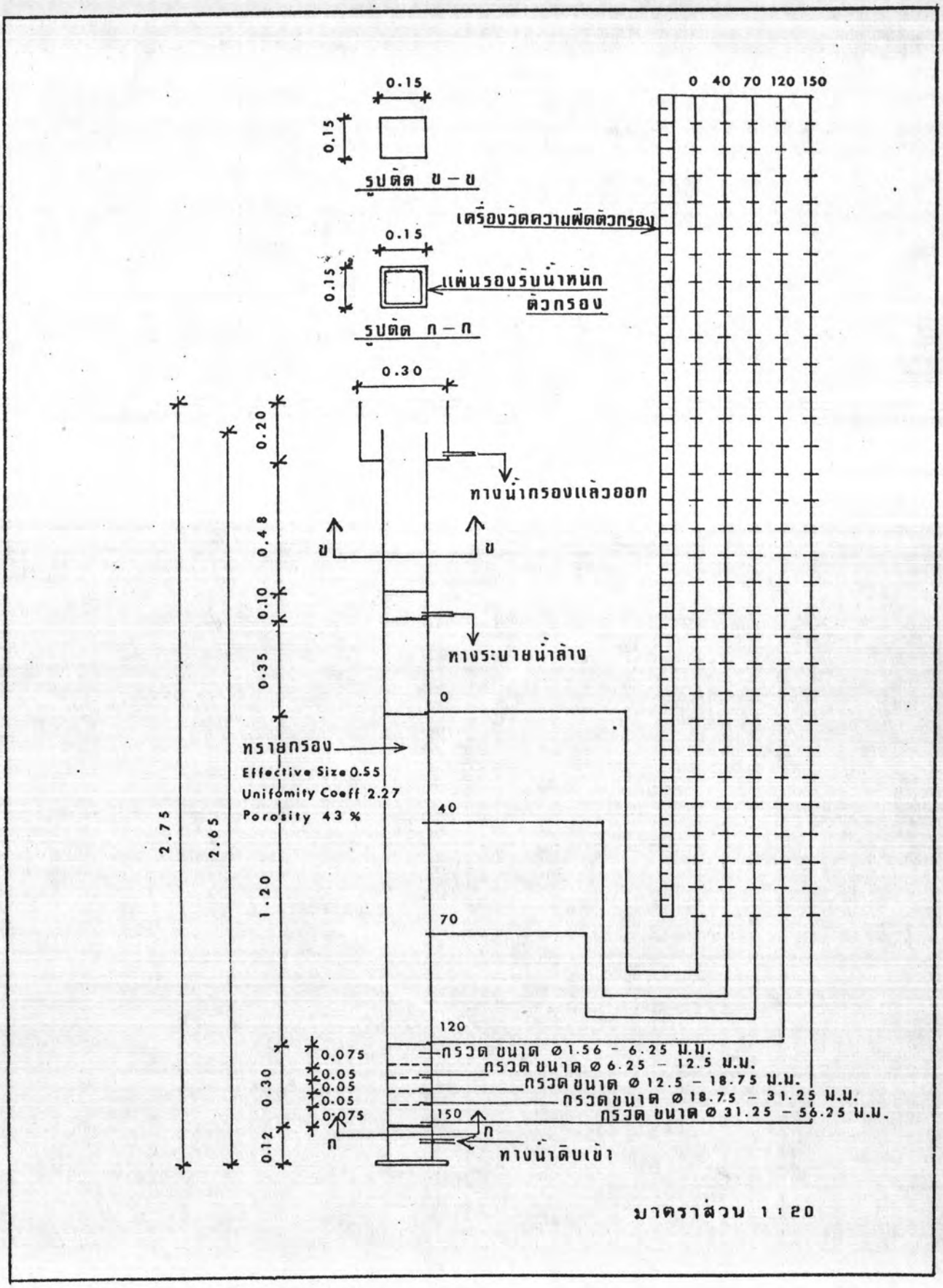


รูปตัด ก – ก



มาตราส่วน 1 : 10

รูปที่ 4.3 แสดงถังพักในแบบทดลอง



รูปที่ 4.4 แสดงถังกรองในแบบทดลอง

กรวดขนาด Ø 56.25 ม.ม. - Ø 31.25 ม.ม. หนา 7.5 ซ.ม.,
กรวดขนาด Ø 31.25 ม.ม. - Ø 18.75 ม.ม. หนา 5 ซ.ม.,
กรวดขนาด Ø 18.75 ม.ม. - Ø 12.5 ม.ม. หนา 5 ซ.ม.,
กรวดขนาด Ø 12.5 ม.ม. - Ø 6.25 ม.ม. หนา 5 ซ.ม.,
กรวดขนาด Ø 6.25 ม.ม. - Ø 1.56 ม.ม. หนา 7.5 ซ.ม.

(4) แผ่นรองรับตัวกรอง เป็นแผ่นพลาสติกใส หนา 25 ม.ม. ขนาด 15 ซ.ม. x15 ซ.ม. และถูกปรุเป็นรูวงกลม ๆ ด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ม.ม. แผ่นพลาสติกในนี้ถูกติดตั้งไว้ด้านล่างของตัวกรองสำหรับรองรับน้ำหนักตัวกรอง มีระยะห่างจากพื้นล่างถังกรอง 12 ซ.ม.

(5) ท่อประสาน ท่อประสานแบ่งออกเป็น ท่อน้ำเข้า, ท่อน้ำออก, ท่อส่งน้ำล้าง และท่อระบายน้ำล้าง ท่อน้ำเข้าเป็นท่อพีวีซี ขนาด Ø 25 ม.ม. พร้อมประตูน้ำสำหรับควบคุมปริมาณไหลของน้ำที่สูบผ่านมาจากถังพัก ท่อน้ำออกเป็นท่อพีวีซี ขนาด 19 ม.ม. บริเวณปลายท่อน้ำออกได้มีการติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหล ขนาด Ø 19 ม.ม. พร้อมประตูน้ำเพื่อวัดอัตราการกรองในขณะทำการกรอง ท่อส่งน้ำล้างเป็นท่อพีวีซี ขนาด Ø 25 ม.ม. พร้อมประตูน้ำ และเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ ท่อระบายน้ำล้างเป็นท่อพีวีซี ขนาด Ø 25 ม.ม. พร้อมประตูน้ำ เพื่อระบายน้ำทิ้งขณะล้างทราย ท่อระบายน้ำล้างถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งห่างจากพื้นล่างถังกรอง 184 ซ.ม. การระบายน้ำล้างออกขณะล้างตัวกรองจะมีส่วนที่เป็นรางระบายน้ำภายในถังกรองด้วย ขนาดของรางน้ำ กว้าง 5 ซ.ม. ลึก 10 ซ.ม. รางระบายน้ำอยู่ระดับเหนือผิวทรายกรองตอนบน 35 ซ.ม.

(6) ท่อเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นท่อทองแดง ขนาด Ø 6.35 ม.ม. เชื่อมโยงต่อเข้ากับถังกรองที่ระยะ 30, 70, 110 และ 150 ซ.ม. เหนือจากแผ่นรองรับตัวกรอง

(7) Piezometer เป็นท่อทองแดง ขนาด Ø 6.35 ม.ม. เชื่อมโยงต่อเข้ากับถังกรองที่ระยะ 0 , 30, 70, 110 และ 150 ซ.ม. เหนือจากแผ่นรองรับตัวกรอง

(8) Manometer board สูงประมาณ 3 เมตร และประกอบติดเข้าด้วยหลอดแก้ว ขนาด Ø 6.35 ม.ม. จำนวน 6 หลอด หลอดแก้วเหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงต่อเข้า

กับ Piezometer ด้วยท่อพลาสติกใสที่ระดับช่วงความสูงต่าง ๆ ที่ได้กำหนดในข้างต้น สำหรับวัดความฝืดของตัวกรอง Manometer board ได้ติดตั้งไว้ทางด้านขวาของแบบทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.2

(9) เครื่องสูบน้ำ น้ำดิบจากถังพักจะถูกสูบเข้าสู่ถังกรองโดยตรงจากด้านล่างของถังกรองไหลขึ้นบนถังกรองผ่านตัวกรอง เครื่องสูบน้ำเป็นแบบ centrifulgal pump ของ Makita รุ่น CR 30 ขนาด 200 W single phase

4.2 <u>ตัวแปร</u>

ตัวแปรในการทดลองระบบการกรองแบบไหลขึ้น ที่สำคัญมีดังนี้

(1) ตัวแปรอิสระ

- อัตราการกรอง มีค่าแปรระหว่าง 5 - 15 $ม.^3/ม.^2$ - ชม.
- ความเข้มข้นของเหล็กในกระแสเข้า มีค่าแปรระหว่าง 7.0 - 13.5 ก./$ม.^3$

(2) ตัวแปรตาม

- ความเข้มข้นของเหล็กในน้ำที่กรองแล้ว รวมถึง เหล็กเฟอร์รัส เหล็กเฟอร์ริค และเหล็กทั้งหมดในน้ำที่กรองแล้ว มีหน่วยเป็น ก./$ม.^3$

- ความฝืดของตัวกรอง หมายถึง ความดันของน้ำที่สูญเสียไปในตัวกรอง สามารถวัดได้จากค่าความแตกต่างระหว่างความดันของน้ำก่อนไหลผ่านตัวกรองกับความดันของน้ำเมื่อไหลผ่านตัวกรองแล้ว มีหน่วยเป็น ซ.ม.

- อายุการกรอง หมายถึง ระยะเวลาการกรองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเริ่มตั้งแต่เมื่อความฝืดของตัวกรองมีค่าต่ำสุด หรือเมื่อระดับน้ำที่ผิวหน้าทรายมีค่าต่ำสุดไปจนกระทั่งเมื่อความฝืดของตัวกรองมีค่าสูงสุด ซึ่งในที่นี้กำหนดไว้ที่ 109 ซ.ม. มีหน่วยเป็น ชม.

- เปอร์เซ็นต์น้ำที่สูญเสียในการล้างทราย หมายถึง ร้อยละของน้ำที่กรองแล้วตลอดอายุการกรองที่สูญเสียไปในการล้างทรายโดยการล้างในทิศเดียวกันกับการกรองแต่ในอัตราที่สูงกว่าสามารถเขียนสูตรได้ดังนี้

$$\% \text{ น้ำที่สูญเสียในการล้างทราย} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างทรายที่เหมาะสม}}{\text{ปริมาณน้ำที่กรองได้ตลอดอายุการกรอง}} \times 100$$

- ความขุ่น หมายถึง ความขุ่นของน้ำที่กรองแล้ว มีหน่วยเป็น NTU

ตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวมานี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

4.3 <u>วิธีการทดลอง</u>

4.3.1 การทดลองขั้นที่ 1

เป็นการหาอัตราการกรองที่เหมาะสม โดยแปรอัตราการกรองให้มีค่าเป็น 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 $ม.^3/ม.^2$-ชม.

(1) ในแต่ละการทดลอง น้ำดิบ (ซึ่งมีคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 4.2) จากบ่อบาดาลจะถูกสูบลงบนถังพักที่มีระยะเวลาเก็บกักประมาณ 60 วินาที เพื่อให้ออกซิเจนในอากาศละลายเข้าไปในน้ำดิบ จากนั้นน้ำดิบจากถังพักจะถูกสูบเข้าสู่ถังกรองตรงจากด้านล่างของถังกรองไหลขึ้นบนถังกรองผ่านตัวกรองโดยเครื่องสูบน้ำ การควบคุมปริมาณไหลของน้ำเข้าสู่ ถังกรอง ทำได้โดยปรับประตูน้ำ

(2) ในระหว่างการกรอง เก็บตัวอย่างน้ำทุก 3 ชม. ด้วยขวดเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าเหล็กทั้งหมด, เหล็กเฟอร์รัส, D.O.ณ จุดต่อไปนี้

(ก) ปากท่อส่งน้ำดิบ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

(ข) จุดที่น้ำไหลออกจากระบบการกรองแบบไหลขึ้น

(3) เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับต่าง ๆ ในตัวกรองที่ระยะ 30 70, 110 และ 150 ซ.ม. เหนือจากแผ่นรองรับตัวกรอง แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าเหล็กทั้งหมด และเหล็กเฟอร์รัส

(4) ขณะที่กำลังเก็บตัวอย่างน้ำในข้อ (2) ให้เก็บตัวอย่างน้ำก่อนไหลเข้าสู่ตัวกรองเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า D.O. กับน้ำที่ออกจากกรอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความขุ่น

ตารางที่ 4.1 ตัวแปรในการทดลองระบบการกรองแบบไหลขึ้น

ชนิด	ตัวแปร	เงื่อนไขการทดลอง
1. อัตราการกรอง	อิสระ	5 - 15 $ม.^3/ม.^2$-ชม.
2. ความเข้มข้นของเหล็กในกระแสเข้า	อิสระ	7.0 - 13.5 ก./$ม.^3$
3. ความเข้มข้นของเหล็กในน้ำที่กรองแล้ว	ตาม	แปร (vary)
4. ความฝืดของตัวกรอง	ตาม	แปร (vary)
5. อายุการกรอง	ตาม	แปร (vary)
6. เปอร์เซ็นต์น้ำที่สูญเสียในการล้างทราย	ตาม	แปร (vary)
7. ความขุ่นของน้ำที่กรองแล้ว	ตาม	แปร (vary)
8. ตัวกรอง		
8.1 ชั้นทราย		หนา 120 ซ.ม.
Effective size		0.55
Unifomity Coefficient		2.27
Porosity		43 %
Specific gravity		2.60
8.2 ชั้นกรวด		หนา 30 ซ.ม.

โดยมีขนาดของกรวดจากชั้นบนลงชั้นล่าง ดังนี้คือ

ขนาด ϕ 1.56 ม.ม. - ϕ 6.25 ม.ม. หนา 7.5 ซ.ม.

ขนาด ϕ 6.25 ม.ม. - ϕ 12.5 ม.ม. หนา 5.0 ซ.ม.

ขนาด ϕ 12.5 ม.ม. - ϕ 18.75 ม.ม. หนา 5.0 ซ.ม.

ขนาด ϕ 18.75 ม.ม. - ϕ 31.25 ม.ม. หนา 5.0 ซ.ม.

ขนาด ϕ 31.25 ม.ม. - ϕ 56.25 ม.ม. หนา 7.5 ซ.ม.

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำบาดาลที่ใช้เป็นน้ำดิบในการวิจัย

รายการ	วันที่วิเคราะห์			เฉลี่ย
	20 ก.ย.25	5 พ.ย.25	10 ม.ค.25	
ความขุ่น, NTU	0.2	0.25	0.24	0.23
pH	6.1	6.05	6.35	6.17
ความเป็นด่าง (HCO_3) ก./ม.^{3} เทียบ $CaCo_3$	46	42	44	44
คาร์บอนไดออกไซด์ ก./ม.^{3}	17.6	17.6	19.36	18.19
ความกระด้างทั้งหมด ก./ม.^{3} เทียบ $CaCo_3$	128	127	128	127.67
คลอไรด์, ก./ม.^{3}	60	70	65	65
ออกซิเจนละลาย, ก./ม.^{3}	0	0	0	0
เหล็กเฟอร์รัส, ก./ม.^{3}	7.6	12.6	11.4	10.53
เหล็กทั้งหมด, ก./ม.^{3}	9.6	13.4	12.3	11.76
ซัลเฟต, ก./ม.^{3}	33	30	35	32.67
ไนเตรท, ก./ม.^{3}	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ไฮโดรเจนซัลไฟด์, ก./ม.^{3}	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
อุณหภูมิ, °C	30	28	28	28.67

(5) ในระหว่างการกรอง ให้วัดความฝืดในตัวกรองที่ระดับต่าง ๆ ที่ระยะ 0, 30, 70, 110 และ 150 ซ.ม. เหนือจากแผ่นรองรับตัวกรองทุกชั่วโมง การวัดค่าความฝืดทุกครั้งจะต้องทำก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำทุกครั้งไป

(6) การกรองแต่ละครั้ง กระทำต่อเนื่องโดยเริ่มกรองตั้งแต่ความฝืดของตัวกรองมีค่าต่ำสุดไปจนกระทั่งความฝืดของตัวกรองมีค่าสูงสุด คือ 109 ซ.ม. (ดูรายละเอียดการคำนวณหาค่าความฝืดของตัวกรองสูงสุดที่ยอมรับของระบบการกรองแบบไหลขึ้น ดังแสดงในภาคผนวก)

(7) ในระหว่างการกรอง อัตราการกรองจะถูกควบคุมให้มีค่าคงที่ด้วยมือ (manual)

(8) เมื่อหยุดการกรองตามข้อ (6) ให้ทำการเก็บตัวอย่างทรายกรองที่ระดับต่าง ๆ ของทรายกรองที่ระยะ 30, 70, 110 และ 150 ซ.ม. เหนือจากแผ่นรองรับตัวกรอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของตะกอนเหล็กที่เคลือบรอบ ๆ เม็ดทรายกรอง

(9) หลังจากเก็บตัวอย่างทรายกรองตามข้อ (8) แล้ว ให้ทำการล้างทรายโดยล้างในทิศเดียวกันกับการกรอง ด้วยอัตราน้ำล้าง 60 $ม.^3/ม.^2$-ซม. การล้างทรายจะหยุดล้างเมื่อพบว่าความขุ่นของน้ำล้างที่ระบายออกจากท่อระบายน้ำล้างมีค่าเกือบคงที่ เมื่อเทียบกับเวลาที่ผ่านไป

(10) ภายหลังจากการล้างทรายเสร็จ ให้เริ่มทำการทดลองใหม่ครั้งต่อไป โดยไม่ต้องล้างตะกอนเหล็กที่เคลือบรอบ ๆ เม็ดทรายกรอง

จากผลการทดลองที่อัตราการกรองต่าง ๆ ทั้งหมด 5 อัตราการกรอง ก็อาจหาอัตราการกรองที่เหมาะสมได้โดยพิจารณา % การกำจัดเหล็ก ความขุ่นของน้ำที่กรองแล้ว, อายุการกรอง และเปอร์เซ็นต์น้ำที่สูญเสียในการล้างทราย

4.3.2 การทดลองในขั้นที่ 2

เป็นการทดลองหาผลกระทบของตะกอนเหล็กที่เคลือบเม็ดทรายที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ว่าจะมีผลให้การทำงานของเครื่องกรองเปลี่ยนไปหรือไม่ และเป็นการยอกว่าจำเป็นต้องล้างตะกอนเหล็กออกจากเม็ดทรายหรือไม่ โดยทดลองที่อัตราการกรองที่เหมาะสม ซึ่งหาได้

จากการทดลองในขั้นที่ 1 การทดลองทำโดยกรองน้ำซ้ำ ๆ กันแล้วเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์การทำงานของเครื่องกรองที่ 1,2,3, และ 9 อายุการกรอง

4.4 วิธีการวิเคราะห์

(1) เหล็กทั้งหมด (Total Iron)

เหล็กทั้งหมดในน้ำดิบ, เหล็กทั้งหมดในน้ำที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในตัวกรอง, และเหล็กทั้งหมดในน้ำที่กรองแล้วทำการวิเคราะห์โดยวิธี Phenanthroline ตาม Standard Method (1974)[4] สำหรับการเตรียมเส้นโค้งมาตรฐานของเหล็กที่ใช้ในการวิจัย แสดงไว้ในภาคผนวก

(2) เหล็กเฟอร์รัส (Ferrous Iron)

เหล็กเฟอร์รัสในน้ำดิบ, เหล็กเฟอร์รัสในน้ำที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในตัวกรอง และเหล็กเฟอร์รัสในน้ำที่กรองแล้ว ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Phenanthroline ตาม Standard Method (1974)[4] สำหรับการเตรียมเส้นโค้งมาตรฐานของเหล็กที่ใช้ในการวิจัย แสดงไว้ในภาคผนวก

(3) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen)

ออกซิเจนละลายในน้ำที่ไหลเข้าตัวกรองและออกซิเจนในน้ำที่ไหลออกจากกรอง ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Permanganate Modification of Winkler Method ตาม Standard Method(1974)[4]

(4) ความขุ่น

ความขุ่นของน้ำที่กรองแล้วจะทำการวัดภายหลังที่เหล็กเฟอร์รัสในน้ำที่กรองแล้วถูกออกซิเจนออกซิไดส์เปลี่ยนเป็นเหล็กเฟอร์ริค จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือวัดความขุ่นของ

(5) ตะกอนเหล็กที่เคลือบเม็ดทรายกรอง

การหาน้ำหนักของตะกอนเหล็กที่เคลือบเม็ดทรายกรอง ดำเนินวิธีการหาดังนี้:-

(5.1) นำ crucible มาล้างให้สะอาด อบให้แห้งในตู้อบที่ 103° C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่ง

(5.2) ใส่ตัวอย่างทรายกรองลงใน crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

(5.3) นำไประเหยให้แห้งบน water bath

(5.4) เอาเข้าอบให้แห้งที่ 103° C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

(5.5) ทำให้เย็นใน desiccator ประมาณ 45 นาที และชั่ง

(5.6) นำเอาทรายกรองที่ทำให้แห้งแล้ว และชั่งแล้วจากข้อ (5.5) นำมาแช่สารละลายกรด HCI ที่เข้มข้น 35 % โดยปริมาตรนานถึง 15 ชั่วโมง จากนั้นให้ทำการล้างทรายกรองให้สะอาด

(5.7) นำไประเหยให้แห้งบน water bath

(5.8) เอาเข้าอบให้แห้งที่ 103° C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

(5.9) ทำให้เย็นใน desiccator ประมาณ 45 นาที และชั่ง

(5.10) น้ำหนักของตะกอนเหล็กที่เคลือบเม็ดทรายกรองมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างน้ำหนักที่ชั่งได้ในข้อที่ (5.5) กับน้ำหนักที่ชั่งได้ในข้อที่ (5.9)

(6) pH

pH ของน้ำ ทำการวัดด้วยเครื่อง pH meter ของ Hach Chemical Co., Ltd.

(7) ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Titrimetric Method ตาม Standard Method (1974)[4]

(8) คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (Free CO_2)

คาร์บอนไดออกไซด์อิสระของน้ำ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Titrimetric Method ตาม Standard Method (1974)[4]

(9) ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness)

ความกระด้างทั้งหมดของน้ำ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี EDTA Titrimetric Method ตาม Standard Method (1974)[4]

(10) คลอไรด์ (Chloride)

คลอไรด์ของน้ำ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Mohr Method ตาม Standard Method (1974)[4]

(11) ซัลเฟต (Sulphate)

ซัลเฟตของน้ำ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Turbidimetric Method ตาม Standard Method (1974)[4]

(12) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำ ทำการวัดด้วย Mercury Thermometer