

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

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。考えられる対策として、本研究では、佐賀県の吉野ヶ里遺跡から採取した土（表-1）に中国で古来から使用されている、餅米の炊き汁（以下、餅米と呼ぶ）や桐油、消石灰（以下、石灰と呼ぶ）や近年、遺跡の修復等に用いられている樹脂を改良添加材として加えて締め固め、室内試験を行った。さらに、室内試験について最もよい結果が出たものについて室外における試験を行い、遺跡復元に適するか検討した。

2. 室内試験

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、直径5cm、高さ10cmのモールドを用いて、混合土を締め固め、実験供試体を作製した。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。

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、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。ただし、すべての種類、すべてのパターンの実験は実施できていない。

1) 一軸圧縮試験（図-1）

①は水と土で基準の供試体である。

まず、③の桐油は強度が出なかった。②の石灰はそれなりの強度を示しているが、これに桐油を加えている石灰+桐油の⑤と⑥はさらに強度が大きくなっている。⑤と⑥のうち桐油の量が多い⑥の方が強度が大きくなっている。このことより桐油は単体では強度は出ないが、石灰と混合することにより大きい強度を示し、さらに桐油の量が多いほど大きい強度となることが分かる。

石灰+餅米の④は養生7日の段階では他の供試体に比べてかなり大きな強度を示している。これは、餅米の含水比調整が難しく、他のものと比べて、含水比が小さくなったためと考えられる。

石灰+樹脂の⑦と⑧は強度が小さく、養生したことによる強度の伸びも小さかった。これは、今回使用した樹脂が土になじまなかったのか、他に、原因があるのか分からない。

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 土と各種添加材の組み合わせ

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

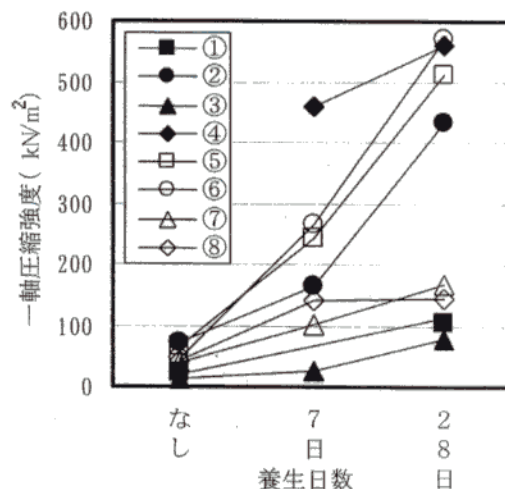


図-1 各供試体の一軸圧縮強度

キーワード：桐油、締め固め、樹脂、硬度計、版築技術、遺跡復元

連絡先：佐賀県佐賀市与賀町4番5号コーポ栄城106号 090-7155-3790

2) 乾燥湿潤の繰り返しによる劣化試験（図-2）

24 時間の水浸と 24 時間の 60℃ での乾燥を 1 サイクルとした。図-2 は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。

石灰のみの②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は養生したものは意外と崩壊しなかった。さらに、石灰+桐油の⑤と⑥に至っては全く崩壊せずに終了した。これより桐油の乾湿への耐久性は優れているとみることができよう。石灰+餅米の④は 2 サイクル目の水浸のところで崩壊し、水にふれると非常な弱さを露呈した。石灰+樹脂の⑦と⑧は乾湿への耐性はあまりあるとはいえない。

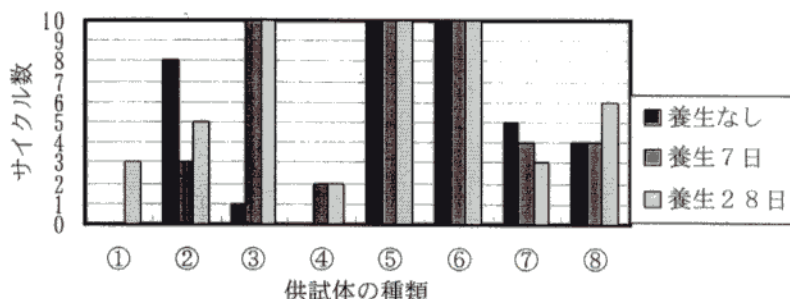


図-2 乾燥湿潤の繰り返しによる劣化試験

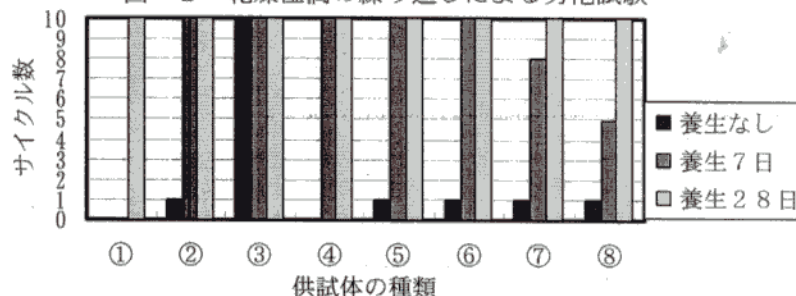


図-3 凍結融解の繰り返しによる劣化試験

3) 凍結融解の繰り返しによる劣化試験（図-3）

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。図-3 は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。

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、水分凍結による内部応力に劣るためだと考えられる。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。

3. 室外試験

以上の室内試験で一番よい結果が出たのは石灰+桐油の組み合わせである。よって、石灰+桐油 5ml の供試体と全く同じ混合比で縦 30cm、横 30cm、高さ 10cm の鉄のモールドを用いて、モデルの供試体を作製し、1 ヶ月間(2003 年 2 月末~3 月末)室外に放置した。

試験結果を表-3 に示す。期間中の土の表面や色の変化はほとんど見られなかった。硬度計の貫入量は 32.1cm となり、供試体の硬度が大きいことが分かる。一軸圧縮強度は削り出した供試体(2 本)について求めたが、室内の 28 日養生のものより小さい値となった。これは、室内とは違って室外は直接気象の影響を受けたからだろう。

4. まとめ

まず、室内試験結果より、石灰+桐油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ことが分かる。この組み合わせのモデルを室外に 1 ヶ月放置したものも、強度および気候に対する耐性を持っていることが分かった。現段階では遺跡復元には適しているといえる。今後はこの室外試験を定期的に 11 ヶ月後まで行って、長期的な経過を見る予定である。

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) 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

表-3 室外試験の結果

	作製直後	1 ヶ月後
質量(kg) (モールドも含む)	27.40	26.85
含水比(%)	35.2	30.4
硬 度 計	貫入量(mm)	—
	支持強度 (kN/m ²)	4980
一軸圧縮強度 (kN/m ²)		66.3
		363.4