

浸出液を通水させたベントナイト混合土の透水吸着特性の検討

宇都宮大学大学院工学研究科 学生会員 ○付 強

1. はじめに：

廃棄物は最終的に環境に影響を及ぼさないよう処分する必要があるが、周辺住民の環境汚染への心配があるため、世界的に見ても最終処分場の建設は困難なものになってきている。最終処分場を設置する際に一番問題になるのは、埋立地からの浸出汚水が公共の水域及び地下水を汚染する可能性のあることである。そこで、地下水の汚染を防止するために高い遮水性が要求されるが、遮水工の一つとしてベントナイト混合土を使用することが注目されている。

試験目的：実際に廃棄物最終処分場でベントナイト混合土を用いる場合、廃棄物最終処分場から発生する浸出水による透水係数への影響を考慮する必要がある。そこで、実際に処分場から採取した浸出水を用いて透水試験を行った。後で、ベントナイト混合土透水試験前、後の含有量（Pb,Cd,Cr,Ca,K）を測定し、含有量の変化を評価することを目的としている。また、ベントナイトは重金属の吸着特性があるかどうか、ベントナイトは水と浸出液に対して膨潤体積が違うので、影響原因を調べる。

2. 実験概要：

試料 本研究では母材として碎石土、ベントナイトによる米国産のものをを用いた。

2.1 浸出水を通水させた透水試験

実施した実験ケースはベントナイト添加率 10%と 5%と変えた合計2ケースを行った。



図-1

透水試験はたわみ性壁透水試験装置を用い（図-1）、ASTMD5084 に準拠して透水係数の計測をした。試験では各ベントナイト添加率における最適含水比にて締固めた供試体を用い、側圧 $\sigma_c=0.402$ (MPa)、流入圧 $\sigma_{in}=0.392$ (MPa)、流出圧 $\sigma_{out}=0.372$ (MPa) をかけて飽和させ、流入量と流出量がほぼ一定で、B値が 0.95 以上になったときに飽和状態とみなし透水係数の計測を開始した。このとき、動水勾配は $i=20$ となる。

2.2 含有量、溶出量試験

溶出量試験：①測定の対象とする物質が吸着しない容器に収める。②採取した土壌を風乾し、2mm の目のふるいを通過させて得た土壌十分混合する。③試料（単位 g）と溶媒（純水に塩酸を加え、水素イオン濃度指数が 5.8 以上 6.3 以下となるよう伸したもの）（単位 ml）とを重量体積比 10%の割合で混合し、かつ、その混合液が 500ml 以上となるようにする。試料：50g 溶媒：500ml④常温、常圧で振動機（毎分約 200 回に、振動幅を 4cm 以上 5cm 以下）を用いて、6 時間連続して振動する。⑤10 分から 30 分程度静置後、毎分約 3000 回転で 20 分間遠心分離した後の液を孔径 $0.45\mu m$ のメンブランフィルターでろ過して、これを検液とする。

含有量試験：①測定の対象とする物質が吸着しない容器に収める。②採取した土壌を風乾し、2mm の目のふるいを通過させて得た土壌十分混合する。③試料 6g 以上を量り採り、試料（単位 g）と溶媒（純水に塩酸を加え塩酸が 1 mol/l となるようにしたもの）（単位 ml）とを重量体積比 3%の割合で混合する。④常温、常圧で振動機（毎分約 200 回に、振動幅を 4cm 以上 5cm 以下）を用いて、2 時間連続して振動する。⑤10 分から 30 分程度静置後、毎分約 3000 回転で 20 分間遠心分離した後の液を孔径 $0.45\mu m$ のメンブランフィルターでろ過して、これを検液とする。

測定方法：ICP 発光分光分析法 分光光度計分析法

2.2 膨潤体積

実施した実験ケースは 100ml の水と浸出液にベントナイト 1g、2g、3g、4g の 4 種類と変えた合計4ケースを行った。

キーワード ベントナイト、浸出液、透水係数、重金属

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室 TEL/FAX:028-689-6218

3. 実験結果

3.1 浸出水を通水させた透水試験

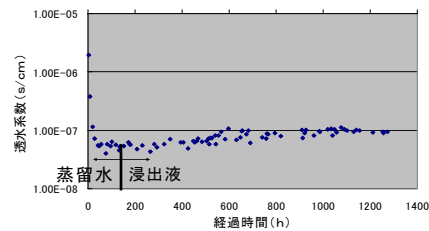


図2 透水係数の経時変化曲線(10%)

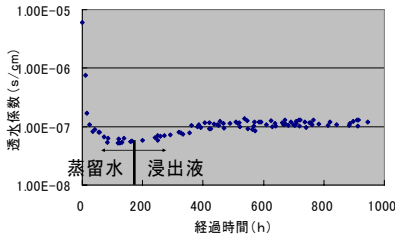


図3 透水係数の経時変化曲線(5%)

図2-3より、透水係数は蒸留水で飽和させて、そして浸出液を通水後も透水係数が低下しており、浸出液が供試体に通水するまでのチューブ間に蒸留水が満たされていたため、浸出液による影響がまだ少ない、徐々に透水係数が低下したと考えられる。浸出液通水後、400時間以降の透水係数が上昇する傾向が見られる。

3.2 浸出水を通水させた透水試験

表1 透水試験流入と流出の含有量実験結果

	カドミウム (mg/l)	鉛 (mg/l)	六価クロム (mg/l)	カルシウム (mg/l)	カリウム (mg/l)
流入(浸出液)	0.014	0.258	0.021	7870	344
流出(添加率 10%)	不検出	0.019	0.002	750	338
流出(添加率 5%)	不検出	0.025	0.003	1180	325

表1より、流入水の重金属含有量より流出水の重金属含有量が小さくなりました。そして、ベントナイトには重金属の吸着力があると考えられる。

表2 混合土透水試験前、後の含有試験結果

	カドミウム (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	六価クロム (mg/kg)	カルシウム (mg/kg)	カリウム (mg/kg)
10%混合土含有量(前)	0.066	4.366	5.200	574	12
10%混合土含有量(後)	0.066	4.333	5.266	1680	13
5%混合土含有量(前)	0.668	4.366	5.200	465	11
5%混合土含有量(後)	0.668	4.366	5.233	1350	12

表2より、2価の陽イオンCaは透水試験後より透水試験前が大きくなりました。そして、2価の陽イオン物質を捕まえる効果があると考えられる。

3.3 膨潤体積試験

表3 膨潤実験結果

	1g	2g	3g	4g
浸出液	3.6	7.3	11	14.1
純水	10.5	21	32	41.5

表3より、実際にベントナイトの膨潤を測定した結果、純水と浸出水で3倍ほどの差がありました。その原因として、強酸や強塩基によって粘土粒子の溶解および多価の陽イオンによるベントナイトの膨潤の阻害があると考えられる。

表4 ベントナイトより浸出液の含有量変化

	カドミウム (mg/l)	鉛 (mg/l)	六価クロム (mg/l)	カルシウム (mg/l)	カリウム (mg/l)
100ml/1g	0.001	0.119	0.002	7790	354
100ml/2g	不検出	0.066	不検出	7710	345
100ml/3g	不検出	0.030	不検出	7620	341
100ml/4g	不検出	0.023	不検出	7530	347

表4より、ベントナイト量の増加しながら、浸出液中に重金属の含有量が減少した、また、2価の陽イオン (Ca) の含有量が小さくなった。ベントナイト中に重金属の含有量が増大した、2価の陽イオンの含有量が大きくなった。そして、ベントナイトには重金属の吸着力がある、2価の陽イオン物質を捕まえる効果があると考えられる。