

冬季小型建筑混凝土施工的 简易保温养护方法

石艳斌¹, 刘兴臣²

(1. 山东颍洲建筑工程有限公司, 山东 德州 251200;

2. 山东峻豪建材有限公司, 山东 德州 251200)

摘要 冬季施工条件对混凝土性能影响显著, 尤其在小型建筑工程中, 常因资源有限、管理粗放, 导致养护环节质量难以控制。低温延缓水化进程, 早期强度无法达到结构所需承载, 极端情况下甚至发生冻裂。本文围绕这一现实问题, 基于简易操作思路, 提出适用于小规模施工场景的保温养护技术体系。从拌合温控、覆盖保温、温度监测与组织管理四个角度切入, 构建了具有可实施性的低成本操作框架。措施不依赖大型设备, 重在材料搭配与过程控制, 强调工艺完整性与节奏协调, 提升冬季施工的技术可控性。研究内容紧贴施工实际, 具有工程实用价值。

关键词 冬季混凝土施工; 小型建筑; 保温措施; 养护技术

中图分类号: TU755

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.12.033

0 引言

在温度持续低于 5 °C 的冬季, 混凝土的早期强度发展受阻极为常见。对于以人工操作为主、施工周期短、技术人员配置不足的小型建筑项目, 情况尤为明显。现场普遍存在保温措施简单、覆盖不全、技术交底不到位等现象, 往往导致混凝土在尚未形成有效强度前遭遇低温侵蚀, 出现开裂、脱皮、抗压性能不足等问题。传统的集中加热、自动控温等技术手段虽在大型项目中有效, 但在小工程中难以落地。面对这一困境, 提升操作流程的针对性、细化保温材料的组合方式、强化温度跟踪手段成为关键路径。本文从技术环节出发, 分析影响冬季施工混凝土质量的关键节点, 并围绕材料选型、操作顺序与过程管理进行系统梳理, 提出一套适合于基层现场使用的简易养护技术方案。

1 冬季小型建筑混凝土施工中存在的的技术性问题分析

1.1 混凝土初始温度控制不足导致水化反应迟滞

在冬季施工现场, 混凝土一旦失去初始温度的基本控制, 就意味着整个水化过程从起点开始就处于低效状态。常见的情况是, 拌合所用的骨料与水未经任何加热处理, 直接暴露于寒冷环境下; 而搅拌设备本

身也未作隔热封闭, 致使拌合物在出机时温度即处于临界边缘。其后, 长时间的转运或等待入模进一步削弱热量积蓄, 在模板尚未达到环境平衡前便进行浇筑, 导致热量在接触瞬间即被基底吸收, 形成急剧降温。在此背景下, 混凝土的初凝与终凝时间明显延长, 部分结构甚至超过常规时限数小时仍处于可扰动状态。强度增长曲线被整体拉长, 后续工序不得不推迟, 而推迟又恰恰加大了混凝土暴露时间与环境交换的风险。水化反应的延迟, 不仅影响早期抗压性能的形成, 更打乱了施工节奏, 使技术与管理两端同时失衡。若此环节未被及时识别并干预, 后续所有的保温措施都可能变为事后补救^[1]。

1.2 早期养护失效引发混凝土冻结损伤风险

冬季混凝土的早期阶段并不具备抵御冻结的天然能力, 其临界强度往往在 5 MPa 左右。若未达到此界限即暴露于 0 °C 以下的气温, 水分即在毛细孔道中结冰, 从而诱发体积膨胀。这种膨胀直接作用于尚未形成强韧结构的水泥石体内部, 压裂微结构, 削弱粘结面, 最终引发早期冻害。在常见施工实践中, 混凝土表面覆盖虽已完成, 但养护时间极短或夜间未持续覆盖, 热量迅速流失, 造成温差快速反转。冻结过程多发生在结构薄弱区域, 如梁底、板边、交接处等, 这些部

作者简介: 石艳斌 (1988-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 工程技术。

位虽不明显,却易成为后期裂缝发展的起点。更深层次的问题在于,表层可视的损伤与内部微裂并不总是同步发生,裂隙可能在结构内部缓慢扩展,待混凝土进入荷载期后才显现为性能衰退或剥落问题^[2]。

1.3 保温措施随意化、形式化导致热量快速散失

混凝土保温不等于覆盖。在不少现场,覆盖操作虽然存在,但方式单一、执行粗放,导致名为养护、实则失控的现象屡见不鲜。常见方式如:单层塑料薄膜随意搭盖,边缘未压实;草袋使用年久破损,形同虚设;甚至局部未覆盖,仅靠室外温度“勉强应对”。一旦夜间温度骤降,这类措施形同摆设,内部热量迅速外泄,混凝土失温严重。特别是在风力作用下,热量流失呈数倍加速。热交换最强烈之处往往在模板转角与结构薄层部位,这些部位的温度梯度迅速增大,局部冻结极易发生。即便次日采取加热或补盖手段,也无法逆转前一晚形成的微裂与收缩应力^[3]。

1.4 施工组织与技术管理不到位引发系统性失控

施工不是单点操作,而是环环相扣的链条管理。冬季混凝土施工若无合理的计划安排作为前提,任何技术动作都只能临时应对。常见现场问题如:未查阅气象预报即安排浇筑,导致结构尚未养护完成便遭遇降温;调度排布混乱,出现混凝土运抵现场却覆盖材料尚未准备的尴尬局面。更深的问题在于技术交底流于形式。冬季施工存在高度专业性,拌合、浇筑、覆盖、测温、养护各环节均有严格操作要求,然而不少项目现场仅以口头传达代替图纸交底,施工人员对工艺流程理解不足,技术要求无法贯彻,甚至对“临界强度”“持续保温时间”等毫无概念。职责划分模糊是另一个高频问题。常见现象如:测温仪器形同摆设、无人定时记录;夜间保温交班无序,责任人不明确;出现质量问题后相互推诿,原因无法查清。这类技术管理松散并非个别现象,而是系统性失控的具体表现^[4]。

2 冬季小型建筑混凝土简易保温养护的技术实施体系

2.1 拌合与浇筑阶段的基础温控技术措施

拌合前,现场应先对骨料进行集中堆放,并搭设简易封闭结构以减少热量流失。选用电热风机或红外加热灯对骨料进行间歇式加热,控制骨料温度维持在10℃至20℃之间。不得使用含冰或结冻的砂石,不得将加热后的骨料长期露置。拌合用水单独设热水箱,温度控制在50℃至60℃之间,掺水前需人工检测水温并记录,避免直接使用过冷或过热水引发温度波动。混凝土拌合过程须在封闭或半封闭搅拌站中完成,避

免冷风对初始温度的干扰。各批次混凝土出机时,应设专人以红外测温仪检测温度,要求控制在15℃以上,低于12℃需立即返工。在运输过程中,搅拌罐外应覆保温层或草垫,同时控制运输时间不超过30分钟,途中不得开启出料口。拌合站与施工点之间距离超过300m时,应安排现场搅拌或设置中转保温罐。模板进场前对模板进行检查,检查是否有水分,若含有水分或是带霜、结冰的模板禁止直接接触新拌混凝土,采用钢模板区域应将模板提前用水煮沸加热或用电加热器使其温度达到5℃以上,采用木模板的区域可以将模板放入室内加热后使用;基底温度由测温人员提前1小时测定,基底温度低于5℃则停止浇筑,并对其进行加热处理达到要求之后再行施工,同时根据所处地理位置每日气温变化情况决定最适宜的浇筑时间,尽量安排每天气温最高的时段施工(以每天10:00-15:00为宜),浇筑前30分钟内准备完毕所有的保温措施^[5]。

2.2 施工完成后的简易多层保温覆盖技术

完成浇筑后的混凝土表面不要长时间暴露,要在30分钟内一次性完全覆盖,覆盖材料为内层塑料膜(PE透明膜,不小于0.08mm厚)、中间层为复合型保温被(厚度3~5cm,毯体搭接不应有空隙)、最外层为稻草(菌类保护),并逐片铺设、错缝拼接,每边要压于下方不小于30cm。最外层应为草袋,草袋要平铺密实、交叉叠置不少于10cm、边缘处需拍实以免夜间风吹掀起。转弯、阴角、阳角、柱脚、梁侧、杯口等易热量交换的部位应该增加保温垫或用棉被折叠包裹,其角部适当加厚一层棉被。薄壁构件如悬挑板、梯步面等位置采用双层覆盖法,内侧增加挤塑板条或泡沫夹层以增加蓄热量。如果天气下雨下雪,则必须在保温层外面加设一层防水帆布,防止水渗进保温材料里,使保温材料失去作用或者结冻。同样需要对外侧模板加以覆盖,在木模板上加装保温毡沿模板满铺,在钢模板上可用聚乙烯泡棉条缠绕,再用铁丝或塑带绑扎牢固;柱模、墙模顶端可以用“袋套式”的方法封顶,袋内填充泡沫颗粒或者干的棉布,通过这种方式来提高上面的密封效果;高度高的结构件可以采用简易钢管搭设保温棚,制造局部可控小气候;如果晚上气温可能会低于-5℃,则应当在保温层外面提前放置加热源。

2.3 夜间及低温时段的辅助保温与加热控制

气温往往在夜间降低,容易导致混凝土早期强度的发展不足。因此,应该提前组成立岗人员于凌晨进行结构覆膜工作。根据现场的实际选取风速,根据最低温度以及结构的复杂程度选取相应的热源方式。

一般用到的有热风、电热毯、燃煤暖炉等。采取热风机的话尽量采用低噪声型，并且不能对着混凝土裸露的表面出风，出风口距离模板要大于 1.5 m，不能造成局部过热引起表皮干缩开裂。使用电热毯的时候应该加隔层，不能把电热毯放在靠近模板或者保温层内侧的位置，敷设的时候必须平放，不能出现多层叠加的情况。3℃以下就对所有准备启动的加热装置开始预热。夜间通电周期按“一控一巡”模式进行，即设备控制员负责设定温区温度，巡查员每 2 小时巡视保温范围内的温度点，核对数据记录表。控制目标温度以混凝土内部不低于 10℃为限，模板表面温度维持在 5℃上下浮动。风速超过四级时，需搭设围护棚或临时封闭装置，控制室内空气对流，防止热量快速散失。为防止温度梯度在结构内部拉大，应注意热源分布的均匀性。长条形结构或局部突出的异形部位容易因热源覆盖不足而形成冷点，易在热胀冷缩作用下形成微裂。布设方案可对薄壁段增设部分局部热源补强，并调整好风机的送风角度形成交叉送暖，在热源开启后不能停止，日间自然升温即可结束，交接时间比规定提前 30 分钟以上交接完毕即可，并做好记录和存档。还需要注意控制湿度过大容易导致混凝土表层缺水现象的发生，可以考虑在热风机出口处安装湿度自动调节器或者通过蒸汽管道间歇性地向混凝土内补充水分来保持湿度处于合理范围之内，不能把明火炉灶直接放在下面。每班加热线阶段完毕以后需要对热源的位置、保温的完整性、温度的变化趋势再次检查一遍，并且由负责的技术人员签字后才能撤离现场。

2.4 养护过程中的温度监测与质量控制措施

温度监测是混凝土养护全过程的重点控制内容。测点布置应在浇筑前完成，经技术人员复核后确定测点位置正确；构件结构面积大于 20 m² 以上的构造，设置 3 个以上测点，布置在中心、边角、模板接缝处，有利于体现整体受热状况；使用数字温度计或者电子数据采集器为宜，埋设在距混凝土截面中心 ±20 mm 位置上，朝向垂直于受力方向；6 小时记录一次，在记录本上由专人巡查记录《混凝土养护温控记录表》，遇降温天，每 3 小时记录一次；若温差波动大于 ±3℃，应及时上报项目部；夜间记录双签，当日签名并在双签后签名时间不同；数据同步上传至现场信息平台，由项目技术负责人每日整理分析；重要结构（承重梁、基础板等）的混凝土强度试块同测点同步检查，并结合强度发展变化趋势同步做出“温度—强度”检查、验算及评定，并加入相应验证检测数据和证据链，实

施结构工程质量“温度—强度”动态监控闭环管控。拆模前需先检测其温度稳定性，选取连续 48 小时昼夜温差最小的区间进行检测，如果温度相差值超过 5℃，则应延迟拆模时间，并加大保温层的厚度。达到以下条件时方可拆模：（1）结构核心部位温度须连续高于 10℃；（2）边角部位不能低于 7℃；（3）混凝土强度要到达设计 28 d 强度的 70% 以上。以上三个条件同时满足才能拆模。未达到要求之前进行拆除模板属于违章施工；质量不能仅以某一项指标来判定，除强度及温度外，还需要根据养护过程中混凝土表面颜色的变化、模板表面是否有结露的现象以及保温层外表面湿化程度等加以判断，如果保温层表面出现明显的结霜，则说明有热量外泄的现象，如果是一侧或者两侧出现，在旁侧时应及时考虑增加覆盖层的厚度或者关闭蒸汽输出口，保压期满后，由项目质检组出具《养护完成评估单》（附测温图、记录表、试块检测报告及责任人签字），作为后续工序过渡交接凭证。

3 结束语

冬季施工之所以比较麻烦，并不是因为工艺本身有多难，而是由于冬季施工中存在操作连续性较差、温度控制不到位等问题。就小型的建筑工程项目而言，虽然采取的保温养护措施比较简单，但往往会影响到混凝土结构的早期质量以及后序节点正常的工作进度，即出机口的温度管控、覆盖材料的铺设顺序、夜间热源的分布位置等，均要在操作时做到符合实际施工的需求，管理工作要配合着相应的方法来进行，只有如此才能保证施工的质量。经验和错误都是来源于工作过程中的一些细节疏忽之处，因此把过程量化、把步骤细化能够有效地提升冬季施工质量。针对小型项目的特点，保温养护技术仍然要不断地在实践中修正和完善，直至最终形成稳定的工艺方式。

参考文献：

- [1] 张清定. 冬季混凝土施工保温养护技术的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(19): 91-93.
- [2] 仲金磊. 冬季房建工程混凝土施工养护技术[J]. 中国水泥, 2025(03): 115-117.
- [3] 袁爱灵. 高寒地区冬季混凝土施工技术及其养护研究[J]. 陶瓷, 2024(12): 228-230.
- [4] 张明奎. 高寒地区冬季混凝土施工技术及其养护研究[J]. 居舍, 2023(17): 37-39, 42.
- [5] 邹祖花. 寒冷地区冬季混凝土施工技术研究[J]. 陶瓷, 2025(09): 194-197.