

文章编号: 0451-0712(2004)12-0017-03

中图分类号: U445.471

文献标识码: B

# 矮箱梁的一次性浇注施工

李英勇<sup>1,2</sup>, 王松根<sup>2</sup>, 曹培荣<sup>3</sup>

(1. 北京交通大学 北京市 100044; 2. 山东省交通厅公路局 济南市 250002; 3. 淄博东泰监理公司 淄博市 255033)

**摘要:** 从工程实践出发, 为取得内在质量、外观、工期等几个目标的统一, 在分析两次浇注可能出现问题的基础上, 提出了矮箱梁混凝土的一次性浇注工艺, 文中介绍了一次性施工工艺的有关控制要点。

**关键词:** 矮断面箱梁; 一次性浇注; 施工工艺

由于连续梁桥具有线形舒展、伸缩缝少、刚度大、行车平稳、养护简便等优点, 对于跨径变化大、曲线复杂的城市立交来说, 有着其他结构不可替代的优越性, 成为城市桥梁工程的首选结构型式。为了保证梁体轻盈、美观、降低建筑高度和有效控制工程造价, 梁体断面高度正在逐步减小, 使已经成熟的桥梁施工工艺产生新的问题。

济南燕山互通立交桥是呈半苜蓿叶半定向型的 5 层互通立交, 上部结构以现浇预应力混凝土连续箱梁为主, 共计 93 联, 箱梁高度一般为 1.4 m。因桥面宽度的不同, 箱梁分为单室、双室、三室结构, 箱内净高最大为 0.93 m。该工程施工工期仅为 1 年。为加快工程进度, 保证梁体美观, 减少混凝土接缝, 必须克服传统工艺的局限, 研究矮箱梁的施工工艺。

## 1 矮箱梁施工技术的难点分析

矮断面箱梁一般是指箱梁设计高度小于 1.5 m 的箱梁, 这种箱梁内部净高一般不超过 1 m。对于矮断面箱梁的施工, 传统工艺采用两次浇注, 第一次只浇注箱梁底板和部分腹板, 待底板混凝土初凝后, 再浇注腹板和顶板混凝土。这样施工的优点是操作人员对底板可进行充分振捣, 底板质量较好; 缺点是增加了一次施工循环, 并在箱梁外侧留有明显的施工接缝。这种施工工艺不仅工期长, 接缝还影响梁体美观, 而且腹板接缝处易出现质量隐患。

为研究箱梁水平纵向施工缝对梁体质量的影响, 现场共制作了 35 批次混凝土抗压及抗折试件, 每批 6 组, 每组 3 件, 共计 630 个试件。其中 2 组为一次浇

注, 另 4 组第一次制作半个试件, 待混凝土终凝后凿毛再作另一半, 间隔时间 2~13 d 不等。试验时, 压力机分别平行和垂直于施工缝加压, 结果发现二次施作的试件无论抗压、抗折强度较一次成型试件均有不同程度降低, 最明显的是抗折强度, 当混凝土结合面平行于受力方向时, 其最大强度为一次浇注试件的 70%。影响混凝土结合面强度的主要原因是结合面的凿毛质量, 若试件结合面不凿毛或凿毛质量较差时, 其抗折强度竟然接近于 0。

为进一步分析纵向水平接缝对梁体抗扭的影响, 将一次性浇注的箱梁视为一闭口薄壁杆件, 由于二次浇注的箱梁存在两条施工接缝, 为便于分析计算, 一侧腹板取施工缝质量的最不利状态(强度为零), 一侧取腹板施工质量最好的状态(强度不小于设计强度), 即假设箱梁为一个开口的薄壁杆件组。取燕山互通立交连续梁的实际断面尺寸计算后发现, 箱梁截面最大容许剪应力相同时, 闭口杆件的最大容许扭矩与开口杆件相比, 相差近 17 倍。由此可见, 箱梁的纵向水平缝质量对梁体的抗扭能力有重大影响。

传统的一次性浇注工艺适用于梁高在 1.5 m 以上的箱梁, 由于箱梁断面尺寸大, 工人可在箱内自如操作, 底板质量易于控制。这种施工工艺周期短, 梁体外侧无施工接缝, 外观效果好。若矮箱梁采用一次性浇注工艺, 由于箱内操作空间远小于人体操作所需的空间, 底板质量很难保证。

燕山互通立交桥若采取两次浇注, 施工接缝长达 12 000 m, 在工程实践中对任何时间、任何队伍的施工质量都进行精确控制是不现实的, 因此为

取得质量、外观、工期几个因素的综合统一,必须克服矮箱梁内部空间狭小的困难,通过专门芯模设计来保证作业箱内的空间和条件,确保混凝土一次性浇注质量。

## 2 矮箱梁一次性浇注的施工要点

### 2.1 芯模的研究与制作

要想保证一次性混凝土浇注的底板施工质量,必须加强底板振捣,由于箱室宽度一般在 2 m 以上,底板混凝土不可能像空心板小直径芯模那样,通过腹板混凝土的振捣,就能保证底板混凝土的密实。因此必须采用无底芯模,以保证对底板混凝土的直接振捣和尽可能加大混凝土施工中的作业空间,而且芯模顶板要留有人孔,使工人能进入箱内。为保证工人在箱内操作空间及芯模拆卸方便,对芯模必须采取特殊的措施。

(1) 芯模形状如图 1 所示,采用木板或竹胶板加工,箱内采用木撑,芯模不设底板。这样,工人在底板浇注时,可站在箱梁底模板上进行操作,箱内净空可近 0.9 m,身高 1.70 m 的工人可以半蹲或趴着施工。

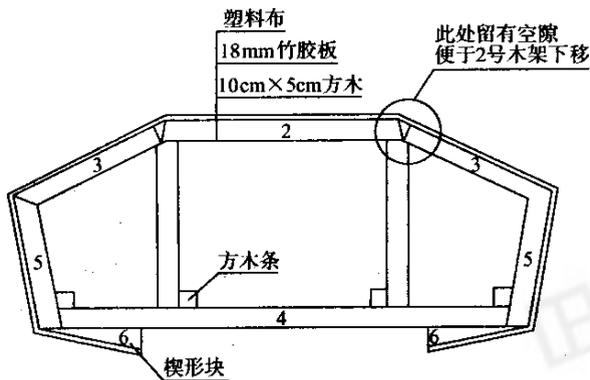


图 1 芯模

(2) 芯模框架采用 10 cm × 5 cm 方木制作,每个框架只设 2 根立杆撑,立杆之间间距大于 1 m,以保证充足的作业空间;框架方木采用楔形联接形式,在支点处用木板钉紧,即保证了支撑牢固,又方便了拆卸。

(3) 由于木板或竹胶板刚度较小,框架木支撑每 50 cm 设一道,并且在横撑上钉纵向方木条,使各支撑联成整体,增加安全系数,底板浇注后,工人可在横撑上趴着施工。

(4) 每节芯模长为 3 m,以便于芯模的重复组装、利用,从而尽可能提高骨架及竹胶板周转次数与利用率。

(5) 木框架安放在芯模底角楔形块上,楔形块下垫钢筋马凳,马凳下垫塑料垫块,这样芯模的重量全部作用在钢马凳上,不会对底板钢筋网造成挤压,从而保证了底板厚度。

(6) 为防止箱内施工人员对底层钢筋间距的影响,按两层钢筋的位置高度,加工  $\phi 12$  螺纹钢骨架(见图 2),钢筋骨架间用  $\phi 12$  螺纹钢按 0.3 m 间距焊接成型。钢筋骨架在箱梁横断面上按间距为 1~2 m 布置,在人孔处加密,增加其支撑力,以保证在箱梁内部工人半蹲于钢筋上施工时,钢筋支架不变形。

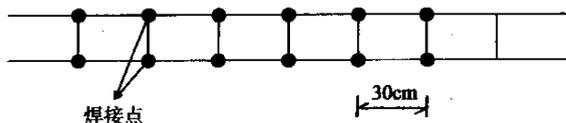


图 2 钢筋骨架

(7) 芯模外侧钢筋上绑有塑料垫块,以控制钢筋保护层厚度,防止因钢筋保护层不足,在芯模内裸露腐蚀从而产生混凝土裂缝;芯模两侧与侧板之间采用钢筋撑杆固定,以确保腹板厚度。

(8) 芯模顶板由 2 块竹胶板组成,其中一块为活动形式,待芯模吊装就位后,将活动的竹胶板放在另一块上,底板混凝土浇注完成后,将其放回原位,这样做的优点是:

- ① 光线能进入箱内,便于工人在箱内操作;
- ② 通气透气,尤其是夏季可降低箱内温度;
- ③ 便于质检人员随时在上部检查底板混凝土质量;
- ④ 防止由于意外原因使底板混凝土达不到设计要求,可在活动板条处补灌混凝土。

(9) 每个芯模的拆除过程从人孔处开始向两边进行,拆卸顺序为①—②—③—④—⑤—⑥,边拆除边向外运输,完整拆除一个芯模后,再向里推进,以便使空间逐渐增大。

采用以上措施可保证工人在箱内有适当的操作空间,能够充分进行振捣,保证底板混凝土的施工质量。

## 2.2 梁体混凝土的施工要点

### 2.2.1 混凝土配合比设计考虑

连续箱梁的浇注一般采用混凝土泵车,因此混凝土坍落度必须满足泵送要求,根据规范中有关规定,燕山立交在泵送混凝土的配合比中,对石子级配的空隙率、砂子的细度模数及砂率和泵送剂的掺量做出了严格的控制。由于燕山立交一般施工高度不超过 30 m,因此,坍落度在 12~18 cm 之间均可。但混凝土坍

落度过大时,梁体外观颜色较差,且易出现流砂、水纹等质量通病,因此坍落度不宜取上限,易控制在16 cm以下,另外考虑到矮箱梁底板混凝土需从腹板处下料,又需要混凝土有一定的流动性,因此确定坍落度的范围为14~16 cm;另外,为尽量缩短底板与腹板浇注时间间隔并确保施工缝结合完好,混凝土配合比设计应考虑加快混凝土坍落度损失,并使混凝土具有良好的回塑性。

### 2.2.2 混凝土的现场施工控制

#### (1) 混凝土横向入模顺序。

从两肋对称灌入混凝土,通过振捣使之形成底板,施工时注意观察两肋倒角混凝土是否密实。底板浇注完成后将内模顶封口,继续肋板及顶板的浇注。

#### (2) 严格控制腹板的混凝土入灰量。

因腹板高度矮,混凝土在腹板振捣过程中,须在箱梁内倒角处进行引流,使混凝土从两腹板向底板中间流动,使倒角处达到密实。由于采用无底芯模施工,如果腹板下料过多,易造成箱内底板混凝土上翻,使底板超厚。因此,腹板入灰量应按设计底板厚度和混凝土的流动性进行严格控制。

#### (3) 加强底板质量控制。

①箱梁底板中心线处易出现混凝土不足或骨料不均,为此要人为均匀骨料,或从芯模顶预留缝处注入混凝土加以补充。

②由于矮箱梁内操作空间十分狭小,工人施工极为不便,为保证底板质量,振捣设备应完好适用, $\phi 50$  mm、 $\phi 35$  mm振捣棒及平板振动器均应配备。

③振捣时振捣棒不能触碰底板,振捣棒操作人员与振捣棒开关人员应协调,振捣棒离开混凝土后要及时关闭,防止振捣棒触碰芯模支撑造成不利影响。

④振捣方向应从中间向两侧振捣,防止底板中部砂浆过多而影响局部混凝土强度。

⑤振捣工在振捣前可站在箱梁底模上施工,振捣完后应蹲在芯模支撑上收面,不许踩踏底板混凝土;箱内振捣人员应与箱外振捣人员及时协调沟通,振捣好腹板底角,不要产生过振或漏振。

#### (4) 控制好工作间时间间隔。

底板振捣完后,应间隔一定的时间,再浇注腹板和顶板,间隔时间应在30 min左右,以底板混凝土初凝前为准。实际施工中应根据底板混凝土的情况,适当调整间隔时间,使底板混凝土坍落度适当损失,减少其流动性,防止底板混凝土受压后上翻。腹板浇注时,振捣棒应插入下层混凝土中充分振捣,使两层混

凝土结合良好,不留下施工缝的痕迹。

### 2.3 现场管理要点

#### 2.3.1 天窗的设置

作为工人进出箱内的通道,天窗的大小应方便正常体形的工人进出,形状宜为椭圆形,考虑内模拆除后要从天窗运出,天窗的长边应为1 m左右,短边应大于40 cm,天窗的尺寸不宜过大,以尽量减少对梁体受力的影响。天窗的位置应设在距梁端1/4跨径处,天窗位置的顶板钢筋要断开并留足焊接长度。芯模拆除后,天窗可进行回补。回补前应对顶板侧壁混凝土进行凿毛和顶板钢筋焊接,洗净仓内垃圾并在天窗位置吊好底模板后,即可浇注。

#### 2.3.2 箱内人员设备的配备

矮箱梁因工作面较小,人员配备不宜过多,每箱室内一般有4名工作人员:振捣工1人,负责底板及腹板底角处的振捣,并及时移动照明灯具;开关振捣棒1人,负责按振捣人员意图及时开关移动振捣棒;底板收浆抹面1人,及时对底板顶面进行处理;加固内芯模及信息传递1人,负责加固芯模并及时沟通箱内外信息。箱内需配2条振捣棒和照明灯具。为配合箱内人员工作,箱外应配备专业电工1人,天气炎热时,还应配备一定数量的通风降温设备。

#### 2.3.3 工作面管理

矮箱梁由于底板与顶板浇注时间间隔,总体形成两个工作面,底板一般比腹板超前5~10 m,施工管理难度较大。施工中应重点控制两工作面间隔时间,通过下料控制两工作面施工进度,及时沟通箱内外信息,协调箱内外人员及设备的调配并严密观察箱内支撑及梁底支架的情况,做到分工明确,人员各司其职、施工井然有序。

### 3 结语

矮箱梁一次性浇注的关键工艺之一是优化和改进芯模设计,在保证底板混凝土质量的前提下,使芯模尽可能少占用箱内空间,在保计具有足够刚度的前提下,要便于装拆。

在一次性浇注工艺中,需认真选择混凝土坍落度和控制好底板和腹板、顶板混凝土浇注的间隔时间,使底板既不“拥起”,腹板又不出现施工缝痕迹。

由于箱内施工作业十分狭窄,对箱梁内外的工作配合的要求非常严格,因此,在提前做好施工部署的情况下,应加强现场的管理和协调。