

遮水層併用型の吸着層工法の開発 —数値解析に基づく盛土内の移流分散予測その2—

(株)大林組 フェロー ○西田憲司 正会員 鈴木和明
産業技術総合研究所 正会員 保高徹生
(株)大林組 正会員 三浦俊彦 正会員 森下智貴
(株)大林組 正会員 日笠山徹巳

1. はじめに

自然由来の重金属を含む土壌、岩石に対する一汚染拡散防止技術として、吸着層工法が挙げられる¹⁾。筆者らは同工法において、図-1に示す吸着層直下に土質遮水層を設ける構造を提案した。本構造では、吸着層下端からの汚染浸出水が直接地山に浸透することを回避できる。よって、吸着層の能力が低下した場合などでも、汚染拡散の防止効果が期待できる点でリスク低減に繋がる。これまでに現場実証試験を通して、適用性は十分可能との判断が得られている²⁾。今後の実用化にあたっては、現場条件に沿った設計が必要であり、数値解析によるモデル検討が有効であろう。既報³⁾では、提案盛土の数値モデル化を試みたが、現場実証試験結果より吸着層の破過が遅くなるなどの結果であった。ここでは、入力パラメータを見直した結果を報告する。

2. 解析条件

2.1 解析目的

解析は上記実証試験盛土を取り上げる。モデル化にあたっては、水分・熱・溶質移動解析ソフト HYDRUS 2D⁴⁾を用いた。ここでは、吸着層盛土に与えた降雨による汚染土壌からの浸出水が、盛土内をどのように浸透するか、特に盛土法尻部に設けた観測点での汚染濃度に着目し、入力パラメータが解に及ぼす影響を確認した。

2.2 解析条件

解析条件を図-2、表-1、2に示す。解析範囲は盛土断面の対称性を利用し、図-1の半分とし、吸着層、土質遮水層のみとした。各層の物性のうち、透水係数と吸着パラメータは、別途実施の室内試験に基づき得られた値である²⁾。分散長はモデル上端点A～Cから観測点①までの距離の1/10を想定し3通り設けた。

境界条件は、汚染土壌からの浸出水を降雨量相当 5 mm/h と与えた。汚染土壌からの浸出水は砒素濃度を 0.015～0.1 mg/L の3通り設定した。盛土下面は自由排水面、斜面部、対称軸の右端は不透水境界である。

キーワード 吸着層、遮水層、盛土、重金属、数値解析、浸透

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL 03-5769-1054

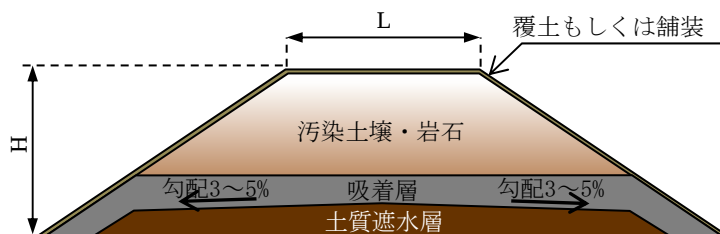


図-1 簡易遮水層併用型吸着層盛土

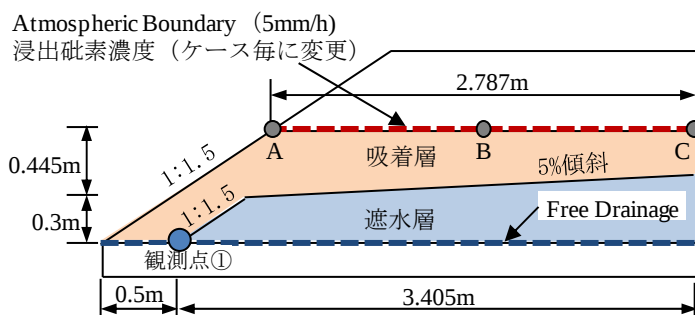


図-2 解析モデル

表-1 材料定数表

土壌	透水係数 (m/s)	吸着パラメータ	
		k_d (cm ³ /mg)	β
吸着層 Sand	6.71E-03	0.0208	1.00
遮水層 Clay	1.41E-06	0.0700	1.00

分散長	A	B	C
縦分散長 (cm) Disp. L.	12.08	24.73	37.99
横分散長 (cm) Disp. T.	2.42	4.95	7.60

表-2 解析ケース

解析ケース	分散長	浸出水中の砒素濃度 (mg/L)
1	A	0.100
2	B	0.100
3	C	0.100
4	A	0.030
5	B	0.030
6	C	0.030
7	A	0.015
8	B	0.015
9	C	0.015

3. 解析結果

3.1 浸出水の流れ

砒素濃度変化を除く盛土内の浸出水の浸透状況は、各ケースで同じものとなる。図-3～5に浸出水を与えてから120日後の圧力水頭、含水量、流速ベクトルをそれぞれ示す。これらによれば遮水層の水分量が多く、吸着層はその逆である。ただし、吸着層下部の水分量は多くなっている。一方で遮水層上面に沿った流速が大きい。こうした結果より、盛土上端から吸着層内へ浸透した水は、鉛直下方へゆっくり流れ、吸着層の下端・遮水層上端で堰き止められる。その後、遮水層上端面の5%勾配によってモデル左側へ流れ、法尻部付近から排出されるものと推察される。時間変化は図示していないが、遮水層の水分量は終始大きな変化がなく、遮水層下端面からの排水もなかったことから、盛土内浸透水を遮水層で制御できている様子がシミュレートできている。

3.2 砒素濃度の変化

図-6にケース4における120日後の浸出水砒素濃度分布を示す。砒素濃度は吸着層上部から上昇し、法尻方向に向けて広がっていくのがわかる。遮水層内の砒素濃度が上昇していないのは、遮水効果によって汚染水が法尻方向へ流れの制御を受けたことを示唆していると考えられる。こうした点は各ケースとも同じ傾向であった。

図-7には、法尻部付近、すなわち図-2における観測点①の砒素濃度時間変化を示した。分散長が大きいほど濃度上昇が早く表れるが、その後はゆっくり上昇する傾向である。また、汚染土壌からの浸出水濃度が高いほど、砒素濃度の上昇速度は大きいことも理解される。そして、濃度は最終的に汚染土壌からの浸出水濃度に漸近していくと推察される。こうした傾向を利用することで、吸着層設計に反映可能と考える。

4. おわりに

吸着層盛土内における汚染水の浸透状況、汚染物質の移動状況を数値解析でシミュレートを試みた。ここでは吸着層設計の際、事前の室内試験などで得られにくいパラメータを取り上げ、それぞれが解に及ぼす影響を確認できた。

参考文献

- 1) 北海道環境保全技術協会：吸着層工法設計マニュアル，2012.
- 2) 森下智貴，他：大林組技術研究所報，No.81，2017.
- 3) 鈴木和明，他：第23回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，2017.
- 4) J. Simunek, M. Th. van Genuchten and M. Sejna：HYDRUS Technical Manual, ver.2, 2011.

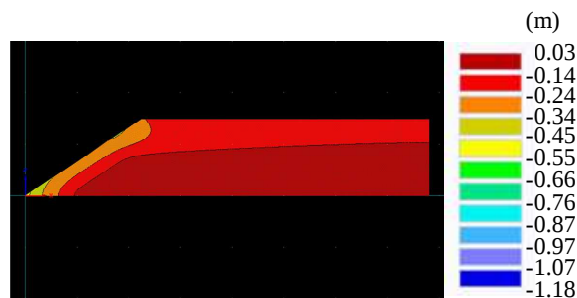


図-3 120日後の圧力水頭分布図

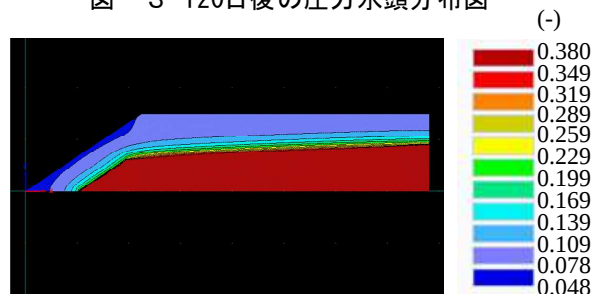


図-4 120日後の含水量分布図

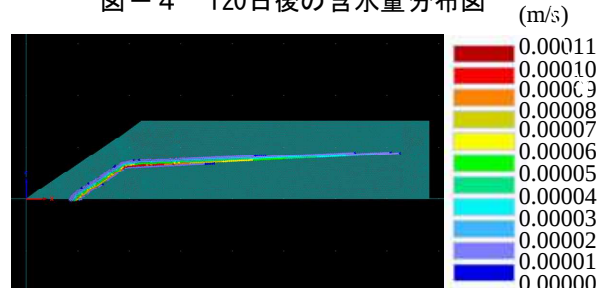


図-5 120日後の流速ベクトル

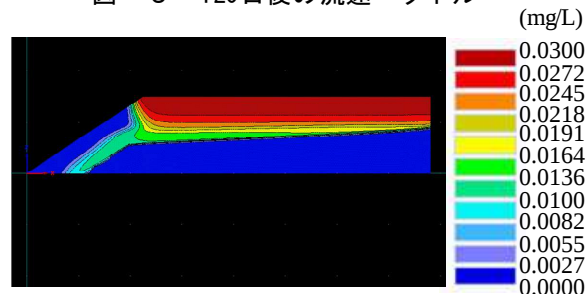


図-6 120日後の浸出水砒素濃度分布図

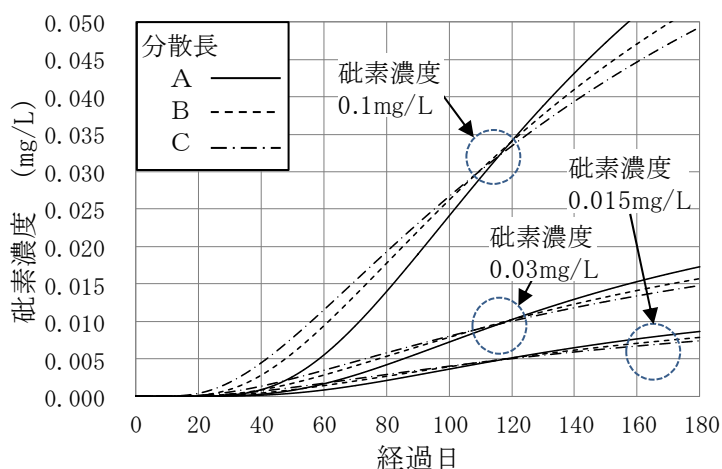


図-7 各解析ケースの観測点①浸出水砒素濃度分布