

固化材で改良した粘性土の乾湿繰り返し特性

佐賀大学 ○学 上田将生
佐賀大学 正 根上武仁

1. はじめに

軟弱な沖積粘土地盤の化学的地盤改良において、特に浅層改良の場合、降雨や地下水位の変動によって、地盤改良がなされた部分に乾湿繰り返しが生じる。また、化学的地盤改良を行う際には、有機物含有量やその種類、含水比、含有粘土鉱物の種類などの堆積環境が改良強度に影響をおよぼすことが知られている。本研究では、ベントナイト、有明粘土、蓮池粘土に着目して、セメントや生石灰、石膏などの固化成分を加えた際の乾湿の繰り返しの影響について検討した。

2. 試料と試験方法

2.1 粘土試料と配合条件：本研究で用いたのは、

ベントナイト、有明粘土、蓮池粘土である。試料の物理化学的性質を表-1 に示す。ベントナイトは液性限界が非常に高いため、固化材を混合すると固化材中に含まれる金属イオンによって液性限界が著しく低下し、混合後の試料表面に多量の水分が滲み出

す。このため、NaCl の 20g/l 溶液を作製し、この溶液を用いてベントナイトの含水比調整を行った。なお、液・塑性限界試験の際もこの溶液を用いた。固化材については、セメント、生石灰、再生石膏を使用した。再生石膏は、陶磁器作製の際に用いられる石膏型枠の廃材をリサイクルしたもので、二水石膏の状態である。各固化材の混合条件は表-2 に示すとおりである。

表-1 試料の物理化学的性質

	ベントナイト	有明粘土	蓮池粘土
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.60	2.60	2.53
強熱減量値 Li (%)	11.6	12.8	9.1
液性限界 (%)	128.6	165.0	147.2
塑性限界 (%)	31.4	60.0	92.0
塑性指数 (%)	97.2	105.0	55.2

表-2 各固化材の混合条件

	固化材	配合量
Case1	セメント	50kg/m ³
Case2	生石灰	50kg/m ³
Case3	石膏	50kg/m ³
Case4	セメント+石膏	25kg/m ³ +25kg/m ³
Case5	生石灰+石膏	25kg/m ³ +25kg/m ³

2.2 促進養生について：固化材による強度改良効果を促進させるため、固化材を混合した試料を 50mm (直径) × 100mm (高さ) のモールドに充填し、これを 55±2℃の恒温水中に 20 時間浸漬した¹⁾。20 時間経過した後、温水中からモールドを取り出して脱型した後、一軸圧縮試験を実施した。また、比較のため、通常の養生方法で 7 日養生および 28 日養生の供試体も作製し、一軸圧縮試験を実施した。

2.3 乾湿繰り返し試験：乾湿の繰り返し試験については、促進養生後の供試体について実施した。湿潤 (水浸) 過程を 24 時間行い、続けて自然乾燥で 24 時間の乾燥過程を与え、水浸 24 時間と乾燥 24 時間で 1 サイクルとした。乾湿繰り返し試験の際の水温と室温は 20±2℃を保った。湿潤過程および乾燥過程終了後に供試体質量を計測し、供試体が自立可能な場合はこのサイクルを繰り返して試験を行った。

3. 試験結果と考察

3.1 一軸圧縮試験結果：図-1 にセメントを混合した場合の一軸圧縮強さを示す。ベントナイトの改良一軸圧縮強さが最も高い。図-2 は生石灰で改良した場合の一軸圧縮強さを示している。セメントの場合と同様に、ベントナイトの改良強度が最も高い。図-3 にセメントと石膏を混合した場合の一軸圧縮強さを示す。ベントナイトの改良強度が高く、有明粘土および蓮池粘土の強度改良効果は低い^{2),3)}。図-4 は生石灰をと石膏を用いた場合の一軸圧縮強さを示しているが、ベントナイトの改良強度が高い結果となった。また、固化材の種類によらず、ベントナイトの場合は促進養生で改良強度が得られるが、有明粘土・蓮池粘土では改良強度が得られないことがわかる。なお、石膏のみを固化材とした場合および有明・蓮池粘土にセメント+石膏を固化材とした場合は、改良効果が低く自立できない結果となった。図-1 と図-2 から、有明粘土の場合は生石灰を混合した

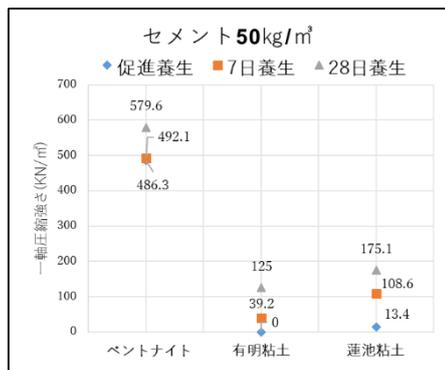


図-1 一軸圧縮試験結果
セメント 50kg/m³

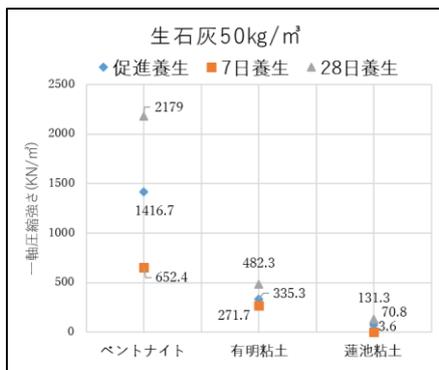


図-2 一軸圧縮試験結果
生石灰 50kg/m³

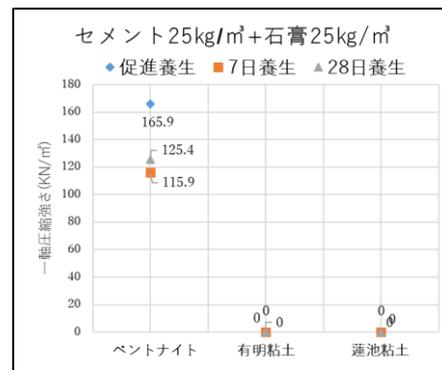


図-3 一軸圧縮試験結果
セメント 25kg/m³+石膏 25kg/m³

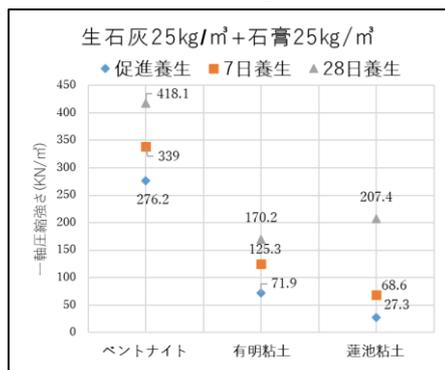


図-4 一軸圧縮試験結果
生石灰 25kg/m³+石膏 25kg/m³

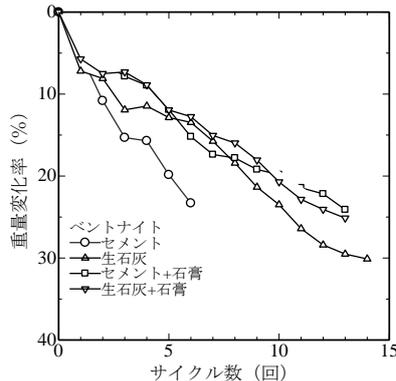


図-5 乾湿繰り返し試験結果
ベントナイト

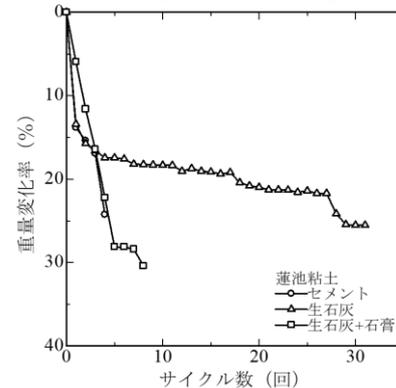


図-6 乾湿繰り返し試験結果
有明粘土

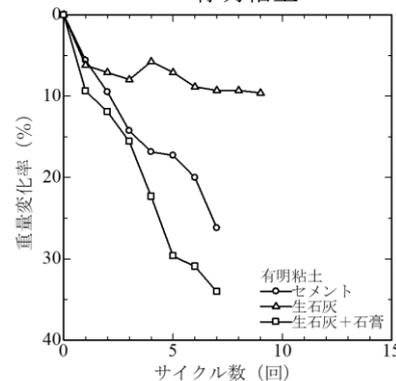


図-7 乾湿繰り返し試験結果
蓮池粘土

ものの強度が大きくなり、蓮池粘土の場合は生石灰を固化材として用いた場合よりセメントを固化材として用いた場合の強度が大きくなった。

3.1 乾湿繰り返し試験結果：ベントナイトの乾湿繰り返し試験結果を図-5に示す。図より、セメントを用いた場合の乾湿に対する耐久性が低いことがわかる。生石灰のみの場合や石膏と混合した場合は、耐久性は高い。図-6は有明粘土の乾湿繰り返し試験結果である。生石灰を用いた場合の耐久性が高い。図-7に蓮池粘土の乾湿繰り返し結果を示す。図-6の場合と同様に、生石灰を用いた場合の耐久性が高くなった。

4. まとめ

ベントナイトの場合、セメントに石膏を加えることで、改良強度は低い乾湿繰り返しに対する耐久性が高くなることが分かった。しかし、有明・蓮池粘土の場合は生石灰を固化材とした場合が最大の強度が得られ、乾湿繰り返し試験の耐久性も高くなった。これは、他のケースよりも高い改良一軸圧縮強さが得られたため、乾湿繰り返しの影響が現れにくくなったためだと考えられる。

再生石膏を用いた場合の強度改良効果が得にくかったことから、再生石膏については、混合度を高くすること、乾湿繰り返し条件の見直し、促進養生の妥当性についても検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 村山篤史, 市川寛: 深層混合における促進養生試験を用いた施工管理手法, 日本建築学会大会学術講演集, pp. 437 -438, 2003.
- 2) 上田将生, 根上武仁, 山際遙巳・日野剛徳: 固化材で改良したカオリンおよびベントナイトの乾湿繰り返し特性, 平成30年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 CD-ROM, 2019.
- 3) 宮崎圭介, 根上武仁: 固化材の違いが改良土の強度改良および乾湿繰り返し特性に及ぼす影響, 令和1年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 CD-ROM, 2020.