

膨張性固化材（スラリーマイト）による ソイルコラムの諸性状について

東北工業大学 大学院○伊藤 孝優・山田 毅
東北工業大学 工学部 伊藤 孝男・浅田 秋江
秩父石灰工業（株） 技術部 田上 博章

1. まえがき

膨張性固化材（スラリーマイト）は、セメントをベースに生石灰（粒径1mm以下の粉末）を添加し、水で混合攪拌後、約1時間後に膨張硬化反応が開始する膨張性固化材である。この材料の用途としては、地盤中に柱状にスラリーを単独で注入し形成される支持杭。さらに、地盤中の土とスラリーを混合攪拌し形成される改良杭として使用する。また、地盤沈下等により生ずる構造物と地盤の空隙充填材として用いられる。従来の場所打ち杭および改良杭等の施工においては、オーガーまたはケーシング等により削孔するが掘削孔と地山の境界部に乱れを生じ、境界部地盤の強度が著しく低下することが指摘されている。この乱れ部の強度復帰には、数か月かかると言われている。このことは、杭基礎の支持力機構における上部荷重を「杭先端支持力」と「杭周面摩擦力」により受け持つ際の「杭周面摩擦力」が当面期待できないことを意味する。当膨張性固化材を用いることにより、この課題が解消できるものと考え、室内実験等の結果より膨張性固化材の材料特性、および、処理効果等の基本性状について報告する。

2. 実験の方法

膨張性固化材の最大の特徴としての膨張硬化作用について、室内試験土槽を用いて「深層混合処理工法、技術マニュアル」に準拠して、“支持杭”および“改良杭”としての性状について実験検討を行った。（なお、比較のためセメントスラリーについて同様の実験を行った。）

2.1 固化材の種類と構成材

本実験に用いた固化材は、膨張性固化材（スラリーマイト）、セメントスラリーの2種類で、それぞれのスラリー材の構成を表-1に示した。

2.2 実験対象土の物理・力学的性状

今回、実験に用いた「粘性土」、「ローム」、「黒ボク」の物理・力学的性状は表-2に示すとおりである。

表-1 固化材の基本配合

	配合率 (%)	スラリーマイト 配合量 (gr)	セメントスラリー 配合量 (gr)
普通ポルトランドセメント	86	1720	2000
粉末生石灰	14	280	-
遅延剤: DEG	1	20	20
遅延剤: P-T	1	20	-
減水剤: FP300RK	1	20	20
添加水	35	700	700
<フロー値: mm>		400~450	400~450
(注) 粉体全量: 2000grの場合			

表-2 改良対象土の物理・力学的性質

試験項目		粘性土	ローム	黒ボク
自然含水比 W_0 (%)		47.1	22.5	52.6
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)		2.441	2.639	2.281
粒 度 特 性	砂 分 (%)	20.0	60.0	67.0
	シルト分 (%)	30.0	27.0	28.0
	粘土分 (%)	50.0	13.0	5.0
	均等係数 U_c	-	74.0	14.0
コンシステンシー	液性限界 LL (%)	76.4	57.3	-
	塑性限界 PL (%)	40.6	42.3	-
	塑性指数 PI	35.8	15.0	NP
締 固 特 性	締 固 め 方 法	A-b	A-b	A-b
	最大乾燥密度 $\rho_d \max$ (g/cm ³)	1.495	1.520	1.156
	最適含水比 W_{opt} (%)	27.0	24.0	35.0

2.3 試験土槽の作製

試験土槽は、対象土が「黒ボク」で湿潤密度が約1.20g/cm³、「粘性土」で湿潤密度が約1.50g/cm³、「ローム」で湿潤密度が約1.55g/cm³の状態に厚さ10cmの土層を作製し、支持杭および改良杭用の削孔は、肉厚の薄い外径φ5cmのシンワールチューブを圧入し削孔した。その際にチューブ内の試料土により含水比、密度、一軸圧縮等の試験を行った。

2.4 供試体の作製および実験項目

スラリー単独杭は、表-1に示した配合構成のスラリーマイトおよびセメントスラリーを試験土槽に削孔した孔に下部より注入打設した。また、スラリー混合処理杭（ソイルコラム）は、それぞれの土に2種類のスラリーを100、150、200kg/m³添加混合した処理土を、φ5cm、H10cmの二割モールドに3層に分けてタンパーにて突き固めた後、脱型した供試体を予め削孔しておいた試験土槽の孔に挿入し、被覆土を敷き均し荷重板を載荷後、所定日数（7、14、28、56日）の養生を行い、各養生後に試験土槽より取り出した供試体について単位体積重量、膨張率を測定した後、各供試体の一軸圧縮試験を実施した。

3. 結果および考察

粘性土、ローム、黒ボクの各土槽地盤に、膨張性固化材（スラリーマイト）およびセメントスラリーの単独杭と混合杭を打設し、各養生後の供試体の単位体積重量、膨張率、圧縮強度の測定結果は、次のとおりである。

キーワード：土質安定処理・地盤改良、補強土、基礎工

連絡先：〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1、TEL 022-229-1151、FAX 022-229-8393

3.1 スラリー単独杭(スラリーマイト およびセメントスラリー)

スラリー単独杭の試験結果を図-1に示した。図よりスラリーマイト単独杭の圧縮強度は、セメントスラリー単独杭に比べ約1/2であるが、杭体の単位体積重量も軽く、膨張率も比較的大きく、本膨張性固化材を用いることにより「杭体の軽量化」、「杭体の周辺部の圧密」という効果が十分期待できる。

3.2 スラリー混合処理杭(スラリーマイト およびセメントスラリー)

スラリーマイトおよびセメントスラリーを3種類(粘性土、ローム、黒ボク)の土に、それぞれ100、150、200kg/m³添加混合処理した供試体の単位体積重量、膨張量、圧縮強度の測定結果を図-2(紙面の関係上ロームのみ掲載)に示した。

*ロームにおけるスラリーマイト混合処理杭は、セメントスラリー混合処理杭と同程度の強度が示され、スラリーマイトの最大の特徴である「軽量化」、「膨張効果」も十分発揮され、特殊土であるロームにおいてもスラリーマイトの改良効果が期待できることが示されている。

4. あとがき

今回は、3種類の土質(粘性土、ローム、黒ボク)地盤に打設処理した際の、改良杭としての性状に関する実験検討の結果、下記のような事項が判明した。

『スラリー単独杭』では、「スラリーマイト杭」の圧縮強度は「セメントスラリー杭」に比べ若干劣っているが、杭自体の密度の軽量化、および、膨張効果は期待どおりの結果が示されている。

また、固化材スラリー(スラリーマイト、セメントスラリー)の添加量を100、150、200kg/m³添加した『スラリー混合杭』の場合、「スラリーマイト混合杭」の圧縮強度は「セメントスラリー混合杭」に比べ多少低めになっているが、コラムの密度は軽量化され、さらにスラリーマイトと土を混合したソイルコラムの膨張効果も明らかに示されている。

以上のように、膨張性を伴う地盤改良材として開発された『膨張性固化材(スラリーマイト)』による「スラリーマイト単独杭」の杭自体の軽量化、硬化強度、膨張効果等に関して満足される結果が得られている。

さらに、「スラリーマイト混合杭」のソイルコラム自体の軽量化、強度増加、膨張効果も期待できることが示され、膨張性固化材(スラリーマイト)の最大の特徴である膨張作用を十分に生かした『地盤改良支持杭』としての機能を発揮するものと期待される。今後は、現場における施工性、改良効果等の実験検討を行う予定である。

<参考文献> (財) 沿岸開発技術研究センター：海上工における深層混合処理工法技術マニュアル、沿岸開発技術ライブラリー、No. 2、1999。

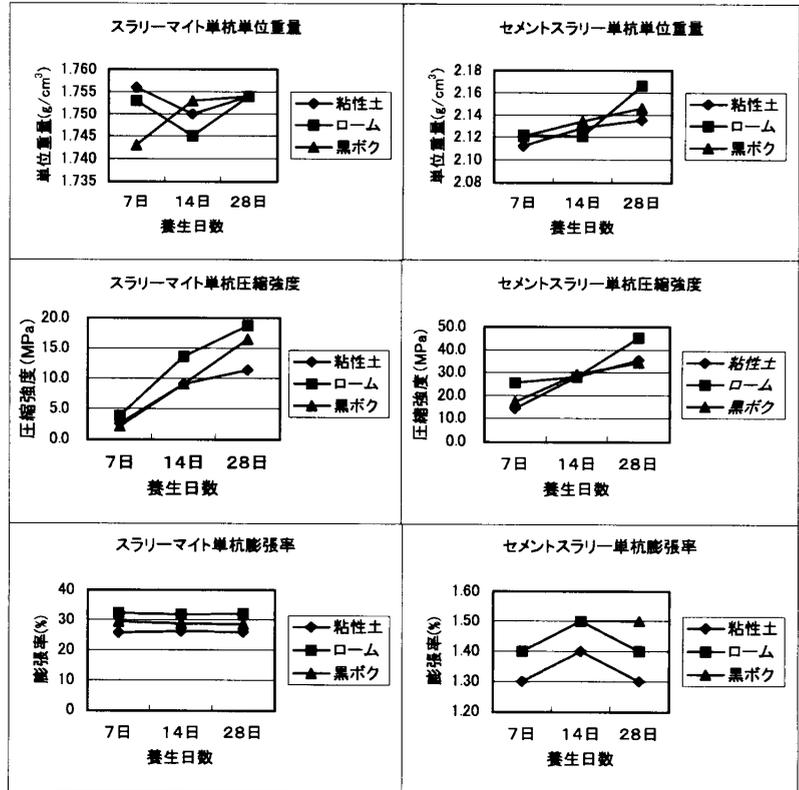


図-1 スラリーマイト・セメントスラリー単独杭の単位体積重量、膨張率および圧縮強度

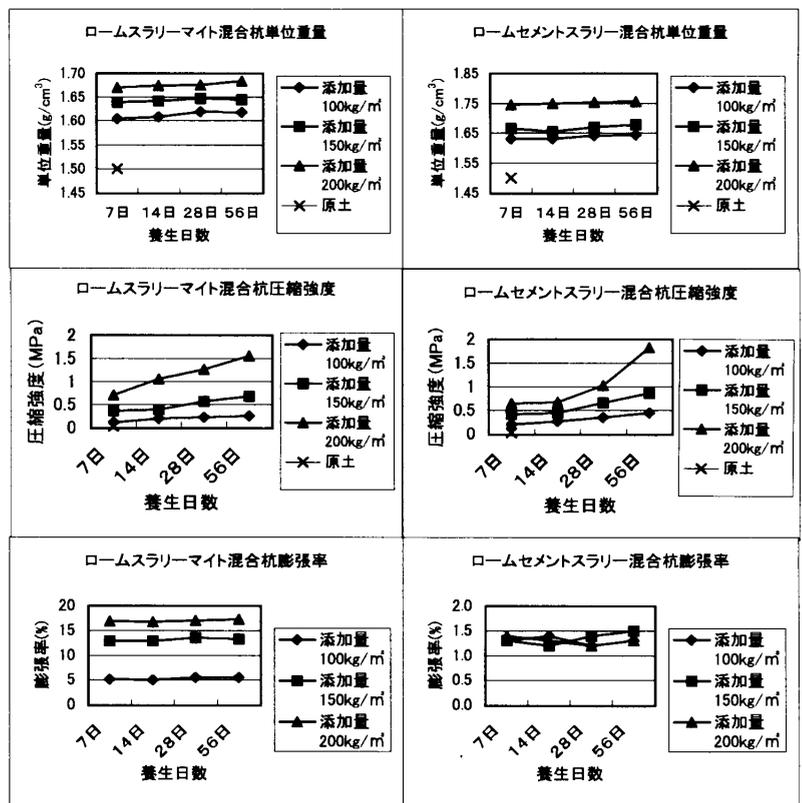


図-2 スラリーマイト・セメントスラリー混合処理杭の単位体積重量、膨張率および圧縮強度(ローム)