

山洪沟治理工程地质分析及评价

王娟

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 河北 石家庄 050081

[摘要]文中以某山洪沟治理工程为例,根据室内土工试验成果及经验值,综合现场勘察,进行工程类比后提出了堤基土体物理力学指标建议值,对存在的主要工程地质问题进行了分析与评价。本工程实施后,使河道基本功能得到有效恢复,水环境得到显著改善,对实现河道综合功能的可持续发挥、服务于当地经济社会可持续发展的战略目标,以及建设资源、环境友好型社会具有深远意义。

[关键词]山洪沟治理;砂土液化;岸坡质量;黄土湿陷性;地基沉降;渗透变形

DOI: 10.33142/sca.v6i8.9821

中图分类号: TV223

文献标识码: A

Geological Analysis and Evaluation of Shanhonggou Treatment Engineering

WANG Juan

Hebei Water Resources and Hydropower investigation, Design and Research Institute Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

Abstract: Taking a certain mountain flood gully treatment project as an example, based on the results of indoor soil tests and empirical values, combined with on-site investigations and engineering analogies, the recommended values of physical and mechanical indicators for the embankment foundation soil were proposed, and the main engineering geological problems were analyzed and evaluated. After the implementation of this project, the basic functions of the river channel will be effectively restored, and the water environment will be significantly improved. This has profound significance for achieving the sustainable development of the comprehensive functions of the river channel, serving the strategic goals of local economic and social sustainable development, and building a resource and environmental friendly society.

Keywords: Shanhonggou governance; sand liquefaction; bank slope quality; loess collapsibility; foundation settlement; infiltration deformation

1 工程概况

工程区地处河北省西北部,主要涉及主沟及4条天然冲沟。主沟河床开阔、平坦,4条冲沟深而狭窄,分别为一支沟、二支沟、三支沟、四支沟,4条冲沟是主沟的支流。

根据主沟及支沟沿岸地形、地物、河槽现状等实际情况,在满足河道行洪要求的前提下,结合项目区总体规划需要,主沟及支沟沟道束窄、局部河段改线,调整后设计河道主沟长1.76km,四条支沟分别为:一支沟长0.20km,二支沟长0.65km,三支沟长0.43km,四支沟长0.75km,其中四支沟有4条毛沟汇入,结合项目区规划,将项目区范围内4条毛沟进行封填,并设导流沟将毛沟汇流最终汇入四支沟,沟道治理总长为3.79km,四支沟毛沟封填长0.8km,增设导流沟长0.42km。

该项目规划河道周边为居民住宅聚集区,采取修建浆砌石挡墙、六角框格植草护坡、河道清整等工程措施,本次工程防洪标准为20年一遇,工程主要建筑物为IV等工程,主要建筑物级别为4级、次要建筑物级别为5级,符合规划区功能要求。

2 地质条件

2.1 地形地貌

工程区内主沟及4条支沟河床高程614~677m,地貌单元属中山区,主沟及一至四支沟河道纵坡分别为

44.6‰、71.3‰、35.8‰、75‰、82.9‰,陡,属山洪沟。

主沟及4条支沟皆为天然冲洪沟,主沟沟底覆盖层为第四系全新统冲洪积卵石,两侧以黄土状砂壤土及含壤土碎石为主。4条支沟位于土质山坡处,两侧及沟底以黄土状砂壤土及含壤土碎石为主。

2.2 地层岩性

地表出露的地层岩性主要为第四系上更新统马兰组(Q3m)黄土状砂壤土、含壤土碎石、中砂;第四系全新统冲洪积(Q4alp)卵石及第四系人工堆积(QS)杂填土。

2.3 地质构造与地震

工程区所处大地构造单元为一级构造单元的中朝准地台(I2),二级构造单元的燕山台褶皱(II22),三级构造单元的宣龙复式向斜(III24),四级构造单元的涿鹿褶皱束(IV212)。区域内主要发育以下构造:①上黄旗~乌龙岗深断裂②怀柔~涑水深断裂。上述断裂皆为新构造深埋隐伏断裂,第四系以来活动微弱,对工程无大影响。

依据中国地震局提出、国家质量监督检验检疫总局与国家标准化委员会发布的《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),工程区地震动峰值加速度为0.20g,相当于地震基本烈度VIII度区,地震动反应谱特征周期为0.40s。

2.4 气象水文

工程区属半干旱大陆性季风气候,四季分明,雨热同

季,昼夜温差大。多年平均气温 9.6℃,月平均气温七月份最高为 24.4℃,一月份最低为-7.4℃,极端最高气温 42.2℃(1991年7月29日),极端最低气温-23.3℃(1994年1月16日)。多年平均日照时数 3010h,无霜期 149天,年均风速 3.3m/s。结冰日期为 11月初,解冻日期为 3月中旬。

该治理段河道为季节性河流,区域内地下水以第四系孔隙潜水形式存在,勘探期间河道内干涸;地下水埋藏较深,据调查,地下水水位埋深受时节变化影响较大,项目区内平均地下水埋深大于 200m,以第四系孔隙潜水形式存在。

勘察期间取 1 组地下水样,进行了水质简分析试验,定名为重碳酸钙镁型水,PH 值为 8.23,呈弱碱性,水质较好。根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)中环境水的腐蚀性判断标准,对混凝土不具腐蚀性,对钢结构具弱腐蚀性,对钢筋具微腐蚀性。

3 工程地质分析及评价

3.1 地质结构

根据现场踏勘及探坑揭露情况表明,主沟及 4 条支沟两侧均为第四系上更新统马兰组地层,地层年代相同;地层结构以黄土状砂壤土及含壤土碎石为主,局部夹中砂层,地层结构相似。按岩性及空间分布,将主沟及 4 条支沟两侧土体划分为 4 个工程地质单元:现分述如下。

第①工程地质单元:卵石(Q4alp),灰黄~青灰色,稍湿,稍密,含卵石约 70%~80%,一般粒径 2~18cm,局部为漂石,最大粒径为 50cm,呈次棱角形~亚圆形,其余充填少量壤土及中粗砂。揭露层厚约 0.7~1.2m,层底高程 613.60~659.60m。集中分布在原主沟河床内。该层空间分布连续。

第②工程地质单元:黄土状砂壤土(Q3m),浅黄色,干燥~稍湿,坚硬~硬塑,土质不均,偶见砾石,局部含碎石夹层。二、三、四支沟均有揭露,揭露层厚 1.0~7.5m,层底高程 622.10~638.50m。主要分布二支沟桩号 0+000~0+600 段两侧及沟底;三支沟桩号 0+000~0+120 两侧、桩号 0+200~0+280 左侧、桩号 0+210~0+300 右侧;四支沟桩号 0+000~0+350 两侧、桩号 0+535~0+565 左侧、桩号 0+420~0+505 右侧、桩号 0+525~0+575 右侧。该层空间分布连续。

第③工程地质单元:含壤土碎石(Q3m),灰黄~青灰色,干燥,中密,含碎石约 55%~80%,粒径 3~15cm,局部为块石,最大粒径 1.2m,呈棱角形~次棱角形,含壤土约 10%~20%,含少量砂。主沟及 4 条支沟均有揭露,揭露层厚 0.5~2.0m,层底高程 624.00~638.00m。主要分布在主沟左侧桩号 0+000~0+150、桩号 0+400~0+490、桩号 0+740~0+865、桩号 0+950~1+160、桩号 1+170~1+370 及右侧桩号 0+075~0+125、桩号 0+245~0+600、桩号 1+087~1+260、桩号 1+400~1+460、桩号 1+500~1+600;一支沟两侧;二支沟 0+600~0+650 段两

侧;三支沟桩号 0+125~0+200 及桩号 0+285~0+430 两侧;四支沟左侧桩号 0+350~0+535、桩号 0+560~0+730 及右侧桩号 0+355~0+420、桩号 0+505~0+525、桩号 0+575~0+730。该层空间分布连续。

第④工程地质单元:中砂(Q3m),灰黄色,稍湿,中密,砂质较均匀。揭露层厚 0.5m,层底高程 626.20m。该层在四支沟桩号 0+350 附近以夹层形式存在,空间分布不连续。

3.2 土岩物理力学性质

为查明岸坡沿线黄土状砂壤土的物理力学特征,勘探时采取原状土样进行室内土工试验,并对该层进行了数理统计。根据室内土工试验成果及经验值,综合现场勘察,进行工程类比后提出了岸坡土体物理力学指标建议值,详见表 1、表 2。

表 1 堤基土体物理性质指标建议值表

地层时代	工程地质单元	含水率 w (%)	天然密度 ρ (g/cm ³)	孔隙比 e	液限 WL (%)	塑限 Wp (%)	塑性指数 Ip	液性指数 IL	黏粒含量 (%)	水平渗透系数 Kh (cm/s)
Q4alp	①									0.5
Q3m	②	12.9	1.71	0.775	27.1	14.9	12.2	0.16	8.4	1.0×10 ⁻⁴
	③									0.1
	④									8.0×10 ⁻³

表 2 堤基土体力学性质指标建议值表

地层时代	工程地质单元	粘聚力 C (kPa)	内摩擦角 φ (°)	压缩试验		与浆砌石摩擦系数 f	承载力建议值 fk (kPa)
				压缩系数 av1-2 (MPa ⁻¹)	压缩模量 Es (MPa)		
Q4alp	①	0	35		45	0.50	300
Q3m	②	12	18	0.20	7	0.30	120
	③	2	32		45	0.48	230
	④				30	0.42	140

3.3 主要工程地质问题分析及评价

(1) 砂土液化问题。工程区内以第四系上更新统马兰组地层为主,主沟沟底分布第四系全新统冲洪积卵石。

根据规范《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)中附录 P,工程区内 4 条支沟以第四系马兰组地层为主,为第四系晚更新世 Q3 地层,为非液化土层;工程区内原主沟沟底为第四系全新统冲洪积卵石,根据土工试验成果表明该卵石层,其颗粒小于 5mm 部分小于 30%,可判别为非液化土体。

综上所述,工程区内第四系上更新统马兰组地层及原主沟沟底第四系全新统冲洪积卵石层,经判别均为非液化土体。

(2) 现状河床及两侧岸坡质量问题。4 条支沟位于半山坡处, 均为土质边坡, 岩性以黄土状砂壤土及含壤土碎石为主, 边坡近直立, 无防护, 抗冲能力差, 遇水易软化、坍塌, 不利于洪水正常行洪。

原主沟河床开阔、平坦, 大多为开荒地, 树木林立, 杂草丛生; 主沟左侧边坡为人工堆积块石防护, 右侧无护砌, 为第四系上更新统马兰组地层, 抗冲洪能力差。设计后主沟多次改线, 多处偏离原主沟, 经现场踏勘, 新开挖改线段地层岩性以第四系上更新统马兰组含壤土碎石为主, 开挖时可能会发生地层的变化, 建议加强施工地质工作, 保证工程质量安全, 开挖后应注意两侧边坡的安全稳定问题及河床抗冲能力问题。

(3) 黄土湿陷性评价。湿陷性黄土的湿陷程度, 可根据湿陷系数 δ_s 值的大小分为下列三种: 即, 当 $0.015 \leq \delta_s \leq 0.03$ 时, 湿陷性轻微; 当 $0.03 < \delta_s \leq 0.07$ 时, 湿陷性中等; 当 $\delta_s > 0.07$ 时, 湿陷性强烈。湿陷性判别表见表 3。

表 3 黄土湿陷程度判别表

判别依据	湿陷程度	判别标准	试验数据					
			K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-2	K4-4
湿陷系数 δ_s	轻微	$0.015 \leq \delta_s \leq 0.03$	0.017	0.004	0.009	0.037	0.011	0.016
	中等	$0.03 < \delta_s \leq 0.07$						
	强烈	$\delta_s > 0.07$						
判别结果			轻微	无	无	中等	无	轻微

本次勘察共做 6 组黄土湿陷性试验, 经统计见表 4。

表 4 黄土湿陷性试验成果统计表

数值统计	湿陷系数 δ_s	湿陷起始压力 Psh	自重湿陷系数 δ_{zs}
最大值	0.037	>200	0.005
最小值	0.004	113	0.001
平均值	0.016	>181	0.003
组数	6	6	6

经统计, 湿陷系数 δ_s 为 0.004~0.037, 经判别, 其湿陷性强度等级为湿陷性轻微~湿陷性中等; 自重湿陷量为 0.001~0.005, 可判别为非自重湿陷性; 其湿陷性起始压力为 113~200kPa。其具体情况见土工试验成果表。

建议对挡墙基础进行夯实处理, 对墙后填土进行碾压处理。

(4) 地基沉降问题。主沟及 4 条支沟两侧多为黄土状砂壤土及含壤土碎石, 局部夹中沙层, 且各土层厚度不等, 堤基承载力建议值不同, 建议采取防护措施时, 应符合各地层承载力需求, 保证防护措施基础的安全稳定, 防止地基沉降的产生。

(5) 渗透变形问题。第四系上更新统马兰组黄土状砂壤土允许水力比降建议值为 0.35~0.40, 产生渗透破坏类型主要为流土; 第四系上更新统马兰组含壤土碎石及第四系全新统冲洪积卵石允许水力比降建议值为 0.10, 产生渗透破坏类型主要为管涌。

(6) 当开挖深度小于 3m 时, 黄土状砂壤土的临时开挖坡比建议值 1:0.75; 当开挖深度大于 3m 时, 黄土状砂壤土的临时开挖坡比建议值 1:1。当开挖深度小于 3m 时, 含壤土碎石的临时开挖坡比建议值 1:1.5; 当开挖深度大于 3m 时, 含壤土碎石的临时开挖坡比建议值 1:2。当开挖深度小于 3m 时, 卵石的临时开挖坡比建议值 1:2; 当开挖深度大于 3m 时, 卵石的临时开挖坡比建议值 1:2.5。

(7) 新增导流沟。对四支沟处 4 条毛沟进行封填, 并在四支沟左侧新增设 1 条导流沟, 将原来左侧 3 条毛沟流水导入四支沟内, 导流沟底宽 1m, 深 1m, 两侧边坡为 1:1.5, 浆砌石结构。经现场踏勘, 新增设导流沟地层以第四系马兰组黄土状砂壤土及含壤土碎石为主, 与周边地层结构相似, 其物理、力学性质指标及开挖坡比建议值, 可参考第②、③工程地质单元。

4 结语

山洪沟治理工程实施后, 使河道基本功能得到有效恢复, 水环境得到显著改善, 对实现河道综合功能的可持续发展、服务于当地经济社会可持续发展的战略目标, 以及建设资源、环境友好型社会具有深远意义。

[参考文献]

- [1]GB 50487-2008, 水利水电工程地质勘察规范[S].
 - [2]GB 18306-2015, 中国地震动参数区划图[S].
 - [3]SL/T299-2020, 水利水电工程地质测绘规程[S].
- 作者简介: 王娟(1984.12—), 东北林业大学, 园林植物与观赏园艺, 河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 专业技术人员, 副高。