

港航工程水下混凝土技术浅析

郭洪亮

长航检测科技(武汉)有限公司 湖北 武汉 430040

摘要: 港航工程水下混凝土技术,作为提升工程稳定性和耐久性的关键手段,面临复杂水下环境的挑战。技术方法涵盖垂直导管法、泵压法及掺加絮凝剂法等,各具优势。施工中需应对钢筋笼上浮、混凝土质量控制、施工安全与环保及水下作业环境适应性等难题。通过优化配合比设计、选用高质量材料、精细施工工艺及采取针对性措施,确保施工质量和效率,同时兼顾环境保护,为港航工程水下混凝土施工的可持续发展奠定基础。

关键词: 港航工程;水下混凝土技术;措施

引言

港航工程作为水上交通的重要基础设施,其稳定性和耐久性至关重要。水下混凝土技术作为港航工程建设的核心环节,直接关乎工程质量和安全。然而,水下环境的复杂性为施工带来了诸多挑战。因此,深入探讨水下混凝土技术的特点、方法及应用,分析施工中面临的主要问题及应对措施,对于提升港航工程质量、保障水上交通安全具有重要意义。

1 水下混凝土技术概述

在港航工程领域,水下混凝土技术是一项至关重要的施工手段,它直接关系到工程的稳定性和耐久性。这一技术主要应用于水下基础处理、水下结构物的建造与修复等方面,对于提升港航工程的整体性能具有不可忽视的作用。水下混凝土施工面临的首要挑战在于水下环境的复杂性。由于水流冲刷、水压变化以及水下能见度低等因素,使得水下混凝土施工难度显著增加。因此,水下混凝土技术必须具备良好的抗分散性、自密实性和高工作性能,以适应水下环境的特殊要求。为了满足这些要求,水下混凝土在配合比设计、材料选用以及施工工艺方面均有着独特之处。在配合比设计上,水下混凝土通常采用高坍落度、低气泡含量的混凝土拌合物,以确保其在水下能够保持良好的流动性和稳定性;通过添加适量的外加剂,如絮凝剂、缓凝剂等,提升混凝土的抗分散性和自密实性。在材料选用上,水下混凝土注重原材料的质量和稳定性^[1]。水泥、骨料等关键材料需经过严格筛选和检测,确保其符合相关标准和要求。对于特殊环境下的水下混凝土施工,还需考虑采用高性能混凝土或特殊掺合料,以增强混凝土的耐久性和适应性。施工工艺方面,水下混凝土施工通常采用导管法、泵送法等方法进行。这些方法各具特点,适用于不同的水下施工环境和条件。在施工过程中,需严格控制施工质量,确保混

土的均匀性、密实性和强度等指标达到设计要求。

2 水下混凝土施工技术方案

2.1 垂直导管法

在港航工程水下混凝土施工领域,垂直导管法凭借其独特优势成为应用极为广泛的技术手段。该方法主要借助密封性极佳的金属导管来实现高坍落度混凝土的水下灌注作业。金属导管的选择至关重要,其管径需依据工程实际情况合理确定,确保既能满足混凝土的输送需求,又能保证灌注过程的稳定性。在进行初次灌注时,会在导管内预先放置软球。这一设计的关键作用在于,当混凝土开始灌注时,凭借自身良好的流动性,混凝土能够顺利将软球顶出导管。软球被顶出后,混凝土会在水底向四周均匀摊开,从而为后续的灌注作业奠定基础。在整个灌注过程中,导管下脚端的位置控制是保证施工质量的核心要点。必须确保导管下脚端始终埋置于新灌注的混凝土表面之下,这一操作能够有效防止混凝土在灌注过程中遭受水流的冲刷。如果导管下脚端暴露在水流中,水流极易对混凝土造成冲刷,导致混凝土离析、骨料与水泥浆分离等问题,严重影响混凝土的整体质量和结构强度。垂直导管法之所以备受青睐,是因为其具备明显优点。从设备角度来看,该方法所使用的设备相对简单,不需要复杂的机械装置,这降低了施工成本,还便于操作和维护。在灌注速度方面,垂直导管法能实现高效灌注,大大缩短了施工时间,提高了施工效率。

2.2 泵压法

在港航工程水下混凝土施工中,泵压法作为一种高效、连续的浇灌技术,扮演着重要角色。(1) 泵压法依赖于混凝土输送泵这一核心设备,它能将预先拌和均匀的混凝土,通过管道系统一次性完成长距离的输送与精确浇灌。这一特性使得泵压法特别适用于那些需要高强度、连续灌注的工程项目,如大型港口的桩基施工、水

下隧道的填充等。(2) 泵压法对混凝土的工作度和强度有着严格的要求。为了确保混凝土在泵送过程中不发生离析、堵塞管道,必须精心调配混凝土的配合比,使其具备良好的流动性和稳定性;混凝土的强度也应满足设计要求,以确保水下结构的承载力和耐久性。(3) 泵压法的应用还受到水深和搅拌能力的限制。一般来说,泵压法适用于水深不超过15m的水域环境,过深的水域会增加泵送难度和成本。泵压法还需要配备专门的输送设备和较大的搅拌站,以满足连续施工的需求。因此,在采用泵压法进行水下混凝土施工时,应充分考虑工程的具体条件和要求,确保施工方案的可行性和经济性。(4) 在实际施工过程中,泵压法还需要配合先进的监控技术,以实时调整泵送参数,确保混凝土的均匀性和质量。通过使用传感器和计算机控制系统,可以精确控制混凝土的输送速度、压力和流量,避免施工过程中可能出现的问题,施工团队应具备丰富的经验和知识,以应对各种突发情况,确保施工顺利进行。(5) 泵压法的另一个优势在于其环保性能。由于该方法减少混凝土的浪费和粉尘污染,因此在环保要求日益严格的今天,泵压法成为许多工程项目的首选。通过合理规划和管理,泵压法提高了施工效率,还为可持续发展做出了贡献^[2]。

2.3 掺加絮凝剂法

在港航工程水下混凝土施工技术体系里,掺加絮凝剂法具有独特的应用价值。这种方法通过在混凝土中添加专用外加剂——絮凝剂,实现了混凝土性能的特殊转变。絮凝剂能够显著改变混凝土的内部结构和性能,使其在水下短距离自由下落的过程中,具备强大的抵抗水冲刷的能力。与此同时,该混凝土无需振捣就能实现自流平、自密实,极大地简化了施工流程。传统施工中,振捣环节不仅耗费大量人力和时间,还可能因操作不当影响混凝土质量,而掺加絮凝剂法有效地规避了这些问题,进而缩短了整个工程的施工周期。从环保角度来看,这种施工方法对周围环境水的污染程度大幅减轻。在施工过程中,由于混凝土在絮凝剂的作用下保持良好的整体性,减少了水泥浆等物质在水中的扩散,降低了对水域生态环境的不良影响。不过,该方法也存在一定局限性,其造价相对较高。这主要是因为絮凝剂本身成本较高,且在使用过程中对原材料和施工工艺有更严格的要求。掺加絮凝剂法通常适用于那些对工程质量有高标准要求、着重防止水域污染以及对混凝土耐久性要求极高的港航工程项目。

3 水下混凝土施工面临的挑战与应对措施

3.1 钢筋笼上浮

在水下混凝土施工过程中,钢筋笼上浮是一个普遍存在的技术难题。钢筋笼作为水下混凝土结构的骨架,其位置的稳定性直接关系到整个结构的强度和耐久性。因此,采取有效措施防止钢筋笼上浮至关重要。(1) 针对钢筋笼上浮问题,施工人员需密切关注混凝土灌注过程中的动态变化。当混凝土面逐渐接近钢筋笼底部,约1m左右时,应及时降低混凝土的灌注速度。这一操作有助于减缓混凝土对钢筋笼的冲击力,从而减小上浮的风险。(2) 随着混凝土面的继续上升,当其与钢筋笼底部的距离达到4m以上时,施工人员需适时提升导管。此时,应将导管底口调整至高于钢筋笼底部2m以上的位置,再恢复正常的灌注速度。通过调整导管的位置,可以有效避免混凝土直接冲击钢筋笼,降低上浮的可能性。(3) 为了增强混凝土与钢筋笼之间的握裹力,施工人员还可以采取一些额外的措施。如将对称的主筋下部各加长500mm,并延长至孔底,将加长钢筋的末端进行弯起或加工成圈状处理,以增加其与混凝土的接触面积和摩擦力。这些措施有助于在混凝土初期灌注时,形成更加牢固的握裹结构,从而有效防止钢筋笼上浮。施工团队还可以在钢筋笼的外围设置定位支架,确保其在灌注过程中保持稳定;采用适当的混凝土浇筑速度和振捣技术,以避免混凝土流动过快导致钢筋笼位移。通过这些综合措施,可以进一步提高混凝土结构的整体稳定性和耐久性。

3.2 混凝土质量控制

在港航工程水下混凝土施工中,混凝土质量控制是重中之重,却又因施工环境的复杂性而颇具挑战。港航工程的水下环境存在水流、水压、水质等多种因素,这些因素均会对混凝土质量产生影响,因此必须采取有效措施加以应对。严格把控原材料选用与配合比设计是关键环节。对拌和用水、水泥、骨料等原材料,要进行严格的质量检测。拌和用水应确保纯净、无杂质,避免对混凝土性能产生负面影响;水泥的品种、强度等级需根据工程要求合理选择;骨料的粒径、级配和含泥量等指标要符合标准,这些原材料的质量直接决定了混凝土的性能。在混凝土浇筑过程中,精确测量至关重要^[3]。使用经过严格检查且合格的测绳来测量混凝土面高度,以此准确推算导管的埋置深度,保证导管始终埋入混凝土的深度符合规范要求,这能有效防止混凝土出现离析、夹泥等质量问题;密切关注混凝土的坍落度控制,确保其在适宜范围内,保证混凝土的流动性和施工性能。防止导管内进水也是保障混凝土质量的要点,需提前检查导管密封性,在施工中谨慎操作,避免因导管进水导致混

凝土质量受损,全方位保障水下混凝土的施工质量。

3.3 施工安全与环保

(1) 在施工安全方面,水下作业和高空作业交织,使得安全风险显著提升。因此,加强作业人员的安全教育和培训显得尤为关键。这要求施工人员不仅要掌握电气焊操作、起重作业等关键环节的安全规程,还需具备应对水下复杂环境的能力。通过定期培训,确保每位员工都能熟练掌握并严格遵守各项安全规程,从而降低事故发生的概率;建立健全的安全管理体系,实施严格的安全监管,是保障施工安全的重要环节。通过设立专门的安全监督岗位,对施工过程进行实时监控,及时发现并纠正潜在的安全隐患,确保施工活动平稳有序进行。

(2) 在环保方面,水下混凝土施工对水域环境的影响不容忽视。为了减少施工对水域环境的污染,应采取一系列有效措施。如采用掺加絮凝剂的方法,通过改变混凝土的内部结构和性能,减少其对水体的冲刷污染,保护水域生态系统的健康。对于施工剩余的垃圾和废弃物,应进行合理分类和处理,避免对周围环境造成二次污染。这有助于保障施工活动的顺利进行,还能有效维护水域环境的生态平衡。(3) 安全与环保的双重考量,要求我们在施工过程中既要注重人员的安全,又要兼顾环境的保护。通过不断优化施工工艺和技术手段,实现施工安全与环保的协调发展,为水下混凝土施工的可持续发展奠定坚实基础。

3.4 水下作业环境适应性

水下混凝土施工中,水下作业环境的适应性构成了另一项重大挑战。这一挑战主要源于水下环境的复杂性与多变性,包括水流速度、水深以及水温等多个维度,这些因素均可能对施工进度与质量产生显著影响。(1) 面对水流速度的变化,施工团队需灵活应对。在高速水流区域,应选用具备更强抗冲刷性能的混凝土材料,以

增强结构的稳定性和耐久性;加强振捣作业,确保混凝土在复杂水流条件下仍能保持紧密结构。施工后的养护措施同样关键,需根据水流速度调整养护周期和方法,以巩固混凝土性能。(2) 针对不同水深和水温条件,施工策略需进行相应调整。水深的变化会影响混凝土的浇筑压力和固化速度,而水温则直接影响混凝土的凝结时间和强度发展^[4]。因此,需根据具体水深和水温,精确调整混凝土的配合比,包括水灰比、外加剂用量等,以适应不同环境条件下的施工需求。(3) 提高水下作业环境的适应性,关乎施工质量和效率,更是确保水下混凝土工程长期稳定运行的重要保障。通过综合考量水流速度、水深和水温等多因素,采取针对性的适应性措施,施工团队可进一步提升水下混凝土施工的专业性和可靠性。

结束语

综上所述,港航工程水下混凝土施工技术的挑战与机遇并存。通过不断的技术创新和实践探索,我们已积累了丰富的施工经验和手段。未来,随着水下工程需求的不断增加和环保要求的日益提高,水下混凝土施工技术将更加注重质量、效率和环保的协调发展。我们有理由相信,在科技力量的推动下,港航工程水下混凝土施工将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]潘晓建.港航工程项目中的水下混凝土施工技术[J].中国航班,2024(3):117-119.
- [2]乔福康.港航工程项目中的水下混凝土施工技术[J].珠江水运,2021(14):92-93.
- [3]岳文翰.港航工程项目中新型水下混凝土施工技术解析[J].建材发展导向(上),2020,18(9):252-253.
- [4]闫宇,王胜军.港航工程施工中的新型水下混凝土技术[J].百科论坛电子杂志,2019(5):17-18.