

索达干坝址区泥化夹层工程地质特征

吴奇¹,王磊²

(1. 郑州工业贸易学校, 河南 郑州 450007; 2. 黄河水利委员会勘测规划设计研究院, 河南 郑州 450003)

摘要:在大量地质勘探试验研究资料的基础上, 分析研究索达干坝址区泥化夹层的类型及分布规律, 泥化夹层的粒度成分和一般物理性质及不同试验方法对泥化夹层抗剪强度的影响, 提出抗剪强度指标的建议值。

关键词:泥化夹层; 分布规律; 粒度成分; 物理性质; 抗剪强度; 磧口水利枢纽

中图分类号: P562

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2001)07-0065-03

磧口水利枢纽工程位于黄河近南北向干流中段, 晋陕两省之界的峡谷中。目前, 该工程处于可行性研究阶段, 初步选定索达干坝址。

泥化夹层对边坡稳定、坝基稳定、工程投资和施工工期等有一定的影响。对泥化夹层工程地质特征的研究, 首先要分析泥化夹层的分布规律, 即确定是否有泥化夹层的存在, 怎样分布, 是否连续等, 在此基础上, 确定泥化夹层的物理力学性质指标, 最后提出与工程建设有密切关系的抗剪强度指标建议值, 为各类工程建筑的稳定性分析提供依据。

1 地层岩性特征及地质构造概况

根据地层岩性特征(见表1)和岩矿鉴定资料分析, 本区二叠系石千峰组和三叠系刘家沟组地层属河湖相沉积。在沉积过程中, 由于水动力条件变化, 形成硬岩和较软岩(或软岩)互层的地层结构, 为泥化夹层的形成奠定了物质基础。

坝址区位于湫水河口背斜的北西翼, 为一向北西缓倾的单斜构造, 倾向上游偏右岸, 倾角 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。发育有 F_3 , F_{11} 和 F_{12} 三条小断层和 $NE25^{\circ} \sim 45^{\circ}$,

表1 地层岩性特征

系	组	岩组代号	岩层平均厚度/m	主要岩性	各类岩层所占比例/%			较软岩及软岩所占比例/%
					中细砂岩	粘土质粉砂岩	粘土岩及粉砂质粘土岩	
三叠系	刘家沟组	T_1L^3		下部粘土质粘砂岩、薄层粘土岩和细砂岩, 中部厚层细砂岩夹薄层粘土质粉砂岩(未见顶面)				
		T_1L^4	23.10	中厚层-厚层粘土质粉砂岩与粘土岩石层	30.30	32.00	37.70	40.50
		T_1L^3	29.45	中厚层钙质细砂岩与粘土质粉砂岩互层	69.00	28.00	3.00	6.00
		T_1L^2	19.90	厚层硅钙质细砂岩, 间夹粉砂质粘土岩	82.90	8.70	8.40	10.00
		T_1L^{1-4}	29.00	中厚层-厚层钙质细砂岩夹粉砂质粘土岩或粘土质粉砂岩薄层或透镜体	93.80	4.40	1.80	2.20
		T_1L^{1-3}	44.0	厚-巨厚层钙质、泥钙质细砂岩夹薄层粘土质粘砂岩及粉砂质粘土岩, 底部钙质砾岩	95.57	0.20	4.23	4.43
		T_1L^{1-2}	40.00	厚-巨厚层钙质、硅钙质细砂岩夹粉砂质粘土岩及钙质砾岩, 底部砾岩或泥砾	95.80	0.80	3.40	4.00
		T_1L^{1-1}	32.00	厚层硅钙质、钙质细砂岩夹薄层粉砂质粘土岩、粘土质粉砂岩透镜体	95.60	1.50	2.90	3.40
二叠系	石千峰组	P_2sh^4	42.25	厚-巨厚层钙质细砂岩与厚-巨厚层粘土质粉砂岩、粘土岩互层	58.00	14.60	27.40	31.70
		P_2sh^3	39.29	下部厚-巨厚层钙质细砂岩夹中厚层粘土质粉砂岩、粘土岩, 中部中细粒砂岩、上部原厚层粘土岩	57.30	3.50	39.20	40.50
		P_2sh^2	37.50	厚-巨厚层细砂岩与厚层粉砂质粘土岩互层	67.80	5.90	26.30	32.20

作者简介: 吴奇(1967—), 男, 河南方城人, 讲师, 主要从事岩土工程教学与研究。

NW290°~315°两组构造节理。

2 泥化夹层的类型

根据现场夹泥调查、室内薄片鉴定和泥化夹层颗粒分析的结果可将泥化夹层划分为4种类型:①全泥型,碎屑含量少,潮湿时呈软塑状,粘手,可搓成条,风干失水后,呈硬块状,不易搓碎,显微镜下观察,基质占60%以上,碎屑占40%以下;②泥夹碎屑型,碎屑含量较高,潮湿时可塑,手搓砂感较强,风干失水后呈硬块状,可搓碎,显微镜下观察,基质约占35%,碎屑约占65%;③碎屑夹泥型,碎屑含量高,潮湿时轻微可塑,风干失水后呈块状,手搓即呈散状,显微镜下观察,基质约占20%,碎屑约占80%;④泥膜型,为不含角砾的极薄粘土膜,该类泥化夹层的抗剪强度主要受上、下岩层起伏差的控制。

3 泥化夹层的分布规律

3.1 泥化夹层的分布

为了便于说明泥化夹层的分布情况,把测绘和各种勘探手段揭露的泥化夹层点所在岩组的层底位置(即距层底距离)基本相同的泥化夹层划分为一层,进行统一编号。可以连成层的有 P_6h^3 、 P_2sh^4 、 T_1L^{-1} 、 T_1L^{-2} 、 T_1L^{-3} 及 T_1L^{-4} ,各岩组中所含的20多层泥化夹层,其中 P_2sh^3 和 P_2sh^4 两个岩组岩层分布相对稳定,分别有3层、4层分布较稳定、连续性好的泥化夹层。 T_1L^1 岩层中软岩分布极不稳定,相变大、造成该岩组中泥化夹层的连续性差,延伸短,厚度较小。

3.2 泥化夹层的分布受软岩岩性影响

经统计分析,粘土岩夹层发生泥化的概率最大,为0.710;其次是粉砂质粘土岩,为0.545;而其它类型的软岩泥化概率值很小。同时,软岩岩性还影响软化夹层的发育类型,粘土岩形成的泥化夹层多数为全泥型,而碎屑夹泥型所占比例相对较小。其它类型软岩形成的泥化夹层多为泥夹碎屑型或碎屑夹泥型。

3.3 泥化夹层的分布受构造形迹的控制

按照梁受力弯曲后内部应力重分布原理,褶皱岩层内必然产生一个应力、应变为零的中线,中线以上背斜轴部为张应力区,向斜轴部为压应力区;中线以下则相反。张、压应力区之间有一个中性区。张应力区,由于岩层抗拉强度较低,很容易产生张裂面(正断层),使应力释放,一般不产生层间错动;压应力区,由于岩石极限抗压强度大,同时岩层内存在着应力差,所以各岩层的应变量不同,从而压应力转换成层间剪切力,同时层间剪切力还可以传递到中性区,因此泥化夹层的可能发育区是压应力区的全部和中性区的一部分,即背斜、向斜的翼部。

4 泥化夹层的抗剪强度

为了解泥化夹层的抗剪强度,对坝址区与建筑物关系密切的泥化夹层进行室内常规土工试验和现场大型原位抗剪试验。

4.1 室内土工试验

对 P_2sh^4 顶面的泥化夹层按常规土工试验,采用自然快剪和饱和固结快剪方法,进行了2组试验,测试了它们的抗剪强度指标(见表2)。

表2 室内土工试验方法取得的抗剪强度成果

试样所在 岩组代号	试样 编号	野外定名	室内 定名	自然快剪		饱和固结快剪	
				f	c/MPa	f	c/MPa
P_2sh^4	J_1	全泥型夹泥 粘土	粘土	0.30	0.087	0.26	0.021
P_2sh^4	J_2			0.28	0.117	0.23	0.023

4.2 现场大型原位抗剪试验

在坝址区PD01,PD02,PD06和PD15平硐内先后进行了7组大型抗剪试验。制件时采取了浸水饱和及限制夹泥膨胀措施。剪切时每10min读数一次,相邻两次读数差小于0.05mm时认为稳定。试验结果见表3。该试验试件尺寸(100cm×100cm和70cm×70cm两种)虽然较大,但仍不能包容泥化夹层起伏度对抗剪强度的有利影响。现场调查表明:泥化夹层面起伏波长一般为3~8m,波高0.2~0.8m。另外,试验制作过程中,使泥化夹层解除围压,回弹松弛,夹泥吸水等引起其性状的恶化,使测得的强度指

表3 坝址区泥化夹层现场抗剪试验成果

编号	组	件	最大荷载 σ/MPa	抗剪强度		备注	泥化夹层层位
				c/MPa	f		
PD01	1	4	0.975	0.029	0.37	试件浸水3d,未达饱和,剪力中心与剪切面间距有2cm距离而产生力矩	T_1L^{-1}
PD02	1	5	0.886	0.035	0.17	试验剪切方法同上,剪切过程中夹泥挤出较多,可能影响抗剪强度指标	
PD06	2	10	0.74	0.002	0.20	夹泥处在天然饱和中,加压后原始结构有破坏,成果偏低,全泥型夹泥	P_2sh^4
	1	5	0.428	0.004	0.20	剪面平整,起伏差1~5cm,全泥型夹泥	
PD15	2	10	0.866	0.01	0.24	剪面平整,起伏差1~5cm,泥夹碎屑型	

标值偏低.虽然有这些因素的影响,笔者认为该方法仍不失为测定泥化夹层抗剪强度指标值较为准确的方法,应作为提供抗剪强度指标建议值的基础.

鉴于小浪底和硃口具有极其相似的岩性结构条件及泥化夹层性状特征、具可类比性,因此参考小浪底的经验,结合硃口的试验结果,提出本坝址区泥化夹层抗剪强度指标建议值,见表4.

表4 泥化夹层抗剪强度指标建议值

泥化夹层类型	抗剪强度指标	
	f	c/MPa
全泥型及泥夹碎屑型	0.22	0.002
碎屑夹泥型	0.26	0.005
沉膜型	0.33	0.005

5 结 论

a. 泥化夹层是软岩夹层在地质构造剪切应力等因素下泥化而成的.软岩夹层是形成泥化夹层的物质基础,地质构造活动在层间引起的剪切应力是

形成泥化夹层的必要外部条件,两者缺一就不可能形成泥化夹层.至于后期地下水活动等因素,只是对泥化夹层的改造恶化的因素,而不是产生的条件.

b. 岩性组合和构造形迹,对泥化夹层的分布有控制作用.软岩的性质对泥化夹层的发育程度及类型有一定的影响.

c. 对于同一类型的泥化夹层,由于采用的试验方法不同,所测得的抗剪强度将会有所差别.进行试验时,应选择建筑物运转时与泥化夹层受力条件相似的试验条件和方法.

参考文献:

- [1] 马国彦,高广礼.黄河小浪底坝区泥化夹层分布及其抗剪强度试验方法的分析[J].工程地质学报,2000,8(1): 94~99.
- [2] 肖树芳,杨淑碧.岩体力学[M].北京:地质出版,1987.

(收稿日期:2001-07-04 编辑:张志琴)

(上接第64页)

表2 闸基深层滑动临界竖向应力计算结果

闸类型	B /m	γ_0 /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	c /kPa	φ /(°)	$P_{\text{临}}$ /kPa	P_0 /kPa
节制闸	20	10.5	40	24	279.2	120.9
退水闸	22	10.5	40	24	295.6	142.4

2.3.2 表层抗滑稳定性验算

按闸前正常设计119.5m水位考虑,分别验算闸基在荷载基本组合(设计水位加自重)和特殊组合(设计水位加7度地震加自重)条件下的稳定性.计算公式为

$$K = \frac{\tan\varphi(\sum W - U) + cA}{\sum P} \quad (2)$$

式中: K 为闸基表层抗滑稳定安全系数; φ 为闸基与地基土之间的摩擦角,(°),按三轴CU试验指标建议值的90%折减; $\sum W$ 为所有垂直荷载的总和,kN; $\sum P$ 为所有水平力的总和,kN; U 为闸基底板扬压力,kPa; A 为齿墙间土体剪切面积, m^2 .

计算结果表明(表3),节制闸和退水闸均不会发生表层滑动.

表3 闸基抗滑稳定计算结果

闸类型	基本组合	特殊组合
节制闸	$K = 1.57$	$K = 1.06$
退水闸	$K = 2.59$	$K = 1.40$

注:地震水平系数取0.12.

3 结 语

孤柏咀渡槽南岸节制闸和退水闸是南水北调中线穿黄工程主要附属建筑物之一,它的稳定与否,直接关系到日后工程运行期间渡槽的正常检修、清淤、泄洪等工作,因此,除了评价闸基本身的安全性外,还要进行渠道两侧边坡的稳定性验算,对于最大开挖深度达70m的渠坡,应采取必要的护坡处理措施.

(收稿日期:2001-07-18 编辑:马敏峰)

