

文章编号: 0451-0712(2004)09-0025-03

中图分类号: U445

文献标识码: B

潘家河大桥钢管混凝土的注压

张臻

(中铁一局集团 西安市 710054)

摘要: 钢管拱的混凝土注压是该类桥梁施工中共同关注的一个主要问题。结合潘家河大桥从混凝土配合比、压注工艺、机械设备和钢管混凝土易出现质量缺陷的几个方面,介绍了施工中的几点体会。

关键词: 潘家河大桥; 钢管拱; 混凝土配合比; 泵送顶升法; 施工

钢管混凝土的注压工序是钢管拱桥施工的重要环节,该工序的施工质量不仅关系着主桥的质量,而且关系着大桥的使用寿命。在潘家河大桥施工中,笔者吸收了以前同类桥梁的施工经验,结合本桥的特点,一次性圆满地完成了全桥 8 根钢管混凝土和拱肋 4 段实腹段的灌注施工,并总结了适合该桥的浇注方案。

1 工程概况

潘家河大桥位于陕西省汉中市的褒河下游,是宝汉公路改线工程中的一座中承式钢管混凝土拱桥,全长 176 m,主跨 150 m,矢高 33.333 m。全桥由 2 片拱肋组成,拱肋间距为 8.8 m,每片拱肋由 4 根直径为 600 mm 的钢管相连而成。每片拱肋截面长 2.7 m,宽 1.4 m。鉴于桥位所处的地理位置,拱肋施工采取了无支架吊装单基合拢的施工方法,吊装就位完成后进行混凝土的灌注施工。

2 钢管混凝土的配合比设计

依照设计图纸,钢管中灌注标号为 C40 的混凝土。混凝土配合比设计采用了半流动性微膨胀延缓 C40 号混凝土。为保证混凝土强度,配合比选用汉江 42.5 (R) 普通硅酸盐水泥,水灰比为 0.38,坍落度设计为 20.5 cm,保证了混凝土的顺利灌注,防止了管内的堵塞。根据压注混凝土的施工特点,其初凝时间必须满足每孔管道的压注完毕后,仍具有足够的和易性。为此,在混凝土中增加了 JP-2 型多功能外加剂和粉煤灰,目的在于改善混凝土的和易性,减少

用水量,降低水化热,水化时生成微细的颗粒,填充混凝土的孔隙,使管内混凝土更加密实。配合比中各项指标均满足钢管混凝土结构设计与施工规范中的要求。钢管混凝土配合比设计见表 1。

表 1 钢管拱压注混凝土的设计配合比

材料名称	水	水泥 (42.5 R)	砂 (中粗)	碎石 (5~25)	粉煤灰 (I 级)	外加剂	水灰比	砂率
用量 kg/m ³	185	490	610	1160	24.5	53.9	0.38	35%
质量配合比	0.38	1	1.25	2.37	0.05	0.11		

3 钢管拱混凝土的压注施工

3.1 钢管混凝土压注施工的设备

钢管混凝土的灌注采用泵送顶升压注法,从拱脚一次对称压注至拱顶。为此配备 3 台混凝土输送泵(两岸各 1 台对称施工,另 1 台备用)。宝台设备输送泵型号为 HBT50A—16 液压混凝土泵,最大排量为 50 m³/h,最大出口压力为 16 MPa,电机功率 110 kW;汉台设备输送泵型号为 HBT60A—1406D 液压混凝土泵,理论输送量为 67 m³/h,理论混凝土输出压力为 6.8 MPa,柴油机功率 112 kW。输送泵扬程 55 m(大于矢高的 1.5 倍)。两岸搅拌机用 500 型搅拌站,装载机上料,混凝土输送管径均为 150 mm。

3.2 施工准备

每个钢管上分别设置一个混凝土进料导管,露出钢管顶面 30 cm,顶口处设置法兰盘接头和插板,

与输送泵管道牢固连接。在钢管上每隔 2 m 对称布设附着式振动器,便于边灌注边振捣,确保混凝土的密实。在钢管上每隔 25 m 设置一个直径为 7 mm 的排气孔,拱顶处焊 $\phi 133$ mm 长 100 cm 的排气管。在压注混凝土前精确调整钢管拱至设计位置,并用扣索、风缆固定,在拱顶处设置反向拉索,防止由于拱脚处压注混凝土使拱顶出现受力过大而开裂。钢管混凝土压注布置见图 1 所示。

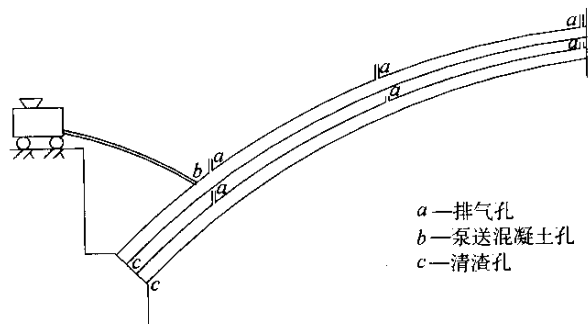
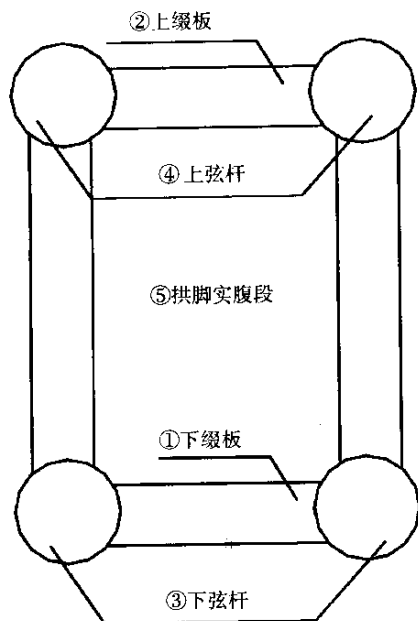


图 1 钢管混凝土压注布置

3.3 钢管混凝土压注施工

混凝土的压注施工是在主钢管合拢,横撑安装完毕,铰接体系转换成固接体系结束后的工序。压注时采取多点对称压注的施工方法,以先下联后上联的顺序灌注缀板内的混凝土,然后用混凝土泵送顶升法压注 8 条钢管的混凝土,最后一次浇注钢管拱脚的腹杆和实腹段。具体灌注顺序见图 2、图 3 所示。



万方数据

图 2 钢管拱混凝土浇注顺序

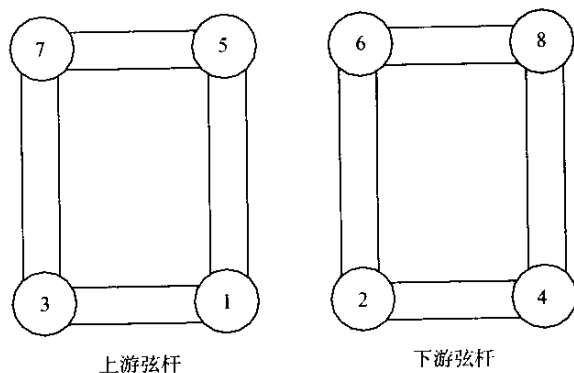


图 3 各主管混凝土浇注顺序

3.3.1 缀板混凝土的灌注

采用多点对称加载方法灌注下、上缀板内 C40 号微膨胀延缓凝混凝土,插入式振动器进行振捣,当混凝土捣固密实后即焊接灌注孔和捣固孔。混凝土的提升设备采用缆索吊提升吊斗灌注,从下至上依次完成。

3.3.2 钢管混凝土的压注

钢管混凝土的压注依照图 3 顺序分 8 次进行,混凝土的灌注采取顶升法施工。压注工艺为:堵塞法兰盘间隙—人工浇注压注头以下区段混凝土—安设压注头和闸阀—压注混凝土—关闭压注口处闸阀稳压—拆除闸阀完成注压。

由于地形的限制,布设泵管较为困难,压注头布设在距两岸拱脚以上约 12 m 处。压注头以下区段采取人工浇注,用插入式振动器振捣密实。在压注混凝土前,在法兰盘的间隙用环氧玻璃丝布及环氧砂浆填塞,防止法兰盘漏气导致泵送压力损失。随后清洗钢管。

在压注混凝土前用比重为 2.0 的水泥净浆润滑管壁,以减少混凝土和管壁的摩阻使其顺利顶升。压浆完成后即连续压注 C40 号微膨胀延缓凝混凝土。压注过程中保持慢速、均匀、对称、抵压的压注状态,随时通过锤击的方法了解混凝土的高程,以调整混凝土的压注速度,使两端的混凝土面高差保持在 1 m 范围以内。混凝土振捣依靠附着式振动器,确保泵送涡流区混凝土的密实。当混凝土接近拱顶面时,严格控制速度防止混凝土超过拱顶截面而引起钢管骨架纵向振动产生失稳。待顶部排气孔渗出混凝土时方可停止泵送,泵送停止后及时用插板堵死送料口,防止混凝土外溢。1 号管压注完毕及时压注 2~8 号管,直至钢管拱圈形成。

3.3.3 压注过程中的质量控制

为了保证混凝土的可泵性,泵送混凝土在配料

中要严格计量,控制粗骨料的最大粒径(30 mm)和搅拌时间(3 min),随时抽查混凝土的坍落度,合格后方送入泵斗中。一根钢管混凝土的压注时间控制在 4 h,压注过程一气呵成,确保在第一盘混凝土初凝之前完成混凝土的压注工作。在泵送期间严格控制输送泵,避免空气进入管内,当出现输送管内吸入空气时,则应反泵吸出混凝土至料斗中重新搅拌,排除空气后再泵送。我们将每次灌注混凝土的开盘时间选择在清晨 6 点,这样在中午前可完成压注,充分利用低温对混凝土顶升的有利条件。当钢管表面温度高于 60 ℃ 时,采取对钢管用水冲的降温措施。为使管道处于一个畅通的状态,在泵管连接中尽可能地减少弯头,特别是 90° 的急弯,以有助于混凝土的压注。混凝土压注完成后,及时用高扬程的水泵对管内的残余混凝土进行冲洗,以避免混凝土凝固后对后续压注混凝土增加阻力。

3.3.4 实腹段的灌注

当钢管混凝土的强度达到 90% 以上时,开始灌注 4 个拱脚实腹段的混凝土,先灌注 $\phi 300$ 的腹杆,再灌注实腹段。拱脚实腹段输送接口同主管接口,两拱脚对称地进行灌注,接口以下用泵送混凝土灌注,插入式振动棒振捣,混凝土面距接口以下 50 cm 时,焊封实腹段上端口,上部留排气管,再用泵进行顶压,待排气管向外排出混凝土时即停止泵送,拧入栅栏阀螺栓并打紧交叉螺杆堵住混凝土。管外粘接的混凝土及时用水清洗。

4 钢管混凝土的质量检测

4.1 钢管混凝土常见的质量缺陷及原因分析

(1) 混凝土密实度不够:由于压注速度过快造成;

(2) 空腹:在拱肋混凝土压注时,速度不均匀使管中的空气在压注混凝土时未能及时排除;

(3) 混凝土与管壁粘接不良:管内有铁锈或焊缝药皮未能清除;

(4) 混凝土出现离析:由于混凝土配料计量不准确或混凝土在压注时发生抛投灌注现象;

(5) 出现收缩缝:水灰比和水泥用量控制不当。

4.2 混凝土质量的检测方法

潘家河大桥主拱以超声波检测为主,人工敲击检查为辅。若出现以上工程缺陷时,将采取钻孔压注高出混凝土一个标号的砂浆进行填充,以确保钢管混凝土的密实度。由于我们在压注混凝土前对这些

缺陷产生的原因都进行了分析,并采取了相应的措施,因此,在检测过程中管内混凝土没有发现出现上述的质量缺陷。

5 钢管混凝土的施工体会

5.1 混凝土的施工配合比

根据钢管结构的施工特点,必须采用泵送运输,因此要求混凝土坍落度大、和易性好、可泵性强、不泌水、不离析,管内混凝土填充饱满。这一切均取决于混凝土的配料比例和搅拌时间,因此拌制符合要求的混凝土是顺利压注拱圈混凝土的前提条件。

5.2 完好的机械设备

机械设备将直接影响泵送的连续性,在泵送之前对搅拌、输送、振捣等设备进行全方面的检查,并进行泵送和压注的模拟试验,检查设备运转状态,要求施工人员对机械设备性能做到心中有数。在正式施工前制定出如堵管、接头漏浆、爆管、停电等意外情况的应急处理措施。

5.3 明确施工人员的责任

对所有施工人员进行统一培训,组织学习泵送混凝土的施工程序和施工要领,并明确各项指标。开工之前对整个工作进行统一安排,做到定人定岗,各负其责,统一指挥。操作工人依照规程严格进行操作;试验人员在前盘、后盘监督检查混凝土的配合比是否按设计规定作业,抽查混凝土的坍落度;工程技术人员现场检测钢管内混凝土的压注情况,监测钢管的变形,及时反馈信息。任何一个环节出现非正常情况,都应采取适当措施及时处理。

6 结语

潘家河大桥目前已通过验收,质量达到了设计和规范的要求。本桥抓住了施工过程的控制因素,使我们能够顺利完成钢管拱混凝土的压注任务,同时也丰富了类似工程的施工经验。

参考文献:

- [1] JTJ/T10—1995,混凝土泵送施工技术规范[S].
- [2] 陈宝春. 钢管混凝土拱桥设计与施工[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [3] 交通部第一公路工程总公司. 公路施工手册—桥涵[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [4] JTJ041—2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [5] 琼州大桥施工总结[M]. 北京:人民交通出版社,2003.