

武汉阳逻长江公路大桥工程地质评价

刘章捷,王云安

(湖北省交通规划设计院,湖北武汉 430051)

摘要: 武汉阳逻长江大桥桥址区断层和褶皱发育,襄樊—广济断裂带位置不清。在初勘阶段,针对不同的桥型方案,运用多种勘探手段进行了同等深度的勘察。勘探结果表明,在勘探深度范围内,没有发现襄樊—广济断裂从桥址区通过,仅在 K80+530 m 和 K81+860 m 处发现两正断层,其中 F_1 对三塔斜拉桥桥型方案的中塔影响较大, F_2 处于南引桥部位,对大桥的影响较小。从地质条件方面考虑,阳逻长江大桥选用悬索桥方案比较合适,如果采用斜拉桥方案,则中塔位置需要向南移。

关键词: 地质概况;初步勘察;襄樊—广济断裂带;桥型方案。

中图分类号: P642 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)04-0385-03

作者简介: 刘章捷(1966—),男,高级工程师,1988年毕业于中国地质大学(武汉)工程地质专业,现主要从事公路与桥梁岩土工程勘察、地基处理等方面的生产与研究。

拟建的武汉阳逻长江公路大桥是京珠、沪蓉国道主干线武汉绕城公路东北段的重要组成部分和控制性工程,它位于武汉市东北郊,距武汉关下游约 30 km,桥址北岸为武汉市新洲区阳逻镇观音阁,南岸为武汉市洪山区向家尾。

目前,武汉阳逻长江公路大桥正处于初步设计阶段,主桥桥型拟定有“双塔悬索桥、三塔悬索桥、三塔斜拉桥”3种比选方案,该桥的初步工程地质勘察是在工程可行性研究阶段工程地质勘察的基础上,针对3种比选方案,采用综合手段进行的。

1 区域地质条件

1.1 地层岩性

勘察区地层主要有:人工筑填土(Q^{ml})、第四系全新统冲积层(Q_1^{al})、下更新统冲积层(Q_1^{al})、第四系残坡积层(Q^{edl})、白垩—下第三系东湖群(K—E) dn 及下石炭统和洲组(C_1h)。

1.2 地质构造

根据区域地质资料,勘察区的断层主要有两组:(1)北东—北北东向断裂,包括谏家矶—嘉鱼断裂(相当于长江断裂)、东湖—鲁湖断裂(相当于鲁湖—

赵李桥断裂)、龙口—流芳断裂等;(2)北西—北西西向断裂,包括北西向李家集—新集镇断层(其西北端与青山口断裂相连)、土庙镇—樊口断层;北西西向有沿俯河—白水湖南岸—后湖南部、经谏家矶跨天兴洲的断裂,在天兴洲以东,另有一断层,它延伸至北湖以后与龙口—流芳断层相交。有些资料认为,北西西向两断层是襄樊—广济断裂的一部分,而实际上,从俯河向西,它并没有与襄樊—云梦断裂相连,而是在其南部。由此可见,襄樊—广济断裂在勘察区并不连续,其具体位置尚待确定。

1.3 新构造运动与地震

勘察区的新构造运动主要表现为缓慢的振荡式升降和局部掀斜,造成河流变迁,多级阶地形成,新断裂产生和微震活动。

勘察区第四纪裂隙和断层比较发育,多集中在阳逻—青山—黄冈这个沿江三角形地带,多发育在下更新统砂砾石层中,个别错断中更新统王家店组,影响到更新统青山组沉积。区内孕育地震发生的主要是北东—北北东向活动性大断裂和少数北西向继承性活动断裂(如襄樊—广济断裂),从这些断裂的活动历史来看,最近一次活动多集中在新第三纪至晚更新世之间,全新世表现为振荡式升降且活动微弱。因此,近期内发生强震的可能性不大。桥址区的地震基本烈度为Ⅵ度,大桥设计应按Ⅶ度进行设防。

1.4 水文地质条件

在勘察深度范围内,桥址区地下水主要以 3 种形式存在:(1)上层滞水,主要赋存于上部素填土及粘性土中,无统一的自由水面,接受大气降水和地面排水的垂直下渗补给,水量一般较小;(2)孔隙承压水,主要赋存于粉、细砂及砾、卵石层中,具较稳定的承压水头,与长江水力联系密切,水量丰富;(3)基岩裂隙水,主要赋存于东湖群砂砾岩中,水量贫富不均,并具有一定的承压性质。

水质分析试验结果表明,桥址区地下水对混凝土结构无腐蚀性,对钢结构具弱腐蚀性。

2 工程地质初勘

根据公路工程勘察规范,初勘阶段应对各桥位方案进行工程地质勘察,为此,笔者针对 3 种不同的桥型方案进行了同等深度的勘察。勘察方法包括:工程物探、工程地质钻探、水文地质钻探、标准贯入试验、重(Ⅱ)型动力触探测试、抽水试验,室内岩、土、水试验等。

2.1 工程物探

采用地震反射波法、地震映射波法,查明桥址区断层分布、地层岩性分层、基岩面起伏情况,为此,沿大桥中轴线及平行于轴线且距轴线下游 30 m 布置了两条测线,并顺江布置了多条小测线,采用炸药震源,取得了较好的效果。采用声波测试、钻孔彩电录像查明孔内岩土的实际波速及岩土层的完整性,共完成声波测试 485.3 m/8 孔,钻孔彩电录像 97 m/3 孔。

2.2 工程地质钻探

本桥初勘阶段,共完成 33 个工程地质钻孔,总进尺 1 437.97 m,采取土样 500 件、岩样 161 组、水样 4 组,标准贯入试验 345 次,重(Ⅱ)型动力触探 134 次。

2.3 水文地质钻探与抽水试验

现场抽水试验的目的在于获取场地下部砂土层及砾卵石层的综合渗透系数及影响半径,从而为南锚碇区深基坑开挖承压水控制设计提供依据。本次勘察采用的是完整井定流量抽水模式。两观测井布置在主井一边,勘探线平行长江。

为满足抽水试验的要求,共完成水文地质钻孔 3 个,总进尺 118.0 m。现场抽水试验历时 24 h,进行了一个落程的抽水试验。

2.4 室内试验

为满足该桥设计的需要,笔者对所采取的原状土样进行了常规的物理力学试验、渗透试验、高压固结试验;砂类土、碎石类土采取扰动样进行筛分试验,粉细砂进行动三轴试验;岩石岩矿薄片鉴定、单轴极限抗压试验、劈裂法拉伸试验、三轴抗剪试验;水的筒分析试验。

3 勘察结果

本次勘察由于准备工作充分,选用方法合理,技术措施正确,取得了比较圆满的效果,查明了桥址区的地形地貌、地质构造、地层岩性、水文地质条件及地震对大桥的影响等,为本阶段大桥设计提供了科学的依据。

勘察成果表明:在勘探深度范围内,没有发现襄樊—广济断裂从桥址区通过,仅在 K80+530 m、K81+860 m 处发现两正断层(F_1 、 F_2),其中 F_1 对三塔斜拉桥桥型方案的中塔影响较大, F_2 处于南引桥部位,对大桥的影响相应较小。仅从地质方面考虑,悬索桥方案较为适宜,若采用斜拉桥方案,其中塔需向南移(往北为主航道)。

依据岩土的年代成因、岩性、物理力学性质及风化程度的差异,可将桥址区岩土由上至下划分为 6 个单元层组(见表 1):(1)单元层填土层。依据其成因又可分为(1-1)层人工筑填土(Q^{ml})和(1-2)层长江近期冲积沉积的冲填土(Q^{al})两个亚层;(2)单元层第四系全新统冲积形成的一般粘性土层(Q_4^{al})。依据层内土性、包含物及物理力学性质的差异又可分为(2-1)层亚粘土、(2-2)层淤泥质亚粘土及(2-3)层亚粘土夹亚砂土、粉砂 3 个亚层;(3)单元层第四系全新统冲积形成的砂土层(Q_4^{al})。依据土性及物理力学性质的差异又可分为(3-1)层粉砂、(3-2)层细粉砂及(3-3)层粉细砂 3 个亚层;(4)单元层第四系全新统冲洪积砂砾层(Q_4^{al+pl})。依据土性及物理力学性质的差异又可分为(4-1)层含砾细中砂及(4-2)层圆砾两个亚层;(5)单元层白垩—下第三系东湖群(K—E)dn。依据岩性及风化程度的差异又可分为(5-1)层强风化砂、砾岩,(5-2-1)层弱风化含砾粉砂岩、泥岩,(5-2-2)层弱风化砾岩,(5-3-1)层微风化含砾粉砂岩、泥岩及(5-3-2)层微风化砾岩共 5 个亚层;(6)单元层下石炭统和洲组(C_1h)。灰色、深灰色钙质不等粒岩屑砂

表 1 不同岩土层参数
Table 1 Parameters of different rocks and strata

地层编号	$\gamma /(\text{t} \cdot \text{m}^{-3})$	容许承载力 σ_0/kPa	变形模量 E_s/MPa	抗压强度 R_a/MPa	抗拉强度 p/MPa	摩阻力 τ_i/kPa	抗剪强度		渗透系数 $K/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
							$\varphi/(\text{°})$	c/kPa	
(1-1)	1.83	130	5.0			25	22	17	2.0×10^{-6}
(1-2)	1.85	105	6.5			22	25	14	6.7×10^{-6}
(2-1)	1.83	150	4.5			43	15	16	2.0×10^{-6}
(2-2)	1.78	95	3.5			20	13	8.0	5.2×10^{-7}
(2-3)	1.83	135	5.5			36	18	15	9.5×10^{-7}
(3-1)	1.82	120	10.0			22	26	0	
(3-2)	1.90	170	14.5			45	32	0	综合渗透系数为
(3-3)	1.95	200	16.5			55	34	0	$1.88 \times 10^{-2} \text{cm/s}$,
(4-1)	2.05	305	22.0			70	36	0	影响半径为 477 m
(4-2)	2.20	750	45.0(E_0)			125	45	0	
(5-1)	2.36	600	38.0(E_{50})			100			
(5-2-1)	2.39	1 100	185.0(E_{50})	4.43					
(5-2-2)	2.65	2 500	2 750.0(E_{50})	19.42	1.32				
(5-3-1)	2.47	2 500	750.0(E_{50})	14.70	0.50				
(5-3-2)	2.65	6 500	5 600.0(E_{50})	36.86	1.32				
(6-1)	2.56	2 700		27.0					
(6-2)	2.67	7 000		42.3					

(1)表中(3-2)、(3-3)、(4-1)、(4-2)层土的 γ 值据公路桥涵地基与基础设计规范;(2)场地(3-1)、(3-2)、(3-3)、(4-1)层的 φ 值据省规深基坑工程技术规定中经验公式 $\varphi = \sqrt{20N} + 15^\circ$ 确定,其中 N 值为标准值。(4-2)层 φ 值系地区经验值;(3)表中(1-1)层渗透数 K 系地区经验值。 E_0 . 初始变形模量; E_{50} . 50kPa 压力下的变形模量。

岩、钙质粉砂质细砂岩。依据其风化程度的差异又可分为(6-1)层强风化岩屑砂岩、细砂岩,(6-2)层弱风化岩屑砂岩、细砂岩 2 个亚层。

桥址区各岩土层的主要物理力学参数、钻孔桩桩基设计参数、深基坑开挖边坡支护设计参数及地下水控制设计参数可按表 1 建议值采用。

ENGINEERING GEOLOGICAL EVALUATION OF YANGLUO YANGTZE BRIDGE, WUHAN

Liu Zhangjie, Wang Yun'an

(Communication Layout & Design Academy of Hubei Province, Wuhan 430051, China)

Abstract: The main engineering problems were represented in the paper: developing faults, fold strata and unclear belt of Xiangfan-Guangji fracture. In elementary period, comprehensive geological methods were applied in the exploration of the bridge site at the same depth for different samples. As a result, no belt of Xiangfan-Guangji fracture was prospected, and only two faults were found at K80+530 m and K81+860 m. The F_1 fault of them had a great influence on the three-tower rope scheme, while the F_2 fault in the south bridge approach had little. So, the scheme of rope bridge was better if only geological conditions were considered. If the sample of stiff bridge was selected, the middle tower must be moved to the south.

Key words: geological condition; elementary exploration; belt of Xiangfan-Guangji fracture; bridge scheme.