



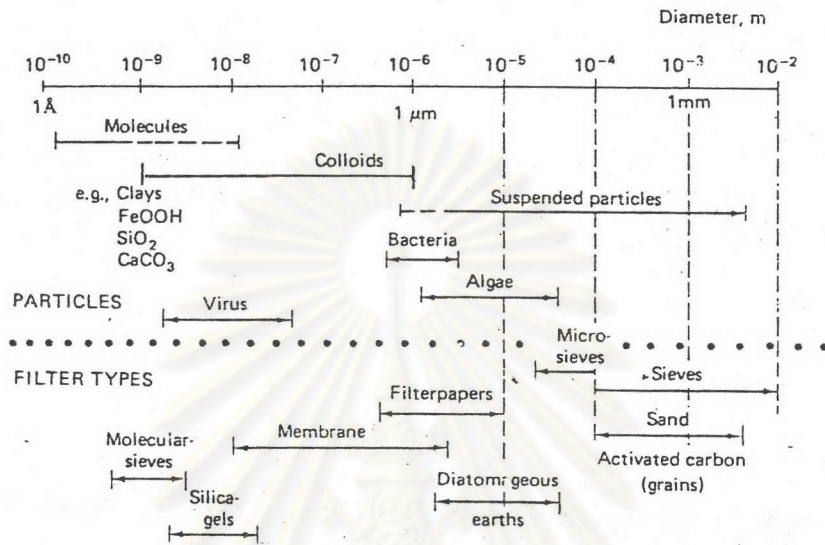
บทที่ 2

ทฤษฎีและการสำรวจเอกสาร

2.1 แอลลีในสภาวะอนุภาคคอลลอยด์

สารแขวนลอยที่สร้างปัญหาในระบบผลิตน้ำประปา มักเกิดจากอนุภาคขนาดเล็กที่เรียกว่า อนุภาคคอลลอยด์ เป็นอนุภาคขนาดเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไปในสารตัวกรอง ซึ่งมีสถานะเป็นเนื้อเดียว (Continuous Medium) อนุภาคต่าง ๆ นั้นเรียกว่า Dispersed Phase ส่วนสารตัวกลางเรียกว่า Dispersing phase หรือ Dispersed Medium อนุภาคคอลลอยด์อาจจำแนกตามแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง Dispersed Phase และ Dispersing Phase ถ้าแรงยึดเหนี่ยวมีกำลังอ่อน เรียกว่า Hydrophobic ถ้าแรงยึดเหนี่ยวมีกำลังแรง เรียกว่า Hydrophilic ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดขนาดที่แน่นอนของอนุภาคคอลลอยด์ หนังสือต่าง ๆ อาจกำหนดขนาดของอนุภาคคอลลอยด์ไม่เท่ากัน โดยทั่วไปถือว่าอนุภาคที่มีขนาดอยู่ในช่วง 10^{-6} มม. (1 μ m) จนถึง 10^{-3} มม. (1 ไมครอน) เป็นอนุภาคคอลลอยด์ (รูปที่ 1)

การที่อนุภาคคอลลอยด์สร้างปัญหาในการผลิตน้ำประปาก็เนื่องจากมันมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถตกตะกอนได้ด้วยน้ำหนักตัวเองภายในเวลาจำกัด (ตารางที่ 1) นอกจากนี้อนุภาคคอลลอยด์อาจมีประจุบวกหรือลบก็ได้ การที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้า ทำให้มีแรงผลักระหว่างอนุภาคจึงเป็นสาเหตุทำให้อนุภาคต่าง ๆ กระจายอยู่ในน้ำโดยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน ขนาดของประจุไฟฟ้าบนผิวของอนุภาคคอลลอยด์ หรือ Nernst Potential ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดศักย์ไฟฟ้าที่จุดอื่นซึ่งไม่ใช่ที่ผิวของอนุภาคคอลลอยด์ก็ได้ ทั้งนี้โดยการวัดอัตราการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า (Electrophoretic Mobility) และคำนวณศักย์ไฟฟ้าจากค่าที่วัดได้ ศักย์ไฟฟ้าที่คำนวณได้นี้เรียกว่า ซีตาโพเทนเชียล (Z_p) บทบาทของซีตาโพเทนเชียล มีมากกว่าศักย์ไฟฟ้าตัวอื่น ๆ เนื่องจากซีตาโพเทนเชียลใช้เป็นพารามิเตอร์ที่บอกถึงระดับของเสถียรภาพของคอลลอยด์ได้ คอลลอยด์ที่มีเสถียรภาพสูง จะมีค่าซีตาโพเทนเชียลสูงด้วย ในทางตรงกันข้ามระบบคอลลอยด์ที่มีเสถียรภาพต่ำ จะมีซีตาโพเทนเชียลต่ำ



รูปที่ 1 การจำแนกขนาดของสารต่าง ๆ ในน้ำ (Cheremisoff & Young 1975)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบอัตราเร็วในการตกตะกอนของสารกรองต่าง ๆ

สารต่าง ๆ	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	เวลาที่ต้องการในการตก- ตะกอนไกล 1 เมตร
กรวด	10	1 วินาที
ทรายหยาบ	1	10 วินาที
ทรายละเอียด	0.1	120 วินาที
ตะกอนดิน	0.01	120 นาที
แบคทีเรีย	0.001	192 ชม.
คอลลอยด์	0.0001	730 วัน
	0.00001	10 ปี
	0.000001	มากกว่า 20 ปี

จากที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้นที่จะเห็นว่าแอลซีซึ่งมีค่าซีตาโพเทนเชียลที่ค่าพีเอช 7.0 อยู่ในระหว่าง -7.5 ถึง + 15.0 มิลลิโวลต์ นอกจากนี้ Longlier และ Ludwig (1949) กล่าวว่าพีเอช 2.5-11.5 แอลซีจะมีประจุลบ แม้ว่าจะมีค่าไอออนิกยี่ สักได้ว่าแอลซีอยู่ในสภาวะอนุภาคคอลลอยด์ในน้ำ

2.2 ทฤษฎีการรวมตะกอน

การรวมตะกอน หมายถึง กระบวนการทั้งหมดของการรวมตัวของอนุภาคซึ่งรวมทั้งการทำลายการคงตัว (destabilization) ของอนุภาคและการชนล่งอนุภาค กระบวนการรวมตัวของอนุภาคคอลลอยด์มีอยู่ 2 ขั้นตอน ขั้นแรกการทำลายการคงตัวของอนุภาคเพื่อให้อนุภาคเหล่านั้นสามารถรวมตัวกันได้ถ้าสัมผัสกัน สามารถทำได้โดยการอัด Diffuse Double Layer การดูดซับเพื่อให้ประจุเป็นกลาง และการดูดซับทำให้เกิดการเชื่อมระหว่างอนุภาคชั้นที่ 2 การชนล่งอนุภาคที่ถูกทำลายการคงตัวแล้ว เพื่อให้เกิดสัมผัสระหว่างอนุภาคและสमानตัวเป็นอนุภาคใหญ่ อัตราการรวมกลุ่มหาได้จากอัตราที่อนุภาคคอลลอยด์ชนกัน และประสิทธิภาพของการชนทำให้เกิดการเชื่อมระหว่างอนุภาค การทำให้อนุภาคสัมผัสกันอาจทำได้โดยการสमानตะกอนแบบ perikinetic หรือการสัมผัสโดยการเคลื่อนที่เนื่องจากความร้อน การสमानตะกอนแบบ orthokinetic หรือการสัมผัสเนื่องจากการเคลื่อนที่ของเนื้อของเหลวและการจมตัวด้วยความเร็วต่างกัน

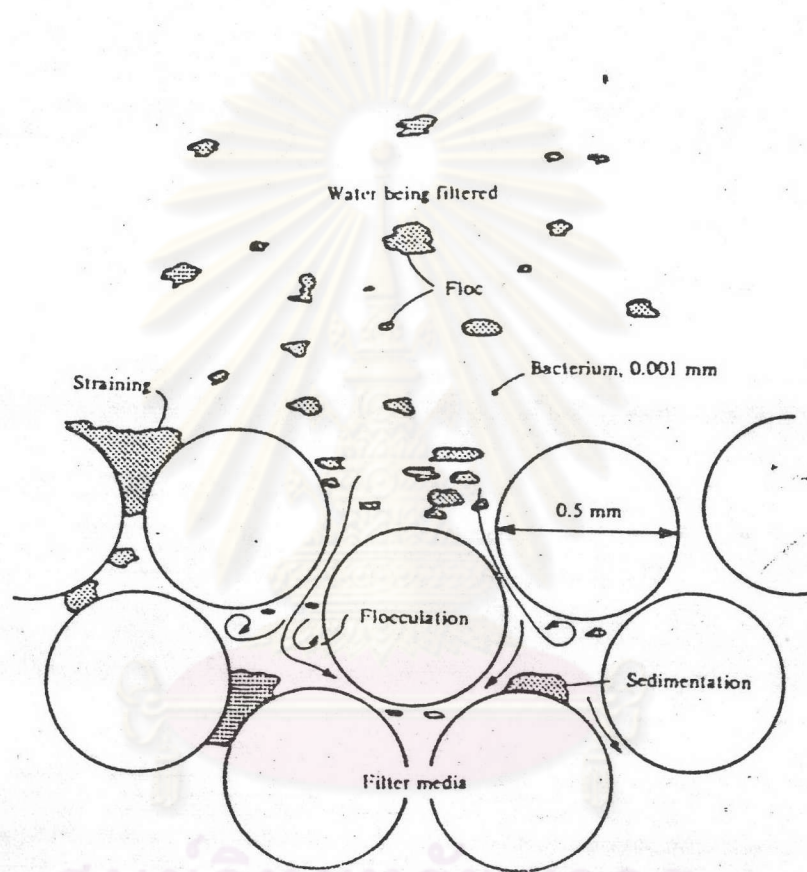
2.3 ทฤษฎีการกรอง

การกรองน้ำเป็นการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำมาไว้บนสารกรอง หรือมาไว้ที่ช่องว่างระหว่างสารกรอง ดังนั้นกลไกในการกรองน้ำจึงเกี่ยวกับวิธีการ 2 วิธี คือ วิธีการเคลื่อนย้าย (Transport) สารแขวนลอยในน้ำให้เข้าไปหาสารกรองซึ่งอยู่ฝั่ง ๆ และวิธีการทำให้สารแขวนลอยเกาะจับอยู่กับสารกรอง หรือสิ่งที่ยึดอยู่บนสารกรองก่อนแล้ว (Attachment) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1 กลไกเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง (Transport Mechanism)

การกรองโดยผ่านสารกรอง สารแขวนลอยเคลื่อนที่เข้าหาสารกรองได้ 2 วิธี (รูปที่ 2) คือ

ก. การเคลื่อนที่ตามธรรมชาติของสารที่มีขนาดเล็กว่ 1 ไมครอน และ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 กลไกในการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำเข้าหาสารกรอง

เป็นการเคลื่อนที่ในระดับโมเลกุลที่เกิดขึ้นจากการแพร่กระจายแบบบราวเนียน (Brownian Diffusion) เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลอย่างไม่มีคงตัวของของเหลว ซึ่งทำให้อนุภาคเล็ก ๆ แยกตัวจากสารแขวนลอย (Colloidal Particle) และทำให้สารแขวนลอยนี้เบี่ยงเบนไปจากแนวกระแส น้ำจวนเข้าไปสัมผัสกับผิวสารกรอง ในการคำนวณหาแรงที่เกิดขึ้น จากสมการของไอน์สไตน์ (Einstein) สำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีลักษณะกลมได้กำหนดสมการดังนี้

$$\bar{x} = \left[\frac{2k T \cdot t}{3 f \cdot D} \right]^{1/2}$$

โดยที่ \bar{x} = ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ของอนุภาค (ซม.)

(Mean Translation of a Particle)

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค (ซม.)

t = เวลา (วินาที)

k = ค่าคงที่โบลซมานน์ (Boltzmann Constant)

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (เคลวิน)

f = ค่าความหนืดของของไหล (ซม./วินาที)

ข. การเคลื่อนที่ตามเส้นทางการไหลของน้ำ สารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน จะวิ่งเบียดเข้าหาสารกรอง (Interception) ในขณะที่ผ่านช่องว่างขนาดเล็ก นอกจากนี้ สารแขวนลอยขนาดใหญ่ยังอาจตกตะกอนในทิศทางที่เคลื่อนที่เข้าหาสารกรองได้ โดยที่สารแขวนลอยจะตกตะกอนบนผิวของสารกรองโดยขบวนการตกตะกอน การตกตะกอนโดยวิธีนี้เกิดขึ้นได้ทุกชั้นสารกรอง ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะตอนล่างเหมือนดังตกตะกอนทั่ว ๆ ไป ในการตกตะกอนบนสารกรองนั้น พื้นที่บนผิวสารกรองที่มีผลต่อการตกตะกอนมีเฉพาะผิวด้านบนที่หันขึ้นซึ่งไม่สัมผัสกับสารกรองอื่น สำหรับประสิทธิภาพของการตกตะกอนบนสารกรอง ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับอัตราการกรอง และความเร็วในการตกตะกอนของสารแขวนลอย สำหรับความเร็วในการตกตะกอนของสารแขวนลอยนั้น สโตคส์ (Stokes) ได้กำหนดสมการไว้ คือ

$$s = \frac{1}{18} \frac{g \cdot \Delta\rho}{\nu \cdot \rho} d^2$$

โดยที่ S = ความเร็วในการตกตะกอนของสารแขวนลอย (ซม./วินาที)

g = ค่าคงที่ของความโน้มถ่วง 9.81 ซม./วินาที²

v = ความหนืดของของเหลวที่ต้องการกรอง (ซม./วินาที)

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (กรัม/ซม.³)

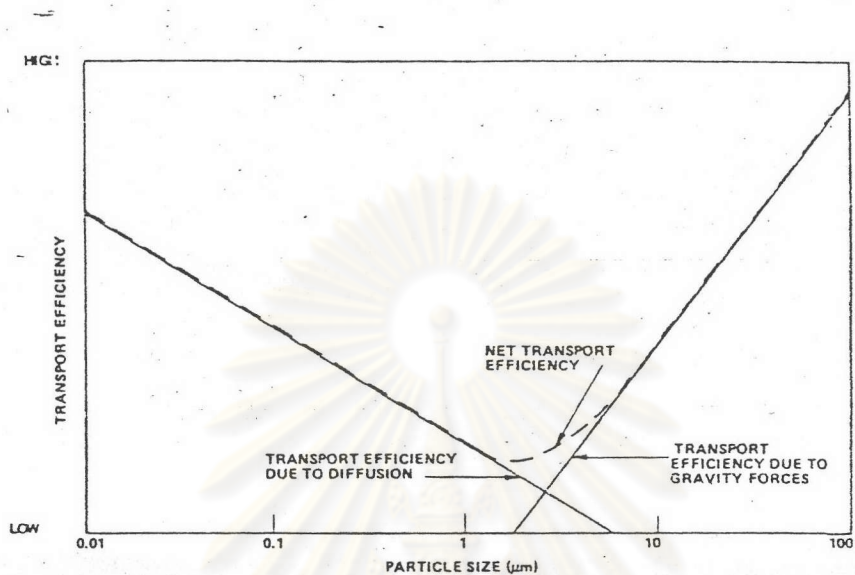
$\rho + \Delta\rho$ = ความหนาแน่นของน้ำที่มีสารแขวนลอย (กรัม/ซม.³)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของสารแขวนลอย (ซม.)

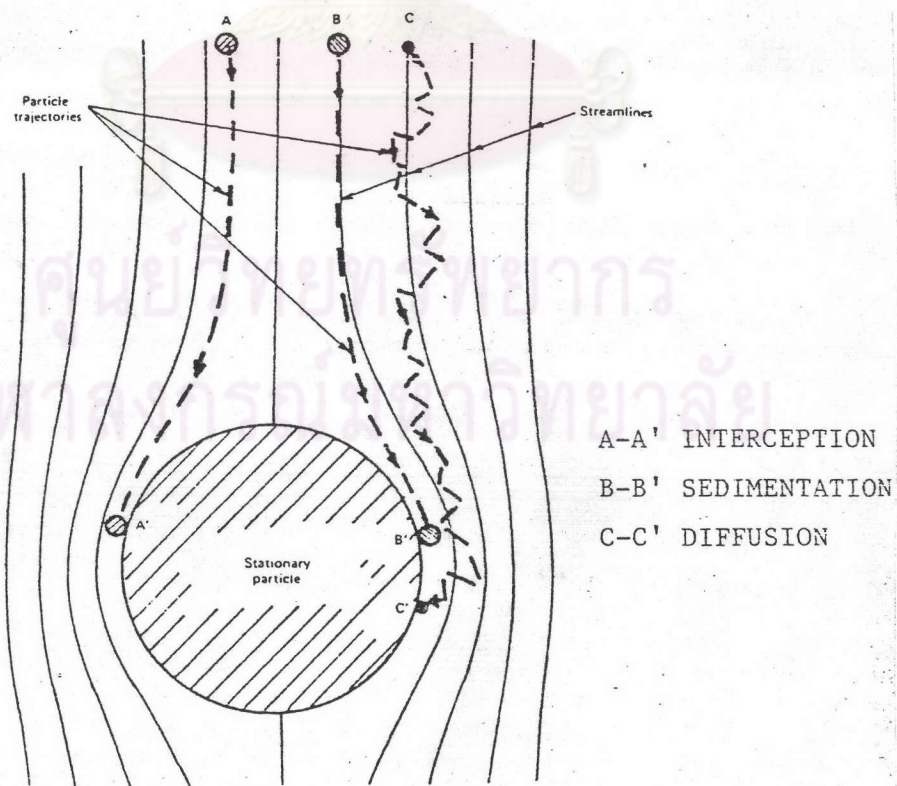
จะเห็นว่าขนาดและการกระจายขนาด (Size Distribution) ของสารแขวนลอยมีความสำคัญต่อกลไกเคลื่อนย้ายเป็นอย่างมาก (รูปที่ 3) กล่าวคือ เมื่อขนาดของสารแขวนลอยเล็กกว่า 1 ไมครอน ประสิทธิภาพของการเคลื่อนย้ายจะแปรผกผันกับขนาด นั่นคือการแพร่กระจายทำให้สารขนาดเล็กเคลื่อนที่ได้มากกว่า และมีโอกาสวิ่งเข้าหาสารกรองได้มากกว่าสารขนาดใหญ่ แต่เมื่อสารมีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน จะมีการแพร่กระจายในระดับโมเลกุลน้อยมากจนไม่มีนัยสำคัญ ขนาดและน้ำหนักของสารแขวนลอยจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการสร้างกลไกแบบตกตะกอนและติดค้าง (Interception) ดังนั้นประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายจึงแปรตรงกับขนาดของสารแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากสารขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากและมีปริมาตรมากจึงตกตะกอนหรือติดค้างสารกรองได้ง่าย

2.3.2 กลไกจับสารแขวนลอย (Attachment Mechanism)

สารแขวนลอยขนาดใหญ่อาจตกตะกอนและเกาะติดอยู่บนสารกรอง หรืออาจตกค้างอยู่ในช่องว่างระหว่างสารกรอง ทำให้สามารถกรองออกจากน้ำได้ อย่างไรก็ตาม ปรากฏว่า เครื่องกรองสามารถกำจัดคอลลอยด์ขนาดเล็กออกจากน้ำได้ด้วย ซึ่งกลไกทางกายภาพเพียงลำพังไม่น่าจะทำได้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการกรองน้ำต้องอาศัยกลไกแบบที่ใช้ในขบวนการโคแอกกูเลชันด้วย กลไกดังกล่าวคือ การดูดติดผิว (Adsorption) และทำลายประจุไฟฟ้าของคอลลอยด์ให้เป็นกลาง (Charge Neutrallization) โดยการดูดติดผิวเป็นความสามารถของสารบางชนิดในการดึงโมเลกุลหรือคอลลอยด์ ซึ่งอยู่ในของเหลวให้มาเกาะจับและติดบนผิวของมัน ปรากฏการณ์เช่นนี้ จัดเป็นการเคลื่อนย้ายสาร (Mass Transfer) จากของเหลวหรือก๊าซมายังผิวของของแข็ง การเกาะจับของโมเลกุลบนผิวของสาร อาจเกิดขึ้นด้วยแรงกายภาพ คือ แรงแวน เดอ วาลส์ (Van Der Waals Forces) แม้การดูดติดผิวเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้คอลลอยด์สามารถเกาะจับอยู่บนสารกรอง หรือบนสิ่งอื่นที่จับบนสารกรองอยู่ก่อนแล้ว แต่สารกรองและคอลลอยด์มีประจุลบทั้งคู่ จึงต้อง



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยขึ้นอยู่กับขนาด



รูปที่ 4 กลไกของการกรองน้ำในเครื่องกรองแบบทรายกรองเร็ว

มีการทำลายประจุไฟฟ้าของสารตัวใดตัวหนึ่งก่อน หรือของทั้งคู่ เพื่อมิให้เกิดแรงผลักระหว่าง
 * ประจุเดียวกัน ในกรณีของการกรองน้ำ นับว่าแตกต่างจากกรณีของ โศแอกกุลเลนซ์ เนื่องจาก
 คอลลอยด์อยู่ในน้ำซึ่ง เคลื่อนผ่านชั้นกรอง ซึ่งอยู่กับที่ ทำให้สามารถทำลายประจุไฟฟ้าของคอลลอยด์
 ก่อนผ่านชั้นกรองได้

ดังนั้น การกรองสารแขวนลอยขนาดเล็กและใหญ่ออกจากน้ำ อาศัยกลไก 2 ชุด
 ซึ่งแตกต่างกัน สารแขวนลอยขนาดใหญ่ หรือฟล็อกที่แข็งแรงสามารถตกตะกอนบนสารกรองหรือ
 ติดค้างอยู่ในช่องว่าง ระหว่างสารกรองซึ่งแยกออกจากน้ำได้ ส่วนสารแขวนลอยขนาดเล็กต้อง
 อาศัยแรงที่เกิดจากการแพร่กระจาย (Diffusion Force) และมีกลไกการดูดติดผิว ซึ่งม
 การทำลายประจุลบให้เป็นกลาง และเปลี่ยนประจุลบให้เป็นบวก รูปที่ 4 แสดงถึงกลไก
 แบบต่าง ๆ ของการกรองน้ำ ที่ทำให้สามารถกำจัดสารแขวนลอยได้

ในระหว่างกรกรองน้ำ สารแขวนลอยอาจหลุดออกจากถังกรองได้ ด้วยกลไก
 ที่เรียกว่า Detachment กลไกนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากมีตะกอนบางส่วนเกาะจับอย่างหลวม ๆ
 บนสารกรอง เมื่อชั้นกรองมีความผิดเพี้ยนหรืออุดตันมากขึ้น แรงที่เกิดจากการไหลของน้ำจะ
 มีค่าสูงตามไปด้วย \leftarrow ทำให้ตะกอนหลุดออกจากชั้นกรองได้ นอกจากนี้กลไกแบบ Detachment
 ยังเกิดขึ้นเนื่องจากพื้นที่ว่างบนสารกรองถูกใช้ไปจนเกือบหมด ทำให้สารแขวนลอยมีโอกา
 สเกาะติดผิวชั้นกรองได้น้อยจึงต้อง เกาะจับอย่างหลวม ๆ กับตะกอนที่จับอยู่บนสารกรองอยู่ก่อนแล้วและ
 และหลุดออกจากชั้นกรอง เมื่อแรงที่เกิดจากน้ำมีค่าสูง

2.4 องค์ประกอบต่าง ๆ ในทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการกรอง

ในการขจัดสิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำโดยกรรมวิธีการกรองนั้น องค์ประกอบทั่ว ๆ
 ไปที่แสดงถึงความสามารถในการกรอง แยกได้เป็น 3 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบ
 ในทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา แต่สำหรับกรรมวิธีการกรองแบบไหลเร็ว นั้น ความสามารถ
 ในการกรองจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในทางฟิสิกส์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอิซาวากิ (Iwasaki,
 1937) ได้เคยแสดงถึงองค์ประกอบในทางฟิสิกส์ที่มีผลกระทบต่อกรรมวิธีการกรองไว้หลาย
 ประการ ต่อมาภายหลังได้รับการตัดแปลงและแก้ไขให้เหมาะสม โดยสไตน์ (Stein, 1940)
 ดังนี้

2.4.1 การกรองเป็นขบวนการไหล (Dynamic Process) ดังนั้น ความสามารถ
 ในการกรองนั้นจะขึ้นอยู่กับความลึกของเครื่องกรอง และเวลาที่ใช้ในการไหลผ่านเครื่องกรอง

2.4.2 ความสามารถในการกำจัดสารแขวนลอยที่ไหลผ่านชั้นกรองหนึ่ง ๆ ของเครื่องกรองนั้น จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าความเข้มข้นของอนุภาคแขวนลอยทั้งหมดที่ผ่านเข้าไปในชั้นต่อนั้น

2.4.3 ปริมาณสารแขวนลอยที่ถูกกำจัดออกในขณะกรองช่วงแรก ๆ จะมีปริมาณที่เป็นสัดส่วนคงที่ นั่นคือ ปริมาณรวมของอนุภาคแขวนลอยที่ถูกกำจัดออกนั้น จะเพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นเส้นตรงเมื่อเทียบกับเวลาและต่อไปสัดส่วนดังกล่าวก็จะลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้ปริมาณของสารแขวนลอยที่ถูกกำจัดออกนั้นไม่คงลักษณะเป็นเส้นตรงอย่างเต็มเมื่อเทียบกับเวลา และในที่สุดก็จะลดลง นั่นคือ เครื่องกรองไม่สามารถที่จะกรองได้อีกต่อไป ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณของการอุดตัน

2.4.4 สิ่งสกปรกที่เกิดจากสารแขวนลอยที่ถูกเครื่องกรองดักไว้นั้น ต่อไปก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เครื่องกรองอุดตัน

2.5 องค์ประกอบที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรอง

วัตถุประสงค์ของการกรองเพื่อให้ได้น้ำที่มีความขุ่นต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการกรองขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ

2.5.1 ลักษณะสมบัติของน้ำก่อนเข้ากรอง อุณหภูมิและความสามารถในการกรอง (Filterability) เป็นลักษณะสมบัติสำคัญของน้ำที่มีผลต่อการกรอง นั่นคือ น้ำเย็นจะกรองได้ดี น้ำอุ่น แต่ก็ยังไม่มีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้ากรอง ส่วนความง่ายในการกรองเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการกรองมากที่สุด ทั้งนี้ความง่ายในการกรองจะมีค่าสัมพันธ์กับขนาดความเข้มข้น และคุณสมบัติการติดต่อดิว (Adhesive Qualities) ของสารแขวนลอยในน้ำ Heiple สรุปรว่าประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเป็นสัดส่วนผกผันกับความขุ่นของน้ำดิบ Hansen (1967) และ Yao (1973) ระบุว่า ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเพิ่มขึ้นเมื่อความขุ่นน้ำดิบสูงขึ้น ทั้งนี้จากเหตุผลที่ว่าน้ำที่มีความขุ่นสูงจะเกิดการฟล็อกคูเลชันก่อนการตกตะกอน และการรวมตัวของอนุภาคในระหว่างการตกตะกอนได้ดีกว่าที่มีความขุ่นต่ำ Ives (1969) ชี้ให้เห็นว่าขนาดของอนุภาคในน้ำจะมีอิทธิพลต่อการค้างอยู่ของอนุภาคบนผิวของสารกรอง การเพิ่มขนาดของอนุภาคจะทำให้ประสิทธิภาพของการกรองดีขึ้น

2.5.2 ลักษณะสมบัติของสารกรอง โดยลักษณะสมบัติทางฟิสิกส์ของสารกรองจะมีผล

โดยตรงต่อการทำงานของถังกรอง สสารกรองหมายถึง สสารซึ่งใช้เพื่อแยกโคแอกกูแลนที่ฟล็อก ความขุ่น และสารอื่น จากน้ำโดยกลไกการกรอง หากสสารกรองมีขนาดเล็กเกินไป ก็ต้องสูญเสียแรงดันน้ำสูง เพื่อให้สามารถไหลผ่านสสารกรองซึ่งมีค่าความผิดพลาด ในทางตรงกันข้ามหาก สสารกรองใหญ่เกินไป อนุภาคขนาดเล็กในน้ำจะไหลหลุดจากชั้นกรองไป Heiple (1959) ได้ศึกษา ถึงประสิทธิภาพของสสารกรองหลายสำหรับถังกรองแบบไหลในแนวตั้ง และสรุปว่า ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของสสารกรองลดลง Kerrigan และ Polkowski พบว่าสสารกรองพลาสติกพรีฟิลเตอร์ในถังกรองที่มีชั้นกรอง 2 ชั้น กับทรายสามารถกำจัดความขุ่นได้โดยไม่ต้องสูญเสียความดันน้ำสูง

2.5.3 ความสูงของชั้นกรอง Hudson (1958) รายงานว่าที่อัตรากรองเดียวกัน หากเพิ่มความสูงของชั้นกรองคุณภาพของน้ำผ่านชั้นกรองจะดีขึ้น การใช้สสารกรองหลายโดยเพิ่มความสูงของชั้นกรองจะเพิ่มช่วงเวลาการกรองสูงขึ้น เมื่อเพิ่มความสูงของชั้นกรอง ประสิทธิภาพของการตกตะกอนและการดูดซับในช่องว่างของชั้นกรองจะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของการกำจัดความขุ่นเพิ่มขึ้นด้วย

2.5.4 อัตราการกรอง Baylis (1956) พบว่า ที่อัตราการกรองสูง ความขุ่นของน้ำผ่านการกรองจะสูงกว่าที่อัตราการกรองต่ำทั้งนี้เพราะสารแขวนลอยสามารถผ่านชั้นกรองได้ ลึกกว่า Cleasby และ Bouman (1962) รายงานว่าที่อัตราการกรองสูง คุณภาพน้ำผ่านการกรองจะลดลงในช่วงเวลาการกรอง Segall และ Okun (1966) สรุปว่า ผลของอัตราการกรองต่อคุณภาพการกรอง เป็นฟังก์ชันกับขนาดและความพรุนของสสารกรองด้วย

2.6 หลักการทำงานของถังแบบใช้แผ่นกั้นน้ำ (Baffled Tank)

ถังแบบใช้แผ่นกั้นน้ำมี 2 แบบ คือ แบบที่บังคับให้น้ำไหลวกวนในแนวระนาบ และแบบที่บังคับให้น้ำไหลวกวนในแนวตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 5,6 จะเห็นได้ว่าแผ่นกั้นน้ำแบ่งถังเป็นช่องเล็ก ๆ จำนวนมากมาย น้ำจะไหลวกวนไปตามช่องต่าง ๆ ทุกช่อง การใช้แผ่นกั้นน้ำช่วยทำให้มีการไหลสัดทาง (Short Circuit) เกิดขึ้นน้อยมาก สำหรับการสูญเสียความดันทุก ๆ หักเลี้ยว 180° สามารถประมาณได้ด้วยสูตรดังต่อไปนี้

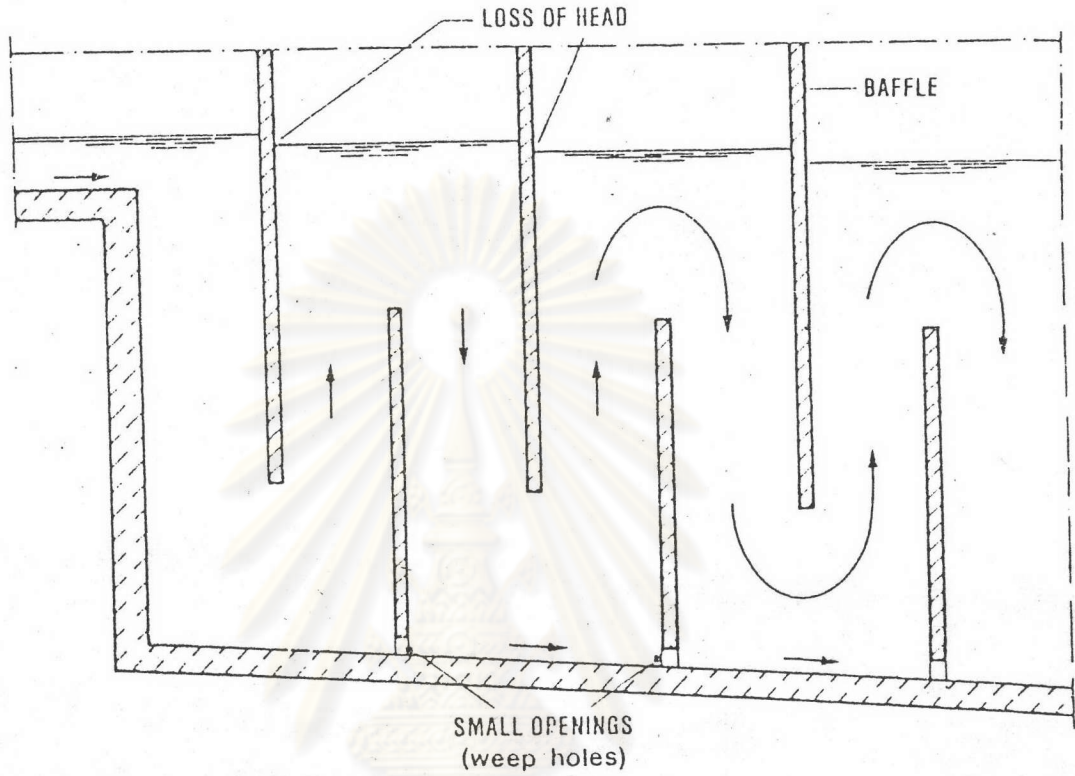
$$H = 0.163 V^2$$

โดยที่ H = การสูญเสียความดัน (เมตร)

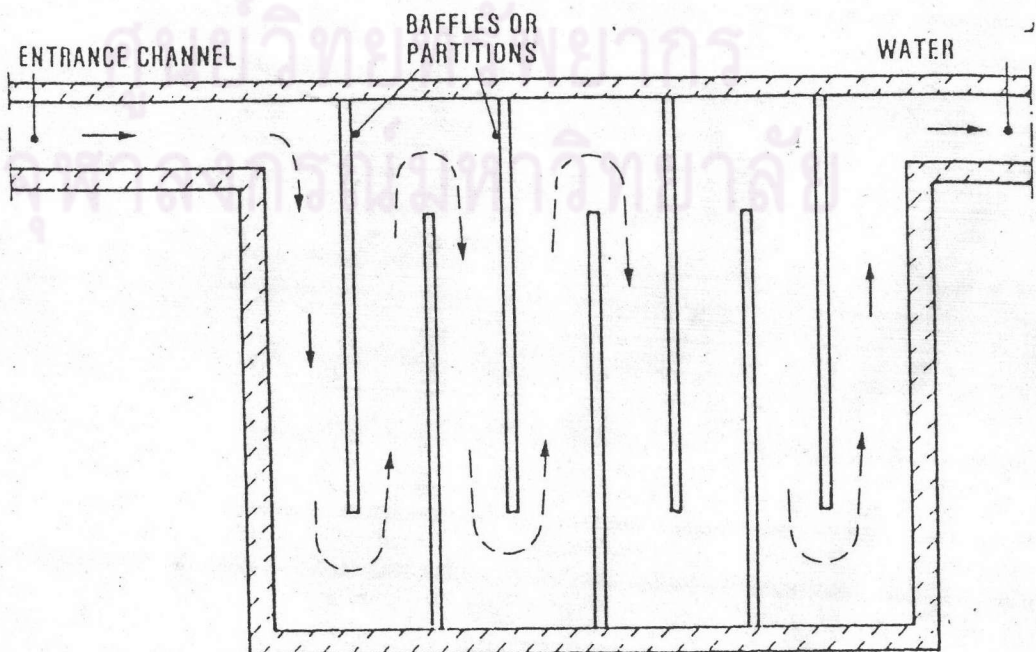
V = ความเร็วของการไหลของน้ำภายในถัง (เมตร/วินาที)

009179

18102980



รูปที่ 5 ลักษณะของ Baffled Tank แบบ Vertical flow



รูปที่ 6 ลักษณะของ Baffled Tank แบบ Horizontal flow

2.7 การก่อตัวของกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Biofilm Formation)

การเกิดแผ่นฟิล์มของแอลลีและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการ คือ

2.7.1 ความถี่ของการสัมผัสระหว่างผิวที่เกาะติดกับสิ่งมีชีวิต ในน้ำ ซึ่งในที่นี้ คือ แอลลี ซึ่งความถี่ดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแอลลีในน้ำดิบ ลักษณะสมบัติของแอลลีและลักษณะของกระแสน้ำที่ไหลผ่าน ถ้าแอลลีในน้ำดิบมีปริมาณสูง ก็มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดฟิล์มได้มากขึ้น แต่ถ้าแอลลีเป็นพวกที่เคลื่อนไหวได้ โอกาสที่จะว่ายไปตามกระแสน้ำก็มีมากกว่าพวกเกาะติดอยู่กับที่ นอกจากนี้ ถ้าน้ำไหลด้วยความเร็วต่ำ แอลลีก็จะมีโอกาสเกาะติดกับผิวสัมผัสของตัวกลางมากขึ้น แต่ถ้าน้ำไหลด้วยความเร็วสูง โอกาสที่แผ่นแอลลีจะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำก็เป็นไปได้มาก

2.7.2 ความสามารถในการเจริญเติบโตของแอลลี ซึ่งจากการศึกษา พบว่าแสงสว่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของอาหาร เล็ดรอนินทรีย์ เช่น N,K,P เป็นตัวควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของแอลลีและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ

2.8 ถังกรองน้ำแบบใช้สารกรองพลาสติก

ได้มีการทดลองใช้สารกรองพลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ซึ่งผลิตโดย ขบวนการแบบ Suspension Process พบว่าสารกรองขนาด 16-40 mesh มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการทดลองสารกรองประมาณ 1 ลบ.ม. สามารถกรองน้ำแม่น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อคลอรีน และเติมคลอรีนได้ในอัตรา 15-16 แกลลอนต่อนาฬิกา/ตร.ฟุต โดยน้ำออกมีความขุ่น 0.2 พีพีเอ็ม หลังการกรองได้ 6 รอบ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสารกรองทรายต้องกรอง 230 รอบ จึงจะได้น้ำที่มีความขุ่น 0.2 พีพีเอ็ม ทำให้เห็นว่าสารกรองพลาสติกสามารถรับอัตราการกรองได้สูงกว่า สำหรับสารกรองพลาสติกนี้ อาจเป็นเทอร์โมเซตติง (Thermosetting) หรือเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) ก็ได้

นอกจากนี้ยังมีการทดลองใช้พลาสติกแบบโพลียูรีเทน (polyurethane), โพลีเอทิลีน (Polyethylene) เทฟลอน (Teflon) เป็นสารกรองรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยอาจเป็นหลอด (Tubes) แผ่นรูพรุน (Rigid Porous Plate) แผ่นแบน ฯลฯ โดยมีขนาดต่าง ๆ กันตามต้องการ

ปี พ.ศ. 2524 Harja ได้ศึกษาระบบพร็อลเตอร์แบบไหลตามแนวระดับ โดยใช้
ลูกบอลพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. น้ำหนักจำเพาะประมาณ 0.26 กรัม/ซม³ และ
ค่าความพรุน 0.33 จากผลการทดลองสามารถลดความชุ่มได้ 30-66% โดยสรุปข้อดี คือ ไม่
มีการสูญเสียความดันน้ำ และเมื่อใช้พร็อลเตอร์นานขึ้นจะยิ่งมีผลดีขึ้น แต่ข้อเสีย คือ บรรจุสาร
กรองในน้ำได้ยากเนื่องจากมีค่า ถ.พ. ต่ำกว่าน้ำ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย