

Semi-aerobic Landfill Concept



# เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ

<ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ>

คู่มือแนะนำสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย



จังหวัดฟูกูโอกะ

## บทคัดย่อ

เพื่อเป็นการสนับสนุนการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในภูมิภาคเอเชีย ทางจังหวัดภูเก็ตได้มีการนำเอาเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมและองค์ความรู้ วิทยาการต่างๆที่ทางจังหวัดเคยใช้จัดการปัญหามลภาวะในอดีตมาก่อนให้เกิดประโยชน์ และก่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างประเทศในด้านสิ่งแวดล้อมกับประเทศเวียดนาม ประเทศไทย และประเทศจีน เป็นต้น

โดยเฉพาะในประเทศเวียดนามและประเทศไทย ได้มีการนำสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ต (ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ)(ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ต”) มาใช้ ซึ่งมีการสนับสนุนตั้งแต่การคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสม การออกแบบ การดำเนินการก่อสร้าง จนถึงการดูแลรักษา โดยมีการนำประสบการณ์และผลลัพธ์นั้นมาใช้ประกอบการจัดทำคู่มือฉบับนี้

คู่มือฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้รับผิดชอบของหน่วยงานท้องถิ่นเข้าใจเกี่ยวกับ”เทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ต” และใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ดังนั้นนอกจากเนื้อหาเชิงเทคนิคของการออกแบบ, การดำเนินการก่อสร้าง, การดูแลรักษาแล้ว ยังมีการนำเสนอตัวอย่างการนำไปใช้งานทั้งในประเทศญี่ปุ่นและต่างประเทศ (ภูมิภาคเอเชีย)

ทั้งนี้ คู่มือฉบับนี้เป็นเพียงเนื้อหาพื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับ”เทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ต” ดังนั้นหากจะดำเนินการออกแบบก่อสร้าง ดูแลรักษาเทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ต จำเป็นที่จะต้องพิจารณาจากเงื่อนไขสิ่งแวดล้อม สภาพของขยะมูลฝอยที่จะทำการฝังกลบ ข้อกำหนดเกี่ยวกับสถานที่ที่ใช้สร้าง มาตรฐานการออกแบบ เป็นต้น ควบคู่ไปด้วยกันกับผู้เชี่ยวชาญ

หวังว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นส่วนช่วยในการพิจารณานำเทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ต “มาใช้ยังที่หน่วยงานท้องถิ่นในต่างประเทศ, เป็นการเผยแพร่เทคโนโลยีการฝังกลบแบบภูเก็ตไปยังหลายพื้นที่ และเป็นส่วนช่วยในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย

## สารบัญ

|  |    |
|--|----|
| 1. เนื้อหาของคู่มือแนะนำฉบับนี้ .....  | 1  |
| 1.1. ประวัติความเป็นมาของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ" .....                                       | 1  |
| 1.2. รายละเอียดโครงสร้างของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ" .....                                     | 1  |
| 1.3. ข้อดีของเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ .....  | 2  |
| 1.4. เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละซึ่งมีการเผยแพร่ไปยังต่างประเทศ .....                               | 2  |
| 2. สถานการณ์ปัจจุบันและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในภูมิภาคเอเชีย .....            | 3  |
| 2.1. ภาพรวม .....  | 3  |
| 2.2. ประเทศเวียดนาม .....  | 4  |
| 2.3. ประเทศไทย .....   | 6  |
| 3. เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ (ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ) .....                           | 9  |
| 3.1. นิยามของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย .....  | 9  |
| 3.2. ประเภทของการฝังกลบ .....  | 9  |
| 3.3. จุดเด่นของโครงสร้าง "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ" .....  | 11 |
| 3.4. ความสามารถของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ" .....  | 12 |
| 4. ประเด็นสำคัญของแนวคิดพื้นฐานในการนำ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ" ไปใช้ .....                    | 15 |
| 4.1. รูปแบบการบริหารจัดการสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย .....   | 15 |
| 4.2. ขั้นตอนและการดำเนินการในการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย .....                               | 15 |
| 4.3. การคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสม .....  | 17 |
| 4.4. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม .....  | 19 |
| 4.5. การสร้างความเห็นชอบกับชุมชนโดยรอบ .....   | 22 |
| 5. การดำเนินการตั้งแต่การออกแบบจนถึงการใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบ และประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้อง .... | 23 |
| 5.1. การออกแบบ .....   | 23 |
| 5.2. การดำเนินการก่อสร้าง .....  | 31 |
| 5.3. การเดินระบบและดูแลรักษา .....   | 35 |
| 5.4. การเสร็จสิ้นการฝังกลบ, การปิดบ่อฝังกลบ, การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบ .....               | 38 |
| 6. ตัวอย่างการเผยแพร่ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอโกละ" ในต่างประเทศ .....                              | 41 |
| 6.1. สถานการณ์ความร่วมมือระหว่างประเทศ .....   | 41 |
| 6.2. เมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม .....   | 41 |
| 6.3. เทศบาลเมืองสีคิ้ว ประเทศไทย .....   | 45 |
| 7. บรรณานุกรม .....  | 49 |

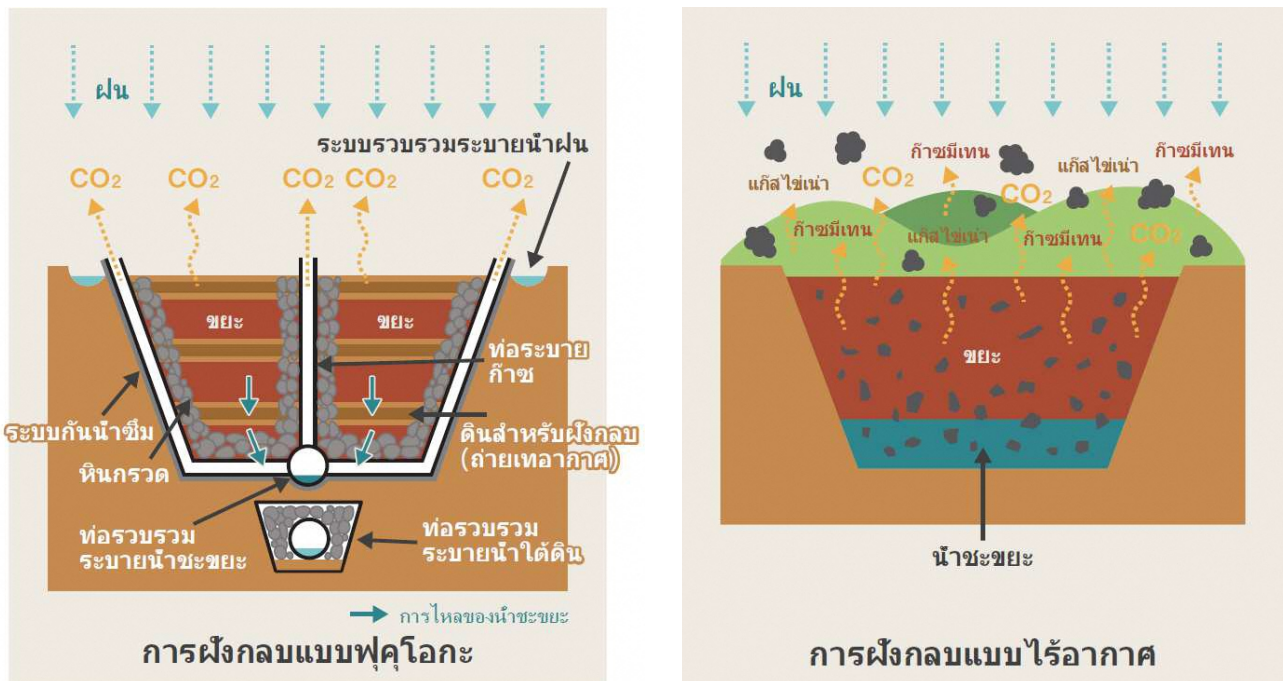
# 1. เนื้อหาของคู่มือแนะนำฉบับนี้

## 1.1. ประวัติความเป็นมาของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟุกุโอกะ"

สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟุกุโอกะ (ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ) (ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า "เทคโนโลยีการฝังกลบขยะแบบฟุกุโอกะ") คือ แนวคิดที่นำเสนอโดยศาสตราจารย์กิตติคุณ มาซาฮากะ ฮานาซิมะ จากมหาวิทยาลัยฟุกุโอกะ และมีการนำไปใช้จริงโดยความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยฟุกุโอกะกับเมืองฟุกุโอกะ ที่ประเทศญี่ปุ่น มีการเริ่มนำไปใช้งานจริงตั้งแต่ปีค.ศ. 1975 ที่บ่อฝังกลบชินคามาคะ เมืองฟุกุโอกะ และในปีค.ศ. 1979 ได้ถูกนำมาใช้เป็นโครงสร้างมาตรฐานสำหรับสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายของประเทศญี่ปุ่น

## 1.2. รายละเอียดโครงสร้างของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟุกุโอกะ"

ภาพ 1 เป็นแผนภาพแสดงโครงสร้างของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟุกุโอกะ" เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟุกุโอกะคือ สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายซึ่งโดยหลักแล้วประกอบด้วย ระบบระบายก๊าซ, ระบบรวบรวมระบายน้ำชะขยะ, ระบบบำบัดน้ำชะขยะ, ระบบรวบรวมระบายน้ำฝน, ระบบรวบรวมระบายน้ำใต้ดิน เป็นต้น เทคโนโลยีนี้มีการติดตั้งชั้นกรวด และท่อเจาะรูไว้ที่ด้านล่าง ซึ่งจะทำให้หน้าที่เป็นระบบรวบรวมระบายน้ำชะขยะ ทำให้สามารถระบายน้ำชะขยะไปสู่ระบบบำบัดน้ำชะขยะได้อย่างรวดเร็ว และภายในกองขยะจะเกิดความร้อนซึ่งมาจากการย่อยสลายของขยะมูลฝอย ทำให้เกิดการไหลเวียนของความร้อนขึ้นจากโครงสร้างนี้ทำให้อัตราส่วนของน้ำลดลง และอากาศจะไหลเวียนเข้ามาแทนที่จากท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ มาสู่ภายในกองขยะมูลฝอย ซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะมีอากาศในกองขยะ ส่งผลให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีและช่วยเร่งการย่อยสลายของขยะมูลฝอย กล่าวได้ว่า เทคโนโลยีนี้ เมื่อเทียบกับระบบฝังกลบแบบไร้อากาศที่มีมาดั้งเดิมแล้ว จะเห็นได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำของน้ำชะขยะ ควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควบคุมปริมาณการเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย และยังทำให้พื้นที่ฝังกลบมีความเสถียรเร็วยิ่งขึ้น



ภาพ 1 แผนภาพโครงสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดย "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟุกุโอกะ" (จัดทำโดยจังหวัดฟุกุโอกะ)

### 1.3. ข้อดีของเทคโนโลยีการฝึกลบแบบฟูกูโอกะ

จากภาพประกอบที่ 1 การฝึกลบแบบไร้อากาศที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศกำลังพัฒนานั้น เนื่องจากไม่มีอากาศเข้าไปยังภายในชั้นฝึกลบ ไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุขอย่างเช่น กลิ่นเหม็นที่เกิดจากคุณภาพน้ำชะขยะที่แยกลงหรือแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ยังมีความเสี่ยงการเกิดไฟไหม้กองขยะจากการสะสมของก๊าซมีเทนอีกด้วย อีกด้าน “เทคโนโลยีการฝึกลบแบบฟูกูโอกะ” อากาศจะเข้าไปยังชั้นหลุมฝึกลบโดยผ่านท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะตามกลไกทางธรรมชาติ ทำให้เกิดสภาพมีอากาศ ซึ่งเป็นการกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์และยับยั้งการเกิดก๊าซมีเทน และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จึงเป็นผลให้พื้นที่ฝึกลบเกิดความเสถียรเร็วขึ้น และยังช่วยในเรื่องกลิ่นเหม็นอีกด้วย และเนื่องจากเป็นโครงสร้างที่น้ำชะขยะจะไม่ค้างอยู่ภายในบ่อฝึกลบ เมื่อเทียบกับระบบฝึกลบแบบไม่ใช้อากาศแล้ว ยังมีผลช่วยปรับปรุงสภาพน้ำทั้งบริเวณในและนอกสถานที่กำจัดขยะอีกด้วย

นอกจากนี้ การเดินและดูแลรักษาระบบอย่างเหมาะสมจะช่วย ส่งผลให้สถานที่กำจัดขั้นสุดท้ายมีความเสถียรเร็วขึ้น และสามารถช่วยลดต้นทุนเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในการเดินและดูแลรักษาระบบได้อีกด้วย

### 1.4. เทคโนโลยีการฝึกลบแบบฟูกูโอกะซึ่งมีการเผยแพร่ไปยังต่างประเทศ

หลังจากที่มีการกำหนดให้ “เทคโนโลยีการฝึกลบแบบฟูกูโอกะ” เป็นโครงสร้างมาตรฐานของสถานที่กำจัดขั้นสุดท้ายในประเทศญี่ปุ่นแล้ว จึงมีการริเริ่มนำไปใช้ยังต่างประเทศโดยเริ่มจากประเทศมาเลเซีย จนถึงตอนนี้มีการนำเอาไปใช้ในสิบกว่าประเทศ และในปี.ศ. 2011 เทคโนโลยีนี้ได้รับการรับรองเป็นเทคโนโลยีของกลไกพัฒนาที่สะอาด (CDM : Clean Development Mechanism) จากกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)

ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของความร่วมมือด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ ทางจังหวัดฟูกูโอกะได้มีการสนับสนุนในการนำเอา “เทคโนโลยีการฝึกลบแบบฟูกูโอกะ” ซึ่งเป็นมาตรฐานของสถานที่กำจัดขั้นสุดท้ายในประเทศญี่ปุ่น ไปปรับใช้ตามความต้องการจากต่างประเทศ และจนถึงปัจจุบันได้มีการให้การสนับสนุนที่เมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม, อำเภอสีคิ้ว ประเทศไทย เป็นต้น นอกจากนี้ ทางจังหวัดได้มีการจัดโครงการ “การฝึกอบรมพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านสิ่งแวดล้อมนานาชาติ จังหวัดฟูกูโอกะ” ขึ้น โดยจะมีการเชิญเจ้าหน้าที่ของรัฐซึ่งเป็นผู้เกี่ยวข้องกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม จากพื้นที่ที่มีการทำข้อตกลงเมืองพี่เมืองน้องกับทางจังหวัดมายังจังหวัดฟูกูโอกะ โดยจะมีการบรรยายเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาหามลภาวะ, เทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม, นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม และเยี่ยมชมสถานที่จริง เป็นต้น

## 2. สถานการณ์ปัจจุบันและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในภูมิภาคเอเชีย

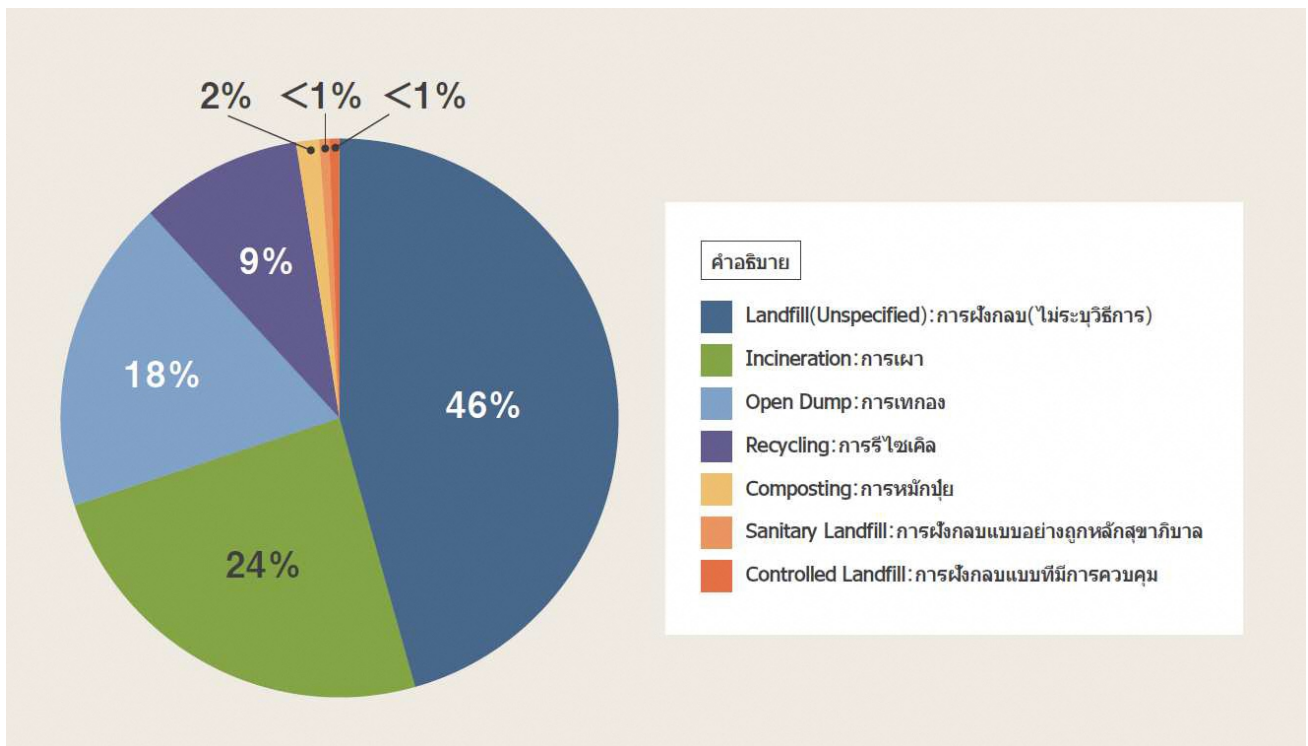
### 2.1. ภาพรวม

จากการที่ภูมิภาคเอเชียมีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและการพัฒนาเศรษฐกิจส่งผลให้ปริมาณขยะมีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในประเทศหรือในพื้นที่ที่มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นั้น จะเห็นตัวอย่างปัญหาสุขภาพที่เกิดจากมลภาวะอันเนื่องมาจากการจัดการกับขยะที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม สภาพแวดล้อมสถานฝังกลบขยะมีการปนเปื้อน

ในบทนี้ ช่วงแรกจะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์การฝังกลบขยะมูลฝอยในภูมิภาคเอเชียโดยสังเขป ต่อมาจะเป็นการอธิบายวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยและสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะในประเทศเวียดนามและประเทศไทยซึ่งทางจังหวัดภูเก็ตได้มีการสนับสนุนในด้านกรรณา “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอเกาะ” มาประยุกต์ใช้

#### 2.1.1. สถานการณ์การฝังกลบขยะมูลฝอยในภูมิภาคเอเชีย

ในภูมิภาคเอเชียนั้น เนื่องจากในแต่ละประเทศหรือแต่ละหน่วยงานท้องถิ่นมีระบบกฎหมายซึ่งเกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอยที่แตกต่างกัน ดังนั้นกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยจึงแตกต่างกันไปด้วย กราฟในภาพด้านล่างนี้แสดงสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและเอเชียเนี่ย จากวิธีการต่างๆนั้น วิธีการรีไซเคิล, การเผากำจัด ฯลฯ มีไม่ถึง 35% ของวิธีการทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะเป็นวิธีการฝังกลบ โดยจากวิธีการทั้งหมด การฝังกลบ 46%(ไม่มีการกำหนดวิธีการ Landfill (Unspecified), ระบบเทกอง (Open Dump) 18%



※“การกองขยะขึ้นสูง” และ “ การฝังกลบ” จัดเป็นการจัดการขยะแบบไร้อากาศ โดยการทิ้งขยะแบบกองให้สูงขึ้นไปเรียกว่า “การกองขยะขึ้นสูง” และการขุดหลุมเพื่อทิ้งขยะแล้วฝังกลบเหมือนเดิมเรียกว่า “การฝังกลบ” ซึ่งจะมีการอธิบายรายละเอียดในฉบับเต็ม รวมถึงการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

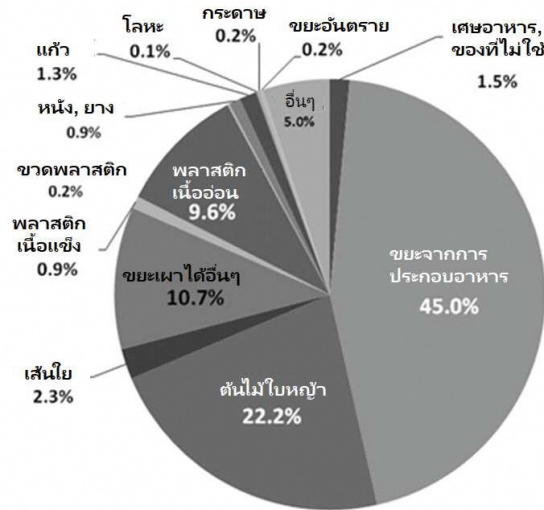
ภาพ 2 สถานการณ์การจัดการขยะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและเอเชียเนี่ย

จัดทำโดยอ้างอิง World Bank Group (2018) WHAT A WASTE 2.0

## 2.2. ประเทศเวียดนาม

### 2.2.1. องค์ประกอบขยะมูลฝอย

ตัวอย่างองค์ประกอบขยะมูลฝอยด้านล่างนี้เป็นข้อมูลของเมืองฮอยอัน ภาคกลางของประเทศเวียดนาม เศษอาหารและใบไม้กิ่งไม้(ขยะอินทรีย์) จะมีปริมาณมากถึง 67.2% ของปริมาณรวม

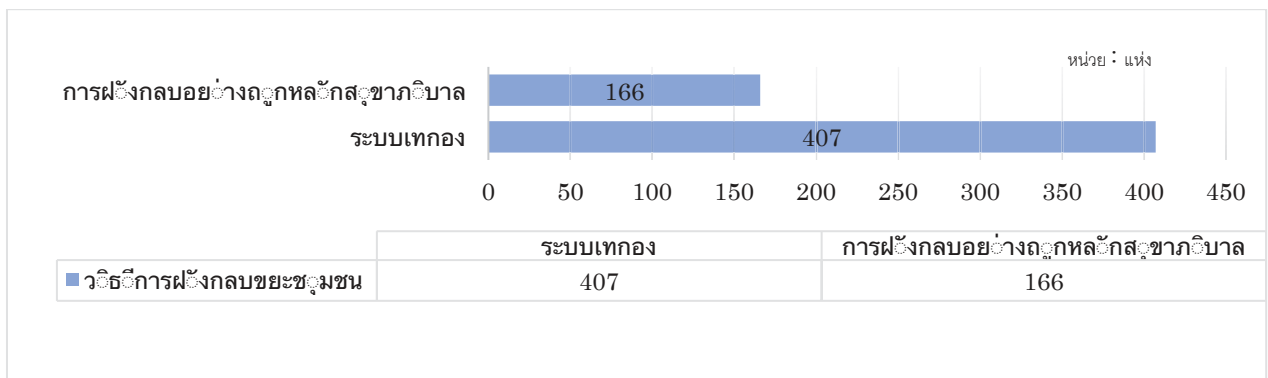


ภาพ 3 เมืองฮอยอัน ผลการสำรวจองค์ประกอบขยะ

ที่มา : ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม บริษัทโตแน็กจำกัด ระบุเกี่ยวกับองค์ประกอบขยะครัวเรือนและรูปแบบการทิ้งขอเมืองฮอยอัน ประเทศเวียดนาม

### 2.2.2. วิธีการจัดการหลัก

จากการคำนวณโดยอ้างอิงจาก GENERAL OVERVIEW ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM (การจัดการขยะมูลฝอยในภาพรวมทั้งไปในประเทศเวียดนาม) ซึ่งเผยแพร่โดยกรมเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐาน (Bureau of Technical Infrastructure) ในปีค.ศ. 2016 โครงสร้างของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในประเทศเวียดนาม จะเป็นไปตามข้อมูลด้านล่างนี้



※ “การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล” เมื่อเทียบกับ “การฝังกลบแบบเทกอง” แล้วจะมีการใช้ดินฝังกลบเพื่อป้องกันแมลง ฯลฯ

ภาพ 4 โครงสร้างของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในประเทศเวียดนาม

ที่มา : Bureau of Technical Infrastructure, OVERVIEW ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM

มีการรายงานว่าจากบ่อฝังกลบขยะ 573 แห่งในประเทศเวียดนาม ประมาณ 71% เป็นระบบเทกอง ประมาณ 29% เป็นระบบฝังกลบเชิงวิศวกรรมไม่ได้มีการบันทึก “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกุโอะกะ” ซึ่งเป็นระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศรวมไว้ในรายงานฉบับนี้

### 2.2.3. สถานการณ์สถานที่กำจัดขยะ

อ้างอิงจากข้อกำหนดนายกรัฐมนตรี Prime Minister's Decision No. 64/2003/QD-TTg (the plan for thoroughly handling establishments which cause serious environmental pollution) (แผนการจัดการสถานประกอบการที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง) (ต่อมาเป็นข้อกำหนดนายกรัฐมนตรี Prime Minister's Decision No.1788/2013/QD-TTg) ซึ่งกล่าวถึงนโยบายการรับมือสถานที่ที่มีการยืนยันว่าก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมภายในประเทศเวียดนาม โดยประเทศเวียดนามมีการตระหนักดีว่าสถานที่กำจัดขยะซึ่งมีอยู่นั้นเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างปัญหาต่อไปนี้นำได้รับการตรวจสอบยืนยันแล้วว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้น และได้มีการนำวิธีการดังต่อไปนี้มาใช้เป็นมาตรการรับมือ

ตาราง 1 ปัญหาและมาตรการรับมือหลักของสถานที่กำจัดขยะในประเทศเวียดนาม (ตัวอย่าง)

| ประเภท                 | ปัญหา   | มาตรการรับมือ  |
|------------------------|---|--|
| กลิ่นเหม็น             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีกลิ่นเหม็นฟุ้งกระจายไปยังสถานที่ที่อยู่ห่างจากสถานที่กำจัดขยะ</li> <li>● การเกิดกลิ่นเหม็นไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนเท่านั้น แต่ยังคงกลายเป็นการปลุกฝังว่าสถานที่กำจัดขยะเป็นสถานที่ที่ควรหลีกเลี่ยง</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ฉีดพ่นสารเคมี</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>   |
| การปนเปื้อนของน้ำชะขยะ | <ul style="list-style-type: none"> <li>● น้ำชะขยะไหลปนเปื้อนกับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินทำให้กลายเป็นแหล่งกำเนิดเชื้อโรคหลายชนิด ส่งผลเสียต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนในละแวกใกล้เคียง</li> <li>● คนคู้ขยะจุดไฟเผาเพื่อแยกเอาโลหะออกมา ทำให้ดินและน้ำใต้ดินเกิดการปนเปื้อน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปูแผ่นกันซึมในสถานที่กำจัดขยะ</li> <li>● มีการกำหนดเวลาที่คนคู้ขยะสามารถเข้าออกได้ หรือห้ามเข้าออกโดยสมบูรณ์</li> </ul> |
| แมลง, นก               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● เกิดปัญหาจากแมลงและนก (ดูภาพประกอบจากภาพถ่าย ①) โดยแมลงและนกจะนำพาเชื้อโรคจากสถานที่กำจัดขยะไปยังพื้นที่ในการดำเนินชีวิตของประชาชน</li> <li>● มีสุนัขจรจัดอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก สุนัขที่ไม่ได้มีการดูแลจะเป็นพาหะนำโรค</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ฉีดพ่นสารเคมี (ดูภาพประกอบจากภาพถ่าย ②)</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>   |
| ไฟไหม้กองขยะ           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีความเสี่ยงที่จะเกิดไฟไหม้ขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งเอาไว้</li> <li>● มีความเสี่ยงที่จะเกิดไฟจากก๊าซมีเทนซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอย</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● แยกประเภทขยะมูลฝอย</li> <li>● ควบคุมหรือเก็บรวบรวมก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น</li> </ul>                                       |
| ขยะปลิว                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีขยะปลิวกระจายไปยังบ้านเรือนของประชาชนในละแวกใกล้เคียง</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปูแผ่นกันซึมในสถานที่กำจัดขยะ</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>   |

ที่มา : การสำรวจสถานที่กำจัดขยะในประเทศเวียดนาม เดือนสิงหาคม ค.ศ. 2019, กระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม (2017) เวียดนาม : โครงการ FS การก่อสร้างระบบรีไซเคิลน้ำมันในประเทศกำลังพัฒนา, การสำรวจของสถาบันวิจัยเศรษฐกิจ NTT Data



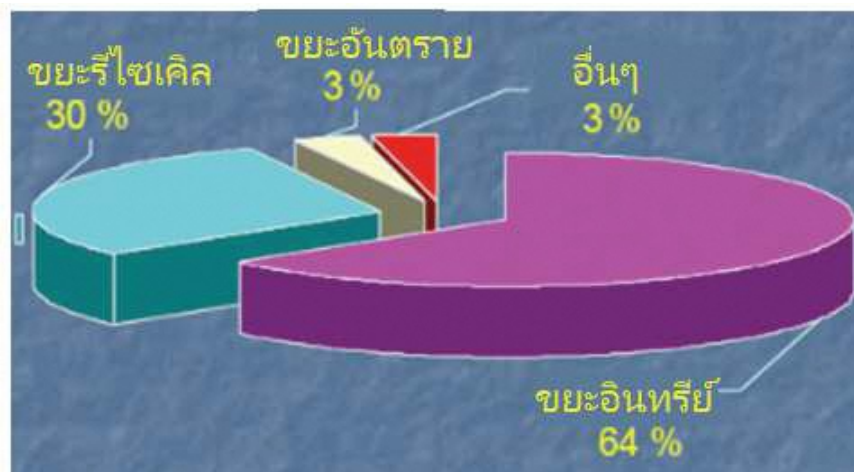


ถึงแม้จะเป็นพื้นที่ฝังกลบขยะที่ถูกสุขลักษณะ แต่เนื่องจากไม่ได้มีการจัดการอย่างถูกหลักอนามัย จึงเกิดปัญหาที่กล่าวมา และมีบางสถานที่กำจัดขยะที่มีปัญหาอยู่แต่ยังไม่มีการวางแผนการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสถานการณ์เช่นนี้ได้นำไปสู่การต่อต้านจากชุมชน

### 2.3. ประเทศไทย

#### 2.3.1. องค์ประกอบขยะมูลฝอย

ข้อมูลองค์ประกอบขยะมูลฝอยขยะครัวเรือนของประเทศไทยมีองค์ประกอบของขยะอินทรีย์(Organics)สูง เป็น 64% ของปริมาณโดยรวม ดังกราฟด้านล่างนี้

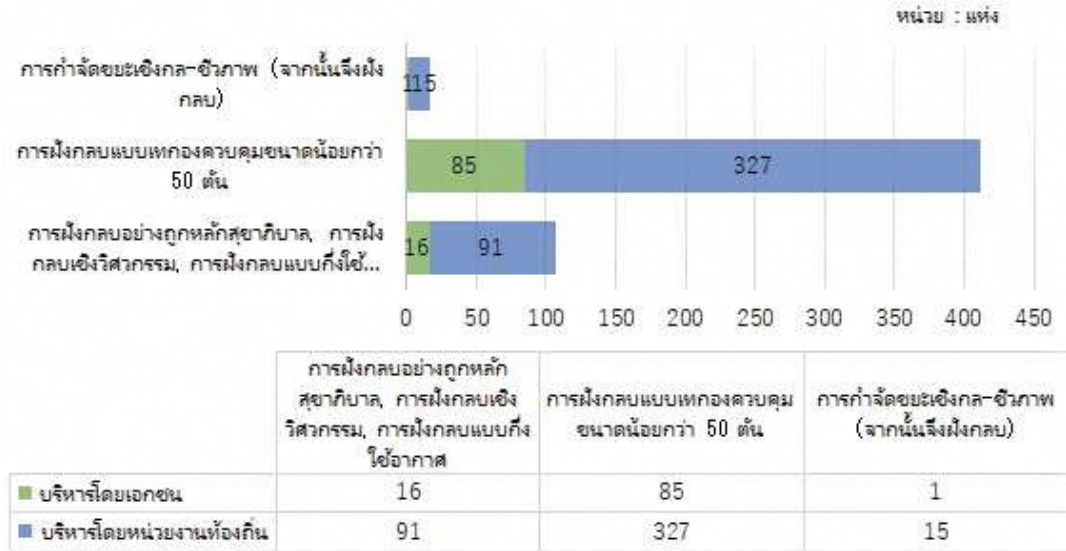


ภาพ 5 องค์ประกอบขยะมูลฝอยของประเทศไทย

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมประเทศไทย

### 2.3.2. วิธีการจัดการหลัก

จากรายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2561 โครงสร้างของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในประเทศไทย จะเป็นไปตามข้อมูลด้านล่างนี้



ภาพ 6 โครงสร้างของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในประเทศไทย  
ที่มา : รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2561 โดย กรมควบคุมมลพิษ

สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายในประเทศไทย หลายแห่งบริหารจัดการโดยหน่วยงานท้องถิ่น ราวๆ 76% ของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายเป็นระบบเทกองที่มีการควบคุม และระบบจัดการแบบอื่นๆ เช่น “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอเคะ” ซึ่งเป็นระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ , ระบบฝังกลบเชิงวิศวกรรม, ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยรวมมีราวๆ 20%

### 2.3.3. สถานการณ์สถานที่กำจัดขยะ

ในส่วนระบบเทกองที่มีการควบคุมซึ่งมีจำนวนมาก ตัวอย่างปัญหาต่อไปนี้จะได้รับการตรวจสอบยืนยันแล้วว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้น และได้มีการนำวิธีการดังต่อไปนี้มาใช้เป็นมาตรการรับมือ

ตาราง 2 ปัญหาและมาตรการรับมือหลักของสถานที่กำจัดขยะในประเทศไทย (ตัวอย่าง)

| ประเภท                 | ปัญหา   | มาตรการรับมือ  |
|------------------------|---|--|
| กลิ่นเหม็น             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีกลิ่นเหม็นฟุ้งกระจายไปยังสถานที่ที่อยู่ห่างจากสถานที่กำจัดขยะ</li> <li>● การเกิดกลิ่นเหม็นไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนเท่านั้น แต่ยังคงกลายเป็นการปลุกฝังว่าสถานที่กำจัดขยะเป็นสถานที่ที่ควรหลีกเลี่ยง</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ฉีดพ่นสารเคมี</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>   |
| การปนเปื้อนของน้ำชะขยะ | <ul style="list-style-type: none"> <li>● น้ำชะขยะไหลปนเปื้อนกับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินทำให้เกิดกลายเป็นแหล่งกำเนิดเชื้อโรคหลายชนิด ส่งผลเสียต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนในละแวกใกล้เคียง</li> <li>● คนคู้ขยะจุดไฟเผาเพื่อแยกเอาโลหะออกมา ทำให้ดินและน้ำใต้ดินเกิดการปนเปื้อน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปูแผ่นกันซึมในสถานที่กำจัดขยะ</li> <li>● มีการกำหนดเวลาที่คนคู้ขยะสามารถเข้าออกได้ หรือห้ามเข้าออกโดยสมบูรณ์</li> </ul> |
| แมลง, นก, สุนัขจรจัด   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● เกิดปัญหาจากแมลงและนก โดยแมลงและนกจะนำพาเชื้อโรคจากสถานที่กำจัดขยะไปยังพื้นที่ในการดำเนินชีวิตของประชาชน</li> <li>● มีสุนัขจรจัดอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก (ดูภาพประกอบจากภาพถ่าย ② ด้านล่าง) สุนัขที่ไม่ได้มีการดูแลจะเป็นพาหะนำโรค</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ฉีดพ่นสารเคมี</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>   |
| ไฟไหม้กองขยะ           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีความเสี่ยงที่จะเกิดไฟไหม้ขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งเอาไว้</li> <li>● มีความเสี่ยงที่จะเกิดไฟจากก๊าซมีเทนซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอย</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● แยกประเภทขยะมูลฝอย</li> <li>● ควบคุมหรือเก็บรวบรวมก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น</li> </ul>                                       |
| ขยะปลิว                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ขยะปลิวไปยังบ้านเรือนของประชาชนในละแวกใกล้เคียง</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปูแผ่นกันซึมในสถานที่กำจัดขยะ</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>   |

ที่มา : การสำรวจสถานที่กำจัดขยะในประเทศไทย เดือนตุลาคม ค.ศ. 2019, การสำรวจของสถาบันวิจัยเศรษฐกิจ NTT Data



ภาพถ่าย ① : น้ำชะที่ออกมาจากกองขยะมูลฝอย



ภาพถ่าย ② : สุนัขจรจัดในสถานที่กำจัดขยะ

สถานที่กำจัดขยะส่วนหนึ่งนั้นมีความถี่ของการเกิดขยะมากกว่าปริมาณที่หน่วยงานท้องถิ่นจะสามารถรองรับได้ จึงเกิดการสะสมขึ้นเรื่อยๆ ยิ่งไปกว่านั้น เนื่องจากมีการกองขยะให้สูงขึ้นโดยไม่ได้มีการฝังกลบ ทำให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็น และแมลงขึ้นได้ง่าย

### 3. เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ (ระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ)

#### 3.1. นิยามของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย

หากยกเว้นกรณีการลักลอบทิ้งขยะอย่างผิดกฎหมายแล้ว ขยะที่เก็บรวบรวมมา จะมีกระบวนการจัดการ เช่น การรีไซเคิล (Material Recycling) , การแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง (Thermal Recycling), การเผา เป็นต้น หลังจากการจัดการขยะด้วยวิธีการดังกล่าวแล้ว การจัดการสิ่งตกค้างต่างๆ หรือวัสดุที่รีไซเคิลได้ยากในขั้นตอนสุดท้ายคือ สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย

#### 3.2. ประเภทของการฝังกลบ

##### (1) จำแนกโดยทำเลที่ตั้ง

ทำเลที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายสามารถจำแนกได้เป็น “การฝังกลบบนพื้นดิน” กับ “การฝังกลบในน้ำ” ในส่วนของการฝังกลบบนพื้นดินนั้น ยังสามารถจำแนกออกเป็น “การฝังกลบในหุบเขา” กับ “การฝังกลบในที่ราบ” การฝังกลบในหุบเขาคือ สถานที่กำจัดขยะในภูมิภาคแบบเชิงเขาหรือหุบเขา ส่วนการฝังกลบในที่ราบคือ สถานที่กำจัดขยะในภูมิภาคแบบที่ราบ การฝังกลบในน้ำคือ สถานที่กำจัดขยะที่ตั้งอยู่ในน้ำทะเลหรือทะเลสาบ

##### (2) จำแนกโดยโครงสร้าง

โครงสร้างของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย โดยหลักแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ “ระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ”, “ระบบฝังกลบเชิงวิศวกรรมแบบไม่ใช้อากาศ (ระบบฝังกลบเชิงวิศวกรรม)”, “ระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ”, “ระบบฝังกลบแบบใช้อากาศ” ในตาราง ตาราง 3 จะแสดงลักษณะเด่นทางโครงสร้าง รวมถึงข้อดีข้อเสียของในการนำโครงสร้างแต่ละประเภทมาใช้งาน

ตาราง 3 ลักษณะเด่นของระบบฝังกลบแต่ละประเภทและข้อดีข้อเสียในการนำมาใช้งาน

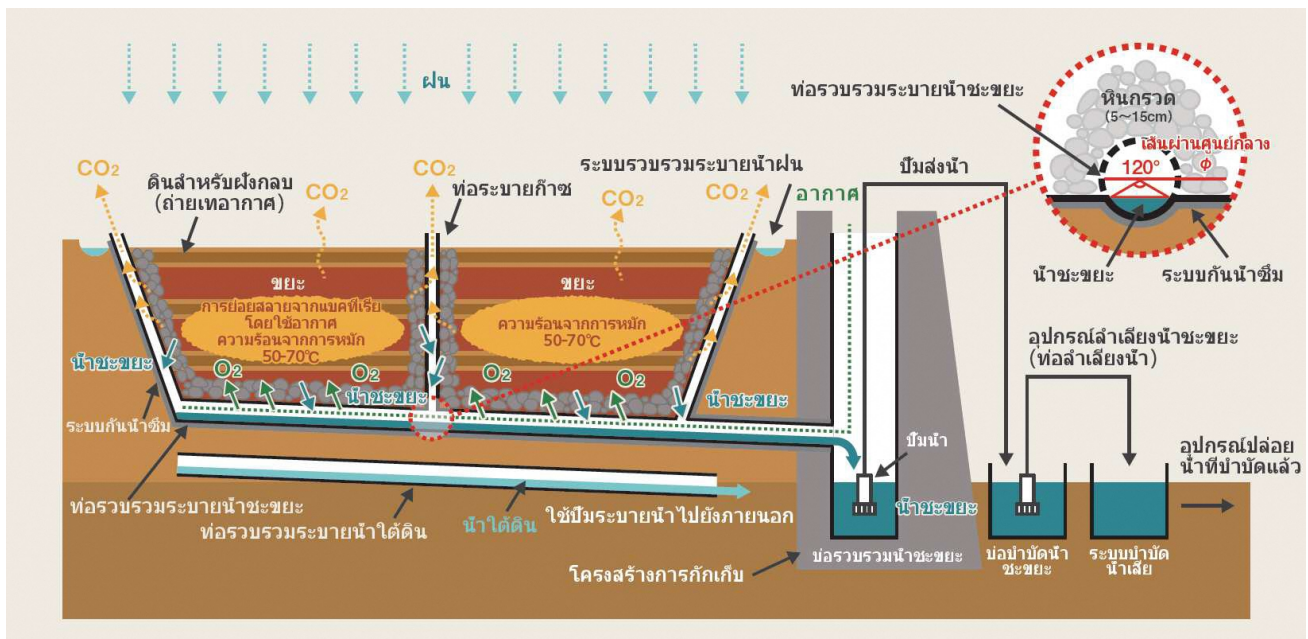
| ประเภทของระบบฝังกลบ  | ลักษณะเด่น  | ข้อดี (+) , ข้อเสีย (-)  |
|--|---|--|
| ระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ (การเทกอง การเทกองแบบควบคุม การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● อากาศ (ออกซิเจน) ไม่สามารถเข้าไปภายในชั้นฝังกลบได้ จึงเกิดสภาวะไร้อากาศ</li> <li>● มีการขุดบ่อกรณีพื้นราบ หรือมีการทิ้งขยะในหุบเขา</li> <li>● สภาพขยะจมอยู่ในน้ำ</li> </ul>  | (+) มีวิธีการก่อสร้างที่ง่าย<br>(-) มีปริมาณการเกิดก๊าซมีเทน, แก๊สไฮโดรเจน ซัลไฟด์, คาร์บอนไดออกไซด์มาก<br>(-) ค่า BOD, COD ของน้ำชะขยะสูง   |
| ระบบฝังกลบเชิงวิศวกรรม โดยไม่ใช้อากาศ (การฝังกลบเชิงวิศวกรรม)                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีการติดตั้งท่อรวบรวมน้ำไว้ที่ก้นบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลโดยไม่ใช้อากาศ</li> </ul>   | (+) มีท่อรวบรวมระบายน้ำทำหน้าที่ระบายน้ำใต้ดินและน้ำชะขยะ และถ้าระบบบำบัดน้ำสามารถใช้งานได้ย่อมมีประสิทธิภาพ จะสามารถช่วยป้องกันการปนเปื้อนไปสู่ดินได้<br>(-) เนื่องจากอากาศ (ออกซิเจน) ไม่สามารถเข้าไปภายในชั้นฝังกลบได้ จึงเกิดสภาวะไร้อากาศ เช่นเดียวกับระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ  |
| ระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีท่อระบายก๊าซ และท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะมีขนาดหน้าตัดที่ใหญ่เพียงพอ และมีหินกรวดคลุมรอบๆท่อ</li> <li>● ปริมาณของน้ำในชั้นขยะมีน้อย และอากาศจะไหลเวียนเข้ามาแทนที่จากท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ มาสู่ภายในกองขยะมูลฝอย</li> </ul> | (+) ช่วยเร่งการย่อยสลายตัวของขยะมูลฝอยที่ฝังกลบแล้ว และช่วยให้คุณภาพน้ำชะขยะดีขึ้น<br>(+) ช่วยควบคุมการเกิดก๊าซมีเทน ป้องกันไฟไหม้กองขยะ และเป็นส่วนช่วยป้องกันการเกิดภาวะโลกร้อน<br>(+) เนื่องจากเป็นการช่วยเร่งให้ที่ดินเสถียรเร็วขึ้น ทำให้พื้นที่หลังจากปิดบ่อฝังกลบสามารถใช้งานได้เร็วยิ่งขึ้น<br>(+) ช่วยลดปริมาณการฉีดพ่นสารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อ, กำจัดกลิ่นเหม็น<br>(-) เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่า BOD จึงไม่เหมาะสมกับการฝังกลบขยะประเภทแก้วและกระป๋อง |
| ระบบฝังกลบแบบใช้อากาศ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● นอกเหนือจากท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะในระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศแล้ว ก็ยังมีการติดตั้งท่อส่งอากาศไว้ด้วย เพื่อเป็นช่องทางส่งอากาศเข้าไป ส่งผลให้ในชั้นขยะเกิดสภาวะมีอากาศมากยิ่งขึ้น</li> </ul>                                  | (+) เนื่องจากในชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยอยู่ในสภาวะมีอากาศยิ่งกว่าในระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ ทำให้พื้นที่ฝังกลบเกิดการเสถียรเร็วขึ้น<br>(-) ต้องติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพื่อให้อากาศเข้าไป ส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น   |

### 3.3. จุดเด่นของโครงสร้าง “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ”

“เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” โดยหลักแล้วมีลักษณะเด่นทางโครงสร้างอยู่ 2 อย่าง ได้แก่ “ป้องกันน้ำชะขยะรั่วซึมไปยังชั้นใต้ดินของบ่อฝังกลบ” กับ “ภายในชั้นฝังกลบเกิดความร้อนจากการย่อยสลายของขยะมูลฝอย ส่งผลให้อากาศไหลเวียนเข้ามายังชั้นฝังกลบ”

#### 3.3.1. ป้องกันน้ำชะขยะรั่วซึมไปยังชั้นใต้ดินของบ่อฝังกลบ

ตามที่ได้แสดงไว้ในภาพ 7 “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” จะมีการติดตั้งท่อเจาะรูและมีการปูแผ่นกันน้ำซีเมนต์ไว้ที่ก้นบ่อฝังกลบ และมีการวางหินกรวดไว้โดยรอบ ในเทคโนโลยีนี้ น้ำชะขยะจะไม่มีทางรั่วซึมไปยังด้านนอกชั้นฝังกลบ แต่จะไหลผ่านท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะไปยังบ่อบำบัดน้ำชะขยะ และระบายต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียภายนอกบ่อฝังกลบขยะ และในโครงสร้างนี้ ยังมีลักษณะเด่นที่ไม่เพียงแต่น้ำชะขยะจะไม่ขังอยู่ในชั้นฝังกลบแล้ว ช่องอากาศจะเพิ่มขึ้น พื้นที่ของอากาศจึงมากขึ้นตามไปด้วย



ภาพ 7 แผนภาพโครงสร้างเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ (จัดทำโดยจังหวัดฟูกูโอกะ)

#### 3.3.2. การไหลเวียนของอากาศภายในชั้นขยะที่เกิดจากความร้อนจากการย่อยสลายภายในกองขยะ

เนื่องจากภายในชั้นฝังกลบเกิดความร้อนจากการย่อยสลายขยะมูลฝอยโดยจุลินทรีย์ อุณหภูมิในบ่อฝังกลบจึงสูงขึ้น (50-70°C) จากภาพ 7 “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” จะเกิดการนำพาความร้อนจากอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างภายในและภายนอกบ่อฝังกลบขยะ โดยผ่านทางท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ น้ำชะขยะจะไหลไปยังบ่อรวมน้ำชะขยะ และอากาศ (ออกซิเจน) จะไหลสวนทางเข้ามายังภายในบ่อฝังกลบผ่านทางท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ จากการที่ภายในชั้นฝังกลบอยู่ในสภาพที่มีอากาศ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีและช่วยเร่งการสลายตัวของขยะมูลฝอย

ดังนั้นจึงเป็นเรื่องจำเป็นมากที่จะต้องรักษาระดับน้ำในบ่อรวมน้ำชะขยะให้มีระดับต่ำกว่าปลายท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ เพื่อให้อากาศสามารถไหลเข้ามาจากทางออกของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ

และเนื่องจาก “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มีสภาวะทั้งมีอากาศและไร้อากาศภายในชั้นฝังกลบ จึงเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันได้ง่าย ภายใต้สภาพแวดล้อมเช่นนี้ มีข้อดีคือสามารถกำจัดไนโตรเจนที่รวมตัวอยู่ในน้ำชะขยะได้ง่าย

### 3.4. ความสามารถของ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ”

ในส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาใช้พร้อมกับเปรียบเทียบกับระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบไม่ใช้อากาศ

#### 3.4.1. ลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำชะขยะ

##### (1) การใช้ประโยชน์จากการบำบัดโดยธรรมชาติ และทำให้ขยะมูลฝอยเสถียรตัว

การเร่งการย่อยสลายตัวของขยะมูลฝอย และปรับปรุงคุณภาพน้ำชะขยะจนปล่อยออกสู่ภายนอกได้นั้นจำเป็นต้องทำให้สภาพภายในชั้นขยะอยู่ในสภาพที่มีอากาศ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” นั้นจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความร้อนจากอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างภายในชั้นฝังกลบ (ความร้อนจากการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์) กับภายนอกกองขยะ (อุณหภูมิภายนอก) ซึ่งอากาศ (ออกซิเจน) จะไหลเวียนเข้าไปยังชั้นหลุมฝังกลบโดยผ่านท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะตามกลไกทางธรรมชาติ อีกทั้งน้ำชะขยะที่เกิดจากเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะนี้ ถ้าเทียบกับระบบการฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ แล้ว จะมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ปนเปื้อนน้อยกว่า ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนในระบบบำบัดน้ำชะขยะอีกด้วย

#### 3.4.2. การบำบัดคุณภาพน้ำและอากาศ

##### (1) การบำบัดคุณภาพน้ำ

ตารางตาราง 4 เป็นการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของน้ำชะขยะระหว่าง “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” กับ ระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ ในช่วงที่ทำการฝังกลบ ทั้งสองระบบนั้นมีค่า BOD และ COD สูงถึงอย่างละ 40,000-50,000 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่า pH อยู่ที่  $\pm 6.0$  ในขั้นตอนนี้จะยังไม่เห็นความแตกต่างของคุณภาพน้ำระหว่างระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศกับ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” แต่ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” นั้น หลังจากที่ฝังกลบไปแล้ว จะช่วยเร่งการย่อยสลายของขยะมูลฝอย ทำให้คุณภาพน้ำของน้ำชะขยะดีขึ้น หลังจากฝังกลบไปแล้ว 6 เดือนจะเห็นว่าคุณภาพน้ำของระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศนั้นไม่มีความเปลี่ยนแปลงจากช่วงที่ทำการฝังกลบ ในขณะที่ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” นั้น ค่า BOD ลดลงเหลือ 5,000-6,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า COD ลดลงเหลือ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า pH เพิ่มขึ้นเป็น  $\pm 8.0$  และหลังจากฝังกลบแล้ว 2 ปี จะเห็นได้ว่า “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” นั้นช่วยทำให้คุณภาพน้ำจากสถานที่กำจัดขยะดีขึ้นได้เร็วกว่าระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ

ตาราง 4 ระบบการฝังกลบกับคุณภาพน้ำชะขยะ

| ประเภท   |                           | ช่วงที่ทำการฝังกลบ | หลังจากฝังกลบแล้ว 6 เดือน | หลังจากฝังกลบแล้ว 1 ปี | หลังจากฝังกลบแล้ว 2 ปี |
|--|---------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| ระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ                                 | BOD (mg/L)                | 40,000 - 50,000    | 40,000 - 50,000           | 30,000 - 40,000        | 10,000 - 20,000        |
|  | COD* (mg/L)               | 40,000 - 50,000    | 40,000 - 50,000           | 30,000 - 40,000        | 20,000 - 30,000        |
|  | NH <sub>3</sub> -N (mg/L) | 800 - 1,000        | 1,000                     | 800                    | 600                    |
|  | pH                        | ± 6.0              | ± 6.0                     | ± 6.0                  | ± 6.0                  |
|  | ความใส                    | 0.9 - 1.0          | 1 - 2                     | 2 - 3                  | 2 - 3                  |
| เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูอิกะ (ระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ) | BOD (mg/L)                | 40,000 - 50,000    | 5,000 - 6,000             | 100 - 200              | 50                     |
|  | COD* (mg/L)               | 40,000 - 50,000    | 10,000                    | 1,000 - 2,000          | 1,000                  |
|  | NH <sub>3</sub> -N (mg/L) | 800 - 1,000        | 500                       | 100 - 200              | 100                    |
|  | pH                        | ± 6.0              | ± 8.0                     | ± 7.5                  | 7.0 - 8.0              |
|  | ความใส                    | 0.9 - 1.0          | 1 - 2                     | 3 - 4                  | 5 - 6                  |

\*ใช้การวิเคราะห์แบบ K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

ที่มา : ส่วนหนึ่งของการวิจัยเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างระบบฝังกลบขยะมูลฝอย มาซาทากะ ฮานาซิมะ, โคเรโยชิ ยามาซากิ, เคนจิ มัทสึฟูจิ (1981)

## (2) การบำบัดคุณภาพอากาศ

“เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูอิกะ” เมื่อเทียบกับระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศแล้วจะมีปริมาณการเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์กับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายน้อยกว่า จึงมีผลในการช่วยปรับปรุงปัญหากลิ่นเหม็นซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาให้กับชุมชน มีการรายงานผลจากหน่วยงานท้องถิ่นซึ่งนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูอิกะ” ไปใช้จริงว่าสามารถช่วยปรับปรุงปัญหากลิ่นเหม็นได้

### 3.4.3. การลดก๊าซเรือนกระจก

#### (1) ทฤษฎีของการลดก๊าซเรือนกระจก

ที่สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายนั้น ในกระบวนการย่อยสลายขยะมูลฝอยจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ประเภทของก๊าซโดยหลักแล้วจะมี คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) กับก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ก๊าซมีเทนมีระดับศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนขึ้น (GWP : Global Warming Potential) ที่ 25 โดยส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจกมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 25 เท่า (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีระดับศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนขึ้นที่ 1)

ระบบการฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศนั้น เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่อากาศไหลเวียนเข้าไปในชั้นขยะได้ยาก และเกิดสภาวะออกซิเจนไม่เพียงพอได้ง่าย จึงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนได้ง่ายเช่นกัน ส่วน “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูอิกะ” นั้น เนื่องจากเป็นโครงสร้างแบบกึ่งใช้อากาศ จึงช่วยเร่งการสลายตัวของขยะมูลฝอย การที่คาร์บอนภายในขยะมูลฝอยรวมตัวกับออกซิเจนโดยผ่านท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ ส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และช่วยควบคุมการเกิดก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นนั้นจะถูกระบายออกสู่ภายนอก โดยผ่านอุปกรณ์ระบายก๊าซซึ่งติดตั้งไว้ภายในบ่อฝังกลบ การนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูอิกะ” มาใช้ในการฝังกลบขยะมูลฝอย สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่าระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ จากคำอธิบายดังกล่าว “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูอิกะ” จึงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยควบคุมการเกิดก๊าซมีเทนในบ่อฝังกลบ และเป็นการส่งเสริมมาตรการป้องกันกาเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย



## (2) การรับรองเป็นเทคโนโลยี CDM

เมื่อเดือนกรกฎาคม ปี.ศ. 2011 ในการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยเรื่อง CDM ณ ประเทศโมร็อกโก วิธีการควบคุมการปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งเกิดจากสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดย “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” ได้รับการรับรองเป็นเทคโนโลยีของกลไกพัฒนาที่สะอาด (CDM) (AM0093: การหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยโดยการใส่อากาศเข้าไปในชั้นฝังกลบ) (AM0093: Avoidance of landfill gas emissions by passive aeration of landfills) CDM คือโครงการช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนา โดยความช่วยเหลือด้านเงินทุนและเทคโนโลยีจากประเทศที่พัฒนาแล้ว จากโครงการดังกล่าว ปริมาณที่สามารถลดได้ทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งจะถือเป็นคาร์บอนเครดิตให้กับประเทศที่พัฒนาแล้วเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่พัฒนาแล้วนั้นๆได้

### 3.4.4. สามารถใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบได้เร็วขึ้น

เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” กับระบบการฝังกลบอื่นๆ (เช่น ระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ) แล้ว จะเห็นว่าพื้นที่ฝังกลบเกิดความเสถียรเร็วกว่า จึงมีข้อดีที่สามารถใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบได้เร็วขึ้น ที่ประเทศญี่ปุ่นนอกจากนำพื้นที่มาใช้เป็นเพียงพื้นที่สีเขียวแล้วนั้น ยังมีการนำมาใช้เป็นสถานที่สาธารณะ ทั้งเป็นสถานที่ออกกำลังกาย ลานอเนกประสงค์ และใช้เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น



ภาพถ่าย ตัวอย่างการใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบ (โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ : DINS เมก้าโซลาร์)

เครดิตภาพถ่าย : DAIEI KANKYO HOLDINGS

#### 4. ประเด็นสำคัญของแนวคิดพื้นฐานในการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกโอะกะ” ไปใช้

##### 4.1. รูปแบบการบริหารจัดการสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย

สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดยทั่วไปมีรูปแบบการจัดการโดยหน่วยงานราชการ (รวมทั้งหน่วยงานท้องถิ่น) หรือโดยเอกชน ตั้งแต่การถือครองสิ่งปลูกสร้าง, การจัดหาเงินทุน, การออกแบบและก่อสร้าง, การบริหารจัดการ, การรื้อถอน

PPP (Public Private Partnership) คือลักษณะที่เป็นความร่วมมือของภาครัฐในการให้บริการสาธารณะ ซึ่ง PFI (Private Finance Initiative) เป็นวิธีการหลักของ PPP โดยเอกชนจะเป็นผู้ถือครองสิ่งปลูกสร้าง, การจัดหาเงินทุน, การออกแบบและก่อสร้าง, การบริหารจัดการ, การรื้อถอน ของสถานที่สาธารณะฯ เพื่อให้มีการให้บริการที่มีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล

รูปแบบโครงการ PFI สามารถแยกรายละเอียดในด้านการถือครองสิ่งปลูกสร้าง, การจัดหาเงินทุน, การออกแบบและก่อสร้าง, การบริหารจัดการ, การรื้อถอน ไว้ตามภาพ 5

ภาพ 5 เปรียบเทียบรูปแบบโครงการ PFI

| รูปแบบ                          | การถือครอง<br>สิ่งปลูกสร้าง | จัดหาเงินทุน  | ออกแบบ, ก่อ<br>สร้าง | การบริหาร | การรื้อถอน |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|-----------|------------|
| BOO<br>(Build Operate Own)      | เอกชน                       | เอกชน         | เอกชน                | เอกชน     | เอกชน      |
| BOT<br>(Built Operate Transfer) | เอกชน                       | เอกชน         | เอกชน                | เอกชน     | รัฐบาล     |
| BTO<br>(Built Transfer Operate) | รัฐบาล                      | เอกชน(รัฐบาล) | เอกชน                | เอกชน     | รัฐบาล     |
| DBO<br>(Design Build Operate)   | รัฐบาล                      | รัฐบาล        | เอกชน                | เอกชน     | รัฐบาล     |

\*DBO เป็นวิธีการแบบ PFI แต่เนื่องจากไม่ใช้เงินทุนจากภาคเอกชน จึงถูกเรียกว่า “รูปแบบรองของโครงการ PFI”

จัดทำขึ้นตามหลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย จากการประชุมว่าด้วย การทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

การคัดเลือกสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายจะแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศ

สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายของประเทศเวียดนาม มีกรณีที่ใช้รูปแบบ DBO โดยหน่วยงานท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบจัดหาเงินทุน และเอกชนเป็นผู้รับผิดชอบในการออกแบบ, ดำเนินการก่อสร้าง และบริหารจัดการ

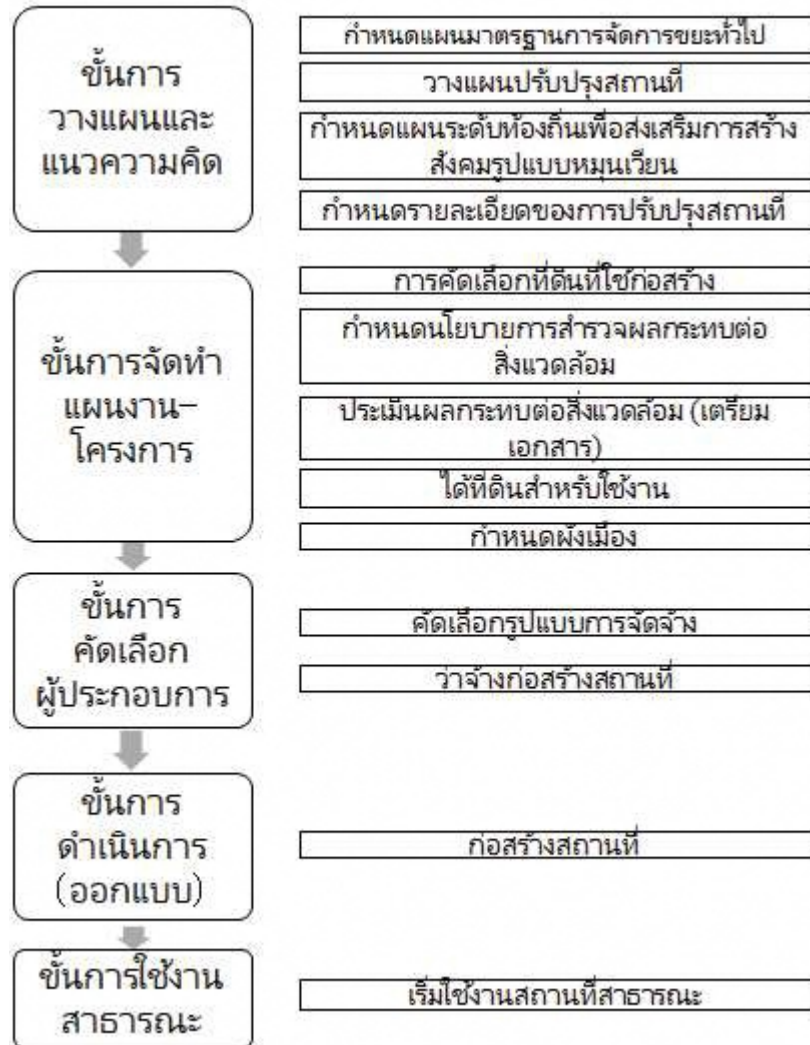
อีกด้านหนึ่ง สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายของประเทศไทยนั้น มีกรณีที่ใช้รูปแบบ BOO โดยเอกชนเป็นผู้รับผิดชอบทุกอย่าง รวมถึงกรรมสิทธิ์ในสถานที่และการจัดหาเงินทุน

##### 4.2. ขั้นตอนและการดำเนินการในการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย

ขั้นตอนและการดำเนินการในการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายนั้นจะแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศ ดังนั้นในส่วนของรายละเอียด กรณีสอบกฏหมายที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย

ที่ประเทศญี่ปุ่นมีการดำเนินการตามภาพภาพ 8 ขั้นตอนการสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย สามารถจำแนกโดยกว้างๆได้ เป็น “ขั้นการวางแผนและแนวคิด”, “ขั้นการกำหนดเวลาและจัดทำโครงการ”, “ขั้นการคัดเลือกผู้ประกอบการ”, “ขั้น (ออกแบบ) ดำเนินการก่อสร้าง”, “ขั้นการใช้งานสาธารณะ” และขั้นตอนการดำเนินการก่อสร้างบ่อฝังกลบหลักๆประกอบด้วย การกำหนดมาตรการแผนการจัดการขยะมูลฝอยทั่วไปโดยอิงตามกฎหมายการจัดการขยะมูลฝอย, จัดทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม, การจัดซื้อจัดจ้างงานก่อสร้าง เป็นต้น

ในคู่มือฉบับนี้ จะอธิบายและให้คำแนะนำเกี่ยวกับนโยบายหลักในการพิจารณาด้าน "การวางแผน, การออกแบบ, การก่อสร้าง, การดูแลรักษา" และข้อควรระวังของ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ" พร้อมทั้งยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเวียดนามและประเทศไทย



ภาพ 8 หัวข้อการและรายละเอียดการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะทั่วไปขั้นสุดท้ายที่ประเทศญี่ปุ่น  
 ขึ้นตามหลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการควบคุมการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010 จากการประชุมว่าด้วย  
 การทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

กรณีของประเทศไทย ① การจัดตั้งโดยรัฐบาลกับ ② PFI จะมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายจะถูกกำหนดโดยพระราชบัญญัติสาธารณสุข (Public Health Act), พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง (Maintenance of Cleanliness and Orderliness of the Country Act), พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่ท้องถิ่น (Determining Plans and Processes for Decentralization Act) เป็นต้น

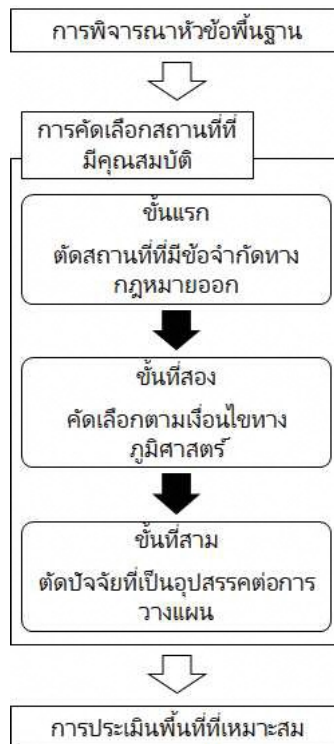
① กรณีที่จัดตั้งโดยรัฐบาล หน่วยงานท้องถิ่นจะมีหน้าที่จัดหาที่ดิน สำรวจสถานที่ และทำการออกแบบรายละเอียด หลังจากนั้นต้องรับฟังความคิดเห็นประชาชน ทำเรื่องขอรับสนับสนุนงบประมาณต่อสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ONEP : Office of Natural Resources Environmental Policy and Planning) หากสามารถผ่านเงื่อนไขทางหน่วยงานท้องถิ่นจะได้รับสนับสนุนจากรัฐบาลกลาง หลังจากนั้นทางหน่วยงานท้องถิ่นจะเปิดประมูลราคาโครงการก่อสร้าง

② กรณีที่เป็น PPP หลังจากผู้ดำเนินการจัดหาที่ดิน ทำการสำรวจพื้นที่ และตรวจสอบงบประมาณทางการเงินแล้ว จะต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจัดการสิ่งปฏิภูมและมูลฝอยจังหวัด, คณะกรรมการจัดการสิ่งปฏิภูมและมูลฝอยส่วนกลาง สังกัดกระทรวงมหาดไทยก่อน แล้วทางหน่วยงานท้องถิ่นจึงทำการเตรียมข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (Term of Reference) แล้วส่งให้ทางสภาพนายความตรวจสอบด้านกฎหมาย หลังจากนั้นจึงเปิดประมูลราคาโครงการก่อสร้าง

กรณีของประเทศเวียดนามสถานที่มีฝงกลบถือเป็นของรัฐ การก่อสร้างสถานที่มีฝงกลบขยะขั้นสุดท้ายต้องมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนเริ่มดำเนินโครงการตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องอาทิเช่น การประเมินสิ่งแวดล้อมเชิงกลยุทธ์ การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม แผนอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (CIRCULAR NO STRATEGIC ENVIRONMENT ASSESSMENT, ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION PLANS) (27/2015/TTBTNMT) ซึ่งต้องได้รับความเห็นชอบจากประชาชนด้วย หลังจากนั้นจึงกำหนดพื้นที่ก่อสร้างสถานที่มีฝงกลบขยะมูลฝอยขั้นสุดท้าย ออกแบบโครงการ และทำการสำรวจในลำดับต่อไป ขั้นตอนการดำเนินการจะอ้างอิงตามข้อกำหนดการประชุมรัฐสภามาตรา 59 ของ ND68/2019/ND-CP 01/10/2019 (ระบุถึงการก่อสร้าง การควบคุมการลงทุนโครงการ)

### 4.3. การคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสม

ภาพ 9 แสดงตัวอย่างขั้นตอนการสำรวจเพื่อคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสม การคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสมในประเทศญี่ปุ่นนั้น อันดับแรกให้ตรวจสอบกฎหมายเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน แล้วเลือกพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างได้ออกมา ในขั้นตอนที่สองให้เลือกสถานที่ที่ผ่านเงื่อนไขทางภูมิศาสตร์ ในขั้นตอนที่สาม พิจารณาจากการสำรวจพื้นที่จริงและการประเมินงบประมาณ และคัดตัวเลือกสถานที่ที่สามารถปฏิบัติตามแผนงานได้ยากออกไป และขั้นตอนสุดท้ายคือ ประเมินพื้นที่ที่ตัวเลือกแต่ละแห่ง และคัดเลือกสถานที่สุดท้าย



ภาพ 9 ตัวอย่างการคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสม

จัดทำขึ้นตามหลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010 จากการประชุมว่าด้วยการทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

ทั้งนี้ หากดูกรณีตัวอย่างจากต่างประเทศแล้ว ในประเทศเวียดนาม ในด้านข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสม, การออกแบบ, การก่อสร้าง, การบริหารจัดการนั้น ในปัจจุบันมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานการออกแบบและก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย (Solid waste burial sites design standards : TCXDVN 261:2001), มาตรฐานการระบายน้ำจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย (Standard of waste water of solid waste burial sites : TCVN 7733: 2007 Water quality)

ในส่วนของประเทศไทย กฎหมายที่เกี่ยวข้องนั้นจะมีระเบียบการพิจารณาเกี่ยวกับพื้นที่ที่เหมาะสมตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ ว่าด้วยเรื่อง “หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล” และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ 2560) ว่าด้วยเรื่อง “สุขลักษณะการจัดการมูลฝอยทั่วไป”

เนื่องจากในแต่ละประเทศมีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกพื้นที่แตกต่างกันตามที่ได้กล่าวมา ดังนั้นในการวางแผนสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายจึงควรที่จะพิจารณาจากข้อกำหนดและขั้นตอนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องควบคู่กันไปด้วย ข้อมูลสำหรับการอ้างอิงและหัวข้อประกอบการพิจารณาของพื้นที่ที่เหมาะสมนั้น มีการอธิบายไว้ในข้อ 4.3.1 - 4.3.5

#### 4.3.1. การพิจารณาหัวข้อพื้นฐาน

การพิจารณาหัวข้อพื้นฐานคือ การเรียบเรียงหัวข้อประเมินล่วงหน้าเกี่ยวกับ ความปลอดภัยในด้านการเก็บรวบรวม เก็บขนขยะมูลฝอย, ข้อจำกัดสภาพแวดล้อมใกล้เคียง, ภูมิประเทศและลักษณะทางธรณีวิทยา, ภัยพิบัติ เป็นต้น และการคัดเลือกสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการประเมินปริมาณขยะฝังกลบและการทำความเข้าใจองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

##### (1) การประเมินปริมาณขยะฝังกลบ

การประเมินปริมาณขยะฝังกลบนั้น จะพิจารณาจากปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ไว้กับปริมาณดินสำหรับฝังกลบ (ดินที่ใช้ฝังกลบรายวัน, ดินที่ใช้ฝังกลบระยะกลาง, ดินที่ใช้ฝังกลบขั้นสุดท้ายสำหรับปิดบ่อ)

##### (2) การทำความเข้าใจลักษณะเฉพาะของขยะมูลฝอย

การวางแผนสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจลักษณะเฉพาะของขยะมูลฝอยที่คาดว่าจะถูกทิ้งในพื้นที่ขยะที่ถูกทิ้งในบ่อฝังกลบซึ่งใช้ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟลูโอเกะ” จำเป็นที่จะต้องคัดแยกขยะอันตรายและขยะทางการแพทย์ออกไป และควรลดขยะสดโดยเฉพาะขยะประเภทอาหาร และจำกัดจำนวนขยะจำพวกพลาสติก, แก้ว กระจก ให้มีปริมาณน้อย และเนื่องจากวัสดุมีคมต่างๆ อาจจะทำให้แผ่นรองกันน้ำซึมฉีกขาดได้ จึงจำเป็นต้องทำการคัดแยกออกมาก่อน

ด้วยเหตุนี้ ในขั้นตอนก่อนที่จะเริ่มทำการฝังกลบในสถานที่ฝังกลบขั้นสุดท้าย หากมีการนำกระบวนการคัดแยกตามลักษณะเฉพาะของขยะมูลฝอย หรือมีการจัดกิจกรรมชี้แนะในเรื่องของการคัดแยกขยะแก่ประชาชนในพื้นที่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

#### 4.3.2. ขั้นแรก (คัดสถานที่ที่มีข้อจำกัดทางกฎหมายออก)

ในขั้นแรก ให้กำหนดขอบเขตการคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสม โดยคัดพื้นที่ที่ยากและมีข้อจำกัดทางกฎหมายต่อการสร้างสถานที่ฝังกลบขั้นสุดท้ายออก รวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับด้านสังคมและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาอนุมัติ

#### 4.3.3. ขั้นที่สอง (คัดเลือกตามเงื่อนไขทางภูมิศาสตร์)

ในขั้นที่สองนี้ จะเป็นการคัดเลือกพื้นที่จากลักษณะทางภูมิประเทศที่เหมาะสมกับสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย โดยคัดเลือกจากพื้นที่ที่คัดมาจากในขั้นแรก ด้านล่างนี้จะแสดงถึงหัวข้ออ้างอิงสำหรับการตรวจสอบ

- การก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายเป็นไปได้ควรสร้างบนพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ให้มากที่สุด
- ตรวจสอบสภาพและคุณสมบัติหน้าดิน
- หลีกเลี่ยงสถานที่ที่ขึ้นดินอ่อนยุบและมีโอกาสทรุดตัวลง เลือกสถานที่ที่สามารถรับแรงกดจากน้ำหนักได้ และมีความปลอดภัย
- หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีอันตรายจากพื้นดินสิ้นไกลและดินถล่ม
- หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมาก เป็นแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน และมีการใช้น้ำบริเวณปลายน้ำของสถานที่ฝังกลบขั้นสุดท้าย
- ตรวจสอบสภาพน้ำใต้ดินในช่วงหน้าฝนและหน้าแล้งโดยอ้างอิงจากเอกสารที่มีอยู่
- จากการสำรวจสถานที่จริง คาดคะเนสถานการณ์น้ำใต้ดิน (ระดับน้ำ, ทิศทางการไหล) ในบริเวณโดยรอบบ่อฝังกลบขยะ

#### 4.3.4. ขั้นที่สาม (ตัดปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการวางแผน)

ในขั้นที่สามนี้ จะเป็นการสำรวจสถานที่จริงโดยตรวจสอบในเรื่องสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ท่าเลที่ตั้ง, การใช้ประโยชน์จากน้ำ, ทิวทัศน์ ฯลฯ ของสถานที่ที่ได้รับคัดเลือกในขั้นที่สอง และตัดสถานที่ซึ่งมีปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการวางแผน โดยยึดเกณฑ์จากพื้นที่ฝังกลบ, ปริมาณความจุในการฝังกลบ, งบประมาณ เป็นต้น

#### 4.3.5. การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสม

สุดท้ายนี้ การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมจากการคัดเลือกในขั้นตอนที่สาม โดยจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ตามมาตรฐานการประเมินที่กำหนดไว้ วิธีการจัดลำดับความสำคัญ เช่น วิธีการประเมินจากตารางเปรียบเทียบโดยการใส่เครื่องหมาย ○, △, × ในแต่ละหัวข้อการประเมิน, วิธีการประเมินจากคะแนนรวมของการให้คะแนนในแต่ละหัวข้อประเมิน เป็นต้น

### 4.4. การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของการทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมคือ การประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับพื้นที่ใกล้เคียงจากการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย ในการประเมินสิ่งแวดล้อมโดยพื้นฐานจะสำรวจประเมิน ระยะเวลาในการก่อสร้าง, ระยะเวลาในการฝังกลบ, และภายหลังการปิดบ่อฝังกลบเป็นหลัก แต่เนื่องจากหัวข้อการสำรวจประเมินของแต่ละประเทศหรือหน่วยงานท้องถิ่นจะแตกต่างกันไป จึงควรอ้างอิงตามมาตรฐานของแต่ละประเทศด้วย ในที่นี้จะยกตัวอย่างกรณีของประเทศไทย และประเทศเวียดนาม

#### 4.4.1. การดำเนินการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

##### (1) ประเทศไทย

ในประเทศไทย มีการทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากปัจจัย 4 แบบด้านล่าง โดยทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพื้นที่โดยรอบด้วยการวิเคราะห์ตามหัวข้อต่างๆตามนี้

- สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environmental Resource)
  - คุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำผิวดิน คุณภาพน้ำใต้ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ฯลฯ
- สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (Biological Environmental Resource)
  - ทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า ฯลฯ
- คุณค่าของการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ (Human Use Values)
  - สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน การคมนาคม การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ฯลฯ
- คุณภาพชีวิต (Quality of life)
  - สภาพเศรษฐกิจ สังคมโดยรวม ความปลอดภัยในการทำงาน สาธารณสุข ทัศนียภาพและสันถนาการ ฯลฯ

ทั้งนี้ ขอบเขตการสำรวจของการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม เป็นมาตรฐานแนวทางการสำรวจซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กรณีที่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ (Environment Conservation Area) หากมีปริมาณการเก็บขยะมากกว่า 50 ตันต่อวัน จำเป็นต้องทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมแบบ EIA (Environment Impact Assessment) (รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม) แต่หากมีปริมาณน้อยกว่า 50 ตันต่อวัน จะทำการประเมินแบบ IEE (Initial Environmental Evaluation) (รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น) หลังจากนั้นจึงทำการอธิบายและขอความเห็นชอบจากชุมชน

##### (2) ประเทศเวียดนาม

จากกฎหมายพื้นฐานซึ่งเกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอยของประเทศเวียดนาม (Law on Environmental Protection : Law No. 55/2014/QH13) ใน “มาตราที่ 3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม” (CHAPTER III ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT) มีการกำหนดเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบและหัวข้อการประมาณการไว้ดังนี้

- เงื่อนไขสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ
  - เงื่อนไขตามสภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศ, เงื่อนไขทางน้ำและทะเล, คุณภาพของทรัพยากรดิน น้ำ และอากาศ, ทรัพยากรสิ่งมีชีวิต เป็นต้น
- เงื่อนไขทางเศรษฐกิจและสังคม
  - เงื่อนไขตามสภาพทางเศรษฐกิจ, สังคม
- การประมาณการผลกระทบสิ่งแวดล้อม
  - การประมาณการผลกระทบที่เกิดจากการเตรียมการ, การก่อสร้าง, การเดินและรักษาระบบ, อื่นๆ (การรื้อถอน, การซ่อมบำรุง เป็นต้น) ของโครงการ
  - การประมาณการผลกระทบจากความเสียหายและเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการ

#### 4.4.2. มาตรการลดความรุนแรงของ ผลกระทบที่ไม่ดีจากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

จากผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม จะมีการพิจารณามาตรการรับมือเพื่อจำกัดผลกระทบที่คาดว่าจะส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียง ให้น้อยที่สุด ตาราง 6 จะแสดงตัวอย่างมาตรการลดผลกระทบที่ไม่ดีในช่วงการก่อสร้างและ

ช่วงระหว่างทำการฝังกลบ

ตาราง 6 มาตรการลดผลกระทบที่ไม่ดีที่เกิดจากการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย (ตัวอย่าง)

| หัวข้อ  | ตัวอย่างมาตรการลดผลกระทบที่ไม่ดีต่อสิ่งแวดล้อม   |  |
|---|--|--|
|   | ช่วงการก่อสร้าง  | ช่วงระหว่างทำการฝังกลบ   |
| [ด้านที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ]    |  |  |
| น้ำผิวดิน                                     |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การติดตั้งระบบบำบัดน้ำชะขยะ</li> <li>● นำน้ำที่บำบัดแล้วมาใช้ภายในสถานที่กำจัดขยะให้มากที่สุด (เช่น ใช้รดน้ำต้นไม้ภายในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ เป็นต้น)</li> </ul> |
| น้ำใต้ดิน                                     |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปูวัสดุกันน้ำซึมบริเวณกันบ่อฝังกลบ</li> <li>● เสริมความแข็งแรงให้พื้นดินด้านล่างบ่อฝังกลบขยะ</li> </ul>   |
| อากาศ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ขณะทำการขนส่ง ให้ใช้ผ้าคลุมดินทรายบนรถบรรทุกให้เรียบร้อย และระวังไม่ให้บรรทุกเกินพิกัด</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ใช้ก๊อบนกรวดปูปรับสภาพถนน และฉีดพ่นน้ำเป็นประจำ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากยานพาหนะ</li> </ul>  |
| [ด้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์] |  |  |
| การเดินทาง                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● เส้นทางในการขนส่งควรหลีกเลี่ยงชุมชน</li> <li>● การขนส่งควรหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่การจราจรติดขัด</li> <li>● ติดตั้งเครื่องหมายและสัญญาณไฟในเส้นทางที่ใช้</li> <li>● มีการขอความร่วมมือจากตำรวจ</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ติดตั้งเครื่องหมายในเส้นทางที่ผ่านสถานที่กำจัดขยะ และกำหนดความเร็วในการวิ่ง</li> <li>● เวลาเก็บขยะต้องคลุมขยะให้มิดชิด</li> </ul>                                 |
| [ด้านที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิต]             |  |  |
| เศรษฐกิจ สังคม                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ว่าจ้างประชาชนในละแวกใกล้เคียง</li> <li>● จัดเตรียมสวัสดิการสำหรับแรงงาน</li> </ul>   |  |
| สาธารณสุข                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีการตรวจสอบสภาพลูกจ้าง</li> <li>● มีการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับอันตรายต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น ในขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง</li> <li>● จัดเตรียมห้องพยาบาล</li> <li>● มีการฉีดพ่นยาบนถนนเพื่อป้องกันการเกิดฝุ่นละออง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีการตรวจสอบสุขภาพลูกจ้างทุกปี</li> </ul>   |
| ทัศนียภาพ                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีการล้อมรั้วโดยรอบพื้นที่ก่อสร้าง</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ทำการฝังกลบให้เสร็จสิ้นทุกวัน</li> <li>● ทุกวันหลังจากเสร็จงานต้องปิดประตู</li> </ul>   |
| เสียงรบกวน                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีการกำหนดเส้นทางการขนส่งโดยคำนึงถึงชุมชนโดยรอบ</li> <li>● กำหนดความเร็วของรถที่ใช้ขนส่ง</li> <li>● กรณีที่เกิดเสียงรบกวนในตอนกลางคืน ให้แจ้งชุมชนโดยรอบล่วงหน้า</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ</li> <li>● ปลุกต้นไม้</li> </ul>   |
| กลิ่นเหม็น                                    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การฝังกลบต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยในทุกวัน และระวังไม่ให้พื้นที่รอบบ่อฝังกลบมีน้ำขัง</li> <li>● ใช้ดินฝังกลบขยะ</li> </ul>  |

ที่มา : JICA (2019) คู่มือแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกุโอกะในประเทศไทย (จัดทำโดยโครงการความร่วมมือระดับราชการ JICA)



#### 4.5. การสร้างความเห็นชอบกับชุมชนโดยรอบ

การก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายนั้น เป็นเรื่องยากที่จะได้รับความเห็นชอบจากชุมชนละแวกใกล้เคียง เนื่องมาจากความวิตกกังวลในด้านสิ่งแวดล้อม, ด้านเทคโนโลยี เป็นต้น ถึงเช่นนั้นก็ตามการอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดแผนงาน, วิธีการนำมาใช้, ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม, มาตรการสำหรับผลกระทบ ฯลฯ และการสร้างความเห็นชอบกับชุมชนเป็นเรื่องที่จำเป็น ทั้งนี้ การสร้างความเห็นชอบกับชุมชนให้ดำเนินการตามกระบวนการของแต่ละหน่วยงานท้องถิ่น

ในแต่ละประเทศมีกฎหมายที่แตกต่างกันไป เช่น ประเทศเวียดนาม มีข้อตกลงรัฐบาล 40/2019/ND-CP ภายใต้กฎหมายสิ่งแวดล้อม เป็นกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายแก่ชุมชน ในขณะที่ประเทศไทย รายละเอียดของการรับฟังความคิดเห็นประชาชนนั้น มีการกำหนดไว้ในระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี เล่ม 122 ตอนพิเศษ 55ง

## 5. การดำเนินการตั้งแต่การออกแบบจนถึงการใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบ และประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้อง

### 5.1. การออกแบบ

การออกแบบและก่อสร้าง “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” จำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาในหลายๆ ด้านล่วงหน้า เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม, สุขภาพและอนามัยบริเวณโดยรอบบ่อฝังกลบขยะ ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายหัวข้อพิจารณาที่จำเป็นในการออกแบบ

#### 5.1.1. การประเมินปริมาณความจุที่จำเป็นของบ่อฝังกลบขยะ

การประเมินปริมาณความจุที่จำเป็นของบ่อฝังกลบขยะคือ การคำนวณตามขนาดพื้นที่ของแผนงานกับปริมาณของขยะมูลฝอย

#### 5.1.2. แบบแปลนพื้นฐานของสิ่งปลูกสร้าง

แบบแปลนพื้นฐานของสิ่งปลูกสร้างคือ การออกแบบให้สอดคล้องกับมาตรฐานการออกแบบสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายของแต่ละประเทศเช่น ประเทศเวียดนาม มี TCVN (มาตรฐานแห่งชาติ) 6696 : 2000 เป็นข้อกำหนดทั่วไปเกี่ยวกับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

### (1) การออกแบบการก่อสร้าง

#### ① นโยบายพื้นฐาน

การออกแบบการก่อสร้าง ให้พิจารณาจากองค์ประกอบขยะที่ทำการฝังกลบ ลักษณะภูมิประเทศ คุณสมบัติดิน สภาพแวดล้อมโดยรอบของพื้นที่แผนงาน ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง แต่การออกแบบการก่อสร้างนั้น จะมีจุดที่ควรระวังแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขทางภูมิประเทศ ด้านล่างนี้จะแสดงจุดที่ควรระวังของการออกแบบกรณีเนินดิน และขุดเปิดพื้นที่

#### ② จุดที่ควรระวังของเนินดิน

##### 1. เนินดินบนพื้นที่ลาดเอียง

- เนินดินบนพื้นที่ลาดเอียง เช่น พื้นที่สันเขาเป็นพื้นที่ที่พื้นดินไม่มั่นคง โครงสร้างส่วนใหญ่จะอยู่บนเนินที่มีความลาดชันสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการระบายน้ำ เช่น ระบบระบายน้ำใต้ดิน, ร่องระบายน้ำบริเวณปลายสไลป์ และการตัดหน้าดินปรับความลาด

##### 2. เนินดินแบบขุดกลบพื้นที่

- เนินดินแบบขุด-กลบพื้นที่ ถึงแม้หลังจากปรับพื้นที่เสร็จสมบูรณ์แล้วก็ตาม ดินบริเวณที่กลบอาจมีการเกิดการทรุดตัวลงเกิดเป็นพื้นต่างระดับได้ ดังนั้นจึงต้องมีมาตรการการจัดการ เช่น ระบบระบายน้ำใต้ดิน โครงสร้างจุดเชื่อมต่อของดินที่ขุด-กลบ การตัดหน้าดินปรับความลาดชัน เป็นต้น

##### 3. การตัดหน้าดินปรับความลาดชัน

- กรณีที่พื้นดินฐานรากมีความลาดเอียงจะต้องออกแบบปรับหน้าดินเป็นลักษณะขั้นบันไดตามความลาดเอียง

### ③ จุดที่ควรระวังของการขุดเปิดพื้นที่

#### 1. พื้นดินลื่นไถลและดินถล่มจากการขุดเปิดพื้นที่

- การขุดเปิดพื้นที่มีโอกาสทำให้ความสมดุลของดินเสียไปจนทำให้พื้นดินลื่นไถลและดินถล่มลงมาได้ จึงจำเป็นต้องมีความระมัดระวัง

#### 2. การขุดเปิดพื้นที่ ณ ที่ที่มีน้ำขังมาก

- กรณีที่ตรวจพบน้ำขังบริเวณพื้นที่ลาดชัน ให้ระบายและบำบัดน้ำในตำแหน่งใกล้กับต้นทางน้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการเสื่อมสภาพของพื้นดิน
- กรณีที่มีปริมาณน้ำขังมาก ให้ติดตั้งระบบระบายน้ำแวนดิง
- พิจารณาเกี่ยวกับการจัดการปรับพื้นที่และการทำความสะอาดแหล่งที่มีน้ำขังหลังจากระบายน้ำขังลงร่องระบายน้ำขังแล้ว

#### 3. การขุดเปิดพื้นที่ขนาดใหญ่

- การขุดเปิดพื้นที่ขนาดใหญ่ นั้น การที่คุณสมบัติของดินตลอดระยะเวลาความลาดชันจะเหมือนกันจะมีน้อยมาก
- ในการสำรวจล่วงหน้าต้องตรวจสอบดูว่าพื้นที่ที่จะขุดเปิดมีลักษณะที่ไม่มั่นคง (สิ่งที่เกิดการขยายตัว เช่น หินโคลน, หินเซอร์เพนทีไนต์ ในยุคนีโอจีน เป็นต้น) รวมอยู่ในความลาดชันหรือไม่
- กรณีขุดเปิดพื้นที่ควรระวังว่ามีโอกาสทำให้ระดับน้ำใต้ดินเสียสมดุลไปจากเดิมได้

## (2) การออกแบบอุปกรณ์ระบายก๊าซ

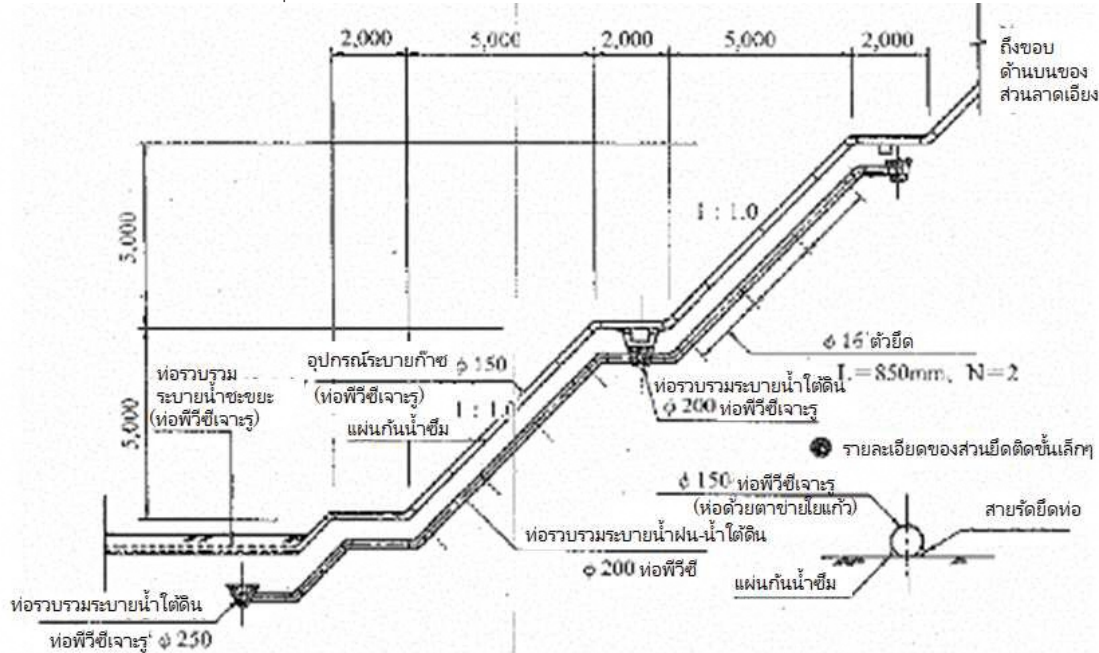
วัตถุประสงค์หลักของการติดตั้งอุปกรณ์ระบายก๊าซคือ 1. การจัดการก๊าซจากการฝังกลบ 2. การให้อากาศไหลเวียนเข้าไปเพื่อเร่งให้เกิดความเสถียรของบ่อฝังกลบขยะเร็วขึ้น 3. การรวบรวมและระบายน้ำชะขยะผ่านทางท่อเจาะรู การออกแบบโดยรูปธรรมนั้น มีจุดที่ควรระวังตามหัวข้อด้านล่าง

- สามารถที่จะจัดการก๊าซที่เกิดขึ้นภายในชั้นขยะและพื้นผิวชั้นฝังกลบ ตั้งแต่เริ่มทำการฝังกลบจนกระทั่งปิดบ่อฝังกลบขยะ
- ออกแบบตำแหน่งที่ตั้งและโครงสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดอุปสรรคแก่การดำเนินการฝังกลบและการนำที่ดินมาใช้งานหลังปิดบ่อฝังกลบ
- เป็นโครงสร้างที่ช่วยเร่งให้เกิดความเสถียรของชั้นฝังกลบให้เร็วยิ่งขึ้น
- มีหน้าที่เป็นส่วนช่วยท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ

ทั้งนี้ เนื่องจากมีการตั้งเป้าหมายที่การเร่งให้สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายเกิดความเสถียรเร็วขึ้น จึงมีการพิจารณาเพิ่มอุปกรณ์ระบายก๊าซตามสถานการณ์การระบายก๊าซหลังทำการฝังกลบ มีการวางแผนและดำเนินการโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณโดยรอบบ่อฝังกลบขยะไปด้วย

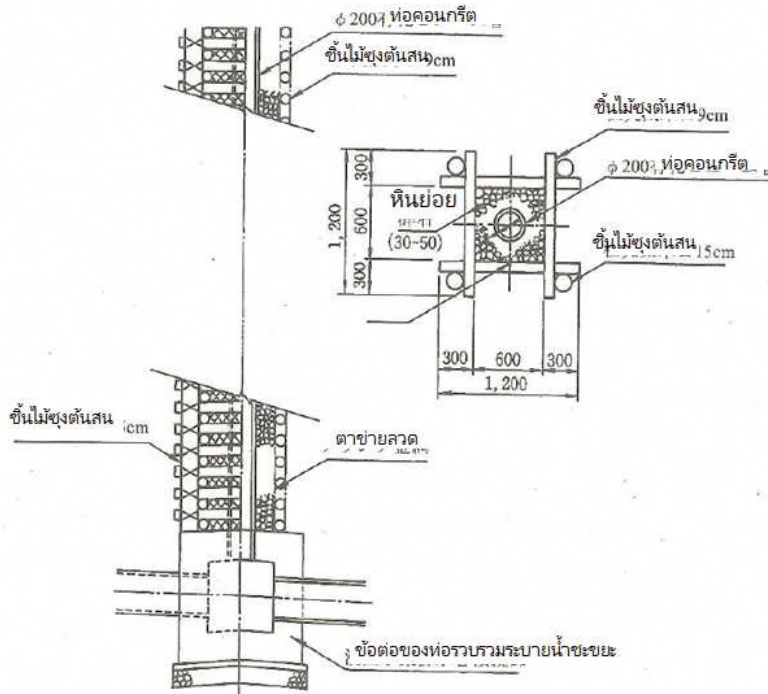
① โครงสร้างอุปกรณ์ระบายก๊าซ

อุปกรณ์ระบายก๊าซประกอบด้วยอุปกรณ์ระบายก๊าซแนวทาลาดกับอุปกรณ์ระบายก๊าซแนวตั้ง เนื่องจากในระหว่างทำการฝังกลบอาจเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ระบายก๊าซได้ ดังนั้นจึงควรใช้โครงสร้างที่ง่ายต่อการติดตั้งและเป็นการช่วยลดต้นทุนได้



ภาพ 10 ตัวอย่างอุปกรณ์ท่อระบายก๊าซแนวลาดเอียง

ที่มา : หลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010 จากการประชุมว่าด้วยการทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)



ภาพ 11 ตัวอย่างอุปกรณ์ท่อระบายก๊าซแนวตั้ง

ที่มา : หลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010 จากการประชุมว่าด้วยการทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

## ② วัสดุของอุปกรณ์ระบายก๊าซ

โดยปกติ อุปกรณ์ระบายก๊าซจะเป็นการประกอประกกันระหว่างท่อเจาะรูกับกล่องกระตุหิน (กล่องที่สานด้วยลวดเหล็ก ฯลฯ และใส่หินกรวดเข้าไป) วัสดุของท่อเจาะรูได้แก่ ท่อคอนกรีต, ท่อพีวีซี, ท่อโลหะ เป็นต้น

## ③ ข้อควรระวัง

การออกแบบอุปกรณ์ระบายก๊าซนั้น ต้องระวังในเรื่องสภาพการเกิดก๊าซจากการฝังกลบและการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา, ความหนาของชั้นฝังกลบและรูปแบบฝังกลบ, สภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบบ่อฝังกลบขยะ และเงื่อนไขการฝังกลบ ไปพร้อมๆกันกับการคัดเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม, การพิจารณาตำแหน่งติดตั้ง โดยเฉพาะเพื่อให้บ่อฝังกลบเสถียรเร็วขึ้น, ป้องกันไฟไหม้กองขยะ, ป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการปฏิบัติงาน ต้องออกแบบไม่ให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซมีเทน แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้ได้มากที่สุด

และเมื่อดำเนินการฝังกลบ ท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะบริเวณกันบ่อนั้น ต้องรับน้ำหนักทั้งจากขยะมูลฝอย, ดินที่ใช้ฝังกลบ และเครื่องจักร จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับน้ำหนักบริเวณข้อต่อของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะกับอุปกรณ์ระบายก๊าซตรงกันบ่อฝังกลบขยะ ตัวอย่างมาตรการรับมือ เช่น การใส่หินกรวดเข้าไปบริเวณข้อต่อของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะหลักกับอุปกรณ์ระบายก๊าซบริเวณกันบ่อฝังกลบขยะ เพื่อรักษาความแข็งแรง เป็นต้น

## (3) การออกแบบอุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำชะขยะ

วัตถุประสงค์หลักของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะคือ การระบายน้ำชะขยะจากชั้นฝังกลบออกไปสู่ภายนอกบ่อฝังกลบอย่างรวดเร็ว และให้อากาศไหลเวียนเข้ามายังภายในชั้นขยะ ดังนั้นจึงควรกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสมที่อากาศจะสามารถไหลผ่านเข้าไปได้ และเพื่อให้การบำบัดและระบายน้ำเป็นไปอย่างเหมาะสม ต้องพิจารณาขนาดของระบบบำบัดน้ำชะขยะ ขนาดบ่อบำบัดน้ำชะขยะ โดยอ้างอิงจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีต

## ① โครงสร้างอุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำชะขยะ

อุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำชะขยะประกอบด้วยอุปกรณ์ 5 อย่าง ได้แก่ ①ท่อรวบรวมน้ำกันบ่อฝังกลบ ②ท่อรวบรวมระบายน้ำแนวทางลาด ③ท่อรวบรวมระบายน้ำแนวตั้ง ④บ่อรวบรวมน้ำ ⑤ท่อส่งน้ำ หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละอย่างจะแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 ส่วนประกอบของโครงสร้างท่อรวบรวมระบายน้ำและหน้าที่

| No. | หัวข้อ                        | หน้าที่หลัก   |
|-----|-------------------------------|---|
| ①   | ท่อรวบรวมระบายน้ำกันบ่อฝังกลบ | ● รวบรวมน้ำชะขยะ<br>● ระบายไปยัง “ ④บ่อรวบรวมน้ำ ”                          |
| ②   | ท่อรวบรวมระบายน้ำแนวทางลาด    | ● รวบรวมและระบายน้ำชะขยะในแนวตั้งจากหลุมฝังกลบขยะ<br>● ระบายก๊าซที่เกิดขึ้น |
| ③   | ท่อรวบรวมระบายน้ำแนวตั้ง      | ● รวบรวมและระบายน้ำชะขยะในแนวตั้งจากหลุมฝังกลบขยะ<br>● ระบายก๊าซที่เกิดขึ้น |
| ④   | บ่อรวบรวมน้ำ                  | ● ระบายน้ำไปยังระบบบำบัดน้ำชะขยะ<br>● ให้อากาศจากภายนอกไหลเวียนเข้า         |
| ⑤   | ท่อส่งน้ำ                     | ● สูบน้ำชะขยะจากบ่อรวบรวมน้ำ แล้วส่งไปยังระบบบำบัดน้ำชะขยะ                  |

## ② วัสดุของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ

ตัวอย่างของวัสดุท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ เช่น ท่อโพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและประยุกต์ใช้ได้ง่ายและมีความทนทานต่อการถูกร่อน

## ③ ข้อควรระวัง

อุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำชะขยะนั้นการซ่อมแซมหลังจากเริ่มทำการฝังกลบไปแล้วจะทำได้ยาก ดังนั้นการออกแบบต้องพึงระวังโดยคาดการณ์และระวังเรื่องการอุดตัน การทรุดตัว, น้ำขังสะสมภายใน, ระยะเวลาในการเดินระบบ, การให้ท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะมีอากาศเข้าไปตลอดเวลา, ลักษณะของขยะมูลฝอย, คุณภาพวัสดุของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ เป็นต้น

และกรณีที่ออกแบบในพื้นที่ซึ่งคาดว่าปริมาณน้ำฝนมากกว่าฝนที่ตกหนัก ฯลฯ อุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำและเส้นผ่านศูนย์กลางกลางท่อของน้ำชะขยะ ควรจะเตรียมระบบที่สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุดต่อวัน เช่นจากฝนที่ตกหนัก ไม่ใช่เพียงแค่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละวัน

## (4) การออกแบบบ่อบำบัดน้ำชะขยะ

วัตถุประสงค์ของบ่อบำบัดน้ำชะขยะคือ การทำให้การเดินระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียนั้นมีความคงที่ แต่การติดตั้งบ่อบำบัดน้ำชะขยะจะทำให้สามารถรองรับปริมาณน้ำฝน เช่นจากฝนที่ตกหนัก และปริมาณน้ำชะขยะที่เพิ่มขึ้นได้ บ่อบำบัดน้ำชะขยะนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถตามด้านล่างนี้

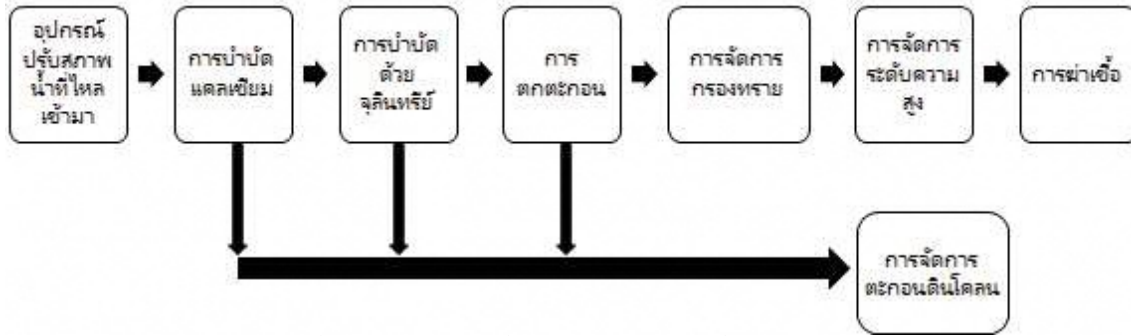
- รองรับการเพิ่มของปริมาณน้ำชะขยะอย่างมากและรวดเร็วจากกรณีฝนที่ตกหนัก ปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตามแต่ละฤดู
- ทำให้คุณภาพน้ำของน้ำชะขยะสม่ำเสมอ
- กักเก็บน้ำชะขยะในกรณีที่ระบบบำบัดน้ำชะขยะหยุดทำงาน (เช่น การตรวจเช็คสภาพ, การซ่อมบำรุง)
- ความสามารถในการปรับสภาพน้ำชะขยะก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำชะขยะ

ที่ประเทศญี่ปุ่นโดยทั่วไปมีการใช้รูปแบบเป็นบ่อขุดที่มีระบบกันซึม เชื้อกัน หรืออ่างเก็บน้ำคอนกรีต ซึ่งไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างแบบใดก็ตาม ประเด็นสำคัญคือต้องเป็นโครงสร้างที่สามารถทนแรงดันน้ำได้

ปริมาณน้ำชะขยะจะได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนได้ง่าย และมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (เงื่อนไขทางภูมิอากาศ, เงื่อนไขทางทำเลที่ตั้ง, ลักษณะของขยะ) ดังนั้นจึงต้องออกแบบปริมาณความจุของอุปกรณ์โดยอ้างอิงตามลักษณะเฉพาะของพื้นที่บริเวณใกล้กับสถานที่กำจัดขยะ

## (5) การออกแบบระบบบำบัดน้ำชะขยะ

วัตถุประสงค์ของการติดตั้งระบบบำบัดน้ำชะขยะคือ การบำบัดน้ำเสียจากภายในสถานที่กำจัดขยะเพื่อไม่ให้มีการปนเปื้อนไปยังแหล่งน้ำปลายทางที่ปล่อยออกและน้ำใต้ดิน การกำหนดนโยบาย การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางเรื่องขอน้ำใต้ดินและการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากคุณภาพน้ำของน้ำชะขยะและลักษณะภูมิประเทศจะมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ในภาพ ภาพ 12 จะแสดงขั้นตอนการจัดการพื้นฐานของการบำบัดน้ำเสียในประเทศญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม จำเป็นจะต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างกระบวนการบำบัดตามเงื่อนไขด้านคุณภาพน้ำ เป็นต้น



ภาพ 12 ขั้นตอนการจัดการพื้นฐานของการบำบัดน้ำเสียในประเทศไทย  
 (ตัวอย่าง) จัดขึ้นตามหลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010  
 จากการประชุมว่าด้วยการทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

ที่ประเทศไทย มีการกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอยและการทำความสะอาด, แนวทางการจัดการสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายอย่างมีประสิทธิภาพ และมาตรฐานการระบายน้ำของน้ำชะขยะ ดังต่อไปนี้

**ตาราง 8 มาตรฐานการระบายน้ำของน้ำชะขยะที่สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายทั่วไป**  
 (กรณีประเทศไทย อ้างอิงเฉพาะส่วน)

| สิ่งที่ตรวจหา   | มาตรฐานการระบายน้ำ  |
|---|---|
| ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์(BOD)    | ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร<br>(กรณีปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ไม่รวมทะเลและทะเลสาบ) |
| ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) | ต่ำกว่า 90 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรณีปล่อยลงสู่ทะเลและทะเลสาบ)                          |
| สารประกอบปรอทอัลคิล                                       | ต้องไม่มี   |
| ปรอทหรือสารประกอบปรอท                                     | สารปรอทต่ำกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร   |
| แคดเมียมหรือสารประกอบแคดเมียม                             | แคดเมียมต่ำกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร   |
| ตะกั่วหรือสารประกอบตะกั่ว                                 | มีตะกั่วต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร  |
| สารประกอบออร์กาโนฟอสฟอรัส                                 | สารประกอบออร์กาโนฟอสฟอรัสต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร                                 |
| สารประกอบเฮกซะวาเลนต์โครเมียม                             | เฮกซะวาเลนต์โครเมียมต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร                                    |
| สารหนูหรือส่วนประกอบสารหนู                                | สารหนูต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร  |
| สารประกอบไซยาไนด์   | ไซยาไนด์ต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร  |
| PCBs  | PCBs ต่ำกว่า 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร   |

ที่มา : ดัดย่อมาจากระเบียบการบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยและการทำความสะอาด, แนวทางการจัดการสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายอย่างมีประสิทธิภาพ

## (6) การออกแบบระบบรวบรวมระบายน้ำฝน

วัตถุประสงค์ของการติดตั้งระบบรวบรวมระบายน้ำฝนคือ การทำให้น้ำฝนภายนอกบ่อฝังกลบขยะไหลมารวมกันและระบายออกไปเพื่อลดปริมาณน้ำชะขยะ และการแยกขยะภายในบ่อฝังกลบกับน้ำฝนออกจากกันก็เป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการติดตั้งระบบนี้ เพื่อให้บรรลุผลของวัตถุประสงค์ดังกล่าว ระบบรวบรวมระบายน้ำฝนจำเป็นต้องมีความสามารถ 3 อย่างดังนี้

- ป้องกันการไหลของน้ำฝนจากบริเวณรอบบ่อฝังกลบไหลเข้ามารวมกันภายในบ่อฝังกลบ
- ป้องกันน้ำฝนจากพื้นที่ที่ยังไม่ทำการฝังกลบและพื้นที่ที่ทำการฝังกลบเสร็จแล้วไหลมาสู่พื้นที่ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการฝังกลบ
- ป้องกันผลกระทบจากน้ำฝนที่ระบายออกไปยังพื้นที่โดยรอบ

### ① โครงสร้างของระบบรวบรวมระบายน้ำฝน

ระบบรวบรวมระบายน้ำฝนประกอบด้วย 2 ประเภท ได้แก่ “รางรวบรวมระบายน้ำ” กับ “บ่อสำรองยามฉุกเฉิน” ยิ่งไปกว่านั้น รางรวบรวมระบายน้ำสามารถจำแนกเป็น ทางระบายน้ำบริเวณต้นน้ำ, รางรวบรวมระบายน้ำบริเวณโดยรอบ, รางรวบรวมระบายน้ำภายในบ่อฝังกลบขยะ, รางรวบรวมระบายน้ำด้านบนบ่อฝังกลบขยะ รางรวบรวมระบายน้ำมีหน้าที่ในการรวบรวมและระบายน้ำ ส่วนบ่อสำรองยามฉุกเฉินมีหน้าที่กักเก็บน้ำฝนที่รวบรวมไว้แล้ว

### ② จุดที่ควรระวัง

การออกแบบระบบรวบรวมระบายน้ำฝน มีจุดที่ควรระวัง 4 อย่าง ดังนี้

- ความลาดเอียง : โดยหลักแล้วควรมีความลาดเอียงเล็กน้อยโดยลาดเอียงไปทางปลายน้ำ
- ความเร็วในการไหล : รัศมีระวังไม่ให้เกิดการกัดเซาะและการทับถมของดินทรายจากการไหลของน้ำ
- ความโต : กำหนดขนาดโดยคำนึงถึงการทับถมดินทรายและอันตรายจากน้ำล้น
- โครงสร้าง : ใช้อุปกรณ์ที่มีความทนทาน

## (7) การออกแบบระบบรวบรวมระบายน้ำใต้ดิน

บ่อฝังกลบขยะที่ติดตั้งระบบกันซึมพื้นผิว จำเป็นต้องทำการบำบัดและระบายน้ำใต้ดิน น้ำซับอย่างเหมาะสม เพราะหากไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสมแล้ว มีความเสี่ยงที่ทำให้ระบบกันซึมได้รับความเสียหาย, เมื่อระดับน้ำใต้ดินบริเวณโดยรอบบ่อฝังกลบขยะสูงขึ้นจะทำให้เนินดินอ่อนยุบ และเกิดการถล่มหรือลื่นไถลของดิน วัตถุประสงค์ของระบบรวบรวมระบายน้ำใต้ดินคือ การระบายน้ำใต้ดินออกอย่างรวดเร็วเพื่อลดความเสี่ยงเหล่านี้

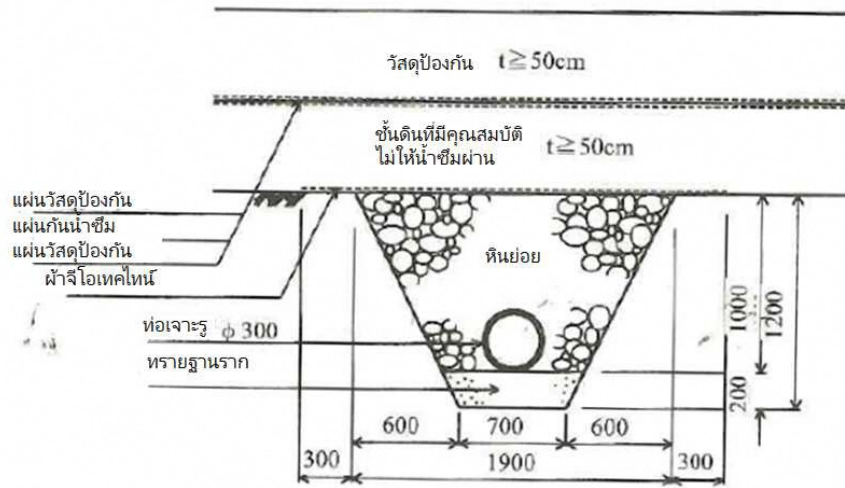
### ① โครงสร้างของระบบรวบรวมระบายน้ำใต้ดิน

โครงสร้างของระบบรวบรวมระบายน้ำใต้ดินจะประกอบด้วยส่วนกันบ่อ, ส่วนลาดชัน ซึ่งมีโครงสร้างแตกต่างกัน

#### 1. ส่วนกันบ่อ

โดยทั่วไปโครงสร้างทางระบายน้ำใต้ดินจะใช้วัสดุ หินกรวด หินย้อย ฯลฯ เป็นวัสดุหุ้มป้องกันท่อที่เจาะรูเอาไว้ ส่วนการติดตั้งท่อระบายก๊าซจะพิจารณาตามความจำเป็นจากแก๊สที่เกิดขึ้น และคำนึงถึงความลาดเอียงบริเวณกันบ่อด้วย





ภาพ 13 ตัวอย่างโครงสร้างท่อรวบรวมระบายน้ำใต้ดิน

ที่มา : หลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010  
จากการประชุมว่าด้วยการทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

## 2. ส่วนลาดชัน

ใช้โครงสร้างทางระบายน้ำใต้ดินในการรวบรวมและระบายน้ำเช่นเดียวกับส่วนกันบ่อ ทั้งนี้บริเวณมุมสไลป์ของโครงสร้างทางระบายน้ำใต้ดินเชื่อมต่อกับเส้นทางหลักและเส้นทางย่อยของระบบรวบรวมระบายน้ำส่วนกันบ่อ

### (8) การออกแบบระบบกันซึม

#### ① ประเภทของระบบกันซึม

ระบบกันซึม มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันน้ำชะขยะไหลออกไปสู่ภายนอกบ่อฝังกลบขยะ ระบบกันซึมมี 2 ประเภท ได้แก่ ระบบกันซึมพื้นผิว และระบบกันซึมแนวตั้ง ซึ่งรายละเอียดของแต่ละประเภทจะแสดงไว้ในตาราง 9 ประเภทวัสดุกันซึมที่นิยมใช้หลักๆได้แก่ ประเภทยางสังเคราะห์(พลาสติกสังเคราะห์) ยางมะตอย เบนโทไนท์ ฯลฯ

ตาราง 9 ประเภทระบบกันซึมและจุดเด่น

| ประเภท            | จุดเด่น   |
|-------------------|---|
| ระบบกันซึมพื้นผิว | <ul style="list-style-type: none"> <li>● กันน้ำซึมที่กันบ่อและแนวลาดชันของบ่อฝังกลบขยะ</li> <li>● ใช้แผ่นกันน้ำซึม, ดินเหนียว เป็นต้น</li> </ul>  |
| ระบบกันซึมแนวตั้ง | <ul style="list-style-type: none"> <li>● วิธีกันน้ำซึมกรณีทีในพื้นที่แผนงานมีชั้นที่น้ำไม่สามารถไหลผ่านได้หรือมีชั้นดินเหนียว</li> <li>● กันน้ำซึมในแนวตั้งหรือแนวลาดเอียงของ ด้านล่าง, กันบ่อของบ่อฝังกลบขยะหรือบริเวณโดยรอบ</li> <li>● ใช้ curtain grouting, ผนังไดอะแพรมใต้ดิน, ซีทไฟล์, แผ่นกันน้ำซึมแนวตั้ง เป็นต้น</li> </ul> |

#### ② ข้อควรระวัง

ระบบป้องกันน้ำซึม เนื่องจากหลังจากดำเนินการฝังกลบแล้ว จะไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการเลือกวิธีการโดยคำนึงถึงจุดเด่นและข้อจำกัดทางสภาพแวดล้อม (ระดับความสามารถในการกันน้ำซึม, ระยะเวลาในการเก็บรักษา เป็นต้น) ตามที่ได้แสดงไว้ในตาราง 9

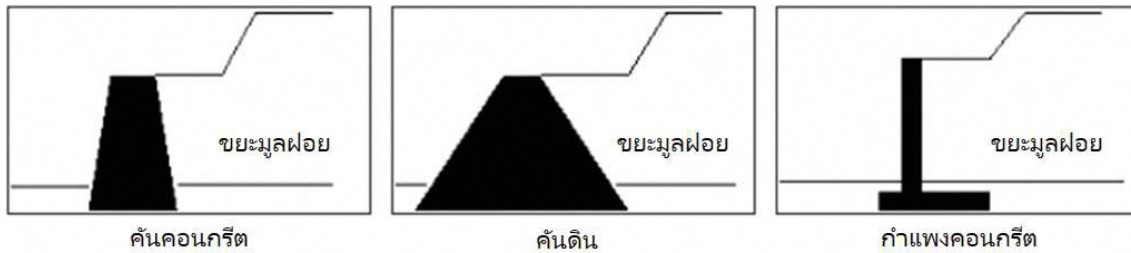
แผ่นป้องกัน (ผ้าจีโอเทคไทล์) จะติดตั้งไว้ในชั้นด้านบนของแผ่นกันน้ำซึมมีหน้าที่ในการป้องกันความเสียหายต่อแผ่นป้องกันน้ำซึมจากการวิ่งของยานพาหนะ และช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพจากแสงแดดโดยตรงได้

## (9) โครงสร้างการกักเก็บ

วัตถุประสงค์ของโครงสร้างการกักเก็บคือ ป้องกันการถล่ม ป้องกันน้ำชะไหลออกจากชั้นฝังกลบ และควบคุมขยะมูลฝอยอย่างปลอดภัย

### ① ประเภทของโครงสร้างการกักเก็บ

โครงสร้างการกักเก็บสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ "คั่นคอนกรีต", "คั่นดิน", "กำแพงกันดิน" (ภาพ 14) โดยหลักการแล้ว คั่นคอนกรีตกับคั่นดินจะใช้ในโครงสร้างขนาดใหญ่ได้ แต่กำแพงกันดินจะใช้กับโครงสร้างขนาดเล็ก การคัดเลือกประเภทของโครงสร้างการกักเก็บและรูปแบบโครงสร้างต้องตัดสินใจโดยคำนึงถึงสภาพของพื้นดินฐานรากด้วย



ภาพ 14 โครงสร้างการกักเก็บพื้นฐาน

ที่มา : เว็บไซต์ขององค์กรไม่แสวงหาผลกำไร สมาคมวิจัยระบบเทคโนโลยีสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยขั้นสุดท้าย

### ② ข้อควรระวัง

การออกแบบโครงสร้างการกักเก็บนั้น การรับน้ำหนักหลักๆที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างกักเก็บโดยส่วนใหญ่จะค้ำน้ำหนักของตัวโครงสร้างเองและแรงกดทับจากขยะมูลฝอย แต่นอกจากนี้ยังต้องคาดการณ์ถึงการรับน้ำหนักที่เกิดจากขยะมูลฝอย, แรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ฯลฯ ไปพร้อมกันด้วย เนื่องจากการรับน้ำหนักที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างการกักเก็บจะแตกต่างกันไปตามลักษณะเด่นของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย (ขนาดของบ่อฝังกลบขยะ, ลักษณะเฉพาะของขยะมูลฝอย, ระยะเวลาในการฝังกลบ, ลักษณะภูมิประเทศ, คุณสมบัติดิน เป็นต้น) ดังนั้นในการกำหนดเงื่อนไขต่างๆจึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

## (10) มาตรการรับมือผลกระทบต่อชุมชน

พื้นที่จัดการขยะมูลฝอยภายในสถานที่กำจัดขั้นสุดท้ายนั้นควรจะทำให้ไม่สามารถมองเห็นจากภายนอกได้ และเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อชุมชน จึงควรทำการเฝ้าสังเกตการณ์

## 5.2. การดำเนินการก่อสร้าง

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายเรื่องข้อควรระวังขณะดำเนินการก่อสร้างสถานที่กำจัดขั้นสุดท้ายไปพร้อมกับการแนะนำตัวอย่างการก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่น

### 5.2.1. โครงสร้างความลาดเอียง

ก่อนเริ่มดำเนินการก่อสร้าง มีการติดตั้งกรอบไม้ซึ่งเรียกว่า หลักไม้ ไว้ก่อน โดยเป็นการแสดงองศาการขุดเจาะและตำแหน่งให้กับรถแม็คโคร ทำให้สามารถดำเนินการขุดเจาะได้อย่างแม่นยำ และหลังจากก่อสร้างความลาดเอียงจะถูกกำหนดโดยเกณฑ์ความลาดเอียง ทำให้สามารถทำการตรวจสอบคุณภาพได้ตามความเหมาะสม

### 5.2.2. การสำรวจพื้นดินฐานราก

การสำรวจพื้นดินฐานรากคือ การตรวจสอบว่าพื้นดินฐานรานั้นแข็งแรงพอที่จะไม่เกิดการทรุดตัวอย่างไม่สม่ำเสมอจากการรับน้ำหนักของหินกรวดและท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ กรณีที่มีความแข็งแรงไม่เพียงพอจะต้องมีการปรับปรุงพื้นดินฐานราก ทั้งนี้ ที่ประเทศญี่ปุ่นมีการใช้เครื่องจักรและแม่แรงไฮดรอลิกในการทดสอบการรับน้ำหนักมาตรฐาน (ทำการบรรทุกน้ำหนักจริงแล้ววัดค่าจากปริมาณการทรุดตัว)

### 5.2.3. การปรับปรุงพื้นดินฐานราก

ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 5.2.2 กรณีที่ตรวจสอบแล้วว่าพื้นดินฐานรากมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงพื้นดินฐานรากให้มีความแข็งแรงเท่าที่จำเป็น แต่เนื่องจากลักษณะเฉพาะของวิธีการก่อสร้างจะแตกต่างกันไปตามความลึกของพื้นดินเป้าหมาย จึงต้องพิจารณาวิธีการก่อสร้างให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่จริง

ที่ประเทศญี่ปุ่น เมื่อนำดินที่อ่อนยุบซึ่งมีความสามารถในการรองรับน้ำหนักต่ำออกแล้ว ให้แทนที่ด้วยหินกรวดหรือดินซึ่งจะช่วยเสริมความสามารถในการรองรับ ตัวอย่างของดินที่นำมาใช้ทดแทน ได้แก่ ดินธรรมชาติ, วัสดุผสมซีเมนต์ เป็นต้น

### 5.2.4. การปรับแต่งพื้นดินฐานรากใต้ดิน

การปรับแต่งพื้นดินฐานรากใต้ดิน สิ่งสำคัญคือการปรับแต่งรูปร่างพื้นดินให้มีลักษณะแบนราบ กรณีที่ทำการปรับแต่งได้ไม่ดีพอ แผ่นกั้นน้ำซึมที่ปูเอาไว้เมื่อถูกน้ำหนักของเครื่องจักร ฯลฯ กดทับ แผ่นกั้นน้ำซึมอาจจะได้รับความเสียหายได้ หากแผ่นกั้นน้ำซึมได้รับความเสียหายก็มีความเสี่ยงที่น้ำชะขยะจะรั่วไปด้านนอก, น้ำใต้ดินไหลเข้ามายังภายในบ่อฝังกลบขยะ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องดำเนินการก่อสร้างไปพร้อมกับระมัดระวังหัวข้อดังต่อไปนี้

- ส่วนก้นบ่อนั้น เมื่อปูแผ่นกั้นน้ำซึมหลายแผ่นแบบไล่ระดับ ต้องทำการปรับแต่งในทุกแผ่น
- ส่วนลาดเอียงนั้น กรณีที่ถึงแม้จะไล่ดินลงไปแล้วก็ตามแต่ก็ยังไม่สามารถปรับแต่งได้ ให้ปรับปรุงโดยการผสมซีเมนต์ลงไป
- กรณีที่สภาพทางธรณีวิทยา (เช่น หินก้อนใหญ่) เป็นสาเหตุที่ทำให้การปรับแต่งพื้นดินให้แบนราบทำได้ยากลำบาก ให้เสริมดินแล้วจึงทำให้พื้นเรียบ

### 5.2.5. อุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำใต้ดิน

กรณีที่ตรวจพบน้ำซับใต้ดินในขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง แม้ว่าจะไม่ได้คาดการณ์ไว้ในขั้นตอนการออกแบบก็ให้ติดตั้งท่อระบายน้ำใต้ดินตามความเหมาะสม หากปล่อยให้ไม่มีน้ำใต้ดินอาจจะส่งผลให้ดินที่อยู่ด้านหลังแผ่นกั้นน้ำซึมถูกน้ำกัดเซาะและทำให้แผ่นกั้นซึม, ท่อรวบรวมระบายน้ำได้รับความเสียหายได้

ที่ประเทศญี่ปุ่น การตรวจสอบระดับน้ำใต้ดินนั้นจะทำการขุดเจาะไปจนถึงชั้นฐานราก และตรวจสอบโดยดูจากระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝนซึ่งจะอยู่ในระดับสูง แต่กรณีที่ทำการขุดเจาะไม่แล้วเสร็จภายในฤดูฝน จะทำการขุดเจาะจนถึงฐานรากฝังต้นน้ำใต้ดินและปลายน้ำใต้ดิน เพื่อตรวจสอบจากสองตำแหน่งนี้ก็สามารถทำได้เช่นกัน หลังจากตรวจสอบระดับน้ำใต้ดินแล้ว แนวทางการดำเนินการก่อสร้างจะเป็นตามด้านล่างนี้

ตาราง 10 นโยบายการจัดการการก่อสร้างหลังจากตรวจสอบระดับน้ำใต้ดินแล้ว

|                       | การจัดการ  |
|-----------------------|--|
| กรณีไม่มีน้ำใต้ดิน    | ดำเนินการก่อสร้างตามแบบแปลน  |
| กรณีมีน้ำใต้ดิน       | หากท่อระบายน้ำตามแบบแปลนสามารถรับมือได้ ให้ดำเนินการก่อสร้างตามแบบแปลน |
|                       | กรณีที่มีน้ำซึมในบางส่วน ให้เพิ่มท่อระบายน้ำใต้ดิน                     |
| กรณีระดับน้ำใต้ดินสูง | จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เช่น เพิ่มความสูงของฐานราก เป็นต้น       |

อีกทั้งการดำเนินการก่อสร้างอุปกรณ์ระบายน้ำใต้ดินต้องพึงระวังสิ่งต่อไปนี้ควบคู่ไปด้วย

### (1) ขั้นตอนเตรียมการ

ในขั้นตอนเตรียมการนั้น ให้จัดทำแบบไดอะแกรมกับทางผู้รับเหมาตามแบบแปลนที่ออกแบบไว้ การจัดทำจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ (ข้อต่อของท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน, ข้องอ) ไว้ล่วงหน้า จะทำให้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้อย่างราบรื่น

### (2) การขุดเจาะแนวท่อ

การขุดเจาะแนวท่อให้ทำแบบแปลนที่ออกแบบไว้ รักษาระยะความสูงของแนวท่อ หน้าตัดขวาง รูปทรงและความสามารถในการไหลของน้ำ

### (3) ท่อระบายน้ำ

ท่อระบายน้ำจะเชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อ เวลาที่เชื่อมต่อกันต้องตรวจสอบความสูงที่ติดตั้งตามแนวท่อ และดูว่ามีดินทรายไหลเข้าสู่ท่อหรือไม่

## 5.2.6. ระบบกันซึม

ระบบกันซึมมีไว้เพื่อป้องกันน้ำชะขยะไหลออกไปสู่ภายนอกบ่อฝังกลบ การดำเนินการก่อสร้างจึงต้องพึงระวังสิ่งต่อไปนี้

### (1) การป้องกันแผ่นกันน้ำซึมเสียหาย

การใช้แผ่นวัสดุป้องกันมีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องแผ่นกันน้ำซึมจากแรงภายนอก ซึ่งโดยทั่วไป วัสดุของแผ่นป้องกันสามารถแบ่งออกเป็นผ้าอีโพรเทคไทน์กับแผ่นใยสังเคราะห์แบบผสม (วัสดุซึ่งประกอบด้วยการรวมกันของวัสดุสังเคราะห์หลายชนิด) การปูแผ่นวัสดุป้องกันไว้ด้านบนแผ่นกันน้ำซึมนั้นไม่เพียงแต่ช่วยปกป้องแผ่นกันน้ำซึมนั้น แต่ยังช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพจากแสงแดดโดยตรงได้อีกด้วย

เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานบนแผ่นกันน้ำซึม จึงต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน เช่น การสวมรองเท้าพื้นยางเพื่อไม่ให้แผ่นกันน้ำซึมได้รับความเสียหาย เป็นต้น และกรณีที่ต้องการจะยึดแผ่นกันน้ำซึมไว้ในช่วงดำเนินการก่อสร้างไม่ควรใช้หมุดยึด แต่ควรจะใช้ด้วยการนำคอนกรีตมาวางทับ เป็นต้น

เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นกันน้ำซึมเสียหาย จึงต้องตรวจสอบว่าไม่มีสิ่งใดหนุนออกมาจากพื้น เช่น รากไม้, ต้นอ่อน, หินขนาดใหญ่ เป็นต้น

## (2) การเข้าใจเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม

กรณีที่ทำให้การติดตั้งระบบกันซึมในขณะที่ยกระดับสูง เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงจะทำให้แผ่นกันน้ำซึมอาจเกิดการยืดและหดตัวได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม เช่น การก่อสร้างในช่วงที่ยกระดับสูง เป็นต้น นอกจากนี้ ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งระบบในสภาพที่พื้นผิวของแผ่นกันน้ำซึมเปียกเนื่องจากฝนตก ควรปฏิบัติงานในสภาพที่ไม่มี ความชื้น กรณีที่น้ำฝนไหลเข้ามา หรือปัจจัยอื่นๆที่ทำให้สภาพการติดตั้งไม่เรียบร้อย ควรจะทำการปรับแต่งแก้ไขอีกครั้ง

### 5.2.7. ท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ

ท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ ไม่เพียงต้องสามารถระบายน้ำชะขยะเท่านั้น แต่ยังจำเป็นต้องทำให้อากาศสามารถไหลเวียนเข้าไปยังชั้นขยะได้ด้วย หัวข้อด้านล่างนี้จะแสดงข้อควรระวังขณะดำเนินการก่อสร้าง

#### (1) การรักษาความลาดเอียง

ขณะที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์รวบรวมระบายน้ำใต้ดิน ให้รักษาระยะความสูงของฐานรากและความลาดเอียงตามที่ยกแบบโดยอิงจากผลการวัดตำแหน่งระยะของที่ดินหน้างาน กรณีที่การรักษาระดับความลาดเอียงในการระบายน้ำจากพื้นฐานรากทำได้ยากลำบาก ควรปรับปรุงพื้นดินบริเวณฐานราก

#### (2) การทดสอบความแข็งแรง

หลังจากเจาะรูท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะแล้ว ให้ทำการทดสอบความแข็งแรงตามความเหมาะสม

#### (3) การปรับแต่งรูปทรงของชั้นหุ้มหินกรวด

ตรวจสอบว่าสามารถรักษาความลาดเอียงและความยาวตามแบบได้หรือไม่

#### (4) การปูหินกรวดป้องกัน

การติดตั้งท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะต้องระมัดระวังและรักษาคุณภาพการติดตั้ง เนื่องจากขนาดของหินกรวดที่ใช้จะมีผลกับการไหลเวียนของน้ำ อากาศ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และมีโอกาสทำให้เกิดการอุดตันของท่อได้ ในการติดตั้ง ต้องปูหินกรวดก่อนเล็กให้ทั่วบริเวณใกล้ๆท่อรวบรวมระบายน้ำก่อนแล้วจึงค่อยจัดเรียงก้อนหินขนาดใหญ่ โดยไล่จากรอบๆท่อและวางคลุมขยายออกไป นอกจากนี้ การใช้หินกรวดที่มีขนาดต่างกันจะช่วยให้เกิดช่องว่างระหว่างหินกรวดใหญ่ขึ้น

การรักษาคุณภาพนั้น เนื่องจากระหว่างการขนส่งวัสดุมีโอกาสที่หินกรวดจะกระแทกกันจนเกิดการสึกกร่อนทำให้ขนาดของหินเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นเมื่อวัสดุมาถึงหน้างานแล้ว จึงจำเป็นต้องตรวจสอบขนาดหินว่าเป็นไปตามที่ระบุไว้หรือไม่

#### (5) การป้องกันแผ่นกันน้ำซึม

ขณะที่ทำการปูหินกรวดต้องระมัดระวังไม่ทำให้แผ่นกันน้ำซึมเสียหาย ส่วนที่มีการปูแผ่นกันน้ำซึมนั้นรถยนต์จะไม่สามารถวิ่งผ่านได้ ดังนั้นจึงควรปูแผ่นกันน้ำซึมไปพร้อมๆกับการติดตั้งท่อรวบรวมระบายน้ำ การปูแผ่นกันน้ำซึมกับท่อรวบรวมระบายน้ำนั้นต้องเรียงลำดับจากปลายน้ำ, กลางน้ำ, ต้นน้ำ ตามลำดับ

เพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกันน้ำซึม นอกจากต้องลำเลียงหินกรวดด้วยแรงคน เช่น ใช้รถเข็น ฯลฯ แล้ว การวางพักหินควรจะหลีกเลี่ยงส่วนที่ปูแผ่นกันน้ำซึม อีกทั้งต้องไม่ติดตั้งท่อรวบรวมระบายน้ำ, หินกรวดไว้ที่ส่วนปลายของแผ่นกันน้ำซึม และต้องระมัดระวังแนวเชื่อมแผ่นกันน้ำซึม

### 5.2.8. อุปกรณ์ระบายก๊าซ

ประเด็นหลักข้อควรระวังโดยทั่วไปของอุปกรณ์ระบายก๊าซได้แก่ ป้องกันไม่ให้ส่วนเชื่อมต่อหลุด, รักษาอุปกรณ์ให้ไม่อุดตัน, ป้องกันความเสียหายต่อแผ่นกันน้ำซึม ทั้งนี้ การติดตั้งอุปกรณ์ระบายก๊าซแนวลาดเอียง โดยพื้นฐานแล้วจะใช้แรงคน จึงต้องคำนึงถึงความสะดวกในการก่อสร้างด้วย

### 5.2.9. บ่อรวบรวมน้ำ (ส่วนที่ท่อทะลุผ่านแผ่นกันน้ำซึมออกมา)

มีการทดสอบกริดป้องกันตั้งแต่บ่อฝังกลบขยะจนถึงบ่อรวบรวมน้ำ และการก่อสร้างต้องระวังเรื่องการทำให้บ่อรวบรวมระบายน้ำสามารถรวบรวมระบายน้ำขยะและให้อากาศไหลเวียนได้ โดยเฉพาะบ่อรวบรวมน้ำซึ่งไม่มีโครงสร้างกันน้ำซึม จึงต้องมีมาตรการรั่วซึมของน้ำขยะจากส่วนเชื่อมต่อ

### 5.2.10. รางรวบรวมระบายน้ำฝน

ข้อควรระวังของการก่อสร้างรางรวบรวมระบายน้ำฝนเป็นเช่นเดียวกันกับการก่อสร้างทางระบายน้ำทั่วไป ก่อสร้างตามแบบแปลนโดยระมัดระวังเกี่ยวกับการรักษาความลาดเอียงตามแบบแปลน, การป้องกันน้ำรั่วซึมจากส่วนเชื่อมต่อ

## 5.3. การเดินระบบและดูแลรักษา

สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยโดย “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” จำเป็นที่จะต้องรักษาสภาพแวดล้อมอากาศภายในชั้นฝังกลบเดินและรักษาระบบอย่างเหมาะสมเพื่อลดค่า BOD ของน้ำชะขยะ เพื่อให้เกิดความเสถียรเร็วยิ่งขึ้น ในการเดินและรักษาระบบนั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะและชั้นหินกรวดซึ่งมีหน้าที่ช่วยในการการไหลเวียนของอากาศ น้ำ และการบำบัด ณ ที่นี้จะอธิบายถึงแนวทางการปฏิบัติงานแต่ละอย่างและข้อควรระวังในการเดินและรักษาระบบ

### 5.3.1. การควบคุมการนำขยะเข้าสถานกำจัดขยะขั้นสุดท้าย

การนำขยะเข้าสถานฝังกลบขั้นสุดท้ายควรมีมาตรการปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ทำความเข้าใจลักษณะเฉพาะเกี่ยวกับขยะมูลฝอยที่จะนำเข้ามายังสถานกำจัดขยะขั้นสุดท้าย เช่น องค์ประกอบ, รูปทรง
- การขึ้นทางรถเก็บขนขยะภายในสถานกำจัดขยะขั้นสุดท้าย
- รับรู้ถึงปริมาณขยะที่นำเข้ามาจากตาชั่งรถบรรทุก

### 5.3.2. การฝังกลบ

กรณีขยะที่เก็บขนมาอยู่ในสภาพถูกมัดไว้ในถุง ให้ทำการแกะออกจากถุงก่อนดำเนินการฝังกลบ ในขั้นตอนนี้สามารถดำเนินการโดยใช้รถแบคโฮ ฯลฯ ได้

การฝังกลบให้ทำการดันขยะมูลฝอยจากส่วนที่อยู่ล่างสุดของบ่อฝังกลบขยะโดยรถดันดิน ฯลฯ และดำเนินการโดยรักษาพื้นที่การปฏิบัติงานเอาไว้ ขณะทำการฝังกลบถ้าต้องมีเครื่องจักรขับผ่าน เลี้ยว ต้องดำเนินการโดยระมัดระวังไม่ให้ท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะและแผ่นกันน้ำซึมได้รับความเสียหาย ตัวอย่างการป้องกันไม่ให้แผ่นกันน้ำซึมได้รับความเสียหาย เช่น มีบางสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยวางที่นอน, ตุ๊กตา ฯลฯ ซึ่งมีความยืดหยุ่นไว้ตามแผ่นกันน้ำซึมในแนวลาดเอียง

### 5.3.3. ดินสำหรับฝังกลบ

ดินสำหรับฝังกลบนั้น นอกจากจะเป็นมาตรการในการปกป้องสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น ป้องกันกลิ่นเหม็น, ป้องกันการพัดปลิวหรือการไหลออกของขยะมูลฝอย, ป้องกันการขยายพันธุ์ของแมลง, ป้องกันการเกิดไฟไหม้และการลุกลาม, ปรับปรุงภูมิทัศน์ ฯลฯ แล้ว ยังเป็นมาตรการในการจัดการสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น การเก็บขนขยะมูลฝอย, การเกลี่ยและบดอัด, ป้องกันการรั่วซึมของน้ำชะขยะ เป็นต้น ดินสำหรับฝังกลบสามารถแบ่งออกเป็น ดินฝังกลบรายวัน, ดินฝังกลบระยะกลาง และ ดินฝังกลบขั้นสุดท้ายตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งวัตถุประสงค์และจังหวะการใช้งานนั้น ได้มีการแสดงไว้ในตาราง 11

ตาราง 11 วัตถุประสงค์และจังหวะการใช้งานของดินสำหรับใช้ฝังกลบ

| ประเภทของดินฝังกลบ   | วัตถุประสงค์  | รายละเอียด  |
|----------------------|---|---|
| ดินฝังกลบรายวัน      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ป้องกันการปลิวของขยะ</li> <li>● ป้องกันกลิ่นเหม็นฟุ้งกระจาย</li> <li>● ป้องกันการเกิดแมลง</li> </ul>     | ทำเมื่อความหนาของชั้นฝังกลบถึงระดับหนึ่งหรือทำเมื่อการฝังกลบเสร็จสิ้นใน 1 วัน |
| ดินฝังกลบระยะกลาง    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● รักษาพื้นดินเส้นทางที่รถขนขยะวิ่ง</li> <li>● กำจัดน้ำฝนในส่วนที่ทำการฝังกลบ</li> </ul>                   | ดำเนินการตามความคืบหน้าของการฝังกลบ   |
| ดินฝังกลบขั้นสุดท้าย | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปรับปรุงทัศนียภาพ</li> <li>● การใช้ประโยชน์ที่ดินหลังปิดบ่อฝังกลบ</li> <li>● ลดปริมาณน้ำชะขยะ</li> </ul> | ดำเนินการเมื่อทำการฝังกลบเสร็จสมบูรณ์   |

ทั้งนี้การใช้ดินฝังกลบในปริมาณมากนั้นจะทำให้ปริมาณขยะที่จะฝังกลบได้ลดลงและอากาศไหลเวียนเข้าไปได้ไม่ดี จึงจำเป็นต้องกำหนดดินที่ใช้ฝังกลบ, ปริมาณดินฝังกลบ, วิธีการดำเนินการ ฯลฯ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

### 5.3.4. การใช้อุปกรณ์ตรวจสอบการทรุดตัว

ข้อมูลการวัดค่าการทรุดตัวนั้นถูกใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจสอบความเสถียรของพื้นดินฝังกลบและพื้นดินปกติ, เพื่อความเข้าใจช่วงเวลาที่สามารถทำการฝังกลบได้อย่างแม่นยำ, เพื่อการวางแผนใช้งานที่ดินหลังปิดบ่อฝังกลบและการออกแบบโดยสังเขป ดังนั้นจึงควรมีการจัดการวัดค่าเป็นระยะ ทั้งนี้ช่วงเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบการทรุดตัวให้พิจารณาจากสภาพการฝังกลบของบ่อฝังกลบขยะนั้นๆ

### 5.3.5. การเฝ้าติดตาม

การทำความเข้าใจสถานการณ์โดยการเฝ้าติดตามเป็นระยะไม่ให้ขยะมูลฝอย, น้ำชะขยะ, ก๊าซจากการฝังกลบ ฯลฯ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบเป็นสิ่งจำเป็น หัวข้อการเฝ้าติดตามให้กำหนดและดำเนินการตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องตามแต่ละประเทศ เช่น มาตรฐานการระบายน้ำ เป็นต้น ในตาราง 12 จะแสดงตัวอย่างหัวข้อการเฝ้าติดตาม

ตาราง 12 หัวข้อการเฝ้าติดตาม

| หัวข้อ          | หัวข้อตรวจวัดผล  | สถานที่ตรวจวัดผล   |
|-----------------|--|--------------------|
| น้ำชะขยะ        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● อุณหภูมิ</li> <li>● pH</li> <li>● BOD</li> <li>● CODcr</li> <li>● T-N</li> <li>● NH4+</li> <li>● คลอไรต์</li> </ul> | บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ  |
| น้ำใต้ดิน       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● pH</li> <li>● BOD</li> <li>● NH4+</li> <li>● คลอไรต์</li> </ul>   | บ่อรวบรวมน้ำใต้ดิน |
| ก๊าซที่เกิดขึ้น | <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีเทน</li> <li>● คาร์บอนไดออกไซด์</li> <li>● แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์</li> </ul>   | อุปกรณ์ระบายก๊าซ   |

### 5.3.6. การควบคุมระดับน้ำในบ่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ

การควบคุมระดับน้ำภายในบ่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะให้อากาศสามารถไหลเวียนเข้าไปจากทางออกของบ่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะได้อย่างสม่ำเสมอ การควบคุมระดับน้ำนั้น ให้ทำการตรวจสอบเป็นระยะว่าภายในบ่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะมีขยะหรือทราย ฯลฯ ไหลเข้ามาทับถมกันหรือไม่ แล้วทำความสะอาดตามสถานการณ์ เช่น การฉีดน้ำแรงดันสูง ทั้งนี้ กรณีที่คนงานเข้าไปภายในบ่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ เช่น เวลาทำความสะอาด ให้ทำการตรวจวัดค่าอากาศ (ออกซิเจน, ความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น) ภายในบ่อล่วงหน้าก่อนเพื่อความปลอดภัย

### 5.3.7. การป้องกันการอุดตันของท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะกับหินกรวด และกำจัดก๊าซจากการฝังกลบ

การดูแลรักษาท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะกับท่อระบายก๊าซนั้น จำเป็นต้องระมัดระวังหัวข้อดังต่อไปนี้

- บริเวณโดยรอบท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะกับท่อระบายก๊าซนั้นมีการจัดวางหินกรวดอยู่ ดังนั้นอย่าให้ขยะประเภทที่มีโอกาสก่อให้เกิดการอุดตันมาสัมผัสโดยตรง
- ให้ตรวจสอบท่อระบายก๊าซบริเวณที่มีการเชื่อมต่อกับท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะในลักษณะเป็นมุมฉากอย่างสม่ำเสมอ หากพบเศษตะกอน ทราย ขยะทับถมภายในให้กำจัดโดยน้ำแรงดันสูง เป็นต้น
- ต่อความยาวท่อระบายก๊าซตามความคืบหน้าของการฝังกลบ โดยอย่าให้ปลายท่อถูกฝัง และติดตั้งกล่องกระชุนที่บริเวณโดยรอบท่อตามส่วนขยายของท่อระบายก๊าซ



### 5.3.8. การจัดการระบายน้ำฝน

การจัดการระบายน้ำฝนในสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย มีการดูแลรักษาตามตาราง 13

ตาราง 13 แนวทางการดูแลจัดการการระบายน้ำฝนในสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย

| หัวข้อควบคุม         | แนวทางการจัดการ   |
|----------------------|---|
| ระบบระบายน้ำฝน       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ในระหว่างการฝังกลบให้น้ำฝนที่ตกลงมาไหลซึมไปภายในชั้นขยะ</li> <li>● หลังจากกลบดินฝังกลบขั้นสุดท้ายแล้วให้วางระบบระบายน้ำบนชั้นดินฝังกลบ</li> </ul>  |
| ระบบระบายน้ำฝนโดยรอบ | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ดูแลรักษาทางระบายน้ำอย่างสม่ำเสมอ และระมัดระวังไม่ให้ดินทราย ฯลฯ เข้าไปอุดตัน</li> <li>● กรณีที่สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายอยู่ที่แนวสันเขาลาดชัน มีโอกาสที่น้ำฝนอาจไหลเข้ามายังสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายจากพื้นที่ลาดเอียงด้านข้างได้ จึงควรขุดดินเป็นเส้นทางระบายน้ำ จะช่วยรักษาความปลอดภัยของบ่อฝังกลบ และยังประหยัดค่าใช้จ่าย</li> </ul> |

### 5.3.9. มาตรการรองรับกรณีฉุกเฉิน (ฝนตกหนัก)

กรณีที่เกิดฝนตกหนัก ฯลฯ หากระบายน้ำฝนออกไปภายนอกบ่อฝังกลบโดยไม่ต้องสัมผัสขยะจะสามารถลดปริมาณขยะได้ ซึ่งจะช่วยลดอันตรายจากการรั่วไหลของน้ำชะขยะและลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดได้อีกด้วย มาตรการรับมือฝนที่ตกหนัก ให้อ้างอิงจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีต เพื่อค้นหาช่วงที่จะมีความเสี่ยงและหามาตรการป้องกัน

มาตรการระบายน้ำฝนจากฝนตกหนักจะปรับตามสถานการณ์การฝังกลบ โดยมีมาตรการดังต่อไปนี้

- ติดตั้งแผ่นกั้นน้ำซึมบนดินที่ใช้ฝังกลบ
- ทำคั่นกันแบ่งพื้นที่เพื่อแยกน้ำชะขยะกับน้ำฝนออกจากกัน
- ติดตั้งปั้มน้ำที่คั่นกันแบ่งเขต และต่อท่อหรือสายยางระบายน้ำออกสู่รางระบายน้ำฝน
- เมื่อทำการระบายน้ำฝนเสร็จสิ้นแล้ว ให้ทำการรื้อถอนแผ่นกั้นน้ำซึมออกโดยเร็ว

อีกหนึ่งกรณีที่ชั้นฝังกลบอยู่สูงกว่าคั่นกันโดยรอบ (ร่องระบายน้ำฝน) โดยพื้นฐานจะทำการระบายน้ำฝนตามมาตรการข้างต้น ทั้งนี้บางกรณีไม่จำเป็นต้องใช้ปั้มน้ำสำหรับระบายน้ำ สามารถระบายน้ำฝนโดยให้ไหลลงมาเองตามธรรมชาติ

## 5.4. การเสร็จสิ้นการฝังกลบ, การปิดบ่อฝังกลบ, การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบ

### 5.4.1. การเฝ้าติดตามสิ่งแวดล้อมและมาตรการด้านความปลอดภัย

พื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยนั้น เนื่องจากขยะมูลฝอยที่ทำการฝังกลบมีความหลากหลาย จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางคุณสมบัติตามกาลเวลาด้วย หลังจากปิดบ่อฝังกลบแล้วจะมีหัวข้อหลักในการเฝ้าติดตามสถานการณ์การจัดการ เช่น น้ำชะขยะ, ก๊าซจากการฝังกลบ, การทรุดตัวของพื้นดิน, น้ำใต้ดินบริเวณโดยรอบ, การย่อยสลายของขยะมูลฝอยและการเสถียร เป็นต้น จากการเฝ้าติดตามอย่างต่อเนื่องนั้นสามารถช่วยปรับปรุงและพัฒนาระบบโดยรวมของสถานที่กำจัดขยะให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ต้องดำเนินการเฝ้าติดตามไปจนกว่าจะสามารถตรวจสอบได้ว่าจะไม่เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่อละแวกใกล้เคียง

## (1) น้ำชะขยะ

การเฝ้าติดตามน้ำชะขยะนั้น แม้ว่าจะปิดบ่อฝังกลบแล้วก็ตามยังจำเป็นที่จะต้องทำอย่างต่อเนื่องไปจนกว่าจะสามารถตรวจสอบได้ว่าคุณภาพน้ำของน้ำชะขยะจะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของบริเวณโดยรอบสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย โดยหัวข้อในการเฝ้าติดตามจะมีปริมาณน้ำชะขยะและลักษณะเฉพาะ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้จะถูกนำมาใช้อ้างอิงในการวางแผนลดปริมาณมาตรการลงตามความจำเป็นในการเฝ้าติดตาม เป็นต้น

## (2) ก๊าซจากการฝังกลบ

เกี่ยวกับก๊าซจากการฝังกลบนั้นจะมีมาตรการจัดการเช่นเดียวกับ (1) หลังจากปิดบ่อฝังกลบแล้วก็ตามยังต้องมีการวัดค่าและควบคุมปริมาณการปล่อยและลักษณะเฉพาะของก๊าซอย่างต่อเนื่อง เพื่อไม่ให้เกิดอุปสรรคต่อการใช้งานที่ดินหลังปิดบ่อฝังกลบ ต้องมีการวางแผนมาตรการและการควบคุมระบบจัดการก๊าซจากการฝังกลบตามรูปแบบการใช้งานที่ดิน

## (3) การควบคุมการทรุดตัวของพื้นดินฝังกลบ

พื้นที่ฝังกลบนั้นจะเกิดการทรุดตัวจากการย่อยสลายและการบีบอัดของขยะมูลฝอย เพื่อไม่ให้เกิดอุปสรรคในการใช้งานที่ดินหลังปิดบ่อฝังกลบ ให้ทำการควบคุมและวัดค่าปริมาณการทรุดตัวของพื้นดิน และจำเป็นต้องวางแผนมาตรการเพื่อความปลอดภัย

## (4) การจัดการน้ำใต้ดินบริเวณโดยรอบ

ถึงแม้หลังจากปิดบ่อฝังกลบขยะแล้วก็ตามยังต้องควบคุมคุณภาพน้ำของน้ำใต้ดินบริเวณโดยรอบต่อไป และตรวจสอบว่ามีสารรั่วซึมของน้ำชะขยะจากสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายหรือไม่ กรณีที่มีการรั่วซึมสู่ภายนอก ให้ทำการติดตามอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกรณีที่มีอันตรายต่อสภาพแวดล้อมในการดำเนินชีวิตและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ให้ทำการตรวจสอบหาสาเหตุแล้วซ่อมแซมระบบกั้นน้ำซึม เป็นต้น

## (5) การควบคุมการย่อยสลายและการเสถียร ฯลฯ ของขยะมูลฝอยที่ทำการฝังกลบ (ควบคุมอุณหภูมิภายในบ่อฝังกลบขยะ)

สถานการณ์ของชั้นฝังกลบเป็นหัวข้อสำคัญในการตรวจสอบสถานะการย่อยสลายของขยะมูลฝอยและสถานะความเสถียรของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย หัวข้อการวัดค่าเพื่อควบคุมชั้นฝังกลบมีดังนี้

- องค์ประกอบของขยะ
- การตรวจวัดปริมาณการสูญเสียหลังเผา (ignition loss)
- ความชื้น
- คุณภาพน้ำของน้ำที่ขังอยู่ภายในชั้นขยะฝังกลบ
- ทดสอบการละลายตัวของสสารของขยะ (dissolution test) ที่ทำการฝังกลบ
- ลักษณะเฉพาะของก๊าซที่อยู่ภายในชั้นขยะฝังกลบ
- อุณหภูมิภายในชั้นขยะฝังกลบ
- อื่นๆ (เช่น การวิเคราะห์ธาตุ, การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย เพื่อทำความเข้าใจสถานะการย่อยสลายของขยะมูลฝอยในภาพรวม)

#### 5.4.2. การใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบ

ตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ “3.4.4.สามารถใช้งานพื้นที่หลังปิดบ่อฝังกลบได้เร็วขึ้น” ในประเทศไทยนั้นได้มีการนำพื้นที่ของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายซึ่งมีการปิดบ่อแล้วมาใช้งานเป็นสวนออกกำลังกาย, โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น

## 6. ตัวอย่างการเผยแพร่ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” ในต่างประเทศ

### 6.1. สถานการณ์ความร่วมมือระหว่างประเทศ

“เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” เป็นเทคโนโลยีที่ตั้งใจเผยแพร่ไปยังต่างประเทศ โดยทั้งตัวเทคโนโลยีเอง หรือทั้งในรูปแบบความร่วมมือระหว่างประเทศโดยผ่านการส่งผู้เชี่ยวชาญไปดูแล, ให้คำแนะนำด้านเทคโนโลยีโดยการฝึกอบรมหรือ การศึกษาดูงาน, การจัดงานสัมมนา เป็นต้น ในด้านความร่วมมือระหว่างประเทศนั้นไม่เพียงแต่ทางจังหวัดฟูกูโอกะเท่านั้น ยังมีความร่วมมือจากหลายองค์กร อาทิ เทศบาลเมืองฟูกูโอกะ, ศูนย์สุขภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น, องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA) เป็นต้น

ตัวอย่างความร่วมมือระหว่างประเทศจากจังหวัดฟูกูโอกะในการสนับสนุน “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” ที่บ่อฝังกลบขยะ Xuan Son เมืองฮานอย ประเทศเวียดนามและบ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ซึ่งก่อสร้างเสร็จในปี.ศ. 2015 เนื้อหาด้านล่างนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและรายละเอียดของบ่อฝังกลบขยะโดยสังเขป

### 6.2. เมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม

#### 6.2.1. ความเป็นมาในการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาใช้

ความเป็นมาในการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาประยุกต์ใช้ที่สถานที่กำจัดขยะ Xuan Son เมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม มีดังต่อไปนี้

เมืองฮานอยนั้น จากการพัฒนาทางเศรษฐกิจก่อให้เกิดปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอยอย่างรุนแรง และการจัดการขยะมูลฝอยอย่างเหมาะสมในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นปัญหาซึ่งต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก จำเป็นต้องมีการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายให้ถูกหลักสุขาภิบาล และจากการที่จังหวัดฟูกูโอกะกับเมืองฮานอยมีการทำสนธิสัญญาว่าด้วยความร่วมมือด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นในปี.ศ. 2010 จึงนำมาสู่การพิจารณาการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาใช้ที่เมืองฮานอย ในฐานะโครงการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมโดยเร่งด่วน จากความเป็นมานี้ สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายเมืองฮานอย จึงได้รับการปรับปรุงโดย “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” ภายใต้คำแนะนำของศาสตราจารย์กิตติคุณ มาซาฮากะ ฮานาซิมะ มหาวิทยาลัยฟูกูโอกะ ผู้เสนอแนวความคิด ดำเนินการในโครงการความร่วมมือระดับรากหญ้าของ JICA ไปพร้อมกับมีการสนับสนุนโดยการเชิญเจ้าหน้าที่ของเมืองฮานอยมาฝึกอบรมที่จังหวัดฟูกูโอกะ และส่งผู้เชี่ยวชาญไปให้คำแนะนำที่หน้างาน เป็นต้น

ตาราง 14 ความเป็นมา บ่อฝังกลบขยะ Xuan Son

| ปี        | เหตุการณ์   |
|-----------|---|
| 2008      | กุมภาพันธ์ : มีการทำข้อตกลงเมืองพี่เมืองน้องกับเมืองฮานอย   |
| 2009      | ธันวาคม : มีการส่งคณะสำรวจด้านสิ่งแวดล้อมและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของเมืองฮานอย  |
| 2010      | ตุลาคม : ทำสนธิสัญญาความร่วมมือด้านสิ่งแวดล้อมกับเมืองฮานอย<br>*มีการระบุว่า "การพิจารณานำเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะมาใช้ในสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายของเมืองฮานอยเป็นเรื่องเร่งด่วน"  |
| 2012      | กุมภาพันธ์ : ผู้เชี่ยวชาญร่วมสำรวจพื้นที่ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะมาประยุกต์ใช้<br>กรกฎาคม : เมืองฮานอยตัดสินใจนำเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะมาใช้งาน  |
| 2013      | สิงหาคม : มีการลงนาม "บันทึกความเข้าใจว่าด้วยการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะโดยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ" กับเมืองฮานอย<br>ธันวาคม : เริ่มโครงการความร่วมมือระดับรากหญ้าของ JICA "โครงการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถของสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ณ เมืองฮานอย" (ถึงธันวาคม 2016) |
| 2014      | มิถุนายน : เริ่มก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะ Xuan Son   |
| 2015      | มิถุนายน : พิธีเปิด   |
| 2016      | ตุลาคม : จัดงานสัมมนาเกี่ยวกับสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยโดยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ (ณ เมืองฮานอย)  |
| 2018      | พฤศจิกายน : ปิดบ่อฝังกลบขยะ Xuan Son เนื่องจากปริมาณความจุเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้   |
| -ปัจจุบัน | อยู่ระหว่างเฝ้าติดตามทอระบายก๊าซตรวจสอบสภาพความเสถียรของบ่อฝังกลบขยะ  |

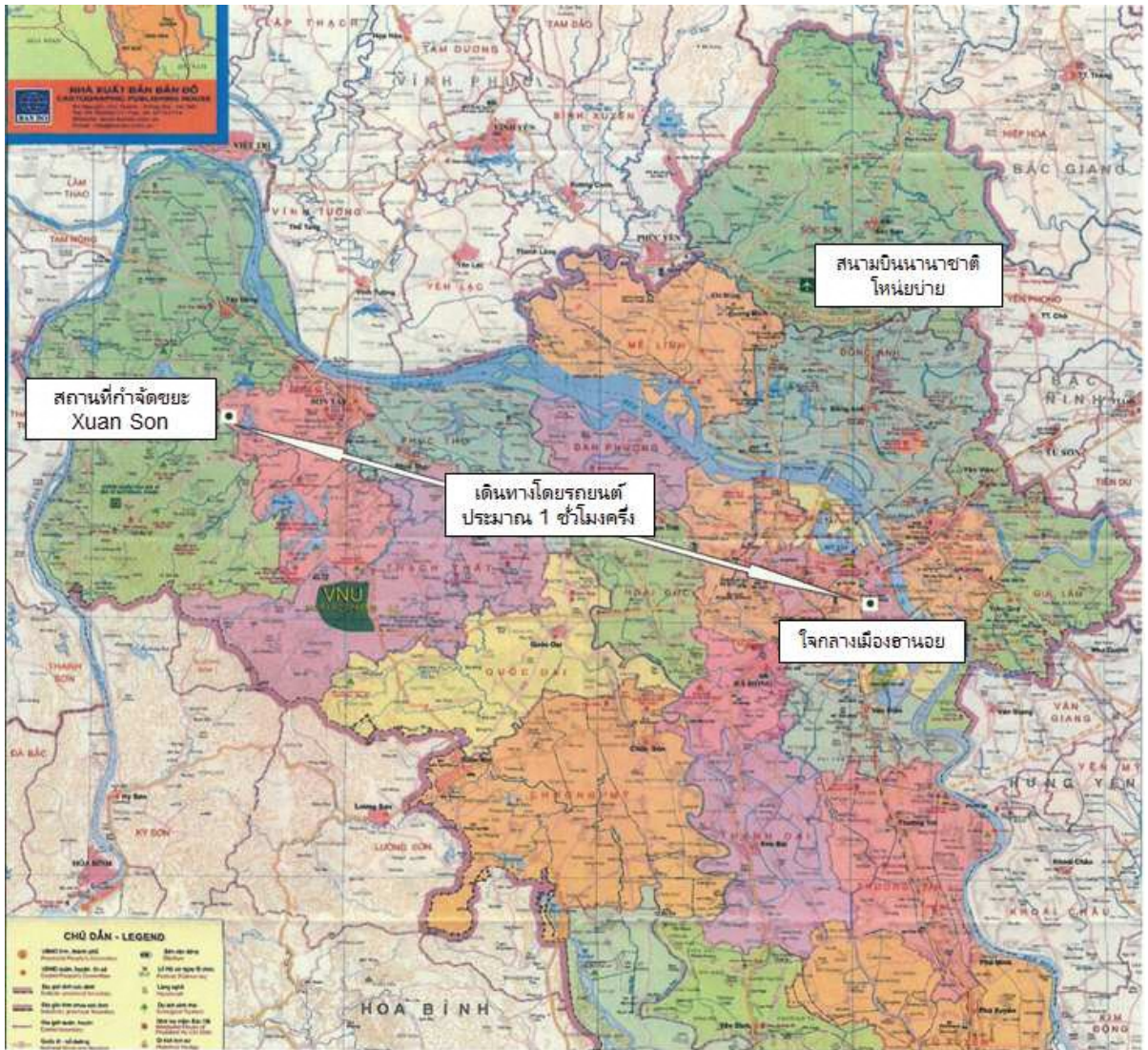
### 6.2.2. รายละเอียดสถานที่กำจัดขยะ

รายละเอียดโดยสังเขปของสถานที่กำจัดขยะ Xuan Son มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

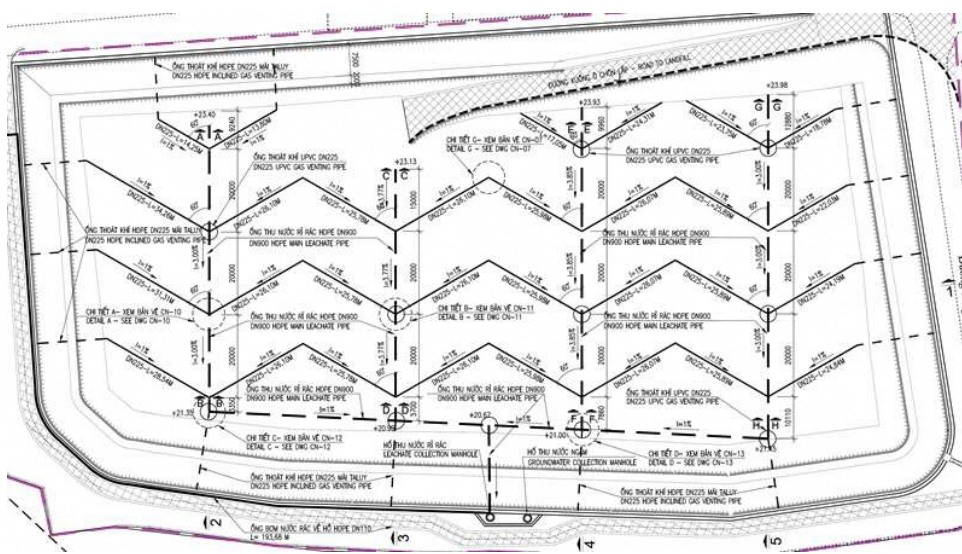
ตาราง 15 รายละเอียดบ่อฝังกลบ Xuan Son โดยสังเขป

|                       |  |
|-----------------------|--|
| ที่ตั้งบ่อฝังกลบขยะ   | เขตเซินเตย(Son tay) เมืองฮานอย<br>บ่อฝังกลบ Xuan Son   |
| ขนาดบ่อฝังกลบขยะ      | พื้นที่ 3 เฮกตาร์ (ปริมาณการกำจัดขยะ 300 ตันต่อวัน)<br>ปริมาณการฝังกลบประมาณ 2.4 แสนลูกบาศก์เมตร   |
| สถานะการดำเนินโครงการ | มิถุนายน ค.ศ. 2015 ก่อสร้างเสร็จ<br>มีการแนะนำการใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการเดิน-บำรุงรักษาและการเฝ้าติดตาม<br>พฤศจิกายน ค.ศ. 2018 เสร็จสิ้นการฝังกลบ |
| ค่าก่อสร้าง           | 5.42 หมื่นล้านดอง (งบเมืองฮานอย)   |

บ่อฝังกลบขยะ Xuan Son มีระยะทางจากฮานอยไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้เวลาเดินทางโดยรถยนต์ประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง (ราวๆ 60 กิโลเมตร) สถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะมีพื้นที่ 24,000 ตารางเมตร มีความจุ 240,000 ลูกบาศก์เมตร ประเภทขยะเป้าหมายในการฝังกลบคือขยะเผาได้ จากคำบอกเล่าของผู้รับผิดชอบหน่วยงาน ตั้งแต่มีการนำ "เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ" มาใช้ สามารถแก้ไขปัญหากลิ่นเหม็นฟุ้งกระจาย, แมลง, นก ฯลฯ ได้อย่างเห็นผล



ภาพ 15 ภาพที่ตั้งสถานที่กำจัดขยะ (เอกสารจังหวัดฟุกุโอกะ)



ภาพ 16 ภาพแบบแปลนบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยฝังดิน (เอกสารจังหวัดฟุกุโอกะ)



สร้างเสร็จ (มิ.ย. 2015)



หลังเสร็จสิ้นการฝังกลบ (ณ ส.ค. 2019)

มิถุนายน ค.ศ. 2015 ก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะ Xuan Son แล้วเสร็จ หลังจากการก่อสร้างเสร็จสิ้น การดำเนินงานฝังกลบเป็นไปอย่างราบรื่น และเมื่อเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2018 ปริมาณความจุการฝังกลบเป็นไปตามเป้าหมายจึงได้มีการปิดบ่อฝังกลบขยะ หลังจากปิดบ่อฝังกลบปัจจุบันอยู่ระหว่างเฝ้าติดตามท่าอระบายก๊าซตรวจสอบสภาพความเสถียร

### 6.3. เทศบาลเมืองสีคิ้ว ประเทศไทย

#### 6.3.1. ความเป็นมาในการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาใช้

ความเป็นมาในการนำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาใช้ที่อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย มีดังต่อไปนี้

จังหวัดฟูกูโอกะนั้นได้มีการจัด “โครงการฝึกอบรมบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ” ขึ้นโดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นเจ้าหน้าที่รัฐจากภูมิภาคเอเชียมาตั้งแต่ปี.ศ. 2006 โดยได้มีการเชิญผู้เกี่ยวข้องจากรัฐบาลไทยมาแล้วจำนวนหลายท่าน เจ้าหน้าที่จากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งได้เข้าร่วมการฝึกอบรม หลังจากที่ถูกส่งมาประเทศไทย ได้มีการเสนอให้นำ “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” มาใช้ และมีการตัดสินใจนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย โดยมีการขอรับการสนับสนุนมายังจังหวัดฟูกูโอกะ เมื่อมีการตอบรับ ทางจังหวัดฟูกูโอกะได้มีการดำเนินการโดยใช้โครงการความร่วมมือระดับรากหญ้าของ JICA ไปพร้อมกับการให้การสนับสนุนโดยการเชิญเจ้าหน้าที่มาฝึกอบรมที่จังหวัดฟูกูโอกะและการส่งผู้เชี่ยวชาญมาให้คำแนะนำที่หน้างาน

ตาราง 16 ความเป็นมาบ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้ว

| ปี        | เหตุการณ์  |
|-----------|--|
| 2009      | ผู้เข้าร่วมโครงการฝึกอบรมบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศจากกรมควบคุมมลพิษ (PCD) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มาดูงานที่สถานที่กำจัดขยะโดยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ หลังจากนั้นทางรัฐบาลไทยได้มีการร้องขอการสนับสนุนอย่างเป็นทางการ |
| 2012      | เมษายน : เริ่มโครงการความร่วมมือระดับรากหญ้าของ JICA<br>“การสนับสนุนแผนงานสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยในประเทศไทย” (ระยะที่ 1) (ถึงมีนาคม 2015)  |
| 2014      | กันยายน : เริ่มก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้ว   |
| 2015      | กันยายน : การก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้วแล้วเสร็จ  |
| 2016      | มีนาคม : กำหนดใช้แผนการเดินระบบ, บำรุงรักษาบ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้ว<br>สิงหาคม : มีการลงนามบันทึกความร่วมมือด้านสิ่งแวดล้อมกับกรมควบคุมมลพิษ<br>กันยายน : เริ่มเดินระบบบ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้ว  |
| 2017      | เมษายน : เริ่มโครงการความร่วมมือระดับรากหญ้าของ JICA<br>“การสนับสนุนการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอยอย่างเหมาะสมในประเทศไทย” (ระยะที่ 2) (ถึงมีนาคม 2020)   |
| 2018      | สิงหาคม : จัดงานสัมมนาการเผยแพร่เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ (จัดโดยกรมควบคุมมลพิษ) (ณ กรุงเทพมหานคร)   |
| 2019      | พฤษภาคม : จัดงานสัมมนา(ร่วมจังหวัดฟูกูโอกะ-กรมควบคุมมลพิษ)<br>การเผยแพร่เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะซึ่งนำแนวทางการปฏิบัติมาใช้ (ณ กรุงเทพมหานคร)   |
| -ปัจจุบัน | อยู่ระหว่างดำเนินการฝังกลบอย่างถูกต้องเหมาะสม  |



### 6.3.2. รายละเอียดบ่อฝึงคลบขยะโดยสังเขป

รายละเอียดโดยสังเขปของสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้ายโดยเทคโนโลยีการฝึงคลบแบบฟูกูโอกะที่เทศบาลเมืองสีคิ้ว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

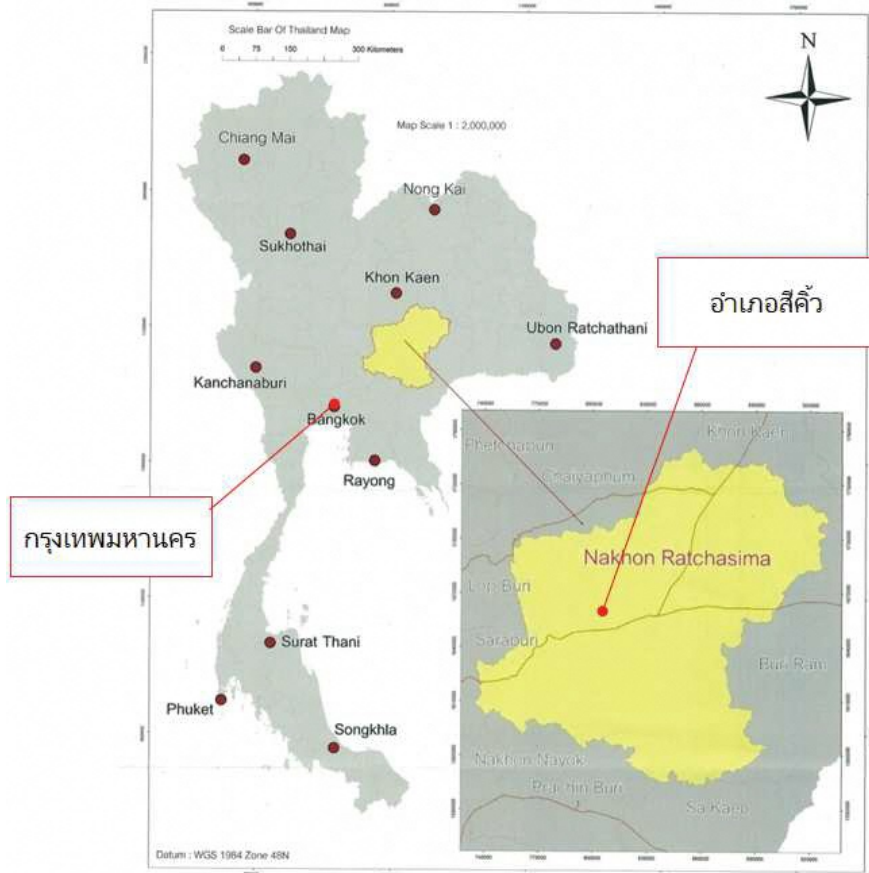
ตาราง 17 รายละเอียด บ่อฝึงคลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้วโดยสังเขป

|                        |  |
|------------------------|--|
| ที่ตั้งบ่อฝึงคลบขยะ    | อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา<br>*อยู่ติดกับที่ฝึงคลบแบบไร้อากาศซึ่งมีอยู่เดิม                                 |
| ขนาดบ่อฝึงคลบขยะ       | พื้นที่ก่อสร้าง : 18,712 ตารางเมตร<br>พื้นที่ฝึงคลบ : 2.496 ตารางเมตร<br>ปริมาณการฝึงคลบ : 6,966 ลูกบาศก์เมตร  |
| สถานะการดำเนินโครงการ  | ก่อสร้างเสร็จ : กันยายน ค.ศ. 2015<br>เริ่มเดินระบบ : กันยายน ค.ศ. 2016<br>ระยะเวลาการฝึงคลบ : 10 ปี (คาดการณ์) |
| ค่าก่อสร้าง            | ราวๆ 9.2 ล้านบาท (งบเทศบาลเมืองสีคิ้ว)   |
| รูปแบบการฝึงคลบ        | กำหนดแบ่งพื้นที่เป็นช่อง   |
| ประเภทขยะที่นำมาฝึงคลบ | ขยะครัวเรือน (ไม่มีการเผา, มีการคัดแยก)  |
| การบำบัดน้ำ            | เดิมอากาศ  |

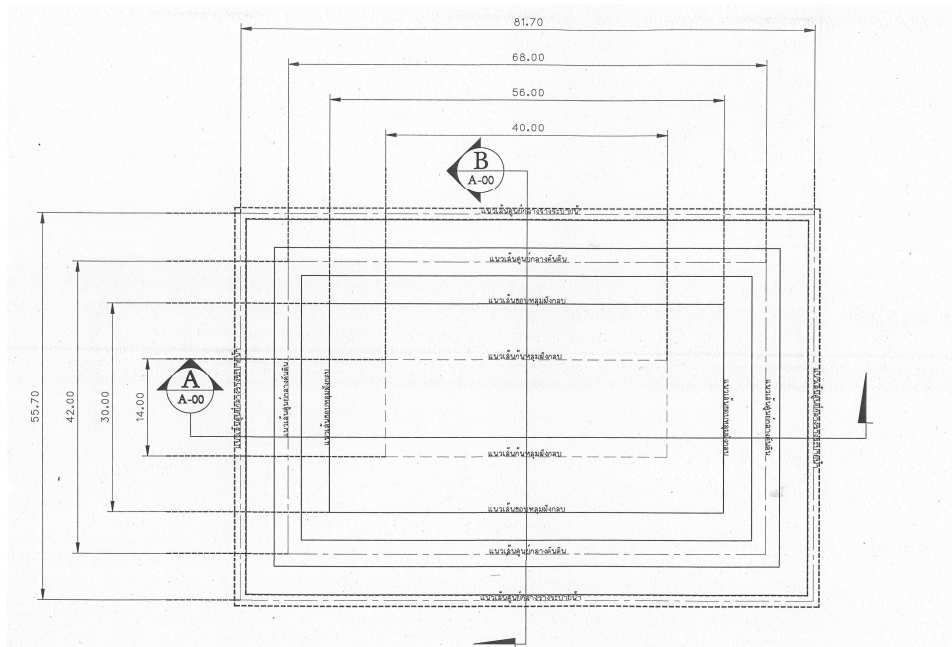
อำเภอสีคิ้วมีระยะทางจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือราวๆ 350 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางโดยรถยนต์ ประมาณ 4 ชั่วโมงครึ่ง

บ่อฝึงคลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้วเป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยสำหรับการทดสอบซึ่งเป็นบ่อฝึงคลบขนาดเล็ก ภายในบ่อแบ่งเป็น 9 ชั้น แต่ละชั้นสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ที่อำเภอสีคิ้วมี 19 ชุมชน 6 โรงเรียน (ประมาณ 2 หมื่นคน) แต่กลุ่มเป้าหมายการเก็บขนขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดขยะมีเพียง 3 ชุมชน 6 โรงเรียน (ประมาณ 1.1 หมื่นคน, ปัจจุบันมีปริมาณการเก็บขนขยะ 1 ตันต่อวัน)

จากคำบอกเล่าของผู้รับผิดชอบหน้างาน ตั้งแต่มีการนำ "เทคโนโลยีการฝึงคลบแบบฟูกูโอกะ" มาใช้ สามารถแก้ไขปัญหากลิ่นเหม็นฟุ้งกระจาย, แผลง, นก ฯลฯ ได้อย่างเห็นผล และเทศบาลเมืองสีคิ้วในฐานะตัวอย่างความสำเร็จของเทคโนโลยีการฝึงคลบแบบฟูกูโอกะ ยังมีการรับหน้าที่เป็นศูนย์การเรียนรู้ให้แก่หน่วยงานท้องถิ่นอื่นๆอีกด้วย



ภาพ 17 ที่ตั้งสถานที่กำจัดขยะ (เอกสารจังหวัดพุกโกะ)



ภาพ 18 บ่อฝังกลบขยะเทศบาลเมืองสีคิ้ว ภาพมุมมองด้านบน (เอกสารจังหวัดพุกโกะ)



หลังจากการก่อสร้างเสร็จสิ้นเมื่อเดือนกันยายน ค.ศ. 2015 มีการเดินระบบและดูแลรักษาอย่างเหมาะสม การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น (เดือนตุลาคม ค.ศ. 2019 ล่าสุด) รัฐบาลไทยได้ให้การประเมิน “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” และมีความพึงพอใจในระดับสูง พร้อมกับมีความต้องการที่จะเผยแพร่สถานที่กำจัดขยะโดย “เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอกะ” ภายในประเทศต่อไปในอนาคต

## 7. บรรณานุกรม

ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม บริษัทไดเน็กซ์ สถานการณ์การทิ้งขยะมูลฝอยและองค์ประกอบขยะมูลฝอยจากครัวเรือนเมืองฮอยอัน ประเทศเวียดนาม

กระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม (2017) ปีงบประมาณ 2016 “โครงการส่งเสริมการพัฒนาระบบสาธารณูปโภคคุณภาพสูงในต่างประเทศ” (เวียดนาม : โครงการ FS การก่อสร้างระบบรีไซเคิลน้ำมันในประเทศกำลังพัฒนา)

หลักแนวทางการวางแผน การออกแบบและการจัดการเพื่อการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะขั้นสุดท้าย ฉบับปรับปรุง 2010 จากการประชุมว่าด้วยการทำความสะอาดเทศบาลทั่วประเทศ (2010)

อายาโกะ ทาจิฟูจิ, โอซามุ ฮิราตะ (2009) โครงสร้างการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ (เทคโนโลยีการฝังกลบแบบฟูกูโอะกะ) สู่อ่างประเทศ - ความเป็นไปได้ระดับสากล -

เว็บไซต์ขององค์กรไม่แสวงหาผลกำไร สมาคมวิจัยระบบเทคโนโลยีสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยขั้นสุดท้าย HP โครงสร้างการกักเก็บ

การวิจัยเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างระบบฝังกลบขยะมูลฝอย มาซาทากะ ฮานาซิมะ, โคเรโยชิ ยามาซากิ, เคนจิ มัทสึฟูจิ (1981)

Bureau of Technical Infrastructure (2016) GENERAL OVERVIEW ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM (การจัดการขยะมูลฝอยในภาพรวมทั่วไปในประเทศเวียดนาม)

รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2561 โดยกรมควบคุมมลพิษ

World Bank Group (2018) WHAT A WASTE 2.0



มาสคอตจังหวัดฟูกูโอกะ เอโคทง

< ผู้ตรวจทาน >

ศาสตราจารย์กิตติคุณ มาซาทากะ ฮานาซิมะ มหาวิทยาลัยฟูกูโอกะ

< ติดต่อ >

กองนโยบายสิ่งแวดล้อม สำนักสิ่งแวดล้อม จังหวัดฟูกูโอกะ

7-7 Higashikoen, Hakata-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka Prefecture

[kansei@pref.fukuoka.lg.jp](mailto:kansei@pref.fukuoka.lg.jp)

+81-92-643-3354

< ผู้รับจ้างทำการสำรวจ > NTT Data Institute of Management Consulting, Inc.

เผยแพร่ : มีนาคม พ.ศ. 2563