

埋蔵土構築物遺跡の原位置保存法の研究（その1）

— シラン系樹脂による土中の水分蒸発抑制と塩析出防止効果の検討 —

住野正博 川地武

Studies on Preservation Method in Existing Location for

Soil Structure Ruins Buried Underground (Part 1)

— Prevention Effects of Salt Recrystallization and Inhibitory Effects of Moisture Evaporation in Soil by Impregnation Silan Resin —

Masahiro Sumino Takeshi Kawachi

Abstract

When soil structure ruins buried underground are to be preserved at a site and the structure is to be displayed in a building, damage to the structure such as cracks on soil surfaces due to drying and salt recrystallization on the soil surfaces due to moisture evaporation from the soil, must be prevented during display to the public. The most promising prevention method is reinforcing the soil surface course by resin impregnation. However, past attempts at this method have been unsuccessful using organic resins. The authors consider that if the silane nature of inorganic resin which inhibit moisture evaporation inside concrete structures and prevents water penetration from outside such as rain can be given to a soil structure by impregnation, then, the above-mentioned problems could be solved. Therefore, laboratory impregnation experiments were conducted to investigate the effects of this resin. As a consequence, we succeeded in grasping the effects of this resin, and showed that impregnation of this resin is very useful for preserving soils.

概要

地盤とつながった土構築物遺跡を建屋内に原位置保存し展示する場合、乾燥ひび割れ、土中水分の毛管上昇に伴う遺跡表面への土中塩分の移行・析出、苔・カビの生育等による損傷を防ぐことが求められる。その対策の一つとして過去、土表層の補強処理を兼ねた各種有機系樹脂の含浸処理が行われてきたが、これらの損傷を防止できるまでには至っていない。そこで、建設分野で浸透性吸水防止剤としてコンクリート等に塗布されている無機系のシラン系樹脂の性質、すなわちコンクリートの内部水を水蒸気として徐々に放出し、雨水等の外部水を浸透させないという性質に着目した。この性質が土で発揮されると、地盤の表面近くまで湿潤状態が保持され、また毛管上昇水分の遮断によって塩分の析出や苔等の生育を防止できる可能性が大きい。

土とシラン系樹脂の混合系および含浸系供試体を用い、水分蒸発抑制と塩析出防止効果を実験した。その結果、この樹脂の有効性が顕著に認められ、また必要な樹脂の含有量や含浸深さなどに関する知見が得られた。

1. はじめに

建設工事中に出土した大型埋蔵土構築物遺跡のうち重要なものは最近では公園等と組合せ、建屋内や屋外に移設展示保存あるいは原位置展示保存されるようになってきている。

移設保存関連ではポリエチレングリコール樹脂含浸処理による当社開発の土の補強法が日本最古のため池、狭山池（大阪狭山市）の堤体保存で世界で初めて実用化された。

一方、保存法の主流を占める原位置保存では極力、手を加えないで後世に残す手法が模索されてはいるが、未

だ確立されていない。現在のところ、建屋内で保存する場合には空調による温湿度管理や照明管理の他、地盤とつながった湿潤土表面にウレタン樹脂等を散布、含浸させて土を補強する方法およびこれらを組合せた方法が採用されている。

有機系樹脂含浸による土の補強法では湿潤土中への樹脂含浸がごく浅く、また土の補強が不十分であることから、乾湿繰り返し等による補強土層のひび割れや剥離、土中塩分の析出による破損、苔等の生育被害が発生しており、このような被害を生じない技術開発が望まれている。すなわち樹脂含浸処理による土遺構面の補強によってひび割れ、塩析出、苔生育等による損傷が防止でき

れば、空調や照明と組合せ、長期耐久性に優れた原位置保存のための有力な手法になると考えられる。この方法を確立するためには、湿潤土中への含浸性に優れ、かつ土を補強できる樹脂の選定が重要である。そこで、建設分野で浸透性吸水防止剤としてコンクリートや石材に塗布されているシラン系樹脂に着目した。この無機系樹脂はコンクリートの内部水を水蒸気として外部に徐々に放出させ、雨水等の外部水を内部に浸透させないという性質を有し、またコンクリート中の水酸化カルシウムと反応して一体化し、コンクリートのエフロ防止にも有効とされている。

これらの性質が土遺構面で発揮されると、土中内部の乾燥を抑制することによって、土層の乾燥進行が抑制され、また土中水の毛管上昇が遮断されることによって苔・カビ・植物の生育が抑えられ、土中塩分の析出を抑制できる可能性が大きいと考えられる。

ここではシラン系樹脂の混合系および含浸系について、土中水分の蒸発抑制効果、土中塩分の析出防止効果、土中水分とシラン系樹脂との置換率等を実験検討し、有用な知見が得られたので報告する。

2. 供試材料と供試体の作製

2.1 供試材料

2.1.1 シラン系樹脂 市販の浸透性吸水防止剤からKS(比重0.83)、KSP(同0.83)、TS(同0.84)、TSP(同0.9)、TSW(同0.95)の5種類を供試し、実験に応じて適宜使った。このうちKS、TSは溶剤系、KSP、TSPは溶剤系にアクリル樹脂を配合したものであり、TSWは水系である。

2.1.2 土 混合系用および含浸系用の土として8号硅砂を用い、また含浸用不攪乱土として当技研の敷地内で採取した関東ロームを供試した。

2.2 供試体の作製

2.2.1 樹脂混合系供試体 透明塩ビの蓋無し容器(φ76, h130mm)を上下2段に組立て、上段には硅砂を入れ、下段は水を入れる容器とした。上段容器の底には穴があり、ステンレスメッシュに被覆して縫いつけたガーゼをその穴から下段容器の底面に達するまで垂らしている。このガーゼは下段容器に入れた水を毛管上昇させ、上段容器の硅砂中への吸水を促進させるためのものである。

上段容器に乾燥硅砂400g(供試土の高さ約70mm)を入れ、上端面を平らにならした後、40℃で2日間養生した樹脂混合硅砂(以下、混合砂)を敷きならした。この混合砂の樹脂含有率は0.8~16.4%、敷きならす厚みは2~40mmとし、実験に応じて使い分けた。下段容器に水道水(以下、水)または3%食塩水(以下、塩水)を入れた後、上段容器を差し込み、容器のジョイント部をシールして実験に供した。また、混合砂を敷かないものを比較

用のプランクとして同様に実験に供した。

2.2.2 樹脂含浸系供試体 (1) 含浸下地に硅砂を用いる場合 上記したガーゼを取り替えるため、上段容器の底部が着脱できるようにしたものを上段容器に用いた。上記した方法でガーゼを垂らした上段容器の中に乾燥硅砂600g(供試土の高さ約100mm)を入れ、十分に水締めした後、室内に静置して十分に水を切り、40℃で3時間乾燥させたもの(平均含水比32%)、24時間乾燥させたもの(平均含水比15%)を含浸用下地とした。

この上面に樹脂100mlを定量ポンプで流速100ml/hrで滴下し、土中に含浸させた。次いで、40℃で2日間養生し、ガーゼを新しいものに交換後、塩水を入れた下段容器と組立てた。ジョイント部をシールした後、実験に供した。また樹脂を含浸していないものを比較用のプランクとして実験に供した。

(2) 含浸下地に不攪乱土を用いる場合 透明塩ビ円筒(φ290, h350mm)を用いて採取した関東ローム(φ290, h300mm)を実験に供した。なお、この土の含水比は上端から下端方向に64~58%の範囲に分布していた。

3. 実験方法

3.1 土中水分の蒸発抑制効果の検討

40℃の温度条件下に所定期間静置し、重量を経時的に測定した。毛管上昇してきた下段容器の水が砂表面から蒸発することで生じる減少重量より水分蒸発速度(kg/m²)を求め、また実験終了後、供試体の断面高さ方向に含水比を測定し、樹脂による土中水分の蒸発抑制および土中水分上昇の遮断効果を判断した。

3.2 塩分析出防止効果の検討

40℃の温度条件下に静置中、上端面への塩分の析出の有無および表面ひび割れ発生の有無を観察した。

3.3 土中水分と樹脂の置換割合の検討

含浸系供試体作製時と同様に樹脂を上端面に滴下した。この滴下中、供試体底部からは、まず樹脂と置換された土中水分が流出し、次いで過剰滴下によって土中に保持されなくなった樹脂が流出してくる。樹脂滴下は供試体底部から樹脂が定常的に流出してきた時点で終了した。

滴下前と滴下終了後の土中含水比の差を樹脂置換による含水比低下と考え、樹脂滴下前の含水比に対するこの含水比の差の割合を求め、樹脂置換割合(%)とした。

4. 結果と検討

4.1 樹脂混合系での検討

4.1.1 混合樹脂量と水分蒸発抑制効果

(1) 水分蒸発速度による検討 シラン系樹脂および水を用いて行った水分蒸発抑制効果の予備の実験において、樹脂含有率4.1%の混合砂を10mmの厚みに敷くこと

によって40℃温度条件下での水分蒸発速度はブランクの約1/5に低下することが判明し、シラン系樹脂混合土層による土中水分の蒸発抑制効果が明瞭に確認できた。この結果を踏まえ、樹脂含有率による水分蒸発抑制効果を検討するため、KSの樹脂含有率0.8～16.4%の混合砂を10mmの厚みに敷いた場合の水分蒸発速度を求め、その経時変化をFig. 1に示す。

まず、同図のブランクについて水と塩水の場合を比較すると、水分蒸発速度は、前者では実験開始後、1週間の間に徐々に小さくなり、以後、19kg/m²・日前後ではほぼ定常状態に至り、後者では同様に1週間で定常状態に至るものの、その値は約10kg/m²・日を示し、前者の約1/2となっている。しかも、後者においては実験開始後7時間で砂の上面に塩分が析出し始め、その量が時間経過とともに増大した。この塩析出現象と上記した水分蒸発速度を勘案すると、塩水での水分蒸発速度の低下は、砂層を浸透上昇してきた塩水が砂の表層部で濃縮して塩分を析出し、砂粒子の間隙を充填して一種の遮水層を形成することにより、水分蒸発が抑制されたことで生じたと考えられる。

次にKSの混合砂を10mmの厚みに敷き、塩水を毛管上昇させたものをみると、水分蒸発速度は、樹脂含有率16.4%のものが初期においてやや大きな値を示しているのを例外として、また樹脂含有率の大きい方が僅かずつ大きくなる傾向にあるものの、いずれも3.8kg/m²・日前後で安定している。しかも、この速度は塩水で検討したブランクの初期の水分蒸発速度の約1/5にまで低下している。このことは、土中のKS含有率がわずか0.8%であっても、土中水分の蒸発抑制効果が顕著に得られることを示している。

ところで、塩水で検討したブランクの場合、上記のように実験開始当日に上面に塩分の析出が認められている。一方、KS混合砂を敷いたものでは、実験期間中に塩分の析出はいずれも認められなかったものの、樹脂含有率8.2%の混合砂を用いたものでは実験開始2日後に、また含有率16.4%のものでは実験開始翌日に上面にひび割れが発生した。このことは、シラン系樹脂が土中に多く存在した場合、逆に土表面にひび割れなどの変状を誘発する可能性を示唆している。

(2) 土中含水比による検討 Table 1に実験終了後に測定した供試体断面高さ方向の含水比分布を示す。

表示するように、樹脂混合砂層の含水比は樹脂含有率0.8%および1.6%時の0.1%から含有率16.4%時の1.2%まで、含有樹脂量の増加とともに徐々に高くなり、とりわけ樹脂含有率8.2%以上で明瞭に高くなる傾向を示している。この含有率8.2%以上で含水比が明瞭に高くなる現象は、上述の水分蒸発速度検討の際に認めたひび割れ発生と樹脂含有率の関係に一致しており、ひび割れを生じたことで水が樹脂混合砂層を上昇しやすくなったことが考えられる。

また、下地の砂層そのものの含水比は、水および塩水で検討したブランクだけでなく、樹脂混合砂層を敷いた

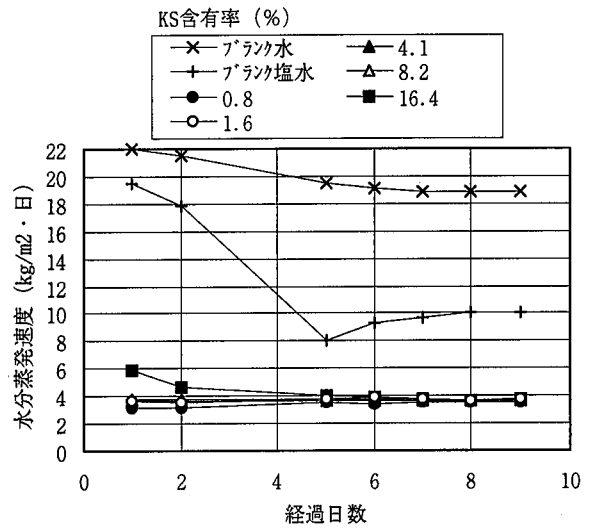


Fig. 1 水分蒸発速度と樹脂含有量
Relations of moisture evaporation rate and resin mixing quantity

毛管 上昇水	KS層の有無 (含有率)	樹脂混合層 含水比 (%)	下地砂層含水比 (%)		
			上層	中層	下層
水	無(ブランク)	—	33.7	34.1	36.1
	無(ブランク)	—	28.7	31.0	33.5
塩水	有(0.8%)	0.1	29.7	31.4	31.7
	有(1.6%)	0.1	30.8	32.4	33.3
	有(4.1%)	0.2	30.1	31.4	33.3
	有(8.2%)	0.7	32.5	33.3	34.0
	有(16.4%)	1.2	29.3	31.0	32.8

Table 1 水分蒸発実験後の供試体高さ方向の含水比分布
Moisture content distribution of test piece height direction after moisture evaporation experiments

供試体においても、断面高さ方向に30%前後で分布しており、大差ない値を示している。

このことは、樹脂混合砂層と下地の砂層の境界で土中水分の毛管上昇が明瞭に遮断されること、その結果として上記した樹脂混合砂層による土中水分の蒸発抑制効果が顕著に得られたことを示している。

4.1.2 樹脂混合層の厚みと水分蒸発抑制効果 Fig. 2は塩水を用いて行った10日間の実験で得た水分蒸発速度とKS混合砂層の厚みとの関係を示す。KSの含有率はFig. 1の結果を踏まえ、上面にひび割れを生じさせない0.8%および1.6%に設定している。また同図の水分蒸発速度はFig. 1で塩水を用いて行ったブランクの実験結果を考慮し、実験開始後2日までの水分蒸発速度の平均値で示している。

図示するように、水分蒸発速度は樹脂含有率にかかわらず、いずれも樹脂混合砂層の厚みの増加とともに低下し、30mm前後の厚みでほぼ横ばいに至る傾向を示している。横ばいに至った時の水分蒸発速度は樹脂混合砂層の厚み0mmで示すブランクの約1/23を示している。しかも、それぞれの混合砂層の厚みにおける水分蒸発速度には、混合樹脂量による差異が認められない。

このことは、適正な樹脂量を土の表層30mm程度の深さまで存在させれば、土中水分の蒸発抑制効果が顕著に、また効果的に得られることを示している。

4.1.3 混合樹脂量と塩析出防止効果 KS含有率0.8~16.4%の混合砂層を7mmの厚みに敷き、塩水を40℃の温度条件下で10日間毛管上昇させ、上面に発生する変状を観察した。この厚みは、上面に変状が生じやすいように薄く設定した。

樹脂含有率0.8および1.6%の混合砂を敷いたものでは実験期間中にひび割れが発生しなかった。含有率4.1および8.2%のものでは実験開始1日後にひび割れが発生し、含有率16.4%のものでは実験開始当日にひび割れが発生しただけでなく、塩分が析出してきた。また、ひび割れを生じた他のものでは実験期間中に塩分の析出を認めなかったが、いずれ析出してくることが予想された。

シラン系樹脂は水分と反応してアルコールとシラノールを生じ、次いでシラノールの脱水縮合反応でシロキサン結合を生じて架橋していく。この反応から、砂のように土粒子間の粘着性に乏しい土中にKSを多量に含有させた場合、架橋反応に伴う凝集力によって、あるいは反応で生成するアルコールがガスとして外部に出ていく際に土表層を押し上げ、ひび割れを生じさせる可能性が推察される。したがって、ひび割れを生じさせない適正樹脂量の選定が必要になる。

4.1.4 各種シラン系樹脂の性能比較 Fig. 3に樹脂含有率1.6%の各種シラン系樹脂混合砂を10mmの厚みに敷き、40℃の条件下で塩水を毛管上昇させて実験した水分蒸発速度の経時変化を示す。

図示するように、水分蒸発速度はいずれのシラン系樹脂においてもブランクよりもかなり小さく、樹脂混合による土中水分の蒸発抑制効果が明瞭に認められる。その効果をブランクと比較するため、塩分上昇の影響の小さい実験開始後2日までの平均値でみると、水分蒸発速度はブランクで15kg/m²・日、KSで3.2kg/m²・日、KSPで3.8kg/m²・日、TSで3.2kg/m²・日、TSPで6.2kg/m²・日、TSWで6.2kg/m²・日であり、水分蒸発抑制効果には樹脂によって2倍程度の差異が認められる。

また、KSおよびTS混合砂を用いた場合には、10日間の実験期間中、ひび割れや塩析出が生じなかった。しかし、KSP、TSPおよびTSWではブランクと同様に実験開始の翌日から上面にひび割れが発生し、また塩分が析出して時間経過とともに増大した。

これらのことは、シラン系樹脂はいずれも土中水の毛管上昇を遮断し、水分蒸発を抑制する性質を有している

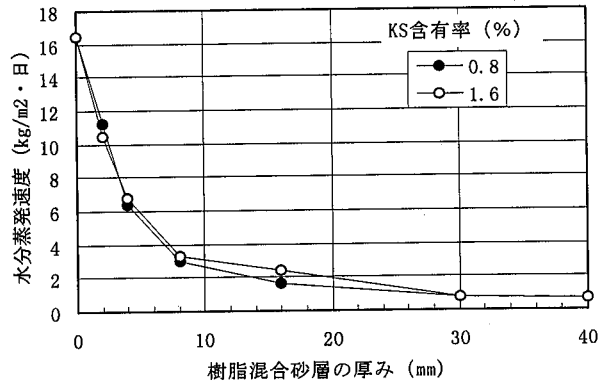


Fig. 2 水分蒸発速度と樹脂混合砂層の厚み Relations of moisture evaporation rate and sand layer thickness mixed resin

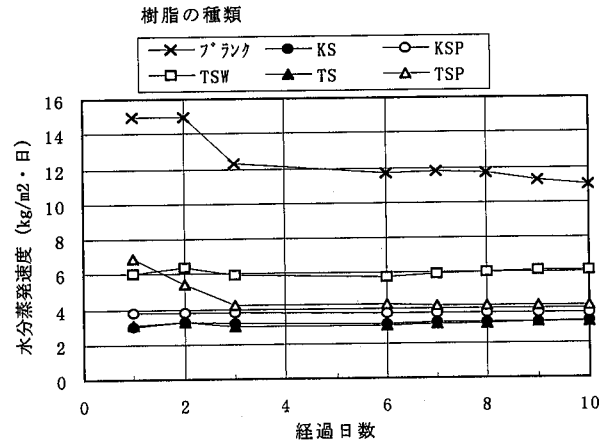


Fig. 3 水分蒸発速度の経時変化と配合樹脂の種類 Relations of change moisture evaporation rate with time and mixing resin types

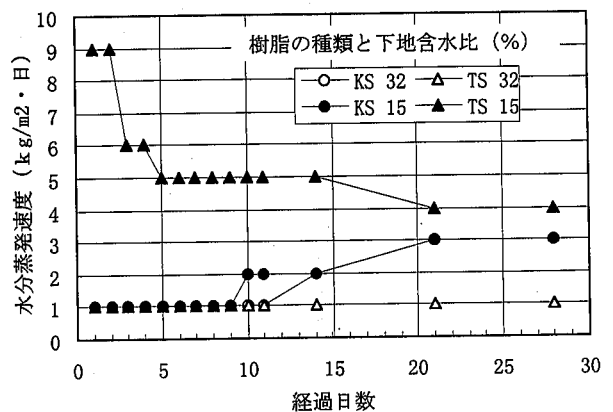


Fig. 4 乾燥程度の異なる下地への含浸樹脂と水分蒸発速度の経時変化 Relations of change moisture evaporation rate with time and resin types impregnated soil base

Table 2 塩水浸透前後の土中含水比と含浸樹脂
Relations of moisture content in soil before and after
salt water penetration and impregnation resin types

下地 含水比	含浸 樹脂	塩水浸 漬前後	供試体上面からの深さ位置 (mm)							塩分 析出
			0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~90	90~100	
32%	TS	前	6.6	6.0	6.6	6.0	6.4	13.6	16.7	—
		後	0.3	1.8	3.0	3.4	20.5	24.5	26.0	無し
	KS	前	2.7	4.7	5.4	5.9	5.9	6.4	7.3	—
		後	7.9	14.6	25.3	26.0	25.8	24.5	24.2	有り
15%	TS	前	5.0	6.0	7.4	7.7	9.8	11.6	10.7	—
		後	8.1	10.0	16.0	24.2	21.8	22.6	24.9	有り
	KS	前	2.7	4.7	5.4	5.9	5.9	6.4	7.3	—
		後	7.7	15.9	24.4	25.8	25.6	25.8	25.4	有り

が、その効果にかなりの差異があることを示している。特に水系シランおよび溶剤系シランにアクリル樹脂を配合したものは、ひび割れや塩分析出を助長する可能性が推察される。

4.2 樹脂含浸系での検討

4.2.1 水分蒸発抑制効果 Fig. 4に40℃で28日間、塩水を毛管上昇させて得た水分蒸発速度と含浸樹脂の種類、含浸下地の含水比の関係を示す。

TS含浸供試体の水分蒸発速度は、含水比32%下地を用いたものでは1 kg/m²・日で一定しているのに対し、含水比15%下地を用いたものでは初期の9 kg/m²・日から5日で5 kg/m²・日まで大きく低下して横ばいとなり、21日でさらに4 kg/m²・日まで低下した後、横ばい傾向に至るように、樹脂を含浸させる下地の水分量によって大きく異なっている。

KS含浸供試体の水分蒸発速度は、両含水比の下地ともに実験開始から1週間前後の間、1 kg/m²・日を示しているものの以後、増大し21日以後において3 kg/m²・日ではほぼ横ばいに至っている。

このように、TSは湿潤下地に含浸させた場合に顕著な水分蒸発抑制効果を示し、比較的乾燥した下地に含浸させた場合にはその効果が低下すると考えられる。またKSは湿潤下地だけでなく、比較的乾燥した下地に含浸させた場合にも、ある期間を過ぎると、水分蒸発抑制効果の低下することが予想される。

4.2.2 塩分析出防止効果 塩分析出を生じなかったのは含水比32%の下地にTSを含浸させた場合だけであった。TSを含水比15%の下地に含浸させた場合には実験開始翌日に塩分が上面に析出し始め、KSでは含水比32%および15%下地に含浸させた場合にいずれも8日目から塩分の析出が生じ始めた。

この塩分の析出とFig. 4の水分蒸発速度の関係をみると、水分蒸発速度が1 kg/m²・日を越えるかどうか塩分が析出するかどうかの分岐点になっているように思われ

Table 3 KS含浸前後のローム土中含水比と樹脂置換率
Relations of moisture content in loam soil
before and after KS resin impregnation and
resin substitution rate

深 度 (mm)	土中含水比 (%)			④樹脂 置換率 (③/①)
	① 含浸前	② 含浸後	③差 (①-②)	
0~50	64.0	22.3	41.7	65.2
50~100	62.5	27.2	35.3	56.5
100~150	63.8	24.8	39.0	61.1
150~200	64.0	30.9	33.1	51.7
200~250	59.0	40.8	18.2	30.9
250~300	57.8	41.0	16.9	29.2
平均	61.8	31.3	30.5	49.4

る。

次に土中含水比と塩分析出との関係をみるため、Table 2に供試体断面高さ方向の含水比分布を塩水上昇前後について示す。

塩分析出を生じなかったTS含浸・含水比32%下地供試体の場合、塩水上昇後の含水比は上面より30~40mmの深さ位置まで0.3~3%、それより下部方向で20%以上を示し、この深さ位置の樹脂含浸層で塩水の上昇が明瞭に遮断されている。一方、塩分を析出した他の供試体の含水比は上面より10mmの深さ位置まで8%、10~30mm深さ位置で10~25%、それよりも下部方向ではほぼ25%前後を示しているように、深さ30mm程度までの含水比に塩分の析出を生じなかった上記供試体と大きな差異が認められる。樹脂含浸による土中の樹脂分布量の不均一さを考慮すると、この結果は表層30mm程度までの含水比が3%以下に保持できれば、塩分析出を防止できる可能性を示している。

また、含水比を塩水上昇前後で比較すると、塩分を析

出しなかったTS含浸・含水比32%下地においては、上面より40mm深さ位置までの含水比は塩水上昇前よりも低く、それよりも下部方向では大幅に増大している。塩分の析出した他の供試体では10ないしは20mm深さ位置でも含水比は塩水上昇前よりも3~5%増加し、それよりも下部方向では大幅に増大している。この含水比の結果からも、塩分の析出した供試体では表面まで塩水が毛管上昇していることが分かる。

4.2.3 土中水分量と樹脂の置換割合 含水比32%珪砂下地(φ76, h130mm)の上面より滴下し、供試体下面より定常的に流出してくるまで過剰量のKSの滴下を行った。滴下前後の土中含水比の差から土中水分量と樹脂との置換割合を求めた。その結果、土中水分量の34~21%がKSで置換されていた。

また、平均含水比62%の関東ロームの不攪乱土下地(φ290, h300mm)にKSを滴下し、同様に置換割合を求めた。その結果はTable 3に示すようである。

表示するように、樹脂の置換割合は上部で土中水分量の65%、下部で29%を示しているように、上部ほど高くなっている。

このことから、KSはかなりの湿潤下地に浸透し、また少なくとも土中水分量の30%程度と置換されると考えられた。

ところで、上記した樹脂置換率より計算される樹脂含有率、例えば珪砂下地の場合の樹脂含有率10.9~6.7%は、前述の珪砂で行った混合系の実験で得た樹脂含有率と表面のひび割れおよび塩分析出の関係において、ひび割れや塩分析出を生じさせる値である。ただ、非常に深い位置まで樹脂の含浸していることが樹脂混合砂を用いた場合と異なっていることから、その含浸深さの効果がひび割れや塩分析出にどのように作用するかについて、今後、検討する必要がある。

5. まとめ

地盤とつながった土構築物遺跡を建屋内に原位置保存し、展示する場合、土の乾燥によるひび割れ、土中水分の毛管上昇に伴う遺跡表面への土中塩分の移行と乾燥濃

縮による析出、苔・カビの生育などによる損傷を防ぐことが求められる。

その有効な対策の一つとして、土中水分の蒸発防止および毛管上昇水分の遮断が考えられ、その観点から過去、土表層の補強を兼ね、各種有機系樹脂含浸処理が行われてきたが、これら損傷を防止できるまでには至っていない。逆に樹脂が湿潤土中にほとんど含浸せず、また樹脂硬化に伴う収縮、残留応力や建屋内の温度変動の繰り返しなどによって、樹脂含浸部分が比較的短期間で層状の小片で剥がれるなどの現象を生じ、保存処理によって遺跡の損傷を早める場合もあった。

ここでは、コンクリートのエフロ防止に有効とされ、内部水を水蒸気として徐々に放出し、雨水などの外部水を内部に浸透させないとされる浸透性吸水防止剤のシラン系樹脂に着目した。この性質が土中で発揮されると、地盤の表面近くまで湿潤状態が保持されるだけでなく、毛管上昇水分の遮断によって塩分の析出や苔・カビの生育を防止できる可能性が大きいと考えられる。そこで、室内実験を行い、樹脂と土の混合系および土中への樹脂含浸系供試体の下面から水および塩水を40℃の環境温度条件下で毛管上昇させ、シラン系樹脂による水分蒸発抑制と塩分析出防止効果を検討した。その結果は次のようであり、シラン系樹脂の有効性が顕著に認められ、また効果を発揮するのに必要な樹脂の含有量や含浸深さなどに関する知見が得られた。

1) 樹脂混合系において、表層30mmの樹脂含有率がわずかに0.8~1.6%であっても土中水分の蒸発速度は1 kg/m²・日となり、無処理土の場合の1/23に低下できた。

2) 樹脂混合系における土中含水比は樹脂含有層で1%以下、それより下の層で30%以上を示し、樹脂含有層によって水の毛管上昇が明瞭に遮断された。

3) 樹脂含浸系において、上記蒸発速度が保持され、あわせて深さ30~40mm位置までの樹脂含有層の含水比が3%以下であると、塩分析出を防止できる可能性が大きい。

4) 樹脂含浸によって、湿潤土中の水分量の約30%が少なくとも樹脂で置換される。