

解决水泥砼桥面铺装质量通病的方法

王燕平, 关伟伯

(广东省高速公路有限公司, 广东 广州 510100)

摘 要: 通过对大规模滑模摊铺大桥水泥砼桥面新工艺的成功实践, 介绍了桥面铺装一些质量通病的解决方法, 为提高同类工程的施工质量提供经验。

关键词: 桥梁; 水泥砼; 桥面; 施工质量

中图分类号: U416.216

文献标识码: B

文章编号: 1671-2668(2003)05-0073-03

桥面铺装是梁体的组成部分, 有保护桥面板防止车轮直接磨损, 防止主梁受雨水侵蚀等功能。科学技术的高速发展对桥梁结构特别是高速公路桥梁结构提出了更高要求, 传统的桥面铺装工艺已无法满足其要求, 因此, 采用先进设备、先进工艺、先进技术是当今的发展趋势。滑模摊铺砼桥面具有强度高、平整度好、整体性好、施工进度快等优点。广东汕汾(汕头—汾水关)高速公路 1~13 标段约 20 万 m^2 桥面采用滑模摊铺, 解决了桥面工程质量的一些通病, 为提高桥面工程质量提供了施工经验。

1 汕汾高速公路桥面铺装项目简介

1.1 桥面铺装主要设计参数

汕汾高速公路 K10+752.51~K34+600(1~13 标段)大桥、特大桥桥面结构为 C40 防水钢筋砼, 均采用分离式设计, 单幅桥面净宽 11.13~11.50 m。桥面铺装钢筋采用 15 cm \times 15 cm 的 ϕ 10 单层钢筋网; 梁、板端桥面连续钢筋采用 15 cm \times 15 cm 的钢筋网, 纵向采用每根 230 cm 的 ϕ 16 钢筋且在缝的左右各 30 cm 范围内作粘结失效处理, 横向采用

与桥宽相适应的 ϕ 12 钢筋。空心板梁的桥面铺装厚度为 14 cm, T 梁和箱梁桥面铺装厚度为 10 cm; 平曲线上的不等厚铺装的最小厚度应满足上述要求。

1.2 铺装前的施工准备

1.2.1 铺装设备布置及布料设备

铺装设备原采用德国 Wirtgen sp850 滑模摊铺机, 摊铺宽度 8.5 m, 布料设备采用砼泵车。后改为美国 GOMACO 砼滑模摊铺机, 摊铺宽度 9.5 m。单幅桥面净宽 11.13~11.50 m, 分次摊铺, 主车道采用机械摊铺, 边部采用人工摊铺。桥面铺装钢筋第一次铺装宽度为 8.5 m 加两端伸出各 0.25 m 的搭接长度。待第一次机械摊铺砼强度达到可通车后再进行另一幅桥面的铺装施工, 人工摊铺边缘部分在护栏完成后再施工。摊铺机的布置见图 1。由于桥面采用分离式设计, 且铺装一侧已安装钢筋, 料车无法直接将砼卸在摊铺机前面, 因此, 需采用布料设备将砼从桥面一侧向摊铺一侧输送。为改善桥面砼坍落度, 加快施工进度, 专门设计了 2 套自行式侧向输送设备。为减少砼护栏对桥面铺装施工的影响, 在两侧桥面机械摊铺完工后才施工桥面内侧护栏。

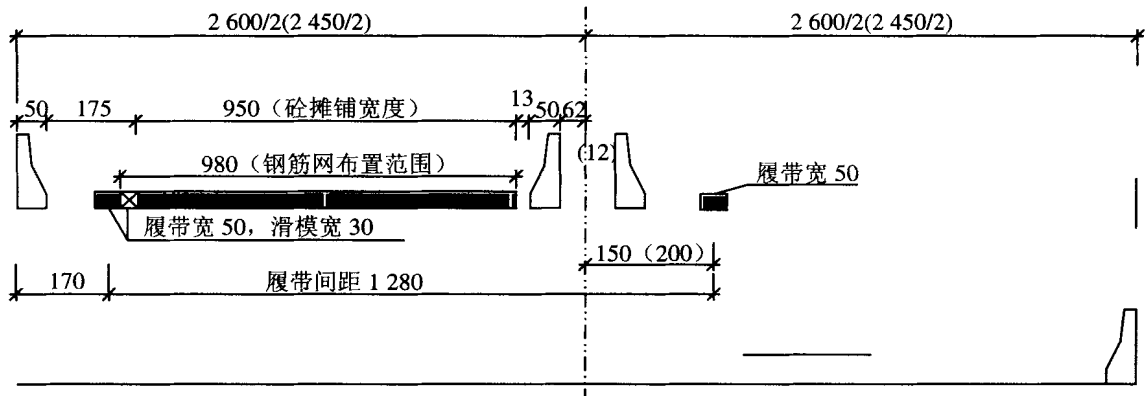


图 1 摊铺机布置示意图(单位: cm)

1.2.2 搅拌站设置及运输车辆的选择

搅拌站宜设置在施工摊铺路段的中间,具体位置应综合考虑平均运距和场地等因素。该工程使用的拌和站的总拌和能力为 $200 \text{ m}^3/\text{h}$,由 $M = 60 C b h v_t = 60 \times 1.5 \times 8.5 \times 0.14 \times 1.5 = 161 \text{ m}^3/\text{h} < 200 \text{ m}^3/\text{h}$ (式中: M 为拌和站每小时的总拌和能力, m^3/h ; C 为搅拌楼的可靠系数,取 $1.2 \sim 1.5$; b 为摊铺宽度, m ; h 为摊铺厚度, m ; v_t 为摊铺速度, m/min , $1 \text{ m}/\text{min}$) 可知,该拌和站拌和能力满足桥面铺装施工的要求。由于施工地点较分散且部分标段运输距离较远,为防止砼产生离析,采用 9~14 部法国雷诺搅拌运输车运输砼,运输能力为每车 9 m^3 ,具体运输车辆数根据摊铺速度、运输距离确定,运输能力应能确保摊铺机匀速无间歇地工作。

1.3 砼配合比的设计与优化

滑模摊铺桥面砼的配合比应满足抗压强度、防水性、工作性、耐久性、经济性和可滑性要求,还应考虑运输设备、气候条件及运输距离。多种条件下的试验结果表明,本项目中砼到摊铺现场的坍落度损失为 $30 \sim 50 \text{ mm}$ 。前期采用砼输送泵侧向送料,砼配合比 水灰比为 0.44 ,水泥为京阳嘉新 525RP.0,用量为 $400 \text{ kg}/\text{m}^3$,砂为细度模数 2.5 的中粗河砂, $5 \sim 30 \text{ mm}$ 的连续级配碎石,坍落度为 $80 \sim 100 \text{ mm}$,水泥 砂 碎石 水 外加剂 $= 1 \ 1.64 \ 2.8 \ 0.44 \ 0.004$ 。后期采用自行式侧向输送设备送料,砼配合比:水泥为京阳嘉新 525RP.0,用量为 $375 \text{ kg}/\text{m}^3$,水灰比为 0.43 ,坍落度为 $80 \pm 20 \text{ mm}$,水泥 水 砂 碎石 外加剂 $= 1 \ 0.43 \ 1.69 \ 3.27 \ 0.004$ 。砼到现场的最佳坍落度为 $60 \sim 70 \text{ mm}$ 。

2 桥面铺装施工几个重要环节的工艺控制

2.1 钢筋网安装

安装钢筋网前应将梁板上部清理干净,然后在桥面摊铺前将钢筋网按设计及规范要求铺设在梁面上,宽度应与摊铺宽度相对应,即 8.5 m 加两端伸出各 0.25 m 的搭接长度。钢筋网安装完工距桥面摊铺时间不宜过长,以免钢筋生锈影响桥面铺装质量。钢筋网应与桥面预埋筋绑扎固定,在必要时可增加高标号砂浆垫块,确保钢筋网在卸料、布料和摊铺过程中不移位、不变形。

2.2 基准线设置

设置基准线是控制桥面铺装厚度的重要环节,设置形式为单向坡双线式。首先应测量放样,确定

各基准点高程,然后设置竖直基准线桩,再在竖直基准线桩上安装可调节的带夹线凹槽的横杆,基准线挂于夹线凹槽内。根据放样高程和桥面设计高程计算基准线高程,用钢尺确定其位置。基准线采用 3 mm 的钢绞线。在施工前应检查基准线高程,确保铺装厚度准确无误。基准线桩纵向间距直线段为 10 m ,平曲线及缓和曲线段为 5 m ,可根据具体情况适当减小。在基准线上施加不小于 1 kN 的张力,以保证基准线垂度不大于 1.0 mm 。基准线设置精度应满足表 1 的要求。

表 1 滑模摊铺桥面基准线设置精度要求

| 项目 | 规定值 | 最大允许偏差 |
|------------------------|------------|-----------------------|
| 中线平面偏位/ mm | 10 | 20 |
| 坡度偏差/ mm | +15 | +20 |
| 面板厚/ mm | 代表值 极值 | -3 -8 -5 -10 |
| 纵断面高程偏差/ mm | ± 5 | ± 10 |
| 横坡偏差/ $\%$ | ± 0.10 | ± 0.15 |
| 左右幅连接纵缝高差/ mm | ± 1.5 | ± 2 |

2.3 梁端接缝与伸缩缝的处理

为防止砼进入梁端接缝,在梁端缝内填泡沫塑料。为使摊铺机在伸缩缝处能连续摊铺,且不会对以后伸缩缝安装造成很大影响,应采取如下措施:测量出伸缩缝范围,在伸缩缝边缘用木框架围好,架高比铺装厚度小 5 cm ,在框内填满砂,在板缝处稍微加高填砂,以保证砼板在板缝薄弱处断开。安装伸缩缝时,只要将伸缩缝范围厚 5 cm 的砼板切除即可(见图 2)。

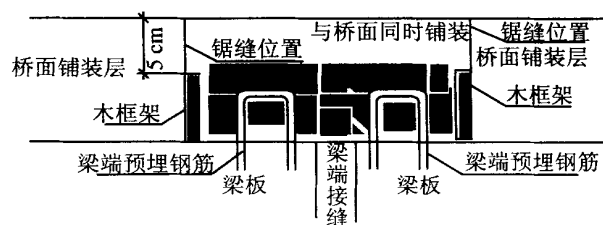


图 2 梁端伸缩缝位置处理示意图

3 存在的问题和解决方法

3.1 通过控制施工时间减少纵向裂纹

桥面砼强度设计为 C40 防水砼,梁、板砼设计强度为 C40、C50,钢筋网 $\phi(15 \times 15 \text{ cm})$ 密布,横向宽 10.1 m ,纵向每根长 10.3 m ,并焊接固定于梁、板的预埋筋上,使整个桥面系的弹性模量增加,原理上

增加了桥面的抗压和抗弯能力。但在实际施工中,由于广东秋天早晚温差达 $15 \sim 25$,钢筋产生的温度应力为 37.5×10^6 MPa,如此大的温度应力是新拌砼粘聚力无法承受的,势必造成开裂。2001 年 4 月,在白天较强烈阳光下进行的实验性铺装中,沿着纵向钢筋产生了贯穿裂纹。解决措施:纵向钢筋取消焊接采用绑扎,分段搭接固定于梁、板预埋筋上,每段长不大于 5 m,搭接面积小于 50 %,并尽量避开高温时间施工。

3.2 获得砼的最佳坍落度

钢筋问题的解决并没有彻底消除桥面裂纹,由于桥面下部是空的,难以保水,且铺装层较薄,水分散发快,因此,对砼的配合比提出了特殊要求。若砼的坍落度大,会增加水泥用量,增大砼水化热,使砼温度应力增大,加大砼开裂的几率;坍落度小,也会使砼产生收缩裂纹。通过多次试验,得出砼的最佳坍落度(现场)为 $6 \sim 7$ cm,考虑到搅拌、运输里程和天气等因素使砼的坍落度有所损失,拌和站砼的坍落度应适当增加 $2 \sim 3$ cm。砼在终凝前喷洒 2 层养生剂,再覆盖塑料薄膜保证养生效果。

3.3 控制砼中的水泥指标

桥面用水泥应变形小,耐磨性强,本工程使用的京阳嘉新 505[#] RP.0 水泥属早强型,抗折强度为 7.5 MPa,其化学成分与物理指标见表 2。

表 2 京阳嘉新 505[#] RP.0 水泥的化学成分和物理指标

| 性能指标 | | GB 175 - 92 的要求 | 检验 结果 |
|---------------|---|--------------------|----------|
| 物理 指标 | 比表面积/ $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ | > 300 | 340 |
| | 凝结时间/ min | 初凝 > 45 | 135 |
| | | 终凝 < 390 | 190 |
| | 安定性 | 合格 | 合格 |
| | 强度/ MPa | 抗折 3 d > 5.0 | 7.0 |
| | | 28 d > 7.0 | — |
| 抗压 3 d > 27.0 | | 40.0 | |
| | | 28 d > 52.5 | — |
| 化学 成分 | LOSS | < 3.5 | 2.20 |
| | 不溶物 | < 1.5 | 0.70 |
| | MgO | < 5.0 | 1.30 |
| | SO ₃ | < 3.5 | 2.32 |
| | / % | | |

注:如果水泥经压蒸,其安定性合格,则 MgO 允许放宽至 6.0 %

由于水泥属早强型,加上白天温度均在 35 左右,使砼早期水化热增加过快,温度迅速升高。根据现场测定,砼第 2、3 天的温度最高达 60 ,后 2 天

又迅速降低到 $38 \sim 45$,逐渐趋于稳定。可见砼温度应力对桥面开裂的影响较大。因此,在水泥用量上应采取措施,侧向送料由输送泵改为自行式侧向输送设备,水泥用量减少 34 kg/m^3 ,同时喷洒双层养生剂加薄覆盖层养生,保证其内部温度和砼最高温度即温差不超过 15 。

3.4 处理好梁面与桥面铺装层的结合工艺

梁面应密实、平整,而实际施工中桥面铺装前的梁面坑洼不平,造成积水和藏匿泥沙,影响桥面的水灰比和结合面强度。因此,在预制或现浇梁面砼时,应在初凝结束前对砼表面用人工抹平和压实,然后作纵横向划纹,保证梁面密实平整、易于清洁、不积水。划纹可储留少量水,使桥面浇筑时梁体表面砼易达到饱和面干、不吸水的要求,还可增加新老砼的粘结面积。当梁面有现浇接缝时,接缝的表面亦按此法处理。

此外,桥面采用固定钢筋网时,由于梁面无法进行刷浆处理,为保证桥面与梁面的粘结强度,水泥用量应 375 kg/m^3 ,并掺加高效减水剂,坍落度采用 $6 \sim 8$ cm,并对桥面进行钻芯和凿除检查。芯样抗压试验证明:结合面的强度都大于或等于桥面或梁体的砼强度;而砼水泥用量小于 375 kg/m^3 ,在 365 kg/m^3 以下,且坍落度小于 5 cm 时,桥面砼与梁面的粘结效果明显较差,现场检查的特征主要体现为易于成块凿除。采用活动钢筋网片时,砼坍落度可采用 $3 \sim 5$ cm,水泥用量可在 365 kg/m^3 以下,此时梁面需进行刷浆处理,凡经刷浆处理的砼结合面的强度都大于或等于桥面及梁体原有砼的强度。

3.5 分析产生裂缝的原因,寻找处理对策

通过分析,产生裂缝的原因主要是气温的影响,因此,本项目后期施工均在傍晚和晚上进行,气温均低于 25 ,再未产生裂缝。用平整度仪检测,平整度为 $0.95 \sim 1.35 \text{ mm}$,满足设计要求。桥面随机取芯抽样检测抗压强度及上下层面的结合情况:当试件破坏时,其强度为 $52 \sim 56 \text{ MPa}$,劈裂裂纹向 45° 方向上下贯通,沿接面的界面周围无劈裂现象,说明桥面和梁、板层间粘结,抗剪能力和整体性可靠。

参考文献:

- [1] J TJ 021 - 89,公路桥涵设计通用规范[S].
- [2] J TJ 041 - 89,公路桥涵施工技术规范[S].

收稿日期:2003 - 09 - 23