บทที่ 3

กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบกวนสมบูรณ์

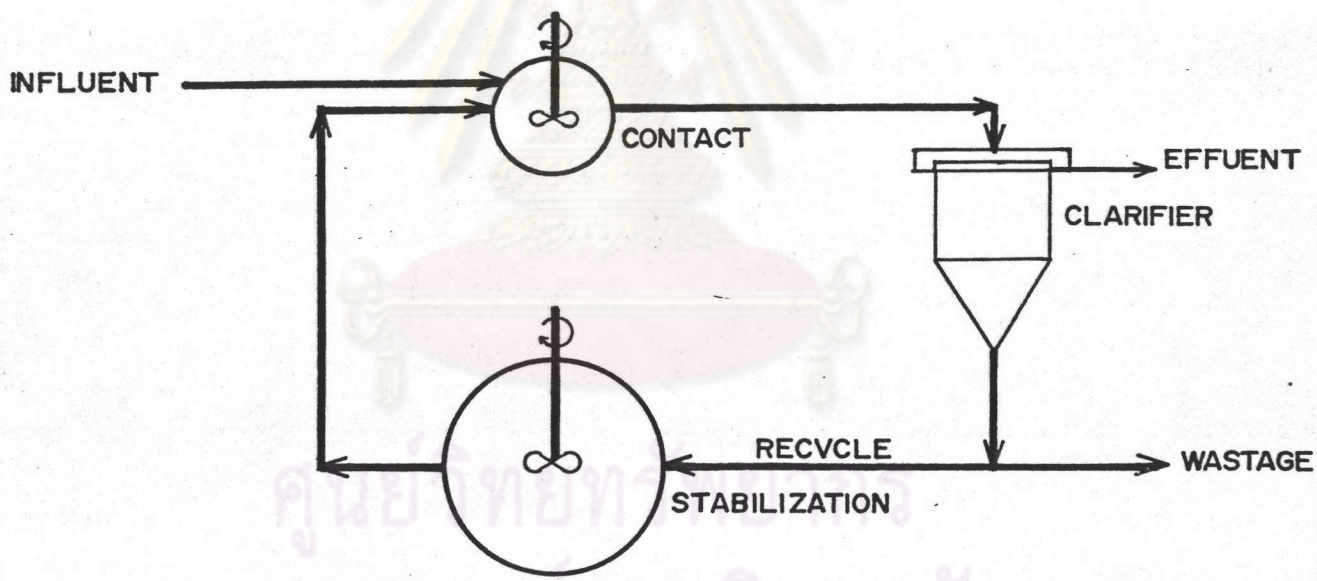
3.1 การพัฒนาของกระบวนการฯ

กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบกวนสมบูรณ์เป็นกระบวนการใหม่ ซึ่งอยู่ในระหว่างดำเนินการวิจัย โดยได้รับการพัฒนามาจากกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบมีตัวกลางอยู่กับที่ (22) และต่อมาได้พัฒนามาเป็นแบบไหลขึ้น (UASB) (32) เนื่องจากปัญหาการอุดตันของตัวกลาง (Media) ในที่สุดจึงได้พัฒนามาเป็นแบบกวนสมบูรณ์

จากผลการทดลองที่ผ่านมา พบว่า กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบต่าง ๆ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนั้นจึงนำกระบวนการนี้มาศึกษา และพัฒนาเพื่อหาสมรรถนะและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน

3.2 หลักการทำงานของกระบวนการฯ

การทำงานของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบกวนสมบูรณ์ประกอบด้วยถังปฏิกิริยาคอนแทกต์ (Contact) ถังปฏิกิริยาสเตบิไลเซชัน (Stabilization) และถังตกตะกอนและภายในถังปฏิกิริยาทั้งสองมีระบบกวน (Mixing) แผนผังแสดงการทำงานของกระบวนการแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทำงานของกระบวนการคอนแทกต์
สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบกวนสมบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17853769

น้ำเสียที่ต้องการบำบัดจะไหลเข้าถังปฏิกิริยาคอนแทกต์ จุลินทรีย์ที่อยู่ในถังปฏิกิริยาคอนแทกต์ ซึ่งเจริญเติบโตลอยอยู่ในน้ำ (suspended-growth) จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ เสียทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลง จากนั้นน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้วและตะกอนจุลินทรีย์จะไหลไปยังถังตกตะกอน เพื่อแยกน้ำใสทิ้งออกจากระบบ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่จมตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนจะถูกสูบกลับไปเข้าถังปฏิกิริยาสเตบิไลเซชันเพื่อทำการบำบัดต่อไป ถังปฏิกิริยาสเตบิไลเซชันจะมีขนาดใหญ่กว่าถังปฏิกิริยาคอนแทกต์ เพื่อให้สามารถสร้างสภาวะตะกอนให้พร้อมที่จะมาย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ตะกอนจุลินทรีย์ที่มาจากถังปฏิกิริยาสเตบิเลเซชันสภาวะที่ได้ใช้อาหารไปจนหมดแล้ว เมื่อมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังปฏิกิริยาคอนแทกต์จึงมีผลให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงอย่างรวดเร็ว

3.3 <u>พารามิเตอร์ที่สำคัญ</u>

พารามิเตอร์ที่สำคัญ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของจุลินทรีย์ เช่น ค่าพีเอช อุณหภูมิ อาหารเสริม การกวน เป็นต้น และพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน เช่น ปริมาณสารอินทรีย์ อัตราการไหล อัตราการสูบตะกอนกลับ อายุของตะกอน เป็นต้น

สำหรับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม และความต้องการของจุลินทรีย์สามารถควบคุมให้อยู่ในช่วงที่พอเหมาะได้ โดยอาศัยความรู้ทางจุลชีววิทยาและชีวเคมีขั้นพื้นฐานดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ส่วนพารามิเตอร์ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบวนการในแต่ละกระบวนการจะไม่เหมือนกันดังนั้น จึงจำเป็นจะต้องการศึกษาเฉพาะในแต่ละกรณีไปเพราะมีความเกี่ยวเนื่องกับคุณลักษณะของน้ำเสีย และกลไกในการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการนั้น ๆ

กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศ แบบกวนสมบูรณ์มีพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทุกงานอยู่ 4 ข้อ คือ

1) ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (ORGANIC LOADING) คือน้ำหนักของมลสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ถังปฏิกิริยาต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของถังปฏิกิริยามีหน่วยเป็น ก.ก.ซีโอดี ต่อ ลบ.เมตร-วัน กระบวนการนี้แบ่งออกเป็น 3 อย่าง คือ

1.1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์รวมของระบบ

1.2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังคอนแทกต์

1.3 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังสเตบิไลเซชัน

2) ภาระบรรทุกการไหล (HYDRAULIC LOADING) คืออัตราการไหลที่เข้าถังปฏิกิริยาต่อหนึ่ง หน่วยปริมาตรของถังปฏิกิริยาแบ่งออกเป็น 3 อย่าง คือ

2.1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์รวมของระบบ

2.2 ภาระบรรทุกการไหลของถังคอนแทกต์

2.3 ภาระบรรทุกการไหลของถังสเตบิไลเซชัน

3) อัตราการสูบตะกอนกลับ (RECYCLE RATIO) คือ อัตราการสูบตะกอนจากก้นถังตกตะกอนมาเข้าถังสเตบิไลเซชัน โดยคิดเป็นร้อยละของอัตราการสูบน้ำเสียเข้าระบบ

4) อายุของตะกอน (SLUDGE AGE) คือระยะเวลาเก็บกักของตะกอนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบ มีหน่วยเป็นวัน

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานทั้ง 4 ตัว ที่ได้กล่าวมาแล้ว ค่าอายุตะกอน ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และอัตราการสูบตะกอนกลับนับได้ว่าสำคัญที่สุด ส่วนภาระบรรทุกการไหลจะมีผลต่อระยะเวลาใน

การบำบัดของจุลินทรีย์ ซึ่งหากไม่สิ้นจนเกินไป ก็จะมีผลต่อประสิทธิภาพน้อยกว่าพารามิเตอร์ตัวอื่น ๆ

3.4 การศึกษาที่ผ่านมา

เนื่องจากกระบวนการนี้อยู่ในระหว่างการพัฒนาและวิจัย การศึกษาที่ผ่านมา จึงประกอบไปด้วยความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะจากงานวิจัยอื่น ที่มีแนวโน้มแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนากระบวนการนี้ขึ้นรวมทั้งงานวิจัยที่ผ่านมาของกระบวนการนี้เองด้วย

W.V. Alexander et. al. (33, 34) ได้วิจัยกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบใช้อากาศ โดยใช้น้ำเสียจากบ้านเรือนเป็นน้ำทดลองและอธิบายผลของการกำจัดซีโอดีที่เกิดขึ้นที่ถังคอนแทกต์ ว่าเป็นกลไกของการดูดซึมเข้าสู่เซลล์และดูดติดผิวเซลล์ (adsorbed และ enmeshment)

G.T.Schroepfer et.al.(24) ในปี ค.ศ.1955 ได้อธิบายผลของการกำจัดสารอินทรีย์ ในกระบวนการตะกอนเร่งแบบไร้อากาศเมื่อใช้น้ำเสียจาก Packinghouse ว่ามีการดูดซึมสารอินทรีย์โดยเป็นกลไกทางด้านฟิสิกส์ เมื่อตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสีย

Ullrich และ Smith ในปี ค.ศ. 1957 (35) ดัดแปลงกระบวนการเร่งแบบใช้อากาศ (Activated Sludge) เป็นกระบวนการ Biosorption ซึ่งเป็นแม่แบบของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันในเวลาต่อมา พบว่า กระบวนการนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า และอธิบายว่าในช่วงที่จุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสียจุลินทรีย์จะดูดซึมสารอินทรีย์ไปเก็บไว้ในตัวก่อน หลังจากนั้นจึงย่อยสลาย

G.T. Schroepfer และ N.R. Ziemke (36) ในปี ค.ศ. 1959 ได้ใช้กระบวนการตะกอนเร่งแบบไร้อากาศ (Anaerobic Contact) ในการบำบัดน้ำเสียหลายชนิดและสรุปว่าในการกำจัดซีโอดีอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องรักษาความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังคอนแทกต์ให้อยู่ในระดับ 15,000 มก./ล. จะดีที่สุด และเมื่อมีความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์สูงถึง 30,000 มก./ล. ไม่พบว่าประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นแต่อย่างใด

James B. Coulter และ M. B. Ettinger (9) ในปี ค.ศ.1961 ได้ใช้กระบวนการตะกอนเร่งแบบไร้อากาศบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือน พบว่า ที่ถังคอนแทกท์มีการกำจัดซีโอดีสูงมาก แต่ไม่มีก๊าซมีเทนเกิดขึ้น และไม่พบว่าปริมาณตะกอนจุลินทรีย์สูงขึ้นด้วย

T.T. McGhee ในปี ค.ศ.1971 (37) ได้ทดลองหาอัตราการทำลายกรดวิลาไทล์ของการบวนการย่อยสลาย แบบไร้อากาศแบบเท (Batch Type) พบว่าในช่วง 0.50 ชม. แรกปริมาณของกรดวิลาไทล์จะหายไปทันที และกลับปรากฏภายหลัง จึงให้ข้อสังเกตว่าลักษณะการที่เกิดขึ้นเช่นนี้ อาจเกิดจากการดูดซึมเข้าสู่เซลล์ก่อนแล้วจึงย่อยสลาย

Willi Gujer และ David Jenkins (38) ในปี ค.ศ. 1971 ได้ทดลองหาอัตราการสูบตะกอนกลับเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบไร้อากาศ พบว่าอัตราการสูบตะกอนกลับมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ และเมื่ออัตราการสูบตะกอนกลับสูงถึง 400 % แล้วกระบวนการจะปรับตัวเป็นกระบวนการตะกอนเร่ง แบบกวนสมบูรณ์แทน (Completely mixed)

J.E.Goodard ในปี ค.ศ.1974 (39) ได้สรุปและอธิบายถึงกลไกการกำจัดซีโอดีของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันว่าในช่วง 10-30 นาทีแรก ที่จุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสียจุลินทรีย์จะดูดซึมสารอินทรีย์ (adsorbed) ในถังคอนแทกต์แล้วนำไปย่อยสลายต่อที่ถังสเตบิไลเซชัน

E.J.Nyns et al.(40) ในปี ค.ศ.1979 ได้สรุปงานวิจัยของ Bysett และคณะ รวมทั้งตัวเขาว่า แบคทีเรียที่สร้างมีเทนนั้นส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้กรดอะซีโตไทล์ได้โดยตรง แต่จะสร้างสารประกอบระหว่างกรดอะซีโตไทล์และไฮโดรเจนขึ้นก่อน แล้วจึงใช้สารประกอบนี้เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน พร้อมทั้งได้คัดค้านแนวความคิดของ Ghosh ที่จะแบ่งแยกกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศออกเป็น 2 ถัง ตามลักษณะของแบคทีเรียด้วย

นอกจากที่กล่าวมาเบื้องต้น ยังมีงานวิจัยอีกหลายชิ้นที่สนับสนุนและคัดค้านแนวความคิดของการเกิดการดูดซึม ก่อนทำการย่อยสลายภายหลังของเชลมีอีกหลายชิ้น แต่มักไม่อธิบายเหตุผลไว้ จึงไม่ได้นำมากล่าวในที่นี้

สำหรับกระบวนการตะกอนเร่งคอนแทกต์สเตบิไลเซชัน แบบแอนแอโรบิค มีงานวิจัยที่ผ่านมาดังนี้

สาย สายพานิช(7) ในปี ค.ศ.1984 ได้วิจัยกระบวนการนี้และได้แสดงว่า เมื่อให้มีตัวกลางอยู่กับที่ภายในถังปฏิกริยาทั้งสองโดยให้น้ำไหลในถังปฏิกริยาเป็นแบบไหลตามยาว ที่ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.65-2.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่า ประสิทธิภาพของระบบประมาณร้อยละ 70-85 แต่มีตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งสูงถึง 1,100 มก./ล.

และในงานวิจัยเดียวกัน แต่ให้รับค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 2.6-10.4 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยให้น้ำไหลในถังปฏิกริยาเป็นแบบกวนสมบูรณ์ที่ปฏิกริยาขนาดเดียวกัน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพร้อยละ 54-83 และยังคงมีตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งสูง

สุรพล สายพานิช ในปี ค.ศ. 1986 (41) ได้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการนี้ต่อไป โดยใช้น้ำเสียรวมจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เฉลี่ย 5.8 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน และให้น้ำไหลในระบบเป็นแบบไหลขึ้น (up-flow) โดยให้จุลินทรีย์เติบโตในสภาพแขวนลอย (Suspended growth) พบว่าระบบมีประสิทธิภาพลดซีโอดีได้ร้อยละ 74 มีค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งลอยในน้ำทิ้งลดลงกล่าวคือมีค่าเฉลี่ย 834 มก./ล.

สุรพล สายพานิช ในปีค.ศ.1987 (32) ได้ทำการวิจัยกระบวนการนี้ต่อไป โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ ถังปฏิกริยาแบบไหลขึ้น ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.59-16.79 กก. ซีโอดี/ลบ.เมตร-วัน พบว่าประสิทธิภาพของระบบประมาณ 37.16 - 87.3 ตะกอนแขวนลอยประมาณ 507 มก./ล.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย