

超高层建筑高强泵送混凝土施工关键技术分析

石秋梅

徐州徐工施维英机械有限公司

摘要: 泵送混凝土施工技术是超高层建筑建造的重要内容,也是约束超高层建筑发展的难点问题。超高层建筑高度持续增加,泵送混凝土施工也面临着新的挑战。文章以超高层建筑为对象,结合南京某模拟施工项目,阐述了超高层泵送混凝土施工技术难点,并从超高层高强混凝土配方、布管工艺、设备选型等方面,对超高层建筑高强泵送混凝土施工关键技术的应用进行了进一步分析。

关键词: 超高层建筑; 泵送混凝土; 输送泵

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.046

前言

鉴于可用建筑用地数量日益减少,国家从合理利用土地资源、降低土地资源无故损耗视角出发,大力推进超高层建筑建设。超高层建筑的高度也随着时代发展而不断刷新,这种情况下,高强泵送混凝土施工技术的应用势在必行。基于此,分析超高层泵送混凝土施工关键技术具有重要的意义。

一、超高层建筑高强泵送混凝土施工项目及技术难点

模拟施工超高层建筑总面积为 $5.56 \times 10^5 \text{m}^2$,主楼高度为620m。工程为桩筏基础,采用钻孔灌注法施工,主楼竖向结构包括矩形柱、核心筒,水平结构包括带状桁架、楼面桁架、伸臂桁架等。

由于混凝土土方量为 58000m^3 ,最大高程为620m,建筑一次泵送混凝土量较大,施工组织难度较大,高强混凝土一次泵送到顶难度较大。试验泵送混凝土强度等级为C120,施工黏度大、泵送难度大、易堵管,施工裂缝控制、钢板约束下的高强地下墙板裂缝控制难度较大^[1]。同时由于超大、超重倾斜巨型钢柱截面尺寸较大,设备选型、布管过程安全防护难度也较大。

二、超高层建筑泵送混凝土施工关键技术应用措施

(一) 超高层混凝土配方

C120超高层建筑泵送混凝土所用原材料为P.052.5级硅酸盐水泥、细度模数为2.6~2.8的天然中砂、连续级配且粒径为5~20mm的碎石、SL-5A高效减水剂。水泥用量设计时,应综合考虑泵送性、强度,过少会导致强度与设计不符,过多会导致泵送难度增加,泵送阻力增加。一般需要控制水灰比在0.16~0.20之间,并加入适量泵送剂、减水剂、掺合料,避免混凝土在超高层泵送期间出现离析、水化热过高情况。因此,应优先选择泌水性较小且保水性较好的普通硅酸盐水泥;细骨料设计时,根据混凝土流动性要求,避免混凝土离析,应适当增加粒径在0.315mm以下的细骨料(优质中砂)比例,一般需在10%以上,并将高腔泵送混凝土砂率控制在28.5~35.0%之间;粗骨料设计时,最大骨料粒径、管径之比小于1:5,扁平状、针状石子含量小于5%,压碎指标小于5%,同时级配连续。

(二) 布管工艺

根据管径与输送阻力成反比的特点,结合混凝土特性,选择内径125mm且壁厚10mm的超高压抗爆管道,材料为45号锰钢,硬度为HRC50。在超高层建筑中,可采用一套水平管与两套垂直立管(一套备用),布管根据浇筑方案设计,尽量缩短管线长度,减少软管、弯管以及锥形管使用量,优先选择大弯管。具体工程管道可沿楼面预先留设的泵管洞口逐层向上铺设,竖向采用钢管加固泵管,水平则固定在楼层预制混凝土墩上^[3]。同时为尽可能减少管道内泵反压力,在泵出口位置进行30m以上、60m以下的水平大弯管布置。在这个基础上,考虑到混凝土泵前端输送管压力较大,极易出现爆管、堵管情况,尤其是水平管与垂直管相连接的弯管位置,可在泵出口位置、处置管最前端分别进行一套液压截至阀的安装。

(三) 设备选型

对于超高层建筑泵送混凝土施工而言,高泵程混凝土输送

至关重要,直接影响整体施工工期、质量。根据工程混凝土不同泵程泵送压力确定输送泵。超高层混凝土的泵送压力选择主要考虑混凝土自重、管道阻力和压力余量。

混凝土在管道内的压力:

$$P=f+G=\Delta P_H L+\rho gh \quad (1)$$

式中: P—泵出口压力, bar;

f—泵在泵管中沿程压力损失, bar;

G—泵在垂直管中因重力引起的压力损失, bar;

ΔP_H —泵沿水平泵管每米的压力损失, bar/m;

L—泵管水平换算总长度,取1803m;

h—垂直泵管长度,取620m;

ρ —混凝土密度,取 2500kg/m^3 ;

g—重力加速度;

ΔP_H 按如下公式计算:

$$\Delta P_H = \frac{2}{r} [k_1 + k_2 \left(1 + \frac{t_2}{t_1}\right) v] \alpha \quad (2)$$

式中: r—输送管半径m,取0.0625m;

k_1 —粘着系数Pa,取100pa;

k_2 —速度系数 $\text{Pa/m} \cdot \text{s}^{-1}$,取200Pa;

t_2/t_1 —分配阀切换与活塞推压时间之比,一般取0.3;

v—泵在输送管内平均流速m/s,排量为 $40 \text{m}^3/\text{h}$ 时,取 0.9m/s ;

—径向与轴向压力之比,一般取0.90;

经计算, $\Delta P_H=9619.2 \text{Pa/m}$, $P=32.19 \text{Mpa}$,考虑20%的压力余量, $32.19 \text{Mpa} \times 1.2=38.63 \text{Mpa}$ 。

综合考虑,选用型号为HBC10040V超高压车载式混凝土泵,额定工作压力为40Mpa。

在输送泵型号确定之后,根据预拌混凝土需要,施工方还需要准备塔吊、插入式混凝土振动器、布料杆、磨光机、铁锹、铁抹、彩布条、木抹、保温棉、密布网等设备^[2]。

(四) 施工工艺及施工技术

泵送施工工艺包括泵送前检查准备,泵送开始(水—水泥稀浆—砂浆—混凝土),泵送过程,泵送后管道清洗等。

(1) 为保证混凝土的匀质性,搅拌车在向泵机喂料前反向高速转动20~30s,泵送过程迅速连续进行并不停地搅拌。

(2) 泵送前用水湿润料斗、输送管道等与泵接触的部分,检查管路无异常后采用水泥砂浆润滑压送。

(3) 开始泵送时泵机低速运转,观察泵压力和各部件工作情况,待稳定泵送后可提高到正常速度。

(4) 泵送过程注意泵送排量和泵送压力的控制,泵送过快、压力过高极易造成活塞损坏。

(5) 当泵送困难、泵压力突然升高导致管路振动,可用槌敲击、找出堵塞管段,采用正反泵点动处理或拆卸清理,检查确认无堵塞后继续泵送,以免损坏泵机。

三、总结

综上所述,泵送混凝土施工技术的出现,极大改善了超高层建筑工程质量。但是,在超高层建筑泵送混凝土施工阶段仍存在较多技术难点,如混凝土配方、布管工艺、设备选型等。因此,超高层建筑施工者应从施工技术视角入手,根据实际工程施工情况,制定严密的泵送混凝土施工关键技术应用措施,保障超高层建筑泵送混凝土施工作业平稳、高效开展。

参考文献

- [1] 王进雷.超高层泵送混凝土技术发展趋势[J].建材发展导向,2019,017(008):61-61.
- [2] 毛兰美,盛斌.超高层建筑混凝土泵送技术探讨[J].建筑安全,2019,34(04):76-77.
- [3] 汪立尧.小议超高层建筑混凝土泵送防回流施工技术[J].建筑与装饰,2018,000(020):161-161.