

第一章 勘察工作概况

第一节 工程概况

拟建黄甫川特大桥属于庙沟门至墙头一级公路项目的控制性工程，位于府谷县麻镇以南约 5km 处的杜庄村附近，跨越府准公路及黄甫川川道。

根据设计单位提供的相关资料可知，拟设桥梁起始桩号为 K27+457，终点桩号 K28+803，中心桩号为 K28+130，全长 1346.08 米，桥梁预设高度为 18m，半幅桥面净宽为 11.25m，预设孔数 67 孔，单孔跨径为 20m，属特大桥。该桥上部结构拟采用预应力混凝土连续箱梁，下部结构为柱式墩、柱式台，基础拟采用桩基础。

本次勘察阶段为一次性定测，外业工作于 2010 年 11 月 15 日开始，2010 年 11 月 30 日结束，随后进入室内试验及资料整理阶段。

第二节 目的任务

本次勘察的目的是通过工程地质调绘、钻探、原位测试和岩土、水试验，详细查明桥址区的地形地貌、地层岩性、地质构造及不良地质现象、地下水类型及埋藏条件、地下水及地表水对混凝土的腐蚀性、桥基岩土的物理力学性质等，对桥址区场地的稳定性和适宜性作出评价，为施工图设计提供必要的岩土工程参数。

主要任务有：

- (1) 根据设计需要，详细查明桥址区的工程地质条件。
- (2) 详细查明桥址区的地质结构，工程地质及水文地质条件，提供工程和基础设计所需的岩土参数。

(3) 详细查明桥址区的不良地质现象及特殊性岩土分布，并提出治理方案。

(4) 确定桥址区的地震烈度，并进行地震效应评价。

(5) 提供编制施工图设计文件所需的地质资料。

第三节 技术依据

本次工程地质勘察工作所执行的规范、规程有：

- (1) 《公路工程地质勘察规范》JTJ064-98
- (2) 《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG D63-2007
- (3) 《中国地震动参数区划图》GB18306-2001
- (4) 《公路土工试验规程》JTG E40-2007
- (5) 《公路水质分析操作规程》JTJ056-84
- (6) 《工程建设标准强制性条文》（公路工程部分）

遵循、参考的规范和技术标准及相关数据有：

- (1) 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)
- (2) 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2002)
- (3) 《建筑抗震设计规范 2008 年版》(GB50011-2001)
- (4) 《供水水文地质勘察规范》(GB50027-2001)
- (5) 《工程地质手册》第四版
- (6) 《府谷县志》

第四节 工作方法及完成工作量

一、工作方法

本次勘察采用工程地质调绘、钻探、原位测试、室内岩土和水质试

验等综合勘察方法完成。

1. 工程地质调绘

以 1:2000 桥位地形图为底图,采用追踪法对线位两侧各 200-300m 范围内的地形地貌、地层岩性、不良地质现象、特殊性岩土分布、水文地质条件进行了调查,绘制了同比例尺的工程地质平面图。并收集了沿线气象、水文、植被、冻深等相关资料,着重调查了沿线不良地质以及人类活动对不良地质的影响,了解当地桥梁建设及其相关的工程经验。

2. 工程地质钻探与原位测试

(1) 钻孔孔位施放:本次孔位施放采用皮尺丈量实地放孔,孔口高程在桥梁纵断面上读取。

(2) 钻孔孔径:开孔直径 130mm,终孔孔径 91mm。

(3) 钻探设备与钻进方法:采用 XY-150 型台式钻机回转钻进,遇砂卵石层采用泥浆护壁或跟管钻进。

(4) 岩芯采取率:全孔连续取芯。对于砂土不小于 65%,粘性土不小于 90%,强风化破碎岩层不小于 60%,较完整岩层采取率不小于 90%。所取岩芯按上下顺序摆放,所有岩芯均拍照。

(5) 标贯及动探:对砂土含粉土按 1.5-2.0m 间距或按上、中、下分部位进行标贯试验,对粗粒的砾石土、卵石土进行动探试验,同时采取颗分试样。

(6) 试样采取:水位以上粘性土层原状样采用限制球阀式薄壁取土器静压法采取,水位以下在岩芯中采取,间距原则上为 2.0m,遇有土层变化,立即取样;砂类土从岩芯或标贯器中采的扰动样,间距为 2.0m,

岩样直接从岩芯中采取。

3. 岩、土、水室内测试

(1) 原状土样：测试项目有天然重度、比重、液限、塑限、压缩系数及固结快剪，并计算其它物理力学指标。

(2) 扰动砂样：做颗粒分析。

(3) 岩样：做岩石单轴饱和抗压强度，并计算其它指标。

(4) 水样分析：在河道中取水样做简分析+侵蚀性 CO_2 分析，用于判定其对混凝土的腐蚀性。

4. 室内综合分析整理

(1) 勘探点编号

本次采用钻探的手段进行勘探，勘探点编号约定为 ZK1、ZK2 …… ZK13 等，其中 ZK 为钻孔，1、2… …13 为序号，编号按里程从小到大依次编排。

(2) 岩土定名

本册报告岩土定名采用《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D36-2007)的定名原则。

(3) 工程地质层划分及层号编制

桥址区分布第四系松散层，下伏三叠系下统和尚沟组地层，按岩土形成的时代，考虑其成因类型，结合岩性进行划分。地层编号采用三级编号，第一级表示岩土体的地质时代，采用①、② ……⑤等表示，第二级表示成因类型，采用 1、2… …等数字表示；第三级表示岩土体岩性，亦采用 1、2… …等数字表示；如：①₁₁。本次勘探所揭露的地层岩性多

为冲洪积的稍密状粉土、砂土或中密状的碎石类土，状态单一，本次未按状态进一步划分地层。

二、完成工作量

本次勘察完成的工作量统计如表 1，具体钻孔如表 2：

表 1 勘察完成工作量统计表

勘 察 项 目		单 位	工 作 量	备 注
1：2000 工程地质调绘		km ²	0.75	
工程地质钻探		米/孔	359.2/13	
原位测试	标 贯	点次	25	
	动 探	米	2.00	
取样	原状样	组	2	
	扰动样	件	47	
	岩 样	组	40	
室内 试验	土工试验	组	49	
	岩石试验	块	26	
	水质分析	组	1	

表 2 钻孔要素一览表

序 号	钻孔 编号	里 程	勘探点 类型	钻探深 度(m)	地面高 程(m)	动探	取样个数				标贯 (次)	备 注
						深度 (m)	原	扰	岩	水		
1	ZK1	K27+440.0	取土样钻孔	40.20	897.06	0.10		9	4		5	
2	ZK2	K27+520.0	取土样钻孔	25.00	883.51	0.10		2	4		2	
3	ZK3	K27+600.0	取土样钻孔	25.10	888.16	0.20		4	3		1	
4	ZK4	K27+680.0	取土样钻孔	25.50	877.81	0.10		2	2		2	
5	ZK5	K27+840.0	取土样钻孔	25.00	877.84	0.10		2	3		1	
6	ZK6	K28+000.0	取土样钻孔	25.60	881.14	0.30		4	3		2	
7	ZK7	K28+130.0	取土样钻孔	25.40	882.05	0.20		3	3			
8	ZK8	K28+240.0	取土样钻孔	25.80	882.76	0.20		4	3		3	
9	ZK9	K28+400.0	取土样钻孔	25.30	884.20	0.20		4	3		3	
10	ZK10	K28+560.0	取土样钻孔	25.50	885.60	0.20		6	2		2	
11	ZK11	K28+720.0	取土样钻孔	25.10	892.87	0.10		3	3		2	
12	ZK12	K28+760.0	取土样钻孔	25.30	899.22	0.10		2	2		1	
13	ZK13	K28+800.0	取土样钻孔	40.40	913.55	0.10	2	2	5		1	
		合 计		359.20		2.00	2	47	40	1	25	

第二章 自然地理概况

第一节 地理位置与交通、经济

拟建桥梁行政区域上属陕西省府谷县麻镇乡，位于麻镇以南 5 公里处的杜庄村附近。“府（谷）至准（格尔旗）公路”从桥址区通过，“村村通”工程将各村落之间连接，交通较便利。

府谷县位于“神府东胜煤田”腹地，是全国载能火电第一县、全国最大的金属镁、电石生产基地，经济较发达。麻镇位于府谷县东北部，距离县城 50 公里，总面积 116 平方公里，以农业生产为主，主要农作物及经济作物有玉米、糜子、谷子、荞麦、土豆等。麻镇人杰地灵，传统文化蕴积深厚，黄甫川纵贯南北，明长城横亘东西，境内有保存比较完好的明代长城、烽火台、杨家崾智通寺等，旅游资源较丰富。

第二节 气象

桥址区所在的府谷县境内属中温带半干旱大陆性季风气候，年平均气温 9.1℃，极端最低气温-24℃，极端最高气温 38.9℃，最热为 7 月份，平均 23.9℃，最冷为 1 月份，平均-8.4℃。温差大，气候多变。

根据府谷县气象局提供的多年资料，本区年平均降水量 433.1mm，年最大降水量 849.6mm（1967 年），年最小降水量 277.7mm（1972），年蒸发量 1192.2mm，暴雨少，冰雹大，风多。

根据《府谷县志》，勘察区最大冻结深度 0.9-1.1m，最大 1.42m。最大积雪厚度不大，仅 11cm。

第三节 水文

勘察区河流主要为黄甫川，发育于内蒙准格尔旗，牛武城点半沟，

自内蒙古小石拉塔流入府谷境内，流经古城、皇甫、麻镇三乡，在皇甫乡下川口汇入黄河，府谷县进内流长 48km，占河流全长 127km 的 37.8%，府谷县内流域面积 418km²，占全流域面积 3241 km² 的 12.9%。年平均流量为 6.43m³/s，年径流总量为 2.028 亿 m³。7-9 月占 70.9%，年输沙量 6120 万吨，7-9 月占 91.3%。最大流量 8400 m³/s，最小流量 0 m³/s。

第四节 区域地貌及地质构造

勘察区区域地貌上属陕北黄土高原北部，区内沟壑纵横，地貌形态复杂。在流水作用下黄土被切割呈黄土梁或黄土峁的地貌形态，梁、峁之间为侵蚀河谷地貌。由于第四纪以来，勘察区区域构造上表现为间歇性上升伴随着河流下切，区内基岩露头较高，河谷两岸形成高阶地。

勘察区大地构造上属华北地台的鄂尔多斯地地块北部，区域构造上位于天环向斜东翼伊陕斜坡地带。区内出露中生界地层，基岩微向西倾，倾角 1-3°，为单斜构造。鄂尔多斯地块现代构造运动以升降为主，地块整体为一长轴南北向的宽缓向斜，断层不发育，构造简单。

第三章 桥址区工程地质条件

第一节 桥址区地形地貌

桥址区区域地貌属陕北黄土高原地貌，微地貌有淤地坝、河谷、黄土斜坡、滑坡等地貌单元。

（1）淤地坝地貌

陕北地区为防止水土流失，在各级沟道中，以拦泥砂淤地为目的而修建的坝工建筑物，坝顶宽约 2.5m，底宽约 17m，坝高约 14m，为土质

坝，两侧坝肩为黄土斜坡，局部基岩出露。坝内物质主要为泥砂，地形平坦，地下水位埋深浅，岩性主要为饱和砂土及饱和粉土，局部夹淤泥质土。如“淤积坝地貌景观”照片。

（2）河谷地貌

主要指黄甫川河谷及支沟，黄甫川河谷走向近南北，发育规模较大，河谷宽阔，地形平坦，呈“U”型河谷，一般宽约 800—1000m，最大高差约 22m。河谷中发育现代河床、河漫滩及一、二级阶地。河谷西岸为侵蚀岸，以河流侵蚀作用为主，岸边基岩出露。河漫滩高出现代河床 1.5-2.5m，滩面平缓，多以 1-3° 向河床倾斜，堆



淤地坝地貌景观（一）



淤地坝地貌景观（二）

积物以粉土、粉砂及卵石为主。一级阶地分布于河谷东岸，主要以堆积作用为主，宽约 130m，最大高差 8-10m，阶面较平缓，向河漫滩倾斜，堆积物主要为粉砂及卵石，下伏三叠系下统和尚沟组砂质泥岩，一级阶地基岩顶面高出河床及河漫滩基岩顶面 8-10m。二级阶地发育在黄甫川两岸斜坡地带，呈区域带状不连续分布，岩性主要为粉土及细砂，局部夹薄层卵石，阶面高程一般介于 910.0-915.0m，该高程面以上为马兰组风积黄土。其它支沟发育规模较狭窄，呈“V”型谷，第四系松散堆积物分布较薄。具体如“河（支）谷（沟）地貌景观”照片。



河谷地貌景观（一）



支沟地貌景观（二）

（3）黄土斜坡

分布于东侧桥台附近，黄土斜坡于二级阶地或基岩上，地形坡度较大，约 20° — 30° ，局部呈陡崖，斜坡上冲沟较发育，地形较破碎。岩性主要为砂质黄土，浅黄色，稍湿，可塑-硬塑，含少量钙质结核，垂直节理发育。

（4）滑坡地貌

东侧桥台处发育滑塌体，在重力作用下，由于“村村通”公路修建时对黄土斜坡坡脚进行开挖，导致黄土斜坡临空，产生滑坡，局部产生滑塌。该滑塌体长约



40m，宽约 8-10m，滑体最后

滑坡地貌景观

越 5m，体积约 500m^3 ，发育规模较小。滑坡形状如“圈椅”状，滑坡后壁且穿 Q_3 黄土，滑床为二级阶地顶面，剪出口附近可见零星卵砾石颗粒及砂土，可见该滑坡滑动时将二级阶地顶面有所错动，具体如“滑坡地

貌景观”照片。

第二节 桥址区地层岩性

桥址区出露中生界三叠系下统和尚沟组及第四系地层。现将桥址区及其附近出露的地层按时代、成因和性质由老至新叙述如下：

(1) 三叠系下统和尚沟组 (T_{1h})：主要以褐红色砂质泥岩为主及其夹灰绿色泥质砂岩，岩层倾向 $240-270^{\circ}$ ，倾角 $1-2^{\circ}$ ，节理裂隙发育，岩石碎裂，易风化，强度较低，勘察区广泛出露，所有钻孔均有揭露。

(2) 第四系

桥址区第四系堆积物分布范围广泛、厚度较大，岩性变化显著，根据时代和成因的不同，地层可划分为上更新统 (Q_3) 及全新统 (Q_4) 地层。现有老至新分述如下：

上更新统马兰组黄土层 (Q_3^{eol})，分布于黄土斜坡地带，主要由黄土组成，浅黄色，可塑-硬塑，垂直节理发育，含少量钙质结核。

上更新统萨拉乌苏组冲积层 (Q_3^{al})，分布于二级阶地上，由粉土、中砂、卵石等组成，较密实，ZK12 钻孔揭露。

全新统冲洪积层 (Q_4^{1al+pl})，分布于一级阶地上，由粉砂及卵石组成，松散-稍密，ZK11 钻孔揭露。

全新统现代河床冲洪积层 (Q_4^{2al+pl})，分布于现代河床及河漫滩地带，粉土、粉砂、细砂、中砂、砾砂及卵石，松散，组成，ZK2、ZK4、ZK5、ZK6、ZK7、ZK8、ZK9、ZK10 钻孔中均有揭露。

全新统淤积层 (Q_4^l)，分布于淤地坝内，由粉土及细砂组成，饱和，松散，ZK1 钻孔揭露。

全新统人工堆积层 (Q_4^{me})，主要为淤地坝体及公路路基，中密-密实，ZK1 及 ZK3 钻孔揭露。

全新统滑坡堆积层 (Q_4^{del}) 分布于东侧桥台的黄土斜坡附近，ZK13 钻孔揭露。

第三节 桥址区水文地质条件

根据桥址区含水介质及埋藏条件，将地下水分为：基岩孔隙裂隙水和松散岩类孔隙水两类。

(1) 基岩孔隙裂隙水

赋存于三叠系下统和尚沟组岩层孔隙及裂隙中，由于岩层平缓，裂隙不甚发育，加之沟谷切割基岩一般 10-50m，含水层连续性差，故地下水补给与赋存条件较差，水量贫乏，以下降泉的形式排泄，单泉流量一般小于 1L/s。

(2) 松散岩类孔隙水

可分为第四系冲洪积层孔隙潜水和黄土层裂隙孔洞潜水。冲洪积层孔隙潜水主要分布于黄甫川河谷漫滩及阶地区，含水层岩性为粉土、粉细砂、卵砾石层等，结构松散，水量较丰富，水化学类型为 $SO_4-HCO_3-Cg-Mg$ 型水，接受降水及地表水补给，向河流下游排泄。黄土层裂隙孔洞水分布于黄土梁峁沟壑区，含水层为下-中更新统黄土，主要接受大气降水补给，多以地表径流形式排泄，赋存条件差，富水性差。

(3) 地下水及地表水化学特征

对沿线河流取地表水进行化学分析，根据水质分析报告可知，区内地表下及地下水的 PH 值 7.9，属弱碱性水，总硬度为 400.5mg/L，属极

硬水，地表水及地下水类型为 $\text{SO}_4\text{—HCO}_3\text{—Cg—Mg}$ 型水。对其按《公路工程地质勘察规范》附录 D 进行判定，桥址区地表水及地下水对混凝土不具腐蚀性。具体指标详见《水质分析报告》。

第四节 新构造运动及地震

桥址区及其附近整体构造稳定，断层不发育，区域稳定性较好，地震频率小，强度低。根据《府谷县志》记载，从 1542 年至今，共发生地震 6 次，震级最大为 5 级。周边地区地震波及府谷有感地震 10 次。根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2001 及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)，勘察区地震动反应谱特征周期 T_m 为 0.40s，地震动峰值加速度 PGA 为 0.05g，相当于地震烈度 VI 度。

第五节 桥址区不良地质现象及特殊岩土

一、不良地质现象

桥址区东侧桥台分布一处小型滑塌体，在重力作用下，由于“村村通”公路修建时对黄土斜坡坡脚进行开挖，导致黄土斜坡临空，产生滑坡，局部产生滑塌。该滑塌体呈“圈椅”状形态，滑坡后壁且穿 Q_3 黄土，滑床为二级阶地顶面，剪出口附近可见零星卵砾石颗粒及砂土，可见该滑坡滑动时将二级阶地顶面有所错动。

该滑塌体长约 40m，宽约 8-10m，滑体最厚越 5m，体积约 500m^3 ，发育规模较小，施工时清除即可。

二、特殊性岩土

桥址区西侧桥台位于淤地坝内，根据钻探资料，该处地层为饱和松散的粉土及细砂，呈流沙状，局部夹淤泥或淤泥质土，地基承载力较低，

不宜作为天然地基，由于分布较厚，不宜换填，建议在该桥台附近采用桩基础，桩端持力层应嵌入中风化砂质泥岩层。

第四章 桥址区工程地质特征及评价

第一节 桥基岩土分层及评价

桥址区主要由第四系全新统现代河床冲洪积（ Q_4^{2al+pl} ）地层及三叠系下统和尚沟组（ T_{1h} ）地层组成，现按自上而下的顺序描述如下：

①₁₁ 人工素填土：深褐色，稍湿，密实，主要为淤地坝填土，土质较均匀。该层最大揭露厚度 13.0m，工程地质性质一般。

①₁₂ 人工杂填土：深褐色，稍湿，硬塑，主要为路基填筑土，包含粉土、细砂、碎块石等，较密实。该层最大揭露厚度 6.0m，工程地质性质一般。

①₂₁ 粉质粘土：黄褐色，稍湿，硬塑，土质较均匀，结构较疏松，含少量碎石，该层最大揭露厚度约 5m，为滑坡堆积层，工程地质性质较差。

②₁₁ 粉土：褐灰色，稍湿-潮湿，松散-稍密，土质较均匀，结构疏松，粉粒含量较高，局部夹粘土薄层。该层最大揭露厚度 4.0m，承载力低，工程地质性质差。

②₁₂ 细砂：灰黄色，松散，饱和，砂质不均匀，主要矿物以石英、长石为主，含量占 60%，粉土及粉砂充填，含少量砾石颗粒。该层最大揭露厚度 9.8m，呈流沙状，工程地质性质差。

②₂₁ 粉土：褐灰色，稍湿，松散-稍密，土质较均匀，结构疏松，粉

粒含量较高，局部夹粘土薄层。该层最大揭露厚度 3.6m，承载力较低，工程地质性质较差。

②₂₂ 粉砂：褐灰色，稍湿-饱和，中密，主要矿物以石英、长石为主，级配一般，含少量的粘粒。该层最大揭露厚度 3.0m，工程地质性质较差。

②₂₃ 细砂：灰黄色，稍湿-饱和，稍密，砂质不均匀，主要矿物以石英、长石为主，含量占 60%，粉土及粉细砂充填，含少量砾石颗粒。该层最大揭露厚度为 7.2m，工程地质性质较差。

②₂₄ 中砂：灰黄色，稍湿-饱和，稍密，砂质不均匀，主要矿物以石英、长石为主，含量占 60%，粉土及粉细砂充填，含少量砾石颗粒。该层最大揭露厚度 4.0m，工程地质性质较差。

②₂₅ 砾砂：褐红色，稍湿-饱和，松散-稍密，砂质不均匀，颗粒级配不良，主要矿物以石英、长石为主，含量占 55%，中粗砂及粉土充填。该层最大揭露厚度 1.60m，工程地质性质较差。

②₂₆ 卵石：褐黄色，稍湿，中密-密实，母岩成份主要为砂岩，浑圆状，磨圆较好，分选性差，颗粒级配一般，粒径一般 4-7cm，含量占 50% 以上，最大粒径约 10cm，砾石及砂土充填。该层最大揭露厚度 6.0m，工程地质性质较好。

③₁₁ 粉土：褐红色，稍湿，松散-稍密，土质较均匀，含少量砾石颗粒，粉细砂充填。该层最大揭露厚度 3.6m，工程地质性质较差。

③₁₂ 卵石：褐黄色，稍湿，中密-密实，母岩成份主要为砂岩，浑圆状，磨圆较好，分选性差，颗粒级配一般，粒径一般 4-7cm，含量占 50% 以上，最大粒径约 10cm，砾石及砂土充填。该层最大揭露厚度 3.70m，

工程地质性质一般。

④₁₁ 黄土：浅黄色，稍湿，可塑-硬塑，土质均匀，结构疏松，砂含量较高，垂直节理发育，具大孔隙，含少量钙质结核，具轻微湿陷。该层最大揭露厚度 4.5m，工程地质性质一般。

④₂₁ 粉土：褐灰色，稍湿，中密-密实，土质较均匀，结构疏松，粉粒含量较高，局部夹粘土薄层。该层最大揭露厚度 4.20m，工程地质性质一般。

④₂₂ 中砂：灰黄色，稍湿-饱和，中密-密实，砂质不均匀，主要矿物以石英、长石为主，含量占 60%，粉土及粉细砂充填，含少量砾石颗粒。该层最大揭露厚度 1.50m，工程地质性质一般。

④₂₃ 卵石：褐黄色，稍湿，中密，母岩成份主要为砂岩，钙质结核等，浑圆状，磨圆较好，分选性差，粒径一般 4-7cm，含量占 50%以上，最大粒径约 10cm，砾石及砂土充填。分布于河谷两岸的二级阶地上。该层最大揭露厚度 1.50m，工程地质性质一般。

⑤₁₁ 强风化砂质泥岩：褐红-棕红色，饱和，主要以粘土矿物为主，薄层状构造，含灰绿色泥质砂岩团块，岩芯呈片状或短柱状，一般长 3-8cm。该层最大揭露厚度 12.0m，属极软岩，工程地质性质一般。

⑤₁₂ 中风化砂质泥岩：紫红色，饱和，主要以粘土矿物为主，裂隙较发育，层状构造，岩芯呈柱状或长柱状，一般长 20-40cm，风干易碎。该层本次勘探未揭穿，属较软岩，层位稳定，工程地质性质较好，可作为桩端持力层。

第二节 桥基岩土物理力学性质指标

本次勘探在桥位各钻孔中采取了原状样及扰动样做了室内土常规及颗粒分析试验，并计算了相关指标，成果列于《土工试验报告》，由于桥址区多为砂类土，粘性土取样数量较少，本次不进行分层指标统计，土的岩性定名及相关物理力学指标可参阅《土工试验报告》。

本次对钻孔中的砂类土做了标准贯入试验，成果列于“标准贯入试验成果表”表 3。

标准贯入试验成果表 表 3

序号	勘探点 编号	试验段深度(m)	标贯击数 N(击)	探杆 长度	校正 系数	标贯修正 击数 N(击)	岩土 编号	岩土名 称
1	ZK1	10.65-10.95	13.0	12.00	0.810	10.5	① ₁₂	筑填土
2		2.15-2.45	5.0	4.00	0.973	4.9	② ₁₁	粉土
3		4.15-4.45	8.0	5.60	0.931	7.4	② ₁₂	细砂
4		6.15-6.45	10.0	8.00	0.880	8.8		
5		8.15-8.45	11.0	10.00	0.843	9.3		
6	ZK2	3.35-3.65	13.0	5.00	0.947	12.3	② ₂₃	细砂
7	ZK3	1.15-1.45	10.0	2.90	1.000	10.0	① ₁₂	填筑土
8	ZK4	1.65-1.95	3.0	3.40	0.989	3.0	② ₂₃	细砂
9		2.65-2.95	13.0	4.40	0.963	12.5	② ₂₅	砾砂
10	ZK5	1.00-1.30	6.0	2.70	1.000	6.0	② ₂₃	细砂
11	ZK6	1.65-1.95	9.0	3.40	0.989	8.9	② ₂₄	中砂
12		3.15-3.45	12.0	4.80	0.952	11.4		
13	ZK8	2.15-2.45	8.0	4.00	0.973	7.8	② ₂₂	粉砂
14		3.65-3.95	12.0	5.50	0.933	11.2	② ₂₃	细砂
15		5.15-5.45	16.0	7.10	0.898	14.4	② ₂₅	砾砂
16	ZK9	2.15-2.45	12.0	3.90	0.976	11.7	② ₂₃	细砂
17		4.55-4.85	14.0	6.30	0.914	12.8		
18		6.15-6.45	15.0	7.90	0.882	13.2		
19	ZK10	2.15-2.45	11.0	3.90	0.976	10.7	② ₂₁	粉土
20		4.15-4.45	13.0	6.00	0.920	12.0	② ₂₄	中砂
21	ZK11	2.15-2.45	11.0	3.90	0.976	10.7	③ ₁₁	粉土
22		4.15-4.45	14.0	5.90	0.923	12.9		

23	ZK12	2.15-2.45	12.0	4.00	0.973	11.7	④ ₂₁	粉土
24	ZK13	5.70-6.00	17.0	7.40	0.892	15.2	④ ₂₂	中砂

对标准贯入试验成果进行分层统计，统计结果列于表 4。

标贯入试验成果分层统计表 表 4

地层代号	岩土名称	统计个数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
① ₁₂	填筑土	1	10	10	10	-	-
② ₁₁	粉土	1	4.9	4.9	4.9	-	-
② ₁₂	细砂	3	9.3	7.4	8.5		
② ₂₁	粉土	2	10.7	10.5	10.6	-	-
② ₂₂	粉砂	1	7.8	7.8	7.8		
② ₂₃	细砂	7	13.2	3.0	10.03	3.93	0.39
② ₂₄	中砂	3	12.0	8.9	10.77	-	-
② ₂₅	砾砂	2	14.4	12.5	13.45	-	-
③ ₁₁	粉土	2	12.9	10.7	11.8	-	-
④ ₂₁	粉土	1	11.7	11.7	11.7	-	-
④ ₂₂	中砂	1	15.2	15.2	15.2	-	-

本次对钻孔中的碎石类土（卵石土）做了重型动力触探试验，成果列于“重型动力触探成果表”表 5。由于本次重型动力触探试验在相同层位中试验点较少，本次不进行指标统计，有关试验指标可参阅“重型动力触探试验成果表”表 5。

重型动力触探试验成果表 表 5

序号	勘探点编号	试验段深度(m)	重型动探 N63.5(击/10cm)	探杆长度(m)	杆长修正系数	重型动探修正 N63.5(击)	岩土编号	岩土名称
1	ZK1	14.50-14.60	31.0	16.00	0.53	16.6	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
2	ZK2	5.00-5.10	33.0	6.50	0.78	25.8	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
3	ZK3	7.00-7.10	13.0	8.50	0.83	10.8	③ ₁₂	卵石土
4		8.20-8.30	50.0	9.70	0.62	31.0	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
5	ZK5	3.60-3.70	16.0	5.10	0.90	14.4	② ₂₆	卵石土
6	ZK6	5.50-5.60	12.0	7.00	0.87	10.4	② ₂₆	卵石土
7		7.90-8.00	14.0	9.40	0.81	11.3	② ₂₆	卵石土
8		10.30-10.40	50.0	11.80	0.56	27.8	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩

9	ZK7	5.90-6.00	12.0	7.40	0.86	10.3	② ₂₆	卵石土
10		8.00-8.10	18.0	9.50	0.78	14.0	② ₂₆	卵石土
11	ZK8	6.50-6.60	17.0	8.00	0.82	13.9	② ₂₆	卵石土
12		8.50-8.60	30.0	10.30	0.68	20.5	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
13	ZK9	7.50-7.60	17.0	9.00	0.80	13.5	② ₂₆	卵石土
14		8.50-8.60	50.0	10.00	0.61	30.5	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
15	ZK10	7.50-7.60	18.0	9.00	0.79	14.2	② ₂₆	卵石土
16		10.20-10.30	46.0	11.70	0.57	26.4	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
17	ZK11	6.00-6.10	19.0	7.50	0.82	15.6	③ ₁₂	卵石土
18	ZK12	4.60-4.70	45.0	6.10	0.76	34.3	⑤ ₋₁₁	强风化砂质泥岩
19	ZK13	7.00-7.10	25.0	8.50	0.76	18.9	④ ₂₃	卵石土

本次勘察在钻孔中取得岩样，做了岩石单轴饱和抗压强度试验，试验结果列于《土工试验报告》。对岩石单轴饱和抗压强度指标进行统计，求得标准值，结果列于“岩石单轴饱和抗压强度指标统计表”表 6。

岩石单轴饱和抗压强度指标统计表 表 6

地层代号	岩土名称	统计个数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	统计修正系数	标准值
⑤ ₁₂	砂质泥岩	24	9	6	7.25	0.99	0.14	0.95	6.887

综合上述岩土物理力学性质指标及原位测试统计结果，参考《公路桥涵地基与基础设计规范》并结合岩石单轴饱和抗压强度标准值及工程经验，综合确定桥基土承载力容许值 f_{a0} 、桩侧土摩阻力标准值 q_{ik} 的范围值及土石工程分级如表 7。

各层土的承载力容许值、摩阻力标准值和土石工程分级 表 7

序号	时代成因	岩土名称	地层编号	承载力基本容许值 [f_{a0}] (kPa)	摩阻力标准值 q_{ik} (kPa)	土石工程分级	备注
1	Q_4^{me}	素填土	① ₁₁	—	—	I	
2		杂填土	① ₁₂	—	—	I	
3	Q_4^{del}	粉质粘土	① ₂₁	150	45	I	
4	Q_4^I	粉土	② ₁₁	—	—	I	

5		细砂	② ₁₂	—	—	I	
6	Q ₄ ^{2al+pl}	粉土	② ₂₁	—	—	I	
7		粉砂	② ₂₂	—	—	I	
8		细砂	② ₂₃	190	40	I	
9		中砂	② ₂₄	330	55	I	
10		砾砂	② ₂₅	370	65	I	
11		卵石	② ₂₆	500	130	II	
12	Q ₄ ^{1al+pl}	粉土	③ ₁₁	180	45	I	
13		卵石	③ ₁₂	550	140	II	
14	Q ₃ ^{eo1}	黄土	④ ₁₁	170	50	I	
15	Q ₃ ^{al}	粉土	④ ₂₁	200	50	I	
16		中砂	④ ₂₂	370	65	II	
17		卵石	④ ₂₃	650	150	III	
18	T _{1h}	砂质泥岩	⑤ ₁₁	800	200	III	强风化
19		砂质泥岩	⑤ ₁₂	1200	—	IV	中风化

第三节 桥梁场地适宜性及墩台稳定性评价

拟建桥梁总体位于皇甫川河谷阶地区，地形平坦开阔，桥基土由第四系全新统人工填土层、全新统冲洪积层、上更新统冲积及风积层，以及三叠系下统和尚沟组岩层组成，区内岩层稳定，构造不发育，工程地质条件较好，适宜建桥。

根据设计单位提供的桥梁资料可知，拟建桥梁横跨皇甫川河谷，桥梁走向近东西向，西侧桥台设于淤地坝内，桥基土层为松散、饱和的粉砂及粉土，埋藏较深，承载力低，不宜采用天然地基，建议采用嵌岩桩基础，桩端持力层应置于中风化砂质泥岩中；东侧桥台处发育一小型滑塌体，规模较小，稳定性差，建议清除该滑塌体。桥墩主要布置于河谷阶地上，松散覆盖层厚度最大埋深 10m 左右，承载力较低，不宜采用天然地基，建议采用端承桩基础，桩端持力层应深入中风化岩层 3-5m。

第五章 结论与建议

1. 桥址区位于黄甫川河谷阶地区，地形平坦、开阔，水文地质及工程地质条件较简单，区域稳定性较好，适宜建桥。

2. 本次勘察将桥基岩土按其时代、成因及岩性分为 5 大工程地质层，19 个工程地质亚层，各工程地质层特征相关物理力学指标性质如第四章所述。

3. 根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)和《建筑抗震设计规范 2008 年版》(GB50011-2001)，桥址区地震动峰值加速度 $PGA=0.05g$ ，反应谱特征周期 $T_m=0.40s$ ，相当于地震烈度Ⅵ度，由于拟建桥梁属特大桥，建议桥梁设防烈度提高 1°，按Ⅶ度进行抗震设防。

4. 根据《水质分析报告》可知，桥址区地表水及地下水 PH 值为 7.9，总硬度为 400.5mg/L，地表水及地下水类型为 $SO_4-HCO_3-Cg-Mg$ 型水。对其按《公路工程地质勘察规范》附录 D 进行判定，桥址区地表水及地下水对混凝土不具腐蚀性。

5. 桥址区第四系松散覆盖层分布广泛，承载力较低，不宜作为天然地基，建议桥梁基础类型采用端承桩基础，桩端持力层应深入中风化岩层 3-5m 为宜。

6. 东侧桥台发育一处滑塌体，规模较小，稳定性差，建议清除。