บทที่ 3

กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบแอนแอโรบิค

3.1 แนวความคิดของกระบวนการ

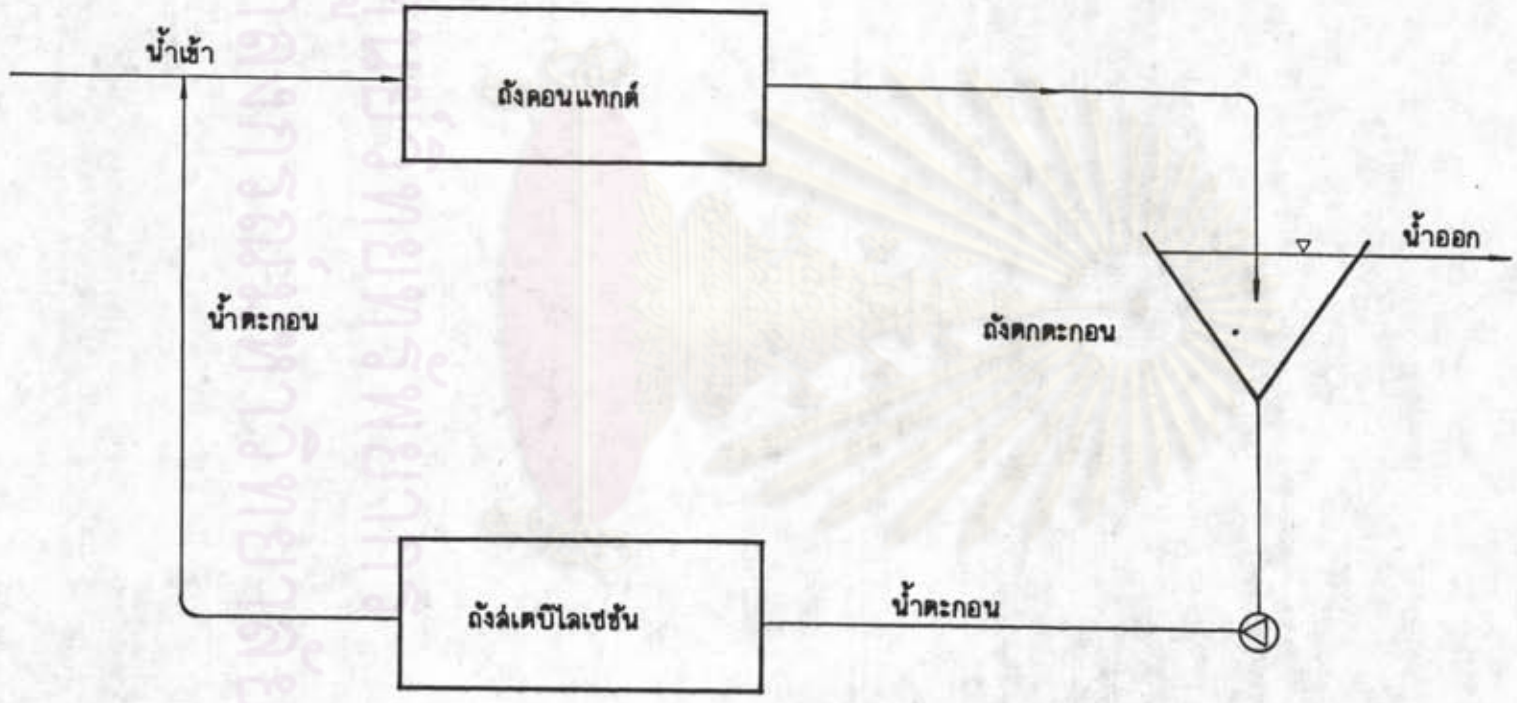
กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชัน แบบแอนแอโรบิค เป็นกระบวนการใหม่ ที่พัฒนามาจากหลักการของ กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบเติมอากาศ ซึ่งมีข้อดีได้แก่ การใช้เวลาในการบำบัดสั้น สามารถรับน้ำเสียที่มีเป็นช่วง และสารเป็นพิษสามารถบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในรูปตะกอนลอยได้ดี และตะกอนจุลชีพสามารถตกตะกอนได้ดี มาประยุกต์เป็นกระบวนการแบบไม่มีการเติมอากาศในงานวิจัยชุดแรก ได้นำกระบวนการนี้มาใช้ร่วมกับกระบวนการเครื่องกรองไร้อากาศ ซึ่งมีข้อดีที่สามารถเก็บตะกอนจุลชีพไว้ได้ในลักษณะที่เกาะติดกับตัวกลางและในลักษณะที่เป็นตะกอนลอย ทำให้ตะกอนจุลชีพมีปริมาณมากและค่าอายุตะกอนสูง ส่วนในการวิจัยชุดหลังได้ศึกษากระบวนการในลักษณะที่เป็นตะกอนลอยแบบน้ำไหลขึ้น โดยไม่มีตัวกลางและไม่มีการกวน

จากแนวความคิดที่ได้กล่าวมาแล้ว คาดว่ากระบวนการนี้สามารถที่จะเก็บกักตะกอนจุลชีพในระบบให้มีปริมาณมากและมีเสถียรภาพได้ จึงเชื่อว่ากระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบแอนแอโรบิค สามารถที่จะบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควรไม่ด้อยไปกว่ากระบวนการอื่น จึงเหมาะสมที่จะศึกษาและพัฒนาต่อไป

3.2 หลักการทำงาน

การทำงานของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบแอนแอโรบิค จะมีลักษณะการไหลของน้ำดังในรูปที่ 3.1

น้ำเสียที่ต้องการบำบัดจะไหลเข้าสู่ถังคอนแทกต์ จุลชีพที่มีอยู่ภายในถังจะย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นการลดภาระอินทรีย์ น้ำเสียและตะกอนจุลชีพที่ผ่านการบำบัดจากถังคอนแทกต์จะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อแยกส่วนน้ำใสทิ้งออกจากระบบ เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านการ



รูปที่ 3.1 แผนผังการไหลของน้ำในกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชั่น แบบแคนแอโรบิค

บำบัดจากกระบวนการนี้ ส่วนที่เป็นตะกอนจุลชีพภายในถังตกตะกอน จะถูกส่งเข้าสู่ถังสเตบิไลเซชัน เพื่อทำการบำบัดต่อ น้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันจะเป็นน้ำที่มีตะกอนจุลชีพและมีสารอินทรีย์ที่ต่ำ จะถูกส่งไปรวมกับน้ำเสียเพื่อเข้าสู่ถังคอนแทกต์

3.3 พารามิเตอร์ที่สำคัญ

พารามิเตอร์สำคัญที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ คือ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของจุลชีพ เช่น ค่าทีเอช อุณหภูมิ อาหารเสริม การกวน ฯลฯ และพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน เช่น ปริมาณสารอินทรีย์ อัตราการไหล อัตราการสูบตะกอนกลับอายุของตะกอน เป็นต้น

สำหรับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของจุลชีพจะต้องรักษาระดับให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่จุลชีพสามารถเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งสามารถอาศัยความรู้ทางจุลชีววิทยา และชีวเคมีขั้นพื้นฐานซึ่งทราบกันดีอยู่แล้ว ส่วนพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบวนการแต่ละชนิดจำเป็นต้องทำการศึกษาเฉพาะในแต่ละกรณีเพราะเกี่ยวข้องทั้งลักษณะของน้ำเสีย และกลไกในการทำงานเองจุลชีพภายในกระบวนการนั้น ๆ

กระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบแอนแอโรบิค มีพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานหลักอยู่ 4 ข้อคือ

1) ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (organic loading) ได้แก่ น้ำหนักของมลสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ถังต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของถังซึ่งแบ่งออกได้เป็นรวมทั้งหมดของระบบ เฉพาะในถังคอนแทกต์ และเฉพาะในถังสเตบิไลเซชัน

2) ภาระบรรทุกการไหลของน้ำ (hydraulic loading) ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำที่เข้าถังต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของถัง ซึ่งคำนวนได้ทั้งของถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน

3) อัตราการสูบตะกอนกลับ คือ อัตราการสูบตะกอนจากถังตกตะกอนกลับเข้าถังสเตบิไลเซชัน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ เพราะหากมีอัตราการสูบตะกอนกลับสูงก็จะทำให้ระบบมีลักษณะการทำงานคล้ายกับระบบซึ่งมีถังเดียวมากขึ้น โดยปกติจะมีค่าไม่เกิน 200% ของน้ำเสียเข้า

4) อายุของตะกอน (sludge age) คือระยะเวลาเก็บกักของตะกอนจุลชีพที่มีอยู่ในระบบ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการลดมลสารอินทรีย์เนื่องจากเป็นตัวกำหนดและคัดเลือกชนิดของจุลชีพ สำหรับกระบวนการซึ่งมีตัวกลางจะไม่สามารถควบคุมค่าอายุตะกอนที่แน่นอนได้ เนื่องจากมีจุลชีพทั้งชนิดที่เกาะติดกับตัวกลางและชนิดที่ลอยอยู่ในน้ำ แต่ก็พิจารณาค่าตะกอนที่หลุดออกมากับน้ำที่ออกจากถังว่ามีความเข้มข้นเพียงใด

พารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานทั้ง 4 ตัวที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ภาระบรรทุกสารอินทรีย์และอัตราการสูบตอนกลับนับว่าเป็นค่าที่สำคัญที่สุด ส่วนภาระบรรทุกการไหลของน้ำจะมีผลต่อระยะเวลาในการบำบัดของจุลชีพ ซึ่งหากไม่สั้นจนเกินไปก็จะมีผลต่อประสิทธิภาพน้อยมาก สำหรับค่าอายุของตะกอนนั้นควบคุมให้ถูกต้องได้ยาก

3.4 การศึกษาที่ผ่านมา

เนื่องจากกระบวนคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบแอนแอโรบิคนี้เป็นกระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาใหม่การศึกษาที่ผ่านมาจึงเป็นการศึกษาในงานวิจัยอื่น ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบในการอธิบายถึงกระบวนการนี้พอสังเขป

Ullrich และ Smith (41) ได้ดัดแปลงกระบวนการตะกอนเร่งแบบใช้อากาศ (Activated Sludge) เป็นกระบวนการ Biosorption ซึ่งเป็นแม่แบบของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบไร้อากาศในเวลาต่อมาพบว่ากระบวนการนี้สามารถรับภาระบรรทุกอินทรีย์เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า และอธิบายว่าในช่วงที่จุลชีพสัมผัสกับน้ำเสียจะดูดซึมสารอินทรีย์ไปเก็บไว้ในตัวก่อน หลังจากนั้นจึงจะย่อยสลาย

Willi Gujar และ David Jenkins (42) ได้ทดลองหาอัตราการสูบตะกอนกลับเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบใช้อากาศ พบว่าอัตราการสูบตะกอนกลับมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบและเมื่ออัตราการสูบตะกอนกลับสูงถึง 400% แล้ว กระบวนการนี้จะปรับตัวเป็นกระบวนการตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์แทน

Goodard, J.E. (42) ได้อธิบายถึงกลไกการกำจัดซีโอดีของกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบใช้อากาศ ในช่วง 10-13 นาทีแรกที่จุลชีพสัมผัสกับน้ำเสีย จุลชีพจะดูดซึมสารอินทรีย์ในถังคอนแทกต์แล้วนำไปย่อยต่อในถังสเตบิไลเซชัน

Alexander, W.V., และคณะ (44) ได้วิจัยกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบใช้อากาศ และอธิบายผลการกำจัดซีโอดีที่เกิดขึ้นที่ถังคอนแทกต์ว่าเป็นกลไกของการดูดซึมเข้าสู่เซลล์ และดูดติดผิวเซลล์

สุรพล สายพานิช (45) ได้ทำการวิจัยกระบวนการคอนแทกต์สเตบิไลเซชันแบบแอนแอโรบิคชนิดมีตัวกลางอยู่กับที่ โดยในการวิจัยชุดแรกให้การไหลของน้ำเป็นแบบไหลตามยาว (plug flow) พบว่าที่ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.65-2.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน กระบวนการมีประสิทธิภาพในการบำบัดร้อยละ 70-85 ส่วนในการวิจัยชุดที่สอง ผู้วิจัยได้นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย