

陕西省防渗排水土工合成材料应用现状

刘顺发

(西北农林科技大学水利与建筑工程学院 陕西 杨凌 712100)

摘要 介绍陕西省防渗排水土工合成材料推广应用的过程,分析防渗排水土工合成材料的应用现状,对防渗排水土工合成材料设计、检测相关问题进行探讨,并提出将防渗排水土工合成材料应用于工程中某些特殊部位的设想。

关键词 土工合成材料 防渗 排水 陕西省

中图分类号 :TU5 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-764X(2009)S1-0228-02

1 陕西省防渗排水土工合成材料推广应用过程及现状

陕西省防渗排水土工合成材料的研究工作开始于 1986 年,西北水利科学研究所开始试验编织布和聚乙烯(PE)土工膜胶粘复合,以提高土工膜抵抗变形的能力,为复合土工膜的生产、应用打下了基础。1987 年,陕西省水利厅立项开展土工织物在水利工程中的应用研究,该研究课题侧重于土工织物反滤排水功能的应用,经过 5 年的试验研究工作,于 1992 年 9 月完成了陕西省渭河杨陵区段土工织物防洪护岸试验工程的设计、施工、观测、分析,编写了陕西省渭河杨陵区段土工织物护防洪护岸试验研究报告^[1]。1991 年陕西省水利厅又开始立项开展塑料排水带的推广应用研究工作,结合陕西省渭南市西王水库均质土坝的修复改造工程,将塑料排水带和无纺土工织物布接合在一起,形成复合排水褥垫,以降低坝体的浸润线,无纺土工织物布作为坝后坡脚干砌石排水棱体的反滤层,从而解决了施工现场塬高沟深、砂石材料奇缺的问题,取得了一定的经济效益和社会效益^[2]。

2000 年以来,随着国家及行业部门土工合成材料应用技术规范的发布实施,陕西省防渗排水土工合成材料应用的品种增多、数量增大,行业范围越来越广,从 2000 年水利工程石砭峪水库沥青混凝土斜墙堆石坝加固工程中的复合土工膜防渗^[3],到如今的复合土工膜及土工膜应用于渠道、水库以及垃圾填埋场等工程防渗,土工膜应用于水资源奇缺的沙

滩区绿化植树的树坑底部和表面,防止灌溉水分渗漏和蒸发,无纺土工布用作坝坡、堤坡、排水沟槽处的反滤排水材料,半圆排水管及软式透水管用作公路隧道和土石坝排水管,塑料排水带用于软土地基的固结排水等,涉及水利、公路、铁路、市政、园林等部门,目前陕西省每年用于防渗的土工膜用量在 500 万 m² 左右。

2 防渗排水土工合成材料设计、检测相关问题

2.1 防渗排水土工合成材料设计

2.1.1 防渗膜料的选择

用作防渗材料的种类较多,但土工合成材料中的膜料(土工膜、复合土工膜)具有抗渗能力强、便于施工及运输、适应变形及耐久性好等特点,结合防渗工程的具体情况和当地料源,应优先选择膜料。膜料品种确定后,应根据防渗工程的具体情况设计膜料的厚度,膜料的厚度应保证能够承受工作状态时的液体压力,同时应考虑膜料在工程使用过程中由于外部荷载作用或因适应基础变形而应有的变形能力,膜料适应基础变形时,局部产生延伸变形,膜料有效厚度减小,设计计算时应考虑膜料的有效厚度减小后同样能够承受工作状态时的液体压力。

目前垃圾填埋场工程设计中,防渗土工膜的厚度要求不小于 1.5 mm,公路隧道防水衬砌过程中所使用的防水片材的厚度也多在 1.2 mm 以上,但从工程的实际情况来看,垃圾填埋场中防渗土工膜的作用是防止填埋场内的渗滤液渗入地下,造成二次污

染 垃圾填埋场中埋设有渗滤液及气体收集管道 , 渗滤液通过埋设的管道进入集液池 , 填埋场内渗滤液压力降低。同样公路隧道防水衬砌中所使用的防水片材的作用是防止隧道衬砌层外的水体进入隧道内 , 隧道衬砌层外设有排水管道 , 隧道衬砌层外的水体在压力和自重作用下可通过排水管道进入隧道内的排水沟 , 从排水沟排出 , 这样垃圾填埋场防渗土工膜和公路隧道使用的防水片材所承受的液体压力较小 , 应科学地修改行业设计规范 , 减小防渗土工膜的厚度 , 达到经济安全的目的。

2.1.2 排水材料的导水率

塑料排水带和无纺土工布的导水率随着其承受的有效压力的变化而变化^[2] , 所以在设计塑料排水带和无纺土工布排水量时 , 应根据排水材料承受有效压力的大小选择适当的导水率。同样无纺土工布用作反滤时 , 其有效孔径和垂直渗透系数也随着承受有效压力的变化而变化 , 无纺土工布反滤层所承受的有效压力增大 , 有效孔径和垂直渗透系数减小 , 这就要求设计无纺土工布反滤层时 , 无纺土工布的垂直渗透系数应具有一定的安全系数。

2.1.3 半圆排水管压缩变形量的取值

公路隧道施工过程中衬砌外排水使用的半圆排水管由钢丝骨架和防渗土工膜复合而成 , 主要用于隧道防水衬砌过程中形成排水通道 , 起到混凝土模板的作用。钢丝骨架在施工过程中会受到浇注混凝土衬砌层时混凝土拌和物(或喷混凝土)的侧向压力 , 产生弯曲变形 , 减小半圆排水管排水通道的有效面积。在设计半圆排水管规格时 , 应根据施工过程中半圆排水管可能承受的混凝土侧向压力的大小以及半圆排水管产生的压缩变形量 , 在半圆排水管受压产生压缩变形后 , 保证半圆排水管具有一定的有效高度 , 形成的排水通道截面面积满足设计排水量的情况下 , 合理选择半圆排水管的规格型号。

2.2 防渗排水土工合成材料检测

公路隧道工程中使用半圆排水管目前暂无国家及行业产品标准 , 因无具体的检测指标(设计要求)和方法 , 给该产品的质量检测带来不便 , 进而影响该产品的使用 , 应及时建立该产品的质量标准和生产企业和设计、检测单位提供依据。陕西公路隧道工程中使用半圆排水管 , 钢丝骨架上粘贴的防渗土工膜多为 PVC 复合土工膜 , 检测单位在半圆排水管原材料检测过程中 , 检测指标分为两部分 , 一部分是 PVC 复合土工膜的性能指标 , 包括单位面积质量、不透水性、低温弯折性、拉伸强度、延伸率、PVC 复合土工膜与钢丝骨架间的剥离力等 ; 另一部分是半圆排水管的力学性能指标 , 检测半圆排水管在受压过程

中压力与压缩变形量之间的关系。因半圆排水管无具体的检测指标(设计要求)和方法 , PVC 复合土工膜的性能指标依据 GB 18173.1—2006《高分子防水材料第一部分片材检测》 , 半圆排水管的力学性能参照软式透水管 JC 937—2004 中的方法检测。

防渗土工合成材料检测时 , 渗透系数和耐静水压指标中应以耐静水压指标为主 , 耐静水压指标可反映防渗土工合成材料在一定使用条件下(多孔板基层)承受静水压力的能力^[4] , 而 SL/T 231—98《聚乙烯(PE)土工膜防渗工程技术规范》要求 PE 土工膜的渗透系数应小于 10^{-11} cm/s , PE 土工膜的渗透系数依据 GB/T 19979.2—2006 的方法试验时^[5] , 渗透水量多为零 , 渗透系数不易直接测出 , 此时 PE 土工膜的渗透系数可依据耐静水压指标的试验过程中的静水压力、历时、PE 土工膜的厚度 , 用达西定理计算得出。

为了使依据耐静水压指标的试验过程、根据 PE 土工膜的厚度、用达西定理计算出的 PE 土工膜的渗透系数小于 10^{-11} cm/s , 静水压指标试验的时间应根据膜材厚度、耐静水压力的大小确定 , 参考文献 [4] 中规定的某一级压力下试验持续时间为 1 h , 对于(GB/T 17642—2008)中膜材厚度为 0.3 mm 的两布一膜复合土工膜 , 静水压规定值为 0.6 MPa , 膜材厚度 0.3 mm 试样在 0.6 MPa 压力下 1 h 不透水 , 根据达西定理计算出膜材的渗透系数为 4.16×10^{-11} cm/s , 就难以达到 PE 土工膜的渗透系数小于 10^{-11} cm/s 的要求。

3 防渗排水土工合成材料应用设想

混凝土面板堆石坝坝体为土石坝 , 具有就地取材、机械碾压、施工方便的优点 , 混凝土面板也克服了混凝土心墙、混凝土心斜墙厚度大以及和坝体施工相互干扰的弊端。但就混凝土面板施工而言 , 仍然存在着困难。首先 , 施工过程中必须保证混凝土面板板块不出现裂缝 , 混凝土配合比和施工期温度控制就要满足要求 , 混凝土面板板块之间的止水连接完好 , 才能保证混凝土面板结构完整 , 防渗性能好。

为了克服混凝土面板堆石坝混凝土面板施工困难、防渗性能难以保证的不足 , 可将混凝土面板堆石坝的防渗层改为复合土工膜 , 复合土工膜后面铺设塑料排水带 , 塑料排水带和复合土工膜下面的无纺土工布组成防渗层后的排水体 , 排水体和坝体排水管相连 , 将透过防渗层的渗漏水以及库水位骤降时坝体浸润线以下的空隙水及时排出 , 从而达到坝体防渗层可靠性高、易于施工、能够适应坝体变形、降低坝体浸润线、提高堆石坝体坝面坡比、提高石坝安全性能的目的。 (下转第 243 页)

如果这 2 种材料的变形是协调的,则应力应该平衡,若筋带材料的弹性模量明显大于填料的弹性模量,则加筋材料将在土上作用附加压应力,反之土体对加筋材料施加拉应力。因此,可以认为由于加筋材料的弹性模量远大于土的弹性模量,又由于变形的协调性问题,这样在土筋交界面上产生平行于界面的切向力,相当于在试样侧面除受到正常的围压外,还多了一个由于加筋而产生的同围压方向一致、分布形式相同的作用力,当加筋层数越多时,该作用力的值越大,相当于土体的围压增大,从而提高了土体的抗剪强度,使加筋效果更好。

3 结 论

- a. 从加筋复合体应力应变特性可以看出,加筋土中加筋层越多(加筋间距越小),则其破坏强度越大,加筋效果越好。
- b. 填料密度对加筋效果的影响较大,填料密度越高其加筋效果越好,因此现场施工时应保证填料密度达到设计要求,以保证充分发挥加筋土的加筋效果。
- c. 加筋复合体的应力应变特性结果表明,加筋

复合体的加筋机理符合“准黏聚力”理论,破坏形状表明加筋材料限制了土体变形,相当于起到了加强周围压力的作用,从而提高了土体的抗剪强度。

参考文献:

[1] 张师德,吴邦颖.加筋土结构原理及应用[M].北京:中国铁道出版社,1986.

[2] 欧阳仲春.现代土工加筋技术[M].北京:人民交通出版社,1991.

[3] 何春光.加筋土工程设计与施工[M].北京:人民交通出版社,2000.

[4] 杨果林.现代加筋土计算的应用与研究进展[J].力学与实践,2002,24(1):9-17.

[5] 何春光,周世良.加筋土技术的应用及进展[J].重庆建筑大学学报,2001,23(5):11-15.

[6] 蔡锦陶.国内加筋土技术的发展及应用[J].煤矿设计,1998(7):37-41.

[7] 吕文良.加筋土挡墙研究现状综述[J].市政技术,2003,21(2):92-97.

[8] 雷胜友.土与加筋之间摩擦系数的探讨[J].成都科技大学学报,1996(3):76-81.

(收稿日期 2009-04-30 编辑:高建群)

(上接第 229 页)

混凝土面板堆石坝的防渗层改为复合土工膜后,复合土工膜的上保护层可用混凝土预制板或干砌石,达到防止复合土工膜被日光直接暴晒和被风浪掀起的目的。

陕西关中和陕北地区的土质多为黏性黄土,颗粒较细,易受渗流冲蚀。从多数市政工程的排水管道运行情况来看,经过 1 a 后,排水管道上方地面坍塌,原因之一是排水管道铺设后回填土不密实而使路面慢慢沉陷,这种原因引起的排水管道上方地面坍塌,可通过提高回填土密实度解决。排水管道上方地面出现坍塌的另一个原因是由于雨水通过埋设排水管道开挖的沟槽与回填土之间的接触面渗入排水管道周围的回填土体,或者排水管道由于淤堵而排水不畅,管道内的积水就会从排水管道的管节接缝渗出,渗入回填土体内的水量饱和后,土体内的孔隙水就会向排水管口一端渗出,流入集水井,并冲蚀颗粒较细的回填土体,使回填土体颗粒不断流失,直至排水管道上方地面坍塌。解决渗水冲蚀颗粒较细回填土体的有效方法是在回填土体渗水可能流出的出口处铺设土工织物排水反滤层,回填土体中及周围的渗水可透过反滤层排出,而回填土体细小颗粒被

反滤层保护,从而保证回填土体的完整性。

陕北沙漠地区可以借鉴园林部门树坑下铺设土工膜防渗的经验,在陕北沙漠地区地面以下一定深度铺设土工膜防渗层,土工膜上面再铺设一定厚度的耕作土层,然后种植适宜的农作物,从而使有限的灌溉水既不下渗入沙漠,又减少蒸发,使陕北沙漠地区变为良田。

参考文献:

[1] 陕西省渭河杨陵区土工织物护岸试验项目组.陕西省渭河杨陵区段土工织物防护岸试验研究[R].西安:陕西省水利厅,1991.

[2] 陕西省渭南市水利水土保持局,陕西省水利科学研究所.土工织物在土坝反滤排水体上的应用研究[R].渭南:陕西省渭南市水利水土保持局,1994.

[3] 顾淦臣,沈长松,吴江斌.应用复合土工膜加固石砭峪沥青混凝土斜墙坝[J].水利水电科技进展,2004,24(1):10-14.

[4] GB/T19979.1—2005,土工合成材料防渗性能第 1 部分:耐静水压的测定[S].

[5] GB/T19979.2—2006,土工合成材料防渗性能第 2 部分:渗透系数的测定[S].

(收稿日期 2009-08-22 编辑:方宇彤)