

软弱土地基上堤防加宽加高工程结合面处理方法

吴凤先¹ 邓方宇² 李响³

1. 南京市水务工程建设管理中心, 中国·江苏 南京 211000

2. 南京市江宁区禄口街道水务管理服务站, 中国·江苏 南京 211100

3. 南京明瑞江苏集团有限公司, 中国·江苏 南京 211100

摘 要: 软弱土地基上堤防加宽加高工程结合面处理方法, 利用水平钻杆沿老堤防方向钻水平微缝的同时埋设带注浆管的复合土工布, 通过预埋在复合土工布里的注浆管对新老堤防结合面进行注浆; 从而有效控制新老堤防结合面差异沉降引起堤防纵向裂缝和解决新老堤防结合面的防渗问题。本技术方案解决了横向夹紧材料在老堤防内的铺设技术难题; 通过带注浆管的复合土工布注浆, 挤密新老堤防结合面, 并有效防止水在新老堤防结合面处的渗透。从而, 有效控制软弱土地基上堤防加宽加高工程结合面处治不当引起堤防纵向裂缝和渗漏问题。该方法施工工艺简单、可操作性强, 便于质量控制, 经济效益明显, 处治效果显著。

关键词: 软弱土地基堤防; 加宽加高工程; 结合面; 处理方法

Method for Treating the Joint Surface of Widening and Raising Embankments on Weak Soil Foundation

Fengxian Wu¹ Fangyu Deng² Xiang Li³

1. Nanjing Water Engineering Construction Management Center, Nanjing, Jiangsu, 211000, China

2. Lukou Street Water Management Service Station, Jiangning District, Nanjing City, Nanjing, Jiangsu, 211100, China

3. Nanjing Mingrui Jiangsu Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 211100, China

Abstract: The method for treating the joint surface of widening and raising embankments on weak soil foundations involves using a horizontal drill rod to drill horizontal micro joints along the direction of the old embankment while burying composite geotextiles with grouting pipes. The grouting pipes embedded in the composite geotextiles are used to inject grout into the joint surface of the new and old embankments; thereby effectively controlling the longitudinal cracks caused by differential settlement at the junction of new and old embankments, and solving the anti-seepage problem at the junction of new and old embankments. This technical solution solves the technical problem of laying horizontal reinforcement materials inside the old embankment; by using composite geotextile with grouting pipes for grouting, the joint surface between the new and old embankments is compacted, effectively preventing water infiltration at the joint surface of the new and old embankments. Therefore, it is necessary to effectively control the longitudinal cracks and leakage problems of embankments caused by improper treatment of the joint surface of embankment widening and heightening projects on weak soil foundations. This method has a simple construction process, strong operability, easy quality control, significant economic benefits, and significant treatment effects.

Keywords: weak soil foundation embankment; widening and heightening project; joint surface; processing method

0 前言

随着全球气候变暖, 全局生态恶化, 特大暴雨、台风等恶劣气候骤增, 对堤防等工程安全构成严峻挑战。1998 年长江流域特大暴雨洪水导致九江市城防堤决堤, 2005 年美国新奥尔良地区由于台风引起堤防破坏, 均造成大量人员伤亡以及直接经济损失等严重的后果。中国已建成堤防工程约 30 万公里, 由于中国绝大多数水利设施兴建于 20 世纪 50—70 年代, 限于当时的技术、经济等条件限制, 不少堤防的设计、施工质量存在“先天不足”导致目前大量堤防存在多种病害; 病害堤防对人民生命财产安全造成极大的威

胁, 也是每年汛期防洪安全的薄弱环节。近年来, 中国作出了灾后重建、整治江湖、兴修水利的重大决策, 大幅增加对以长江堤防建设为主的长江中下游防洪工程建设的投资力度, 对老堤防进行加宽加高等综合整治, 以提高其防洪抗灾能力。软弱土地基上的堤防工程, 老堤防下部软弱土在长期荷载作用下基本完成固结沉降; 而新增堤防部分下部软弱土在新增荷载作用下将引起较大的沉降, 导致新老堤防差异沉降, 影响加固堤防的整体稳定性和安全性。因此, 新老堤防的结合面处治技术就显得尤为重要, 探讨处治新老堤防结合面、有效控制新老堤防差异沉降的技术方案显得尤为迫切。

在本方案之前,工程技术人员对高速公路路基拼宽工程技术进行了一定的研究,中国“采用桩板式挡墙进行高填方路基拼接的方法”一种在老路基边坡纵向进行挖孔灌注桩和钢筋混凝土挡土墙施工,再对老路基坡面进行削坡和开挖台阶,然后分层填筑、压实路基填料,最后施工路面的高速公路拼宽工程技术方案。该法具有节约路基横截面占用耕地面积、施工简便等技术优势;不过同时也存在除治费用较高、路堤侧向变形控制要求更严格等不足。一种锚固式道路加宽方法,即先对老路基坡面进行削坡、开挖台阶,在台阶面施工倾斜锚杆,分层填筑新路基并在台阶面处铺设土工格栅,并让土工格栅与锚杆外露部分连接。该法通过锚杆和土工格栅把新老路堤连接在一起,锚杆与土工格栅的连接和同时运用可以避免土工格栅在老路基台阶上滑动,提高新老路基稳定性;锚杆和土工格栅组合使用在一定程度上起到连接新老路基的作用,但是由于土工格栅本身并未与老路基咬合,因此在克服新老路基滑动上的效果受到限制,同时锚杆的使用也增加了工程处治费用。此外,土工格栅作为连接新老路基连接筋,容易在土工格栅与土体接触界面形成新老路基之间的渗流连通面。

由于高速公路等道路工程的拼宽工程,一般仅进行加宽,而不进行加高处理;同时其路堤基本在地下水位线以上,基本不需要考虑新老路基结合面之间的防渗问题。堤防工程一般处于沿海、沿江软弱土地区,新增加宽加高堤防需要考虑与老堤防之间的有效衔接问题、差异沉降问题以及防渗等技术问题。而目前已有技术方案中,少有针对堤防加宽加高工程差异沉降和防渗控制的有效除治技术方案,新老堤防结合面铺设土工格栅的施工工艺仅限于新堤防中铺设,而没有针对在老堤防中铺设土工合成材料的施工工艺;已有道路工程的一些技术方法简单套用到堤防工程中也存在许多不足和技术缺陷。因此,开发一种可以有效控制新老堤防加宽加高工程中新老堤防差异沉降、并有效防止结合面渗漏问题的技术方法成为一个刻不容缓的工作。

1 技术方案

目的在于克服上述不足和缺陷,解决软弱土地基上堤防加宽加高工程的横截面差异沉降以及新老堤防结合面防渗问题,提出一种利用复合土工布联合注浆法处治新老堤防结合面的施工方法,利用专用施工机械在老堤防内沿着堤防纵向掘进并铺设复合土工布,使复合土工布与老堤防有效咬合,填筑完新堤防后,通过预埋在复合土工布内的注浆管对新老堤防结合面进行注浆,以达到紧密新老堤防结合面和防渗的双重效果。

采用的技术方案为:在老堤防与新堤防结合部位开挖一个工作井,并将钻机上的微型钻头布置在工作井内,出土槽和复合土工布依次紧挨在钻杆后面并与钻杆上的连接环连接也布置在工作井内;通过沿堤防方向钻机的钻进作用,带注浆管的复合土工布铺设在老堤防内和新加宽堤防上面;

依次完成各设计位置的带注浆管的复合土工布的铺设和新加宽加高堤防的填筑后,在工作井内通过注浆管对复合土工布所在的老堤防结合面部位进行注浆处理;从而完成加宽加高工程新老堤防结合面的处治方案。

软弱土地基上堤防加宽加高工程结合面处治的施工方法,包括以下技术步骤:①平整场地,测量放线,确定施工工作井的位置和埋设带注浆管的复合土工布的铺设位置,设计带注浆管的复合土工布宽度为 4~10m 以及在老堤防内部的埋设深度为 2~5m。②在老堤防内部开挖施工工作井,在老堤防坡面开挖第一级台阶工作面。③在台阶工作面上布置钻机,钻杆水平放置,在施工工作井中,依次布置带齿轮钻杆、出土槽和带注浆管的复合土工布,并通过连接环将带注浆管的复合土工布与带齿轮钻杆连接,出土槽布置在部分展开的带注浆管的复合土工布上面,并与带齿轮钻杆活动连接。④启动钻机,使带齿轮钻杆掘土,并通过出土槽横向排出渣土,同时沿着堤防方向移动钻机和钻杆,使老堤防内形成水平纵向微缝,2~5m 宽的带注浆管的复合土工布跟随钻机和钻杆的纵向移动而布置在水平纵向微缝内,剩余部分的带注浆管的复合土工布布置在新堤防内。⑤铺设完本级台阶工作面上的带注浆管的复合土工布后,移开钻机和钻杆,填筑新加宽堤防筑堤材料,并分层碾压。⑥填筑到设计下一级工作面,开挖下一级台阶工作面,重复③~⑤施工步骤,完成后续各级新加宽堤防填筑。⑦完成新加宽堤防与老堤防结合面带注浆管的复合土工布的铺设和新加宽堤防的填筑后,填筑新加宽部分堤防。⑧完成加宽加高填筑后,在施工工作井对带注浆管的复合土工布进行水泥浆液或高聚物材料注浆。⑨注浆完成后,回填施工工作井,最后完成整体堤防加宽加高工程结合面处治技术的施工。

所述的施工工作井,其深度为 5~15m,长度为 3~7m,宽度为 2~5m,具体施工工作井深度根据从老堤防顶部向下开挖至堤底第一级带注浆管的复合土工布铺设位置来确定,施工工作井长度根据带注浆管的复合土工布在老堤防内的埋设深度确定,施工工作井宽度根据依次布置带齿轮钻杆、出土槽和带注浆管的复合土工布卷材的空间宽度确定;为了减少带注浆管的复合土工布与堤防土体之间的摩擦阻力,在沿堤防方向每隔 1~3km 设置一个施工工作井。

所述的带注浆管的复合土工布,宽度为 4~10m,其中带注浆管的复合土工布在老堤防内部的宽度为 2~5m;复合土工布内部布设横向和纵向贯通的注浆软管,在埋设完成复合土工布和新加宽加高堤防填筑之后,通过注浆软管对复合土工布所埋设的老堤防结合面进行注浆。

所述的钻杆,其直径为 5~15cm,长度为 2~6m,钻杆外部为螺旋齿轮,在钻杆上设置三个连接带注浆管的复合土工布和出土槽的连接环。

所述的出土槽,为长度为 2~6m,高度为 5~15cm,远离钻机端宽度为 0.2~0.5m,靠近钻机端宽度为 1~2m 的梯形半封闭腔体,其中靠近钻杆和钻机一侧敞开。

所述的工作台阶,为在老堤防坡面开挖的直角边,一般新老堤防加宽加高工程设置 2~4 个工作台阶。

所述的浆液,为水泥浆液或者高聚物材料浆液^[2]。

2 附图说明

施工完成后横截面结构示意图如图 1 所示,施工井布置结构纵向示意图如图 2 所示,施工过程中横截面结构示意图如图 3 所示,钻杆、出土槽和复合土工布布置截面图如图 4 所示。

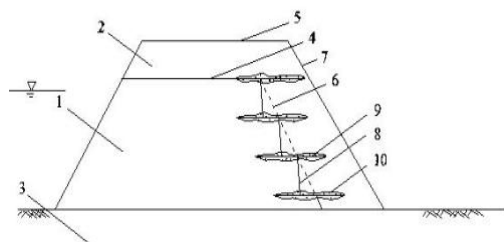


图 1 施工完成后横截面结构示意图

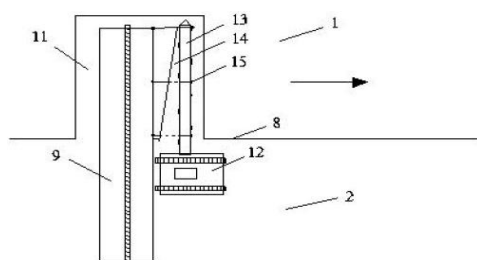


图 2 施工井布置结构纵向示意图

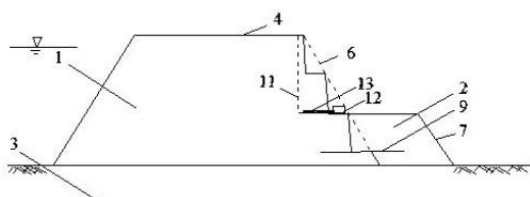


图 3 施工过程中横截面结构示意图

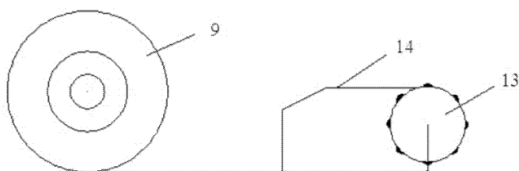


图 4 钻杆、出土槽和复合土工布布置截面图

其中, 1—老堤防; 2—新堤防; 3—软弱土地基; 4—老堤防顶面; 5—新加高堤防顶面; 6—加宽处老堤防坡面; 7—新加宽堤防坡面; 8—新老堤防结合面台阶工作面; 9—带注浆管的复合土工布; 10—注浆浆液与土体混合物; 11—施工工作井; 12—钻机; 13—带齿轮钻杆; 14—出土槽; 15—复合土工布与钻杆连接环。

3 具体实施方式

首先, 平整场地, 测量放线, 确定埋设复合土工布 9

的位置以及在老堤防 1 内部的深度; 在老堤防 1 内部开挖施工工作井 11, 在老堤防坡面 4 开挖第一级台阶工作面 8; 在台阶工作面 8 上布置钻机 12, 在施工工作井 11 中, 依次布置带齿轮钻杆 13、出土槽 14 和带注浆管的复合土工布 9, 并将带注浆管的复合土工布 9 与带齿轮钻杆 13 通过连接环 15 连接, 出土槽 14 布置在部分展开的带注浆管的复合土工布 9 上面, 并与带齿轮钻杆 13 活动连接; 开动钻机 12, 带齿轮的钻杆 13 掘土, 并通过出土槽 14 横向排出, 同时沿着堤防纵向移动钻机 12 和钻杆 13, 使老堤防 1 内形成水平纵向缝, 带注浆管的复合土工布 9 跟随钻机 12 和钻杆 13 的纵向移动而布置在水平纵向微缝内; 铺设完第一级台阶工作面 8 上的带注浆管的复合土工布 9 后, 移开钻机 12 和钻杆 13, 填筑新加宽堤防 2 筑堤材料, 并分层碾压; 填筑到设计第二级工作面, 开挖第二级台阶工作面 8, 重复上述施工步骤, 完成后续各级新加宽堤防 2 填筑; 完成新加宽堤防 2 与老堤防 1 结合面 6 带注浆管的复合土工布 9 的铺设和新加宽堤防 2 的填筑后, 填筑新加高部分堤防 2; 完成加宽加高填筑后, 在施工工作井 11 对带注浆管的复合土工布 9 进行水泥浆液或高聚物材料注浆; 注浆完成后, 回填工作井 11, 最后完成整体堤防加宽加高工程结合面处治技术施工^[1]。

4 优点和效果

利用水平钻杆沿老堤防纵向钻水平微缝的同时, 埋设带注浆管的复合土工布, 填筑完新加宽加高堤防之后, 通过预埋在复合土工布里的注浆软管对新老堤防结合面进行注浆; 从而有效控制新老堤防结合面差异沉降引起堤防纵向裂缝和新老堤防结合面防渗问题。该技术方法属于非开挖施工技术, 不需要进行大量开挖, 工程量少, 工程造价低, 同时确保连接新老堤防结合面的土工布有效地布置在老堤防内部, 土工布与老堤防胶合紧密; 带注浆管的复合土工布, 在填筑完成加宽加高新堤防之后, 通过注浆挤密了新老堤防结合面, 浆液与土体的胶结, 有效地防止了水在老堤防结合面处的渗透。与传统的在新加宽堤防下部地基打设桩基础技术相比, 本方法大大节省了施工成本和施工工期, 同时具有打桩基础技术所不具备的防渗功能; 与传统的在新老堤防结合面铺设土工格栅技术相比, 本方法让土工布有效地铺设在老堤防内部, 使其与老堤防胶合紧密, 大大提高了横向夹紧效果, 同时也具有单纯铺设土工格栅技术所不具备的防渗功能。本技术方法, 解决了横向加筋材料在老堤防内的铺设技术难题; 同时也是一种减少软弱土地基上堤防加宽加高工程引起堤防纵向裂缝和渗漏的有效技术措施。该方法施工工艺简单、可操作性强, 便于质量控制, 经济效益明显, 处治效果显著。

参考文献:

- [1] 孔纲强, 庄妍, 徐惠民, 等. 软弱土地基上堤防加宽加高工程结合面处治的施工方法: CN201210454323.9[P]. [2024-10-28].
- [2] 彭必显. 关于水泥深层搅拌桩在堤防防渗工程中的应用[J]. 建材与装饰: 下旬, 2011(10): 130-131.