

高层建筑土建施工中混凝土施工技术研究

张昌平

北京城建集团有限责任公司

摘要：高层建筑成了建筑行业内的重点工程项目之一，相应的施工技术、施工方案，也在不断优化，混凝土作为其中的核心关键，还需要对具体的工艺方案、技术参数进行优化，从而更好地把控施工质量。基于此，本文从高层建筑混凝土施工特点入手，结合具体的高层建筑案例，深入分析不同阶段的混凝土工艺方案和具体的施工技术参数细节，确保高层建筑施工工作按时按量、高效高质地完成。

关键词：高层建筑；土建施工；施工技术；大体积混凝土

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.01.020

引言：高层建筑和超高层建筑工程项目在实际施工过程中，对承载力、稳定性、安全性有着更为严格的要求，混凝土施工技术作为其中的基础，直接关系到最终的施工质量。在高层建筑混凝土施工过程中，可能会面临诸多问题，必须要结合高层建筑的实际情况，对混凝土材料进行科学的选配，以此保证混凝土结构强度，避免出现开裂情况，让混凝土的抗渗透能力得到最大限度地提高。

一、高层建筑土建施工中混凝土施工特点分析

高层建筑顾名思义本身楼层数量较高，基础架构较深，因此，对混凝土强度也有着较高的要求，区别于常规的建筑混凝土，还需要根据具体的楼层高度、建筑需求，对施工技术、施工参数等内容进行调整，以此确保整体施工质量。需要注意的是，高层建筑中使用的混凝土含量较大，在实际施工过程中会运用到泵送技术，这些环节中任何一个细节都会影响到最终的施工效果。从过往的高层建筑土建施工经验来看，混凝土材料本身具备一定的脆性，但作为关键承力的部位，结构强度、抗拉强度必须要得到满足。但诸多施工案例中均发现了混凝土浇筑过程中会出现散热问题，进而导致结构开裂，整体结构完整性也无法保证，严重情况下，混凝土结构内外温差能够达到25℃以上，施工质量很难得到保证。不仅如此，高层建筑土建施工中选择大体积混凝土管道设计诸多材料，硬化情况、受力情况等较为复杂，在硬化过程中，会受到温度、湿度等外界因素的影响，出现变形问题，任何一个细节上的改变，都会导致温度应力出现差异，最终造成混凝土出现裂缝甚至断裂。

二、高层建筑土建施工中混凝土施工实例分析

在高层建筑项目中，混凝土起着举足轻重的作用，特别是随着施工工艺的日益完善，通过对其进行深入研

究，能够使高层建筑项目品质更上一层楼，促进我国高层建筑施工项目得到可持续发展。以某高层建筑为例，总面积为27658.10m²，建筑高度为40m，地上有18层，地下有1层，部分建筑的高度达到了60m。在实际施工过程中，以框架剪力墙为基础结构，采用大体积混凝土施工技术，确保整体施工效果。综合上述参数可知，该高层建筑本身的断面尺寸超过0.5m且建筑工程面积、体积较大。项目以筏板为基础，其中部分建筑采用了独立筏板基础，除了地下室之外，基础垫层厚度为100mm，地下室筏板厚度则设计为450mm，部分地下室筏板厚度达到了1000mm、1300mm、1600mm。综合实际情况结合具体的应用要求和成本要求，最终选择了强度等级、抗渗等级为C35、P6的混凝土进行施工^[1]。

根据该高层建筑工程项目的实际情况来看，在落实混凝土施工过程中，需要对混凝土供应问题提高重视，还要对温度进行控制，面对不同厚度规格的底板，在实际浇筑过程中，需要展开针对性分析，以此避免出现开裂等问题。另外，在高层建筑项目中，混凝土是最重要的一种施工原料，它也是高层建筑项目中不可或缺的一部分，对最后的高层建筑项目有很大的影响。但是，在实际施工中，混凝土仍然存在着诸如干缩裂缝、爆模、胀模等问题，以及施工缝、沉降缝等问题，需要通过合理的施工工艺，从根源上加以处理，以保证混凝土的品质达到实用的需求。所以，在高层建筑项目中，对混凝土的施工工艺进行深入研究是十分必要的。根据以往的高层建筑实际经验来看，由于混凝土用量大，整体结构厚实，安全性高，所以，混凝土在高层建筑项目中被大量使用，但是，高层建筑中混凝土施工涉及的步骤比较多，工序也比较复杂，任何步骤的错误，就会对整个高层建筑项目造成很大的影响。另外，混凝土对于原料配比、混凝土浇筑、振捣和维护等工作都有很高的要求，如果技术细节上出现问题，就会出现施工裂缝，从而对整个结构的性能产生很大的影响。由于建筑面积越来越大，水泥的水化热问题也越来越明显。因此在实际施工过程中，一定要对混凝土结构的施工技术细节进行深层次的研究，从根源上防止水化热和开裂问题的发生^[2]。

三、高层建筑土建施工中混凝土施工技术要点

（一）混凝土材料选配分析

在上述实例中，混凝土施工流程主要包括混凝土配合比设计、泵管铺设、浇筑振捣、测温、养护等内容。在进行大体积混凝土施工过程中，配合比设计格外关键，科学的配合比不仅可以提高混凝土的抗渗性能，还

能够控制水化热问题，从根源上降低负面影响。水泥热膨胀系数较大，但骨料在这方面的变化并不明显，收缩程度较小，因此，在温度、湿度上存在一定的差别。上述案例中，施工人员进行混凝土搭配比的设计前，对设计图纸和施工现场进行详细考察，其中包含了各种部件的截面面积尺寸、钢筋的布置，从而可以更好地对水泥的种类，以及石子集料等骨料的尺寸等进行科学设计。不仅如此，科学地添加了减水剂、粉煤灰等，最终确定的粗骨料、碎石直径分别为 $<40\text{mm}$ 、 $<30\text{mm}$ ，且细骨料含泥量不可能超过3%，在施工设计中，遵循相应的标准，按照施工现场情况，对混凝土水灰比、坍落度进行控制。在施工的时候，原材料的配比也是一个重要环节，在实际的工程高层建筑中，为了确保建筑的品质，使混凝土的结构强度能够满足预定的设计目的，需要对混凝土的原材料进行合理的设计。由于使用大量的水泥浆，在增加了建筑的安全性能的同时，也增加了出现水化热的可能性。为了有效地处理这一问题，需要对水泥材料型号进行科学的选取，还要对水化热反应和混凝土强度进行比较和分析，还要对添加剂配比进行明确，在符合实际要求的前提下，减少水泥用量。例如，前文案例中的高层建筑工程项目采用的混凝土，水化热在 42.5°C – 52.5°C 之间，而且在加入了粉煤灰、减水剂、膨胀剂、缓凝剂等辅料，从而降低水化热发生概率。其中，将粉煤灰的掺入量控制在 $55\text{kg}/\text{m}^3$ ，将粗集料和中砂、人工砂等作为细集料，将水泥的使用率降低了10%。具体的配合比如下：普通硅酸盐水泥为 $296\text{kg}/\text{m}^3$ 、II级粉煤灰为 $40\text{kg}/\text{m}^3$ 、矿渣粉为 $40\text{kg}/\text{m}^3$ 、膨胀剂为 $24\text{kg}/\text{m}^3$ 、河砂为 $839\text{kg}/\text{m}^3$ 、石子粗骨料为 $1026\text{kg}/\text{m}^3$ 、拌和水为 $175\text{kg}/\text{m}^3$ 、防冻剂为 $16\text{kg}/\text{m}^3$ 。从实际观测结果来看，这一材料配合比整体施工程度相对较优，配合控制技术能够将温度控制在合理范围内。根据过往的施工经验证明，骨料和水泥的结合面是最为脆弱的部分，因此良好的配合比可以为其提供保障避免裂缝出现，保障施工质量^[3]。

（二）混凝土施工控制分析

1. 浇筑技术

在完成了钢筋的施工之后，就可以开始进行混凝土的浇筑、振捣等施工，按照施工现场情况的差异，可以将混凝土分成两种类型，分别是连续浇筑和分层建筑，在进行具体的工程过程中，可以按照建筑的厚度来进行适当的施工工艺。目前大部分高层建筑都是采取分段浇筑、分层振捣的方法，这样才能更好地增强混凝土的完整性，确保整个建筑的安全性，也可以提高水化热散发速度，更好地避免纵向裂缝出现。在分段浇筑施工过程中，还可以进一步划分为斜面、分段、全面等不同的分层方法，这就需要根据混凝土结构进行分类，分级的高度要控制在 3m 之内，以免层与层之间产生其他问题，

选择科学的浇筑方法。另外，在进行分层施工时，要注意上、下两层之间的施工间隔，上一层的施工必须在上一层达到初凝状态之前进行。完成第一层浇筑工作后，根据层次连续不断地进行浇筑，如果施工周期较长，这种情况可以分成两段分别施工。例如，在上述高层建筑工程项目中，由于其占地面积比较大，所以使用了分层浇筑的方法，将每层混凝土的厚度控制在 1.5m 的范围之内，而且在第一层浇筑进入初凝后，还可以进行第二层的浇筑，这样就可以很好地避免了裂缝问题。在该施工案例中优先对电梯基坑、集水坑等部位进行浇筑，在底板强度达标后，展开后续其他的浇筑作业。浇筑过程中保持了平行推进，确保整体施工效果。另外，该施工项目还增加一个防滑隔离层，并通过刷沥青胶、铺撒 5mm 厚的沙子等方式，来提升施工表面的平整程度，减少混凝土出现较大的应力的可能性^[4]。

2. 振捣技术

在高层建筑进行大体积混凝土施工过程中，不仅要进行浇筑，还要进行振捣工作，在这个过程中，振捣强度、速度等指标格外关键。在混凝土的振捣中要特别注意以下一些问题：第一，振捣时，振捣棒要垂直插入，高速进，缓慢出。第二，在振捣时，泥浆会飘起，这是一种很常见的情况，一旦出现了砂浆，应马上停止振捣。第三，对振捣地埋入的厚度进行了严格的把握，埋入的厚度要达到 30cm ，埋入的厚度要达到 60cm 。第四，要防止过度振捣，防止漏振，并在浇筑完混凝土后，再次浇注混凝土，尽量防止混凝土开裂。为了更好地消除这种约束所造成的不利效果，还需根据工程建设的实际情况，对其进行具体的设计。比如：在前文案例中在这个过程中，施工人员选择了F50的振捣棒来对混凝土中的混凝土进行振捣，而选择F30的振捣棒来对混凝土中钢筋密集的位置进行振捣。在对底板、筏板等位置的混凝土进行振捣时，首先要将振捣棒放置在三处：一是将振捣棒放置在排水口处，这样可以保证混凝土的流动斜率；二是振捣棒要设置在斜坡的底部，使底部的混凝土可以更好压实；三是振捣棒应该放置在倾斜的正中央，这样才能方便操作工人掌握打入的深度和振捣的时机。在对框架支柱进行振捣时，必须事先将内置振捣棒置于支柱底部，并在浇注时，将振捣棒缓缓抬起。在浇筑时要特别注意，上一次浇筑时，振捣棒要插入下面 50mm 左右。在此期间，不得将振捣棒支靠在构造钢上，以防振捣棒碰到测温设备、模板和预埋装置。另外，在振捣时应尽量防止振捣时出现欠振、超振、漏振等现象。在具体的操作中，有关的施工人员要严格遵守操作指南，尽量做到“直上直下、快插慢拔，插点均匀、无漏插点，上下插动、层层扣搭，时间合适、密实度高”。根据过往经验来看，在高层建筑大体积混凝土施工过程中，采用梅花点振捣法，并沿着斜面自下向上运动振捣棒插点

效果较优。

3. 温度控制

在高层建筑的混凝土施工过程中，必须对其进行温度的管理控制，无论是在施工过程中，还是后期养护过程中都需要对温度变化提高重视。通过对温度的调控，可以防止出现开裂现象，从而从本质上改善了混凝土的完整性与安全性。由上可知，该施工项目在施工过程中加入了测温环节，通过相应的测温工作，可以保证整体施工效果。在施工之前，应根据项目现场的气温条件，选择合适的施工时间，在气温适宜的时段开展施工过程中，对物料进行遮阴处理。在上述施工项目中，在沙土堆场内搭建了遮阳棚，并用湿麻袋覆盖。在混凝土拌和前用凉水冲洗碎石，使其降温，防止因高温而开裂。另外，在该高层建筑施工项目中，设置了冷却管和温度传感器，以便对混凝土内外温度进行严密监控，当超过25℃时，需要激活冷却管，使混凝土内部温度下降，减小内外温差。另外，在混凝土的养护过程中，混凝土的开裂问题时有发生。混凝土的养护过程中，还要注意混凝土的温度的控制。比如：在本文所举案例中，在混凝土的表层铺上一层塑料膜，再铺上一层隔热的草帘。同时，为达到保温湿润，在安装补水软管时，每100mm安装一个5mm左右的孔，并定时注水，防止表面散热，减少干裂、裂缝、断裂等问题。

（三）混凝土施工养护分析

在完成了高层建筑的混凝土浇筑、振捣等环节之后，要以实际状况为根本，对后期的维护工作进行科学地实施，在确保基本结构的性能的前提下，避免其他外部因素对高层建筑项目产生的不利的作用。在具体的施工过程中，重点解决了两个问题：一是外部温度变化，二是内部温度变化。养护工作可以按照施工的时节来安排，例如：夏天对混凝土进行保湿养护，防止构件的暴露，冬天对混凝土进行保温，增加构件的外界温度。其中，养护工作必须在混凝土施工完成后12小时内完成，而且至少要开展为期2周的养护工作，这样才能确保混凝土的稳定性。另外，在施工结束后，还需要进行严谨细致的工程验收，对混凝土结构的质量进行判定，针对裂缝、蜂窝、漏筋等问题进行验收，如果结构中出现了这种质量问题，就必须立即返工，进行加固。精度检测也不可忽视，测量人员要做好技术和品质的监管工作，保证混凝土结构尺寸的合理性，为高层建筑后期的施工打下坚实的基础。

四、高层建筑土建施工中混凝土施工经验总结

通过对石灰石混合料的组成及组成进行详细、深入研究，可为今后的施工工作打下坚实的理论和依据。根据项目的基本情况，对混凝土的各个掺杂材料的

参量进行了配比，最后确定了一个基本的配合比，并综合考虑了高层建筑项目所处区域的地质条件和基础特点，确定了水泥、骨料、水泥等材料在混凝土中的比例。以以往的施工经验为基础，在最初的参数设计时，将引气剂掺量、减水剂掺量分别控制在6%、2%，除此之外，将粉煤灰混凝土的密度限制在2319kg/m³。通过对高层建筑项目的施工实践，可以看出，其总体作用是良好的，采用此配合比例制备的混凝土，既减少了水泥的用量，又降低了总费用，根据具体的分析，最多可以节省7.24万元。该混合料不但具有良好的经济效益，而且还具有良好的环保和社会效益，最大限度地提升工程的稳定性、安全性和使用年限。

在施工中，振捣工序的重要性不言而喻，与施工的成败有着密切的联系。在这一过程中，沉降度的测量是非常重要的，对质量的监控起到了非常重要的效果，常用的振捣混凝土的方法主要有手工和机械设备两种，要按照工程的要求，来选取适当的振捣方法和振捣强度。在振捣施工的时候，要遵循快插慢拔的原则，防止漏振、过振，保证充分的均匀度。振捣的过程要有一个很好的把握，大约在25s内。若加载的时间过短，则会使混凝土的压实效果受到不利的影响。因此，针对之前高层建筑项目，为降低出现的返工情况，严禁各类振捣设备对包含预埋件在内的模板和钢筋进行触摸，确保浇筑厚度低于振捣器高度20cm。

总结：综上所述，在高层建筑项目中，对混凝土施工质量进行管理是十分关键的，这就要求相关的工作人员要对各种因素进行全面的考量，并以实地勘察为依据，来对混凝土配合比进行合理的规划，使高层建筑项目的经济性和总体质量达到最佳状态。同时，要从各个施工步骤出发，对混凝土质量问题的影响因素进行剖析，从而在高层建筑中，对混凝土的各个施工步骤进行严格的管理，贯彻标准化施工设计，并根据实验的成果，科学地选择各种施工方案，保证施工步骤的有效性和合理性，防止施工中的问题，设计出高强度、高耐久的混凝土结构，从而达到延长高层建筑工程的使用年限，提升高层建筑工程的质量。

参考文献

- [1]张明明.房屋建筑土建工程中混凝土施工技术研究[J].大众标准化,2022(13):32-34.
- [2]姜虹.房屋建筑土建工程中混凝土施工技术探讨[J].全面腐蚀控制,2021,35(12):73-74.
- [3]马俊超.高层建筑房屋施工中混凝土浇筑技术的应用解析[J].建筑技术开发,2021,48(03):50-51.
- [4]宋立功.房屋建筑土建工程中混凝土施工技术分析[J].居舍,2020(25):87-88.