

III-A 260 ベントナイト混合土に対するピンホール試験

八千代エンジニアリング(株) 正会員 平野 和哉
 建設省土木研究所 正会員 山口 嘉一

新潟県 石平 進 峰村 修

1. はじめに

筆者らは、フィルム遮水材料の分散性を判定するためのピンホール試験(以下PHTと称す)についての研究を進めている^{1)~5)}。

本報では、分散性粘土であるベントナイトとそれと砂の混合土に対してPHTを実施して、砂の混入が分散性判定結果に与える影響を検討する。また、試験中の流出量等の経時変化を分析することにより、ベントナイトの吸水膨張に伴う遮水性回復と分散に伴う化学的ポテンシャルの進展のメカニズムについても考察を加える。

2. 試料と試験方法

試験には、ベントナイト(ケゲルV1)単体(Dmax=0.075mm, 真比重2.6)及びこれに鬼怒川産川砂(Dmax=2.00mm, U_c=3.06, 吸水率2.65%)を混合した試料を用いた。ベントナイト(B)と砂(S)の混合比は、乾燥重量比率で(B/B+S)×100%=15, 30, 45%に設定した。

ベントナイトは膨潤性を有するので、均一な供試体を作製するため、所定の含水比に調整後、72時間放置・膨潤させた試料を用いた。

目標含水比は、ベントナイト単体ではハーバードミニチュア[®]での締固めが比較的容易であった80%とした。混合試料の含水比は、砂の表乾状態の含水比3%とベントナイト単体の含水比80%を基準に混合比率により設定した。試料の粒度分布曲線を図-1に示す。

試験装置は、従来型のものでは、試料が軟らかいため金網に入り込み、締固めが不十分となるばかりでなく、1mmのピンホールを貫通できないため、図-2に示すように供試体両端面をプラスチックプレートで保護する改良型とした。また、通水時のベントナイトの膨潤及び分散の遮水性に与える影響を把握するため、初期通水は表-1に示す3種類の方法で実施した。なお、ケース2と3の初期通水は、ピンホールの再窄孔を容易にするため、供試体を立てた状態で行った。なお、試験判定結果が全て中間ND4となることより、水頭50mm、試験時間10分間で終了している。

3. 試験結果および考察

試験結果を表-2に、流出量の経時変化を図-3に示す。なお、流出量の経時変化は、同一条件では、大きなばらつきは見られないため、2~3供試体の平均値を示している。

ベントナイト単体の判定結果は、流出水の濁りがあり、また、大部分の供試体が、ピンホール孔径の拡大、流量の経時的増加を示したが、試験時間内では、流出量が1.0ml/s以上かつ孔径d=2.0mm以上にならなかったため、判定区分は分散D1, D2ではなく、中間ND4に区分された。

しかし、流出量の経時変化は初期通水条件で異なる傾向を示した。ケース1では解体後のピンホール径の測定結果からも明らかのように、ベントナイトの膨潤による遮水性回復機能の効果が比較的大きいため、流出量の経時的な増加が極めて小さいのに比べて、ケース2, 3では分散による粒子流亡が優るため時間とともにほぼ同様な漸増傾向を示した。また、試験開始直後の流出量もケース1<<ケース2<ケース3の順に大きくなった。

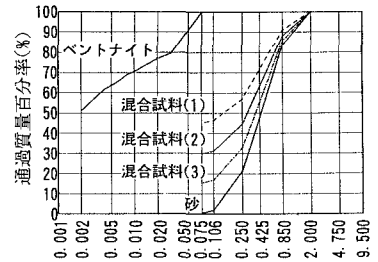


図-1 試料の粒度 粒径(mm)

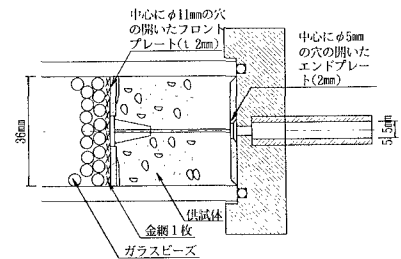


図-2 試験装置(改良型)

表-1 初期通水方法

名称	初期通水方法(手順)
ケース1 (通常法)	① 試験装置にセットしてh=20mmで2分間安定通水 ② h=50mmの本試験
ケース2	① モールドを立ててh=20mmで2分間予備通水 ② 再度ピンホール(d=1.0mm)をあける ③ h=50mmの本試験
ケース3	① モールドを立ててh=20mmで2分間予備通水 ② 再度ピンホール(d=1.0mm)をあける ③ モールドを立ててh=20mmで2分間予備通水 ④ 再度ピンホール(d=1.0mm)をあける ⑤ h=50mmの本試験

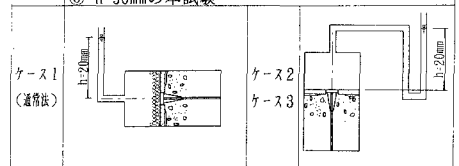


表-2 PHT結果

試料名	ベントナイト混合率 (%)	初期通水方法	試験含水比 w(%)	乾燥密度 ρd (g/cm³)	判定項目									判定
					流出量 Q (ml/s)			流出色の色調 ^{#2}			孔径 ^{#3}			
					0.5φ	5.0φ	10.0φ	増分 ^{#4}	0.5φ	5.0φ	10.0φ	d (mm)		
ベントナイト単体	100.0	ケース1 (通常法)	80.4	0.841	0.02	0.03	0.13	0.11	④	④	④	0.7	中間ND4	
			80.4	0.843	0.04	0.06	0.31	0.27	④	④	④	1.0	中間ND4	
			79.6	0.850	0.01	0.02	0.07	0.06	④	④	④	0.7	中間ND4	
		ケース2	80.1	0.845	0.23	0.43	0.86	0.63	④	④	③	1.5	中間ND4	
			80.1	0.846	0.42	0.69	1.02	0.60	④	④	③	1.8	中間ND4	
			79.6	0.849	0.38	0.58	0.92	0.54	④	④	③	1.8	中間ND4	
ケース3	79.6	0.851	0.35	0.64	0.94	0.59	④	④	③	1.8	中間ND4			
	79.6	0.846	0.45	0.74	1.00	0.55	④	④	③	1.8	中間ND4			
	37.2	1.348	0.22	0.48	0.80	0.58	④	④	④	1.8	中間ND4			
混 合 料 (1)	45.0	ケース2	37.2	1.385	0.14	0.34	0.71	0.57	④	④	④	1.7	中間ND4	
			37.1	1.347	0.23	0.33	0.53	0.30	④	④	④	1.2~1.7	中間ND4	
			37.1	1.327	0.25	0.42	0.89	0.64	④	④	③	1.8	中間ND4	
		ケース3	37.1	1.343	0.31	0.41	0.87	0.56	④	④	③	1.7~1.8	中間ND4	
			25.9	1.549	0.22	0.13	0	—	④	④	④	1.3~1.5x	中間ND4	
			25.9	1.542	0.23	0.11	0.03	—	④	④	④	1.3~1.5x	中間ND4	
ケース2	25.8	1.542	0.27	0.08	0.04	—	④	④	④	0.5x	中間ND4			
	25.8	1.544	0.28	0.08	0.04	—	④	④	④	0.5x	中間ND4			
	25.8	1.553	0.26	0.25	0.21	—	④	④	④	1.5x	中間ND4			
混 合 料 (2)	30.0	ケース3	14.4	1.408	0.16	0.03	0.01	—	④	④	④	0.5x	中間ND4	
			14.4	1.409	0.09	0.04	0.02	—	④	④	④	0.5x	中間ND4	
			14.4	1.380	0.38	0.10	0.08	—	④	④	④	0.5x	中間ND4	
		ケース2	14.4	1.393	0.28	0.07	0.05	—	④	④	④	0.5x	中間ND4	
			14.4	1.383	0.61	1.10	1.16	0.55	④	④	③	3.0	中間ND4	
			14.4	1.386	0.76	1.07	1.14	0.38	④	④	③	3.0	中間ND4	
ケース3	14.4	1.386	0.76	1.07	1.14	0.38	④	④	③	3.0	中間ND4			
	14.4	1.386	0.76	1.07	1.14	0.38	④	④	③	3.0	中間ND4			
	14.4	1.386	0.76	1.07	1.14	0.38	④	④	③	3.0	中間ND4			

#1 乾燥重量比率: (B/B+S)×100%。ここに、B:ベントナイト、S:砂。
 #2 色調は次のように区分した。①:きれい ②:ごくわずかに濁る ③:わずかに濁る ④:濁る。
 #3 試験終了時の平均孔径を示す。×印は、孔径測定時の観察でベントナイト膨潤に起因する目詰まりが認められた供試体。
 #4 試験開始から終了までの流出量の増加量。—は試験中に目詰まりが生じた供試体。

混合試料の判定結果も、ベントナイトの混合比率にかかわらず、単体と同様に全て中間ND4となったが、流出量の経時変化には初期通水条件とともに、ベントナイトの混合比率の違いによる差が見られた。

混合試料(1)(B/B+S=0.45)では、ベントナイト単体と同様に、通水条件ケース2、3とも経時的に流出量の漸増傾向が認められた。一方、混合試料(2)(同0.30)では、通水条件ケース2、3ともに経時的にピンホールの目詰まりが生じ流出量は減少した。混合試料(3)(同0.15)も通水条件ケース3を除いて、混合試料(2)と同様にピンホールの目詰まりが生じ流出量は減少した。なお、ベントナイトの膨潤に伴う目詰まりが生じた以外の供試体の流出量の試験開始から終了までの増分は、通水条件によらず概ね等しくなった。

通水条件の影響について考察を加えると、初期通水開始直後は、ベントナイトの混合率の差によらず、吸水膨潤によりピンホールが狭まると考える。その後、初期通水条件(再穿孔・予備通水の回数)の違いによって、本試験通水時の膨潤による遮水性回復の程度は、ケース1>ケース2>ケース3の順に低減し、これに対応して、化学的ハレーションに対する抵抗性も小さくなると考えられる。

次に、ベントナイト混合率の差によるベントナイトの吸水膨潤に伴う遮水性回復機能は、ベントナイトの混合率が多くても少なくとも小さくなり、ある混合比率の時に最も大きくなると考えられる。本検討の結果ではその値が30%であり、また、この傾向は供試体密度の大小関係とも対応している(表-2参照)。今後は試験の継続時間を長くした場合の検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 中村昭, 山口嘉一, 小川直樹: フィルダム遮水材料の分散性の判定, ダム技術, No. 84, 1993年9月.
- 2), 3) 山口嘉一他: ピンホール試験用供試体の作製方法に関する考察(その1, その2), 第29回土質工学研究発表会, 1994年7月.
- 4) 山口嘉一, 小川直樹他: ピンホール試験の試験水に関する検討, 第29回土質工学研究発表会, 1994年7月.
- 5) 山口嘉一, 中村昭: フィルダム遮水材料に対する長時間ピンホール試験, 第30回土質工学研究発表会, 1995年7月.

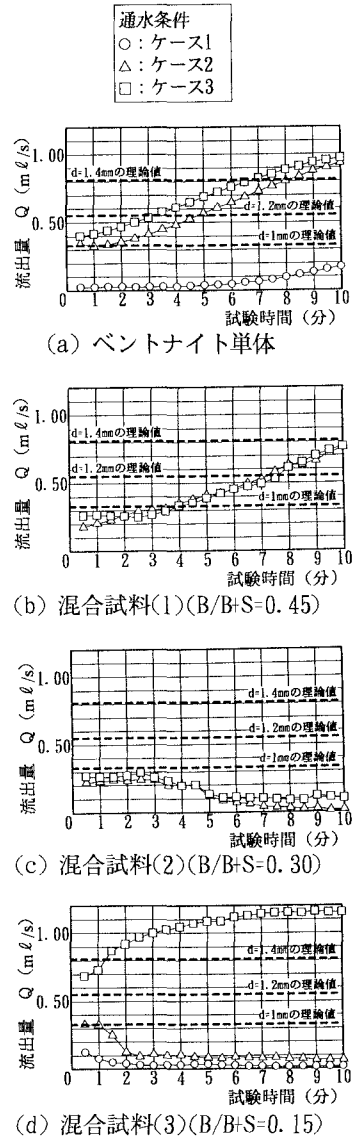


図-3 試験時間と流出量の関係 (2~3供試体の平均値)