

粘性土のコンシステンシーと粒度に着目したシリカ系改良材の適用性

九州産業大学 学生会員 廣谷 亮秀
ワールドリンク 非会員 藤 龍一

九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

工事や災害によって発生する泥土は高含水比で流動性が高く運搬が困難である。一般的な改良材である、セメント系固化材や石灰系固化材で改良し再利用しようとした場合 pH が高くなることや過剰に硬化する恐れがある。本研究では泥土のコンシステンシーや粒度に着目し即時運搬や転圧ができる強度に改良し pH を目標値に収めるための効果的なシリカ系改良材の配合を検討した。

2. 試料および実験方法

2.1 対象試料

関東地方で採取された粘性土の関東ローム、土丹、稲戸井土を対象試料とした。表-1 に示すように関東ロームと稲戸井土は塑性指数が近いが液性限界、塑性限界は関東ローム、稲戸井土、土丹の順に高くなっている。しかし細粒分は稲戸井土、土丹、関東ロームの順に多い土となっている。

表-1 対象試料¹⁾

	関東ローム	稲戸井堆積土	土丹
土粒子密度(g/cm ³)	2.796	2.638	2.649
水分(%)	4.8	0	0
砂分(%)	30.4	4.9	49.5
シルト分(%)	49.7	89.1	24
粘土分(%)	15	6	22
液性限界(%)	109.1	79	33.5
塑性限界(%)	71.8	43.3	20.3
塑性指数(%)	37.3	35.7	13.3
土質分類名	火山灰質粘性土 (II型)	シルト (高液性限界)	砂質粘土 (低液性限界)

2.2 シリカ系改良材

本研究で使用する改良材は高分子や珪藻土などのシリカ系改良材を主体としている。構成材のΩ材と SPF 材、Mg 材、AG 材の特徴を表-2 に示す。Ω材は高分子と珪藻土で構成されており土に添加することによって即時に団粒構造を形成しハンドリング性能を向上させることが出来る。SPF 材は乾燥珪藻土であり、吸水性に優れる。Ω材と SPF 材のみで低強度の改良はある程度可能であるが、Mg 材(マグネシウム系改良材)を添加し養生することによって高強度の土を作製することが可能である。しかし Mg 材を添加すると改良土の pH が高くなり目標値に収めることが出来なくなるので、フルボ酸やフミン酸を多く含む有機物で pH が低い AG 材を添加した。

表-2 改良材の特徴

	ハンドリング	強度	pH
Ω材	◎	△	○
SPF材	○	△	○
Mg材	○	◎	×
AG材	—	—	◎

2.3 実験方法

対象試料の初期強度レベルを揃えるためにコーン指数 $q_c=150\text{kN/m}^2$ となるように含水比を調整して泥土を作製した。ホバート型ソイルミキサーで泥土に対して改良材を添加し 5 分間混合することによって改良土を作製した。コーン指数試験(JIS A 1228:2009)によりコーン指数を測定し、pH は土懸濁液の pH 試験(JGS 0221-2009)によって求めた。改良材を添加し混合することによる改良効果の目標値は改良直後は運搬が可能となる第四種建設発生土である $q_c=300\text{kN/m}^2$ 、その後 20℃で 7 日間養生しダンプトラックが走行可能な $q_c=1200\text{kN/m}^2$ とし、pH は一般排水基準(海域以外の公共用水域に排出されるもの)を適用し 5.8~8.6 を目標とした。

3. シリカ系改良材の配合割合

3.1 改良材の検討

泥土に対するΩ材の添加量とコーン指数の関係を図-1 に示す。 $q_c=300\text{kN/m}^2$ を得ることが出来る添加量は関東ローム=2kg/m³、稲戸井土=3kg/m³、土丹=9.5kg/m³となった。改良前の泥土のコンシステンシー指数は関東ローム、稲戸井土、土丹の順に 0.764、0.994、0.436 であり、モルタルフロー値は 81.6mm、85.6mm、97.4mm であった。

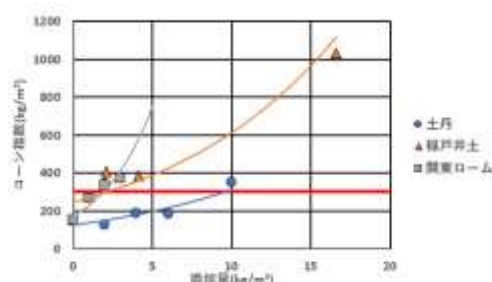


図-1 Ω材添加による改良効果

フロー値が低いほど Ω 材の改良効果は高かったが、コンシステンシー指数との関係性を見出せなかった。

Ω 材、SPF材のみである程度の改良は可能だが、養生後の再利用の際に更に高い強度を求められることや現場改良での施工性から最低添加量が 30kg/m^3 であることを想定して、 30kg/m^3 を添加する改良材の配合割合を検討した。 Ω 材量は 3.1 で得られた値を基本としたが、土丹に対して不経済となるため 5kg/m^3 とした。Mg材は pH 変化や改良効果を検証するために 15kg/m^3 に固定した。MG 材の添加による pH 上昇を抑制するために SPF 材の代わりに AG 材の混合を検討した。Mg と AG 材を混合し pH 試験を行った結果を図-2 に示す。Mg 材に対して 20%程度の割合の添加量でも pH を十分に下げれることを確認できたことから表-3 に示す配合で試験を進めた。

表-3 配合割合

	Ω 材(kg/m^3)	Mg材(kg/m^3)	AG材(kg/m^3)	SPF材(kg/m^3)	AG材/Mg材(%)
関東ローム	2	15	13	0	0
関東ローム	2	15	0	13	43.3
関東ローム	2	15	6.5	6.5	86.6
稲戸井土	3	15	12	0	40
稲戸井土	3	15	6	6	80
土丹	5	15	10	0	0
土丹	5	15	0	10	20
土丹	5	15	5	5	66

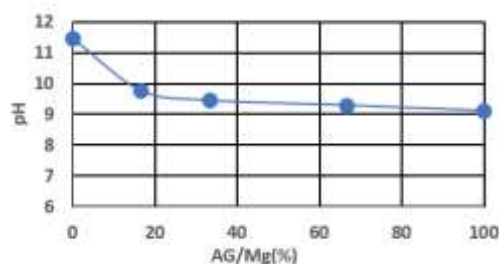


図-2 AG/Mg pH 変化

3.2 改良材の配合とコン指数、pH の関係

Mg 材と AG 材を混合することによるコン指数への影響を図-3、pH の変化を図-4 に示す。改良直後の目標である $q_c=300\text{kN/m}^2$ は全ての配合で達成した。7 日間養生した改良土はほぼ全てでコン指数 1200kN/m^2 の目標値を達成した。Mg 材は粗粒分が多い土丹、関東ローム、稲戸井土の順に改良効果が確認された。SPF 材の代わりに AG 材を添加することによって強度の低下が見られ、稲戸井土(AG 材/Mg 材=80%)のみ目標値を達成することが出来なかった。AG 材の添加による pH の低下は確認できたが目標値まで低下しなかった。

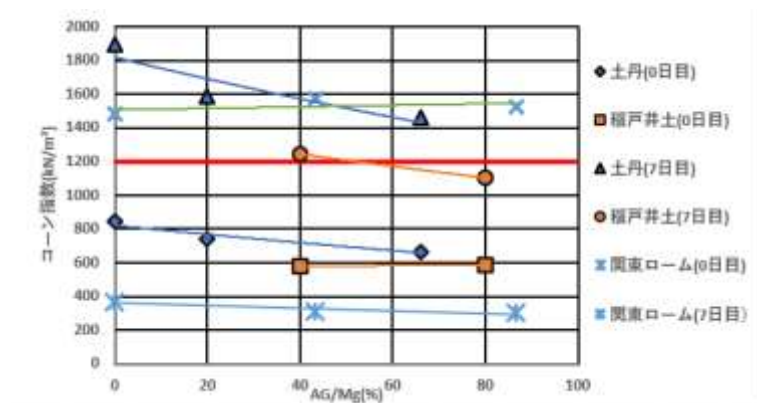


図-3 AG 材/Mg 材とコン指数の関係

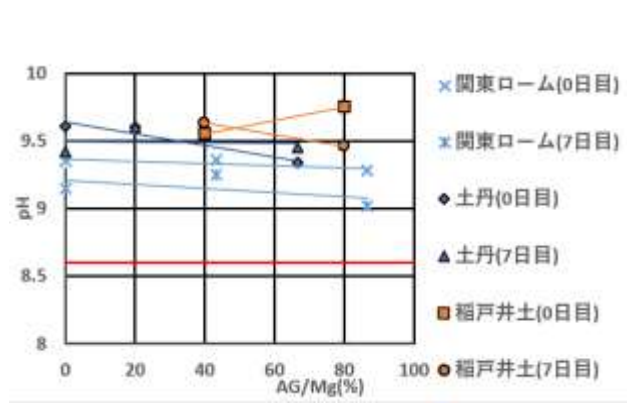


図-4 pH の変化

4. まとめ

対象土のモルタルフロー値が小さいほど Ω 材による強度改良効果は高く、粒度の粗粒分が多いほど Mg 材の強度改良効果が高いことが分かった。

AG 材を SPF 材の代わりに用いてもコン指数の低下は小さくなったが、pH は目標値である 5.8~8.6 に収めることは出来なかった。しかし、改良後の目標強度(1200kN/m^2)より高くなっている配合もあることから Mg 材の添加量を減らし AG 材の添加量を増加させることによって pH を低下させることは可能かと引き続き検討する予定である。

参考論文 1) 犬丸恭兵・林泰弘・藤龍一・松尾雄治：泥土を盛土材として使用するための効果的なシリカ系改良材の配合の検討, 令和2年度土木学会西部支部研究発表会論文集, pp391-392, 2021.3