

大、变截面普通钢筋砼箱梁施工要点分析

梁丽斌

(山西省交通建设工程监理总公司,山西 太原 030012)

摘要:通过简要分析(16+18+16)m 现浇变截面箱梁的施工,对此种结构的施工、监理重点环节予以提出,并在施工中加以重视。

关键词:支架;钢筋;浇筑;裂缝;预防

中图分类号:U448.213

文献标识码:A

文章编号:1006-3528(2003)S1-0095-03

0 引言

所谓普通钢筋混凝土是相对于预应力混凝土而言的。预应力混凝土有诸多的优点,但也不能在所有的情况下都使用预应力混凝土结构。普通钢筋混凝土和预应力混凝土结构各有其合理使用范围。对于小跨径、大截面的桥涵构造物采用普通钢筋混凝土的结构是一种合理的选择。

大截面、变截面普通钢筋混凝土结构,施工中通常采用“满堂红”支架,现浇混凝土。以(16+18+16)m 变截面连续箱梁为例,该桥截面横向宽度从 54.07 m 变宽到 64.68 m,混凝土浇筑量为 1 600 多 m^3 ,钢筋使用量为 490 t,箱梁截面形式为一箱六室结构,全桥连续。经过施工前的分析,施工关键的控制部分可以分为:支架、钢筋、浇筑、裂缝的预防等 4 个主要的控制节点工序。在施工过程中牢牢抓好这 4 个方面的施工质量,全面分析采用合理施工工艺和有效的预防措施是该结构能否保质、按期完成的关键。

1 支架

1.1 支架布局

该桥采用的支架为全面积碗扣式支架,中间加设剪刀式横撑。支架支撑首先从基础开始进行充分的碾压夯实,由于地表层为种植土,所以在支架范围内全部进行地基换填处理,换填为天然砂砾厚度 50 cm,整平后进行碾压夯实,碾压控制采用路基 95 区的压实标准控制。为保证换填厚度的一致均匀,在挖填时以水准仪进行挖深、整平控制。通过这些措施来保证支架即使出现下沉也为受均布荷载后的均匀

下沉。在换填碾压结束后,为防止雨水浸泡(换填后此处比周围底凹),在支架范围的周边设置拦水埂,设置引水、排水布置。支架支立完成后,尽快进行了支架顶部箱梁底模的安装,目的是为了雨水从顶部顺流而下浸泡地基。本桥的支架几何布局为 $90\text{ cm} \times 90\text{ cm} \times 120\text{ cm}$,单根立杆的计算荷载为 1 348 kg,局部单根立杆的计算荷载为 2 700 kg,远远小于单根立杆的极限荷载(6 000 kg)。支架底脚支立于 $15\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 400\text{ cm}$ 的枕木上,枕木按支架 90 cm 的间距成行布设,每个支架腿与枕木之间垫 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 厚 5 mm 的钢垫片,以保证应力扩散,均匀作用于地基。支架底部两层为 $90\text{ cm} \times 90\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ 。中部为 $90\text{ cm} \times 90\text{ cm} \times 120\text{ cm}$ 布局。支架整体高为 8 m~9 m,另外增加横向连接支撑,以保证上部传下的力能够很好地扩散均匀传递,同时也避免了竖杆稳定的问题。

1.2 支架预压

在对支架完成支立后,我们对所有节点逐个进行检查,确保扣接紧密,传力可靠。支架的预压是一项关键的工序。通过支架预压来确定支架的塑性变形和弹性变形,通过预压的测量计算来确定施工预拱度和下沉量,最终控制梁体的变形下沉后的控制高程。进行预压的充要条件是完全模仿梁体在施工中和施工完成后的应力荷载分布情况。按照施工工序,首先进行底模安装:支架完成后用方木进行铺垫,并且通过支架托承进行底模横坡和纵坡调整。铺设方木时,方木要定位牢固,同时要尽可能避免方木端头出现悬臂的情况,本桥施工使用的方木采用 $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 360\text{ cm}$ 尺寸,布设时以 90 cm 为行

收稿日期:2003-08-29

作者简介:梁丽斌(1973—),男,山西汾阳人,助理工程师,1996年毕业于太原理工大学道桥专业。

距垂直于桥轴线布设,由于本桥底板面积较大,考虑经济情况未采用大面积异型钢模,采用了标准的组合模板,模板在组合时采用双向连接,并且加设其他方式的连接构造,使之成为一个整体,消除单块模板受到临时的集中荷载时发生个别下沉。底模安装调整完成后,进行侧模的安装加固,侧模安装以设对穿拉杆和风缆绳为主,并且设置纵向联接,模板安装完成后开始进行布载,并且标识沉降观测点。沉降观测点布设原则是:从梁体上分为跨中,1/4 跨处和墩顶,台顶;从受力上分为腹板横隔板(钢筋、混凝土比较集中)和其他普通部位。观测时间为:模板支立完成加载之前观测记录一次,加载完后观测记录一次,卸载完成后观测记录一次,几次观测记录都以 30 m 范围以外同一永久不动点为基准点。预压布载要充分模仿实际布载情况,因此要对不同部位分配以相应的荷载。本桥在布载时为了考虑彻底消除塑性变形,布载的重量超过设计重量的 20 %,使支架能够有一定安全富裕度,确保施工过程中逐步形成的恒载和临时动载冲击,都在预压的范围内,使预压达到预期的目的。通过预压测算确定了施工预拱度,最终控制桥梁指标。

2 钢筋

同样,普通钢筋混凝土对于预应力混凝土构件来说,要达到同样的承重效果,则普通钢筋混凝土的钢筋密度大,受力主筋通常以 $\varphi 28$ 、 $\varphi 25$ 为主。以该桥为例,主筋间距最密集处为 4 cm,这样钢筋的加工安装都有其自身的特点:

a) 钢筋使用量大、密度高、自重大,全桥仅上部使用钢筋近 500 t,其中 $\varphi 25$ 、 $\varphi 28$ 的二级钢筋占使用量的 80 % 以上,这就使在钢筋的加工、混凝土浇筑等方面带来一些操作难度;

b) 钢筋的支撑,由于受力主筋为 50 m 通长筋,其中有的主筋间距只有 4 cm,所以构造筋和架立钢筋设置就不能满足施工所需要的刚度,钢筋骨架变形要求控制有难度,因此在施工中应加入一些临时的支撑构件,特别是钢筋密集的腹板和横隔板部位;

c) 由于是现浇箱梁,施工时采用一次性芯模(木模),在几何尺寸上芯模的体积大,为安装搬运芯模和截面变形的要求,芯模分节段来制作,一般一节(段)自重为 800 kg 左右,几何尺寸为 400 cm \times 400 cm \times 80 cm。在底板钢筋布设完成后开始进行芯模的安装,所以芯模的定位刚度必须足够,不能出现支撑下沉,使底板钢筋保护层不足,设计尺寸不能保证,也不能出现混凝土浇筑时芯模上浮。芯模必须进行必要的加牢措施,寻找一种安装迅速安全,定位

牢固准确的施工操作方法是必需的。加工安装钢筋骨架时提前考虑此点,必须通过钢筋骨架定位,而不能通过外部或外模进行加固定位;

d) 钢筋的定位、安装。以本桥为例,由于本桥为连续变截面构造,全桥由 0 号台到 3 号台共 50 m 长,而横向截面的宽度变化达 10.5 m 之多,所以在进行通筋布设时,就不能采取通常的弹墨线定位的方法。同时受力主筋都为 $\varphi 25$ 、 $\varphi 28$ 的二级钢筋,弧线布筋的方法要选择准确,必须确保每个横截面钢筋间距均匀。按照施工工序的要求,在进行完底板、腹板混凝土浇筑后,紧接着进行顶板、翼板的钢筋布设,然后进行顶板混凝土的浇筑。为了压缩两次混凝土浇筑的时间间隔,必须快速进行顶底、翼板的钢筋布设,形成流水作业。所以有效的人员组织和简捷有效的方法很重要。

3 混凝土

普通钢筋混凝土使用时要考虑混凝土满足设计强度的前提条件下的可操作性。该桥采用商品混凝土罐车运输,泵车输送,因此和易性、流动性必须好。采用商品混凝土时要协调混凝土的运送速度和现场混凝土使用振捣密实速度,保持搅拌站和施工现场的通讯联系,不能出现大批拌和料等待现象。周围环境气温高、湿度小的情况下,混凝土拌和料可能出现水分的丧失,形成坍落度减小、和易性差、现场振捣出现困难,进而形成恶性循环。钢筋骨架密度大,混凝土的振捣操作尤为重要,在施工前进行详细的工序分解,责任到人,做到井然有序。在钢筋密集处要配以小直径振捣设施。全桥一次浇筑,一次连续不间断要完成 800 m³ 以上的混凝土,并且之间要穿插安芯模、布钢筋,施工持续时间在 5 d ~ 6 d 以上,因此人员容易疲劳。现场组织施工必须保留有效组织,人员进行轮换休息,工序衔接要紧凑,施工要有连续性。因而现场组织者要有全面细致的考虑安排。

4 裂缝

4.1 大体积温度收缩裂缝

混凝土在空气中结硬时体积减小的现象称为收缩。混凝土在不受力情况下的这种自由变形,在受到外部或内部钢筋约束时,将使混凝土中产生拉应力,甚至使混凝土开裂。引起混凝土收缩的原因:在硬化初期主要是水泥石在水化凝固结硬过程中产生的体积变化,后期主要是混凝土内自由水分蒸发而引起的干缩,所以在实际施工中混凝土体积收缩受到几方面影响:

a) 受到养护及使用条件下的温度与湿度影响:

干燥失水是引起收缩的重要原因,所以构件养护条件以及凡是影响混凝土中水分保持的因素都对混凝土的收缩有影响。蒸气养护可以加快水化作用,减少混凝土中的自由水分,可以使收缩减少,但对于该桥则不可能使用蒸气养护,因此,只能以增加覆盖,勤洒水,尽量对混凝土体进行降温来达到减少收缩;

b)混凝土的组成和配合比的影响:混凝土配合比中,水泥用量越多,水灰比较大,收缩就越大;骨料的级配好,密度大,弹性模量高,粒径大可减少混凝土的收缩,这是因为骨料对水泥的收缩有制约作用;粗骨料所占体积比越大强度越高,对收缩的制约作用就越大。但是减少混凝土收缩的要求和现场的和易性的要求上又存在着相互制约,特别是采用泵送的商品混凝土更是对砂率、坍落度等有明显不利于减少收缩的要求。这就要在两个方面尽量找最佳平衡点,不能顾此失彼;

c)构件的体积与表面积的比有关:混凝土的体表比决定着混凝土中水分蒸发的速度,体表比较小的构件如 I 字形,箱形薄壁构件,收缩量就大,而且发展也较快。本桥的形式正属于这种范畴。先天存在着不利因素,在施工过程中和养护期间必须高度重视,采用积极的预防措施。

4.2 施工工序的影响

施工工序的影响实际上主要是减小混凝土浇筑时相邻部位的龄期差。由于工序的需要,混凝土浇筑持续 5 d~7 d,因此混凝土的浇筑不能采用以往的分层浇筑,施工采用斜坡形逐步推移的施工方法,工序施工要求连贯流畅,不能出现中断。同时,也避免了支架发生不均匀下沉和支架发生多次多阶段的下沉,力求支架下沉随着恒载的形成和前移一次性沉

降完成。根据预压取得的数字分析,此种要求是能够达到的。否则,由于施工工序安排组织不合理,会出现前期浇筑混凝土已过了终凝时间但还未形成足够强度时在上部施工加载、振动,必然会在下部形成裂缝。同时如果工序不合理,分几个阶段形成恒载时,支架会出现分阶段下沉,此时混凝土过了终凝时间,但未形成足够强度,而出现下沉裂缝。另外,施工工序中对钢筋的保护层控制不严,或保护层没有达到设计厚度时,在干燥的环境中,也会顺着钢筋方向出现裂缝,此种裂缝称为劈裂裂缝,此种裂缝危害较大,所以施工的工序合理与否对裂缝的形成和发展都有很大的影响。其他工序诸如支架的拆除时间,混凝土的养护方式等,都是预防钢筋混凝土裂缝产生、发展所必须考虑的方面。

4.3 其他因素的裂缝

钢筋锈蚀产生的锈蚀物的体积比钢筋被侵蚀的体积大 2 倍~3 倍,这样体积膨胀使外围混凝土产生相当大的拉应力,引起混凝土开裂,甚至保护层混凝土剥落。过多的裂缝会影响结构的外观和结构的使用寿命。另外,混凝土的早凝剂、早强剂等外掺剂的掺量也会对裂缝的产生有影响。

由上所述,为了预防混凝土的裂缝发生,在施工之前,要有充分的预防准备工作,在施工中工序安排要合理,原材料要控制好,现场组织控制要精确,在混凝土养护期间一定要专人负责进行全面细致的养护,采用必要的养护设施和方法。

本文以(16+18+16)m 的大、变截面现浇箱梁为例,分析了主要的施工、监理控制要点,为该桥做一小结,也为自己今后的工作积累经验。

The Analysis of Large and Variable Cross-Section Common Reinforced Concrete Box Beam Construction

LIANG Li-bin

(Shanxi Provincial Construction Engineering Supervision Company
of Communications, Taiyuan, Shanxi 030012, China)

Abstract: The paper analyzed the construction of (16+18+16) m variable cross-section box beam, and proposed its main point of construction and supervision for reference.

Key words: support; reinforcement; grouting; crack; prevention