

III-779 止水用裏込め注入材としてのベントナイト／アルコールスラリー

清水建設株式会社技術研究所 正会員 堀内澄夫

はじめに さまざまな建設工事で止水用裏込め注入材が使用されている。材料としては、水ガラス系薬液やセメント系スラリーなどがあるが、長期耐久性や地盤変位への追従性などの点で問題があった。

ベントナイトは自己修復性の高い止水材であり、パネル成型材や締固め材は防水用として使用されている。しかしポンプ注入可能な流動性を得るためには多量の水の添加が必要であり、注入後も容易に流動化するため裏込め注入材として利用できなかった。

ベントナイトのスラリー化に多量の水を要するのは、主成分であるスメクタイトが荷電し多量の水が吸着するためである。アルコールを用いてスラリー化すると荷電しないために水に比較して少ない質量でスラリー化できる(堀内:1992)。このスラリーは注入後に水とアルコールとが置換して膨潤し、高い密着性、十分な強度、高い止水性、を確保できると考えられる。しかし水中の空隙に打設したときの形状や打設後の膨潤の状態などが未確認であった。

今回、エタノール/ベントナイトスラリーを用いて水中打設試験と膨潤量測定試験を進めた。その結果、エタノール/ベントナイトスラリーの裏込め注入材としての高い適用性を確認できた。

1. 検討方法

(1) 使用材料 ベントナイトは前報(堀内:1992)のC-300(泥水掘削用300メッシュ)を使用した。有機溶媒として試薬用無水エタノールを、水は水道水を用いた。ベントナイトとエタノールとの混練には原則としてホバート型ミキサーを使用した。両材料は容易に混合できるため少量の試料調製には金属のへらを用いて手で攪拌した。

(2) 実験方法 スラリーは一軸連続ポンプを用いて水底から静かに打設し、試料の形状変化を観察した。膨潤量は1lのメスシリンダと圧密試験機を用いて測定した。試料の高さはそれぞれ1.2~1.8cmと14cmとし、スラリーの上面のみ水と接触させた。圧密試験機では1~10kPaの圧力を作用させた。

2. 実験結果と考察

図-1は、エタノール/ベントナイト質量比(E/B)

と、スランプ値(15cmコーン)との関係である。石炭灰スラリーではスランプ値11cm程度が水中打設に適している(Horiuchi:1992)ため、E/B=89%と100%のスラリーを135l

の水槽中に水中打設した。いずれのスラリーも問題なく打設できたが、打設試料の表面には深さ10~20mmのひだ状の凹凸が発生しており、89%試料に特に顕著であった。図-2は水槽側面から観察した形状変化であり、以下の事項が明らかである。

- ①スランプ値の低下にともなって打設試料の勾配が増し、E/B=89%では打設直後の形状を保てない。
- ②打設試料は材令の進行とともに膨潤し、打設時にできた試料表面の凹凸がなめらかとなる。

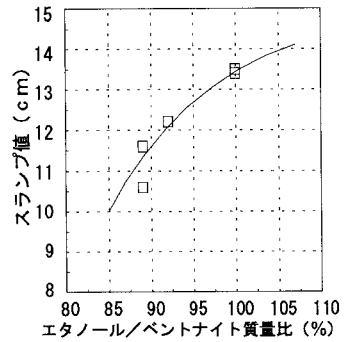


図-1 ベントナイト/エタノールスラリーの流動性

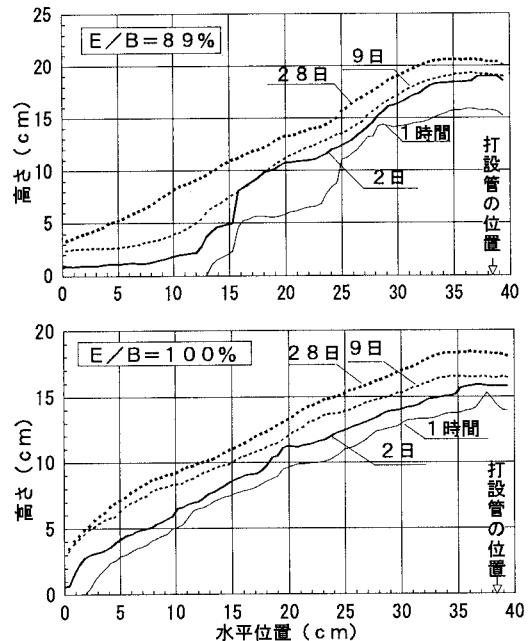


図-2 水中打設試料の形状

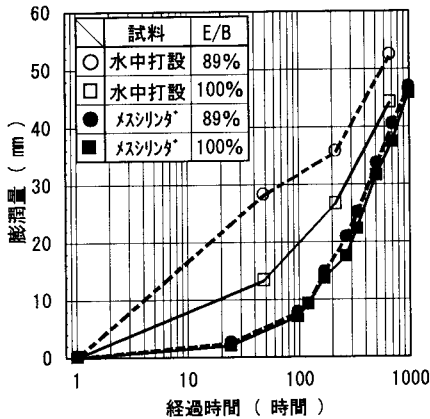


図-3 打設試料の膨潤高さ

アルコールと水との置換は接触面から進行してゆくと考えられる。このため、試料が十分に厚く、また試験によって試料厚さが異なっている場合には、膨潤量は試料の高さの変化量で比較すべきである。図-3は打設試料の膨潤量を示している。ここでは、図-2の水平位置30~35cmにおける試料の平均高さの変化を膨潤高さとしている。図中にはメスシリンダ中で測定した値もプロットした。図のように、打設試料ではスラリー中のベントナイト量が増すと膨潤量も大きくなるが、メスシリンダ試料ではその影響がほとんどない。また、打設試料とメスシリンダ中の試料とを比較すると、100時間までは打設試料の膨潤量が大きい、1000時間近くになると差は10 mm 程度となり差がなくなってくる。このような現象は、試料の表面状態の違いによっていると考えられる。すなわち、打設試料に存在するひだ状の凹凸が水との接触面積を増し、水とアルコールとの置換を大きくする。膨潤はひだが消しさ、また試料の透水性を低下させるため、時間経過とともに膨潤量は同程度となってゆく。

図-4に圧密試験機を用いた膨潤量の測定結果を示す。試験開始直後は圧密圧力によって若干の沈下を示すが、数時間で膨潤しはじめる。膨潤量は圧密圧力の増加とともに低下している。図-5に試験開始後324時間での膨潤量と圧力との関係を示す。図のように E/B=89%で70kPa、100%で25kPaで膨潤量は0mmとなる。このため、水中打設試料は25~70 kPaの膨潤圧を示すものと考えられる。

膨潤試験終了後、圧密圧力1kPaの2試料にベーンを挿入し強度を把握した。結果はいずれの試料も2kPa

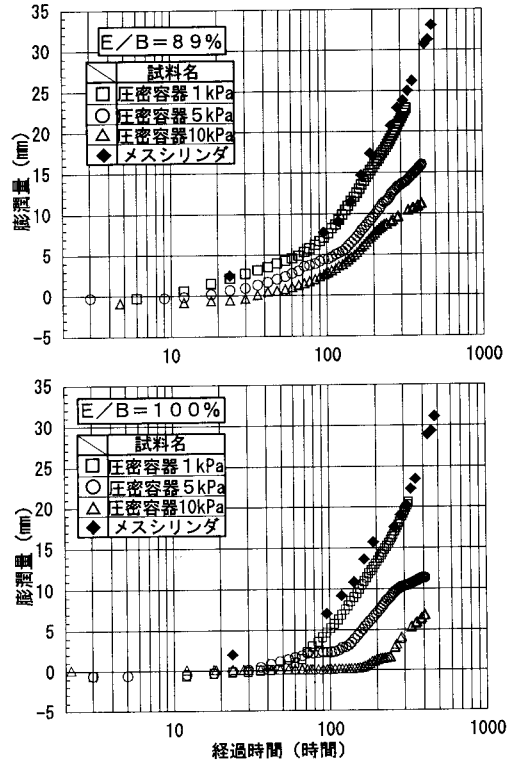


図-4 膨潤量の経時変化

程度のせん断強さを発揮していた。試料の強度は水との置換が進むに従って大きくなると考えられるので、圧密容器中であっても水との置換が進んでいる上部に比較して下部

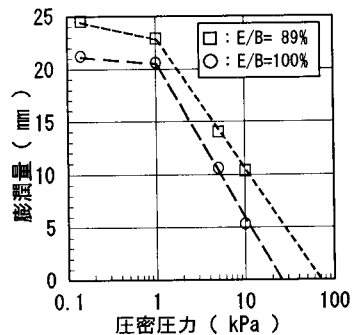


図-5 膨潤量と圧密圧力

の強度は低かったものと推察できる。このため、水との置換が進行すれば2kPa以上のせん断強さが発現するものと予想できる。

おわりに E/B=100%前後のエタノール/ベントナイトスラリーは自己修復性裏込材として高い可能性を持つことが確認できた。今後、詳細部を詰めるとともに施工実験を通じて有効性を実証してゆきたい。

参考文献

堀内(1992); 第47回土木学会全国大会, III, pp.1024-1025
Horiuchi(1992); J.Mater.Engrg., ASCE,4(2), pp.117-133