

基于实时温控的大体积混凝土防裂研究

Real-time Temperature Control Research on Crack Prevention of Mass Concrete

单蕾

Lei Shan

南京市鼓楼区建设工程质量监督站
(南京市鼓楼区建筑安全生产监督站)
中国·江苏 南京 210000

Construction Quality Supervision Station of
Nanjing Gulou District(Nanjing Gulou District
Construction Safety Production Supervision
Station),
Nanjing, Jiangsu, 210000, China

【摘要】为研究水泥水化放热产生的温度应力对超高层大体积混凝土基础底板温度裂缝的影响,文章设计了一套实时测温系统,并与传统测温形式进行对比,来指导混凝土浇筑完成后采取的养护措施,以避免大体积混凝土温度裂缝的产生。结合实际工况,通过分析大体积混凝土裂缝产生的原因、温度裂缝控制原则、温度裂缝控制措施,研究实时测温系统对大体积混凝土温度裂缝控制效果。结果表明:通过改变大体积混凝土浇筑前材料选取、约束条件、施工措施,以及浇筑完成后实时温度监测反应温度应力,及时调整防裂措施,形成了一套基于实时温控的大体积混凝土防裂施工工艺,为具有相似工程条件的大体积混凝土温度裂缝控制提供参考意见,达到了更好的工程质量监管效果。

【Abstract】In order to study the influence of temperature stress generated by cement hydration heat release on the temperature crack of super high-rise mass concrete foundation slab, a real-time temperature measurement system was designed and compared with the traditional temperature measurement form to guide the maintenance measures taken after concrete pouring to avoid the generation of temperature cracks for mass concrete. Combined with the actual working conditions, the effects of real-time temperature measurement system on temperature cracking of mass concrete were studied by analyzing the causes of large-scale concrete cracks, temperature crack control principles and temperature crack control measures. The results show that by changing the material selection, constraints and construction measures before pouring concrete, and real-time temperature monitoring reaction temperature stress after pouring, the anti-crack measures are adjusted in time to form a set of large-scale concrete crack prevention based on real-time temperature control. Construction technology provides guidance for temperature crack control of large volume concrete with similar engineering conditions. It achieves better effect of engineering quality supervision.

【关键词】大体积混凝土;测温系统;裂缝;温度应力

【Keywords】mass concrete; temperature measurement system; crack; temperature stress

【DOI】10.36012/etr.v2i1.1013

1 引言

随着城市的发展,越来越多的超高层建筑不断落成。从建筑施工质量管理角度来看,超高层基础底板大体积混凝土施工过程中,水泥水化放热使混凝土内部温度急剧升高^[1],当温度应力超过混凝土抗拉强度时,便会导致基础底板温度裂缝的产生,从而影响整个结构的安全性、稳定性、耐久性^[2],很容易产生渗漏水质量问题,这也是近几年业主投诉的焦点。如何避免混凝土裂缝的产生,根除地下室渗漏水质量通病,提高业主满意度,一直是工程质量监督工作的重要方向。所以在整个施工过程中应采取相应的技术措施,以尽可能减少温度变化

引起的开裂^[3]。

文章结合实际工程,设计了一套实时测温系统,并与传统测温形式进行对比,通过分析混凝土浇筑前裂缝产生的原因、控制原则、控制措施,并结合浇筑完成后温控系统的应用,指导后期混凝土养护,以避免超高层建筑大体积混凝土基础底板温度裂缝的产生,为类似工程提供参考意见。

2 机理分析

2.1 裂缝原因

大体积混凝土刚浇筑完成处于升温阶段,混凝土内部水泥水化热散发过程较慢,因此内部温度急剧升高,但混凝土表

面散热较快,此时内外温差产生。当大体积混凝土表面拉应力大于内部拉应力,且大于混凝土抗拉强度,混凝土表面裂缝产生。

大体积混凝土降温阶段,温度降低引起混凝土内部收缩变形^[4],与此同时受到基础底板以及上部混凝土约束限制,底部混凝土拉应力大于其抗拉强度,贯穿裂缝便会产生^[5]。

2.2 控制原则

混凝土浇筑前,根据实际施工情况计算混凝土收缩应力,确定保护层厚度,并通过调整配合比提高其抗拉强度,减少浇筑完成后裂缝产生的可能性^[6]。

混凝土浇筑完成后,通过温度监测系统实时反应温度变化,避免累积温度应力大于同龄期混凝土抗拉强度,并采取保温措施,控制混凝土内外温差在 25℃ 范围内,充分发挥钢筋混凝土结构徐变特效^[7]。

3 实际工况

3.1 工程实例

江边路 3 号地 (NO.2010G33)05-05、05-06 地块项目位于中国南京市鼓楼区江边路南侧,惠民河东侧,龙江桥路北侧,1#楼、2#楼、3#楼地上 44-49 层,地下 2 层,基础底板厚 2200mm,主体采用框架结构和框架剪力墙结构,基础底板浇筑属于超高层大体积混凝土施工工艺。本次测温区为 1#楼基础底板。

3.2 测温仪器

基础底板测温选用 SH-TW80 型混凝土无线测温仪及传统手持式测温仪 JDC-2。SH-TW80 型无线测温仪相较于传统手持式测温仪具有以下优点:①液晶屏幕显示功能,可随时查看温度数据。②长时间待机,延长测温时间且自动储存数据。③专用 PC 端软件,可集成数据查看;专用智能手机软件,可实时查看温度变化及走势。④全数字调校,可对零点误差、满度误差进行修正。⑤在线测量,实时监测,性能稳定可靠,误差小^[8]。

3.3 测温布置点

大体积混凝土浇筑体内监测点的布置,应真实地反映出混凝土浇筑体内最高温升、里表温差、降温速率以及环境温度^[9],应按下列原则布置:①监测点选取整个 1#楼基础底板四分之一区域。②在测温区内,温度监测点的位置与数量可根据混凝土浇筑体内温度场的分布情况及温控的要求确定。③沿混凝土浇筑块体厚度方向,应布置上部(距混凝土表面 10cm)、下部(距基础底板 10cm)以及中部三个温度测点。④选取一个环境温度监测点。

因此,1#楼底板大体积混凝土共选取 15 个测温布置点,1~11#为无线测温点,每个测温布置点分别检测混凝土上部、中部、下部三个位置温度;12#为大气温度测温点;13~15#为手持式测温点,每个测温点分别检测上部、下部温度。测温控制点具体布置如图 1 所示。

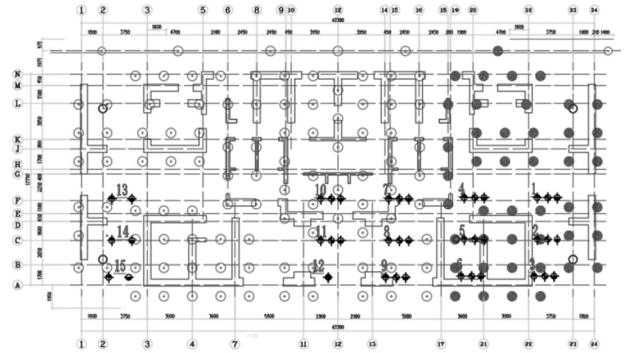
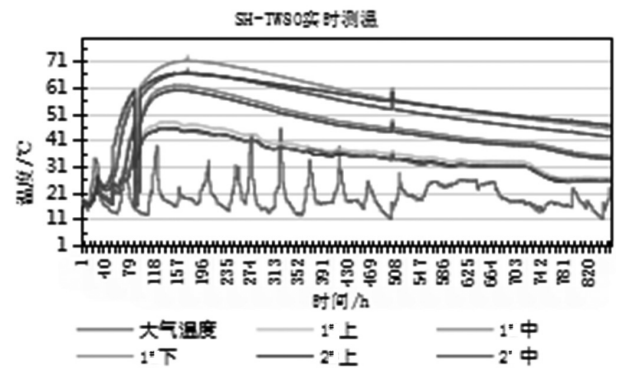


图 1 测温布置图

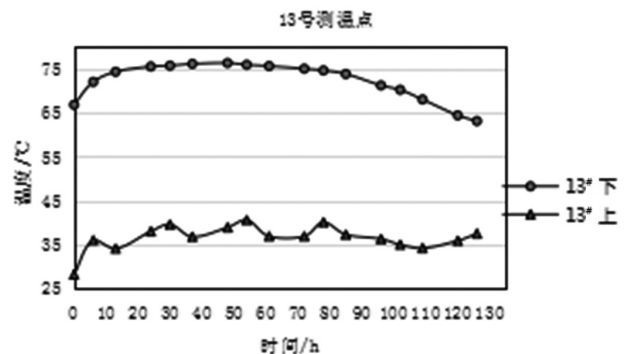
注:●—表面测温点;●—中部测温点;●—底部测温点;●—大气测温点。

3.4 测温过程

现选取其中具有代表性的 1#、2#、3# 及 12# 测温点监测温度实时变化,如图 2(a)所示;手持测温 13# 测温点,如图 2(b)所示。



(a)无线实时监测温度变化



(b)手持式监测温度变化

图 2 监测点温度变化

3.5 过程分析

由图 2(a)可得:1# 测温点混凝土浇筑完成后,上部 150h 达到温度峰值 47.7℃,中部 154h 达到温度峰值 61.4℃,下部 177h 达到温度峰值 72.8℃;2# 测温点混凝土浇筑完成后,上部 145h 达到温度峰值 45.4℃,中部 150h 达到温度峰值 60℃,下部 170h 达到温度峰值 68℃;3# 测温点混凝土浇筑完成后,上部 155h 达到温度峰值 45.3℃,下部 169h 达到温度峰值 66.2℃;大气温度随时间成波浪形变化,一般在 14 点左右达到极大值,在 2 点左右达到极小值。

由图 2(b)可得:13# 测温点混凝土浇筑完成后,上部随时间成波浪形变化,下部 56h 达到温度峰值 76℃。由于现场测温条件的局限性,手持式测温仪测温过程持续性、稳定性以及准确性都受到一定的限制^[9]。

上述分析可得,2200mm 厚大体积混凝土每个测温点上、中、下三个部位温度由于水泥水化放热均先较快上升到最大值,再缓慢降低。其中距离混凝土表面 10cm 处在混凝土浇筑 150h 时,即 6.25 天达到温度峰值 46.1℃;中间位置在混凝土浇筑 152h,即 6.33 天达到温度峰值 60.7℃;距离基础底板 10cm 处在混凝土浇筑 172h,即 7.16 天达到温度峰值 69℃。

4 实时温控系统应用

超高层基础底板混凝土浇筑完成后,通过电子测温系统实时监测数据,及时反馈基础底板厚度范围内不同部位温差,给予混凝土养护指导意见。具体可采取以下施工措施预防温度裂缝的产生。

4.1 升温阶段

在混凝土浇筑完成后 150h 内洒水养护,加快表面散热,减小大体积混凝土表面与中间部分温度差,使其温度应力小于同期混凝土抗拉强度。

4.2 降温阶段

在混凝土浇筑完成后 150h 之后,铺设土工布或加盖草袋进行保温,减少温度消散速度,发挥混凝土自身结构应力松弛效应,将混凝土内外温差控制在合理范围内,使其温度应力在混凝土抗拉强度范围内。

通过实时监测混凝土上部、中层、下部的温度变化速度,进行信息化管理控制,确保温度变化在可控范围之内。

如果采取上述预防措施,还不能完全避免大体积混凝土温度裂缝的产生,一旦出现裂缝,可采取以下措施进行修补,以减少温度裂缝造成的损失:①混凝土表面修补法;②灌浆和嵌缝封堵法;③结构加固法;④混凝土置换法;⑤电化学防护法;⑥仿生自愈法。

5 结论

通过比较实时自动测温与传统手持式测温在实际工程中的应用,可以得出实时自动测温具有以下优势:①测温过程持续不间断进行,保证测温过程连贯性;②测温数据完全信息化采集,提高实时温度变化监测的准确性;③测温过程持续时间更长,保证后续样本分析更加丰富;④减少大量人力,提高测温效率。

超高层基础底板大体积混凝土浇筑完成后,当混凝土内部温度变化在规范要求范围之内,采取常规施工工艺即可预防温度裂缝的产生。同时通过测温系统实时监测,以反应混凝土内部不同位置温度应力,及时调整养护措施,避免温度裂缝产生,最终形成超高层基础底板温度裂缝控制的实时监测技术,为具有相似工程条件的大体积混凝土施工提供参考意见。

参考文献

- [1]GB/T 51028—2015 大体积混凝土温度测控技术规范[S].
- [2]GB 50119—2013 混凝土外加剂应用技术规范[S].
- [3]GB 50496—2018 大体积混凝土施工标准[S].
- [4]吴金茹,竺东芳.大体积混凝土基础温度裂缝控制施工技术研究[J].智能城市,2016,2(7):235.
- [5]张鹏杰,王玉萌,杜亚光.建筑施工工程中大体混凝土裂缝防治[J].建筑工程技术与设计,2018(4):984.
- [6]葛贝德,杨化奎.大体积混凝土施工温度控制研究[J].黑龙江科学,2014(12):19.
- [7]梁文洪.超高层建筑大体混凝土施工质量控制[J].建筑科学,2014(23):242.
- [8]孙节.大体混凝土的设计与施工[J].建筑科学,2015(21):228.
- [9]钱登洲,王铁成.大体积混凝土温控防裂研究[J].建筑科学,2006(22):68-70.
- [10]谢朝晖.大体积混凝土温控集成系统开发与应用[D].大连:大连理工大学,2014.