

浅析骨料对混凝土配合比的影响

张 洁

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：混凝土是工程中不可或缺的基础材料，其性能优劣直接关乎建筑结构的稳定性与耐久性。本文深入探讨骨料对混凝土配合比的影响。首先阐述骨料的分类及粗、细骨料基本性质，进而详细分析骨料种类、级配、粒径、形状、表面特征及含泥量等因素对混凝土配合比的作用。最后提出基于骨料特性的混凝土配合比优化策略，包括依工程需求选骨料、优化级配、精确控制含水率及合理调整参数等，旨在为优化混凝土配合比，提升混凝土性能提供理论依据与实践指导。

关键词：混凝土配合比；稳定性与耐久性

引言：混凝土作为现代工程建设中不可或缺的材料，其性能优劣直接关乎工程质量。而骨料作为混凝土的主要组成部分，对混凝土配合比有着至关重要的影响。不同种类、级配、粒径等特性的骨料，会使混凝土在和易性、强度、耐久性等方面表现各异。因此，深入研究骨料对混凝土配合比的影响，优化混凝土配合比设计，对于提高混凝土性能、降低工程成本、保障工程长期安全稳定运行具有重要意义。

1 骨料的分类及基本性质

1.1 粗骨料

粗骨料是指在混凝土中起骨架作用的颗粒状材料，其粒径通常大于4.75mm（划分标准可能因地区而异）。粗骨料主要分为碎石和卵石两大类。碎石是由天然岩石或矿山废石经机械破碎、筛分制成的，具有表面粗糙、多棱角的特点，空隙率和总表面积较大，与水泥浆体的粘结强度较高，因此混凝土强度相对较高。卵石则是由自然风化、水流搬运和分选、堆积而成的，表面较光滑、少棱角，空隙率和总表面积较小，混凝土拌合物的流动性较好，但粘结性能较差，强度相对较低。粗骨料的基本性质包括颗粒级配、坚固性、表观密度、吸水率等，这些性质对混凝土的力学性能、耐久性和经济性具有重要影响。

1.2 细骨料

细骨料是指粒径小于4.75mm的颗粒状材料，主要用于混凝土的制备和工程施工中。细骨料主要分为天然砂和机制砂两大类。天然砂是自然生成的，经人工开采和筛分得到的，包括河砂、海砂、山砂等，具有原始的颗粒形状和表面特性。机制砂则是经机械破碎、筛分制成的，由岩石、矿山或工业废渣颗粒加工而成，具有颗粒形状规则、级配良好的特点。细骨料的基本性质包括颗

粒级配、表观密度、堆积密度、含泥量、泥块含量等，这些性质对混凝土的强度、工作性能、耐久性和经济性具有重要影响。合理选择和使用细骨料是保证混凝土质量和工程持久性的关键^[1]。

2 骨料对混凝土配合比的影响

2.1 骨料种类对混凝土配合比的影响

骨料种类是混凝土配合比设计中的关键因素之一，它直接影响混凝土的物理、力学和化学性质。碎石、卵石、机制砂和天然砂等不同类型的骨料，因其形成过程、颗粒形状、表面纹理和化学组成的不同，展现出各自独特的性能特点。碎石通常表面粗糙，具有多棱角，这样的特点使得碎石与水泥浆体的粘结力更强，能够有效提高混凝土的抗压强度和耐久性。因此，在高强度混凝土和需要承受重载、重压的工程中，碎石是首选的骨料类型。相比之下，卵石表面光滑，棱角较少，这使得卵石混凝土拌合物的工作性更好，易于浇筑和振捣。然而，由于粘结力的减弱，卵石的强度相对较低，更适合用于对强度要求不高的工程。机制砂和天然砂作为细骨料，在混凝土中也扮演着重要角色。机制砂由于颗粒形状规则、级配良好，可以显著改善混凝土的工作性和强度。而天然砂则因其资源丰富、价格较低，在大量混凝土生产中得到广泛应用。因此，在混凝土配合比设计中，选择适合的骨料种类至关重要。根据工程的具体需求，综合考虑骨料的强度、工作性、耐久性和经济性，以制定合理的配合比方案，确保混凝土的性能满足设计要求。

2.2 骨料级配对混凝土配合比的影响

骨料级配，即骨料颗粒大小的分布比例，对混凝土的性能有着至关重要的影响。一个合理的级配能够使混凝土中的颗粒相互填充，形成紧密的堆积结构，从而

提高混凝土的密实性和强度。如果骨料的级配不良,即颗粒大小分布不均,会导致混凝土拌合物在搅拌和浇筑过程中出现离析和泌水现象。离析是指粗骨料和细骨料在混凝土中分布不均,形成骨料富集区和贫化区,影响混凝土的均匀性。泌水则是指混凝土中的水分在重力作用下向上迁移,导致混凝土表面水分过多,内部则可能形成空洞,进一步影响混凝土的强度和耐久性。通过调整骨料的级配,可以优化混凝土的颗粒堆积密度,使骨料颗粒之间形成更加紧密的联系,减少空隙率,提高混凝土的密实性和强度。这不仅可以提高混凝土的力学性能,还可以改善其抗渗性、抗冻融性和耐久性。因此,在混凝土配合比设计中,应严格控制骨料的级配,确保颗粒大小分布均匀,以达到最佳的堆积效果和性能表现。同时,还需要根据工程的具体需求和材料特性,灵活调整级配比例,以满足设计要求并保证工程质量。

2.3 骨料粒径对混凝土配合比的影响

骨料粒径在混凝土配合比中扮演着至关重要的角色。粒径的大小直接影响到混凝土的强度、工作性和经济性。首先,较大粒径的骨料能够减少混凝土的用水量,提高混凝土的强度和耐久性。这是因为大粒径骨料之间的空隙可以由较小粒径的骨料或水泥浆体填充,形成更加紧密的堆积结构。同时,大粒径骨料本身也具有较高的抗压强度,能够承受更大的荷载。然而,如果骨料粒径过大,可能会导致混凝土拌合物在搅拌和浇筑过程中不易均匀分布,影响混凝土的密实性和强度。此外,大粒径骨料还可能增加混凝土的收缩和徐变,降低其抗裂性能。相反,较小粒径的骨料有利于改善混凝土的工作性,提高混凝土的流动性和可塑性。但是,如果骨料粒径过小,会增加混凝土的用水量,降低混凝土的强度和耐久性。同时,小粒径骨料还会增加混凝土的表面积,提高水泥用量,增加成本。因此,在混凝土配合比设计中,应根据工程需求和材料特性,合理选择骨料粒径,以达到最佳的力学性能和经济效益^[2]。

2.4 骨料形状对混凝土配合比的影响

骨料形状是混凝土配合比中一个不可忽视的因素,它直接影响混凝土的力学性能和施工性能。规则形状的骨料,如立方体或近似球体,能够在混凝土中形成更紧密的堆积,减少空隙率,从而提高混凝土的密实度和强度。这类骨料在混凝土拌合物中易于分布均匀,不易产生离析现象,有利于保证混凝土的均匀性和稳定性。相比之下,不规则形状的骨料,如带有尖锐棱角或扁平形状的颗粒,可能会增加混凝土的用水量,降低混凝土的流动性。这些骨料在混凝土中不易形成紧密的堆积,

可能导致空隙率增大,影响混凝土的强度和耐久性。同时,不规则形状的骨料还可能增加混凝土的收缩和徐变,降低其抗裂性能。因此,在混凝土配合比设计中,应优先选择形状规则、粒径均匀的骨料,以确保混凝土的力学性能和施工性能满足设计要求。对于形状不规则的骨料,可以通过破碎、筛分等工艺进行预处理,以改善其形状特性,提高混凝土的性能。

2.5 骨料表面特征对混凝土配合比的影响

骨料表面特征,包括粗糙度、纹理和化学反应性等,对混凝土的性能具有显著影响。粗糙的骨料表面能够增加与水泥浆体的机械咬合力,从而提高混凝土的粘结强度和耐久性。这种机械咬合作用有助于抵抗外力作用下的裂缝扩展,提高混凝土的抗裂性能。同时,粗糙的骨料表面还能增加混凝土的摩擦阻力,改善混凝土的抗滑移性能。另一方面,骨料表面的纹理也会影响混凝土的工作性。过于光滑的表面可能导致骨料与水泥浆体之间的粘结力减弱,影响混凝土的强度和耐久性。而具有适当纹理的骨料则能够与水泥浆体形成良好的粘结,提高混凝土的整体性能。此外,骨料表面的化学反应性也是需要考虑的因素。某些骨料可能含有与水泥浆体发生化学反应的物质,如活性硅质成分,这些反应可能会影响混凝土的凝结时间和强度发展。因此,在混凝土配合比设计中,应充分考虑骨料表面特征对混凝土性能的影响,选择具有适当粗糙度和纹理的骨料,并避免使用可能产生不利化学反应的骨料。

2.6 骨料含泥量对混凝土配合比的影响

骨料中的含泥量,即骨料中泥土、粉尘等杂质的含量,对混凝土的性能有着不可忽视的影响。首先,含泥量过高会降低混凝土的强度。泥土和粉尘等杂质会填充骨料颗粒之间的空隙,减少有效粘结面积,从而降低骨料与水泥浆体之间的粘结强度。这会导致混凝土的抗压强度、抗拉强度等力学性能下降。其次,含泥量过高还会影响混凝土的工作性。泥土和粉尘等杂质会增加混凝土的用水量,使混凝土拌合物变得粘稠、不易流动,给施工带来困难。同时,这些杂质还可能引起混凝土拌合物的离析和泌水现象,进一步影响混凝土的均匀性和稳定性。此外,含泥量过高的骨料还可能对混凝土的耐久性产生不利影响。泥土等杂质中的有害物质可能腐蚀混凝土中的钢筋,导致钢筋锈蚀、膨胀,进而引发混凝土开裂、剥落等问题。因此,在混凝土配合比设计中,应严格控制骨料的含泥量,确保骨料的清洁度和质量。对于含泥量过高的骨料,应进行清洗、筛分等处理,以降低其含泥量,提高混凝土的性能和质量。

3 基于骨料特性的混凝土配合比优化

3.1 根据工程需求选择合适的骨料

不同的工程对混凝土性能有不同要求,因此选择合适的骨料至关重要。在水工建筑中,由于长期与水接触,需选用抗冻性、抗渗性良好的骨料,像坚硬的石灰岩或玄武岩,能有效抵御水的侵蚀,防止混凝土结构因冻融循环而损坏。对于高层建筑,对混凝土强度要求高,宜采用高强度的花岗岩骨料,确保建筑结构稳固。同时,骨料的颗粒形状也会影响混凝土性能,接近球形的骨料,在混凝土搅拌过程中能减少摩擦,提高流动性,利于施工。此外,还要考虑骨料的来源和成本,在满足工程质量的前提下,优先选择本地资源丰富、价格合理的骨料,这样既能降低运输成本,又能保证工程的顺利进行^[3]。

3.2 优化骨料级配

优化骨料级配是提升混凝土性能的关键环节。良好的骨料级配可使骨料间相互填充,减少空隙率,提高混凝土的密实度。当粗骨料粒径较大且级配良好时,能形成稳定的骨架结构,增强混凝土的强度。细骨料的合理搭配也不可或缺,它可填充粗骨料间的空隙,改善混凝土的工作性能。通过试验和计算,确定不同粒径骨料的最佳比例。例如,采用连续级配的骨料,能使混凝土在各粒径段都有合适的颗粒分布,避免出现粒径间断导致的空隙过大问题。优化后的骨料级配,不仅能提高混凝土强度,还能减少水泥用量,降低成本,同时改善混凝土的抗渗性和耐久性,使混凝土结构更加稳定可靠。

3.3 精确控制骨料含水率

骨料含水率对混凝土配合比的准确性影响显著。若含水率过高,会增加混凝土中的实际用水量,导致水灰比增大,降低混凝土强度。相反,含水率过低,则可能使混凝土因缺水而无法充分水化,影响其工作性能和后期强度发展。在搅拌混凝土前,需使用专业的含水率测定仪器,如烘干法或快速水分测定仪,精确测量骨料的含水率。然后根据测定结果,实时调整混凝土配合比中的用水量。例如,当骨料含水率超出设计值时,相应减

少拌合用水,以保证水灰比的准确性。同时,在骨料堆放过程中,要做好防雨防潮措施,防止含水率发生大幅波动。精确控制骨料含水率,能确保混凝土质量稳定,满足工程设计要求。

3.4 合理调整配合比参数

配合比参数的合理调整是实现混凝土性能优化的核心。首先,水灰比是影响混凝土强度和耐久性的关键参数,需根据工程对混凝土强度等级的要求,通过试验确定合适的水灰比。降低水灰比可提高混凝土强度,但会降低其工作性能,所以要在两者间找到平衡。其次,水泥用量不仅影响混凝土强度,还与成本相关,在保证强度的前提下,应尽量减少水泥用量。再者,外加剂的种类和掺量也需合理调整,如减水剂可在不增加用水量的情况下提高混凝土的流动性,早强剂能加快混凝土早期强度发展。通过试验和实际工程经验,综合考虑各种因素,不断优化配合比参数,使混凝土在满足工程性能要求的同时,实现成本效益最大化^[4]。

结束语

浅析骨料对混凝土配合比的影响至此已详尽阐述。骨料的种类、级配、粒径、形状、表面特征及含泥量等因素,均在混凝土配合比中发挥着举足轻重的作用,直接关乎混凝土的力学性能、工作性、耐久性和经济性。因此,在混凝土配合比设计中,我们必须充分考虑骨料的各项性能指标,科学合理地选择骨料,并严格控制其质量,以确保混凝土的性能满足设计要求,为工程的安全、质量和效益提供坚实保障。

参考文献

- [1]杨造仁.人工骨料坚固性对喷射混凝土耐久性影响分析[J].东北水利水电,2023,41(12):20-22.
- [2]许明纲.基于抗裂性能的水工混凝土配合比研究[J].水利科学与寒区工程,2024,7(3):65-67.
- [3]丁平军.伸缩缝锚固区高性能混凝土配合比优化[J].安装,2024(5):88-90.
- [4]李伟,乔天龙,纪坤,张鑫杰,陈亮,王桐.轻骨料混凝土配合比设计与应用[J].建筑技术,2024,55(7):800-803.