

# 超高层泵送混凝土的施工及裂缝的防治

钱华平

无锡伟鑫建材有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i6.8078

**[摘要]** 超高层泵送混凝土的施工及裂缝防治研究,是改善超高层混凝土施工问题的重要内容。超高层建筑结构,很大程度上缓解了城市用地紧张的问题,推进城市化建设步伐。但是超高层施工难度比较大,对于各方面技术要求非常高,若超高层施工出现问题,威胁人身安全的同时,还会对社会稳定造成冲击。泵送混凝土施工是超高层关键技术之一,在实际施工中,超高层泵送混凝土裂缝问题是不容忽视的安全问题。一旦混凝土出现裂缝,其承载力必然会下降,安全问题增加。必须在裂缝早期阶段进行控制,避免出现裂缝贯穿的情况,加剧裂缝现象。基于此,必须加大对超高层泵送混凝土的施工及裂缝防治力度,科学预防混凝土裂缝的同时,提高超高层建筑结构安全,延长使用寿命,实现其应用价值最大化。

**[关键词]** 超高层建筑;泵送混凝土;配合比控制;原材料质量;材料运输

## Construction and crack prevention of super high-rise pumped concrete

Qian Huaping

Wuxi Weixin Building Materials Co., LTD.

**[Abstract]** The construction and crack prevention of super high-rise pumped concrete is a crucial aspect of addressing issues in the construction of super high-rise buildings. Super high-rise structures significantly alleviate urban land scarcity and accelerate urbanization. However, the construction of super high-rises is highly challenging, with extremely high technical requirements. If problems arise during construction, they not only threaten personal safety but also impact social stability. Pumped concrete construction is one of the key technologies for super high-rises. In actual construction, the issue of cracks in super high-rise pumped concrete is a significant safety concern that cannot be overlooked. Once cracks appear, the load-bearing capacity of the concrete will inevitably decrease, increasing safety risks. It is essential to control cracks at an early stage to prevent them from spreading, which could exacerbate the problem. Therefore, it is necessary to intensify efforts in the construction and crack prevention of super high-rise pumped concrete. Scientific methods should be used to prevent concrete cracks while enhancing the structural safety of super high-rise buildings, extending their service life, and maximizing their application value.

**[Key words]** super high-rise building; pumped concrete; mix ratio control; raw material quality; material transportation

### 一、引言

此次研究主要针对某超高层建筑项目,其混凝土浇筑高度为150m,主体结构以塔楼为主,施工压力大,因为泵送高度影响,所以对施工操作标准较常规施工更加严格。为了保证此工程项目施工顺利完成,积极打造泵送系统,保证整个工程项目泵送混凝土施工质量。受到泵送高度的影响,必须严格控制活塞压力,结合泵送混凝土施工设计,此次项目选择特制高压混

凝土活塞,匹配泵送系统,科学应对管道反压。根据项目情况,制定浇筑方案,管道按照浇筑方案完成施工规划,这期间需要注意,不能选择软管,尽量减少弯管的应用,管线规划不能过于复杂。此次工程项目中,在管道的铺设参照物为墙面、地面,这样可以将管道反压力适当减少。此次超高层建筑项目位置比较特殊,加上施工周期比较紧,周围环境条件复杂,为了提高泵送施工可靠性,选择HBT90CH-2150D超高压泵。

## 二、超高层泵送混凝土施工注意事项

超高层泵送混凝土施工,因为涉及方面比较多,所以必须明确施工注意事项,做好施工准备工作。通过对超高层泵送混凝土施工项目介绍与资料整理,发现此次工程中超高层泵送混凝土施工注意事项主要包括以下几点:

第一,混凝土材料的搭配与拌和,配合比非常关键,保证原材料质量基础上,混凝土拌和期间,流动性的控制、和易性的检测等均不容忽视。混凝土材料拌和期间,水灰比相同基础上,为了保证流动性达到标准,需要对粗骨料、细骨料粒径严格控制<sup>[1]</sup>。以输送管内径为参照,粗骨料粒径必须控制在输送管内径30%之内,这样能够对泵送混凝土离析现象有效预防。筛孔标准为0.315mm的情况下,要求混凝土拌和中,符合此要求的砂必须 $\geq 15\%$ 。混凝土材料含砂率需 $\geq 50\%$ ,水泥用量需 $\geq 300\text{kg}/\text{m}^3$ ,并且拌和过程中及时加入添加剂,增强混凝土材料的稳固性与强度<sup>[2]</sup>。

第二,泵送混凝土早期裂缝,主要集中于结构并没有受力的情况下,一般泵送混凝土施工结束3d-5d之内会出现,部分早期裂缝也会在初凝期间出现。这方面是裂缝问题解决必须注意的内容,如果发现早期裂缝但是并没有处理,裂缝问题会随着时间推移越来越严重,波及范围扩大,混凝土结构稳定性与安全性下降<sup>[3]</sup>。承载力不会受到早期混凝土裂缝的影响,一旦混凝土裂缝发生变化,承载力就会下降,超高层建筑施工质量受到质疑,甚至引发纠纷<sup>[4]</sup>。

明确超高层泵送混凝土施工注意事项,同时掌握泵送混凝土施工特点,对早期裂缝问题存在的危害性加以分析,在此基础上,制定更完善的泵送混凝土施工方案。

## 三、超高层泵送混凝土施工过程

### (一) 科学布置管道

超高层泵送混凝土施工之前,管道作为泵送系统的重要组成部分,必须提前完成布置。管道布置中,因为输送管线规划的影响,管道形状各异,如直管、锥形管,或者弯管等,虽然弯管应用控制严格,但是施工规划与现场客观条件下,不可避免会应用到一些弯管。管道的布置需遵循接头严密、短直为主、缓慢转弯原则,注意压力损失控制<sup>[5]</sup>。若泵送混凝土管道布置中出现向下倾斜现象,需对管道自重进行控制,避免影响到混凝土流动。减少空气的混入,增加泵送混凝土材料离析风险,排除阻塞隐患。若泵输送能力无法满足建筑结构高度,就需要接泵。接泵操作是在施工现场,选择地面为基础接泵点,根据超高层高度,采取一泵到顶的浇筑方式。

泵送设计中材料输送管道需适当做出调整,这期间需要注意,泵机出口需要安装地面水平管,接头位置的角度控制为 $90^\circ$ ,让施工现场的管道垂直运输混凝土。截止阀在距离泵机出口5m左右的水平管上安装并及时固定。

### (二) 混凝土布料与运输

布料以独立式混凝土布料机为主,提前确定好安装的模板平面位置,随后进行固定。布料机需要与混凝土输送管道紧密连接,同时还要以软管的方式,将其另一端接通,为水平布料的人力干预创造条件。布料杆作为重要组件,必须以 $360^\circ$ 回转的方式布置。因为此次施工以两台布料杆共同操作,所以必须保证两者同时前进,这样才能减少施工缝的出现。泵送混凝土施工过程中的运输,主要依靠搅拌运输车,运输之前必须保证混凝土搅拌机转速为12转/分(r/min),运输过程中始终保持搅拌状态。这期间还需要考虑周围气温的变化,若气温低,需要将正常的90(min)搅拌时间延长,延长时视气温情况而定。

### (三) 混凝土浇筑

混凝土浇筑环节,是泵送混凝土施工的关键。尤其是超高层建筑结构,受到高度条件的影响,增加了泵送压力,因此混凝土浇筑的施工难度增加。保证混凝土泵送管道规划与压力控制条件基础上,还要做到混凝土料斗材料充足,时刻观察混凝土施工期间的泵送设备运转情况,避免出现运转异常,造成混凝土浇筑过程中材料供应不及时。如此必然会放慢超高层泵送混凝土浇筑的施工速度,延长施工周期,增加施工成本。与此同时,还要及时对混凝土泵送设备进行正反冲程控制,间隔时间以4-5min最佳,减少混凝土浇筑期间管路堵塞现象。时刻监督搅拌器运行状态,保证每次料斗搅拌器均能够转动3-4转,既可以预防混凝土出现离析现象,又能够保证混凝土浇筑施工材料质量。整个浇筑环节,料斗不能随意加水,若需要添加砂浆,必须于搅拌运输车环节添加,并且在卸入料斗之前将混凝土料充分搅拌。观察坍落度,如果偏差过大,会影响到混凝土质量,必须及时清出,避免影响到泵送混凝土浇筑质量。

### (四) 原材料质量

泵送混凝土施工中,原材料涉及到水泥、粗细骨料、添加剂等。其中水泥保水性必须符合超高层建筑施工标准,保水性直接影响到混凝土泌水问题。保水性符合标准的水泥类型包括三种,其一普通硅酸盐水泥;其二是火山灰水泥;其三是粉煤灰水泥。其中粉煤灰水泥的使用,虽然可以改善混凝土流动性,但是相比较其他两种水泥,容易引发泌水问题。此外矿渣水泥,是泵送混凝土施工不能选择的水泥类型,泌水性比较大,并且保水性达不到标准。若在泵送混凝土施工中应用,必须注意对坍落度进行控制,通过粉煤灰改善保水性,同时还可以将砂率提高。细骨料的应用,以中砂最为适宜。中砂之外,河砂也是理想之选,适合泵送混凝土。若条件允许,避免选择机制砂。如果条件不允许必须使用机制砂,则需要从水泥与外加剂方面着手对性能调节,从而将机制砂可泵性提高。通过此次工程施工发现,外加剂的添加,需搭配粉煤灰,尤其是减水剂的

应用。利用外加剂改善混凝土流动性,增加混凝土材料可泵性的基础上,保证泵送混凝土施工质量。

#### (五) 控制配合比

配合比的控制,直接影响到混凝土材料性能与超高层泵送混凝土施工质量。配合比都需要自动计量仪的辅助,综合泵送混凝土施工的耐久性、强度等要求,科学控制混凝土配合比。原材料质量控制与泵送距离的科学调整,还要对输送管径、环境变化、泵压力变化等加以考虑。可泵性的控制,主要以压力泌水实验为主,根据超高层工程施工要求,以10s为参考,泵相对压力情况下,泌水率需 $\leq 10\%/s$ 。坍落度的配合比控制,通过对混凝土材料搅拌、运输以及施工振捣等,对照超高层建筑结构配筋疏密相关参数以及截面尺寸参数等,精准计算适合建筑结构的最佳值。超高层建筑标准中,对于坍落度的规定为8-23cm,实际实施期间,合理范围需控制到10-20cm。当然超高层条件下,因为泵送高度与距离增加,所以将泵送坍落度调整为15-20cm。

### 四、超高层泵送混凝土裂缝问题的防治

#### (一) 裂缝出现的原因

超高层泵送混凝土施工中,裂缝是最常见问题,一直是泵送混凝土质量保证的困扰。出现裂缝的原因经过整理发现主要包括以下几方面:

##### 1. 泵送混凝土施工设计方案有待完善

对于超高层泵送混凝土裂缝问题的解决,经过研究发现设计方案方面是出现裂缝的主要原因之一。超高层建筑工程中,主体结构受到高度的影响,楼板以及剪力墙等对其的约束力明显增加,特别是地下室。若设计过程中没有有效调节,混凝土结构因为约束力,导致收缩应力增加,这种情况下极易引发混凝土裂缝,继而出现变形。

##### 2. 施工原材料质量控制与管理不到位

施工原材料的控制与关系,与混凝土结构稳定性、裂缝问题预防有直接关系。如果混凝土施工原材料质量存在问题,则混凝土结构的所有性能都会下降,特别是坍落度、稳定性、泌水性等。加上原材料管理重视不足,缺乏系统的管理方案,管理工作混乱,这些都增加了裂缝出现的风险。

#### (二) 裂缝预防有效措施

##### 1. 优化超高层建筑施工设计方案

及时对施工设计方案进行优化,注意周围条件勘察与资料整理之外,还要提高对建筑结构开裂的预防重视。泵送混凝土施工中,抗裂钢筋的应用、现浇板温度应力的控制、钢筋间距的设计等,都是重点优化细节。保证钢筋科学配置基础上,计算调整收缩应力,配筋率 $\geq 0.1\%$ ,根据纵横方向及时优化钢筋结构。积极对泵送混凝土施工搅拌工艺流程进行完善,制定详

细的搅拌计划,由此为搅拌操作的顺利完成,超高层泵送混凝土施工裂缝的防治奠定扎实的基础。

##### 2. 加大施工材料检查与管理力度

除了设计方案优化、严格按照施工流程施工之外,原材料的检查与管理也是裂缝防治的重要措施。原材料控制涉及事项比较多,首先是水泥的使用,明确用量基础上,尽可能将用水量降低。关注水泥水化热情况,水化热较大的水泥不适合超高层泵送混凝土裂缝防治。其次是水应用上,结合超高层建筑项目情况,适当调整水的使用量。当然还要参考外加剂的应用,通过适应性的对比,提高水的应用率。裂缝控制中,温度或者收缩裂缝,都受到温度应力值的影响。外加剂与水泥的搭配,这里所应用的水泥的需水量相对来讲都比较小,及时对温度应力值进行调整,再加上粗骨料的掺入,不需要过多的砂料,便能够满足原材料搭配控制。原材料配合比合理的同时,原材料的采购、质量检验必须到位,材料运输过程中将各方面因素对其质量的影响降到最低。材料进入施工现场之前,质量再次检验,放置于特定原材料管理场所,定期对材料抽样检查等,通过管理力度的加大,始终保证原材料质量。在此基础上,对混凝土施工的工序也许进一步管控,按部就班的完成泵送混凝土施工,特别是搅拌、振捣、摊铺等,都必须达到操作标准,如此方可以提高混凝土施工质量,降低裂缝出现概率。

#### 结束语:

综上所述,通过对超高层泵送混凝土施工的研究,对泵送混凝土施工有了更深层次的认识。尤其是关键环节的处理、材料质量的把控、施工方案的制定、工序的完善等。受到超高层建筑项目高度条件的影响,泵送混凝土施工,需要在基本设计基础上,增加送料管道铺设范围,因此必须提高管道规划科学性。同时还要注意对裂缝问题的防治,从多角度去减少施工问题,继而达到保证泵送混凝土施工质量、科学防治裂缝的目的。

#### [参考文献]

- [1]李信, 陈露一, 黄有强, 等. 粘度改性材料在 C60 超高层泵送混凝土中的应用研究[J]. 新型建筑材料, 2020 (2): 4.
- [2]王晶、蒋金洋、宋普涛、冷发光. 超高层泵送钢纤维混凝土的断裂性能研究[J]. 新型建筑材料, 2020, 47 (11): 4.
- [3]魏春春, 杨盼龙, 张保卫. 超高层泵送混凝土施工技术在高超高层建筑工程中的应用[J]. 中国港湾建设, 2019, 39 (7): 5.
- [4]丁新东, 曹新明. 基于有限元分析的高性能泵送混凝土框架结构变形研究[J]. 科技通报, 2019, v.35; No.255 (11): 181-184+189.
- [5]曹立英, 吕飞. 超高层泵送混凝土施工技术在超高层建筑工程中的应用[J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2020, No.606 (03): 157-158.