

再生骨料混凝土在建筑施工中的应用技术研究

史俊峰 610103197307070813

摘要

随着我国城镇化建设进程加快,旧建筑拆除产生的建筑垃圾排放量逐年攀升,天然骨料开采也带来了严重的生态破坏问题,再生骨料混凝土作为建筑垃圾资源化利用的核心产品,其推广应用对推动建筑行业绿色转型具有重要战略意义。本文梳理了再生骨料的基本性能特征,分析了再生骨料混凝土配合比设计、制备运输以及现场施工的关键技术要点,探讨了当前应用中存在的强度稳定性不足、耐久性偏弱等问题,并提出了对应的优化改进方向。研究表明,通过预处理工艺优化与改性处理能够有效提升再生骨料混凝土的性能,规范施工管控可以保障工程质量,推动再生骨料混凝土在建筑施工中的规模化应用,助力实现双碳目标下建筑行业的可持续发展。

关键词: 再生骨料混凝土; 建筑施工; 资源化利用; 应用技术

一、引言

近年来我国每年拆除的老旧建筑面积超过 20 亿平方米,产生的建筑垃圾总量超过 20 亿吨,其中废弃混凝土占比超过 50%,大部分建筑垃圾采用填埋或露天堆放的处理方式,不仅占用大量土地资源,还会造成土壤、地下水污染。同时,建筑工程每年对天然砂石骨料的需求量超过 200 亿吨,长期过度开采导致河道生态破坏、山体植被退化等一系列环境问题,天然骨料资源枯竭的问题也日益凸显。在此背景下,将废弃混凝土破碎加工得到再生骨料,制备成再生骨料混凝土应用于建筑工程,既能够解决建筑垃圾消纳问题,又可以替代天然骨料减少生态破坏,符合绿色建筑与循环经济的发展要求。

再生骨料混凝土的应用研究在我国已经开展了数十年,随着技术进步,再生骨料的加工工艺逐步成熟,部分性能指标已经能够满足建筑结构的使用要求,但在实际施工应用中,仍然存在性能波动大、施工工艺不规范等问题,限制了其大范围推广。因此,梳理再生骨料混凝土在建筑施工中的应用技术要点,解决当前应用存在的问题,对推动行业绿色发展具有重要的现实意义。

二、再生骨料的性能特征

再生骨料来源于废弃混凝土的破碎加工，其性能与天然骨料存在明显差异。首先，再生骨料表面附着大量旧水泥砂浆，这部分砂浆孔隙率高、强度低，导致再生骨料整体的表观密度比天然骨料低 10%~20%，孔隙率比天然骨料高出 15%~30%，吸水率也远高于天然骨料，一般天然骨料的吸水率不到 1%，而再生骨料的吸水率通常在 5%~10%之间，部分品质较差的再生骨料吸水率甚至超过 15%。

其次，再生骨料在破碎过程中，内部会产生大量微裂纹，导致其压碎指标高于天然骨料，强度稳定性较差。一般来说，原生混凝土强度等级越高，破碎得到的再生骨料压碎指标越低，品质越好，废弃 C30 混凝土破碎得到的再生骨料，压碎指标通常在 20%~30%之间，而天然砂石骨料的压碎指标一般低于 16%。

三、再生骨料混凝土建筑施工关键技术

（一）配合比设计技术

再生骨料的高吸水率特性，使得再生骨料混凝土的配合比设计不能直接套用天然骨料混凝土的设计方法，必须考虑吸水率对工作性能的影响。目前常用的设计方法是附加用水量法，在设计配合比时，额外增加一部分用水量补偿再生骨料吸水造成的坍落度损失，附加用水量根据再生骨料的吸水率与用量计算确定，一般情况下，再生骨料取代率越高，需要附加的用水量越多。

再生骨料取代率是配合比设计的核心参数，取代率指再生骨料替代天然骨料的比例，当取代率不超过 30%时，再生骨料混凝土的强度与天然骨料混凝土相差不大，能够满足多数建筑结构的强度要求；取代率超过 50%后，强度下降较为明显，一般只能用于非承重结构或者垫层。

（二）制备与运输技术

再生骨料混凝土制备过程中，投料顺序与搅拌时间需要进行调整。因为再生骨料吸水速度快，一般采用先投入再生骨料、砂石骨料与部分拌合水，预搅拌 1 分钟，让再生骨料充分吸水饱和后，再投入水泥、矿物掺合料与剩余拌合水继续搅拌，这样可以减少搅拌过程中的坍落度损失，保障工作性能。搅拌时间比普通混凝土延长 30~60 秒，确保拌合均匀，避免出现离析、泌水问题。

运输过程中，因为再生骨料吸水会导致坍落度随时间增长下降更快，所以需要控制运输时间，尽量缩短从搅拌站到施工现场的运输距离，夏季高温施工时，

需要对运输罐车采取隔热降温措施，到场后需要检测坍落度，如果坍落度不符合要求，可在允许范围内掺入适量外加剂调整性能，严禁随意加水。

（三）现场施工技术

浇筑施工前，需要对基层进行充分润湿，因为再生骨料混凝土的失水速度比普通混凝土更快，基层干燥会快速吸收混凝土中的水分，导致表面开裂，所以浇筑前提前 4~8 小时润湿基层，清理基层杂物与积水。浇筑过程中，振捣要充分，因为再生骨料混凝土的粘聚性较大，流动性稍差，所以振捣间距比普通混凝土适当缩小，振捣时间适当延长，确保振捣密实，避免出现蜂窝、孔洞等缺陷。

四、再生骨料混凝土应用存在的问题与优化方向

当前再生骨料混凝土在建筑施工应用中主要存在两方面问题：一是性能稳定性不足，再生骨料来源于不同的废旧建筑，原生混凝土强度差异大，加工工艺参差不齐，导致不同批次再生骨料的性能波动大，进而造成再生骨料混凝土的强度、工作性能波动，影响工程质量控制；二是耐久性偏弱，再生骨料的高孔隙率使得水、氯离子等侵蚀介质更容易渗透进入混凝土内部，导致再生骨料混凝土的抗渗性、抗冻性、抗碳化性能都低于普通混凝土，在复杂环境下长期使用寿命受到影响。

针对上述问题，可从三个方向进行优化：第一，优化再生骨料预处理工艺，通过机械研磨去除表面附着的旧砂浆，或者采用碳化处理、酸碱改性等方法改善再生骨料的孔隙结构，降低吸水率，提升强度，研究表明，碳化处理可以使再生骨料的吸水率降低 10%~20%，强度提升 15%左右；第二，完善性能管控标准，建立再生骨料分级分类制度，根据性能指标将再生骨料分为不同等级，对应不同的工程应用场景，实现优质优用，避免劣质骨料应用到承重结构中；第三，优化施工管控体系，针对再生骨料混凝土的特性制定专门的施工工艺标准，加强搅拌、浇筑、养护各个环节的质量管控，保障工程质量稳定。

五、结论

再生骨料混凝土是建筑垃圾资源化利用的重要途径，对解决建筑垃圾消纳问题、缓解天然骨料资源短缺、推动建筑行业绿色低碳发展具有重要意义。再生骨料混凝土的性能与普通混凝土存在差异，在建筑施工应用中，需要根据其特性优化配合比设计，调整制备运输与现场施工工艺，加强质量管控。通过再生骨料改性工艺优化、分级体系完善与施工技术规范，能够有效解决当前应用中存在的性

能不稳定、耐久性不足等问题,推动再生骨料混凝土在建筑工程中的规模化应用,在未来的城镇更新建设中,再生骨料混凝土将发挥越来越重要的作用。

参考文献

[1] 肖建庄, 李佳彬, 孙振平. 再生混凝土的研究应用与发展[J]. 建筑材料学报, 2004, 7(3): 297-301.

[2] 中国建筑科学研究院. GB/T 14684-2011 建筑用砂[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.

[3] 张向军, 李秋义. 再生骨料混凝土耐久性研究现状与展望[J]. 青岛理工大学学报, 2018, 39(4): 1-7.