

キャピラリーバリア型覆土における砂の細粒分除去による側方排水性向上の効果

日本国土開発(株)	正会員	○坂本 篤
日本国土開発(株)		日景 一幸
日本国土開発(株)	正会員	亀井 雅大
日本国土開発(株)		山田 善之
日本国土開発(株)		森下 学
日本国土開発(株)		齋藤 太一郎

1. 目的

最終処分場における閉鎖措置として最終覆土を設置する必要がある。最終処分場の閉鎖から廃止の過程において最終覆土が果たす役割は大きく、特に、浸出水に影響を与える雨水浸透量の制御は重要な役割である。また、最終処分場の覆土には土質系の覆土やシート系の覆土などがあり、土質系の覆土のひとつとしてキャピラリーバリア型覆土（以降、「CB 型覆土」と称す）がある。キャピラリー（毛管力）とは、表面張力による毛細管現象のことで、この力を応用して細粒層と粗粒層の毛管力の差によって浸透に対するバリア（障壁）機能をもたせたるものがキャピラリーバリアである。CB 型覆土とは、キャピラリーバリアを人工的に構築した覆土によって浸透水量を制御するものである¹⁾。

CB 型覆土の側方排水性（浸透水量の制御機能）は、砂の物性によるところが大きい。しかし、CB 型覆土の適用場所近傍で採取される砂が必ずしも CB 型覆土に適しているとは限らず、材料の確保に苦労することが多い²⁾。そのため、CB 型覆土への適用にあたっては、近傍で採取される砂の側方排水性を向上させる手法が必要で、その手法として砂の細粒分を除去することが有効と考えられる。著者らは、砂の細粒分を除去することによる側方排水性の向上について報告した³⁾。しかしながら、砂の細粒分除去による側方排水性の向上による実規模の CB 型覆土への影響についての研究はほとんどない。

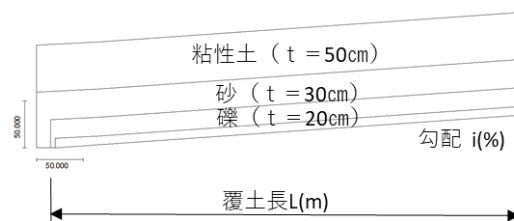
本研究では、CB 型覆土の覆土構造（覆土長、勾配）の合理化を目的に、細粒分除去による側方排水性向上が覆土構造へ与える影響について解析的に検討した。

2. 研究方法

2. 1 試料の作成および地盤材料試験

基本となる試料には、砂（細粒分<5%、礫分<5%）（以降「無洗浄砂」と称す。）を用いた。また、骨材採取場で利用している砂洗浄機械によって無洗浄砂を洗浄して洗浄砂（以降、「洗浄砂（実機 1 回）」と称す。）を作成した。さらに、砂洗浄機械によって無洗浄砂を 2 回洗浄した洗浄砂（以降、「洗浄砂（実機 2 回）」と称す。）および 3 回洗浄した洗浄砂（以降、「洗浄砂（実機 3 回）」と称す。）を作成した。加えて、無洗浄砂を目開き 75 μ m のふるいの上で水洗いし、ほぼ全ての細粒分を除去した洗浄砂（以降、「洗浄砂（試験室）」と称す。）を作成した。

上記の 5 種類の砂について、各種地盤材料試験（土の粒度試験（JIS A 1204:2009）など）を実施した。また、側方排水試験によって、各砂の側方排水性を検証した³⁾。



境界条件
 上面：降雨境界（降雨浸入や蒸発散が生じる面）
 下面：浸出面境界（飽和すると外部に排水する面）
 左右面：不透水境界（外部からの水の出入りのない面）

図1 解析の構造モデル

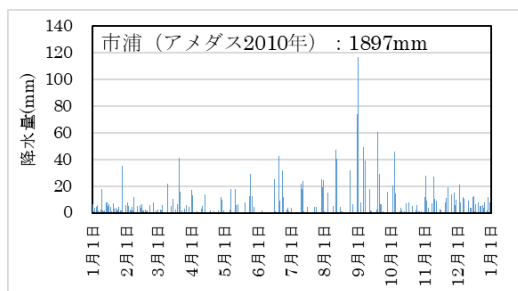


図2 気象条件

キーワード 最終処分場、閉鎖、廃止、キャピラリーバリア、浸出水

連絡先 〒107-8466 東京都港区赤坂 4-9-9 日本国土開発(株) TEL 03-5410-5750

2. 2 解析方法

解析には、有限要素法飽和不飽和浸透流解析(解析ソフト: unsuf)⁴⁾を用いた。また、解析の構造モデルを図1に示す。また、気象条件にはアメダスデータ(市浦: 2010年)を用いた(図2)。

解析ケースを表1に示す。解析では地盤材料試験を実施した試料の内3種類を抽出し、覆土長と勾配を変化させて解析を行った。

3. 研究結果

3. 1 地盤材料試験結果

各材料の細粒分含有率を表2に示し、細粒分含有率と側方排水性の関係を図3に示す。本試験結果から、細粒分含有率が小さいほど側方排水性が高くなることがわかる。つまり、細粒分を除去することで、側方排水性が向上する傾向があると判断できる³⁾。

3. 2 解析結果

解析結果を表3に示す。全ての覆土構造において洗浄砂(実機2回)は無洗浄砂に対して側方排水が増加し、浸透率が低下した。また、洗浄砂(試験室)は洗浄砂(実機2回)に対して浸透率が同等か若干低い程度であった。例えば、目標とする浸透率が10%の場合は、無洗浄砂は覆土長5m、勾配5%とする必要があるが、洗浄砂は覆土長10m、勾配5%とすることができ、無洗浄砂に対して覆土長を長くすることができる。

4. まとめ

CB型覆土の覆土構造(覆土長、勾配)の合理化を目的に、細粒分除去による側方排水性向上が覆土構造へ与える影響について解析的に検討した。具体的には、砂と洗浄して細粒分を除去した砂(4種類)に対して、粒度試験と側方排水試験を実施した。その結果、細粒分を除去することで側方排水性が向上し、覆土長を長くすることや勾配を緩やかにすることができるものと考えられる。

今後は、複数の材料、複数の気象条件で検証する必要がある。

参考文献

- 坂本篤, 鈴木正人, 西垣誠, 小松満, 今井淳, 佐藤泰, 横田季彦: キャピラリーバリアによる廃棄物処分場の浸透水量の制御に関する研究, 廃棄物学会論文誌, 第19巻, 第5号, pp. 318-327 (2008)
- 坂本篤, 相原利光: キャピラリーバリアによる覆土の施工事例, 基礎工, 第41巻, 第7号, pp. 64-67 (2013)
- 坂本篤, 亀井雅大, 日景一幸, 山田善之, 横田季彦, 山本仁, 森下学: キャピラリーバリア型覆土における砂の細粒分除去による側方排水性の向上, 土木学会第73回年次学術講演会(平成30年8月), VII-007, pp. 13-14 (2018)
- 赤井浩一, 大西有三, 西垣誠: 有限要素法による飽和一不飽和浸透流解析, 土木学会論文報告集, 第264号, pp. 87-96 (1977)

表1 解析ケース

No.	砂材料	覆土長L (m)	勾配i (%)
1-1	無洗浄砂	5	10
1-2	無洗浄砂	5	5
1-3	無洗浄砂	10	10
1-4	無洗浄砂	10	5
2-1	洗浄砂(実機2回)	5	10
2-2	洗浄砂(実機2回)	5	5
2-3	洗浄砂(実機2回)	10	10
2-4	洗浄砂(実機2回)	10	5
3-1	洗浄砂(試験室)	5	10
3-2	洗浄砂(試験室)	5	5
3-3	洗浄砂(試験室)	10	10
3-4	洗浄砂(試験室)	10	5

表2 各材料の細粒分含有率

No.	試料名	細粒分含有率(%)
1	無洗浄砂	1.7
2	洗浄砂(実機1回)	1.4
3	洗浄砂(実機2回)	0.8
4	洗浄砂(実機3回)	0.5
5	洗浄砂(試験室)	0.1

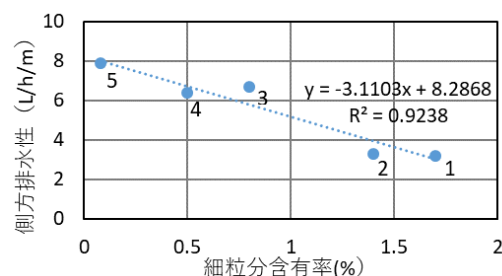


図3 細粒分含有率と側方排水性の関係³⁾

表3 解析結果

覆土構造		側方排水* (%)			浸透率* (%)		
覆土長L (m)	勾配i (%)	無洗浄砂	洗浄砂(実機2回)	洗浄砂(試験室)	無洗浄砂	洗浄砂(実機2回)	洗浄砂(試験室)
5	10	69	72	72	3	0	0
5	5	65	71	71	7	1	1
10	10	61	69	71	11	3	2
10	5	50	64	65	21	7	7

*側方排水、浸透率は降水量(1897mm)に対する百分率