

文章编号: 1674—8247(2019)02—0044—04

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.04.009

重力式组合装配挡土墙技术方案研究

姜 雷

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要:现行重力式挡土墙技术主要采用混凝土或片石混凝土现浇而成,通常墙身截面尺寸较大,墙身截面强度利用率较低,存在明显的浪费现象。同时采用现浇施工,存在施工周期长、受外部环境影响大等问题。针对上述问题,本文提出了一种新技术——重力式组合装配挡土墙方案,该新技术将现浇素混凝土挡土墙改为预制钢筋混凝土空腹薄壁结构,腹内采用弃土进行填筑,依靠填土增加墙身自重满足稳定性要求。该新技术可节省混凝土材料用量,且具有施工便捷、工期短、质量易于控制以及投资较为节省等优势,推广应用该技术可收到良好的经济效益和社会效益。

关键词:装配挡土墙;重力式挡土墙;方案研究;技术对比;经济对比

中图分类号:U213.1⁺3

文献标志码:A

Research on the Technical Scheme of Gravity Prefabricated Retaining Wall

JIANG Lei

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: The current gravity retaining wall is mainly cast in place with concrete or rubble concrete. Generally, the section size of the wall is large and the utilization ratio of the wall section strength is low, the waste is obvious. At the same time, cast-in-place construction is long in construction period and is greatly influenced by external environment. In order to solve the above problems, a new technology—gravity prefabricated retaining wall is put forward in the paper. The new technology is to replace cast-in-place concrete retaining wall with precast reinforced concrete hollow thin-walled structure and fill the hollow thin-walled structure with abandoned soil to increase the self-weight of the wall for satisfying the stability requirements. The new technology can save the amount of concrete materials and has the advantages of short construction period, easy quality control and less investment. The application of technology can achieve good economic and social benefits.

Key words: prefabricated retaining wall; gravity retaining wall; scheme research; technical comparison; economic comparison

重力式挡土墙^[1-3]是铁路路基支挡工程中最常见的一种结构形式,如图1所示。它依靠墙身自重抵抗墙背土体的侧压力,其应用历史较为悠久,在人类交通发展历史上起到了举足轻重的作用。重力式挡土墙技术的发展主要体现在墙身材料的变化上,经历了干

砌、浆砌和混凝土浇筑等几个阶段^[4],目前重力式挡土墙主要采用混凝土、片石混凝土现场浇筑而成,这导致现行技术存在一些问题,主要涉及环境问题、施工因素以及经济性等。针对这些问题,笔者提出了一种新技术——重力式组合装配挡土墙^[5],可作为重力式挡

收稿日期:2018-04-16

作者简介:姜雷(1975-),男,工程师。

引文格式:姜雷.重力式组合装配挡土墙技术方案研究[J].高速铁路技术,2019,10(4):44-47.

JIANG Lei. Research on the Technical Scheme of Gravity Prefabricated Retaining Wall [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(4): 44 - 47.

土墙的升级换代技术,为重力式挡土墙技术发展提供一种新的解决思路 and 方向。

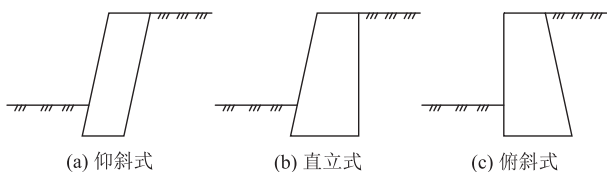


图1 重力式挡土墙常见型式

1 现有技术分析

根据 TB 10025-2006《铁路路基支挡结构设计规范》^[6]规定,重力式挡土墙墙身混凝土强度等级一般不低于 C30,采用片石混凝土砌筑时,片石含量一般不高于 20%,由此可见重力式挡土墙墙身材料主要由素混凝土组成。

近年来,国内已修建的铁路干线中采用了大量的重力式挡土墙,主要用于路堑地段、陡坡路堤地段、受用地界或构筑物限制需收坡的地段。铁路上使用的重力式挡土墙主要为仰斜式,均采用现浇施工。从已经运营的铁路干线来看,重力式挡土墙的使用状况良好。

现行的重力式挡土墙技术可以满足当前的工程需求,但也存在一些问题。

(1)重力式挡土墙均采用现浇施工,立模工序较为复杂,施工工期长,受外部环境因素干扰大(如雨季、冬季),对周边环境会产生一定的污染。

(2)重力式路堑挡土墙施工应采用分段开挖、分段施工的方式,但由于工期限制,采用机械整体拉槽开挖,再施工重力式路堑挡土墙的情况时有发生,由于施工周期长,路堑边坡长期放置,特别是膨胀土地段,极易出现工程坍塌事故。

(3)重力式挡土墙承受较大的土压力,特别是土质路堑地段,通常需采用较大的截面结构尺寸来确保挡墙的抗滑移或抗倾覆稳定性满足设计要,但却造成挡墙墙身截面强度利用率较低。以某工点为例,挡墙截面利用率统计结果如表 1 所示。从表 1 可以看出,墙身截面强度利用率不足 10%,存在明显的浪费现象。

表1 挡墙截面强度利用率统计表

墙高 /m	墙厚 /m	截面抗剪承载力 /kN	截面最大剪力 /kN	截面强度利用率 /%
2	0.66	660	15.95	2.4
3	0.99	990	35.75	3.6
4	1.31	1 310	64.13	4.9
5	1.63	1 630	100.65	6.2
6	1.96	1 960	144.76	7.4

注:表中墙身混凝土强度为 C25

(4)目前,土工建设与生态环境协调发展越来越受到重视,在设置重力式挡土墙的路堑地段,通常采用墙顶平台小花坛的形式进行景观设计,如图 2 所示。受小花坛空间位置及尺寸的限制,植物种类可选范围有限,只能采用浅根系植物,景观效果一般。

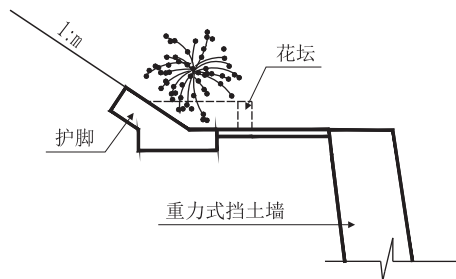


图2 墙顶花坛景观绿化示意图

2 方案研究

2.1 研究思路

要解决现行重力式挡土墙技术所存在的问题,可从以下研究思路入手:

(1)在不明显降低挡墙墙身自重的前提下,将重力式挡土墙墙身部分混凝土,置换为其它价格低廉填料,如弃土、废弃矿渣等。

(2)为便于养护、检测、控制质量和快速施工,在具有一定经济性的前提下,采用预制装配方案替代现浇混凝土方案。

(3)结合景观绿化需求,在墙顶留置绿色植生空间。

2.2 研究方案

(1)技术方案

根据上述研究思路,本文提出重力式组合装配挡土墙方案。重力式组合装配挡土墙由基础底座、空腹薄壁墙和填土 3 部分组成,结构示意如图 3 所示。基础底座为钢筋混凝土预制构件,设计成 L 型,用于放置空腹薄壁墙。空腹薄壁墙也为钢筋混凝土预制构件,设计成箱型,用于容纳填土。填土可采用价格低廉填料,如弃土、废弃矿渣等。考虑到美观需求,胸墙面采用凹型设计。基础底座及空腹薄壁墙沿线路方向每 2~3 m 设置 1 节,壁厚 10~15 cm,箱体宽度根据稳定性计算确定,考虑到绿化景观需求,墙顶采用敞口设计或砌筑空窗设计,作为绿色植生空间。

重力式组合装配挡土墙可沿线路方向装配组合成连续的墙体,如图 4 所示,共同抵抗墙背土体土压力。高墙与矮墙装配连接时,连接处墙顶平台设置台阶式端墙,确保墙顶平台及路堑边坡平缓过渡。

(2)技术原理

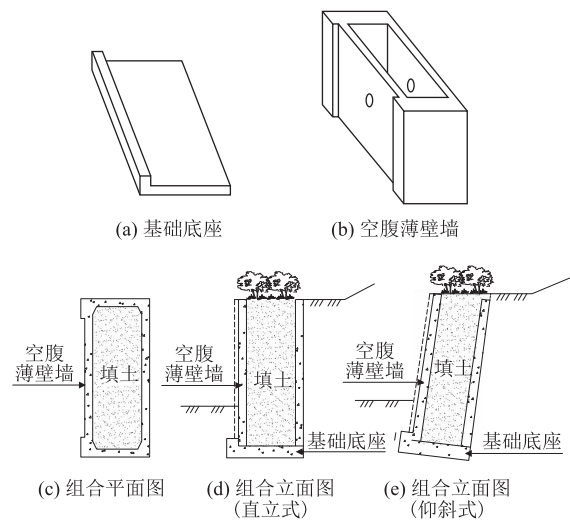


图3 重力式装配挡土墙结构示意图

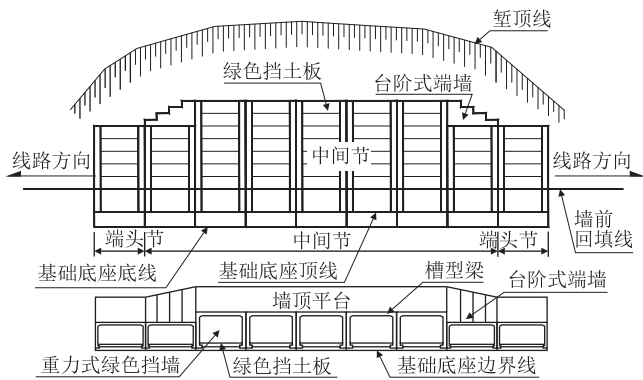


图4 重力式组合装配挡土墙工点示意图

重力式组合装配挡土墙与重力式挡土墙的技术原理基本一致,但由于重力式装配挡土墙由3部分组成,不同的部分分别承担不同的功能,这又与重力式挡土墙有所差别。重力式组合装配挡土墙的工作原理是依靠空腹薄壁墙及腹内填土共同抵抗墙背土体侧向土压力;依靠薄壁钢筋混凝土的强度满足墙身强度要求;依靠基础底座降低基底压应力,提高挡墙自稳性,满足地

基承载力及稳定性要求。

(3) 结构计算与设计

重力式组合装配挡土墙的设计荷载与重力式挡土墙基本一致,区别是空腹薄壁墙需考虑箱体内存土的土压力,这是空腹箱体尺寸设计和配筋设计的主控力。空腹内填土的土压力是有界填土产生的,可参照采用贮仓土压力理论进行计算;重力式组合装配挡土墙的抗滑、抗倾覆稳定性计算与重力式挡土墙一样,区别在于计算箱体抗倾覆稳定性及墙底压应力时,基础底座按扩大基础考虑;组成挡墙的钢筋混凝土构件采用极限状态法进行设计,且应满足现行 GB 50010 - 2010《混凝土结构设计规范》的要求。

(4) 施工技术要求

①预制混凝土构件应进行外观质量缺陷、尺寸偏差、混凝土强度等质量检验,检验标准应满足 GB/T 51231 - 2016《装配式混凝土建筑技术标准》的有关要求。

②预制构件混凝土强度达到设计强度的 80%,且质量检验合格后方可运至现场施工。

③为确保底座对基底平整度的要求,可在基底设置不小于 10 cm 的混凝土垫层。

④箱体内填土宜分层填筑,顶部应填筑不小于 60 cm 厚的种植土,填土的压实系数不宜低于 0.9。

⑤墙背应设置 0.3 m 厚袋装砂卵石反滤层,并在箱体两侧预留泄水孔,采用透水管将墙后反滤层与墙体泄水孔联通。

⑥重力式组合装配挡土墙拼装时,在地质变化不均匀处应设置伸缩缝,避免挡墙出现不均匀受力。

3 技术经济对比分析

选取某工点,在相同工况下,取 2 m 长的重力式挡土墙和重力式组合装配挡土墙分别进行设计,设计及投资概算结果,如表 2 所示。

表2 某工点设计结果及投资概算结果统计表

项目	墙高/m	面积/m ²	混凝土垫层/m ³	混凝土/m ³	填土/m ³	挖土/kg	钢筋重量/kg	投资概算 /元
重力式组合 装配挡土墙	3	3.71	0.16	2.58	4.91	8.3	130	2 218
	4	6.54	0.20	4.03	9.14	14.3	212	3 552
	5	10.19	0.24	6.27	14.23	21.9	342	5 551
	6	14.71	0.29	9.19	20.37	31.2	538	8 261
重力式挡土墙	3	3.06	-	6.12	-	7.0	-	2 475
	4	5.40	-	10.80	-	12.0	-	4 356
	5	8.37	-	16.74	-	18.2	-	6 741
	6	11.77	-	23.54	-	25.3	-	9 470

从表 2 可以看出,在相同条件下,重力式组合装配挡土墙方案较重力式挡土墙方案,具有较好的经济优

势,就该工点而言,可节省投资 10% ~ 17%。

综合两方案的技术特点、经济性以及其他优缺点,

对重力式组合装配挡土墙与重力式挡土墙进行技术经济对比分析,分析结果如表3所示。

表3 技术经济对比表

对比项目	重力式组合装配挡土墙	重力式挡土墙
施工工艺	预制装配施工 ①优点:工序简单,施工工期短,受外部环境因素干扰小 ②缺点:对地形条件适用性稍差,不宜用于岩质路堑及地形条件复杂的特殊工点	现浇施工 ①优点:对地形条件适用性强,可用于岩质路堑及地形条件复杂的特殊工点 ②缺点:工序较复杂,施工工期长,受外部环境因素干扰大,对周边环境会产生一定的污染
材料	材料为薄壁钢筋混凝土和腹内填土 ①优点:混凝土用量低,可利用弃土等作为填料,减少弃土方,符合节能减排、低碳环保要求 ②缺点:需要运输及吊装,施工过程中易碰撞损坏	材料为现浇混凝土 ①优点:不需要构件运输及吊装 ②缺点:混凝土用量高,存在明显的浪费现象
景观设计	墙顶作为绿色植生空间 ①优点:景观设计平台空间及可视范围大,植物以灌木为主,景观效果良好 ②缺点:植物采购费用稍高,需要种植土及肥料量大	墙顶平台设置小花坛进行景观设计 ①优点:植物采购费用低,需要种植土及肥料量少 ②缺点:植物以草为主,景观效果一般
投资概算	投资相对较低	投资相对较高

由表3可知,与重力式挡土墙相比较,重力式组合装配挡土墙具有一系列的优点,同时也具有一定的缺点,但总体而言其优势大于劣势。特别是建筑上使用的装配式结构^[7-8]一般经济性稍差,与现浇结构相比需增加投资15%左右,而重力式组合装配挡土墙与重力式挡土墙相比,仍具有一定的经济优势。

4 结束语

重力式组合装配挡土墙是针对重力式挡土墙存在问题而提出的一种新的技术方案,作为装配式混凝土结构的新成员,其工作基本原理及支挡效果均与重力式挡土墙相当,且较传统的重力式挡土墙具有以下技术经济优势:

(1)可采用标准化设计,工厂加工生产,以产品的形式进行推广和应用。

(2)采用预制装配施工,工序简单,施工工期短,受外部环境因素干扰小,可避免路堑边坡因长期放置而导致边坡大变形、溜塌等病害现象。

(3)混凝土材料用量大大降低,同时利用弃土等作为墙体材料,可有效降低弃方量,符合节能减排、低碳环保要求。

(4)墙顶作为绿色植生空间,可成为景观设计平台,植物种类可选范围较广,景观效果良好。

(5)采用弃土、弃渣作为墙体材料,墙顶可不单独

设置边坡平台,减少土方开挖量,具有较好的经济优势。

(6)采用在工厂内产品化、流程化生产,宜控制产品质量,且便于检测。

(7)具有较好的经济优势,可节省一定的投资。

重力式组合装配挡土墙作为装配混凝土结构的一种新技术,作为升级或替代重力式挡土墙的一种新技术,具有较大的市场空间和良好的应用前景,只是目前尚无应用实例。

目前国家对城市建设提出了低碳环保、节能减排的新要求^[9],而重力式组合装配挡土墙完全符合低碳环保、节能减排的需求,同时又具有快捷施工、质量可靠、投资较省等优点,建议推广应用重力式组合装配挡土墙,可收到良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 张云平. 基于混凝土耐久性要求优化重力式支挡结构设计的探讨[J]. 高速铁路技术, 2012, 2(2): 34-36.
ZHANG Yunping. Discussion on Optimization of Gravity Retaining Structure Design as Required by Concrete Durability[J]. High Speed Railway Technology, 2012, 2(2): 34-36.
- [2] 铁道部第一勘测设计院. 铁路工程设计技术手册-路基[S].
The First Design Institute of Ministry of Railways. Technical Manual for Engineering Design-Subgrade[S].
- [3] GB 50330-2013 建筑边坡工程技术规范[S].
GB 50330-2013 Technical Code for Building Slope Engineering[S].
- [4] 陈忠达. 公路挡土墙设计[M]. 北京:人民交通出版社, 1999.
CHEN Zhongda. Design of Highway Retaining Wall[M]. Beijing: China Communications Press, 1999.
- [5] 韦随庆. 分节式预制空腹挡墙砌块及挡墙结构: 中国, CN205348221U[P]. 2016-06-26.
WEI Suiqing. Segmented and Prefabricated Hollow Block Wall Structure: China, CN205348221U[P]. 2016-06-26.
- [6] TB 10025-2006 铁路路基支挡结构设计规范[S].
TB 10025-2006 Code for Design on Retaining Structures of Railway Subgrade[S].
- [7] 范幸义. 装配式建筑[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2017.
FAN Xingyi. Prefabricated Building[M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2017.
- [8] JGJ 1-2014 装配式混凝土结构技术规程[S].
JGJ 1-2014 Technical Specification for Precast Concrete Structures[S].
- [9] 郭丰郡, 刘予中. 低碳环保建筑的应用及未来发展趋势[J]. 建筑工程技术与设计, 2014, 2(9): 972.
GUO Fengjun, LIU Yuzhong. The Application and Future Development Trend of Low-carbon Environmental Protection Buildings[J]. Architectural Engineering Technology and Design, 2014, 2(9): 972.

(编辑:赵立红 张红英)