

III-B 282 CBグラウトにおけるベントナイトの脱水収縮現象に関する実験

日特建設㈱ 正会員 ○ 阿部義宏
建設省土木研究所 正会員 山口嘉一
建設省北陸地方建設局 中村 昭

1. はじめに

CBグラウトは、ダム基礎岩盤を対象としたグラウチングで一般的に用いられるセメントミルク（セメントと水を混合した注入用流体）にベントナイトを加えて、その安定性を向上させた注入用流体である。一般にベントナイトがCBグラウトの安定性を高めるはたらきを十分に引き出すには、ベントナイトを事前膨潤させておく必要があると考えられている。

しかし筆者らが過去におこなったCBグラウトの安定性試験の中には、事前膨潤させたベントナイトと未膨潤ベントナイトをそれぞれ混合したCBグラウトのブリージング率の差異が明確にあらわれず、ベントナイトの事前膨潤の有効性をうまく説明することができないものがあつた（図-1参照）^{1),2)}。ただしAはセメントミルク、Bは事前膨潤させたベントナイトをセメント重量の5%混合したCBグラウト、B'は未膨潤ベントナイトをセメント重量の5%混合したCBグラウト、Cは事前膨潤させたベントナイトをセメント重量の10%混合したCBグラウト、C'は未膨潤ベントナイトをセメント重量の10%混合したCBグラウト、また各グラウトとも固体粒子と分散媒の重量比を2としている。

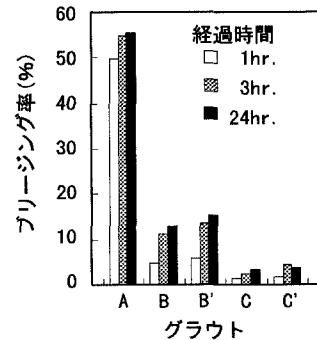


図-1 セメントグラウトの安定性

CBグラウト中では、セメントから電離した電解質や混合液の濃度を薄めようとする浸透圧の作用によって、ベントナイトの膨潤が抑制されるだけでなく、事前膨潤させたベントナイトがその構造中に取り込んだ水分を失って収縮する現象、すなわち脱水収縮現象が発生する可能性がある。したがって、もし事前膨潤させたベントナイトが脱水収縮現象の影響を強く受けるならば、これがベントナイトの事前膨潤の有無によるCBグラウトのブリージング率の差異が小さくあらわれる理由の一つになりうると考える。

そこで本報では、事前膨潤させたベントナイトに、セメントミルクのブリージング水などの電解質水溶液を作用させて、ベントナイトの性状の変化を観察し、CBグラウト中のベントナイトに発生する脱水収縮現象の程度を定性的に把握することを試みた。

2. 実験方法

表-1 分散媒として用いた水道水および電解質水溶液

ベントナイト、水（水道水、20℃）、セメントは、過去のCBグラウトの安定性試験^{1),2)}と同じものを用いた。また表-1に分散媒に用いた電解質水溶液（20℃）を示す。

実験は、ベントナイトの自由膨潤量を測定する試験方法⁴⁾を参考にして、次のような手順でおこなった（図-2参照）。

水道水および電解質水溶液	記号	pH	電気伝導率 (mS/cm)
水道水	W	7.3	0.2
1規定硫酸水溶液	H ₂ SO ₄	0.98	180.8
1/2規定水酸化ナトリウム水溶液	NaOH	13.04	58.5
人工海水	Br	7.84	54.0
セメントミルク(W/C=3)のブリージング水	BI	12.73	13.8

①ベントナイト2gを分散媒100mlに少量ずつに分けて静かに加え、試験体とする。試験体は、分散媒に水道水を用いたものを5個、同様に硫酸水溶液、水酸化ナトリウム水溶液、セメントミルクのブリージング水、人工海水を用いたものを各1個として、計9個とする。

②各試験体を24時間静置する（ベントナイトの事前膨潤）。

③各試験体に堆積したベントナイトの見かけの容積（膨潤力、単位 $\text{ml}/2\text{g}$ ）を読み取る。

④分散媒に水道水を用いた試験体 5個のうち 4個から水道水50 ml を抜き取り、それぞれに硫酸水溶液、水酸化ナトリウム水溶液、セメントミルクのブリージング水、人工海水を50 ml 加える。ただしここで加える電解質溶液は、混合後に表-1の濃度を示すようにあらかじめ調整したものを使用する。なおこれらの操作で、堆積したベントナイトを乱さないように注意する。

⑤分散媒に水道水を用いた試験体のうち④の操作をおこなっていない 1個と、分散媒に硫酸水溶液、水酸化ナトリウム水溶液、セメントミルクのブリージング水、人工海水を用いた試験体各 1個について、それぞれの分散媒を50 ml 抜き取り、これを再び試験体に戻す操作をおこなう。④と同様に、これらの操作で、堆積したベントナイトを乱さないように注意する。

⑥各試験体をさらに24時間静置する。

⑦各試験体に堆積したベントナイトの見かけの容積（膨潤力、単位 $\text{ml}/2\text{g}$ ）を読み取る。

3.実験結果（図-3参照）

①はじめから電解質水溶液を分散媒としたベントナイトの膨潤力は、水を分散媒としたベントナイトのそれに比べて低い値を示す。

②分散媒を水から電解質水溶液に変更したベントナイトは、膨潤力が増加する。ただし通常の膨潤力の増大とは違い、状態の異なったいくつかの層が形成される点に特徴がある。

4.まとめ

本報の実験で求めた膨潤力だけでは、CBグラウト中で事前膨潤させたベントナイトに生じる脱水収縮現象の程度を把握することは困難であった。この原因は、過度の膨潤により分散したベントナイトが、電解質の作用で凝集かつ沈澱して、ベントナイトに状態の異なったいくつかの層が形成されたことにあると考える。今後こうした実験をおこなうには、ベントナイトが分散を生じないように水量を少なくするなどの工夫が必要である。

しかし観察の結果、分散媒を水から硫酸水溶液、水酸化ナトリウム水溶液に変更したベントナイトの堆積層の表面に多くのひび割れが確認された。ひび割れ部分を除いたベントナイトの容積を正確に測定することは困難であるが、ベントナイトの容積が見かけより小さいことは明らかである。こうしたひび割れは、事前膨潤させたベントナイトが脱水収縮を生じた結果としてあらわれた現象ではないかと考える。

ベントナイトの事前膨潤の有無によるCBグラウトの安定性の差異が小さくあらわれる要因としては、ベントナイトの脱水収縮現象以外に、攪拌方法、ベントナイトの種類による影響などが考えられる。CBグラウトを取り扱う場合には、これらの点についても十分に注意する必要があると考える。

参考文献

- 1) 中村 昭, 山口嘉一, 阿部義宏, 近藤三三 (1995) : 膨潤促進剤を添加したCBグラウトに関する基礎的実験, 第30回土質工学研究発表会講演集, pp.2087-2088.
- 2) 山口嘉一, 中村 昭, 阿部義宏 (1995) : 膨潤促進剤を添加したCBグラウトに関する基礎的実験(その2), 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集, 第6部, pp.566-567.
- 3) 嘉門雅史, 浅川美利 (1988) : 土の力学(I) 新体系土木工学16, (社)土木学会編, 技報堂出版(株), p.169.

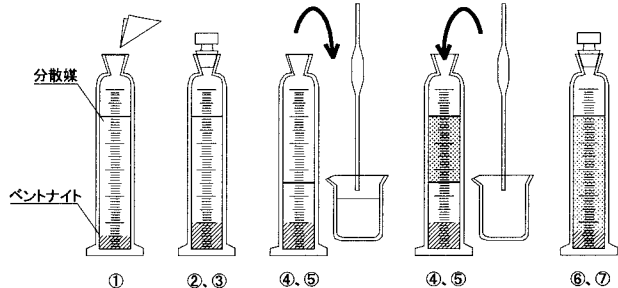


図-2 実験の手順

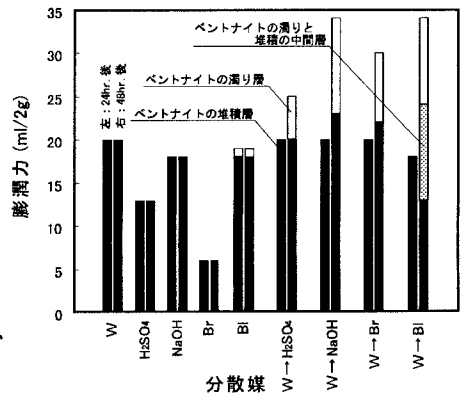


図-3 分散媒とベントナイトの膨潤力