

高速公路桥梁现浇箱梁支架施工技术分析

王昱坤

中交二航局第二工程有限公司, 重庆 400000

[摘要] 文章将高速公路作为一个主要的考察目标, 探讨了在大桥工程中, 目前正在进行的是一种现浇箱梁支架的施工操作工作, 以及它应该使用的施工工艺, 从支架设计、脚手架等项目作为一个技术的分析角度, 对施工工艺在使用过程中应该考虑到的一些技术问题进行了详细的论述, 目的是为了能够为高速公路工程的建设工作带来一些技术上的帮助。

[关键词] 箱梁; 支架设计; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v5i3.8178

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology for Cast-in-place Box Girder Support of Highway Bridges

WANG Yukun

China Communications 2nd Navigational Bureau 2nd Engineering Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract: The article takes the highway as a main inspection target and explores the construction operation of a cast-in-place box girder bracket currently in progress in bridge engineering, as well as the construction process it should use. From the perspective of bracket design, scaffolding, and other projects as a technical analysis, it provides a detailed discussion on some technical issues that should be considered during the use of the construction process, so as to provide some technical assistance for the construction of highway engineering.

Keywords: box girder; support design; construction technology

引言

在我国, 道路和大桥是一种比较关键的交通运输工具, 对促进国家和地区的发展起着举足轻重的作用。因此, 在具体的建设过程中, 应该运用一些相关的建设技术来保证项目的建设品质, 满足建设要求, 从而推动我国道路运输的发展。目前, 采用现浇箱梁的建造技术, 可以在某种意义上, 对大桥的建设和道路的美感进行保证, 因此, 这种技术在建筑业中得到了推广。

1 工程简述

在一条高速公路上进行了一项大桥项目, 该项目的大桥全长 74m, 大桥上方设置了一座预应力混凝土箱梁, 其施工技术采用了连续现浇的方法。在浇筑跨线桥的箱梁混凝土时, 对工程进行封闭、场地拥挤、交通闭塞等方面, 通过一种新颖的技术, 从而达到了对施工人员的最优配置, 提高了施工技术在工程中的实用性, 并根据工程需要, 合理地组织好在雨季进行的施工, 确保了高空作业的安全, 按时完成了对箱梁的现场浇筑工作。

2 箱梁支架体系设计

现在浇筑箱梁中使用的支撑数目较多, 还使用了许多的辅材或装备技术等, 因此, 设计者必须把支撑项目当作一个整体来进行。本项目涉及到地基处理、支架安装及梁的布置, 在此基础上, 要根据从小到大, 由部分到总体的要求, 对其施工次序及施工要点进行合理的规划, 以达到其经济、安全的要求^[1]。设计人员必须要对施工场地

进行全面的调查, 对施工场地的地质和水文情况有充分的认识, 对大桥及桥跨的构造也有足够的了解, 这样才能对支架的选择、设计提供一定的参考。当某一段的桥面比较平整, 且与地面处于同一水平面上时, 为了确保桥面的稳定, 应选用全屋支撑。当某一段的桥面有许多高低不平时, 应采用梁柱式支撑。在本项目中, 通常选用第一种支撑形式。此种支撑体系采用的是箱-腔-壳的组合体系, 其内部用小方形格子组成, 格子的加强构件以木质板材为主。网架与地板的角度呈 90°, 通过对网架进行辅助, 可以实现对顶面板的功能。在网板与底模间, 还需采用支撑进行加强, 各箱体需采用螺栓联结。因此, 在对支撑系统进行了科学的设计之后, 还必须对其进行有效的计算。主要是针对纵梁和支架支柱展开的, 而在这两个方面, 纵梁计算的内容有很多, 因此, 在进行规划时, 要确保与之有关的计算参数是正确且完整的, 因为它们会对支架的强度、承载能力等产生影响, 所以, 在掌握了大量的资料并进行分析之后, 就可以对设计方案进行相应的修改, 从而让支架的稳定性变得更好, 让支架的布局等变得更为合理。在进行结构分析时, 应以受力最大截面的形式, 例如肋骨部位等结构的弱点部位。在纵向梁柱的计算过程中, 应按照材料的性能要求, 确定配筋种类及配筋用量, 并确定其结构的受力参数。在底部部分载荷的计算中, 要进行受力分析, 对底膜和支架自重、混凝土浇筑重量、倾倒、振捣环节所施的压力和人群机具所造成的压力进行计算。并将其用于

最后的强度与刚性校核。网壳的求解过程及求解的内容均与网壳的求解过程相同。对于支撑支柱的计算，必须以管道的力学参数、横杆间步距等为依据，对其进行长细比的分析，进而得到纵梁的最大剪力，这个数字要与立杆轴向力计算的结果进行对比，若其大于前者，说明支撑的安全因子很高。

3 箱梁支架施工规划

3.1 施工方案规划

在实际的施工设计中，将箱梁支架分成三大工作模块，即基础夯实、支架设计和分布梁的合理布置。在施工方案设计时，要考虑到成本造价、施工安全等多个方面的原因，避免一味地追逐经济效益，而忽略了施工操作的安全，防止过分保证施工安全，导致施工成本投资过大^[2]。因此，建筑规划设计者必须全面衡量二者之间的关系，然后才能进行建筑规划。以这些为依据，并与施工现场的具体情况相联系，本着经济适用、安全稳定的设计理念，对施工现场进行预勘察工作，对工程的地质条件、桥跨结构等进行了充分的研究，从而对其掌握初步的了解。

3.2 支架搭设

通常来说，如果地形不会出现凹凸不平的问题，可以选择全屋支撑型的支撑形式。在地形起伏大的情况下，采用梁柱型支撑体系。在决定了支架结构的选择之后，要对其进行精准性计算和稳定的分析，保证其强度与施工需要相匹配，应该对支护间隔与高度的数值进行科学的分析，进行支护体的精密验算，从而达到对设计方案综合考虑的最优解，一方面可以最大程度地节省施工材料，恰当地管理施工费用，另一方面，这种设计也是满足工程建设所需要的必要性承载力，具体的计算过程为：

横梁的计算流程：

(1) 桥墩中间的跨接断面，在此断面上，承载最大荷载的部位为腹板，其侧向间距最好选择 0.9m；

(2) 大桥横截面上的真实建筑区域为 1.592m^2 。
 $P1=1.592 \times 2600 / 0.9 \times 10 = 46000\text{N}/\text{m}^2 = 46\text{kN}$ ；

(3) 在验算桥台的承载量时，以荷载最大值和最危险截面为最优值。根据路桥施工工具说明书的计算公式，可以得出，钢材所具有的力学指标，其取值方法为：

$[\delta] = 145\text{MPa}$ ； $[T] = 85\text{MPa}$ ； $E = 2.1 \times 10^5\text{MPa}$ ；根据 $E = 2.1 \times 10^5\text{MPa}$ 的施工技术，采用的纵向横梁的设计材质是：10 型工字钢，该材质在进行结构的设计时，其力学性能指标为： $W = 49.0\text{cm}^3$ ； $I = 245.0\text{cm}^4$ ； $S = 28.2\text{cm}^3$ ； $d = 0.45\text{cm}$

3.3 纵梁具体计算

3.3.1 底板位置

(1) 如果底层薄膜的真实浓度是 $100\text{kg}/\text{m}^2$ ，而支撑体的物质浓度是 $250\text{kg}/\text{m}^2$ ，那么就有：
 $P1 = 100 + 250 = 350\text{kg}/\text{m}^2$ ，也就是可以转换成 3.5kPa 。

(2) 水泥用量： $P2 = 2600 \times (0.656 + 0.413)$

$/2.85 = 975.2\text{kg}/\text{m}^2$ ，也就是 1.5kPa 。

(3) 人群机具的设计为： $P3 = 1.5\text{kPa}$

(4) 倾覆时， $P4 = 4\text{kPa}$

(5) 用 $P5 = 2.0\text{kPa}$ 进行振动。

(6) 通过对六个不同的荷载进行叠加，得到了相应的计算结果

帕 = $9.8 + 2 + 4 + 1.5 + 3.5 = 20.8\text{kPa}$

在考虑了 1.2 个保险因子后，采用如下方法：

铅 = $20.8 \times 1.2 = 24.9$ 千帕

将横梁线位置所受到的荷载进行转换，以纵向方向 0.9 m 为计算间隔，其方法是

$p_c = 24.9 \times 0.6 = 14.94\text{kn}/\text{m}$

根据建筑设计的公式进行了推算，其方法如下：

$M_{\max} = 0.125 \times P_c \times l^2 = 0.125 \times 14.94 \times 0.9^2 = 1.51\text{kn} \times \text{m}$
 $\delta_{\max} = M_{\max} / W = (1.51 \times 10^3) / (49 \times 10^{-6}) = 30.9\text{MPa}$
 $< [\delta] = 145\text{MPa}$ $P_{\max} = 0.5 \times P_c \times l = 0.5 \times 14.94 \times 0.9 = 6.72\text{kN}$

$T_{\max} = (P_{\max} \times s) / (I \times b) = (6.72 \times 28.2) / (245 \times 0.45) = 17.2\text{MPa}$ $[T] = 85\text{MPa}$ ^[1]

(7) 采用：荷载结合的方法，以提高纵向梁受载能力为目的，采用 1+2+6 的方法，对比：

$P_v = 3.5 + 7.8 = 11.3\text{kPa}$

考量到 1.2 倍的安全因数，则：

$P_n = 11.3 \times 1.2 = 13.56\text{kPa}$ $P_m = 13.56 \times 0.9 = 12.2\text{kn}/\text{m}$

依据计算公式得出：

$F_{\max} = 5q l^4 / 384EI = (5 \times 12.2 \times 0.9^4) / (384 \times 2.1 \times 10^5) = 0.203\text{mm}$ $F_{\max} / l = 0.203 / 900 = 1 / 4433 < (1 / 400)$

3.3.2 腹板位置

(1) 底模的材质取值为每平方米 100kg，支架材质取值为每平方米 250kg，内膜选用的是木质，可不参与计算，则 $P1 = 100 + 250 = 350\text{kg}/\text{m}^2$ ，即换算可得 3.5kPa 。

(2) 混凝土： $P2 = 2600 \times 1.592 / (0.2 \times 2 + 0.5) = 4600\text{kg}/\text{m}^2$ 即换算可得 4.6kPa 。(3) 人群机具的设计为： $P3 = 1.5\text{MPa}$ 。

(4) 倾倒的设计方式为： $P4 = 4\text{MPa}$ 。

(5) 振捣的设计为： $P5 = 2.0\text{MPa}$ 。

(6) 强度设计的计算流程：考量因素与底板一致，即： $P = 3.5 + 1.5 + 4 + 2 + 4.6 = 57.0\text{MPa}$

考量 1.2 倍的安全指数，即

$P = 57.0 \times 1.2 = 68.4\text{MPa}$ ；

转化横梁线的实际承载力：

$P_e = 68.4 \times 0.6 = 41.04\text{kn}/\text{m}$

依据施工工具手册要求，可得：

$M_{\max} = 0.125 \times P_e \times l^2 = 0.125 \times 41.04 \times 0.9^2 = 0.924\text{kn}/\text{m}$ $P_{\max} = 0.5 \times P \times l = 0.5 \times 41.04 \times 0.9 = 18.5\text{kN}$

$T_{\max} = (P_{\max} \times s) / (L \times b) = (18.5 \times 28.2) / (245$

$\times 0.45) = 47.2 \text{ MPa} < [T] = 85 \text{ MPa}$ (7) 刚度验算方式, 与底板采用的设计方式一致, 即 1+2+6, 即:

$$P = 49.5 \text{ MPa},$$

考量 1.2 倍的安全指数, 即:

$$P = 49.5 \times 1.2,$$

计算结果为:

$$59.4 \text{ MPa}; P_1 = 59.4 \times 0.635.6 \text{ kn/m}$$

依据计算手册, 则:

$$F_{\max} = 5q_1 l^4 / 384EI = (5 \times 35.6 \times 0.94 \times 10^3) / (384 \times 2.1 \times 245 \times 1011 \times 10^{-8}) = 0.59 \text{ mm}$$

4 施工技术

4.1 场地准备

在进行建设之前, 必须对建设地点进行详细的勘察和研究, 由于该工程与某省道相交, 因此在进行第一联结构部分的设计时, 要注意针对预应力箱梁来进行设计。在具体的建设过程中, 为了避免对该省道的交通造成的干扰, 也为了确保建设的安全, 在与相关的各方面进行充分的沟通后, 确定在该桥建设过程中, 应当对该省道的行驶进行绕道, 改道的距离为 500m, 并在该工程的阶段中, 选择采用满堂式钢支柱的结构。在进行施工前, 应当对其进行整平、碾压等处理, 对于出现的弱地, 应当进行快速的换填, 这时可以使用沙石来提高其强度。通过行之有效的处理, 使道路的宽度为 8m, 所换填砂砾垫层的厚度为 (100 ± 20) cm, 然后采用 C30 混凝土, 厚度为 20cm。

4.2 支架施工与搭设

在支撑过程中, 要从整体的观点出发, 对整个支撑系统进行全面的布置, 以达到全支撑的设计要求^[3]。在使用时, 由于存在着不能控制的变形和不能控制的沉陷等问题, 因此, 在保证其稳定的前提下, 必须充分利用支架的预加载。在支架搭设阶段, 要作好支撑, 对支架外侧的立杆进行钢管斜撑支持, 对横向支柱斜撑放置间距进行控制。在支撑系统安装完成后, 必须对各结合部进行检查, 以保证纵向和横向拉杆的安全性和可靠性。底座需要承受压力, 这样才能保证底座的稳定性。

4.3 地基加固

对基础加固进行的施工处理, 对加强支撑结构的总体稳定性有帮助, 这对保证现浇支撑施工作业与工程实际需要相吻合, 从而推动施工作业的顺利实现。在通常的条件下, 要在基础的两边进行加强, 并将其设置为宽度为 2m 的强化设施, 使其压实程度达到 95%, 其承受能力大于 300kPa, 保证其设计满足建设要求。

4.4 脚手架布置

在施工过程中, 脚手架是必不可少的一种工作工具, 在本项目中, 在进行了一项对箱梁现浇的施工工作后, 所采用的脚手架的结构形式为: 横距 90, 纵距 90, 步距 125cm。与内壁支撑相适应的横向间距, 以 60cm 为宜, 并

进行支撑加固, 保证其较高的稳定, 为建筑工作奠定了安全的地基。

4.5 应力与承载力设计

在混凝土桥梁的现浇性工程中, 混凝土桥梁的受力和承载力是决定混凝土桥梁徐变行为的两大主要原因。从结构函数的角度来看: 如果其应力没有满足规范的要求, 则导致徐变的变形度与应力的比例, 二者呈正向的比例; 如果混凝土的真实应力, 远远超过了设计的要求, 那么徐变和应力的比例就会被破坏。

4.6 模板安装

在箱梁的现浇法中, 采用的是三种不同类型的模型, 它们的工作点分为三个: 外侧、内侧和底部。底位模板, 采用的是面积比较大的全竹橡胶, 其厚度为 15mm, 放置在固定的地方, 以达到施工要求。外侧部位的模板采用竹胶板, 垂直肋条间隔 20cm, 选用楞木 (5cm×10cm)。室内部位的模子, 采用的是方形木板和夹层木板, 其厚度要达到 12mm, 以满足项目的需要^[4]。

4.7 预压设计

其结构的真实荷载要求为桥面自重的 0.2 倍, 采用透水型结构。采用预压法进行分段成矿, 按比例 0.3, 0.7, 1 进行分段成矿操作。

4.8 混凝土浇筑

本实例采用二次浇注的方法对现浇箱形梁体进行了砼的施工。在翼缘板与腹板结合部进行了一次混凝土浇筑, 相对于设计值, 需要相应浇高 2 cm, 在二次浇筑前凿除, 保证了连接面的混凝土品质^[5]。在翼板和顶板混凝土的二次浇筑的时候, 要确保混凝土的入模是均匀的, 不能有大量的集中下落。在每一次分层进行的腹板混凝土的浇筑时, 要与具体的浇筑位置相联系, 对混凝土的坍落度进行全面的调节。在进行混凝土浇筑的时候, 要注意对地基、模板支架变形的检测, 如果出现不稳定的现象, 那么要立刻让其停下来, 并进行有针对性的处理。在浇注完毕之后, 翼板根部和腹板顶面的混凝土还需用手工进行补平。此外, 还可以使用钢筋头, 对其进行多次插捣, 直到泛浆, 再使用抹子进行平坦处理, 最后, 在终凝后, 混凝土的顶面必须要被完全刨毛。在混凝土浇筑完成后, 进行保湿和保温养护也是不可忽略的, 要避免出现温湿度急剧变化的状况, 要想办法避免外力、振动带来的干扰, 养护过程中的测温工作每天最少进行 3 次。

4.9 张拉和压浆

工作夹片和工作锚都是用好的钢筋固定, 要确保垫板跟锚的连接牢靠, 并有露出平整的夹片。在加载施工的时候, 要不断地对两端的延伸量进行量测, 在持载 5min 之后, 要首先进行一端锚固, 而另外一端锚固要在稳定后进行, 在回油时, 要均匀地、缓慢地开展。在张拉后, 必须对钢丝绳的滑动和断裂情况进行严密的检测, 如有必要,

还必须将钢丝绳重新装上,以便进行新张拉。在进行压浆的时候,外露的钢绞线要用砂轮切割机切断,将其保留在30 mm左右,在具体的工程中,孔道密封、试抽真空、压浆等步骤也要进行严谨的执行。

5 公路桥梁现浇箱梁的质量控制

(1) 现浇箱梁模移模的施工,必须严格遵守《施工技术规程》的规定,其操作次序是:内模支撑、翼板支撑、底模支撑,移模移除时,要尽量防止对模架的破坏,并要保持整体的平衡性,且不能对整体的强度产生不利的作用^[6]。

(2) 在现浇箱梁桥中采用的是线的控制方式,在保证其整体美观的前提下,要对其进行全方位的控制,以保证其线的流畅,使其在性能上达到要求。

(3) 在公路桥项目中,采用现浇箱梁的技术,既要强化对工程质量管理,又要对支架的安装进行监控,要保证整个建筑的稳定性达到设计要求,使整个建筑的应力得到充分的平衡,还要保证地基的稳定,以免由于地基的不稳定而造成建筑的安全问题^[7]。

6 结束语

在进行支架的施工时,必须将其与整体的现浇箱梁结构相融合,因此,这就决定了在进行支撑的时候,会面临很多的困难。在进行支撑的时候,管理人员要做好对支撑的材料、设备等要素的品质和性能的控制,保证支撑的自身品质和承受能力能够达到大桥的使用需求。同时,在实

施的时候,要做好对支撑的旁站的监管,让施工技术与支撑等材料能够相互融合,最终形成一个完整的支撑体系。这样,就可以满足现浇箱梁的施工品质,也可以确保箱梁的安全可靠。

【参考文献】

- [1] 吴超,钟小明.公路桥梁施工中现浇箱梁施工技术[J].黑龙江交通科技,2018,41(10):130-131.
 - [2] 金宏亮.公路桥梁现浇箱梁施工技术[J].城市建设理论(电子版),2018(19):124.
 - [3] 程龙,李晋雅.高速公路大桥现浇箱梁支架施工技术探讨[J].四川水泥,2018(6):143.
 - [4] 刘熙.高速公路桥梁现浇箱梁支架施工技术探讨[J].中外建筑,2018(2):153-154.
 - [5] 席红庆.高速公路大桥现浇箱梁支架施工技术探讨[J].山西建筑,2018,44(3):177-178.
 - [6] 顾胜莹,王武侠,杨华军.桥梁现浇箱梁主要施工技术分析[J].中国设备工程,2017(20):176-177.
 - [7] 周兴志.高速公路满堂支架现浇箱梁施工技术研究[J].交通世界,2016(19):96-97.
- 作者简介:王昱坤(1995.5-),男,专业方向:公路,单位名称:中交二航局第二工程有限公司;目前职位:主管;目前职称:助理工程师;毕业学校和专业:重庆科技学院(工程管理专业)。