

江南地区古遗址古墓葬 水环境治理的案例介绍^{*}

万 俐

(南京博物院 江苏南京 210016)

内容提要:近三年,南京博物院在保护江南古遗址古墓葬的过程中,采取了隔(用防渗毯等方法隔住室内东西南北及地下的渗水和室外的雨水)、引(将高处及地下渗水引入设计的特殊盲沟)、防(对土壤表面进行加固与预防处理,达到固结土壤防止滋长霉菌与青苔)三种水环境的治理方法,从而使保护的古遗址古墓葬基本不再受多雨、高湿、高温环境的影响,取得了显著的保护成效。

关键词:古遗址 古墓葬 水环境

中图分类号:K874.3

文献标识码:A

一 引言

从 50 万年前的南京汤山猿人时期,到 6000 年前的新石器时期、2500 年前的战国时期、2000 年前的两汉时期、1500 年前的六朝时期、900 年前的南宋时期、600 年前的明朝建都时期、150 年前的鸦片战争时期和民国时期,位于长江三角洲的江浙地区,保存着大量珍贵的古遗址古墓葬。如此丰富的历史文化遗产不仅是古代江南人辛勤劳动与发明创造的历史见证,而且是当代进行爱国主义教育、激发自主创新、科学发展、增强国力的最好教材。但是,江南地区由于地下水位和空气的湿度较高,水对遗址墓葬的侵袭与破坏是保存历史文化遗产最严重的公害。为此,水环境的治理一直是古遗址古墓葬保护过程中首先要解决的重要问题之一。

近三年来,南京博物院文保所在龚良院长的领导与直接参与下,针对徐州楚王陵墓、龟山汉墓、南京大屠杀遗骨遗骸遗址、宁波田螺山遗址、绍兴印山越国王陵墓、杭州余杭南宋石刻造像和杭州凤凰山南宋官窑遗址等不同的水环境与现状,联合陕西师范大学、浙江大学和江苏宜兴太湖防渗加固修缮工程公司等单位,采取了隔、引、防三种水环境处理的方法,有效地控制了水对遗

址的侵袭,延续了历史文化遗产的寿命。现将其中有关隔、引、防的三种治理案例介绍如下,以期抛砖引玉。

二 水环境治理的三种方法

(一)隔水

1、目的:就是用防水材料将来自于天上的雨水、地底下和遗址四面的渗水阻挡住,以此防止水对遗址墓葬的侵袭。

2、做法:室外的防水与室内的防渗,用铺设防水材料的方法,对高于遗址的东西南北四面的土层,以防水材料悬挂并夹在其中间,达到防水的目的。

3、材料:遗址的防渗防水材料,用钠基膨润土防水毯。钠基膨润土防水毯(Geosynthetics Clay Liner)是由二层土工合成材料间夹封优质防渗钠基膨润土,通过集束针刺复合而成。其技术参数见表一。

4、案例:绍兴印山越国王陵墓的室外防水与墓内侧壁防渗水^[1]

(1)室外防水:首先是铺设前的准备,即清理土中杂草、树根和石块,再利用挖机进行翻土、整理场地;第二,将地基夯实或用挖机压实;第三,铺垫 10 厘米左右厚度中细砂,并用板拍或滚筒整

^{*}本文为 2009 东亚古遗址保护国际学术研讨会会议论文。

收稿日期 2009-04-15

作者简介 万俐(1956-),男,南京博物院文物保护科学技术研究所副所长,研究馆员,主要研究方向:文物保护与修复。



图一// 悬挂墓室北侧膨润土防水毯



图二// 墓室西侧悬挂膨润土防水毯

表一// 膨润土检测结果

检测项目		单位	抽样数	平均值
单位面积质量		g/m ²	5	5350
厚度(2KPa)		mm	5	6
幅度		m	5	451
膨润土含量		kg/m ²	5	5.0
断裂强力	T	kN/5cm	5	0.64
	W	kN/5cm	5	0.55
断裂伸长率	T	%	5	14
	W	%	5	11.2
渗透系数		m/s	5	3.01×10 ⁻¹¹
剥离强度		N	5	70
CBR 顶破强度		kN	5	1.64
执行标准代号:JG/T193-2006				

平;第四,在细砂垫层之上铺设膨润土防水毯;第五,铺设防水毯之后,及时在其上重新覆土;第六,在土上铺设草皮。

(2)墓内侧壁防渗水:在墓室北侧和西侧开挖的青膏泥内悬挂膨润土防水毯,然后在回填青膏泥时将防渗毯夹在中间,以防墓室北侧和西侧的渗水(图一;图二)。

(二)引水

1、目的:将水按照设计的要求引到盲沟,然后通过盲沟导入积水井,最后将水从井内抽出遗址外,达到治理水环境。

2、做法:在遗址地表向下挖一盲沟,埋设塑料盲沟或砌筑排水盲沟。注意:塑料盲沟应低于地表10厘米。

3、材料:盲沟中埋设的塑料盲沟是引进国外

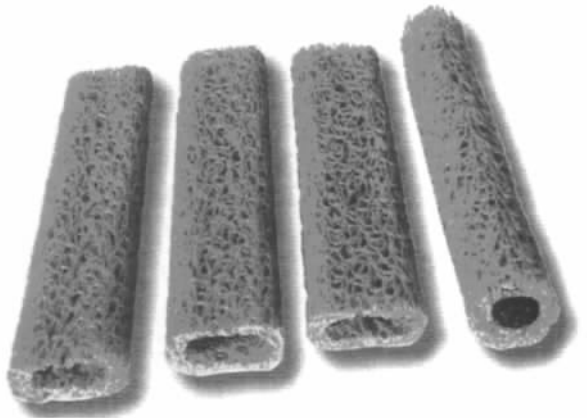
先进技术生产的土工合成材料新产品。国际上称复合土工排水材(Geocomposite Drain),日本称土木用暗渠集排水材。塑料盲沟是将热塑性合成树脂加热熔化后通过喷咀挤压出纤维丝叠置在一起,然后将其相接点熔结制成三维立体多孔材料,再在主体外包裹土工布滤膜而成,国外已使用20多年,广泛应用于隧道防渗排水、软基筑堤、挡土墙反滤、坡面与坡内排水、地下建筑的排水防潮、草坪的集排水系统、天台花园集排水、污水处理厂等各类工程(图三)。其物理性能如下:

(1)抗压强度高,耐压性能好

塑料盲沟本身是同韧性的许多根改性塑料丝熔结而成的,不存在被压断、毁坏的可能。在250KPa压力下,断面空隙率仍保持在60%以上,即便施加较大压力,始终存在通水空隙,仍有10%~15%的孔隙,且回复性好。

(2)表面开孔率高,集排水性好

塑料盲沟的表面平均开孔率90%~95%,远远高于其它同类产品。能最有效地收集土壤中的渗水,并及时汇集排走。



图三// 塑料盲沟



图四// 徐州楚王陵墓坑底砌筑排水盲沟



图五// 绍兴印山越国王陵墓铺设塑料盲沟



图六// 骨质矿化、酥粉、变形、肢解



图七// 滋生青苔、霉菌

(3) 永久的使用寿命

塑料盲沟由耐腐蚀纤维制成的滤膜和改性聚乙烯的三维立体网状组合,都具有在土中、水中永不降解的优点,加以抗老化配方,几乎可保持材质永久性无变化。

(4) 滤膜的可选择性

塑料盲沟的滤膜可根据不同的土质情况选用,充分满足工程的需求,且避免了老产品滤膜单一的缺点。

(5) 柔性好,适应土体变形

国内外大量的工程实例,充分说明这种产品的可靠性,该产品经交通部、水利部、电力工业部南京水科院检测,产品质量及性能指标均达到国家标准。

4、案例:绍兴印山越国王陵墓和徐州楚王陵墓坑^[2]底都采用了盲沟引水的方法。这在我国的水址防水保护工程中,是开创性的应用。经过一年多的观察,其防水效果达到了设计的要求(图四;

图五)。

(三) 防水

1、目的:防水是将遗址土层的表面至土层约20~50厘米的深度加固,达到加固疏松的土壤,防止遗址因水侵袭而引起塌陷,并预防滋生霉菌和青苔。

2、做法:将加固材料进行喷洒、浇灌或注压等等。

3、材料:

(1)主要是水性树脂,如环氧、硅丙和氟硅树脂等。如:水性环氧树脂是指环氧树脂以微粒或液滴的形式分散在以水为连续相的分散介质中而配得的稳定分散体系。它具有溶剂型环氧树脂涂料的诸多优点:一是适应能力强,对众多底材具有极高的附着力,固化后的涂膜耐腐蚀性和耐化学药品性能优异,并且涂膜收缩小、硬度高、耐磨性好;二是环保性能好,不含有机溶剂,挥发性有机化合物含量较低,不会造成空气污染,能够满足当前环



图八// 土壤消毒去霉



图九// 树脂对土壤进行喷洒加固



图十// 疏松和坍塌的封土



图十一// 注浆法加固封土里层封土

境保护的要求;三是真正水性化,以水作为分散介质,价格低廉、无气味、不燃,储存、运输和使用过程中的安全性也大为提高;四是操作性佳,水性环氧树脂的施工操作性能好,施工工具可用水直接清洗,可在室温和潮湿的环境中固化,有合理的固化时间,并能保证很高的交联密度。

(2) 沉淀与吸附双重土遗址防风化加固保护材料(简称 CB 加固材料)

CB 分为 1、2 号试剂,主要成分为无机材料,辅以一定量的表面活性剂、防霉剂,专门用于土遗址加固。材料性能如下:

①材料性质

外观:无色透明液体

比重(20℃):1.0~1.1g/cm³

化学组成:纳米无机材料

离子型:非离子/弱阳离子

环保性:医用酒精作溶剂,无毒、无害。均易存放和运输。

②材料主要优点

具有优越的耐酸碱盐腐蚀性,防水、抗风化效果显著。

材料渗透性强,对土遗址、严重风化体可起到加固保护作用。

与土体形成稳定的化学键,能提供牢固持久的保护。

无色透明的液体,不改变文物表面的外观效果及内部结构,能做到修旧如旧,保持土遗址文化层的特色。

透气性能好,不改变物体内外毛细孔的自然结构,自呼吸功能完好,与自然保持动态平衡。

增强土体的强度,提高其耐磨性。

操作工艺简单,只需采用适当的喷涂工具,直接在土体表面喷淋即可。

4、案例:

(1)南京大屠杀遗骨遗骸遗址的保护^[3]

南京大屠杀“遗骸遗址”地处低洼富水地带,东侧距地表深 680 毫米处渗水呈现喷流状,遗骸四周的土壤长期处于饱水状态,低凹处有较深的



图十二// 压力注射法加固中层封土



图十三// 滴挂法加固外层封土



图十四// 墓道封土保护前图



图十五// 墓道封土保护后

积水。恶劣的环境使“遗骸遗址”长期处于水蚀之中，加之土壤中的自由氢离子导致骨中碱性成分流失，骸骨表面严重粉化、骨质疏松、强度降低，部分头颅破损，骨架变形、肢解、散落、移位，遗骸及周边地表大面积滋生青苔、霉菌(图六；图七)。

其保护工艺，首先对土壤消毒去霉，即用小铁铲铲去地表青苔和霉菌，继而用毛刷轻轻地除去杂物和霉菌，再用酒精和蛋白酶对土壤进行消毒去霉，然后对其表面喷洒水溶性型防霉剂，最后用水性硅丙树脂和水型环氧喷洒土壤表层进行加固(图八；图九)。

(2) 徐州龟山汉墓的保护^[4]

徐州龟山汉墓存在的问题：由于地下水对墓道封土的侵袭，引起封土表面疏松与部分坍塌(图十)等。为此，我所在2006年10月~2007年1月对龟山汉墓墓道进行了修缮保护。为了防止墓道封土表层加固后，出现分层脱落的现象，在进行现场小样试验成功之后，对墓道封土研究了“深层分段加固封护法”，即将加固、封护层分为四步：第一

步，用水性硅丙注浆加固里层(图十一)；第二步，用水性硅丙压力注射加固中间层(图十二)；第三步，滴挂水型环氧注射加固外层(图十三)；第四步，用水性氟硅树脂喷洒封护表层。这种深层分步分层，用特制装置将不同的保护材料用不同的方式，分别注入到封土中的相对位置，从而形成具有梯级过渡粘度的加固层面的方法，加固深度在450毫米，有效地防止了封土内部开裂和表土疏松脱落。经加固土样矿物显微分析，绝大部分封土的空间已被加固材料填充，土壤填充后，不但强度提高，而且抵抗水侵袭能力亦明显提高(图十四；图十五)。

(3) 宁波田螺山遗址的保护^[5]

宁波田螺山遗址存在的问题：其一，3米多厚的文化堆积层大部分处于常年水位线以下，遗址底部基本常年积水，遗址内部湿度较大，特别是地下水通过毛细作用不断向上迁移。在潮湿的遗址表面出现白色、灰色或灰黑色的霉菌以及绿色的青苔，覆盖在遗址的表面。尤其在春夏季节苔藓生

长旺盛,覆盖探坑表面导致文化层被遮盖;其二,探坑走道与壁面分别与地平一样高,土壤比较干燥,为此,出现开裂和表面酥松脱落现象。

根据宁波田螺山遗址的环境与现状,拟在做好隔水与引水治理的基础上,对遗址土体加固分为土体深层加固与浅层加固。其方法:

①土体深层加固:利用针管通过压力机将水性环氧树脂注入距离土体表层 30 厘米以下,孔与孔之间的距离为 25 厘米。

②土体浅层加固:用 CB 材料喷洒已经经过深层加固的土层表面。CB 材料加固分为 1、2 号加固:先喷洒 1 号试剂,待表面干燥以后喷洒 2 号试剂。喷洒 2 个循环以后土体就能够得到加固。

③坑底土体保护:由于坑底土体为湿土及淤泥,因此,对这部分的土体保护拟在排水通畅后,在土体表面喷洒尘土控制剂,确保土体不开裂,不酥松脱落。

三 结语

综上所述,通过用隔、引、防三种水环境治理的方法,使位于江浙地区的南京、徐州、无锡、杭州、绍兴和宁波等我院保护过的江南古遗址古墓

葬因水侵袭而损坏的现象得以遏制,历史文化遗产的原貌得以保存与延续。

隔、引、防三种在遗址中治理水的方法,虽然简单易行、节省经费,但是如操作工艺不当、使用材料不妥,仍然会出现返潮现象;每个遗址的地理位置和水环境不同,必须先做试验与论证;在本文所述三种方法里使用的材料,不一定是最好的,应根据不同土壤的分析结果采取不同的保护材料;江南古遗址在高湿环境下,如何保存得更好,还有许多难题,为此,我们还要继续努力工作。

[1]《绍兴印山越国王陵墓一期保护汇报材料》,南京博物院文物保护研究所编,未发表,第 16~18 页。
[2]《徐州楚王陵兵马俑墓坑防水竣工报告》,南京博物院文物保护研究所编,未发表,第 5~7 页。
[3]奚三彩、郑冬青、张品荣等:《南京大屠杀遇难同胞纪念馆“万人坑”遗址保护》,《东南文化》2008 年第 6 期。
[4]《徐州龟山汉墓墓道修缮保护工程竣工报告》,南京博物院文物保护研究所编,未发表,第 16~18 页。
[5]《宁波余姚田螺山遗址抢救保护设计方案》,南京博物院文物保护研究所编,未发表,第 26~38 页。

The Case Introduction of Water Harnessing for Ancient Sites
and Tombs in the Regions South of Yangtze River

WAN Li

(Nanjing Museum, Nanjing, Jiangsu 210016)

Abstract: The article introduces the main modes in protecting the ancient sites and ancient tombs in recent three years. There are three key methods in the case introduction for water circumstances management. Firstly, base isolation system was applied, impermeable blanket was used for isolating the water seepage and the outdoor rainwater. Secondly, water diversion system was utilized, it can draw the height and underground water into the special blind ditch. Thirdly, the preventive conservation measures were taken in the projects, and the soil surface was reinforced. The above three methods are going to prevent the growth of mold and moss, in this way, the ancient sites and tombs are protected, which is absent from the circumstances of rich rain, high humidity and high temperature.

Key words: ancient sites; ancient tombs; water circumstances