

梁的施工技术—大型设备吊装法（续）

邱式中 桂业琨

（上海市基础工程公司特种基础设计所 上海 200002）

（续上期）

3.2.4 荷载试验

对这类大型专业设备，在正式施工前必须作荷载试验，以复核其性能可否满足工程的要求。

3.2.4.1 附加荷载

试验荷载是在设备的额定承载力 Q 基础上乘以下列系数：

- （1）动载试验+10%（卷扬机）；
- （2）静载试验+20%（卷扬机）；
- （3）静载试验（30m跨节段梁）。

3.2.4.2 节段梁荷载试验下的变形，试验中必须遵循以下两个标准：

- （1）实际变形应在理论值20%以内；
- （2）荷载移去后不应有明显变形。

荷载移去后在各点测得的挠度应与施加荷载前记录的挠度相近，并且在任何情况下都应和所有连接螺栓的可预见的变形一致。控制点处需测量的挠度（控制点位置应取得设计认可）有：

- ①桁架卸载后的挠度（测试位置）；
- ②将节段按图中所示顺序和位置吊起后的挠度；

③节段梁预应力张拉之后，将桁架降低并进行测量。记录的测量值和开始记录的值之间的差值就是“剩余挠度”。

3.2.4.3 检查

每次试验前后均应对设备（卷扬机、主梁螺栓等），进行目测以确保没有损伤。

3.2.5 工程实例（上海沪闵高架二期工程）

3.2.5.1 工程概况

本工程主线16号~28号墩上部结构采用预制节段梁拼装工艺，总共12跨，节段梁总数136节，节段梁高2.1m，宽25m，节段长2m、2.5m、3m三种。其中墩顶块节段梁重量130t，其余节段梁质量110t。节段梁典型断面见图26。

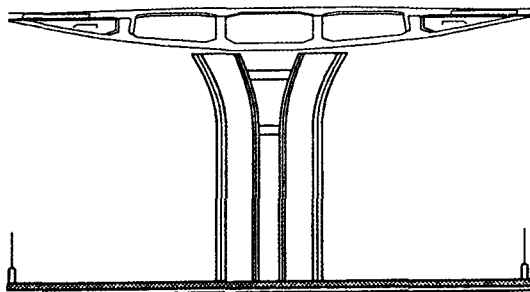


图26 节段梁典型断面

跨径组合情况见表1。

表1

| 墩号 | 跨径组合 | 备注 |
|---------|-----------------|------|
| 16号~20号 | 30m+35m × 2+30m | 一联四跨 |
| 20号~24号 | 30m × 4 | 一联四跨 |
| 24号~28号 | 30m × 4 | 一联四跨 |

预制节段梁的技术质量要求：

- （1）混凝土采用设计强度等级为C60的低收缩、低徐变、高性能混凝土。
- （2）节段拼装后，相邻节段弧底高差要小于1mm，拼缝缝隙要小于2mm。
- （3）弧底面要达到清水混凝土质量要求。
- （4）节段梁采用密贴法（啮合）浇注成型。
- （5）混凝土拆模强度要大于25MPa，起吊强度要大于30MPa。预制节段梁要堆放至30天龄期后，方能进行拼装使用。

3.2.5.2 施工总体部署

（1）从现场的条件分析，架桥机节段拼装的总体方向是28号→16号。

（2）由于27号—28号位于交通路口，故架桥机安装布置在26号—27号跨，然后转移至27号—28号跨。

（3）架桥机在27号—28号跨进行荷载试验。

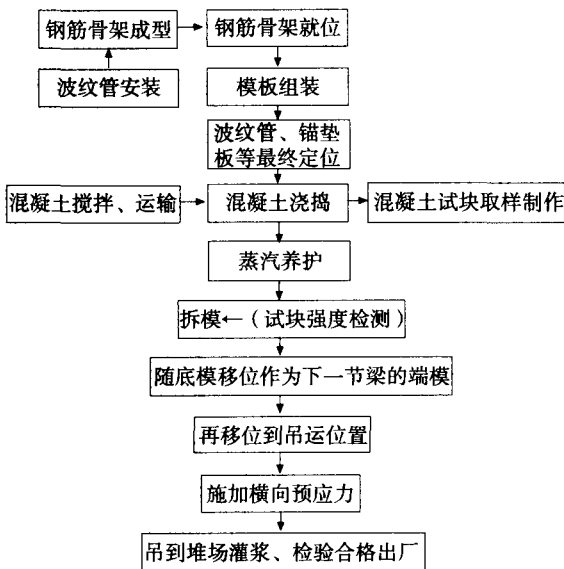
（4）架桥机从28→16号方向进行节段拼装，当完成21号—20号跨拼装后，架桥机转移至

19号—18号跨,梁从18号—17号跨起吊,纵移至19号—18号跨内存梁。

3.2.5.3 节段梁制作

由于本工程采用的节段梁截面宽达25m,最大自重近135t,整跨密贴浇筑最长达36m,从节段梁的起吊移位方式、台座的制作成本以及内模安装复杂等方面考虑,采用长线法工艺生产显然不合适,经比较分析后,决定采用短线法生产工艺(参见框图1)。

节段梁的生产工艺流程框图1



框图1 短线法生产工艺示意

(1) 模具系统

整套钢模的结构分为底模、移动小车、侧模、端模和内模等部分(见图27)。底模为坚固的钢结构,附有可靠的支撑体系;底模面板采用冷轧钢板,以增加刚度,且不易生锈,用以保证节段梁弧底面的制作质量。

移动小车配有专门的液压机构,可实现对已成形节段梁(带底模)的竖向(高度)、水平位置进行二维方向调整;通过(卷扬机)牵引沿轨道移动,便于节段梁之间的分离,再吊运至堆场。

侧模始终固定于混凝土浇捣模位的两侧,由模板和一系列液压式可收支撑和活动铰组成。当可收支撑向内收时可使模板和混凝土脱离,已成形节段梁随小车即可移位。端模一侧始终固定于基准立柱,具有足够的刚度,不会产生弯曲变

形,模板平整,与侧模、底模和内模能精确定位组装。端模另一侧为调整到位的已成型节段梁(第一节成型时例外)。

内模相对比较复杂,对连通箱孔的部分考虑采用整块内模结构,不连通箱的内模结构则分块组合,使之可分别拆模;墩顶节段内模采用一次性的木结构。模板内部的可收支撑可考虑采用液压系统。但为了降低设备的制作成本,本次工程采用了机械式,机械式虽然在操作上比较麻烦,但维修保养比液压式来得方便。

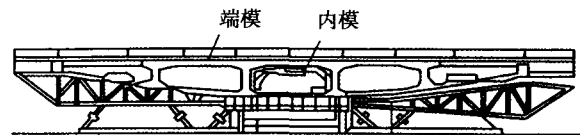


图27 节段梁的模具系统

(2) 钢筋骨架成型

本工程节段梁结构复杂,断面形状变化多,体积大,钢筋骨架在起吊、堆放时易产生变形。采取了下列措施:

1) 专用成型架。其主体框架刚度大,中间设活动定位杆、定位卡等,既可按要求精确定位成骨架,又能拆卸,以便于骨架的起吊。

2) 先将15%的钢筋交叉接点用电焊搭接,形成钢筋骨架,再绑扎余下的接点,既保证了钢筋骨架在成型过程中的刚度,又减少了电焊工作量,提高成型效率。

3) 钢筋骨架吊装入模采用多吊点钢桁架或“铁”扁担整体吊运,宽度方向设11个吊点(有2排),每个吊点通过“花篮”螺丝调整长短,基本保证各吊点受力均衡。

(3) 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计除必须达到C60的各项性能指标外,尚需满足:

① 节段混凝土成型后经12h低温($< 60^{\circ}\text{C}$)蒸养,试块抗压强度 $> 25\text{MPa}$ 。

② 低收缩、低徐变。

③ 具有良好的工作性。

④ 控制水化热。

在复合胶凝材料配制混凝土的技术基础上,通过试验室试配和试生产验证,确定了如

下配合比:

①胶凝材料总量 $\leq 480\text{kg}/\text{m}^3$, 其中水泥用量 $< 400\text{kg}/\text{m}^3$, 活性掺合料掺量 $80 \sim 100\text{kg}/\text{m}^3$ 。

②用水量控制 $\leq 150\text{kg}/\text{m}^3$, 水胶比 ≤ 0.32 。

③选用超塑化剂, 减水率为25%。

④选用具有良好颗粒形状, 最大粒径不大于20mm的碎石, 砂采用细度模数为2.6~3.1的中砂。

⑤混凝土坍落度设计指标为140mm。

(4) 混凝土成型与养护

1) 混凝土浇捣成型采用模板附着式振动器和高频插入式振动器相结合的振动密实工艺。混凝土浇捣次序为底板→肋板→面板。(底模)附着式振动器可联控和单控, 视布料、密实情况进行控制, 确保底板混凝土密实, 浇注次序见图28。

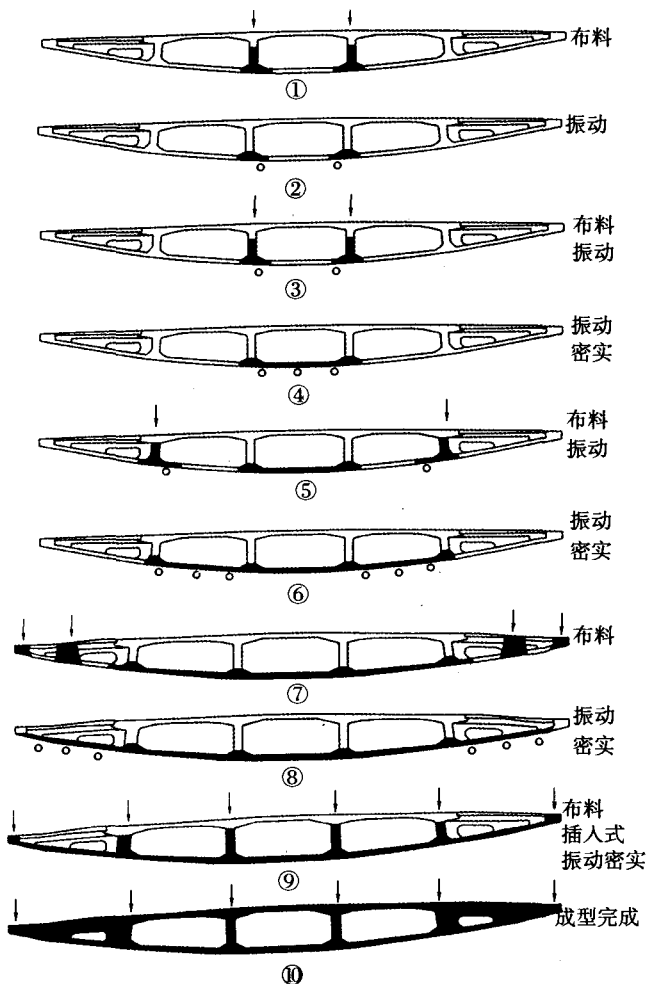


图28 节段梁浇捣次序
注: 带o处为附着式振捣器位置

2) 为了满足各个工艺环节对混凝土强度的要求, 制订合理的生产周期须采用热养护工艺。又为了减少热养护过程中的温度变形, 经研究决定采用低温养护工艺, 最高恒温温度控制在 60°C 以下。

(5) 纵向预应力管道成孔

在预制节段梁拼装时, 要求后张预应力索孔必须贯通顺畅, 端口平整。所以以往一般在预制时均采用预留波纹管成孔的方式, 在波纹管预埋时穿入加强芯棒并与相邻节段搭接, 以保证成孔质量。芯棒可以是PVC管、充气气囊等。但PVC管不适用曲线索孔, 充气气囊虽无此碍, 却操作不便, 且国产小口径气囊质量不符合要求。本次工程通过试验梁试验比较, 采用了橡胶棒抽拔管成孔工艺, 组模时按预应力索设计曲线位置安放好橡胶棒抽拔管, 要求与密贴节段的索孔搭接不少于30cm, 橡胶棒可在混凝土初凝后或蒸养后的任意时间抽棒, 抽拔后孔道圆整顺畅, 端口平整无起砂、蜂窝等现象。采用抽拔法成孔, 无需预置波纹管, 使用成本相当于采用预埋波纹管的15%左右。

(6) 节段梁的几何尺寸控制

“短线法”工艺要求预制节段梁时在已成型节段带底模每次移位后, 都必须重新精确调整位置, 因此短线法生产线要建立一套测量网站(见图29所示)。

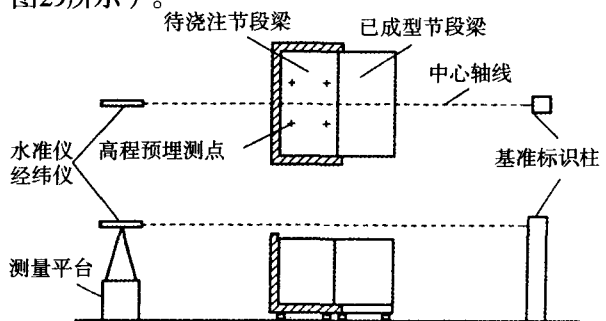


图29 测量控制系统

(下期待续)

更正

上期第32页《梁的施工技术—大型设备吊装法》的第二作者“林业琨”应为“桂业琨”, 为编辑校对之误, 特此更正, 并向作者及读者致歉。