

无纺土工布对于两种充填料的渗透性能试验

刘 丽 ,高占学

(上海勘测设计研究院 ,上海 200434)

摘要 进行了无纺土工布对于粉砂和砂质粉土 2 种充填料的渗透性能实验室试验 ,得出其对于 2 种充填料的渗透系数 ,以及淤堵性的定性分析结果 ,并对无纺土工布应用于冲泥管袋袋体的可行性进行了分析。

关键词 吹填筑堤 ,无纺土工布 ,渗透系数 ,淤堵性

中图分类号 :TV871 文献标识码 :B 文章编号 :1006-7647(2009)S1-0203-02

1 研究目的和意义

目前在长江口区域进行的圈围造地工程一般均采用吹填袋装砂筑堤工艺 ,该工艺比较成熟 ,且经济效益相对较好 ,但随着该地区砂源供应的紧张 ,使得吹填袋装砂筑堤的经济性越来越低 ,研究就地取材 (采用粉土或粉质黏土)以替代当前筑堤用砂的新型筑堤材料及其相关的施工工艺 ,具有十分重要的意义。

冲泥管袋主要靠充灌工艺施工 ,土料的颗粒级配及含泥量对充灌效果影响很大 ,主要体现在施工效率上 ,颗粒越细 ,含泥量越大 ,越不易充灌 ,袋体排水速度越慢 ,导致施工效率低下 ,主要原因是黏粒在水中的沉降速度较慢 ,砂粒在水中的沉降速度快 ,造成上层水体含有较多的黏粒 ,形成胶体 ,胶体的胶溶和凝聚性质使其易吸附于土工布表面 ,造成土工布淤堵和黏粒流失。传统的充灌袋对砂土的含泥质量分数有较高要求 ,一般不超过 10% ,如洋山工程对砂料的颗粒指标要求如下 :粒径 $d > 0.075$ 的砂料的质量分数应大于 85% ,黏粒质量分数小于 5%^[1]。

充泥管袋土工布通常采用编织土工布 ,其渗透系数一般为 $K \times 10^{-3}$ cm/s 级 ,如采用粉土或粉质黏土进行充灌 ,排水固结是主要问题。为改善排水面的排水效果 ,研究采用加筋无纺土工布作为充泥管袋袋布 ,无纺土工布具有良好的渗透性 ,渗透系数达到 $K \times 10^{-1}$ cm/s 级 ,与编织布相比 ,大幅度改善了排水条件 ,且管袋之间 2 层无纺土工布厚度一般可达到 4 mm 以上 ,能形成良好的水平排水层 ,起到类

似塑料排水板的效果 ,因此无纺土工布将是良好的充泥管袋袋布材料 ,可通过增设加筋带提高其抗拉强度 ,以满足充填要求。

本试验研究无纺土工布对于粉砂和砂质粉土 2 种充填料的渗透性能 ,旨在分析其对于不同充填土料的保土性、透水性和防淤堵性能和其用于冲泥管袋袋体的可行性。

2 试验材料选取

2.1 砂样选取

为了较明晰地了解无纺布在充填过程中的透水性能 ,选取长江口地区的 2 种典型土样 ,土样 A 为粉砂 ,含砂质量分数 (粒径 > 0.075 mm)为 93.5% ,含泥质量分数 (粒径 < 0.005 mm)小于 3.34% ,土样 B 为砂质粉土 ,含砂质量分数为 45.6% ,含泥质量分数为 9.5%。这 2 种土样来自于长江口地区实际工程 ,有很强的代表性。通过试验 ,得出 2 种土样的颗粒级配曲线 (图 1、图 2)。

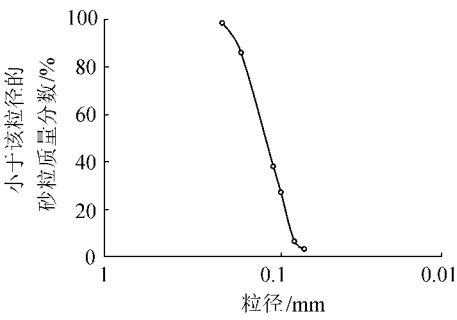


图 1 土样 A 颗粒级配曲线

作者简介 刘丽(1979—),女,江苏建湖人,工程师,硕士,从事水利水电工程设计和研究工作。E-mail :ychliuliu@163.com

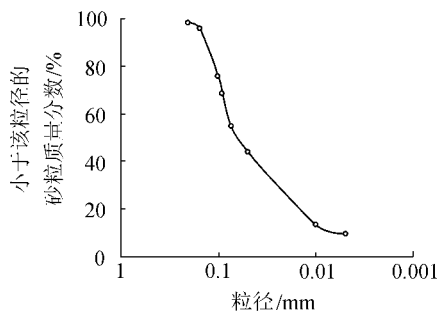


图2 土样B颗粒级配曲线

2.2 无纺布选取

工程中选用的无纺布需满足反滤层设计准则,即保土准则、透水准则和淤堵准则。保土准则可采用 Calhoun 准则,要求非黏性土 $O_{95} < d_{85}$,黏性土 $O_{95} > 210 \mu\text{m}$ 。透水准则要求 $O_{95} > d_{15}$ 或 K_g (土工织物渗透系数) $> 1 \sim 10K_g$ (被保护土的渗透系数),为确保长期使用不淤堵,应尽量取大值,淤堵试验可采用梯度比试验^[2-3]。

为了研究结果的可比性,本试验对于2种充填料采用同一种无纺布,其市场用量较大,通过试验检测,试验采用的土工织物性能指标如下:单位面积质量为 586 g/m^2 ,厚度为 4.16 mm ,纵向抗拉强度为 17.82 kN/m ,横向抗拉强度为 14.95 kN/m ,纵向延伸率为 56% ,横向延伸率为 70% ,等效孔径 $O_{95} < 0.065 \text{ mm}$,垂直渗透系数为 $3.78 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$ 。

3 渗透试验

3.1 试验方法

试验采用的主要仪器为渗透仪,检测依据为 GB/T 15789—2005《土工布及其有关产品无负荷时垂直渗透特性的测定》。

无纺布在水中的渗透试验,选取5组面积为 20 cm^2 的土工布试样,在 5 cm 水头下进行测试,记录单位时间内的过水量,计算得出平均渗透量 q 及流速 v ,无纺布在填充料中渗透试验,选取1组面积为 200 cm^2 的试样,按水土体积比 $7:3$ 配好浆液,放在渗透仪的上游水筒内(渗透仪下筒),观察并记录水头随时间的变化情况,及稳定过水流量。

试验结束后,将样品放在烘箱里烘干,剪掉未过水部分,称量样品质量,与同样面积的未试验样品质量进行比较,考察其淤堵程度。

3.2 试验过程

分别称取 3 kg 的土并按水土体积比 $7:3$ 加水后装入渗透仪上游的水筒里。

对于土样A,初始上下游水头读数分别为 5.0 cm 和 4.3 cm ,水头差为 0.7 cm ,随着浆液内淤泥

的不断累积, 10 min 后水头基本稳定在 8.0 cm 和 4.3 cm ;之后基本没有变化;水流量为 15 s 内 1030 mL 。

对于土样B,淤泥很快积聚,上游水头不能稳定,直至达到 54 cm ,下游水头为 4.3 cm ,通过捣振无纺布,使淤泥脱落,此时水头会随之下降,但是停止捣振后水头仍然急剧上升,基本稳定后(210 s 内)读取其流量为 630 mL 。

试验结束后从直观上可以看出,土样A试验土工布吸附淤泥含量较少,土样B试验土工布吸附含泥量较多,烘干后质量见表1。从表1中可以看出,无纺布对于2个土样浆液吸收淤泥量分别为 4.67 g 和 22.80 g ,吸附率分别为 45.2% 和 220.9% ,后者为前者的4.9倍。

表1 土工布试验前后质量对比

土样	试验前质量/g	试验后质量/g	吸附量/g	吸附率/%
A	10.32	14.99	4.67	45.2
B	10.32	33.12	22.80	220.9

3.3 渗透试验结果与分析

渗透系数计算服从达西定律 $v = kh/t$,其中 t 为土工织物的厚度。渗透系数的计算结果见表2。从表2可以看出:对于含砂量较高(质量分数高达 90% 以上)的土样来说,无纺布的渗透性下降约为一个数量级,吸附浆液中的泥浆达到 45% ,其淤堵性能比较严重;对于含砂量较低(质量分数为 50% 左右)的土样来说,无纺布的渗透性下降约为三个数量级,吸附砂浆水中的泥浆质量分数为 221% ,其淤堵情况非常严重。

表2 土工布在2种充填料中的渗透系数

试验室状态	水头差 h/cm	渗透量 $q/(\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	试验面积 A/cm^2	水流速度 $v/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	渗透系数 $k/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
水中	5.00	89.20	20	4.460	3.78×10^{-1}
土样A(初)	0.70	68.67	200	0.340	2.09×10^{-1}
土样A(末)	3.70	68.67	200	0.340	3.96×10^{-2}
土样B(末)	49.70	3.00	200	0.015	1.29×10^{-4}

4 结 论

从本试验研究结果可以看出,对于含泥量较低的土料,无纺土工布渗透系数下降了一个数量级,为 $K \times 10^{-2}$,传统编织土工布渗透系数为 $K \times 10^{-3}$,无纺土工布渗透系数比传统编织土工布高;对于含泥量较高的土料,无纺土工布渗透系数降低了三个数量级,为 $K \times 10^{-4}$,甚至低于传统的编织土工布。可以得出结论,对于一般含砂量较高、含泥量低的土料(砂、粉砂),完全可以用加筋无纺土工布代替传统的编织土工布进行充填筑堤,而对于(下转第208页)

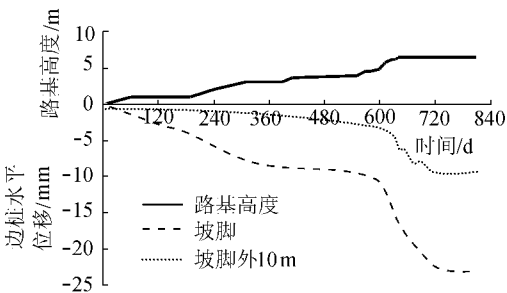


图3 测试断面边桩侧向位移时程曲线

移很小。填土高度达到6.5 m时初期路基坡脚有隆起现象。

b. 在施工过程中,边桩侧向位移随着填土高度的增加而增大。当施工中加载停止时,边桩也基本停止移动。

c. 距离坡脚10 m的边桩位移量远远小于坡脚处边桩的位移量,说明路堤坡脚附近的侧向位移最大。

5.2.4 地基侧向位移测试结果分析

地基侧向位移测试结果如图4所示。从图中可以看出:占地基沉降量75.0%的淤泥质黏土层产生的最大的侧向位移主要集中在该土层中。随着路堤填土的进行,该层软黏土的侧向位移也随之逐渐增大。至完成路堤土时为止,最大的侧向位移量为12.4 mm。从图4还可以发现,在路堤的预压期间软土地基的侧向位移很小。这一方面是因为软土地基固结得比较快,相应的侧向位移很快趋于稳定的原因;另一方面也说明如果控制好填土速率,固结沉降在侧向产生的位移量就不大,这也是为什么太沙基一维固结理论在工程上一直沿用至今的原因之一。从侧向位移曲线上可以看出,在相应的软弱土层处存在着比亚砂土硬壳层和亚黏土较大的侧向位移。在停载预压期内随着时间的推移,竖向沉降的继续发展,侧向位移呈现停止状态。从而可以根据此现象进行有计划的施工。

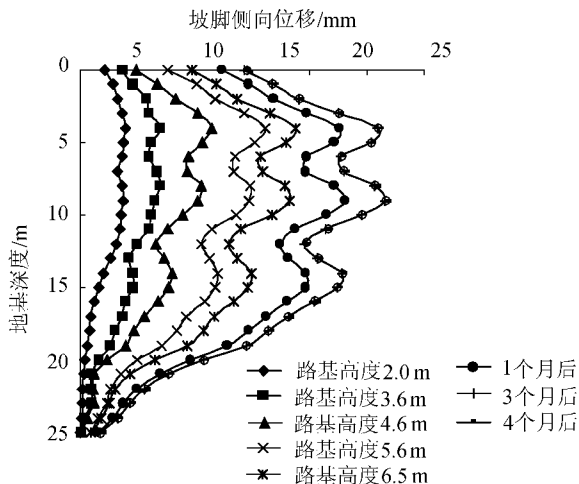


图4 测试断面地基侧向位移时程曲线

6 结 语

在施工工期许可的情况下,采用塑料排水板进行地基处理是一种有效的方法。该方法简单可行,易于操作,便于控制。在填土至临界高度以前,由于硬壳层及土工格栅的应力扩散作用,可以适当加快填筑速率。而当填土高度超过临界高度后,必须控制施工速率,以确保路堤的安全与稳定。经推算,本设计方案路中心地表最终沉降量为29.63 cm,工后沉降量为7.17 cm,满足设计要求。

参考文献:

- [1] JTGF80/1—2004 公路工程质量检验评定标准[S].
- [2] 王晓谋,袁怀玉.高等级公路软土地基路堤设计与施工技术[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 文德云.公路工程施工监理质量控制技术手册[M].北京:人民交通出版社,2006.

(收稿日期 2009-08-22 编辑 高建群)

(上接第204页)

含砂量较低的土料(粉土、粉质黏土)淤堵后土工布的渗透性能可能与土料本身的渗透性能相当,需要采取一定措施(如振动)后使用。

本试验得出的无纺布对于不同充填料的渗透系数仅仅为实验室数据,与现场试验数据可能会存在一定的差距,这也是今后努力的方向。

为使加筋无纺土工布在吹填工程中能普遍采用,可以从以下几个方面努力:①对于具体工程,针对工程吹填土料,可通过试验选取合适的土工布,加快排水固结;②改进冲泥管袋形式,目前已有单位研究出管状土工织物袋,它是一种排水渗径短,透水性能好,袋体四面可排水,上下层管状袋互相嵌入稳定性好的新型充填软土袋结构;③增设水平及竖向排水通道;④研究改进传统充灌施工工艺;⑤研究促进冲泥管袋土料排水固结的其他工程措施。

参考文献:

- [1] 阮学成.大型土工织物冲灌袋在上海洋山深水港海堤建设中的应用[J].水运工程,2006(11):31-33.
- [2] 陈学良,马兴华.非织造土工布在太仓中远国际城围堤吹填工程中的应用[J].产业用纺织品,1999(9):23-25.
- [3] 张全才.吹填砂筑堤中土工织物的选择[J].湖南水利水电,2003(5):28-29.

(收稿日期 2009-08-22 编辑 高建群)