

# 薄壁桥台嵌岩桩基础斜桩与直桩设计方案的比较

张利强

(中交第一公路工程局有限公司海外公司,北京 100038)

**摘要:**结合莫桑比克 Nampula - Cuamba 道路升级改造项目第二标段 Monapo 桥基础桩基工程,采用 Prokon 2.5 结构分析软件对薄壁桥台嵌岩斜桩和直桩在不同台高和不同桩长的受力和配筋情况分别进行计算分析,从而为设计中根据不同地层条件和不同台高选择合理的桩基形式提供依据。

**关键词:**桥梁桩基;薄壁桥台;斜桩;直桩

**中图分类号:**U443.15 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)11-0075-03

**Comparison of Design Schemes of Inclined Pile and Vertical Pile in Embedded Rock Pile of Thin Walled Abutment/ZHANG Li-qiang** (1. China First Highway Engineering Co., Ltd., Beijing 100038, China)

**Abstract:** According to the pile foundation engineering of 2nd section of Monapo bridge foundation project in Nampula-Cuamba road upgrading and regeneration in Mozambique, calculation analysis was made on the stress and reinforcement of different base heights and pile lengths of embedded rock pile of thin walled abutment with Prokon 2.5 structure analysis software, so as to provide the basis for rational selection of pile foundation type based on different formation conditions and base heights in the design.

**Key words:** bridge pile foundation; thin walled abutment; inclined pile; vertical pile

## 0 引言

莫桑比克 Nampula - Cuamba 道路升级改造项目初步设计由日本一家公司设计,中交一局海外公司承担该项目第二标段的施工,其中 Monapo 桥基础采用斜桩基础,在施工前进行地质钻探后发现,该桥的地层情况与设计方采用的地层资料不一致,初步设计时采用的地层资料在距地表 7 ~ 10 m 已经进入新鲜岩层,但钻探资料显示,新鲜岩层要在距地表 25 ~ 29 m 才出现。笔者就薄壁桥台嵌岩桩在不同桩长及不同台高情况下就斜桩与直桩两种桩型进行计算分析比较,分析总结斜桩和直桩的适用条件和两种桩基形式在相同使用条件下的优劣,从而在设计中根据不同的设计条件选择合理的桩形。

## 1 Monapo 桥梁概述

Monapo 桥为 2 × 16 m 组合梁桥,上部结构为预制钢筋混凝土 I 形梁和现浇桥面板构成,桥台为八字形薄壁台,桥墩为实体薄壁墩,初步设计中墩台基础为直径 762 mm 斜桩基础,桩长平均 11 m,桥台桩基底加设预应力锚杆以增加桩基抗拔力。

地质资料:0 ~ 1.6 m 为素填土,灰褐色,主要为中砂杂粉质粘土,土质干燥松散;1.6 ~ 3.6 m 为粉质粘土,灰色,含腐殖质,局部近淤泥质;3.6 ~ 6 m

为细砂,灰色,局部近粉砂;6 ~ 8.1 m 为粉质粘土,灰黄、棕黄夹灰色,夹中砂沙粒,底部偶见小石英块;8.1 ~ 25.9 m 为全风化片麻岩,灰褐夹黑色,已全风化成中粗砂,夹有粉质粘土;25.9 ~ 26.9 m 为强风化片麻岩,灰黄色,片麻理结构,块状构造,局部已全风化成中粗砂,手可捏碎;26.9 ~ 29.5 m 为微风化片麻岩,灰黄局部青灰色,片麻理结构,块状构造;29.5 ~ 31.8 m 为微风化花岗岩,灰黄色,局部肉红色,局部近花岗岩片麻岩。

根据地质钻探资料,重新设计承台及桩基,桩基及承台布置如图 1 所示。

## 2 桥台结构分析计算

桥台结构采用 Prokon 2.5 结构分析软件进行分析计算;采用南非规范《Code of Practice for Design of Road Bridges and Culverts》(1998)和 SABS 0100 - 2000。

上部结构自重及车辆荷载采用集中荷载加载,土压力及车辆荷载引起的土压力采用面荷载加载;采用土体容重 18 kN/m<sup>3</sup> 及 0.4 土压力侧向系数计算土压力;车辆荷载采用 NA、NB、NC 三种车辆荷载;荷载组合按照《Code of Practice for Design of Road Bridges and Culverts》5.2 进行组合。

收稿日期:2012-03-31

作者简介:张利强(1975-),男(汉族),山西交城人,中交第一公路工程局有限公司海外公司,地下建筑工程专业,从事桥梁涵洞的设计及施工管理工作,北京市朝阳区管庄周家井,zlq1007@sina.com。

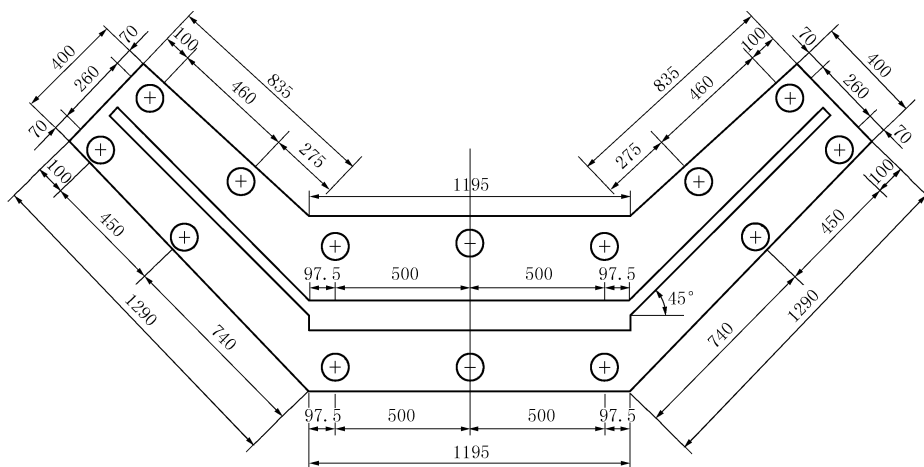


图1 6 m高桥台基础平面图

桩基配筋采用按桩底固结、桩顶部分固结无侧向支撑计算。

计算分析中,6 m 高桥台桩基采用 1 m 桩径,10 m 高桥台桩基采用 1.2 m 桩径,桥台采用 C30 混凝土,桩基采用 C25 混凝土,G450 钢筋。

分析模型如图 2 所示。

结构计算结果如表 1、表 2 所示。

### 3 计算结果分析

(1)通过以上结构计算分析可知,在台高和桩长相同的情况下,斜桩的轴向力和弯矩均小于直桩,部分斜桩和直桩的弯矩值相差 4 倍以上; (2)对于高度较低桥台(台高 $\leq 6$  m),斜桩方案和直桩方案桩底均没有出现拉力;

(3)对于高度较高的桥台(台高 6 ~ 10 m),直桩方案桩基底均出现拉力,而且,相同台高情况下,桩基越长,桩底拉力越大,设计中须进行抗拔验算,必要时桩底加设预应力锚杆以增加桩基抗拔力;

(4)对于高度较低的桥台(台高 $\leq 6$  m),当桩长较短( $\leq 15$  m)时,斜桩和直桩配筋量基本相同,当

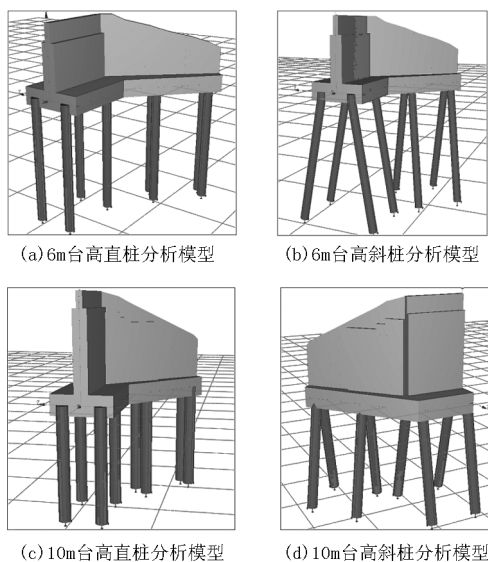


图2 不同桥台高度斜桩与直桩分析模型

桩长较长( $> 15$  m)时,直桩的配筋量是斜桩配筋量的 1 倍左右;

(5)对于高度较高的桥台(台高 6 ~ 10 m),斜桩和直桩的配筋量除 10 m 桩长相同外,其余桩长直桩配筋量是斜桩配筋量的 2 ~ 5 倍。

表 1 6 m 桥台桩基计算表

桩长 /m	桩基 类型	桩顶最大轴向力及对应弯矩			桩顶最大弯矩及对应轴向力			桩底最大 拉力/kN	桩径 /mm	桩基最大配 筋/mm <sup>2</sup>	备注
		轴向力/kN	$M_{yy}$	$M_{xz}$	轴向力/kN	$M_{yy}$	$M_{xz}$				
10	直桩	1999.3	265.0	28.6	1430.1	-440.0	45.9	0	1000	3142	10 $\Phi$ 20
	斜桩	2008.0	16.2	-169.3	1596.0	50.4	256.1	0	1000	3142	10 $\Phi$ 20
15	直桩	1988.6	593.5	-3.3	1620.4	-638.4	37.2	0	1000	3817	13 $\Phi$ 20
	斜桩	2032.8	14.2	-185.9	1721.5	39.6	260.1	0	1000	3142	10 $\Phi$ 20
20	直桩	2115.0	795.6	-6.0	1782.6	-838.8	31.8	0	1000	9216	19 $\Phi$ 25
	斜桩	2039.8	12.3	-221.9	1789.1	32.4	283.0	0	1000	4430	10 $\Phi$ 25
25	直桩	2235.5	998.9	-8.0	2225.0	-1041.32	8.2	0	1000	17193	22 $\Phi$ 32
	斜桩	2041.3	10.7	-283.2	1615.3	-24.3	-306.5	0	1000	9952	21 $\Phi$ 25
30	直桩	2244.1	825.5	-4.2	1977.7	-856.7	25.1	0	1000	22470	28 $\Phi$ 32
	斜桩	2041.3	9.5	-369.3	1020.6	-5.9	428.5	0	1000	17070	22 $\Phi$ 32

表2 10 m桥台桩基计算表

桩长 /m	桩基 类型	桩顶最大轴向力及对应弯矩			桩顶最大弯矩及对应轴向力			桩底最大 拉力/kN	桩径 /mm	桩基最大配 筋/mm <sup>2</sup>	备注
		轴向力/kN	$M_{yy}$	$M_{xx}$	轴向力/kN	$M_{yy}$	$M_{xx}$				
10	直桩	3826.3	1304.5	-41.6	3811.5	-1456.9	45.0	-549.6	1200	4524	15Ø20
	斜桩	3817.6	8.4	-461.7	3129.9	99.7	560.4	-117.5	1200	4524	15Ø20
15	直桩	4196.4	2023.5	-46.4	4181.6	-2173.8	48.8	-795.1	1200	11858	25Ø25
	斜桩	3894.3	12.3	-471.3	3393.3	77.1	555.0	0	1200	4524	15Ø20
20	直桩	4556.9	2745.5	-49.7	4542.1	-2894.9	51.6	-1034.5	1200	23344	30Ø32
	斜桩	3919.6	12.7	-488.8	3528.9	62.3	565.5	0	1200	4524	15Ø20
25	直桩	4909.5	3469.1	-52.1	4894.7	-3618.0	53.7	-1271.2	1200	37835	31Ø40
	斜桩	3926.9	12.1	-539.6	3607.1	52.0	614.1	0	1200	11681	24Ø25
30	直桩	5221.6	4121.2	-53.8	5206.8	-4269.8	55.2	-1483.1	1200	54976	44Ø40
	斜桩	3927.9	11.3	-615.8	3652.9	45.2	690.6	0	1200	20693	26Ø32

平均桩长 17 m。

#### 4 结语

通过以上计算分析可知,当桥台高度较低(台高 $\leq 6$  m)时,直桩与斜桩方案均可行,桩长为 15 ~ 25 m 的斜桩方案在钢筋使用量上优于直桩方案,其余桩长情况斜桩与直桩方案钢筋用量相差不大;当桥台高度较高(6 ~ 10 m)时,直桩方案桩基底出现拉力,除在桩底加设抗拔设施外,钢筋使用量比斜桩方案大 2 ~ 3 倍,因此对于高桥台,除考虑施工设备和施工工艺外,斜桩方案优于直桩方案,桩径 1 m,平均桩长 17 m。

本项目的 Monapo 桥桥台高度为 5 ~ 6 m,桩基设计长度为 15 ~ 25 m,从结构安全性和材料使用量上,斜桩方案优于直桩方案。但我们项目施工设备和施工人员均来自国内,由于国内公路铁路桥梁很少使用斜桩,因此基本没有用于斜桩施工的专用设备,只有少数厂家通过临时改造直桩施工设备来用于斜桩施工;施工人员对斜桩施工也缺乏实践经验,鉴于以上原因,Monapo 桥采用直桩方案,桩径 1 m、

通过上述桩基计算分析发现,在高桥台桩基设计中,斜桩基明显优于直桩基,但在国内桥梁设计中却很少使用,这主要是因为国内缺少斜桩基施工的专用设备;但斜桩基在日本、南非和欧洲国家已经普遍使用,同时也促进了斜桩专用施工设备在这些国家的发展。我国有很多桥梁项目,希望国内设计人员设计中适当优先考虑采用斜桩基,以促进国内斜桩基设备的研发和使用,提高我国桥梁设计施工综合实力。

#### 参考文献:

- [1] Code of Practice for Design of Road Bridges and Culverts (1998) [S].
- [2] SABS 0100 - 2000 [S].
- [3] 江祖铭,王崇礼.公路桥涵设计手册——墩台与基础[M].北京:人民交通出版社,2000.
- [4] 邵旭东.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [5] Tyler G. Hicks. Handbook of Civil Engineering Calculations [M].北京:高等教育出版社,1999.

## 山东省地矿系统举办固体矿产岩心钻探技能大赛

**本刊讯** 2012年11月16~17日,山东省地矿系统固体矿产岩心钻探技能大赛于在烟台举行。从山东省地矿局系统近3000名钻探工中选拔产生的21名选手,进行了钻进岩样、钻具组装、升降钻具3个项目的决赛,共产生1金、2银、3铜6枚奖牌和3个单项第一。金牌获得者将按程序申报山东省“富民兴鲁”劳动奖章,银牌和铜牌获得者授予局、院劳动模范,所有参赛选手被授予“山东省地矿系统钻探技术能手”称号。

本次大赛由山东省总工会和山东省地矿局联合主办,主题是“提高地勘钻探技能,促进地质找矿突破”。10支参赛代表队的21名选手,经过各个地勘单位理论考试、实际操作预赛选拔产生。通过钻进岩样、钻具组装、升降钻具等3个项目,历时两天的激烈角逐,来自省第三地质矿产勘查院的选手马云超技压群雄,以总分第一摘得金牌,并获钻进岩样单项第一名;省第三地质矿产勘查院曲仕强、省第六地质矿产勘查院郑尊歧获得银牌;省第三地质矿产勘查院王修辉、省第六地质矿产勘查院王京兵、鲁南地质工程勘察院白书斗获得铜牌;省

第四地质矿产勘查院牟杰、王朝辉分别获得钻具组装、升降钻具单项第一名。闭幕式上,向获奖选手颁发了荣誉证书和奖金。

山东省地矿局是国内外知名的地矿勘查劲旅,小口径绳索取心钻探技术和装备以及完成的钻探工作量多年保持全国领先水平。钻探进尺连续五年突破百万米,今年还将有所突破。在超深、超斜、超难钻探领域多次打破全国纪录。在2011年举行的全国第一届地勘钻探职业技能大赛中,该局取得2金、2银、2铜的好成绩,奖牌总数列各参赛队伍之首,获得技能人才培育突出贡献奖。这些成绩的获得,得益于该局多年来一直高度重视技能人才培育。他们曾会同省总工会、省劳动厅、省人事厅,多次举办覆盖全省地勘行业的综合或单项劳动技能大赛,以技能竞赛活动为平台,激励技术工人岗位成才,培养造就了一大批高级技能人才,先后涌现了全国技能大赛得主黄永堂、全国技术能手田庆华、李令军,全国钻探技能大赛金牌亚军、李存峰,为大力实施资源山东建设战略,提供了技能人才支持。

(张敏、秦幸福、耿仁东 供稿)