

บทที่ 9

การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) จะใช้หลักการทางวิศวกรรม เพื่อลดปริมาณขยะ และกำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิดในพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชน ซึ่งขยะมูลฝอยจะถูกนำไปฝังในพื้นที่ที่เลือกไว้ และถูกอัดเพื่อลดปริมาณขยะ กลบด้วยดินเป็นประจำทุกวัน ในขณะที่เดียวกันก็มีการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด เมื่อดำเนินการเติมพื้นที่แล้วยังสามารถใช้ที่ดินนี้ทำประโยชน์ได้อีก¹¹

9.1 ข้อกำหนดทั่วไป

บุคคลใดที่จะดำเนินการสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยจะต้องเตรียมรายละเอียดข้อมูล และปฏิบัติตามหลักเกณฑ์^{12, 3)} ดังต่อไปนี้

1. แผนที่ หรือภาพถ่ายทางอากาศแสดงที่ตั้งและอาณาเขตของสถานที่ฝังกลบ การใช้ที่ดินโดยรอบรัศมี 1 กิโลเมตร โดยใช้มาตราส่วนที่เหมาะสม
2. แสดงแผนผังกระบวนการปฏิบัติงานของสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย แหล่งกำเนิดประเภท องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยที่จะนำเข้ามากำจัด การคาดการณ์ขยะมูลฝอยในอนาคต
3. จำนวนวันและชั่วโมงปฏิบัติงาน จำนวนบุคลากรทั้งหมด เครื่องจักรหนักที่ใช้งาน อายุงานของสถานที่ฝังกลบ แหล่งและประเภทของวัสดุกลบทับ
4. ประเภทของสถานที่ฝังกลบแบ่งออกเป็น
 - ประเภทที่ 1 รับขยะมูลฝอยทั่วไป
 - ประเภทที่ 2 รับขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายยาก หรือไม่เกิดเน่าเสียง่าย เช่น พลาสติก ยาง ท่อนไม้ แก้ว เศษวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น
5. ขนาดเนื้อที่ที่ใช้ในการก่อสร้างสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ให้ใช้แนวทางพิจารณาต่อไปนี้ (ใช้การฝังกลบรวม 4 ชั้น และมีอายุใช้งานประมาณ 20 ปี) ดังแสดงในตารางที่ 9-1

ตารางที่ 9-1 การใช้เนื้อที่ในการฝังกลบ

ปริมาณขยะ (ตัน / วัน)	ใช้เนื้อที่ (ไร่)
10-50	15-70
50-100	70-130
100-300	130-380
300-50	380-620

6. ขอบเขตของการระบายน้ำทิ้งต้องไม่เกิน 100 เมตร จากขอบเขตของพื้นที่หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยหรือขอบเขตของสถานที่ฝังกลบแล้วแต่ระยะไม่ใกล้กว่ากัน

7. สภาพทางธรณีวิทยาควรเป็นชั้นดินหรือชั้นดินตามธรรมชาติ ซึ่งอัตราการซึมผ่านน้อยถึงน้อยมาก ($K \leq 1 \times 10^{-3}$ ซม. / วินาที) ความหนาของชั้นดินหรือชั้นหินนั้นไม่น้อยกว่า 3 เมตร และมีการกระจายกว้างกว่าพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยไม่น้อยกว่าด้านละ 50 เมตร

8. สภาพทางอุทกธรณีวิทยา ให้สำรวจอธิบายสภาพอุทกธรณีวิทยาของสถานที่ฝังกลบ ทิศทางและความเร็วของการไหลของน้ำบาดาล คุณภาพน้ำและระดับน้ำสูงสุดของน้ำใต้ดินและน้ำใต้ผิวก่อนเริ่มโครงการ ลักษณะภูมิประเทศ ชั้นหินอุ้มน้ำ แหล่งน้ำสาธารณะและของเอกชนภายในรัศมี 1 กิโลเมตร

9. สภาพทางธรณีวิทยาเทคนิค ให้สำรวจและอธิบายสภาพชั้นดิน น้ำใต้ดิน อัตราการซึมผ่านของน้ำของชั้นดิน สภาพความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว รอยเลื่อน แผ่นดินถล่ม และหลุมยุบ วิเคราะห์ฐานรากที่รองรับภาระและแรงกดดันจากการฝังกลบขยะมูลฝอย สภาพการทรุดตัวภายหลังการกลบ

10. ระดับก้นบ่อฝังกลบ จะต้องอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน สูงสุดไม่น้อยกว่า 1 เมตร ยกเว้นในกรณีที่มีการออกแบบพิเศษ เพื่อควบคุมแรงดันขึ้นของน้ำใต้ดินต่อชั้นขยะมูลฝอยในหลุมฝังกลบ

9.2 ข้อกำหนดในการออกแบบ

1. ในการออกแบบรายละเอียด ให้ยึดถือหลักเกณฑ์และมาตรฐานที่ใช้ในประเทศมากที่สุด ในกรณีที่ไม่มีเกณฑ์ หรือมาตรฐานในประเทศ ให้ปฏิบัติตาม หรือประยุกต์ใช้เกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับในต่างประเทศ ซึ่งเหมาะสมกับสภาพของประเทศไทย และสภาพท้องถิ่น

2. มาตรฐานการก่อสร้าง ให้ยึดหลักปฏิบัติตามเกณฑ์ มาตรฐาน หรือรายละเอียดข้อกำหนดตามระเบียบปฏิบัติของทางราชการ ราชการส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจที่เกี่ยวข้องหรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้ ได้แก่

2.1 งานโครงสร้าง ใช้มาตรฐานข้อกำหนดในเทศบัญญัติหรือข้อบัญญัติ มาตรฐานของกรมโยธาธิการ หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

2.2 งานถนน ใช้มาตรฐานของกรมทางหลวง กรมโยธาธิการ หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

2.3 งานไฟฟ้า ใช้มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง

2.4 งานประปา ใช้มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค หรือการประปานครหลวง

2.5 งานเครื่องกล ใช้มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

2.6 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ใช้มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

2.7 การป้องกันอัคคีภัย ใช้มาตรฐานข้อกำหนดในเทศบัญญัติ หรือข้อบัญญัติ กรมโยธาธิการ กรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

3. การจัดวางผังรายละเอียดการใช้พื้นที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วนไม่เกินกว่า 1:2,500 แสดงเส้นชั้นความสูง ความลาดเอียง ภาพตัดขวาง

4. องค์ประกอบต่าง ๆ ของสถานที่ผังกลบให้ออกแบบตามความจำเป็นของการใช้งานและตามความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ที่มีอยู่ เช่น บริเวณพื้นที่จัดเตรียมเป็นบ่อฝังกลบ ระบบถนนภายใน และระบบการจราจร อาคารสำนักงาน อาคารเครื่องชั่งน้ำหนักรถบรรทุก บ้านพักเจ้าหน้าที่ โรงซ่อมบำรุง พื้นที่จอดรถ พื้นที่ล้างรถบรรทุก ประตูเข้า-ออกรั้ว ภูมิทัศน์ การจัดพื้นที่ดินวน ระบบประปา ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร เป็นต้น ตลอดจนระบุประเภทและจำนวนของเครื่องจักรกลหนักที่ใช้งาน

5. ระบบการป้องกันการปนเปื้อนมลพิษ

5.1 การใช้วัสดุกันซึม

วัสดุกันซึมต้องสร้างจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทนต่อการกัดกร่อนที่ จะต้องสัมผัสกับน้ำชะมูลฝอย ทนความเสียหายจากการสัมผัสกับน้ำชะมูลฝอย ทนความเสียหายจากการสัมผัสกับขยะมูลฝอย ทนความดันชลศาสตร์ วัสดุกันซึมนี้ต้องติดตั้งบนพื้น

หรือสภาพทางธรณีวิทยาที่สามารถรองรับแรงกดดันจากน้ำหนักของขยะมูลฝอย และต้องติดตั้งให้ครอบคลุมดิน โดยรอบทั้งหมดที่จะต้องสัมผัสกับขยะมูลฝอย หรือน้ำชะมูลฝอย วัสดุกันซึมเหล่านี้อาจใช้ดินเหนียวบดอัด วัสดุสังเคราะห์ประเภทแผ่นโพลีเอทิลีนชนิดความหนาสูง (HDPE) หรือใช้ดินเหนียวปนกับวัสดุสังเคราะห์ โดยทั่วไปการปูวัสดุกันซึมที่ผนังและกันบ่อฝังกลบแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

5.1.1 การใช้ดินที่มีอัตราการไหลซึมต่ำ ประกอบด้วยชั้นดินเหนียวอัดหนา 60 ซม. และมีอัตราค่าซึมผ่านของน้ำสูงสุด 1×10^{-7} ซม./วินาที และมีชั้นรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยอยู่ด้านบน โดยแรงดันของน้ำชะมูลฝอยต้องไม่เกิน 30 ซม. และมีชั้นดินปกคลุมเหนือชั้นรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยหนาอย่างน้อย 30 ซม. ก่อนที่จะมีการฝังขยะมูลฝอยลงไป

5.1.2 การใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียวกับดินที่มีอัตราไหลซึมต่ำ ประกอบด้วยชั้นแผ่นวัสดุสังเคราะห์ประเภท HDPE หนา 1.5 มม. ขึ้นไป ด้านบนของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จะมีชั้นรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอย และแรงดันน้ำชะมูลฝอยเหนือวัสดุกันซึมไม่เกิน 30 ซม. ส่วนชั้นล่างของวัสดุสังเคราะห์เป็นดินบดอัดหนา 60 ซม. มีอัตราการซึมผ่านของน้ำที่อิ่มตัว ไม่มากกว่า 1×10^{-5} ซม./วินาที

5.1.3 การใช้วัสดุกันซึมผสม จะมีลักษณะคล้ายกับวัสดุกันซึมประเภทแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียว แตกต่างกันเพียงค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำของดินที่อยู่ชั้นล่างแผ่นวัสดุสังเคราะห์จะมีค่าไม่เกิน 1×10^{-7} ซม./วินาที

5.1.4 การใช้วัสดุกันซึมสองชั้น ประกอบด้วยชั้นแผ่นวัสดุสังเคราะห์ประเภท HDPE 2 ชั้นหนา 1.5 มม. ขึ้นไป ด้านบนของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จะมีชั้นรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอย และแรงดันน้ำชะมูลฝอยเหนือวัสดุกันซึมไม่เกิน 30 ซม. ชั้นนี้จะมีอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่ต่ำกว่า 1×10^{-3} ซม./วินาที ระหว่างแผ่นวัสดุของทั้งสองชั้นจะมีชั้นรวบรวมน้ำชะมูลฝอยอีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบรอยรั่วของแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นบนซึ่งมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำต่ำสุด 10 ซม./วินาที และแรงดันของน้ำชะมูลฝอยในชั้นนี้ไม่เกิน 2.5 ซม.

5.2 ระบบรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอย

การออกแบบหลุมฝังกลบที่มีวัสดุกันซึมเพื่อป้องกันการไหลซึมของน้ำชะมูลฝอยไปปนเปื้อนชั้นน้ำใต้ดิน ระบบรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยสร้างจากวัสดุที่มีความทนทานทางเคมีจากน้ำชะมูลฝอย และแข็งแรงพอที่จะป้องกันการพังทลายภายใต้แรงดันที่เกิดจากการ

กองทับของขยะมูลฝอย วัสดุกลบทับและเครื่องมือที่ใช้ในการฝังกลบ ระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยนี้จะอยู่เหนือชั้นวัสดุกันซึมโดยจะประกอบด้วยท่อ PVC หรือ HDPE ไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว เจาะรูหุ้มด้วยแผ่นสังเคราะห์และวางในชั้นกรวดหรือทรายมนที่ค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำ (หรือค่าความนำลศาสตร์) ไม่น้อยกว่า 1×10^{-3} ซม./วินาที มีความหนาไม่น้อยกว่า 30 ซม. ระยะห่างและความลาดเอียงของท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าแรงดันน้ำชะมูลฝอยที่ยอมให้เกิดขึ้น แต่โดยทั่วไปจะไม่เกิน 30 ซม. นอกจากนี้การออกแบบท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะต้องมีวิธีการทดสอบการอุดตันและวิธีทำความสะอาดท่อ

5.3 ระบบบำบัดน้ำชะมูลฝอย

5.3.1 การบำบัดน้ำชะมูลฝอยในสถานที่ฝังกลบ จะต้องออกแบบควบคุมและบำบัดน้ำชะมูลฝอย ซึ่งรับมาจากระบบรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอยของหน่วยฝังกลบ สำหรับบ่อบำบัดน้ำเสีย จะต้องออกแบบใช้เกณฑ์อย่างต่ำดังนี้

ใช้ดินที่มีอัตราการไหลซึมไม่มากกว่า 1×10^{-7} ซม./วินาที หนา 60 ซม. ใช้วัสดุกันซึมประเภทแผ่นวัสดุสังเคราะห์ชั้นเดียวหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. กับดินที่มีอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่มากกว่า 1×10^{-5} ซม./วินาที หนา 60 ซม.

ต้องมีระยะเมื่อ อย่างน้อย 60 ซม. เหนือความสูงของน้ำที่เกิดจากพายุฝน ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในคาบ 25 ปี

คุณภาพน้ำทิ้งระบายสู่ภายนอกสถานที่ฝังกลบจะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตาม พ.ร.บ. โรงงาน

5.3.2 การบำบัดน้ำชะมูลฝอยภายนอกสถานที่ฝังกลบ จะต้องทำการออกแบบ บ่อพักน้ำชะมูลฝอย (ตามข้อกำหนดในข้อ ก.) หรือถังเก็บน้ำชะมูลฝอย ก่อนที่จะส่งไปบำบัดภายนอกสถานที่ฝังกลบ

ถังรวบรวมน้ำชะมูลฝอยเหนือพื้นดิน จะต้องเป็นถังคอนกรีตหรือเหล็กกล้า ผนังภายในจะต้องบุด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนต่อของเหลวที่บรรจุ และต้องมีระบบเก็บกักฉุกเฉิน รวมทั้งการตรวจสอบเพื่อป้องกันการรั่วไหลจากถังเก็บ

ถังรวบรวมน้ำชะมูลฝอยใต้ดิน จะต้องเป็นถังคอนกรีตหรือถังไฟเบอร์กลาสหรือเหล็กกล้า ผนังภายในและภายนอกมีระบบป้องกันการกัดกร่อน มีระบบการเก็บกักฉุกเฉิน และการตรวจสอบรอยรั่วอย่างต่อเนื่อง โดยใช้แบบดั่งผนังสองชั้น พร้อมติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับน้ำระบบเตือนภัย และการปิดวาล์วอัตโนมัติ

5.4 ระบบควบคุมก๊าซ

สถานที่ฝังกลบจะออกแบบและระบบติดตั้งตรวจสอบ และควบคุมก๊าซจากหลุมฝังกลบ ส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซมีเทนเพื่อป้องกันการระเบิดและไฟไหม้ และเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นรบกวน ระบบควบคุมก๊าซในสถานที่ฝังกลบจะต้องออกแบบเพื่อป้องกันความเข้มข้นของก๊าซมีเทน

มีค่าไม่เกินจุดระเบิดขั้นต่ำ (5% ของก๊าซมีเทน) ในบริเวณภายในหรือภายนอกของสถานที่ฝังกลบ

มีค่าไม่เกินร้อยละ 25 ของจุดระเบิดขั้นต่ำ (1.25% ของก๊าซมีเทน) ภายในอาคารทั้งในและนอกสถานที่ฝังกลบ

ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นที่น่ารังเกียจในหรือนอกอาณาเขตสถานที่ฝังกลบ

การควบคุมการระบายก๊าซจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย แบ่งออกเป็น 2 วิธี

5.4.1 การวางท่อหรือบ่อระบายก๊าซในแนวนอน หรือแนวตั้งของบ่อฝังกลบ เพื่อลดแรงดันของก๊าซและระบายสู่บรรยากาศโดยธรรมชาติเรียกว่า Passive control การวางตำแหน่งระยะห่างของบ่อหรือท่อในแนวตั้ง โดยทั่วไปใช้ระยะประมาณ 30 - 40 เมตร

5.4.2 การวางท่อในแนวตั้งและติดตั้งอุปกรณ์ดูดก๊าซจากบ่อฝังกลบเรียกว่า Active control โดยมีจุดมุ่งหมายจะนำก๊าซที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง ในกรณีที่มีปริมาณก๊าซเกิดขึ้นมาก หรือใช้กำจัดก๊าซที่เกิดขึ้นโดยการเผาไหม้ ทั้งนี้ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

6. ระบบจัดการน้ำฝน

ระบบจัดการน้ำฝนจะรวมถึงบ่อพักน้ำ และทางระบายน้ำในการออกแบบอย่างน้อยที่สุดต้องสามารถป้องกันการระบายน้ำฝนสูงสุดจากเหตุการณ์พายุฝนในคาบ 25 ปี ไหลนองไปสู่บริเวณพื้นที่ฝังกลบที่ยังไม่เปิด และต้องสามารถรวบรวมควบคุมปริมาณของน้ำท่าจากเหตุการณ์พายุฝนในคาบ 25 ปี ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และต้องป้องกันไม่ให้น้ำฝนผสมกับน้ำขยะมูลฝอย

7. พื้นที่ฉนวน (Buffer zone)

จะต้องออกแบบพื้นที่ฉนวนโดยรอบอาณาเขตสถานที่ฝังกลบ มีระยะห่างจากแนวเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 25 เมตร เพื่อใช้ประโยชน์พื้นที่สำหรับถนน คูระบายน้ำ การปลูกต้นไม้ สลับแถว โดยเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมในท้องถิ่น เพื่อปิดกั้นทางสายตาและลดปัญหากลิ่นสู่ภายนอก

8. ประเภท ขนาด และจำนวนเครื่องจักรกลที่ใช้งานในการฝังกลบขยะมูลฝอย ขึ้นอยู่กับปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัดในแต่ละวัน ประเภทเครื่องจักรกลที่จำเป็นต้องใช้งาน ประกอบด้วย

รถดันดินตะขาบ ใช้ดันเกลี่ยขยะมูลฝอย

รถขุดดิน ใช้ขุดดิน สร้างหลุมฝังกลบ

รถบรรทุกกระบะเท้าย ใช้บรรทุกดิน

รถบรรทุกน้ำ ใช้รดน้ำ ป้องกันฝุ่นในพื้นที่

รถกระบะ (ปิกอัพ) ใช้งานทั่วไป

รถบดอัดขยะมูลฝอย ใช้บดอัดขยะมูลฝอยในหลุมฝังกลบสำหรับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยขนาดใหญ่

9. การออกแบบการปิด

9.1 การออกแบบชั้นขยะมูลฝอยเหนือระดับพื้นดิน โดยเฉพาะความสูงของชั้นขยะมูลฝอยต้องคำนึงถึงด้านทัศนียภาพของสถานที่ ความมั่นคงแข็งแรงและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานด้วย

9.2 การออกแบบความลาดชันด้านข้างชั้นสุดท้าย ความลาดชันด้านข้างของหน่วยกำจัดเหนือดินไม่ชันมากกว่า 3 ต่อ 1 ในแนวราบต่อแนวตั้งและต้องมีการระบายน้ำเพื่อควบคุมการกัดกร่อนของวัสดุปกคลุมชั้นสุดท้าย

9.3 การออกแบบการปิดทับชั้นสุดท้าย

สถานที่ฝังกลบประเภทที่ 1

ใช้วัสดุกันซึม การปิดทับชั้นสุดท้ายจะต้องมีชั้นปกคลุมมีอัตราค่าซึมผ่านของน้ำไม่มากกว่าอัตราการซึมผ่านของน้ำของระบบวัสดุกันซึมด้านล่าง ถ้าหลุมฝังกลบใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์ในการปูด้านล่าง ชั้นปกคลุมสุดท้ายจะใช้แผ่นวัสดุสังเคราะห์หนาไม่น้อยกว่า 10 มม. และจะใช้ดินกลบทับชั้นบนหนาไม่น้อยกว่า 60 ซม. เพื่อปลูกพืชคลุมดินสำหรับป้องกันการพังทลายของดิน

ไม่มีการใช้วัสดุกันซึม ชั้นปกคลุมจะมีค่าอัตราการซึมผ่านของน้ำไม่มากกว่า 1×10^{-7} ซม./วินาที หนาไม่น้อยกว่า 45 ซม. และใช้ดินกลบทับชั้นบนอีกหนา 45 ซม. เพื่อปลูกพืชคลุมดิน

สถานที่ฝังกลบประเภทที่ 2

ใช้วัสดุกันซึม หากใช้ดินเหนียวปูด้านล่าง ชั้นปกคลุมจะมีอัตราการซึมผ่านของ

น้ำไม่มากกว่า 1×10^{-7} ซม./วินาที หนาไม่น้อยกว่า 45 ซม. และมีดินชั้นสุดท้ายหนา 45 ซม.
เหนือชั้นปกคลุมเพื่อปลูกพืชคลุมดินป้องกันการกัดเซาะดิน

ไม่มีการใช้วัสดุกันซึม ชั้นปกคลุมจะเป็นแบบเดียวกับกรณีใช้วัสดุกันซึมเป็นดินเหนียว

9.3 ข้อกำหนดในการปฏิบัติงาน

1. จัดเตรียมแผนการปฏิบัติงาน จะเป็นเอกสาร แนะนำอย่างละเอียด สำหรับการปฏิบัติงานฝังกลบรายวันของเจ้าหน้าที่

2. บันทึกการปฏิบัติงาน จะประกอบด้วย บันทึก รายงาน ผลการวิเคราะห์ การสาธิต ฯลฯ

3. บันทึกขยะมูลฝอย ผู้ปฏิบัติการฝังกลบจะต้องบันทึกปริมาณขยะมูลฝอยที่ได้รับเข้ามากำจัดในแต่ละวัน ใช้หน่วยต่อวัน

4. การควบคุมทางเข้าออก เพื่อป้องกันการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ได้รับอนุญาตการเข้าไปในสถานที่กำจัดและการรับขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นได้เฉพาะเมื่อมีผู้ให้บริการเป็นประจำหน้าที่อยู่เท่านั้น

5. การตรวจสอบขยะมูลฝอย จะตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกเพื่อตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ได้รับอนุญาต โดยเฉพาะการทิ้งอย่างไม่ถูกต้องของของเสียอันตราย การตรวจสอบจะต้องมีการบันทึกข้อมูล และเก็บรักษาไว้อย่างน้อยที่สุด 3 ปี

6. การฝังกลบขยะมูลฝอย ในสถานที่ฝังกลบประเภทที่ 1 ให้ฝังโดยการเกลี่ยเป็นชั้นๆ หนาประมาณ 60 ซม. และบดอัดให้มีความหนาประมาณ 30 ซม. หรือให้เป็นชั้นบางเท่าที่จะทำได้ก่อนที่จะเทขยะมูลฝอยชั้นต่อไป สถานที่ฝังกลบประเภทที่ 2 จะบดอัดอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง สำหรับขยะมูลฝอยชั้นแรกที่ทับอยู่บนแผ่นวัสดุกันซึมและระบบรวบรวมน้ำขยะมูลฝอยจะต้องบดอัดหนาไม่เกิน 1 เมตร และต้องไม่มีขยะมูลฝอยที่อาจทำความเสียหายแก่แผ่นวัสดุกันซึม การฝังกลบขยะมูลฝอยจะกลบฝังกลบเป็นช่องฝังกลบ โดยมีความลาดชันไม่มากกว่า 1 ต่อ 3 ในแนวตั้งต่อราบ และใช้วัสดุกลบทับรายวันหลังการกลบขยะมูลฝอยในแต่ละวันวัสดุกลบทับชั้นกลาง และวัสดุกลบทับชั้นสุดท้าย

7. การจัดการน้ำขยะมูลฝอย น้ำขยะมูลฝอยจะถูกรวบรวมและบำบัดเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพจากโรงงานอุตสาหกรรมตาม พ.ร.บ.โรงงาน ซึ่งการบำบัดอาจส่งไปสู่โรงบำบัดสถานที่ฝังกลบ หรืออาจมีระบบบำบัดน้ำขยะมูลฝอยในสถานที่ฝังกลบ

8. การติดตามตรวจสอบก๊าซ สำหรับสถานที่ฝังกลบที่รับขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์

ตำแหน่งจุดตรวจสอบก๊าซ ภายนอกอาคารในบริเวณแนวอาณาเขตทั้ง 4 ด้านของสถานที่ฝังกลบ อย่างน้อยรวม 4 จุด และภายในอาคารของสถานที่ฝังกลบอย่างน้อย 1 จุด

ทำการสุ่มตรวจวัดก๊าซอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

มีการตรวจวัดก๊าซมีเทนโดยค่าที่ตรวจวัดได้ต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดในการออกแบบ (หัวข้อ 5.4) ระบบควบคุมก๊าซ

9. การจัดการระบบน้ำฝน จะต้องควบคุมดูแลน้ำฝนให้สัมพันธ์กับขยะมูลฝอยน้อยที่สุด เพื่อให้ น้ำฝนที่ระบายออกจากสถานที่ฝังกลบไม่มีลักษณะสมบัติซึ่งก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนทำการควบคุมดูแลระบบระบายน้ำให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีอย่างสม่ำเสมอ

10. ลักษณะของเครื่องมืออุปกรณ์และการปฏิบัติงาน จะต้องเป็นอย่างดีเพียงพอในการปฏิบัติงาน รวมทั้งสำรองน้ำในยามฉุกเฉินและมีการตรวจสอบเป็นประจำนอกจากนี้ยังต้องมีอุปกรณ์ควบคุมอัคคีภัย เครื่องมือติดต่อสื่อสารยามฉุกเฉิน และต้องมีสถานที่พักเหนื่อยและอุปกรณ์ปฐมพยาบาล

11. การบำรุงดูแลรักษาถนนที่อยู่ในพื้นที่ฝังกลบ ให้สามารถใช้ได้ดีในทุกฤดูกาล

9.4 ข้อกำหนดการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ

1. ผู้ประกอบการจะต้องทำการสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจากบ่อติดตามตรวจสอบน้ำผิวดิน น้ำระฆมูลฝอยและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียปีละ 2 ครั้งเป็นอย่างน้อย โดยอยู่ในช่วงต้นฤดูฝน และฤดูแล้ง และจัดทำเป็นรายงานที่พร้อมจะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตรวจสอบได้ตลอดเวลา

2. การติดตามตรวจสอบน้ำใต้ดิน จะต้องติดตั้งบ่อติดตามตรวจวัดการรั่วไหลของน้ำระฆมูลฝอยที่อาจมีต่อชั้นหินอุ้มน้ำบนสุดภายในเขตการระบายทิ้งอย่างน้อย 3 บ่อ และในทิศทางลาดเอียงขึ้นของการไหลของน้ำใต้ดิน 1 บ่อ ระยะของบ่อเผ่าตรวจจะต้องห่างกันไม่เกิน 50 เมตร ในทิศทางลาดเอียงลงของการไหลน้ำใต้ดิน และไม่เกิน 450 เมตร ในทิศทางลาดเอียงขึ้นของการไหลน้ำใต้ดิน

3. การติดตามตรวจสอบน้ำผิวดิน จะทำการตรวจน้ำผิวดินที่อาจได้รับผลกระทบจากการระบายสิ่งปนเปื้อน ในลำน้ำนิ่งจะกำหนดจุดตรวจไม่น้อยกว่า 1 จุด ในบริเวณที่ใกล้สถานที่ฝังกลบ สำหรับในลำน้ำที่ไหลจะตรวจเหนือน้ำและท้ายน้ำของสถานที่ฝังกลบ

4. การสุ่มตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย จุดการสุ่มตัวอย่างน้ำชะมูลฝอยจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สูบน้ำชะมูลฝอยออกน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ลักษณะที่เป็นตัวแทนของน้ำชะมูลฝอย ก่อนที่ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยจะเปลี่ยนแปลงไป สำหรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ให้สุ่มตัวอย่างจากจุดที่จะระบายทิ้งสู่ภายนอกของสถานที่ฝังกลบของขยะมูลฝอย

5. ความถี่การสุ่มตัวอย่างตามปกติข้อกำหนด จะต้องมีการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์และคุณภาพน้ำก่อนเริ่มโครงการ ทั้งน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินตามดัชนีที่กำหนด หลังจากดำเนินการสถานที่ฝังกลบแล้ว จะสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำชะมูลฝอย น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำใต้ดิน และน้ำผิวดิน

6. การประเมินผลและปฏิบัติการแก้ไข ถ้าความเข้มข้นของดัชนีคุณภาพน้ำสูงกว่าคุณภาพน้ำก่อนเริ่มโครงการ หรือสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำของทางราชการที่เกี่ยวข้อง จะต้องตรวจสอบและค้นหาสาเหตุ รวมทั้งหามาตรการแก้ไขโดยเร็วที่สุด พร้อมทั้งจัดทำรายละเอียดของปัญหาและสรุปผลแก้ไขไว้ทุกครั้ง มาตรฐานคุณภาพน้ำของทางราชการที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

6.1 น้ำใต้ดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ออกตาม พ.ร.บ.น้ำบาดาล

6.2 น้ำผิวดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

6.3 น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ออกตามความใน พ.ร.บ.โรงงาน

7. ดัชนีคุณภาพน้ำ การเฝ้าตรวจคุณภาพน้ำจะตรวจทั้งดัชนีคุณภาพในสนาม และในห้องปฏิบัติการโดยจะต้องตรวจสอบ

7.1 ดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน

ดัชนีคุณภาพในสนาม ได้แก่ ระดับน้ำสถิตในบ่อนก่อนการสูดออก ความนำไฟฟ้าจำเพาะ ความเป็นกรด-ด่าง ความขุ่น อุณหภูมิ สี

ดัชนีคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณสารทั้งหมด คลอไรด์ ซัลเฟต

ฟลูออไรด์ ในเตรท ความกระด้างทั้งหมด ความกระด้างถาวร ซีโอดี เหล็ก แมงกานีส แมกนีเซียม อาร์เซนิก ไซยาไนท์ ทองแดง สังกะสี โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ตะกั่ว นิกเกิล แคดเมียมปรอท โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟิคัลโคลิฟอร์ม

7.2 ดัชนีคุณภาพน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพในสนาม ได้แก่ ความนำไฟฟ้าจำเพาะ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความขุ่น อุณหภูมิ สี

ดัชนีคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารแขวนลอย สารละลายทั้งหมด บีโอดี ซีโอดี แอมโมเนีย ในเตรท อาร์เซนิก ไซยาไนท์ ฟีนอล ทองแดง นิกเกิล สังกะสี แคดเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ตะกั่ว ปรอท โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟิคัลโคลิฟอร์ม

7.3 ดัชนีคุณภาพน้ำชะมูลฝอยและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ดัชนีคุณภาพในสนาม ได้แก่ ความนำไฟฟ้าจำเพาะ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ สี

ดัชนีคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารแขวนลอย สารละลายทั้งหมด ความเป็นด่างทั้งหมด คลอไรด์ ซัลเฟต บีโอดี ซีโอดี ในเตรท แอมโมเนีย ฟอสเฟตทั้งหมด อาร์เซนิก ไซยาไนท์ ฟีนอล ทองแดง นิกเกิล สังกะสี แคดเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ตะกั่ว ปรอท แมงกานีส โซเดียม

9.5 ค่าความซึมผ่านของน้ำ (Permeability)

การที่น้ำในดินไหลซึมผ่านได้เนื่องจากน้ำมีความดันหรือระดับต่างกันระหว่างจุด 2 จุดในดิน การที่น้ำในดินจะไหลซึมผ่านไปได้อย่างไรขึ้นอยู่กับค่าความซึมผ่านได้ ค่าความซึมผ่านได้สูงแสดงว่าน้ำซึมผ่านไปอย่างรวดเร็ว ในทางตรงกันข้ามถ้าหากว่า ค่าความซึมผ่านได้ต่ำ น้ำจะซึมผ่านได้ช้า ค่าความซึมผ่านของน้ำจะขึ้นกับ

1. ขนาดของเม็ดดิน (Grain size) ค่าความซึมผ่านของน้ำในดินจะเป็นปฏิภาคกำลังสองของขนาดเม็ดดิน โดยยิ่งเม็ดดินมีขนาดเม็ดใหญ่จะยิ่งมีความซึมผ่านได้ของน้ำในดินสูง

2. ความหนืดของน้ำในช่องว่างของดิน (Viscosity of fluid) ความหนืดของน้ำในดินขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ยิ่งอุณหภูมิสูงความหนืดของน้ำจะยิ่งต่ำ และจะทำให้ น้ำไหลซึมผ่านช่องว่างในเม็ดดินได้ง่าย

3. อัตราส่วนช่องว่างของดิน (Void ratio) ดินที่มีช่องว่างในดินมาก ๆ น้ำในดินจะไหลได้เร็วกว่าดินที่ถูกลดอัด

4. รูปร่างและการจัดตัวของช่องว่าง ช่องว่างในดินมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบจะทำให้มีการไหลซึมของน้ำได้ดีกว่าในช่องว่างที่มีการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ

5. ระดับความอิ่มตัว (Degree of saturation) ในดินที่ไม่อิ่มตัว ดินจะมีอากาศอยู่ด้วย ซึ่งจะคอยกั้นการไหลของน้ำ ทำให้น้ำไหลซึมผ่านไม่สะดวก ดังนั้นถ้าระดับความอิ่มตัวเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ความซึมผ่านของน้ำในดินเพิ่มขึ้นด้วย

การรับประกันคุณภาพงานติดตั้งกันซึม

1. มาตรฐานสำหรับส่วนประกอบของดิน

1.1 การก่อสร้างระบบกันซึม จะต้องป้องกันส่วนประกอบของดินไม่ให้เกิดรอยแตก ช่อง รู ท่อ หรือลักษณะโครงสร้างอื่น ๆ ที่ไม่คงตัว ซึ่งสามารถเพิ่มค่าลศาสตร์ที่อิ่มตัวของ ส่วนประกอบดิน การออกแบบจะต้องแสดงและอธิบายตัวอย่างซึ่งอาจจะจำเป็นต้องมีการขุด สำหรับพื้นที่ที่มีน้ำซึม และมีการถมกลับเพื่ออุดพื้นที่ที่มีน้ำซึมนั้น ต้องวางและบดอัด ส่วนประกอบดินเป็นชั้น ๆ เพื่อให้ได้ผลตามที่ออกแบบไว้

1.2 ความซึมผ่านได้ของส่วนประกอบดินกันซึม จะต้องไม่เพิ่มมากกว่าค่าที่ระบุ ของส่วนประกอบอันเกิดจากการสัมผัสน้ำชะมูลฝอย จากหน่วยกำจัดขยะมูลฝอย

1.3 ส่วนประกอบดินของระบบกันซึม อาจจะประกอบด้วยดินในพื้นที่หากมี คุณสมบัติตรงตามลักษณะของดินกันซึม ให้ทดสอบดินในพื้นที่ตามแผนการควบคุมคุณภาพ การก่อสร้าง

1.4 ลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบดินของระบบกันซึม อย่างน้อยจะประกอบด้วย

- ช่วงที่ยอมให้ของการกระจายขนาดอนุภาค และค่าจำกัดแอดเตอร์เบิร์ก
- หลักเกณฑ์เกี่ยวกับความชื้นและความหนาแน่นแห้งในการปู
- ค่าสูงสุดของความนำลศาสตร์อิ่มตัวที่วัดได้ในห้องปฏิบัติการ โดยการ จำลองใช้น้ำชะมูลฝอยในการทดสอบ
- ความหนาแน่นน้อยสุดของดินกันซึม
- ความหนาแน่นของแต่ละชั้น
- การเตรียมผิวหน้า (การเกลี่ยคุ้ย) สำหรับโยงยึดชั้นเข้าด้วยกัน
- ประเภทและร้อยละของแร่ธาตุดินเหนียวในส่วนประกอบ

1.5 การปูดินกันซึม จะใช้เครื่องมือก่อสร้างและวิธีการที่ได้ให้ความหนาแน่นและ ค่าความนำลศาสตร์ที่อิ่มตัวตามกำหนด ให้ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องมือก่อสร้างที่เสนอไว้

เพื่อเป็นหลักฐานว่าได้ค่าความนำขลศาสตร์อ้อมตัวและความหนาที่ต้องการในสนาม ผลการทดสอบจะส่งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งเอกสารการก่อสร้างที่เสร็จสมบูรณ์

2 ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

ข้อกำหนดต่อไปนี้จะใช้กับการก่อสร้างของส่วนประกอบดินเป็นวัสดุกันซึม การทดสอบที่กำหนดและการวิเคราะห์ทั้งหมดจะต้องกระทำให้เป็นไปตามขั้นตอนของงานวิศวกรรมที่ยอมรับทั่วไป เช่น ที่เผยแพร่อย่างเป็นทางการโดย ASTM (ข้ออ้างอิงตามวิธี ASTM เป็นเพียงแนวทางแนะนำเท่านั้น)

2.1 แผนการรับประกันคุณภาพการก่อสร้าง / ควบคุมคุณภาพ จะจัดเตรียมสำหรับแต่ละโครงการที่ใช้ดินกันซึมเพื่อเขียนลักษณะเฉพาะของโครงการ และข้อกำหนดการก่อสร้าง แผนการควบคุมคุณภาพและความถี่ของการสุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ นอกจากนั้นแผนการจะกำหนดความรับผิดชอบของกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบกันซึม และแสดงคุณสมบัติขั้นต่ำของแต่ละกลุ่มเพื่อครอบคลุมความรับผิดชอบอย่างสมบูรณ์

2.2 การทดสอบในสนาม และห้องปฏิบัติการระหว่างการก่อสร้างดินกันซึม จะดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการทดสอบดินที่มีคุณภาพ ซึ่งจะทำการแทนเจ้าของสถานที่ ช่างเทคนิคสนามที่มีประสบการณ์ ซึ่งเป็นตัวแทนของเจ้าของจะทำหน้าที่ตรวจสอบตลอดเวลาการก่อสร้าง ภายใต้การควบคุมของวิศวกรอาชีพที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างดินกันซึม

2.3 ก่อนการติดตั้งวัสดุกันซึมเต็มพื้นที่ จะมีการทดสอบในสนามสำหรับชั้นตัวอย่างดินที่สถานที่ก่อสร้างเหนือชั้นรองพื้นที่เตรียมไว้ ผลการทดสอบค่าความนำขลศาสตร์การซึมผ่านน้ำที่วัดได้ของตัวอย่างดินจะถือว่าผ่านหรือยอมรับได้ หากผ่านข้อกำหนดของลักษณะเฉพาะที่ระดับความเชื่อมั่น 98 เปอร์เซ็นต์ หากผลการทดสอบไม่ผ่าน การทดสอบดินเพิ่มเติมในส่วนอื่น ๆ จะปฏิบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ชิ้นงานทดสอบจะต้องมีขนาดเพียงพอ ที่จะแสดงว่าการติดตั้งดินกันซึมเต็มพื้นที่สามารถทำได้เช่นเดียวกับชิ้นงานที่ทำการทดสอบ

ชิ้นงานทดสอบจะต้องสร้างโดยการใช้เครื่องมืออย่างเดียวกัน สำหรับการปู การนวด และการบดอัด และขั้นตอนการก่อสร้างในลักษณะเดียวกันกับของจริง (เช่น จำนวนเที่ยว การเพิ่มความชื้น และการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าจำเป็น) ซึ่งคาดว่าใช้กับการติดตั้งดินกันซึมเต็มพื้นที่

ชิ้นงานทดสอบของดินกันซึม อย่างน้อยที่สุดจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดทดสอบในสนาม และในห้องปฏิบัติการต่อไปนี้

ทดสอบโดยการสุ่มตัวอย่างดินที่ใช้เป็นวัสดุกันซึม ซึ่งส่งมายังสถานที่ระหว่างการจัดตั้งชั้นงานทดสอบให้ได้อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาปริมาณความชื้น (ASTM D-2216) เปอร์เซ็นต์ความละเอียด (ASTM D-1140) และพิกัดแอสเตอร์เบิร์ก (ASTM D-4318) ทำการหาความหนาแน่น และปริมาณความชื้นในสนามอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง บนแต่ละชั้นของชั้นงานทดสอบชั้นดินที่บดอัด ภายหลังจากทดสอบชั้นดินบดอัดแล้ว จะทำการวัดความหนาของชั้นดินอย่างน้อยที่สุด 3 แห่ง เพื่อตรวจสอบความหนาตามข้อกำหนดและในแต่ละชั้นดินของชั้นงานทดสอบจะเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง โดยใช้ชื่อ Shelby หรือกระบอกขี้ดิน (ASTM D-2937) เพื่อตรวจสอบค่าความนำชลศาสตร์ การทดสอบค่าความนำชลศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจะกระทำในเครื่องวัดความซึมผ่านแบบ 3 แกน (ASTM D-5084) ตัวอย่างทดสอบจะต้องถูกทำให้อัดตัวคายน้ำภายใต้ความดันหนูนเพียงพอ เพื่อให้ตัวอย่างทดสอบอิมตัว จะต้องเผื่อตรวจการไหลเข้าและไหลออกจากตัวอย่างด้วย เวลาและค่าความนำชลศาสตร์ที่คำนวณไว้สำหรับแต่ละส่วนที่เพิ่มขึ้นของการไหลที่บันทึกการทดสอบจะต้องดำเนินต่อไปจนกระทั่งได้การไหลสถานะคงที่และวัดได้ก่อนข้างคงที่ของค่าความนำชลศาสตร์ (ASTM D-5084)

2.4 การติดตั้งวัสดุกันซึมเต็มพื้นที่จะดำเนินการได้หลังจากชั้นงานทดสอบได้ผลอย่างสมบูรณ์แล้วเท่านั้น ระหว่างการก่อสร้างชั้นดินกันซึมให้จัดเตรียมการทดสอบควบคุมคุณภาพเพื่อบันทึก ยืนยันว่าชั้นดินติดตั้งได้ตามลักษณะเฉพาะของโครงการ หน้าที่ของการทดสอบระบุไว้ข้างล่าง อย่างไรก็ตามระหว่างการก่อสร้างดินกันซึมในพื้นที่ 10 ไร่ แรก หน้าที่เหล่านี้จะต้องเพิ่มเป็น 2 เท่า จะต้องได้รับตัวอย่างจากการสุ่มตำแหน่งต่าง ๆ โดยห้องปฏิบัติการทดสอบดินอิสระ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในคุณภาพผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างชั้นดินกันซึมจะต้องทำการทดสอบเพิ่มเติมให้สอดคล้องกัน

2.4.1 การทดสอบสนามระหว่างการติดตั้งชั้นดินกันซึม จะต้องปฏิบัติการทดสอบดังต่อไปนี้

ก่อนที่จะวางวัสดุกันซึม จะต้องบดอัดชั้นรองพื้นให้ได้ความหนาแน่นที่ระบุไว้ การทดสอบความหนาแน่นจะต้องกระทำอย่างต่ำที่สุด 1 ตัวอย่างต่อไร่

การหาปริมาณความชื้นและความหนาแน่นในสนาม จะต้องกระทำอย่างต่ำที่สุด 1 ตัวอย่างต่อไร่ต่อชั้นของชั้นดินที่บดอัดไว้ ระดับของการบดอัดจะต้องตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ one point field Proctor หรือวิธีการทดสอบอื่น ๆ ที่เหมาะสม และต้องทำการตรวจสอบความหนาแน่นอย่างน้อยที่สุด 1 ครั้งต่อไร่ ต่อชั้นของดินที่บดอัด

2.4.2 การทดสอบในห้องปฏิบัติการระหว่างการติดตั้งชั้นดินกันซึม การทดสอบในห้องปฏิบัติการ จะต้องปฏิบัติตามนี้

หาค่าเปอร์เซ็นต์ความละเอียด (ASTM D-1140) ของวัสดุกันซึมอย่างน้อย 1 ชั้นต่อไร่ต่อชั้นของดินกันซึมที่ติดตั้ง

หาค่าพิกัดแอดเตอร์เบิร์ตต่อหนึ่งหน่วยตัวอย่างต่อ 5 ไร่ต่อชั้นของดินที่ติดตั้งและการทดสอบค่าความนำชลศาสตร์ตัวอย่างท่อ Shelby หรือกระบอกขับดิน (ASTM D-2937) ของชั้นดินบดอัดอย่างน้อยหนึ่งครั้งต่อ 5 ไร่ต่อชั้น สำหรับค่าความนำชลศาสตร์ในห้องปฏิบัติการให้ทดสอบในเครื่องซึมผ่านได้แบบสามแกน (ASTM D-5084) ก่อนทดสอบตัวอย่างจะถูกอัดด้วยแรงดันที่ไม่มากกว่า 6.9 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และคายน้ำภายใต้ความดันหนูนที่เพียงพอ เพื่อให้ก้อนตัวอย่างทดสอบอยู่ในสภาพอิ่มตัว จะต้องมีการเฝ้าตรวจการไหลเข้าของและไหลออกจากก้อนตัวอย่างต่อเวลา และค่าความนำชลศาสตร์ที่คำนวณสำหรับแต่ละส่วนที่เพิ่มของการไหลที่บันทึกการทดสอบจะกระทำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งได้การไหลสถานะคงที่และวัดได้ค่าความนำชลศาสตร์ก่อนข้างคงที่

ถ้าข้อมูลทดสอบจากส่วนของดินกันซึม ไม่ได้ตามข้อกำหนดของลักษณะเฉพาะของโครงการ อาจจะต้องสุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อทำการทดสอบ ถ้าการทดสอบเพิ่มเติมนั้นแสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นและค่าความนำชลศาสตร์ได้ตามข้อกำหนดของรายละเอียดโครงการที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ให้พิจารณาว่าส่วนของดินกันซึมนั้นนั้นยอมรับได้ ถ้าไม่สามารถยอมรับได้จะต้องทำงานใหม่ หรือก่อสร้างใหม่จนกระทั่งส่วนของดินกันซึมได้ตามข้อกำหนด

3 มาตรฐานสำหรับแผ่นวัสดุสังเคราะห์

3.1 แผ่นวัสดุสังเคราะห์ จะมีการเชื่อมต่อตะเข็บจากโรงงานและในสนามที่กำลังรับความเค้นเฉือนระหว่างการทดสอบอย่างน้อยที่สุด 90 เปอร์เซ็นต์ของกำลังกลางต่ำสุดที่ระบุสำหรับวัสดุกันซึมนั้น ๆ และความเสียหายจะเกิดในเนื้อวัสดุกันซึมอยู่นอกบริเวณตะเข็บ ตะเข็บในสนามต้องมีการตรวจสอบด้วยสายตาและทดสอบด้วยความดันหรือสุญญากาศสำหรับความต่อเนื่องของตะเข็บด้วยการใช้การทดสอบแบบไม่ทำลายที่เหมาะสม

3.2 แผ่นวัสดุสังเคราะห์ จะได้รับการป้องกันการเสียหายทางกายภาพ โดยการวางชั้นป้องกันไม่น้อยกว่า 60 ซม. เนื้อวัสดุรองรับพื้นชั้นบน วัสดุทั้งหมดที่สัมผัสโดยตรงกับชั้นวัสดุรองพื้นจะต้องปราศจากวัสดุแหลมคมหรือวัสดุอื่นใดที่มีขนาดใหญ่กว่า 12 มม. ชั้นป้องกันที่อยู่ด้านบนหนา 30 ซม. จะประกอบด้วย ดิน หรือวัสดุอื่นที่มีความซึมผ่านได้ ไม่ทำ

ปฏิกิริยากับน้ำหรือน้ำชะมูลฝอย มีความเสถียรซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้ที่มแทงแผ่นวัสดุกันซึมได้

3.3 ขยะมูลฝอยชั้นแรกที่วางบนชั้นป้องกันเหนือวัสดุกันซึมและระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะมีความหนาบดอัดอย่างน้อย 1 ม. และประกอบด้วยขยะมูลฝอยคัดเลือกที่ไม่มีวัสดุใหญ่แข็งซึ่งจะทำความเสียหายแก่วัสดุกันซึมหรือระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอย วัสดุที่ไม่สามารถทำความเสียหายแก่วัสดุกันซึมจะถูกนำออกไปจากชั้นนี้

4 การรับประกันคุณภาพงานติดตั้งระบบกันซึม

ระบบกันซึมจะมีแผนการรับประกันคุณภาพงานติดตั้งโดยจัดเตรียมบุคลากรและข้อมูลอย่างเพียงพอเพื่อปฏิบัติตามข้อกำหนดของการติดตั้งวัสดุกันซึม แผนการดังกล่าวประกอบด้วยลักษณะเฉพาะและวิธีการติดตั้ง รวมทั้งวิธีการทดสอบในการควบคุมคุณภาพ เจ้าหน้าที่ที่มีประสบการณ์จะทำการสุ่มตัวอย่างและทดสอบในภาคสนามระหว่างและภายหลังการติดตั้งวัสดุกันซึมภายใต้การควบคุมดูแลของวิศวกรอาชีพควบคุมคุณภาพการติดตั้ง เพื่อรับรองว่าระบบกันซึมเป็นไปตามมาตรฐาน วิศวกรและผู้ใช้แบบของวิศวกร จะอยู่ประจำสถานที่ตลอดเวลาระหว่างการติดตั้งเพื่อเฝ้าตรวจกิจกรรมการติดตั้งกิจกรรมก่อสร้างรวมถึงเวลาระหว่างการติดตั้งชั้นป้องกันเหนือแผ่นวัสดุสังเคราะห์ เพื่อรับประกันว่าเทคนิคการปูจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุกันซึม

5 แรงดันเหนือวัสดุกันซึม (Head over Liner)

ข้อกำหนดของแรงดันเหนือวัสดุกันซึม 30 เซนติเมตรเป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานในสหรัฐอเมริกา และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในหลายประเทศ แต่มาตรฐานที่กำหนดขึ้นนี้ไม่มีพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม ดังนั้นจะต้องทำการกำหนดขึ้นเป็นเลขจำนวนเต็มขึ้นเพื่อใช้ในการออกแบบระบบวัสดุกันซึมในสถานที่ฝังกลบและรวบรวมน้ำชะมูลฝอย

9.6 การรวบรวมและสูบน้ำชะมูลฝอย (Leachate Collection and Removal Systems)

ปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ในสถานที่ฝังกลบขึ้นอยู่กับปริมาณของเหลวที่ไหลผ่านขยะมูลฝอย ยิ่งปริมาณของเหลวผ่านขยะมูลฝอยมาก ก็ยิ่งมีการปนเปื้อนของน้ำชะขยะมูลฝอยมากขึ้น สถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยที่ตั้งอยู่ในเขตที่มีฝนตกชุกจะมีปริมาณน้ำชะมูลฝอยเกิดขึ้นมากกว่าสถานที่ที่ฝังกลบที่ตั้งอยู่ในที่แห้งแล้ง น้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะซึมลงสู่ชั้นอุ้มน้ำใต้ดิน การออกแบบสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยที่มีชั้นวัสดุกันซึม น้ำชะมูลฝอยจะสะสมอยู่ถึงระดับที่

ควบคุมโดยการนำค่าความนำชลศาสตร์ของชั้นวัสดุกันซึมนั้น ซึ่งจะทำให้เกิดระดับน้ำสูงขึ้น ถึงระดับที่จะไหลไปเป็นน้ำชะมูลฝอย (Ponded Leachate) ซึ่งจะเพิ่มแรงดันการไหลซึมของ น้ำชะมูลฝอย ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการน้ำชะมูลฝอยเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวการเก็บ รวบรวมน้ำชะมูลฝอย (Leachate Collection System) LCS จะประกอบด้วยท่อพุน้ำติดตั้งอยู่ ในรางที่บีบรัด และน้ำชะมูลฝอยมาเก็บรวบรวมได้จะไหลโดยแรงโน้มถ่วงไปยังบ่อเก็บ ระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะต้องทนต่อสารเคมีที่อยู่ในน้ำชะมูลฝอย ทนต่อแรงดันของขยะ มูลฝอย แรงดันของโลก และจะต้องไม่เกิดการอุดตัน ในระหว่างที่ยังปฏิบัติการและในช่วงเวลา ตามกำหนดหลังจากการเลิกปฏิบัติการแล้ว ท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะทำจาก PVC ขนาดไม่ น้อยกว่า 4 นิ้ว กลบด้วยทรายหรือกรวดที่ละขนาดกัน โดยค่าความซึมผ่านของน้ำ (Permeability) ต่ำสุด 10^{-3} ซม. / วินาที และมากที่สุด 5 % โดยน้ำหนักของกรวดหรือทราย ขนาดหากกว่าตะแกรงเบอร์ 200 ระยะห่างของท่อรวบรวมน้ำเสียโดยประมาณ 100 ฟุต น้ำชะ มูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้จะถูกส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย

9.7 การเกิดก๊าซจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (Generation of Landfill Gases)

แบคทีเรียที่ย่อยสลายสารอินทรีย์จากสถานที่ฝังกลบโดยไร้ออกซิเจน (Anaerobic decomposition) จะผลิตก๊าซต่าง ๆ โดยเฉพาะมีเทน ก๊าซที่เกิดจากสถานที่ฝังกลบขยะมูล ฝอย ประกอบด้วย 50 % มีเทน 40 - 50 % คาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 - 1.0 % ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจนและก๊าซอื่น ๆ

ในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย มีเทน เกิดขึ้นในช่องว่างของขยะมูลฝอยในภาวะที่เปลี่ยน จากขบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน เป็นขบวนการที่ไร้ออกซิเจน โดยใช้ออกซิเจนที่ ได้มาโดยส่วนประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอย ขบวนการเกิดจะถูกกำหนดโดยสภาวะของ ท้องถิ่น ซึ่งมีผลกระทบต่อค่าเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เช่น อุณหภูมิ pH ความชื้น ปริมาณ ออกซิเจน (ทั้งในสภาวะองค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอย)

การเกิดก๊าซจากสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ก่อให้เกิดความดันภายในของสถานที่ฝัง กลบขยะมูลฝอยสูงกว่าความดันบรรยากาศ ซึ่งก๊าซจะพุ่งขึ้นตามแนวตั้งออกสู่อากาศได้ โดยขบวนการ 2 ขบวนการคือ การแพร่ของโมเลกุล (Molecular diffusion) และการพามวล สาร (Convective mass transfer) ซึ่งเกิดจากความดันและเป็นขบวนการที่มีความสำคัญ มากกว่าสำหรับการไหลของก๊าซใต้ดิน

1. การเกิดก๊าซจากการฝังกลบขยะมูลฝอยจะแบ่งได้เป็น 5 ระยะ

ระยะที่ 1 การปรับเริ่มต้น (Initial Adjustment) เป็นระยะที่ขยะมูลฝอยเกิดขบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน โดยออกซิเจนที่ได้มาจากอากาศที่อยู่ในช่องว่างของขยะมูลฝอยสำหรับ organism ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายขยะมาจากดินชั้นวัสดุกลบทำจากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสีย ที่นำมาทิ้งที่สถานฝังกลบ หรือจากน้ำขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ recycled leachate

ระยะที่ 2 ระยะการเปลี่ยนแปลง (Transition Phase) เป็นระยะที่ออกซิเจนถูกใช้จนหมด ในแตรด และซัลเฟตเกิดปฏิกิริยา เปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์

ระยะที่ 3 ระยะที่มีการเกิดกรด (Acid Phase) เป็นระยะที่เกิดกรดอินทรีย์มาก และปริมาณของก๊าซไฮโดรเจนลดลง โดยขั้นแรกเกิดจาก hydrolysis ของสารประกอบโมเลกุลใหญ่ พวกแป้ง ไขมัน และกรดนิวมคลอริก เป็นอนุภาคที่เล็กพอที่พวกจุลินทรีย์จะใช้เป็นพลังงาน ได้ขั้นที่ 2 คือ acidogenesis เกิดกรด acetic, fulvic และเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ที่อยู่ในขบวนการขั้นนี้เรียกว่า "nonmethanogenic" ซึ่งจะเป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ได้ในสภาพที่มีออกซิเจนหรือไร้ออกซิเจน และพวก "acid former" และทำให้ pH จากน้ำขยะมูลฝอยลดลงถึง 5 หรือต่ำกว่า เนื่องจากมีการเกิดกรดอินทรีย์และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มากขึ้น ค่า BOD COD conductivity สูงขึ้นในระยะนี้เนื่องจากสารละลายของ organic acid สารอินทรีย์ และโลหะหนัก ในน้ำขยะมูลฝอย สถานที่ฝังกลบไม่เกิดน้ำขยะมูลฝอย สารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระยะที่ 3 นี้จะยังถูกขังอยู่ในขยะมูลฝอยเรียกว่า "field capacity" คือ ความสามารถในการซึมไว้ได้ในขยะมูลฝอย โดยไม่ก่อให้เกิดน้ำขยะมูลฝอย

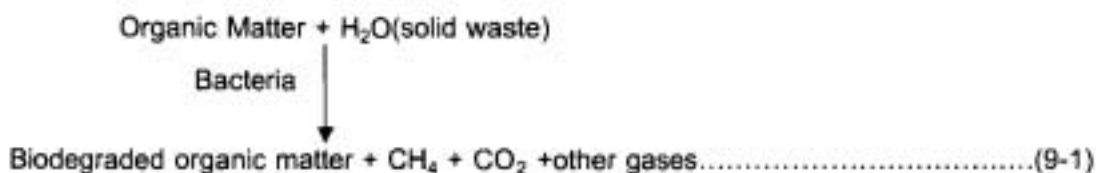
ระยะที่ 4 ระยะที่มีการเกิดมีเทน (Methane fermentation Phase) ในระยะนี้พวกจุลินทรีย์กลุ่มที่ 2 หรือที่เรียกว่า "Methanogens" เปลี่ยน acetic acid และก๊าซไฮโดรเจนเป็น CH_4 และ CO_2 ทำให้กรดในระยะนี้สูงขึ้น ประมาณ 6.8 - 8 ค่า BOD COD, conductivity ของน้ำขยะมูลฝอยลดลงเมื่อ pH สูงขึ้นทำให้สารอินทรีย์อยู่ในรูปสารละลายได้น้อยลงทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำขยะมูลฝอยลดลงด้วย

ระยะที่ 5 ระยะคงตัว (Maturation Phase) เป็นระยะที่หลังจากพวก biodegradable organic เปลี่ยนเป็น CH_4 และ CO_2 เรียบร้อยแล้วอัตราการผลิตก๊าซเริ่มลดลง แต่จะพบปริมาณของก๊าซไนโตรเจน และออกซิเจนเล็กน้อยในระยะนี้ น้ำขยะมูลฝอยจะมีพวก humic ซึ่งยากที่จะเกิดขบวนการทางชีวภาพต่อไป

ระยะเวลาในการเกิดของก๊าซในสถานที่ฝังกลบขึ้นกับการกระจายของสารอินทรีย์ใน

สถานที่ฝังกลบ สารอาหารที่มี ความชื้นของขยะมูลฝอย และความมากน้อยในการบดอัดของ ขยะมูลฝอยเมื่อเริ่มแรก ตัวอย่างเช่น การทิ้งขยะมูลฝอยชนิดเดียวกันมาก ๆ ทำให้อัตราส่วน ระหว่าง C:N ไม่สมดุลต่อการเกิดก๊าซในสถานที่ฝังกลบ หรือการเกิดก๊าซจะช้าลงถ้าปริมาณ ความชื้นไม่เพียงพอ หรือการบดอัดมาก ๆ ทำให้ขยะมูลฝอยไม่มีช่องว่างให้น้ำไหลซึมผ่านไป ได้ ความชื้นในขยะมูลฝอยก็จะมีปริมาณน้อย

ปฏิกิริยาทางเคมีของขบวนการย่อยสลายขยะมูลฝอยโดยไร้ออกซิเจนมีดังต่อไปนี้



จากสมการนี้จะเห็นว่าปฏิกิริยานี้ต้องการน้ำ สถานที่ฝังกลบที่มีความชื้นไม่เพียงพอ จะเกิด "Mummified condition" ซึ่งพวกหนังสือพิมพ์ที่ฝังกลบเป็นเวลานานนับสิบปี จะยังไม่ย่อย สลาย หากขุดขึ้นมาจะพบว่าตัวหนังสือยังสามารถอ่านได้ ดังนั้นสภาพทางอุทกวิทยาจะมีผล ต่ออัตราการเกิดก๊าซด้วย^[7, 8]

2. การควบคุมก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (Control Landfill Gases)

การเคลื่อนที่ของก๊าซที่เกิดขึ้นจากสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย จะถูกป้องกันไม่ให้ ออกสู่บรรยากาศภายนอก เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่น และนอกจากนี้ยังสามารถใช้พลังงานที่ เกิดจากก๊าซมีเทนได้อีก ระบบการควบคุมก๊าซที่เกิดจากสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยสามารถ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ Passive และ Active

2.1 การควบคุมก๊าซจากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยวิธี Passive control ความ ดันของก๊าซที่เกิดขึ้นภายในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยเองจะเป็นแรงดันให้ก๊าซเคลื่อนที่ ออกมา โดยวิธีนี้จะทำได้เมื่ออัตราการเกิดก๊าซมีเทนมาก และในสถานที่ฝังกลบนั้นจะต้องมี ช่องทางที่มีค่า Permeability ต่ำ ๆ ให้ก๊าซสามารถผ่านไปได้ในทิศทางที่กำหนด แต่เมื่อก๊าซมี ปริมาณน้อย ๆ วิธี Passive control จะไม่ค่อยได้ผลเพราะการเคลื่อนที่ของก๊าซจะเป็นโดย การแพร่ของโมเลกุลเพียงอย่างเดียว การควบคุมก๊าซโดยวิธี Passive control มีดังต่อไปนี้

ท่อระบายอากาศและการเผาก๊าซบริเวณวัสดุปิดทับ (Pressure Relief Vents/Flares in Landfill Cover) เป็นวิธีที่ง่ายโดยอาศัยหลักที่ว่า ก๊าซภายในสถานที่ฝังกลบมี ความดันมากกว่า จะระบายออกได้ โดยการต่อท่อระบายอากาศ (Relief Vents) บนชั้นวัสดุ กลบทับชั้นสุดท้าย และให้ด้านปลายท่อต่อสีกลงถึงมวลของขยะ ถ้าปริมาณก๊าซมีเทนมาก ๆ ท่อ

Vents หลาย ๆ ท่อควรต่อรวมกันและต่อเข้ากับเครื่องเผาไหม้ก๊าซ (Gas Burner) แต่การติดตั้ง Gas Burner นี้จะไม่เหมาะสำหรับบริเวณที่มีการควบคุมคุณภาพอากาศ

รางรวบรวมก๊าซรอบสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย (Perimeter Interceptor Trenches) ประกอบด้วยท่อพลาสติกที่มีรูพรุน เช่น PVC และ PE ติดตั้งในแนวราบฝังอยู่ในรางกรวด เพื่อรับก๊าซที่เคลื่อนที่ในแนวราบในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยจะต่อเชื่อมกับท่อในแนวตั้ง เพื่อส่งผ่านก๊าซออกไปยังบรรยากาศหรืออาจต่อกับ Gas Burner

ผนังกันก๊าซรอบสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย (Perimeter Barrier Trench or Slurry Wall) ทำจากวัสดุที่น้ำซึมผ่านได้ยาก เช่น Bentonite หรือดินเหนียว (Clay Slurry) ซึ่งทำหน้าที่เหมือนผนังในแนวตั้งคอยกันก๊าซที่เกิดจากสถานที่ฝังกลบและก๊าซที่เก็บกักอยู่บริเวณรอบผนังด้านใน ก็จะถูกรวบรวมโดยรางรวบรวมก๊าซ

2.2 การควบคุมก๊าซจากการฝังกลบขยะมูลฝอยโดยวิธี Active Control วิธีนี้จะใช้ปั๊มดูดก๊าซออกจากสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งวิธีนี้มีประสิทธิภาพดีกว่า Passive Control แต่จะสิ้นเปลืองค่าติดตั้งและดูแลรักษาอุปกรณ์มากกว่า

บ่อดูดก๊าซตามแนวตั้ง (Vertical Gas Extraction Wells) โดยการติดตั้งท่อในแนวตั้งที่ระยะซึ่งรัศมีครอบคลุมพื้นที่ทั่วถึง ซึ่งหาจากการทำ drawdown test โดยทั่วไป Extraction Well จะต้องติดตั้ง Gas probes ที่ระยะหนึ่งที่ห่างจากบ่อดูดก๊าซหรือบางครั้งก็ออกแบบให้ระยะห่างระหว่างแต่ละบ่อเท่ากันโดยสม่ำเสมอและควบคุมรัศมีการดูดของก๊าซโดยปรับการสูบลูกสูบที่ปากบ่อ สำหรับสถานที่ฝังกลบที่ลึกมากและมี composite cover ที่มี geomembrane บ่อสูบลูกสูบจะอยู่ห่างกัน 150 - 200 ft. สำหรับ soil cover ระยะห่างจะน้อยกว่าเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด การดูดก๊าซจากชั้นบรรยากาศเข้าไปในระบบการดูดก๊าซจากสถานที่ฝังกลบ ซึ่งก๊าซจากบรรยากาศมีออกซิเจนประกอบอยู่จะมีผลกระทบต่อ methane former หรืออาจติดตั้งหลังจากสถานที่ฝังกลบ การติดตั้งบ่อดูดอากาศจะติดตั้งหลังจากสถานที่ฝังกลบเสร็จสมบูรณ์แล้ว สำหรับสถานที่ฝังกลบที่มีมานานแล้วนั้น การติดตั้งบ่อดูดก๊าซในแนวตั้งเพื่อเป็นการนำพลังงานกลับมาใช้ และยังเป็นการควบคุมไหลของก๊าซไปยังบริเวณใกล้เคียงด้วย

บ่อดูดก๊าซในแนวราบ (Horizontal Gas Extraction Well) การติดตั้งบ่อดูดอากาศในแนวราบนี้จะติดตั้งหลังจากได้ทำการฝังกลบไปได้ 2 ชั้นหรือมากกว่าไปแล้ว โดยบ่อตามแนวราบจะเชื่อมต่อกับบ่อตามแนวตั้ง บ่อตามแนวราบนี้จะประกอบด้วยท่อรูพรุนปลายเปิดอยู่ในรางกรวด

การจำกัดก๊าซควบแน่น (Condensate Management) จากก๊าซในสถานที่ฝังกลบที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อเย็นลงเกิดการกลั่นตัว และจะถูกรวบรวมไปทางท่อที่มี slope ประมาณ 3 % และจุดต่ำสุดของท่อจะเป็น Condensate trap ซึ่งเป็นจุดรวบรวม condensate ไปยัง holding tank และจะถูกปั๊มออกไปรวมกับ recirculated leachate

3. เกณฑ์ 25 เปอร์เซ็นต์ของจุดระเบิดขั้นต่ำ (Twenty -five Percent Lower Explosive Limit Criteria)

ถ้าปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างหรือภายนอกสถานที่ฝังกลบมีค่าเกิน 25 % ของจุดระเบิดขั้นต่ำตามเกณฑ์มาตรฐานและแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยขยะชุมชน จะต้องทำการออกแบบระบบควบคุมก๊าซที่เกิดขึ้นในการฝังกลบ และมีการติดตามตรวจสอบข้อกำหนดนี้อยู่ระบอบอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานฯ เนื่องจากสภาพการระบายก๊าซและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

การเผาไหม้ก๊าซ เช่น ก๊าซมีเทน จะต้องมีความเหมาะสมจึงเกิดการเผาไหม้ได้ ก๊าซมีเทนในอากาศจะไม่ลุกติดไฟ ถ้ามีปริมาณน้อยกว่า 5% (จุดระเบิดขั้นต่ำ) หรือมากกว่า 12% (จุดระเบิดขั้นสูง)

ก๊าซที่เกิดขึ้นในการฝังกลบประกอบด้วย ก๊าซหลายชนิด เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีจุดระเบิดขั้นต่ำและจุดระเบิดขั้นสูงที่แตกต่างกัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบการจุดระเบิดขั้นต่ำ สามารถหาซื้อได้งานและมีราคาไม่แพงนัก

การย่อยสลายของขยะมูลฝอยในหลุมฝังกลบจะก่อให้เกิดก๊าซต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ทั้งภายในและภายนอกสถานที่ฝังกลบ ความสามารถในการตรวจวัดจะแปรเปลี่ยนตลอดวัน ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิ และความดันอากาศ (Barometric Pressure) เกณฑ์ 25% จุดระเบิดขั้นต่ำนี้จะใช้เป็นค่าระดับที่ตรวจวัดได้ของก๊าซที่สามารถติดไฟได้ อย่างไรก็ตามเจ้าของหรือผู้ดำเนินการฝังกลบควรระมัดระวังถึงการสะสมของก๊าซที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งจะชี้ให้เห็นว่า ระบบการจัดการก๊าซที่เกิดขึ้นทำงานได้ไม่เหมาะสมนัก

9.8 การดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

การฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด ทั้งนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบระบบการฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นหลักสำคัญ แต่การดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยมีความสำคัญมากกว่าการออกแบบระบบ ดังนั้นผู้ดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยจำเป็นต้องคอยดูแลเอาใจใส่กับงานที่ทำงานที่สำคัญ โดยผู้ดำเนินการต้องเคร่งครัดกับ

กฎระเบียบขั้นตอนในการฝังกลบขยะมูลฝอยในพื้นที่ เพื่อป้องกันการเกิดสภาพสิ่งแวดล้อมเสียหาย ได้แก่ ฝุ่น กลิ่นเหม็น น้ำเสีย ทัศนียภาพ เป็นต้น และผู้ดำเนินการจะต้องเข้าใจอย่างชัดเจนเพื่อสามารถแก้ไขและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดขึ้นบนพื้นที่ได้ ดังนั้น จำเป็นต้องส่งผู้ทำงานเข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการดำเนินงานการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง ในหัวข้อนี้ได้แสดงการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยประกอบด้วย¹⁴⁾

1. การเตรียมการดำเนินงาน

1.1 การเลือกสถานที่

สถานที่ฝังกลบขยะเป็นปัจจัยกำหนดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บรวบรวม และกำจัดขยะมูลฝอย โดยถ้าพื้นที่ฝังกลบขยะอยู่ห่างไกลจากชุมชน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะมูลฝอยจะมีค่าสูงจนไม่สามารถดำเนินการได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นระยะทางที่เหมาะสมไม่ควรจะเกิน 16 ถึง 24 กิโลเมตร นอกจากนี้สถานที่ฝังกลบขยะที่เลือกควรมีการคมนาคมสะดวก มีถนนถาวร หรือกึ่งถาวรที่ยานพาหนะสามารถเข้าไปถึงที่ทิ้งขยะมูลฝอยได้ตลอดทุกฤดูกาล และเส้นทางของรถรวบรวมขยะไปที่ทิ้งขยะมูลฝอย ไม่ควรผ่านเข้าสู่ชุมชน รวมไปถึงที่ทิ้งขยะมูลฝอยไม่ควรอยู่ใกล้ชุมชนเกินไปเพื่อป้องกันปัญหาเรื่องรำคาญต่าง ๆ

1.2 ปริมาณพื้นที่ที่ต้องการ

พื้นที่ใช้เป็นสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น อัตราส่วนของการอัดหรือความหนาแน่นของขยะในที่ฝังกลบ ปริมาณของดินที่จะใช้กลบตลอดช่วงของการดำเนินการ และระยะเวลาในการดำเนินงาน (Design Period) ซึ่งโดยทั่วไปใช้ 20-40 ปี สำหรับการคำนวณพื้นที่ที่ฝังกลบทำได้ดังนี้

การคำนวณปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดทั้งหมด

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น (1 ปี)

$$= PRD / 1,000 \dots\dots\dots(1)$$

โดย

P = ประชากรทั้งหมดที่ใช้บริการ, คน

R = อัตราการผลิตขยะมูลฝอย, ลิตร/คน/วัน

D = จำนวนวันใน 1 ปี, 365 วัน

คำนวณปริมาตรขยะหลังการอัด

กำหนดให้ความหนาแน่นขยะหลังการอัด 800 ปอนด์ / ลบ.หลา หรือ 474.66 กิโลกรัม / ลบ.เมตร ดังนั้นอัตราส่วนในการอัด = 1.898 (ความหนาแน่นของขยะก่อนอัด 250 กิโลกรัม / ลบ.ม.)

ปริมาตรของขยะมูลฝอยหลังการอัด
= ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ลบ.ม.) / 1.898.....(2)

การคำนวณพื้นที่ฝังกลบขยะ

กำหนดให้ปริมาตรขยะมูลฝอย 4 ส่วน ต้องใช้ดิน 1 ส่วน (สามารถแปรเปลี่ยนเป็น 5:1 ได้) ดังนั้น

ปริมาตรของขยะมูลฝอย + ดิน = 5 ส่วน

การกำจัดขยะมูลฝอย 1 ลบ.ม. พื้นที่ฝังกลบต้องสามารถรับปริมาตร = 5 / 4

ดังนั้น

พื้นที่ฝังกลบจะต้องสามารถรับปริมาตร (ลบ.ม.)

= 5 / 4 x ปริมาณขยะมูลฝอยจากสมการที่

(2)(3)

และถ้ากำหนดให้ความลึกของพื้นที่ฝังกลบ = h ดังนั้น

พื้นที่การฝังกลบมูลฝอย

= ค่าที่คำนวณได้จากสมการที่(3) (ลบ.ม.)/h x 1,600(4)

= ไร่ / จำนวนประชากรต่อปี

1.3 การเลือกวิธีการกำจัด

การกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบตามหลักสุขาภิบาลทำได้หลายลักษณะ เช่น วิธีขุดเป็นร่อง วิธีขุดแล้วกลบ วิธีฝังกลบในหลุมหรือโพรง และการฝังกลบในพื้นที่ที่มีน้ำขัง ทั้งนี้การจะเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและข้อกำหนดในการกำจัดขยะด้วยวิธีการนี้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วิธีขุดเป็นร่อง

เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ค่อนข้างราบใช้ได้ทั้งในที่ดอน และในที่ลุ่มซึ่งไม่มีน้ำขัง ก่อนอื่นต้องทำรางระบายน้ำฝนในบริเวณที่ฝังกลบให้ดี จากนั้นก็ขุดเป็นร่องขนาดความกว้างประมาณ 2.5 เท่าของความกว้างของเครื่องจักรกลที่จะใช้งานในที่นั้น สำหรับความลึกของร่องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ให้ลึกถึงชั้นน้ำใต้ดิน ความยาวของร่องให้ขุดไปตลอดความยาวของพื้นที่ และดินที่ขุดขึ้นมาให้กองเอาไว้ข้าง ๆ ร่อง เพื่อจะได้ใช้สำหรับกลบขยะมูลฝอยต่อไป

การเทขยะมูลฝอยเริ่มต้นเทจากปลายสุดทางด้านหน้าของร่อง แล้วเกลี่ยให้กระจายไปเต็มร่องโดยสม่ำเสมอ และบดทับให้ดินกลบหนาประมาณ 15 ซม. แล้วจึงบดทับให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง ทำเช่นนี้ทุกวันหรืออาจเว้น 1-2 วัน ตามความเหมาะสม เมื่อใส่ขยะและถมจนเต็มแล้วขุดร่องใหม่ให้ขนานไปกับร่องเดิม โดยขุดให้ห่างไปจากร่องเดิม 45-60 ซม.

วิธีขุดแล้วกลบ

เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ทั้งในที่ราบ ที่ลุ่ม หรือที่ลาดชันริมตลิ่งการเตรียมพื้นที่เริ่มโดยการขุดหลุมไว้ก่อนแล้วเทขยะมูลฝอยลงไปพร้อมกับเกลี่ยให้กระจายไปสม่ำเสมอ จากนั้นบดทับให้แน่นด้วยเครื่องจักรกล เสร็จแล้วเอาดินกลบทับพร้อมกับเกลี่ยและบดทับอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีนี้จะทำให้เกิดความจุของหลุมสำหรับดำเนินการในวันต่อไป ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหลุมเต็มจึงค่อยขุดหลุมใหม่

วิธีฝังกลบในหลุมหรือโพรง

วิธีการนี้ใช้กับพื้นที่ที่เป็นหลุมหรือเป็นโพรงอยู่ก่อนแล้วการเทขยะมูลฝอย ในกรณีนี้ให้เริ่มเทไปจากริมด้านใดด้านหนึ่ง โดยให้ลาดเอียงลงไปทางส่วนล่างไม่น้อยกว่า 2 : 1 ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ นอกจากนั้นในพื้นที่ในลักษณะเช่นนี้สามารถเทขยะใส่ให้หนาได้มากกว่าปกติ อาจใส่ให้หนาได้ตั้งแต่ 1-6 หรือ 7 เมตร แล้วจึงใช้ดินกลบและบดทับให้แน่น อนึ่งพื้นที่เช่นนี้มักมีน้ำขังในเวลาฝนตกจึงควรทำรางระบายน้ำฝนไว้ให้ดีอย่าให้ขังได้

วิธีฝังกลบในพื้นที่ที่มีน้ำขัง

วิธีการนี้ใช้กับพื้นที่ที่เป็นสระ หนอง บึง หรือที่ลุ่มอื่นใดที่มีน้ำขังอยู่เป็นส่วนใหญ่ และโดยปกติไม่ได้ใช้ทำประโยชน์อย่างใด พื้นที่ในลักษณะเช่นนี้ก็สามารถทำเป็นที่กำจัดขยะมูลฝอยได้ โดยการทำเป็นคันกันแบ่งให้มีลักษณะเป็นสระหลาย ๆ สระ ขนาดของสระให้พอที่จะใช้ถมขยะมูลฝอยได้โดยรอบปี การทำคันอาจทำได้โดยใช้ขอนไม้ คอไม้ หรือเศษวัสดุอื่น ๆ ที่ขนาดค่อนข้างใหญ่และแข็ง ทำเป็นขอบนอกก่อนแล้วจึงใช้ขยะแห้งใส่ถมลงตรงกลาง พร้อม

ทั้งใช้ดินกลบและบดทับเป็นชั้น ๆ แต่ละสัปดาห์ทำชั้นนั้นต้องทำให้มีทางระบายน้ำออกจากสระได้ด้วย การเทขยะให้เทกลงไปที่ละสัปดาห์ โดยเริ่มต้นจากขอบด้านใดด้านหนึ่งของสระในลักษณะของรูปด้านคี่ เมื่อเทขยะแล้วก็เกลี่ย บดทับใช้ดินกลบและบดทับ เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น

2. การซังน้ำหนักรวมขยะมูลฝอย

ในการซังน้ำหนักรวมขยะมูลฝอยจำเป็นต้องมีการดำเนินการอยู่เสมอ โดยมีการซังน้ำหนักรวมทั้งรถเก็บขนและขยะมูลฝอยที่จะเก็บมาทั้งฝั่งบนพื้นที่ เพื่อสามารถทราบปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในแต่ละวัน โดยเมื่อทราบน้ำหนักรวมของขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ ก็จะสามารถหาปริมาณของขยะมูลฝอยที่เก็บได้ในแต่ละวัน ดังนั้นข้อมูลทั้งน้ำหนักและปริมาณของขยะมูลฝอยจะมีประโยชน์มากต่อการดำเนินการฝังกลบต่อไปทั้งในอนาคตอันใกล้และไกล คือสามารถคำนวณออกแบบพื้นที่ฝังกลบใหม่ได้อย่างใกล้เคียงกับสภาพจริงที่สุด และยังสามารถคาดคะเนความสามารถของพื้นที่ฝังกลบนี้ว่าจะมีความสามารถในการฝังกลบขยะมูลฝอยได้อีกนานเท่าไรจึงจะหมดอายุ เพื่อเปรียบเทียบกับรายงานที่ได้ศึกษาออกแบบไว้แล้ว ต่อไปนี้เป็นข้อที่ควรทำในการดำเนินการซังน้ำหนักรวมขยะมูลฝอย

ทางเข้าออกของโรงซังน้ำหนักรวมขยะมูลฝอยควรมีทางเข้าออกอยู่คนละด้าน เพื่อให้การซังน้ำหนักรวมมีประสิทธิภาพสูงสุด

ในการขับรถเข้าเครื่องซังน้ำหนักรวมจำเป็นต้องระมัดระวังไม่ให้ตำแหน่งรถเก็บขนอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง คือจอดตรงไปทางซีกด้านใดด้านหนึ่งมากเกินไปซึ่งอาจทำให้การอ่านน้ำหนักผิดพลาดไปมาก

ขณะรถเก็บขนขยะเคลื่อนที่เข้ามาบนเครื่องซังน้ำหนักรวมระมัดระวังไม่ให้เศษขยะมูลฝอยตกหล่นเกลื่อนกลาดบริเวณเครื่องซัง ถ้ามีต้องรีบทำความสะอาดบริเวณนี้ทันทีเพื่อไม่ให้เศษขยะมูลฝอยตกค้างไว้ภายในเครื่องซัง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนเครื่องซัง

มีการเก็บข้อมูลแบบเป็นระบบข้อมูลสารสนเทศทั้งเวลาและวันที่ที่นำมาทั้งขยะมูลฝอยบนพื้นที่ฝังกลบ เบอร์รถขนเก็บ ขนาดความจุรถ น้ำหนักรถเปล่า น้ำหนักรถที่ได้เก็บขนขยะมูลฝอยเพื่อนำมาทั้งไว้ที่พื้นที่ฝังกลบ และปริมาณของขยะมูลฝอยในรถแต่ละคัน

มีการบำรุงรักษาเครื่องซังอย่างสม่ำเสมอ โดยขออนุญาตจากผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย

3. การเทขยะมูลฝอยบนพื้นที่ฝังกลบ

การเทขยะมูลฝอยลงบนพื้นที่ฝังกลบเป็นขั้นตอนที่ผู้ดำเนินการต้องดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี โดยควรพิจารณาตั้งแต่ระบบจราจรภายในพื้นที่จนกระทั่งถึงการถ่ายเทขยะมูลฝอย การจราจรจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการดำเนินการ คือ ตั้งแต่ได้ผ่านการขังน้ำหนักรดเก็บจนแล้วควรมีเสียวทางที่แน่นอน มีถนนขนาดกว้างอย่างเหมาะสม มีป้ายจราจรอย่างชัดเจน และควรมีแผนที่ขนาดใหญ่ของพื้นที่ฝังกลบทั้งหมดแสดงไว้ที่หน่วยอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจถึงการในพื้นที่ฝังกลบ โดยมีการแสดงเครื่องหมายบริเวณที่ได้มีการฝังเรียบร้อยแล้ว และบริเวณไหนกำลังดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยอยู่

การเทขยะมูลฝอยออกจากรถเก็บขนจะกระทำโดยใช้การยกกระบะท้ายเทลงบนบริเวณใกล้พื้นที่ฝังกลบที่สุด พยายามไม่ใช้พนักงานหรือให้ใช้พนักงานจำนวนน้อยที่สุดใน การถ่ายเทขยะมูลฝอยออกจากรถเก็บ เพื่อการประหยัดเวลาและความปลอดภัยแก่พนักงาน ในการดำเนินการเทขยะมูลฝอยต้องกระทำอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาจราจรในเขตบริเวณพื้นที่

4. การบดอัดขยะมูลฝอยลงบนพื้นที่ฝังกลบ

ขยะมูลฝอยที่จะนำมาทำการฝังกลบ โดยมากจะเป็นขยะมูลฝอยประเภทขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งจะเป็นขยะมูลฝอยที่สามารถบดอัดให้แน่นได้ง่าย เช่น พวกเศษกระป๋อง เศษกระดาษ เศษแก้ว กระจกพลาสติก เศษยาง เศษโลหะ เศษผักผลไม้ เศษอาหารต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้การลดปริมาตรจึงกระทำได้ง่าย

โดยทั่วไปจะทำการเกลี่ยเศษขยะมูลฝอยให้กระจุกกระจายบนพื้นที่จำกัด โดยให้ความหนาของชั้นขยะมูลฝอยประมาณไม่เกิน 60 ซม. แล้วจึงทำการบดอัดแน่นด้วยรถแทรกเตอร์หรือรถบดประมาณ 2-5 ครั้ง ในพื้นที่ทำการบดอัดขยะมูลฝอยควรมีความลาดประมาณ 20-30 องศา เมื่อขยะมูลฝอยถูกทิ้งบนพื้นมีนี้แล้ว รถแทรกเตอร์จึงเริ่มทำการเกลี่ยขยะมูลฝอยให้ทั่วบริเวณพื้นลาด แล้วทำการขับเคลื่อนขึ้นลงหลายครั้ง จนกระทั่งผู้ขับรถแทรกเตอร์พบว่าไม่มีการยุบเป็นหลุมบนพื้นที่อีก

5. การใช้ดินกลบขยะมูลฝอยบนพื้นที่ฝังกลบ

ดินที่ใช้กลบ (cover material) พื้นที่ตั้งแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยตามหลักสุขาภิบาลควรมีปริมาณดินพอเพียงในการกลบ โดยความหนาของดินที่กลบประมาณ 15 ซม. ในกรณีการกลบทุกวันหลังการเทขยะมูลฝอยประจำวัน และ 60 ซม. ในกรณีการกลบครั้งสุดท้าย ดังนั้นการจัดเตรียมดินไว้ให้พอเพียงตลอดช่วงการดำเนินการจึงเป็นสิ่งจำเป็น

โดยปกติการกลบขยะมูลฝอยในแต่ละวันมีอยู่แล้วประจำวัน ควรหยุดรับขยะมูลฝอยจากรถเก็บขนในเวลาก่อนเลิกงานประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้เวลากับพนักงานที่ทำการดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยในพื้นที่ให้เสร็จก่อนเลิกงาน เพื่อไม่ให้มีเศษขยะมูลฝอยเหลือตกค้างเปิดอยู่ในพื้นที่ ซึ่งอาจเป็นแหล่งเชื้อโรค มีแมลงวันตอมขยะมูลฝอย มีหนูมาคุ้ยเขี่ยเป็นแหล่งเกิดไฟไหม้ และส่งกลิ่นเหม็นทั่วบริเวณ ดังนั้นจึงห้ามไม่ให้มีเศษขยะมูลฝอยให้เห็นบนพื้นที่เป็นอันขาด โดยควรมีผู้ตรวจงานทำการตรวจงานเป็นประจำ ในการใช้ดินกลบขยะมูลฝอยพื้นที่ฝังนั้นจะมีอยู่ 3 แบบดังนี้คือ

5.1 การเก็บขยะมูลฝอยในแต่ละวัน ชั้นตอนนี้มีความสำคัญมากต่อการดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยทั่วไปมีการฝังกลบขยะมูลฝอยด้วยดินหนาน้อยประมาณ 15 เซนติเมตร ซึ่งสามารถทนต่อลมและฝนได้ประมาณไม่เกิน 7 วัน และการกลบขยะมูลฝอยในชั้นตอนนี้ควรไม่ให้เกิดหลุมขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดน้ำฝนขังได้

5.2 การกลบขยะมูลฝอยบริเวณชั้นกลาง ชั้นตอนนี้มีความสำคัญมากอีกชั้นตอนหนึ่งคือ ต้องควบคุมการระบายก๊าซและอาจเป็นชั้นรองรับดินของพื้นที่ได้ โดยทั่วไปจะมีความหนาของชั้นกลางประมาณไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ซึ่งสามารถทนแดด ทนลมและฝนได้ประมาณไม่เกิน 1 ปี และต้องมีการบดอัดดินให้แน่นเป็นอย่างดี ในบางพื้นที่อาจจำเป็นต้องทำปรับแก้พื้นที่ที่เกิดการยุบตัวขึ้น การเซาะ ฯลฯ

5.3 การกลบขยะมูลฝอยบริเวณชั้นบน ชั้นตอนนี้เป็นชั้นตอนสุดท้ายที่จำเป็นต้องทำการฝังกลบขยะมูลฝอยให้เสร็จเรียบร้อยและแข็งแรง โดยทั่วไปจะมีความหนาของบริเวณชั้นบนประมาณไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ซึ่งสามารถทนแดดทนลมและฝนได้เกิน 1 ปีเป็นอย่างน้อย และต้องมีการบดอัดดินให้แน่นเป็นอย่างดี ด้วยการบดอัดดินให้แน่นทุก ๆ 15 ชั่วโมง ในแต่ละชั้นแต่ละบริเวณชั้นผิวบนต้องไม่ให้น้ำหนักไม่สามารรถปลูกหญ้า ต้นไม้ หรือพืชพันธุ์ต่าง ๆ ได้ การปรับความลาดบนพื้นผิวที่ต้องกระทำให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม เพื่อไม่ให้เกิดแหล่งน้ำขังเล็ก ๆ ได้ โดยปรกติควรมีความลาดประมาณไม่เกิน 2-4 % เพื่อป้องกันการเซาะหลุดไปได้

6. วิธีการปิด

6.1 จัดทำรายละเอียดแผนผังแสดงขั้นตอนการปิดสถานที่ฝังกลบแบบแสดงภูมิประเทศเดิม และระดับสุดท้ายภายหลังการปิด

6.2 การฝังกลบที่มีระดับสุดท้ายเหนือผิวดินเดิมน้อยกว่า 6 เมตร ให้ติดตั้งหมุดสำรวจ เพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงขอบเขตของสถานที่ฝังกลบ

6.3 การฝังกลบที่มีระดับสุดท้ายเหนือผิวดินมากกว่า 6 เมตร ต้องทำการสำรวจชั้นสุดท้ายภายหลังการปิดสมบูรณ์เพื่อพิสูจน์ว่าเส้นชั้นความสูงระดับสุดท้ายเป็นไปตามแผนการ โดยมีเส้นชั้นความสูงไม่เกิน 1 เมตร หรือใช้เทคนิคการทำแผนที่ทางอากาศที่มีความถูกต้องเทียบเท่าการสำรวจแทนการสำรวจได้

9.9 การบำรุงรักษา

1. การดูแลประจำวัน

การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลจะมีความแตกต่างกับการทิ้งขยะมูลฝอยบนพื้นที่ต่าง ๆ แบบเปิดคือมีการควบคุมมลพิษต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น น้ำชะขยะมูลฝอยเกิดน้ำเสีย ฝุ่นละอองอันเนื่องจากการขับรถบนพื้นที่ฝังกลบ กลิ่นเหม็นทั่วบริเวณมีแมลงต่าง ๆ ตอมบนพื้นที่ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของหนู เป็นต้น ดังนั้นการควบคุมตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างพื้นที่ฝังกลบ จนกระทั่งเมื่อเสร็จสิ้นโครงการฝังกลบคือหมดอายุของพื้นที่^[5]

ในการควบคุมฝุ่นที่จะเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ฝังกลบอาจจะการทำด้วยวิธีชั่วคราวคือการฉีดพ่นละอองน้ำบนพื้นที่ที่รถขับเคลื่อนผ่านอย่างสม่ำเสมอเมื่อพื้นที่ผิวได้แห้งแล้ว

การควบคุมการทิ้งขยะมูลฝอยเร็ววอดกระจายกระจายบนพื้นที่ฝังกลบและพื้นที่อาคารสำนักงานควรมีการควบคุมกันอย่างเข้มงวดไม่ให้มีการทิ้งขยะมูลฝอยเร็ววอด ทำให้ไม่หน้าคู่ต่อผู้คนที่มาเยี่ยมชม ผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง หรือผู้ผ่านไปมา ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาชุมชนไม่พอใจกับการฝังกลบขยะมูลฝอยเพราะจะเกิดปัญหามลพิษต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นควรมีเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการทิ้งขยะมูลฝอย และควรมีดังรองรับขยะไว้ทั่วบริเวณพื้นที่ฝังกลบด้วย และมีการเก็บขยะมูลฝอยที่ตกหล่นจากรถเก็บขนที่เดินทางตั้งแต่บริเวณประตูทางเข้าจนถึงพื้นที่ที่ถ่ายทิ้งขยะมูลฝอย เพราะอาจมีขยะมูลฝอยบางชนิดเช่น เศษกระดาษถูกลมพัดกระจัดกระจายเร็ววอดไปทั่วบริเวณ โดยควรกำหนดให้มีการทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ทั้งหมดเสร็จสิ้นก่อนเลิกงานทุกวัน

เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ควรได้รับการทำความสะอาดสม่ำเสมอตามหมายกำหนดการไว้ เช่น เครื่องมือบางชนิดต้องการทำความสะอาดสม่ำเสมอทุก ๆ วัน บางชนิดต้องการบำรุงดูแลรักษาทุก ๆ สัปดาห์ หรือทุก ๆ เดือน เป็นต้น

พวกหนูหรือสัตว์ต่าง ๆ ควรมีการกำจัดออกให้หมด ไม่ให้มีในพื้นที่แม้แต่น้อย แต่บางครั้งพวกหนูหรือสัตว์อื่น ๆ อาจติดพามากับรถเก็บขน ทำให้เกิดการแพร่พันธุ์ขึ้นมากมาย ดังนั้นควรมีการกำจัดด้วยยาเบื่อ โดยปกติควรใช้ยาเบื่อทุก ๆ วัน ในระยะเวลา 3 สัปดาห์

จนกระทั่งแน่ใจว่าไม่มีหลงเหลืออยู่ในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามดังที่กล่าวมาข้างต้นต้องมีการ
กลบขยะมูลฝอยเป็นประจำวันเป็นสำคัญ

สำหรับพวกแมลงวันพบว่ามีอาจมีมากในช่วงฤดูผลไม้ และฤดูร้อน ดังนั้นอาจมีการ
ใช้ยาฉีดพ่นฆ่าแมลงบริเวณพื้นที่ฝังกลบบ้างถ้าพบว่ามีแมลงวันมากมายยากที่กำจัด แต่วิธี
ที่ดีที่สุดในการป้องกันการเกิดแมลงวันต่อขยะมูลฝอยคือการกลบขยะมูลฝอยเป็นประจำทุกวัน

2. การดูแลระยะยาว

2.1 ช่วงเวลาดูแลระยะยาว จะต้องติดตามตรวจสอบและดูแลความมั่นคง และ
ประสิทธิภาพของการปิดทับชั้นสุดท้ายกับส่วนประกอบอื่นของสถานที่ต่อไปอีกไม่น้อยกว่า 10
ปี นับจากวันปิดเป็นทางการ

2.2 ช่วงเวลาการดูแลระยะยาวอาจลดลงได้ ถ้าสถานที่ฝังกลบนั้นดำเนินการ
สอดคล้องตามมาตรฐาน มีระบบควบคุมน้ำชะมูลฝอยและแผ่นวัสดุกันซึมมีการปิดด้วยวัสดุ
กลบทับชั้นสุดท้ายที่เหมาะสม มีการปลูกพืชปกคลุม และมีการติดตั้งระบบตรวจสอบ
ตรวจสอบ และถ้าภายในระยะเวลา 10 ปี หลังการปิด คุณภาพน้ำในระบบติดตามตรวจสอบไม่
เกินค่ามาตรฐาน นอกจากนี้จะต้องไม่มีการกัดเซาะชั้นปกคลุมให้เสียหายและการยุบตัวของ
ขยะมูลฝอยสิ้นสุดลงแล้ว

2.3 การตัดแปลงแผนการตรวจสอบน้ำใต้ดิน อาจมีการตัดแปลงแก้ไขแผนการ
ตรวจสอบน้ำใต้ดินเพื่อยกเลิกดัชนีคุณภาพตัวใดตัวหนึ่งที่ระบุตามข้อกำหนดการติดตาม
ตรวจสอบคุณภาพน้ำและน้ำชะมูลฝอย ถ้าการสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำชะมูลฝอยและน้ำใต้
ดินอย่างสม่ำเสมอ สำหรับดัชนีคุณภาพน้ำ ปรากฏว่าไม่พบดัชนีคุณภาพน้ำ ในน้ำชะมูลฝอย
หรือบ่อน้ำใต้ดิน หรือจุดน้ำผิวดินในระยะเวลาการฝังกลบ

2.4 การทดแทนเครื่องมือการติดตามตรวจสอบ ถ้าอุปกรณ์ใด ๆ ตามแผนการ
ติดตามตรวจสอบเกิดการเสียหาย จะต้องหามาทดแทนภายใน 60 วัน

9.10 การขยายแนวตั้งของการฝังกลบ

หลังจากที่ได้ทำการฝังกลบขยะมูลฝอยเสร็จสิ้นสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องปรับ
พื้นที่ให้ได้ระดับ ไม่ให้เกิดแอ่งเป็นที่ขังน้ำฝนได้ ต้องจัดระบบระบายน้ำฝนให้ดี และความของ
ดินชั้นบนสุดควรมีอย่างน้อย 60 เซนติเมตร เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้ทุกอย่างแล้วอาจจะตัดแปลงเป็น
พื้นที่ใช้เป็นส่วนสาธารณะ หรือสนามกอล์ฟ การก่อสร้างหน่วยกำจัดขยะมูลฝอยไว้ด้านบน

หรือด้านข้างลาดเอียงของการฝังกลบที่ถมไว้ก่อนแล้ว ไม่ว่าจะเป็นหลุมที่ยังดำเนินการอยู่ ปิดแล้ว หรือเลิกใช้แล้ว ถือว่าเป็นการขยายแนวตั้งของการฝังกลบ ซึ่งจะต้องไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการรั่วไหลของน้ำชะมูลฝอย การก่อสร้างบนลาดเอียงของการฝังกลบที่ถูกถมแล้วต้องมีการตรวจสอบของเสถียรภาพของฐานรากและทำการคำนวณการทรุดตัว การออกแบบการขยายตัวในแนวตั้งจะต้องค่าแฟกเตอร์สมความปลอดภัยต่ำสุดเท่ากับ 1.5 สำหรับเสถียรภาพของระบบวัสดุกันซึม ระบบการจัดการน้ำผิวดินจะต้องมีการออกแบบทางระบายอย่างเหมาะสมที่ขอบร่วมระหว่างลาดเอียงที่มีอยู่กับบริเวณการขยายแนวตั้ง ระบบการควบคุมก๊าซจะต้องติดตั้งบ่อระบายก๊าซจากขอบร่วมระหว่างลาดเอียงของการฝังกลบที่เป็นอยู่กับลาดเอียงของการขยายแนวตั้ง

9.11 ข้อดีและข้อเสียของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ข้อดี

- ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การลงทุนครั้งแรกต่ำ (ยกเว้นค่าที่ดิน และเครื่องจักรกล เมื่อเทียบกับวิธีอื่น
- สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิดโดยไม่จำเป็นต้องแยกชนิดของขยะมูลฝอย
- เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่ก่อให้เกิดประโยชน์ คือ หลังจากดำเนินการเสร็จแล้วจะได้พื้นที่ที่สามารถนำไปปรับปรุงใช้ประโยชน์ได้
- สามารถป้องกันการเพาะพันธุ์ หารอาหาร และแพร่กระจายของเชื้อโรคและสัตว์
- ไม่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อสิ่งแวดล้อม
- สามารถยืดหยุ่นปริมาณในการกำจัดได้มาก

ข้อเสีย

- ประชาชนอาจเกิดความรังเกียจต่อสถานที่ฝังกลบ
- ต้องการเนื้อที่ในการกำจัดมาก
- ขยะมูลฝอยเมื่อถูกย่อยสลายทำให้เกิดแก๊สมีเทน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอัคคีภัย

ได้

สรุป

เมื่อได้ดำเนินการออกแบบการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว การฝังกลบขยะมูลฝอยจะมีประสิทธิภาพก็ขึ้นอยู่กับวิธีการดำเนินการที่ถูกต้องการดูแลเอาใจใส่ เกร่งครัดกับกฎระเบียบ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- [1] เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539 วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- [2] ปรีชา พลอยภัทรภิญโญ และคณะ, 2532 รายงานการวิจัยแนวทางการใช้ประโยชน์จากแก๊สที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยในประเทศไทย, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- [3] กรมควบคุมมลพิษ, เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
- [4] กองโรงงานกำจัดมูลฝอย, สถานีขนถ่ายและฝังกลบมูลฝอย ท่าแร่, เอกสาร, สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร
- [5] Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R., 1994 "Landfilling of waste:Barrier," E&FN Spon, first edition.
- [6] Scholer B., 2001 "Solutions for Waste Management in Thailand," Journal of Environmental Engineering Association of Thailand. Vol.15, No.8, January-February, pp.25-26.
- [7] <http://www.fortunecity.com/meltingpot/mik/1307/landfill.htm>
- [8] www.moste.go.th

แบบฝึกหัดท้ายบท

ตอนที่ 1 จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

- อัตราค่าซึมผ่านของน้ำสูงสุด ในชั้นดินเหนียวที่ใช้เป็นวัสดุกันซึมในระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล มีค่าเท่าใด?
 - 1) 1.0×10^{-7} ซม. /วินาที
 - 2) 1.1×10^{-7} ซม. /วินาที
 - 3) 1.2×10^{-7} ซม. /วินาที
 - 4) 1.3×10^{-7} ซม. /วินาที
 - 5) 1.4×10^{-7} ซม. /วินาที
- ข้อใดเป็นข้อดีของการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล?
 - 1) สามารถกำจัดมูลฝอยได้ทุกชนิด
 - 2) สามารถยืดหยุ่นปริมาณในการกำจัดได้
 - 3) สามารถกำหนดพื้นที่ในการฝังกลบได้
 - 4) สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินหลังการฝังกลบได้
 - 5) สามารถกำจัดมูลฝอยได้รวดเร็วทันใจ
- อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณหลุมฝังกลบได้แก่?
 - 1) รถบดอัด รถแทรกเตอร์ รถเกಲ್ಲี รถไถ
 - 2) รถแทรกเตอร์ รถเกಲ್ಲี รถไถ รถขุดแบบแบล็คโฮล
 - 3) รถเกಲ್ಲี รถไถ รถขุดแบบแบล็คโฮล รถบดอัด
 - 4) รถไถ รถขุดแบบแบล็คโฮล รถเกಲ್ಲี รถสแครพเพอร์
 - 5) รถสแครพเพอร์ รถบดอัด รถแทรกเตอร์ รถเกಲ್ಲี
- จงคำนวณหาพื้นที่ที่ต้องการใช้ และจำนวนหลุมจากข้อมูลต่อไปนี้?
 - อัตราการเกิดขยะ $180 \text{ m}^3/\text{d}$
 - อายุของหลุมฝังกลบ 10 ปี
 - ให้ขนาดของหลุมฝังกลบ $45^{\text{W}} \times 200^{\text{L}} \times 10^{\text{D}}$ slope 1:1.5
 - ระยะห่างของหลุมฝังกลบ 10 m
 - เขตกันชน = 100 m

- 1) 59.25 ไร่, 0.6 หลุม
 - 2) 60.25 ไร่, 0.8 หลุม
 - 3) 61.25 ไร่, 1.0 หลุม
 - 4) 60.25 ไร่, 1.0 หลุม
 - 5) 59.25 ไร่, 0.8 หลุม
5. พื้นที่ฉนวน (Buffer zone) มีระยะห่างจากแนวเขตที่ดินไม่น้อยกว่าเท่าใด?
- 1) 24 เมตร
 - 2) 25 เมตร
 - 3) 26 เมตร
 - 4) 27 เมตร
 - 5) 28 เมตร
6. จงคำนวณหาเวลาที่บ่อเก็บน้ำชะขยะสามารถเก็บกักได้เมื่อบ่อมีปริมาตร 600 ลูกบาศก์เมตร อัตราการไหลของน้ำชะขยะเข้าบ่อเป็น 4.6 ลูกบาศก์ต่อวัน?
(แสดงวิธีทำย่อ ๆ พื้นที่วางคานข้าง)(5 คะแนน)
- 1) 126.43 วัน
 - 2) 127.43 วัน
 - 3) 128.43 วัน
 - 4) 129.43 วัน
 - 5) 130.43 วัน

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างการฝังกลบแบบบนพื้นที่และแบบขุดร่อง และระบุเงื่อนไขของการใช้งาน?
2. จงคำนวณอายุการใช้งานหลุมฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ของเทศบาลแห่งหนึ่งซึ่งมีประชากร 30,000 คน มีพื้นที่ในการฝังกลบ 50 ไร่ และมีความลึกของการฝังกลบรวม 10 เมตร กำหนดอัตราการผลิตมูลฝอยของประชากรคงที่เท่ากับ 0.8 กก./คน/วัน มูลฝอยหลังการฝังกลบมีความหนาแน่น 550 กก./ลบ.ม. และประเมินปริมาณของดินกลบทับมูลฝอยเท่ากับ 20% ของปริมาณมูลฝอย (พื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 1600 ตร.ม.)?

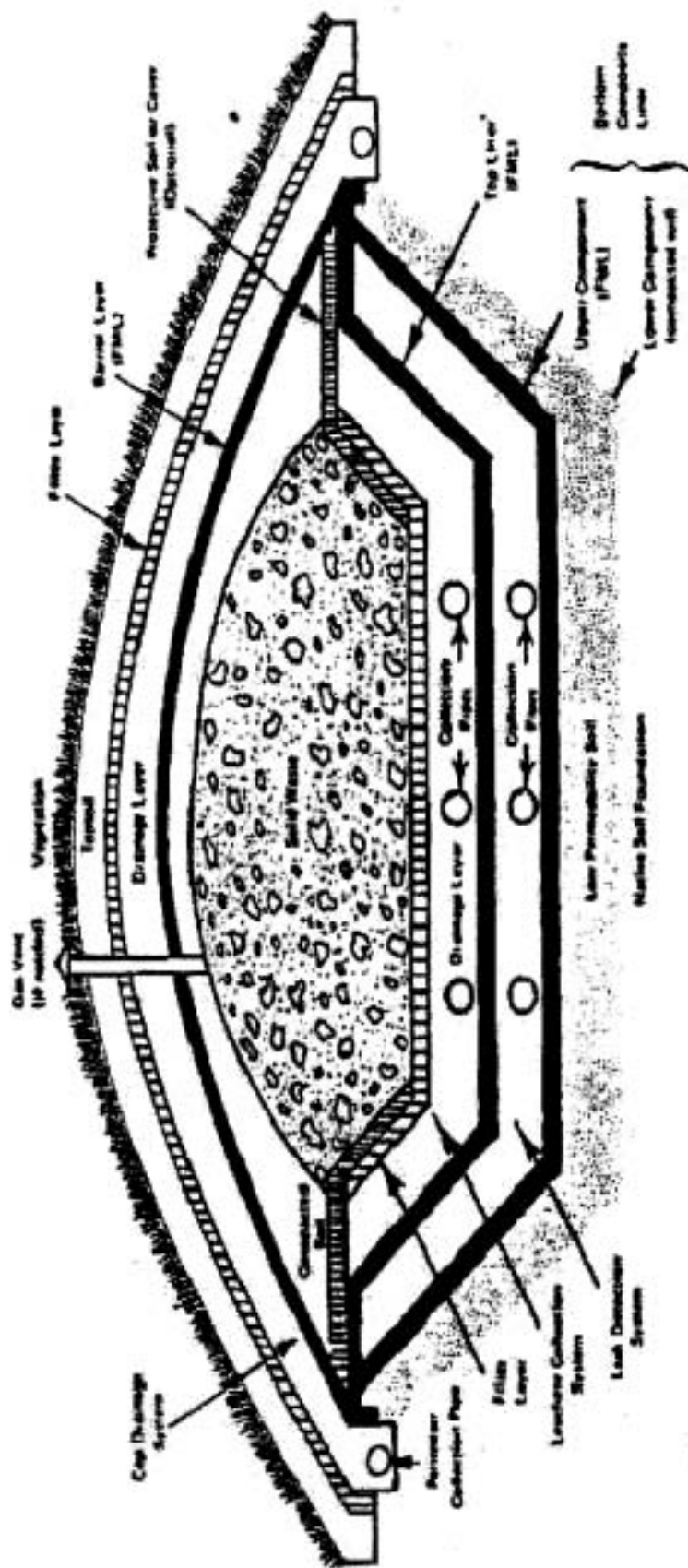
3. จงคำนวณ หาน้ำหนักของขยะที่ทำให้เกิด มีเทน (Methane) เท่ากับ 500 ลูกบาศก์ฟุต เมื่อ กำหนดให้?

องค์ประกอบของขยะเป็น $C_{60.0}H_{94.3}O_{37.8}N$

Methane = 0.0448 lb/ft³

ขยะมีส่วนประกอบที่ไม่สามารถย่อยได้ 5 % โดยน้ำหนัก

4. จงอธิบายขั้นตอนเป็นลักษณะแผนผัง (Flow chart) Landfill Design ของการออกแบบงาน จัดการขยะ?



ภาพที่ 9-1 ท่อฝังกลบ

5. ใ้ดูภาพ แล้วอธิบายส่วนต่าง ๆ และหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ตามที่ปรากฏในภาพ?