

セメントを添加した気泡安定液とベントナイト安定液の挙動

早稲田大学 学生会員 ○内山 史基
 早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一
 (株)前田建設工業 正会員 安井 利彰

1. 実験目的

我々はベントナイト安定液と気泡安定液のそれぞれに対してセメント添加量による流動性、懸濁性の違いを比較し確認することを目的とし実験を行う。

またセメントと似た粒径で尚且つセメントのように固化しない試料とも比較することで、セメント添加による影響をより明確に確認することができると考えられる。このような資料に我々は石灰石を細かく砕いた石粉を使用することにした。

2. 実験概要

まず流動性、すなわち TF 値がほぼ等しくなるような気泡安定液とベントナイト安定液を作製した。TF 試験は試料作製直後及び 1 時間後に行い、また 1 時間経過後における安定液の分離状況を、密度比を測定することで確かめた。さらに 2 つの安定液に所定のセメント添加率毎のセメントスラリー(W/C は一定)を添加し同様の実験を行った。7 日経過後一軸圧縮試験を行った。

使用する試料土が砂のみであるため、W/C=100%では流動性が高すぎて TF 値が計測可能範囲を超えてしまうことがこれまでの実験の経験から言える。さらに、今回はセメント添加量を増加させつつ、つまり全体の加水量をも増加させながら安定液の流動性の変化を確認したい。そのため、すべてのケースで安定液が測定可能な TF 値を示すように(目安:200~250)、W/C の値を 60%に減らして試験を行った。

ベントナイト安定液及び気泡安定液を用いた場合の試料の配合をそれぞれ表 1、表 2 に示した。

表 1. ベントナイト安定液を用いた実験の配合

ケース	土質	設定含水比	試料(g)	水(g)	ベントナイト液(g)	セメント、石粉添加量(g)	w/c	セメント、石粉添加水(g)	全体含水比
be-0	K5	5.0%	2000	100	568.18	0.00	60%	0.00	31.8%
be-C.1100		5.0%	2000	100	568.18	110.86	60%	66.52	33.2%
be-C.1200		5.0%	2000	100	568.18	221.73	60%	133.04	34.6%
be-C.1300		5.0%	2000	100	568.18	332.59	60%	199.56	35.7%

※ベントナイト液はベントナイト:水:CMC=490:20:2.5 である。

表 2. 気泡安定液を用いた実験の配合

ケース	土質	設定含水比	試料(g)	水(g)	気泡添加率	気泡添加量(g)	セメント、石粉添加量(g)	w/c	セメント、石粉添加水(g)	全体含水比
ki-0	K5	5.0%	2000	100	0.50%	10	0.00	60%	0.00	5.5%
ki-C.1100		5.0%	2000	100	0.50%	10	110.86	60%	66.52	8.4%
ki-C.1200		5.0%	2000	100	0.50%	10	221.73	60%	133.04	10.9%
ki-C.1300		5.0%	2000	100	0.50%	10	332.59	60%	199.56	13.3%

3. 実験手順

- ① 上記の表 1 に示した配合でベントナイト混合液を作成し、1 日放置する。
- ② 表 1,2 に示す通りに配合し、攪拌混合する。
- ③ TF 値、上下分割モールド(内径 9cm、高さ 10×2=20cm)に入れて質量を測定する。
- ④ 1 時間後、上下のモールドそれぞれで TF 値を測定する。また下部モールドの質量を測定し、上下間の重量(または密度)を比較する。上部モールド内の土が沈下している場合は、密度を測定するためにその沈下量を測定する。
- ⑤ セメント添加率 100 以上のケースでは 7 日の一軸圧縮強度も測定した。

キーワード 気泡安定液,ベントナイト安定液,セメント,

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 西早稲田キャンパス 58 号館 205 号室 TEL. 03-5286-3405

4. 実験結果と考察

実験結果を表3に示し、結果をグラフにまとめる

表3 試験結果

ケース	作製直後		作製一時間後					
	密度 (g/cm ³)	TF(mm)	上部密度 (g/cm ³)	下部密度 (g/cm ³)	密度比	上部TF (mm)	下部TF (mm)	平均TF (mm)
be-0	1.84	205	1.83	1.85	1.02	185	195	190
be-C100	1.89	255	1.85	1.92	1.04	250	230	240
be-C200	1.86	234	1.82	1.89	1.04	130	132	131
be-C300	1.84	200	1.79	1.88	1.05	140	122	131
be-I100	1.85	250	1.81	1.90	1.05	248	237	243
be-I200	1.88	257	1.80	1.95	1.08	270	227	249
be-I300	1.88	273	1.77	1.99	1.12	280	230	255
ki-0	1.19	200	1.20	1.19	0.99	190	195	193
ki-C100	1.28	197	1.28	1.29	1.01	186	183	185
ki-C200	1.41	205	1.41	1.41	1.00	206	190	198
ki-C300	1.50	230	1.48	1.52	1.02	225	207	216
ki-I100	1.29	213	1.28	1.29	1.00	212	212	212
ki-I200	1.41	238	1.39	1.42	1.02	240	226	233
ki-I300	1.47	245	1.47	1.48	1.01	250	233	242

※グラフに使用している TF 値は上下の平均値

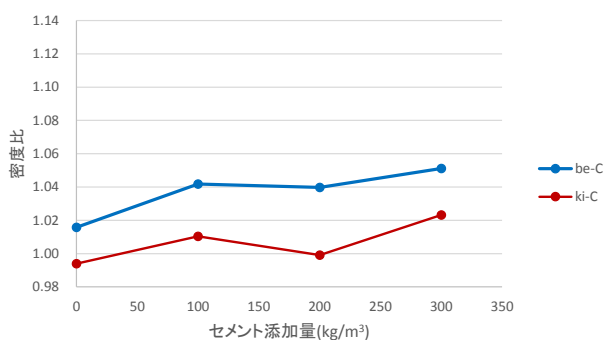


図2 セメント添加量による密度比の変化

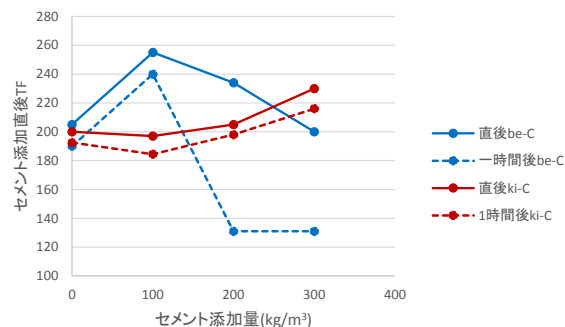


図1 セメント添加量による TF 値の変化

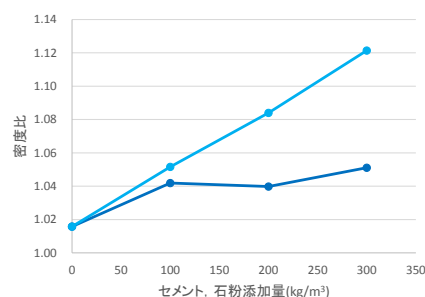


図3 ベントナイト安定液における
セメント、石粉添加量による密度比の変化

図1からベントナイト安定液のセメント添加量 200kg/m³ のケースから TF 値が著しく減少している。これはセメント添加量 200kg/m³ 付近で加水の影響よりも電荷中和による凝集効果¹が優った事を示している。

図2から気泡安定液のケースは分離抵抗性においてベントナイト安定液より優っていることが分かる。またこの結果からセメント添加量 0kg/m³ の時にも双方に差が見られる。これにより密度比に関しては電荷中和による凝集効果だけではなく、改良土の含水比も大きく関わっていることが考えられる。しかし、セメント添加量 0kg/m³ の時の TF 値が示しているが、双方の流動性は同程度である。同程度の流動性を示し、また使用する水の量が少ない気泡安定液は廃土の観点からもベントナイト安定液を上回っていると考えられる。

図3からベントナイト安定液ではセメントを添加した影響が大きく現れているが、気泡安定液ではベントナイト安定液ほど大きな差はない。このことからベントナイト安定液の分離抵抗性はセメントを添加際に生じる電荷中和による凝集効果によって高くなっていることが考えられる。

4. まとめ

ベントナイト安定液はセメントを添加する事で電荷中和による凝集効果が起こり、流動性、分離抵抗性が低下していく事が分かる。また気泡安定液ではセメントを添加しても流動性、分離抵抗性を保持出来ている事が分かる。このことから安定液にセメントを添加する際はベントナイト安定液よりも気泡安定液の方が流動性、分離抵抗性において優れていることが分かる。

また安定液にセメントを添加しない際の流動性がほぼ同等なのに対して、互いの含水比には大きな違いがみられる。これは気泡安定液を使用する方がより少量の水でも施工できること、また廃土の軽減が可能であることを示している。

¹ 平岡 成明 “地中連続壁の安定液” 山海堂 1991 年 pp186-pp187