

大型现浇钢筋混凝土施工质量控制

曾庆顺

(汕头市潮阳区质监站 广东汕头 515100)

摘 要:阐述大型现浇钢筋混凝土工程在施工各阶段的质量控制措施,并结合工程实例进行探讨。

关键词:大体积混凝土;温差;温度收缩应力;温度梯度

近年随着我国经济的迅猛发展,建筑业的发展日新月异,建筑物的规模越来越大,高层及超高层建筑在各地不断兴建,如上海金茂大厦、深圳地王大厦、广州中信广场等,它们的基础及上部结构大多采用大体积现浇钢筋混凝土结构,如何确保其施工质量对整个工程的质量控制是相当关键的。以下结合某一具体工程实例,对高层建筑中大型现浇钢筋混凝土的施工质量控制问题进行探讨。

某商贸大厦位于潮阳市新开发区,地下2层,地上25层,建筑总高度90.6m,总建筑面积36460m²。原址为一小山丘,三通一平后经勘察地表土为强风化砂砾岩破碎层,基础底地基土为中风化砂砾岩。采用整体钢筋混凝土箱形基础,底板长宽均为37.6m,面积1414m²,厚1.6m,内筒部分2m,混凝土设计强度等级C40,抗渗等级S8,不预留后浇带。

由于本工程箱形基础底板厚度和体积均较大,一次性连续浇筑混凝土量为2450m³,混凝土浇筑后在硬化期间会释放出大量水化热,内部温度不断升高和外部环境气温降低等因素会造成混凝土表面温差而引起拉应力,当它们超过混凝土抗裂能力时就会出现裂缝。在大体积混凝土施工中,温度变化对混凝土应力状态有着重要影响,因此合理有效地控制混凝土的温差和温度收缩应力是保证混凝土施工质量的一个重要手段。

1 施工前的质量控制

对于这类大型现浇混凝土结构,施工前必须按设计要求采用尽可能符合实际的试验参数对混凝土浇筑后中部和表面温差及温度收缩应力进行估算。

经试验筛选,确定采用以下原材料及配合比(重量比),即水泥(雪峰牌525#矿渣水泥):砂(河砂):碎石(粒径10~40mm):水(饮用水):ST-5=1:1.45:2.18:0.44:0.008,采用泵送施工。

混凝土水化热计算采用以下公式:

$$T_c = \sum T_i W_c / \sum W_c$$

式中: T_c 为混凝土拌合温度计算值(°C); W_c 分别为混凝土组成材料的重量(kg)和比热(j/kg·K); T_i 为混凝土组成材料的温度(°C)。

$$T_j = T_c + (T_q - T_c)(A_1 + A_2 \cdots + A_{11})$$

式中: T_j 为混凝土浇筑温度(°C); T_q 为室外平均温度(°C); A 为温度损失系数。

$$T_s = WQ(1 - e^{-m}) / c\rho$$

式中: T_s 为龄期 τ 时的混凝土绝热温升(°C); ρ 为混凝土密度; Q 为单位水泥量的水化热量(kJ/kg); e 为系数,取 $e=2.71828$ 。

$$T_{\max} = (T_j + T_s)\xi$$

式中: $T_{\max}$ 为混凝土内部最高温度(°C); ξ 为降温系数。

$$T_b(\tau) = T_q + 4h'(H - h') \cdot \Delta T(\tau) / H^2$$

式中: $T_b(\tau)$ 为龄期 τ 时的混凝土表面温度(°C); H 为混凝土计算厚度(m); h 为混凝土底板实际厚度(m); h' 为混凝土虚厚度(m),取 $k\lambda/\beta$; $\Delta T(\tau)$ 为龄期 τ 时混凝土内部最高温度与外界气温之差(°C); λ 为混凝土导热系数,取2.33(W/m²·K); k 为折减系数,可取0.666; β 为模板及保温层的传热系数(W/m²·K)。

通过计算,混凝土浇筑后5~6d释放出水化热最大,其最大绝热温升值 $T_s=40.4$ °C,表面最高温度 $T_b=50$ °C,中心与表面温差为 $67.7-50=17.7$ °C,在温度梯度允许值20°C范围内。由此得出推算的各龄期混凝土底板中心温度 T_b 降温曲线,如图1所示。

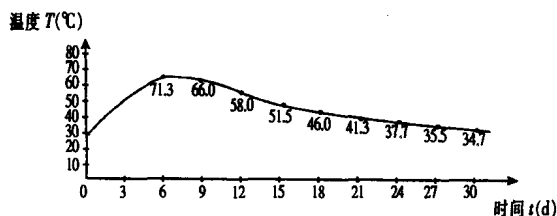


图1 各龄期混凝土底板中心温度 T_b 降温曲线

该基础底板混凝土设计强度等级为 C40,其 28d 龄期弹性模量值为 $E_0=3.25 \times 10^4 \text{MPa}$,根据公式即:

$$E(t)=E_0(1-e^{-0.05t})$$

$$B=\sqrt{C_s/H \cdot E(t)}$$

即可求出不同龄期底板混凝土的弹性模量 $E(t)$ 、综合温差 $T(t)$ 、松弛系数 $S(t)$ 和约束状态影响系数 $\beta(t)$,并根据底板长度求出最大温

度收缩应力 $\sigma_{\max}=1.075 \text{MPa}$ 。已知 C40 混凝土抗拉强度设计值 $\sigma_m=1.8 \text{MPa}$,可估算出最大温度收缩应力不会超出设计值。

以上计算结果表明,混凝土中心与表面温差以及温度收缩应力均不会导致底板出现裂缝。

2 施工中的质量控制

首先应严格选用原材料,水泥采用水化热较低的矿渣水泥,碎石按设计配合比粒径要求为 10~40mm,含泥量低于 1%,砂采用中砂,含泥量<3%,并掺入减水剂和缓凝剂,以减缓水泥水化热释放速度,延长初凝时间,推迟水化热峰值时间。

其次搅拌混凝土时应应对碎石洒水降温,在搅拌站搭遮阳棚,在混凝土泵送管上覆盖草袋并浇水降温,以降低混凝土的浇筑温度。如估计混凝土中心与表面温差超过允许值(20℃),则应在内部通循环冷水或冷气冷却,但控制降温速度 $\leq 0.5 \sim 1.0^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

3 混凝土浇筑后的养护及测温

在尽量降低混凝土中心温度的前提下,应加强对浇筑后混凝土的养护,保持适当的温湿度,减小其表面的热扩散和温度梯度,在表面及时用草垫、草袋或锯屑等覆盖,并洒水养护,夏季适当延长养护时间,寒冷季节应采取保温措施。

在浇筑混凝土时,在预定位置布置测温点,每个测点均设 2 个测温器,分别在中心和表面部位,测出的主要数据见表 1。

各测点中心与表面最大温差基本控制在 20℃内,表面与大气最大温差基本控制在 25℃内,其中混凝土中心表面最大温差 B 点为 21℃,D 点为 20.2℃,混凝土表面与大气最大温差 26.2℃,稍高于控制值,但经实测各点处混凝土并未出现裂缝,说明实际约束应力小于混凝土极限拉伸值,同时混凝土在水化热

表 1 底板温度测量结果

测点	施工最高气温(℃)	入模温度(℃)	中心最高温度(℃)	表面最高温度(℃)	中心与表面温差(℃)	表面与大气温差(℃)
A	37.0	28.0~33.0	71.3	53.3	18.0	16.3
B	31.0	26.5~29.0	68.2	49.4	18.8	18.4
C	34.2	28.0~31.0	69.0	52.2	17.7	18.0
D	32.0	26.0~29.0	65.3	48.7	16.6	16.7
E	35.0	28.0~32.0	65.8	51.7	14.1	16.7

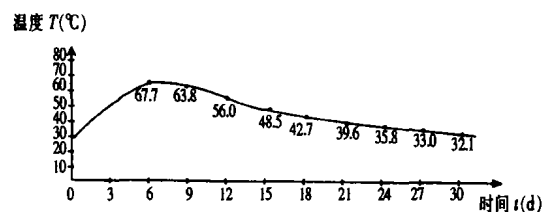


图 2 各龄期混凝土底板中心实测降温曲线

高峰期(5~6d)强度随龄期增长,也能抵抗混凝土的温度应力。

根据监测数据,以 A 点为代表,绘制出各龄期中心实际降温曲线,如图 2 所示。

经分析,混凝土总的降温值和收缩值实际产生的最大温度拉力 $\sigma_{\max}=1.255 \text{MPa}$,高于估算值 1.075MPa,但仍低于 C40 混凝土抗拉强度设计值 1.8MPa。因此,采用估算方法确定大型现浇钢筋混凝土的中心与表面温差,其温度应力基本可作为混凝土施工质量控制的重要依据。

4 结语

大型现浇钢筋混凝土结构在我国南方地区具有一定的发展前景,它可以较好地满足建筑的使用要求,是一种比较安全经济的结构形式,随着科技的进步,这种结构的施工质量质量将能得到更完善和更科学地控制。