

人工的に団粒構造を形成した泥土の農地土壌としての特性

九州産業大学 学生会員 松岡 克樹 九州産業大学 正会員 林 泰弘
ワールド・リンク 非会員 藤 龍一 九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

沖縄県では、農地からの土壌流出抑制工として沈砂池を設けている。設置年数が経過した沈砂池はメンテナンス不足から堆積土砂の増加に伴い十分な効果を発揮しないものも多い。既存沈砂池の延命化に向け、堆積した底泥の搬出が必要であるが、軟弱な底泥の再利用に関する有効な改良方法の確立が求められる。

筆者ら¹⁾は、改良した底泥を再び農地に還元することを目標に泥土の改良を行っている。農地では強度だけでなく保水性や排水性が重要であるため、人工的に耐水性団粒構造の形成を行うこととし、それに伴う改良土の化学特性（pH）、力学特性（土壌硬度、締固め特性、透水性）について検証した。

2. 試料および使用する改良材

団粒構造が元々発達している「関東ローム」を試料とした。試料の物理・締固め特性を表-1に示す。

表-1 試料の物理・締固め特性

土の名称	関東ローム
自然含水比（％）	88.8
土粒子の密度（g/cm ³ ）	2.75
礫分（％）	4.8
砂分（％）	30.4
シルト分（％）	59.4
粘土分（％）	5.3
液性限界（％）	109.1
塑性限界（％）	71.8
塑性指数Ip	37.3
pH	6.32
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.006
最適含水比(%)	53.4

改良材は、無機系泥土改良材（DSQ 材）、珪藻土乾燥品（SPF 材）、マグネシウム系固化材（GM 材）を用いた。DSQ 材は中性で、短時間で凝集・団粒化が可能である。SPF 材は酸性で、間隙が多く吸収性の高い粉末乾燥品を用いた。GM 材は弱アルカリ性で強度の改善を見込んでいる。

3. 配合条件

試料の設定含水比は、関東ロームの締固め試験とコーン指数試験よりコーン指数が 150kN/m²となる含水比 93%とした。

改良材について、DSQ 材は添加量が過剰になると効果が得られにくいことから 5kg/m³以下とし、SPF 材もしくは GM 材のどちらかを添加することで強度改善を図るものとして、表-2 の配合条件で検討した。改良土の作製には、二軸ミキサーを使用し、試料と改良材を 5 分間混合した。

改良土の pH を土懸濁液の pH 試験(JGS 0221-2009)で測定したところ GM 材を添加すると pH≧9 となった。GM 材を混合しない配合（A-①、A-⑤、A-⑨）では、pH=7.4~8.1であった。

4. 耐水性団粒分析

耐水性団粒の割合は、土壌団粒分析器(大起理化工業 DIK-2001)を用い水中ふるい法を用いて測定した。試料は、湿潤試料を 4.75mm ふるいに通るように解きほぐしたものを標準とした。良好な団粒率の判定基準は、ふるい目寸法における残留質量の測定から、1 mm 以上粒子残留率≧15%、0.5mm 以上粒子残留率≧40%²⁾を適用とした。

二軸ミキサーによる練り混ぜによる団粒構造の破壊が考えられたため未処理土を解きほぐしただけのものとさらに二軸ミキサーで練り混ぜた試料を比較した結果を図-1に示す。予想に反し、練り混ぜることにより団粒率が増加

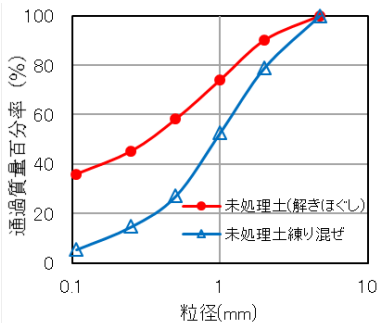


図-1 練り混ぜによる団粒率の変化

表-2 配合条件と pH

	DSQ材 (kg/m ³)	SPF材 (kg/m ³)	GM材 (kg/m ³)	pH
未処理土	0	0	0	6.32
A-①	5	10	0	7.44
A-②	5	10	15	9.13
A-③	5	10	20	9.36
A-④	5	10	30	9.13
A-⑤	5	20	0	7.48
A-⑥	5	20	15	9.02
A-⑦	5	20	20	9.37
A-⑧	5	20	30	9.60
A-⑨	5	30	0	8.11
A-⑩	5	30	15	9.31
A-⑪	5	30	20	9.35
A-⑫	5	30	30	9.60
B-①	3	10	0	7.58
B-②	3	20	0	-
B-③	3	30	0	-
C-①	3	27	0	7.44
C-②	3	12	15	9.47

している。これは試料の含水比が高く粘り気を持っていたためであると考察する。

乾燥による団粒構造の崩壊を検討する

ため、A-①を用い、湿潤試料と 40℃で

24 時間風乾した試料を比較した結果を図-2 に示すが、団粒率の変化は生じていない。

図-3 に GM 材の添加量と残留率の関係(A-①～A-⑫)を示すが団粒率は GM 材の添加量に依存しておらず、全ての配合条件で基準値を満たしている。そこで GM 材を配合せず DSQ 材の添加量を減らした配合条件(B-①～B-③)で SPF 材の添加量の影響を確認した結果を図-4 に示す。SPF 材の添加量によらず十分な団粒率を示した。

5. 改良土の力学特性

改良材添加量の少ない B-①を中心に C-①、C-②について力学試験を行った。C-①、C-②の団粒率は基準値を満たしているが、B-②、B-③と C-①とでは団粒率に差がみられた。両者は作製した日が異なるため、団粒を形成する上で何らかの影響が生じたと考察する。

力学特性は締固めの状態で異なる。農地では緩い状態が想定されたため、最も緩い状態を設定するために通水による締固め試験を行った。高さ 10cm、直径 5cm のカラムを 3 段重ねた中に試料をゆるく詰め、上部から 1 時間毎に 200mL 給水した。3 時間経過後に土層深さの変化がなくなったため、カラムを分解し試料の質量と含水比を測定し、乾燥密度を求めた。通水中にカラム下部から排水された水の pH を 30 分に 1 回計測したが、経時変化が少なかったため平均値を図-5 に示す。GM 材を配合した C-②のみ pH は若干高い値を示したが、他は原土と同等であった。

土壌硬度は、山中式土壌硬度計（標準型）を用いて測定した。貫入量は植物根の伸長性、透水性や通気性の目安となり、農地には貫入量が 10～23mm³

が適正範囲である。自然含水比の改良土をカラム通水試験後の乾燥密度になるように小型の容器に詰め、土壌硬度を測定した結果を図-6 に示す。土壌硬度の基準を満足したのは未処理土、C-①、B-①であった。基準を満たせなかった未処理土(練り混ぜ)と C-②については土壌硬度の基準を満たす乾燥密度を見出した上で透水試験を実施し透水性の評価を行う予定である。

6. まとめ

団粒構造と土壌硬度の条件を満たし、添加量を抑えた配合条件が見つかった。団粒構造を形成することで締まりすぎず、基準値を満たす強度がえられた。今後の研究で透水性の評価も検討する予定である。

参考文献) 1) 徳永ら：団粒構造の形成による底泥の力学特性の改善、令和 2 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp397-398, 2020. 3

2) 団粒構造の参考文献：吉田吉明：農業協同組合新聞、第 7 回露地野菜・畑作の土壌診断と土づくり (3 (2009.9.4) 3) 日本道路協会：道路土工一切土工・斜面安定工指針 (平成 21 年度版), p210, 2009. 6

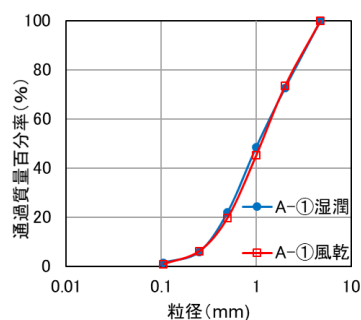


図-2 乾燥による団粒率の変化

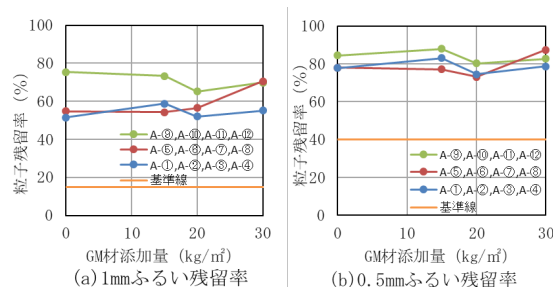


図-3 GM 材添加量と残留率

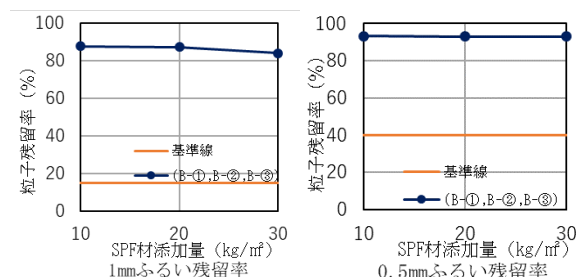


図-4 SPF 添加量と残留率

表 - 3 再配合した団粒分析の結果

	1mm以上粒子残留率	0.5mm以上粒子残留率
C-①	59.2%	78.2%
C-②	67.6%	90.2%

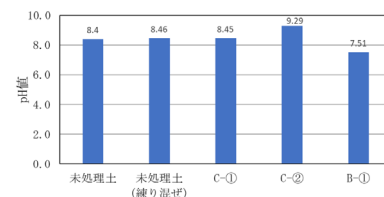


図-5 カラムを通過した水の pH

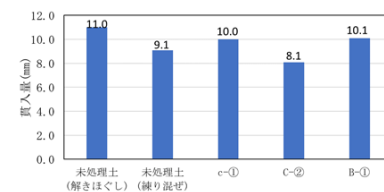


図-6 緩詰め状態での土壌硬度