

新型装配扶壁式挡土墙结构设计与施工工艺

叶兴成¹, 刘益志¹, 章宏生²

(1. 宿迁市水务局, 江苏 宿迁 223800; 2. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 新型装配扶壁式挡土墙具有环保美观, 施工速度快的优点, 结合宿迁市马陵河河道整治工程, 详细阐述了新型装配扶壁式挡土墙结构设计方案、施工工艺, 并对其结构进行了有限元分析。结果表明新型装配扶壁式挡土墙的结构设计合理、可满足安全要求, 施工工艺完善, 技术方案是可行的, 可为类似工程的设计、施工提供参考。

关键词: 装配扶壁式挡土墙; 结构设计; 有限元分析; 施工工艺

中图分类号: TU476+4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2017) 05-0037-04

Discussion on structure design and construction technology of new assembly buttressed retaining wall

YE Xingcheng¹, LIU Yizhi¹, ZHANG Hongsheng²

(1. Suqian Water Authority, Suqian 223800, Jiangsu; 2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu)

Abstract: New assembly buttressed retaining wall has its own advantages, such as environmental, beautiful, high speed of construction and so on. The design and construction technology of new assembly buttressed retaining wall is introduced in this paper based on Suqian Ma Ling river regulation project. The structure is analyzed by using finite element method. The results show that the design and construction technology of the new assembly buttressed retaining wall is reasonable, meet the safety requirements, which can provide reference for the design and construction of similar projects.

Key words: assembly buttressed retaining wall; structure design; finite element analysis; construction technology

21 世纪后, 伴随着我国城镇化和城市现代化进程的快速发展, 生态建设与环境保护的形势日益严峻, 原本建立在我国劳动力价格相对低廉的基础之上的建筑行业, 正在面临劳动力成本的不断攀升问题, 逐渐成为制约我国建筑业进一步发展的瓶颈^[1-3]。在这种大环境下, 发展新型预制混凝土结构具有重大意义。新型预制混凝土结构具有如下优点: ①在工厂控制条件下生产, 质量可靠且可控制性强; ②减少了现浇结构的支模、拆模

和混凝土养护时间等, 缩短了施工周期, 建造速度快; ③减少了人工的使用, 降低了造价; ④有效减少了施工粉尘及模板用量, 有利于环保; ⑤预制成型板表面光滑、美观, 解决了现浇板模板缝、对销螺丝孔等系统性表面外观缺陷, 免除了墙面二次装饰。

挡土墙结构在道路交通、河道整治等工程中均有着广泛应用, 推广新型预制装配式挡土墙结构, 具有巨大社会、经济效益。新型预制装配式挡

收稿日期: 2017-03-10

基金项目: 江苏省水利科技项目 (20168048916)

作者简介: 叶兴成 (1972-), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事水利工程设计与管理工作。

通讯作者: 章宏生 (1991-), 男, 研究生在读, 研究方向为水工结构设计分析理论与试验技术。

土墙结构除了具有一般预制混凝土结构优点外,还具有以下优点:①同一工程中挡土墙形式往往单一,且需求量大,更适用于工厂批量生产;②挡土墙结构形式简单,往往是线性施工,便于设计与之配套的施工工艺。本文结合宿迁市马陵河整治工程,重点阐述一种新研发的新型装配扶壁式挡土墙的结构设计、施工工艺,并对其结构进行了有限元分析,为今后国内外类似工程的设计、施工提供参考。

1 新型装配扶壁式挡土墙结构设计

与传统挡土墙采用现场立模浇筑不同,新型装配扶壁式挡土墙则被分解为底板、面板和扶壁

板等分离式结构,底板为现场浇筑,面板和扶壁板为预制双面叠合混凝土板,在现浇底板上安装后浇筑内芯混凝土,形成完整的装配扶壁式挡土墙。设计结构尺寸如图1所示,面板与扶壁板、面板与底板及面板接缝处的连接方式如图2所示。

2 新型装配扶壁式挡土墙结构有限元分析

2.1 有限元模型及计算参数

根据该新型装配扶壁式挡土墙结构的对称性,以拼接缝为对称面取相邻两块预制双面叠合混凝土板各一半结构,建立三维有限元模型,即所取挡土墙轴线长度为6 m,如图3所示。坐标系

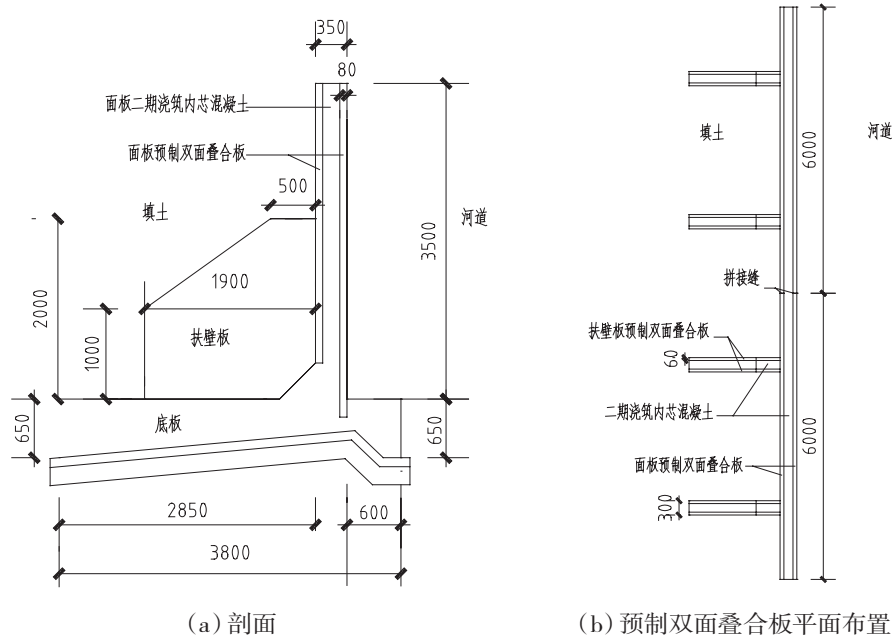


图1 新型装配扶壁式挡土墙结构(尺寸: mm)

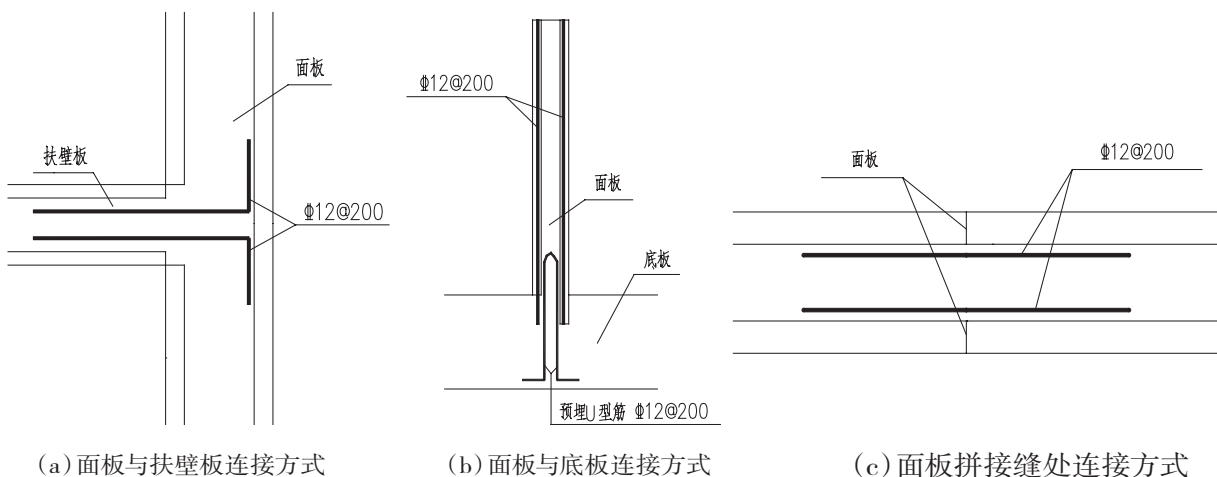


图2 连接方式

为右手系,规定为: x 轴方向为挡土墙横剖面的水平方向,指向河道为正; y 轴方向为垂直向,指向上方为正,与高程一致; z 轴方向为挡土墙轴线方向。沿挡土墙轴线截断面是结构对称面,该两侧截断边界及底板底面取为法向约束。

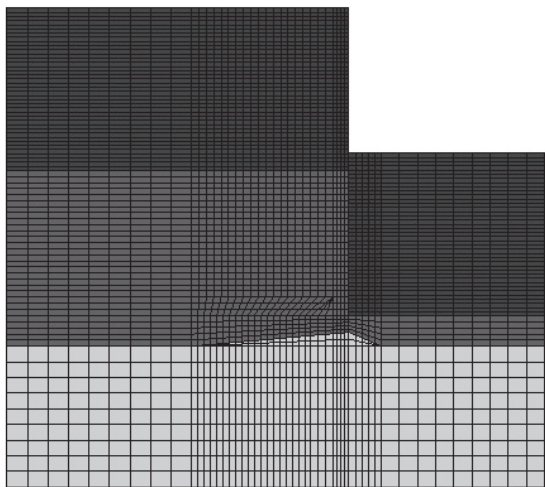


图3 三维有限元模型

采用 ANSYS 中的 SOLID65 单元来模拟钢筋混凝土结构的挡土墙^[4]。假定混凝土和钢筋之间黏结良好,无相对滑移,采用整体式建模方式,即将钢筋连续均匀地分布于单元中,视单元为连续均匀材料。钢筋对结构的贡献,采用根据刚度矩阵 EI 等效的原则提高材料的弹性模量的方法来实现,具体在 ANSYS 软件中通过设置单元体积配筋率来实现。预制件下端预留钢筋插入底板,现场浇筑混凝土后连接性能良好,可视为整体结构。二期浇筑混凝土板和面板预制叠合板之间的结合面采用接触面模拟,两个接触体都是变形体,是柔体-柔体接触,接触方式采用面-面接触,应用 ANSYS 内嵌的三维接触面单元 TARGE170 和 CONTA173 形成接触对来模拟^[5]。模型材料参数见表1。

2.2 计算结果分析

新型装配扶壁式挡土墙结构特性分析的计算工况包括施工期和运行期。限于篇幅,这里仅给出最不利工况(施工期完建情况,或检修时河道抽干情况)的成果,分析挡土墙的应力和变形特性。该工况下,荷载有自重、填土压力、地下水压力及车行荷载。填土侧填土高度至墙顶,车行荷载取 7.5 kN/m^2 ^[6],河道侧水位为地面高程,地下水位为河道平均水位。

图4为挡土墙第一主应力图,可见,新型装配扶壁式挡土墙拉应力较大的区域出现在扶壁上端与预制板连接处、扶壁前端与底板连接处及面板与底板连接处,拉应力最大值为 1.15 MPa ,该拉应力小于挡土墙混凝土 C30 抗拉强度设计值。图5为挡土墙沿 x 方向(垂直挡土墙轴线)的水平向位移图,可见,受挡土墙扶壁约束的影响,挡土墙沿 x 向位移由墙底到墙顶逐渐增大,位移最大值为 0.238 mm ,出现在两扶壁的跨中、墙顶拼接缝处;图6为挡土墙变形放大 3000 倍后的变形图,受扶壁的约束作用,面板变形呈现波浪状,同一高度,拼接缝处变形最大。总体来看,挡土墙变形很小,可满足应用要求。

3 新型装配扶壁式挡土墙施工工艺

针对这种新型装配扶壁式挡土墙,通过马陵河河道整治工程的探索,总结了新型装配扶壁式挡土墙施工工艺,施工步骤如下:

(1) 基底铺设 200 cm 厚的碎石垫层,在垫层内埋设直径 16 mm 钢筋头,钢筋高出垫层面 50 mm – 100 mm ,便于后期安装装配扶壁式挡土墙时固定基础底板钢筋网片,防止钢筋滑动。

(2) 在垫层上进行基础边线、面板及扶壁板边线定位放线,考虑面板及扶壁板安装时的荷载问题,遂在面板及扶壁板底部每 600 mm 梅花型放置垫块,焊设托架钢筋,在安装前每一片面板

表1 材料参数

材料	重度 (kN/m^3)	弹性模量 (GPa)	泊松比	黏聚力 (kPa)	摩擦角 ($^\circ$)	抗压强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)
混凝土	25.0	30	0.20	/	/	18.6	1.86
钢筋	76.9	200	0.30	/	/	360	360
填土	18.0	0.015	0.36	11.2	30	/	/
地基	19.0	0.017	0.31	20.4	30	/	/
结合面	/	/	/	1000	38	/	/

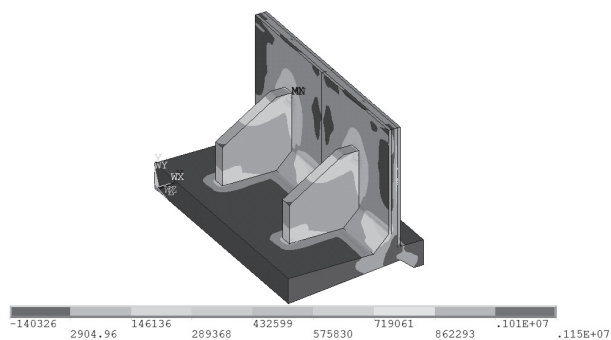


图4 挡土墙第一主应力图(单位: Pa)

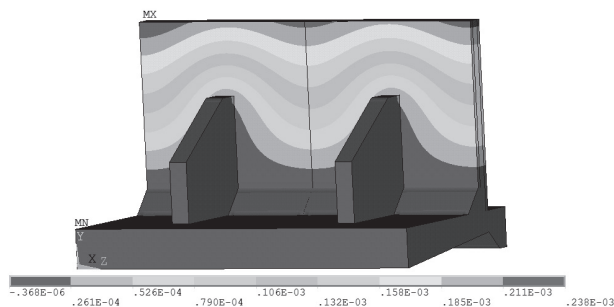


图5 挡土墙沿x方向位移图(单位: m)

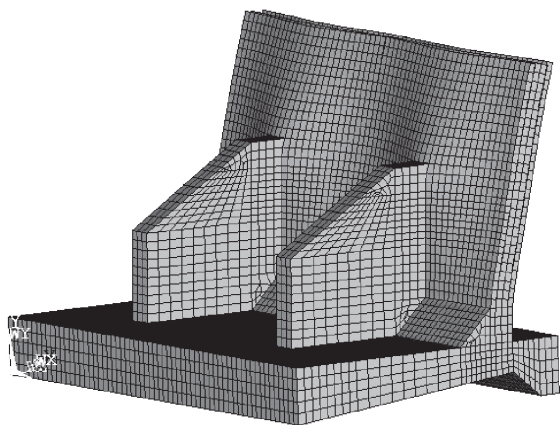


图6 挡土墙变形图(放大3000倍)

底部焊设4处(6 m内),扶壁板焊设2处,面板及扶壁板所焊设的托架钢筋必须能满足板的承载能力,使得叠合板不直接压到底板面筋,面板及扶壁板装好效正后把叠合板根部锚筋与底板筋点焊使得叠合墙与网片连成一个整体,点焊数量达到20%并且不能损伤钢筋。

(3) 安装底板橡胶止水带及沉降缝木板,根据垫层上已弹好的面板及扶壁板定位线来安装、固定、校正装配扶壁式挡土墙,安装挡土墙竖向橡胶止水带。

(4) 按要求放置挡土墙纵向拼缝连接筋。在吊装前把挡土墙的连接筋分布在已安装的挡土墙

中,当后续挡土墙吊装固定好后把已安装好的挡土墙中水平连筋拉至均匀位置,接着再插上竖向钢筋进行上下绑扎,扶壁与面板连接筋待挡土墙固定好后先绑扎在面板与扶壁板连接处,然后再放置扶壁板。

(5) 面板拼接缝处在浇灌前用发泡胶封闭,扶壁板与面板间缝隙同样处理。

(6) 挡土墙泄水口,用直径50PVC管穿过预制双面叠合混凝土板上预先留好的套管,双面伸出面板100 mm,分别在管的两头用铁丝拉住固定防止浇灌混凝土时振动移位,并且在套管口周围打上发泡胶,在浇灌混凝土时振捣棒避开泄水管位置防止损坏管材,待挡土墙施工完后,正面超出墙面的管头切割与墙齐平,正反面把管周围发泡胶清理干净后打结构胶封闭缝隙。

(7) 挡土墙内芯混凝土分三层浇灌,每一层浇灌高度为墙体总高度的三分之一,每一层浇灌完后隔3小时以后可以在浇灌,第二次浇完后待初凝后浇第三层,待底座混凝土达能拆模强度时方可进行承台模板拆除。

4 结语

马陵河河道整治工程采用的新型装配扶壁式挡土墙具有环保美观,施工速度快的优点,结构设计合理,满足安全要求,施工工艺完善,技术方案可行,具有重大推广应用价值。

参考文献:

- [1] 严薇,曹永红,李国荣.配式结构体系的发展与建筑工业化[J].重庆建筑大学学报,2004,26(5):131-136.
- [2] 刘天姿,闫少华,王维.装配式混凝土结构研究现状与展望[J].山西建筑,2016,13:030.
- [3] 涂虎强,刘景园,陈康.新型装配式结构体系的发展与住宅产业化[J].科技资讯,2011(4):212-213.
- [4] CaoBZ, ZhangYC, YuHJ, et al. Experiment and ANSYS finite element analysis on concrete filled thin-walled steel tube joints[J]. Journal of Jilin Institute of Architectural & Civil, 2007(2).
- [5] 郑恒斌,黄仕平,颜全胜,等.考虑压剪组合作用力的双粗糙表面接触模型[J].华南理工大学学报,2013,41(2):101-128.
- [6] 城市道路交通规划设计规范[M].北京:中国计划出版社,1995.

(责任编辑:华智睿)