

对某送水渠完建期混凝土护坡衬砌 出现上浮的原因剖析

张 明

(盐城市河海工程建设监理中心, 江苏 盐城 224000)

摘要: 由于受到汛期短期雨水的影响,某供水渠道在混凝土衬砌施工期,在低洼地积水严重下,与河底形成近6 m水位差,其坡面砂化严重,渗透力强,而导致渗流的破坏,也造成了衬砌上浮。利用实例进行原因剖析,从中对设计和施工中的不足提出建设性意见,有助于今后类似工程项目,在特定的工情、水情条件下做好防范,减少渗流的破坏。

关键词: 混凝土; 护坡衬砌; 上浮; 渗流破坏

中图分类号: TV431

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2021)06-0023-03

Causes analysis on concrete slope lining floating in completion period of a water supply channel

ZHANG Ming

(Hehai Engineering Construction Supervision Center of Yancheng City, Yancheng 224000, China)

Abstract: Due to the influence of short-term rain in flood season, during the construction period of concrete lining, a water supply channel forms a water level difference of nearly 6 m with the river bottom under the serious water accumulation in low-lying areas. The slope surface was sanding seriously and the permeability was strong, which led to the destruction of seepage, and also caused the lining floating upward. The reasons were analyzed with examples, and constructive suggestions were put forward for the deficiencies in design and construction, which would be helpful to prevent similar projects in the future under specific working conditions and water conditions and reduce seepage damage.

Key words: concrete; slope lining; float upward; seepage failure

某水利供水工程,从有利于深化输水节能,对送水渠道进行了改造。由于原渠道属故黄河滩高地,土质松软,砂化极为严重,造成送水时渗漏较为明显,故将土坡改建为混凝土衬砌护坡,旨在减少水土流失。整个衬砌长度达40 km,施工期在2020年8月份进入主汛期,由于连续下雨,渠道不仅作为平时输水河道,也是两岸雨水汇集下排的主要通道,在已完成的现浇混凝土渠道衬砌5 km中,发现

▽21 m河底部齿墙向上2 m左右,部分护坡衬砌有上浮的趋势,且部分衬砌板与底部齿墙开裂,沿齿墙外侧有被挤出的流砂。通过现场勘察,认为是属较为典型渗流破坏,若不加以处理,对工程实施和今后运行,极有可能造成安全方面的隐患,尤其在堤外侧洼地,处于积水时所引起坡面流砂现象较为严重,导致部分坡面的掏空破坏,使工程使用效益降低。

收稿日期: 2021-01-11

作者简介: 张明(1987—),工程师,本科,主要从事水利工程建设工作。E-mail: 337835689@qq.com

1 问题的产生

1.1 相关参数与条件

渠道过水断面内坡为 1:2.75~1:3,渠底齿墙▽21 m,护砌板顶▽26 m,其结构自下而上的布置形式为:混凝土厚 10 cm+土工布+挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板。河坡原状土为砂壤土,透水性极强,最差段渗透系数为 2.0×10^{-3} cm/s;进入主汛期 8 月份,雨水相对集中,造成河道周边土地土壤饱和,据统计 2020 年 8 月 4 日 20 时~7 日上午 8 时共降雨 75 mm;损坏较为严重的区段为左岸桩号 K61+377~K61+557 范围内,该段地势较为特殊,堤顶外侧为种植玉米地,紧挨着路边,且地势低洼,比堤顶相差高度为 1.9 m,雨水期间自然形成了地表水径流的汇集,相对形成了较高的承压水头达到 6 m (▽27 m~▽21 m),从而威胁着该段堤身安全。

1.2 受损情况

根据对受损情况的统计,桩号 K61+377~K62+573 范围内大部分发生在左岸(洼地侧),衬砌裂缝有 5 处,其中 3 处为贯通缝,缝宽 0.2~0.5 cm;衬砌板上浮有 15 处计 60 m 长,上浮形成错台差为 2.5~7.1 cm。

2 问题原因分析

(1)主观原因。连续不断下雨,坡面对地下水排泄,出逸口未设计排水滤层设施。依据设计意图,每圈 15 m 各布置 1 道格梁,留(置)2 cm 缝隙用于排水,在框格内又分为 4 m×4 m 板块,靠人工切缝用于排水。而实际施工中,12 m 内混凝土整体浇筑,待强度达 70% 后,按 4 m×4 m 切缝,作伸缩缝与排水之用。切缝深度为 7~9 cm(板厚 10 cm),且板面下布置泡沫板与土工布,起不到排水作用。当受到低洼区段形成地表汇水,而产生径流,就出现严重的渗流破坏。经现场考察,并根据对衬砌破坏情况分析,齿墙(▽21 m)以上 2 m 范围内,由于排水不畅,造成了出逸点周边土体的破坏,也拉动了衬砌,呈现板块上浮、开裂。短时间内集中下雨,形成地表径流汇集到洼地,地表水位达到▽27 m 位置上,而距离齿墙(河底),相差 6 m 落差,而形成渗流的作用,在此范围内使坡面形成了一个圆弧滑动面,而出逸点排水又不畅,使内部渗透压力逐渐增强,并牵动了周边土体的悬浮和破坏,从而推动了混凝土衬砌。当渗透压力大于被顶托的混凝土板块重量时,超出混凝土抗拉强度允许值(C25 抗拉

允许值 12.8 N/mm^2),则使混凝土表面断裂贯通缝的产生。

(2)衬砌断面设计布置形式也值得商洽。混凝土下层为土工布,再下层为 3 cm 保温板,堵塞了坡体渗流水体逸出,因此失去了滤层作用,导致渗流力的增强,诱发水土顶托力上浮的产生。

3 机理分析

(1)特定的地域条件,孕育了渗流的产生。混凝土衬砌长度为 12 km(两岸长 24 km),在发生受损事件前共完成衬砌长度 4.8 km(两岸相加长 9.6 km),本次受损长 1.2 km(单片),占完成数 12.5%,完好数占完成数 87.5%。经实地查勘,并对照设计资料,认为渠道外侧与堤顶形成高差最大的在 1.3 km 范围内,属低洼地段,一般高差 1.8~1.9 m,而其他境内的高差不大,最大 0.5 m 左右,所以一旦遭遇大雨,低洼地形成了地表水汇集点。而其他地段内,形成的地表水为土壤孔隙水,属静态的。而低洼地表径流的汇集水,不断汇集式补充,致使水位抬高,向下渗透力随水位抬高而增强,属动态水。该区段排水,一直是靠自然形成自排入该河道,长久以来,一旦低洼区形成积水,顺理成章,无阻碍地排入施工河道内,原地下排水通道自然形成而通畅,但当坡面衬砌施工时,人为造成原有出逸口受堵,导致渗透压力对该周边顶托和破坏。渗透压的运动过程反映:凡是有渗流就有渗透力或称动水压力,堤内外水位差形成了渗透压力的作用,而出现的变形或破坏称为渗透变形,或渗透破坏。

(2)主汛期雨量的增强,导致堤坡结构的变化。2 d 时间内降雨 75 mm,在无任何排水出路的情况下,该地区显得降水量相对较大。经查阅相关设计对堤身断面及抗滑稳定验算成果,考虑外侧地下水位▽26 m,其核算断面桩号为 K66+822,抗滑稳定系数为 1.34,在 12 km 长的渠道,仅对 1 个断面作为典型核算,显然不够,无论从核算概率与地貌特征均不能涵盖与反映整个渠道断面稳定实际状况;经对桩号 K61+377 断面复核计算,采用实地地貌情况,土质参数,以及结合本次雨情而产生的堤外水位▽27 m 核算,其结果为:不考虑渗流的影响 $F_a = 1.2 > 1.1$,是安全的;若考虑渗流影响 $F_a = 0.85 < 1.1$,是不安全的。坡面此时处于不稳定状态^[1]。从抗滑稳定计算结果看出,本次破坏实例为渗压力形成的破坏。

(3)水情与工情的变化。通过以上核算,也反映了渠道稳定在正常理论条件下,运用正常的 C 、 ψ 值计算是稳定的,但这并不意味着在某个特殊条件下发生的变化,当在低洼汇水形成的一定水位,水情和工情都发生了变化,也会导致土体中主要物理与力学性能减低,尤其类似于承压水头越高,持续时间越长,土坡滑动而产生破坏性也越大^[2]。

因此,在汛期对土坡进行衬砌施工时,要充分考虑到水情与工情变化状况,从帮助渗流顺畅逸出为之提供通道。故设置冒水孔是十分必要的,实践证明,此举能起到对渗透压力能量的释放,有助于降低渗透力的破坏,更有效地避免和防止对出口处和土坡内部土粒的悬浮破坏。正是由于未设置冒水孔式的滤层设施,而产生土体悬浮破坏,使悬浮土在渗透压力作用下推出底部混凝土齿墙外侧,现场挤出悬浮土呈如泉眼群,砂沸现象还是严重的。

(4)土工布布置位置不合理。利用土工布主要应起到滤层作用,而在土工布之上浇筑混凝土是显然不合常规。混凝土浇筑后,整个布面毛孔全部被堵死,起不到反滤作用,当坡面受渗流作用后,出逸点受保温板以上荷载压缩,渗水无法排出,渗水为有压水体,一旦内部能量增大,渗流顶托土面一起向上,从而首先产生坡面土体隆起,通过顶托造成了混凝土衬体的上浮。若土工布放置下层,可起到滤水作用,又通过土工布间层水的流动排出,使内部渗流能量得到一定释放,也能大大减少上浮的产生。

4 受损衬砌修复及建议

(1)受损长度 1.2 km,根据不同情况,采取不同措施。衬砌上浮达 5 cm 以上,应考虑到受损位置,针对掏空的地段,采用压密注浆(水泥 M20)法,填

充密实;纵向裂缝位置可视情况,也可沿缝切割成纵向连续缝作伸缩缝用;在 $\nabla 24$ m 位置以下 2 层呈梅花形之间 2 m 间距布置冒水孔,孔内用石子片与石子填充,打孔时要钻至原土层面,冒水孔内放置土工布后加滤料。

(2)正在施工中的 11.4 km 衬砌,同样按 $\nabla 24$ m 以下,留置 2 层呈梅花形之间 2 m 间距布置冒水孔,按直径 100 mm 管埋设到位,后再浇筑混凝土。注意施工时,混凝土不可将埋设管内浇“死”,管底部采用土工布包裹扎牢,混凝土达到一定强度后,再进行滤料的填充;解决利用土布作为混凝土与保温板的隔绝材料布置形式,这层面可以采用增垫一层卷式包装纸材料代替(南水北调东线扬州段利用实例),将土工布放置到最下层,起到过滤作用。

5 结 语

施工现场受渗透不畅影响的教训是深刻的,通过事实使我们对特殊的地理条件,所产生的渗流破坏过程有了一定的认识,也有助于今后类似项目的设计与施工提高对渗透破坏的预防作用。凡是在坡堤上建设衬砌设施,都应该考虑设置必要的滤层排水设施,其位置应通过对排水逸口高度进行必要的计算而设置,这样可减少盲目性,提高合理性和科学性。

参考文献:

- [1] 江正荣. 建筑施工计算手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2006.
- [2] 苑莲菊, 李振栓, 杨展, 等. 工程渗流力学及运用[M]. 北京:中国建材工业出版社, 2001.