

加筋挡土墙在重载铁路设计中的应用

韩建文

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300142)

摘要 结合加筋土挡土墙在重载铁路中的应用实例, 介绍线间挡土墙设计方案的选择, 加筋土挡土墙设计、施工中存在的问题和解决办法, 并对以后此类工程的设计施工提出一些建议。

关键词 重载铁路 加筋土 挡土墙

中图分类号: U296; TU476+.4

文献标志码: B

文章编号: 1006-7647(2012)S1-0044-03

迁安北至曹妃甸铁路于 2006 年开工, 2008 年底竣工, 为大秦线的支线, 目前年运量已经超过 1 亿 t, 为重载铁路。其中滦县车站出站端为既有滦港线增二线(重车线), 为减少铁路用地和桥梁跨越, 增建二线位置选择在既有滦港线与津秦线线间, 其中 DK4+500~DK4+800 段位于 800 m 半径曲线上, 线间高差 4~7.9 m, 线间距 12~20 m, 需设置支挡结构收回坡脚。该段工程地质情况如下: 地基层粉质黏土, 黄褐色, 硬塑, 最大厚度为 4.5 m, 基本承载力为 160 kPa; 其下为细砂, 黄褐色, 中密, 潮湿, 成分以石英长石为主, 厚度大于 5 m, 基本承载力为 190 kPa。土壤最大冻结深度为 0.87 m。地震动峰值加速度为 0.15g(地震基本烈度Ⅶ度)。

1 方案比选

受线间距的限制, 只能选择直立支挡结构, 最初提出排桩挡土墙、扶壁式挡墙、加筋土挡墙 3 种方案。方案选择必须考虑以下因素: 支护结构本身的安全适用性, 能满足支护结构稳定、地基承载力等要求, 并且工程投资合理, 施工过程能最大程度地减少对既有滦港线、津秦线的正常运营影响, 且不得影响或破坏其排水系统, 并且不能开挖较大基坑或刷坡; 施工方案应简便实用, 此外, 施工场地狭窄, 也限制大型机械的使用。

采用排桩挡土墙结构可最大程度地减少工程用地, 填土地基不需另做加固。存在的问题一是桩顶挠度受限, 需要增加嵌固长度; 二是桩基施工困难, 大型机械无法使用, 人工挖孔无论是对施工人员还

是对既有线运营安全都有风险, 采用此方案支护, 投资大概 600 万元。

扶壁式挡土墙结构稳定, 外形美观, 施工质量有保障。存在的问题一是结构部分地基承载力要求大于 200 kPa, 地基需要采用桩基础加固; 二是基础基坑较大, 需要临时支护, 对既有线运营有干扰。采用此方案, 投资大概 480 万元。

加筋土挡墙结构施工简便, 对既有线运营影响最小, 地基不需要另做加固。存在的问题是对施工工艺要求比较高, 存在施工质量风险。采用此方案, 投资大概 360 万元。

综合上述 3 种方案的优缺点, 考虑施工简便并尽量减少对既有线运营的影响, 最终选择了加筋土挡墙方案。

2 加筋土挡墙方案设计

左侧路堤边坡采用加筋土挡墙收坡, 坡度为 1:0.05, 为避免碎板出现, 墙顶高程采用定值, 由于坡率增加高度在墙顶路堤中顺延。墙高为 4~8.2 m, 墙顶填土厚 2.4~0.6 m, 挡土墙面板采用 C30 钢筋混凝土预制板, 面板分为 A 型面板和 B 型面板, 面板厚 0.14 m, 高 0.6 m, A 型面板宽 1.2 m, B 型面板宽 0.6 m。拉筋采用单向拉伸高密度聚乙烯土工格栅, 每米拉伸屈服力为 110 kN/m, 2% 伸长率时的拉伸力为 30 kN/m, 5% 伸长率时的拉伸力为 60 kN/m, 每个面板采用 2 幅拉筋, 拉筋垂直间距为 0.3 m, 拉筋长度 6~8 m。拉筋与墙面板采用预埋在面板内的连接环及连接筋、缝合筋连接, 见图 1。

图 2 为连接筋、缝合筋与土工格栅的连接示意图。拉筋回折长度为 0.5m。连接环采用 $\varnothing 14$ 的 HRB335 级钢筋,连接筋采用 $\varnothing 20$ 的 HRB335 级钢筋,缝合筋采用 $\varnothing 12$ 的 HRB335 级钢筋。墙面板外露的连接环、连接筋、缝合筋在安装前均作防锈处理。

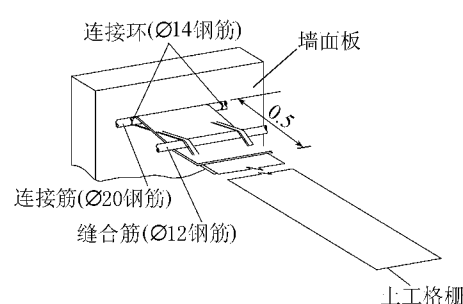


图 1 墙面板与拉筋连接示意图(单位:m)

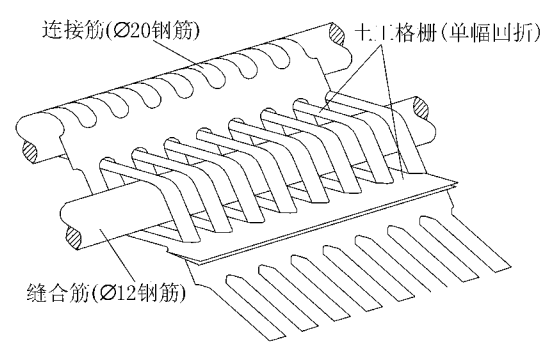


图 2 连接筋、缝合筋与土工格栅的连接示意图

沿挡土墙墙身每隔 12m 设置 1 道伸缩缝,缝宽 0.02m,并在缝后墙面板内侧沿墙高设 1 层透水土工布,宽 0.4m。墙面板内侧设 0.3m 厚的砂夹卵石反滤层,下部设黏土隔水层。墙顶设 C15 混凝土帽石,底宽 0.5m,高 0.5m。墙底设 C15 混凝土基础,底宽 0.6m,高 0.5m。挡墙基底换填 0.5m 的碎石垫层。

3 施工工艺要求及注意事项

3.1 填料及填筑要求

填料类型、粒径应符合有关规范规定及设计要求^[1],与拉筋直接接触部分不应含有尖锐棱角的块体,以免土工格栅拉筋受损,影响拉筋的抗拉强度。填料必须分层填筑、碾压,每层填土厚度应与土工格栅拉筋垂直间距(0.3m)相匹配。填料的碾压顺序应从拉筋中部压向拉筋尾部,再由中部压向墙面板,全面轻压后再重压。填料未压实前,碾压机械不应做 90°转向操作。压实机械与墙面板的距离不小于 1.5m,在此范围内应采用小型夯实机械和人工夯实(严禁采用羊足碾碾压)。填料均来自于滦南司家营铁矿弃渣,为碎石土,容易压实,是较好的加筋土挡墙填料。

3.2 格栅材料要求

拉筋采用单向拉伸高密度聚乙烯塑料土工格

栅,严禁使用聚丙烯塑料土工格栅。单向拉伸高密度聚乙烯土工格栅拉筋的抗拉强度必须符合设计要求,在进货时应分批查验其合格证和材料性能报告单,并抽样做强度试验,不合格产品严禁使用,确保工程质量。土工格栅拉筋应完整连接,无破损和接头,且在搬运、存放、施工过程中注意避光防护,现场存放应通风干燥,不得受日光照射。

3.3 连接格栅材料要求

连接环、连接筋、缝合筋在安装前均作防锈处理。其处理方法及要求如下:先除去外露的表面铁锈,然后均匀涂刷 1 层环氧焦油,待其干燥后再涂刷环氧焦油,一般涂刷 2~3 遍,待其充分干燥后缠裹三油二布。即用 A-60~A-140 的石油沥青加热至 140℃,充分脱水后,立即用小排刷均匀涂刷在钢件表面上,趁热用布条、麻丝、麻袋片或玻璃纤维将钢件紧密缠绕 1 层,然后再在布条上涂刷第 2 层热沥青,应注意使沥青浸透并涂满布条,按此法共刷沥青 3 次,缠布 2 次,将钢件严密保护起来。覆盖沥青砂,即用 A-100~A-200 的石油沥青加热至 120~140℃,充分脱水后,按沥青用量的 8%~10%与中细砂料拌匀成为沥青砂,趁热覆盖在外露钢件周围并拍实。此方法不宜单独使用,适用于空间狭窄不便于缠裹三油二布的地方(如连接环处)。

3.4 施工注意事项

为确保墙面平顺整齐,面板应挂线安装,其仰角应在挡墙设计胸坡坡率的基础上再预留 2% 的后仰度,以确保竣工后墙面板坡率保持在设计范围内,并严禁墙面前倾。拉筋铺设前,应首先填土碾压至拉筋所在标高处,并形成向路基中心方向 1%~3% 的排水坡,拉筋铺设方向应垂直于墙面走向,底部应与填土密贴。应将拉筋展平、拉直、拉紧,并不得卷曲、扭结。拉筋拉紧固定后,应立即填铺上部填料。拉筋顶面填土时,严禁沿拉筋方向推土,严禁施工车辆直接碾压拉筋,碾压前拉筋顶面的填土厚度不小于 0.2m。墙面板在起吊、搬运、施工过程中,应注意不使之碰撞受损。

4 工程中存在的问题

2006 年 8 月该工程开工,2007 年 12 月底竣工开通运营,2009 年 9 月运营单位正式接管验收。工程基本上达到了设计要求,对既有线运营及排水几乎没有影响,但也存在以下问题。

设计时考虑到曲线地段面板预制难度,因此取消了面板上下及侧向接触契口,但是据现场施工反映板与板之间定位困难,只好采用砂浆粘结,造成个别板块外凸内凹,影响整体美观。设计板筋直连虽

然对稳定性没有影响,但实际施工要求按设计坡率挂板难度很大,没有调整的余地,很容易出现墙面不齐的现象。如果设计采用包裹式加筋土,将面板和拉筋间接连接,面板采用带契口的混凝土块,则施工时面板定位就相对容易一些,而且面板位置也可以调整,结构更稳定也更美观。

加筋土挡土墙对施工工艺要求很严格,但该工程施工、监理及建设单位没有进行试验段施工,也没有按设计要求进行交底,几乎是一边摸索一边施工,因此施工前期的砌筑地段质量比较差,到后期有所好转。

5 加筋土工程设计中存在的问题

5.1 加筋土工程设计理论需要完善和发展

目前铁路和公路规范主要针对一级加筋土工程,基本能满足工程设计需要,但其设计理论并不是很完善或得到广泛认可,最近几年加筋土工程在市政交通、水利、机场应用非常普遍,失败和成功的例子都有,也间接说明了这一点。

5.2 加筋土工程墙顶部位的设计问题

一般来说,加筋土工程墙顶高程是有坡度的,如果墙顶处理不好,可能造成该部位坍塌。设计一般有4种方式,各有利弊:①将墙顶设计成台阶式,避免了碎板的出现,墙顶部位稳定,但外形不美观;②采用帽石将墙顶调整成顺坡,避免了碎板的出现,但造成帽石实际高度很高,局部稳定性降低;③采用碎板将墙顶调整形成顺坡,外形美观但是碎板后没有拉筋,局部稳定性降低;④将墙顶设计为平坡,调整墙底高程以采用标准帽石和面板,墙顶以上以路堤变坡来调整高程,墙面美观,施工相对简便,但如果坡度大、坡段长,收坡效果不好,整体美观性差。

5.3 加筋土工程活载作用部位需加强

加筋土工程完工后开通运营,活载作用部位墙体由于水平应力的额外增加,会出现少量外鼓现象,设计时应对该部分的格栅适当延长或加强,以减少外鼓量。

5.4 加筋土工程与预埋设备干扰

加筋土工程一般会与接触网、声屏障、电杆、拉线杆、电缆槽、排水沟基础发生干扰,这些设备一般后期施工,会直接破坏加筋工程的完整性。该部位设计一般有3种方式:①加筋土工程顶部设置一定高度的路堤,设备基础工程尽可能采用条形基础,将两部分工程分开,互不干扰,这种方式是最好的,但需要增加用地;②在与设备交叉处断开加筋土工程,

设备基础埋入原地面以下,地面以上部分增加设备基础支挡功能,但这种方式会增加设备基础的投资;③将设备基础改移在加筋土工程之外,这种方式会增加设备的投入和占地,一般很少使用。

5.5 陡坡地段加筋土整体稳定性不足

最近几年,加筋土高边坡出现了不少事故,其主要原因就是陡坡地段整体稳定性不足。由于加筋存在,其内部稳定性满足要求,但同时由于整个加筋体成为一个整体,重心外移,位于陡坡地段时,其整体稳定性相对降低较多。

6 结 语

目前铁路工程加筋材料应用数量非常大,规格也越来越高,但主要的应用范围大多局限在路堤边坡和基底,而在这些部位土工加筋材料的作用效果与规格提高之间的关系并不明显,进一步的发展已经很难。加筋土运用于铁路支挡工程,可以明显减少工程投资,减少永久用地,符合国家土地和能源政策,是加筋土在铁路工程的发展方向。

参考文献:

[1] TB 10025—2006 铁路路基支挡结构涉及规范[S].
(收稿日期 2011-09-15 编辑 骆超)

· 简讯 ·

第8届中国土工合成材料学术会议 将在天津召开

由中国土工合成材料工程协会、国际土工合成材料学会中国委员会主办,天津大学、中交天津港湾工程研究院承办的第8届中国土工合成材料学术会议将于2012年5月23—25日在天津召开。会议主题为土工合成材料工程与可持续发展。主要议题包括:土工合成材料的基本原理与特性,土工合成材料设计理论与标准,土工合成材料应用、施工、测试技术,自然灾害的工程措施,土工合成材料产品研发成果,土工合成材料生产工艺技术与设备改进,土工组合系统(土工管、土工袋等)以及国内外土工合成材料工程实例介绍。会议欢迎全国从事土工合成材料工程技术的相关人员投稿并参加。参会报名截止日期为2012年5月22日。论文投稿邮箱:ctag2012@163.com。会议网站: <http://ctag.org.cn>。

(本刊编辑部供稿)