

饱和软土区现浇箱梁地基处理及支撑体系优化设计

张玉桥 甘世军

中铁七局集团第三工程有限公司 陕西西安 712000

DOI: 10.12238/ems.v7i2.11590

[摘要] 本文主要研究临海饱和软土地区现浇梁支撑体系优化设计控制技术,同时也对现浇箱梁支撑体系优化成果进行推广。本文在分析过程中,以宁波至慈溪市域(郊)铁路工程SGCX04标段高架区现浇梁为例,总结了该工程高架区现浇梁支撑体系优化控制技术,其中包括地基处理优化设计、盘扣支架支撑体系优化设计、贝雷梁组合架支撑体系优化设计,在项目高架区现浇梁施工应用中对安全、质量、成本控制较为显著,对后续类似地区施工技术推广较为显著。

[关键词] 现浇箱梁;地基处理;支撑体系;优化设计

临海饱和软土地区地质情况较差,地下水位高,地基基础与支撑体系的设计对现浇梁施工安全起着关键作用,同时,现浇梁施工流水作业化程度高,支撑体系材料周转用量大,因此,合理地现浇箱梁支撑体系及地基基础处理进行优化设计,从中选择最优的支撑体系及地基基础设计对项目工期、成本起着决定性的作用。

一、箱梁满堂支架支撑体系设计优化

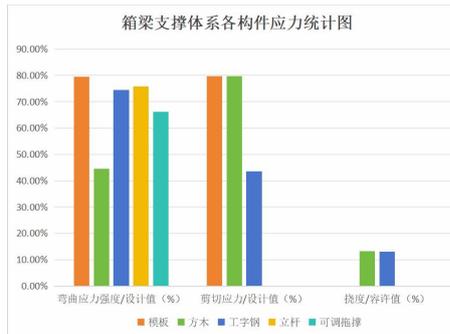
本项目现浇箱梁结构形式较为统一,以现浇筒支梁为主,箱梁最大高度2.25m,顶板厚度0.29m~0.6m,底板厚度0.25m~0.9m,主要采用满堂盘扣支架+方木工字钢体系作为

箱梁支撑体系,合理地进行项目支撑体系优化设计显得尤为重要。根据该箱梁截面特性,盘扣支架满堂支撑体系主要以箱梁悬挑段、梁中及底板下盘扣支架间距调整为优化点,最终优化箱梁悬挑段、梁中及底板下采用1.2m*1.2m(纵*横)立杆间距,腹板下采用1.2m*0.6m(纵*横)立杆间距,梁端采用0.6m*0.6m(纵*横)立杆间距,竖向斜拉杆采用隔一布一方案安装,次楞方木采用横向铺设,方木中心间距0.25m,主楞工字钢纵向铺设。

优化设计后箱梁受力最不利截面腹板部位支撑体系各构件材料特性如下:

表1-1 箱梁支撑体系各构件应力统计

	弯曲应力强度/设计值 (%)	剪切应力/设计值 (%)	挠度/容许值 (%)
模板	79.47%	79.60%	/
方木	44.58%	79.60%	13.20%
工字钢	74.56%	43.62%	13.00%
立杆	75.89%	/	/
可调拖撑	66.26%	/	/



由上图可知直观地发现,箱梁支撑体系内模板、方木、工字钢、立杆、可调拖撑抗弯、抗剪等材料力学特性均处于较高的利用率,而方木、工字钢的挠度处于较小的容许范围内,由此可知,箱梁支撑体系设计优化后,各个构件受力充分发挥其材料力学特性,方案较为经济合理、同时可推广性空间较大。

二、满堂支架地基处理设计优化

本项目箱梁支架搭设场地大部分为农田及现状道路,除现状道路外其余地段土质结构松散,以杂填土为主,土质为松散状。杂填土等基础,其受力不均匀,变形沉降大,地基承载力较小,不能满足支架立杆地基承载力要求。为此,必须对箱梁支撑体系的地基基础做好加固处理,提高支架基础承载力,保证地基承载力分布均匀。

以现浇箱梁优化后的支撑体系验算结构为参照,针对不同的地段进行地基处理设计,对比分析不同地基处理方式下支架地基的最优设计,以经济性,安全性为设计优化出发点,确保在不同地基工况下箱梁支架地基承载力均满足安全要

求。

1、一般地段:先清除表层土,一般清表厚度为20cm(局部地质较差处,需加深清表厚度或完全清除),碾压,压实度达到90%以上,其上铺 ≥ 50 cm塘渣垫层,用压路机碾压2~3遍,符合要求后再浇筑10~15cmC20素混凝土。

2、拆迁地段:若箱梁支架落于动迁后遗留的房基处,则需进行换填 ≥ 80 cm宕渣垫层再进行碾压,使土路基压实度达到95%,最后浇筑10~15cmC20素混凝土。

3、泥浆池或明(暗)浜地段:支架地基在原泥浆池或明(暗)浜位置上时应进行地基处理,处理方案采用宕渣料进行换填。首先挖出泥浆池内沉积物或明(暗)浜淤泥,深度至底以下30cm,然后分层换填,每层厚度不大于300mm,每层碾压完成后无明显空隙、空洞、压实沉降差小于5mm,孔隙率不大于22%,采用手持式打夯机或压路机分层夯实,确保基底承载力不小于规定要求。符合要求后再浇筑10~15cmC20素混凝土。

4、新老路基衔接段:首先在老路基处开挖台阶,台阶开挖前,先对老路基边坡进行清坡处理,清坡不宜一次全部清理完成,应边挖台阶边清坡,以保证旧路基的稳定。拼接处的台阶高宜为0.5m、宽为1.0m。与老路基填料保持一致,并尽量采用强度高、水稳定性好的材料填筑,禁止采用不符合规范要求材料填筑路基。压路机碾压时最大行驶速度不宜超过4km/h,压路机碾压时一般重叠1/2轮,碾压时应遵循先轻后重、由慢到快的原则;新旧路基拼接处,需适当提高压实度,台阶处死角部分采用吨位较大的钢轮配合小型冲击夯密实处理。

在地基处理完成后,垫层混凝土浇筑前,对处理地基进行地基承载力检测,验证优化设计成果,不同地段地基基础

经过优化设计处理后，均能满足支撑体系地基承载力要求。

三、跨路跨河段支撑体系设计优化

本项目地处沿海地区跨路跨河数量众多，河道及道路宽度从 5m~25m 不等，针对跨路跨河段支架体系设计优化，结合本项目工程特性，方案设计采用组合支撑体系进行考虑，即采用贝雷架+钢立柱门洞体系进行跨路跨河设计，贝雷梁上方设计采用满堂支撑架，便于箱梁标高、线性调整。因满堂

支撑架体系已经结合箱梁构造特征进行优化设计，故方案优化设计重点为贝雷架+钢立柱支撑体系。

结合实际情况，支撑体系材料采用 321 型贝雷梁，分配梁采用工字钢，钢立柱采用 $\phi 500\text{mm}$, $t=10\text{mm}$ 钢管，立柱基础采用钢筋混凝土梁条形基础，其中跨路跨河不同跨径下的支撑体系设计如下：

表 3-1 跨路跨河箱梁支撑体系设计主要参数表

跨越跨径	贝雷梁型号	分配梁组合形式	钢立柱组合	条形基础
$5\text{m} < L$	321 普通型	双拼 40b 工字钢	4 根+斜撑	1m*1m
$5\text{m} \leq L < 10\text{m}$	321 普通型	双拼 40b 工字钢	4 根+斜撑	1m*1m
$10\text{m} \leq L < 15\text{m}$	321 加强弦杆型	双拼 50b 工字钢	6 根+斜撑	1.2m*1.2m
$15\text{m} \leq L < 18\text{m}$	321 加强弦杆型	双拼 50b 工字钢	6 根+斜撑	1.2m*1.2m
$L > 18\text{m}$		采用挂篮施工		

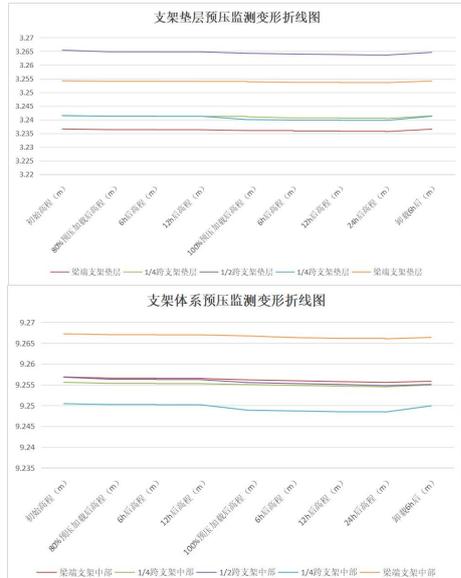
本方案优化设计均采用单跨无中支墩简支梁进行设计，主要考虑到增加中支墩对市政道路通行功能影响较大，以及河道中央打设钢立柱成本增加，经过计算单跨简支梁型贝雷架设计挠度满足设计及规范要求。

本项目在支撑体系优化设计后，现场实施过程中以支撑体系预压、支撑体系沉降监测、地基基础沉降监测等手段来验证优化成果，以实际预压、监测数据动态分析、动态纠偏，不断完善优化设计，其中满堂支撑体系典型跨监测成果如下：

四、箱梁支撑体系设计优化成果验证

表 4-1 观卫区间 C16-C17 跨支架预压沉降监测记录

测点编号	测点部位	初始高程 (m)	80%加载后高程 (m)	6h 后高程 (m)	12h 后高程 (m)	100%加载后高程 (m)	6h 后高程 (m)	12h 后高程 (m)	24h 后高程 (m)	卸载 6h 后 (m)
JC01	梁端垫层	3.23658	3.23633	3.23631	3.23630	3.23600	3.23585	3.23575	3.23560	3.23652
JC02	1/4 跨垫层	3.24148	3.24125	3.24120	3.24118	3.24102	3.24062	3.24051	3.24038	3.24138
JC03	1/2 跨垫层	3.26542	3.26482	3.26480	3.26478	3.26426	3.26401	3.26380	3.26360	3.26460
JC04	1/4 跨垫层	3.24145	3.24125	3.24121	3.24120	3.24003	3.23985	3.23974	3.23970	3.24121
JC05	梁端垫层	3.25421	3.25401	3.25399	3.25397	3.25386	3.25362	3.25357	3.25351	3.25411
ZJ01	梁端支架	9.25684	9.25657	9.25650	9.25648	9.25615	9.25594	9.25572	9.25554	9.25580
ZJ02	1/4 跨支架	9.25556	9.25531	9.25525	9.25522	9.25502	9.25482	9.25465	9.25447	9.25492
ZJ03	1/2 跨支架	9.25678	9.25630	9.25622	9.25618	9.25551	9.25527	9.25506	9.25475	9.25505
ZJ04	1/4 跨支架	9.25042	9.25022	9.25016	9.25013	9.24885	9.24868	9.24848	9.24840	9.24990
ZJ05	梁端支架	9.26720	9.26701	9.26697	9.26695	9.26671	9.26632	9.26611	9.26600	9.26635



架体整体的非弹性变形已经大部分得到消除，支架承载阶段主要以微小的弹性变形为主，基本对箱梁混凝土浇筑无影响。

结束语

本文以宁波至慈溪市域（郊）铁路工程 SGCX04 标段高架区间现浇梁为例，总结了不同地形、地质条件下现浇梁支撑体系设计优化的成果及设计优化的方向，充分发挥施工方案优化对工程成本、质量、安全的决定性作用，旨在为以后同类工程施工工作为参考和指导依据。

【参考文献】

[1] 《铁路混凝土梁支架法现浇技术规程》(TB10110 2011)
 [2] 《装配式公路钢桥多用途使用手册》人民交通出版社. 2001.6
 [3] 徐薇. 软基地区现浇箱梁支架基础的处理方法, 2013 (2). 23-1.
 [4] 尤玉成. 满堂支架法现浇箱梁施工技术与地基处理分析, 2017 (12)
 [5] 罗衡. 浅析盘扣式满堂支架支撑体系设计及检算, 1006-4311 (2019) 17-0138-04
 [6] 李立国. 现浇梁梁柱式支架优化设计, 交通工程建筑与应用
 [7] 周洋. 道路桥梁工程中现浇箱梁支架施工技术优化研究, 建筑工程与设计

分析上表监测数据可知，经过优化后的地基处理在支架预压阶段、卸载阶段变形量微小，基本上以弹性变形为主，证明塘渣换填+地面硬化处理的地基满足箱梁支撑体系施工需求。

同时，支架体系监测数据在预压、卸载阶段，变形量同样微小，优化设计后的支架体系在施工阶段控制好施工质量后，