

沈砂池に堆積した国頭マージの土質改良効果の検討

九州産業大学 学生会員 大坪 雅 ・ 正会員 林 泰弘 ・ 正会員 松尾 雄治
ワールド・リンク 非会員 藤 龍一・ フェロー 山岡 礼三
りゅうせき商事 非会員 百瀬 裕元・ 非会員 大城 康一・ 非会員 松川 準

1. はじめに

沖縄の土壌の 55%は「国頭マージ」と呼ばれる赤土で、粒子が細かく分散しやすいために受食性が高く、透水性は低いので、濁水となって流出しやすい性質を持っている¹⁾。降雨などの影響で陸域から河川や海域へ容易に流出し、水域生物(サンゴ、魚介類など)の自然環境・漁業に大きな被害を与えている。沖縄県赤土等流出防止条例が公布されており、農村部ではマルチングや沈砂池を整備するなどして流出抑制に努めているのが現状である。

本研究では、沈砂池に堆積した赤土を農村整備等での有効利用を検討するうえで、再流出抑制を目的とし、改良材の添加・混合による粒径改良を目指した。改良効果を締め特性と粒度分布などから検討した。

2. 事前調査

本研究を始めるにあたり、沖縄県金武町金武で国頭マージの地山(流出発生源)と沈砂池の土質特性を比較するための事前調査を行った。A 地区は地山(A-1)から流出した土砂が一旦沈砂池(上流側)(A-2)に入り、オーバーフローしたものが沈砂池(下流側)(A-3)に流れ込む構造となっている。B 地区は表土が露出している地山法面(B-1)と近傍の沈砂池に堆積した土(B-2)、 C 地区は古い耕作地に面した地山斜面(C-1)と近傍の水路に堆積した土(C-2)を採取した。表 1 より、沈砂池の土砂は地山に比べ、土粒子密度は小さく、細粒分含有率が多い結果になっていることから細粒分の流出が多いと考えられる。

3. 土質改良方法

A-2 の沈砂池(上流側)に堆積した土砂(以下、この試料を赤土と呼ぶ)を改良対象試料とした(表 2)。比較のために沖縄県恩納村で採取した建設発生土(地山状態の国頭マージ)²⁾も併せて示す。これらは直接的な地山と沈砂池の関係はないが、赤土は建設発生土に比べ、土粒子密度が小さく、細粒分含有率が多くなっており、事前調査結果と同様の傾向を示している。固化材としてマグネシウム系固化材(GM)と石灰系固化材(GLG)、固化助材として早期に団粒化を促す効果をもつ無機系泥土改良材(DSα)を用いた。改良に際しては試料が4.75mmふるいを通すように解きほぐし、w=30%または40%に調整したうえで固化材を20kg/m³または40kg/m³添加し2軸ミキサーで混合し、20±3℃に設定した恒温庫で7日間密閉養生した。

表 1 事前調査地の土質特性

サンプル	A-1 A-2 A-3	B-1 B-2	C-1 C-2
	24.13 40.75 41.12	13.86 34.12	14.25 27.08
土粒子の密度(g/cm ³)	2.732 2.724 2.660	2.689 2.622	2.701 2.699
	75.7 97.9 83.5	26.3 11.5	27.6 51.3
pH	6.2 11.4 8.1	7.1 7.6	4.8 5.0

表 2 改良対象試料の土質特性

試料採取場所	赤土(沈砂池)	建設発生土
土粒子の密度 ρ _s g/cm ³	2.686	2.777
自然含水比 w _n %	40.1	19.4
液性限界 w _L %	52.5	51.4
塑性限界 w _P %	23.0	31.1
塑性指数 I _p	29.6	20.0
礫分(2~75mm)%	1.9	13.9
砂分(0.075~2mm)%	8.1	20.0
細粒分(0.075mm未満)%	89	66.0
pH	8.1	6.8

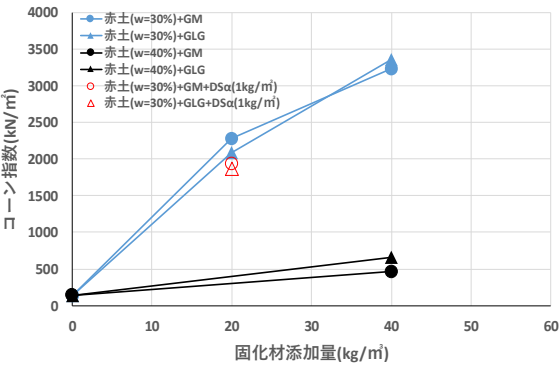


図 1 固化材添加量とコーン指数の関係

4. 締固め特性とコーン指数

JIS A 1228 : 2009 に基づいてコーン指数試験を行った結果を図 1 に示す。固化材の種類によらず添加量の増加に伴いコーン指数が増加傾向にあった。しかし、含水比が高い($w=40\%$)の場合には改良効果が小さい。中性改良材を土($w=30\%$)+GM/GLG(20kg/m^3)に対して 1kg/m^3 添加したが、コーン指数の改善はみられなかった。

コーン指数試験後に「突固めによる土の締固め試験方法(JIS A 1210:2009)」に基づいて未処理土は A-a 法、改良土は A-b 法で締固め試験を実施し、コーン指数が 200kN/m^2 を下回るまで加水してコーン指数試験を行った。図 2 に締固め曲線、図 3 に含水比とコーン指数の関係を示す。赤土(未処理土)は明確な最大乾燥密度が得られた。赤土($w=30\%$)+GLG は、赤土(未改良土)と比較して、最大乾燥密度が小さくなり、最適含水比は大きくなった。松尾ら²⁾も同様な結果を示しており、固化材の添加によって強い団粒構造を作ったと考える。おそらく、GM 改良土や赤土($w=40\%$)+GM/GLG においても A-a 法を実施すると同じ傾向がみられると推測する。含水比が 30%以上の範囲では配合によらず締固め曲線が一致した。しかしコーン指数については、未処理土においてコーン指数が 200kN/m^2 程度となる含水比は約 30%だったが、改良土は最低でも含水比約 40%まではコーン指数が 200kN/m^2 以上を確保できた。Ds α の添加による強度変化の影響は見られなかった。

5. 粒度特性の変化

国頭マージの流出時に濁水には、地質学的分類で示すとシルト以下($<20\mu\text{m}$)が 60%超、細砂以下($<200\mu\text{m}$)が 90%超含まれる³⁾。本研究では細粒分($<75\mu\text{m}$)を 75%程度以下に減らすことを目標とし、粒度試験(JIS A 1204 : 2009)に基づいて改良効果を検討した。図 4 より固化材の種類によらず、固化材を添加することにより細粒分が減少していることが分かる。赤土($w=30\%$)に対して固化材を 20kg/m^3 添加しても目標の 75%以下の値を満たさなかったが、DS α を併用することにより目標値を満たすことができた。赤土($w=40\%$)に対して固化材を 40kg/m^3 添加した場合、GLG 改良土の細粒分が GM 改良土に比べ多くなっているのは、石灰による改良効果が水分に対して弱いのではないかと考える。

6. まとめ

沈砂池に堆積した赤土に対して固化材を添加することによりコーン指数の改善および細粒分を減らすことができた。また、無機系泥土改良材を固化材と併用することにより固化材を少量の添加で細粒分を減らすことができた。今後は、室内実験の結果をもとに自然状態で改良土をさらした場合の降雨などによる土砂流出の影響を確認する。

参考文献：1)沖縄県：赤土等流出防止条例関係，2014.8 2)松尾雄治ら：赤土の固化乾燥処理による粒度改良と処理土の締固め特性，土木学会第 71 回年次学術講演会，pp.527-528，2016.9 3)座間味佳孝ら：沖縄県主要土壌の粒度分布および流出濁水における懸濁物質の粒度分布，第 22 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，pp.631-634，2016.6

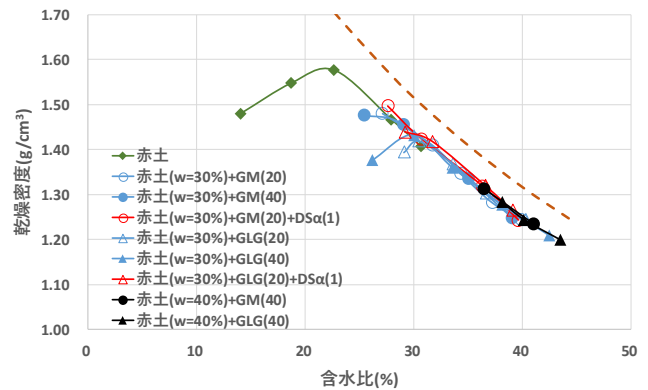


図 2 締固め特性(締固め曲線)

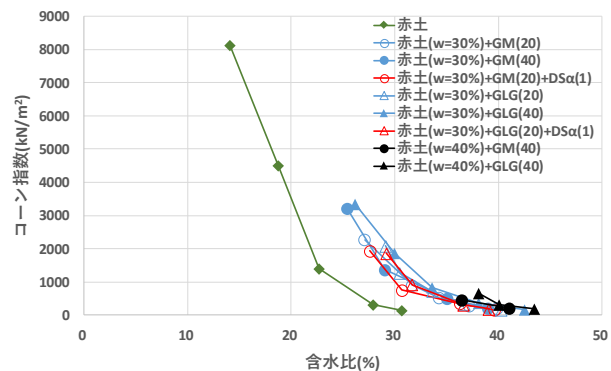


図 3 締固め特性(コーン指数)

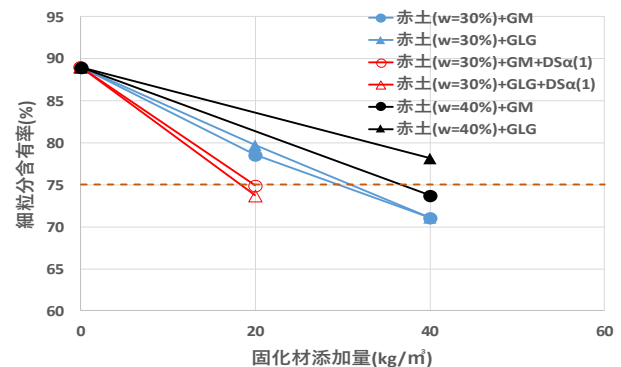


図 4 固化材添加量と細粒分の関係