

再生骨料混凝土在土木工程中的应用研究

赖观华

广西出版传媒集团文意置业有限公司 广西南宁 530022

摘要: 在建筑工程项目施工中,再生骨料作为土木建筑工程中的重要施工原材料,对整个建筑工程建设发展、环境保护以及资源节约都有着重要的作用。然而,土木建筑工程中的再生骨料也存在一定的缺陷,并且会对制备混凝土造成严重的影响,从而制约了再生骨料混凝土在土木工程建设中的应用效果。基于此,本文就再生骨料混凝土在土木建筑工程中的应用展开探究分析,以期更好地提高再生骨料在混凝土施工过程中的应用价值,为后续土木建筑工程的应用提供必要的参考借鉴。

关键词: 再生骨料;混凝土;应用

引言

随着城市化进程的加速和建筑行业的蓬勃发展,大量的建筑垃圾随之产生,给环境带来了沉重的负担。再生骨料混凝土是将废弃混凝土经过破碎、清洗、分级等处理后得到的再生骨料部分或全部替代天然骨料配制而成的新型混凝土。与普通混凝土相比,再生骨料混凝土在原材料来源、制备工艺以及性能特点等方面都存在一定差异。因此,深入研究再生骨料混凝土在土木工程中的应用,明确其性能特点和应用范围,对于推动建筑垃圾的资源化利用、促进土木工程行业的可持续发展具有重要的理论意义和现实意义。

一、再生骨料混凝土特性缺陷分析

(一) 耐久性较差

再生混凝土的耐久性受到多方面因素的影响,其中污染物最为主要,这些污染物可能与混凝土发生不良化学反应,从而缩短其使用寿命。而原混凝土中由于有害反应导致的损伤程度,同样对再生混凝土的耐久性有重要影响,这类损伤有可能部分转移到新的混凝土混合物中^[1]。此外,再生骨料表面残留的砂浆层会导致混凝土孔隙率增加和吸水性增强,这对耐久性带来了不利影响。然而,这种现象也并非全无好处,一方面,可以缩小再生骨料与新拌水泥浆体之间的弹性模量差距,有助于优化界面过渡区的粘结效果。另一方面,骨料表面存在的微裂缝能够吸附水泥颗粒,促进界面区域内的水化过程,使得该区域结构更加紧密。

(二) 和易性较差

在水灰比相同的条件下,再生骨料混凝土与传统普

通混凝土在性能上存在明显差异,突出表现为坍落度有所降低。造成这一现象的主要原因是再生骨料自身的物理特性,其表面较为粗糙,且孔隙率较高,吸水能力显著增强。在搅拌过程中,再生骨料会迅速吸收混合用水,导致浆体中自由水减少,进而影响拌合物的流动性,削弱其施工工作性。为了提升再生混凝土的施工性能,工程实践中常采用两种手段进行优化,一种是掺加适量外加剂,如高效减水剂,以改善混合料的流动性能。另一种是适度增加水泥浆体的比例,用以补偿因再生骨料吸水而损失的水分,从而更好地满足现场施工的各项要求。

(三) 强度不稳定

再生混凝土的力学性能一直是科研领域的重点研究方向,尤其是再生骨料对其强度特性的影响方面。再生骨料在制备与应用过程中存在一定的结构性缺陷,一方面,骨料可能由于长期使用或受力作用而产生老化和损伤。另一方面,在破碎与筛分过程中,其内部原有的微裂纹可能进一步扩展,这些都会对混凝土结构的整体性和稳定性造成不利影响,进而导致抗压强度有所降低^[2]。而再生混凝土与普通混凝土在强度方面的差距并不是固定不变的,而是受到多种因素共同作用的影响。例如,再生骨料的掺入比例、原始材料的来源、试验测试的方法以及养护条件等,都会显著影响最终的强度表现,由于这些变量之间的相互影响,再生混凝土的强度往往表现出较强的离散性。因此,在实际工程中应用再生混凝土时,建议采取一系列优化措施,如合理调整配合比设计、规范实验操作流程以及优化养护条件等,以提升其强度的稳定性和可靠性,推动其在建筑工程中的更广泛应用。

二、再生骨料制备流程分析

(一) 制备

骨料的储存管理对于保证材料性能的均匀性至关重要,具体管理措施包括按照骨料粒径进行分级存放,不同种类和规格的材料必须分区放置,避免混杂和交叉污染。储存区域应铺设硬化地面,并配备完善的排水设施,以防雨水冲刷或积水影响材料质量。矿物掺合料应根据其种类和品质等级分别存放,不得与水泥等其他材料混合堆放,以免发生不良反应或性能变化。至于外加剂、添加剂及填充材料,则应依据产品类型和供应商的不同,实行分类保管,以确保其化学稳定性和使用效果。以再生骨料砂浆制备为例,推荐采用现场机械搅拌方式制备,并优先选用强制式搅拌设备,以提高混合均匀度,有利于精确控制砂浆的工作性能。搅拌完成后,应及时清理搅拌机内的残留物,防止对下一批次材料造成污染。搅拌时间应根据不同配方进行控制:普通砂浆自投料完毕后搅拌时间不应少于2min;若砂浆中加入了外加剂或掺合料,则从所有材料加入完毕起,搅拌时间应不少于3min。

(二) 存储

在建筑工程中,水泥基砂浆的使用时效对施工质量的影响中,根据相关技术规范,现场配制的硅酸盐水泥砂浆(含水泥混合砂浆)应在拌合完成后3h内完成施工使用,若超过该时间仍继续使用,可能会出现和易性下降、粘结力减弱等现象,进而影响工程质量。而当施工现场气温超过30℃时,由于水分蒸发速度加快,砂浆的有效施工时间应适当缩短,建议控制在2.5h内使用完毕。而对于掺加了缓凝剂的砌筑砂浆,因其凝结时间有所延长,具体使用时限应依据实际配合比及产品说明进行调整^[3]。除了使用时效,砂浆的养护条件也需引起重视,夏季高温施工时,应采取遮阳覆盖措施以减缓水分蒸发;冬季低温环境下则应做好保温防护,防止材料受冻。砂浆存放及施工的理想环境温度范围为5~35℃,在此区间内有助于保持其性能稳定。特别需要注意的是,已拌制好的砂浆不得在低于5℃或高于35℃的极端环境中储存,以免对最终施工效果造成不利影响。

(三) 施工

(1) 施工前的准备工作:在进行砌筑、地面或抹灰类砂浆施工之前,应对作业面进行全面检查,确保所用砂浆与基层材料相容,并彻底清除基面的油渍、灰尘及其他附着物。若表面存在凸起,应予以打磨平整,并对管线槽等部位进行适当修整,确保整体表面平整、洁净。

(2) 砌体勾缝工艺:在砌筑过程中推荐采用原浆勾缝方式,并做到边砌边勾,不仅能增强墙体的整体性,还可以提升外观质量。

(3) 控制抹灰施工时机:建议在主体结构或砌体工程结束后的7天内进行抹灰作业,施工中应严格控制各层抹灰厚度,确保满足相关标准要求,避免因过厚或不均而引发空鼓或开裂等问题。

(4) 屋面与外墙施工环境把控:开展屋面或外墙抹灰作业时,应避免雨天、大风等不利天气。夏季高温期间不宜在强日照环境下操作,宜选择清晨或傍晚温度较低时段进行施工,以减少水分蒸发速率。

(5) 地面砂浆基层处理要求:当基层为松散填充材料时,应先进行压实找平;若基底表面较为光滑,则需采取凿毛或涂刷界面剂等方式进行预处理,以增强新旧材料之间的粘结力。

(6) 砂浆搅拌与使用规范:搅拌完成的砂浆应在规定时间内及时使用完毕,若储存过程中出现泌水现象,使用前应重新搅拌均匀,确保其性能稳定。

(7) 后期养护措施:抹灰及地面砂浆在终凝后应及时进行洒水养护,保持湿润状态,养护时间不应少于7天,以保障强度发展和工程质量。

三、再生骨料混凝土在土木工程中的应用

(一) 原材料

针对再生骨料混凝土在土木工程中的应用中,本次试验所使用的原材料主要包括以下几个方面。首先是水泥,使用PC32.5R复合硅酸盐水泥为主,其次粉煤灰,使用的级别为T级粉煤灰^[4]。然后是砂料,以天然砂中的细砂和中砂为主,并伴有废弃混凝土。最后是外加剂,其中砂浆增塑剂为GA,含周量为0.7%,密度为0.99g/cm³,而氯离子含量为0.04%。砂浆开放时间调节剂为GB,含周量为12%,密度为1.06g/cm³,而氯离子含量为0.04%。

(二) 试验方法

在本次试验中,选用的再生细骨料主要包括破碎混凝土砂与烧结砖砂,研究通过将这两种骨料分别以普通砂质量的0%、30%、50%和70%进行替代,系统地探讨了不同掺量下对砂浆各项性能所产生的影响。而需要指出的是,破碎混凝土砂与烧结砖砂具有较高的吸水率,若未作处理直接用于配制砂浆,容易引起浆体稠度变化,进而干扰试验数据的准确性与可比性。因此,为了更真实地反映这两种再生骨料对砂浆性能的具体作用,在使用前必须进行预湿处理。本试验所采用的预湿方法是

破碎混凝土砂与烧结砖砂置于清水中浸泡24h, 确保其充分吸水饱和。浸泡完成后, 将材料取出并去除表面多余水分, 以保持后续砂浆配比的稳定性, 从而为分析不同掺量再生骨料对砂浆性能的影响提供可靠的数据支持。

(三) 试验结果分析

基于混凝土砂在砂浆中的应用时, 其预湿混凝土砂不同取代砂浆的收缩率变化图如图1所示。

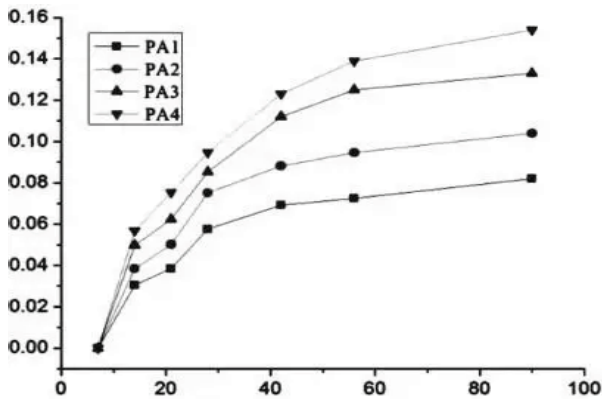


图1 预湿混凝土砂不同取代砂浆收缩率

(1) 拌合用水量变化分析: 在砂浆配制过程中, 随着再生骨料(无论处于干燥或预湿状态)掺量的增加, 为了维持一致的工作性能, 所需的拌合水量也需相应提升。这主要是由于再生骨料经破碎处理后形成较多孔隙结构, 并具有较大的比表面积, 因此其吸水能力明显高于天然砂, 从而导致整体拌合用水量上升。

(2) 保水能力表现: 试验结果显示, 再生骨料的掺入比例与其所在砂浆体系中的水分保留能力呈正向关系。随着掺量的提高, 砂浆内部对水分的保持效果显著增强, 表明再生骨料在一定程度上有助于改善体系的保水性能。

(3) 施工工作性影响: 随着再生骨料掺量的逐步增加, 砂浆的流动性呈现下降趋势。这一现象主要源于再生骨料对水分及外加剂较强的吸附作用, 削弱了浆体的塑化效果, 从而对施工操作性能产生不利影响。

(4) 体积密度变化特征: 由于再生骨料本身的密度低于天然骨料, 因此当其掺量逐渐增加时, 硬化后砂浆的整体体积密度也随之降低。这种密度的减少趋势与再生骨料掺量之间呈现出明显的负相关关系。

(5) 在强度方面: 对混凝土砂进行预湿处理会提高其在砂浆中的掺入比例, 但同时会导致砂浆的抗压强度和拉伸黏结强度下降。影响砂浆强度的主要因素包括, ①吸水特性, 混凝土砂的高吸水性会降低砂浆的实际水灰比, 理论上应提升强度, 但实际效果更为复杂^[5]。②材料性能相较于天然砂, 再生混凝土砂的结构稳定性较

差, 这会直接影响砂浆的最终强度。③密度变化, 随着混凝土砂掺量的增加, 砂浆的表现密度呈下降趋势, 这种密度变化会削弱砂浆强度, 综合作用下, 砂浆抗压强度随混凝土砂比例增加而递减。在黏结强度方面, 除上述因素外, 混凝土砂的吸水特性还会导致砂浆-基体界面水分流失, 显著降低界面黏结性能。多种因素的共同作用使得黏结强度的变化更为复杂。

对比使用干态混凝土砂与预湿处理后的混凝土砂所配制的砂浆, 可以发现若干明显差异。在采用预湿混凝土砂的情况下, 为了达到相同的初始流动度, 通常需要适当增加拌合用水量。尽管如此, 其拌合物的稠度稳定性相对更优, 但在表现密度、抗压强度以及界面黏结性能方面均出现一定程度的下降。而造成这一现象的主要原因是预湿砂在拌制前已吸收了一定水分, 而干砂则在搅拌过程中持续吸水。因此, 虽然预湿处理有助于提升砂浆工作性的保持能力, 但也带来了用水量增加的问题, 并对硬化后砂浆的致密程度和力学表现产生不利影响。

结束语

再生骨料混凝土的力学性能和耐久性能虽然受到再生骨料取代率的影响, 但在合理控制取代率的情况下, 能够满足部分土木工程结构部位的性能要求。在实际工程应用中, 再生骨料混凝土在道路基层、房屋建筑构件以及小型预制构件等方面都展现出了良好的适用性和经济性。从环境效益来看, 再生骨料混凝土源的消耗, 符合可持续发展的理念。因此, 随着技术的不断进步和研究的深入, 再生骨料混凝土必将在土木工程领域发挥更大的作用, 为推动建筑行业的绿色发展做出重要贡献。

参考文献

[1] 邵洪雷, 谢园新. 再生骨料混凝土在建筑二次结构中的应用[J]. 居舍, 2025, (14): 35-37.

[2] 伍恒宇, 高启聚. 再生骨料水泥混凝土应用研究进展[J]. 四川建材, 2025, 51(05): 5-10.

[3] 谢金龙, 冯建帅, 袁兴, 等. 再生骨料混凝土力学性能及耐久性能研究[J]. 混凝土世界, 2025, (03): 46-49.

[4] 孙小飞, 吴天乾, 余振鹏, 等. 碳纤维再生混凝土劈裂拉伸力学性能与破坏机理[J]. 硅酸盐通报, 2025, 44(03): 883-891.

[5] 邱燕, 王晓光, 李曼. 再生微粉、骨料混凝土在柱脚垫层中应用研究[J]. 居舍, 2025, (08): 61-63.