

充泥管袋和模袋混凝土在堤防中的应用

13
64-46

杨智,袁磊,李森,曹震,赵一骏

(河海大学土木工程学院,江苏南京 210098)

TV871.2

TV871.2

TV223.4

摘要:介绍充泥管袋-模袋混凝土堤建筑物的结构型式和断面设计的一般要求及施工中应注意的问题,并介绍福建木兰溪截弯取直工程中模袋混凝土与充泥管袋的综合应用进行淤泥质地基处理的情况.该方法施工简便,经济效益好,有较好的应用前景.

关键词:堤防;充泥管袋;模袋混凝土;地基处理

中图分类号:TV698.2+3

文献标识码:B

结构型式

文章编号:1006-7647(2000)02-0044-03

1 充泥管袋-模袋混凝土堤建筑物结构型式

充泥管袋-模袋混凝土堤断面结构型式采用充泥管袋为海堤主体,并以模袋混凝土作为迎水坡护面型式,综合运用两者的优点.这种结构型式还具有对软基适应力强、施工速度快、造价较低的优点.通常充泥管袋-模袋混凝土堤断面简图见图1.

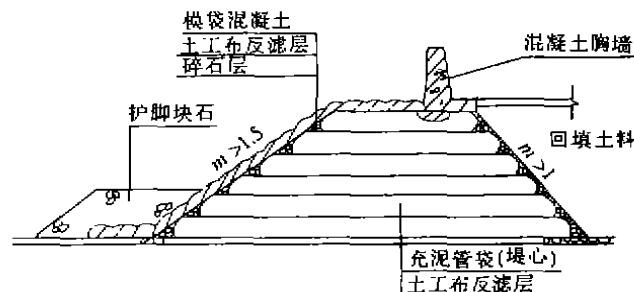


图1 充泥管袋-模袋混凝土堤建筑物断面型式简图

2 充泥管袋-模袋混凝土堤断面设计

2.1 充泥管袋的充填料、袋布及施工工艺选择^①

一般来讲,充泥管袋充填料的细砂含量越多,充填历时越短,袋体充满度越高,经济效益越高.选择充填土质一般需考虑细砂含量大于20%,粘性含量小于10%,否则不宜采用水力充填法施工.另外,对细砂含量小于40%的土料,则往往需要二次充填才能获得较好的充满度.如果充填料是亚砂土、轻亚粘土或粉砂土时,选用土工布的规格为:经纬密度 16×14 ,单丝强度大于30N/根,等效孔径 $Q_e < 0.5 \text{ mm}$,透水能力 $q = 1.8 \sim 2.5 \text{ mL}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$.当充填料为中

细砂时,由于砂沉降快,排水流畅,故可选用较密袋布,经纬密度 16×16 ,其等效孔径 $Q_e < 0.25 \text{ mm}$,透水能力 $q = 0.26 \sim 0.7 \text{ mL}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$.

综上所述,充泥管袋是以土工袋充填当地土料后才能起到堤心作用,因此,充泥管袋布材料的合理选用是防止充泥管袋在风浪、水流冲刷、揉搓等长时间反复外力作用下,原有利于滤水的孔隙尺寸不能变化过大,而使袋内土料流失,不允许在施工中的任何碰撞使袋布撕裂和戳出孔洞等.袋布材料应满足透水性、强度、延伸率以及单位面积重量等指标.

2.2 断面设计及构造要求

采用充泥管袋砌筑堤身,堤身断面的高度由所在水深及波浪大小及堤顶允许越浪的程度确定;堤顶宽度由使用要求而定,无通行要求时,施工需要保持3~4m;底宽根据边坡坡度及地基整体稳定性综合确定;充泥管袋砌筑的边坡坡度,外坡应根据护面稳定和防护的要求不宜陡于1:1.5,内坡若无其它要求时可陡至1:1;每层充泥管袋的厚度可保持40~50cm.

充泥管袋叠砌筑堤的外侧,其层间的台阶一般都需用碎石或袋装碎石补齐,然后再铺垫一层无纺布反滤层,再在反滤层外层布置护面结构.在堤后的填土与泥袋之间也要加设一层土工布反滤层.为便于堤底充泥管袋的施工,尤其是建于软弱地基上时,需要事先在滩面上铺设一层土工布(亦称软体排).

充泥管袋在施工堆筑过程中,必须注意合理分层、分段并及时成型和防护.为防止泥袋受紫外线照射而强度降低和老化,充泥管袋严禁长时间裸露,实

作者简介:杨智(1976—),男,河海大学工业及民用建筑专业本科学生.

①陈德春.编织袋充填土筑堤的试验和实践.见:河海大学编.海岸工程研究所论文集,1992.115~119.

实践证明裸露在阳光下3个月后,泥袋强度可降低90%以上,而及时覆盖后的充泥管袋,2~3年后,其抗拉强度降低在3%以内,损失很小。

2.3 护面结构设计

护面结构采用模袋混凝土,模袋是用高强度纤维长丝机织成的双层袋状物,每隔一定距离,用一定长度的尼龙绳连接,用以控制厚度。模袋为一种柔性模板,用高压泵把混凝土充灌进去,硬化后形成所需要的混凝土板块,可用于护岸、围堤等大面积护坡。

模袋的结构型式有矩型、梅花型等;目前国内采用的厚度最厚可达100cm。实践表明,模袋混凝土具有适应地形变化、施工速度快、既美观又经济的优点。

模袋厚度计算:

抵抗弯曲应力所需厚度

$$t \geq F_s \times 0.2874 \gamma_c a^2 / (0.5 \times R^{2/3}) \quad (1)$$

式中: γ_c 为混凝土的有效重度, kN/m^3 ; R 为混凝土的弯曲抗压强度, kN/m^2 ; F_s 为安全系数,取 $F_s = 3$; a 为模袋底架空面积为正方形时的边长,可取 $a = 1\text{m}$; t 为所需厚度, m 。

按公式(2)^[1]计算抵抗浮动所需厚度

$$t \geq 0.07 CH_w \sqrt{\frac{L_w}{B}} \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_c - \gamma_w} \cdot \frac{\sqrt{(1+m^2)}}{m} \quad (2)$$

式中: C 为系数,对大块混凝土护面取 $C = 1.0$; H_w , L_w 分别为波高与波长, m ; B 为与水边线垂直方向的护面板长度, m ; γ_w 为水的重度, kN/m^3 ; γ_c 为混凝土的重度, kN/m^3 ; m 为边坡系数, $m = \cot \alpha$ 。

2.4 断面和堤基整体稳定验算

在设计充泥管袋-模袋混凝土堤充泥管袋结构时,要核算其在施工各不同阶段的稳定性,有条件时应以物模实验来验证。稳定性包括充泥管袋逐层断面的稳定,其中考虑水位的变动,最大波压力位置和柔性材料间的摩擦系数等因素的变化影响。

2.4.1 柔性材料摩擦系数测定

柔性材料的土工布摩擦系数与土工布质地(粗糙程度、编织的经纬间均匀程度、光滑程度)以及垂直荷载的正应力有关。充泥管袋体堆筑后,有海水、泥浆做润滑剂,将使摩擦系数减小,在施工中易产生滑动、位移,容易失稳。柔性材料摩擦系数应通过直剪仪试验确定。摩擦剪切强度符合库仑定律,其公式为:

$$\tau = C_a + p \tan \delta = C_a + pf^* \quad (3)$$

式中: τ 为界面抗剪强度, kPa ; C_a 为粘着力, kPa ; δ 为摩擦角,度; p 为法向压力, kPa ; f^* 为拟摩擦系数。

试验中,测出不同压力下的相应抗剪强度 τ ,然后将试验成果点绘成线,求出 C_a , δ 或 f^* 值。试验时,应选用测定湿水状态下材料的摩擦系数值为好。

2.4.2 抗浪稳定性

海堤是挡水建筑物,由于朔望天文大潮期间,遇上强热带风暴或寒潮大风过境,天文高潮位与风暴潮叠加,会构成对海堤的严重威胁。建议对拟建的充泥管袋设计断面做抗浪稳定室内模型试验,研究如何维护断面的稳定性,避免波浪力作用下,充泥管袋被淘空失稳。

2.4.3 断面稳定性

采用充泥管袋筑堤,其每层充填袋的宽度一般与堤身宽度一致,其纵向尺度可根据施工工艺和能力而定。

进行断面稳定验算时,仍采用传统的瑞典圆弧滑动法,并考虑土工织物加筋作用。可采用圆弧滑动法,分别验算不同阶段的断面稳定性。

3 施工与组织管理

a. 当堤底地基多淤泥层而不利于堤底稳定时,需要插塑料排水板等措施加快固结^[2]。

b. 软体排土工布铺施前,应严格清基,消除隐患。

c. 充填袋体施工时,人力比例较多,需要多单位协同工作,组织管理十分重要。采用水力充填法充填袋体,如附近有细砂,可用泥浆泵直接注入,输送距离宜在200~500m,运距太远时,泥浆泵需接力输送;否则由它处挖砂料至驳船后,到现场再注入。充填时袋体内的压力应控制在2~3 N/cm^2 ,泥袋的充满度一般保持在60%~80%。当充填土料为轻亚粘土或粉砂土时,则相应改变充填机具及施工工艺,如用混凝土泵或砂浆泵充填。堤底软体排土工布保护层应伸出堤脚5~10m,长50~100m,宽10~20m的一个充泥管袋,可在一个潮周期内充满;每袋充两次,间隔1d左右。

d. 充填袋体层层堆筑时,波浪和水流淘刷以及堤身间的渗流都会造成袋内充填土料流失。此外充填袋体在施工阶段及其以后的运用过程中,有可能受硬物尖刺的戳划,而致使袋体出现破洞,也将造成袋内充填土料流失,最终导致堤身失稳。所以随着施工的进展,堆筑体的增高,破面应随时用袋装小石子置于充填体层间台坝,防止土料流失。同时,在施工中要尽量使充填袋体纵轴与水流向平行,以减小充填水料流失,也能提高袋体的稳定性。

e. 模袋的展开和固定,是施工的重要环节,特别是固定工作,对水下模袋末端的固定尤为重要。模袋敷设中,要注意做好块与块搭头联接。泵送混凝土时,混凝土填料严格控制水灰比,避免过稠时发生堵管。对插入袋口的喷管,充灌时应尽量使模袋充灌均匀,厚度饱满到位。海堤顶面要用混凝土胸墙压住模

袋,以防模袋沿坡面下滑.坡脚模袋要用块石保护,合理选用泵体性能.

f. 海堤合龙是施工中的重要关键,宜选择合适的时间、地段,采用妥善的办法,快速合龙.

4 工程实例^[3]

木兰溪是福建省第三大河,流经莆田市南北洋平原由三江口入海,由于千百年河床的多次改道和摆动,在全长 105 km 的木兰溪就有大、小弯道数十处,一遇暴雨和暴潮就使南北洋平原发生洪涝灾害.曾多次拟议对木兰溪进行裁弯取直根除水患,均因工程难度大,新开河段座落在深达十几米的流塑状的淤泥地基上,淤泥的土性指标太差(如 $\varphi = 0.6^\circ$, $c = 35 \sim 40 \text{ kPa}$, $W = 67\%$),因此新开河道根本无法以 1:3 ~ 1:4 自然立帮;同时从 105 km 裁弯取直到 10.5 km 后,河底坡降至少达 0.12%,据动定床模型试验成果发现,当发生 50 年一遇的洪水时,河床流速将达 3.5 ~ 4.0 m/s,因此河床及边坡的防冲刷成为一个难题.后经综合应用模袋混凝土和充泥管袋方法于木兰溪裁弯取直工程的堤防中,取得了良好的效果,其施工流程为:在河床侧帮部分采用粉喷桩工艺作支护桩和阻滑桩,其作用是减少开挖土方和保证边坡稳定,然后按设计坡度(图 2)从上至下开挖至河床标高,再在河床标高处铺一层 HSH-1 型土工布反滤层,随即在两侧侧帮处和河床处分别施工充泥管袋和具有一定强度的充泥管袋,前者能在河床上以 1:2 边坡立帮,后者可防止河底冲刷,最后按 1:4 边坡施工模袋混凝土.

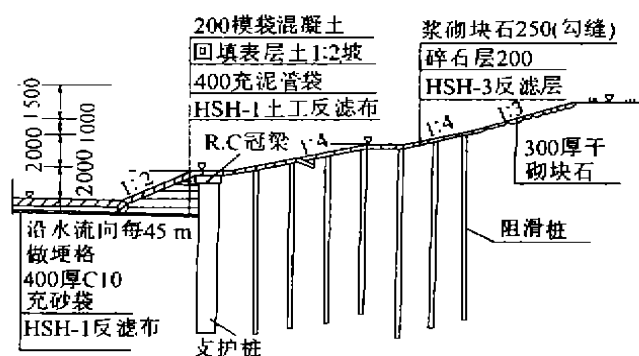


图2 护坡断面图

5 结 语

a. 采用充泥管袋立帮作堤身,有较好的抵抗地基不均匀沉降的优点.

b. 模袋混凝土和浆砌块石相比,价格持平或略低.但从两者的技术角度分析,模袋混凝土有如下优点:①不会因嵌固不紧使块体错动而产生坡面坍塌;②模袋混凝土的整体性好;③模袋混凝土施工速度

远比浆砌块石为快,可大量节省劳动力;④模袋混凝土护坡防冲刷性能好且很少需要维修,国外资料表明它有寿命达 30 余年而不需维修的例子.

c. 护底采用了特殊配方的充泥管袋与浆砌块石护底相比有如下优点:①造价低廉(充泥管袋价格为 140 元/ m^3 ,浆砌块石为 210 元/ m^3);②整体性好;③施工速度快.

根据以上分析,不管从宏观上分析还是单从经济上分析,充泥管袋和模袋混凝土的技术方法将具有极高的经济效益,是一种值得推广的方法.

特别感谢河海大学海岸及海洋工程研究所陈德春老师给予的悉心指导和帮助.

参考文献:

- [1] SL/T225-98, 水利水电工程土工合成材料应用技术规范[S].
- [2] 康辉平等.土工织物在加固软土地基上的应用[J].水利科技,1993,55(1):42~44.
- [3] 林平.木兰溪下游河道整治研究[J].水利科技,1997,78(4):34~36.

(收稿日期:1998-11-12 编辑:张志琴)

(上接第 43 页)

水库开闸泄洪,下游防汛将比较紧张,甚至有破堤分洪的可能.经调算,最高洪水位仅达 123.09 m,低于防洪高水位,水库可考虑错峰调度.请示上级部门批准后,本次洪水与西支沮河洪峰错峰 36 h,水库发挥了拦洪削峰作用.实践证明,该方案为指导水库防洪决策提供了可靠的依据.

3 结 语

对于下游防洪安全来说,漳河水库并非起单独控制的作用,因此研究沮漳河流域实时防洪调度模型,加强漳河水库与沮河洪水补偿调度问题的探讨,进一步完善漳河水库防洪调度自动化系统,对于减少下游洪灾损失,减轻漳河水库洪水压力,做好沮漳河流域的防洪保安工作具有重要意义.

(收稿日期:1998-11-10 编辑:张志琴)

