

机制砂混凝土在高速公路施工中的应用

郝玉龙

宁波智领交通工程检测有限公司 浙江 宁波 315100

摘要: 本文聚焦机制砂混凝土在高速公路施工中的应用。剖析其物理与化学特性、力学与耐久性能及工作性能,明确高速公路施工对混凝土的结构层需求、环境适应性与施工工艺要求。探讨性能优化策略、施工工艺创新及环保考量。进而阐述在高速公路施工中配合比优化、施工工艺改进与质量控制措施。通过多方面研究,为机制砂混凝土在高速公路施工中实现高质量应用提供理论支持与实践指导。

关键词: 机制砂混凝土;高速公路施工;应用

1 机制砂混凝土特性分析

1.1 物理与化学特性

机制砂是经除土处理,由机械破碎、筛分制成的粒径小于4.75mm的岩石颗粒,其物理与化学特性显著区别于天然砂。从物理特性来看,机制砂的颗粒形状多呈棱角状,表面粗糙,这种独特的颗粒形态使得其比表面积较大,一般在 $2.8\sim 3.5\text{m}^2/\text{g}$ 之间,远高于天然砂的 $2.2\sim 2.8\text{m}^2/\text{g}$ 。较大的比表面积会增加水泥浆体的用量,以包裹机制砂颗粒,从而影响混凝土的用水量和和易性。机制砂的石粉含量也是一个关键物理指标,适量的石粉(一般控制在5%-10%)可以填充颗粒间的空隙,改善混凝土的工作性能,但过高的石粉含量则会降低混凝土的强度和耐久性。在化学特性方面,机制砂的矿物组成与母岩密切相关。不同母岩制成的机制砂,其化学元素含量存在差异,如石灰岩机制砂的主要成分是碳酸钙,而花岗岩机制砂则以二氧化硅为主。这些化学成分会参与混凝土的水化反应,影响水泥的水化进程和水化产物的生成。机制砂中若含有硫化物、云母等有害物质,会对混凝土的耐久性造成不利影响,因此在生产和使用过程中需要严格控制这些杂质的含量。

1.2 力学与耐久性能

机制砂混凝土的力学性能主要体现在强度和弹性模量上。因机制砂颗粒棱角性与粗糙表面,其与水泥浆体机械咬合力强,利于提高混凝土强度。研究显示,相同配合比下,机制砂混凝土早期强度增长或略慢于天然砂混凝土,但后期(28天及以后)强度常能超越天然砂混凝土。这是因为其粗糙表面使水泥浆体包裹、粘结颗粒更佳,随水化反应推进,颗粒间粘结力增强,提升整体强度^[1]。在弹性模量方面,机制砂混凝土与天然砂混凝土相近,但因内部结构差异,受力变形特性有别。机制砂混凝土承受荷载时,颗粒接触点多,应力分布均匀,弹

性阶段变形稳定;不过,荷载超限度后,内部微裂缝扩展快,破坏较突然。耐久性对机制砂混凝土在工程应用中至关重要。机制砂的石粉含量对其耐久性影响复杂,适量石粉可改善密实度、降低孔隙率,提升抗渗性与抗冻性,过高则降低抗硫酸盐侵蚀和抗碳化性能。颗粒形状与级配也影响耐久性,良好级配使结构更密实,减少有害介质侵入。另外,其抗氯离子渗透、抗碱骨料反应等性能受多种因素综合影响,需在配合比设计和施工中合理控制。

1.3 工作性能

机制砂混凝土的工作性能主要包括流动性、粘聚性和保水性。由于机制砂表面粗糙、比表面积大,在相同用水量的情况下,机制砂混凝土的坍落度往往小于天然砂混凝土,流动性较差。为了满足施工要求,通常需要增加用水量或使用高效减水剂来改善其流动性。然而单纯增加用水量会导致混凝土的水胶比增大,从而降低混凝土的强度和耐久性。因此合理选择和使用高效减水剂是改善机制砂混凝土流动性的关键。在粘聚性和保水性方面,机制砂的颗粒形态和石粉含量起到重要作用。适量的石粉可以增加混凝土拌合物的粘聚性和保水性,使混凝土在运输和浇筑过程中不易发生离析和泌水现象。但如果石粉含量过高,会使混凝土拌合物过于粘稠,流动性下降,同时增加施工难度。机制砂的级配也会影响混凝土的工作性能。连续级配的机制砂能够使混凝土拌合物更加均匀,工作性能更好;而间断级配的机制砂则可能导致混凝土拌合物出现离析等问题。

2 高速公路施工对混凝土的性能需求

2.1 混凝土的结构层需求

高速公路建设对混凝土的结构层有着特定的需求。作为高速公路的主体材料,混凝土不仅需要具备优良的力学性能,如高抗压强度、抗折强度和弹性模量,以确

保道路的承载能力和使用寿命,还需具备出色的耐久性能,以应对长期运营过程中的各种环境挑战。在结构层设计方面,高速公路的基层、底基层和面层对混凝土的性能要求各有侧重。基层混凝土需要具有较高的强度和较好的稳定性,以支撑上部结构的荷载,并有效分散车辆荷载产生的应力。底基层混凝土则更注重排水性能和与基层的粘结力,以确保整个路面结构的稳定性和耐久性。面层混凝土作为直接承受车辆荷载和外界环境作用的层位,其要求更为严格,不仅需要具备高强度和耐磨性,还需要具备优异的抗裂性、抗渗性和抗滑移性能,以保障行车安全。另外,考虑到高速公路建设的长期性和环保要求,混凝土的选择还需考虑其环境适应性和可持续性。例如,使用机制砂混凝土可以减少对天然资源的依赖,降低环境破坏,同时,通过优化配合比和掺加矿物掺合料等方式,还可以进一步提升混凝土的耐久性和环保性能,满足高速公路建设的长期需求。

2.2 环境适应性

高速公路所处的环境复杂多样,混凝土需要具备良好的环境适应性。在气候方面,不同地区的温度、湿度、降水等条件差异较大。在寒冷地区,混凝土需要具有优异的抗冻性,能够承受多次冻融循环而不发生破坏。这就要求混凝土具有较低的水胶比和良好的孔隙结构,以减少水分在混凝土内部的冻结和膨胀。在炎热地区,混凝土需要具有良好的耐高温性能,防止因高温导致的强度下降和开裂。混凝土还需要具有一定的抗紫外线性能,以抵抗紫外线对混凝土表面的老化作用。在地质条件方面,不同地区的土壤和地下水成分不同,可能含有硫酸盐、氯盐等腐蚀性物质。混凝土需要具有良好的抗侵蚀性能,能够抵抗这些有害物质的侵蚀,防止混凝土结构的破坏。高速公路沿线可能存在化学污染、酸雨等环境问题,混凝土也需要具备相应的防护能力,以保证其长期的耐久性和稳定性^[2]。

2.3 施工工艺要求

高速公路施工通常具有工期紧、工程量大、施工条件复杂等特点,对混凝土的施工工艺提出了较高的要求。在混凝土的搅拌过程中,需要保证混凝土拌合物的均匀性和稳定性,确保各种原材料充分混合。由于机制砂混凝土的特性与天然砂混凝土不同,其搅拌时间可能需要适当延长,以保证水泥浆体充分包裹机制砂颗粒。在运输过程中,需要防止混凝土拌合物发生离析、泌水等现象,保证混凝土的工作性能。对于长距离运输,可能需要采用搅拌运输车,并在运输过程中进行适当的搅拌,以维持混凝土的流动性。在浇筑过程中,混凝土需

要具有良好的流动性和填充性,能够顺利填充模板空间,避免出现蜂窝、麻面等质量问题。同时,浇筑过程还需要考虑混凝土的凝结时间,避免因凝结时间过长或过短影响施工进度和质量。混凝土的振捣工艺也非常关键,需要选择合适的振捣设备和振捣时间,确保混凝土密实,避免出现空洞等缺陷。

3 机制砂混凝土性能优化与施工工艺研究

3.1 性能优化策略

为了满足高速公路施工对机制砂混凝土的性能需求,需要采取一系列性能优化策略。在配合比设计方面,首先要合理确定水胶比。水胶比是影响混凝土强度和耐久性的关键因素,对于机制砂混凝土,由于其需水量较大,在保证混凝土工作性能的前提下,应尽量降低水胶比,以提高混凝土的强度和耐久性。同时要优化砂率,根据机制砂的颗粒级配和石粉含量,选择合适的砂率,使混凝土拌合物具有良好的工作性能和力学性能。还可以通过掺加矿物掺合料来优化机制砂混凝土的性能,常见的矿物掺合料有粉煤灰、矿渣粉、硅灰等。粉煤灰可以改善混凝土的工作性能,降低水泥水化热,提高混凝土的抗渗性和抗硫酸盐侵蚀性能;矿渣粉可以提高混凝土的后期强度和耐久性;硅灰具有较高的活性,能够显著提高混凝土的强度和抗渗性。合理掺加这些矿物掺合料,不仅可以改善机制砂混凝土的性能,还可以降低生产成本,减少水泥用量,具有良好的经济效益和环境效益。

3.2 施工工艺创新

在机制砂混凝土的施工工艺方面,需要进行创新和改进。在搅拌工艺上,可以采用二次投料法等先进的搅拌方法。二次投料法是先将部分水泥、水和砂搅拌成水泥砂浆,然后再加入剩余的水泥、水和石子进行搅拌。这种方法可以使水泥浆体更好地包裹骨料,提高混凝土的强度和工作性能。还可以优化搅拌设备和搅拌参数,如提高搅拌速度、延长搅拌时间等,以确保混凝土拌合物的均匀性。在运输工艺方面,可以采用新型的运输设备和运输方式。对于长距离运输,可以采用中继泵送等方式,保证混凝土的工作性能。在浇筑工艺上,可以采用自密实混凝土技术,减少混凝土的振捣工序,提高施工效率,同时保证混凝土的密实度和质量。还可以采用分层浇筑、分段施工等方法,避免混凝土因体积较大而产生裂缝等质量问题。

3.3 环保与可持续发展考量

在机制砂混凝土的应用过程中,需要充分考虑环保与可持续发展问题。机制砂的生产过程可能会产生粉

尘、废水等污染物,需要采取有效的环保措施进行处理。同时,推广使用机制砂混凝土可以减少对天然砂的开采,保护自然资源和生态环境。通过掺加矿物掺合料等方式,可以减少水泥的用量,降低二氧化碳等温室气体的排放,符合可持续发展的要求^[3]。在高速公路施工中,还可以对废弃混凝土进行回收再利用,将其破碎后作为再生骨料用于新的混凝土生产,进一步提高资源利用率,减少建筑垃圾的产生。

4 机制砂混凝土在高速公路施工中的优化应用

4.1 配合比优化

在高速公路施工中,机制砂混凝土的配合比优化是确保其性能满足工程要求的关键。首先,要根据工程设计和施工现场的实际情况,确定混凝土的强度等级、工作性能指标等。然后,通过试验研究,调整机制砂的石粉含量、水胶比、砂率等参数,找到最佳的配合比方案。在调整石粉含量时,应在保证混凝土工作性能和强度的前提下,尽量利用石粉对混凝土性能的有利影响。在确定水胶比时,要综合考虑混凝土的强度、耐久性和工作性能。一般来说,水胶比越低,混凝土的强度和耐久性越好,但工作性能可能会受到影响。因此需要通过掺加高效减水剂等方式,在降低水胶比的同时保证混凝土的流动性。在优化砂率时,要根据机制砂的颗粒级配和石粉含量,选择能够使混凝土拌合物具有良好工作性能和力学性能的砂率。通过大量的试验和数据分析,不断优化配合比,确保机制砂混凝土在高速公路施工中的质量和性能。

4.2 施工工艺改进

施工工艺的改进对于提高机制砂混凝土在高速公路施工中的质量和效率至关重要。在搅拌环节,要严格控制原材料的计量精度,确保各种原材料的用量准确。根据机制砂混凝土的特性,合理调整搅拌时间和搅拌速度,保证混凝土拌合物的均匀性和稳定性。在运输过程中,要采取有效的措施防止混凝土离析和泌水。在浇筑过程中,要根据混凝土的工作性能和结构特点,选择合适的浇筑方法和浇筑顺序。对于大面积浇筑的混凝土,可以采用分层浇筑的方法,每层浇筑厚度不宜过大,以保证混凝土的密实度和质量。在振捣过程中,要选择合适的振捣设备和振捣时间,避免过振或漏振^[4]。过振会导致混凝土表面出现浮浆,影响混凝土的强度和耐久性;

漏振则会使混凝土内部出现空洞等缺陷。在混凝土浇筑完成后,要及时进行养护,保证混凝土在适宜的温度和湿度条件下硬化,提高混凝土的强度和耐久性。

4.3 质量控制措施

为了保证机制砂混凝土在高速公路施工中的质量,需要建立完善的质量控制体系。在原材料进场检验方面,要严格控制机制砂、水泥、骨料、外加剂等原材料的质量,确保其符合相关标准和规范的要求。对机制砂的颗粒级配、石粉含量、有害物质含量等指标进行严格检测,不合格的机制砂严禁使用。在混凝土生产过程中,要加强对生产环节的质量控制。定期对搅拌设备进行维护和校准,确保原材料的计量准确。同时对混凝土拌合物的坍落度、扩展度等工作性能指标进行实时监测,发现问题及时调整配合比。在施工现场,要对混凝土的浇筑、振捣、养护等施工过程进行严格监督。加强对混凝土强度、抗渗性等性能指标的检测,按照规定的频率进行试件制作和试验。对施工过程中出现的质量问题,要及时分析原因,采取有效的措施进行处理,确保高速公路工程的质量和安全。

结束语

机制砂混凝土凭借自身特性,在高速公路施工中展现出良好的应用前景。通过对其性能优化、施工工艺改进及质量控制等多方面深入研究,可有效满足高速公路施工对混凝土性能的需求。未来,随着技术不断进步,机制砂混凝土在高速公路建设中的应用将更加广泛与成熟。应持续探索创新,进一步提升其性能与施工质量,为高速公路工程的安全、耐久与可持续发展提供坚实保障,推动交通建设事业迈向新高度。

参考文献

- [1]杜森.机制砂高性能混凝土在高速公路工程中的应用[J].建材发展导向(下),2021,(09):183-184.
- [2]赵永发.机制砂配制高性能大体积混凝土的试验方法——以重庆丰忠高速公路工程为例[J].四川建材,2021,47(03):32-33+46.
- [3]龚晓彤.玄武岩机制砂混凝土抗压性能试验及配比优化研究[J].长春工程学院学报(自然科学版),2024,25(01):38-42.
- [4]王柳南,陈家海,郑舜元,等.机制砂混凝土抗碳化性能研究[J].混凝土,2023,(12):170-174.