

自密实混凝土堆石坝防渗性能的分析

于国军

中国水利水电第一工程局有限公司 吉林 长春 130000

摘要: 为了掌握麻柳湾水库工程堆石混凝土重力坝自身防渗情况,通过对坝体各类自密实混凝土的防渗透试验数据分析,得出堆石混凝土重力坝坝体自身防渗满足设计和规范要求,凸显堆石混凝土优异的自身防渗性能,对堆石混凝土坝防渗设计具有重要的借鉴和参考意义。

关键词: 堆石混凝土重力坝;自密实混凝土;防渗性能分析;成本;麻柳湾水库

引言

堆石混凝土是自密实性能混凝土和堆石组成的复合型筑坝材料,其优点主要是工艺简单、施工快速、温控易行、成本低廉、环境友好和高强耐久。其工艺主要是将粒径大于300mm的块石直接入仓,形成自然空隙的堆石体,利用自密实性能混凝土无需振捣、流动性强的特点和其自重填充堆石体的空隙,形成密实、完整的混凝土整体。目前,国内已完和在建的堆石混凝土坝已超过125座,随着该技术日臻成熟完善,应用越来越广泛,本文通过对麻柳湾水库工程堆石混凝土重力坝涉及C₉₀15W4F50、C₉₀20W8F100、C₉₀25W6F100等自密实混凝土的多组防渗透试验数据分析,验证堆石混凝土重力坝坝体自身防渗效果,对堆石混凝土重力坝防渗设计具有重要的借鉴和参考意义。

1 工程概况

麻柳湾水库在金沙江左岸一级支流油房沟主源磨槽湾沟上,发源于夫洛瓦觉。河流自北向南流经向阳坪、磨槽湾、乌角村,于申家坪与西来的鲁沟河汇合后,再向东行进约1.4km于南田乡金堰村附近注入金沙江。坝址距雷波县城4.0km,坝址距西昌市约222km;距成都市约379km。坝址处无对外交通道路,对外交通条件差。

本工程的开发任务主要是雷波县城市供水,兼顾农业灌溉用水。供水范围为雷波县锦城镇、海湾乡、南田乡及帕哈乡乌角村,供水人口约6万人。灌区位于帕哈乡乌角村,设计灌溉面积2471亩。

麻柳湾水库坝址控制集水面积24.4km²,主河道河长13.1km,平均坡降157‰。麻柳湾水库正常蓄水位1459.00m,设计洪水位1460.85m,校核洪水位1461.74m,死水位1425.00m。水库总库容为115.33万m³,兴利库容91.20万m³,死库容10.30万m³。

麻柳湾水库坝型为堆石混凝土重力坝,枢纽布置

为:堆石混凝土重力坝+输水管线。坝顶高程1463.00m,河床段建基面高程为1388.00m,最大坝高75.0m,坝顶长147.0m。

根据《防洪标准》(GB50201-2014)和《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017),工程等别为IV等,工程规模属小(I)型,本工程挡水建筑物、泄水建筑物、输水建筑物等永久性主要建筑物因采用新型结构提高一级为3级。

根据设计细部图纸,大坝主体工程涉及C₉₀15W4F50、C₉₀20W8F100、C₉₀25W6F100等自密实混凝土,结合工程实际,开展以上自密实混凝土对大坝防渗数据的试验分析。

2 原材料

工程区所处区域白云岩大面积出露且岩性均一,无明显软弱夹层分布,结合建筑物布置,选择羊圈沟料场的母岩进行加工粗细骨料用于本工程。

水泥:采用四川峨胜水泥集团股份有限公司生产的普通硅酸盐水泥P.O.42.5;

石粉:采用羊圈沟料场的块石磨制;

细骨料:细度模数最大2.8,最小2.4,平均2.7,机制砂;

粗骨料:采用5~20mm的反击破石子;

外加剂:采用北京华石纳固科技有限公司生产的堆石混凝土专用外加剂HSNG-T,含固量20%。

3 试验分析

3.1 水泥及骨料性能检测

水泥、细骨料和粗骨料分别取101组、187组和140组进行性能试验检测,检测数据满足规范要求^[1]。

3.2 混凝土配比和渗透数据分析

3.2.1 坝体自密实混凝土前期配比和强度试验

坝体自密实混凝土初始配比见表1。

表1 坝体自密实混凝土前期配比

强度等级	材料用量 (kg/m ³)						备注
	水泥	石粉	细骨料	小石	HSNG-T	水	
C ₉₀ 15W4F50	235	212	1110	598	5.40	195	
C ₉₀ 20W8F100	260	125	1096	672	6.90	197	
C ₉₀ 25W6F100	310	93	1077	660	6.90	210	

根据配比,各标号混凝土分别取10组试件进行强度试验,平均强度分别如下:

C₉₀15W4F50最大强度24.7Mpa,最小强度21.5Mpa,平均强度23.22Mpa。

C₉₀20W8F100最大强度28.9Mpa,最小强度26.3Mpa,平均强度27.31Mpa。

C₉₀25W6F100最大强度37.1Mpa,最小强度33.9Mpa,平均强度35.48Mpa。

3.2.2 前期配比的渗透试验

根据配比,分别对各标号混凝土试件取60组进行加压渗透数据分析,具体结果如下:

C₉₀15W4F50组件在逐渐加压到0.5Mpa时,各组件渗透性能都满足规范要求;压力达到0.6Mpa时,各组件全部满足并超出规范要求;压力达到0.7Mpa时,各组件都满足和超出规范要求;压力达到0.8Mpa时,组件有35组满足和超出规范要求。

C₉₀20W8F100组件在逐级加压到0.9Mpa时,各组件渗透性能都满足规范要求;压力达到1.0Mpa时,各组件全部满足和超过规范要求;压力达到1.1Mpa时,各组件亦全部满足和超过规范要求;压力达到1.2Mpa时,有31组满足和超过设计规范。

C₉₀25W6F100组件在逐级加压到0.7Mpa时,各组件渗透性能都满足规范要求;压力达到0.8Mpa时,各组件亦

满足和超出规范要求;压力达到0.9Mpa时,各组件全部满足和超过规范要求;压力达到1.0Mpa时,各组件也全部满足和超过规范要求;压力达到1.1Mpa时,亦有48组满足和超过规范要求^[2]。

逐级加压渗透分析详见下图1。

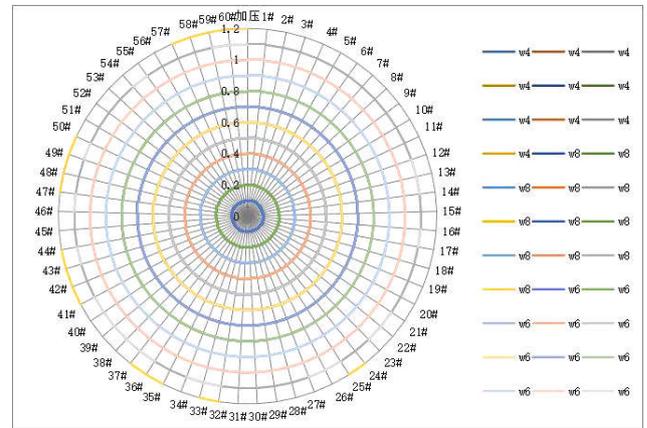


图1 前期配比逐级加压渗透分析

由以上试验可以得出,配合比偏于保守,成本较大不经济,需要对混凝土配比进行调整。

3.2.3 坝体自密实混凝土最终配比

通过对材料比重进行调整,坝体自密实混凝土最终配比见表2。

表2 坝体自密实混凝土最终配比

强度等级	材料用量 (kg/m ³)						备注
	水泥	石粉	细骨料	小石	减水剂	水	
C ₉₀ 15W4F50	205	243	1163	553	5.30	190	
C ₉₀ 20W8F100	245	118	1165	629	6.30	192	
C ₉₀ 25W6F100	285	84	1180	613	6.05	198	

根据配比,各标号混凝土分别取10组试件进行强度试验,平均强度分别如下:

C₉₀15W4F50最大强度20.2Mpa,最小强度17.6Mpa,平均强度18.83Mpa。

C₉₀20W8F100最大强度24.2Mpa,最小强度21.8Mpa,平均强度23.12Mpa。

C₉₀25W6F100最大强度31.5Mpa,最小强度29.5Mpa,平均强度30.2Mpa。

3.2.4 自密实混凝土渗透分析

针对坝体三种不同标号的自密实混凝土各取60组进行逐级加压渗透数据分析,具体结果如下:

C₉₀15W4F50组件在逐级加压到0.5Mpa时,各组件渗透性能都满足规范要求;压力达到0.6Mpa时,各组件全部满足并超出规范要求;压力达到0.7Mpa时,有31组满足和超出规范要求。

C₉₀20W8F100组件在逐级加压到0.9Mpa时,各组件渗

透性能都满足规范要求；压力达到1.0Mpa时，各组件有51组满足和超过规范要求；压力达到1.1Mpa时，有30组满足和超过规范要求。

C₉₀25W6F100组件在逐级加压到0.7Mpa时，各组件透性能都满足规范要求；压力达到0.8Mpa时，各组件亦满足和超出规范要求；压力达到0.9Mpa时，有40组满足和超过规范要求；压力达到1.0Mpa时，有23组满足和超过规范要求^{[3][4]}。

逐级加压渗透分析详见下图2。

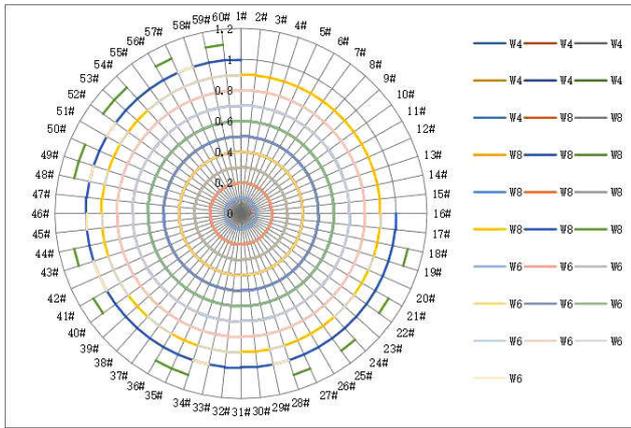


图2 最终配比逐级加压渗透分析

由以上试验可以得出，配合比较经济合理，混凝土强度和渗透均满足设计和相关规范要求，成本也相较前期大大降低，为项目节约成本约100万元。

结束语

(1) 本文结合大量的试验，从自密实混凝土的原材料、配合比、混凝土强度、相应的渗透数据分析及成本分析表明，自密实混凝土的自身防渗是较优异的，为后期将建的自密实混凝土堆石坝提供了选择参考。

(2) 通过试验数据分析，在同标号混凝土情况下，自密实混凝土的渗透性能在材料调整后有所波动，但都在规范要求范围内，且优于规范要求，对堆石混凝土类型的大坝防渗设计具有重要的借鉴和参考意义。

(3) 现水库已完建蓄水，通过对坝体渗漏量分析，远远小于设计允许渗漏量，坝体运行良好。

参考文献

- [1] 中华人民共和国水利行业标准 SL/T264-2020《水利水电工程岩石试验规范》北京 中国水利水电出版社 2020;
- [2] 中华人民共和国水利行业标准 SL/T 352-2020《水工混凝土试验规程》北京 中国水利水电出版社 2020;
- [3] 中华人民共和国电力行业标准 DL/T 5330-2015《水工混凝土配合比设计规程》北京 中国电力出版社 2015;
- [4] 中华人民共和国能源行业标准 NB/T 10077-2018《堆石混凝土筑坝技术导则》北京 中国水利水电出版社 2018;