

高寒地区铁路箱梁预制施工技术研究

蒋志伟

中铁七局集团郑州工程有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要]刘家湾制梁场位于甘肃省兰州市永登县树屏镇境内, 海拔 1800m 左右, 冬季日平均气温 $-1^{\circ}\text{C}\sim-19^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $-28.1\sim-22.1^{\circ}\text{C}$ 。为了减少低温环境对箱梁早期性能、强度和耐久性的影响, 保证箱梁质量, 需要对箱梁混凝土浇筑、养护、压浆和封锚等关键施工工艺进行优化。梁场设置两台 4t/h 蒸汽锅炉用于拌合站原材保温及制梁区蒸汽养护; 制梁台座四周采用保温棚, 整体蒸汽养护。

[关键词]高寒地区; 箱梁预制; 蒸汽养护; 温度监测

DOI: 10.33142/aem.v5i10.10080

中图分类号: U44

文献标识码: A

Research on Prefabrication Construction Technology of Railway Box Girders in High Cold Regions

JIANG Zhiwei

China Railway 7th Bureau Group Zhengzhou Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: Liujiawan Beam Making Plant is located in Shuping Town, Yongdeng County, Lanzhou City, Gansu Province, with an altitude of about 1800m. The daily average temperature in winter is $-1^{\circ}\text{C}\sim-19^{\circ}\text{C}$, and the extreme minimum temperature is $-28.1\sim-22.1^{\circ}\text{C}$. In order to reduce the impact of low temperature environment on the early performance, strength, and durability of box girders, and ensure the quality of box girders, it is necessary to optimize key construction processes such as concrete pouring, curing, grouting, and anchor sealing. Two 4t/h steam boilers are installed in the beam yard for raw material insulation in the mixing station and steam maintenance in the beam making area; Insulating sheds are used around the beam making pedestal, with overall steam curing.

Keywords: high cold regions; prefabrication of box beams; steam curing; temperature monitoring

1 工程概况

新建中卫至兰州铁路 ZLKZ-ZQSG7 标段刘家湾制梁场位于甘肃省兰州市永登县树屏镇刘家湾村, 新建中兰客专正线 DK241+530~DK242+060 段线路左侧。利用路基填方段作为运梁通道。制梁场内分区设置钢筋绑扎胎具; 制梁台座; 存梁区; 养护台座; 钢筋加工场; 混凝土拌合站; 办公区及住宿区, 平面布置科学合理, 充分考虑施工部署及施工流程要求, 减少各区域间相互扰动。制梁场主要承担中兰客专 6 标段、7 标段单线预制箱梁 344 孔、双线预制箱梁 139 孔, 合计 483 孔箱梁预制施工任务。

预制场所在地区平均海拔 1800m, 地质条件差, 多为湿陷性黄土, 冬季气温低, 平均气温 $-11^{\circ}\text{C}\sim-3^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $-28.1\sim-22.1^{\circ}\text{C}$, 土壤最大冻结深度 1.0~1.46m, 本标段土壤最大冻结深度为 1.46m。

2 冬季施工特点及总体思路

2.1 冬季施工特点

冬季施工由于现场条件及环境限制, 易发生安全及质量事故; 且具有很深的隐蔽性, 不易察觉;

冬季施工环境温度低, 混凝土强度上升较慢, 预制箱梁周期变长, 高寒地区环境恶劣, 各工序无法正常有效衔接, 影响施工工期;

冬季施工时, 混凝土养护极为重要, 如若未采取有效

措施, 箱梁混凝土强度上升较慢, 影响施工工期, 严重者会让混凝土中水分结冰, 影响混凝土强度和耐久性, 这将发生不可逆的混凝土冻伤事故, 造成严重的经济损失。

2.2 冬季施工总体思路

混凝土受冻临界强度值:

冬季施工期间, 梁体混凝土设计强度为 50MPa, 临界受冻强度值为 30% (不低于 15MPa);

当室外日平均气温连续 3d 低于 5°C 或当日最低气温低于 0°C 时, 混凝土施工应按冬季施工办理。

梁场内安装 2 台 4t 的锅炉, 一台设置于混凝土拌合站, 利用软管接入蓄水池中加热拌合水; 利用地暖盘管方式加热骨料; 因混凝土拌合站临近办公、生活区, 冬季施工时可利用地暖盘管方式为办公、生活区临时性房屋提供保温措施。

另一台蒸汽锅炉位于制梁区中间位置, 东西方向各安装一条 $\phi 50\text{mm}$ 镀锌铁管做为主管道, 每个制梁台座南北两侧安装一根 $\phi 25\text{mm}$ 镀锌铁管, 间距 1m 开孔, 作为散热通道; 端头留放一根 $\phi 25\text{mm}$ 的橡皮软管, 间距 1m 开孔, 放入腹板内保温养护。每个制梁台座设单独阀门, 对于未使用的台座关闭阀门, 保证养护台座的蒸汽养护压力正常。

梁场使用无线测温系统, 在混凝土内提前埋设测温线, 插头预先留在外面并用塑料袋罩好, 防止混凝土污染, 测

温时,将测温线插头插入主机,主机显示屏可显示温度,电脑安装接收器成为终端并进行相应设置,可自动采集混凝土芯部、表面及环境温度并形成数据记录和温度变化曲线。

设置4个专用压浆台座,四周覆盖保温篷布养护,大小里程两端搭设扣件式钢管支架作为作业区域,并设临时活动门,棚内放置小太阳等发热电器设备。

对于封锚混凝土采用外贴式电热毯进行养护。

(8)施工机械冬季使用-35#柴油,适用于气温在-14℃至-29℃时使用,保证机械正常运转。机械未使用时,停放在混凝土拌合站的骨料存料区,防止冻伤设备。

(9)应对锅炉、提梁机、门式起重机等特种设备进行经常性安全检查和设备性能检验,及时消除安全隐患,保证现场正常有序进行冬季施工任务。

3 施工工艺

3.1 供热措施

制梁场主要使用蒸汽锅炉供热,制梁台座四周设置保温棚,顶部覆盖保温棉被;压浆施工时搭设临时钢管架保温加热棚;封锚混凝土使用电热毯加热覆盖养护。

3.2 原材料防冻措施

冬季施工期间,为了保障混凝土的质量,使用锅炉蒸汽软管和电热棒对拌合用水加热,使用利用地暖盘管盘管方式对骨料进行加热,压浆料拌合用水也使用热水拌合。

3.3 混凝土的运输

为防止混凝土在运输过程中,运输罐车无保温措施使得混凝土温度急剧下降,采取以下方式:

①混凝土罐车的运输罐体使用保温棉被包裹,并在开盘前向罐体内放入蒸汽软管进行预热;

②罐车灌注完成后必须对罐体、溜槽清洗干净,并检查罐体内水是否排干净。

3.4 混凝土的浇筑

3.4.1 模板温度控制

制梁台座在打磨清理完成后即可开启蒸汽阀门对模板进行加热,后进行钢筋笼吊装和内模、端模安装,浇筑前使用测温枪对模板温度进行测量,保证不低于5℃。对于模板温度较低或无法马上进行浇筑的台座,两侧及顶板上覆盖棉布保温。

3.4.2 混凝土入模前温度控制

混凝土运至现场应先进行大气温度及混凝土出罐温度的测量;浇筑设备选用混凝土汽车泵,浇筑前使用热水将泵管打通,减少混凝土热量损失。

3.4.3 混凝土浇筑过程控制

浇筑时对混凝土入模温度进行测量记录,保证不低于5℃,混凝土应分层浇筑,每层浇筑厚度30~50cm,气温较低时可适当减少分层厚度,加强振捣,浇筑工作应选择一天内气温较高时段进行,双线梁体浇筑完成时间应控制在6h之内,避免浇筑时间过长,环境温度差较大影响混

凝土浇筑质量。

3.5 测温点埋设及测温频率

3.5.1 测温点埋设

为精确测量养护过程中梁体各部位温度情况,梁体混凝土中心温度不宜超过60℃,不应超过65℃;蒸养期间保证梁体混凝土芯部与表层、表层与环境温差不超过15℃。每孔箱梁在梁端、跨中布设3个断面的温度线,每个断面分别在底板、腹板、顶板的混凝土表面和芯部各设1处测温线,在箱梁内箱室和外部环境下各设一根测温线;梁顶保温棚罩内设置2个温度计,位于梁体1/4、3/4处,高度距离梁面0.5m左右。蒸汽养护保温棚内测温点布设位置见下图所示。可根据现场测温情况适当调整蒸汽阀门大小控制养护温度。

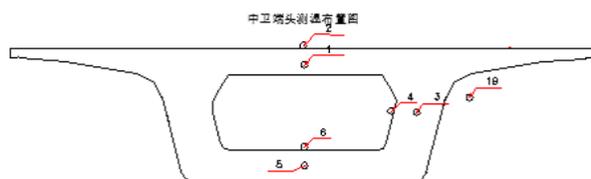


图1 大里程侧测温点布置图

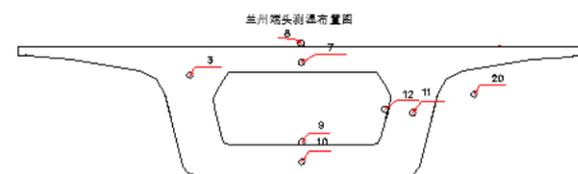


图2 大里程侧测温点布置图

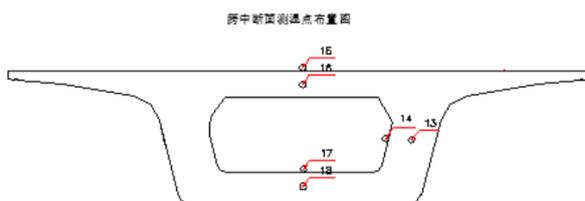


图3 跨中测温点布置图

3.5.2 测温频率及要求

(1)梁场采用计算机无线测温系统,浇筑结束即刻开始对梁体混凝土温度进行测量,后续每小时测量一次,并记录,测温系统可自动形成温度变化曲线。当混凝土强度达到85%,即可进行初张拉并停止测温。

(2)制梁区四周安装不少于4个水银温度计,安排专人连续观测记录环境温度,每小时记录一次;

(3)蒸养期间保证梁体混凝土芯部与表层、表层与环境温差不超过15℃。

3.6 混凝土养护

(1)本工程制梁区所有制梁台座设置保温棚,保温棚采用7.5cm厚保温彩钢板,端头设置活动封闭门,便于

现场操作施工。顶面保温棉被覆盖。制梁台座采用 1 台 4.0t 的蒸汽锅炉采暖系统进行保温处理。蒸汽锅炉位于制梁区中间位置，东西方向各安装一条 $\phi 50\text{mm}$ 镀锌铁管做为主管道，每个制梁台座南北两侧安装一根 $\phi 25\text{mm}$ 镀锌铁管，间距 1m 开孔，作为散热通道；端头留放一根 $\phi 25\text{mm}$ 的橡皮软管，间距 1m 开孔，放入腹板内保温养护。每个制梁台座设单独阀门，对于未使用的台座关闭阀门，保证养护台座的蒸汽养护压力正常。

(2) 梁体混凝土灌注完毕后，立即覆盖保温棉被，进行蒸汽养护，橡胶软管拉入腹板内室中，实施跟踪养护。



图 4 制梁区顶板养护



图 5 制梁区端头覆盖养护



图 6 制梁区腹板保温板养护

(3) 由梁场实验室设混凝土温度监测系统，工程部主任工程师收集并整理梁体养护期间监测温度，待混凝土强度达到 85% 时，可停止蒸汽养护，但应保证保温棚内降温速率不得超过 $10^\circ\text{C}/\text{h}$ ；

(4) 实验室监控混凝土芯部温度，里表温差及表面与大气温差，并根据实测温度及时调整养护棚内蒸汽量大小；

(5) 安质部应提前记录至少三天内的准确天气预报并及时向实验室、工程部和梁场负责人反映，方便提前做

出应对措施。

(6) 如果混凝土同养试块未达到设计强度的 85%，现场应根据实验室要求，延长蒸汽养护时间，符合要求后方可进行拆模和关闭蒸汽阀门等措施。

(7) 箱梁初张拉完成后，将其吊运至养护台座上，梁体表面覆盖土工布进行自然养护，严禁洒水。等到混凝土强度达到 100% 且初张拉完成 10d 后进行终张拉施工。

3.7 冬季箱梁孔道压浆和封锚施工

3.7.1 孔道压浆施工

梁场设置 4 个压浆封端专用台座，四周采用保温篷布覆盖封闭，大小里程两端搭设扣件式钢管支架，并用保温篷布覆盖封闭，设置活动封闭门，便于现场操作施工。在棚内梁体腹板内外侧 1/4、1/2 梁体跨度位置各设置一个水银温度计，实时观测棚内及梁体温度变化，必要时可向棚内安放太阳能等加热设备保证梁体及环境温度不低于 5°C 。

压浆属于湿作业，冬季施工期间，应保证浆体注入孔道时温度不低于 5°C 。

箱梁两端钢管脚手架可充当防护，遮挡风雪，防止浆体迅速降温。浆体搅拌时，对拌和用水进行加热，保证所拌浆体出机温度达到 15°C 以上。

压浆结束后，可拆除两端脚手架及活动门，但应马上覆盖篷布保温养护，至压浆后三天以上，且浆液强度达到 70% 以上后，可拆除保温篷布，并吊离专用台座，进行下道工序施工。



图 7 存梁区梁体压浆侧面和端头覆盖养护

3.7.2 封锚施工

现场凿除锚穴混凝土，直至漏出新鲜混凝土面，清除松散石子和浮浆，涂刷界面剂，绑扎封锚钢筋网片，安装模板施工封锚混凝土。封锚混凝土拌合及浇筑工艺同梁体混凝土，可掺适量防冻剂或早强剂，保证混凝土入模温度不低于 5°C 。封锚混凝土施工完毕采用电热毯覆盖养护，保温时间不少于 3 天或者混凝土强度达到设计强度的 50% 时停止通电加热。



图8 预制梁体封锚电热毯覆盖养护



图9 预制梁体封锚电热毯覆盖养护

4 结束语

高寒地区预制箱梁冬季施工混凝土质量控制主要是在于混凝土的保温养护和温度监测;通过对箱梁施工的监测和各项检查,梁场顺利完成冬季施工任务,无任何安全事故发生。

[参考文献]

- [1] 传任,王亮,曾祥明,等.京西高寒山区高速公路箱梁预制冬期施工技术研究[J].建筑技术,2022(9):53.
- [2] 李熙福.高寒地区高速铁路箱梁预制冬期施工措施[J].山西建筑,2011,37(18):3.
- [3] 时鸿伟.高寒地区超重载高速公路箱梁预制冬季施工技术[J].商品与质量·建筑与发展,2015(3):191.

作者简介:蒋志伟(1997.1—),男,河南省浚县,现就职于中铁七局集团郑州工程有限公司,助理工程师,长期从事高速铁路工程项目及房建工程项目施工管理工作。