

建筑施工中大体积混凝土浇筑施工技术应用分析

贾朝聪

深圳市建工集团股份有限公司

摘要: 参照《大体积混凝土施工规范》GB50496-2018规定可知,大体积混凝土指的是实体结构不低于1m的混凝土构件,在现代建筑实践中大体积混凝土的应用十分广泛,高层建筑的地基、水利设施的大坝等建筑结构施工均需采用大体积混凝土作为施工材料。大体积混凝土具有较小的表面积,水泥水化过程中产生的热量集中释放,引起内部温度迅速升高,因此当混凝土内外部存在显著温差时,极易形成温度裂缝,进而威胁其结构的安全性和功能性。因此开展建筑施工中大体积混凝土浇筑施工技术应用分析,对于确保工程质量和结构安全至关重要。以确保施工的质量。以下是对大体积混凝土浇筑施工技术的一些应用分析。

关键词: 大体积混凝土;浇筑技术;建筑施工;应用
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.041

一、施工准备

- 1) 编制专项施工方案并进行安全技术交底。
- 2) 混凝土的支模架、模板、隐蔽构件如钢筋、预埋件、机电管线等工作完成并验收合格。
- 3) 场内施工用的道路应平坦、坚实、通畅。
- 4) 建筑现场的电力与水源配置需确保混凝土持续浇筑流程无阻,若存在停电风险,则应实施双路供电方案或配置自发电系统作为备用。
- 5) 应选取信誉卓越的混凝土提供商,以保障满足大规模混凝土连续作业的需求,供应商的生产能力需达到单位时间内所需混凝土总量的1.2倍或以上。
- 6) 在开始浇筑混凝土之前,必须对用于大体积混凝土施工的机械设备进行全面检查与预运行测试,确保设备的数量与性能均能适应大体积混凝土连续浇筑的高强度要求。
- 7) 选择施工能力强的作业班组,施工人员、工器具准备齐全,满足作业需要。

二、混凝土的制备

- 1) 材料准备
水泥品质需遵照现行的国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175的相关条款,若选用非此范畴的水泥类型,其各项性能参数必须契合我国现行的相应标准要求;
- 2) 优先考虑使用放热速率较低的通用硅酸盐水泥,确保3天内的水化热不超过250千焦/千克,同时,7天周期内的水化热亦应控制在280千焦/千克之内;
- 3) 大体积混凝土施工中,控制水泥的入机温度是重要的温控措施,水泥在搅拌站的入机温度不宜高于60℃。
- 4) 开展混凝土施工,需对入场的水泥进行全面核查,包括水泥类型、强度标准、标识代码、散装或袋装批次以及生产日期等信息,必须对水泥的抗压强度、凝固时间、稳定性及水化反应产生的热量进行严格测试,确保各项指标均达到我国现行《通用硅酸盐水泥》GB175国家标准的要求。

(2) 骨料

1) 需参照现行行业规范《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52中的各项要求。

2) 优选中砂作为细骨料,细度模数建议超过2.3,确保其含泥量控制在3%以内;

3) 选择连续级配的粗骨料,粒度范围宜设定为5.0mm至31.5mm,同时限制其含泥量不超过1%;

4) 推荐使用非碱活性物质作为粗骨料;

5) 若采用非泵送方式浇筑混凝土,则允许适当调整粗骨料的粒径大小。

(3) 粒化高炉矿渣粉、粉煤灰

质量应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T18046、《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T1596的有关规定。

(4) 添加剂,诸如延缓凝固剂、空气引入剂、塑化剂等

添加剂的品质及使用工艺,需遵照现行国家规范《混凝土添加剂》GB8076与《混凝土添加剂运用技术准则》GB50119的相关条文。

1) 添加剂的类型与掺入比例应当依据原料检测来选定;

2) 推荐给出添加剂对已凝固混凝土收缩等特性的影响参数;

3) 对于寒冷地区,或者耐久性要求高的大体积混凝土,宜采用引气剂或引气减水剂。

(5) 拌合水

混凝土拌合用水质量应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63的有关规定。拌合用水量应根据配合比设计确定,不应含有对混凝土有害的物质,水的温度应根据热工计算和施工要求进行控制,另外拌合水还应考虑与使用的外加剂相适应。

(6) 配合比

在混凝土预制阶段,需实施配方规划与试验配比,遵循现行行业规范《普通混凝土配方规划准则》JGJ55的指导原则,并需满足以下特殊规定:

1) 在设计配方时,若选用混凝土60天或90天强度评估目标,则应以混凝土60天或90天强度作为配方设计的基础。

2) 粉煤灰与矿渣粉的添加比例,相对于胶凝材料总量的比例,不应超过以下限制:粉煤灰不宜超过50%,矿渣粉不宜超过40%,两者合计添加量不得超过50%。

3) 水胶比应限定在不超过0.45的范围内。

4) 砂率推荐范围为38%至45%。

混凝土搅拌站需按照特定标准编制混凝土配方设计报告,并待审核通过后方可进行混凝土的生产准备。

(7) 混凝土的制备

混凝土搅拌的好坏关系到混凝土的后期强度,在混凝土浇筑前,混凝土的搅拌必须按照要求方案严格执行,只有这样才能有效保证基础混凝土的浇筑质量及后期强度,具体做法如下:

1) 砼运输采用砼搅拌运输车,根据每台车的运输

能力，浇筑方案拟配备相应的混凝土输送泵，每台泵车的实际输送能力以及运输距离，计算实际所需砼运输车数量。

2) 砼运输过程中以及到场卸料过程中严禁向拌合物加水。若发现混凝土状态不适合泵送浇筑，立即向搅拌站实验员反映，决不允许私自加水或加水泥。

3) 针对大体积、高厚度混凝土的特性，在进行配合比设计时，需综合考量以下几点：

确保混凝土具备足够的强度及抗渗性能，同时控制混凝土内部水泥的水化热，以防过高的温度对结构产生不利影响。

通过添加粉煤灰等材料或调整混凝土的凝结时间，有效降低混凝土内部的最高温升，从而实现水化热的推迟与分散，避免在混凝土结合部位形成冷缝。

合理延长混凝土的初凝时间，不仅有助于应对突发状况，如泵管拆除或设备维修导致的短暂停工，还能为施工过程中的意外情况提供缓冲时间。

综上所述，借助合理的设计与材料选取，能够妥善管控大体积、高厚度混凝土施工时的温度，从而保障工程质量与施工安全。所有材料均选用低碱活性物质，防止出现碱集料反应。在混凝土开始浇筑前，搅拌站需提供包含抗压强度、抗渗性测试结果以及碱含量计算在内的试验报告。

4) 混凝土首次搅拌时，项目质量检查人员、实验人员应与搅拌站工作人员一同核查混凝土的配比、原材料检测报告以及试配报告，完成开盘鉴定并记录相关信息，同时保存开盘试块。

5) 混凝土搅拌时坍落度的调控：大体积混凝土的坍落度应依据具体工程项目来确定，通常保持在 $180\pm 20\text{mm}$ 左右，搅拌站负责出厂混凝土坍落度的检测与调整；运抵施工现场后，鉴于运输过程中的坍落度损失，现场实验人员应对混凝土进行随机抽检，测量泵送前混凝土的实际坍落度。

确保至浇筑工作面时坍落度在标准范围。当运输至现场后出现离析或坍落度达不到标准值时，可掺入外加剂（减水剂）并进行快速搅拌，搅拌时间不小于120s，调整至坍落度满足要求后使用，严禁加水。当坍落度损失或离析严重，掺入外加剂仍不能满足要求时，必须进行退场处理或按浇筑场内硬化地面处理，严禁入模。混凝土场外运输过程中严禁向拌合物中加水，罐车装料前应将罐内积水排尽。

三、大体积混凝土施工要点

1. 大体积混凝土浇筑面清理

施工要点：

1) 空压机、吸尘器和人工清扫等方式清理，使用水泵抽除集水坑积水。

控制标准：

2) 浇筑面无积水、钢筋表面无油污，模板内无垃圾杂物。

2. 大体积混凝土浇筑（斜面分层）

施工要点：

1) 采用“平面分条，斜面分层，薄层浇筑，循序退打，一次到顶”的施工工艺。面积较大、厚度较厚混凝土采取斜面分层浇筑、浇筑过程需浇筑连续，防止冷缝出现。

控制标准：

2) 浇筑自由落体高度不超过2m，超过2m 需使用串

筒溜槽等。

3) 先浇筑深坑部位再浇筑大面积基础部分。

3、分层厚度 $300\sim 350\text{mm}$ ，坡度 $1: 6\sim 1: 7$ ，浇筑倒退进行，下层砼初凝前，必须将上层混凝土覆盖捣实，避免出现冷缝。

3. 大体积混凝土浇筑采用全面分层施工要点：

1) 小面积的大体积混凝土浇筑采用全面分层浇筑方法。

控制标准：

2) 浇筑自由高度不超过2m，超过2m 需使用串筒溜槽等；

3) 水平分层，分层厚度 $200\sim 300\text{mm}$ ，沿长边方向浇筑，下层砼初凝前，必须将上层混凝土覆盖捣实，避免出现冷缝。

4. 大体积混凝土振捣施工要点：

1) 分层连续振捣，振捣点布置均匀，在下层混凝土初凝前二次振捣。

2) 避免混凝土料分布不均匀。振捣时保护好预埋件严禁碰撞。

3) 为了确保混凝土的充分密实，我们依据其自然流动形成的倾斜面，配置了充足的振动设备，具体分布为前、中、后三个区域，每个区域各设置三台振动器。这些振动器被精心安置在混凝土的卸载位置、中部区域以及坡度末端与底层钢筋交界处，位于出管口的振动操作员专注于对新注入混凝土的振动处理，确保其能顺畅地穿越钢筋网，抵达底层，中部的振动操作员则承担着斜面上混凝土的紧密压实任务，末端的振动操作员负责引导混凝土进入下层钢筋下方，保障该区域混凝土的充分密实。特别是在夜晚作业时，会增加照明设施，确保能够清晰观察到底层钢筋的情况，从而有效进行施工控制。

控制标准：

1) 按照厚度分层分别进行振捣，振捣棒的前段应插入下一层混凝土中，插入深度不应小于 50mm 。

2) 大体积混凝土浇筑流淌形成的坡顶和坡脚需适当振捣，不得漏振。

3) 振捣作业时，应采用快速插入、缓慢提起的策略，确保振捣棒的落点分布均匀，依次操作，平稳移动，避免任何区域未被处理，以实现全面且均衡的密实效果。为优化振捣效率，宜采取“网格法”进行振捣棒的位移，确保每次移动的距离不超过其有效作用半径的1.5倍范围（ $300\text{mm}\sim 400\text{mm}$ ）。

5. 大体积混凝土收面施工要点：

施工要点：

1) 混凝土初凝前和终凝前宜分别对裸露表面进行抹面处理，高温天气抹面次数宜适当增加。

控制标准：

1) 混凝土表面处理，应做到“三压三平”。

2) 浇筑至设计标高，大尺刮平，第一次抹压；局部使用抹子二次摸压收平；终凝前磨光机打磨，及时覆盖塑料布，防止混凝土表面失水开裂。

6. 大体积混凝土测温点布置及要求

施工要点：

1) 依据规范，在指定垂直高度设置测温探头，这些探头分别用于测量底板的表面、中间层以及底部的温度。

2) 采用直径为10毫米的钢筋作为测温导线的固定支架，并根据板的具体厚度将测温导线依次绑定于钢筋

之上。需要注意的是，确保测温传感器不会直接接触钢筋，且在混凝土浇筑前，应妥善包裹测温传感器的连接器以防污染。

3) 在混凝土投放过程中，需确保避免对测温元件及其连接线造成冲击。振捣作业时，务必保证振动棒不会触及温度传感器及其连接线。

控制标准：

1) 根据实际情况，在混凝土结构的边缘、角落、中心区域以及集水坑、电梯井旁、截面变化处等位置布置测温点；对于厚度一致的混凝土浇筑体，建议每10至15米设置一个测温点。

2) 不同厚度混凝土按要求分层布置，表面及底部测温点距外皮50mm 布置。

7. 大体积混凝土养护（保湿保温）施工要点：

1) 大体积混凝土初凝后开始保湿和保温养护。

控制标准：

1) 混凝土表面洒水，使强度正常增长，低于5℃，不能洒水。

2) 混凝土终凝后，（塑料薄膜、草帘被）覆盖养护，控制降温速率在2℃/d以内。

3) 普通硅酸盐水泥拌制的商品混凝土，浇水养护时间≥14天。

4) 降低混凝土在浇筑过程中温度差，内外温差控制在25℃内，降低温度及收缩裂缝的产生。

四、质量保证措施及主要质量要求

1. 大体积混凝土裂缝控制措施

在选择粗骨料时，推荐使用5至31.5mm粒径的连续级配碎石，要求含泥量低于1%，针片状颗粒的比例不超过5%；而细骨料则选用含泥量同样控制在1%以下的中粗砂。在配制混凝土时，通过减少水分和水泥的添加量，可以有效抑制水化热的生成，进而减轻混凝土的收缩现象。

2. 混凝土的养护

实施保温保湿养护措施，利用电子监控装置实时追踪混凝土硬化期间的温差、温度及应力变动情况，一旦发现内外温差超出25℃的安全阈值，需即时加强保温举措。

引入补偿收缩技术，即在混凝土配料中掺入适量的微膨胀材料，例如聚丙烯防裂纤维，促使混凝土在水化过程中适度膨胀。在湿润环境下，受钢筋和邻近结构约束，混凝土内部将形成0.2至0.7兆帕的预压应力，该应力足以抗衡因收缩引发的拉应力，有效预防或减少混凝土构件开裂的可能性。

五、季节性施工保障措施

1. 特殊气候条件下的施工

大体积混凝土施工中，面对极端气候条件，如酷热、强风或降水，务必实施针对性策略以确保混凝土浇筑品质。

1) 在炎夏进行混凝土浇筑时，须重视骨料的防晒工作，采取诸如遮蔽、喷水、混合碎冰等手段来调控混凝土原料的温度，必要时可构建隔热棚。浇筑完毕后，混凝土需立即进行保温保湿的养护工作；为应对酷暑，可灵活调整施工班次，优选于夜晚或清晨气温较低的时间段开展混凝土浇筑。

2) 遭遇强风环境下浇筑混凝土，应在施工现场设置防风屏障，并提高对混凝土表面的压实频率，同时迅速覆盖塑料膜及保温材料，以保护混凝土免受风干影响。

3) 在户外进行混凝土浇筑的雨季或雪天，若工程不得不继续，必须采取有效措施确保混凝土的质量不受损害。如浇筑期间突逢暴雨或大雪，应立即在结构适宜处设置施工缝并暂停浇筑；对于尚未凝固的混凝土，应迅速加以覆盖，绝对禁止雨水直接侵蚀新浇筑的混凝土表面。

2. 大体积混凝土模板工程相关措施

(1) 针对大体积混凝土构建的模板与支撑体系需经过负载能力、刚度及整体稳定性的评估，并在设计中融入相应的保温结构方案，以适应所选的养护方式。

(2) 在模板与支撑系统的安装、操作及拆除期间，须确保实施稳固且安全的管理策略。

(3) 对于通过后浇带或跳仓法留下的垂直施工缝，建议使用钢板网、铁丝网或快易收口网等材料进行支挡；相应地，后浇带的支撑系统应与主体结构的支撑系统分隔开。

(4) 在混凝土强度达到规定要求后方可进行模板拆除，若模板被用作保温养护的一部分，则拆模时间还需依据温度控制需求来确定。

(5) 为了延长大体积混凝土的浇筑周期，建议适当推迟模板的拆除时间。在拆模后，应采取措施防止遭遇寒冷天气、骤降温度或剧烈干燥的影响。

六、成品保护措施及施工注意事项

1. 成品保护

1) 在进行大体积混凝土浇筑作业时，需格外重视对温度监测点的维护与标识，确保其清晰可见，以便于专业人员持续监控表面与内部结构的温度变化。一旦观测到内外温差超过25℃的情况，应立即采取补救措施，比如增加保温层厚度，以控制温差。

2) 在大体积混凝土浇筑期间，钢筋的位置容易发生偏移，在浇筑过程中必须定期检查钢筋定位，及时采取固定措施，确保钢筋准确就位，避免结构偏差。

3) 只有当混凝土的养护强度不低于1.3Mpa时，方可开展后续施工步骤。为保护混凝土表面免受损害，应在其上铺设麻袋等防护材料，以防施工活动中的意外碰撞。

4) 为了有效预防收缩裂缝的出现，在混凝土表面水分蒸发完毕后，建议采用电动收光机实施二次抹平作业，以此提升表面平整度与整体美观性。

5) 在拆除侧面模板之前，需确认混凝土的强度足以支撑其形状不变形，确保模板拆除不会导致棱角受损或结构稳定性降低。

6) 运用振动棒进行混凝土浇筑时，操作人员应小心避免触及钢筋、预埋构件以及机电管道等关键部位。若发现上述结构发生变形，应立即停止作业并进行矫正处理，以维护工程质量和安全。

结束语

总的来说，大体积混凝土浇筑施工技术的应用需要综合考虑多个因素，通过科学的方法和技术手段，确保混凝土的质量和结构的安全性。

参考文献

[1] 孙成龙. 建筑工程混凝土浇筑施工技术要点[J]. 河南建材. 2023, (6)

[2] 李慧. 大体积混凝土浇筑技术在建筑施工中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022 (12)

[3] 王焯. 大体积混凝土浇筑技术在建筑施工中的应用分析[J]. 国际建筑学, 2022, 4 (9)