

建筑垃圾再生骨料混凝土性能优化及工程应用

王海强

台州普立德建筑科技有限公司 浙江台州 318000

摘要: 随着城市化进程的加速,建筑废弃物的产生量日益增加,如何有效处理和利用这些废弃物成为了一个亟待解决的问题。再生骨料混凝土作为一种新型环保材料,通过回收利用建筑废弃物中的混凝土块作为骨料,不仅能够减少对天然资源的消耗,还能降低建筑垃圾对环境的影响。然而,再生骨料的性能与天然骨料存在差异,如何优化再生骨料混凝土的性能,使其满足工程应用的需求,是当前研究的重点。本文将探讨再生骨料的预处理方法、再生骨料混凝土性能优化策略以及再生骨料混凝土在工程应用中的技术要点,旨在为再生骨料混凝土的广泛应用提供理论依据和技术支持。

关键词: 建筑垃圾;再生骨料;混凝土

随着经济的快速发展和城市规模的不断扩大,建筑行业产生了大量的废弃物。这些废弃物如果不加以妥善处理,不仅会占用大量土地资源,还会对环境造成严重污染。因此,如何有效处理和利用建筑废弃物,实现建筑垃圾的资源化、减量化和无害化,已成为当前社会关注的热点问题。

一、建筑垃圾再生骨料特性及预处理

(一) 建筑垃圾再生骨料的来源及分类

建筑垃圾主要来源于城市建设和改造过程中产生的废弃物,这些废弃物种类繁多,成分复杂。主要的来源包括拆除的旧建筑物、构筑物,如住宅、商业建筑、工厂等,这些建筑在到达设计使用年限或因城市规划调整等原因被拆除,产生了大量的混凝土块、砖块、瓦片等废弃物;基础设施如道路和桥梁的拆除与翻新,以及建筑装饰材料的更新,产生了大量建筑垃圾,包括混凝土、砖块、瓷砖、木材、塑料和金属等。建筑垃圾的再生骨料分为混凝土再生骨料、砖再生骨料和其他再生骨料。混凝土再生骨料由废弃混凝土破碎而成,具有良好的物理力学性能;砖再生骨料由废弃砖块破碎,性能较差;其他再生骨料如废木材、塑料、金属等,需根据具体情况处理利用^[1]。

(二) 再生骨料的物理力学性能

再生骨料的物理力学性能直接影响到其在新建筑或工程结构中的应用效果。首先,再生骨料的基本物理性质,如粒形、吸水率、堆积密度等,是评价其性能的重要指标。粒形是指再生骨料颗粒的形状和表面特征,它

主要影响再生骨料的堆积性能和与水泥浆体的粘结性能。理想的粒形接近球形,表面光滑,减少空隙,提高密实度。但再生骨料常因破碎过程不规则,增加空隙,降低密实度,影响混凝土强度和耐久性。吸水率反映孔隙结构和吸水能力,过高会降低混凝土强度。堆积密度高表示空隙率低,密实度高,有利于混凝土强度。再生骨料强度低于天然骨料,内部微裂缝和缺陷以及破碎损伤是原因。弹性模量低,反映材料变形能力高,刚度低。再生骨料力学性能受原始混凝土强度、破碎设备和工艺影响。

(三) 再生骨料的预处理技术

为了提高再生骨料的性能,使其更好地应用于新建筑或工程结构中,需要对其进行预处理。预处理是改善再生骨料性能、提高其利用价值的关键环节。常用的预处理方法包括清洗、破碎、筛分等。清洗是利用水力或机械力去除再生骨料表面的杂质和污染物,如灰尘、泥土、油污等。这些杂质和污染物会降低再生骨料与水泥浆体的粘结性能,影响混凝土的强度和耐久性。清洗再生骨料能提升其吸水率、耐久性和与水泥浆体的粘结性。破碎过程将大块骨料变成小颗粒,改善粒形和粒径分布,以符合混凝土配合比,增强堆积性能和混凝土强度。筛分则通过不同孔径筛网分级骨料,提高粒径分布均匀性,满足不同混凝土需求。针对不同情况,如泥土油污、不规则粒形或粒径不均,选择合适的预处理方法至关重要。合理预处理可提升骨料性能,促进其在混凝土工程中的应用,有助于建筑垃圾资源化和生态环境保护^[2]。

二、再生骨料混凝土性能优化

(一) 再生骨料取代率对混凝土性能的影响

再生骨料取代率是指再生骨料在混凝土骨料总量中所占的比例，它是影响再生骨料混凝土性能的关键因素之一。研究不同再生骨料取代率对混凝土性能的影响，是优化再生骨料混凝土性能的基础。首先，需要研究不同再生骨料取代率对混凝土工作性能的影响。工作性能包括混凝土的流动性、粘聚性和保水性等，直接影响到混凝土的施工和易性。由于再生骨料吸水率较高，随着再生骨料取代率的增加，混凝土的用水量需要相应调整，否则会影响混凝土的流动性。试验研究表明，当再生骨料取代率较低时，混凝土的工作性能与普通混凝土相近；但当取代率超过一定范围时，混凝土的流动性会显著下降，需要采取适当的措施来改善。其次，需要分析再生骨料取代率对混凝土力学性能的影响。力学性能主要包括抗压强度、抗拉强度和抗折强度等，是评价混凝土质量的重要指标。一般来说，随着再生骨料取代率的增加，混凝土的抗压强度会呈现先增加后降低的趋势。这是因为在取代率较低时，再生骨料可以起到微集料效应，填充混凝土内部的孔隙，提高混凝土的密实度；但当取代率过高时，再生骨料自身的强度较低，会成为混凝土的薄弱环节，导致混凝土强度下降。抗拉强度和抗折强度也会受到再生骨料取代率的影响，其变化规律与抗压强度类似。此外，还需要探讨再生骨料取代率对混凝土耐久性的影响。耐久性是指混凝土抵抗各种环境因素作用的能力，包括抗冻性、抗渗性、抗碳化性等。再生骨料的高吸水率和多孔隙性会导致混凝土的耐久性下降。试验研究表明，随着再生骨料取代率的增加，混凝土的抗冻性和抗渗性都会有所降低。因此，在实际工程应用中，需要根据具体情况选择合适的再生骨料取代率，并采取相应的措施来提高混凝土的耐久性^[1]。

(二) 配合比优化设计

基于再生骨料特性的混凝土配合比设计方法是实现再生骨料混凝土性能优化的关键。与普通混凝土相比，再生骨料混凝土的配合比设计需要考虑更多的影响因素，如再生骨料的吸水率、粒形、粒径分布等。首先，需要根据再生骨料的吸水率来调整混凝土的用水量。由于再生骨料吸水率较高，需要在拌制混凝土时预先吸水至饱和和面干状态，并在计算用水量时考虑这部分水的含量。其次，需要根据再生骨料的粒形和粒径分布来调整砂率和胶凝材料用量。再生骨料的粒形较差，需要适当增加

砂率来改善混凝土的和易性；再生骨料的粒径分布不均匀，需要适当调整胶凝材料用量来保证混凝土的强度。通过试验研究，可以确定最优的配合比参数，如水灰比、砂率、胶凝材料用量等。试验研究通常采用正交试验或均匀试验等方法，通过改变不同的配合比参数，测试混凝土的各项性能指标，从而确定最优的配合比方案。通过合理的配合比设计，可以充分发挥再生骨料的优点，改善混凝土的性能，使其满足工程应用的要求。

(三) 掺合料及外加剂对再生骨料混凝土性能的影响

除了配合比优化设计之外，掺加合适的掺合料和外加剂也是提高再生骨料混凝土性能的有效途径。粉煤灰、矿渣等掺合料可以改善再生骨料混凝土的工作性能、力学性能和耐久性。粉煤灰的形态效应、活性效应和微集料效应可以填充混凝土内部的孔隙，提高混凝土的密实度，从而提高混凝土的强度和耐久性。矿渣的活性较高，可以与水泥水化产生的氢氧化钙发生二次水化反应，生成更多的水化产物，提高混凝土的强度。试验研究表明，掺加适量的粉煤灰或矿渣可以显著提高再生骨料混凝土的抗压强度和抗氯离子渗透性能。此外，减水剂、引气剂等外加剂也可以对再生骨料混凝土性能产生显著影响。减水剂可以降低混凝土的用水量，提高混凝土的流动性，同时改善混凝土的孔结构，提高混凝土的强度和耐久性。引气剂可以在混凝土内部引入大量微小的封闭气泡，提高混凝土的抗冻性和抗渗性。试验研究表明，掺加适量的减水剂和引气剂可以显著提高再生骨料混凝土的抗冻性和抗渗性。因此，在实际工程应用中，可以根据具体情况选择合适的掺合料和外加剂，并确定最佳的掺量，以实现再生骨料混凝土的性能优化^[4]。

三、再生骨料混凝土工程应用及技术要点

(一) 再生骨料混凝土的适用范围

再生骨料混凝土作为一种新型环保材料，其在建筑工程中的应用越来越广泛。它主要通过回收利用建筑废弃物中的混凝土块作为骨料，经过破碎、筛分、清洗等工艺处理后，与水泥、水等材料混合制成。在分析再生骨料混凝土在不同工程结构中的应用可行性时，需要考虑其物理力学性能、耐久性以及成本效益等因素。

再生骨料混凝土适用于多种工程结构，包括但不限于以下几类：道路工程中，再生骨料混凝土可用于道路面层、基层或底基层的铺设，其良好的力学性能和耐久性可以满足道路工程的要求；在建筑结构中，再生骨料混凝土可用于非承重墙体、楼板、基础等结构的施工，

可以减少对天然砂石的需求,降低工程造价;在水利工程中,如渠道、堤坝等水工结构中也可以使用再生骨料混凝土,其抗渗性能和抗冻性能可以满足水利工程的要求;在地下工程中,如地铁、隧道的衬砌等结构也可以采用再生骨料混凝土,其良好的工作性能和力学性能可以保证工程的顺利进行。然而,再生骨料混凝土也存在一些限制条件,例如在高承载力要求的结构中,由于其强度相对较低,可能不适宜使用。此外,再生骨料的来源、品质以及处理工艺也会影响其适用范围。因此,在实际工程应用中,需要根据具体情况选择合适的再生骨料混凝土,并进行必要的试验和评估,以确保工程的安全性和耐久性^[5]。

(二) 再生骨料混凝土施工技术要点

再生骨料混凝土的施工工艺与普通混凝土类似,但需要特别注意以下几个方面:在拌制过程中,应确保再生骨料与水泥浆体充分混合,以保证混凝土的均匀性和工作性。由于再生骨料吸水率较高,拌制过程中应根据再生骨料的吸水率调整拌合水的用量,以确保混凝土的和易性和强度;再生骨料混凝土的运输应避免长时间的停滞,以防止离析和水分的均匀分布。必要时,可采取措施保持混凝土的温度和湿度,以确保混凝土的质量;在浇筑过程中,应确保混凝土的连续性,避免出现冷缝。同时,应使用适当的振捣技术,以确保混凝土密实,避免出现蜂窝麻面等质量问题;再生骨料混凝土的养护同样重要,应采取防止水分过快蒸发,如覆盖塑料薄膜或喷水养护等,以确保混凝土的强度和耐久性。为了保证再生骨料混凝土施工质量,关键的技术措施包括:严格控制再生骨料的品质和级配,确保再生骨料的质量符合相关标准;优化混凝土配合比设计,确保其工作性和强度满足工程要求;施工过程中应有专业人员监督,确保各项工艺符合规范要求,及时发现和解决施工中出现的问題。

(三) 再生骨料混凝土质量控制与验收

建立再生骨料混凝土的质量控制体系是确保工程质量的关键。质量控制体系应包括原材料检验、生产过程监控、成品检验等环节。原材料检验应确保再生骨料、水泥等材料符合相关标准,特别是再生骨料的质量,应进行严格的检验和控制;生产过程监控应确保拌制、运

输、浇筑和养护等环节按照既定工艺执行,确保混凝土的质量稳定可靠;再生骨料混凝土的质量验收标准和检测方法应参照国家或行业标准执行。验收标准通常包括强度、耐久性、工作性等指标,这些指标直接影响到工程的安全性和耐久性;检测方法包括但不限于抗压强度试验、抗折强度试验、吸水率测试等,通过这些检测,可以全面评估再生骨料混凝土的性能,确保其满足工程应用的要求。只有通过严格的质量控制和验收,才能确保再生骨料混凝土在工程应用中的安全性和可靠性,推动建筑行业的可持续发展。

结语

再生骨料混凝土的性能优化是一个复杂而系统的工程,需要从再生骨料的预处理、配合比设计、掺合料及外加剂的选择等多个方面进行综合考虑。通过科学的研究和实践,可以不断优化再生骨料混凝土的性能,使其更好地满足工程应用的需求。同时,再生骨料混凝土的应用也推动了建筑垃圾的资源化利用,促进了循环经济的发展,为社会的可持续发展做出了积极贡献。未来,随着技术的不断进步和应用的不断深入,再生骨料混凝土的性能将会得到进一步提升,其应用前景也将更加广阔。

参考文献

- [1]唐俊.建筑垃圾再生骨料泡沫混凝土屋面保温技术研究[J].江西建材,2023,(12):73-75+80.
- [2]刘亚龙,梁晓丹.双碳背景下的建筑垃圾的处理研究——以废旧混凝土为例[J].中国建材科技,2023,32(06):88-91.
- [3]闫庆尧,王恩洋,沈振宗,等.振动搅拌再生骨料混凝土力学性能试验研究[J].新型建筑材料,2023,50(12):88-90+102.
- [4]宁小芳,沈磊,丁文杰.衢州市建筑垃圾处置中心工程设计及运行分析[J].施工技术(中英文),2023,52(23):103-108.
- [5]葛鹏,金超,蒋俊,等.MMA强化建筑垃圾再生粗骨料对混凝土性能影响研究[J].武汉理工大学学报,2023,45(11):32-37.