

Application of Steel Tube Column Bailey Beam Support in the Construction of Cast-in-place Continuous Box Girder

Jianhang Xu

China Railway 15th Bureau Group First Engineering Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710018, China

Abstract

In this paper, taking the S104 line Lanzhou (Shenjiapo) to Donggang highway from Shenjiapo to Aganzhen section of the South Ring Road Interchange Main Line, the 7th link of the cast-in-place box girder on the right side of the main line as the background, discusses the current situation of the steel tube column bailey beam bracket. The application of poured beams in the construction of crossing the river provides a reference for other similar projects.

Keywords

steel tube column bailey beam; buckle bracket; pile foundation; river crossing

钢管柱贝雷梁支架在现浇连续箱梁施工中的应用

徐建行

中铁十五局集团第一工程有限公司, 中国·陕西 西安 710018

摘要

论文以S104线兰州(沈家坡)至东岗公路沈家坡至阿干镇段工程南环路互通立交主线右幅第7联现浇箱梁为背景,探讨了钢管柱贝雷梁支架在现浇梁跨越河道施工中的应用,为其他类似工程提供参考依据。

关键词

钢管柱贝雷梁; 盘扣支架; 桩基础; 跨河道

1 引言

随着中国交通事业蓬勃发展,公路桥梁的建设也越来越多^[1]。论文以实际项目为支撑,探讨了钢管柱贝雷梁支架在现浇梁跨越河道施工中的应用。

2 工程概况

S104线兰州(沈家坡)至东岗公路沈家坡至阿干镇段工程起点位于兰州市七里河区沈家坡村,起点桩号K0+000;终点位于兰州市七里河区阿干镇河坝村,终点桩号K23+045;项目沿线经八里镇、清水营、岷口子、阿干镇(河坝村),全长23.045km。本项目的建设是全面贯彻落实国家“一带一路”、本部大开发建设,是加快推进精准扶贫精准脱贫,是带动沿线资源开发及经济社会协调发展,是实现国省道路联网,发挥整体效能的需要^[2]。

南环路互通立交主线全长1600.881m,共设置特大桥2929.9m/2座(桥梁以单幅计),匝道全长3683.713m,共

设置桥梁2200.28/9座。YKO+811.35南环路互通立交主线特大桥(右幅)共计20联,桥长1507.7m,右幅第7联为4m×24m预应力混凝土现浇连续梁,箱梁底宽7.25m,顶宽11.25m,高1.5m,其中Y24-Y25墩柱位于原雷坛河河道内。箱梁采用现浇法施工,混凝土标号C50,共764.52m³,先浇注底板、腹板至上梗肋下端,后浇注顶板。

3 支架方案的确定

该联箱梁Y24-Y25墩柱位于原雷坛河河道内,表层土为杂填土(0~2.7m),褐色,稍湿,稍成分以碎石粉土为主;下为卵石(2.7~27.3m),稍湿,中密,分选一般,磨圆较好,骨料以中风化砂岩岩屑为主,可见最大粒径12cm,一般粒径2~7cm,砾砂充填。另外Y22~Y24墩柱原地面高于河道常水位1m~2.2m,雨季时河水有漫过河岸的风险。综合考虑技术可行性、经济效益、工期等各方面因素,决定采用方案2钢管柱贝雷梁钻孔桩基础与盘扣支架组合作为现浇梁施工支撑架,每跨设置3道钢管柱,跨中钢管柱立于钻孔桩基础上,两端钢管柱立于现有承台上^[3,4]。方案比选见表1。

【作者简介】徐建行(1985-),男,中国河南太康人,本科,工程师,从事公路桥梁施工研究。

表 1 方案比选表

序号	方案	比选分类		方案比选内容
1	满堂盘扣式支架	1	技术可行性;	1 技术可行, 盘扣架技术成熟, 基础易处理且稳定;
		2	安全可靠;	2 支架部分区域位于河道内, 雨水较大时有浸泡风险;
		3	施工工期;	3 前期需进行地基处理, 支架搭设较快;
		4	经济性	4 基础处理成本较高, 且不可重复使用, 措施费用较高
2	钢管贝雷梁钻孔桩基础	1	技术可行性;	1 技术可行, 结构受力明确, 应用广泛;
		2	安全可靠;	2 整体稳定性较高, 沉降量小, 短期水浸影响较小;
		3	施工工期;	3 桩基础旋挖机成孔, 工期短, 上部支架搭设快;
		4	经济性	4 桩基础成本高, 无法重复利用, 措施费用高
3	钢管贝雷梁条形基础	1	技术可行性;	1 技术可行, 应用广泛;
		2	安全可靠;	2 支架部分区域位于河道内, 雨水较大时有浸泡后不均匀沉降风险;
		3	施工工期;	3 条形基础施工便捷, 上部支架搭设快;
		4	经济性	4 条形基础费用相对较低

4 支架设计

4.1 支架总体布置情况

箱梁底模采用厚 15mm 竹胶板, 次龙骨为 100×100mm 方木, 纵向布置, 间距 200mm; 次龙骨采用 12# 工字钢, 横向布置, 间距 900mm。下部设置盘扣满堂架, 立杆直径 60mm, 壁厚 3.2mm, 纵向间距为 900mm, 实心段为 600mm, 横向一般间距为 900mm, 腹板下为 600mm, 步距为 1.5m。

盘扣下贝雷梁支架布置: 主梁上部为工 10 小分配梁, 主梁为常规的 321 型贝雷梁和 HM588×300 型钢, 下部分配梁为 2HM588×300 型钢, 分配梁下方布置 φ609×16mm 钢管桩, 钢管桩支撑于承台或钻孔桩基础上, 钢管桩之间采用 16a 槽钢及 φ219×6.5 钢管联结。

4.2 钻孔灌注桩基础受力验算

跨中为 2 根钻孔桩基础, 直径 1m, 桩长 10m, 桩顶振捣密实后放置预埋钢板, 钢管柱与钢板之间采用焊接。桩基施工前清除表层杂填土 1.2m, 桩身全部处于卵石层中, 具体地质情况如表 2 所示。

表 2 地质情况表

序号	岩土名称	厚度(m)	岩土描述	摩阻力标准值 q _{ik} (kPa)
1	杂填土	0~2.7	褐色, 稍湿, 稍成分以碎石粉土为主	-10
2	卵石	2.7~27.3	稍湿, 中密, 分选一般, 磨圆较好, 骨料以中风化砂岩岩屑为主, 可见最大粒径 12cm, 一般粒径 2~7cm, 砾砂充填	160

依据 JTG3363—2019《公路桥涵地基与基础设计规范》, 单桩轴向受力承载力特征值 R_a 计算公式如下:

$$R_a = \frac{1}{2} \mu \sum_{i=1}^n q_{ik} l_i + A_p q_r$$

$$q_r = m_0 \lambda [f_{a0} + k_2 \gamma_2 (h - 3)]$$

式中: μ——桩身周长, πd=3.14×1m=3.14m;

A_p——桩端截面面积, πr²=3.14×0.5×0.5=0.785m²;

N——土的层数, 桩全部处于卵石层中, n=1;

L_i——土层厚度, 取 10m;

Q_i——与 l_i 对应的各土层与桩侧的摩阻力标准值, 根据图纸钻孔柱状图(钻孔编号 ZK-TDQ-7), 卵石层 q_{ik}=160kPa;

Q_r——修正后的桩端土承载力特征值, 计算后大于 2750kPa 时, 取 2750kPa, 否则取计算值;

f_{a0}——桩端土的承载力特征值, 根据规范 4.3.3 条, 取 650kPa;

H——桩端的埋置深度, 取桩长 10m;

k₂——承载力特征值的深度修正系数, 根据规范表 4.3.4, 取 6.0;

r₂——桩端以上各土层的加权平均重度, 卵石土容重实测 2.27g/cm³, r₂=2.27×9.8kN/m³=22.246kN/m³。

则: q_r=1.0×0.7×[650+6×22.246×(10-3)]=1109.03kPa<2750kPa,

取 q_r=1109.03kPa,

R_a=1/2×3.14×(160×10+0.785×1109.03)=3878.8kN

桩基础所受荷载包括箱梁自重, 人、机具、模板等施工荷载, 以及贝雷梁、分配梁自重等。

单跨 Y22-Y26 箱梁自重计算: 765.39×2.5/4=478.37t。

单跨人、机具、模板等施工荷载: 0.6×11.25×24.3=164.03t。

单跨盘扣架自重: 3.8×24.3×(11.25+0.9×2)×15kg=18.076t。

单跨贝雷梁自重: 8×16×270kg=34.56t。

柱顶分配梁 588 型钢自重: 2×12×151/1000=3.624t。

单根 609 钢管柱自重: 12.8×233.97kg=2.99t。

单根桩基础所受荷载:

9.8×[(478.37+164.03+34.56+18.076)/6+3.624/2]=1182.27kN

安全系数计算: 3878.8/1182.27=3.28, 满足要求。

5 支架搭设

5.1 施工流程

支架施工流程如下：承台及桩基础预埋钢板→放线定位→安装钢管柱→安装柱间联系梁及柱顶分配梁→拼装及吊装贝雷梁→铺次分配梁→安装盘扣架。

5.2 施工要点

①预埋钢板底部设6根C25钢筋，长50cm，底部设弯钩，与承台或者桩基础同时浇筑，钢筋与钢板间焊缝应满足规范要求。

②钻孔桩采用旋挖成孔，严格控制桩径、孔位、孔深以及桩顶标高，桩顶混凝土振捣密实。预埋钢板底部不得有空隙，顶面保持水平。

③钢管柱安装前应测得预埋钢板顶标高，以确定钢管柱高度。立柱法兰盘与钢板间采用焊接，10cm一道焊缝，间距10cm，焊缝质量需满足规范要求。

④贝雷梁2片一组，拼装完成后整体吊装，贝雷梁形式、位置及间距应严格按照施工方案要求，各组之间采用槽钢连接，增加整体稳定性。

⑤盘扣架安装前需进行测量放样，以确定边腹板、翼缘板位置及相应立杆高度。

⑥支架安装完成后必须组织验收，验收内容主要包括各构件材质、规格、设置形式等是否符合方案与规范要求，各安全措施是否布置到位等。

6 支架预压

6.1 堆载材料

堆载材料采用混凝土预制块，尺寸1m×1m×1m，单块均重2.4t，按照结构形式堆载。支架预压最大荷载为箱梁理论重量1.1倍+施工荷载1.1倍。

6.2 预压荷载计算

根据规范及支架计算书，取钢筋混凝土密度 $2.5t/m^3$ ，模板荷载 $0.3t/m^2$ ，施工荷载为 $0.3t/m^2$ ；

钢筋混凝土： $765.39m^3 \times 2.5t/m^3 = 1913.475t$ 。

人、机具、箱梁模板等施工荷载为： $0.6t/m^2 \times 11.25 \times 24.3 \times 4m^2 = 656.1t$ 。

合计 $1913.475 + 656.1 = 2569.575t \times 1.1 = 2826.5t$ 。

6.3 分级加载

加载顺序按混凝土浇筑的顺序进行（先底板及模板内后顶板，从墩顶向跨中加载，水平分层加载），加载时分三次进行，依次施加荷载应为单元内预压荷载的60%、80%、110%，预压必须待支架充分稳定且预压时间不得少于7天。

具体加载数值如表3所示。

6.4 沉降观测

6.4.1 设置沉降点

为了掌握加载后地基和支架的变形情况，确定箱梁底模铺设标高，需要在预压前布好沉降观测网。

①本联现浇箱梁纵断面共计布设3（每跨3个断面，跨中一个断面，每跨两头各一个断面）×4（共计4跨）=12个。

②箱梁每个观测断面设置5个观测点，对称布置；本联现浇梁共计布置 $12 \times 5 = 60$ 个测点。

③每组观测点应在支架顶部和支架底部对应位置上布设；另外在钢管柱底部设置观测点，以测量在预压过程中的地基沉降量^[5]。

④观测点采用高程法测量，即测量观测点位的高程变化。

表3 支架预压加载表

加载分级	本级加载重量(t)	累计加载重量(t)	本级吊装预压块(个)	累计吊装预压块(个)
第1级	1541.7	1541.7	642	642
第2级	513.9	2055.7	214	857
第3级	770.9	2826.5	321	1178

6.4.2 观测要点

每级加载完成后，应先停止下一级加载，并应每间隔12h对支架沉降量进行一次监测。当支架顶部监测点12h的沉降量平均值小于2mm时，可进行下一级加载。

全部预压荷载施加完毕后，监测并记录各监测点标高；后每间隔24h监测一次，记录各监测点标高、计算沉降量。

在全部加载完成后的支架预压监测过程中，当满足下列条件之一时，应判定支架预压合格：

①各监测点最初24h的沉降量平均值小于1mm；

②各监测点最初72h的沉降量平均值小于5mm。

可以看出该断面预压累计沉降量最大值为1.51cm，说明整个现浇箱梁支撑体系安全稳定。

7 结语

钢管贝雷梁的主要优势在于安装便捷，工期短，可以跨越河道、山谷、公路等复杂地形，还具有抗弯能力强，稳定性高，跨度大、成本低等优点。缺点是贝雷梁自重较大，吊装及拆除均对场地有一定要求，施工全程安全管理任务较重^[6]。钢管贝雷梁与盘扣支架结合使用，灵活性更强，适用范围更广。在施工中根据现场条件选择合理的形式，不断探索与创新，相信未来会有更好的应用前景。

参考文献

- [1] JTG 3363—2019 公路桥涵地基与基础设计规范[S].
- [2] 刘雅男.钢管贝雷梁支架在连续施工中的应用[J].价值工程,2021(8):45-46.
- [3] 郑锦泉.立柱贝雷梁加满堂组合体系及其在桥梁工程中的应用[D].泉州:华侨大学,2014.
- [4] 庄丽娟.满堂支架和贝雷梁施工法综合运用的研究[D].苏州:苏州科技学院,2016.
- [5] 姜晨光,巩亮生,石伟南.摩擦桩单桩竖向承载力计算方法[J].辽宁工程技术大学学报,2008(2):56.
- [6] 周宁.贝雷梁在大跨度现浇梁满堂支架中的应用[J].四川建筑,2012(7):78-79.