

# 大体积混凝土 施工质量控制

□ 胡广杰

随着我国改革开放的深入,交通、水利、电力等部门大型基础设施建设迅速发展,大体积混凝土工程也随之日益增多。大体积混凝土的施工质量控制除满足一般混凝土施工质量控制要求外,如何防止其发生有害裂缝是施工和管理人员共同关心的首要问题。本文根据近期对两项大体积混凝土工程的施工管理实践,探讨大体积混凝土施工质量管理的主要环节和质量控制要点,以期抛砖引玉。

### 大体积混凝土工程的三个特点

大体积混凝土工程的施工与其它工程相比较,主

要有如下特点:

- 1.结构厚、体形大、钢筋密,一次浇筑数量大。大体积混凝土工程一次性连续浇筑混凝土多达数千方,施工时间长,工程条件复杂,施工工艺要求高,受环境影响大。
- 2.水化热多,温度场梯度大,极易产生裂缝。大体积混凝土硬化期间,由于水泥水化过程释放的水化热所产生的温度变化和混凝土的收缩共同作用,由此而产生的温度应力和收缩应力,往往导致钢筋混凝土结构出现有害裂缝。所以采取合理措施降低水化热,控制

表2 对策措施(执行人、完成时间略)

序号	要因项目	现状	目标值	对策	措施	地点
1	部分受理人员忙时未接二通	未接二通的现象比较严重	话务受理二通人员达到100%	及时受理二通话务	1、值班长加强巡视,提醒受理员受理二通 2、值班长现场监看法务量和受理员的工作情况	现场
2	原有统计方法比较落后	统计滞后,无法及时调整话务量	每一时间段话务量调度率达到100% (每一时间段代表1小时)	改进统计方法,及时调度人员	1、受理大厅安装大屏幕,即时显示应答率数据 2、根据数据合理调度人员 3、对受理量排行榜名列第一名者进行嘉奖	现场
3	忙时离开大厅的受理人员较多	平均5次/人,约历时50分钟	平均4次/人,历时20分钟	减少离岗次数,缩短历时	1、合理调整班务,控制忙时的离岗人数和时间 2、推行“轮息挂牌出入”措施 3、通过每天的班前会学习,以提高员工的工作责任心	现场



混凝土内外温差是施工和管理质量控制工作的重点。

3. 质量缺陷难以修补。大体积混凝土工程中的质量问题很难发现和探测,尤其是隐蔽于工程实体中贯穿裂缝,由于其为结构性裂缝,对此的修复和弥补困难更多,一旦出现贯穿裂缝,后果十分严重。

### 控制四个关键环节

为确保大体积混凝土的施工质量,在充分认识大体积混凝土工程上述特点的基础上,应始终贯彻预防为主、设计先导、技术先进、措施严密的管理质量控制原则,认真、严谨地实施每一个施工环节的管理工作。我们的具体做法是:

1. 认真审查施工图设计。搞清总体设计意图,了解设计采用的技术规范,掌握结构型式和尺寸以及各种预埋件和钢筋位置、数量、混凝土强度等级,比选优化分块方案,保证分块方案既有利于结构抗力,又便于保证施工质量。

2. 严格审查施工组织设计。水泥、粗细骨料、混合料、外加剂是否适合大体积混凝土的配制要求,配合比设计是否最优化,混凝土拌合及运输能力是否满足连续浇筑要求;分层厚度和施工缝划分是否恰当,先后浇筑的时间差是否恰当;大体积混凝土的温差控制方案是否可行;现场管理人员和施工人员的资历是否胜任,施工安全措施是否严密。

3. 严格控制温度。这是防止大体积混凝土发生有害裂缝的关键措施,也是施工和管理质量控制工作的重点。温度控制包括温度峰值控制、温差和降温差以及降温速度控制三个方面。

(1)粗骨料优选5~40mm自然连续级配的石子配制混凝土,含泥量1%,符合筛分曲线要求,骨料中针状和片状颗粒含量<15%(重量比)。细骨料采用以中粗砂为宜,含泥量<2%,这样可减少用水量和水泥用量,增加了混凝土的和易性和抗压强度,

降低了混凝土的温升和减少了混凝土的收缩。

(2)选用C<sub>3</sub>A和C<sub>3</sub>S含量较小、水化热较低的水泥,采用双掺(掺粉煤灰和外加剂)技术,优化配合比设计,以降低水化热,推迟温度高峰出现时间,降低水灰比,改善和易性,提高混凝土强度和耐久性。我们先后做了36组对比试验,最后选择了掺25%粉煤灰(I、II级)和1.5%NA-F<sub>3</sub>减水剂,平均降低温度峰值4.5℃,峰值出现时间推迟到第71小时,60天强度提高23%。

(3)夏季施工采用骨料预冷工艺降低混凝土入模温度,无论是采用冷水喷淋法、液氮法或是加冰法,必须将混凝土入模温度控制在40℃以下。本工程采用的是喷淋法,入模温度控制在35℃以下。

(4)采用外保内降方法,降低混凝土内部温度,控制混凝土内外温差(温差控制在25℃以内)。要想有效控制混凝土内外温度差,首先测温必须准确,测点布置合理(既要经济又有代表性),全面准确地反映各部位温度,提高温差控制的有效性。降温方法是根据工程当地情况,合理选择。我们采用的是循环水二次冷却法降温。

混凝土浇筑顺序宜采用薄层连续浇筑,以利散热,不出现冷缝为原则;采用二次振捣工艺,以提高混凝土密实和抗拉强度,对大面积的板面要进行拍打振实,去除浮浆,实行二次抹面,以减少表面收缩裂缝;混凝土在浇筑振捣过程中的泌水应予以排除,根据本工程大体积混凝土的特点和施工经验,监测混凝土中心与表面的温差值,用测温技术进行信息化施工,全面了解混凝土在强度发展过程中内部温度分布状况,并且根据温度梯度变化情况,定性、定量地指导施工,控制降温速率,控制裂缝的出现。

选择适当的冷却管管径和合理可行的布置方案。通过控制水温、水流量、流速,使降温速度控制在每天1~1.5℃,且与混凝土强度发展相适当,并使内外温差和内部温差均小于25℃。两项工程实践证明,采用此方法确保混凝土温差一般可控制在25℃之内(最高<50℃)。

4. 重视养护质量管理。加强养护,延长养护时间,减少升温阶段内外温差,能有效防止裂缝产生。试验表明,养护得好可使裂缝发生率降低50%。

养护可采用保温保湿养护,亦可采用蓄水养护。养护所需覆盖的保温保湿材料厚度可根据热交换原理(即假定混凝土的中心温度向混凝土表面的散热量,等于混凝土表面保温材料应补充的发热量),按下式计算:

$$\delta = 0.5H\lambda(T_a - T_b) / \lambda_1(T_{\max} - T_a)K$$

式中  $\delta$  —— 养护材料所需的厚度

$\lambda$  —— 养护材料的导热系数(w/m.k),

一般草包、麻袋片取0.14,水取0.58;

$\lambda_1$  —— 混凝土的导热系数(w/m.k),取2.3w/m.k;

$T_{\max}$  —— 混凝土中的最高温度,即

$$T_{\max} = T_0 + Q/10 + F/50$$

$T_0$  —— 混凝土浇筑温度;

$Q$  —— 每立方米混凝土中水泥的用量(kg/m<sup>3</sup>);

$F$  —— 每立方米混凝土中粉煤灰的用量(kg/m<sup>3</sup>);

$T_a$  —— 混凝土与养护材料接触面处的温度(℃),当内外温差控制在25~30℃时,则  $T_a = T_{\max} - 25 \sim 30℃$

$T_b$  —— 混凝土达到最高温度时的大气平均温度(℃),可采用施工时的旬平均温度;

$K$  —— 传热系数的修正值,一般草包、麻袋片加薄膜取1.5;

$H$  —— 结构物的厚度(m);

0.5H —— 指中心最高温度向边界散热的距离,其距离为结构物厚度的1/2。

经过计算本工程  $\delta = 3.4\text{cm}$ ,实际我们在本工程中采用底面蓄10cm流动水(流动水温尽可能控制为混凝土中心最高温度减去允许的内外温差值),侧面喷淋养护,混凝土表面铺盖两层草包,厚度为4cm左右,养护时间由7天延长到14天,实践结果表明效果很好。□

