

水工加筋砌块挡墙设计若干问题的探讨

邓卫东

(海安县老坝港滨海新区管委会规划建设局, 江苏 南通 226634)

摘要: 结合水工加筋砌块挡墙的应用情况, 针对实施过程中暴露的一些设计缺陷, 通过工程实践, 从设计所涉及的工程布置、原槽处理、压实控制、研究思路、构造措施等方面提出思考与探讨, 旨在推动此类结构的设计标准化。

关键词: 水工; 加筋砌块挡墙; 平面布置; 原槽处理; 研究思路; 构造措施

中图分类号: TV314 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 04-0001-04

Discussion on some design problems of hydraulic reinforced retaining wall

DENG Weidong

(Planning and Construction Bureau of Binhai New Area of Haian County CMC, Nantong 226634, Jiangsu)

Abstract: Combined with the application of hydraulic reinforced retaining wall, this paper puts forward some reflections and discussion from project layout, original tank processing, compaction control, research ideas and structural measures to promote the design standardization.

Key words: hydraulic; reinforced retaining wall; plane layout; original tank processing; research ideas; structural measures

0 引言

为区别于传统挡土结构物, 把具有特定形状的混凝土砌块、网状筋材、土等主要材料, 通过合理空间配置、碾压成型, 抵抗外部荷载维持自身稳定的组合结构统称为加筋砌块挡墙, 抽象概念如图 1。它是加筋土挡墙的演变和发展, 最新的演变是反滤布已经变成回填土的反包结构, 其显著特征为: 结构以砌块、筋材、包裹回填土共同受力抵抗外力。

自 2012 年起, 海安县滨海新区全面启动新城区水系调整与河道整治, 至 2014 年底, 河道整治总长度约 54 km, 其中采用加筋砌块挡墙的河道有 7 条, 护岸总长度为 41.8 km。

鉴于此类结构还没有专门的设计规范, 受力

机理的研究仍然滞后于工程实际应用^[1], 在工程实践中, 也暴露了一些设计方面应予以注意的问题, 现从以下几个方面予以探讨。

1 平面布置探讨

1.1 连续长度控制

纯粹从结构的适应性来讲, 水工加筋砌块挡墙连续长度可以与需要挡土的河岸长度一致, 可以不做任何限制, 但这种布置存在两项缺陷:

(1) 不利于分段施工。在施工阶段, 如果此类结构的连续长度, 不能控制在某个合适的范围, 相邻施工段之间会因砌块模数、错缝要求难以接茬, 不利于分段实施, 制约工程的推进速度。

(2) 不利于损毁恢复。在工程运行维护阶段, 一旦结构发生损毁需要恢复时, 结构本身良好的

收稿日期: 2016-01-12

作者简介: 邓卫东 (1969-), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事水工、道桥工程的建设管理工作。

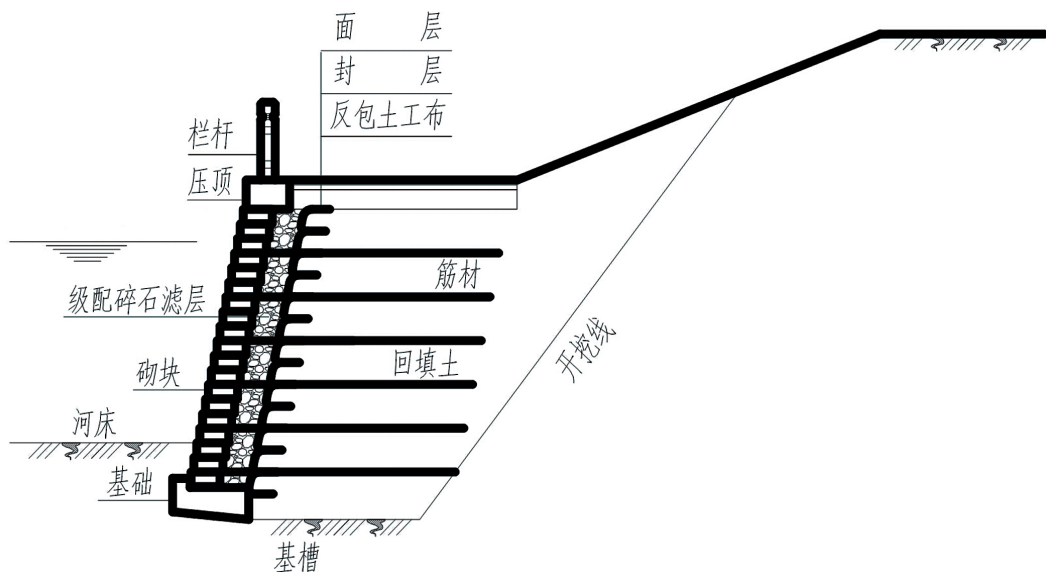


图 1 加筋砌块挡墙抽象图

透水性就转为修复的不利因素,达不到砌块垒砌和分层回填的施工条件,难以按原结构恢复。

基于以上缺陷,此类结构在设计时,不宜无限制地通长连续布置,而应该每隔一定长度,间隔设置一段其他类型的挡土结构。对于间隔设置的挡墙:在结构上,应设置侧向截渗构造;在功能上,可与雨水管道出水口、观景台、救生台阶、亲水平台联合设置,或多功能合一;在线形布置上,可稍凸出砌块挡墙,既便于维护期间的围堰设置,又可使挡墙立面布置富于变化。建议加筋砌块挡墙连续布置长度控制在 200 m 左右为宜,间隔区段的挡土墙长度控制在 20 m 左右,约为连续长度的 1/10。

1.2 最小半径控制

现阶段加筋砌块挡墙在设计时,对曲线段的最小半径缺少思考,主要表现在:

(1) 砌块定尺限制。加筋砌块挡墙一般采用层层向后错台垒砌而成。在凸曲线段,每层砌块的曲线半径会随着墙体高度的增长而线性减小,墙体高度越大,半径的变化就越大。在使用同一模数的砌块条件下,上层砌块的垒砌将增加繁琐的切割,半径越小切割量越大。

(2) 连接构造限制。尽管市场上单体砌块的几何造型不尽相同,但上、下层的叠砌构造不外乎两种方式:锚固棒前后错台连接、凹凸榫错台连接。无论哪种连接方式,当半径小到一定程度时,要么限位功能受限制,要么砌块不好安装。

基于以上限制,在平面布置时,不仅要控制

连续长度,还要结合砌块的几何参数,设置最小半径控制指标。当曲线段半径小于控制指标时,可考虑采用其他结构灵活间隔布置。

2 原槽处理探讨

正因为加筋砌块挡墙对软弱地基具有较好的适应性,几乎所有的设计单位对原槽都不做要求,局部暗塘除外。加筋砌块挡墙能够维持稳定的核心,是土与筋材充分压实,并达到一定的压实度而协同工作。基层的软弱与上层的压实是一对矛盾,这对矛盾不纯粹是施工方案的问题,而是设计单位不应回避的问题。

实践表明,如果原槽太软,加筋土回填区域不可能达到很高的压实度,特别是最下层的回填区域尤为突出。最下层区域达不到规定的压实度,上面的压实层也难以达到规定的压实度。如果不处理,随着挡墙的升高,回填区沉降会加大,出现筋材下移、挡墙后仰的现象。因此,在设计阶段,对于软弱地基,设计单位必须提出可行的原槽处理方案,以便施工时通过原槽处理,形成人工硬壳层,为回填区碾压创造施工条件。

3 压实分区探讨

目前,不少设计单位出图时,习惯上给一个上、下统一的压实度指标,实际上不科学,特别是对底层回填区域尤为突出。实践证明,底层回填施工会受到较多的制约,比如,基坑相对较软、孔隙水容易上升、边坡可能失稳等,这些制约条件会给大

型机械作业带来较大的安全隐患。尽管最下层经过处理,但模量偏小,要使压实度指标从原槽到回填区域实现较大的跨越是不可能实现的。因此,压实控制可随高度分区而设置,底部回填区域的压实度适当降低,通过2~3层过渡后,再提高标准。底部压实度、筋材距离、筋材长度综合考虑。

4 振动影响探讨

对于以粉细砂作为回填材料时,要高度重视振动荷载对结构的影响。水工挡墙都在浸水的条件下工作,结构本身具有较好的透水性能,在振动荷载作用下,墙后填土有可能会发生液化导致结构失稳。

工程实例1:中洋河在施工接近尾声时,暴雨使原先的干槽条件变为墙前有水,但垒砌部位已经高出水面约45 cm,回填土样为粉细砂,在后续回填施工时,结构发生坍塌。

工程实例2:龙港河挡墙压顶后的人行步道,是河道开坝放水以后实施的,挖机在回填区域进一步整形与碾压时,回填区域发生冒水液化现象,部分墙体坍塌。

两起失稳事故的主要原因有两个方面:一是与回填区域的压实度不够有关,二是设计单位没有估计到振动荷载对结构的影响会如此之大。相关研究^[2]表明,水下粉细砂的液化与振动荷载的频率、持荷时间、作用距离均有关。在设计阶段,要关注填料对振动荷载的敏感程度,并采取措施,避免结构在偶然振动荷载作用下发生损坏。

5 计算理论探讨

5.1 理论发展现状

研究表明,加筋土的力学机理尚不太清楚,现阶段理论研究滞后于实践的现状仍然没有多大改变^[1]。不少设计仍然参照重力式挡土墙设计规范和加筋土工程设计规范^[3]。各行业的学者们从不同的角度、采取不同的手段,各自开展相关的研究,有的从结构的失稳来研究^[4],有的通过建模做有限元模拟^[5],有的在现场做原位测试^[6],有的通过做离心模型试验分析^[7],均取得一定进展,但都带有一定的局限性,不能系统的、准确的反应该结构的工作机理,形成被工程界广泛认同的理论体系。

5.2 现有理论局限

5.2.1 研究思路滞后结构演变

目前的研究思路,还是习惯于把“墙”作为研究对象,选取破裂面,计算土压力,对结构进行内部验算、外部验算、局部验算。这种只注意“前方”忽视“后方”得出的整套计算理论,却解释不了移除砌块边坡依然稳定的现象。在最新演变的结构中,反滤布的反包已经悄然改变了力的传递路线,包裹构造与加筋回填才是稳定的核心,应上升为整个结构稳定的研究重点。多年来,研究思路存在着滞后于结构演变的问题,原来的计算理论尚且没有得到广泛的认同,结构又有了新的变化。

5.2.2 计算假定与实际有出入

相对于有限元来讲,极限平衡法显得简单易行而被普遍采用,但采用极限平衡法存在着不能回避的问题:

(1)加筋土的潜在破裂面在哪里?按照0.3H线确定的占比较大。目前的筋材一般都采用网状格栅替代筋带,且反滤层的土工布实质上已经变成了回填土的反包构造,如图1。在一定间距的筋材和反包土工布的作用下,土体的变形受到了约束,最近的研究^[7]表明,具有筋材和反包土工布约束的破裂面,大致从墙高的H/2处起斜向上发展至墙后H/3处止。

(2)在深层滑动验算时,仍然采用未加筋边坡寻找的最危险滑弧圆心与滑弧,来对加筋土进行深层滑动验算。加筋后应力状态已经发生了改变,危险滑弧的位置也随之发生了变化,假定与实际不符。

5.2.3 参数选取缺乏统一可靠度

现阶段加筋砌块挡墙在施工阶段和运行阶段都有失稳的现象,其原因也很多,但与设计时相关参数选取存在着较大的关系,现阶段的设计往往都带有一定的试验性质,材料设计参数的取值没有纳入到一个系统的可靠度来研究,而是以个别材料的安全系数来代替可靠度。

5.3 研究思路调整建议

反滤土工布的反包,已改变了整个结构的受力,思路不变就不符合实际结构的受力。建议整个系统从两个部分来研究:第一部分,要从研究“墙”转到研究“土”,要把研究墙后的加筋土作为研究结构稳定的核心;第二部分,砌块只作为“附着式”结构来研究,砌块在散体粒料侧压力与拉筋锚固力作用下平衡;筋材主要参与土的稳定,兼顾砌

块的锚固,其间距与长度由前两部分计算及相关构造确定。

文献[8]从临界滑动场理论分析回填土料、加筋间距、加筋长度、加筋形式、边坡角度对边坡的稳定性的影响做了细致的研究,如果引入浸水条件,或许会加快水工加筋砌块挡墙的研究进程。

6 构造措施探讨

一个完整的设计不仅包括计算,还包括构造。构造是经过若干工程实践积累下来的保证措施,在某种程度上比计算更重要。对于水工加筋砌块挡墙来说,目前没有设计规范,设计人员更要注重一些重要构造的研究。

6.1 加筋构造

研究^[3,8]表明:加筋间距过稀起不到筋土共同受力、协调变形的作用,间距过密会造成经济上的浪费;加筋长度超过 $1H$,安全系数增幅趋于0。一般区域间距以不超过50 cm为宜,长度不超过 $1H \sim 1.5H$ 。

6.2 包裹回填构造

实践表明,包裹回填厚度要根据筋材间距、压实机械综合确定,厚度控制在20~30 cm为宜,目前部分设计把反包厚度与加筋间距等同控制,不科学;反包长度根据计算很小,目前的长度控制在40~50 cm,但并不是从反包构造角度考虑的,建议多做工程回访。

6.3 反滤构造

加筋砌块挡墙的反滤层由土工布、级配碎石、砌块共同组成。目前,有的施工图中,砌块后面的滤层达到50 cm,过厚的滤层对透水没有多大作用,但显著加大了投资成本,建议控制在30 cm左右。

6.4 顶部封层设置

加筋砌块挡墙透水性能较好,反滤层的顶部防护往往容易忽略,在砂性土地区必须在反滤层的上面设置封层,可采用土工布覆盖滤层并铺至压顶背面,再做一层水泥土,既作为减少水土流失的封层,又作为墙后人行步道的基层。

6.5 构造芯柱设置

当挡墙顶部设置栏杆时,压顶的连续长度内,宜设置2~3个芯柱,砌块墙体类似于填充墙嵌在基础、芯柱、压顶之间,有利于墙体共同受力,更重要的是为栏杆承受规定的水平荷载提供了条件。

7 结语

(1)加筋砌块挡墙是加筋土挡墙的丰富和发展,在浸水条件下,布置时宜与其他挡土结构按10:1间隔设置,连续长度控制在200 m左右为宜,并设置小半径控制指标。既便于分段施工,又便于运行维护以及其他功能设置,还能丰富立面效果。

(2)水工加筋砌块挡墙在压实控制上,宜从下往上分区设置,逐步提高;同时,关注填料对振动荷载的敏感程度,并采取措施,避免结构在偶然振动荷载作用下发生损坏。

(3)从事加筋砌块挡墙计算理论研究的科技工作者要关注实际结构的最新演变,及时调整研究思路、选定最合适的计算模型、进行系统研究。最符合实际受力的计算理论,才可能是规范的首选理论。

(4)加筋砌块挡墙与其他结构一样,也存在不能通过计算确定的事项,设计人员必须深入施工一线,注重反馈,累积行之有效的构造措施,确保结构安全、耐久。

参考文献:

- [1] 吕文良.加筋土挡墙研究现状综述[J].土工工程,2003,(2):19-22.
- [2] 李晓广,张丛丽,喻国良.水下粉细砂土体在超高频机械振动荷载作用下液化特性的试验研究[J].水利水电技术,2011,(4):85-88.
- [3] 张桂奇,王保田,王永安,张军.自嵌式景观砌块加筋挡土结构的设计与应用[J].水利水电科技进展,2007,(3):57-59.
- [4] 张学臣,程卫国,高峰,贾盈.自嵌式挡土墙的失稳分析与研究[J].水利水电技术,2009,(12):83-86.
- [5] 汪军,吴海民.模块式土工格栅加筋挡土墙工作性态数值分析[J].广东水利水电,2011,(6):12-14.
- [6] 杨广庆,周亦涛,周乔勇,薛晓辉.土工格栅加筋挡土墙试验研究[J].岩土力学,2009,(1):2006-210.
- [7] 朱海龙,刘一通,邢义川,赵战祥.加筋挡土墙破坏形式的离心模型试验研究[J].长江科学院院报,2014,(3):58-64.
- [8] 李强.基于边坡临界滑动场分析加筋土边坡稳定性[D].合肥:合肥工业大学硕士学位论文,2010.

(责任编辑:王宏伟)