

## ● 桥梁建设

# 钢管混凝土由下而上泵送 顶升浇注施工技术

## Concrete Pumping Technology From Bottom Up To Top

□ 黄继承

(上海市建筑构件制品有限公司 201401)

【摘要】依据钢管混凝土泵送顶升浇注法的施工原理,通过金汇港桥钢管混凝土的施工实践,介绍了钢管混凝土配合比设计、施工工艺流程,分析了影响钢管混凝土泵送顶升浇注施工的因素及解决方法。

【关键词】钢管混凝土 泵送顶升 配合比 增压管 逆止阀

【中图分类号】U445.4

/ 文献标识码 B

【文章编号】1004-1001(2007)01-0053-02

### 1 工程概况

平庄公路金汇港桥拱肋是采用泵送顶升浇注法(两端同时进行)施工的钢管混凝土结构(图1)。该桥拱肋跨55 m,矢高11 m,截面采用矩形拱,宽800 mm,高1300 mm,混凝土强度等级C50。



图1 金汇港桥

### 2 混凝土配合比设计

#### 2.1 原材料

(1) 水泥:水泥是混凝土中的胶凝材料,提供活性,在高性能混凝土中水泥用量不宜过大。过大会产生不良后果,如水化热过大,混凝土收缩大,产生裂缝和间歇。因此水泥宜为早强型硅酸盐水泥。本工程选用产量大、质量稳定的宁国海螺52.5PII·R型水泥,强度富裕系数大于1.10,与外加剂的适应性良好。

(2) 细骨料:选用符合II区质量要求的河砂,细度模数宜大于2.6,通过0.315 mm筛孔的颗粒含量不应少于15%。

【作者简介】黄继承(1976-),男,硕士研究生(在读),工程师,联系地址:上海市奉贤区西渡西间公路861号(201401),电话:13817391030。

【收稿日期】2006-10-11

含泥量 $\leq 1.0\%$ ,泥块含量 $\leq 0.5\%$ ,细骨料最佳级配见图2。

(3) 粗骨料:骨料的质地对高性能混凝土有很大的影响,主要体现在骨料与砂浆界面的粘结强度、骨料弹性模量和骨料的强度。粗骨料应连续级配,含泥量 $\leq 0.5\%$ ,泥块含量 $\leq 0.2\%$ ,针片状颗粒含量不宜大于10%,当针片状含量多和石子级配不好时,输送管道弯头处的管壁往往容易磨损或泵裂,针片状一旦横在输送管中,即造成输送管堵塞,粗骨料最佳级配见图2。本工程选用新纪元生产的5~25 mm质地坚硬的碎石。

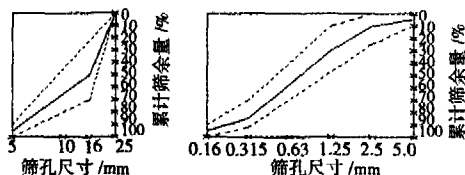


图2 粗、细骨料最佳级配

(4) 矿物掺合料:掺合料可以提高混凝土的工作性能,提高混凝土的密实度,降低水化热,改善界面区结构,与水化产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生二次水化反应,从而降低系统 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含量,提高抗 $\text{Cl}^-$ 渗透能力,提高混凝土的耐久性。选用源昌公司的II级F类粉煤灰。

(5) 膨胀剂:混凝土中掺加膨胀剂,在水泥硬化过程中,形成大量 $\text{C}_3\text{A}\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$ ,它具有一定的膨胀能,在外约束的条件下,能够提高混凝土的密实性,起到补偿收缩的作用。选用武汉三源生产的UEA膨胀剂。

(6) 外加剂:外加剂能使水泥起到分散作用,以改善混

凝土和易性,降低水灰比,外加剂的混凝土减水率不宜低于18%。选用依混凝土源生产的 ETY-II 型高效减水剂。

(7)水:选用可饮用的自来水。

## 2.2 混凝土配合比

根据试验对比,该工程混凝土配合比为 C:W:S:G:F:UEA:ETY=1:0.41:1.47:2.18:0.15:0.10:0.019,水泥用量 454 Kg,坍落度 180 mm,R7=47.2 MPa,R28=60.2 MPa,初凝 510 min,终凝 630 min。

## 3 施工工艺

工艺流程:钢管拱就位→安放溢流增压管、逆止阀→输送泵就位,连接进料管→混凝土搅拌运输车到位,检测坍落度→泵送顶升混凝土→关闭逆止阀→拆除相应装置→管内混凝土质量检查(图3)。

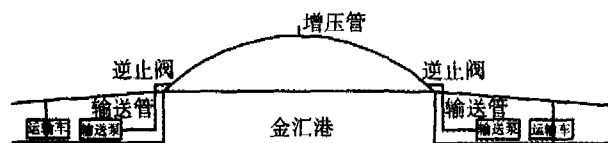


图3 施工工艺流程示意

### 3.1 准备阶段

(1)施工现场钢管拱肋裸拱验收、输送管安装、输送泵定位。混凝土供应单位包括配合比报告报监理认可,材料检验、计量检查、施工配合比调整等。

(2)输送泵选用三一重工 HBT60C 混凝土输送泵,管径  $\phi 125$  mm,理论混凝土输送压力高压 16 MPa,高压小排量 45 m<sup>3</sup>/h。为了保证混凝土连续浇注,且灌注完成时间不得超过首盘混凝土初凝时间,根据运输车的运输时间,配备 6 辆(6 m<sup>3</sup>)混凝土运输车。

(3)为了防止拆除输送管时管内混凝土发生回流,在进料短管与输送管之间安装一个闸板式逆止阀(图4)。

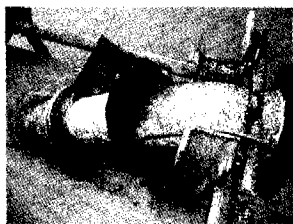


图4 逆止阀

(4)在拱肋的顶部设置  $\phi 250$  mm、长 2 m 的增压管,起排气、溢流、增压的作用。因钢管内混凝土在顶升时,管内空气往上外排,若混凝土进料量大于空气排放量,则会增加混凝土顶升时的阻力。因此增压管的管径应大于混凝土进料管。在混凝土泵送顶升结束后,混凝土的回落是不可避免的,因此增压管内混凝土还可起到填补混凝土回落的作用。

### 3.2 泵送顶升施工阶段

(1)灌注混凝土前,应压入水泥砂浆湿润泵送管道,但水泥砂浆不得作为混凝土压入拱肋内。

(2)混凝土拌车给混凝土泵喂料前,中高速旋转拌筒,使混凝土拌和均匀,喂料时,反转卸料应配合泵送均匀进行,且应使混凝土保持在集料斗内高度标志线以上,避免因空气进入泵管引起“空气锁”,导致活塞润滑不足而增加磨损。在混凝土泵进料斗上,应安置筛网并设专人监视喂料,以防粒径过大颗粒或异物入泵造成堵塞。

(3)泵送顶升混凝土时,应有专人指挥,统一调度,两端同时进行。尽量要求两端混凝土泵送速度协调一致,对称顶升,保证拱肋对称受力。密切注意泵压的上升情况,防止混凝土输送管爆裂和连接部位脱落,泵压突变时要查明原因。

(4)混凝土泵送顶升到拱顶时,以拱顶增压管大量涌出混凝土为结束标志,泵送顶升结束时,控制泵压 2~3 min 后关闭逆止阀,防止拆除输送管时混凝土倒流。

(5)对泵送顶升时混凝土溢流造成钢结构的污染,要及时清理。

### 3.3 钢管混凝土质量检查

钢管内混凝土充分凝固后,应采用超声回弹检查法检查混凝土和钢管内壁是否密实及混凝土是否存在缺陷,对不密实的部位,钻孔用压力灌浆法进行补强,然后将钻孔补焊封闭。

## 4 影响混凝土泵送顶升的因素

### 4.1 坍落度

混凝土在钢管内呈“泉涌状”上升,主要克服混凝土间的粘滞力。坍落度过小,混凝土间的粘滞力过大,泵送压力过大,不易泵送。坍落度过大,混凝土容易产生离析,影响混凝土质量。泵送时坍落度宜控制在  $180 \pm 20$  mm。

### 4.2 粗骨料粒径

粗骨料级配应连续,粒径过大,不易泵送,且增加混凝土中摩擦力。粒径过小,用水量增加,混凝土质量不易控制,钢管混凝土粗骨料粒径宜为 5~25 mm 连续级配的碎石。

### 4.3 管道布置

泵送压力与管道长度成正比,管道垂直高度、弯道弯头最终通过等效换算为管道长度当量,所以混凝土输送管应根据工程和施工场地特点、混凝土输送方案进行配管,配管时宜缩短管线长度、少用弯管和软管。

### 4.4 安全注意事项

(1)混凝土泵必须放置在坚固平整的地面上,施工场地平整、密实,满足重车行使要求,方便混凝土运输车通行。

(2)泵送顶升前检查所有管道接头是否可靠,水平输送管宜覆盖草包,以防压力过大发生爆管伤人。

(3)泵工应持证上岗,专人操作。

(4)高空作业人员系好安全带,遵守各项规章制度。