

# 道路桥梁施工大体积混凝土裂缝成因及防治措施

郑文杰

怀化市交通建设质量安全监督站

**摘要:** 为了提高大体积混凝土施工质量, 通过对道路桥梁工程项目研究, 分析桥梁承台大体积混凝土裂缝成因, 并提出具体防治方案, 采取有效的防治措施。结果表明从原材料、配合比设计、温度控制以及混凝土养护多个方面防治裂缝问题, 能够取得良好裂缝防治效果。由此得出, 大体积混凝土裂缝防治方案值得推广和借鉴。

**关键词:** 道路桥梁工程; 承台; 大体积混凝土; 裂缝成因; 防治措施

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.054

在建设工程项目快速发展背景下, 道路桥梁工程项目规模不断扩大, 施工环境越来越复杂, 对施工技术运用提出了高要求。大体积混凝土施工技术具有整体性强、施工便利、质量稳定等优势, 在道路桥梁工程项目建设中应用的较为广泛, 但是由于大体积混凝土用量大, 易出现水化热集中, 引起大体积混凝土裂缝。因此在大体积混凝土施工技术运用过程中, 应将其防治大体积混凝土裂缝问题作为关键点, 对裂缝成因进行深入分析, 采取有效的防治措施, 进而保证大体积混凝土施工质量。

## 一、项目概况

某道路桥梁工程项目, 桥梁工程项目为跨海大桥, 桥梁上部采用预应力混凝土连续箱梁, 主路桥、左辅路、右辅路预应力混凝土连续箱梁规格分别为 $5\text{m} \times 30\text{m}$ 、 $5\text{m} \times 30.8\text{m}$ 、 $5\text{m} \times 29.2\text{m}$ 。本工程位于跨海浅滩区域, 地质为淤泥质土和中砂, 基于地质特点, 采用钢板桩围堰施工, 设计标高+5.5m。承台尺寸为 $15\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m}$ , 承台底部设置混凝土垫层, 厚度为10cm, 采用IV型钢板桩围堰进行承台施工, 针对钢板桩进入基岩深度, 要求控制在4~5.4m范围之内, 围堰顶部支撑形式采用双拼工字钢围檩+ $\phi 245 \times 7\text{mm}$ 钢管对撑形式, 如图1、图2所示。1#墩和4#墩设计承台底部标高相同, 均为-1.5m, 2#墩和3#墩设计承台底部标高

相同, 均为-2.9m。

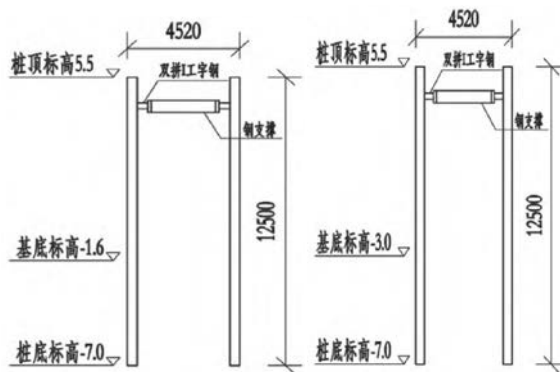


图1: 1#、4#墩

图2: 2#、3#墩

## 二、承台大体积混凝土施工裂缝成因

与其他施工技术相比, 承台施工采用大体积混凝土施工技术, 并且一次性浇筑成型, 能够保证承台的整体性、可塑性, 且造价低。但是受多种因素影响, 大体积砼容易开裂, 导致承台表面出现裂隙、贯穿性裂缝、深度裂缝, 严重影响承台质量<sup>[1]</sup>。对此还需要对承台出现裂缝成因进行分析, 具体表现在以下几个方面:

一是原材料及配合比设计不当。原材料选择不当, 就会引发混凝土裂缝问题, 如选择水泥品种水化热较高、凝结时间较短; 所选砂石料含泥量较大、粒径较小; 外加剂种类添加不适宜; 加水量过大。在大体积混凝土配合比设计, 未提前做好水化热试验, 导致水泥用量超标, 水胶比增大, 易引起水泥水化热, 导致承台大体积混凝土裂缝的出现。

二是混凝土温度控制不当。大体积混凝土本身重量较大, 且施工中要消耗大量水泥, 水泥在混凝土浇筑结束后初期会释放出大量水化热, 引起混凝土温度迅速上升, 但大体积混凝土导热性能不佳, 散热小, 水化热会聚积在混凝土内部, 而混凝土外部散热较快, 表面温度迅速下降, 导致混凝土内部和外部出现较大温差。根据热胀冷缩原理, 混凝土内部膨胀速度快, 并且与混凝土表面形成相互约束, 产生压应力, 而混凝土表面会产生拉应力, 当超过极限抗拉强度时, 混凝土表面便会产生裂缝<sup>[2]</sup>。

三是混凝土施工及养护不当。承台大体积混凝土浇筑时，为了增加混凝土和易性，施工人员未按照配合比设计施工，在混凝土添加过多水量，超过混凝土本身需水量，多余水量（游离水）蒸发引起混凝土收缩裂缝。混凝土振捣时，采用振捣方式不正确，混凝土振捣不充分，引起混凝土出现离析，引起混凝土裂缝开裂。混凝土养护时，未及时进行覆盖养护，使得混凝土表面水分蒸发过快，引起混凝土表面发生开裂。

### 三、承台大体积混凝土防治方案

针对承台大体积混凝土裂缝成因分析，承台施工时，还需要采取有效的预防措施，控制大体积混凝土内外温差，防止裂缝出现。具体措施如下：一是选择品质良好原材料，优化配合比设计；二是采取适宜温度控制方式，控制混凝土浇筑温度；三是加强混凝土施工和养护。本项目位于跨海浅滩保护区，大体积混凝土施工受海洋环境影响较大，对此根据《大体积混凝土施工标准》（GB50496-2018），结合海洋环境特点，确定大体积混凝土性能以及温度控制要求，具体如表1所示。

表1 大体积混凝土性能以及温度控制要求<sup>[3]</sup>

项目	数值
入模温度	≤25℃
浇筑温度	≧28℃
混凝土内部温度	≤65℃
混凝土内外温差	≤25℃
入模坍落度	180-220mm
扩展度	550mm
泌水率	0%
混凝土降温速率	≤2℃/d
最大水化热温升	35℃

### 四、承台大体积混凝土防治措施

#### （一）原材料选择及配合比设计

在原材料选择及配合比设计时，需要遵循两项原则，一是降低水化热原则，二是控制温升原则。混凝土原材料选用时，适宜的水泥品种至关重要，应禁止使用新出厂水泥，本工程选择的是矿渣硅酸盐水泥，该水泥品种具有水化热低、含碱量偏低特点。在使用水泥时，需要严格控制温度，一般要求不超过60℃。选择混凝土掺合料时，选择组合均匀、性能稳定的矿物掺合料，考虑本工程受海洋环境影响较大，因此选择的是60%高炉矿渣粉、40%粉煤灰，水胶比≤0.04，高炉矿渣粉技术指标应满足要求（如表2所示）。与此同时还应采取适

其他外加剂，为了增加混凝土流动性，本工程所采用的外加剂包括缓凝剂、聚羧酸类高效减水剂。混凝土配合比设计设计时，合理选择粗集料、粒料，优化其级配组合，在保证混凝土强度的前提下，尽可能减少水泥使用量，降低水化热。做好混凝土试配试验，根据试配的结果，确定最佳的水胶比和最佳用水量。

表2 高炉矿渣粉技术指标<sup>[4]</sup>

项目 S75	级别			
	S95	S105		
密度	不小于2.8g/cm <sup>3</sup>			
比表面积	不小于350g/cm <sup>3</sup>			
流动度比	95%	90%	85%	
活性指数	7d	不小于55%	不小于75%	不小于95%
	28d	不小于75%	不小于95%	不小于105%
含水量	不大于1.0%			
氯离子	不大于0.02%			
三氧化硫	不大于4.0%			
烧失量	不大于3.0%			

#### （二）混凝土浇筑温度控制

原材料温度对混凝土出厂和浇筑温度具有直接影响，因此混凝土浇筑前，需要做好原材料以及外部环境温度控制，确保混凝土出厂和浇筑温度控制在适宜范围之内。本工程承台施工处于8-10月份，气温较高，因此为了控制混凝土原材料温度，应采取以下几方面措施：为粗细骨料搭设顶棚，避免粗细骨料暴晒，必要时可以喷淋降温；在混凝土拌和时，可以加入冰块，控制混凝土拌和温度；混凝土运输时，用帆布覆盖在运输罐车外围，必要时向水泥罐外喷水，达到降低水泥温度目的。混凝土浇筑时，尽可能选择低温环境下浇筑，并且通过安装冷却水管，达到降低混凝土中心温度目的。本工程采用Φ32×2.0mm 钢管制作冷却水管，用橡胶软管连接，之后用铁丝绑扎牢固，在承台钢筋骨架安装完成后，设置冷却水管，共计2层。混凝土浇筑前，要检查冷却水管是否完好无损，连接是否牢固，浇筑混凝土时，应避免直接朝着冷却水管浇筑，防止冷却水管损坏、脱落。当完成混凝土浇筑时，通过控制水阀，按照0.6m/s以上流速进行通水，冷却水进水温度控制在5℃，冷却水循环后混凝土内部和表面温差可控制在要求内，此时可停止循环冷却水，混凝土养护结束后，针对冷却管孔，采用压浆机进行孔道压浆<sup>[5]</sup>。

#### （三）混凝土均匀质施工

为了防止承台施工出现混凝土裂缝问题,混凝土浇筑前,需要对垫层进行清理,清理干净后洒水湿润,并且要检查钢筋模板预埋件的质量,符合要求后,再进行混凝土浇筑。浇筑时,可以通过溜槽、串通等辅助混凝土入模,采取逐段分层混凝土浇筑方式,每层混凝土摊铺厚度控制在300~500mm之间,为了避免施工冷缝的出现,上一层混凝土要在下一层混凝土初凝前浇筑完成,控制好上下两层混凝土浇筑的间歇时间。在每台泵车出灰口配置1-2台振捣器,采用插入式振捣器进行混凝土振捣,控制振捣棒插入下层混凝土的深度,应控制在5~10cm范围之内。振捣时,遵循快插慢拔的原则,要做到充分振捣,避免过振或者漏振问题的出现,每次振捣时间要达到规定要求,控制在10~20s较为适宜,振捣至混凝土表面不再出现浮浆、气泡为止,确保混凝土达到要求的密实度。混凝土浇筑时,应保证混凝土的及时供应,为混凝土一次性连续浇筑提供保证。混凝土浇筑注意避免碰触钢筋、模板以及其他预埋件,一旦发生变形或者位移,应及时的进行处理。混凝土浇筑过程中,还需要注意对泌水的处理,这就需要施工人员边浇筑,边观察泌水情况,一旦出现泌水问题,应通过小水泵、大铁勺等处理泌水,保证混凝土施工质量。

#### (四) 混凝土养护控制

混凝土施工结束后,应及时进行养护,以此增强混凝土早期强度和抗裂性能,尤其是本工程承台施工受海风及温度影响较大,承台表面水分蒸发更快,容易引发混凝土收缩裂缝。因此还需要根据气候天气条件、水灰比以及混凝土材料,采取持续的、适宜的保湿养护措施。承台混凝土初凝后,应将土工布及时的覆盖在承台表面上,并且在混凝土表面洒水湿润使得承台表面获得良好流出的水,直接浇于砼表面,使承台混凝土表面始终处于湿润状态。如果天气温度过高,可适当增加浇水次数,使得混凝土表面充分湿润。大体积混凝土养护天数一般不少于28d,以此保证大体积混凝土施工强度。测温工作对混凝土质量具有直接影响,因此养护期间,要及时的要做好测温工作,本工程对大体积混凝土温度控制的比较严格,完成混凝土浇筑后,可以采用电子测温仪、水银温度计,对混凝土表面进行测温,并记录数值。并且通过混凝土内部安装的测温管测定混凝土中心温度,获取混凝土内部温度数值,混凝土浇筑完成后

的1~3天需每隔2小时测定一次数值,当出现温度峰值后,继续测定数据,共测定4组数据,对比混凝土内外温差,如符合要求,则可以终止测温,不符合要求,需要通过冷却循环水降温,使得混凝土内外温差适宜<sup>[6]</sup>。根据本工程要求,对混凝土的测温时间不小于15d,如果测温时间过短,无法保证测绘结果的准确,也难以绘制混凝土温度变化曲线,容易对后续施工产生不利影响。

#### 总结

通过上述内容可以了解到,在公路桥梁工程建设过程中,大体积混凝土结构越来越多,并且这对整个公路桥梁工程施工质量具有直接影响。大体积混凝土具有整体性好、可塑性强等特点,但是大体积混凝土由于其本身体积大等原因,在施工中容易出现裂缝问题,严重影响工程施工质量。在承台工程施工过程中,引起大体积混凝土裂缝的主要原因包括原材料选择和设计、混凝土温度控制以及混凝土施工和养护等,这就要求设计人员合理选择原材料,做好配合比设计,施工人员严格遵循设计要求,合理的科学的进行大体积混凝土施工,做好温度控制和养护施工,避免大体积混凝土施工出现裂缝问题,进而保证承台施工质量。

#### 参考文献

- [1]田涛.大体积混凝土裂缝的危害、成因及控制措施探讨[J].科技视界,2022(33):172-174.
- [2]林少伟.桥梁施工中裂缝产生原因和预防处理措施[J].黑龙江交通科技,2022,45(11):78-80.
- [3]郑玉才.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防对策[J].城市建设理论研究(电子版),2022(30):103-105.
- [4]张宇,王丽,屈恩相,张学元.混凝土结构裂缝的成因及修复研究[J].建材发展导向,2022,20(20):9-12.
- [5]雷润生.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防措施[J].住宅与房地产,2021(34):224-225.
- [6]张庆.桥梁大体积混凝土裂缝原因及控制措施分析[J].大众标准化,2021(21):77-79.

作者简介:郑文杰(1988-),男,苗族,湖南怀化人,工程师,本科,研究方向:交通工程道路与桥梁。