

建筑工程基础大体积混凝土技术应用分析

杨世雄

(安徽水安建设集团股份有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘要 以安徽合肥某大型商业综合体为例, 采用合理的混凝土配合比设计、有效的温控与裂缝控制技术以及严格的施工质量监控方法, 旨在解决建筑工程基础大体积混凝土施工中因水化热高、易产生裂缝等影响工程质量的问题。研究表明, 混凝土内部温度和裂缝得到有效控制, 28天抗压强度均值达50 MPa以上, 外观质量良好, 可确保大体积混凝土建筑工程质量。

关键词 大体积混凝土; 温控措施; 裂缝控制技术

中图分类号: TU755

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.25.002

0 引言

随着城市化进程的加快, 安徽地区大型建筑项目不断涌现, 基础大体积混凝土施工需求日益增多^[1]。大体积混凝土施工因水化热高、易产生裂缝等问题, 对工程质量影响显著。如何有效应用施工技术, 确保大体积混凝土的质量成为关键。本文以安徽某大型建筑工程为实例, 深入剖析基础大体积混凝土施工技术的具体应用, 以期类似工程提供有益的参考。

1 工程概况与施工技术需求

1.1 工程概况

该工程位于安徽省合肥市某开发区, 为一座大型商业综合体, 建筑总面积达100 000 m²。基础采用筏板基础结构, 基础混凝土工程量约为5 000 m³, 混凝土设计强度等级为C40。该工程基础厚度为1.5 m, 局部设备基础厚度达2.5 m, 施工过程中需重点考虑大体积混凝土的水化热及裂缝控制问题。

1.2 大体积混凝土施工特点

该工程基础混凝土体积庞大, 单次浇筑量达5 000 m³, 由于混凝土内部水泥水化热释放集中, 导致内部温度急剧升高, 与外部环境温差显著, 易产生温度应力。这种温差是引发温度裂缝的主要因素, 裂缝一旦出现, 不仅影响结构外观, 更会降低结构的耐久性和整体性。此外, 施工过程中的质量控制极为复杂, 需要精细化管理和技术保障, 以确保工程质量符合设计和使用要求。

1.3 技术需求分析

针对该工程大体积混凝土施工特点, 技术需求分析如下: 首先, 混凝土配合比设计至关重要, 需选择低水化热水泥, 优化骨料级配, 合理添加外加剂, 以

降低水化热并提高抗裂性能, 同时通过试验验证调整配合比。其次, 温控措施必不可少, 需设置混凝土内部温度监测系统, 实时掌握温度变化, 采用预埋冷却水管等内部降温措施以及表面保温措施, 控制内外温差。裂缝控制技术极为重要, 合理设置施工缝、后浇带, 优化混凝土浇筑工艺, 确保施工过程连续、均匀, 减少裂缝产生。最后, 施工过程中的质量监控是保障工程质量的关键, 需严格进行混凝土强度检测、温度裂缝检查与处理, 确保施工质量符合设计和验收标准。

2 大体积混凝土施工技术应用

2.1 混凝土配合比设计

在该工程中, 对大体积混凝土原材料进行严格挑选以保障其性能。水泥选用P·O42.5普通硅酸盐水泥, 该水泥水化热相对较低, 早期强度发展适中, 可有效控制温升。在骨料方面, 粗骨料采用5~20 mm连续级配碎石, 细骨料选用中砂, 其细度模数控制在2.6左右, 能保证混凝土的和易性与密实性。外加剂选用高效减水剂, 减水率大于20%, 还添加适量缓凝剂, 可延长混凝土凝结时间, 便于施工操作^[2]。

为降低水化热并提升抗裂性能, 对混凝土配合比进行了优化设计。经试验确定水胶比为0.40, 此比例既能确保混凝土强度, 又能有效降低水化热。胶凝材料用量上, 水泥用量控制在380 kg/m³左右, 同时掺入适量粉煤灰和矿渣粉替代部分水泥, 降低水化热的同时改善混凝土耐久性。根据试验结果, 砂率控制在40%~42%, 此时混凝土的工作性能和力学性能均处于较好状态。

施工前对优化后的配合比进行试验验证。在试验方法上, 依照GB/T50080-2016《普通混凝土拌合物性

能试验方法标准》测试混凝土的坍落度、扩展度等性能,依据 GB/T50081-2019《混凝土物理力学性能试验方法标准》测试抗压强度。试验结果表明,混凝土坍落度为 240 mm,扩展度为 550 mm,和易性良好;28 天抗压强度达 50 MPa 以上,满足设计要求。根据试验结果对配合比进行微调,适当增加粉煤灰掺量,进一步降低了水化热。

2.2 温控措施

2.2.1 混凝土内部温度监测系统

为实时掌握混凝土内部温度变化,该工程采用先进的温度监测系统。在布置方案上,于混凝土内部沿厚度方向布置多层测温点,每层间距约 500 mm,测温点间距约 1 000 mm,以此确保能全面监测混凝土内部温度变化。监测设备选用高精度的数字式温度传感器,其通过无线传输将数据实时发送至监测系统,便于施工人员随时查看温度数据。该监测系统可自动记录温度变化曲线,还设置了预警值,当温度变化异常能及时发出警报。

2.2.2 内部降温措施

为有效降低混凝土内部温度,该工程采取了一系列内部降温措施。首先是预埋冷却水管,在混凝土内部预埋直径为 50 mm 的冷却水管,水管间距为 1 000 mm,呈蛇形布置。冷却水管在混凝土浇筑完成后立即通水,水流速度控制在 0.5 m/s 左右,以确保冷却效果。其次是通水循环降温,冷却水采用循环系统,进水温度控制在 15℃ 左右,通过循环泵将冷却水从混凝土内部抽出,再经过冷却设备降温后重新注入,循环使用。同时会根据温度监测数据,适时调整冷却水流量和温度,从而确保混凝土内部温度得到有效控制^[3]。

2.2.3 表面保温措施

为减少混凝土表面与内部的温差,该工程实施了相应的表面保温措施。在保温材料选择方面,选用导热系数低、保温性能好的岩棉被,其厚度为 50 mm,具备良好的保温和防火性能,能有效减少混凝土表面热量散失^[4]。在保温层设置上,混凝土浇筑完成后,立即在表面覆盖一层塑料薄膜以防止水分蒸发,随后在薄膜上铺设岩棉被,岩棉被之间搭接宽度不小于 100 mm,确保保温层的连续性。在混凝土内部温度接近峰值时,根据温度监测结果,适时增加岩棉被的层数,确保温差控制在 25℃ 以内。

2.3 裂缝控制技术

在大体积混凝土施工中,合理设置施工缝对控制裂缝至关重要。该工程基础筏板施工缝设置遵循减少

结构整体性影响原则,位于距基础边缘约 1/3 基础宽度处,且避开筏板内钢筋,同时兼顾混凝土浇筑方向与顺序,保障后续浇筑与已浇混凝土良好结合。施工缝处理时,浇筑至缝前用压力水冲洗,清除杂质使表面粗糙干净。继续浇筑前铺 20~30 mm 与混凝土成分相同的水泥砂浆增强粘结力,浇筑时注重缝处振捣确保密实^[5]。

分层浇筑是大体积混凝土常用方法,能降低水化热、减少裂缝。该工程采用分层分段浇筑,每层厚 300~500 mm,上层在下层初凝前浇筑。采用“斜面分层、自然流淌、连续推进、一次到顶”工艺,混凝土从一端推进形成自然斜面散热,斜面坡度控制在 1:6~1:8。振捣用插入式振捣器,快插慢拔,移动间距不超过作用半径 1.5 倍(约 300~400 mm),每点振捣 20~30 s,振捣上层时插入下层 50~100 mm 消除接缝。

后浇带用于释放收缩应力、减少裂缝。如图 1 所示,该工程后浇带设在基础筏板中间,宽 800~1 000 mm,用钢板网分隔。施工时间在主体完成后 45~60 天,施工前清理杂物、凿毛表面。浇筑采用比原设计高一级的微膨胀混凝土,严格控制配合比和搅拌时间,分层振捣确保密实,浇筑后养护不少于 14 天,有效减少裂缝、提高结构整体性与耐久性。

2.4 施工质量监控

混凝土强度检测是该工程保障施工质量的关键^[6]。依据相关标准,每拌制 100 盘且不超过 100 m³ 同配合比混凝土,或每工作班不足 100 盘时,取样均不少于一次;一次连续浇筑超 1 000 m³,每 200 m³ 取样不少于一次。试块用 150×150×150 mm 标准立方体试模,在浇筑点随机抽取制作,每组 3 块。制成后于标准养护室养护,温度 20±2℃,湿度不低于 95%。7 天和 28 天龄期做抗压试验,7 天强度均值达设计 70% 以上,28 天满足 C40 要求,且离散性小,质量稳定。

温度裂缝检查是大体积混凝土质量监控重点。浇筑后前 7 天每天至少观测 4 次,7 天后至少 2 次,观测内容有位置、长度、宽度和深度等。宽度小于 0.2 mm 的表面裂缝,用环氧胶泥涂抹修补;0.2~0.5 mm 的裂缝用压力灌浆法注入环氧树脂浆液;大于 0.5 mm 的裂缝,除灌浆外还需粘贴碳纤维布补强。

施工质量验收严格按规范和设计要求执行。水泥安定性须合格,强度达标;粗骨料含泥量不超过 1%,针片状颗粒不超过 8%;细骨料含泥量不超过 3%,细度模数符合要求。拌合物坍落度允许偏差 ±20 mm,扩展度 ±50 mm。浇筑外观无蜂窝、麻面、露筋等。在温控上,内外温

差不超 25℃，降温速率不超 2℃/d，各项达标才能判定施工质量合格。

2.5 实际应用效果分析

2.5.1 温度监测数据与分析

在大体积混凝土浇筑后的 15 天内进行温度监测，选取有代表性的监测点记录数据。通过分析温度变化规律和温差控制效果，评估温控措施的有效性。温度变化如图 1 所示。

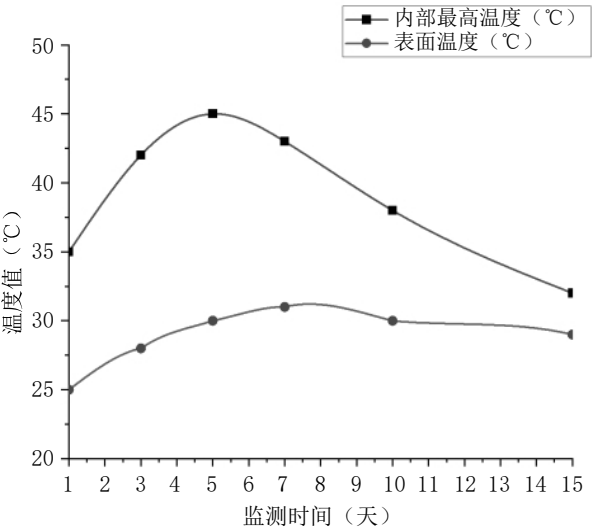


图 1 温度变化

混凝土内部最高温度出现在浇筑后的第 5 天，达到 45℃。在整个监测周期内，内外温差始终控制在 25℃ 以内，表明温控措施（内部冷却水管降温、表面岩棉被保温等）有效，能较好地控制大体积混凝土的温度变化，减少温度应力。

2.5.2 裂缝控制效果

在混凝土养护期间，定期对表面进行裂缝检查，记录裂缝的相关信息，评估裂缝控制技术的成效。裂缝检查结果如表 1 所示。

表 1 裂缝检查结果

检查时间 (天)	裂缝数量 (条)	最大裂缝 宽度 (mm)	裂缝分布情况
7	3	0.1	分布在基础边缘
14	3	0.1	无新增裂缝， 原裂缝无扩展
28	3	0.1	无变化

表 1 结果显示，仅在基础边缘出现 3 条宽度最大为 0.1 mm 的表面裂缝，且在后续观察中无新增裂缝和

裂缝扩展情况，说明施工缝设置与处理、分层浇筑振捣、后浇带施工等裂缝控制技术有效，将裂缝数量和宽度控制在极小范围内。

2.5.3 施工质量评估

对混凝土强度和外观质量进行评估，检验施工质量是否符合设计和规范要求。施工质量检验结果如表 2 所示。

表 2 施工质量检验结果

评估项目	评估标准	实际情况	是否合格
混凝土强度	28 天抗压强度 ≥ C40	28 天抗压强度均值达到 50 MPa 以上	是
外观质量	无蜂窝、麻面、露筋等缺陷	表面平整，无明显缺陷	是

综上所述，混凝土强度满足设计要求，外观质量良好，说明整个施工过程质量控制有效，确保了大体积混凝土的施工质量。

3 结束语

以安徽合肥某大型商业综合体基础大体积混凝土施工为例，深入探讨相关技术应用。通过科学的配合比设计、有效的温控措施、合理的裂缝控制技术以及严格的施工质量监控，温度、裂缝均得到有效控制，混凝土强度与外观质量达标，取得了良好的效果。研究表明，科学、合理地运用施工技术可确保大体积混凝土工程质量。

参考文献：

[1] 刘定诚.超高层建筑超厚基础底板大体积混凝土施工技术[J].住宅与房地产,2024(35):67-69.
[2] 郭子珍.建筑工程基础底板大体积混凝土施工技术分析[J].居业,2024(10):13-15.
[3] 王萍.超高层建筑基础施工大体积混凝土温度控制策略的实践[J].四川水泥,2024(10):166-168.
[4] 汪星海.表面保温材料对施工期大体积混凝土温度的调控作用[J].市政技术,2023,41(07):94-99.
[5] 王雪松.钢筋混凝土桥梁裂缝形成机理与控制技术[J].中华建设,2025(05):133-135.
[6] 郭家祥.路桥混凝土强度试验检测技术分析[J].汽车周刊,2025(05):241-242,142.