

生石灰改良を施した改質土の遮水材としての膨潤性能改善効果の検討

福岡大学工学部 学生会員 増永 翔吾 嶋村 淳平
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣

1. はじめに ソイルベントナイト[®](以後、SB)は、原位置土とベントナイトを混合・攪拌することによって造成される混合土であり、難透水性を有する遮水材料である。また、SB 自身の自己修復機能により、クラックが生じた場合でも経時的に遮水性能が再現できるという特徴を有している¹⁾。本研究は SB が有するこれらの特徴に着目し、ため池底泥や浚渫土のような高含水比かつ高有機質な土(以後、低品質発生土)を改良し、ベントナイトを添加して自己修復性を持たせた高機能遮水材の開発を目指している。一般的に、安定処理を施した改質土は pH が高く、ベントナイトを混合させても主要構成物であるモンモリロナイトが溶解・変質し、膨潤性能が得られにくいことが報告されている²⁾。そこで本研究は、生石灰処理を施したアルカリ性を呈する改質土に膨潤促進材及びフミン酸を加え、膨潤性の向上を図った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いた試料 実験

には木節粘土を使用し、含水比を調整することで現場から採取される低品質発生土を模擬した(以後、模擬土)。図-1に示すコーン指数試験結果から、木節粘土の含水比を 24.7%に調整して第 4 種建設発生土(コーン指数 $q_c=200\text{kN/m}^2$ 以上)を再現した。また、比較材料として

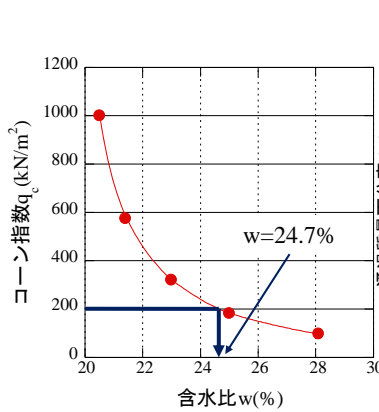


図-1 コーン指数試験結果

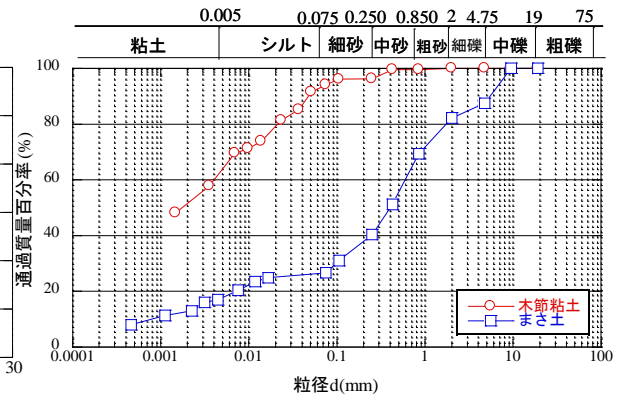


図-2 粒径加積曲線

まさ土を用いており、表-1に両試料の物理特性、図-2に粒径加積曲線を示す。なお、実験には Na 型のベントナイト

表-1 物理特性

試料	土粒子密度 ρ_d (g/cm^3)	自然含水比 w_0 (%)	最適含水比 w_{opt} (%)	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	細粒分含有率 Fc (%)	強熱減量 Ig-Loss (%)
木節粘土	2.594	0	18.0	1.649	68.8	7.3
まさ土	2.780	19.8	23.0	1.667	19.8	6.5

2-2 実験方法 図-3に示す2つの検討

項目に従い、模擬土の乾燥質量に対し生石灰を 5%添加して改質土を作製した。検討①では、この改質土に PS 灰を主体とした膨潤促進材を模擬土の乾燥質量に対し 2.5, 5.0, 10%添加した後 24 時間静置し、締め試験を行い、最適含水比の状態ベントナイトをそれぞれ 10%添加して遮水材を作製した。一方、検討②では膨潤促進材を 5, 10%添加した後に補助材としてフミン酸を 5, 10%添加し 1 日養生させた後にベントナイトを 10%添加して遮水材を作製した。ここでフミン酸は、カルシウム補足性に富み、セメントの水和生成物である Ca イオンを消費して水和反応による硬化を阻害することで知られている。そこで、この効果を逆手に取り、生石灰添加によりカルシウム過多になった改質土のカルシウムを補足し、ベントナイトの膨潤性能を向上させる効果を期待し添加したものである。まさ土に関しては、炉乾燥質量に対してベントナイト 10%を加えて膨潤力試験を実施した。

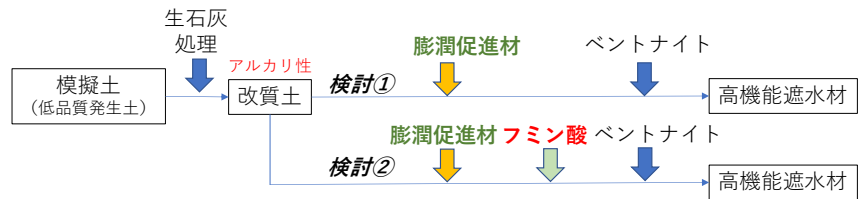


図-3 低品質発生土の処理フロー

表-2 実験条件

サンプル	膨潤促進材 (%)	補助材 (フミン酸) (%)	Na型ベントナイト (%)
模擬土	2.5	0	10
	5.0	5	
	10	10	

膨潤力試験は、シリンダーに 100mL の水を加え、2g の試料を 0.2g ずつ、10 回に分けて入れ供試体を作製した。その後、7 日間膨潤量を測定し、変形量を供試体高さの初期値で除して膨潤率 ϵ_s (%)を求めた。また実務における施工性を考慮し、コーン指数の把握を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 膨張促進材混合による効果の検証 図-4

に改質土に膨潤促進材を加えた締固め試験結果を示す。いずれの条件においても膨潤促進材の増加に伴い、最大乾燥密度は減少し、最適含水比は増加する傾向が見られた。これらの最適含水比の結果を基に膨潤性を有する遮水材の作製を行った。図-5に遮水材のコーン指数試験結果を示す。本検討では、施工機械のトラフィカビリティーを確保するために必要な支持力の目安となるコーン指数 $q_c=490\text{kN/m}^2$ を目標強度とした³⁾。膨潤促進材の増加に伴い、コーン指数は減少しているものの、いずれの条件でも目標値である $q_c=490\text{kN/m}^2$ 以上を満たしていることが分かる。図-6に膨潤力試験結果、図-7にpH測定結果を示す。ベントナイト単体の膨潤率は7日目で32.6%を示す結果が得られた。まさ土にベントナイト10%を混合した条件については、ベントナイト単体の膨潤率より低いものの、8.1%まで増加することが分かる。これは、まさ土のpHが約8.0と中性に近いことから、ベントナイトの有する膨潤性が機能したと考えられる。今回、膨潤作用を促すために用いた条件においては、添加率に関係なくpHはアルカリ性を示しており、膨潤率に変化はなかった。

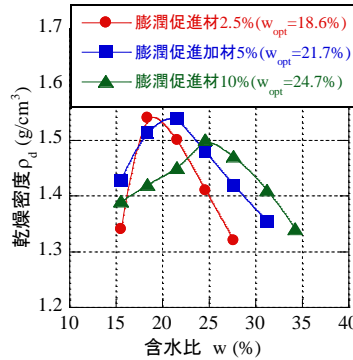


図-4 締固め試験

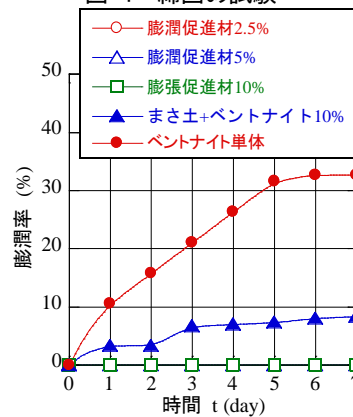


図-6 膨潤力試験結果

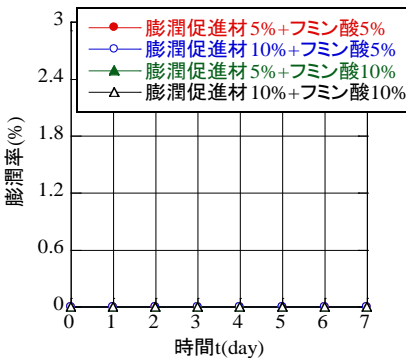


図-8 膨潤力試験結果

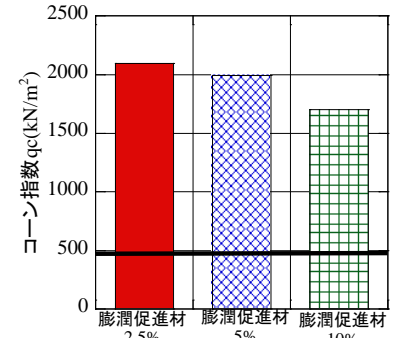


図-5 コーン指数試験結果

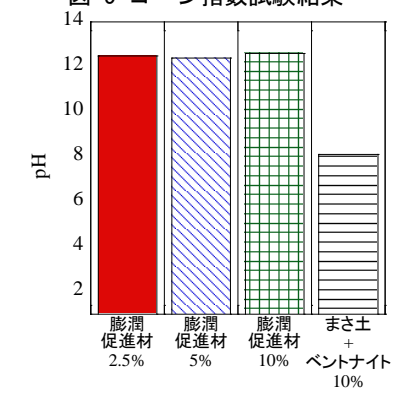


図-7 pH測定結果

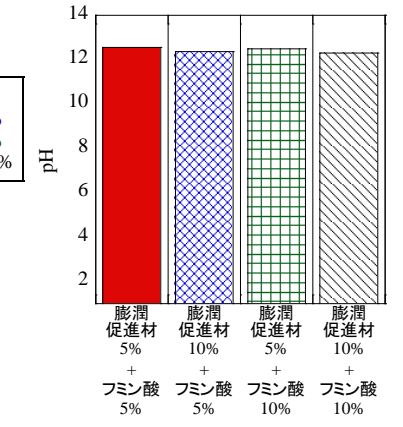


図-9 pH測定結果

表-3 pH測定結果

フミン酸添加率(%)	15	20	25	30
pH	12.94	12.76	12.40	12.25

3-2 フミン酸混合による効果の検証 図-8

に膨潤力試験結果、図-9にpH測定結果を示す。今回、膨潤促進材にフミン酸を加え膨潤効果の改善を試みたが、膨潤率に変化は見られなかった。これは、いずれの条件においてもpHが12以上の高いアルカリ性を示しており、ベントナイトの膨潤性能を改善するまでには至らなかったと考えられる。表-3に改質土に対しフミン酸を添加させたpH測定結果を示す。フミン酸添加率の増加に伴いpHは低下する傾向にあることが分かる。しかしながら、フミン酸の添加量が少ない場合、pHを低下させるほどの効果が得られないことから、今回の検討範囲ではフミン酸の添加量が不足していた可能性が考えられる。今後、フミン酸の添加方法及び添加量の再検討、あるいは、改質土のpHを低下させる新たな膨潤促進材の検討が必要である。

4. まとめ 1) 生石灰改良を施した改質土に対し、PS灰を主体とした膨潤促進材を加えたが膨潤性の改善効果は得られなかった。2) 膨潤促進材にフミン酸を混合させ改質土中のカルシウムの補足を試みたが、膨潤性の改善効果は得られなかった。

【謝辞】 実験を行うにあたり、(株)リーフエアの稲元氏より、試料をご提供いただきました。末筆ながらここに記し謝意を評します。

【参考文献】 1) 高井ら：ソイルベントナイト連続遮水壁の遮水性能に及ぼす影響因子，土木学会論文集C(地圏工学)，pp.1-13, 2012. 2) 鬼形正伸：ベントナイトの特性とその応用，pp.131-138, 2007. 3) 角南ら：ため池の池底泥を遮水材として活用した事例，pp.29-34, 2007.