

浸出水浸透によるベントナイト混合土の遮水性能に与える影響について

熊谷組 正会員○波多江 勝、濱田 尚人、西山 勝栄
日特建設 正会員 浜子 正、堀江 直樹、飯塚 孝之
豊順洋行 古賀 慎、水野 克己、徳島 博道

1.はじめに

平成 10 年 6 月に処分場の遮水構造に関する技術上の基準を定める命令の一部が改正されて、遮水構造の 1 つとして、「厚さ 50cm 以上、透水係数 $1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 以下である粘土等の層に遮水シートが敷設されていること」の要件を備えた遮水工を設けることが定められた。筆者らは斜面部における粘土層の構築技術として、自己修復性のあるベントナイト混合土の吹き付け工法の開発を進めている。ベントナイト混合土は遮水工として有効であるが、廃棄物浸出水のような汚染物質溶液が浸透した場合、水の場合に比べて遮水性能が低下することが指摘されている²⁾。そこで本報告では CaCl_2 溶液を模擬浸出水液として、加圧型定水位透水試験を実施し、ベントナイト混合土の遮水性能を検討した結果について報告する。

2.透水試験の概要

図-1 に透水試験装置、表-1 に試験体配合表を示す。試験は加圧型透水試験装置を用いた不飽和透水試験であり、試験体はベントナイト混合率(Be 混合率)を 10, 20% の 2 種類設定し、突き固めによって作製した。ベントナイトは表-2 に示す膨潤性の高いナトリウム型を用いた。土質性状は実際に吹き付けられた遮水工の土質条件を模擬するために、含水比と乾燥密度を一致させることとした。含水比は 16%、乾燥密度は 1.67g/cm^3 である(表-3 参照)。モールド上部から浸透液を 98kPa (1.0kgf/cm^2) で加圧し、モールド下端のピエゾメーターで排出量を計測、その後モールド下端の排出側バルブから排出液を採取することによって、電気伝導度、pH、水温を測定した。浸透液には水道水と廃棄物浸出水を模擬した CaCl_2 (0.5mol/l) 溶液を用いた(表-4 参照)。透水期間は透水係数が一定となる、あるいは浸透液の量が試験体の空隙量と同程度となるまで継続した。

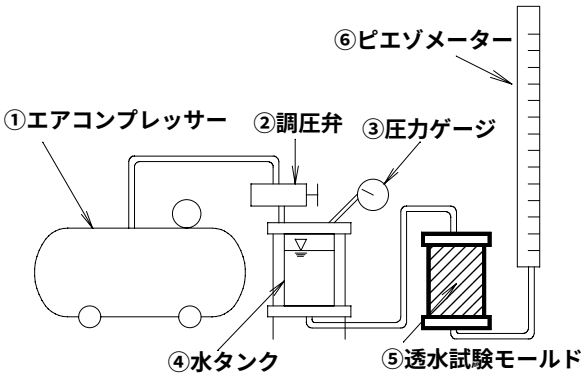


図-1 透水試験装置

表-1 試験体配合表

砂	碎石	ベントナイト	水
9	1	1, 2	16%

表-2 ベントナイトの仕様

液性限界	塑性限界	粒度	膨潤度
360%程度	57%程度	250 メッシュ通過率 90%以上	4.5～ 5.5 倍

3.試験結果

図-2, 3 に透水係数と排出量の関係を示す。 CaCl_2 溶液を用いた場合の透水係数は Be 混合率に関わらず、実験直後は一時的に遮水層の遮水基準である 10^{-6}cm/s より

表-3 試験ケースと試験体物性値

試験ケース	Be混合率 (%)	浸透液	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm^3)	締固め度 (%)	間隙率 (%)	飽和度 (%)
A	10	CaCl_2 (0.5mol/l)	16.2	1.67	98.0	36.9	88.9
B	10	水道水	16.3	1.69	98.0	36.2	93.1
C	20	CaCl_2 (0.5mol/l)	16.3	1.66	97.0	37.8	86.4
D	20	水道水	16.5	1.66	97.0	37.1	90.0

大きくなるが、排出量が 50ml を越えた時点で 10^{-6}cm/s より小さくなり、その後は安定した値を示している。試験体の初期空隙は約 380ml であり、空隙の 2～5 倍程度の CaCl_2 溶液を浸透させたが透水係数に変化は見られない。一方、水道水を用いた場合は、実験開始直後の透水係数は $10^{-9} \sim 10^{-10} \text{cm/s}$ となり、 10^{-6}cm/s 以下を

【キーワード】 遮水層、ベントナイト混合土、廃棄物処分場、透水係数

【連絡先】 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 TEL:0298-47-7504 FAX:0298-47-7480

十分に満たしている。表-5 に浸透液の違いによる透水係数の比較を示す。浸透液に CaCl_2 溶液を用いた場合、Be 混合率が 10, 20% とともに水道水に比べて透水係数が 2 オーダー程度低下している。また、Be 混合率が 20% の場合の方が透水係数の増加率が大きい。これはベントナイト量の増加に伴い、ベントナイトの劣化量が増えて透水係数の増加率が大きくなったものと考えられる。つぎに図-4～7 に電気伝導度、pH と排出量の関係を示す。電気伝導度は CaCl_2 溶液の初期値 ($E_0=46.9$ mS/cm) を用いて無次元化している。電気伝導度は実験開始直後から上昇しはじめ、排出量が 50ml を越えた時点で $E_1/E_0=0.7$ を示し、その後は安定している。pH は実験開始直後から低下しはじめ、排出量が 50ml を越えた時点でほぼ安定する。

4. 考察及びまとめ

以下に本研究で得られた成果と課題を示す。

①ベントナイト混合土の透水係数は CaCl_2 である電解質の浸透によって、水道水と比べて 2 オーダー程度上昇するが、ある程度の締め固め度で構築すれば遮水基準である 10^{-6}cm/s 以下となる。②ベントナイト混合率の増加に伴い遮水性能の低下量も大きくなる。③浸出水の浸透量増加に伴う遮水性能低下は見られない。④今後は地下水等によりベントナイト混合土がプレ膨潤した後に浸出水が浸透した場合を想定した遮水性能評価を行う。

《参考文献》1) 西山ほか：処分場人工遮水層の構築に関する施工実証実験、熊谷組技術研究報告

No.58, pp.125-130 (1999)

2) Roslyn T. Stern, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, pp.231-241 (March 1999)

3) James K. Mitchell, Proceedings of the American Society of Civil Engineers SM4 pp.41-65 (July 1999)

表-4 浸透液物性値

浸透液	CaCl_2 溶液	pH	電気伝導度 (mS/cm)
	(mol/l)		
水道水	0	7.76	0.97
CaCl_2 溶液	0.5	9.01	46.9

表-5 透水係数比較

試験ケース	K_1 (cm/s)	試験ケース	K_2 (cm/s)	K_1/K_2
A	$4.0 \cdot E-07$	B	$4.2 \cdot E-09$	95
C	$9.8 \cdot E-08$	D	$7.2 \cdot E-10$	136

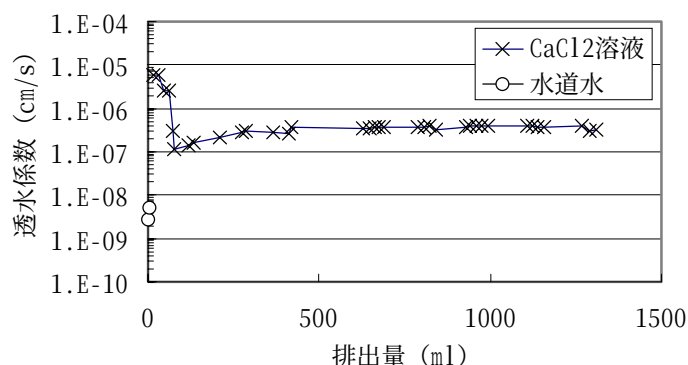


図-2 排出量と透水係数の関係 (Be=10%)

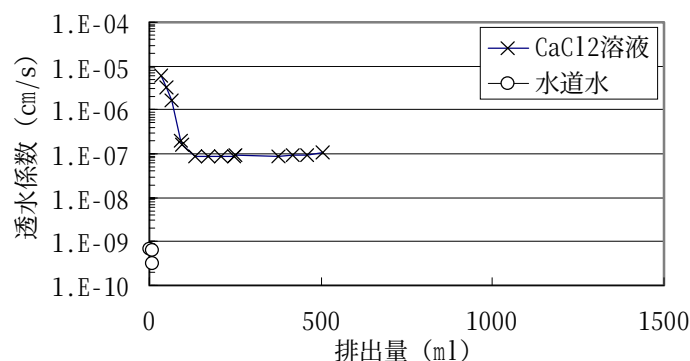


図-3 排出量と透水係数の関係 (Be=20%)

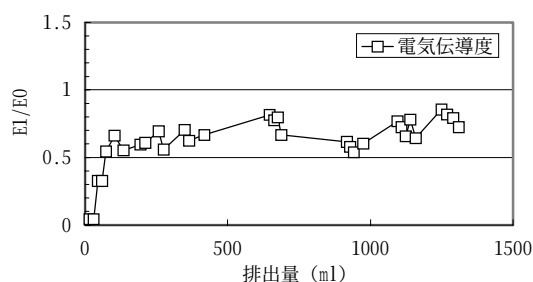


図-4 排出量と電気伝導度の関係 (Be=10%)

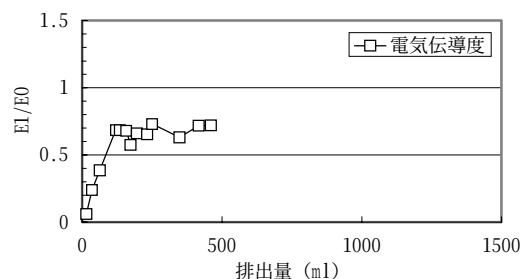


図-5 排出量と電気伝導度の関係 (Be=20%)

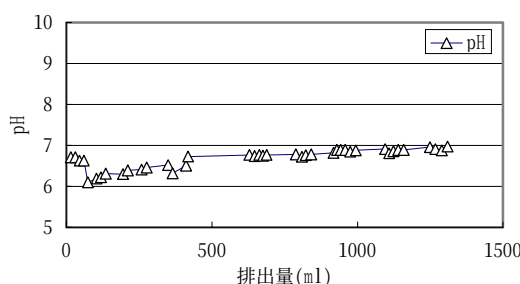


図-6 排出量と pH の関係 (Be=10%)

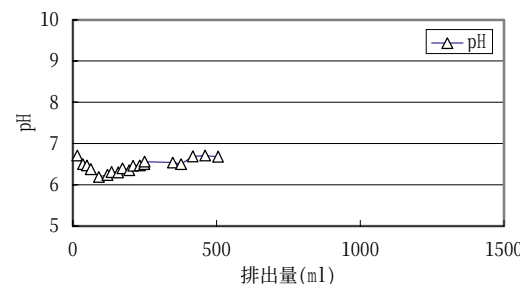


図-7 排出量と pH の関係 (Be=20%)