

浅析土木工程路桥中大体积混凝土结构的施工技术

王松松

安徽省公路桥梁工程有限公司

摘要：混凝土是主要的建筑材料，在土木工程路桥中也会应用到大体积混凝土结构。相较于普通混凝土结构，大体积混凝土结构因自身体积与重量更大，因此更容易产生温度裂缝、荷载裂缝以及收缩裂缝。裂缝的存在会在很大程度上影响混凝土结构的稳定性、承载力以及耐久性等。为保证土木工程路桥工程的整体质量，应结合大体积混凝土结构施工特点，合理选用施工技术，规避裂缝等病害与缺陷。基于此，本文分析了大体积混凝土的特点以及裂缝的类型，并结合土木工程路桥工程对大体积混凝土结构施工技术进行探究。

关键词：大体积混凝土结构；土木工程路桥；施工技术；裂缝类型

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.17.015

引言：随着我国土木工程路桥规模的增大，对大体积混凝土结构的需求应用也更加广泛。大体积混凝土在长度、厚度以及宽度等方面均较大，涉及的浇筑难度也会随之提升，并且大体积混凝土对整体性也有着较高的要求。相较于普通混凝土结构，大体积混凝土发生裂缝等病害的概率更高，因此对施工技术要求更为严苛。在施工中应结合裂缝等病害的成因，选用合理的施工技术，确保大体积混凝土施工质量，为打造高质量的土木工程路桥工程奠定基础。

一、大体积混凝土结构的特点

相较于普通混凝土，大体积混凝土的特点鲜明，首先体积大是其最主要的特点。由于体积较大，所以大体积混凝土的结构更加厚实，也更加复杂，并且大体积混凝土结构还更容易受到外部构件的约束作用，应力收缩以及温差等因素对其影响更大，出现裂缝等病害的概率也更高。其次，大体积混凝土还具有收缩变形大的特点，也是产生裂缝的主要因素。和普通混凝土结构相比，大体积混凝土结构的强度等级更高，这也会给施工带来更大的挑战。最后，大体积混凝土结构的浇筑面积以及浇筑量都大，并且原则上不允许施工缝的存在，需要进行一次性浇筑。浇筑过程中还要严格把控环境温度，如果环境温度高于25摄氏度，则会在很大程度上增加裂缝产生概率。除此之外，近年来大体积混凝土还呈现出配制更加复杂的特点，除了会应用到常规的水、砂、水泥等材料之外，在实际配制过程中还会应用到微珠、膨胀剂、硅灰以及矿粉等材料。这些材料的应用使得大体积混凝土的配制更加复杂，但也因此起到了强化大体积混凝土性能以及控制裂缝等方面的重要作用。

二、大体积混凝土裂缝的类型

裂缝是大体积混凝土常见病害，同时也是长期困扰施工单位的主要因素。裂缝发生概率高，类型多样。在大体积混凝土结构施工过程中需要做好裂缝的分类，并在此基础上总结裂缝的成因与规律，然后再借助相应的施工技术，将裂缝造成的不利影响降到最低。常见的大体积混凝土裂缝主要包括以下几种类型：

（一）荷载裂缝

大体积混凝土结构投入适用后会受到外界荷载作用，进而产生荷载裂缝。在施工过程中，微裂纹以及孔隙是比较常见的初始缺陷，如果不受外界因素的影响，这些初始缺陷通常不会对大体积混凝土结构造成不利影响，但是在外界影响因素作用下，会促使这些初始缺陷进一步发展恶化，进而形成裂缝。尤其在土木工程路桥施工过程中，为保证结构的承载性，往往会应用大跨度以及大截面的混凝土结构，这些结构往往更容易出现裂缝。除此之外，对于现浇大体积混凝土结构而言，结构不仅需要承受自身的荷载，同时还需要承受施工带来的动荷载，在施工中如果过早拆模会导致大体积混凝土结构养护不到位，则更容易出现荷载裂缝。

（二）收缩裂缝

相较于普通混凝土结构，大体积混凝土结构出现收缩裂缝的概率更高。收缩裂缝包括干燥收缩、体积收缩以及塑性收缩等类型。以干燥收缩为例，这种裂缝的成因主要在于水分散发使得混凝土体积缩小，进而形成裂缝。早龄混凝土的含水量较高，浇筑施工完成后，大体积混凝土结构的含水量会逐渐降低，进而发生收缩，在收缩量超过极限拉应力的情况下便会产生裂缝。此外，如果混凝土养护不到位，导致其水分散失过快，收缩量增加，进而产生收缩裂缝。

（三）温差裂缝

受热胀冷缩特性的影响，在温度变化的情况下，大体积混凝土结构的体积以及相关约束结构的体积也会发生变化，进而引发裂缝。水化反应过程中，水泥胶体会散热，引发大体积混凝土结构内部温度升高，而结构外部受降雨或者环境温度降低等因素的影响，温度会随之降低，进一步加大内外温差，引发温差裂缝。

三、大体积混凝土结构施工技术

（一）控制配合比与原材料

大体积混凝土结构施工过程中把控原材料质量以及控制原材料配合比至关重要。对于控制配合比而言，控制水泥用量至关重要，减少水泥用量是规避水化热以及

控制大体积混凝土块体内外温差的重要措施。此外，还要注重控制其绝热升温，以便降低裂缝病害的发生概率，通过这种方式有助于降低养护难度以及养护成本。大体积混凝土配合比应满足以下要求，首先应将水泥用量控制在每立方方230-450千克，并且确保混凝土浇筑过程中的坍落度不高于 160 ± 20 毫米。水也是混凝土的主要材料，因此在配合比设计过程中还要注重控制水的用量，通常情况下应将水的用量控制在每立方米190千克以内。其次，大体积混凝土配制过程中需要结合强度以及耐久性等方面的要求，合理把控矿物掺合料的用量。矿物掺合料的用量通常都以水泥用量为标准，按照水泥用量计算矿物掺合料的掺入量，如应按水泥用量40%控制粉煤灰的用量。除此之外，大体积混凝土的砂率应控制在38%-45%范围内，水胶比应控制在0.55范围内。最后，应借助计算以及试配的方式来确定大体积混凝土最终的配合比。另外，针对泵送混凝土则需要进行泵送试验，确保其配合比符合泵送要求。

对于大体积混凝土材料而言，不同的材料有着不同的要求，以水泥为例，选用的水泥的各项性能指标均应符合国家相关标准要求。大体积混凝土结构施工过程中应尽量选用低热矿渣硅酸盐水泥或者低热硅酸盐水泥等，无论选用哪种水泥，均需要确保其7天的水化热小于每千克270千焦。值得注意的是，在大体积混凝土配制过程中，还要注重把控水泥的温度，确保其入罐温度低于60摄氏度。再以骨料为例，大体积混凝土所选用骨料的各项性能指标均应符合国家相关标准要求。针对粗骨料，应在保证其级配良好的基础上，选用粒径为5-31.5毫米的粗骨料，确保粗骨料的含泥量小于1%。针对非泵送混凝土，其粗骨料的粒径可以适当增大。大体积混凝土结构施工过程中应将中砂作为细骨料，确保细骨料的含泥量小于3%，同时细骨料的细度模数不小于2.3。混凝土配制过程中如果细骨料的含泥量超标，则需要对其进行水洗处理，确保含泥量符合标准的情况下才能用于混凝土配制。除了水泥与骨料之外，矿物掺合料也是大体积混凝土的主要原材料，矿物掺合料发挥着十分重要的作用，不仅能够改善大体积混凝土的强度等方面的性能，而且还能起到控制水化热的重要作用。在大体积混凝土配制过程中应高度重视把控矿物掺合料的质量，确保其满足大体积混凝土施工质量要求。大体积混凝土的配制还涉及减水剂等外加剂的应用，应结合水泥适应性试验等方式确定外加剂的品种以及具体的外加剂掺量。在土木工程桥梁工程中应用的大体积混凝土通常都会对其强度有着较高的要求，为保证大体积混凝土结构的强度符合标准要求，在混凝土配制过程中应适量掺入引气减水剂等外加剂，同时应尽量减少具有膨胀性能的外加剂，以免引发裂缝等病害。

（二）混凝土浇筑技术

对于土木工程路桥中大体积混凝土结构施工而言，浇筑是重要环节。分层连续浇筑与推移式连续浇筑是主要的施工方法，但无论采用哪种方式均应确保施工的连续性，在下一层初凝之前进行上一层的浇筑。因此施工中确定混凝土初凝时间至关重要，关系到混凝土浇筑施工质量和效果。应借助试验的方式来确定其初凝时间，并以此为依据控制层间浇筑时间间隔。如果受其他因素影响，使得分层浇筑时间间隔过长，那么层面需要按照施工缝进行处理。处理过程中首先要将下层混凝土表面的浮浆清除干净，同时还要确保下层混凝土表面不含有松动的石子或者软弱层。在浇筑上层混凝土前，需要保持下层混凝土表面湿润、清洁，但是下层混凝土表面不能存在积水。完成以上工作之后才能浇筑上层混凝土。分层连续浇筑适宜在厚度大、浇筑面积小的大体积混凝土结构施工中应用，而推移式连续浇筑方法则适宜在浇筑厚度小，浇筑面积大的大体积混凝土结构施工中应用。

拌制以及运输等环节都是影响混凝土浇筑连续性的主要因素，应确保拌制效率以及混凝土运力符合施工进度要求。除此之外还要重点关注混凝土出罐温度等，如果外界环境温度相对较高，那么在混凝土拌制过程中应先对骨料等材料进行降温处理。如果土木工程路桥施工能够自备搅拌站，那么应尽量将搅拌站设置在浇筑施工位置附近，减少运输时间和运输成本。如果应用商用混凝土进行浇筑，则需要合理规划混凝土运输路线，并确保运力能够满足混凝土连续浇筑施工的需求，避免因运力不足而导致混凝土浇筑施工中止。相较于普通混凝土，大体积混凝土浇筑更容易出现泌水现象，在施工过程中要及时将其表面泌水清除干净，以免影响大体积混凝土结构的质量。

（三）大体积混凝土振捣技术

在大体积混凝土浇筑过程中应借助插入式振捣器进行同步振捣，在此过程中要合理规划振捣位置，保证插入点均匀。振捣过程中应秉持“快插慢拔”的原则进行施工，并且要适当上下抽动振捣棒，以便保证振捣的均匀性。要结合振捣器的作用深度确定每层浇筑的厚度，通常单层浇筑的厚度应小于振动棒长度的1.25倍。在振捣过程中应尽量做到两层同步振捣，如在上层振捣过程中应将振捣棒插入下层混凝土5厘米左右的深度，实现上下两层的同步振捣。通过这种方式能够消除混凝土层间的接缝。为保证上下两层的同步振捣，应以下层初凝时间为标准合理把控施工进度，在下层初凝之间进行上层浇筑与振捣。除此之外，施工中还要合理把控振捣时长，通常情况下每点的振捣时间应不少于20秒，实际的振捣时间应以具体情况做出适当调整。振捣时间不能过短，同时也不宜过长。振捣完成后要进行压光处理，保证其平整度，同时借助二次压光来规避干裂等病害。

在完成二次压光处理后及时设置保温层进行保温养护。

（四）混凝土养护技术

养护是大体积混凝土结构施工的重要环节，并且该环节对裂缝控制至关重要，需要给予高度的重视，合理运用养护技术，保证大体积混凝土结构施工质量。锯末、塑料薄膜以及草帘等均可作为混凝土的保温覆盖层材料，需要结合温控指标来确定保温覆盖层的厚度，确保保温养护效果。如果在冬季等环境温度较低的情况下施工，可以结合实际需求合理设置挡风保温棚。应结合温度应力来确定具体的保温养护时长，通常情况下，大体积混凝土保温养护时间应大于15天，并且在保温养护完成后要逐层拆除保温覆盖层。在保温养护的同时还要定期洒水，使大体积混凝土结构表面保持湿润状态。大体积混凝土结构浇筑施工后的4-6小时时间内容易出现塑性裂缝，针对这种情况，需要借助二次压光等方式进行处理。

（五）做好裂缝防治

裂缝是大体积混凝土施工的常见病害，同时也是长期以来困扰施工单位的主要因素。裂缝防治应结合不同的裂缝类型采取针对性的防治措施，如针对温差裂缝的防治，需要从设计、温度监测以及养护等方面入手。首先在设计方面应结合季节温度等做好混凝土配合比设计工作，根据日照和气温等因素，做好温度现场测试，并根据测试结果调整配合比。其次，要加强温度监测，温度监测是控制温差裂缝的基础和前提。温差是引发的温差裂缝的主要原因，只有加强温度监测才能掌握具体的温差情况，才能为温差裂缝控制方案的制定提供依据。温度监测不仅要进行环境温度监测，同时还要做好大体积混凝土结构内部温度的监测，并且要合理控制温度监测频率。在混凝土完成浇筑后的7天时间内，要进行全天候的温度监测，7天之后可以适当降低监测频率，每天进行6-8次的温度监测即可。在养护过程中，除了要重点把控温度之外，还要高度关注湿度控制。在养护阶段，可以借助草帘或者帆布等覆盖混凝土，这种养护方式所应用的材料成本低，并且保温效果好，可以有效降低混凝土内外温差；当内部温度较高时，可以采用冷却管水循环降低内部温度，从而平衡内外温差。此外，还可以借助蓄水养护的方式调节温度和湿度。

（六）大体积混凝土结构施工注意事项

在大体积混凝土养护过程中需要做好温度监测工作，实时掌握其内外温差情况，并以此为依据及时调整和完善保温养护措施，确保混凝土内外温差小于25摄氏度。此外，应在大体积混凝土表面温度与大气温度差小于25摄氏度的情况下才能逐层撤除保温层。在温差监控过程中如果发现实际情况与上述指标不符，则需借助调整保温层厚度的方式来控制温差。在养护过程中严禁应

用不均匀或者强制性的降温措施，以免造成大体积混凝土块体的温度不均匀或者温度骤变。大体积混凝土的养护措施还要结合模板形式采取针对性的养护措施。木模板以及钢模板在大体积混凝土结构施工中的应用比较广泛，如果应用木模板，可以直接将其看作是大体积混凝土的保温材料。如果应用钢模板，则需要在模板外部设置保温层。无论应用哪种模板，在拆模之后都需要对大体积混凝土结构进行相应的保温处理。

四、安全文明施工措施

土木工程路桥中大体积混凝土结构施工过程中，不仅要合理应用施工技术，同时还要加强安全文明施工管理，在保证施工质量与效率的同时，提升施工的规范性与安全性。要为施工中应用到的所有机械设备设置漏电保护，避免发生触电事故。在机械设备应用之前需要先进行试运转，确保其各项性能稳定的基础上才能正式投入使用。如果大体积混凝土结构施工涉及夜间施工，则需要合理设置照明设备，不仅要保证照明效果，而且涉及的线路均与进行埋地处理，以免引发安全事故。涉及泵送混凝土，需要将泵管设置在井式架上，并做好泵管的固定工作，避免在泵送混凝土过程中因泵管问题引发安全事故。在混凝土浇筑之前，要做好泵管的清理工作，为后续的泵送混凝土奠定基础。土木工程路桥中的大体积混凝土结构施工会涉及大量的高空作业，在作业高差大于2米的情况下，应要求作业人员系好安全带，保证施工作业的安全性。在架设工作面的过程中，要确保工作面的稳定性。

结束语：土木工程路桥中大体积混凝土结构的施工质量要求高，施工难度大，为保证施工效率和效果，应结合大体积混凝土结构的特点以及常见的裂缝类型，合理选用相关施工技术，从配合比与材料控制、浇筑、振捣、养护等环节入手加强施工管理，确保施工的规范性以及施工技术应用的合理性，规避裂缝等病害，提升土木工程路桥的整体质量。同时还要安全文明施工，在保证施工安全和质量的同时，减小对环境的影响。

参考文献

- [1] 王晓鹏. 大体积混凝土施工技术研究及其应用[J]. 中国住宅设施, 2021, (05): 125-126.
- [2] 赵潘登, 曾小健, 王鹤群, 贺仲景. 土木工程建筑中大体积混凝土结构的施工技术探讨[J]. 中阿科技论坛(中英阿文), 2020(05): 97-98.
- [3] 赵欢, 贞照志. 土木工程建筑中大体积混凝土结构的施工技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(13): 119.
- [4] 廖文有. 关于土木工程建筑中大体积混凝土结构的施工技术应用分析[J]. 建材与装饰, 2019(11): 19-20.