

仰斜式重力挡土墙的设计及施工方法

马彤彤¹ 张 磊² 孙 宣²

1. 徐州市水利建筑设计研究院有限公司 江苏徐州 221000

2. 江苏省水利工程科技咨询股份有限公司 江苏南京 210000

摘 要: 仰斜式重力挡土墙施工时, 地面高程以下的基础部分采用“先搭墙、后回填”的方式, 而在地面高程以上则转换为“先回填、后搭墙”的策略。此方法的关键在于调整施工顺序, 并合理使用机械, 如36吨压路机进行分层碾压, 确保每层回填土比墙体施工层高出至少一阶。对于大型设备难以到达的边缘区域, 使用小型设备进行夯实。这种施工顺序和设备使用的优化, 有效解决了传统重力挡土墙施工中遇到的工期长、效率低、墙背暴露时间久及结构偏位等问题, 显著提升了施工效率并缩短了工期。

关键词: 仰斜式; 重力挡土墙; 施工方法

一、背景技术

重力式挡土墙是一种通过其自身重量来抵御土体主动推力的结构, 常用材料包括块石、片石、混凝土预制件或片石混凝土整体浇筑。这种类型的挡土墙具有易于获取材料、施工简便及经济效益显著的特点。鉴于这些优点, 重力式挡土墙在众多领域如铁路、公路、水利工程、港口以及矿山等建设项目中得到了广泛应用。

仰斜式重力挡土墙中加有泄水管, 施工过程中以泄水管作为仰斜式重力挡土墙分层的依据, 由于施工过程中, 仰斜式重力挡土墙施工层的高度与墙背碾压层的高度不同, 特将一层(指上、下两排泄水管之间的高度)仰斜式重力挡土墙定义为一阶, 即阶的高度指仰斜式重力挡土墙的高度, 为上、下两排泄水管之间的高度, 而层高指墙背碾压层的高度。

二、技术方案

为了解决传统仰斜式重力挡土墙施工中遇到的多个问题, 如回填碾压作业耗时长、效率低下、墙体后部暴露时间过长导致的结构倾斜、位置偏移及滑动等问题, 这些问题共同导致了工程周期延长和成本增加。因此, 我们提出了一种改进的施工方法, 旨在通过更加科学合理的施工流程安排, 有效提升施工效率与质量, 从而克服现有技术的不足。

一种仰斜式重力挡土墙的施工方法, 地面高程以下的挡土墙基础施工采用“先搭墙、后回填”的施工方式, 其要点在于, 进入地面高程以上的挡土墙施工阶段, 颠倒施工顺序, 采用“先回填、后搭墙”的施工方式。

该施工方法创新地结合了仰斜式重力挡土墙结构设

计的特点, 在基础施工阶段采用了传统的“先搭墙、后回填”方式。然而, 进入墙身施工阶段时, 则转换策略, 采用一种改良的“先回填、后搭墙”工法。通过这种工序上的调整, 有效解决了使用大型碾压设备进行回填作业时可能对已完成同层挡土墙造成的挤移问题。这种方法不仅拓宽了大型碾压设备在回填工程中的应用范围, 还确保了回填土始终位于当前施工层之上, 为后续施工提供了稳定的支撑面, 类似于模板的作用, 从而稳固挡土墙的位置。这样做可以避免由于回填和碾压过程耗时长而导致的墙体倾斜、偏移或滑动等问题, 同时提高了施工效率, 缩短了工期, 并降低了成本。此外, 这种方法也保证了挡土墙位置及线性的精确控制, 实现了高质量的一次性成型。

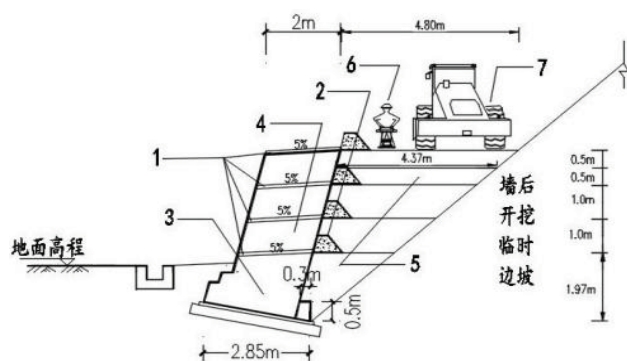
具体而言: 在进行仰斜式重力挡土墙的墙身施工时, 当墙体位于地面高程以上, 应采用逐层施工的方法。具体来说, 每完成一层墙背的回填与压实工作后, 紧接着在同一层高度进行挡土墙墙身的施工。需要注意的是, 在施工过程中, 墙背的压实层高度需至少超出墙身施工层一个层次。

在施工过程中, 若重力式挡土墙的施工层高度与墙背碾压层的高度存在差异, 应确保墙背碾压层的高度不低于相应重力式挡土墙的高度。具体而言, 如果一阶重力式挡土墙的高度为1米, 则墙背碾压层的高度不应小于1米; 同样地, 若一阶重力式挡土墙的高度增加到1.7米, 那么墙背碾压层的高度也应至少为1.7米。

当仰斜式重力挡土墙的施工层高度与墙背碾压层的高度不一致时, 可以通过连续进行两层或更多层的碾压

作业来调整碾压层的高度。这样做的目的是确保碾压层至少超出挡土墙施工层一个层次。

为确保重力式挡土墙施工顺利进入下一阶段,必须保证其墙背回填土已按要求碾压成型。在实际操作中,由于使用大型和小型碾压设备造成的每层压实厚度不同(大型设备为0.5米/层,小型设备为0.25米/层),与每阶高度为1米的挡土墙相比,两者的增长速率不一致。为了保持适当的施工进度和质量,需控制碾压层与挡土墙之间的高度差不超过一到二阶的范围,即确保该高度差满足 $2\text{阶} > H(\text{碾压层}) - H(\text{挡土墙}) \geq 1\text{阶}$ 的条件。



仰斜式重力挡土墙施工示意图

具体施工工序如下:

(1) 依次进行测量放线、基础挖掘、地基改良、铺设碎石垫层、浇筑混凝土垫层以及建造挡土墙基础等施工步骤;

(2) 挡土墙工程按照阶次施工,首先建造地面高程以下的第一阶挡土墙。该阶段采用“先建墙,再回填”的施工流程,即在完成第一仓挡土墙的基础后,立即转入下一仓的基础施工。对于已完工的挡土墙基础部分,使用小型碾压设备进行分层回填和压实工作,每层厚度控制在25公分,直至达到最下方一排泄水管底部的位置。接下来的施工遵循相同模式,每一阶挡土墙介于上下两排泄水管之间;

(3) 首先应安装最低排的泄水管并填筑反滤包。对于地面高程以上的部分,采用“先回填、后搭墙”的顺序进行施工。具体来说,在第二阶挡土墙的第一仓完成后,紧接着进行该仓的墙背回填和碾压工作。完成这一阶段后,进入下一仓挡土墙的施工工序。同时,在已完成碾压工作的区域内开始建造第二阶挡土墙的墙体。以此类推,对于第二阶挡土墙的墙背回填和碾压作业,需使用小型碾压设备,按每25厘米为一层进行分层回填和压实;

(4) 安装第二排泄水管并填筑反滤包。接着,推进

第三阶挡土墙的第一仓墙背回填及碾压工作,并顺利过渡到下一仓的墙背回填与碾压阶段。与此同时,在已完成碾压工作的区域内开始第三阶挡土墙的墙身施工。随着工程进展,墙背回填宽度逐渐增加。当回填区域宽度达到能够容纳36吨压路机作业的要求时,将采用该型号压路机进行作业,每次铺设57.6厘米厚(压实后为50厘米)的回填层,并分层压实。对于大型设备难以触及的边缘地带,则使用小型碾压设备进行处理,每层厚度控制在25厘米,确保这些区域的回填土也能得到充分夯实;

(5) 在进行第四阶挡土墙施工时,首先安装第三排泄水管并填筑反滤包。完成第一仓的墙背回填与碾压后,顺次进入下一仓的相同工序。对于已完成碾压工作的区域,即刻开始该阶挡土墙墙身的施工。整个墙背回填过程采用分层压实技术,具体为使用36吨压路机处理每57.6厘米虚铺厚度(压实后为50厘米)的大面积区域。而在大型设备难以覆盖的边缘地带,则改用小型碾压设备,以25厘米一层的方式进行夯实作业,确保所有回填土达到规定的密实度标准;

(6) 安装第四排泄水管,并填筑反滤包。完成这些步骤后,开始第五阶挡土墙第一仓的墙背回填与碾压工作,随后继续进入下一仓的施工。对于已完成碾压工作的区域,则开始施工该阶挡土墙的墙身部分,依次推进。特别地,在第五阶挡土墙的墙背回填碾压过程中,采用36吨压路机以每层57.6厘米的虚铺厚度、压实至50厘米的标准分层回填和碾压。对于大型碾压设备难以触及的回填土边缘区域,使用小型碾压设备按照每25厘米一层的标准进行夯实;

(7) 第五排泄水管并填筑反滤包。随后,进行第六阶挡土墙第一仓的墙背回填与碾压工作,并顺接入下一仓的施工。在已完成碾压的区域开始第六阶挡土墙墙身的施工,依此类推。对于第六阶挡土墙的墙背回填碾压,使用36吨压路机作业,根据设计要求采用两种虚铺厚度(57.6公分和80公分)分别对应压实厚度(50公分和70公分),逐层回填、碾压至设计高度。对于大型设备无法到达的边缘区域,则使用小型碾压设备按每25公分一层夯实。

改良工艺具体的施工方法为:台阶半逆作法

(1) 台阶的定义是在完成每两层或更多层墙背回填和压实土之后,紧接着进行一阶挡土墙的施工。在挡土墙墙身施工期间,确保墙背回填和压实层始终比墙身施工层高出一阶;

(2) 半逆作法指的是在地面高程以下的挡土墙基础施工中,采用传统方式即“先建墙体,后填土”。然而,在进行地面高程以上的挡土墙施工时,则反转此顺序,采取一种改良方法,即“先填土,后建墙体”,区别于传统的施工流程。

三、施工优点

1、以一段100米长、7.67米高的仰斜式重力挡土墙为例,挡土墙墙背采用大型碾压设备回填碾压方量共1857.61m³、小型碾压设备回填碾压方量共985.35m³。大型碾压设备回填碾压率占比65.34%。大型碾压设备使用率显著提升,施工效率实现有效提升,缩减了回填碾压作业时间;

2、通过优化施工顺序并使用大型碾压设备进行回填作业,不仅减少了对墙身的冲击影响,还显著提升了挡土墙墙背回填的效率,缩短了作业时间。具体而言,在第十六个工日完成所有墙背回填碾压后,紧接着在第十七个工日完成了整个挡土墙的施工,这得益于36吨压路机的有效应用,确保了各工序间的紧密衔接和循环进行。合理规划作业面不仅缩短了工程周期,实现了生产的专业化,还解决了仰斜式重力挡土墙施工中常见的问题,如回填碾压工期长、效率低下、墙背暴露时间过长导致的结构偏位及滑移等,从而提高了工程质量和劳动效率。此外,这种做法还允许工序间最大程度地搭接,使资源投入更加均衡,有利于现场文明施工和科学管理。

3、增强结构设计的灵活性和适应性至关重要。依据施工经验,仰斜式重力挡土墙的墙面胸坡与墙背背坡通常采用1:0.2至1:0.3的比例。这种设计下,墙背坡度越平缓,主动土压力就越小,从而提升竣工后墙体的安全性。然而,较缓的坡度也增加了施工难度,并可能影响施工期间墙体的稳定性,特别是在使用“先搭墙、后回填”方法时,更易导致墙身后倾、偏位或滑移的问题。相比之下,“先回填、后搭墙”的施工方式能有效克服这些问题。

在修建挡土墙的过程中,尤其是采用仰斜式重力挡土墙时,可以通过调整施工策略来优化工期、适应地质和气候条件、确保结构安全并控制成本。具体做法是适当减缓墙背坡度,使其与开挖的临时边坡更好地结合,从而减少墙背回填所需的土方量及时间。这种方法能够

有效避免传统重力式挡土墙施工中常见的问题,如由于墙背土回填碾压周期长、施工机械效率低下以及墙背长时间暴露导致的墙体后倾、偏移或滑移等问题。此外,采取“先回填、后搭墙”的施工方法可以克服传统“先搭墙、后回填”方式中的局限性,例如因墙背空间狭小带来的安全隐患。这种改进不仅提升了墙背回填碾压作业人员的操作舒适度,还进一步增强了施工的安全性和效率。

挡土墙墙背如果是填方工程,“先回填、后搭墙”的施工方式,可彻底解决仰斜式重力挡土墙墙背附近的回填土质量隐患问题,进一步拓宽仰斜式重力挡土墙的运用面。

4、采用“先回填、后搭墙”的施工方法相较于传统的挡土墙“先搭墙、后回填”方式,在建造挡土墙墙身(从最下方一排泄水孔区域至设计墙顶高度)时,可以省去墙背模板安装步骤。这意味着与现有方法相比,模板、钢管和方木的使用量减少了一半,不仅降低了手工操作的工作量,还显著加快了工程进度。这种方法有效地减少了周转材料的投入。

5、压缩工期。以一段100米长、7.67米高的仰斜式重力挡土墙为例,采用“先搭墙、后回填”的施工方式需要26.4个工日。采用“先回填、后搭墙”的施工方式需要17个工日,节省了9.4个工日。

6、通过对比一段长100米、高7.67米、圬工体积为1567立方米的仰斜式重力挡土墙的成本,采用“先回填、后搭墙”的方法能够实现显著的成本节约。具体而言,这种施工策略可以节省大约69434.67元的成本投入。这种方法不仅有效控制了成本,还有助于提高项目的利润空间。

参考文献

- [1]李振斌.仰斜式挡土墙施工技术探析[J].江西建材,2023,(01):264-266.
- [2]何璠.浅谈仰斜式挡土墙在山路边坡滑坡中的应用[J].陕西水利,2021,(07):43-44+47.
- [3]王青荣.仰斜式挡土墙在防洪堤设计中的运用[J].甘肃科技,2019,35(21):103-105+121.
- [4]王广森,张丽.仰斜式重力挡土墙稳定计算复核[J].水利技术监督,2017,25(03):11-13+72.