

新疆塔什库尔干河下坂地水库区古冰川遗迹特征

邢丁家

(水利部陕西水利电力勘测设计研究院 陕西 西安 710001)

摘 要 本文介绍了新疆塔什库尔干河下坂地水库区冰碛及冰水堆积物的分布、结构特征及主要物理力学性质,为高寒及高海拔地区的工程建设提供了科学参考。

关键词 塔什库尔干河;冰碛及冰水堆积物;结构特征;物理力学性质

1 前言

新疆下坂地水库位于喀什地区叶尔羌河主要支流塔什库尔干河中下游,地处帕米尔高原西昆仑剥蚀高山区,海拔较高,气候寒冷,第四纪冰川活动强烈。水库区广泛分布冰碛及冰水堆积物,古冰川遗迹特征明显,且厚度大,结构复杂。研究其成因时代及结构特征,对于工程建设具有十分重要的意义。

2 水库区地质概况

下坂地水库坝址位于塔什库尔干河中下游的瓦卡盆地下游峡谷处,库区两岸高山耸立,一般山峰高程为 3500~4300 m,河床高程为 2900~2960 m,相对高差 600~1400 m,显示河谷以垂直剥蚀为主。库区内河谷宽阔,水流平缓,过去曾是一个冰川阻塞形成的天然湖泊。主要地层岩性为元古界角闪黑云二长片麻岩、角闪片岩、云母石英片岩及薄层大理岩等,第四纪地层主要为冰碛及冰水堆积物。

塔什库尔干河谷是在西昆仑强烈隆起背景下,主要由冰川剥蚀作用形成的。第四纪大约经历了三个冰期,由于地处高寒干旱的自然环境,冰川十分发育,水库区曾发生过多次冰川阻塞事件,致使河谷堆积了大量的冰碛及冰水沉积物,其河床覆盖层厚达 150 m 左右。地下水类型主要为基岩裂隙水及第四

系孔隙潜水,受高山冰雪消融水补给,向河谷排泄。库区自然环境特殊,物理地质作用强烈,地震活动水平较高,区域上属构造稳定性较差的地区。

3 古冰川遗迹特征

3.1 分布特征

塔什库尔干河发源于明铁盖大坂以西喀喇昆仑山主脊线北侧的冰川,流域内四面高山环绕与冰雪相连。根据新疆区域地质资料和中国科学院青藏高原综合科学考察队对该区的调查分析,认为该区内大约经历了三个大的冰期,因此两岸及槽谷内冰碛及冰水堆积物广泛分布,库区两岸可见三级冰碛及冰水积台地:一级台地台面高程 3 200 m,堆积物厚 70~200 m;二级台地台面高程 3 150 m,堆积物厚 250 m;三级台地台面高程 3 090 m,堆积物厚 350 m。台地多被后期冲刷改造,形成残留的块体,而河谷底部的冰碛及冰水堆积物,则保存较完整。河谷现代河床下堆积厚达 150 m 的冰碛及冰水积覆盖层是本区冰川遗迹的一大特征,其高程下降至 2800 m 左右,这说明当时的气候条件与现在相比要寒冷的多。

3.2 结构特征

根据钻探及井探揭示,按其成因时代及结构特征本区冰碛物可划分为两大类:

(1)两岸台地的冰碛层。主要组成物为

半胶结的卵砾石层,夹粘土团块及漂石,结构较密实。经红外热释光测年距今约 8.7~12 万年,应属中更新世晚期倒数第二次冰期的产物,大多被后期改造成残丘状。

(2)河谷底部的冰碛层。主要为冰碛及冰水堆积物,结构较松散,经中国科学院第四纪地质热释光测定距今为 1.8~3.3 万年,可能为晚更新世末次冰期的产物,厚度 150 m 左右,由上而下可进一步划分为三层:

上层主要为冰碛层。一般厚度 26~88 m,成分以漂、块石为主,颗粒大小不均,无分选,一般粒径 10~50 cm,最大可达 7 m 左右。钻探过程中浆液漏失严重,局部产生塌孔掉块,说明有架空现象。

中层主要为冰水沉积的粉细砂层。分布于冰碛层之中,呈透镜体状,埋深 18~35 m,一般厚度 18~30 m,最大可达 43 m 左右。主要为粉细砂层夹薄层粉砂质壤土,具水平层理,干密度在 1.50~1.60 g/cm³ 之间,具有冰水沉积的特点。

下层主要为冰水沉积卵砾石层。分布于河床底部,埋藏深,厚度 20~58 m,一般粒径 2~8 cm,较密实。总体说明随着气候的变化,冰川消融伴有洪水带来的堆积物。

3.3 物理力学性质

(1)颗粒组成

在河谷冰碛层上部开挖 20 m 深竖井,取样进行颗粒分析如表 1。由表 1 可知,其自然颗粒大小悬殊,分选极差,属不良级配砾,反映了冰碛物的特点。

(2)相对密度与压缩性

野外取样进行相对密度试验见表 2,由表 2 可知相对密度最高达 $Dr=0.84$,属密实。压缩试验得出其压缩系数为 $a_{1-2}=0.001 \text{ MPa}^{-1}$,属低压缩性,可见其结构较密实,承载能力强。

(3)抗剪强度

在室内采用等量代换级配进行了直剪试验,其饱和固结快剪的内摩擦角 $\Phi=42.8^\circ$,凝聚力 $C=15 \text{ MPa}$ 。可见其抗剪强度较高,

表1 冰碛层天然粒径组成成果表

样品编号		野外 级配 状态	取样 深度 /m	干密 度	土粒组成															土的分 类							
	漂石 或块 石				卵石 或碎 石	圆砾或角砾			砂粒				粉 粒	粘 粒	有效 粒径 d_{10}	平均 粒径 d_{50}	限制 粒径 d_{60}	不均 系数 C_u	曲率 系数 C_c								
						粗	中	细	粗	中	细	极细															
																					粒径大小/mm						
																					>200	200~ 60	60~ 20	20~5	5~2	2~0.5	0.5~ 0.25
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	mm	mm	mm	—	—											
SJ ₁		4.9~ 8.6	2.18	12.0	25.0	23.0	13.0	6.0	7.0	5.0	6.0	3.0	—	0.288	35.5	53.0	184.0	4.10	不良级 配砾								
SJ ₆		4.0~ 7.5	1.95	8.1	25.1	35.8	15.4	2.4	3.9	1.5	2.7	2.8	2.3	0.770	41.2	52.4	68.1	9.00	不良级 配砾								
SJ ₆₋₂		3.7~ 4.2	2.09	—	45.4	30.6	9.6	1.8	2.2	1.1	2.3	3.5	3.5	0.475	53.05	70.8	150.6	27.59	不良级 配砾								
SJ ₆₋₃₋₇		4.2~ 8.4	1.96	—	23.5	43.1	18.5	2.5	1.9	2.3	1.2	4.2	2.8	0.470	36.75	41.4	88.1	14.85	不良级 配砾								
SJ ₆₋₄₋₈		8.4~ 16.8	2.0	—	20.2	32.9	21.2	2.7	2.6	1.8	2.6	11.8	4.2	0.081	24.15	36.0	444.4	21.95	不良级 配砾								
SJ ₁₀₋₁		0~ 10.8	2.16	9	14	24.5	16	8.5	9	6	6	7	—	0.148	15.8	29.0	195.9 5	7.17	不良级 配砾								
SJ ₁₀₋₂		10.8~ 15.5	2.09	9.5	30	44	12.5	2	1	0.5	—	0.5	—	12.5	49.0	59.5	4.76	2.52	不良级 配砾								
SJ ₁₀₋₃		15.5~ 17.4	1.97	3	14	28	29.5	13	10.5	1.5	0.5	—	—	1.4	15.8	24.2	17.3	1.10	不良级 配砾								
平均值			2.1	5.2	24.6	32.7	16.9	4.9	4.8	2.5	2.7	4.1	1.6	0.42	29.0	38.0	90.48	7.58									

表 2 冰碛层相对密度试验成果表

位置	编号	比重	最大干密度 $\rho_{d\max}$ g/cm ³	最小干密度 $\rho_{d\min}$ g/cm ³	试验选用 干密度 ρ_d g/cm ³	相对 密度 D_r —	备注
坝下游	SJ ₁	2.67	2.31	1.86	2.23	0.84	20 m 以上 $D_r=0.65$ 20m 以下 $D_r=0.75$ 平均值未统计 SJ ₁
坝基左岸	SJ ₁₀₋₁	2.63	2.27	1.80	2.05	0.60	
	SJ ₁₀₋₂	2.63	2.21	1.63	1.94	0.61	
	SJ ₁₀₋₃	2.62	2.08	1.63	1.95	0.75	
平均值		2.62	2.19	1.69	1.98	0.65~0.75	

表 3 剪切波速测试成果汇总表

深度/m	岩性	纵波波速 V_p /m·s ⁻¹	剪切波速 V_s /m·s ⁻¹	密度 ρ /g·cm ⁻³	泊松比 μ —	剪切模量 G_s ($\times 10^4$ kPa)
0~20.0	漂石	1100~1580	380	2.1	0.4~0.46	30
20.0~30.0	细砂	1210~1320	280	1.6	0.47~0.48	13
30.0~50.0	中砂	1030~1380	310	1.6	0.45~0.47	15
70	漂块石	—	480	2.2	—	51
100	漂块石	—	580	2.2	—	74
130	含块卵砾石	—	640	2.2	—	90

这与其颗粒粗大及坚硬有关。

(4)波速测试

采用跨孔波速法进行了波速测试,跨孔间距 3~3.5m,成果如表 3。成果表明随着深度的增加,自重固结作用增强,剪切波速明显增大。

(5)渗透性

在野外采用竖井抽水、自振法抽水、智能化地下水动态参数测量仪等多种测试方法进行试验,测得其冰碛层的渗透系数平均值为 $K=17.6\text{m/d}$,最大达 205m/d ,属强透水层,说明冰碛层以粗颗粒为主,且局部存在架空现象。

4 结语

在高海拔河谷中,往往堆积有大量冰碛物,它们多是倒数第二次冰期至末次冰期的产物,成分复杂,分选差,与冲洪积物相似,但其成因和性质却存在很大的差别。研究其分

布特征及工程性质,对于了解当时的气候环境和今后的工程建设具有十分重要的作用。随着西部大开发战略目标的实施,高寒、高海拔地区兴建的工程越来越多,对其地质特征的研究还有待今后更深入地进行。

参考文献:

[1] 邢丁家等.新疆塔里木河流域近期综合治理下坂地水利枢纽工程地质勘察报告[R].水利部陕西水利电力勘测设计研究院,2003.2

[2] 苏珍等.喀喇昆仑山—昆仑山地区冰川与环境[M].北京:科学出版社,1998.

[3] 刘时银,沈永平等.祁连山西段小冰期以来的冰川变化研究[J].冰川冻土(第24卷第3期).227—233.北京:科学出版社,2002.

[4] 施雅风等.中国冰川概论[M].北京:科学出版社,1988.

[5] 施雅风等.中国冰川目录Ⅳ 帕米尔山区[M].北京:科学出版社,1988.

(收稿日期:2007-04-09)