

キャピラリーバリアとシートによる浸透水制御

日本国土開発(株) 正会員 ○坂本 篤

日本国土開発(株) 正会員 四宮 圭三

1. 目的

我が国の一般廃棄物最終処分場および管理型最終処分場は、廃棄物が埋立てられた後に最終覆土が施される。最終覆土の重要な役割のひとつに浸透水の制御があり、浸透水を精度よく制御する手法としてキャピラリーバリア¹⁾が挙げられる。一般的な最終覆土の浸透水に対してキャピラリーバリアの浸透水は低減されることから水処理施設への負荷および環境汚染リスクの低減が可能と考えられるが、年間の一部の時期に浸透水が集中する側面がある。この時期的な偏りを平準化できれば水処理施設への負荷をさらに低減できる。そこで、浸透水の平準化を目的にキャピラリーバリアとシートを組合せた浸透水制御型の覆土（以降「CBC」と称す。）を開発し、その性能について解析的に検討した。

2. 従来のキャピラリーバリアと CBC の概要

キャピラリーバリアの概要を図 1 に示す。キャピラリーバリアとは、毛管力の働きによって形成される遮水層のことである。砂層に降下した浸透水は、毛管力によって砂層に保水され、境界の勾配に沿って側方に流れる（以降、「側方排水」と称す。）。この側方排水を系外に排除することで浸透水を抑制できる。一方、毛管力の限界を超えた浸透水は礫層に降下し浸透水となる。

CBC の概要を図 2 に示す。CBC はキャピラリーバリアの礫層の下方に遮水シートなどの遮水層を設け、砂層から礫層に降下した水を系外に排除し、キャピラリーバリアの側方排水を浸透させるものである。

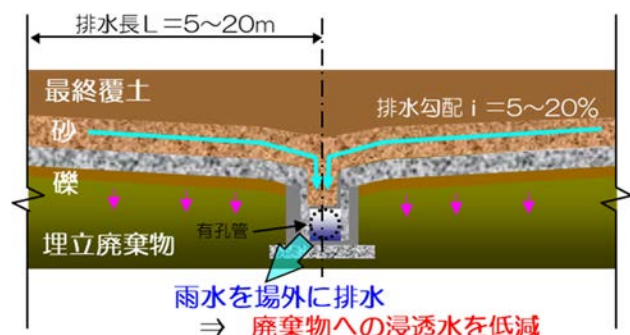


図 1 キャピラリーバリアの概要

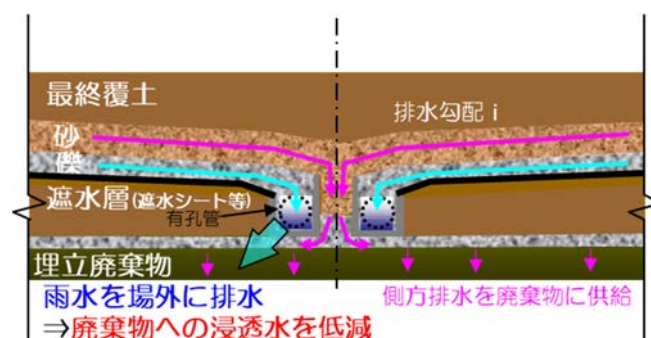


図 2 CBC の概要

3. 解析方法

キャピラリーバリアおよび CBC の水分収支を国内の過去気象情報（気象観測所 A、年間降水量 3238mm）を用いて飽和不飽和浸透流解析を実施し、年間浸透率 10%程度のキャピラリーバリアと CBC の浸透水量の状況について比較検証した。

なお、過去の国内のキャピラリーバリアの設計では年間浸透率 5%以下および 10%以下が採用されている。

解析は有限要素法飽和不飽和浸透流解析(解析ソフト: unsuf²⁾)



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）
 各層の厚さ
 粘性土 : 50cm, 砂 : 30cm, 礫 : 20cm

図 3 構造モデルの概要

キーワード 最終処分場、安定化促進、キャピラリーバリア、廃棄物、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) 土木事業本部 技術部 坂本篤 TEL03-5410-5750

を用い、地盤材料の物性値は既往のデータ³⁾を用いた。
構造モデルの概要を図 3 に示し、解析ケースを表 1 に示す。

4. 解析結果

解析結果(年間浸透率)を表 2 に示す。
キャピラリーバリアは覆土長が長くなるほど浸透率が高くなり、覆土長 8.0m で浸透率が 10%になっている。
CBC は覆土長が長くなるほど浸透率が低くなり、覆土長 40m で年間浸透率が 10%になっている。

年間浸透率 10%程度のケースにおける日浸透水の経時の変化を図 4 および図 5 に示す。キャピラリーバリアのピークが 20mm/d 程度に対して、CBC のピークは 2.5mm/d 程度となっている。

月別浸透水量を図 6 に示す。キャピラリーバリアは 1 月、2 月、3 月、11 月、12 月に浸透水がほとんど発生していない。4 月および 9 月の浸透水量は 60mm および 110mm を超えている。CBC の浸透水量は 11 月に若干少ないもののほとんどの月で平均値に近い値を示している。

以上のことから、CBC は少量の浸透水を恒常的に発生させることができ、浸透水の平準化が図れるものと考えられる。

5. まとめ

浸透水の平準化を目的にキャピラリーバリアとシートを組合せた浸透水制御型の覆土(以降「CBC」と称す。)の性能について解析的に検討した。その結果、CBC の浸透水は年間を通して少量の浸透水が発生し、浸透水量の時期的な平準化が可能となった。

参考文献

1) 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)

2) 赤井浩一, 大西有三, 西垣誠: 有限要素法による飽和—不飽和浸透流解析, 土木学会論文報告集, 第 264 号, pp.87-96 (1977)

3) 坂本篤, 日景一幸, 亀井雅大, 山田善之, 森下学, 齋藤太一朗: 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, 令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会, VII-74 (2019)

表 1 解析ケース

種別	覆土長L(m)	勾配i (%)
CB覆土	5	5
CB覆土	8	5
CB覆土	10	5
CBC	20	2
CBC	30	2
CBC	40	2

表 2 解析結果

種別	覆土構造		年間浸透率* (%)
	覆土長L (m)	勾配I (%)	
キャピラリーバリア	5	5	3
キャピラリーバリア	8	5	10
キャピラリーバリア	10	5	14
CBC	20	2	18
CBC	30	2	13
CBC	40	2	10

* 年間降水量 (3238mm) に対する百分率

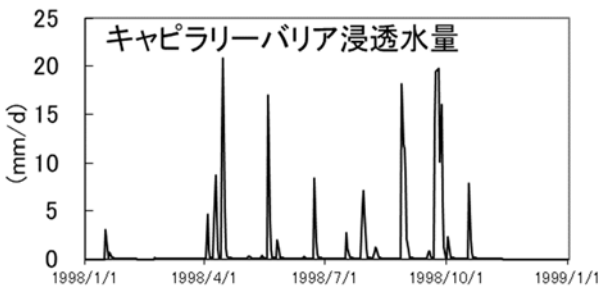


図 4 キャピラリーバリアの日浸透水量

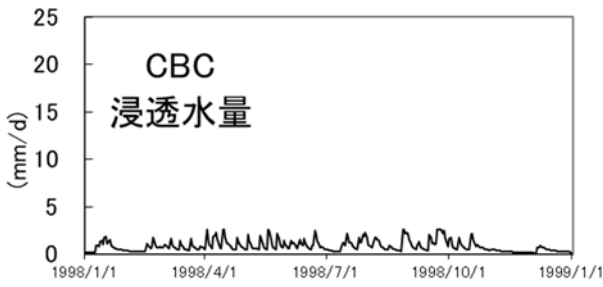


図 5 CBC の日浸透水量

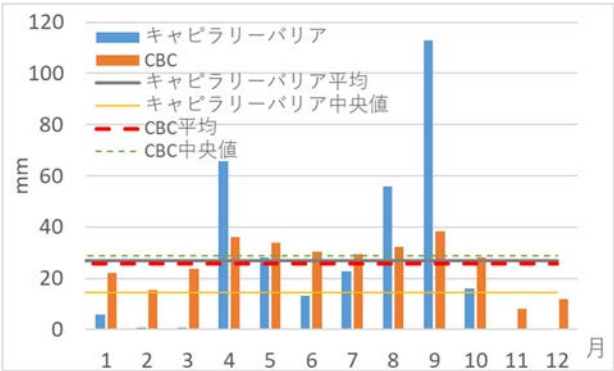


図 6 月別浸透水量