

谘议水工隧洞受力特性研究和结构设计思路

伊布拉音·米吉提

巴州水利水电勘测设计院

DOI:10.18282/hwr.v2i3.1187

摘要:我国地理的特殊性决定了我国水资源分布不均衡,为了解决水电工程以及水资源不均衡等问题,目前我国不断兴建各大引水工程,比如抽水蓄能电站,大型的水工隧洞在中国尤其是中西部地区不断涌现。水工隧洞给社会带来了巨大的经济效益,造福了广大群众。但是在制造过程中由于种种原因使得水工隧洞在受力方面以及结构设计方面都存在较大的问题。本文就对其受力特性及结构设计两方面进行研究分析以及提出思路。

关键词:水工隧洞;受力特性;结构设计

水工隧洞顾名思义即是在水利工程中为了泄洪和输水而开挖修建而成的封闭式输水道。其主要分为泄水隧洞和放水隧洞。在实际生活中,由于水工隧洞深处地下,本身对其施工以及维护就存在较大难度,再者由于建设阶段施工队技术良莠不齐,自身所处地理条件导致的围岩地质和水岩地质的影响,衬砌设计不良等方面的因素均会使得衬砌混凝土开裂。就目前所采用的衬砌结构开裂限制设计公式与实际情况依然存在较大差异。

1 水工隧洞设计的主要方法

1.1 结构力学法

结构力学的实际方法是以力学设计为主的设计方法,选择实际所需的力学要求,建立力学分析模型,运用此种方法可以很好的提升其施工方案的效率以及设计质量。结构力学方法的最大优点就是目的明确,思路清晰。

1.2 有限元计算法

通过使用控制单一变量的方法对影响水工隧洞的影响因素进行探究。该方法匹配性强,适合于方案较清晰的项目,可以很好的提升方案的可控性。

1.3 施工预期法

加强预期判断可以很好的提高设计方法之间的选择匹配度和关联度。尤其对于施工较长的隧洞,加强施工的预期性可以更好的保障施工安全性以及有效的提高施工效率,加快进度。

1.4 功能反馈法

此方法主要是运用先进监控设备从而实现方案设计,通过与隧洞实际的功能要求进行结合,从而对方案进行及时的调整和逐步的完善。

总的来说就是,水工隧洞的设计方法比较多,在选择设计方法时需要结合实际,进行科学,合理的选择,使其结合不同的类型优势。

2 数值模拟

结合陈胜宏教授所提出的渗流-应力耦合,对实验模型在水压的影响下进行敏感性分析可以得出如下结论:

(1)当内水外渗使得衬砌外水压变大时,钢筋会应力回

缩。

(2)衬砌开裂后,内水外渗,使得岩体固结圈的承受力增大,不仅可以防止水流外渗,同时还可以变成新的承载结构。

(3)增加钢筋面积,可以使其应力和裂缝的最大开度变小。但是其二者的变化并不呈正比关系。因此可以得出钢筋的配置程度与工程的安全程度并不是正比关系。钢筋配置越多,并不能说明该工程的安全系数就越高。

3 限制衬砌裂缝的宽度必要性讨论

按照相关规定,在正常的最大使用情况下,裂缝宽度的最大使用值为:(1)长期,0.25 毫米;(2)短期,0.3 毫米;(3)水质有侵蚀性,0.2 毫米。

就目前的水工隧洞其衬砌裂缝的相关计算而言。主要根据工程所处的环境对裂缝控制进行设计,如表 1 所示:

表 1 水工混凝土所处的环境类别

环境类别	环境条件
一	室内正常环境
二	室内潮湿环境;露天环境;长期处于水下和地下的环境
三	淡水水位变化区;有轻度化学亲和剂地下水的地下环境;海水水下区
四	海上大气区;轻度盐雾作用区;海水水位变化区;中度化学侵蚀性环境
五	使用除冰盐的环境;海水浪溅区;重度盐雾作用区;严重化学侵蚀性环境

除此之外,还有按照防渗要求对裂缝宽度进行设计的,如表 2 所示:

表 2 按防渗要求衬砌结构的设计原则

衬砌的防渗要求	计算控制条件	衬砌的设计原则
严格	衬砌结构中拉应力不应超过混凝土允许拉应力	抗裂设计
一般	衬砌结构裂缝宽度不应超过允许值	限制裂缝宽度设计
无	不计算裂缝宽度和间距,钢筋应力不应超过钢筋允许拉应力	不限制裂缝宽度设计

衬砌与围岩相互受力,并不完全独立于钢筋混凝土结构,只要主要结构一旦开裂,那么与围岩接触面所产生的应力将会重新分布,会特别明显的改变其裂缝的变化特点与性质,而且衬砌开裂后会立即发生内水外渗,使得裂缝附近的衬砌混凝土应拉力会出现较大范围内的释放,使得衬砌的裂缝间距增大。在发生衬砌开裂和内水外渗的情况下会导致洞径发生变化,使得一方伸长,另外一方缩短。在发生

渗流场稳定和内外水外渗以及衬砌开裂的情况时, 裂缝的宽度将会逐渐趋于闭合的趋势, 如果是与前面所说的相反情况时, 裂缝的宽度则趋向于增大的趋势。

类似于“裂缝闭合”的工程时不时的都会出现一些报道, 就比如猫跳河红林发电站, 在对其进行冲水发电后进行放空检查, 发现数量多到难以统计的斜向裂缝和环向裂缝在经过五到八年时间不等的放空检查后, 纵向的裂缝大部分已经愈合, 析出物氢氧化钙以及碳酸钙的含量明显减少。

有限元计算的结果显示: 如果围岩固体灌浆的质量足够好的话, 即使裂缝的张开度比较大, 也会使得渗透量不会那么大。而且围岩地下水水位如果很高的话, 就更加不会担心渗漏的问题。数据模拟计算可以表明, 缝宽 0.05 毫米时, 渗透外压差已经差不多接近全水头。当裂缝处于 0.02 到 0.03 毫米时则失去了意义。但是不衬砌隧洞也是能够安全运行的, 挪威是最早不采取衬砌隧洞的, 1982 年前建成的隧洞现在均在安全使用中。

综上所述, 限制裂宽是限制不住的, 只能尽量的减少误差带来的顺势, 最主要的是要把注意力放在提高围岩的承载能力上面, 做好顶拱回填灌浆及围岩固结灌浆, 从而提高对混凝土衬砌防裂措施的研究。

4 水工隧洞的结构设计思路

伴随着人们对水工隧洞的不断深化认识以及多年的研究工作的总结, 人们对于其结构设计的思想也在不断地深化前进。

以围岩为主要的承载结构, 衬砌实施加固围岩的其中一种方式。主要是对于内水压力, 只要小于围岩第三主应力, 那么隧洞就是安全的。同时需要考虑结构面角和隧洞衬砌的陡倾角度问题, 小于 40 度时, 便要考虑内外水外渗所产生的影响, 进行稳定的符合考查, 必要时可以考虑布设排水洞。

水工隧洞可能会因为各种原因的影响产生开裂, 裂缝出现后即有很大的可能产生内外水外渗, 同时钢筋应力回缩, 同上文所言, 通过采取使用大量的钢筋的方法去限制裂宽是很不经济的。经过试验表明, 衬砌的宽度也不宜过厚, 通

常 30 到 60 厘米即可。可采用构造配筋, 钢筋宜细而密, 不适合采用粗而疏。对于最小配筋率是有限制的。一次支护可以采取锚喷的结构, 二次支护及钢筋混凝土用于共同承担各种各样荷载的作用。

可以通过围岩固结灌浆从而提高围岩的承载能力, 从而可以很好的放置内外水外渗而产生的严重后果。在设计过程中应该充分考虑到隧洞所处位置的水文条件, 地质条件以及围岩的工程地质等因素, 使其更好地选择设计方法, 提高设计方案的可行度。

衬砌对于温度的明暗度比较高, 在对其进行应力计算时应该充分考虑到内外温差对混凝土的影响。其强度等级最好不要过高, 等级过高会使得其衬砌混凝土的内部温度过高, 从而使得充水的水温过低, 导致内外温差较大, 混凝土开裂, 尤其是高温地区应该着重看待这方面的问题。

5 结语

对于钢筋的应用, 钢筋的使用量的多少与其裂缝的降低程度并不存在着正比关系。也就意味着在实际的施工以及设计过程中, 我们可以按照科学的比例对钢筋的用量进行调配, 从而降低成本。在设计以及施工过程中我们需要全方面的结合隧洞所处实际情况进行设计方法的选择以及设计方案的整体设计。并且对于施工过程也必须做到高质量监工。在一定程度上, 我们可以向挪威进行学习, 采取不衬砌的方法, 在很大程度上可以减少成本的支出以及后期维修的程度, 当然这一切都是建立在符合所要建立隧洞的实际情况的基础之上。

参考文献:

- [1] 张旋, 彭洋, 徐凯. 水工隧洞预应力衬砌结构的优化设计分析[J]. 四川建材, 2017, (8): 86-99.
- [2] 邓建, 肖明, 陈俊涛. 水工隧洞混凝土衬砌地震动响应过程分析[J]. 工程科学与技术, 2017, (2): 36-44.
- [3] 郭玉华. 水工压力隧洞结构设计问题的分析探讨[J]. 中国科技投资, 2016, (18): 125.