

水利工程混凝土施工质量通病及防治对策

张正辉¹ 冯 洋² 张籍尹¹

1. 山东恒林泰水利工程有限公司 山东 枣庄 277200

2. 山东润鲁工程咨询集团有限公司 山东 济南 250109

摘 要: 本论文主要对水利工程中混凝土施工过程中存在的质量通病进行了深入分析。在混凝土蜂窝、麻面、孔洞质量问题的危害性阐述基础上,对质量问题的表现形式及形成原因进行了深入探讨,提出了相应的防治对策,以确保水利工程混凝土结构的质量安全与耐久性,为水利工程的顺利建设提供有效的参考。

关键词: 水利工程;混凝土施工;质量通病;原因分析;防治对策

引言

水利工程在防洪、灌溉、供水、发电等方面发挥着不可替代的作用。其工程质量直接关系到人民群众的生命财产安全以及水资源的有效利用。混凝土是水利工程中最为常用的建筑材料之一,具有强度高、可塑性强等特点。然而,在实际施工过程中,混凝土施工质量往往容易出现质量问题,影响整个工程的安全性和使用寿命,研究质量问题形成原因及防治对策,对提高混凝土施工质量乃至延长工程寿命具有现实意义。

1 水利工程混凝土施工通病的危害性分析

在水利工程中,混凝土施工质量至关重要,而蜂窝、麻面和孔洞这些通病会带来诸多严重危害。

1.1 蜂窝的危害

蜂窝表现为混凝土局部酥松,砂浆少、石子多,石子之间形成空隙类似蜂窝状。从结构强度方面来看,蜂窝处的混凝土缺乏足够的骨料间胶结作用,导致该部位承载能力大幅下降。对于承受压力的水利建筑物,如大坝,在水压等荷载作用下,蜂窝区域容易成为薄弱环节,可能引发结构变形甚至破坏,影响整个工程的安全性。从耐久性角度出发,蜂窝内部易积水,加速钢筋锈蚀,降低混凝土的抗渗性能,使外界有害物质更容易侵入混凝土内部,缩短水利工程的使用寿命。

1.2 麻面的危害

麻面是混凝土表面局部缺浆粗糙,有许多小凹坑但无钢筋外露的情况。麻面的存在破坏了混凝土表面的平整度和光洁度,不仅影响外观质量,更重要的是它降低了混凝土表面的密实性。在水利工程中,许多部位需要良好的抗冲刷能力,麻面会削弱这种能力。例如渠道衬砌或溢洪道等部位,水流动时,麻面处容易产生涡流,加剧对混凝土表面的侵蚀,随着时间推移,可能会进一步发展成更严重的缺陷,威胁工程安全^[1]。

1.3 孔洞的危害

孔洞是指混凝土结构内存在的空腔,其危害更为严重。孔洞直接破坏了混凝土结构的整体性,极大地削弱了结构的承载力。在受拉或受弯构件中,孔洞可能导致应力集中,使得构件在未达到设计荷载之前就可能出现裂缝并迅速扩展,进而引发构件断裂失效。对于挡水建筑物而言,孔洞就像隐藏的“漏洞”,一旦遇到洪水等极端情况,水可能通过孔洞渗透到建筑物内部,造成内部结构损坏,甚至引起整个建筑物的失稳,给水利工程带来灾难性的后果。

2 混凝土施工蜂窝现象的表现形式及形成原因分析

2.1 表现形式

(1) 外观特征。在水利工程混凝土结构表面,蜂窝表现为局部或大面积的松散颗粒状结构。这些区域的混凝土骨料裸露,粗骨料之间缺乏足够的水泥砂浆填充,呈现出类似蜂巢的孔洞形状。从外观上看,蜂窝处颜色往往较深,与正常混凝土表面有明显区别。蜂窝大小不一,小的可能只有几厘米见方,大的蜂窝甚至会贯穿整个构件的厚度。在一些严重的蜂窝部位,用手触摸可以明显感觉到粗糙不平,不像正常混凝土那样平整光滑。

(2) 深度与范围。浅层蜂窝通常只出现在混凝土表面几毫米到十几毫米的范围内,对结构的整体性影响相对较小。而深层蜂窝则可能深入混凝土内部几厘米甚至更多,这种情况下会削弱混凝土结构的承载能力、抗渗性和耐久性。例如,在水工隧洞衬砌混凝土中,如果出现深层蜂窝,可能会导致水流渗漏,影响隧洞的安全运行。

2.2 形成原因分析

(1) 材料方面。混凝土配合比不当是引发蜂窝的一个重要因素。如果拌制混凝土时,水泥用量不足,那么水泥砂浆就无法充分包裹和填充骨料之间的空隙。当砂石比例失调,比如砂子过少或者石子过多时,也会造

成混凝土混合料过于干硬或者骨料堆积,使浇筑后的混凝土容易形成蜂窝。骨料级配不合理同样会导致蜂窝现象。若骨料中缺少某一粒径范围的颗粒,会使混凝土混合料的流动性变差,在振捣过程中难以均匀分布,从而在模板内留下空隙,最终形成蜂窝。

(2) 施工操作方面。浇筑过程中的分层不当容易产生蜂窝。水利工程混凝土浇筑量大,如果一次浇筑高度过高,超过了规定的分层厚度(一般为30-50cm),下部的混凝土就会被上部混凝土挤压,使得空气和水分无法顺利排出,在模板内形成蜂窝。振捣不到位是另一个主要原因。振捣时间过短,不能使混凝土内的气泡和水分充分排出,混凝土内部未能密实;而振捣时间过长又会造成混凝土离析,骨料下沉,砂浆上浮,这些都会导致蜂窝的产生。另外,在振捣过程中,如果振捣棒没有垂直插入混凝土内部,或者振捣间距过大,也会使混凝土振捣不均匀,出现蜂窝。

3 混凝土施工麻面现象的表现形式及形成原因分析

3.1 表现形式

混凝土麻面是指混凝土表面局部出现许多小凹坑,但没有钢筋外露的情况。从外观上看,这些凹坑大小不一、分布不均,就像皮肤上长满了麻子一样,使得混凝土表面粗糙且缺乏平整度。在一些较为严重的麻面区域,用手触摸能明显感觉到凹凸不平,而且在视觉上与正常混凝土表面存在明显的色差,在光线的照射下更为明显。这种麻面现象可能出现在混凝土结构的各个部位,如墙面、柱面等垂直构件以及梁底、板底等水平构件。

3.2 形成原因分析

(1) 模板方面。如果模板本身没有经过良好的打磨处理或者使用了多次后磨损严重,其表面存在毛刺、不平整之处。当混凝土浇筑到这样的模板内时,模板与混凝土接触面就难以保证光滑,在拆模后就会导致混凝土表面出现麻面。在安装模板前,如果模板表面残留有锯末、铁锈、灰尘等杂物,这些杂物会阻碍混凝土与模板之间的紧密接触。当混凝土凝结硬化后,这些地方就容易形成小凹坑,从而产生麻面。模板在使用前如果没有充分湿润,混凝土中的水分会被干模板大量吸收,使得混凝土表面失水较快,水泥浆不能很好地填充模板与混凝土之间的空隙,进而形成麻面。而如果模板过于潮湿,多余的水分会在混凝土浇筑时渗出并积聚在混凝土表面,也会破坏混凝土表面的均匀性,造成麻面。

(2) 混凝土方面。当混凝土中水泥用量过少时,混凝土的和易性较差,骨料之间的粘结力不足。振捣过程中,水泥浆无法充分包裹骨料并填满模板表面的小孔

隙,导致麻面现象。另外,如果水灰比过大,混凝土泌水严重,在模板表面会形成一层含有较多水分和杂质的薄膜,影响混凝土表面质量,产生麻面。在搅拌混凝土的过程中,如果搅拌时间过短或者搅拌设备故障等原因,使得混凝土内的各种材料混合不均匀。例如,水泥和砂石没有充分融合,部分区域水泥浆缺失,在振捣成型后,这些区域的混凝土表面就容易出现麻面^[2]。

(3) 施工操作方面。振捣是混凝土施工中的关键环节。如果振捣不足,混凝土内部的气泡和空隙不能完全排出,模板表面附近就会残留较多的气泡和空隙,硬化后的混凝土表面就会形成麻面。而过度振捣又会使混凝土离析,粗骨料下沉,水泥浆上浮,在模板表面聚集形成薄弱层,同样会造成麻面。混凝土浇筑完成后,如果养护工作不到位,如养护时间过短、洒水量不够或者养护方法错误等。在早期养护阶段,混凝土表面水分蒸发过快,水泥水化反应不充分,导致混凝土表面强度低、质地疏松,从而出现麻面现象。

4 混凝土施工孔洞现象的表现形式及形成原因分析

4.1 表现形式

(1) 孔洞大小与分布。在水利工程混凝土结构中,孔洞的大小不一。小的孔洞可能只有几厘米直径,大的孔洞甚至能达到几十厘米以上。这些孔洞在混凝土构件上呈现随机分布的状态,有的集中在某个局部区域,如模板拼接处附近;有的则分散在整个混凝土浇筑体内部。

(2) 深度差异。孔洞的深度也有很大差别。浅层孔洞仅存在于混凝土表面以下较浅的位置,从外部观察可以看到明显的凹陷或空洞痕迹,用手触摸能感受到明显的不平整。深层孔洞则深入到混凝土内部,其顶部与表面有一定的距离,严重时会影响混凝土结构的整体性和受力性能。

(3) 形状特征。孔洞形状各异,有规则的圆形、椭圆形,更多的是不规则形状。一些孔洞的边缘较为光滑,可能是由于混凝土中的气体聚集形成;而有些孔洞边缘粗糙,周围伴有松散的石子和少量水泥浆,这是材料填充不良造成的。

4.2 形成原因分析

(1) 振捣问题。振捣不足是导致混凝土孔洞的重要原因之一。在水利工程混凝土施工过程中,如果振捣棒插入间距过大或者振捣时间过短,就不能有效地排除混凝土中的气泡和泌水通道。例如,在一些边角部位,振捣棒难以到达,使得该处混凝土中的空气无法排出,最终形成孔洞。同时,当振捣力量不够时,混凝土内的骨料不能充分沉降,也会留下孔隙逐渐发展成孔洞。

(2) 材料供应与下料方式。材料供应不及时会导致混凝土浇筑过程出现停顿。在水利工程施工现场,如果混凝土搅拌站供料中断,混凝土运输车辆调配不合理等情况发生,正在浇筑的混凝土就会产生冷缝。此时再继续浇筑新的混凝土,新旧混凝土之间容易产生孔洞^[3]。另外,下料高度过高,混凝土从高处倾落时会受到冲击,造成离析现象,粗骨料与水泥浆分离,部分位置缺乏足够的水泥浆填充,从而形成孔洞。

(3) 模板与钢筋的影响。模板存在缝隙或者孔洞,当混凝土浇筑时,水泥浆会从这些地方漏出,使局部混凝土缺少水泥浆而形成孔洞。而且,钢筋密集区域会阻碍混凝土的流动。在水利工程中,为了满足结构受力要求,往往存在大量密集布置的钢筋,在这些地方混凝土不易流入,即使流入也可能因为振捣困难而出现孔洞。

5 针对蜂窝现象的防治对策

5.1 材料控制方面

(1) 严格选材。对于水泥,应选择质量稳定、强度等级符合工程要求的产品。进场时要进行严格的检验,包括水泥的安定性、细度等指标检测。在储存过程中,要注意防潮、防水,避免受潮结块影响混凝土性能。骨料的选择至关重要。粗骨料应选用质地坚硬、级配良好的碎石或卵石,严格控制其含泥量和针片状颗粒含量。含泥量过高会包裹在骨料表面,阻碍水泥浆与骨料的粘结;针片状颗粒过多会影响混凝土的密实性。细骨料宜采用中砂,其细度模数应在合理范围内,并且也要严格控制含泥量。

(2) 精确计量。在混凝土配合比设计确定后,必须严格按照配合比准确称量各种原材料。可以采用自动计量装置,减少人为误差。对于水灰比的控制更是关键,过大的水灰比容易导致混凝土离析,进而产生蜂窝现象。因此,在搅拌过程中要实时监测加水量,根据环境湿度等因素适当调整。

5.2 施工过程控制

(1) 振捣工艺。首先,插入式振捣器的使用要规范操作。插入间距应根据振捣棒的作用半径确定,一般为振捣棒作用半径的1.5倍左右。振捣时间要合适,过短会使混凝土内部气泡无法完全排出,过长则可能引起混凝土离析。在振捣时,要做到快插慢拔,确保混凝土振捣密实。同时,要注意振捣棒不能碰撞模板、钢筋等,以免造成漏振。其次,表面振动器适用于大面积的混凝土振捣,如楼板等。使用时要保证其均匀移动,使混凝土表面平整、密实。在角落等不易振捣的位置,可辅助使用小型振捣设备,确保混凝土整体质量。

(2) 分层浇筑。对于较厚的混凝土结构,应采用分层浇筑的方法。每层厚度应根据振捣设备的能力确定,一般不超过30-50cm。分层浇筑时,上下层混凝土的浇筑间隔时间不能过长,要保证下层混凝土初凝前完成上层混凝土的浇筑并振捣完毕,这样能避免形成施工冷缝,也有利于提高混凝土的整体密实性,防止蜂窝现象的发生^[4]。

5.3 模板与养护管理

(1) 模板处理。模板安装前要清理干净表面杂物,涂抹脱模剂要均匀。模板拼接处要严密,防止漏浆。对于模板的刚度和稳定性也要有足够的保证,在浇筑混凝土过程中不会发生变形或位移。

(2) 养护工作。混凝土浇筑完成后应及时进行养护。在自然养护条件下,要及时覆盖保湿材料,如麻袋、塑料薄膜等。养护时间要足够长,根据混凝土的强度增长情况而定。在养护期间,要保持混凝土表面湿润,防止因失水过快而影响混凝土的硬化质量,从而避免出现蜂窝等质量问题。

6 针对麻面现象的防治对策

6.1 材料选择方面

(1) 水泥。在水利工程混凝土施工中,应严格把控水泥的质量。优先选用质量稳定、强度等级合适的水泥。对于不同来源的水泥,要进行充分的试验对比。确保水泥的安定性良好,避免因水泥质量问题导致麻面现象。同时,根据工程环境条件,如水下部位可选用抗侵蚀性能好的水泥品种,以增强混凝土表面的致密性。

(2) 骨料。精心挑选骨料。对粗骨料,要求级配合理、颗粒形状良好且质地坚硬。细骨料应采用洁净、级配良好的天然砂或机制砂,控制砂中的含泥量和泥块含量在规定范围内。在采购时,对每一批次的骨料都进行严格的检验,防止不合格骨料混入施工现场。

6.2 模板工程方面

(1) 模板选材与制作。选用刚度足够、拼缝严密的模板。对于木模板,使用前要进行浸泡处理,使其吸水饱和,减少浇筑过程中的变形。钢模板则要保证其平整度和平整光洁的表面,在加工制作过程中,按照设计要求精确加工,确保各部件尺寸准确,连接牢固。

(2) 模板清理与涂刷脱模剂。浇筑混凝土之前,彻底清理模板表面的杂物、污渍等。然后均匀涂刷一层有效的脱模剂,脱模剂应具有良好的隔离性能,不会与混凝土发生不良反应。涂抹时要薄而均匀,避免堆积或漏涂现象。

6.3 混凝土浇筑环节

(1) 振捣操作。合理安排振捣棒的插入间距和振捣

时间。振捣时,振捣棒要做到快插慢拔,确保混凝土内部气泡能够充分排出。在模板边缘、角落等部位要特别注意振捣到位,避免出现漏振或过振的情况。对于钢筋密集区,可采用小直径振捣棒辅助振捣。

(2) 分层浇筑。若混凝土厚度较大,要进行分层浇筑。分层厚度应根据振捣设备的能力确定,一般不超过30cm。上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕,以保证混凝土的整体性,防止上下层混凝土之间产生薄弱界面,进而影响混凝土表面质量,预防麻面现象的发生^[2]。

7 针对孔洞现象的防治对策

7.1 原材料选择与管理

(1) 骨料方面。精心挑选骨料,严格控制其粒径、级配和含泥量。对于粗骨料,要保证其最大粒径符合设计要求,并且具有良好的级配。例如,在泵送混凝土时,粗骨料的最大粒径应根据输送管道直径合理确定,一般不超过管径的1/3。含泥量过高的骨料会影响混凝土的和易性,增加孔洞产生的风险,所以要确保骨料含泥量不超过规范规定的限值。

(2) 水泥与外加剂。选用质量稳定的水泥,避免使用过期或受潮结块的水泥。水泥的强度等级、凝结时间等指标应满足工程需求。对于外加剂,要根据混凝土的性能要求合理选择减水剂、引气剂等。例如,适量的引气剂可以改善混凝土的和易性,但过量使用会导致混凝土内部气泡过多,可能形成孔洞。外加剂必须经过严格的试验验证其与水泥和其他材料的相容性后才能使用。

7.2 混凝土配合比设计

(1) 优化配合比参数。通过大量的试配试验,确定合理的水胶比、砂率等参数。较低的水胶比有助于提高混凝土的密实度,减少孔洞的产生。合适的砂率可以使混凝土具有良好的和易性,在振捣过程中能够充分填充模板内的各个角落。例如,在某些水利工程中,通过对不同配合比的混凝土进行浇筑和检测发现,当砂率为40%左右时,混凝土的孔洞缺陷明显减少。

(2) 考虑特殊环境因素。对于水利工程,要考虑水下混凝土施工等特殊环境。如果是在水中浇筑混凝土,需要调整配合比以适应水的浮力等因素的影响。通常会增加混凝土的坍落度损失补偿措施,如添加适量的增稠剂等,确保混凝土在水下浇筑时能够正常成型,防止因坍落度过大而造成离析,从而避免孔洞的产生。

7.3 施工过程控制

(1) 模板工程。模板安装要牢固、平整、严密。模板拼缝处要采取有效的密封措施,如使用橡胶条等密封材料,防止混凝土浇筑过程中漏浆形成孔洞。同时,模

板的支撑系统要足够稳定,能够承受混凝土的侧压力。在拆模时,要遵循规定的拆模时间,过早拆模可能导致混凝土未完全硬化而形成孔洞。

(2) 混凝土浇筑。浇筑混凝土时要分层浇筑,每层厚度应根据振捣设备的能力确定,一般不超过500mm。采用正确的浇筑顺序,从低处向高处浇筑,避免混凝土堆积过高,造成底层混凝土无法充分振捣。对于边角等不易振捣的部位,要提前制定专门的浇筑方案,如使用小型振捣工具进行辅助振捣。

(3) 振捣操作。正确的振捣是防止孔洞的关键环节。振捣棒要垂直插入混凝土中,快插慢拔,每次振捣的时间以混凝土表面呈现浮浆、不再有显著沉降和气泡逸出为宜。振捣间距要均匀,避免漏振或过振。对于大面积的混凝土浇筑,要设置振捣责任区,确保每个区域的混凝土都得到充分振捣。在振捣过程中,振捣棒不能碰撞钢筋、预埋件等,以免造成移位,影响混凝土的浇筑质量。

7.4 加强质量检验与验收

(1) 过程检查。在混凝土施工过程中,安排专人负责质量检查。对混凝土的坍落度、和易性等进行实时检测,发现问题及时调整。同时,对模板安装、钢筋绑扎等情况进行检查,确保各项准备工作符合要求。

(2) 成品验收。混凝土浇筑完成后,按照相关规范和标准对混凝土结构进行验收。采用超声波检测、回弹法等无损检测技术对混凝土内部是否存在孔洞等缺陷进行检测。对于发现有孔洞等质量问题的部位,要及时进行修补处理,确保水利工程混凝土结构的质量安全。

8 结语

水利工程混凝土施工质量直接影响到工程的安全性、耐久性和使用功能。通过对混凝土施工质量通病的深入分析,我们找到了这些问题产生的主要原因,并提出了相应的防治对策。在实际施工过程中,施工人员要严格执行相关的技术规范和标准,加强对施工过程的管理和监督,确保混凝土施工质量达到预期目标,为水利工程的高质量建设奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 郝利宁,李宁,郝庆军.水利工程混凝土施工质量通病与控制[J].农业与技术,2014,34(02):49.
- [2] 何德荣.水利工程中混凝土施工管理及其质量控制[J].大众标准化,2021,(14):16-18.
- [3] 范伟,孙丽梅.水利工程混凝土施工质量通病及处理策略[J].建材与装饰,2016,(32):274-275.
- [4] 吴昊.小议水利工程混凝土施工质量通病用处理[J].中国建筑金属结构,2013,(04):107.