

沿海软土地基连续梁支架现浇梁施工

韩瑞宾

中铁六局集团广州工程有限公司, 广州 广东 510000

DOI:10.33142/ec.v2i1.117

[摘要]在桥梁的施工过程中, 现浇支架施工可以大大节省工期及成本, 从地基处理、支架体系、模板体系、混凝土浇筑等方面做出总结, 结合南沙港铁路5标项目叙龙围连续梁施工做了简要的阐述。

[关键词]PHC管桩; 钢管柱; 工字钢; 贝雷片; 碗扣支架; 模板; 混凝土浇筑

Construction of Cast-in-situ Beam for Continuous Beam Support in Coastal Soft soil Foundation

HAN Ruibin

China Railway Sixth Bureau Group Guangzhou Engineering Co., Ltd., Guangzhou Guangdong, China 510000

Abstract: In the course of bridge construction, the construction of cast-in-place support can greatly save time and cost, and it can be summarized from the aspects of foundation treatment, support system, formwork system, concrete pouring, and so on. This paper briefly expounds the construction of Xulong Wai continuous beam in Nansha Port Railway No.5 project.

Keywords: PHC pipe pile; Steel pipe column; I-section steel; Beret; Bowl buckle bracket; Formwork; Concrete pouring

引言

在悬臂浇筑施工的桥梁中, 针对一次性浇筑的梁体, 一般采用钢管柱+贝雷片+碗扣支架进行施工, 支架体系可满足每跨可同步施工, 大大缩短了施工周期; 根据本工程软土路基的处理及小曲线半径的因素, 本工程采用PHC管桩+钢管柱+贝雷片+碗扣支架施工工艺, 此工艺主要在软土路基处理及曲线段钢管柱安装及碗扣支架安装位置做出调整, 使其在受力荷载均布

1 工程概况

南沙港铁路5标位于广东省境内, 地跨中山市、广州南沙区两地。标段起点位于中山市黄圃镇(里程: DK47+504), 终点位于广州市南沙区珠江街道(里程: DK65+304), 正线17.8公里。线路自中山市黄圃镇起, 跨越黄圃水道、洪奇沥水道进入南沙区横沥镇, 线路跨京珠高速公路与S111省道后, 进入南沙区万顷沙镇, 在万环西路东侧设万顷沙站, 线路出万顷沙站后向东上跨福安大道, 再上跨南沙港快速路到达本标段终点。线路全长17.8Km。

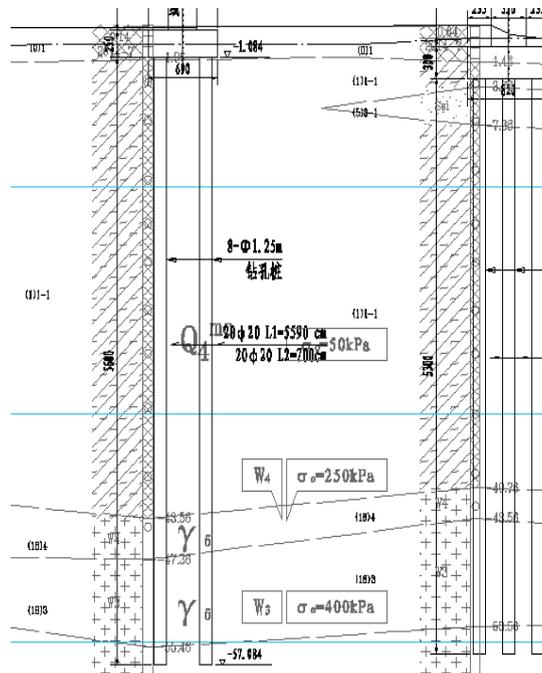
NSGZQ-5标位于广东省境内, 地跨中山市、广州南沙区两地。标段起点位于中山市黄圃镇(里程: DK47+504), 终点位于广州市南沙区珠江街道(里程: DK65+304), 正线17.8公里。

本工程(32+48+32)m连续梁位于洪奇沥水道特大桥83#~86#墩, 里程范围为DK48+373.8~DK48+486.8, 一联全长113.1米, 桥面线间距4.22m。线路于DK48+438~DK+460处跨地方水泥路, 线路与道路夹角为29°。

2 施工工艺

2.1 软土路基处理

本工程从地面标高至地下, 约43米处于淤泥及砂层, 故采用采PHC500A(100)型预应力管桩加固处理, 管桩长度为46米。管桩采用65t柴油锤打入持力层, 冲程不大于2000mm, 最后贯入度要求10击小于2cm。施工现场采用贯入度和桩长双重把控, 以贯入度为收锤标准。每个条形基础布置6根预应力管桩, 边跨设置2排管桩, 中跨设置4排管桩, 管桩间距为2m。根据曲线走向及与边跨管桩位置的偏差, 将中跨第2排及第3排管桩对管桩间距进行调整, 将线路左侧和线路右侧管桩在横桥向各调整10cm, 在顺桥向向大里程方向调整15cm, 使其受力荷载均布及整体线性更加顺畅, 上部结构更加稳固。



地基地质图

2.2 条形基础施工

本工程条形基础设置为 1*1*11m 条形基础将整个管桩基础连接为一体，在条形基础施工时，桩头伸入基础 15cm，保证结构的整体性。在中跨第 2 排及第 3 排管桩条形基础施工时，考虑荷载传递，同样将基础调整 10cm 及 15cm，保证荷载传递均布。

2.3 钢管柱及分配梁施工

本工程钢管柱立柱采用 $\Phi 600 \times 8\text{mm}$ 螺旋钢管。支架钢管柱共设计 14 排，边墩基础上各设置 1 排，中墩基础上各设置 2 排，采用单根钢管柱形式，每排 4 根。钢管立柱横向设置两道 [10 槽钢做连接系，位置为立柱高度约 1/3 处和 2/3 处。对应钢管位置预埋 1m*1m，厚 1cm 的钢板。在中跨第 2 排及第 3 排管桩对线路左侧和线路右侧钢板预埋位置在横桥向各调整 10cm，在顺桥向向大里程方向调整 15cm，从而保证贝雷片拼装节点能够不受曲线因素影响，依然能够使钢管柱中心受力点与贝雷片拼装点位于同一点位。分配梁采用双拼 I 45b 型工字钢组焊后安装，安装完成后在节点位置处进行加固处理。



钢管柱安装



工字钢安装

2.4 贝雷片及分配梁施工

贝雷梁采用标准铁路 321 装配式贝雷片。本连续梁共采用 21 排贝雷桁架，混凝土箱梁腹板底下贝雷片横向间距为 45cm 设 4 片，混凝土箱梁段底板下贝雷片横向间距为 90cm 设 3 片，梁翼缘外桁架片横向间距为 90cm。贝雷片间采用标准连接片连接，贝雷梁采用限位件与分配梁进行固定。贝雷片施工主要难点在于靠近墩身侧的贝雷片的安装与调节及中跨贝雷片的调整，由于贝雷梁模数限制不能紧靠墩身。故需要做过渡，在墩身侧贝雷片采用节长 1 米的贝雷片作为调节贝雷片，保证贝雷片与墩身之间的紧密型。结构在中跨整体贝雷片施工的过程中，考虑曲线因素，根据曲线走向，进行整体性调整，将每排贝雷片进行细调，保证整体线性可以按照线路走向去安装，每排贝雷片调整范围基本为 2-3cm。

贝雷梁上横桥向设置 I 14 工字钢，间距为 60cm 作为脚手架基础支撑分配梁。与贝雷梁连接方式采用燕尾式卡扣钢板，卡扣钢板上端与 I 14 工字钢焊接，每处连接方式对向布置。要求碗扣支架轴心位置务必落在分配梁正中，若有底托未落在工字钢正中肋板上则需在翼板两侧加焊 10mm 厚加劲钢板。分配梁与贝雷片之间采用钢筋连接成整体。



贝雷片安装

2.5 碗口脚手架施工

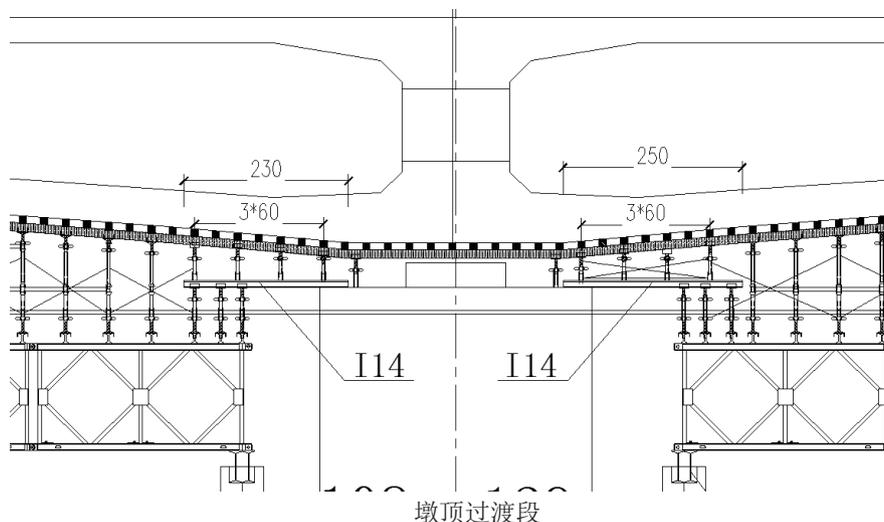
碗口脚手架采用 $\Phi 48 \times 3.5$ mm 的钢管作为支撑结构, 利用碗扣支架的顶托, 下支承调整底板纵坡。支架立杆通过底托支撑在 I 14 工字钢上, 在底托上再搭设满堂碗扣支架, 支架顶托上设置纵梁和横梁, 纵梁采用 $12\text{cm} \times 12\text{cm}$ 方木立方于顶托上, 横梁采用 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的方木铺设于纵梁上固定。碗扣支架立杆纵向排距为 60cm, 横向排距, 翼板处 90cm, 底板处为 60cm, 腹板下加密至 30cm。水平杆步距 60cm, 扫地杆在距地面 30cm 高处布置, 步距与立杆相同; 在碗扣支架施工的整体过程中, 主要难点为中跨碗扣支架的安装, 从线路的整体走向及小曲线半径在中跨的影响, 在中跨最中间位置处, 需将线路外侧整体向线路右侧移动 15-17cm, 保证整体线性及结构受力特点, 中跨其他位置处的碗扣支架, 根据曲线半径及边跨情况进行 5-17cm 的微调。同时, 在墩顶过渡段进行调整, 过渡结构的分配梁和碗扣式支架立杆横向间距腹板下 0.3m, 底板下 0.9m, 翼缘下 0.9m, 碗扣支架纵距 0.6m, 步距 0.6m。为了增强支架的整体稳定性, 设置纵横向剪刀撑, 剪刀撑采用 $\Phi 48 \times 3.5$ mm 钢管。横向沿脚手架每 4.5m 设一组剪刀撑, 纵向在梁高范围内设置双面剪刀撑, 斜杆与地面的夹角为 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间。剪刀撑斜杆必须用扣件与立杆连接, 扣结点距碗扣节点的距离 $\leq 15\text{cm}$, 当出现不能与立杆扣结时与横杆扣结。确保满堂支架的整体强度、刚度和稳定性。



碗扣整体图



碗扣支架安装图



墩顶过渡段

2.6 模板铺设及预压

模板采用 1.5cm 厚竹胶板, 竹胶板下方为横向次龙骨采用 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 方木, 方木按间距 30cm 布置, 腹板处加密

至间距 15cm；纵向主龙骨采用 12cm×12cm 方木，间距与脚手架横桥向布置间距相同。侧模板采用 1.5cm 厚优质光面竹胶板，梁外竖向布置 10×10cm 方木作为竖肋，纵向间距 60cm，方木外侧顺桥方向铺 2 根 [10 槽钢间距 60cm。用对拉螺栓拉紧，设 1 道通长对拉杆，拉杆不小于 16mm。梁腹板中墩（84#、85#）支座 12 米处拉杆间距不大于 60cm，其余部位不大于 90cm 布置。侧模外侧设置水平杆支顶，防止其侧向向外跑模和漏浆。内模支撑采用普通钢管支架，纵向、横向步距都为 60cm，竖向布置两道横撑，间距 30cm，内模支撑方木均为 10×10mm。

在底腹板钢筋及预应力安装完毕后安装内模。内模采用 15mm 厚竹胶板，提前分段制作，一般长度为 4-5m，方便吊装，吊装时现场技术员将内模顶高程测在两侧腹板钢筋上，以便安装。模板拼缝处夹设粘贴胶带，以使接缝密实。

内模内侧采用 10cm×10cm 方木横竖布置，间距 30cm，纵向采用 $\Phi 48 \times 3.5$ mm 钢管单排，间距为 60cm×60cm；横向布置两道横撑，间距 30cm。腹板内模板用双拼 [10 槽钢加固，10 对拉螺杆对拉。内模顶板采用 $\Phi 48 \times 3.5$ mm 脚手架钢管。

支架在搭设完成后应进行静载试验，预压荷载应为总施工荷载的 120%，使支架充分变形，消除支架的非弹性变形和验证支架整体的强度和承载能力。实测支架的沉降及变形，以便提前采取预设拱度的办法，确保梁底高程符合设计要求。

83#-84# 墩跨段、85#-86# 墩跨段

用混凝土预制块对满堂支架进行预压，单块混凝土预压块尺寸为 0.5m×0.6m×1.5m 单块重量为 1.08t。预压采用四级加载，四级卸载进行，具体如下：单块混凝土预压块尺寸为 0.5m（宽）×0.6m（高）×1.5m（长），其中翼缘板预压到 120% 的重量为 228t，211 块，按横桥向一层 2 块计算纵桥向为 2.9/0.5=58 块，层高为 211/58/2=1.8 层；腹板预压到 120% 的重量为 703.9t，652 块，按横桥向一层 4 块计算，纵桥向为 29/1.5=19 块，层高为 652/19/4=8.6 层；底板加顶板预压到 120% 的重量为 355.98t，330 块，按横桥向一层 2 块计算，桥向为 29/0.5=58 块，层高为 330/19/2=2.8 层。

84#-85# 墩跨段

总荷载的 60%：1383×60%=829.8t，768 块；
总荷载的 80%：1383×80%=1106.4t，1024 块；
总荷载的 100%：1383×100%=1383t，1280 块；
总荷载的 120%：1383×120%=1659.6t，1536 块。

单块混凝土预压块尺寸为 0.5m（宽）×0.6m（高）×1.5m（长），其中翼缘板预压到 120% 的重量为 347.5t，321.7 块，按横桥向一层 2 块计算纵桥向为 44.2/0.5=88 块，层高为 321.7/88/2=1.8 层；腹板预压到 120% 的重量为 1060.5t，982 块，按横桥向一层 4 块计算，纵桥向为 44.2/1.5=29 块，层高为 982/29/4=8.5 层；底板加顶板预压到 120% 的重量为 2521.56t，233 块，按横桥向一层 2 块计算，桥向为 44.2/0.5=88 块，层高为 233/88/2=1.3 层。

2.7 混凝土浇筑

2.7.1 浇筑前准备工作

连续梁采取一次浇注完成，共需泵车 2 台，两侧各配置泵车 1 台。泵车采用 48m 臂长的，每台泵车实际混凝土浇筑能力不低于 45m³/h。10m³ 罐车 6 辆。

检查要点：（1）支架体系，逐个卡扣敲击检查，松、脱处及时处理；（2）模板体系，全断面检查模板是否加固牢靠，内模与外模对拉杆是否紧扣，内模与外模支撑杆件是否牢靠、模板是否干净；（3）波纹管是否存在破损、位置偏差；（4）预埋件：接触网、拉线基础、槽道、通风孔、泄水孔是否按规定预埋；（5）张拉体系：锚口加强筋、锚垫板、螺旋筋是否安装牢靠（6）梁体：结构尺寸、通风口加强筋、泄水孔加强筋、梁体位置及顶面标高、梁体；（7）混凝土：冷却设备是否完好、冰块量是否充足、泵车是否完好及油量是否充足、罐车是否完好及油量是否充足。（8）人员及机械：施工机具及劳务队人员是否充足、电工及搅拌站维修工是否达到时刻待命条件；（9）混凝土配料量是否按 110% 备料；（10）施工场地是否满足泵车支腿及罐车错车条件、照明设备是否满足混凝土浇筑条件。

2.7.2 人员及机械配置：

施工人员：带班 2 人（主要负责整体的混凝土浇筑过程）、工人 31 人（振动棒操作人员 12 人，内箱隔墙段人员 10 人，2 人负责电线，模板及支架检查人员 2 人，罐车及泵车放料 4 人，试块制作 1 人）；

技术人员：实验室 4 人（3 人负责混凝土质量、1 人负责生产）、技术员 5 人（模板及支架检查 2 人、锚口及倒角敲击 1 人、整体盯控 2 人）；

施工机具： $\Phi 50$ 振动棒 8 个、 $\Phi 30$ 振动棒 3 个、4 台 48 米泵车、罐车 6 台、水车一台、水箱一个。

2.7.3 混凝土运输：

连续梁为 C50 混凝土。本工程混凝土均为在自建拌和站集中拌制，混凝土运输车输送混凝土运至浇注地点。

2.7.4 浇筑顺序：

总体浇注原则按照先底板、再腹板、最后顶板，由跨中开始向两侧对称进行浇筑。

用 2 台 48m 的泵车对称布料、连续灌注，采用水平分层，纵向分段，横向对称的浇筑方法，底板为一层一次浇筑，腹板根据高度分层浇筑，顶板一次一层浇筑。

2.7.5 混凝土浇筑

- (1) 连续梁主桥连续现浇梁体采用一次连续浇筑成型
- (2) 砼浇注方法为斜向水平分层，从跨中腹板或顶板开始浇注。浇注底板砼。每完成一层砼浇注，上层砼水平长度每端缩短 2 ~ 3m (≥ 砼配合比试验时流动值) 形成斜向。
- (3) 底板砼浇注完成后，返回腹板砼浇注，按斜向水平分层进行，每端水平长度为 5m 左右，对称浇注。
- (4) 当浇注到顶板时，顶板同步跟进浇注。
- (5) 确保在初凝时间内上层砼覆盖下层砼。
- (6) 砼振捣，振捣器采用 $\Phi 50$ (中间) 和 $\Phi 30$ (端部、中横梁钢筋密集处) 型插入式振动器进行振动，振捣棒插入间距按 1.5 倍有效振捣半径实施严格控制 (50 型振捣棒，按有效振捣半径 30cm 控制，30 型振捣棒，按有效振捣半径 20cm 控制) 振动，插入下层混凝土深度控制在 5 ~ 10cm。每个插点振捣控制标准以看到混凝土表面停止下沉，无气泡排出，表面泛浆和外观均匀为准 (时间控制经现场试验，振捣时间 30 ~ 40 秒)，杜绝欠振、过振或漏振。使用振捣棒细心振动，振捣棒不要接触模板，距模板按 5 ~ 10cm 控制。钢筋密集部位振捣时要有辅助振捣，确保振捣质量。采用快插慢拔，边振捣边徐徐拔出振动棒，不宜斜振和插在钢筋上振捣，不得碰模板和预应力管道。

(7) 顶板混凝土浇筑

当腹板斜向浇筑到箱梁腋点后，开始浇筑顶板混凝土，其浇筑顺序为先中间，后浇两侧翼缘板，先浇低侧，后浇高侧。两侧翼板、顶板砼浇注与腹板斜向水平同步进行向两端推进。采用插入式振动器进行振捣。为控制桥面标高和坡度，在两侧模板标示高度，并在箱梁顶面按边坡点焊接标高控制点，保证主梁混凝土面平整和梁面纵、横向坡度符合要求。顶板混凝土浇筑至设计标高后随即进行第一次抹面收平，并且做好变坡坡度控制，待砼初凝前再进行第二次收浆抹面。

3 质量控制

严格按照施工方案进行支架搭设，过程中进行验收，主控项目如下

序号	检查项目	规定值或允许值	检查方法及频率
1	焊缝	不小于被焊接构建最小截面积的 1.5 倍	目测、100%检查
2	螺栓连接	设计数量	目测、100%检查
3	钢管立柱高度 (cm)	± 3	目测、100%检查
4	贝雷梁间距 (cm)	± 5	目测、100%检查
5	贝雷梁位置 (cm)	± 5	目测、100%检查
6	钢管立柱间距 (cm)	± 10	目测、100%检查
7	钢管立柱垂直度 (%)	≤ 0.5	目测、100%检查
8	钢管立柱与墩身连接节点数量	不少于设计数量	目测、100%检查
9	钢管立柱之间的连接节点数量	不少于设计数量	目测、100%检查
10	钢管立柱对工字钢横梁的限位	不少于设计数量	目测、100%检查

在中跨施工过程中，充分考虑曲线半径及边跨因素，调整 PHC 管桩、预埋钢板、钢管柱、支架等位置；在墩顶过渡段严格按照施工图进行处理；在地基处理时，严格把控管桩打入贯入度及垂直度。

4 结束语

中铁六局集团广州工程有限公司南沙港项目部承建的叙龙围连续梁 (32+48+32)m 预应力混凝土连续箱梁，针对现浇箱梁施工的施工特点并结合现场情况，本工程采取预应力管桩 + 条形基础 + 钢管柱 + 柱顶分配梁 + 贝雷梁 + 分配梁 + 碗扣式脚手架，克服了跨度不规则等不利因素影响，确保了支架体系的承载力和稳定性，很好的体现了碗扣支架现浇梁施工技术的应用。证明了本工法的正确性和适用性，达到了缩短工期、降低成本的目的。为今后同类型施工提供了可借鉴的方法和经验。

[参考文献]

- [1] 袁浩, 许志兵. 软土地基现浇箱梁施工技术 [J]. 葛洲坝集团科技, 2006, 5 (03): 210.
 - [2] 宋随弟. 预制—现浇连续梁桥的设计 [J]. 中南公路工程, 2002, 8 (03): 156-38.
 - [3] 王卫星. 客运专线现浇连续梁施工质量控制要点 [J]. 科技情报开发与经济, 2008, 8 (10): 84.
 - [4] 韩之江, 郭茂泉. 整体现浇连续梁桥施工技术要点 [J]. 山西交通科技, 2004, 9 (05): 99-103.
- 作者简介: 韩瑞宾, 男, 工程师, 2007年7月毕业于华东交通大学