

石灰と桐油・樹脂を添加して改良した遺跡土の諸性質

佐賀大学 学 ○押領寺祐也
正 鬼塚 克忠
正 陸 江

1. はじめに

これまでに著者らは中国古来の添加材である消石灰（以下、石灰と呼ぶ）、桐油、餅米の炊き汁と樹脂を吉野ヶ里遺跡土に加えて締め固め、その強度特性と耐久性を調べる試験を行っている^{1),2)}。その結果、1.石灰＋桐油を土に加えたものは強度が大きく、耐久性が優れている、2.石灰＋樹脂は強度が思っていたほど大きくなく、耐久性もあまり見られない、ということであった。本研究ではこの2種類の添加材を土について、前回^{1),2)}と異なる含水比で強度と耐久性を調べ、物理的性質を求めた。さらに、石灰＋桐油は長期的変化を知るために、室外に供試体を放置して試験を行った。

2. 添加材について

本研究では、石灰、桐油、樹脂の3種類の添加材を用いている。このうち、桐油はアブラギリの種子を压榨して得るものであり、中国では古くから重要な防水塗料として、例えば、ジャンク（小型木造船）の船体、建物の木の柱等によく塗布されている。桐油と石灰の混合物も、密封材および粘着材として築山・砲台等の建設工事の際に塗布されている。樹脂は、近年、遺跡の修復等によく使用されている。本研究では、吉野ヶ里遺跡で実際に使用例があるポリウレタン樹脂を使用した。

3. 強度と耐久性

図-1より最大乾燥密度 1.27g/cm³、最適含水比 37%である。前回^{1),2)}はこの乾燥密度と含水比になるように、直径5cm、高さ10cmのモールドに、土と水の量を決定して添加材を加えて締め固めて作製した供試体で試験を

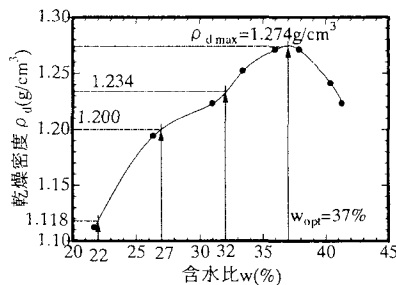


図-1 吉野ヶ里遺跡土の締め固め曲線

表-1 各材料の混合量

含水比 (%)	土 (g)	水 (ml)	石灰 (g)	桐油 or 樹脂(ml)
22	219	48	11.0	5
27	236	64	11.8	5
32	242	76	12.1	5
37	249	92	12.5	5

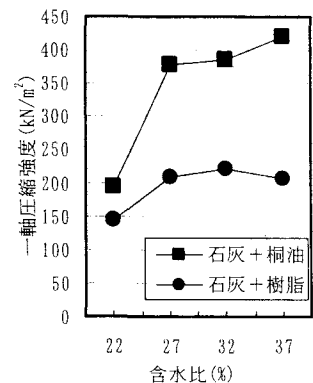
行った。本試験では、37%より含水比を小さくした土について強度と耐久性の試験を行った。含水比を22%、27%、32%に設定して前回と同様に供試体を作製して、14日養生したものに、一軸圧縮試験、乾燥湿潤の繰り返しによる劣化試験を行った。表-1に各材料の混合量を示してあるが、石灰は土の質量比5%、桐油、樹脂は5mlで統一した。なお、図-2、図-3のw=37%のデータは過去の試験で得られたものである。

①一軸圧縮試験（図-2）

石灰＋桐油の場合は大きな含水比になるほど、強度が大きくなっており、最適含水比37%で最も強度が大きくなっていることが分かる。石灰＋樹脂の場合はw=32%で最も強度が大きくなった。樹脂は、含水比を最適含水比よりやや小さくした土に使用するのが最も好ましいと思われる。

②乾燥湿潤の繰り返しによる劣化試験（図-3）

この試験は、24時間の水浸と24時間の60℃での乾燥を1サイクルとし、これを10サイクル終了または

図-2 一軸圧縮強度
(14日養生)

途中で崩壊したら、試験終了という形をとった。10 サイクルまで到達しているものは全て未崩壊である。石灰+桐油は $w=22\%$ のみ崩壊している。 $w=22\%$ は、含水比が小さく、桐油が土と十分に反応できなかったため、さらには乾燥密度が小さいため崩壊したのだろう。石灰+樹脂は $w=32\%$ が崩壊までに9サイクル要しており、他のものに比べて耐久性があることが分かる。

4. 物理的性質

物理試験は、表-1 の $w=32\%$ の混合量と同じ比で混合土を作製し、土を締め固めないで、養生しないもの、14 日養生したものについて行った。表-2 に本研究で使用した遺跡土と改良土の物理的性質を示している。土粒子の密度は、石灰+樹脂の場合は、原土と比べて大きくなっている。液性限界、塑性限界、塑性指数は石灰+桐油、石灰+樹脂の両方とも原土より値が小さくなっている。その中でも、養生した土は養生しない土より値が小さくなっている。粒度は、石灰+桐油、石灰+樹脂ともに粘土の割合が極端に小さくなり、砂、シルトの割合が大きくなる。この傾向は、粘土、砂に関しては養生した土のほうが、シルトに関しては養生しない土のほうがより顕著である。これより、まず土に添加材を加えると、粘土がシルトへ移行する等の変化が起き、さらに混合土を養生すると、シルトから砂へ移行する等の変化が起こり、本来の遺跡土の細粒分の粒径が大きくなっていることが分かる。

5. 室外試験

これまでの試験で最も良い結果が出ている石灰+桐油について、室外試験を実施している。表-1 の $w=37\%$ の混合量と同じ比の土を縦 30cm、横 30cm、高さ 10cm の鉄のモールドを用いて締め固め、供試体を作製し、一年間の予定で室外に放置している。表-3 は 6 ヶ月までの試験結果である。時間が経つにつれ、外的変化として、供試体表面が白く荒れてきた。強度特性では硬度計の値や一軸圧縮強度は徐々に大きくなっている。

6. まとめ

石灰+桐油の場合は最適含水比の土が一番優れた強度を示し、石灰+樹脂の場合は含水比をやや小さくした 32% の土が優れた強度、耐久性を示していることが分かった。物理的性質は、原土と添加材を加えた土で性質が違うことが分かり、さらに添加材を加えた土でも養生した土と養生しない土でも性質が違うことが分かった。今後は、こういった添加材が実際の地盤改良に適用できるか検討していきたい。

謝辞：本研究で使用した樹脂を提供して下さいた中外商工の方々に御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 押領寺祐也、鬼塚克忠、陸 江：中国古来の添加材による土の改良効果の検討、平成 14 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.A-284~A-285,2003
- 2) 押領寺祐也、鬼塚克忠、陸 江：室内・室外における中国古来の添加材による土の改良効果、土木学会平成 15 年度全国大会-第 58 回年次学術講演会講演概要集、Ⅲ・629,pp.1257~1258,2003

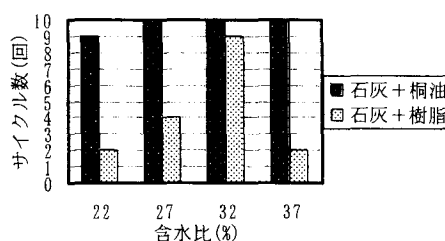


図-3 供試体が崩壊したサイクル数 (14日養生)

表-2 土と添加材を加えた土の物理的性質

	(原土) 遺跡土	石灰+桐油		石灰+樹脂	
		養生 なし	養生 14 日	養生 なし	養生 14 日
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.62	2.60	2.63	2.67	2.67
液性限界 w_L (%)	61.6	53.2	50.7	53.5	48.6
塑性限界 w_p (%)	37.1	37.0	35.5	34.9	33.6
塑性指数 I_p	24.5	16.3	15.2	18.9	15.0
礫 (%)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
砂 (%)	31.0	40.7	54.3	33.7	54.7
シルト (%)	35.5	49.4	38.6	55.3	36.3
粘土 (%)	32.5	9.9	7.1	11.0	9.0

表-3 室外試験の結果

		作製直後	1 ヶ月後	6 ヶ月後
質量(kg) (モールドも含む)		27.40	26.85	—
含水比 (%)		35.2	30.4	17.8
硬度計	貫入量(mm)	—	32.1	34.3
	支持強度 (kN/m^2)	—	4980	11800
一軸圧縮強度(kN/m^2)		66.3	363.4	415.6