

### 3.5万m<sup>3</sup>底板大体积混凝土施工质量控制

牛大军, 许鸿泰, 陈军, 王书龙, 郑海玲 (江苏赛华建设监理有限公司, 江苏无锡214071)

**摘 要:**介绍在F广场3.5万m<sup>3</sup>大方量大体积混凝土施工中, 采取一系列监控措施控制混凝土施工质量, 最终获得预期效果的做法。

**关键词:**大体积混凝土; 施工质量控制; 温度; 裂缝

**中图分类号:** TU712 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-4104 (2005) 01-056-02

F广场为一集零售、娱乐、观赏、餐饮及旅馆为一体的综合性用途的现代商业中心。广场的商业部分分为B、C、D区, 层数为3~5层。本工程为框架结构, 设计按六度抗震设防, 总建筑面积16.09万m<sup>2</sup>, 地下建筑面积6.12万m<sup>2</sup>, 其中负二层底板平均长295m、宽112m、面积3.2万m<sup>2</sup>。群桩整板基础, 底板厚度1m, 集水井、电梯井局部厚度2.3m~3.1m, 底板标高-9.300m, 合计浇筑混凝土3.5万m<sup>3</sup>。如此宽阔的基坑和这样大方量大体积底板混凝土浇筑量, 目前在无锡市尚属罕见。

在大体积混凝土浇筑后的凝结硬化过程中, 由于水泥的水化作用而释放出大量的热量, 这些热量因大体积混凝土在短时间内很不容易导出, 因而使底板中心温度逐步升高, 并与底板表面之间形成较大的内外温差, 产生温度应力。当温度应力超过混凝土早期所能承受的拉应力极限值时, 底板就会出现裂缝, 影响到混凝土的整体性和防水性。因此, 在浇筑3.5万m<sup>3</sup>大体积混凝土中, 自始至终控制混凝土裂缝的产生, 是我们对其施工质量监控的首要任务。

本工程底板大体积混凝土施工从2004年6月26日开始, 至7月底结束, 平均每日浇筑混凝土1000m<sup>3</sup>。虽然7月份是高温天气, 不利于大体积混凝土浇筑施工, 但经过我们近5个月来的观察与检查, 大体积底板混凝土的浇筑质量还是稳定的, 从南至北、由东到西大片底板上没有发现裂缝现象, 更没有出现渗漏等不正常情况。参加建设的龙元建设集团公司和业主一致认为浇筑这一大方量大体积混凝土底板是成功的, 施工过程中所采取的监控措施是得当的, 质量控制也是卓有成效的。

我们是如何进行这一大体积底板混凝土的施工质量监控的? 现将监理要点叙述如下:

#### 1 事前监理

1.1 审查总承包商和商品混凝土生产厂家及专业测温单位的资质等级、营业执照; 审查施工单位质保体系、计量认证合格证、试验室定级证书及各项管理制度; 审查项目负责人、专业工种等人员的资格证、上岗证, 确保施工队伍具有能完成本工程并确保其质量的技术能力和管理水平。

1.2 督促施工单位编制切实可行的大体积混凝土施工方案、测温方案。从施工全局出发, 根据各种具体条件, 拟定工程施工方案, 确定施工程序、施工流向、施工方法十分重要。承建单位编制的大体积混凝土施工方案, 经监理审核补充, 三易其稿, 对每一施工步骤、每一环节进行严格把关, 最后选定最经济、合理的施工方案, 形成一个共同遵循的指挥施工的技术经济文件, 并监督其实施。

1.3 审核确认混凝土生产厂家提供的施工设计配合比报告和原材料, 包括水泥、砂、石、掺合料、外加剂的检验、试验报告, 对生产质量水平进行论证。底板混凝土确定等级为C30P8, 坍落度为140mm±20mm, 混凝土初凝时间11~12h, 终凝时间为12~13h, 砂率0.44; 为减少水泥用量, 掺入4%的粉煤灰; 为防止裂缝, 掺入8%的FS-MJ混凝土防水剂。由混凝土厂家提供预拌混凝土出厂质量证明书。其混凝土配合比及原材料如下表1:

表1

材料名称	单位	水	水泥	砂	碎石	掺合料	减水剂	抗裂防水剂
品种规格		自来水	P0.42.5	中砂	5~25mm	粉煤灰	GL-3S	FS-MJ (8%)
用量	kg/m <sup>3</sup>	175	325	818	1042	13	6.94	27

1.4 原材料质量控制。对混凝土所用的砂、石、掺和料、外加剂除施工前由混凝土生产厂家提供各项检验、试验报告外, 监理部还采取随机抽样复试, 确认是否符合配合比设计要求。水泥选用P0.42.5普通硅酸盐水泥(初凝时间为2h25min, 终凝时间为3h35min); 中砂细度模数2.4, 处于II级级配区。砂石二者的含泥量经过实测和抽测均小于规范要求。

1.5 混凝土水胶比不超过0.48。为降低水胶比, 掺入高效的GL-3S减水剂, 减水率达18.5%。

1.6 为减少外应力和温度应力, 有利于散热, 降低混凝土内部温度, 底板设置后浇带。在分区段三块中, 每块设通长四条后浇带。每块呈井字型, 分成九个区浇筑混凝土, 每区混凝土浇筑量1000~2000m<sup>3</sup>。

1.7 为加强温度控制, 我们根据确定的混凝土配合比进行混凝土浇筑温度控制理论计算(计算过程从略), 拟定温控措施。

1.7.1 本地7月室外平均气温为T<sub>g</sub>=31℃, 属于夏季施工; 混凝土浇筑温度T<sub>j</sub>=30.7℃。

1.7.2 计算3d时水化热温度, 龄期3d的绝热温升T<sub>c</sub>=39.8℃。

1.7.3 混凝土内部最高温度: 底板厚1m时T<sub>max1</sub>=45℃; 底板厚3.1m时T<sub>max2</sub>=58℃。混凝土表面温度(采取组合钢模板, 用厚3cm草袋养护): 底板厚1m时T<sub>b1</sub>=40.7℃; 底板厚3.1m时T<sub>b2</sub>=40.9℃。

1.7.4 混凝土中心最高温度与表面温度之差: 底板厚1m时45-40.7=4.3(℃); 底板厚3.1m时58-40.9=17.1(℃), 均未超过25℃。

1.7.5 混凝土表面温度与大气温度之差: T<sub>b2</sub>-T<sub>g</sub>=40.9-31=9.9(℃), 未超过25℃。

结论可见: 两种控制温度均未超过25℃, 故不需要采

取其他措施。但为了形成一个温差过渡区,防止出现裂缝,宜采取覆盖保温,在测温监控中及时调整覆盖层厚度。

**1.8 测温监控:**若混凝土内部与表面的温度差及混凝土与环境的温度差太大,将在混凝土中产生温度应力裂缝,故须严加控制。根据《地下工程防水规范》(GB50108-2001)第4.1.23条,大体积防水混凝土的施工,混凝土中心温度与表面温度的差值不应大于 $25^{\circ}\text{C}$ ,混凝土表面的温度与大气温度的差值不应大于 $25^{\circ}\text{C}$ 。本工程制定的测温方案,包括在混凝土的养护时对温度进行监控,测定浇筑后的混凝土表面和内部的温度,采取措施使其内外温差控制在规范规定的范围之内。我们共布置了12个测点,分别布在底板下部、中心和上表面等各个位置。在底板浇筑前,预先将测温传感器固定在钢筋(测温柱)上,然后根据编号插入底板钢筋网内固定。混凝土入模后,各测点均被埋入混凝土中,其引出的电线与记录仪相连接后,便能将各测点的温度信息进行记录。测温要求:测温部位的混凝土浇筑完毕后第1~5天,每2h测温一次;第6~8天,每4h测温一次;第9~15天,每8h测温一次;以后每天测一次。

## 2 事中控制

大体积混凝土施工期间,进行全过程旁站跟踪。

**2.1** 为加强商品混凝土运输过程中控制,要求混凝土生产厂家每车出厂时出具混凝土标号、坍落度、出厂时间、数量和到达地点的发料单据。运抵现场后,由总包派专人严格验收程序,填写到达时间,目测混凝土有无异常情况。监理人员不定期进行抽检。如混凝土出现离析,必须二次搅拌。

**2.2** 混凝土试块制作,采取现场见证随机抽取。每 $200\text{m}^3$ 作一组标养试块;每 $500\text{m}^3$ 留置一组抗渗试块。另外每区增加同条件养护试块2组,及时了解混凝土强度和抗渗性能。

**2.3** 为确保混凝土的均匀和密实,提高混凝土的抗拉强度,要求操作人员加强混凝土振捣、插点均匀排列,按顺序振实不得遗漏,振捣间距取400、振捣时间以15~30s为宜;也不宜过振,以表面呈现浮浆、平整和不再沉落为准。为了能排除混凝土因泌水在粗骨料、水平钢筋下部生成的水分和空隙,尚需进行二次振捣以提高混凝土与钢筋的握裹力,防止因混凝土沉落而出现的裂缝,增加混凝土密实度,使混凝土的抗压强度提高10%~20%左右,从而提高抗裂性。一般间隔20~30min进行二次复振,或者是在混凝土经振捣后尚能恢复到塑性状态的时间。

**2.4** 混凝土浇筑采用斜面分层法,并一次浇筑到顶。由于混凝土自然流淌而形成斜面,要求操作人员振捣工作从浇筑层的底层开始,逐渐上移以保证分层混凝土之间的施工质量。此方法浇捣散热快,可降低混凝土的入模温度,且不易产生冷缝。

**2.5** 泌水处理:由于大体积混凝土浇筑时泌水较多,上涌的泌水和浮浆顺混凝土斜面下流到坑底,再至集水井,然后通过集水井内的潜水泵排出基坑外。

**2.6** 混凝土保护层必须满足设计要求,防止内部钢筋和绑扎钢丝接触模板,避免形成渗水通道。

**2.7** 混凝土坍落度测定:每隔1~2h对泵车压送的混凝土坍落度进行检测,确保其控制在 $140\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 之内。发现坍落度过大,禁止使用,作退货处理;坍落度过低,通知混凝土厂家现场技术人员,视混凝土坍落度情况采用二次掺

加适量减水剂进行搅拌。严禁直接加水。

**2.8** 为保证商品混凝土供应的连续性,要求厂方除了加强现场指挥调度和联络外,还须安排有关人员到现场值班。运输车辆和泵站要有备用,保证一有情况反常,能及时调整。

**2.9** 通知施工方对已浇筑混凝土强度未达到 $1.2\text{MPa}$ 以前,不得在其上踩踏、支模或堆放材料。

**2.10** 混凝土的表面处理:待混凝土浇至标高时,要求施工方派专人用滚筒反复压实,分两次用木蟹抹平,防止表面收水裂缝产生,在初凝前再用铁板板压光。这样可以有效控制混凝土表面龟裂,增加防水抗渗效果。

**2.11** 混凝土浇筑完毕后12h以内,初凝后对敞露的混凝土表面立即全部用塑料薄膜、麻袋覆盖,据测温情况进行保温养护。

## 3 事后工作

**3.1** 检查混凝土养护情况。要求施工方按照批准的施工方案进行养护,必须严格进行14d的覆盖养护。

**3.2** 落实温控措施:督促施工方混凝土覆盖时注意搭接良好,防止出现漏空,要保持塑料薄膜内有凝结水。塑料薄膜上面调整改用覆盖1~2层麻袋,视实测温差大小调节覆盖层数,增加蓄热保温或掀开散热,保证混凝土内部与混凝土表面的温差小于 $25^{\circ}\text{C}$ 及降温速率低于 $15^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 。

在整个测温过程中一切正常,温控恰到好处,有效控制了有害裂缝出现。据测温记录,一般混凝土浇筑12h~48h为升温期,以后逐步降温,见图1(此图是12测点中某一测点温度变化简图)。

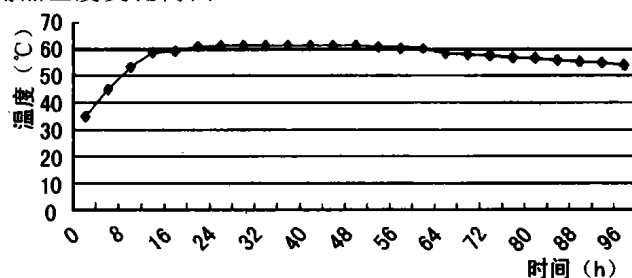


图1 温度变化简图

**3.3** 在未经过验收前,施工方不得对混凝土的缺陷进行修整。

**3.4** 底板周边、集水井、电梯井处混凝土拆模后,按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)和《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300-2001)进行检查验收和质量评定。

**3.5** 混凝土表面缺陷由施工方按技术处理方案进行修整,并重新检查验收。

**3.6** 对施工方报送的验评资料进行审核和签认。

## 小结

F广场 $3.5\text{万m}^3$ 的大体积混凝土施工,在作施工方案时,我们就要求选择了采用经济合理的施工方案,没有花昂贵的代价和特殊的处理,而且在南方炎热的7月份高温下施工,没有出现裂缝等危害。这主要靠我们从选择混凝土配合比、测温控制到施工操作工艺上加以严格的控制与持之以恒的监督管理,采取切实可行的各项技术措施,最终取得了令人满意的效果。

收稿日期:2004-12-17

作者通信地址:江苏无锡市湖滨路48号3单元201室