

中国古来の添加材による土の改良効果の検討

佐賀大学 学 ○押領寺祐也
正 鬼塚 克忠
正 陸 江

1. はじめに

土遺跡を展示・公開するとき、遺跡自体の風化・劣化を防ぐための対策が必要となる。著者の陸ら¹⁾は、既に佐賀県の吉野ヶ里遺跡から採取した土に中国で古来から使用されている、餅米の炊き汁や桐油、消石灰（以下、消石灰と呼ぶ）などを土の締固めの際の改良添加材として用いた研究を行っている。本研究では、これらの添加材と近年、遺跡の修復等に用いられている樹脂を吉野ヶ里遺跡土に加えて締め固め、その強度特性や耐気候性について調べ、実際に遺跡保存に適するかを、昨年²⁾の研究結果³⁾も踏まえて検討した。

2. 研究の概要

本研究に用いた土の性質は表-1に示すとおりである。最適含水比になるように、水を加えて調整した土に、表-2に示す各種の組み合わせの添加材を混合した。その後、昨年²⁾の研究⁴⁾同様に直径5cm、高さ10cmのモールドを用いて、混合土を突き固め、実験供試体を作成した。供試体は石灰のみの②、桐油のみの③、石灰+餅米の④、石灰+桐油の⑤は昨年²⁾の研究でも作成されている。だから、今回は②と④は昨年と同様だが、③と⑤は桐油の量を昨年²⁾の8mlから5mlに減らし、さらに石灰+桐油の桐油を10mlに増やした⑥を作成した。樹脂は、遺跡保存によく使用されるというウレタン系樹脂を使用した。

表-1 試料の性質

土粒子の密度 (g/cm^3)	2.62
液性限界 w_L (%)	61.6
塑性限界 w_P (%)	37.1
塑性指数 I_P	24.5
礫 (%)	1.0
砂 (%)	31.0
シルト (%)	35.5
粘土 (%)	32.5
最大乾燥密度 (g/cm^3)	1.27
最適含水比 (%)	37

表-2 混合添加材の種類による供試体の種類

種類	土 (g)	水 (ml)	消石灰 (g)	桐油 (ml)	餅米の汁 (ml)	樹脂 (ml)
①	249	92				
②	249	92	12.5			
③	249	92		5		
④	249		12.5		92	
⑤	249	92	12.5	5		
⑥	249	92	12.5	10		
⑦	249	92	12.5			5
⑧	249	92	12.5			10

※②と④は昨年と全く同じ組み合わせ、③と⑤と⑥は組み合わせは昨年と同じだが、桐油の量が違う

作成後、供試体は1つの添加材の組み合わせについて、養生しないもの、養生するものに分けた。養生するものは7日養生と、28日養生の2種類である。この3パターンについての改良効果の評価として、それぞれ(1)一軸圧縮試験、(2)乾湿の繰り返しによる劣化試験、(3)凍結融解の繰り返しによる劣化試験を行った。

(2)については24時間の水浸と24時間の60℃での乾燥を1サイクル、(3)については6時間の-10℃での凍結と6~12時間の室温20℃での解凍を1サイクルとした。これをそれぞれ10サイクル終了または途中で崩壊したら、試験終了という形をとった。

3. 結果と考察

(1) 強度について

混合材の組み合わせによる、一軸圧縮試験の結果を図-1に示す。未試験のものが一部ある。①は水と土のみで基準となる供試体である。

昨年²⁾の研究でも実施した組み合わせでは、昨年²⁾の値と比較して、石灰のみの②はほぼ相違ない強度、石灰+餅米の④は約2.5倍の強度を示した。昨年と同様に餅米は水より強度が出るのは理解できていたが、④は予想を超える値だった。桐油の量を昨年²⁾の8mlから5mlに減らした桐油のみの③および石灰+桐油の⑤については、③は昨年²⁾の強度⁵⁾を大きく下回り、⑤は若干下回った。さらに、石灰+桐油で、桐油を10mlに増やした⑥は昨年²⁾の強度⁶⁾を若干上回った。このことから、石灰+桐油は桐油が多いほど強度が高くなることが分かる。しかし、桐油のみの③は昨年は②や④より強度が大きかったが、今回は下回った。これは桐油

の量を少なくした影響が考えられるが、あまりにも強度が小さい。⑥のように桐油の量を昨年より増やすと強度が大きくなるだろうが、②の強度までは至らないだろう。よって、桐油のみでは十分な改良効果が得られるとは断定できない。

石灰+樹脂の⑦と⑧については、最近遺跡の修復等によく使われていると聞いたので、強度が大きくなることを予想したが、強度は出なかった。今回使用した樹脂が用いた土にあまりなじまなかったのか、他に原因があるのか、分からない。

(II) 耐気候性について

乾湿の繰り返しによる劣化試験の結果を図-2、凍結乾燥の繰り返しによる劣化試験の結果を図-3 に示す。両方とも崩壊するまでにかかったサイクル数を示しており、10 サイクルは未崩壊であることを示す。また、未試験のものが一部あり、昨年の研究¹⁾では耐気候性の試験は実施されていない。

乾湿では、石灰+餅米の④が2 サイクル目の水浸のところで崩壊し、水にふれると非常に弱さを露呈した。石灰のみの②と石灰+樹脂の⑦と⑧は水浸の時に少しずつ崩壊していった。逆に、桐油のみの③は養生した分は意外と崩壊しなかった。石灰+桐油の⑤と⑥に至っては全く崩壊せずに終了したが、⑤の供試体はやや表面が欠けたりしていた。これより乾湿には桐油が耐久性があるとみることができよう。

凍結融解では、基本的に養生なしのものは1 サイクル目の凍結で崩壊した。これはまだ添加材が土や水と十分に反応しておらず、未発達の固結力が、水分凍結に劣るためだと考えられる。桐油のみの③も1 サイクル目はかなり崩壊気味であったが、桐油の効果があつたせいか完全崩壊にはならなかった。養生したものはほとんど崩壊しなかったが、石灰+樹脂の⑦と⑧の7 日養生は、凍結時には形は崩れていなかったが、融解中にひび割れが原因で脆く崩れた。

4. まとめ

以上の試験結果より、石灰+桐油 10ml という組み合わせの添加材が、強度が大きく、耐気候性を十分に持っているということが分かる。よって、遺跡保存用に加える添加材に最も適しているといえる。また、今回の研究では、樹脂も用いたが、実施した試験条件では強度が小さく、耐気候性もあるとはいえない。最近の遺跡保存用への使用情報から、樹脂が一番適するのではないかという予想とは違う結果になった。

参考文献

- 1) 陸 江、鬼塚克忠、唐 曉武、甲斐大祐：中国古代版築技術に基づく遺跡復元工法に関する基礎的検討、第 37 回地盤工学研究会発表会－平成 14 年度発表講演集、pp.19-20,2002.
- 2) 松永和也：土遺構の強化保存のための薬液注入技術とその評価手法に関する研究、佐賀大学修士学位論文、2001

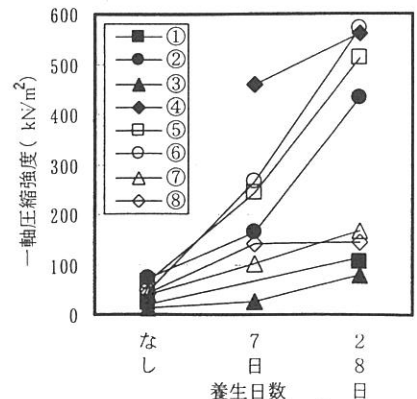


図-1 各供試体の一軸圧縮強度

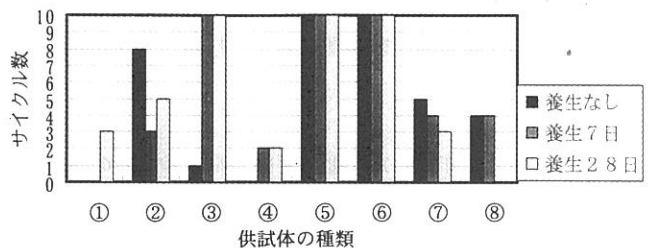


図-2 乾湿の繰り返しによる劣化試験

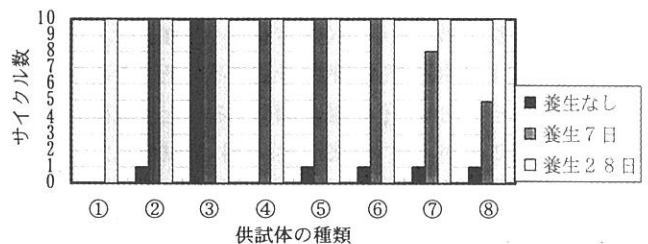


図-3 凍結融解の繰り返しによる劣化試験