

中性無機固化処理材で改良された土の性状

東洋大学大学院 学生会員 中村治人
東洋大学工学部 正会員 加賀宗彦
(株)環境美研 谷元佳代彦

1. はじめに

浚渫泥土・建設発生土といった高含水で軟弱な土の汚泥処理は、強度を持たせるためセメントや石灰系材料を使って強制的に固化させる処理方法が普及した。しかしセメントや石灰系材料を使って改良された土は高強度・高アルカリ性であるゆえ、植生・水質といった自然環境にとって優しいものとはいえない。そこで著者らは昨年¹⁾自然環境に配慮した中性無機固化処理材を取り上げ、これによって改良された土の力学特性について発表した。本報告はデータを追加し改良土の性状について再検討を行った。

2. 使用改良材と実験方法

本研究に使用した改良材は、鉄塩数種を主体にした無機電解凝集剤と珪酸ナトリウムの2液を基本とし、pH調整剤として消石灰・希硫酸を少量用いるもので、自然環境には影響を与えないとされている。本材による土質改良の概略は、無機電解凝集剤により土粒子の拘束水を自由水に変え脱水を容易にし、珪酸ナトリウムによりヘドロなどの不健康な土壌に著しく欠乏するシリカ成分を補い、珪酸ナトリウムと土中化学成分(無機電解凝集剤を含む)との反応により固化を安定・促進させるものである。

今回実験に使用した試料は、千葉県手賀沼産と同県奈良輪堰産の底泥2種類である。表-1・図-1に物性を示す。改良材は添加量を土の乾燥質量に対して無機電解凝集剤2%・珪酸ナトリウム4%とし、pH調整剤は改良土のpHが中性となるよう適量加えた。土質実験は、未処理土・固化処理土の物理的性質の違いを知るための物理試験として粒度試験を、保水性・脱水性の違いを知るための経時変化の測定として含水比試験・圧密試験を、強度の違いを知るための力学試験として締固め試験・定圧一面せん断試験を行った。なお、養生は室内にて室温状態でを行い、固化処理土は改良材を添加した日を0日養生とした。

3. 物理的性質

図-2に粒土試験の結果を示す。粒径0.05~2(mm)付近に着目すると固化処理土14・28日養生のグラフが未処理土のグラフよりも右に位置し、微量ではあるが土粒子の粒径が大きくなっていることがわかる。これは無機電解凝集剤に

表-1 土質性状

試料	No.	A	B
	採取場所	手賀沼	奈良輪堰
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.724	2.726
含水比	ω (%)	50.7	63.4
粒度(%)	礫分 (2~75mm)	0	24
	砂分 (75 μ m~2mm)	73	59
	シルト分 (5~75 μ m)	22	14
	粘土分 (5 μ m以下)	5	3
液性限界	WL (%)	NP	NP
塑性限界	WP (%)	NP	NP
塑性指数	Ip	—	—

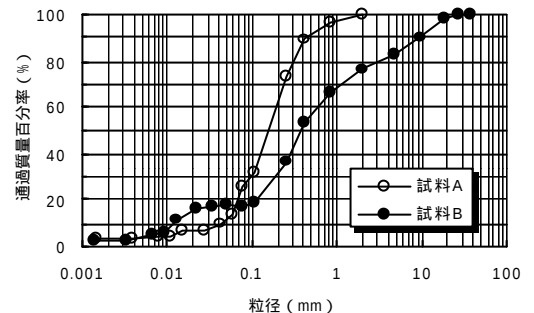


図-1 粒径加積曲線

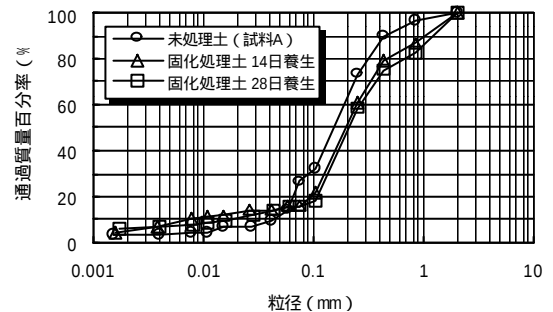


図-2 粒度試験

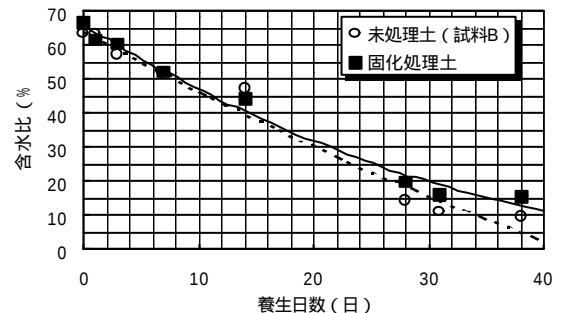


図-3 含水比の経時変化

キーワード：植生、中性、無機電解凝集剤、珪酸ナトリウム、固化処理

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部環境建設学科 TEL 0492-39-1406 FAX 0492-31-4482

より土粒子表面の電荷が中和され、土粒子同士が結合し団粒化したものと考えられる。

4. 経時変化

図 - 3 に含水比の経時変化を示す。初期段階においては、未処理土（破線）・固化処理土（実線）ともに同じように含水比が低下したが、20 日を経過したあたりから徐々に差が開き始め、40 日後には 10% 近くの差が生じた。未処理土は土中水分がほとんど抜けきってしまうのに対し、固化処理土はある程度の水分を保持することがわかった。このことから固化処理土は植生に有効だと考えられる。

図 - 4 に圧密試験の結果を示す。この実験は沈下量（圧密量）が大きいほど脱水性が良いことを表す。圧密開始直後、未処理土よりも固化処理土の沈下量が大きかった。また 24 時間後も未処理土の沈下がほぼ終了したのに対し、固化処理土の沈下は微量ながらも継続していた。このことから固化処理土は土粒子表面の拘束水が自由水へと変わり水捌けが良くなったと考えられる。

5. 力学特性

図 - 5 に締固め試験の結果を示す。なお試料の作成は A - a 法により行った。締固め曲線は未処理土（破線）よりも固化処理土（実線）の方が小さくなった。この違いは改良材に含まれるシリカ成分の影響で保水性に関連があると推測される。

さらに、締固め試験によって締固められた（各測点の）供試体を用いて定圧一面せん断試験を行い、各測点における $C \cdot \phi$ を求めた。ただし定圧一面せん断試験を行った際に、せん断箱内の摩擦によって内部摩擦角が非常に大きくなったためエネルギー補正をおこなった²⁾。その結果を表 - 2 に示す。ここで表 - 2 を見ると粘着力と内部摩擦角の値がバラバラで強度が把握しにくい。そこで図 - 6 に示すモールの円を用いて一軸圧縮強さを推定した。この結果を図 - 7 に示す。未処理土（破線）のグラフが急なカーブを描くのに対し、固化処理土（実線）のグラフはほぼ直線的で安定した強度を持つことがわかった。

6. まとめ

中性無機固化処理材には土粒子を大きく成長させる働きがあることが確認された。また、固化処理された土は土粒子表面の拘束水が自由水に変わるため脱水性に優れ、同時に植生に必要な保水能力を持つことが確認された。さらに固化処理された土は安定した強度を持つことが確認された。

【参考文献】

- 1) 中村、加賀、吉本、谷元、舟山：底土浄化処理剤で改良された土の力学特性、土木学会第 55 回年次学術公演会、2000.9
- 2) 井上広胤：砂の直接せん断に関する研究、土木学会論文集、第 101 号、pp.15 - 23、1964

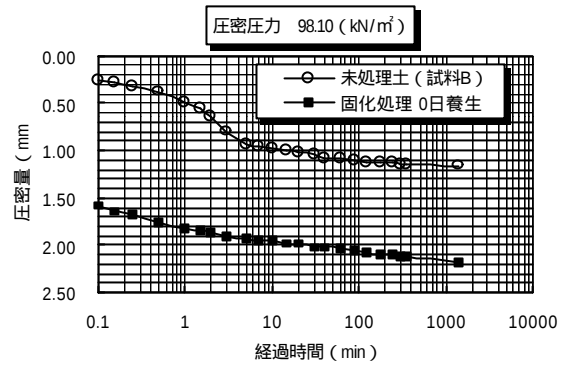


図 - 4 圧密試験

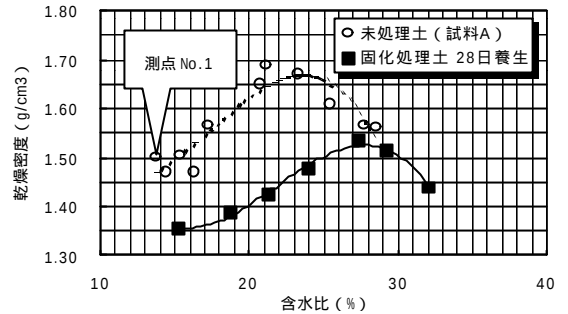


図 - 5 締固め試験

表 - 2 強度定数

測点 No.	未処理土		固化処理土	
	粘着力 C (kN/m²)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m²)	内部摩擦角 ϕ (°)
1	11.40	47.0	47.59	43.6
2	8.99	46.6	43.01	43.7
3	36.89	42.5	47.59	44.0
4	19.20	45.0	34.52	48.0
5	20.32	48.0	71.56	41.1
6	48.45	44.0	57.55	38.5
7	66.64	41.0	48.23	45.3
8	40.79	44.6	—	—
9	71.78	37.1	—	—
10	47.10	41.3	—	—
11	26.63	45.9	—	—

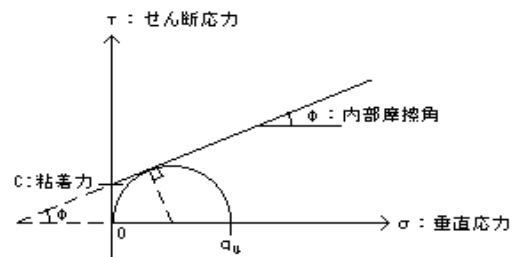


図 - 6 モールの円

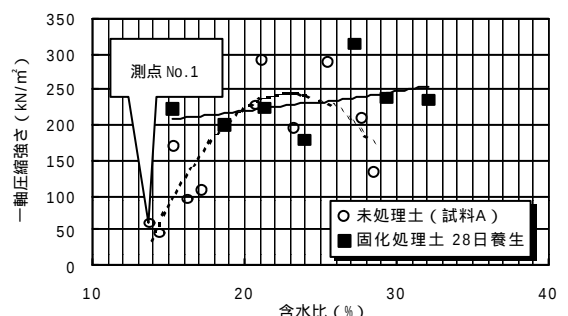


図 - 7 一軸圧縮強さ