

建筑工程大体积混凝土温控措施及施工技术的探讨

孙茂川

山东省调水工程运行维护中心福山管理站

摘要: 在施工阶段,对大体积混凝土的特性进行严格监控是保障其质量的关键。为此,应当对以下几个关键环节进行详尽分析:原材料的选择、混凝土配合比、浇筑以及养护工作。通过对这些方面的深入研究,识别施工中的关键步骤,并根据工程的具体需求,调整施工技术,从而确保大体积混凝土的施工既稳定又可靠。

关键词: 大体积混凝土; 温度控制; 温度裂缝

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.026

一、大体积混凝土温控防裂技术

(一) 混凝土的温度变化机理

在混凝土施工过程中,不仅会经历水化反应带来的内热生成,同时还会受到外界气温波动的干扰,这些因素共同作用使得混凝土内部温度出现波动。混凝土自身发热主要是由水泥和水发生反应而产生的热量引起的。随着时间的推移,混凝土的温度逐渐升高,直至达到一个稳定值;在此期间,混凝土内部温度持续上升,并受到外部温度波动的影响。室外温度过高或过低均会引起混凝土内部温度的变化。在炎热的季节里,外部环境的温度相对较高,这会对混凝土的表面造成直接的影响。混凝土表面会因为暴露在阳光之下以及周围高温的环境中,而发生表面温度上升的现象。随着外部温度的降低,混凝土内部放热速率降低,导致混凝土内部温度迅速上升,进而引起混凝土内部开裂。此外,高温环境下,由于空气中水蒸气含量的增加,使得混凝土表面产生大量气泡,减少了与空气的接触面积,使混凝土表面温度上升。另外,混凝土导热系数低,内部温度波动缓慢,热量不易快速散失,导致混凝土内部温度梯度进一步加剧。

(二) 大体积混凝土的特点

一次性浇筑大量混凝土而成的建筑结构,如大型水坝和其他基础设施,被称作大体积混凝土。这种建筑方式代表着一种新兴的混凝土结构形态。与普通混凝土相比,大体积混凝土一次浇筑需要大量的混凝土,所以体积也比较大。同时,混凝土具有很高的抗拉强度,因此可以承受很大的荷载。混凝土因其庞大的体积,内部热量释放的速度相对较慢,这就导致了其内部温度会出现持续性的波动。大体积混凝土具有一定的膨胀性,其膨胀变形随环境温度的升高而发生。体积较大的混凝土在遭受温度变化和自身收缩的影响下,往往会遭受相对较大的温度应力,这会导致裂缝的形成。大体积混凝土施工应综合考虑材料特性、配合比、施工工艺等多种因

素。大型混凝土结构一般是由多个构件组成,结构比较复杂。在施工过程中,各构件之间的有效连接是保证整个工程顺利进行的关键。考虑到温度应力对构件各构件的影响差异,构件间可能出现温度非均匀分布。在这种情况下,构件内部温度变化过大,容易引起构件开裂,甚至倒塌。

二、大体积混凝土施工技术要点

(一) 混凝土配合比

(1) 原材料选择

粗骨料宜采用连续级配,粗骨料粒径可按具体施工方法选择,细砂应选用细度模数大于2.3的中砂。在配制混凝土时,应尽量选用优质材料,以确保其各项性能符合设计要求。对于大体积混凝土,可采用外加剂如缓凝剂和减水剂,或掺加粉煤灰和矿渣粉。大体积混凝土浇筑后,应及时养护,使内部保持一定的湿度,避免过早收缩。在保证混凝土强度、坍落度要求的情况下,应尽可能多地增加混合料和集料,以减少水泥用量、减少裂缝。大体积混凝土宜分段浇筑,以满足不同部位混凝土的质量要求。针对大体积混凝土水化热高的特点,选择合适的水泥原材料非常重要。根据以上分析结果,采取合理、有效的措施,对大体积混凝土收缩开裂进行控制,确保工程质量。同时,大体积混凝土对水泥的稳定性和抗裂性也有较高的要求。

(2) 控制材料质量

大体积混凝土施工前,应对原材料质量进行严格控制,确保所选用的原材料达到规范要求。为了保证混凝土的坍落度不超过160mm,在拌和过程中用水不能太多,通常水胶比控制在0.55以下。同时,严格控制原材料质量及施工温度,避免因外界环境变化而引起的大体积混凝土收缩变形,导致混凝土开裂。此外,为了减少水泥用量,在配合比设计中可以加入粉煤灰、矿渣等外加剂,但应控制在总水泥用量的50%以内。在施工过程中,要注意温度变化,避免温差过大,避免温差过大,避免因温度差而产生裂缝。在制定大体积混凝土的配合比时,可以考虑将片石作为其中的骨料成分。建议挑选厚度至少为15厘米、没有裂缝和夹层、且具有良好的抗冻性能的石料。但在施工过程中,要注意碎石的加入量不得超过混凝土体积的20%。特别是在混凝土受拉区和温度低于0℃的地方,不能用片石填充。

(二) 混凝土浇筑

在浇筑大体积混凝土时,要对浇筑温度进行合理的控制。从水化热较大的角度出发,混凝土浇筑温度不宜高于28℃,混凝土浇筑过程中的温升不宜大于45℃。采

用水-水泥混合拌和，再掺入外加剂的方法，实现大体积混凝土浇筑过程温度控制，既避免了内部过热，又降低了外界环境的影响。对于大体积的混凝土工程，可以采取分段连续或连续推移的方法。通常的分层浇筑策略是全浇筑，分段浇筑，倾斜浇筑。分析了不同类型大体积混凝土的分层浇筑施工方法，指出在大型工程中采用分层浇筑法是一种有效的技术措施，能有效地提高工程的整体质量。分层浇筑时，应严格按设计规范要求，对施工各环节进行严格控制。根据混凝土断面尺寸，采用合理的分段方式进行施工。一般情况下，断面面积应控制在200m以内，分段以2个断面为宜，300m内以3个断面为宜。同时要保证每一层混凝土的强度和稳定性。在进行混凝土的泵送作业时，需严格把控每一层的浇筑厚度，确保其不超过500毫米的极限。至于非泵送方式施工的混凝土层，其厚度一般应控制在300毫米以内。同时，要加强混凝土养护，及时清除表层，防止出现大体积的剥落，影响后续浇筑质量。分层间歇浇筑混凝土时，在混凝土浇筑的过程中，我们需要综合考虑多个因素：严格控制温度裂缝的出现，以保证结构的稳定性；确保混凝土的供应效率，避免因供给不足而影响施工进度，才能合理控制裂缝。同时，对现浇楼板中大直径预应力筋、型钢和预留孔等部位要加强处理，并及时做好相关养护工作。

（三）混凝土养护

在大体积混凝土施工中，经常会出现裂缝等病害。因此，施工团队必须在施工过程中加强混凝土养护技术管理。除了遵循常规的混凝土养护标准，施工人员需要特别注重保温养护，并且要严格监督养护期间的各种温度指标。

（1）保湿养护

养护过程中的一种常见做法是保温养护。这种方法适用于混凝土浇筑后仍处于硬化阶段的情况，此时需要确保混凝土得到一个理想的水分环境，同时要控制水泥水化速度，以防止因失水而开裂。混凝土中的水随着空气向外扩散，因此必须采取措施防止水的散失。在湿润环境中，混凝土可以有效地完成水化反应，提高混凝土的抗拉强度，从而提高混凝土的综合质量。因此，施工前应做好保湿养护工作，保证混凝土的力学性能，确保工程质量。在大体积混凝土施工过程中，尤其是未凝固硬化阶段，保温养护尤为重要，因为这不仅可以防止水分快速蒸发，而且可以防止水化不充分，从而避免开裂。因此，施工人员一定要严格按照规范要求来做，确保大块混凝土内部的干燥均匀，防止局部湿度过大引起的裂缝。同时，对于大体积混凝土，施工人员还应根据具体情况，对湿度环境和养护时间进行合理的控制。由于大体积混凝土内部存在空隙，为防止水蒸气渗入，必须在混凝土内加一层膜。对于体积较大的混凝土构件，为确保其强度和耐久性，必须遵循至少28天的湿养护程序。在整个施工期间，应定期施加塑料薄膜以及养护

剂，以维持混凝土表面的持续湿润状态。

（2）保温养护

在混凝土体积较大时，通过保温措施进行养护可以有效降低热量的散失，减小温差，减小表面裂缝，是大体积混凝土养护中的一个重要环节。采用降温 and 保温两种方法对混凝土进行降温时，要充分考虑各因素的影响，因地制宜地选择合适的方法。采用保温措施来延长大体积混凝土的冷却周期，能够有效利用其潜藏的能量和缓解性能，从而提高其整体强度，具有重要的工程应用价值。简要分析了大体积混凝土的保温、养护技术现状和发展趋势，并对其进行了展望。对于已经浇筑完成的大体积混凝土，我们可以通过不同的方法来进行养护，以保证其质量和强度。其中，降温养护和保温养护是两种常见的方法。降温养护主要通过循环冷却水的方式，对大体积混凝土进行冷却，以防止由于内外温差过大而引发的裂缝问题。这种方法适用于低水化热混凝土的养护，但在高温环境下则不太适用。而保温养护则是通过使用保温材料，提升混凝土表面及其周围散热面的温度，从而减小内外温差，降低温度应力，使混凝土能够缓慢散热，以满足设计所需的强度。在大体积混凝土的保温养护过程中，对温度的监控是至关重要的。应根据混凝土的具体情况，制定出相应的温度监控方案，并且严格按照相关规定进行施工。同时，在浇筑过程中，要密切关注温差和降温速度，以便及时调整养护方案。

（四）特殊气候施工

在严寒地区，为防止冻害对工程结构造成破坏，应采取适当的保温措施。在高温季节大量浇筑混凝土时，要加强对原材料的管理和保护，对原材料进行及时覆盖，避免阳光直接照射。同时，为防止混凝土在低温环境下遭受冻害，提高混凝土耐久性，应加强对混凝土表面的防冻处理。在拌和过程中，为保证拌和质量，应采取冷却、冷却骨料或加入冰碴等措施，降低拌和温度。夏季浇筑混凝土时，应提前进行降温处理，以防止因温差过大引起的混凝土开裂变形，防止因温度升高引起的钢筋锈蚀。在高温环境下，混凝土浇筑完成后，应采取相应的保护措施，防止日光直接照射模板和混凝土表面。混凝土浇筑完毕后，应立即进行保温养护，防止因水分蒸发过快而引起开裂。夏季浇筑混凝土时，应采用冷水加温，以避免混凝土表面出现结露现象。在寒冷的冬季进行混凝土浇筑时，必须采取一些措施来维持混凝土的温度，以防止其温度过低。这可以通过使用热水和加热的骨料来实现。此外，为了确保混凝土的质量和强度，浇筑后的混凝土温度应保持在5℃以上。同时，还需要对混凝土进行保湿和保温处理，以防止其过早干燥和冻结。对大体积混凝土而言，夏季浇筑混凝土时，应考虑温度变化对混凝土浇筑的不利影响。如果选择在冬季进行施工，在拆除模板后可能遭遇的寒潮天气和突然寒冷天气，必须加强防护，确保施工质量。夏季浇筑混凝土时，应采取遮阳措施，避免太阳直接照射，降低混

凝土表面的温度。当遇到大风天气时,为防止风速对混凝土表层固化速度产生不利影响,应采取适当的防风措施。同时,将塑料薄膜等材料覆盖在混凝土表面时,要注意避免大体积混凝土表面的风干。严寒地区混凝土浇筑时,气温较低,昼夜温差较大,应注意防冻。一般不应在雨雪天气下浇筑混凝土。如遇雨雪天气,应采取有效防护措施,防止雨雪对混凝土的侵蚀。

三、大体积混凝土测温技术

在施工过程中,大体积混凝土的性能会受到多种因素的作用,其中包括所使用材料的特性、施工的环境条件以及当时的温度变化等。这些因素在不同程度上影响了混凝土结构的性能。其中,对大体积混凝土质量起决定性作用的是温度。混凝土浇筑完成后,环境温度逐渐降低,经历了由水化热升温向散热降温的转变。施工过程中,混凝土内部发生化学反应,放热,外部环境等因素作用下,混凝土内部温度波动较大。当混凝土所处的温度环境超过了它所能承受的范围,例如,内部和外部的温差超过了 25°C ,混凝土构造就有可能出现裂缝和其他形变。这种情况对建筑结构的稳固性和安全性会产生极大的负面影响。此外,大体积混凝土有散热慢和产生的水化热高的特点。鉴于此,对大体积混凝土的温度进行监测是至关重要的,这样可以了解其温度变化的模式,并据此实施有效的温度调控措施。

(一) 测温的目的

在进行测温活动时,施工方需先行确立明确的测量目标,这些目标应当具体且全面,例如实时跟踪大体积混凝土的温度波动情况,深入了解其内部温度的分布模式,以及探究温度变化的一般性模式。这样的目标设定有助于确保测温工作有条不紊地进行。

(二) 测温点的布置

具体来说,应依据混凝土的具体形态、尺寸和施工环境来恰当地布置温度监测点。在确定测量对象及测量点时,应明确不同类型混凝土的特点及温度控制的要求,并结合工程实际确定测点。对于混凝土形体,可以按其面积确定测温点的数量和位置;如果是圆形或矩形形状,可以选取几个相同尺寸的测温点,分别测量每个测点的表面温度平均值。对于小体积混凝土,可以在中心位置设置一个测温测点;在大体积混凝土施工中,可以采取多点测温的方法。针对大型混凝土结构,我们可以根据具体需求灵活设置多个测温点,以便实时跟踪各个部位的温度变化情况。具体来说,顶部可以安装多个温度监测设备,以监测顶部的温度变化;对于圆筒形的混凝土结构,我们可以在其筒壁和底部部署温度测量点。根据筒壁的高度和周长,我们可以在筒壁上均匀设置多个测温点,以确保温度监测的准确性;为了实时监控底部温度的变化,可以在底部设置一个或几个测温点。对于大体积混凝土,由于体积大,传热速度慢,需要在混凝土表面设置若干个温度测量点,以实时监测温度的变化。

(三) 测温技术

目前常用的测温方法有电阻法、热电偶法和红外线测温法等。随着计算机技术的发展和传感器性能的不断提高,出现了以单片机为核心的智能测温系统和基于网络的无线测温系统。各种温度测量技术都有其优缺点,选择合适的温度测量技术要根据具体状况来定。

(1) 电阻式温度计准确度高、稳定性强,其工作原理是检测导体电阻随温度波动而产生的变化。它的缺点是不能直接用于混凝土浇筑温度的测定。电阻式温度计需在浇筑混凝土前预先埋设,浇筑完成后应及时准确地标定和调整。(2) 利用温差电效应,研制出一种热电偶。它是一种测量范围大、精度高的测量方法,它是在混凝土浇筑之前,把它嵌入预先确定的构件内,再通过补偿导线来传输信号。(3) 红外测温仪基于红外辐射技术,具有快速、非接触的特点,然而,它的性能容易受到周围环境温度和湿度的干扰,因此需要定期进行校准和维护。

四、结语

在进行建筑施工时,对大体积混凝土的温度进行严格控制是极其关键的环节。这种混凝土在施工过程中很容易产生各种质量缺陷,特别是温度裂缝,这对其耐久性和稳定性构成威胁。为了防止这些问题,我们需要从选择优质原材料、确立适宜的温度管理策略、采用合理的浇筑技术,以及执行有效的温度养护等方面入手,以确保大体积混凝土的性能。深入研究大体积混凝土的温度控制技术,对于提升建筑质量具有重要意义。在实际施工中,必须综合考虑混凝土的特性和现场的具体环境,选取最合适的施工技术,并组织科学、高效的施工流程。

参考文献

- [1] 张乃国,王国宇,朱龙飞,等.分布式光纤测温技术在大体积混凝土养护中的应用[J].施工技术(中英文),2023,52(10):46-49+54.
 - [2] 杨林瑾.综合性商业建筑中大体积混凝土工程施工要点分析——以广西南宁龙光世纪大厦项目为例[J].房地产世界,2023,(10):116-118.
 - [3] 陈梅.建筑工程大体积混凝土施工技术要点初探[J].建设科技,2023,(10):101-103.
 - [4] 米婷婷.大体积混凝土水化热分析与温度裂缝控制[J].居舍,2023,(15):38-41.
 - [5] 曹宇伟,马丽军.大体积混凝土施工技术在工程项目的综合应用[J].广东建材,2023,39(05):105-108.
 - [6] 陈灿.大体积混凝土的配合比设计与温度控制策略研究[J].大陆桥视野,2023,(05):131-132.
- 作者简介:孙茂川,1966年4月,男,汉,山东烟台,本科,土木工程专业,现有职称:高级工程师,山东省调水工程运行维护中心福山管理站,研究方向或主要从事工作:建筑节能技术,建材产品研发等。