

大跨度薄壁连续槽形梁桥施工工法

(TGJGF-03·04-16)

中铁十一局集团有限公司

一、前言

湖北江汉航线青龙桥由中铁十一局集团建安公司承建,主桥为 26m + 40m + 26m 后张法预应力混凝土薄壁连续槽形梁结构。2001 年 7 月开工,2002 年 11 月竣工验收。经过查新,该桥是目前国内首次使用于公路交通中跨度最大的槽形梁桥。根据现场情况,施工采用军用制式器材和碗扣式脚手架组成的混合支架体系,顺利地完成了薄壁连续槽梁混凝土一次性整体浇注。其建造技术于 2003 年 7 月 26 日通过了湖北省科技厅组织的技术鉴定,鉴定认为该综合施工技术达到国内领先水平。我们对此技术进行了总结,经整理形成本工法。

二、工法特点

1. 采用了经济合理的混合支架和模板体系,确保了槽梁线形。
2. 施工工艺简单,施工机具投入少,质量安全有保障。
3. 应用缓凝混凝土技术,92m 连续槽形梁一次性整体浇注。

三、适用范围

本工法适用于公路支架法施工后张法预应力混凝土连续槽形梁。

四、施工工艺

(一) 工艺流程(见图 1)

(二) 操作要点

1. 支架拼装 根据该桥设计特点,40m 跨用军用梁支架。槽形梁两端用六五式军用墩做支架立柱,按双排四柱布置支承在桥墩承台上,用八片加强型六四式军用梁拼装成支架平台,用钢枕及连接杆连成整体。26m 跨采用碗扣式脚手支架,立杆间距 60cm,水平横杆间距 150cm,设置部分剪刀撑。碗扣式支架与军用墩通过附加钢管连成整体。

2. 支架预压 按设计标高铺设完槽形梁底模后,用 1.4 倍梁体重量加模板重量的袋装砂石,分级加载预压。在支架主要部位设变形观测点,每加卸一级荷载观测记录一次,之后计算出支架弹性变形值。

3. 模板调整及安装 槽形梁底模及腹板内侧模采用钢、竹组合模板,外侧模上部曲线部分采用定型钢模,下部采用竹胶板模板。根据支架预压测算出的弹性变形数值,确定各截面模板实际安装高程。实际安装高程等于设计高程加预拱度加支架弹性变形值之和。各控制截面模板的高程可通过调整底模下的楔木支垫,使其达到预定值。

腹板外侧模板的安装是线形控制的关键,安装前详细检查各部位尺寸。上口曲线部分定型钢模与下部胶合板模板通过螺栓连成分段模板,将侧模底端高程调整到位后,用连接螺栓将全部外侧分段模板连成一体。按照控制标高、轴线位置、净空尺寸、垂直度、平整度的顺序反复检查调整,消除模板拼装误差,直至线形达到规定的要求。

4. 绑扎钢筋、安装波纹管和预应力钢绞线 钢筋在现场统一加工成型,绑扎分两步进行,先绑扎底板

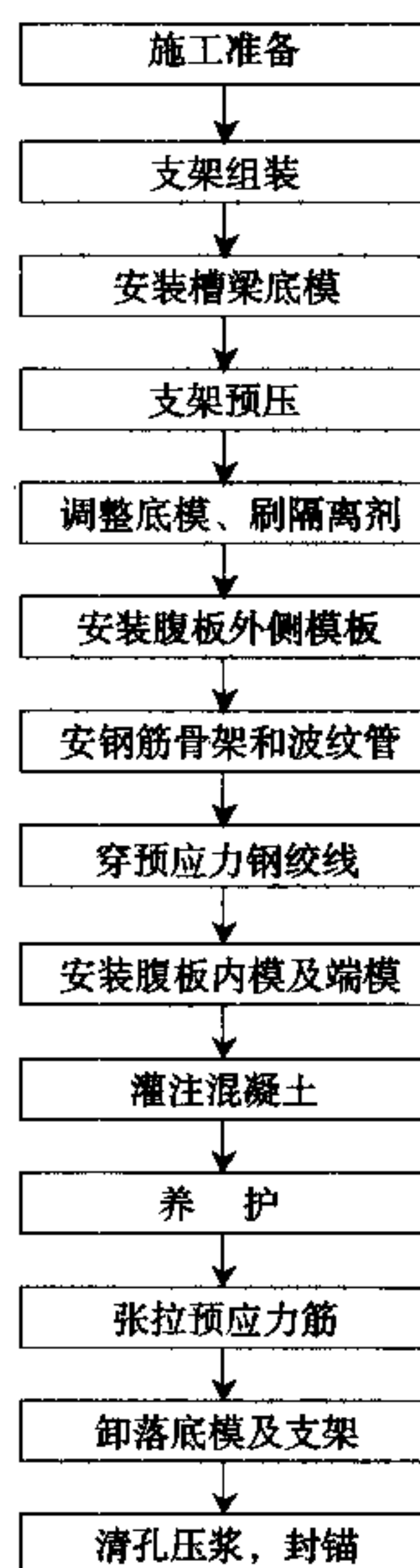


图 1 工艺流程

钢筋,后绑扎腹板钢筋。绑扎钢筋时将井字形波纹管定位卡按设计坐标位置与梁体钢筋焊接。焊好后安装波纹管,波纹管接头用大一号的管段套接,套接长度为被连接管内径的5倍,且不小于30cm,套好后用黏胶带缠裹,防止漏浆。安装波纹管时,按设计位置设压浆孔。在最高点和最低点设内径20mm,长100mm的金属排气孔和排水孔,用塑料管引出梁体。波纹管就位后,严禁硬物撞击或在附近进行电弧焊。端部的锚垫板必须与波纹管中心线垂直,垫板中心孔位误差小于1mm。

预应力钢绞线采取“先穿法”。穿束前检查锚垫板和孔道位置,确保孔道内无积水和其他杂物。

5. 安装腹板内侧模板 安装腹板内侧模板时,模板下端支承在10cm×12cm的方木支垫上,支垫下设钢筋支托,间距1m。内外侧模板之间通过 $\phi 12$ 钢筋撑杆以及对拉螺栓进行固定,检查调整好各部位尺寸后与底板模板连结。

6. 混凝土整体浇注及养护 梁体混凝土设计强度等级为C40,三跨连梁整体浇注。选配缓凝型混凝土。缓凝时间16h,出料坍落度14~18cm。浇注混凝土时,用HBT-50C和HBT-60C两台泵输送,从40m跨中开始向两端推进,按先底板、后腹板、底板分条、腹板分层的施工方法进行。混凝土浇注从底板开始,沿“Z”字形分区推进。每区底板浇注宽度控制在10~13m,第一区底板浇注完后紧跟着浇注第一区腹板混凝土,两侧腹板按每层厚30cm分层对称浇注。待第一区腹板浇注完后开始浇注第二区底板,以此顺序推进。底板混凝土以平板震动器振捣为主,捣固棒振捣为辅。腹板内用30型高频捣固棒振捣。振捣时要快进慢拔,严格控制布捣间距和振捣时间,整个浇注过程在16h内完成。浇注时要注意以下事项:

(1)用钢管和竹排搭设临时人行道,注意保护好波纹管和钢筋骨架不被踏踩及碰撞。

(2)内侧底部极易翻浆,在底板面初平后约10~15min再进行清理,以避免腹板根部混凝土出现沉陷裂纹。

(3)每个浇注区完成后,按标高控制线进行底板表面和腹板顶面混凝土二次整平。用卷扬机拉动钢绞线,防止水泥浆堵塞波纹管孔道。

(4)及时养护,洒水次数以使混凝土表面潮湿为宜,夏季一般白天每2h、夜间每4h洒水一次。

(5)对支架体系的变形情况进行连续观测。

7. 钢绞线张拉 梁体混凝土抗压强度达到15~20MPa时,拆除腹板侧模,拆除时从两端依次向中间进行,梁体混凝土达到设计强度的85%以上,开始张拉预应力钢绞线。

预应力采用两级张拉,锚固体系采用钢绞线群锚体系。

张拉程序: $0 \rightarrow 0.2\sigma_{con} \rightarrow 0.5\sigma_{con} \rightarrow$ 千斤顶回程 $\rightarrow 0.5\sigma_{con} \rightarrow 1.03\sigma_{con}$ (持荷2min) \rightarrow 校核伸长值 \rightarrow 锚固。

张拉注意事项:

(1)按设计的钢绞线张拉力复核伸长值,实际伸长值与理论伸长值之差不得超过 $\pm 6\%$,否则,应暂停张拉,查明原因,采取措施予以调整后再继续张拉。

(2)张拉前设备应严格按照规范要求标定,由计量认证单位出具检定报告。

(3)张拉过程中配备专职技术人员,全过程测量槽形梁外观变化。

8. 支架拆除 三跨连续槽形梁施工支架拆除顺序为:先拆除40m跨底模楔木支垫和模板,再对称拆除26m跨。每跨必须从跨中开始向两端进行。采取横桥向同步,顺桥向对称的方式。

9. 压浆 采用二次压浆工艺。水泥浆用42.5级普通硅酸盐水泥制备,水灰比控制在0.4~0.45之间。灰浆从孔道一端压注。当灰浆自管道中部排气孔冒出后,将排气孔堵塞,一直压注到另一端冒出浓浆后关闭出浆阀门,待压力达到1MPa时压浆泵停机,同时关闭进浆孔阀门。

第一次压浆完间隔一定时间(夏季约35min),进行二次加压注浆,确保灰浆密实。

10. 封锚 将梁端混凝土凿毛冲洗干净,设置钢筋网,支立模板,浇注与梁体同等级的封锚混凝土。人工捣固密实,表面压平抹光,洒水养护。

五、机具设备(见表1)

六、劳动组织(见表2)

七、质量标准及控制

1. 混合支架体系必须进行设计计算,其强度及刚度应符合《公路桥涵施工技术规范》的要求。支架受

表1 机具设备

| 序号 | 名 称 | 规 格 | 单 位 | 数 量 | 序号 | 名 称 | 规 格 | 单 位 | 数 量 |
|----|--------|-----------|-----|-----|----|--------|----------|-----|-----|
| 1 | 测距仪 | D3030 | 台 | 1 | 11 | 混凝土输送泵 | HBT-60C | 台 | 1 |
| 2 | 经纬仪 | DJ2 | 台 | 1 | 12 | 混凝土输送泵 | HBT-50C | 台 | 1 |
| 3 | 精密水准仪 | DJ6 | 台 | 1 | 13 | 灰浆拌合机 | UJW-180 | 台 | 1 |
| 4 | 电焊机 | BX3-500-2 | 台 | 2 | 14 | 灰浆泵 | UB3 | 台 | 1 |
| 5 | 插入式震动器 | ZN-50 | 台 | 6 | 15 | 千斤顶 | YCW-250 | 台 | 4 |
| 6 | 平板震动器 | ZW-10 | 台 | 4 | 16 | 油泵 | ZB2×2/49 | 台 | 4 |
| 7 | 卷扬机 | JK1.5 | 台 | 2 | 17 | 水泵 | 8J35×3 | 台 | 2 |
| 8 | 汽车吊 | QY16 | 台 | 2 | 18 | 钢筋弯曲机 | CW40-1 | 台 | 1 |
| 9 | 倒链 | 30kN | 套 | 4 | 19 | 钢筋切割机 | GQ40-1 | 台 | 1 |
| 10 | 混凝土拌合站 | 小型 | 套 | 2 | | | | | |

表2 劳动组织

| 序号 | 作业组 | 主要工作内容 | 人数 | | |
|----|------|----------------------|------|----|----|
| | | | 技术人员 | 技工 | 普工 |
| 1 | 技术组 | 技术指导,施工测量,配合比控制,线形监控 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 钢筋组 | 钢筋、钢绞线、波纹管的制作及安装 | | 6 | 10 |
| 3 | 模板组 | 支架和模板体系的安装及拆除 | | 6 | 12 |
| 4 | 混凝土组 | 梁体混凝土的拌制、灌注、捣固与养护 | | 4 | 16 |
| 5 | 张拉组 | 预应力筋的张拉及孔道压浆 | | 8 | 4 |

载后挠曲的杆件,其弹性挠度不得超过相应结构跨度的 $1/400$ 。

2. 设计梁体混凝土配合比时,除强度必须达到设计要求的等级外,其初凝时间要满足三跨连续槽梁一次整体浇注所持续的时间。

3. 安装槽梁模板时,模板底标高允许偏差不超过 $\pm 5\text{mm}$,轴线偏差不超过 10mm 。

4. 预应力张拉设备使用前必须进行送检标定,张拉顺序应符合设计要求,每束预应力筋必须采取两端对称张拉。

八、安全注意事项

1. 军用梁安装及拆除过程中,操作人员必须坚守岗位,听从指挥,不得违反操作规则。

2. 军用梁、碗扣件及其连接必须牢固可靠,满足使用要求。

3. 三跨连续槽梁底板脱模时,必须按照先 40m 跨,后 26m 跨,每跨必须从跨中向两端进行,采取横桥向同步、顺桥向对称的操作顺序,由专人指挥同步实施。

4. 预应力张拉时,两侧腹板必须同时对称进行,同侧千斤顶油压必须同步升降。

九、效益分析

1. 本工法的开发运用,填补了国内大跨度薄壁连续槽梁施工技术空白。

2. 采用混合支架施工体系,节约了大量周转材料,工期比合同工期提前两个月,节约成本 16.9 万元。

3. 采用该工法施工的槽梁曲线圆顺,表面平整,混凝土内实外美。

十、应用实例

江汉航线青龙桥是湖北省江汉航线重点控制工程,桥式布置自南向北为 13m 简支钢筋混凝土槽梁 + $(26+40+26)\text{m}$ 预应力钢筋混凝土连续槽梁 + $5\times 13\text{m}$ 钢筋混凝土连续槽梁。梁底板及两侧腹板均按曲线变化,中支点梁高 2.4m ,边支点及跨中梁高 1.4m ,高跨比 $1/16$ 。其中主桥部分三跨预应力连续槽梁在国内同类型桥梁中跨度最大。该桥采用混合支架及轻便、灵活的钢、竹组合模板体系。2001年7月开工,2002年11月竣工,工程质量被评为优良等级。根据该桥结构特点所采用的综合施工技术产生了较好的经济效益和社会效益。

执笔:李正鸿