

沥青混凝土心墙坝的风险监控与设计分析

王 玺¹ 朱英杰²

1. 昆明龙慧工程设计咨询有限公司 云南昆明 650000

2. 大理禹光工程监理咨询有限公司 云南大理 671009

摘要: 沥青混凝土心墙坝是一种常用于水利工程中的重要结构形式, 具有较高的抗渗性和抗冲刷性能。然而, 由于其特殊的结构和材料性质, 沥青混凝土心墙坝在设计和施工过程中面临着一系列的风险。本文针对沥青混凝土心墙坝的风险进行了综合分析和监控设计, 以提高其安全性和可靠性。

关键词: 沥青混凝土心墙坝; 风险监控; 设计分析; 安全性; 可靠性

一、沥青混凝土心墙坝的风险监控

1. 沥青混凝土材料的变形监控

沥青混凝土心墙在施工过程中受到外部环境和内部荷载的作用, 可能产生变形, 但其变形的程度、范围和性质要根据施工过程中的监测资料来确定, 对于心墙的变形控制要通过设计分析、施工监控等综合手段来实现。对沥青混凝土材料进行变形控制是一项非常复杂的工作, 涉及到了诸多因素, 如环境条件、施工工艺等。

(1) 因素影响

①环境条件: 温度、湿度和风力等气候条件对沥青混凝土心墙材料的变形有重要影响。

一般情况下, 沥青混凝土心墙坝坝基温度变化幅度不大, 坝体温度变化相对较大。温度过高或过低都会影响沥青混凝土心墙材料的变形。另外, 沥青混凝土心墙在施工过程中还受到大气降水的影响。

②施工工艺: 沥青混凝土心墙通常采用碾压式施工工艺。在碾压过程中, 由于外界环境温度、风力、湿度等因素的影响, 沥青混凝土心墙材料将出现不均匀沉降和不均匀变形现象。由于这种不均匀沉降和变形对沥青混凝土心墙材料的强度产生较大影响, 因此在施工过程中必须严格控制施工工艺来保证工程质量。

③地质条件: 沥青混凝土心墙坝所处的地质条件复杂多变。

(2) 环境影响

①上游面和下游面通常为河流冲沟, 如在该部位施工将面临大量泥沙淤积、冲沟沟槽等问题, 因此需要采用较高的碾压标准来保证施工质量。此外, 在上游面和下游面之间还可能存在一些地质断层和滑坡隐患等问题。因此, 在施工过程中必须采取相应措施保证施工质量。

②坝体材料一般包括细料和粗料两部分。细料指

粒径小于5mm的砂砾石或碎石料, 通常由砂(粒径在0.063mm到0.2mm之间)、砾石(粒径小于5mm)等组成; 粗料指在混凝土中砂、石起骨架作用, 其中粒径大于5mm的骨料称为粗骨料, 主要由碎石及卵石等组成。由于沥青混凝土心墙坝所使用的粗料粒径较大, 因此其施工质量将受到粗料粒径大小和分布、细料含量等因素的影响。在施工过程中必须采取合理的控制措施以保证粗料粒径和细料粒径的含量。

③坝体材料之间: 沥青混凝土心墙位于坝体中, 因此, 在施工过程中必须控制其与坝体材料之间的接触部位以避免发生局部不均匀沉降等问题。因此, 必须在沥青混凝土心墙与坝体材料之间采取有效措施进行接缝处理来保证施工质量。

④防渗层: 沥青混凝土心墙坝一般不会直接与水体接触, 因此, 必须控制防渗层的施工质量以保证防渗效果。通常采用将沥青混凝土心墙与防渗层结合起来的方法来保证防渗效果。沥青混凝土心墙和防渗层之间还可以采用灌浆技术来确保接缝密封效果, 而灌浆技术通常需要采取高压泵来完成。

2. 沥青混凝土与其他材料的界面问题监控

(1) 温度变化

通常情况下, 外界环境温度变化在一定范围内对心墙内部应力影响并不是很大, 但是如果外界环境温度变化较大的话, 就会导致心墙内部应力增大。同时由于外界环境温度变化会导致心墙内部出现水分流失情况, 这会使心墙内部温度下降, 从而引起心墙内表面的开裂情况。因此在进行沥青混凝土心墙施工时必须对外界环境温度变化情况进行严格控制, 防止因为外界环境温度变化过大而造成心墙内部水分流失。

一般来说, 在夏季进行沥青混凝土心墙施工时, 应

尽量避免在中午高温时段进行施工作业,避免在高温时段对沥青混凝土进行摊铺。同时应尽量避免在夜间进行沥青混凝土心墙施工作业,这样才能有效防止由于温度下降而造成心墙内部水分流失等情况。

(2) 材料性质

①沥青混凝土的性质。沥青混凝土的性质一般包括沥青的粘度、针入度以及针入度比等,其中粘度对其影响最为明显,如果粘度过高就会导致沥青混凝土容易出现离析、老化等问题。

②骨料性质。骨料作为沥青混凝土中的主要组成部分,其性质直接影响着沥青混凝土的性能。

一般而言,骨料粒径越小,骨料的堆积密度越大,颗粒间的接触点越多,配置混凝土强度越高,透水性越低。骨料粒径越大,比表面积越小,所形成的结构骨架单位体积内骨料颗粒之间接触点数量少,胶结面积越小,可以提高混凝土的透水性,但会降低强度。因此在对骨料粒径进行选择时一定要合理。

③级配性质。在对级配进行选择时必须要注意两点:第一是级配范围不宜过宽,一般以2~4为宜;第二是选择的级配范围应尽量与沥青混凝土的渗透范围相一致。

④其他材料性质。由于各种材料之间的性质不同,其特性也不尽相同,因此在对这些材料进行施工时一定要严格控制好各项参数,例如对骨料的粒径进行控制、对混合料的温度进行控制、对拌合时间进行控制等等。只有将各种材料之间的性质都控制好了,才能保证心墙与其他材料之间的结合。

3. 地震荷载监控

在地震荷载作用下,坝体中的沥青混凝土心墙会出现大量裂缝,这些裂缝会影响坝体的抗渗性和稳定性。对于沥青混凝土心墙坝来说,一般在地震作用下,坝体内的裂缝主要表现为垂直裂缝和水平裂缝。垂直裂缝通常表现为坝体出现垂直或平行于层面的裂缝。在地震荷载作用下,沥青混凝土心墙坝的裂缝类型、分布形式、以及对坝体结构的影响程度取决于其材料性质、结构特点以及设计方法。

对于沥青混凝土心墙坝来说,一般可以分为两种类型:一是受上游荷载作用的沥青混凝土心墙坝,二是受下游荷载作用的沥青混凝土心墙坝。在地震荷载作用下,上游坝壳上的水平方向上的地震波在与坝壳相互作用后,会产生沿坝壳内部传播的纵向振动波。纵向振动波从上游到下游传播至沥青混凝土心墙时会产生相应的水平振动,而在大坝和河床之间形成一层相对静止、不透水、

非渗透但有一定承载能力的流塑层(即由粘性土和沙砾组成),这种流塑层将会大大降低沥青混凝土心墙坝对上游水平方向地震波的抵御能力。在地震荷载作用下,一般采用坝体和河床之间设置缓冲层来减小横向振动波对大坝的影响。目前,对于沥青混凝土心墙坝来说,为了避免上游坝壳与河床之间形成流塑层而导致大坝出现横向振动波而产生渗透破坏,一般采用设置防渗层来削弱上游坝壳与河床之间形成流塑层而造成的横向振动。

对于地震荷载作用下沥青混凝土心墙坝来说,其设计方法一般采用等效静力法。由于沥青混凝土心墙坝是一个三维结构,因此可以采用有限元分析方法来进行地震荷载作用下沥青混凝土心墙坝的分析。地震荷载作用下沥青混凝土心墙坝结构的变形包括三个部分:应力变形、应力应变变形、位移变形。通过对这三部分的分析,可以计算出沥青混凝土心墙坝结构在地震荷载作用下的安全情况。

二、沥青混凝土心墙坝的设计分析

1. 结构设计分析

(1) 坝体变形分析

在进行变形分析时,一般采用有限元计算方法对其进行分析,而有限元分析方法主要是根据坝体的几何形状以及材料参数等建立模型,然后对其进行相应的分析。在有限元计算中,可以采用应力变形理论、材料力学和弹性理论等进行分析。其中,弹性理论主要是利用弹性体的应力与应变关系来计算坝体变形,而材料力学则主要是根据材料力学的基本原理来计算坝体变形。沥青混凝土心墙坝来说,其变形主要包括以下几个方面:

第一,在填筑过程中产生的坝体变形;

第二,在施工过程中由于各种因素产生的坝体变形;

第三,在使用过程中由于荷载作用产生的坝体变形;

第四,在长期使用过程中由于侵蚀作用产生的坝体变形;

第五,由于地震作用引起的坝体变形。

其中,第一种情况主要是指填筑过程中由于各种因素产生的坝体变形;第二种情况主要是指填筑过程中由于各种因素产生的坝体变形;第三种情况主要是指长期使用过程中由于侵蚀作用产生的坝体变形;第四种情况主要是指地震作用引起的坝体变形。

(2) 坝体稳定分析

沥青混凝土心墙坝体稳定分析的重点是确定沥青混凝土心墙的位置,以及对其进行变形控制。对于沥青混凝土心墙坝来说,通常采用极限平衡法、有限元法、理

正岩土软件和有限元分析等方法进行稳定分析。具体来说,需要注意以下几点:

第一,在设计计算中,需要合理选择分析方法。目前,在进行稳定分析时,一般采用极限平衡法、有限元法和理正岩土软件等方法。其中,极限平衡法是最常用的稳定分析方法之一,但是这种方法在具体应用中存在一定的局限性。而有限元法和理正岩土软件等方法不仅具有较高的可靠性,而且可以在不同的分析环境下对相同的计算结果进行比较。

第二,在稳定分析中,需要明确沥青混凝土心墙的位置。通常情况下,沥青混凝土心墙位于坝轴线附近。但是如果设计时不能明确沥青混凝土心墙的位置时,需要根据具体情况确定其位置。例如,可以将沥青混凝土心墙作为一种缓冲带应用于上游坝面,以防止出现心墙被侵蚀或变形的现象。此外,在对沥青混凝土心墙进行设计时,还需要结合实际情况确定其厚度和宽度等参数。

(3) 设计中的注意事项

第一,由于沥青混凝土心墙结构复杂,对其进行分析时需要采用合理的方法。对于设计分析来说,一般采用有限元计算方法对其进行分析。在设计计算中,可以根据工程实际情况建立合适的有限元模型,并对模型进行相应的参数分析,从而得出相应的结果。

第二,在设计计算时,需要注意根据沥青混凝土心墙的特点和不同材料之间的相互作用,合理确定施工顺序。此外,还需要根据具体情况确定沥青混凝土心墙的厚度和宽度。

对于材料强度较低的部位,可以采用加强措施来提

高其强度;对于材料强度较高的部位,可以适当减小厚度以保证其安全。

2. 施工工艺分析

沥青混凝土心墙坝的施工工艺包括填筑、碾压、压实等过程,其中碾压是整个施工过程的关键环节。目前,国内外对沥青混凝土心墙的施工工艺主要有:①碾压方式主要有三种:滑模、反铲和滑模加反铲;②碾压工艺主要有分区和级配;③施工机具有四种:振动碾、冲击碾、转角碾和压路机。由于沥青混凝土心墙的施工工艺是通过在现场进行各种机械设备的组合来实现的,因此,对各种机械设备的性能和适应性要求非常高。

三、结束语

沥青混凝土心墙坝是一种重要的水利工程结构形式,具有较高的抗渗性和抗冲刷性能。在设计和施工过程中,沥青混凝土心墙坝面临着一系列的风险。为了提高沥青混凝土心墙坝的安全性和可靠性,必须进行风险监控和设计分析。本文从沥青混凝土材料的变形监控、沥青混凝土与其他材料的界面问题监控、地震荷载监控等方面进行了综合分析和探讨。通过对沥青混凝土心墙坝的风险监控和设计分析,可以有效提高其安全性和可靠性,为水利工程的稳定运行提供保障。

参考文献:

- [1]李建勋.水利工程沥青混凝土心墙坝温度控制对沥青混凝土施工质量的影响[J].大众标准化,2023(15):34-36.
- [2]涂晓霞,范穗兴.纳达水库沥青混凝土心墙混合土石坝设计[J].人民珠江,2023,44(S1):69-73+83.