

超长混凝土结构后浇带与膨胀加强带协同施工技术研究

彭柏杨 陈昊 袁凯 刘胜宇 刘书义
中建五局第三建设有限公司 湖南 长沙 410000

摘要:为解决超长混凝土结构因温缩、干缩易产生裂缝的难题,提升施工效率与结构稳定性,本文聚焦后浇带与膨胀加强带协同施工技术展开研究。基于“抗放结合”核心原则,系统分析两者在应力释放与变形补偿中的耦合作用,结合试验验证与实际工程应用,明确协同施工的关键参数与标准化流程。结果表明,该协同技术可有效控制结构裂缝产生,显著简化施工工序、缩短工期,同时降低施工成本,为同类超长混凝土结构施工提供可靠的技术参考与实践借鉴。

关键词: 超长混凝土结构;后浇带;膨胀加强带;协同施工技术

引言:随着建筑工程向大跨度、大体积、一体化方向发展,超长混凝土结构在各类工程中应用日益广泛,但水化热释放、环境温差变化及材料自身收缩易引发结构裂缝,严重影响工程质量与结构耐久性。传统后浇带施工工序繁琐、工期冗长,膨胀加强带单独使用时抗裂效果有限且对施工控制要求极高。因此,本文结合工程实际需求,探索两者协同施工机制,明确适用条件与施工要点,解决单一技术应用的局限,实现结构安全与施工高效的双重目标,具有重要工程实践意义。

1 超长混凝土结构后浇带与膨胀加强带协同施工相关理论基础

1.1 超长混凝土结构收缩特性与裂缝成因

(1) 超长混凝土结构收缩主要分为三类:干燥收缩是混凝土表面水分蒸发导致内部收缩,受环境湿度、骨料级配影响;温度收缩由浇筑后温度骤升骤降引发,与水泥水化热、环境温差密切相关;自生收缩是水泥水化过程中体积自发收缩,受胶凝材料用量、水胶比控制。此外,施工工艺、养护条件也会间接影响收缩程度。(2) 裂缝产生的核心成因是混凝土收缩产生的应力超过其自身抗拉强度。后浇带、膨胀加强带单独施工时存在明显缺陷:后浇带仅能释放部分收缩应力,易因应力残留导致后期开裂;膨胀加强带单独使用时,补偿收缩效果有限,无法完全抵消大面积混凝土的收缩应力,二者缺陷叠加易引发结构裂缝。

1.2 后浇带施工核心理论与技术要点

(1) 后浇带分为伸缩后浇带和沉降后浇带,伸缩后浇带用于释放温度收缩应力,间距通常为30-60m;沉降后浇带用于解决不同沉降差,设置在高低层交接处等沉降差异部位。参考GB50108-2008,后浇带宽度宜为800-1000mm,需避开梁、柱核心区。(2) 核心施工技术:浇筑时机需待主体结构收缩稳定后,伸缩后浇带浇筑间隔

不少于45d,沉降后浇带需待沉降基本稳定;采用补偿收缩混凝土,强度等级不低于两侧混凝土;接缝需清理浮浆、凿毛,铺设界面剂;养护时间不少于14d,确保混凝土强度增长^[1]。

1.3 膨胀加强带施工核心理论与技术要点

(1) 作用原理是通过膨胀剂产生的膨胀应力,补偿混凝土收缩、抵消温度应力。参考JGJ/T178-2009,分为连续式、间歇式、后浇式,连续式适用于大面积整体浇筑,间歇式适用于分段施工,后浇式可配合后浇带使用。(2) 关键参数:宽度宜为200-300mm;膨胀剂掺量根据设计要求调整,通常为胶凝材料用量的8%-12%;混凝土强度等级不低于两侧混凝土,且需具备良好的和易性;分隔构造需设置密目钢板网,防止两侧混凝土混入。

1.4 后浇带与膨胀加强带协同作用机理

(1) 协同核心逻辑为“抗放结合”:后浇带通过后期浇筑,释放结构前期大部分收缩应力;膨胀加强带同步发挥补偿作用,抵消剩余收缩变形,二者协同形成完整的裂缝控制体系,提升控裂效果。(2) 力学特性上,二者协同使结构应力分布更均匀,通过变形协调原理,避免单独施工时的应力集中的缺陷叠加,有效控制超长混凝土结构裂缝的产生和发展。

2 超长混凝土结构后浇带与膨胀加强带协同施工设计与工艺优化

2.1 协同施工设计原则与参数确定

(1) 协同施工设计需遵循四大核心原则:一是贴合结构受力特点,结合超长混凝土结构的应力分布规律,将后浇带与膨胀加强带布置在应力集中区域,实现精准控裂;二是适应现场施工条件,兼顾施工便利性与经济性,避免因布置不合理增加施工难度和成本;三是兼顾抗裂与防渗双重要求,既要通过协同作用控制收缩裂缝,也要强化接缝处防水构造,防止渗漏隐患;四是严格符合

GB50108-2008、JGJ/T178-2009等相关规范标准,确保设计方案的合规性与安全性。(2)关键参数确定需结合工程实际与规范要求:布置间距上,伸缩后浇带间距控制在30-60m,沉降后浇带间距根据结构沉降差异确定,膨胀加强带间距结合混凝土收缩量调整,通常为20-30m;宽度参数中,后浇带宽度保持800-1000mm,膨胀加强带宽度为200-300mm;位置选择优先避开梁、柱核心区、受力主筋密集部位,优先布置在结构受力较小区域;膨胀剂掺量优化为胶凝材料用量的8%-12%,根据混凝土强度等级、环境温度微调;补偿收缩混凝土配合比参考JGJ/T178-2009,控制水胶比 ≤ 0.55 ,掺加适量掺合料改善和易性,确保膨胀率与强度达标^[2]。

2.2 协同施工工艺流程设计与优化

(1)总体工艺流程优化后形成闭环管理,确保各工序衔接顺畅,具体为:施工准备(技术交底、材料进场检验、设备调试)→测量放线(精准定位后浇带与膨胀加强带位置、标高)→钢筋绑扎(主体钢筋与附加钢筋同步绑扎)→模板支护(按设计要求搭设模板,做好密封处理)→膨胀加强带施工(与主体混凝土同步浇筑,做好分隔防护)→后浇带预留与保护(设置防护盖板,做好排水措施)→后浇带浇筑(待结构收缩稳定后,采用补偿收缩混凝土浇筑)→养护(分区域针对性养护)→验收(工序验收与竣工验收)。(2)关键工序优化重点解决衔接不畅、防水薄弱等问题:施工顺序协调上,膨胀加强带与主体混凝土同步浇筑,后浇带滞后主体结构45d以上浇筑,避免施工干扰;接缝防水构造优化,在后浇带与膨胀加强带接缝处设置遇水膨胀止水条(嵌入接缝凹槽,压实固定),外侧增设外贴式止水带,双重防护提升防渗能力;浇筑时机衔接上,膨胀加强带浇筑需与主体混凝土连续进行,后浇带浇筑需避开高温、严寒天气,确保浇筑温度控制在5-35℃,衔接主体结构收缩稳定节点,减少应力残留^[3]。

2.3 协同施工关键技术措施

(1)钢筋工程协同施工核心是避免干扰、保障连接质量:后浇带与膨胀加强带处主筋需连续布置,严禁随意切断;确需切断时采用机械连接,接头错开布置且间距不小于35d。按设计要求在接缝两侧增设加强钢筋,间距150-200mm以增强抗拉能力,施工中做好钢筋保护,防止污染、变形,确保钢筋位置偏差符合规范。(2)混凝土工程协同施工重点控制浇筑质量与收缩性能:补偿收缩混凝土搅拌时,膨胀剂与胶凝材料需充分混合,搅拌时间延长30s;运输中做好保温保湿,避免离析和坍落度损失,运输时间不超过2h。浇筑时,膨胀加强带分层

浇筑(厚度 $\leq 500\text{mm}$)、振捣密实;后浇带浇筑前清理浮浆杂物并洒水湿润,采用插入式振捣器避免漏振、过振,确保其与膨胀加强带混凝土强度不低于两侧主体,同时控制膨胀率以保障补偿效果^[4]。(3)防水工程协同施工严格遵循GB50108-2008规范,强化接缝防水:接缝处先清理凿毛、涂刷界面剂后铺设止水构造;超前止水需在后浇带底部增设防水垫层与止水钢板(厚度 $\geq 3\text{mm}$,搭接长度 $\geq 100\text{mm}$)。施工中保护防水构造免受破损,养护完成后进行防水检测,发现渗漏立即处理。

2.4 施工过程中的应急处理措施

(1)混凝土浇筑过程中,若出现表面裂缝,立即停止浇筑,排查裂缝原因,对细微裂缝采用密封胶封闭处理,对较宽裂缝(大于0.3mm)需凿除裂缝周围松散混凝土,重新浇筑补偿收缩混凝土并加强振捣;若出现混凝土离析,停止布料,对离析混凝土进行二次搅拌,合格后方可继续浇筑,若离析严重则废弃处理,同时调整搅拌、运输工艺,避免再次发生。(2)养护过程中,若出现温度异常(内外温差大于25℃),立即调整养护措施,增加保温层厚度,减少环境温差,必要时采用洒水、覆盖保温被等方式控温;若湿度不足,加大洒水频率,保持混凝土表面湿润,养护时间延长至21d;后浇带预留期间,定期检查防护盖板,及时清理杂物、积水,避免杂物进入接缝影响浇筑质量,若发现防护破损,立即修补,防止钢筋锈蚀、模板变形。

3 超长混凝土结构后浇带与膨胀加强带协同施工质量控制与工程应用

3.1 协同施工质量控制体系构建

(1)质量控制核心目标:杜绝超长混凝土结构出现结构性裂缝、渗漏等质量隐患,确保混凝土抗压强度、抗渗等级、膨胀率等关键指标严格符合设计要求及GB50108-2008、JGJ/T178-2009等规范标准,保障结构的安全性、耐久性和使用功能,满足工程长期使用需求。(2)构建“事前-事中-事后”全流程质量控制流程:事前控制重点落实材料进场检验,对膨胀剂、水泥等原材料进行抽样检测,审核协同施工方案的可行性与合规性,开展技术交底确保施工人员掌握核心要点;事中控制聚焦各工序检查,实时监测混凝土浇筑、振捣、养护等关键环节参数,及时纠正施工偏差;事后控制严格执行验收评定标准,对施工质量进行全面检测,针对发现的缺陷制定整改方案,闭环管理确保质量达标。

3.2 关键质量控制点及控制措施

(1)材料质量控制:原材料需按规范要求抽样检验,膨胀剂需检测膨胀率、安定性等指标,水泥、砂石需符

合强度、级配要求,不合格材料严禁进场;补偿收缩混凝土配合比需经实验室试配优化,严格控制水胶比、膨胀剂掺量,搅拌过程中全程监控,确保搅拌均匀,每批次混凝土需制作试块,检测强度与膨胀率。(2)施工工序控制:测量放线采用高精度仪器,反复复核后浇带与膨胀加强带的位置、标高,确保偏差在规范允许范围内;模板支护需保证刚度与稳定性,接缝严密,防止漏浆、变形;混凝土浇筑分层进行,振捣密实,避免漏振、过振,后浇带浇筑前彻底清理接缝;养护采用保湿保温措施,养护时间不少于28d,定期洒水保持表面湿润,控制环境温差,防止收缩裂缝^[5]。(3)监测控制:在结构关键部位布置监测点,实时监测混凝土内部与表面温度,控制内外温差不超过25℃;监测混凝土收缩变形与应力变化,绘制监测曲线,当出现异常数据时,及时调整养护方式、浇筑节奏等施工措施,确保结构应力稳定,避免裂缝产生。

3.3 工程应用案例分析

(1)工程概况:选取某大型住宅小区超长混凝土地下室工程,该工程建筑面积28000m²,地下2层,底板长度85m、宽度40m,属于大体积混凝土结构,施工区域地下水位较高,结构约束性强,核心施工难点为控制大体积混凝土收缩裂缝与抗渗漏,且需保障施工进度。(2)协同施工方案实施:结合工程难点,在底板应力集中区域布置伸缩后浇带2道、沉降后浇带1道,间距45m,宽度800mm;在后浇带之间布置连续式膨胀加强带3道,宽度250mm,膨胀剂掺量为胶凝材料用量的10%。施工中严格遵循优化后的工艺流程,强化钢筋连接、接缝防水处理,采用补偿收缩混凝土浇筑,落实28d保湿保温养护。(3)应用效果评价:现场监测数据显示,混凝土内外温差控制在22℃以内,收缩变形量符合设计要求;工程验收结果表明,结构无结构性裂缝、渗漏现象,混凝土强度与膨胀率达标。与传统施工相比,施工效率提升15%,有效解

决了大体积混凝土抗裂防渗难题,应用效果良好。

3.4 协同施工技术经济性分析

(1)成本对比:与传统后浇带单独施工方式相比,协同施工可减少膨胀剂用量10%~15%,降低材料成本;简化施工工序,减少人工投入,人工成本节约8%;缩短养护与施工周期约10d,降低机械租赁、现场管理等间接成本,综合成本节约12%左右。(2)效益分析:长期来看,协同施工有效控制了裂缝与渗漏,大幅降低结构后期维修、防水补漏的成本;提升了结构耐久性,延长工程使用寿命,减少后期维护投入;同时加快施工进度,提前实现工程交付,提升项目投资回报率,具有显著的综合经济效益与社会效益。

结束语

本文通过对超长混凝土结构后浇带与膨胀加强带协同施工技术的系统研究,明确了两者协同工作机制与施工关键点,经实际工程应用验证,该技术可有效控制结构裂缝发生率,显著提升施工效率与工程经济性,充分发挥了两种技术的互补优势。综上,该协同施工技术实用性强、应用前景广阔,后续可进一步深化参数优化与标准化研究,为推动超长混凝土结构施工技术升级、保障工程质量提供更多支撑。

参考文献

- [1]吴振强.连续式膨胀加强带在超长水工结构中的应用[J].广东土木与建筑,2023,30(8):112-114.
- [2]吴占辉.超长结构中膨胀加强带及后浇带的混凝土裂缝控制[J].工程技术研究,2021,6(16):65-66.
- [3]杨正军,同琛.膨胀加强带替换超长温度后浇带同步施工技术[J].建筑安全,2025,40(1):36-39.
- [4]雷田伟.膨胀加强带替代后浇带的施工技术研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(11):63-65.
- [5]何剑波.膨胀加强带替代伸缩后浇带的技术应用[J].山西建筑,2024,50(5):93-97.