

某斜拉索桥工程地质条件与桩基方案探讨

邵程邦

浙江华东建设工程有限公司 浙江 杭州 310011

摘要: 桩基础设计是桥梁工程设计范畴内一项重要设计内容,近年来由于地震影响造成桩基不均匀沉降,致使桥梁丧失使用功能的事故时有发生。本文以80抗震设防区实际桥梁工程为例,对某矮塔斜拉索桥主桥部分在非抗震设计条件下和抗震设计条件下桩基计算数据进行对比分析。从设计原则、设计条件、计算方法等方面论述了两者计算结果的异同,可知常规情况时,主桥桥墩下的抗震设计桩长较非抗震设计桩长要长,增大约10%左右,但也并非绝对,个别情况下非抗震设计桩长较大,实际桩长应以抗震和非抗震两种工况的包络值为准。对比分析可得,影响主桥桥墩下摩擦桩实际桩长的因素主要有:地质条件、设防烈度、河床冲刷水位、不同工况条件下桩顶竖向力和弯矩等,这些因素在设计时要逐一考虑。

关键词: 斜拉索桥桩基方案探讨;桩基设计

引言

桩基础是一种应用广泛的深基础形式,能较好地适应复杂的地质条件和各种荷载情况,具有承载力高、稳定性好、不均匀沉降小的特点,在桥梁工程中被广泛应用。但是,震害调查表明,桩基仍然是桥梁结构地震中的易损构件,近年来由于地震作用下桩基差异沉降给桥梁造成破坏的未充分估计地震作用的影响而造成桩长不够,也有部分桩基抗震设计时夸大考虑了上部结构的地震效应组合作用,桩长过于富裕,造成了不必要的浪费,大桥横跨分水江,江面宽度约700m,河床中部设斜拉桥主桥墩,桥墩两侧满足上下通航的需要。

1 基本地质条件

河床表层为淤泥;下部为分水江阶地二元沉积结构,其上部以粘性土和砂土为主,下部为卵、砾石层,基岩为侏罗系劳村组(J₃l)熔结凝灰岩(钻孔揭露①中风化、②中风化上段、③中风化下段)^[1]。

2 主桥墩地质条件与桩基设计方案

主桥墩上游ZK90钻孔,在孔深19.4~29.5m揭露了断层,岩芯为碎裂岩和灰白色砂砾状碎粉岩、角砾岩等组成,均一性差、强度差异性大。

主桥墩下游ZK91钻孔,在孔深23.7~32.8m也揭露了断层,其岩芯主要为灰白色砂砾状碎粉岩,少量为粒状碎裂岩,工程性状差,断层底部为稍脆碎块状玄武玢岩^[2]。

根据钻孔揭露及区域地质资料,推测其为同一条断层,为进一步明确断层分布、性状,在下游布置了ZK89钻孔(孔深27.0m),未见明显构造破碎迹象,综合推断本断层产状为N35~50°E,SE∠50~60°,宽3~5m。

对桩基方案进行专门的分析,上游主墩拟布置4排

共14根桩,桩排向与F₂断层走向大致呈锐角,有如下几种方案:

2.1 高低脚桩基

桩基利用高低脚进行设计,即承台下4排桩根据F₂断层的倾向、倾角关系分别穿越断层破碎带,确定4个不同的持力点,进入到下部③层内。

该方案特点:持力层入桩深度不易确定。

2.2 深桩基

所有桩基均穿越断层进入③层内,持力层顶板高程均按-32.83m考虑(ZK90钻孔深29.50m)。

该方案特点:桩基受力状态明确,承载力高;缺点:桩基均穿越大段的坚硬的中风化熔结凝灰岩层,施工难度较大,工期亦较长^[3]。

下游主桥墩有ZK89、ZK91二个钻孔控制。ZK91钻孔在孔深23.7~32.8m(对应高程为-29.1~38.2m)揭露F₂断层。ZK89钻孔全段范围内岩芯未出现断层性状,经钻孔电视复核也无异常变化。

本主墩桩基持力层以进入③层内3D(D为桩直径)为宜。按ZK89(北侧排桩)钻孔计,则以最不利的北侧排桩考虑,桩基进入中风化顶板高程-19.14m(孔深14.3m)以下3D(D为桩直径),桩基持力层与下卧F₂断层破碎带上界面相距大于规范规定的 $\geq 4d \sim 5d$ 标准。

2.3 鉴于特殊的地质条件,对主桥墩作施工期勘察,进一步明确主墩下断层分布,适时作出工程优化的判断。

2.4 本工程主体为桥梁,桩基宜采用灌注桩。进一步分析灌注桩的桩型,首先应满足可以穿越大粒径漂、卵、砾石和微风化熔结凝灰岩(饱和单轴抗压强度 $23 < R_b \leq 54.6$ MPa)钻进能力,同时也需考虑桥墩群桩之间

减少临桩施工震动、挤压、干扰等因素。

2.5 分析认为本工程可采用非挤土性质的灌注桩：有旋挖钻孔灌注桩、反循环钻成孔灌注桩等。以及部分挤土性质的灌注桩：有冲击成孔灌注桩等。具体选用何种桩型，可根据灌注桩的施工工艺、造价、工期等因素综合确定。

2.6 根据设计道路高程，桩号ZK3+430~ZK3+600段，场地需回填厚度约3.0~10.0米的填土；桩号ZK2+610~ZK2+830段、闸道（4）YEW-K0+00~YEW-K0+90、闸道（5）YNW-K0+00~YNW-K0+140段，路堤建议采用换填法处理，采用级配较好的砂、砾石分层压实至基地高程，分层压实厚度不小于1.50米，以检测合格的压实土作为路基基础持力层。

3.单桩轴向受压承载力容许值估算

本工程桥基拟采用大直径钻孔灌注桩，根据不同的桩长、桩径，根据《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63-2007），嵌岩桩的单桩轴向受压承载力容许值估算按照以下公式进行：

$$[Ra] = c_1 A_p f_{rk} + u \sum_{i=1}^m c_{2i} h_i f_{rki} + \frac{1}{2} \zeta_s u \sum_{i=1}^n l_i q_{ik}$$

式中：[Ra]——单桩轴向受压承载力容许值（kN）。

c_1 ——根据清孔情况、岩石破碎程度等因素而定的端阻发挥系数。

A_p ——桩端截面面积（m²）。

f_{rk} ——桩端岩石饱和单轴抗压强度标准值（kPa），取20000。

c_{2i} ——根据清孔情况、岩石破碎程度等因素而定的第i层岩层的侧阻力发挥系数。

u ——各土层或各岩层部分的桩身周长（m）。

h_i ——桩嵌入各岩层部分的厚度（m），不包括强风化层和全风化层。

m ——岩层的层数，不包括强风化层和全风化层。

ζ_s ——覆盖层土的侧阻力发挥系数，取0.2。

l_i ——各土层的厚度（m）。

q_{ik} ——桩侧第i层土的侧阻力标准值（kPa）。

n ——土层的层数，强风化和全风化岩层按土层考虑。

选用ZK90钻孔的资料作为钻孔灌注桩容许承载力试算。

钻孔灌注桩单桩轴向受压承载力容许值试算表

桩型规格 (mm)	桩端持力层	进入持力层深度(m)	桩长(m)	单桩轴向受压承载力容许值Ra (kN)
Φ1200钻孔灌注桩	穿越	1.2 (1D)	30.7	25633
Φ1500钻孔灌注桩	断层	1.5 (1D)	31.0	35733
Φ1200钻孔灌注桩	以③为持力层	3.6 (3D)	33.1	31086
Φ1500钻孔灌注桩		4.5 (3D)	34.0	44254

注：1. 本表计算桩长自地面起算。

2. 系数 c_1 值取破碎0.4；对于钻孔桩，降低20%采用；对于中风化层作为持力层的情况，乘以0.75的折减系数，即修正后 $c_1=0.24$ ；

3. 系数 c_2 值取破碎0.03；对于钻孔桩，降低20%采用；对于中风化层作为持力层的情况，乘以0.75的折减系数，即修正后 $c_2=0.018$ 。

结束语

综上所述，拉索桥有系到桥柱的钢缆。钢缆支撑桥面的重量，并将重量转移到桥柱上，使桥柱承受巨大的压力。主要是均匀受力。

参考文献

[1]桥梁加固与改造[M],爱云,2004
 [2]既有桥梁评估方法研究[J] 李亚东1997
 [3]桥梁检测评估与补强[M]李有丰2003