

ため池粘土の改良効果に及ぼす廃パルプ添加量と含水比の影響

長崎大学大学院 学生会員 ○張 子晨 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣宇静 長崎大学大学院 正会員 杉本 知史

1. はじめに

泥土に分類される高含水比の粘土は、含水比が高いため、そのままでは地盤材料として活用することが難しく、地盤環境問題の一つとなっている。軟弱な地盤の改良方法に合わせ、脱水材を増やせば、含水比を下げるができる、できるだけ環境負荷の少ない方法を適用することが望まれている。

本研究の目的は、ため池から採取した高含水比粘土の改良効果に及ぼす脱水材および含水比の関係を明らかにすることである。改良土のコーン指数を測定して改良効果を評価するとともに、環境負荷の観点から泥土の有効利用法について検討する。

表-1 粘土の粒度組成

熊本粘土（サイト A）の粒度組成	砂（%）	35
	シルト（%）	20
	粘土（%）	45
熊本粘土（サイト B）の粒度組成	砂（%）	35
	シルト（%）	25
	粘土（%）	40
熊本粘土（サイト C）の粒度組成	砂（%）	35
	シルト（%）	15
	粘土（%）	50

2. 熊本粘土の物理特性

熊本県のため池から採集した 3 種類の試料（サイト A、B、C）を用いる。熊本粘土の土粒子の密度試験（JIS A 1202）を行った結果、土粒子の密度 ρ_s は、熊本粘土（サイト B）で 2.27 g/cm^3 あった。液性限界・塑性限界試験（JIS A 1205）から、熊本粘土（サイト B）の液性限界 $w_L=142\%$ 、塑性限界 $w_p=93.68\%$ 、塑性指数 $I_p=48.32$ であった。土の強熱減量試験（JIS A 1226）を行った結果、熊本粘土（サイト A）の強熱減量 $L_i=23.4\%$ 、サイト B の強熱減量 $L_i=19.2\%$ であり、サイト C の強熱減量 $L_i=17.33\%$ であり、有機分を多く含むことがわかる。

3. 実験方法

紙おむつはパルプ、プラスチック及びポリマー（SAP、高分子吸収剤）の複合材料で構成される。紙おむつが回収して後に水溶化処理を行う、精製した再生パルプ循環利用することができる、廃パルプは土壌改良材へのリサイクル材になる。

吸水材として、廃パルプおよび廃パルプ混合物（廃 SPA と廃パルプの自然状態の比率は 85:15）を用いた。廃パルプの自然含水比は 25%、廃パルプ混合物の自然含水比は 30% ある。これらの吸水材と熊本粘土を混合し、コーン貫入試験を行う。供試体を作成した後、モールドから出したら、ビニール袋に入れ、温度 25°C 、湿度 90% の恒温恒湿槽において養生を行う。熊本粘土（サイト A）の初期含水比を 120% に調整し、粘土に 50、100、150 kg/m^3 の吸水材（廃パルプ）を添加する。熊本粘土の含水比を 110% に低下させて、50、100、150 kg/m^3 の吸水材（廃パルプまたは廃 SAP）を添加する。その後、コーン指数を求めた。供試体に追加 50 kg/m^3 DF 材、7 日養生終了後にコーン指数を求めた。

4. 実験結果

(i) 異なる含水比で吸水材（廃パルプ）添加量とコーン指数の関係

表-2 熊本粘土の強熱減量実験結果

試料	サイト A	サイト B	サイト C
L_i (%)	23.4	19.2	17.33

表-3 熊本粘土の強熱減量実験結果

	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p
サイト A	121.98	82.12	39.86
サイト B	142.00	93.68	48.32
サイト C	222.55	124.26	98.29

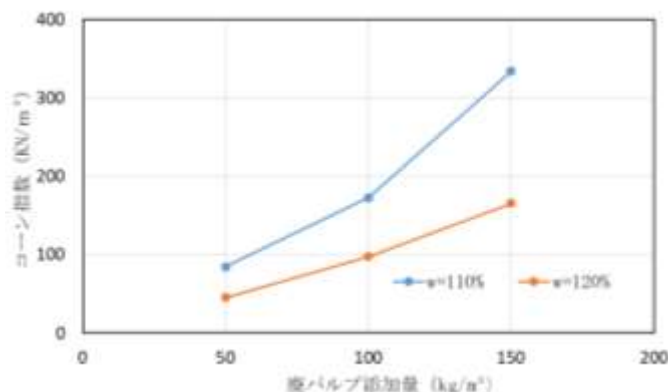


図-1 サイト A コーン指数と廃パルプの添加量の関係

図-1 に、粘土（サイト A）含水比を異なる場合のコーン指数と吸水材の添加量の関係を図に示す。吸水材混入による強度変化は、2 つの含水比の場合も固化効果が増加した。これは、吸水材の添加量が多いほど強度が発現したと考えられる。添加量が多いほど脱水効果が高く、含水比 $w=110\%$ の供試体は、含水比 $w=120\%$ の供試体と比較すると初期含水比が低いので、脱水効果がそれよりも優れていることが分かる。

(ii) 異なる種類の吸水材（廃パルプまたは廃 SAP）添加量とコーン指数の関係

異なる種類の吸水剤（廃パルプまたは廃パルプと廃 SAP の混合物）添加量とコーン指数の関係を図-2 に示す。廃パルプだけの固化効果が、廃パルプ混合物（廃 SPA と廃パルプ）よりも優れている。改良後供試体の含水比の結果を表-4 示す、二つ吸水材料はいずれも脱水機能がある。異なる種類の吸水剤で改良後供試体の液性限界と塑性限界を表-5 に示す。

(iii) 吸水材と固化材を併用で廃パルプ添加量とコーン指数の関係

コーン指数と廃パルプ添加量及び固化材添加後の関係を図-3 示す。廃パルプの脱水効果が、廃パルプ添加量が $100\text{kg}/\text{m}^3$ 以上で高くなる。 $50\text{kg}/\text{m}^3$ 固化材（DF 材：フライアッシュを主成分に石膏、セメント、重金属不溶剤で構成）を添加すると（7 日養生）、廃パルプのみの供試体と比較すると、改良効果が明らかでない。

5. 結論

本研究では、高含水比の粘性土に廃パルプを用いて、粘土含水比を低下させる方法を検討した。高含水比粘土は、実際に効果的に改良を行う場合にはある程度含水比を低下させる必要がある。脱水効果にはいずれの材料についても、脱水機能があることが分かる。廃パルプの固化効果が、廃 SAP よりも優れている。廃パルプと固化材（DF 材）を併用の場合は、廃パルプは環境負荷への影響が小さく、廃パルプ添加量が $50\text{kg}/\text{m}^3$ または $100\text{kg}/\text{m}^3$ の場合、コーン指数は $200\text{ kN}/\text{m}^2$ 未満です。将来は、多くの固化材（DF 材）を追加し、供試体の強度を向上させることが期待されている。

参考文献

Flemmy S.O., Omine K., Zhang Z.; SOFT CLAY IMPROVEMENT TECHNIQUE BY DEWATERING AND MIXING SANDY SOIL, International Journal of GEOMATE, Vol.17, Issue 63, pp. 9 -16, (2019)

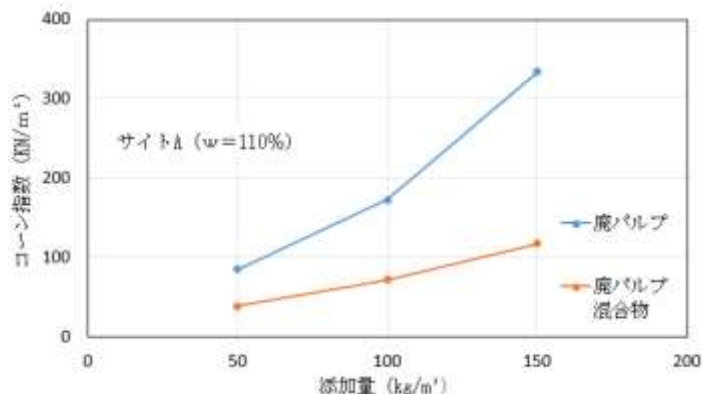


図-2 サイト A コーン指数と吸水材の添加量の関係

表-4 改良後供試体の含水比

添加量 (kg/m^3)	50	100	150
サイト A ($w=110\%$) 廃パルプで改良後含水比 (%)	105	100	95
サイト A ($w=120\%$) 廃パルプで改良後含水比 (%)	113	109	105
サイト A ($w=110\%$) 廃パルプ混合物で改良後含水比 (%)	104	99	95

表-5 改良後供試体の液性限界と塑性限界

添加量及び脱水材種類	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p
50 g 廃パルプ	111.45	74.17	37.28
50 g 廃パルプ混合物	114.23	80.55	33.68
100 g 廃パルプ	124.90	80.55	44.35
100 g 廃パルプ混合物	115.00	87.86	27.14
150 g 廃パルプ	129.50	86.06	43.44
150 g 廃パルプ混合物	111.5	87.07	24.43

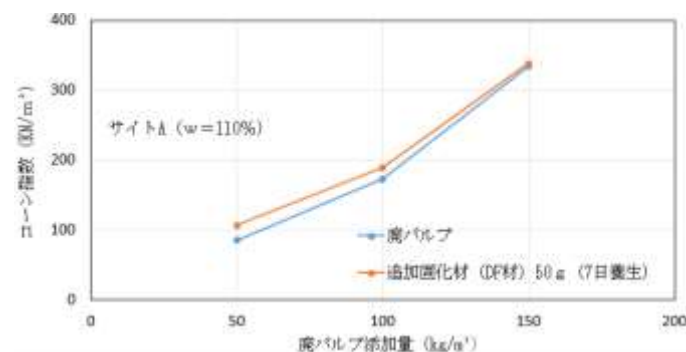


図-3 サイト A コーン指数と吸水材の添加量の関係