

# แนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill)



กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ  
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## ที่ปรึกษา

|                |            |                                             |
|----------------|------------|---------------------------------------------|
| นายประลอง      | ดำรงคไทย   | อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ                        |
| นายสมชาย       | ทรงประกอบ  | รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ                     |
| นายเกลิงศักดิ์ | เพชรสุวรรณ | รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ                     |
| นางสาวปริญญพร  | สุวรรณเกษ  | รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ                     |
| นางสาวพรพิมล   | เจริญส่ง   | ผู้อำนวยการกองจัดการกากของเสียและสารอันตราย |

## ผู้เรียบเรียง

|           |            |                               |
|-----------|------------|-------------------------------|
| นายทวีชัย | เจียรนัยจร | ผู้อำนวยการส่วนขยะมูลฝอยชุมชน |
|-----------|------------|-------------------------------|

## คณะทำงาน

|                |              |                                    |
|----------------|--------------|------------------------------------|
| นายไชยา        | บุญชิต       | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ |
| นางสาวอนุดา    | ทวัฒน์สิน    | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ      |
| นายวิจารณ์     | อินทรกำแหง   | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ      |
| นายสุพจิต      | สุกกันตะ     | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ      |
| นางสาวภัทรร    | ศรีชำนาญ     | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ      |
| นางงามแก้ว     | มารคทรัพย์   | นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ      |
| นางสาวพรพรรณ   | เพ็ญอักษร    | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม              |
| นายสุทธิพรหม   | ร่มมณี       | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม              |
| นายศุภกรีย์    | สุจิตตร      | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม              |
| นายศุภเดช      | นิยมทอง      | ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม          |
| นางสาวอัญชัชชา | ไชยศิริินทร์ | ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม          |
| นายบุรินทร์    | สมใจเพ็ง     | ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม          |

สำหรับข้อแนะนำหรือรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถแนะนำได้ที่

**ส่วนขยะมูลฝอยชุมชน**

**กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย**

**กรมควบคุมมลพิษ**

92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทร. 0 2298 2480 – 3

โทรสาร 0 2298 5398

e-mail : pcd.msw@gmail.com

# คำนำ

ประเทศไทยได้เข้าร่วมการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศครั้งที่ 21 (COP21) ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ในเดือนธันวาคม 2558 และร่วมลงนามความตกลงปารีส (Paris Agreement) ในพิธีลงนามระดับสูงความตกลงปารีส (High-level signature ceremony for the Paris Agreement) ณ สำนักงานใหญ่สหประชาชาติ นครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 22 เมษายน 2559 โดยให้คำมั่นว่าจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20-25 ภายในปี พ.ศ. 2573 ตามเป้าหมาย ซึ่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการจัดตั้งกลไกและกำหนดแผนดำเนินการเพื่อให้ประเทศบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่ได้กำหนดไว้ โดยที่สาขาการจัดการของเสีย ได้มีแผนการดำเนินการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนของการฝังกลบขยะ ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้น การดำเนินงานจัดการขยะโดยใช้การฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (Semi-Aerobic Landfill) หรือวิธีฟูกูโอกะ (Fukuoka Method) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการฝังกลบของประเทศญี่ปุ่น และได้รับการรับรองจากอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) ว่าเป็นกลไกการพัฒนาที่สะอาด จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการศึกษา สำรวจ วางแผน ออกแบบ และเดินระบบฝังกลบขยะเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ นอกจากนี้ กรมควบคุมมลพิษ ยังได้รับการสนับสนุนด้านวิชาการจากผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่นในการร่วมพัฒนาคู่มือแนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (Semi-Aerobic Landfill) ดังกล่าว ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้ศึกษาความเหมาะสม และออกแบบระบบฝังกลบขยะ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและภาคเอกชนต่าง ๆ นักวิจัย นักวิชาการ และประชาชนผู้สนใจ สามารถที่จะใช้ประโยชน์ในการออกแบบ ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงรูปแบบของบ่อฝังกลบขยะเดิม หรือสถานที่กำจัดขยะที่ดำเนินการอย่างไม่ถูกต้องให้เป็นการจัดการขยะอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลและไม่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถบรรลุสู่เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศตามที่ได้ให้สัตยาบันเข้าร่วมเป็นภาคีความตกลงปารีสต่อไป



## กิตติกรรมประกาศ

คู่มือแนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill) นี้ กรมควบคุมมลพิษ โดย กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย ขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่ หน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่นและประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุน เพื่อให้คู่มือฉบับนี้ สามารถใช้เผยแพร่ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. **Mr. Hideo Azuma, P.E., JP** วิศวกรอาวุโสและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน Solid Waste Management and Environmental Protection ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือกรมควบคุมมลพิษผ่านโครงการ Capacity Development in Effective Waste Management Implementation ในระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2562
2. **Emeritus Professor Dr. Yasushi Matsufuji** ผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยหลักด้าน Semi-aerobic Landfill จาก Fukuoka University และ UN-HABITAT Fukuoka, Adviser-Consultant
3. **Mr. Tomoaki Hachimura** วิศวกรอาวุโสและผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น สาขาตะวันตก
4. **Dr. Shuichi Nagaoka** วิศวกรอาวุโสและผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น สาขาตะวันตก
5. **Mr. Tetsuya Miyahara** วิศวกรอาวุโสและผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น สาขาตะวันตก
6. **รัฐบาลจังหวัดฟูกูโอกะ (Fukuoka Prefectural Government)**
7. **องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น สาขาคิวชู (JICA Kyushu)**
8. **ศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น สาขาตะวันตก (Japan Environmental Sanitation Center (JESC), West Branch)**

รวมทั้งสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศในประเทศญี่ปุ่น รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญ และเจ้าหน้าที่ท่านอื่น ๆ ที่มิได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษในการศึกษา ดูงาน สอบถาม และให้ความรู้ ในเรื่องของ Know-how techniques ต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับประเทศไทย ในการออกแบบและดำเนินการฝังกลบขยะแบบถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลและลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เพื่อให้ประเทศไทยสามารถดำเนินงานร่วมกันไปสู่เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศได้ต่อไป



## สารบัญ

|                                                                                                                                                  | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ                                                                                 | ก-ข  |
| แนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ                                                                     | 1    |
| 1. การวางแผน                                                                                                                                     | 1    |
| 2. การออกแบบและการก่อสร้าง                                                                                                                       | 5    |
| 3. การดำเนินงานฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ                                                                                                          | 40   |
| 4. การติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม                                                                                                                   | 56   |
| บรรณานุกรม                                                                                                                                       | 58   |
| ภาคผนวก                                                                                                                                          |      |
| ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่<br>การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล | 61   |



# บทนำ

## ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการกำจัดขยะโดย วิธีฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill)

การฝังกลบขยะโดยวิธีฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill) เป็นรูปแบบการฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) รูปแบบหนึ่ง ที่ได้มีการวิจัยและพัฒนามายาวนานโดยมหาวิทยาลัยแห่งจังหวัดฟูกูโอกะ (Fukuoka University) และเมืองฟูกูโอกะ (Fukuoka City) ในช่วงปี ค.ศ. 1970-1980 โดยได้มีการทดสอบและยืนยันผล ณ สถานที่ฝังกลบขยะชิน-คะมะตะ (Shin-Kamata Landfill) ซึ่งพบว่าได้ผลลัพธ์ที่ดีในการเกิดสภาวะการย่อยสลายแบบใช้อากาศร่วมด้วย ภายหลังรูปแบบนี้ได้รับการรับรองจากกระทรวงสุขภาพและสวัสดิการของญี่ปุ่น (Ministry of Health and Welfare) ให้เป็นเทคโนโลยีมาตรฐานระดับประเทศในด้านการกำจัดขยะ (National Standard Technology for Solid Waste Disposal) และเป็นวิธีการฝังกลบที่ใช้กันในประเทศญี่ปุ่นและอีกหลายประเทศในโลก เช่น จีน อิหร่าน มาเลเซีย เกาหลีใต้ ฯลฯ รูปแบบการกำจัดขยะนี้เป็นการย่อยสลายขยะที่ถูกฝังกลบในบ่อที่ได้รับการติดตั้งท่อระบายก๊าซเพื่อให้เกิดสภาพใช้อากาศ (Aerobic Process) มากเท่าที่จะมากได้ โดยจะแตกต่างจากระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยทั่วไป ซึ่งจะเป็นลักษณะการฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Process) ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ก๊าซไข่เน่า และสารอินทรีย์ระเหยง่าย การย่อยสลายในบ่อฝังกลบขยะ สำหรับระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยทั่วไปที่เป็นรูปแบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศจะเกิดในอัตราที่ช้าเนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศจะค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้เกิดการยุบตัวของบ่อฝังกลบขยะเป็นไปค่อนข้างล่าช้า และยังส่งผลต่อคุณภาพของน้ำชะขยะที่ระบายออกจากบ่อฝังกลบซึ่งจะมีความสกปรกค่อนข้างสูง เนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์เกิดขึ้นในอัตราที่ช้ากว่าการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศ

การควบคุมให้เกิดกระบวนการฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill) หรือวิธีการของฟูกูโอกะ (Fukuoka Method) จะอาศัยหลักการถ่ายเทอากาศที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในบ่อฝังกลบขยะและอุณหภูมิภายนอกบ่อฝังกลบ ซึ่งพบว่าในบ่อฝังกลบขยะจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกบ่อฝังกลบขยะ อากาศและก๊าซที่ร้อนกว่าที่อยู่ภายในบ่อฝังกลบขยะจะลอยตัวขึ้น และทำให้อากาศภายนอกที่มีออกซิเจนและมีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้ามาในบ่อฝังกลบขยะ โดยวิธีนี้ จะมีการติดตั้งท่อบรรวมและระบายน้ำชะขยะที่เจือปนไขมันและมีขนาดใหญ่กว่าท่อบรรวมปกติ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการไหลเต็มท่อ โดยจะทำให้อากาศและออกซิเจนจากภายนอกสามารถไหลเข้ามาแทนที่ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าที่อยู่ภายในบ่อซึ่งจะระบายออก

สู่ภายนอก และทำให้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศเติบโต เกิดการย่อยสลายแบบใช้อากาศ และพบว่าความสกปรก (ในรูป BOD และ COD) ของน้ำชะขยะ และปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการฝังกลบขยะแบบไม่ใช้อากาศ



**รูปที่ ก. การเปรียบเทียบปฏิกิริยาชีวเคมีระหว่างบ่อฝังกลบขยะแบบดั้งเดิมและแบบกึ่งใช้อากาศ**  
(ที่มา Fukuoka City Environment Bureau, 1999 อ้างใน A Practical Guide to Landfill Management in Pacific Island Countries and Territories, SPREP and JICA, March 2010)



## ข้อดีของการใช้ระบบฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศเมื่อเทียบกับระบบฝังกลบขยะแบบดั้งเดิม (ไม่ใช้อากาศ)

1. น้ำชะขยะสามารถระบายออกจากบ่อฝังกลบตามแรงโน้มถ่วงได้รวดเร็วกว่า (โดยไม่ใช้เครื่องสูบน้ำ) เนื่องจากน้ำเสียจะเกิดการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศ ทำให้มีความหนืดน้อยกว่า ส่งผลให้เกิดการไหลเข้าของอากาศจากภายนอกเพิ่มมากขึ้นและทำให้เกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในสภาวะใช้อากาศ (Aerobic Microbial Decomposition) มากขึ้น
2. การย่อยสลายของสารอินทรีย์ในขยะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยส่วนใหญ่แล้วจะเกิดภายในช่วง 3 ปีแรก ส่งผลให้เกิดเสถียรภาพจากการยุบตัวของชั้นขยะในบ่อฝังกลบขยะได้รวดเร็ว และเมื่อปิดสถานที่ฝังกลบขยะแล้วสามารถที่จะใช้ประโยชน์จากสถานที่ดังกล่าวเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ ได้ เช่น สวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น ฯลฯ
3. แรงดันที่เกิดขึ้นจากความสูงของน้ำชะขยะในบ่อฝังกลบที่มีต่อชั้นวัสดุกันซึมมีน้อยกว่า (เนื่องจากน้ำชะขยะไหลออกจากท่อได้อย่างรวดเร็ว) ส่งผลให้เกิดการรั่วซึมที่เกิดจากแรงดันของน้ำชะขยะมีน้อยกว่าบ่อฝังกลบขยะแบบไม่ใช้อากาศ
4. ก๊าซที่เกิดขึ้นในบ่อฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ มีอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

5. การใช้หินบดย่อยกรูบห่อรวบรวมน้ำชะขยะ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการกระจายน้ำหนักของท่อในแนวนอน และยังเป็นทางระบายน้ำชะขยะที่เข้าสู่ท่อและให้อากาศจากภายนอกไหลออกจากท่อรวบรวมน้ำชะขยะได้ตลอดทั้งเส้น
6. การดูแลและบำรุงรักษาบ่อฝังกลบขยะนี้สามารถดำเนินงานได้ค่อนข้างง่าย
7. กลิ่นเหม็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะมีน้อยกว่า เนื่องจากมีปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายที่เกิดขึ้นน้อยกว่าการฝังกลบขยะแบบไม่ใช้อากาศค่อนข้างมาก
8. คุณสมบัติของน้ำชะขยะที่ออกจากบ่อฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศพบว่า จะมีค่าความสกปรกของสารอินทรีย์ลดลง ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดเล็ก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
9. การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศนี้ มีประสิทธิภาพและง่ายในการก่อสร้างและดำเนินการ นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นในการใช้วัสดุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อใช้ก่อสร้างเป็นท่อรวบรวมและระบายน้ำชะขยะและก๊าซ
10. ประสิทธิภาพของระบบโดยรวม ขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องในการติดตามตรวจสอบการดำเนินงานฝังกลบขยะ ทั้งในเรื่อง การติดตามตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำชะขยะ ก๊าซ การยุบตัวของบ่อ ฯลฯ ข้อมูลที่เกิดจากการติดตามตรวจสอบนี้จะบ่งบอกว่าการดำเนินการฝังกลบเป็นไปตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานในการดำเนินงานหรือไม่ รวมทั้งเป็นข้อมูลในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการที่ถูกต้องในอนาคตต่อไป



## ปฏิบัติการย่อยสลายทางชีวเคมีแบบใช้อากาศ (Aerobic Decomposition)

สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในขยะ เช่น คาร์โบไฮเดรต และไขมัน จะแตกตัวออกเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ โดยปฏิบัติการย่อยสลายแบบใช้อากาศ กลายเป็นกรดไขมันและแอลกอฮอล์ ซึ่งกระบวนการนี้คล้ายกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในพืชและสัตว์ นอกจากนี้ ยังพบว่าสารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย โดยจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรท ในสภาวะใช้อากาศผ่านปฏิกิริยานาตรifikasi (Nitrification) โดยจุลินทรีย์กลุ่มไนตริฟายเออร์ส (Nitrifiers)

โดยทั่วไปแล้ว ปฏิบัติการย่อยสลายขยะแบบใช้อากาศพบว่า จะมีอัตราเร็วของปฏิกิริยามากกว่าการย่อยสลายขยะแบบไม่ใช้อากาศ และผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายแบบใช้อากาศจะเป็นสารที่ไม่มีกลิ่นเหม็น เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และไนเตรท ส่วนผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ จะมีผลผลิตที่มีมลพิษสูงกว่า อาทิ ค่าความสกปรกในรูป BOD, ก๊าซต่าง ๆ ที่ติดไฟ เช่น ก๊าซมีเทน และก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

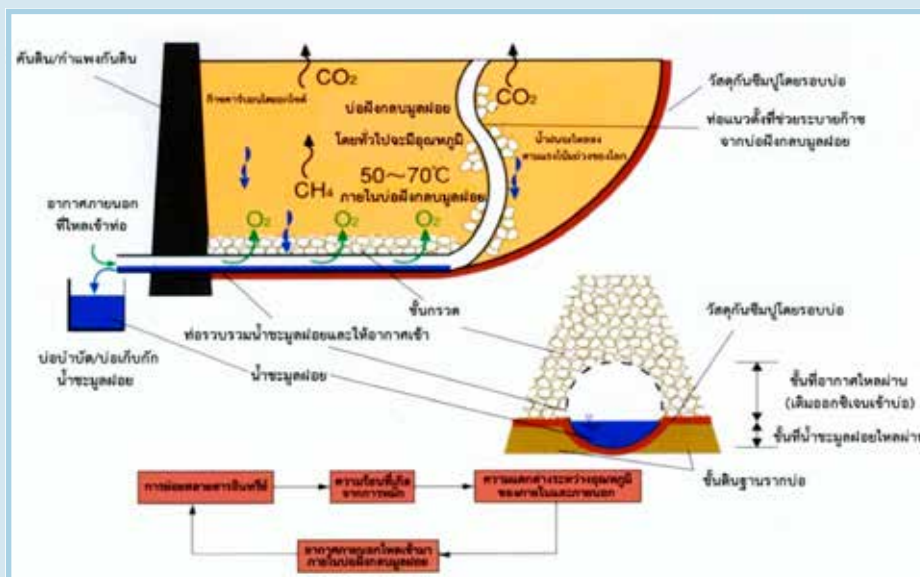


## การรวบรวมน้ำชะขยะและการไหลเข้าของอากาศจากภายนอกในบ่อฝังกลบ

น้ำชะขยะที่เกิดขึ้นในบ่อฝังกลบจะถูกรวบรวมและระบายออกไปยังบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ โดยท่อรวบรวมและระบายน้ำชะขยะที่มีการเจาะรูในรัศมีที่เหมาะสม และมีการโรยกรวดบนท่อรวบรวมในแนวนอน และการวางหินโดยรอบท่อสำหรับท่อรวบรวมในแนวตั้ง อย่างไรก็ตาม สำหรับปลายทางออกของท่อรวบรวมน้ำชะขยะจะต้องเปิดออกสู่บรรยากาศเสมอ เพื่อให้อากาศภายนอกสามารถไหลเข้าไปในบ่อฝังกลบ และเข้าไปยังชั้นขยะ กระบวนการนี้ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายแบบใช้อากาศตลอดทั้งแนวยาวของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ โดยน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นจะถูกระบายออกจากบ่อฝังกลบได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการปนเปื้อนน้ำชะขยะไปยังน้ำใต้ดินก็จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยกว่า

ในบ่อฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ ระบบรวบรวมน้ำชะขยะจะประกอบด้วยท่อหลักและท่อแขนง ซึ่งจะต้องมีการออกแบบการติดตั้งในระยะห่างที่เหมาะสม โดยแต่ละท่อจะมีการเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ตลอดแนวท่อ เพื่อให้น้ำชะขยะสามารถไหลเข้าและอากาศสามารถไหลออกจากท่อเพื่อสัมผัสกับชั้นขยะได้อย่างทั่วถึง โดยจะมีการวางชั้นหินย่อย (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 – 25 เซนติเมตร) บนแนวท่อเพื่อเป็นชั้นกรองและกระจายน้ำหนักขยะมิให้ท่อรวบรวมได้รับความเสียหาย โดยน้ำชะขยะในเส้นท่อจะถูกออกแบบไว้ให้มีความสูงในระยะ 1 ใน 3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นท่อ ส่วนที่เหลือจะเป็นปริมาตรที่อากาศไหลผ่านไปยังชั้นขยะในบ่อฝังกลบโดยผ่านท่อในแนวตั้งและท่อในแนวนอน

ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาชีวเคมีในบ่อฝังกลบขยะ จะทำให้อุณหภูมิในบ่อฝังกลบเพิ่มสูงขึ้น และทำให้เกิดกระบวนการพาความร้อน โดยที่ความร้อนในบ่อฝังกลบจะทำให้ก๊าซไหลขึ้นด้านบน และอากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ผ่านท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่ติดตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศและทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบใช้อากาศในบ่อฝังกลบขยะ



### รูปที่ ข. แผนภาพของระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ

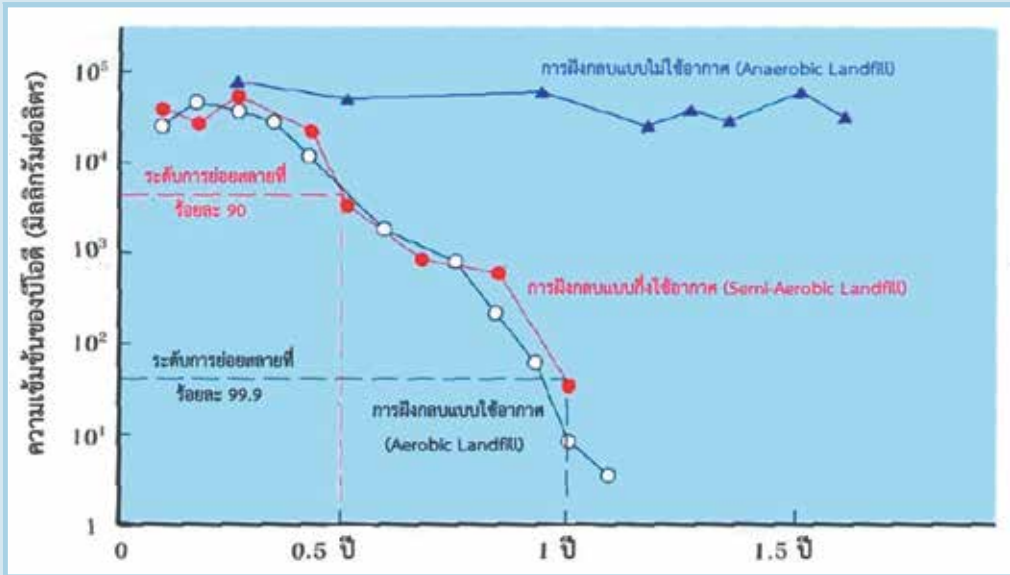
(ที่มา Fukuoka City Environment Bureau, 1999 อ้างใน A Practical Guide to Landfill Management in Pacific Island Countries and Territories, SPREP and JICA, March 2010)

### ก่อรวบรวมน้ำชะขยะในระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ มีข้อดี ดังนี้

1. ช่วยระบายน้ำชะขยะออกจากบ่อฝังกลบได้อย่างรวดเร็ว ป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นจากการหมักของขยะ และให้อากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่บ่อฝังกลบขยะ ทำให้เกิดสภาวะใช้อากาศ (Aerobic Condition) ที่เหมาะสมกับการเติบโตของจุลินทรีย์แบบใช้อากาศในบ่อฝังกลบ
2. เกิดการย่อยสลายขยะโดยจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศมากขึ้น
3. หินที่วางรอบท่อ (สำหรับท่อในแนวตั้ง) และหินที่วางบนท่อ (สำหรับท่อในแนวนอน) จะช่วยป้องกันการอุดตันจากสิ่งสกปรกและขยะที่จะสร้างความเสียหายต่อเส้นท่อ
4. ลดการปนเปื้อนของน้ำชะขยะออกสู่ภายนอก เนื่องจากน้ำชะขยะจะสามารถระบายออกได้อย่างรวดเร็ว (เนื่องจากการไหลแบบไม่เต็มท่อ)

### คุณสมบัติของน้ำชะขยะ

ในระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ จะพบว่าคุณสมบัติของน้ำชะขยะจะมีค่าความสกปรกต่ำกว่าระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ และทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำชะขยะต่ำกว่าระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ ดังรูปที่ 3



### รูปที่ ค. การเปรียบเทียบประเภทของบ่อฝังกลบและการเปลี่ยนแปลงค่าความสกปรกในรูปบีโอดีตลอดระยะเวลาหลังจากการฝังกลบขยะ

(ที่มา Fukuoka City Environment Bureau, 1999 อ้างใน A Practical Guide to Landfill Management in Pacific Island Countries and Territories, SPREP and JICA, March 2010)

เสถียรภาพที่เกิดจากการยุบตัวของบ่อฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศจะเกิดได้รวดเร็วกว่า เนื่องจาก

1. อัตราการเกิดก๊าซมีเทนน้อย และจะส่งผลให้เกิดสภาวะโลกร้อนน้อยกว่าบ่อฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ
2. การยุบตัวของบ่อฝังกลบเกิดขึ้นเร็ว โดยหลังจากการยุบตัวของบ่อฝังกลบจะทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีเสถียรภาพและสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ดังกล่าวเพื่อใช้เป็นสวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น ได้

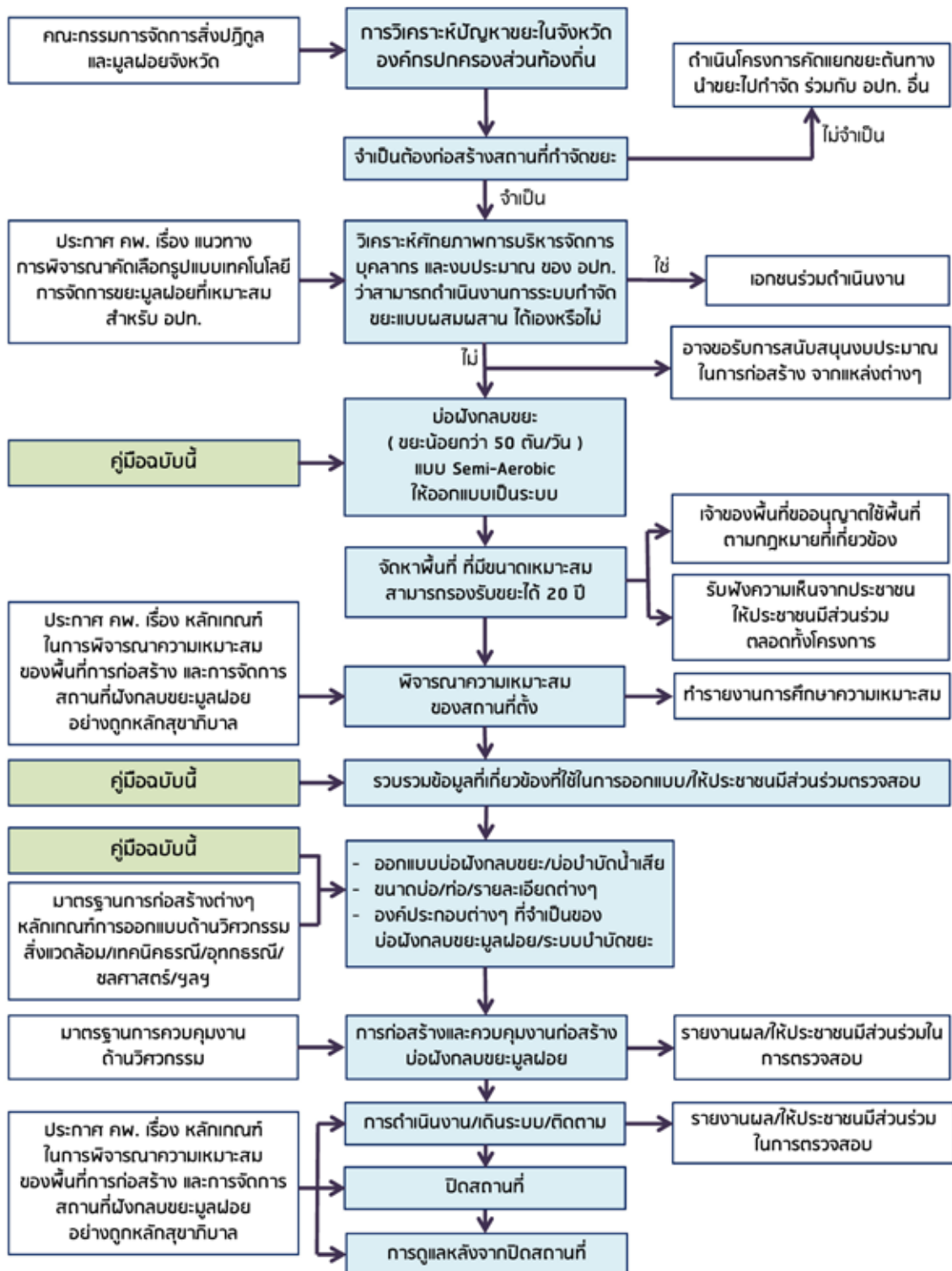
อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการใช้งานของบ่อฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ จะขึ้นกับข้อมูลในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำชะขยะอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะ BOD, COD, pH, ซี สารแขวนลอย ฯลฯ รวมทั้งการติดตามตรวจสอบก๊าซที่เกิดขึ้น และการยุบตัวของบ่อ เป็นต้น



### การปลดปล่อยก๊าซจากบ่อฝังกลบและการเกิดสภาวะโลกร้อน

ก๊าซที่เกิดขึ้นในบ่อฝังกลบ ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) ก๊าซแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) และอื่น ๆ โดยที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน เป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน อย่างไรก็ตาม ศักยภาพของก๊าซมีเทนที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนจะมีมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21 เท่า ซึ่งการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศนี้จะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่ภายนอกได้ถึงร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ

## ขั้นตอนการพิจารณาตัดสินใจในการดำเนินงานสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบทิ้งใช้อากาศ







แนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินงาน  
**สถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ**  
(Semi-Aerobic Landfill)





# แนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินงาน สถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill)

การกำหนดพื้นที่สำหรับใช้เป็นสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ การออกแบบและการก่อสร้างสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ การจัดการสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ ให้พิจารณาหลักเกณฑ์ในการดำเนินงานให้เป็นไปตามภาคผนวกท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ทั้งนี้ ในคู่มือแนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ จะใช้คำว่า “ขยะ” แทนคำว่า “มูลฝอย” เพื่อความเข้าใจโดยง่ายทั้งหมด



## 1. การวางแผน

การวางแผนในการคัดเลือกที่ตั้งสถานที่ฝังกลบขยะที่เหมาะสม ให้พิจารณาข้อมูลและปัจจัยเหล่านี้ในการออกแบบและดำเนินงาน

### 1.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่

1.1.1 ไม่ควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย มิเช่นนั้นต้องมีการออกแบบระบบเพิ่มความชื้นอื่น ๆ เพื่อควบคุมสภาพการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายให้บ่อฝังกลบขยะ

1.1.2 นอกจากความชื้น ยังต้องพิจารณาสภาพเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศอื่น ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อการเติบโตของจุลินทรีย์แบบใช้อากาศ**

| สภาพเงื่อนไข           | ค่าที่เหมาะสม | หน่วย            |
|------------------------|---------------|------------------|
| ความเข้มข้นของออกซิเจน | มากกว่า 1     | มิลลิกรัมต่อลิตร |
| ความชื้น               | 20 – 60       | ร้อยละ           |
| pH                     | 5 – 9         |                  |
| อุณหภูมิ               | 15 – 40       | องศาเซลเซียส     |

หมายเหตุ: กรณีที่ค่าความชื้นของบ่อฝังกลบน้อยกว่าตารางที่ 1 สามารถที่จะออกแบบให้มีการสูบน้ำชะขยะไหลเวียนกลับเข้ามาในบ่อฝังกลบขยะ (Leachate Recirculation) ได้

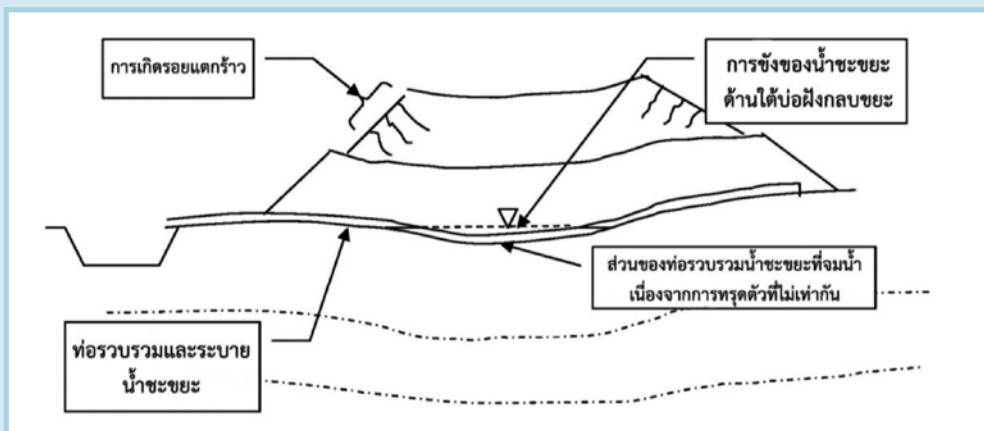
## 1.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิในการเติบโตที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์แบบใช้อากาศคือ 15 – 40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่จุลินทรีย์สามารถเกิดการย่อยสลายได้อย่างเหมาะสม แต่ในกรณีที่มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 40 องศาเซลเซียส จำเป็นต้องมีการออกแบบให้มีระบบหมุนเวียนน้ำชะขยะ (Recirculation) โดยการสุบกกลับเข้ามาในบ่อฝังกลบขยะ เพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นในบ่อฝังกลบขยะ

## 1.3 สภาพพื้นที่ที่เป็นดินอ่อน (Soft Foundation)

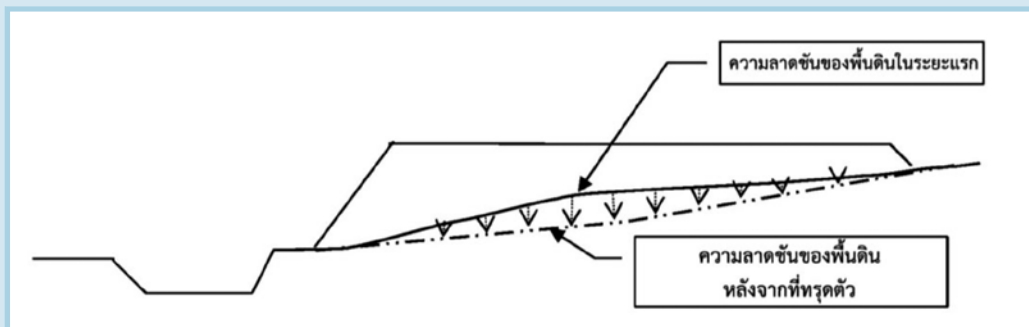
สภาพทางธรณีวิทยาที่เป็นดินอ่อน จะส่งผลกระทบต่อในเรื่องของการทรุดตัวของพื้นบ่อฝังกลบขยะ โดยจะต้องมีการระมัดระวังเมื่อมีการวางท่อรวบรวมซึ่งในภายหลังมักจะพบว่าการทรุดตัวของท่อรวบรวม น้ำชะขยะที่เกิดในลักษณะตกท้องช้าง และเป็นสาเหตุให้เกิดการขีดขวางของอากาศซึ่งนำก๊าซออกซิเจนจากภายนอกแพร่เข้ามาภายในบ่อฝังกลบขยะและอาจจะทำให้ระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะเกิดการแตกชำรุด (Crack) และเสียหาย ทำให้ไม่สามารถรวบรวมและระบายน้ำชะขยะ รวมทั้งระดับน้ำที่อุดตันในท่อรวบรวม น้ำชะขยะจะขีดขวางอากาศจากภายนอกไม่ให้ไหลเข้าสู่ภายในบ่อฝังกลบขยะได้ ดังนั้น ในการออกแบบให้พิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 ให้มีการเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่เพื่อออกแบบโดยคำนึงถึงเรื่องการทรุดตัวของโครงสร้างบนดินอ่อนทั้งในส่วนของการเกิดรอยแตกร้าว การขังของน้ำชะขยะและความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ฯลฯ (รูปที่ 1) สำหรับใช้ในการออกแบบบ่อฝังกลบขยะในพื้นที่ใกล้เคียงกับสถานที่ฝังกลบขยะแห่งเดิม หรือการพิจารณาระบบป้องกันความเสียหายต่อบ่อฝังกลบขยะ



รูปที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทรุดตัวของโครงสร้างบนดินอ่อน

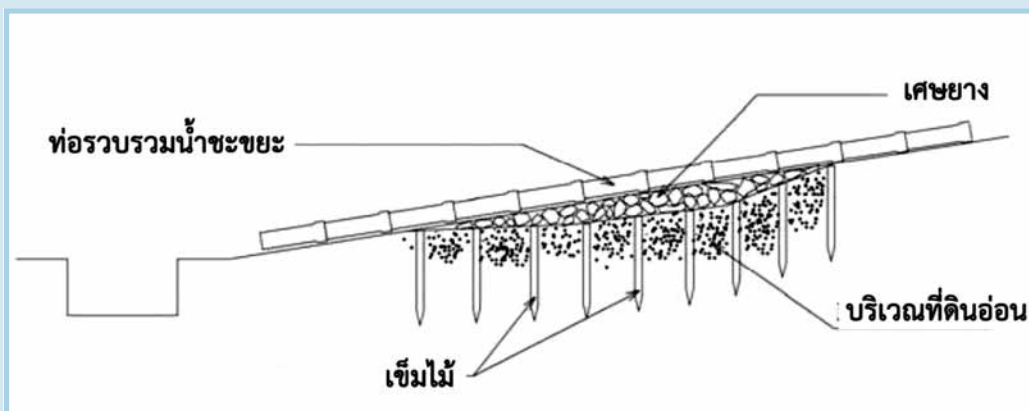
1.3.2 ในกรณีที่มีผลการศึกษาในเรื่องของการทรุดตัวที่ไม่เท่ากัน (Differential Settlement) ของดินในพื้นที่ให้ออกแบบโดยการปรับความลาดชันของท่อให้มากขึ้น เพื่อป้องกันการทรุดตัว (รูปที่ 2)



**รูปที่ 2** วิธีการแก้ไขปัญหการทรุดตัวโดยการยกฐานรากใต้บ่อฝังกลบขยะ

1.3.3 การปรับหน้าดินโดยการเอาดินอ่อนในพื้นที่ออกและนำดินแข็งที่เหมาะสมจากพื้นที่อื่นเข้ามาถมแทน

1.3.4 อาจเพิ่มความแข็งแรงของการรับน้ำหนักโดยการออกแบบให้มีฐานราก (Footing) บริเวณด้านล่างของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (รูปที่ 3)



**รูปที่ 3** ตัวอย่างการปรับปรุงสภาพดินอ่อนโดยใช้เข็มตอกเพื่อรับน้ำหนัก

## 1.4 การควบคุมการระบายของน้ำฝน

1.4.1 ในการควบคุมให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศตลอดทั่วทั้งบ่อ จำเป็นต้องมีโครงสร้างที่สามารถรองรับน้ำฝนส่วนเกินที่อาจไหลเข้าสู่บ่อฝังกลบขยะให้เพียงพอ

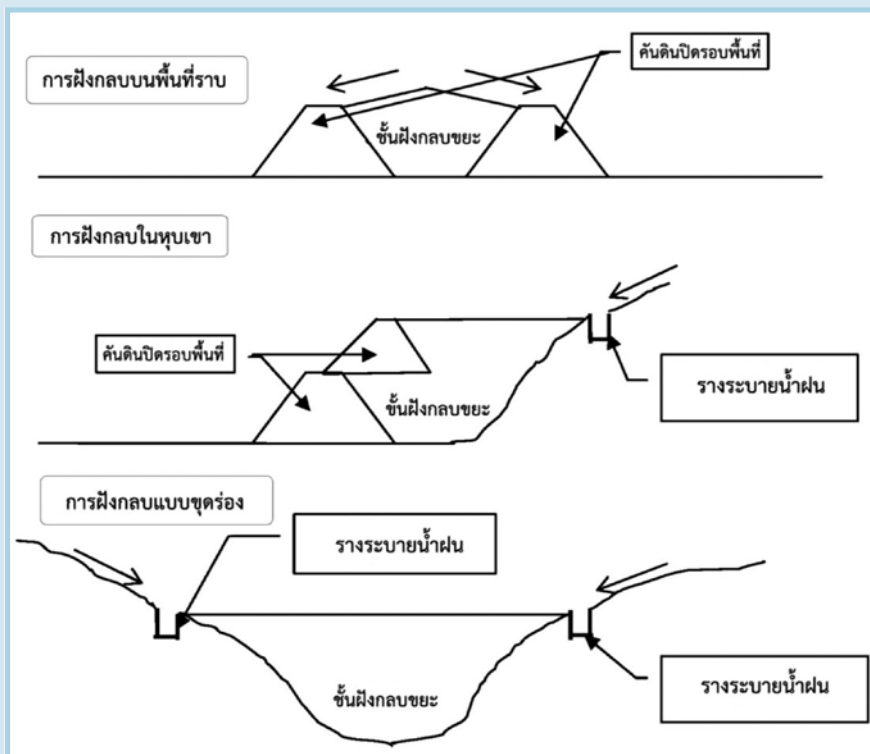
1.4.2 หากมีปริมาณน้ำฝนที่ไหลเข้าสู่บ่อฝังกลบขยะมาก จะก่อให้เกิดปริมาณน้ำชะขยะไหลเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำชะขยะมาก ส่งผลให้ต้องมีการออกแบบบ่อบำบัดน้ำชะขยะที่มีขนาดใหญ่ และทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและการดูแลรักษาระบบด้วย

1.4.3 ควรเลือกที่ตั้งที่มีปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่บ่อฝังกลบขยะให้มีปริมาณน้อยที่สุด

1.4.4 หากมีน้ำขังอยู่ภายในบ่อฝังกลบขยะ จะทำให้เกิดการขัดขวางการแพร่ของอากาศจากภายนอกซึ่งมีก๊าซออกซิเจนเข้าไปภายในบ่อฝังกลบ และส่งผลให้เกิดการย่อยสลายขยะแบบไม่ใช้อากาศ

1.4.5 ให้มีระบบป้องกันเพื่อลดปริมาณน้ำฝนที่จะไหลเข้าสู่บ่อฝังกลบขยะ (รูปที่ 4) เช่น

- (1) ออกแบบและก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะให้อยู่เหนือระดับดินเดิม (Area Method)
- (2) ในกรณีบ่อฝังกลบแบบหุบเขา ให้สร้างรางดักน้ำฝนบริเวณด้านบนของบ่อหรือด้านพื้นที่ที่สูงกว่าบ่อฝังกลบ ในกรณีที่สร้าง
- (3) ในกรณีบ่อฝังกลบแบบขุดร่อง (Trench Method) ให้สร้างรางดักน้ำฝนบริเวณด้านข้างของบ่อฝังกลบขยะ



รูปที่ 4 รูปร่างลักษณะของบ่อฝังกลบขยะ และการไหลเข้าของน้ำฝน



## 2. การออกแบบและการก่อสร้าง

**2.1 การพิจารณาใช้วัสดุธรรมชาติเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง** ซึ่งระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ สามารถนำวัสดุธรรมชาติต่าง ๆ หรือวัสดุอื่น ๆ ซึ่งหาได้ง่ายที่มีอยู่ในพื้นที่ เป็นวัสดุเพื่อใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ในบ่อฝังกลบขยะได้ เช่น ไม้ไผ่ ยางรถยนต์

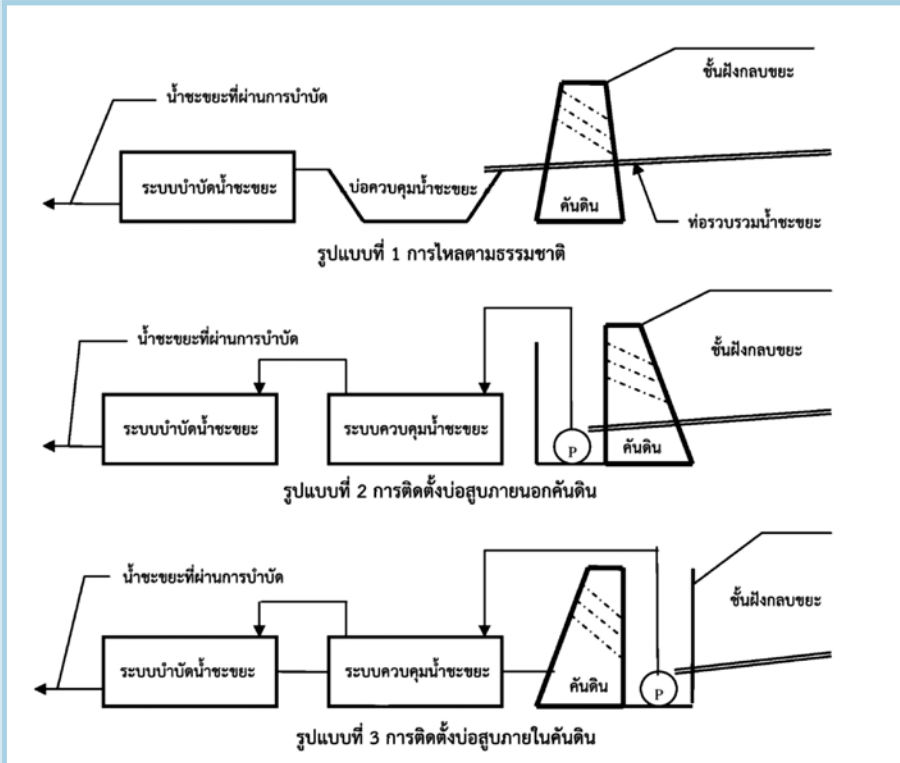
**2.2 การพิจารณาให้มีวิศวกรควบคุมงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดและหลักการที่ออกแบบไว้โดยการ**

2.2.1 จัดทำคู่มือสำหรับวิศวกรควบคุมงาน เจ้าหน้าที่ และคนงานที่ดำเนินการก่อสร้างในสถานที่ฝังกลบขยะที่สามารถเข้าใจได้ง่าย มีการจัดบันทึกรายละเอียดการดำเนินงานก่อสร้างระบบต่าง ๆ ในแต่ละวันตามระยะเวลาที่กำหนดไว้

2.2.2 ฝึกอบรมเพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานในหน่วยงานให้กับวิศวกรควบคุมงาน เจ้าหน้าที่ และคนงาน

**2.3 การควบคุมดูแลให้ปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะมีน้ำชะขยะไหลออกไม่เต็มท่อและมีส่วนที่เปิดให้อากาศสามารถไหลเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะได้ตลอดเวลา** ทั้งนี้ เนื่องจากระบบฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศมีหลักการที่สำคัญคือ จะต้องให้ปลายท่อรวมน้ำชะขยะมีระดับความสูงของน้ำชะขยะที่ไหลออกจากท่ออยู่ในช่วง 1/3 ถึง 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ เพื่อที่จะให้อากาศจากภายนอกสามารถไหลเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะ และควบคุมสถานะของบ่อฝังกลบขยะให้เป็นสถานะการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศตลอดเวลาโดยการดำเนินการ ดังนี้

2.3.1 ออกแบบปลายท่อรวมน้ำชะขยะให้เปิดออก เพื่อให้อากาศสามารถไหลเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะได้ใน 3 ลักษณะ คือ (1) การไหลตามแรงโน้มถ่วงโดยธรรมชาติ (2) การไหลลงไปยังบ่อสูบน้ำชะขยะที่อยู่ภายนอกคันดิน และ (3) การไหลลงไปยังบ่อสูบน้ำชะขยะที่อยู่ในคันดินซึ่งสร้างภายในบ่อฝังกลบขยะ ดังรูปที่ 5



### รูปที่ 5 รูปแบบการบำบัดน้ำชะขยะจากบ่อฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ

#### 2.3.2 ออกแบบท่อระบายก๊าซในแนวดิ่ง

2.3.3 ควบคุมให้ระดับน้ำชะขยะในท่อรวบรวมน้ำชะขยะมีความสูงเพียง 1/3 ถึง 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ และต้องมีระบบป้องกันมิให้น้ำชะขยะไหลเต็มท่อ เนื่องจากน้ำชะขยะจะไปขัดขวางการแพร่ของอากาศจากภายนอกเข้าไปยังภายในบ่อฝังกลบขยะ

การเปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียของการออกแบบปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะในรูปแบบต่าง ๆ ตามรูปที่ 5 อย่างไรก็ตาม ในเรื่องของการพิจารณาปัจจัยเรื่องของค่าลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและการบำรุงรักษา แสดงไว้ดังตารางที่ 2

#### ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบรูปแบบการระบายน้ำชะขยะจากบ่อฝังกลบขยะไปบำบัด

| รูปแบบการระบายน้ำชะขยะไปบำบัด           | ค่าใช้จ่ายสำหรับ |             | การบำรุงรักษาและควบคุม |
|-----------------------------------------|------------------|-------------|------------------------|
|                                         | การก่อสร้าง      | การเดินระบบ |                        |
| น้ำชะขยะไหลออกตามธรรมชาติ (แรงโน้มถ่วง) | ไม่แพง           | ไม่แพง      | ง่าย                   |
| ติดตั้งบ่อสูบน้ำชะขยะภายนอกบ่อฝังกลบขยะ | ปานกลาง          | ปานกลาง     | ค่อนข้างยาก            |
| ติดตั้งบ่อสูบน้ำชะขยะภายในบ่อฝังกลบขยะ  | สูง              | สูง         | ยาก                    |

## 2.4 การออกแบบขนาดความจุของบ่อควบคุมน้ำชะขยะ ในการดำเนินงานให้พิจารณา ดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์ปริมาณน้ำชะขยะ จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีตที่ตกในพื้นที่ เช่น การใช้สูตร Rational Method

2.4.2 พิจารณาระดับการฝังกลบขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล แบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ โดยพิจารณาจากระบบการดำเนินงานขั้นพื้นฐาน และเครื่องจักรกลอุปกรณ์ที่มีอยู่ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังตารางที่ 3 โดยหากมีระบบหมุนเวียนน้ำชะขยะจะทำให้ต้องออกแบบเครื่องสูบน้ำกลับเข้าไปยังบ่อฝังกลบขยะ แต่จะทำให้ขนาดของระบบบำบัดน้ำชะขยะมีขนาดเล็กลง เนื่องจากมีการสูบน้ำชะขยะย้อนกลับไปในบ่อฝังกลบขยะเพื่อเร่งการเกิดการคายระเหย (Evapo-Transpiration) โดยบ่อฝังกลบขยะ และเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำชะขยะแบบกึ่งใช้อากาศ

**ตารางที่ 3 ระดับการฝังกลบขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล**

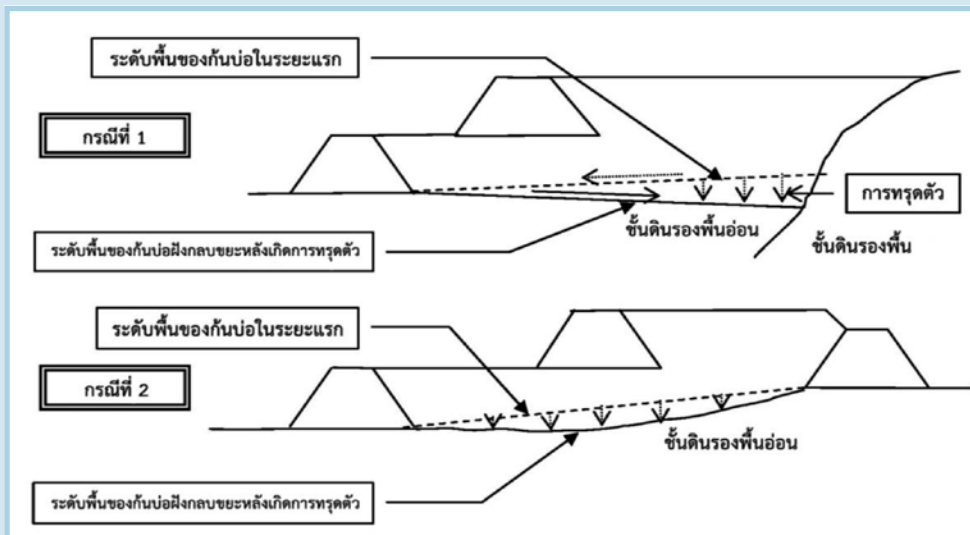
| การดำเนินงานขั้นพื้นฐาน               | ระดับที่ 1 | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | ระดับที่ 4 |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม    | ✓          | ✓          | ✓          | ✓          |
| เครื่องชั่งน้ำหนัก                    | ✓          | ✓          | ✓          | ✓          |
| คันดินโดยรอบพื้นที่กำจัดขยะ           |            | ✓          | ✓          | ✓          |
| แนวกันชน                              |            | ✓          | ✓          | ✓          |
| เครื่องจักรกลในบ่อฝังกลบ              | ✓          | ✓          | ✓          | ✓          |
| การกลบทับด้วยดินรายวัน/ระบบระบายก๊าซ  |            | ✓          | ✓          | ✓          |
| ทางเข้าและถนนภายใน                    | ✓          | ✓          | ✓          | ✓          |
| ระบบเวียนน้ำชะขยะ                     |            |            | ✓          | ✓          |
| ระบบบำบัดน้ำชะขยะ                     |            |            |            | ✓          |
| ระบบกันซึม                            |            |            |            | ✓          |
| รั้วเคลื่อนที่ได้สำหรับป้องกันขยะปลิว |            |            | ✓          | ✓          |

## 2.5 ความสามารถในการระบายน้ำชะขยะของระบบที่รวบรวมน้ำชะขยะ จะขึ้นกับ

2.5.1 การออกแบบให้กันบ่อฝังกลบขยะมีความลาดชันที่เหมาะสม และจะต้องมีการป้องกันการเสียรูปของที่รวบรวมน้ำชะขยะ เช่น การตกท้องช้าง การทรุดตัวที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการขังของน้ำชะขยะในที่รวบรวมน้ำชะขยะและขัดขวางการแพร่ของอากาศเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะ

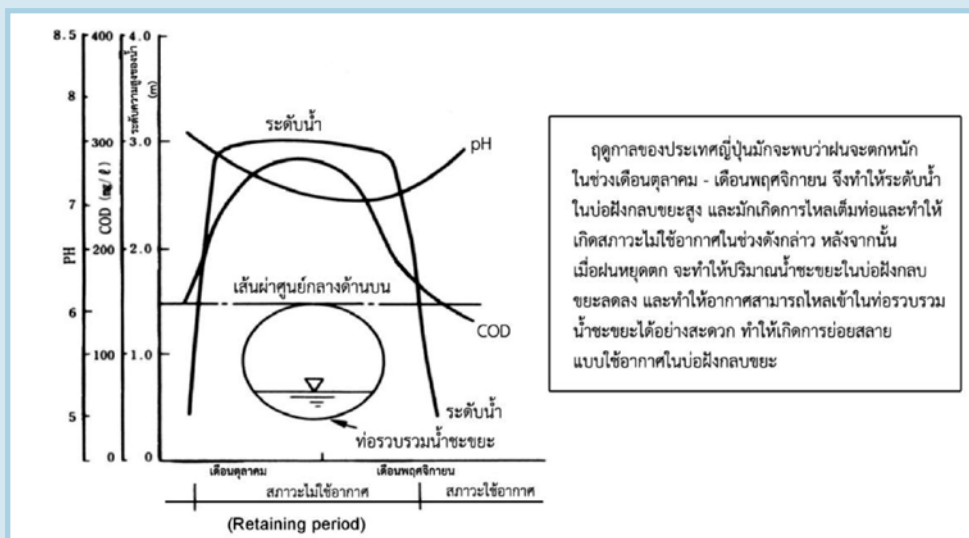
2.5.2 การออกแบบให้มีการวางชั้นหินบดย่อยขนาดใหญ่และขนาดเล็กคละกันไว้ด้านบนของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ทั้งนี้ เพื่อช่วยกรองสิ่งสกปรกของน้ำชะขยะก่อนไหลเข้าไปในท่อรวบรวมน้ำชะขยะ และกระจายน้ำหนักของเครื่องจักรกลในขณะดำเนินงานที่กดทับและป้องกันการแตกหักของท่อรวบรวมน้ำชะขยะหลังจากมีการวางชั้นขยะด้านบน หรือการใช้เครื่องจักรกลอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแนวด้านบน ที่อาจทำให้เส้นท่อรวบรวมน้ำชะขยะได้รับความเสียหาย

2.5.3 การสำรวจถึงข้อมูลลักษณะของดินและธรณีวิทยาในพื้นที่โดยละเอียด ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการตกท้องช้างของเส้นท่อ หรือการทรุดตัวที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้เกิดการขังของน้ำชะขยะในท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (รูปที่ 6)



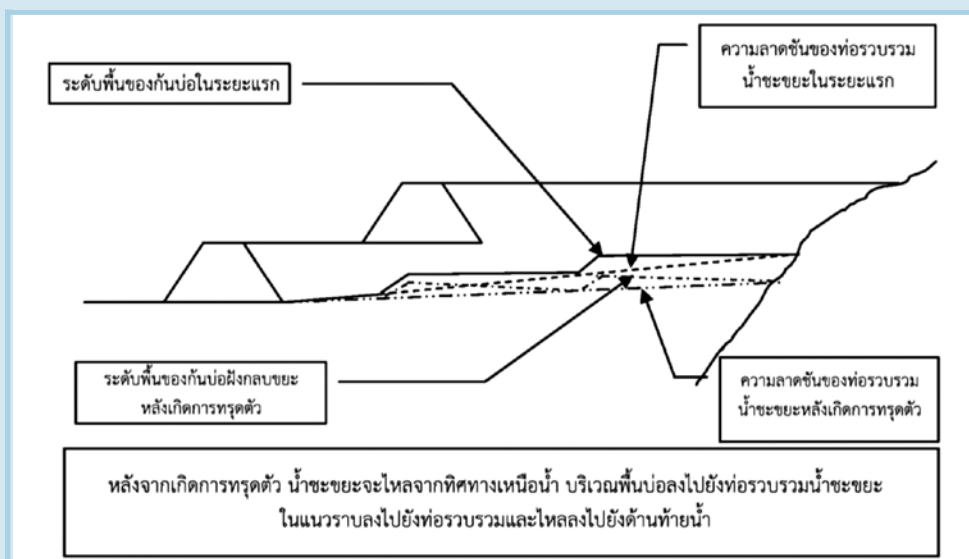
รูปที่ 6 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทรุดตัวของพื้นดินด้านล่างที่มีต่อท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

2.5.4 ในกรณีที่น้ำชะขยะไม่มีการไหลออกจากท่อรวบรวมน้ำชะขยะ และพบว่าน้ำชะขยะในบ่อฝังกลบขยะมีระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาจสังเกตได้จากการซึมผ่านของน้ำลงในชั้นขยะมีอัตราที่ช้าลง จะทำให้อากาศไม่สามารถแพร่เข้าไปในบ่อฝังกลบขยะผ่านปลายเปิดของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ซึ่งในกรณีนี้ จะพบว่าค่าความสกปรกในรูปของซีโอดีจะสูงขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จะลดลงหรือมีสภาพเป็นกรด และทำให้เสถียรภาพหรือการยุบตัวของบ่อฝังกลบเกิดขึ้นได้ช้า (รูปที่ 7)



**รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำขยะตามระยะเวลาเก็บกัก**

2.5.5 การออกแบบความลาดชันของพื้นบ่อฝังกลบขยะและแนวท่อรวบรวมน้ำขยะที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถรวบรวมและระบายน้ำขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีค่าอยู่ที่ย้อยละ 3 เพื่อป้องกันปัญหาจากการทรุดตัวของดินบริเวณด้านล่าง ซึ่งอาจทำให้แนวท่อรวมน้ำขยะเกิดการเสียรูป (Deform) และในกรณีที่บ่อฝังกลบขยะตั้งอยู่ในแนวเขา ควรออกแบบให้แนวท่อรวมน้ำขยะบริเวณพื้นบ่อฝังกลบขยะให้มีความลาดชันที่ย้อยละ 3 ถึงร้อยละ 6 ทั้งนี้ ให้มีการวิเคราะห์เสถียรภาพความมั่นคงของความลาดชัน (Slope Stability) ด้านวิศวกรรมร่วมด้วย ดังรูปที่ 8

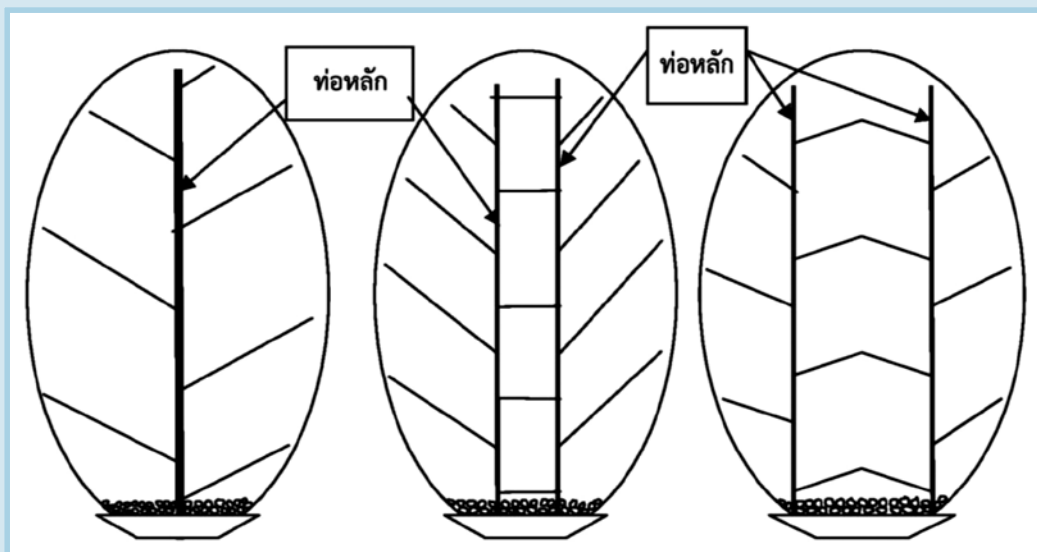


**รูปที่ 8 การแก้ไขปัญหาการทรุดตัวของดินข้างใต้**

## 2.6 การพิจารณาขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

2.6.1 ท่อรวบรวมน้ำชะขยะจะถูกติดตั้งบริเวณพื้นที่บ่อฝังกลบขยะ ซึ่งภายหลังจากเริ่มดำเนินการฝังกลบ ท่อรวบรวมน้ำชะขยะจะถูกกลบทับด้วยขยะและดิน ทำให้ยากแก่การควบคุม ดูแลและบำรุงรักษา หลังจากได้มีการดำเนินการไปแล้ว ในกรณีที่เกิดน้ำชะขยะในท่อรวบรวมน้ำชะขยะไหลอยู่เต็มท่อ หรือเกือบเต็มท่อ เนื่องจากเส้นผ่าศูนย์กลางมีการออกแบบที่ไม่เหมาะสมโดยมีขนาดเล็กเกินไปหรือมีสิ่งสกปรกในน้ำชะขยะทำให้ท่อรวบรวมน้ำชะขยะเกิดการอุดตัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการขัดขวางการแพร่ผ่านของอากาศจากภายนอกเข้าไปยังภายในบ่อฝังกลบขยะ การแก้ไขปัญหาในเบื้องต้น อาจดำเนินการโดยใช้ท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำสุดอยู่ที่ 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว)

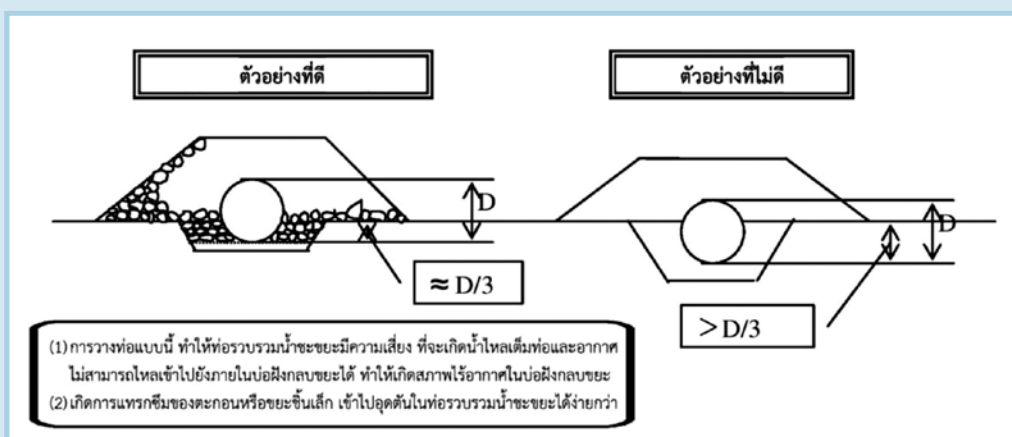
2.6.2 การเลือกใช้วัสดุบางประเภทที่อาจไม่มีขายตามท้องตลาดหรือการใช้วัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อทดแทนท่อรวบรวมน้ำชะขยะหรือการพิจารณาในเรื่องของกำลังรับน้ำหนักของท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่มีขนาดใหญ่ ในบางครั้ง อาจพิจารณาใช้ท่อรวบรวมน้ำชะขยะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) สำหรับเป็นท่อเมน จำนวน 2 แนวแทนท่อเมนเส้นเดียวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร และออกแบบระบบท่อแขนง เพื่อให้เกิดการไหลรวบรวมของน้ำชะขยะให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (รูปที่ 9)



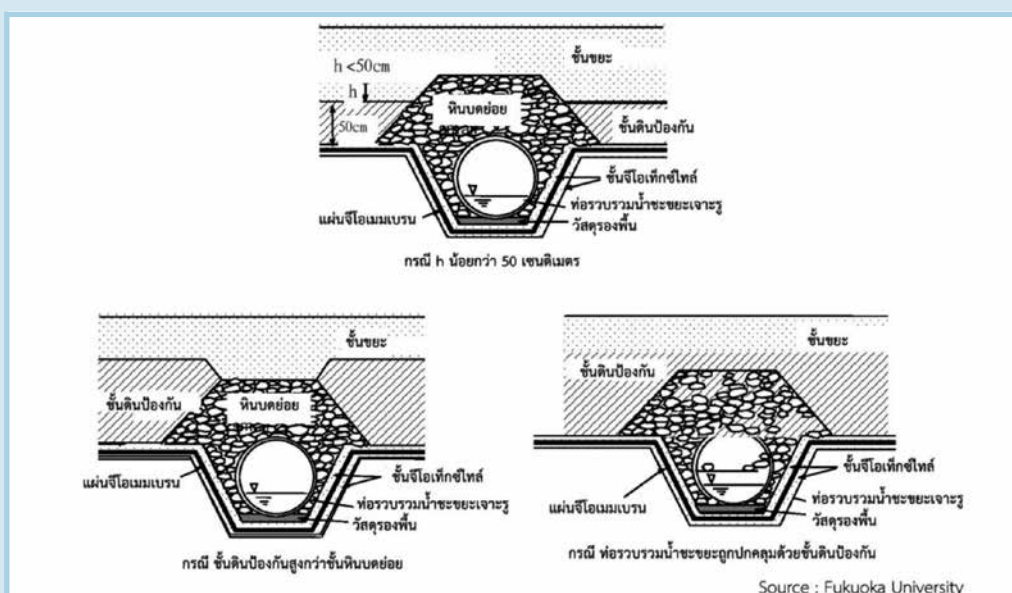
รูปที่ 9 รูปแบบการออกแบบท่อแขนงของท่อรวมน้ำชะขยะ

2.7 การพิจารณาระยะความสูงของระดับน้ำชะขยะในท่อรวมน้ำชะขยะและชั้นวัสดุเพื่อป้องกันความเสียหายต่อท่อรวมน้ำชะขยะ

2.7.1 การออกแบบให้อากาศจากภายนอกสามารถแพร่ผ่านเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะผ่านท่อรวบรวมน้ำชะขยะ จะต้องมั่นใจว่าขนาดพื้นที่หน้าตัดที่มีน้ำชะขยะไหลได้ตามแรงโน้มถ่วง และบริเวณปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะมีการเปิดปลายท่อออกสู่อากาศภายนอกได้ตลอดเวลา โดยที่อากาศจากภายนอกสามารถแพร่ผ่านเข้าไปยังภายในบ่อฝังกลบขยะได้อย่างอิสระ โดยที่ความลึกของหน้าตัดท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่ให้น้ำชะขยะไหลถูกฝังลงในร่อง โดยระยะที่ฝังลงในร่องจะต้องไม่มากกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (รูปที่ 10 ถึงรูปที่ 12)



รูปที่ 10 ตัวอย่างการก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

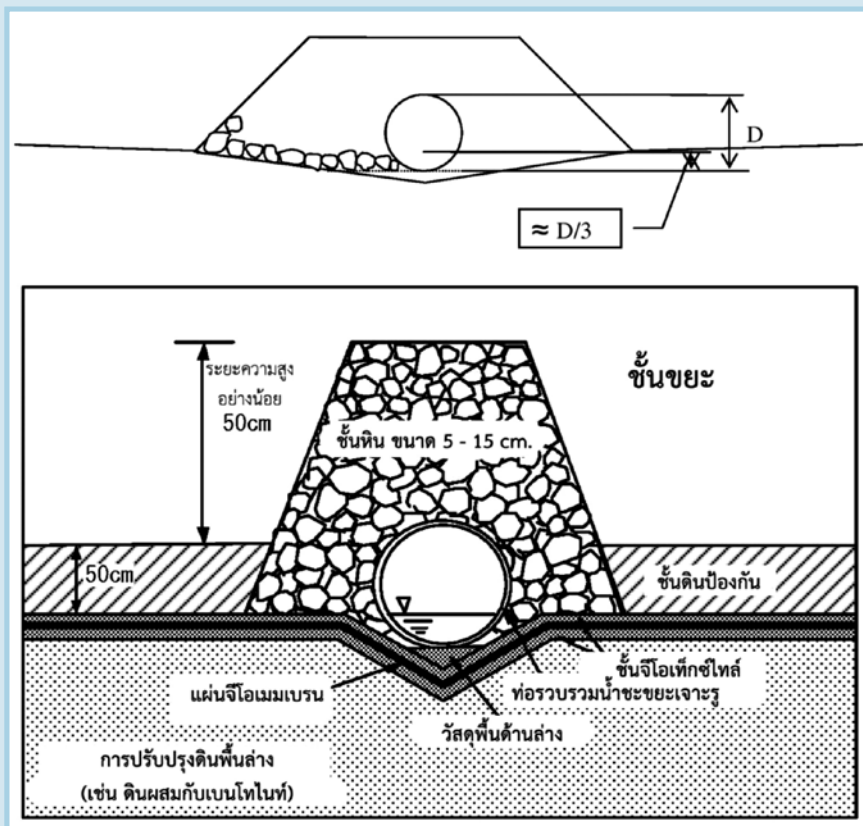


รูปที่ 11 ตัวอย่างการออกแบบระบบรวบรวมน้ำชะขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพ



รูปที่ 12 ตัวอย่างการออกแบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่ดี

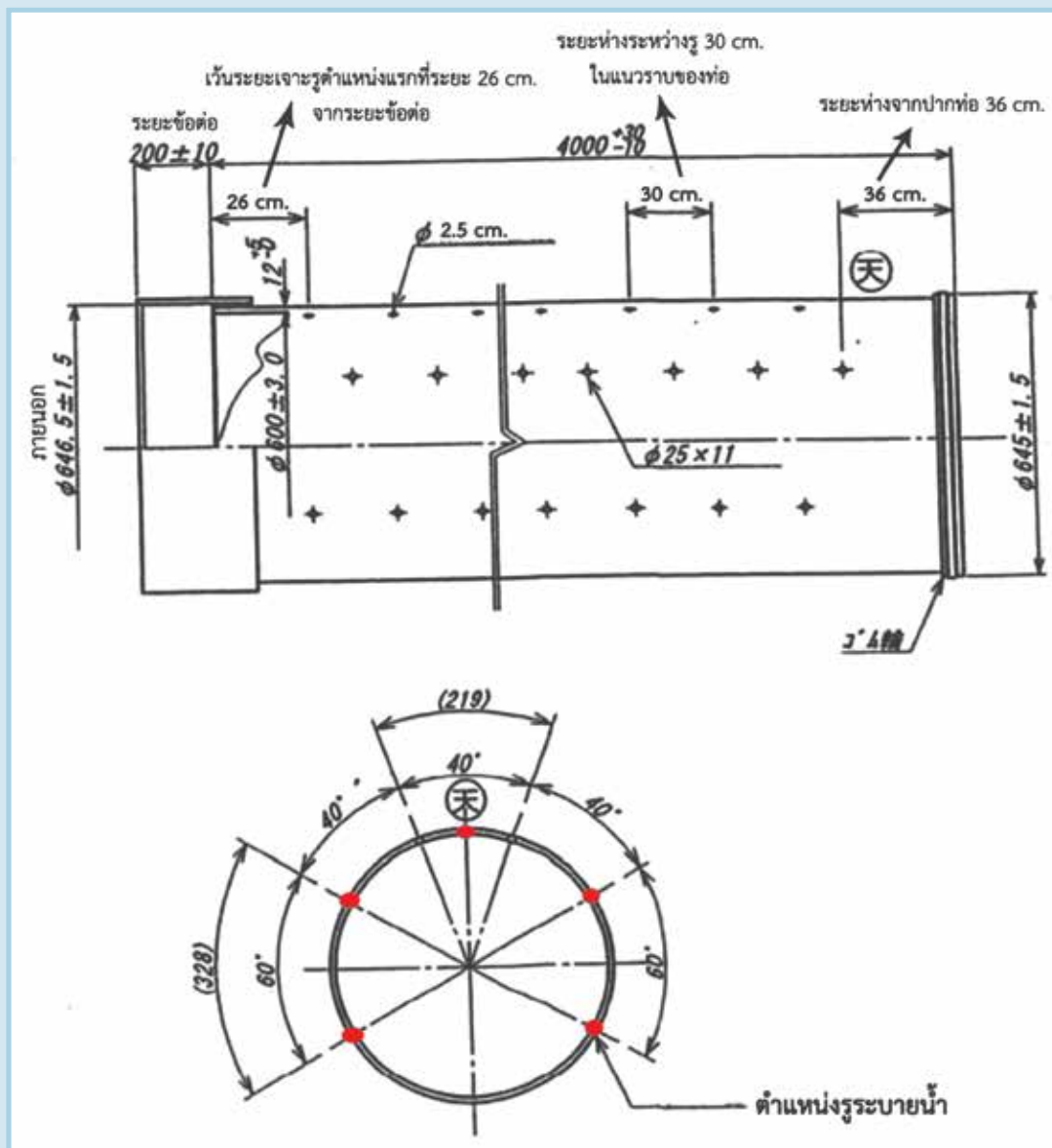
2.7.2 ในกรณีที่หน้าตัดของท่อรวบรวมน้ำชะขยะมีส่วนที่ถูกฝังลงในร่องมากกว่า 1 ใน 3 สามารถแก้ไขได้โดยให้มีการเสริมดินรองรับข้างใต้ท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (Foundation Materials) เพื่อให้ระดับความลึกของท่อรวบรวมที่ถูกฝังลงในร่องมีระยะความสูงไม่มากกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 ตัวอย่างการปรับปรุงระบบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

2.8 ข้อพิจารณาในเรื่องขนาดของระยะบายน้ำในท่อรวบรวมน้ำชะขยะขนาดของระยะบายน้ำในท่อรวบรวมน้ำชะขยะให้เป็นไปตามรูปที่ 14

### ท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (ท่อหลัก)



รูปที่ 14 ตัวอย่างการเจาะระบายน้ำในท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

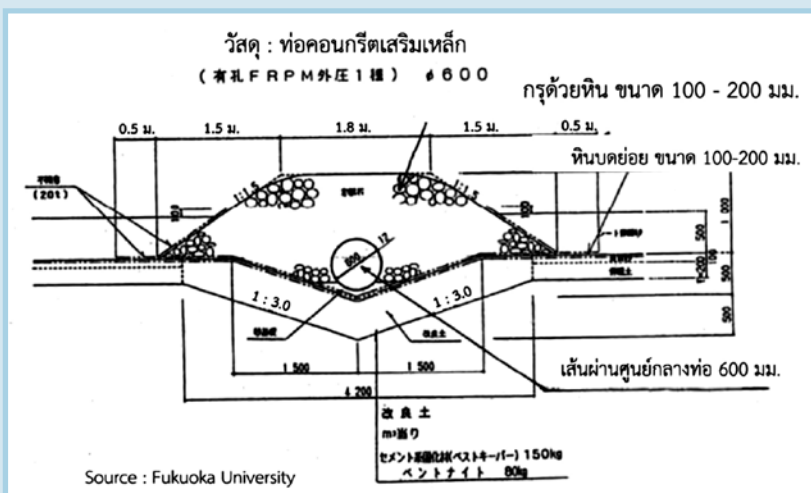
โดยตัวอย่างวิธีการติดตั้งท่อรวบรวมน้ำชะขยะให้เป็นไปตามรูปที่ 15



รูปที่ 15 ตัวอย่างการวางท่อที่เหมาะสมกับตำแหน่งของระบบน้ำชะขยะของท่อรวบรวม

## 2.9 ข้อพิจารณาสำหรับระบบการป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

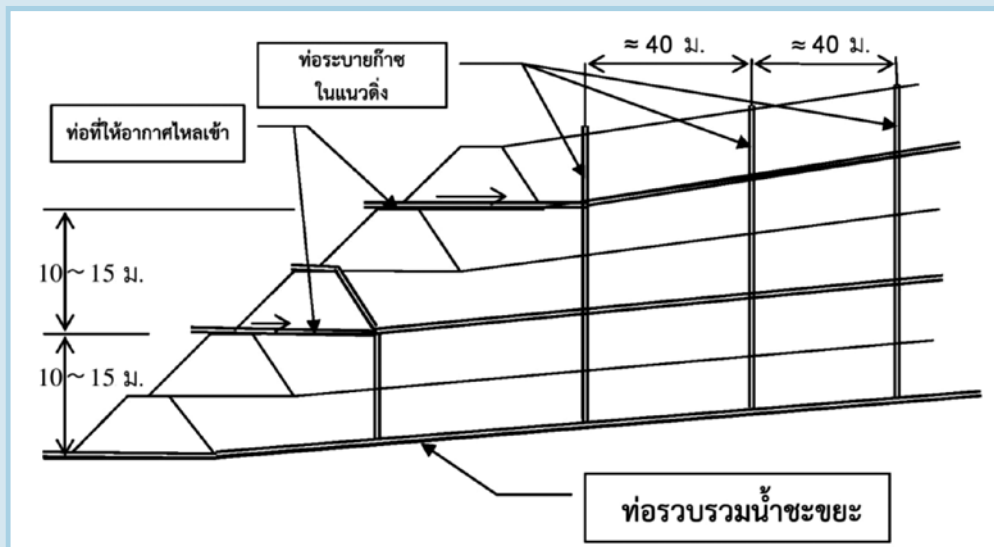
เนื่องจากอากาศที่ไหลเข้าสู่บ่อฝังกลบ จะแพร่ผ่านเข้าไปภายในบ่อฝังกลบขยะโดยกระบวนการพาแบบธรรมชาติ (Natural Convection) จากท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่มีน้ำไหลไม่เต็มท่อ ซึ่งการคำนวณและการออกแบบขนาดของท่อรวบรวมน้ำชะให้มีลักษณะการไหลของน้ำแบบไม่เต็มท่อ จะเป็นหลักการของการออกแบบและดำเนินงานระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ นอกจากนี้ การออกแบบระบบป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่เหมาะสม จะช่วยไม่ให้เกิดความเสียหายจากการดำเนินงานฝังกลบหรือน้ำหนักขยะหรือเครื่องจักรกลที่กดทับ และสามารถระบายน้ำชะขยะให้ออกจากบ่อฝังกลบขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรายละเอียดของระบบป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ แสดงในรูปที่ 12 และรูปที่ 16



รูปที่ 16 ภาพตัดท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่เหมาะสม

## 2.10 ข้อพิจารณาในการติดตั้งท่อระบายก๊าซที่เหมาะสม

2.10.1 การควบคุมการเกิดสภาวะใช้อากาศ (Aerobic Condition) ในบ่อฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศให้มากที่สุด โดยสามารถดำเนินการได้ (รูปที่ 17 และรูปที่ 18) ดังนี้



**รูปที่ 17** ลักษณะการประยุกต์โดยการเพิ่มท่อระบายก๊าซในแนวราบเมื่อมีความสูงในการฝังกลบขยะมาก



**รูปที่ 18** การติดตั้งท่อระบายก๊าซในบ่อฝังกลบขยะ

1) การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของท่อระบายก๊าซ (Configuration)

2) ระยะห่างของท่อระบายก๊าซในแนวดิ่ง (Spacing) โดยควรมีระยะดังนี้

2.1) หากความสูงของบ่อฝังกลบขยะไม่เกิน 10 เมตร ให้มีระยะห่างของท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งอยู่ที่ทุก ๆ ระยะ 40 เมตร

2.2) หากความสูงของบ่อฝังกลบขยะอยู่ระหว่าง 10 – 20 เมตร ให้มีระยะห่างของท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งอยู่ที่ทุก ๆ ระยะ 30 เมตร

2.3) หากความสูงของบ่อฝังกลบขยะมากกว่า 20 เมตร ให้มีระยะห่างของท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งอยู่ที่ทุก ๆ ระยะ 20 เมตร

ทั้งนี้ ระยะห่างของท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งไม่ควรน้อยกว่า 20 เมตร เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินการในหน้างานฝังกลบ เนื่องจากระยะห่างของท่อระบายก๊าซที่น้อยกว่า 20 เมตร อาจส่งผลกระทบต่อความยากลำบากในการขับเคลื่อนรถบรรทุกขยะ หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ใช้ในหน้างานฝังกลบขยะได้

3) การติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอน ให้ดำเนินการเมื่อบ่อฝังกลบขยะมีความสูงมากกว่า 10 เมตร และให้มีการติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอนทุก ๆ 10 – 15 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างท่อระบายก๊าซในแนวนอนเช่นเดียวกันกับท่อระบายก๊าซในแนวดิ่ง และควรออกแบบให้ความลาดเอียงประมาณ 15 – 20 องศา เพื่อป้องกันการอุดตันที่ไม่เท่ากันในบ่อฝังกลบ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดสภาวะการเกิดการอุดตันหรือตกท้องช้าง และเป็นสาเหตุให้เกิดการขวางกั้นก๊าซออกซิเจนจากภายนอกเข้ามาภายในบ่อฝังกลบและเกิดการแตก (Crack) ของระบบท่อระบายก๊าซในแนวนอน หรือติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอนให้เป็นไปตามความลาดชันของพื้นที่

4) ในกรณีที่วัสดุที่ใช้ติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอนมีราคาแพง อาจดำเนินการติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอนทุก ๆ ความสูง 15 เมตร โดยให้มีระยะห่างระหว่างท่อระบายก๊าซที่ทุก ๆ 40 เมตร

5) สำหรับการฝังกลบในหุบเขา สามารถติดตั้งท่อระบายน้ำขยะเชื่อมต่อกับท่อระบายก๊าซในแนวเอียงขนานกับหุบเขาหรือผนังบ่อฝังกลบขยะจนถึงชั้นบนสุดของบ่อฝังกลบขยะได้

2.10.2 วัสดุที่ใช้สำหรับท่อระบายก๊าซในแนวดิ่ง ควรใช้วัสดุที่เหมาะสมและมีอยู่ในพื้นที่

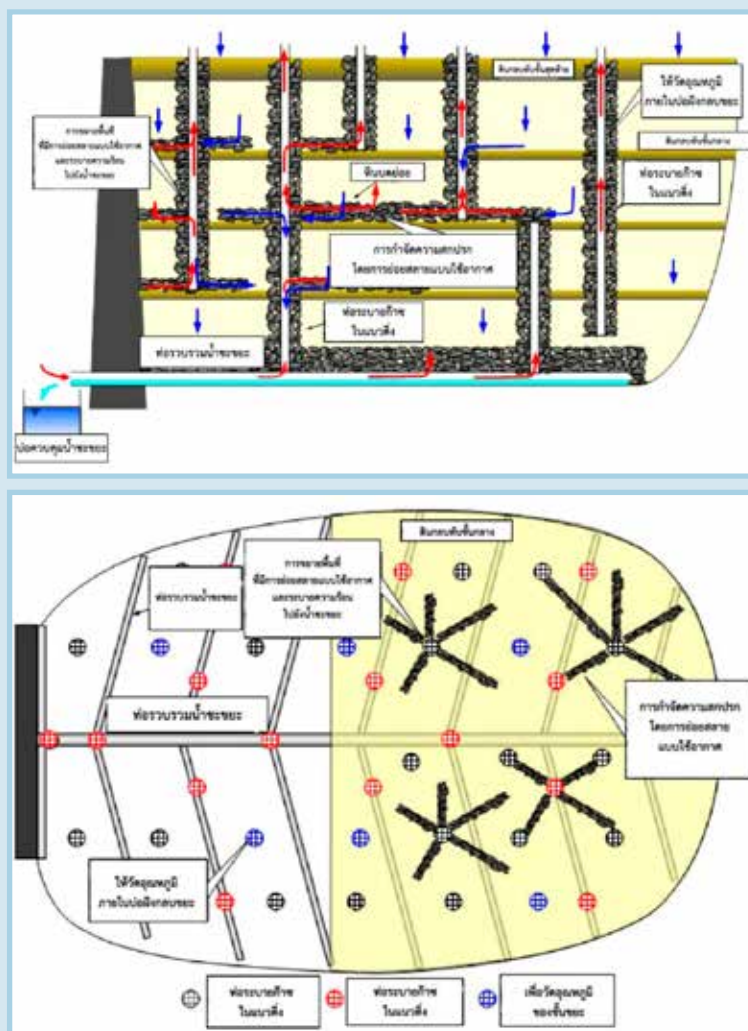
2.10.3 ถ้าขยะมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จำนวนมาก จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนจากอากาศเพื่อช่วยในการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การเพิ่มความถี่ในการติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอนจะช่วยให้เกิดการย่อยสลายได้รวดเร็ว

#### 2.10.4 บทบาทและวัตถุประสงค์ของท่อระบายก๊าซในแนวดิ่ง

- 1) ลดการสร้างก๊าซมีเทน
- 2) ทำให้น้ำชะขยะไหลได้อย่างรวดเร็วและสามารถถูกกำจัดได้เร็ว
- 3) สามารถใช้หมุนเวียนน้ำชะขยะผ่านทางท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งได้ ถ้ามีการออกแบบอย่างเหมาะสม

ออกแบบอย่างเหมาะสม

2.10.5 กรณีที่ไม่มีแนวลาดชัน (Slope) ที่จะติดตั้งท่อระบายก๊าซแนวนอนในบ่อฝังกลบออกสู่ภายนอก อาจกำหนดให้มีการวางท่อระบายก๊าซแนวนอนเป็นโครงข่ายและบล็อกหินบดย่อยเพื่อให้อากาศสามารถไหลเข้าสู่ชั้นขยะที่ถูกฝังกลบในบ่อฝังกลบได้ ดังรูปที่ 19 และรูปที่ 20



รูปที่ 19 ภาพตัดแสดงโครงข่ายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะและท่อระบายก๊าซ



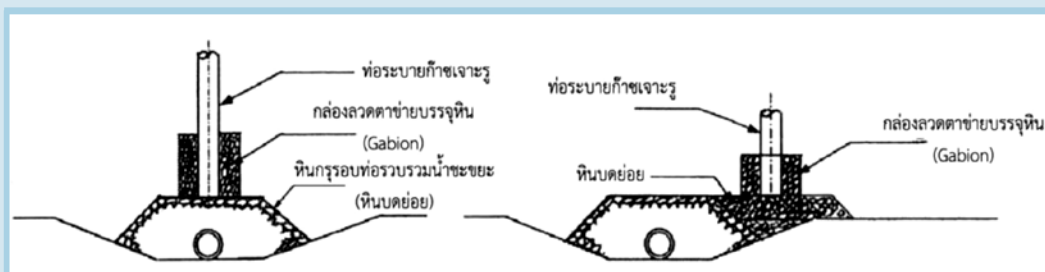
รูปที่ 20 ท่อระบายก๊าซที่อยู่เหนือบ่อฝังกลบขยะ

## 2.11 ข้อพิจารณาของระบบการป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ

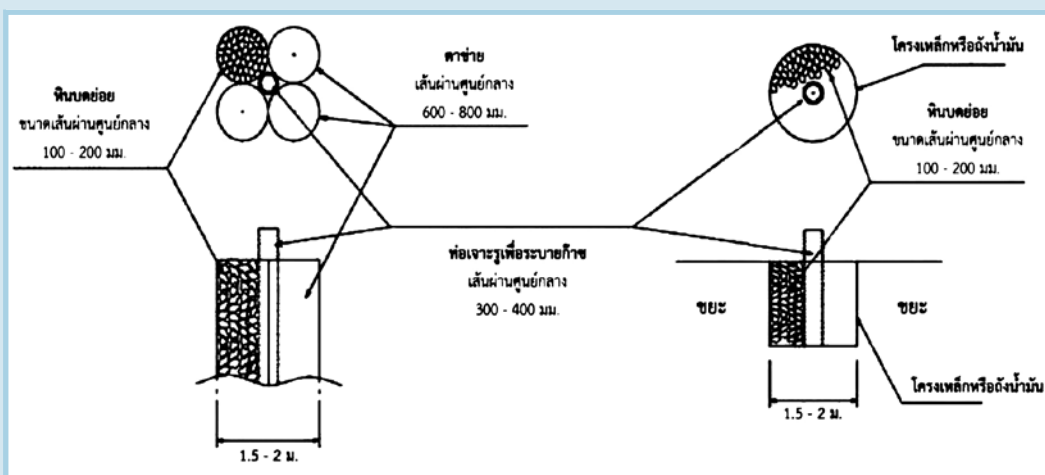
ก๊าซออกซิเจนที่แพร่ผ่านเข้ามาในบ่อฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ จะมาจากกลไกการพาอากาศ (Convection) จากภายนอกผ่านเข้ามาทางท่อระบายก๊าซและท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ดังนั้น จึงต้องมีการออกแบบระบบการป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ เพื่อให้อากาศจากภายนอกสามารถแพร่ผ่านเข้าไปในชั้นบ่อฝังกลบขยะได้ โดยให้พิจารณารายละเอียด ดังนี้

2.11.1 ให้มีการแสดงโครงข่ายการเชื่อมต่อและบ่อพักต่าง ๆ (Manholes) ระหว่างท่อรวบรวมน้ำชะขยะและท่อระบายก๊าซ เนื่องจากหลักการของการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ คือ การระบายก๊าซในชั้นบ่อฝังกลบขยะซึ่งมีอุณหภูมิสูง จากปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ผ่านทางท่อระบายก๊าซขึ้นมายังด้านบน และส่งผลให้เกิดการดึงอากาศภายนอกซึ่งเย็นกว่าเข้ามาทางรูท่อระบายน้ำชะขยะโดยใช้กลไกการพา (Convection) ของอากาศ

2.11.2 ให้มีการแสดงรายละเอียดแบบแปลน (Drawings) ภาพตัด (Cross Section) ของระบบท่อระบายก๊าซพร้อมทั้งระบบป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ เช่น กล่องลวดตาข่ายบรรจุหิน (Gabion Mattress) หรือร่องสำหรับบรรจุหินบดย่อยในแบบรายละเอียดการก่อสร้าง (รูปที่ 21 และรูปที่ 22)



รูปที่ 21 ภาพตัดของระบบทอระบายก๊าซและระบบป้องกันความเสียหายของทอระบายก๊าซ

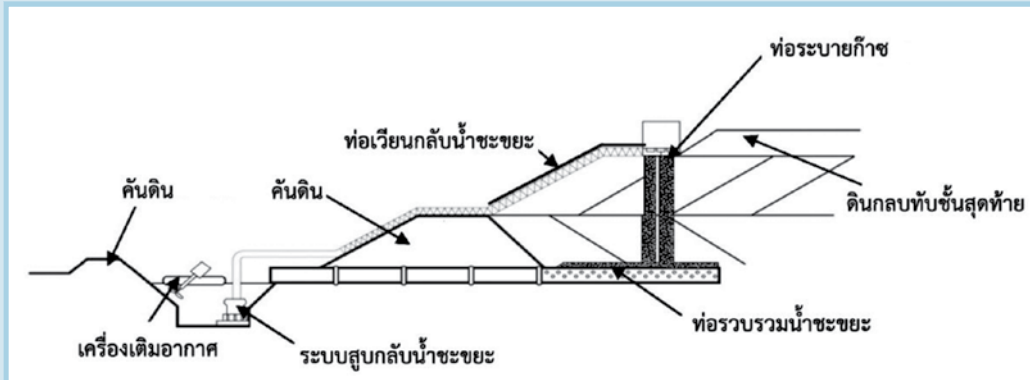


รูปที่ 22 ภาพตัดและมุมมองด้านบนของระบบทอระบายก๊าซแนวตั้ง

## 2.12 ข้อพิจารณาในเรื่องความสูงของบ่อฝังกลบและความเหมาะสมในการออกแบบให้มีการเวียนกลับน้ำชะขยะ

2.12.1 น้ำชะขยะมักมีค่าไนโตรเจนและความสกปรกในรูปของบีโอดีสูง เนื่องจากสภาพในบ่อฝังกลบขยะที่มีลักษณะการย่อยสลายแบบใช้ออกภาค (Aerobic) และแบบไม่ใช้ออกภาค (Anaerobic) ดังนั้น จึงสามารถประยุกต์รูปแบบการบำบัดไนโตรเจนได้ โดยกระบวนการบำบัดแบบออกซิก-แอน็อกซิก (Oxic-Anoxic) เพื่อเปลี่ยนรูปจากสารละลายแอมโมเนียเป็นไนเตรทผ่านกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนหรือไนตริฟิเคชัน และเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นก๊าซไนโตรเจนผ่านกระบวนการย่อยสลายแบบแอน็อกซิก จากการเวียนกลับน้ำชะขยะที่ผ่านการบำบัดเข้าไปยังบ่อฝังกลบขยะที่ใช้งานในระยะปัจจุบันอีกครั้ง

2.12.2 การเวียนกลับน้ำชะขยะกลับไปยังบ่อฝังกลบ จะช่วยในการบำบัดน้ำชะขยะและลดปริมาณน้ำชะขยะโดยอาจติดตั้งเครื่องสูบน้ำในบ่อควบคุม (Control Pond) (รูปที่ 23 ถึงรูปที่ 25) โดยที่จำเป็นต้องมีการแสดงการคำนวณและการออกแบบระบบสูบน้ำ (Pump Station) เพื่อเวียนน้ำกลับ (Recirculation) เข้าไปในบ่อฝังกลบขยะด้วย



รูปที่ 23 ตัวอย่างการออกแบบระบบเวียนน้ำชะขยะกลับไปยังบ่อฝังกลบแห่งหนึ่งของประเทศมาเลเซีย



รูปที่ 24 ตัวอย่างการออกแบบระบบเวียนน้ำชะขยะกลับไปยังบ่อฝังกลบแห่งหนึ่งของประเทศมาเลเซีย



รูปที่ 25 ตัวอย่างการออกแบบระบบเวียนน้ำชะขยะกลับไปยังบ่อฝังกลบแห่งหนึ่งของประเทศญี่ปุ่น

## 2.13 ตัวอย่างและขั้นตอนในการก่อสร้างระบบท่อบรรณน้ำชะขยะและท่อระบายก๊าซ

2.13.1 การพิจารณาวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างที่มีอยู่ในพื้นที่ เพื่อใช้แทนวัสดุที่จำเป็นจะต้องจัดซื้อ เช่น ไม้ไผ่ปล้องใหญ่สำหรับใช้เป็นท่อบรรณน้ำชะขยะ (รูปที่ 26) ยางรถยนต์สำหรับใช้เป็นท่อปลอกสำหรับป้องกันความเสียหายท่อบรรณน้ำชะขยะและท่อระบายก๊าซ (รูปที่ 27) ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรสำหรับใช้เป็นท่อปลอกสำหรับป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ (รูปที่ 28) เศษคอนกรีต (ที่ไม่ละลายและไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำ) จากการรื้อถอนอาคารหรือถนนสำหรับใช้แทนหินบดย่อยเพื่อกรูในท่อปลอก สำหรับป้องกันความเสียหายของท่อระบายน้ำชะขยะหรือท่อระบายก๊าซ ฯลฯ



**รูปที่ 26** การประยุกต์ใช้ท่อนไม้ไผ่เพื่อเป็นท่อบรรณน้ำชะขยะ (ตัวอย่างของประเทศมาเลเซีย)



**รูปที่ 27** ตัวอย่างการใช้ยางรถยนต์เก่าเป็นท่อปลอกสำหรับท่อบรรณน้ำชะขยะแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ต



**รูปที่ 28** ตัวอย่างการใช้ถังน้ำมันเก่าเป็นท่อปลอกสำหรับท่อระบายก๊าซ

2.13.2 กรณีที่ไม่สามารถรวบรวมวัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่ตามข้อ 2.10.1 ได้ ให้การรวบรวมวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น ท่อซีเมนต์เพื่อรวบรวมน้ำชะขยะ โดยให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในอย่างน้อย 60 เซนติเมตร (รูปที่ 29) และให้มีจำนวนท่อที่เพียงพอกับขนาดของพื้นที่ที่ได้ออกแบบการวางแนวท่อรวมน้ำชะขยะไว้



**รูปที่ 29** การรวบรวมท่อซีเมนต์เพื่อใช้ในการก่อสร้างท่อรวมน้ำชะขยะ

2.13.3 ทำการเจาะรูท่อรวมน้ำชะขยะให้มีขนาด 1 นิ้ว (25 มิลลิเมตร) (รูปที่ 30) ตรวจสอบรอยแตกร้าวของท่อรวมน้ำชะขยะแต่ละท่อน (รูปที่ 31) วัดความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (รูปที่ 32 (ก) และ (ข)) ซ่อมแซมรอยแตกต่าง ๆ ที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายและติดตั้งโดยใช้ปูนมอร์ตาร์ (ปูนที่ผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ น้ำ และทราย) (รูปที่ 33) และจำนวนท่อรวมน้ำชะขยะทั้งหมดที่ต้องใช้



**รูปที่ 30** การเจาะรูท่อรวมน้ำชะขยะ



รูปที่ 31 การตรวจสอบรอยแตกร้าวของท่อรวบรวมน้ำชะขยะแต่ละท่อน



(ก)



(ข)

รูปที่ 32 การวัดความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ



**รูปที่ 33** การซ่อมแซมรอยแตกต่าง ๆ ที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย

2.13.4 เตรียมถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยให้มีการตัดพื้นถังออก และเจาะรูโดยรอบ โดยมีขนาดรูประมาณ 10 เซนติเมตร (รูปที่ 34) เพื่อใช้เป็นท่อปลอก (Casing) สำหรับกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ โดยให้มีการบรรจุหินบดย่อยคละขนาดที่มีขนาดความยาวของหินบดย่อยที่สั้นที่สุดประมาณ 15 เซนติเมตรขึ้นไป (รูปที่ 35) อาจผูกถังน้ำมัน 200 ลิตรเข้าด้วยกันจำนวน 3 ถัง กรณีที่บ่อฝังกลบขยะมีการออกแบบให้มีความสูงมากกว่า 20 เมตร และบรรจุหินบดย่อย ทั้งนี้ หากไม่มีหินบดย่อย อาจใช้เศษคอนกรีตมาบรรจุในถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรด้วยก็ได้



**รูปที่ 34** การเตรียมท่อปลอกเพื่อกรูท่อระบายก๊าซโดยใช้ถังน้ำมันเก่าเจาะรู



**รูปที่ 35** การเตรียมหินบดย่อยคละขนาดเพื่อบรรจุไว้ในท่อปลูก

#### 2.13.5 การติดตั้งท่อรวบรวมน้ำชะเส้นหลัก ให้ดำเนินการดังนี้

- 1) บดอัดดินชั้นล่างให้แน่นโดยใช้เครื่องตบดิน (Handy Type Compactor) (รูปที่ 36)



**รูปที่ 36** การบดอัดดินชั้นล่างให้แน่นโดยใช้เครื่องตบดิน

- 2) อัดดินชั้นล่างในแน่น โดยเฉพาะพื้นที่ที่เจาะร่องสำหรับวางท่อรวบรวมน้ำชะขยะตลอดแนว (รูปที่ 37 (ก) – (ค))



รูปที่ 37 การอัดดินชั้นล่าง เซาะร่อง เพื่อวางท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

- เหนือน้ำ
- 3) ติดตั้งท่อรวบรวมน้ำชะขยะจากทิศทางท้ายน้ำไล่ขึ้นไปยังด้านทิศทางเหนือน้ำ
  - 4) เชื่อมท่อรวบรวมน้ำชะขยะโดยใช้ข้อต่อจากบริเวณท้ายน้ำไล่ขึ้นไปยังบริเวณเหนือน้ำ
  - 5) ปรับระยะและระดับปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะให้มีสภาพที่น้ำชะขยะสามารถไหลได้อย่างสะดวกตามแรงโน้มถ่วงของโลก (รูปที่ 38)



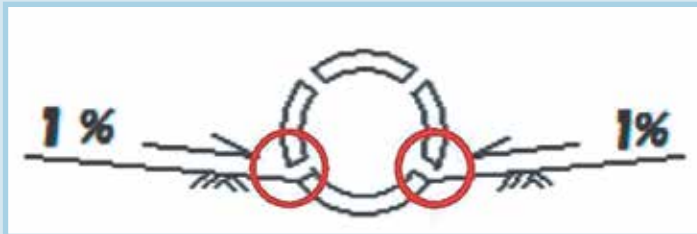
**รูปที่ 38** การปรับระยะและระดับปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะให้มีสภาพที่น้ำชะขยะสามารถไหลได้

6) บดอัดพื้นดินให้แน่นบริเวณปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (รูปที่ 39)



**รูปที่ 39** การบดอัดพื้นดินให้แน่นบริเวณปลายท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

7) ตรวจสอบว่ารูของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ จะต้องไม่จมอยู่ใต้ระดับดินที่ถูกเขาระ่องไว้ก่อนหน้า (รูปที่ 40) เพื่อให้ น้ำชะขยะที่ไหลภายในท่อไม่ถูกระบายออกตามรูเจาะ



**รูปที่ 40** การตรวจสอบว่ารูของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

8) ติดตั้งท่อรวบรวมน้ำชะขยะแขนงเชื่อมต่อกับท่อรวบรวมน้ำชะขยะสายหลัก โดยให้มีความลาดชันของท่อรวบรวมน้ำชะขยะแขนงอยู่ที่ร้อยละ 1 – 2 (รูปที่ 41)



**รูปที่ 41** การติดตั้งท่อแขนงเพื่อเชื่อมต่อกับท่อรวบรวมน้ำชะขยะสายหลัก

### 2.13.6 การกรูหินบดย่อยสำหรับป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

1) หลังจากที่ยางท่อรวบรวมน้ำชะขยะแล้วเสร็จ (ท่อเมนและท่อแขนง) ให้ใช้เครื่องจักรกลตักและกรูหินบดย่อยโดยรอบท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (รูปที่ 42)



**รูปที่ 42** การนำหินบดย่อยมากรูด้านข้างและด้านบนเพื่อป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

2) ให้คนงานเกลี่ยหินบดย่อยให้เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมูโดยคลุมท่อรวบรวมน้ำชะขยะให้เป็นไปตามรูปที่ 43 (ก) และ (ข)



**รูปที่ 43** การเกลี่ยหินบดย่อยให้เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมูโดยแรงงานคน

### 2.13.7 จุดเชื่อมต่อระหว่างท่อเมนและท่อแขนง

1) เจาะท่อแขนงกับท่อเมน หรืออาจเชื่อมต่อโดยติดตั้งบ่อพักเพื่อเชื่อมต่อระหว่างท่อแขนงให้เข้ากับท่อเมน (รูปที่ 44 (ก) และ (ข))



(ก)



(ข)

**รูปที่ 44** รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างท่อเมนและท่อแขนง

2) ขยายความยาวของท่อแขนงจากข้อต่อระหว่างท่อเมนและท่อแขนง จนถึงปลายจุดที่ได้ออกแบบรองรับไว้ (รูปที่ 45)



**รูปที่ 45** การขยายความยาวของท่อแขนงจากข้อต่อระหว่างท่อเมนและท่อแขนง

3) ในกรณีที่ใช้บ่อพักเพื่อเชื่อมต่อ อาจดำเนินการโดยการก่ออิฐฉาบปูนได้ (รูปที่ 46)



**รูปที่ 46** การก่อสร้างบ่อพักเป็นจุดเชื่อมต่อของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

4) กรณีที่ใช้วงขอบซีเมนต์เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างท่อเมนและท่อแขนง และมีการติดตั้งถังน้ำมัน 200 ลิตร เพื่อเป็นท่อกู้สำหรับระบายก๊าซ ให้ใช้ไม้ไผ่ท่อนหนาหรือท่อนไม้ที่สามารถรับน้ำหนักได้มารองกันถังน้ำมัน 200 ลิตร ทั้งนี้ เพื่อกระจายน้ำหนักของชั้นระบายก๊าซและป้องกันมิให้เกิดความเสียหายของบ่อพัก (รูปที่ 47)



**รูปที่ 47** การใช้ไม้ไผ่ท่อนหนาหรือท่อนไม้เพื่อกระจายน้ำหนักของชั้นระบายก๊าซและป้องกันมิให้เกิดความเสียหายของบ่อพัก

### 2.13.8 การเสริมลำไม้ไผ่เพื่อทดแทนท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่ชำรุดเสียหาย

1) ก่อนการใช้ไม้ไผ่เพื่อทดแทนท่อรวบรวมน้ำชะขยะที่ชำรุดเสียหาย ให้มีการตรวจสอบคุณภาพของไม้ไผ่ทุกท่อนว่าไม่มีการแตกหัก ความยาวสม่ำเสมอ และมีสภาพสมบูรณ์ (รูปที่ 48)



**รูปที่ 48** การตรวจสอบคุณภาพของไม้ไผ่

2) เจาะข้อไม้ไผ่ทุก ๆ ข้อปล้อง โดยใช้เหล็กข้ออ้อย เพื่อให้น้ำชะขยะสามารถไหลได้อย่างสะดวก (รูปที่ 49)



**รูปที่ 49** การเจาะข้อไม้ไผ่เพื่อให้น้ำชะขยะไหลได้อย่างสะดวก

3) เจาะรูโดยรอบปล้องไม้ไผ่ ขนาดรูประมาณ 1 นิ้ว ทุก ๆ ระยะ 20 – 30 เซนติเมตร (รูปที่ 50)



**รูปที่ 50** การเจาะรูโดยรอบปล้องไม้ไผ่เพื่อให้น้ำชะขยะไหลเข้าและให้อากาศไหลผ่านรู

4) เชื่อมต่อท่อนไม้ไผ่กับไม้ไผ่โดยการมัดด้วยลวด ทั้งนี้ความยาวของท่อนไม้ไผ่แต่ละท่อนที่นำมามัดรวมกัน ควรมีความยาวที่ใกล้เคียงกัน โดยให้นำไปสวมในท่อซีเมนต์ที่แตกชำรุดเสียหาย และกรุด้วยหินบดย่อยต่อไป (รูปที่ 51)





**รูปที่ 51** การเชื่อมต่อท่อไม้ไผ่ลงในท่อซีเมนต์ที่ชำรุดเสียหาย

#### 2.13.9 การติดตั้งท่อระบายก๊าซ

1) ติดตั้งท่อระบายก๊าซเหนือบริเวณจุดเชื่อมต่อของข้อ 2.13.7 โดยให้มีถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร จำนวน 3 ถัง และเจาะรูรอบถังตามข้อ 2.13.4 สำหรับเป็นท่อกรูป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ ซึ่งอยู่ตรงกลางระหว่างถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ใช้ลวดผูกยึดระหว่างถังน้ำมันและท่อระบายก๊าซ (รูปที่ 52)



**รูปที่ 52** การติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวตั้ง

2) กรูด้วยหินลงในถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยขนาดของหินบดย่อย ให้เป็นไปตามข้อ 2.13.4 (รูปที่ 53)



**รูปที่ 53** กรูหินบดย่อยลงในถังน้ำมัน เพื่อช่วยป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ

3) การติดตั้งท่อระบายก๊าซในชั้นที่ 2 (เหนือชั้นที่ 1) และการติดตั้งท่อระบายก๊าซในชั้นถัดสูงขึ้นไป ในกรณีที่ใช้ท่อพีวีซีหรือท่อเอชดีพีอี อาจใช้ข้อต่อแบบสวมอัดต่อเชื่อมระหว่างท่อพีวีซีหรือท่อเอชดีพีอี สำหรับการติดตั้งท่อระบายก๊าซในชั้นถัดสูงขึ้นไป และติดตั้งถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรที่ตัดพื้นถึงออก เจาะรูให้มีขนาดตามข้อ 2.13.4 ยึดด้วยลวดระหว่างถังน้ำมันชั้นล่างและชั้นบนให้แน่น ก่อนที่จะกรูด้วยหินบดย่อยลงในถังน้ำมันอย่างระมัดระวัง ทั้งนี้ให้ท่อระบายก๊าซจะต้องสูงกว่าชั้นดินกลบทับขยะอย่างน้อย 50 เซนติเมตร และบริเวณพื้นที่รอบแนวท่อปลอกที่หุ้มท่อระบายก๊าซจะต้องมีการโปะขยะให้สูงขึ้นจากระดับดินกลบทับปกติอีก 20 เซนติเมตร เนื่องจากบริเวณนี้ เป็นบริเวณที่เกิดการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนมากที่สุดและทำให้ขยะบริเวณรอบ ๆ ท่อปลอกจะมีการยุบตัวเร็วกว่าบริเวณอื่น ๆ (รูปที่ 54 (ก) - (ค))



(ก)



(ข)



(ค)

**รูปที่ 54 การติดตั้งท่อระบายก๊าซในชั้นฝังกลบขยะที่สูงขึ้นไป**

2.13.10 การติดตั้งระบบเวียนกลับน้ำชะขยะไปยังบ่อฝังกลบขยะ

1) ติดตั้งวงขอบไม้ (หรือใช้ฐานไม้พาเลทสำเร็จรูป) (ที่สามารถรับน้ำหนักหินได้) ขนาดประมาณ  $5 \times 5$  เมตร จำนวน 5 แผ่น สำหรับใช้เป็นฐานสำหรับการสเปรย์เวียนน้ำชะขยะเพื่อกลับมาบำบัดในบ่อฝังกลบขยะ 1 แผ่น และผนังขอบอีก 4 แผ่น (รูปที่ 55)



**รูปที่ 55 การติดตั้งติดตั้งวงขอบไม้ขนาดประมาณ  $5 \times 5$  เมตร**

2) ติดตั้งตาข่ายลวดเหนื่อฐานวงขอบไม้ โดยนำแผ่นตาข่ายลวดผูกและยึดกับฐานวงขอบไม้ให้แน่น (รูปที่ 56)



**รูปที่ 56** การติดตั้งตาข่ายลวดเหนือฐานวงขอบไม้

3) วางฐานวงขอบไม้ที่ซึ่งตาข่ายลวดไว้บนพื้นที่ที่ใกล้กับแนวท่อรวบรวมน้ำชะขยะ เพื่อให้สามารถเวียนน้ำชะขยะมาบำบัดและระบายออกได้อย่างสะดวก (รูปที่ 57)



**รูปที่ 57** ฐานวงขอบไม้แต่ละด้านที่ประกอบแล้วเสร็จ

4) ก่อสร้างวงขอบไม้ โดยให้นางขอบไม้ยึดต่อเข้าด้วยกัน พร้อมติดตั้งท่อระบาย ก๊าซโดยใช้ท่อพีวีซีหรือท่อเอชดีพีอีเจาะรู บรรจุหินบดย่อยขนาดต่ำสุด 15 เซนติเมตร (รูปที่ 58) คละหลาย ๆ ขนาด โดยใช้รถแบ็คโฮจนเต็มวงขอบไม้ ในขั้นตอนนี้ อาจต้องมีการใช้ไม้ค้ำยันเพื่อมิให้โครงสร้างเสียหาย (รูปที่ 59 (ก) และ (ข))



รูปที่ 58 ฐานกรองที่บรรจุด้วยหินบดย่อยสำหรับฉีดพ่นน้ำชะขยะมาบำบัดโดยการกรอง



รูปที่ 59 การก่อสร้างระบบเวียนน้ำชะขยะเพื่อนำมาบำบัดในบริเวณบ่อฝังกลบขยะ

5) ติดตั้งระบบท่อสูบน้ำกลับและเครื่องสูบน้ำ (รูปที่ 60) จากบ่อเก็บกักน้ำชะขยะหรือ บ่อควบคุมน้ำชะขยะด้านท้ายน้ำมายังบริเวณวงขอบไม้ที่บรรจุหินบดย่อยดังกล่าว โดยให้น้ำชะขยะกระจาย เพื่อสเปรย์โดยใช้หัวฉีดพ่น (Nozzle) ซึ่งมีหลักการทำงานเดียวกันกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบโปรยกรอง (Trickling Filter) (รูปที่ 61)



(ก)



(ข)

รูปที่ 60 การติดตั้งระบบสูบน้ำชะขยะกลับเข้าไปบำบัดในบ่อฝักรบขยะ



รูปที่ 61 การโปรยกรองเพื่อบำบัดน้ำชะขยะในตัวกรองซึ่งใช้หินบดย่อยเป็นตัวกลาง

6) ระบบฝักรบขยะแบบกึ่งใช้อากาศหลังจากที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ จะเป็นเช่นดัง

รูปที่ 62



รูปที่ 62 ระบบฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศหลังจากที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ (ตัวอย่างในมาเลเซีย)



### 3. การดำเนินงานฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ

#### 3.1 ข้อควรพิจารณาสำหรับการบำรุงรักษาระบบท่อดรวมน้ำชะขยะ

ท่อดรวมน้ำชะขยะเป็นระบบที่สำคัญในการให้อากาศสามารถแพร่เข้าไปในบ่อฝังกลบขยะ ช่วยในการระบายน้ำชะขยะ และควบคุมสภาวะการย่อยสลายแบบใช้อากาศ (Aerobic) ในบ่อฝังกลบขยะ โดยท่อดรวมน้ำชะขยะจะต้องมีระบบป้องกันความเสียหายเนื่องจากน้ำหนักขยะด้านบนและเครื่องจักรกลที่กดทับระหว่างการฝังกลบขยะ และต้องพิจารณาในเรื่องประเภทของขยะที่นำเข้ามากำจัด เพื่อมิให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic) และสามารถให้อากาศไหลออกจากรูระบายท่อดรวมน้ำชะขยะแพร่เข้าไปในชั้นขยะได้ รวมทั้งควบคุมให้ปลายท่อดรวมน้ำชะขยะเปิดออกสู่บรรยากาศได้ตลอดเวลา ซึ่งมีข้อควรพิจารณาในการดำเนินการดังนี้

##### 3.1.1 ให้มีการควบคุมการดำเนินงานในโครงสร้างหลัก ๆ ประกอบด้วย

- (1) ท่อดรวมน้ำชะขยะบริเวณพื้นบ่อฝังกลบขยะ
- (2) ท่อระบายก๊าซ และดึงอากาศจากภายนอกเข้าสู่ชั้นขยะ

3.1.2 ท่อดรวมน้ำชะขยะมีความสำคัญที่สุด และจะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการแตกชำรุดเสียหายหรือการอุดตัน ดังนั้น จะต้องมีการหมั่นสังเกตความผิดปกติของบ่อฝังกลบขยะเสมอ

3.1.3 การพิจารณาประเภทของขยะที่จะต้องนำไปฝังกลบในบริเวณที่ใกล้กับท่อรวบรวม น้ำชะขยะ คือ ขยะทั่วไปที่มีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ โดยควรหลีกเลี่ยงการฝังกลบขยะที่มีขนาดเล็กหรือขยะ อาหาร เนื่องจากอาจมีการย่อยสลาย เกิดการสร้างเมือกและจะไปอุดตันในชั้นป้องกัน (รูปที่ 63)



**รูปที่ 63** ลักษณะความเสียหายกับท่อรวบรวมน้ำชะขยะในบริเวณการฝังกลบขยะในชั้นแรก

#### 3.1.4 ในช่วงระหว่างการดำเนินงาน ให้พิจารณา

1) ประเภทของขยะที่นำไปกำจัดในชั้นแรกซึ่งอยู่ใกล้กับท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ

1.1) การฝังกลบขยะในชั้นที่ 1 อาจทำให้เกิดเศษดินหรือขยะขนาดเล็ก ไหลเข้าไปติดและอุดตันในชั้นหินบดย่อยที่ใช้ในการป้องกันความเสียหาย โดยชั้นนี้จะเป็นเหมือนชั้นวัสดุกรอง รอบท่อระบายน้ำชะขยะ ซึ่งหากมีขยะขนาดเล็ก ขยะอินทรีย์หรือขยะอาหารติดอยู่ อาจทำให้เกิดการย่อยสลาย ของขยะในชั้นวัสดุกรอง บางประเภทก่อให้เกิดเมือกไขมัน ส่งผลให้เกิดการขัดขวางการแพร่ของอากาศภายนอก เข้าไปในบ่อฝังกลบขยะ ดังนั้น ท่อรวบรวมน้ำชะขยะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง รวมทั้งจะต้องได้รับการบำรุง รักษาตลอดอายุการใช้งานบ่อฝังกลบขยะจนถึงการปิดบ่อฝังกลบขยะอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงควรมีการบำรุง รักษาและดูแล เพื่อมิให้เกิดการอุดตันบริเวณชั้นวัสดุป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ

1.2) อีกวิธีหนึ่งที่จะหลีกเลี่ยงป้องกันมิให้วัสดุไหลเข้าไปในท่อรวบรวมระบาย น้ำชะขยะคือ การฝังกลบขยะชิ้นใหญ่แบบคละกันหลาย ๆ ประเภท (Non-Uniform shape) และไม่สามารถ ละลายน้ำได้ เช่น ยางจากวัสดุก่อสร้างหรือพวกคอนกรีต

2) การฝังกลบที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อท่อรวบรวมน้ำชะขยะ ซึ่งโดยปกติ แล้วท่อรวบรวมน้ำชะขยะจะต้องได้รับการออกแบบให้มีความแข็งแรงและทนต่อน้ำหนักขยะและน้ำหนักของ เครื่องจักรกลหนักในช่วงระหว่างการดำเนินงานฝังกลบขยะ โดยในช่วงของการฝังกลบชั้นขยะที่ระดับความสูง 3 เมตรแรกเหนือระดับพื้นบ่อฝังกลบขยะ ให้พิจารณาจัดวางในการใช้งานเครื่องจักรกลเป็นพิเศษ เนื่องจาก

น้ำหนักรของเครื่องจักรกลที่เกิดจากการเคลื่อนที่ อาจทำให้เกิดการถ่วงน้ำหนักลงมายังด้านล่างและส่งผลกระทบต่อความเสียหายของท่อรวบรวมขยะโดยตรง ซึ่งหากท่อรวบรวมน้ำขยะได้รับความเสียหายแล้ว อาจส่งผลให้วัสดุป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำขยะเสียหายไปด้วย และทำให้ขยะไหลเข้าไปอุดตัน ขัดขวางการไหลของน้ำขยะ รวมทั้งขัดขวางการแพร่ของอากาศไปในบ่อฝังกลบขยะ ซึ่งในทางปฏิบัติควรดำเนินการ ดังนี้

## 2.1) การฝังกลบขยะในชั้นที่ 1

การฝังกลบขยะในชั้นที่ 1 เป็นเทคนิค (Know-how Technique) ที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ เนื่องจากหากดำเนินงานไม่ดีแล้ว จะก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงที่จะทำให้ท่อรวบรวมน้ำขยะได้รับความเสียหาย ดังนั้น การฝังกลบขยะในชั้นที่ 1 จึงต้องใช้ความระมัดระวัง และจะต้องมีการควบคุมการดำเนินงานอยู่ตลอดเวลา โดยให้ดำเนินการ ดังนี้

2.1.1) ให้ขยะลงในบ่อฝังกลบบริเวณที่อยู่ห่างกับแนวหินบดย่อยที่ป้องกันท่อรวบรวมน้ำขยะ โดยจะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยกำกับพนักงานฝังกลบเพื่อให้รถบรรทุกขยะสามารถขยะในตำแหน่งที่กำหนดไว้ และทำการบดอัดโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถดันวิ่งไปมา 5 เทียว และให้มีระยะเพื่อในแนวดิ่งระหว่างความสูงของหินบดย่อยที่กลบทับท่อรวบรวมน้ำขยะและความสูงของกองขยะที่กลบทับด้วยดิน อย่างน้อย 1.5 เมตร เนื่องจากต้องมีการเผื่อการกระจายน้ำหนักที่จะกดทับและสร้างความเสียหายกับท่อรวบรวมน้ำขยะจากการใช้เครื่องจักรกล ยิ่งเครื่องจักรกลที่ใช้งานมีน้ำหนักมาก ยิ่งต้องเพิ่มระยะเพื่อในแนวดิ่งนี้มากยิ่งขึ้น

2.1.2) ให้มีการปักหมุดไม้ชั่วคราว (ทั้งนี้ ให้มีความสูงกว่าความสูงของชั้นหินบดย่อยที่ป้องกันความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำขยะอย่างน้อย 1.5 เมตร) เพื่อให้ผู้ดำเนินงานควบคุมเครื่องจักรกลทราบถึงระดับความสูงของขยะในชั้นแรก ซึ่งจะต้องดำเนินการฝังกลบขยะไม่ให้สูงกว่าระดับนี้

2.1.3) ขยะอีกฝั่งหนึ่งของแนวท่อรวบรวมน้ำขยะโดยใช้รถแบ็คโฮเกลี่ยให้มีลักษณะสมมาตรกันกับอีกฝั่งหนึ่ง

2.1.4) ให้มีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมเครื่องจักรกลตลอดเวลา เมื่อมีการไถดันเข้าใกล้กับแนวท่อรวบรวมน้ำขยะ เพื่อป้องกันความเสียหายของแนวท่อ

2.1.5) บรรจุขยะในช่องกลาง เกลี่ยและบดอัดขยะให้เรียบเป็นระดับเดียวกัน

2.1.6) กลบทับด้วยดินให้มีระดับราบเรียบเสมอกัน

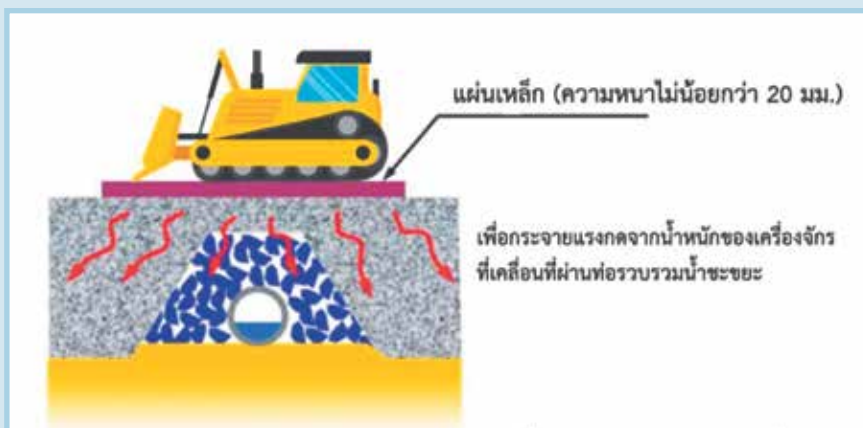
## 2.2) การฝังกลบขยะในชั้นที่ 2

2.2.1) ก่อนที่จะดำเนินการ ให้กำหนดความสูงของชั้นขยะในชั้นที่ 2 โดยการปักหมุดไม้ชั่วคราว ซึ่งเชือกหรือโซ่ไม้เพื่อกำหนดแนวระดับกับหมุดไม้ชั่วคราว ที่ความสูงประมาณ 3 เมตร เพื่อให้ทราบถึงความสูงของกองขยะที่จะต้องดำเนินการเท เกลี่ย ไถ ดัน ไม้ให้เกินความสูงของระดับที่ปักหมุดชั่วคราวนี้

2.2.2) ให้ดำเนินการในลักษณะเดียวกันกับการดำเนินงานฝังกลบขยะในชั้นที่ 1 ก่อนที่จะกลบด้วยดินหนาประมาณ 15 เซนติเมตร ความถี่ในการกลบทับ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

2.3) ให้มีความหนาของชั้นวัสดุป้องกันความเสียหาย ที่เป็นหินบดย่อย (Crushed Rock) อย่างน้อย 1 เมตร เนื้อที่รวบรวมระบายน้ำชะขยะ สำหรับการฝังกลบในชั้นแรก

2.4) กรณีที่ไม่สามารถเทหินบดย่อย (Crushed Rock) ให้มีความหนาน้อยกว่า 1 เมตร หรือเป็นพื้นที่ที่มีความจำเป็นต้องให้เครื่องจักรกลวิ่งข้ามแนวท่อรวบรวมน้ำชะขยะบ่อย ๆ อาจวางแผ่นเหล็กชั่วคราวที่มีความหนาน้อยกว่า 20 มิลลิเมตร ที่มีระยะความยาวมากกว่าความกว้างของฐานวัสดุป้องกันความเสียหายที่เป็นหินบดย่อย (Crushed Rock) หลังจากมีการดำเนินงานตามข้อ 1.1) เพื่อช่วยกระจายน้ำหนักของเครื่องจักรกลที่กดทับและป้องกันแนวท่อ หรืออาจออกแบบโครงสร้างพิเศษเพื่อกระจายน้ำหนักมิให้กระแทกลงไปยังท่อรวบรวมน้ำชะขยะโดยตรง มิเช่นนั้นจะเกิดความเสียหายของท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (รูปที่ 63 และรูปที่ 64)



รูปที่ 64 ตัวอย่างของวิธีการป้องกันความเสียหายของท่อรวมน้ำชะขยะในการฝังกลบขยะชั้นแรก

## 3) การควบคุมระดับน้ำชะขยะ ให้ดำเนินงานดังนี้

3.1) ในช่วงการดำเนินงานฝังกลบขยะต้องมั่นใจว่าปลายท่อรวมน้ำชะขยะเส้นหลัก ต้องมีช่องเปิดให้อากาศสามารถไหลเข้าได้อย่างอิสระตลอดเวลาที่ความสูง 2/3 ถึง 3/4 ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ

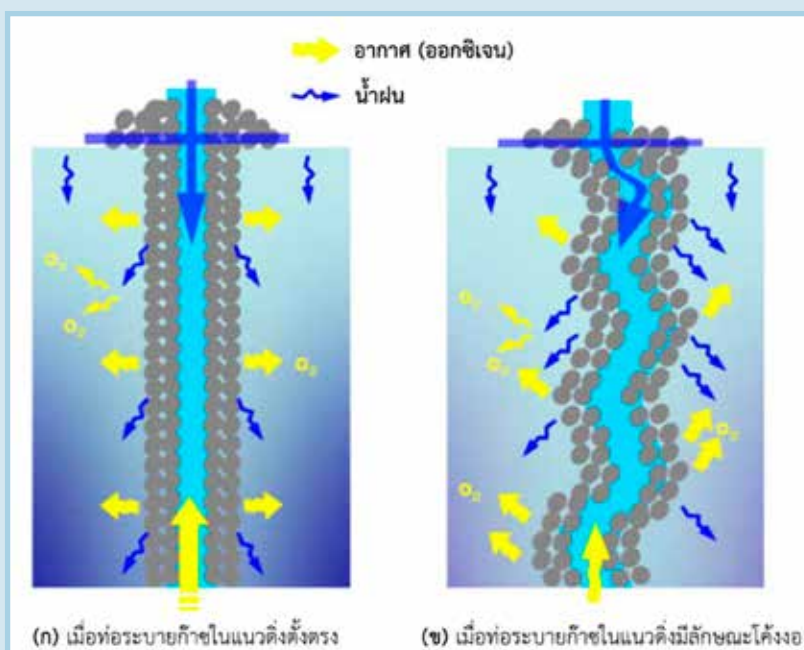
[illegible]

44 แนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill)

1.1) ในระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ ท่อรวบรวมน้ำชะขยะบริเวณกันบ่อฝังกลบและท่อแนวดิ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้เกิดการระบายของน้ำชะขยะและการระบายก๊าซออกซิเจน ดังนั้น การติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งที่ตำแหน่งและระยะห่างที่เหมาะสม รวมทั้งการขยายความสูงของท่อระบายก๊าซให้มีระดับความสูงเหนือกว่าความสูงของชั้นขยะ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินงาน (รูปที่ 3-4)

1.2) การเพิ่มประสิทธิภาพในการรวบรวมน้ำชะขยะและระบายก๊าซ จะต้องมีการต่อเชื่อมโดยใช้บ่อพัก (Manhole) ระหว่างท่อแนวดิ่งกับท่อรวบรวมระบายน้ำชะขยะ และให้มีระยะห่างระหว่างท่อระบายก๊าซแนวดิ่งในทุก ๆ ระยะ 20 เมตร และมีวัสดุป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ และเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำชะขยะ โดยวัสดุป้องกันที่เป็นแนวหินบดย่อยจะเปรียบเสมือนเป็นชั้นกรอง และขนาดของหินบดย่อยที่เป็นวัสดุป้องกันความเสียหายจะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 10 เซนติเมตร และไม่เกิดปฏิกิริยาหรือละลายน้ำ โดยให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อปลอก (Casing) ที่ใช้บรรจุหินบดย่อยอย่างน้อย 1 เมตร

1.3) ในกรณีที่ท่อแนวดิ่งมีการต่อให้สูงขึ้นไปตามความสูงของชั้นขยะ ให้มีการใช้หินบดย่อยประเภทเดียวกันกับชั้นวัสดุป้องกันความเสียหายที่อยู่บริเวณด้านล่าง และให้มีขนาดเดียวกัน และถ้าไม่สามารถติดตั้งท่อแนวดิ่งให้เป็นลักษณะการตั้งตรงได้ สามารถใช้ท่อที่มีการโค้งงอได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดพื้นที่หน้าตัดในการระบายก๊าซได้ดียิ่งขึ้น (รูปที่ 66)

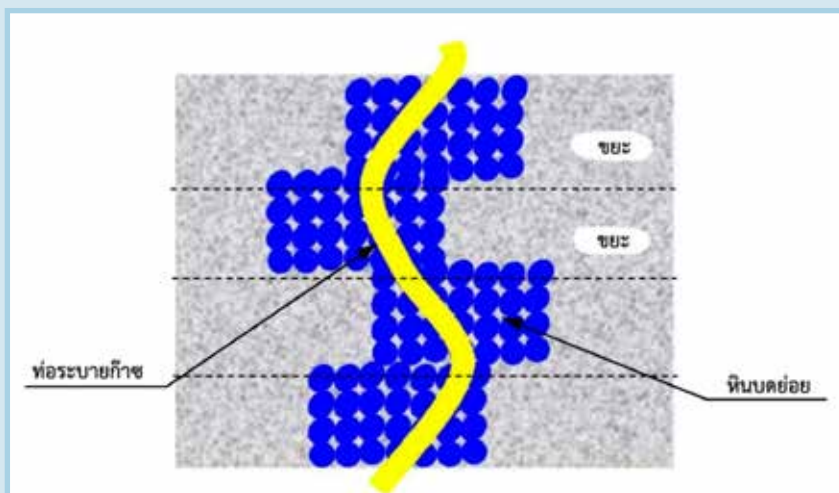


**รูปที่ 66** การแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนผ่านระบบท่อระบายก๊าซ

1.4) เมื่อมีการเชื่อมต่อแนวท่อระบายก๊าซให้สูงขึ้น อาจทำให้ท่อเกิดการโค้งงอ ดังนั้นการเชื่อมต่อท่อระบายก๊าซในแนวตั้ง จะขึ้นกับปัจจัยดังนี้ (รูปที่ 67)

1.4.1) ในกรณีที่ท่อระบายก๊าซเกิดการโค้งงอ ให้ติดตั้งท่อระบายก๊าซตาม ลักษณะการโค้งงอของท่อ (รูปที่ 67) และบรรจุหินบดย่อย ตามแนวของท่อปลอกในแต่ละท่อนตามชั้นความ สูงของขยะ โดยให้เป็นไปตามลักษณะการโค้งงอของท่อระบายก๊าซ

1.4.2) เมื่อวางท่อระบายก๊าซให้สูงขึ้นในแนวตั้งในชั้นต่อไป ให้ติดตั้งท่อ ระบายก๊าซที่กึ่งกลางของจุดกึ่งกลางท่อระบายก๊าซเดิมและติดตั้งในทิศทางที่แตกต่างหรือตรงกันข้ามกับ ท่อระบายก๊าซเดิม พร้อมทั้งกรุด้วยหินบดย่อยเพื่อป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซ



รูปที่ 67 ตัวอย่างการบรรจุหินบดย่อยในแนวของท่อปลอกที่โค้งตามความงอของท่อระบายก๊าซ

## 2) การฝังกลบขยะที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบระบายก๊าซ

เมื่อเดินระบบฝังกลบขยะ อาจเกิดการพังทลายเสียหายของท่อระบายก๊าซใน แนวตั้งจากการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝังกลบขยะ หรือน้ำหนักของขยะในบ่อฝังกลบขยะ ดังนั้น การดูแลรักษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมากในการเดินระบบฝังกลบขยะ โดยที่

2.1) เมื่อเริ่มการฝังกลบขยะในแต่ละชั้น โดยทั่วไปมักจะติดตั้งท่อระบายก๊าซ ในแนวตั้ง และให้มีพื้นที่ฝังกลบขยะที่มีการปรับความลาดชันในลักษณะขั้นต่อขั้น โดยมีความสูงของแต่ละชั้น ประมาณ 3 เมตร ในกรณีนี้ ถ้ามีการดันขยะในด้านหนึ่งด้านในโดยใช้เครื่องจักรกลหนัก มักจะส่งผลให้เกิด ความเสียหายกับท่อระบายก๊าซในแนวตั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการฝังกลบขยะในชั้นแรก เนื่องจากท่อรวบรวม ระบายน้ำชะขยะจะต่อเชื่อมกับท่อระบายก๊าซโดยตรง และอาจได้รับความเสียหายด้วยได้ง่าย ดังนั้น การใช้ เครื่องจักรกลหนักในชั้นนี้ ควรดำเนินการด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง

2.2) ถ้าบ่อฝังกลบขยะมีการฝังกลบขยะในที่สูงมากกว่าความสูงของท่อระบายก๊าซ จะทำให้เกิดสภาพไร้อากาศเนื่องจากก๊าซออกซิเจนและอากาศไม่สามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ภายในบ่อฝังกลบขยะได้ และจะทำให้ระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศได้รับความเสียหายทั้งหมด (รูปที่ 68 และ 69)



**รูปที่ 68** ตัวอย่างที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากความสูงของขยะมากกว่าความสูงของท่อระบายก๊าซ



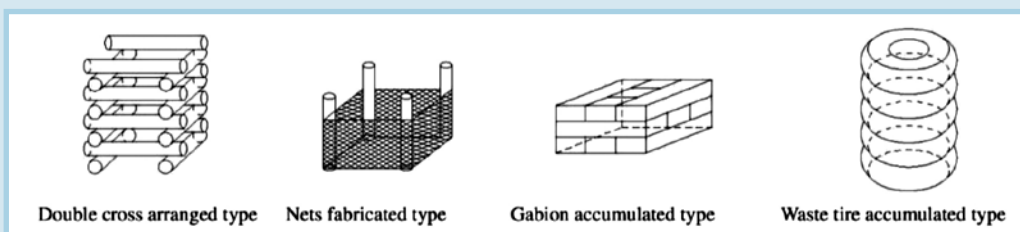
**รูปที่ 69** ตัวอย่างที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากท่อระบายก๊าซมีดินแทรกเข้าไปในท่อปอลก

### 3.2.3 การติดตั้งท่อปอลกที่ป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซในแนวตั้ง

#### 1) กรณีที่มีการติดตั้งท่อปอลกก่อนการวางแนวท่อระบายก๊าซ

1.1) ในกรณีของการวาง/การติดตั้งท่อปอลก (Casing) สำหรับท่อระบายก๊าซที่ถูกยกขึ้นมาให้มีความสูงมากกว่าความสูงของบ่อฝังกลบก่อนหน้าการดำเนินงานเดินระบบฝังกลบขยะและการกลบทับด้วยดิน (รูปที่ 70) ความระมัดระวังมีความจำเป็นอย่างยิ่งในขั้นตอนนี้ในช่วงการเดินระบบฝังกลบ โดยจะต้องฝังกลบขยะในลักษณะที่ไม่ใช่การฝังกลบในฝั่งใดฝั่งหนึ่งโดยเฉพาะ แต่จะต้องดำเนินการในลักษณะการเกลี่ยให้เท่า ๆ กันโดยตลอดรอบพื้นที่ เพื่อป้องกันการถล่ม การทลาย การเสียหายของท่อระบายก๊าซเนื่องมาจากน้ำหนักของขยะที่กระทำต่อท่อระบายก๊าซในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

1.2) ความสูงของท่อระบายก๊าซจะต้องถูกควบคุมให้มีความสูงมากกว่ากองขยะที่ถูกฝังกลบโดยรอบอย่างน้อย 50 เซนติเมตร



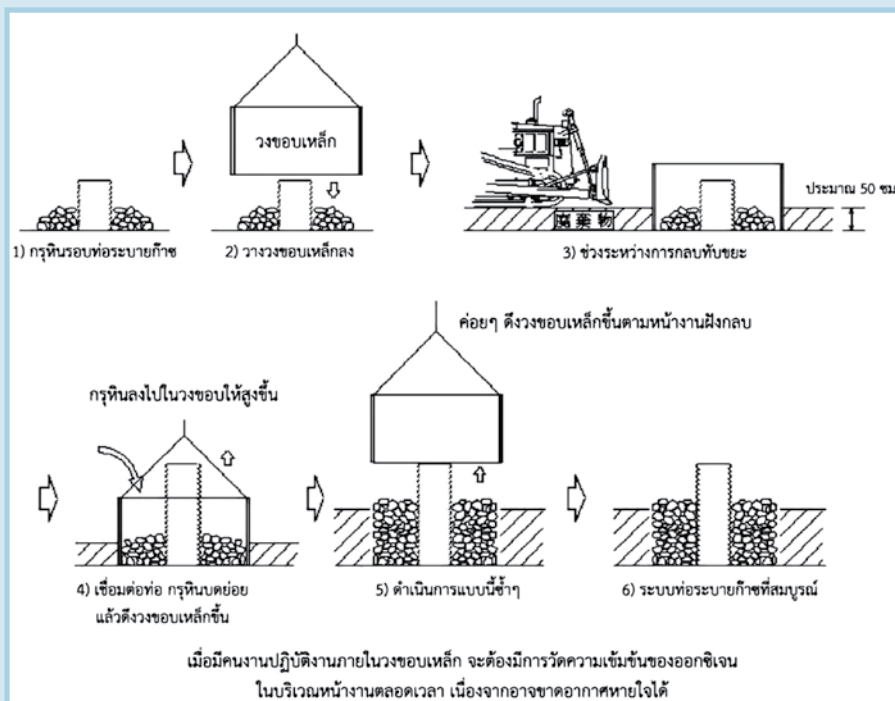
**รูปที่ 70** ตัวอย่างของท่อปอลกเพื่อป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซแนวตั้ง



รูปที่ 71 ตัวอย่างของท่อปลอกเพื่อป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซแนวตั้ง

2) กรณีที่มีการติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวตั้งก่อนการติดตั้งท่อปลอกและวัสดุป้องกัน

วิธีนี้จะเป็นวิธีที่วางหรือติดตั้งวงขอบเหล็กหรือเหล็กตาข่ายโดยรอบท่อรวบรวมก๊าซ ซึ่งถูกกำหนดตำแหน่งไว้ก่อนหน้านี้แล้ว และหลังจากที่มีการฝังกลบขยะโดยรอบวงขอบเหล็กแล้ว ให้กรุฐานท่อระบายก๊าซภายในด้วยหินบดตลอดชั้นความสูง (รูปที่ 72) เพื่อป้องกันความเสียหายหรือการพังของท่อระบายก๊าซในระหว่างการดำเนินงาน โดยที่ให้มีการกรุหินบดย่อยบริเวณฐานท่อระบายก๊าซให้มีความสูงกว่าระดับดินกลบทับขยะประมาณ 50 เซนติเมตร (รูปที่ 73) เนื่องจากบริเวณนี้จะเป็นบริเวณที่เกิดการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนมาก และอาจเกิดการยุบตัวของดินบริเวณดังกล่าวในอัตราที่เร็วกว่าบริเวณอื่น



รูปที่ 72 การก่อสร้างท่อระบายก๊าซเมื่อระดับการฝังกลบสูงขึ้น



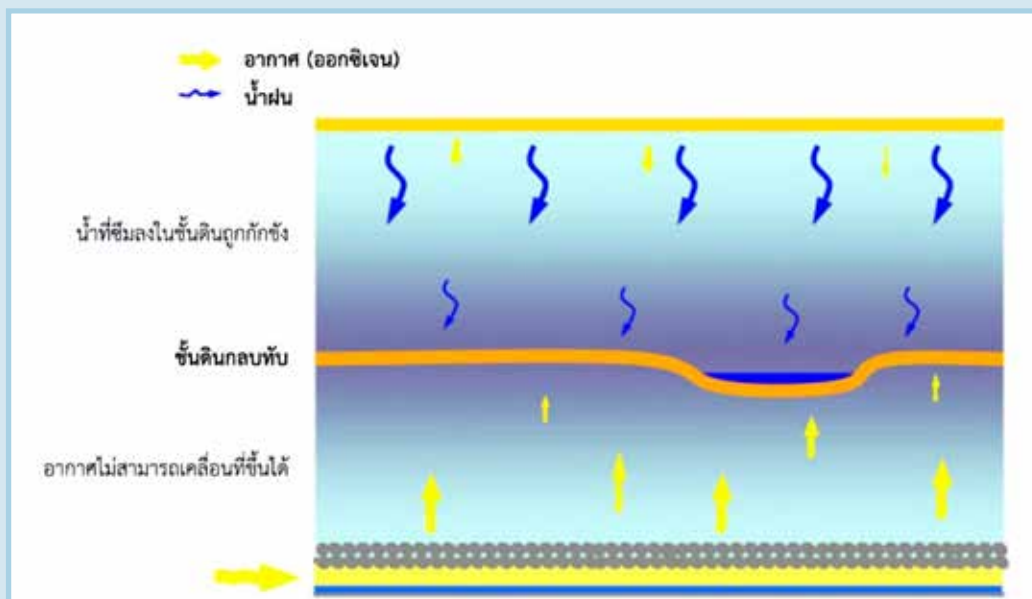
รูปที่ 73 รูปแบบการก่อสร้างระบบท่อระบายก๊าซ

### 3.3 ข้อควรพิจารณาเพื่อการควบคุมสภาพของพื้นที่ฝังกลบที่มีการย่อยสลายแบบใช้ออกาศ

สำหรับวิธีการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ ชั้นฝังกลบขยะจะต้องถูกควบคุมในสภาพที่เกิดการย่อยสลายแบบใช้อากาศให้มากที่สุด ดังนั้น วิธีการควบคุมจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดความหนาของชั้นขยะที่ถูกฝังกลบในช่วงระหว่างการดำเนินงานฝังกลบขยะในแต่ละวันหรือแต่ละช่วง โดยที่ถ้าชั้นขยะที่ถูก

ฝักรวมมีความหนาแน่นมากเกินไป จำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มสภาพที่ก่อให้เกิดการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนโดยการติดตั้งท่อระบายก๊าซและปลอกด้วยชั้นหินบดย่อยเพื่อเป็นชั้นป้องกันความเสียหายของท่อระบายก๊าซร่วมด้วย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 ในกรณีที่บ่อฝักรวมมีความสูงน้อยกว่า 20 เมตร ให้มีการติดตั้งวัสดุที่ช่วยในการระบายอากาศได้ดี เช่น การใช้ดินที่มีความสามารถในการระบายอากาศกลับทับชั้นขยะ โดยให้พิจารณาค่าความชื้นผ่านน้ำของดินเป็นหลัก เช่น ดินลูกรัง ดินร่วน ดินปนทราย ดินที่มีกรวดปน ส่วนดินที่มีค่าความชื้นผ่านของน้ำต่ำ เช่น ดินเหนียว ไม่ควรใช้เป็นดินกลับทับ เนื่องจากวัสดุกลับทับดังกล่าวจะป้องกันมิให้อากาศแทรกซึมเข้าไปในยังชั้นขยะ และทำให้น้ำฝนที่ไหลลงมายังชั้นขยะไม่สามารถไหลลงไปยังท่อรวบรวมน้ำชะขยะได้ ส่งผลให้เกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นในบ่อฝักรวม และจะทำให้เกิดก๊าซมีเทน คุณภาพน้ำชะขยะมีค่าความสกปรกสูง (รูปที่ 74)



รูปที่ 74 ผลเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกลับทับชั้นขยะด้วยดินเหนียว

3.3.2 หากมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ดินกลับทับที่มีค่าความชื้นผ่านต่ำกลับทับชั้นขยะ จะต้องมีการเกลี่ยดินกลับทับออกก่อนเพื่อฝักรวมขยะในชั้นต่อไป หรือเว้นร่องพื้นที่เพื่อให้เกิดทางระบายน้ำชะขยะและก๊าซที่เกิดขึ้นในบ่อฝักรวม (รูปที่ 75)



**รูปที่ 75 ตัวอย่างการขุดระบายน้ำ (และระบายอากาศ) ในพื้นที่ฝังกลบ**

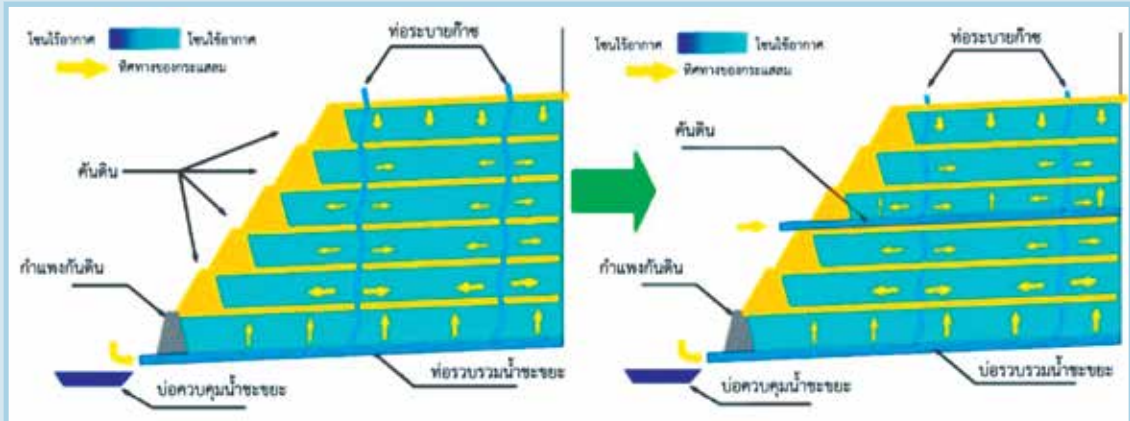
3.3.3 ในกรณีที่บ่อฝังกลบมีความสูงมากกว่า 20 เมตร ให้ติดตั้งท่อกระจายอากาศหรือชั้นหินบดย่อย ณ ความสูง ณ กึ่งกลางของบ่อฝังกลบ ซึ่งโดยปกติแล้วออกซิเจนจากภายนอกจะกระจายเข้าไปในบ่อฝังกลบได้โดย

- (1) ผ่านทางท่อรวบรวมน้ำชะขยะ
- (2) ผ่านทางท่อระบายก๊าซ
- (3) ผ่านทางชั้นดินกลบทับขยะ

ซึ่งในกรณีนี้ มักพบว่าการซึมผ่านของอากาศเข้าไปในชั้นขยะจะขึ้นกับประเภทของขยะที่ฝังกลบ ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะอยู่ที่ระยะ 5 เมตร ดังรูปที่ 74 ถ้าความหนาของชั้นขยะมากกว่านี้ จะทำให้เกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้น

3.3.4 ในกรณีของพื้นที่ฝังกลบที่ตั้งอยู่ในเขตหุบเขา ความสูงของบ่อฝังกลบมักจะมีความสูงมากกว่า 20 เมตร ให้พิจารณาวิธีการควบคุมสภาพใช้อากาศในบ่อฝังกลบขยะ ดังนี้

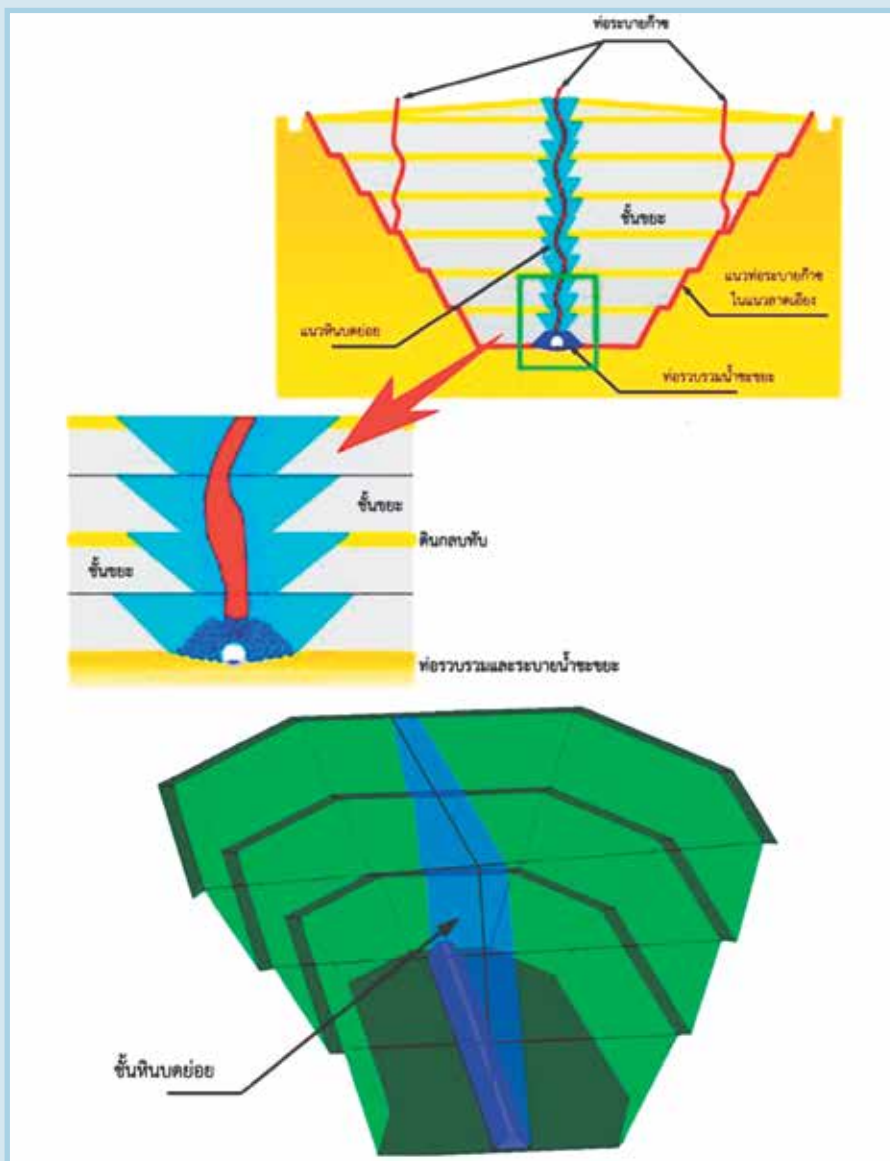
- (1) ให้ติดตั้งท่อระบายอากาศแนวนอนเพื่อให้อากาศสามารถแทรกซึมเข้าไปในชั้นขยะและระบายน้ำชะขยะในทุก ๆ ระยะความสูง 20 เมตร และให้มีระบบป้องกันความเสียหายของท่อระบายอากาศโดยการวางชั้นหินบดอัดปกคลุมรอบท่อระบายอากาศแนวนอน และเพื่อให้เกิดสภาพใช้อากาศในบ่อฝังกลบขยะร่วมด้วย (รูปที่ 76)



รูปที่ 76 แนวพื้นที่ฝังกลบแบบใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ (กึ่งใช้อากาศ) ในบ่อฝังกลบขยะ

(2) ให้มีการวางแผนหินบดย่อยตลอดตามแนวท่อระบายน้ำชะขยะจนถึงชั้นบนสุดของบ่อฝังกลบ เพื่อให้เกิดพื้นที่การย่อยสลายแบบใช้อากาศให้มากที่สุดและยังช่วยให้มีการระบายน้ำชะขยะได้อย่างรวดเร็ว

(3) กรณีที่มีข้อจำกัดในการติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวนอน โดยสามารถติดตั้งได้เฉพาะท่อระบายก๊าซในแนวตั้งและท่อรวบรวมน้ำชะขยะหลักบริเวณกันบ่อเท่านั้น ให้มีการกำหนดร่องระบายน้ำตลอดชั้นความสูงตามแนวของท่อระบายก๊าซในแนวตั้งเหนือท่อรวบรวมน้ำชะขยะด้านล่างสุดจนถึงชั้นบนสุดของบ่อฝังกลบ โดยปลูกหินตลอดแนวความสูงของท่อระบายก๊าซในแนวตั้งที่ต่อเนื่องกับท่อรวบรวมน้ำชะขยะ (รูปที่ 77) โดยให้มีการดำเนินงานก่อสร้าง ดังนี้



**รูปที่ 77** ระบบท่อระบายก๊าซแนวตั้งและชั้นหินบดย่อยกรุท่อระบายก๊าซแนวตั้ง

(3.1) กั้นแนวฝังกลบขยะออก ให้เป็นพื้นที่ระบายอากาศและระบายน้ำชะขยะ โดยการห้ามน้ำชะขยะเข้ามาฝังกลบและให้เหลือความกว้างระหว่างแนวขยะกับท่อระบายก๊าซหลักในแนวตั้งอย่างน้อย 1 เมตร

(3.2) ปิดกั้นพื้นที่ที่กั้นแนวฝังกลบขยะออกด้วยหินบดย่อย

(3.3) ดำเนินการแบบเดียวกันนี้ตามข้อ (3.1) และ (3.2) จนถึงความสูงชั้นสุดท้ายของบ่อฝังกลบ

### 3.4 ข้อควรพิจารณาสำหรับการเวียนกลับของน้ำชะขยะ

หลักการของการสูบน้ำเพื่อเวียนน้ำชะขยะกลับเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะมีวัตถุประสงค์หลายประการ เช่น (1) ใช้ประโยชน์ในการกักน้ำชะขยะ (2) ให้เกิดการคายระเหยของน้ำชะขยะให้มากที่สุด และ (3) บำบัดความสกปรกของน้ำชะขยะโดยใช้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศที่มีอยู่ในบ่อฝังกลบขยะให้มากที่สุด ดังนั้นชั้นฝังกลบสุดท้ายของบ่อฝังกลบนี้ไม่ควรอัดขยะให้มีความแน่นจนเกินไป ควรเป็นการกลบทับแค่หยาบ ๆ หลวม ๆ เพื่อรักษาสภาพการย่อยสลายแบบใช้อากาศในบ่อฝังกลบ ทั้งนี้ พื้นที่ฝังกลบที่มีการเวียนน้ำชะขยะสามารถก่อสร้างให้มีความสูงมากกว่าพื้นที่โดยรอบเพื่อป้องกันน้ำฝนมิให้ไหลเข้ามาขังอยู่ในพื้นที่ฝังกลบได้

3.4.1 ให้มีการออกแบบบ่อควบคุม (Control Pond) หรือบ่อสูบน้ำ (Pump Sump) โดยน้ำชะขยะที่ถูกรวบรวมได้จะถูกสูบน้ำย้อนกลับมาบ่อฝังกลบขยะ เพื่อบำบัดให้น้ำชะขยะมีคุณภาพที่ดีขึ้น (รูปที่ 78)



รูปภาพ เปรียบเทียบสีของน้ำชะขยะ



3 ต.ค 2548



5 พ.ย 2548

รูปที่ 78 การเปรียบเทียบน้ำชะขยะหลังจากเดินระบบและเวียนน้ำชะขยะผ่านไป 1 เดือน

3.4.2 การเวียนน้ำชะขยะกลับเข้าไปในบ่อฝังกลบขยะยังช่วยให้การออกแบบบ่อบำบัดน้ำชะขยะมีขนาดเล็กลง เนื่องจากจะช่วยลดภาระของความสกปรกในรูปของบีโอดีจากการบำบัดน้ำชะขยะในบ่อ

3.4.3 การเวียนน้ำชะขยะ ให้พิจารณาถึงปัจจัยเรื่องของที่ตั้ง ความสูงของบ่อฝังกลบ การวางแผนท่อหมุนเวียนน้ำกลับ และระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ (รูปที่ 79 และ รูปที่ 80)



รูปที่ 79 รูปแบบการก่อสร้างบ่อสูบน้ำชะขยะเวียนกลับไปยังบ่อฝังกลบขยะ



รูปที่ 80 ตัวอย่างของบ่อสูบน้ำชะขยะกลับไปบำบัดยังบ่อฝังกลบแห่งหนึ่งในเกาะชามัว



## 4. การติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม

### 4.1 ความเข้าใจถึงสภาวะการย่อยสลายแบบใช้อากาศและการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ

การติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม ให้ดูสภาวะการย่อยสลายแบบใช้อากาศโดยดูจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซ และสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความสกปรกในรูปของบีโอดี แอมโมเนียม ไนเตรท เหล็ก และแมงกานีส ในน้ำชะขยะซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้ สะท้อนถึงสภาวะการย่อยสลายแบบใช้อากาศและการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ ดังนี้

#### 4.1.1 สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH)

#### 4.1.2 ความสกปรกในรูปของบีโอดี

#### 4.1.3 ตัวอย่างการบ่งชี้สภาวะของบ่อฝังกลบจากพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้

(1) ความเข้มข้นของแอมโมเนียและไนเตรท

(2) ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสในรูปที่ละลายน้ำ

#### 4.1.4 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์จากบ่อฝังกลบ

#### 4.1.5 ความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากบ่อฝังกลบ

### 4.2 ข้อพิจารณาถึงสภาวะเสถียรภาพของการฝังกลบขั้นสุดท้าย

สภาวะเสถียรภาพของการฝังกลบ หมายถึง สภาพของบ่อฝังกลบขยะที่ถูกย่อยสลายแล้วทั้งหมดและเกิดการทรุดตัวลงจนถึงที่สุด ไม่เกิดความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์โดยน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นในสภาวะนี้จะไม่ก่อให้เกิดมลพิษที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะในบ่อฝังกลบ รวมทั้งไม่เกิดก๊าซพิษและโลหะหนักที่ถูกชะออกมาจากบ่อฝังกลบขยะ

ในการวัดสภาวะเสถียรภาพของการฝังกลบ จะวัดจากสารอินทรีย์ในขยะที่ถูกย่อยสลายโดยตรงซึ่งประเมินในเบื้องต้นได้จากพารามิเตอร์ดังนี้

#### 4.2.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิของน้ำชะขยะ

อุณหภูมิของน้ำชะขยะ เป็นพารามิเตอร์ในการตรวจวัดที่ง่ายและประหยัดที่สุด โดยจะต้องวัด ณ ท่อรวบรวมน้ำชะขยะ โดยอุณหภูมิของน้ำชะขยะจะสะท้อนถึงปฏิกิริยาการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในขยะโดยจุลินทรีย์ในบ่อฝังกลบ เมื่อมีการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในบ่อฝังกลบจะก่อให้เกิดอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำชะขยะเมื่อเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะภายในบ่อฝังกลบมักจะอยู่ในช่วง 30 – 40 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเวลาผ่านไป 15 ปี อุณหภูมิอาจลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิภายนอกของบ่อฝังกลบ

#### 4.2.2 อัตราส่วนระหว่างความสกปรกในรูปของบีโอดีต่อความสกปรกในรูปของซีโอดี

ความสกปรกของน้ำชะขยะในรูปของบีโอดี คือ อัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำชะขยะ ส่วนความสกปรกของน้ำชะขยะในรูปของซีโอดี จะเป็นอัตราการใช้ ออกซิเจนจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้สารโปแตสเซียมไดโครเมต ในช่วงแรกของการฝังกลบขยะโดยทั่วไปมักเกิดการย่อยสลายของความสกปรกในรูปของบีโอดีมากกว่าความสกปรกในรูปของซีโอดี ทำให้อัตราส่วนของบีโอดีต่อซีโอดีมีค่าค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อเวลาผ่านไปเมื่อสารอินทรีย์ในขยะส่วนใหญ่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ไปแล้ว จะทำให้อัตราส่วนของบีโอดีต่อซีโอดี มีค่าสูงมากขึ้น อย่างไรก็ตามอัตราส่วนระหว่างความสกปรกในรูปของบีโอดีต่อความสกปรกในรูปของซีโอดีนี้ จะขึ้นกับประเภทของขยะที่ถูกฝังกลบด้วย เนื่องจากหากเป็นขยะบางประเภทที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ จะทำให้ความสกปรกในรูปของบีโอดีเกิดการคลาดเคลื่อน

#### 4.2.3 ปริมาณก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

การวัดปริมาณก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อาจวัดโดยการติดตั้ง Flux Chamber บนบ่อฝังกลบ หรือประเมินจากลักษณะและจำนวนของพืชที่เติบโตบนชั้นดินกลบทับ



## บรรณานุกรม

1. ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ประกาศ ณ วันที่ 29 มิถุนายน 2560
2. กรมควบคุมมลพิษ. “เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน” กรุงเทพฯ; 2551 ดาวน์โหลดจาก
3. Matsufuji Kouji. JICA Training Text “Caution for Application of “Fukuoka Method” (Semi-Aerobic Landfill Technology).”; 2007. [80 pages]. Available from: <https://www.sprep.org/att/IRC/eCOPIES/global/159.pdf> Accessed 6 September 2019.
4. The Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme (SPREP). “A Practical Guide to Landfill Management in Pacific Island Countries and Territories : Volume 1 – Inland-Based Waste Disposal.”; 2010. [77 pages] Available from: <https://www.sprep.org/att/publication/Landfill-Guidelines.pdf> Accessed 10 January 2020.
5. Japan International Cooperation Agency, Ministry of Housing and Local Government, Malaysia. “The Study on The Safe Closure and Rehabilitation of Landfill Sites in Malaysia : Final Report Volume 3, Guideline for Safe Closure and Rehabilitation of MSW Landfill Sites.”; 2004. [126 pages] Available from: [https://jpspn.kpkt.gov.my/resources/index/user\\_1/Sumber\\_Rujukan/kajian/GUIDELINE\\_FOR\\_SAFE\\_CLOSURE\\_AND\\_REHABILITATION\\_OF\\_MSW\\_LANDFILL\\_SITES.pdf](https://jpspn.kpkt.gov.my/resources/index/user_1/Sumber_Rujukan/kajian/GUIDELINE_FOR_SAFE_CLOSURE_AND_REHABILITATION_OF_MSW_LANDFILL_SITES.pdf) Accessed 6 December 2019.



# ภาคผนวก

**ประกาศกรมควบคุมมลพิษ** เรื่อง หลักเกณฑ์ในการพิจารณา  
ความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการ  
สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกต้องหลักสุขาภิบาล





**ประกาศกรมควบคุมมลพิษ**  
**เรื่อง หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง**  
**และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล**

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพื่อให้หน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชน รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอย นำไปใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล สำหรับการจัดการมูลฝอย ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมต่อไป

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. ๒๕๔๕ ซึ่งกำหนดให้กรมควบคุมมลพิษมีอำนาจหน้าที่ พัฒนาระบบ รูปแบบ และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับระบบต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการกากของเสีย สารอันตราย คุณภาพน้ำ อากาศ ระดับเสียง และความสั่นสะเทือน อธิบดีกรมควบคุมมลพิษจึงอาศัยอำนาจตาม มาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ออก ประกาศกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการ สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลไว้ ดังรายละเอียดในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ มิถุนายน ๒๕๖๐



(นายจตุพร บุรุษพัฒน์)  
อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

## ภาคผนวก

### ท้าย

#### ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

#### เรื่อง หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

๑. ให้ยกเลิกประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ตั้งสถานที่ฝังกลบ  
กากของเสีย ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๒

๒. ในประกาศนี้

**“มูลฝอย”** หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะ  
ที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นสิ่งใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ จากชุมชน

**“สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล”** หมายความว่า บ่อ หลุม หรือพื้นที่อื่น ๆ  
ที่ได้รับการคัดเลือก และมีการศึกษาความเหมาะสม การออกแบบให้มีมีการปนเปื้อนของมลพิษจากมูลฝอย  
ออกสู่สภาพแวดล้อม การก่อสร้างตามที่ออกแบบ และมีการดำเนินงานตามหลักการทางวิศวกรรม โดยการใช้  
เครื่องจักรกลบอัดมูลฝอยให้แน่น ใช้ดินหรือวัสดุอื่น ๆ ที่เหมาะสมกลบทับเป็นชั้น ๆ มีมาตรการป้องกันกลิ่น  
แมลงรบกวน การแพร่กระจายของเชื้อโรคและมาตรการติดตามตรวจสอบมลพิษสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบ

**“โบราณสถาน”** หมายความว่า โบราณสถานตามกฎหมายว่าด้วยโบราณสถาน โบราณวัตถุ  
ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

**“เขตอนุรักษ์”** หมายความว่า เขตอนุรักษ์ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพ  
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เขตป่าสงวนแห่งชาติตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติที่กำหนดให้เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์  
ป่าชุมชน และพื้นที่เขตอนุรักษ์ป่าชายเลน รวมถึงพื้นที่ที่คณะกรรมการกำหนดให้เป็นเขตอนุรักษ์ป่าชายเลน  
หรือเขตอนุรักษ์แหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา

**“พื้นที่ลุ่มน้ำ”** หมายความว่า พื้นที่ตามธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งที่รวมของน้ำก่อนที่จะไหลลงสู่  
แม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง บึง ทางน้ำ แหล่งน้ำใต้ดิน ทะเลสาบ ทะเลอาณาเขตหรือแหล่งรองรับน้ำตาม  
ธรรมชาติอื่น ๆ

**“พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ ๑”** หมายความว่า พื้นที่ภายในเขตลุ่มน้ำซึ่งคณะกรรมการประกาศกำหนด  
ให้เป็นเขตสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ เนื่องจากมีลักษณะและคุณสมบัติที่อาจมีผลกระทบ  
ทางสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ง่ายและรุนแรง

**“พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ ๒”** หมายความว่า พื้นที่ภายในเขตลุ่มน้ำซึ่งคณะรัฐมนตรีประกาศกำหนดให้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำลำดับรองลงมา โดยสามารถใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่อกิจการที่สำคัญได้ เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น โดยให้หลีกเลี่ยงการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมทางด้านเกษตรกรรมอย่างเด็ดขาด

**“พื้นที่ชุ่มน้ำ”** หมายความว่า พื้นที่ลุ่ม พื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ พื้นที่ฉ่ำน้ำมีน้ำท่วมขัง พื้นที่พรุ พื้นที่แหล่งน้ำทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวร และชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง และน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล และพื้นที่ของทะเลในบริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุดมีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน ๖ เมตร

**“แหล่งน้ำสาธารณะ”** หมายความว่า

(๑) แม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง บึง ทางน้ำ แหล่งน้ำใต้ดิน ทะเลสาบ ทะเลอาณาเขต และแหล่งน้ำธรรมชาติอื่น ๆ

(๒) แหล่งน้ำของรัฐที่ให้ประชาชนใช้หรือสงวนไว้ให้ประชาชนใช้หรือโดยสภาพประชาชนอาจใช้ประโยชน์ร่วมกัน

(๓) แหล่งน้ำที่รัฐจัดสร้างขึ้นเพื่อให้ประชาชนใช้ประโยชน์ร่วมกัน

**“แหล่งน้ำที่ใช้เพื่อประโยชน์ของแผ่นดินโดยเฉพาะ”** หมายความว่า แหล่งน้ำที่รัฐจัดสร้างหรือพัฒนาขึ้น และการใช้สอยเป็นไปเพื่อประโยชน์ของหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรืออยู่ในการปกครองดูแล และควบคุมโดยตรงของหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

**“น้ำชะมูลฝอย”** หมายความว่า ของเหลวที่ไหลชะล้างผ่านหรือออกมาจากมูลฝอย ซึ่งอาจประกอบด้วยสารละลายและสารแขวนลอยผสมอยู่

**“ระบบบำบัดน้ำเสีย”** หมายความว่า กระบวนการบำบัดน้ำเสีย และให้หมายความรวมถึงท่อ สิ่งปลูกสร้าง เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ และวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียด้วย

๓. พื้นที่สำหรับใช้เป็นสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้พิจารณาความเหมาะสมเบื้องต้น ดังนี้

๓.๑ ไม่ควรใช้พื้นที่ ดังต่อไปนี้

(๑) พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ และระดับชาติตามที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กำหนด

(๒) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ ๑ และชั้นที่ ๒ ตามมติคณะรัฐมนตรี

(๓) พื้นที่ห้ามก่อสร้างโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

(๔) พื้นที่ห้ามก่อสร้างอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

- (๕) พื้นที่ห้ามตามกฎหมายว่าด้วยการผังเมือง
- (๖) พื้นที่ซึ่งมีลักษณะกีดขวางการไหลของทางน้ำ และพื้นที่ที่มีโอกาสถูกน้ำกัดเซาะ
- (๗) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากตามที่กรมทรัพยากรธรณี ประกาศกำหนด
- (๘) พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง โดยพิจารณาจากการเกิดซ้ำในช่วงระยะเวลา ๓๐ ปีที่ผ่านมา เว้นแต่จะมีระบบหรือมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดการพัดพาผลพยายออกภายนอกบริเวณ
- (๙) แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ตามมติคณะรัฐมนตรี
- (๑๐) เขตอนุรักษ์

๓.๒ ควรอยู่ห่างจากสถานที่หรือพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้

- (๑) อยู่ห่างจากแนวเขตขอบลานบินในบริเวณสนามบินไม่น้อยกว่า ๕,๐๐๐ เมตร
- (๒) อยู่ห่างไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ เมตร จาก
  - (ก) แนวเขตที่ดินของโบราณสถาน
  - (ข) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ ๑ และชั้นที่ ๒ ตามมติคณะรัฐมนตรี
  - (ค) เขตอนุรักษ์
  - (ง) แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ตามมติคณะรัฐมนตรี
  - (จ) เขตชุมชนหรืออยู่ในระยะที่ชุมชนให้ความยินยอม
- (๓) อยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มของประชาชน หรือโรงผลิตน้ำประปา ไม่น้อยกว่า ๗๐๐ เมตร
- (๔) อยู่ห่างจากแหล่งน้ำสาธารณะ แหล่งน้ำที่ใช้เพื่อประโยชน์ของแผ่นดินโดยเฉพาะ หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่น้อยกว่า ๑๐๐ เมตร

๓.๓ พื้นที่ตั้งสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ควรมีลักษณะดังนี้

- (๑) สภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ที่จะมีความเหมาะสมในการก่อสร้างและดำเนินการ ควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้
  - (ก) อยู่ห่างจากรอยแตก รอยเลื่อนขนาดใหญ่ตามที่กรมทรัพยากรธรณี ประกาศกำหนด รวมถึงโพรงหิน และพื้นที่ที่มีสภาพไม่มั่นคงไม่น้อยกว่า ๑๐๐ เมตร ในกรณีที่มีระยะห่างน้อยกว่าที่กำหนดไว้จะต้องมีมาตรการป้องกัน แก่ไข
  - (ข) ชั้นดินหรือชั้นหินตามธรรมชาติ มีอัตราการซึมผ่านของน้ำต่ำถึงต่ำมาก โดยควรมีอัตราการซึมผ่านของน้ำได้เทียบเท่ากับหรือต่ำกว่า  $1 \times 10^{-5}$  เซนติเมตรต่อวินาที ตลอดช่วงความหนาที่ ๓ เมตร และมีขนาดกว้างกว่าพื้นที่ของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลไม่น้อยกว่า ๕๐ เมตร ในกรณีที่สภาพชั้นดินหรือชั้นหินตามธรรมชาติมีอัตราการซึมผ่านของน้ำสูงกว่าค่าที่กำหนด จะต้องมีมาตรการป้องกัน แก่ไข

(ค) ชั้นดินหรือชั้นหินตามธรรมชาติควรมีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอที่จะสามารถรองรับปริมาณมูลฝอยได้ตามหลักวิศวกรรม

(๒) พื้นที่ควรมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึก แต่หากพื้นที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงจะต้องมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน

(๓) ควรเป็นที่ดินต่อเนื่องผืนเดียวและมีขนาดเพียงพอ สามารถใช้ฝังกลบได้ไม่น้อยกว่า ๑๕-๒๐ ปี ในกรณีที่ที่ดินมีขนาดไม่เพียงพอ ให้มีการออกแบบและการดำเนินงานที่เหมาะสมรองรับเพื่อสามารถยืดอายุการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๒ เท่าของระยะเวลาเพื่อฝังกลบมูลฝอยในพื้นที่นั้น

๔. การออกแบบและการก่อสร้างสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

๔.๑ ก่อนการก่อสร้างสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ควรเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้

(๑) แผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศแสดงที่ตั้ง อาณาเขต และการใช้ที่ดินโดยรอบ ในรัศมี ๑,๐๐๐ เมตร ของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๒) แผนผังแสดงกระบวนการปฏิบัติงานของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๓) ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด ชนิดหรือประเภทมูลฝอย และปริมาณมูลฝอยที่จะกำจัด รวมทั้งการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในอนาคต

(๔) ข้อมูลเกี่ยวกับบุคลากร เช่น จำนวนบุคลากร จำนวนวันและชั่วโมงปฏิบัติงาน รวมถึงมาตรการความปลอดภัยในระหว่างการทำงาน

(๕) ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรกลหนักที่ใช้ งาน อายุการใช้งานของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล แหล่งและประเภทของวัสดุกลบทับมูลฝอย

(๖) ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทางอุทกธรณีวิทยาของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยให้สำรวจทิศทาง และความเร็วของการไหลของน้ำใต้ดิน ระดับน้ำสูงสุดของน้ำใต้ดิน คุณภาพของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินก่อนเริ่มโครงการ รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ ชั้นหินอุ้มน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะภายในรัศมี ๑,๐๐๐ เมตร รอบพื้นที่โครงการ

(๗) ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทางธรณีวิทยาเทคนิคในบริเวณ โดยให้สำรวจและอธิบายสภาพชั้นดิน น้ำใต้ดิน อัตราการซึมผ่านของน้ำของชั้นดิน สภาพความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว รอยเลื่อน แผ่นดินถล่ม และหลุมยุบ รวมทั้งวิเคราะห์ฐานรากที่รองรับภาระและแรงกด และสภาพการทรุดตัวภายหลังการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

๔.๒ การออกแบบสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ควรดำเนินการ ดังต่อไปนี้

(๑) การออกแบบสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้เป็นไปตามประมวลหลักปฏิบัติวิชาชีพของสภาวิศวกรหรือข้อกำหนดของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง หากไม่มี ให้ปฏิบัติตามหรือประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์หรือมาตรฐานที่ยอมรับในระดับนานาชาติ โดยจะต้องมีการพิสูจน์ว่าข้อกำหนดดังกล่าวมีความเหมาะสมกับสภาพของประเทศไทยและสภาพพื้นที่ ทั้งนี้ ให้ระบุและแนบมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงมาประกอบด้วย

(๒) มาตรฐานการก่อสร้าง (เช่น งานโครงสร้าง งานถนน งานไฟฟ้า งานประปา งานเครื่องกล ฯลฯ) ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ มาตรฐาน หรือข้อกำหนดของหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ ให้ระบุและแนบมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงมาประกอบด้วย

(๓) ระดับกันบ่อฝังกลบให้อยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า ๑ เมตร ยกเว้นในกรณีที่มีการออกแบบพิเศษ เพื่อควบคุมป้องกันแรงดันขึ้น (Uplift Pressure) ของน้ำใต้ดินที่มีต่อชั้นมูลฝอยในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๔) การควบคุมปัญหากลิ่นรบกวน ระบบระบายก๊าซชีวภาพ และมาตรการจัดการเศษมูลฝอยปลิวออกสู่นอกพื้นที่ ให้มีการจัดการให้เหมาะสม

(๕) องค์ประกอบต่าง ๆ ของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้ออกแบบตามความจำเป็นของการใช้งานและความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ที่มีอยู่ เช่น ระบบถนนภายในและระบบการจราจร อาคารสำนักงาน โรงซ่อมบำรุง พื้นที่จอดรถ พื้นที่ล้างรถบรรทุก ประตูเข้า – ออก รั้ว ภูมิสถาปัตยกรรมของสถานที่ ระบบประปา ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร เป็นต้น และกำหนดให้มีห้องเวรยามที่จัดไว้เฉพาะในอาคารสำนักงานอย่างเหมาะสม

(๖) การออกแบบระบบป้องกันการปนเปื้อนของมลพิษ ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) ใช้วัสดุกันซึมที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ทนต่อการกัดกร่อนที่จะต้องสัมผัสกับน้ำชะมูลฝอย ความเสียหายจากการสัมผัสกับมูลฝอย และแรงดันของน้ำ

(ข) ติดตั้งวัสดุกันซึมบนพื้นหรือสภาพทางธรณีวิทยาที่สามารถรองรับแรงกดจากน้ำหนักของมูลฝอย และต้องติดตั้งให้ครอบคลุมดินโดยรอบทั้งหมดที่จะต้องสัมผัสกับมูลฝอย หรือน้ำชะมูลฝอย โดยอาจใช้ดินเหนียวอัด วัสดุสังเคราะห์ประเภทแผ่นโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) หรือใช้ดินเหนียวร่วมกับวัสดุสังเคราะห์โดยทั่วไป การปูวัสดุกันซึมที่ผนังและกันบ่อฝังกลบแบ่งออกเป็น ๔ ประเภท ดังนี้

(๑.๑) การใช้ดินที่มีอัตราการไหลซึมต่ำ (Low Permeable Soil Liner) ประกอบด้วยชั้นดินเหนียวอัดหนา ๖๐ เซนติเมตร และมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่เกิน  $1 \times 10^{-9}$  เซนติเมตรต่อวินาที และมีชั้นรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยอยู่ด้านบน โดยแรงดันของน้ำชะมูลฝอย (Hydraulic

Head) ต้องไม่เกิน ๓๐ เซนติเมตร และมีชั้นดินปกคลุมเหนือชั้นรวบรวมน้ำและสูบน้ำชะมูลฝอย ความหนาอย่างน้อย ๓๐ เซนติเมตร ก่อนที่จะมีการฝังมูลฝอยลงไป (รูปที่ ๑)

(๑.๒) การใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียวกับดินที่มีอัตราการไหลซึมต่ำ  $1 \times 10^{-5}$  เซนติเมตรต่อวินาที (Single Geosynthetic Liner with  $1 \times 10^{-5}$  cm/s Low Permeable Soil) ประกอบด้วยชั้นแผ่นวัสดุสังเคราะห์ประเภท HDPE ความหนา ๑.๕ มิลลิเมตรขึ้นไป ด้านบนของแผ่นวัสดุสังเคราะห์มีชั้นรวบรวมน้ำและสูบน้ำชะมูลฝอย และแรงดันน้ำชะมูลฝอยเหนือวัสดุกันซึมไม่เกิน ๓๐ เซนติเมตร ส่วนชั้นล่างของวัสดุสังเคราะห์เป็นดินบดอัดหนา ๖๐ เซนติเมตร มีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำที่อิ่มตัว ไม่เกิน  $1 \times 10^{-5}$  เซนติเมตรต่อวินาที (รูปที่ ๒)

(๑.๓) การใช้วัสดุกันซึมผสม (Composite Liner) มีลักษณะเช่นเดียวกับวัสดุกันซึมประเภทแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียว เว้นแต่ค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำของดินที่อยู่ชั้นล่างแผ่นวัสดุสังเคราะห์ ไม่เกิน  $1 \times 10^{-7}$  เซนติเมตรต่อวินาที (รูปที่ ๓ และ ๔)

(๑.๔) การใช้วัสดุกันซึมสองชั้น (Double Liner) ประกอบด้วยแผ่นวัสดุสังเคราะห์ HDPE ๒ ชั้น ความหนา ๑.๕ มิลลิเมตรขึ้นไป ด้านบนของแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นบนเป็นชั้นรวบรวมน้ำชะมูลฝอย และแรงดันน้ำชะมูลฝอยเหนือแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นบนไม่เกิน ๓๐ เซนติเมตร ค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่น้อยกว่า  $1 \times 10^{-7}$  เซนติเมตรต่อวินาที ระหว่างแผ่นวัสดุสังเคราะห์ทั้งสองชั้นมีชั้นรวบรวมน้ำชะมูลฝอยเพื่อตรวจสอบรอยรั่วของแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นบน ซึ่งมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำต่ำสุด ๑๐ เซนติเมตรต่อวินาที และแรงดันของน้ำชะมูลฝอยไม่เกิน ๒.๕ เซนติเมตร (รูปที่ ๕)

ทั้งนี้ มาตรฐานการก่อสร้าง การติดตั้ง การยึดขอบบ่อ และการเชื่อมวัสดุกันซึม และมาตรฐานการทดสอบคุณภาพชั้นวัสดุกันซึมให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้ (รูปที่ ๖) ทั้งนี้ ให้ระบุและแนบมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงมาประกอบด้วย

(ค) วางระบบรวบรวมน้ำและสูบน้ำชะมูลฝอย โดยต้องเป็นวัสดุที่มีความทนทานทางเคมีจากน้ำชะมูลฝอย และมีความแข็งแรงพอที่จะป้องกันความเสียหายภายใต้แรงดันที่เกิดจากการกองทับของมูลฝอย วัสดุกลบทับ และการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกลระหว่างการดำเนินงานฝังกลบมูลฝอย ระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยต้องอยู่เหนือชั้นวัสดุกันซึม โดยอาจใช้เป็นท่อพีวีซี (PVC) หรือท่อโพลีเอทิลีน (PE) หรือท่อโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๔ นิ้ว เจาะรู หุ้มด้วยแผ่นกรองใยสังเคราะห์ และวางในชั้นกรวดหรือทรายมนที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำ หรือค่าความนำไหล (Hydraulic Conductivity) ไม่น้อยกว่า  $1 \times 10^{-3}$  เซนติเมตรต่อวินาที และชั้นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า ๓๐ เซนติเมตร ระยะห่างและความลาดเอียงของท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยต้องมีความสอดคล้องกับค่าแรงดันน้ำชะมูลฝอยที่ยอมให้เกิดขึ้น แต่ต้องไม่เกิน ๓๐ เซนติเมตร และการออกแบบท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะต้องมีวิธีการทดสอบการอุดตันและวิธีทำความสะอาดท่อ (รูปที่ ๗ และ ๘)

(ง) ออกแบบการควบคุมและการบำบัดน้ำชะมูลฝอยจากระบบรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยให้บำบัดน้ำเสียเป็นไปตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

(๑.๑) ใช้ดินที่มีอัตราการไหลซึมไม่เกิน  $1 \times 10^{-7}$  เซนติเมตรต่อวินาที หนา ๖๐ เซนติเมตร หรือใช้วัสดุกันซึมประเภทแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียวหนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร วางอยู่บนชั้นดินที่มีอัตราการการซึมผ่านของน้ำไม่เกิน  $1 \times 10^{-5}$  เซนติเมตรต่อวินาที หนา ๖๐ เซนติเมตร

(๑.๒) กำหนดระยะฝื่อน (freeboard) อย่างน้อย ๖๐ เซนติเมตร เพื่อความสูงของน้ำ ที่เกิดจากพายุฝนช่วงเวลา ๒๔ ชั่วโมงที่เกิดในช่วงระยะเวลา ๒๕ ปี

(๑.๓) มีการควบคุมน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่ภายนอก โดยจะต้องไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

(จ) ออกแบบระบบควบคุมก๊าซมีเทนเพื่อป้องกันการระเบิด ไฟไหม้ และควบคุมก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นรบกวน โดยระบบควบคุมก๊าซในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลจะต้องออกแบบเพื่อป้องกันความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ดังนี้

(๑.๑) มีค่าไม่เกินจุดระเบิดขั้นต่ำ (๕% ของก๊าซมีเทน) ในบริเวณภายในหรือภายนอกของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๑.๒) มีค่าไม่เกินร้อยละ ๒๕ ของจุดระเบิดขั้นต่ำ (๑.๒๕% ของก๊าซมีเทน) ภายในอาคาร ทั้งในและนอกสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๑.๓) ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นที่รบกวนในหรือนอกสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๑.๔) ควบคุมการระบายก๊าซจากบ่อฝังกลบมูลฝอย โดยวางท่อพีวีซี (PVC) หรือท่อโพลีเอทิลีน (PE) หรือท่อโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) หรือบ่อระบายก๊าซในแนวนอนหรือแนวตั้งของบ่อฝังกลบ เพื่อลดแรงดันของก๊าซและระบายสู่บรรยากาศโดยธรรมชาติ (Passive control) และการวางตำแหน่งระยะห่างของบ่อหรือท่อในแนวตั้ง ให้มีระยะประมาณ ๓๐ - ๔๐ เมตร หรือวางท่อในแนวตั้งและติดตั้งอุปกรณ์ดูดก๊าซจากบ่อฝังกลบ (Active control) เพื่อนำก๊าซที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง ในกรณีที่มีปริมาณก๊าซเกิดขึ้นมาก หรือใช้กำจัดก๊าซที่เกิดขึ้นโดยการเผาไหม้เพื่อระบายความดันส่วนเกิน (Flaring) ในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย หรือกรณีที่มีปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นไม่มากพอกับการใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้ มาตรฐานการปล่อยระบายอากาศเสียจะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศตามที่กฎหมายกำหนด (รูปที่ ๙ และ ๑๐)

(ฉ) ออกแบบขนาดของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยให้มีขนาดที่เหมาะสมเพื่อรองรับปริมาณมูลฝอยที่เข้าสถานที่ พร้อมทั้งมีมาตรการป้องกันมิให้น้ำฝนสัมผัสมูลฝอย หรือขังอยู่ในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย และให้มีพื้นที่สำรองสำหรับกองวัสดุกลบทับมูลฝอยรายวันที่มีขนาดที่เหมาะสม

(ข) ออกแบบระบบจัดการน้ำฝน รวมถึงบ่อพักน้ำและทางระบายน้ำภายในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้มีประสิทธิภาพ โดยน้ำฝนที่ระบายออกต้องปราศจากองค์ประกอบ ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม และสามารถป้องกันการระบายน้ำฝนสูงสุดที่เกิดจากฝนในช่วงระยะเวลา ๒๕ ปีที่ผ่านมา ไหลสู่บริเวณพื้นที่ฝังกลบที่ยังไม่ปิด รวมทั้งสามารถรวบรวมและควบคุมปริมาณของน้ำฝนช่วงเวลา ๒๔ ชั่วโมง ในช่วงระยะเวลา ๒๕ ปีที่ผ่านมา และต้องป้องกันไม่ให้น้ำฝนผสมกับน้ำชะมูลฝอย

(ข) ออกแบบพื้นที่ฉนวนโดยรอบพื้นที่ฝังกลบโดยให้มีระยะห่างจากแนวเขตที่ดินรอบบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลไม่น้อยกว่า ๒๕ เมตร เพื่อใช้ประโยชน์พื้นที่สำหรับถนน ระบายน้ำ และปลูกต้นไม้สลับแถว เช่น ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ หรือพันธุ์ไม้โตไวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เพื่อให้เกิดทัศนียภาพที่เหมาะสมและลดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนกับชุมชนบริเวณใกล้เคียง (รูปที่ ๑๑)

(ฅ) ออกแบบการปิดสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑.๑) ชั้นมูลฝอยเหนือระดับพื้นดิน โดยเฉพาะความสูงของชั้นมูลฝอยต้องคำนึงถึงทัศนียภาพของสถานที่ ความมั่นคงแข็งแรง และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

(๑.๒) ความลาดชันด้านข้างชันสุดท้าย และความลาดชันด้านข้างของหน่วยกำจัดเหนือดินไม่ควรมีความชันมากกว่า ๓ ต่อ ๑ ในแนวราบต่อแนวตั้ง หากมีความลาดชันมากกว่า ๓ ต่อ ๑ จะต้องมีการพิสูจน์ทางวิศวกรรมว่าจะไม่เกิดการพังทลายและการกัดเซาะบริเวณหน้าดิน และสามารถระบายน้ำเพื่อควบคุมการกัดเซาะของวัสดุปกคลุมชันสุดท้าย

(๑.๓) สำหรับสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่รับมูลฝอยทั่วไปชันสุดท้าย กรณีที่มีการใช้วัสดุกันซึมปิดทับด้านบน การปิดทับชันสุดท้ายต้องมีชั้นปกคลุมซึ่งมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่มากกว่าอัตราการซึมผ่านของน้ำของระบบวัสดุกันซึมด้านล่าง ชั้นปกคลุมสุดท้ายจะใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์หนาไม่น้อยกว่า ๑ มิลลิเมตร และใช้ดินกลบทับชั้นบนหนาไม่น้อยกว่า ๖๐ เซนติเมตร เพื่อปลูกพืชรากสั้นคลุมดินสำหรับป้องกันการพังทลายของดิน (รูปที่ ๑๒)

(๑.๔) สำหรับสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่รับมูลฝอยทั่วไปชันสุดท้าย กรณีไม่มีการใช้วัสดุกันซึมปิดทับด้านบน ให้มีชั้นปกคลุมซึ่งมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่เกิน  $1 \times 10^{-7}$  เซนติเมตรต่อวินาที ความหนาไม่น้อยกว่า ๔๕ เซนติเมตร และใช้ดินกลบทับชั้นบนอีกความหนาไม่น้อยกว่า ๔๕ เซนติเมตร เพื่อปลูกพืชคลุมดิน (รูปที่ ๑๓)

(๑.๕) สำหรับสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่รับมูลฝอยที่ย่อยสลายยากหรือไม่เน่าเสียง่าย กรณีใช้วัสดุกันซึม หากใช้ดินเหนียวปูด้านล่าง ชั้นปกคลุมจะมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่เกิน  $1 \times 10^{-7}$  เซนติเมตรต่อวินาที ความหนาไม่น้อยกว่า ๔๕ เซนติเมตร และมีดินชันสุดท้ายความหนาไม่น้อยกว่า ๔๕ เซนติเมตร เหนือชั้นปกคลุม เพื่อปลูกพืชคลุมดินป้องกันการกัดเซาะ (รูปที่ ๑๓)

(๑.๖) สำหรับสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่รับมูลฝอยที่ย่อยสลายยากหรือไม่เน่าเสียง่าย กรณีไม่มีการใช้วัสดุกันซึม ชั้นปกคลุมมีลักษณะเช่นเดียวกับการณั้ใช้วัสดุกันซึมเป็นดินเหนียว

(ณ) กรณีที่มีการออกแบบเพื่อยืดอายุการใช้งานสถานที่ฝังกลบ และใช้ประโยชน์มูลฝอยหลังจากปิดสถานที่ชั่วคราว โดยการขุด รื้อ ร่อน มูลฝอย ให้ค้ำนึ่งถึง

(๑.๑) ขนาดและลักษณะของพื้นที่ที่จะดำเนินการ โดยจะต้องมีการศึกษาถึงลักษณะทางธรณีวิทยา เสถียรภาพของพื้นที่ ความลึกของน้ำใต้ดิน และปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อ การออกแบบและการดำเนินการ

(๑.๒) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

(๑.๓) อัตราการย่อยสลายมูลฝอย เพื่อใช้พิจารณาระยะเวลาในการขุด รื้อ ร่อน รวมทั้งประเภทและปริมาณการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่รื้อร่อนได้แต่ละประเภท

(๑.๔) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น สุขภาพอนามัย สังคม และความปลอดภัย

(๑.๕) สถานที่กักเก็บวัสดุที่รื้อร่อนได้แต่ละประเภท โดยจะต้องมีรูปแบบ และขนาดรองรับที่เหมาะสมกับปริมาณและประเภทของวัสดุที่รื้อร่อนได้ รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม

(๑.๖) ศักยภาพการรองรับ และระยะทางการขนส่งไปยังแหล่งที่จะนำวัสดุที่รื้อร่อนได้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

(๑.๗) กฎหมาย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ หรือประกาศในส่วนที่เกี่ยวข้อง

๕. การจัดการสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

๕.๑ จัดเตรียมเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในชั่วโมงทำงาน และติดประกาศชั่วโมงปฏิบัติงานที่ ประตูทางเข้า เพื่อให้สาธารณชนได้ทราบโดยทั่วไป

๕.๒ จัดเตรียมเอกสารหรือคู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา โดยกำหนดให้มีมาตรการ ควบคุมความปลอดภัยในระหว่างการปฏิบัติงาน

๕.๓ บันทึกปริมาณมูลฝอยรายวันที่นำเข้าไปกำจัด

๕.๔ ตรวจสอบมูลฝอยเมื่อมีการขนส่งเข้ามายังสถานที่กำจัด เพื่อตรวจจับและป้องกัน ไม่ให้มีการกำจัดมูลฝอยที่ไม่ได้รับอนุญาต โดยเฉพาะของเสียอันตราย มูลฝอยติดเชื้อ การตรวจสอบจะต้องมี การบันทึกข้อมูล และเก็บรักษาข้อมูลไว้อย่างน้อยที่สุด ๓ ปี ทั้งนี้ การตรวจสอบ อาจดำเนินการโดยการสังเกต หรือใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องมือตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง เครื่องมือตรวจวัด

จุดวางไฟ ฯลฯ กรณีที่พบการขนส่งมูลฝอยผิดประเภทเข้ามา ให้เจ้าหน้าที่ประจำสถานที่ดำเนินการส่งคืนแก่ผู้ขนส่งและหน่วยงานรับผิดชอบเพื่อดำเนินการตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องต่อไป

๕.๕ ควบคุมเศษมูลฝอยปลิว กลิ่น แฉก และพาหะนำโรค มิให้ออกสู่ภายนอกสถานที่ เพื่อป้องกันปัญหาการกวนด้านสุขอนามัย และสภาพที่ไม่น่าดู

๕.๖ จัดเตรียมมาตรการป้องกันอัคคีภัย แผนฉุกเฉินเพื่อแก้ไขปัญหากรณีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เกิดขัดข้อง หรือเกิดความล่าช้าด้วยสาเหตุอื่นใดในระหว่างปฏิบัติงาน

๕.๗ ให้ดำเนินการเทมูลฝอยโดยการเกลี่ยเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นให้มีความหนาประมาณ ๖๐ เซนติเมตร และบดอัดให้มีความหนาประมาณ ๓๐ เซนติเมตร หรือน้อยที่สุด และกลบทับด้วยวัสดุกลบทับ ก่อนที่จะเทมูลฝอยชั้นต่อไป และการดำเนินงานในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่รับมูลฝอยที่ย่อยสลายยากหรือไม่เน่าเสียง่าย ให้บดอัดอย่างน้อยสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง สำหรับมูลฝอยชั้นแรก ที่ทับอยู่บนแผ่นวัสดุกันซึมและระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะต้องบดอัดหนาไม่เกิน ๑ เมตร และต้องไม่มีมูลฝอยที่อาจทำความเสียหายแก่แผ่นวัสดุกันซึม ความลาดชันของการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลควรมีความลาดชันไม่เกิน ๑ ต่อ ๓ ในแนวตั้งต่อแนวราบ กรณีการฝังกลบมูลฝอยอินทรีย์ที่มีกลิ่นเหม็นรุนแรง ให้ฝังกลบโดยมีระยะห่างจากหน้างานฝังกลบไม่น้อยกว่า ๑ เมตร โดยอาจฉีดพ่นสารเพื่อบดกลิ่นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม และใช้วัสดุกลบทับหลังการฝังกลบมูลฝอยในแต่ละวัน ให้มีความหนาประมาณ ๑๕-๒๐ เซนติเมตร วัสดุกลบทับชั้นกลาง ให้มีความหนาประมาณ ๓๐ เซนติเมตร และวัสดุกลบทับชั้นสุดท้าย

๕.๘ ควบคุมหน้างานฝังกลบรายวันให้มีขนาดที่เหมาะสม เพื่อลดกลิ่นและสัตว์พาหะที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งกำหนดตำแหน่งหน้างานฝังกลบให้เป็นระเบียบ หรือให้เป็นไปตามลักษณะที่ได้ออกแบบไว้

๕.๙ ในการฝังกลบ อาจให้มีการแบ่งพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยย่อย ๆ ตามระยะโดยการก่อสร้างแนวคันดินชั่วคราวในพื้นที่ฝังกลบ เพื่อให้สามารถลดผลกระทบจากน้ำฝนที่อาจสัมผัสกับมูลฝอยและเกิดน้ำชะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยมากเกินไป โดยให้คำนึงถึง ปริมาณและลักษณะของมูลฝอยที่จะถูกฝังกลบในแต่ละวัน อัตราการย่อยสลายของมูลฝอย ขนาดของพื้นที่ฝังกลบทั้งหมดที่มีอยู่ ระยะเวลาการใช้งานของพื้นที่ย่อย ความปลอดภัย และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ ให้ดำเนินการตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้หรือดำเนินการให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศและสภาพท้องถิ่น

๕.๑๐ จัดหาปริมาณวัสดุกลบทับที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและให้เพียงพอกับปริมาณมูลฝอยที่เข้ามากำจัดอย่างต่อเนื่อง

๕.๑๑ กรณีที่มีการหมุนเวียนการฝังกลบในพื้นที่หรือพื้นที่ย่อยตามระยะโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการขุด รื้อ ร่อน มูลฝอย เพื่อใช้ประโยชน์ จะต้องมีการดำเนินการตามข้อกำหนดที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้ ในส่วนของพื้นที่ที่ปิด ให้ปิดแบบชั่วคราว โดยใช้วัสดุกลบทับมูลฝอยให้มีความหนาตลอดทั้งพื้นที่ไม่น้อยกว่า ๕๐ เซนติเมตร

๕.๑๒ รวบรวม และบำบัดน้ำชะมูลฝอยเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการบำบัดอาจส่งไปสู่อ่างบำบัดนอกสถานที่ หรืออาจมีระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอยในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลก็ได้

๕.๑๓ ติดตามตรวจสอบก๊าซ ภายในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยดำเนินการ ดังนี้

(๑) กำหนดตำแหน่งจุดตรวจสอบก๊าซภายนอกบ่อฝังกลบมูลฝอยในบริเวณแนวอาณาเขตทั้ง ๔ ด้าน ของสถานที่กำจัดมูลฝอยชุมชนโดยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อย่างน้อยรวม ๔ จุด

(๒) สุ่มตัวอย่างตรวจวัดก๊าซอย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง ตามที่กำหนดไว้ในข้อ ๔.๒ (๖)(จ)

(๓) ตรวจวัดก๊าซมีเทนโดยค่าที่ตรวจวัดได้ต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ ๔.๒ (๖)(จ)

๕.๑๔ ควบคุมดูแลให้น้ำฝนสัมผัสกับมูลฝอยน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้น้ำฝนที่ระบายออกนอกสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนทำการควบคุมดูแลระบบระบายน้ำฝน ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีอย่างสม่ำเสมอ

๕.๑๕ จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานให้เพียงพอ และสำรองเครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ในกรณีฉุกเฉิน รวมทั้งต้องมีการตรวจสอบสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์เป็นประจำ นอกจากนี้ ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมอัคคีภัย เครื่องมือติดต่อสื่อสารกรณีฉุกเฉิน และอุปกรณ์ปฐมพยาบาลอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และเตรียมพร้อมไว้ตลอดเวลา

๕.๑๖ ดูแลและบำรุงรักษาถนนที่อยู่ในพื้นที่ฝังกลบให้สามารถใช้งานได้ดีทุกฤดูกาล

๕.๑๗ ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยให้ดำเนินการ ดังนี้

(๑) สุ่มเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจากบ่อดิตตามตรวจสอบ น้ำผิวดิน น้ำชะมูลฝอย และน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียอย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง ให้ครอบคลุมในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง และควรทำรายงานเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตรวจสอบได้ตลอดเวลา

(๒) ติดตามตรวจสอบน้ำใต้ดิน โดยติดตั้งบ่อดิตตามตรวจสอบเพื่อตรวจวัดการรั่วไหลของน้ำชะมูลฝอยที่อาจมีต่อชั้นหินอุ้มน้ำบนสุดภายในเขตการระบายทิ้งอย่างน้อย ๓ บ่อ ตั้งอยู่ในทิศทางลาดเอียงลง (Downgradient) ของการไหลน้ำใต้ดิน จำนวนอย่างน้อย ๒ บ่อ และในทิศทางลาดเอียงขึ้น (Upgradient) ของการไหลของน้ำใต้ดิน อย่างน้อย ๑ บ่อ ระยะห่างระหว่างบ่อดิตตามตรวจสอบในทิศทางลาดเอียงลงของการไหลน้ำใต้ดินมีค่าไม่เกิน ๑๕๐ เมตร และระยะห่างของบ่อดิตตามตรวจสอบในทิศทางลาดเอียงขึ้นของน้ำใต้ดิน ไม่เกิน ๔๕๐ เมตร ทั้งนี้ วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำใต้ดินให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ.๒๕๔๓) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพ

น้ำใต้ดิน โดยรายละเอียดของบ่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินอาจใช้ตามแบบแนบท้ายภาคผนวกนี้ หรือ อ้างอิงตามคู่มือการตรวจสอบการปนเปื้อนน้ำใต้ดินจากสถานที่กำจัดมูลฝอย กรมควบคุมมลพิษ (รูปที่ ๑๔)

(๓) ติดตามตรวจสอบน้ำผิวดิน โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินที่อาจได้รับผลกระทบจากการระบายสิ่งปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้น กำหนดจุดตรวจไม่น้อยกว่า ๑ จุดในบริเวณที่ใกล้สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล สำหรับในแหล่งน้ำที่ไหลให้ตรวจวัดคุณภาพในจุดเหนือน้ำและท้ายน้ำของสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ทั้งนี้ วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ.๒๕๓๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

(๔) การสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำชะมูลฝอย และน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย (ถ้ามี) จุดการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยต้องอยู่ในตำแหน่งที่สูบน้ำชะมูลฝอยออกน้อยที่สุดเพื่อให้ได้คุณลักษณะที่เป็นตัวแทนของน้ำชะมูลฝอยก่อนที่คุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอยเปลี่ยนแปลงไป สำหรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ให้สุ่มเก็บตัวอย่างจากจุดที่จะระบายทิ้งสู่ภายนอก โดยให้เป็นไปตามหลักวิชาการที่เกี่ยวข้อง

(๕) ให้มีการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ทั้งก่อนเริ่มโครงการ ในระหว่างการดำเนินงานและหลังจากปิดสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลแล้ว โดยน้ำทิ้งให้สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ในระหว่างการดำเนินงานและหลังจากปิดสถานที่

(๖) การประเมินผลและปฏิบัติการแก้ไข หากพบว่าคุณภาพน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินมีค่าต่ำกว่าคุณภาพน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินก่อนเริ่มดำเนินการ หรือสูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องของทางราชการ จะต้องเร่งตรวจสอบปัญหา พิสูจน์ และค้นหาสาเหตุ รวมทั้งหามาตรการแก้ไขปัญหาโดยเร็วที่สุด พร้อมทั้งจัดทำรายละเอียดของปัญหาและสรุปผลการแก้ไขไว้ทุกครั้ง

(๗) การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ จะต้องประกอบด้วย

(ก) น้ำใต้ดิน ให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ.๒๕๔๓) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

(ข) น้ำผิวดิน ให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ.๒๕๓๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

(ค) น้ำทิ้งจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

๕.๑๘ การใช้ประโยชน์จากมูลฝอยที่ถูกฝังกลบโดยการขุด รื้อ ร่อน ให้ดำเนินการตามระยะเวลาที่เหมาะสมหลังจากการฝังกลบ ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งการดำเนินการให้พิจารณาถึงมาตรการป้องกันและควบคุมด้านสุขภาพอนามัย และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานและเจ้าหน้าที่ให้เป็นไปตามกฎหมาย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ หรือประกาศที่เกี่ยวข้อง

๕.๑๙ การปิดสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ดำเนินการดังนี้

(๑) จัดทำรายละเอียดแผนผังแสดงขั้นตอนการปิด แบบแสดงภูมิประเทศเดิม และระดับสุดท้ายภายหลังการปิด

(๒) ติดตั้งหมุดสำรวจเพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงขอบเขตของสถานที่

(๓) ในกรณีที่ระดับสุดท้ายเหนือผิวดินเดิมมากกว่า ๖ เมตร ต้องทำการสำรวจชั้นสุดท้ายภายหลังการปิดสมบูรณ์เพื่อพิสูจน์ว่าเส้นชั้นความสูงระดับสุดท้ายเป็นไปตามแผนการ โดยมีเส้นชั้นความสูงไม่เกิน ๑ เมตร หรือใช้เทคนิคการทำแผนทางอากาศที่มีความถูกต้องเทียบเท่าการสำรวจแทนการสำรวจได้

๕.๒๐ การดูแลระยะยาว ให้ดำเนินการดังนี้

(๑) ติดตามตรวจสอบ ดูแลความมั่นคงและประสิทธิภาพของการปิดทับชั้นสุดท้ายกับส่วนประกอบอื่นของสถานที่ต่อไปอีกไม่น้อยกว่า ๒๐ ปี นับจากวันปิดสถานที่

(๒) กำหนดให้ช่วงเวลาการดูแลระยะยาวลดลงได้ ถ้าสถานที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลนั้นดำเนินการสอดคล้องตามมาตรฐาน มีระบบควบคุมน้ำชะมูลฝอยและแผ่นวัสดุกันซึม และปิดด้วยวัสดุกลบทับชั้นสุดท้ายที่เหมาะสม มีการปลูกพืชปกคลุม และมีการติดตั้งระบบติดตามตรวจสอบรวมทั้ง คุณภาพน้ำใต้ดินในบ่อติดตามตรวจสอบมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่มีการกัดเซาะชั้นปกคลุม และการยุบตัวของมูลฝอยสิ้นสุดลงแล้ว ภายในระยะเวลา ๑๐ ปี ภายหลังการปิดสถานที่

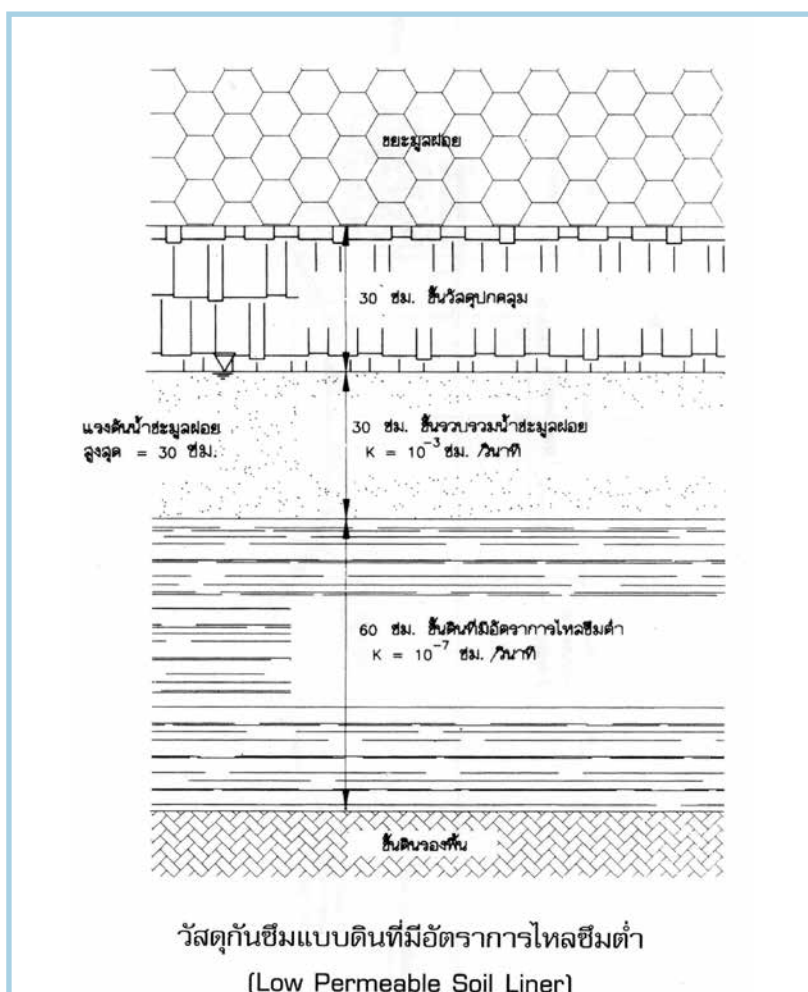
(๓) ในกรณีที่ประสงค์จะดัดแปลงแก้ไขแผนการติดตามตรวจสอบน้ำใต้ดินเพื่อยกเลิกคุณภาพน้ำใต้ดินตัวหนึ่งที่ระบุตามข้อกำหนดการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและน้ำชะมูลฝอย สามารถดำเนินการได้ หากมีการสุ่มเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินอย่างสม่ำเสมอ และไม่พบคุณภาพน้ำทั้ง น้ำผิวดิน หรือน้ำใต้ดินเกินมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในระยะเวลาของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(๔) ให้มีการทดแทนเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบ ในกรณีที่ตรวจสอบและพบว่าเกิดความเสียหายโดยเร็ว

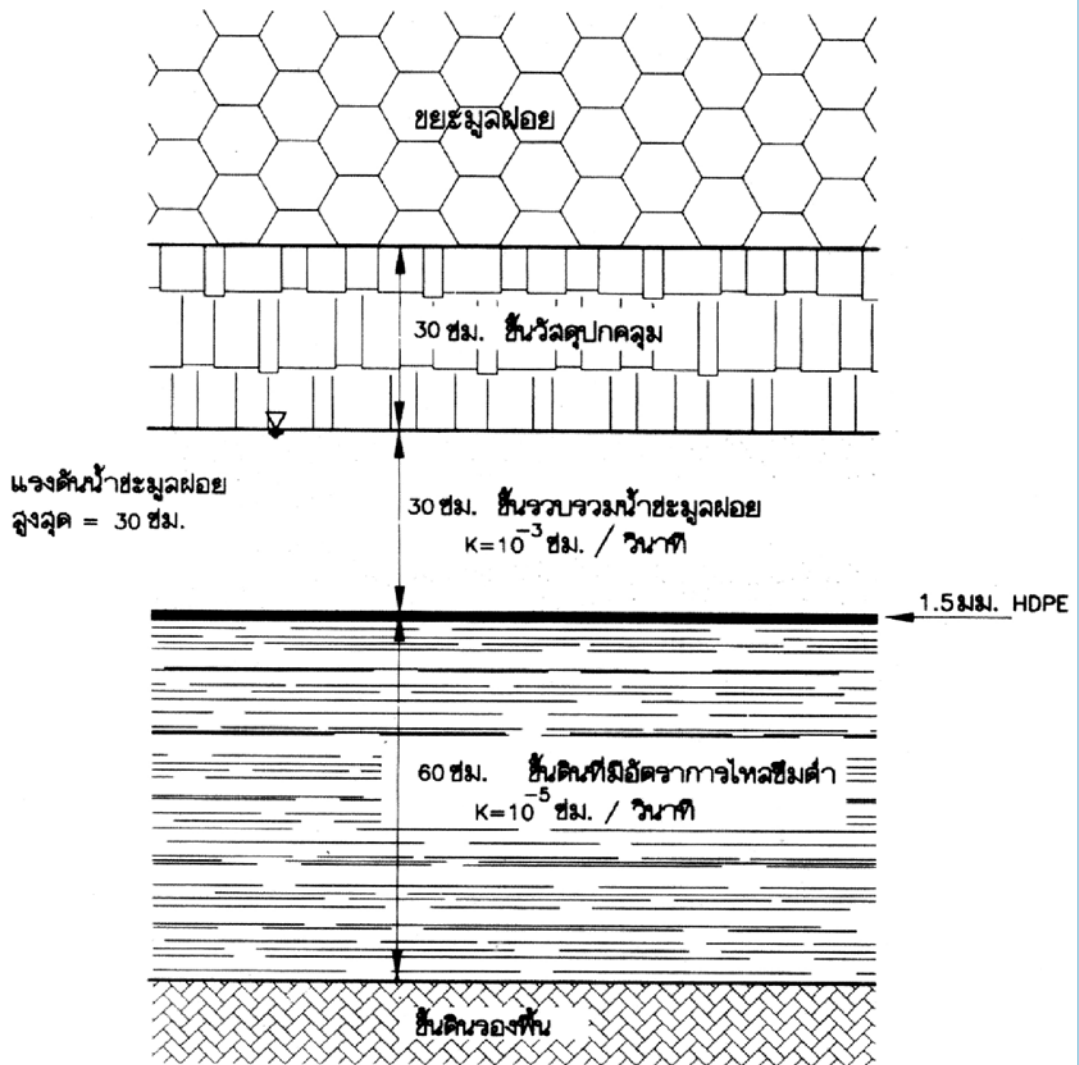
๕.๒๑ การก่อสร้างพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยไว้ด้านบนหรือด้านข้างลาดเอียงของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่ถมไว้ก่อนแล้ว ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่ยังดำเนินการอยู่ ปิดแล้ว หรือเลิกใช้แล้ว ให้ถือว่าเป็นการขยายแนวตั้งของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งจะต้องดำเนินการโดยไม่ให้เกิดการรั่วไหล

ของน้ำชะมูลฝอย สำหรับการก่อสร้างบนส่วนลาดเอียงของการฝังกลบมูลฝอยที่มีอยู่เดิม ต้องมีการตรวจสอบเสถียรภาพของฐานราก และทำการคำนวณการทรุดตัว การออกแบบการขยายตัวในแนวดิ่งจะต้องใช้ค่าแฟกเตอร์ตามความปลอดภัย (Factor of Safety) ต่ำสุดเท่ากับ ๑.๕ สำหรับเสถียรภาพของระบบวัสดุกันซึม ระบบการจัดการน้ำผิวดินจะต้องมีการออกแบบทางระบายอย่างเหมาะสมที่ขอบร่วมระหว่างลาดเอียงที่มีอยู่กับการขยายแนวดิ่งระบบควบคุมก๊าซจะต้องติดตั้งบ่อระบายก๊าซจากขอบร่วม ระหว่างลาดเอียงของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่เป็นอยู่กับลาดเอียงของการขยายแนวดิ่ง

๖. ในกรณีที่มีการว่าจ้างบุคคลหรือนิติบุคคลเป็นผู้รับจ้างเพื่อดำเนินการบริหารจัดการสถานที่ผู้ว่าจ้างควรกำหนดเงื่อนไขในสัญญาจ้างเพื่อให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่าง และการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามสัญญาจ้าง หรือกรณีมีเหตุรำคาญตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

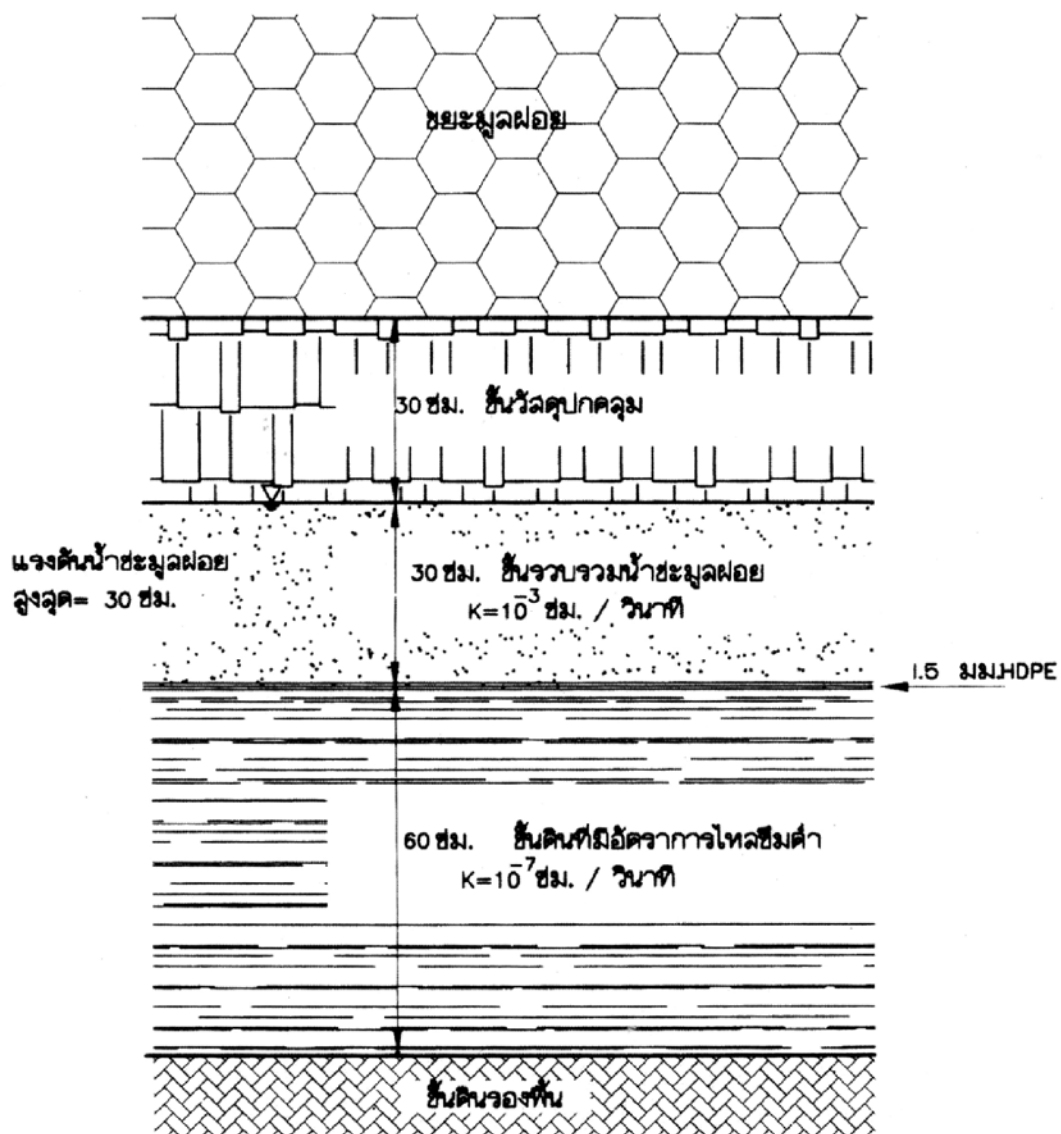


รูปที่ 1 วัสดุกันซึมแบบดินที่มีอัตราการใช้โคลนต่ำ  
(Low Permeable Soil Liner)



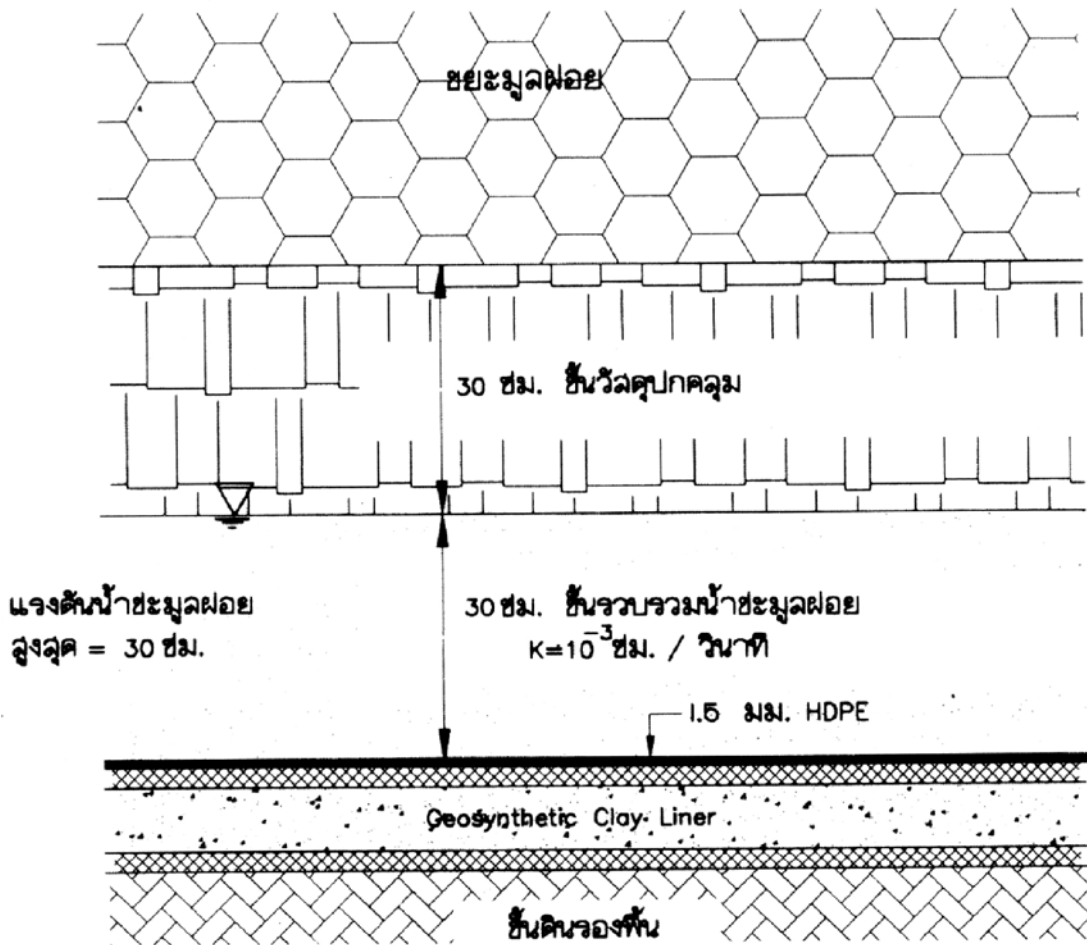
## วัสดุกันซึมแบบแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียว (Single Geosynthetic Liner)

รูปที่ 2 วัสดุกันซึมแบบแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียว  
(Single Geosynthetic Liner)



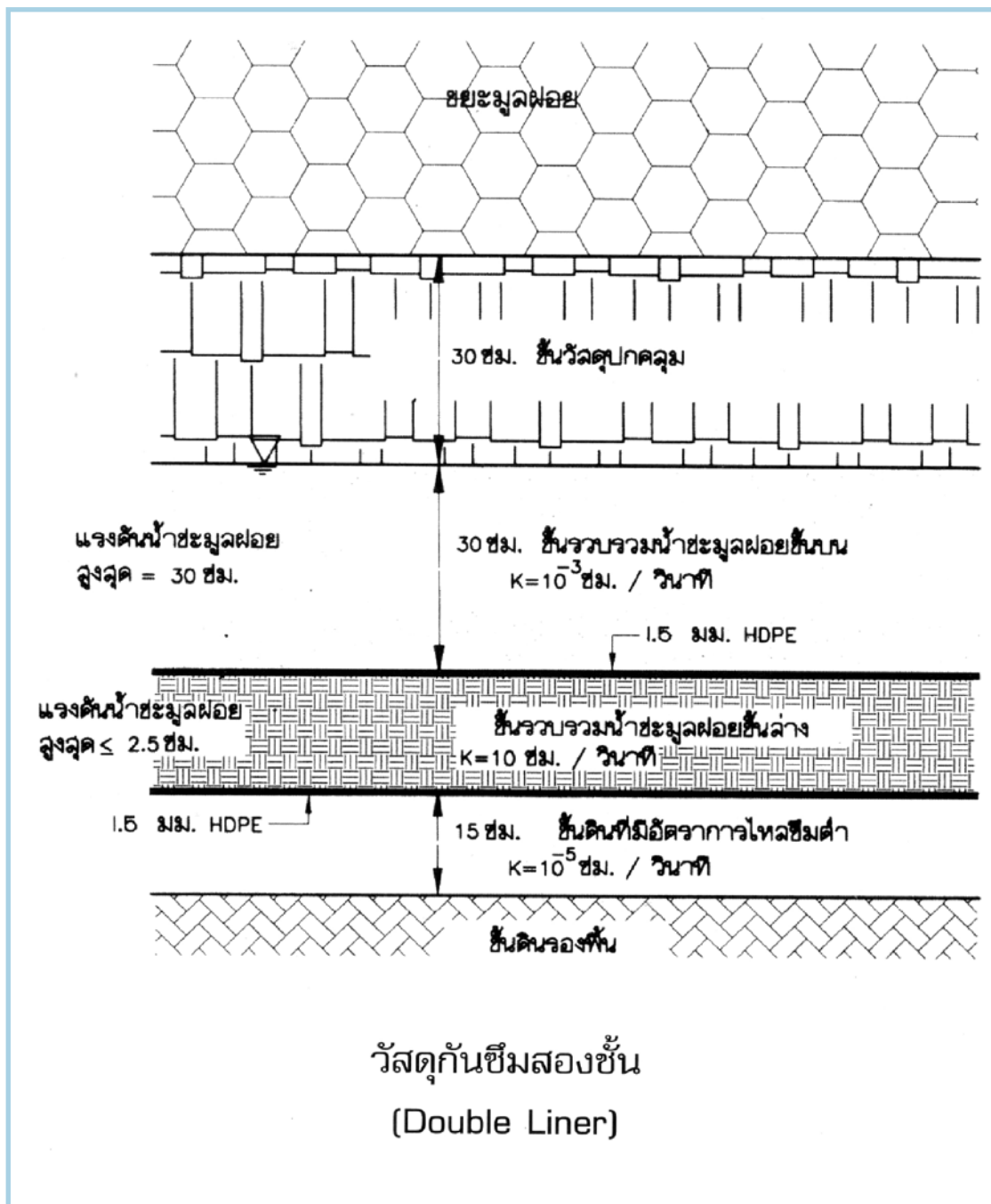
วัสดุกันซึมผสม [1]  
[Composite Liner 1]

รูปที่ 3 วัสดุกันซึมผสม (1) (Composite Liner 1)

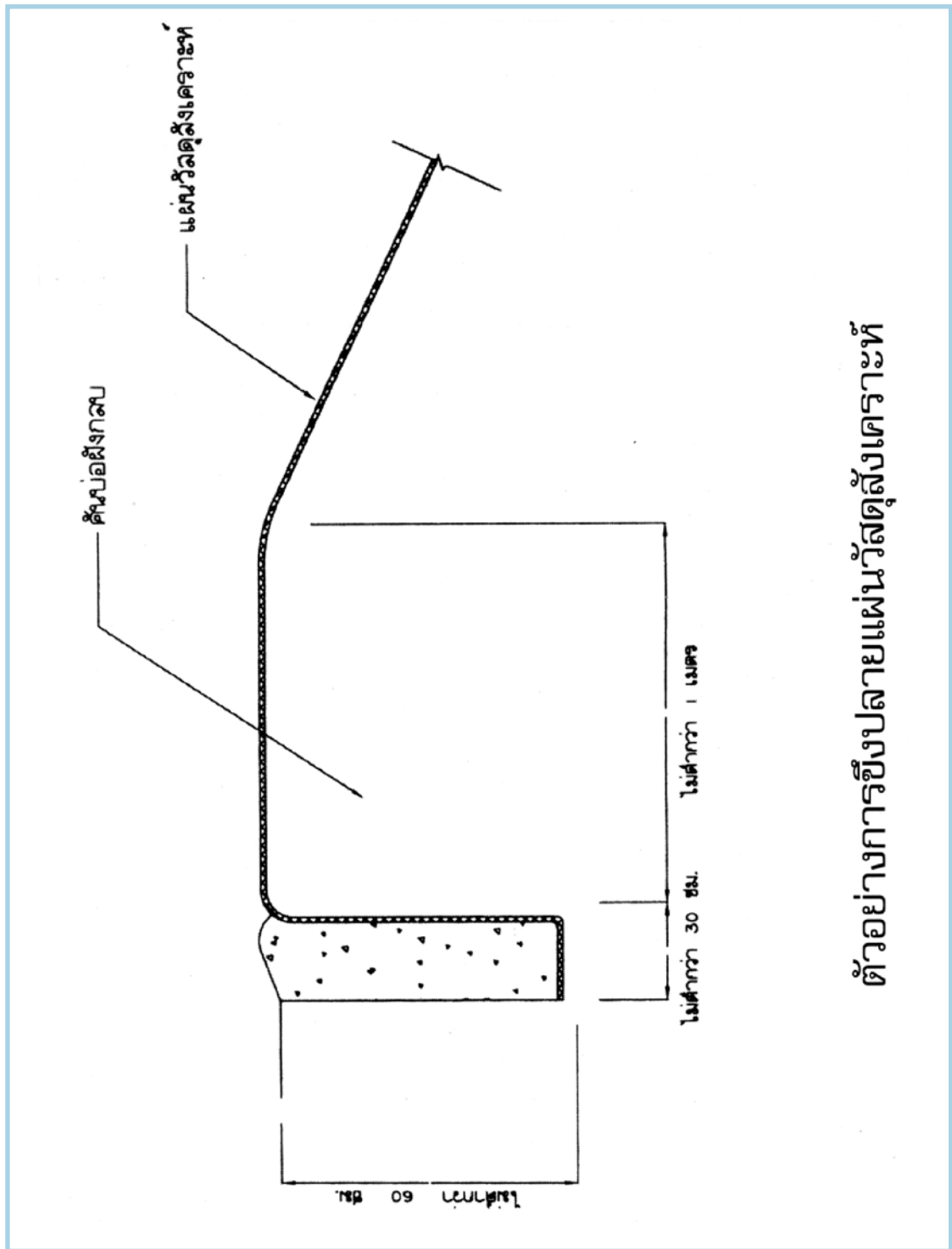


วัสดุกันซึมผสม (2)  
(Composite Liner 2)

รูปที่ 4 วัสดุกันซึมผสม (2) (Composite Liner 2)

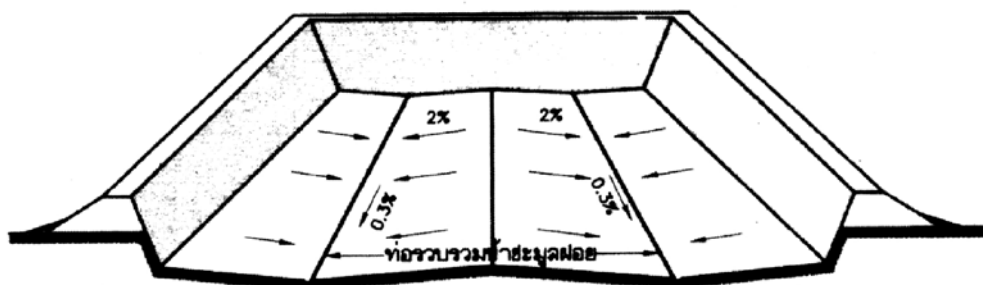


รูปที่ 5 วัสดุกันซึมสองชั้น (Double Liner)

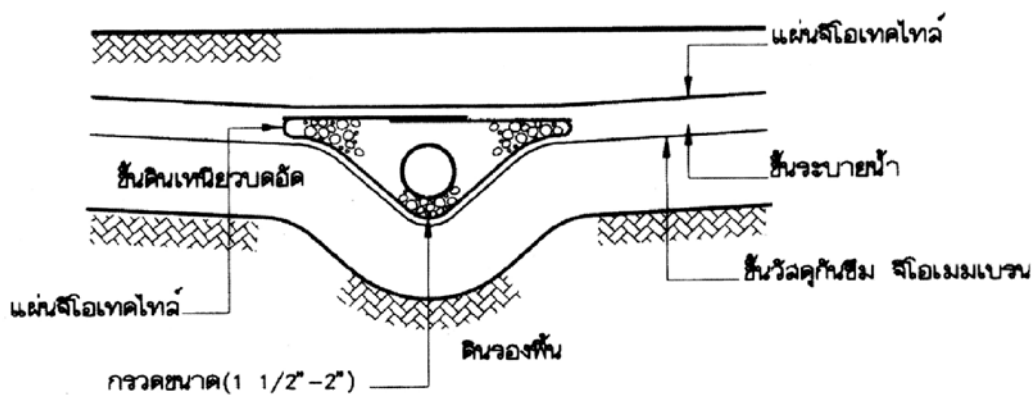


ตัวอย่างการซึงปลายแผ่นวัสดุสังเคราะห์

รูปที่ 6 ตัวอย่างการซึงปลายแผ่นวัสดุสังเคราะห์

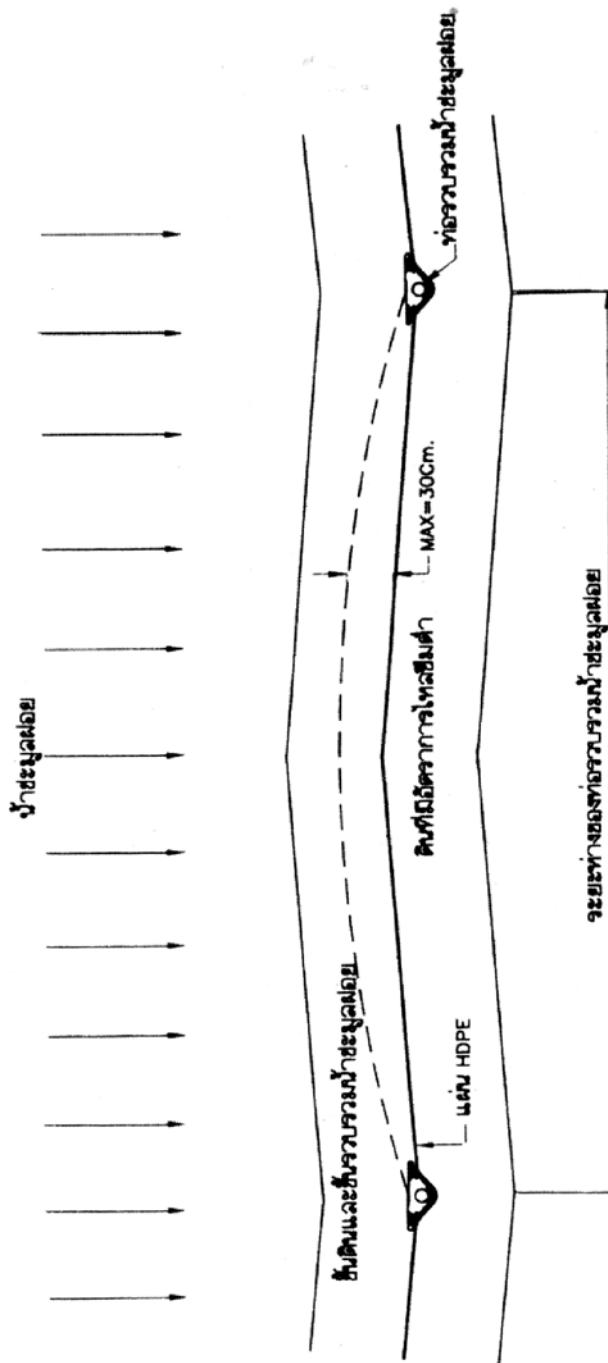


ระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอย



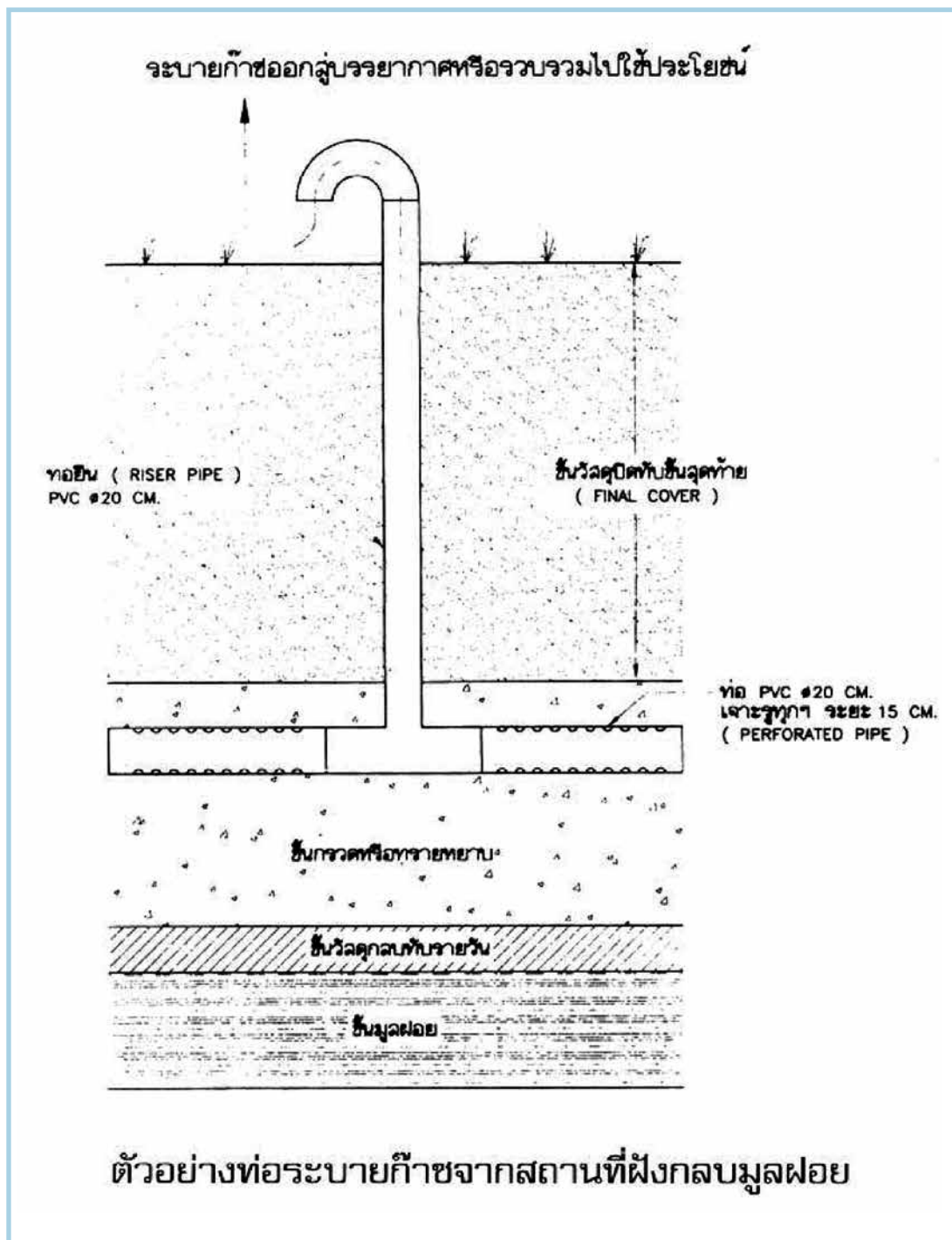
รายละเอียดของท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอย

รูปที่ 7 รายละเอียดของท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอย

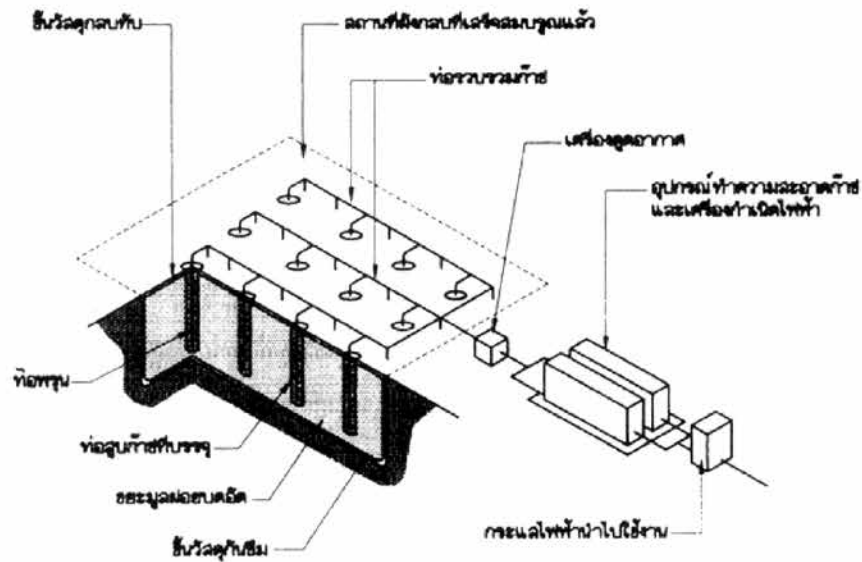


แรงดันน้ำชะมูลฝอยเหนือวัสดุกันซึม

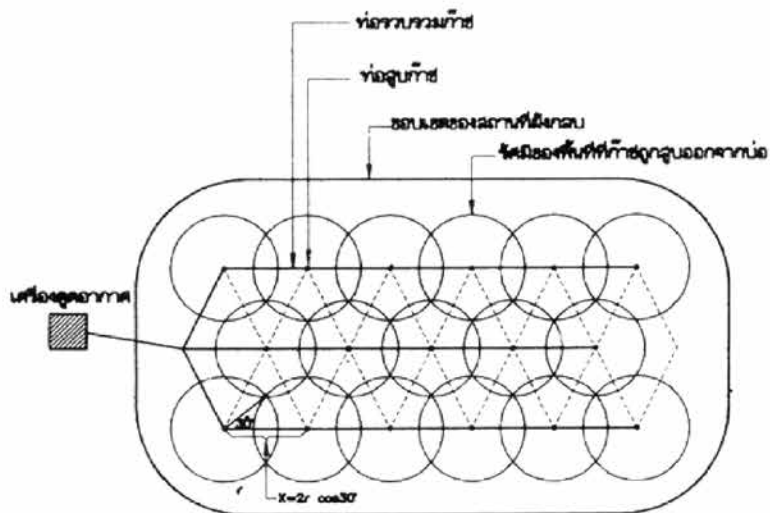
รูปที่ 8 แรงดันน้ำชะมูลฝอยเหนือวัสดุกันซึม



รูปที่ 9 ตัวอย่างท่อระบายก๊าซจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอย

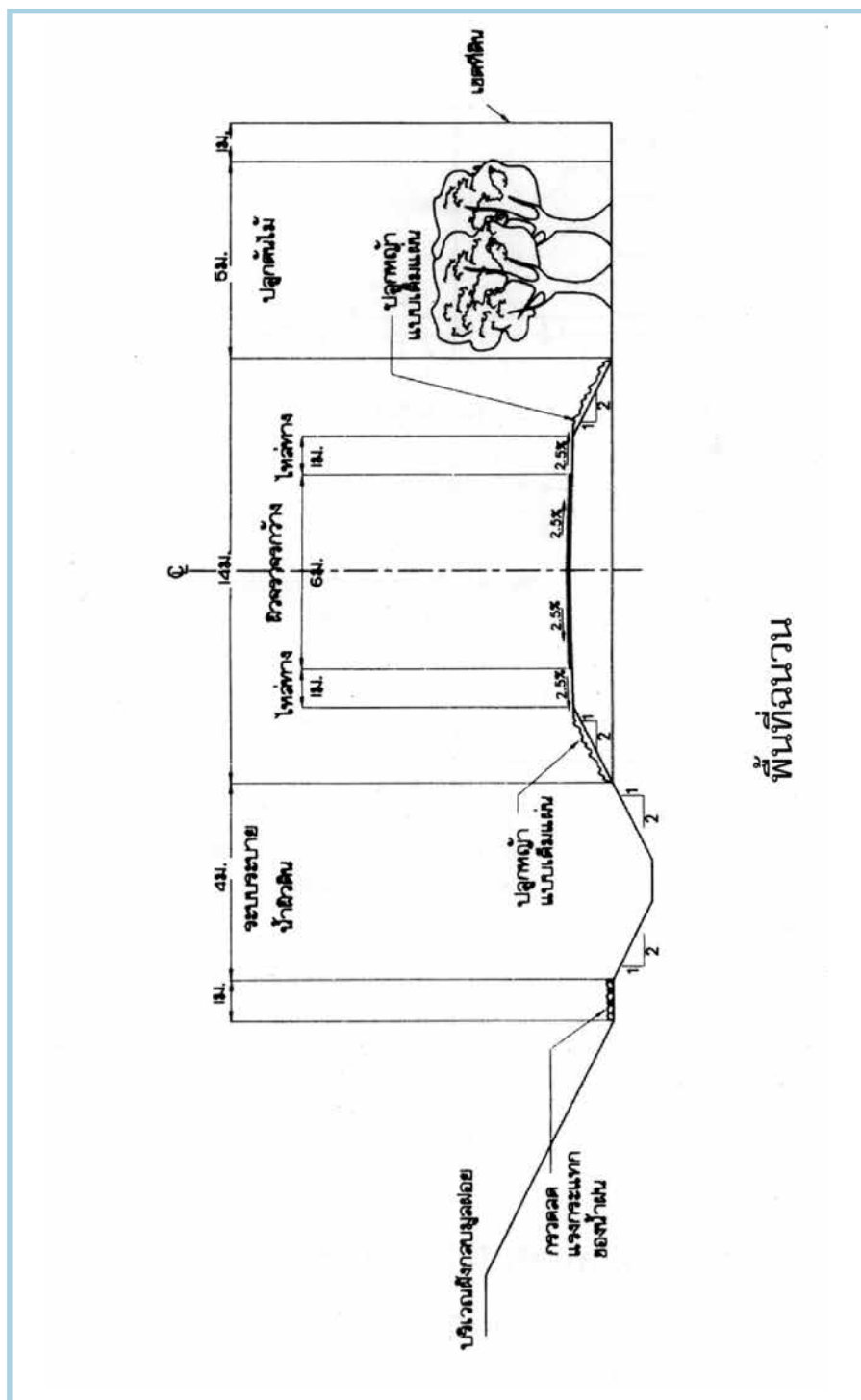


ระบบการนำก๊าซจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอย  
 ไปใช้ประโยชน์โดยใช้บ่อก๊าซแนวดิ่ง

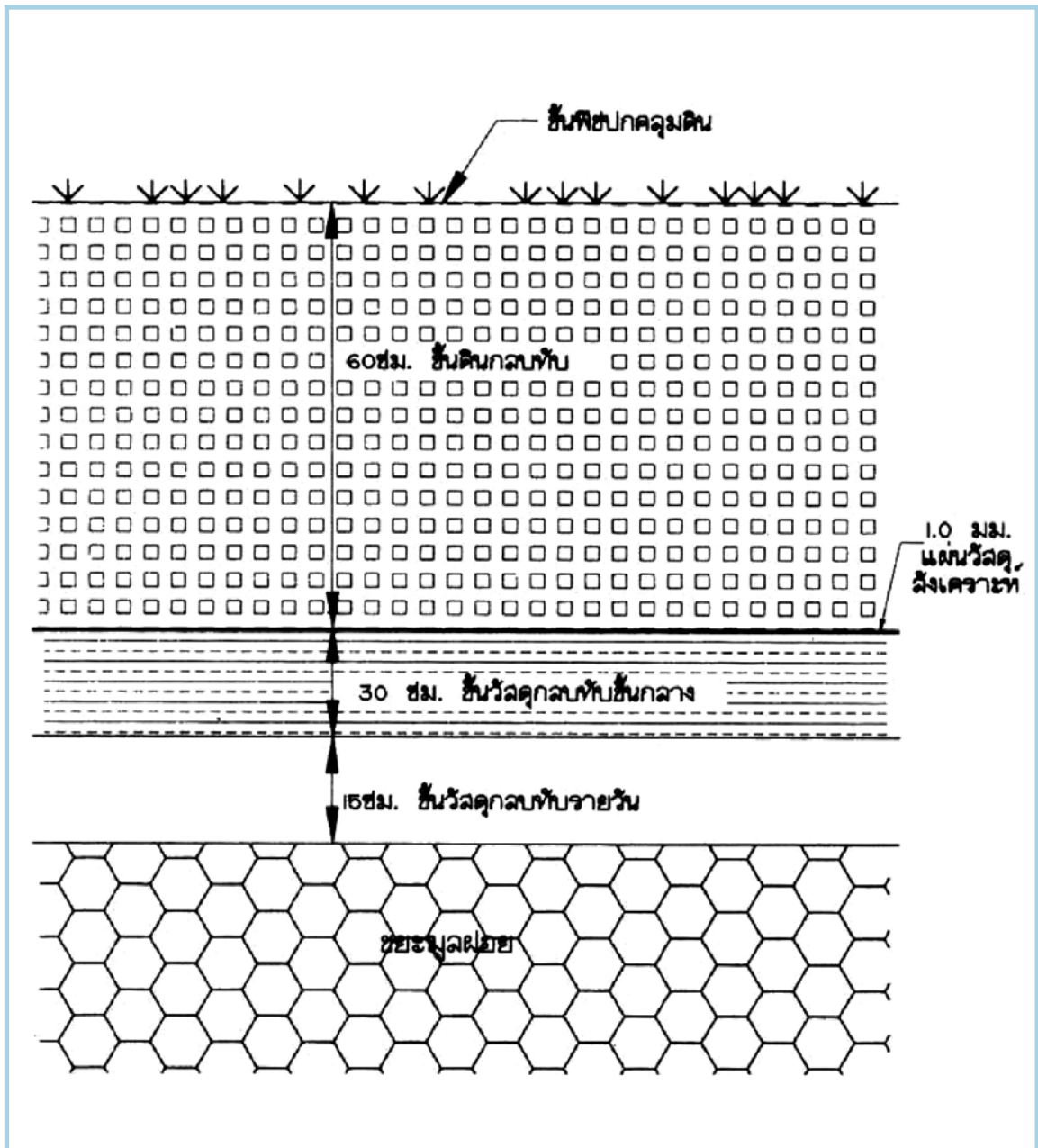


ลักษณะการวางท่อสูบน้ำทิ้งแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า  
 ในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย

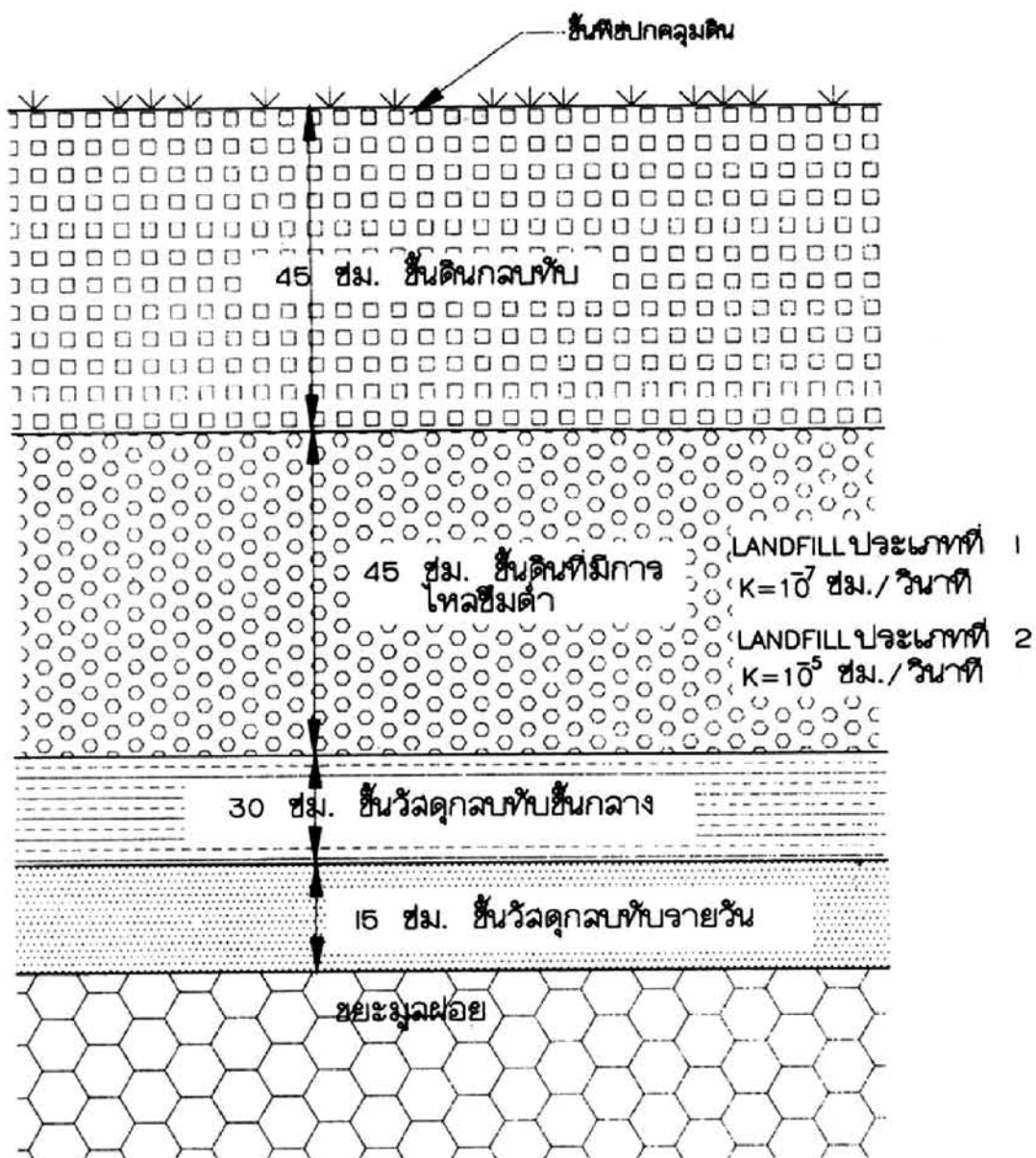
รูปที่ 10 ลักษณะการวางท่อสูบน้ำทิ้งแบบสามเหลี่ยมด้านเท่าในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย



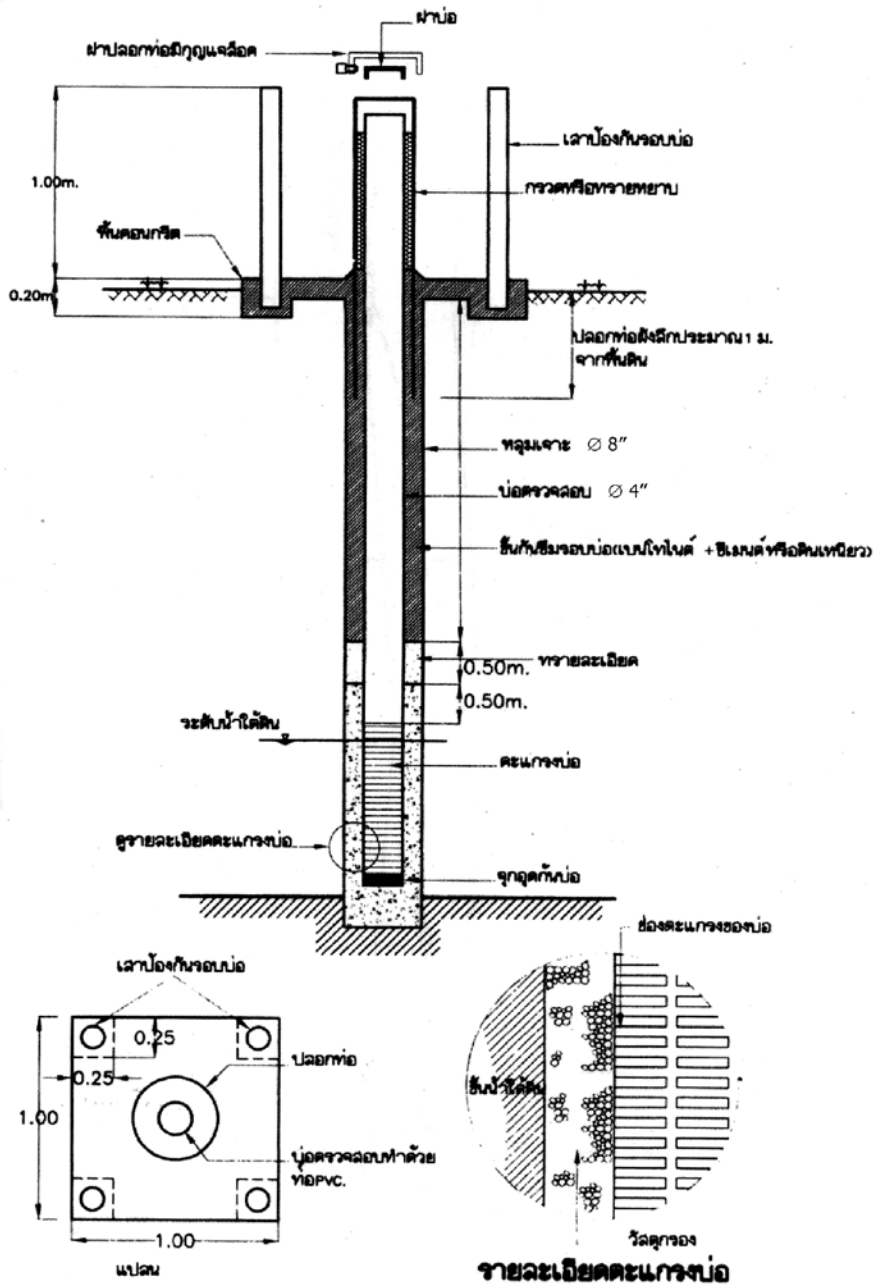
### รูปที่ 11 พื้นที่ฉนวน



รูปที่ 12 การปิดทับชั้นสุดท้ายสำหรับการใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์ปิดคลุมด้านบน



รูปที่ 13 การปิดทับชั้นสุดท้ายสำหรับการใช้ดินเหนียวเป็นวัสดุปิดคลุมด้านบน



รายละเอียดของบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ

รูปที่ 14 รายละเอียดของบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ

พิมพ์ครั้งที่ 1 : พ.ศ. 2563

จำนวน : 1,000 เล่ม

พิมพ์ที่ : บริษัท รุ่งเรืองสูง พรินต์ติ้ง จำกัด

2 สะแกงาม 44 ถนนสะแกงาม แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน

กรุงเทพมหานคร 10150



กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ  
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทร : 0 2298 2480 – 3 โทรสาร : 0 2298 5398

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

