

再生骨料清水混凝土的性能及应用研究

胡珊珊¹, 杨晓波^{2*}

(1. 六安职业技术学院城市建设学院, 安徽 六安 237158;

2. 蚌埠学院土木与水利水电工程学院, 安徽 蚌埠 233030)

摘要:废弃混凝土骨料是再生骨料混凝土的源泉, 清水混凝土是建筑装饰材料的基石。随着城乡拆迁及工程改造产生的建筑垃圾越来越多, 对生态资源平衡构成了严重威胁。废弃混凝土作为“城市矿产”, 从源头上节省天然骨料, 实现了再生资源产业化发展。清水混凝土应用在装饰工程中, 减少了装饰垃圾, 并具有良好的生态效益。通过对清水混凝土的制备和施工工艺的研究分析, 为再生骨料清水混凝土的应用和推广奠定了一定的理论基础。结合建筑装饰案例的研究, 印证了再生骨料清水混凝土具有实用、美观和环保的三重价值, 具有良好的开发前景。

关键词:再生骨料; 清水混凝土; 施工工艺; 建筑装饰; 案例分析

中图分类号: TU528 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2019)02-0074-04

Study on Performance and Application of Recycled Aggregate Bare Concrete

HU Shanshan¹, YANG Xiaobo^{2*}

(1. School of City Construction, Lu'an Vocational Technical College, Lu'an, Anhui 237158, China;

2. College of Civil and Hydroelectric Engineering, Bengbu University, Bengbu, Anhui 233030, China)

Abstract: Waste concrete aggregate is the source of recycled aggregate concrete, which is the major element of building decoration materials. The increasing amount of construction waste generated by urban and rural demolition and project renovation poses a serious threat to the balance of ecological resources. Dubbed an "urban mineral", waste concrete can be recycled to reduce the consumption of natural aggregates from the very beginning and to realize the industrialized development of renewable resources. Use of bare concrete in decoration projects can reduce decoration waste and achieve good ecological benefits. By studying the preparation and construction techniques of bare concrete, we aim to lay a certain theoretical foundation for the application and extension of recycled aggregate concrete. In combination with case studies of architectural decorations, we demonstrate the practical, artistic and environmental values of recycled aggregate bare concrete, showing its good development prospect.

Keywords: recycled aggregate; bare concrete; construction technique; architectural decoration; case study

随着我国城乡混凝土工程的不断老化, 拆迁改造产生的混凝土垃圾越来越多。在我国建筑工程快速发展的背景下, 将废弃混凝土骨料实现再生利用势在必行。进一步加大对“城市矿产”的回收利用, 是有效提高资源再生利用效率的合理途径, 也是建设资源节约型社会, 实施新型资源战略以保障资源安全的客观要求^[1]。清水混凝土是一种装饰混凝土, 通过自然形成的混凝土表面呈现出装饰效果, 是一种既经济、又环保的装饰方法^[2]。清水混凝土减少了工程中大量装饰材料的使用, 减少了装饰材料对环境的污染、降低了工程的造价, 可使得装

饰的成本减少30%~50%。将废弃混凝土经过鄂式破碎等处理后, 作为再生利用的再生骨料掺入混凝土中, 应用在清水混凝土工程中, 不仅减少了废弃混凝土的环境污染, 而且减少了对新砂石的过度开发索取, 充分实现了资源的循环利用, 对可持续发展具有重要的现实意义。

1 清水混凝土的发展与特点

我国将清水混凝土技术运用于工程, 起源于20世纪末, 并逐渐推广。由于清水混凝土具有装饰效果自然、外部感观好、经久耐用、节约工程成本和工

收稿日期: 2019-01-15

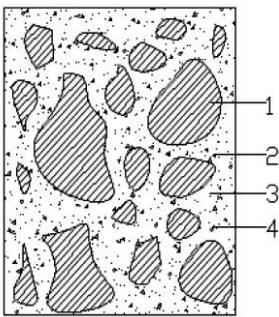
基金项目: 安徽省质量工程项目: 土木工程专业综合改革试点(2016zy052); 安徽省质量工程项目: 示范实验实训中心, 装饰技术实训中心(2017sxzx51); 蚌埠学院自然科学研究重点项目: 再生骨料清水混凝土的制备与施工工艺优化(2018ZR01zd)。

作者简介: 胡珊珊(1985—), 女, 安徽六安人, 讲师, 硕士, 研究方向: 建筑装饰材料和工程力学的研究。*为通信作者。

期等优点,目前广泛应用于水工混凝土工程和建筑工程中^[3]。其自然质感所带来的美学效果符合中国的传统文化,更加速了传统文化的发展。为了减少对自然资源的破坏,走一条人与生态和谐相处的发展道路,再生骨料清水混凝土的应用越来越多。当前,一些工程师对清水混凝土表面的质感青睐有加,愈来愈追求对清水混凝土的施工效果,土建设部分清水混凝土的表面质量是影响整体美观的重要部位,所以需要保障清水混凝土的表面的平整性、光滑性和层次性^[4]。清水混凝土墙体不仅具有朴实无华、天然美感、装饰美观和维护简单等特征,还能传递出生态文明的情感,体现了人与建筑的和谐之美^[5]。由于清水混凝土一次浇注成型,因此其质量和装饰效果很大程度上取决于模板的质量和工艺。随着现代化模板技术的发展,清水混凝土的应用更加广泛。但目前,清水混凝土的制备和施工工艺还存在一些问题,如当前没有清水混凝土的制备与施工工艺的完善验收标准。

2 再生骨料清水混凝土材料的性能分析

再生骨料清水混凝土材料具有可循环再生利用、无污染、环保等众多优点。全面掌握再生骨料清水混凝土材料的组成,可以为实际工程中的应用提供了准确的制备依据。下面对再生骨料清水混凝土的材料进行了讨论,只有了解再生骨料清水混凝土材料的性能,才能提升清水混凝土的施工水平^[6]。再生骨料清水混凝土的组成见图1。



(1-再生粗骨料;2-细骨料;3-水泥浆;4-气孔)

图1 再生骨料清水混凝土

通过分析可知,再生骨料清水混凝土对原材料的要求如下:(1)水泥:水泥是清水混凝土工程施工的基础,水泥的选用应具有活性好、标准稠度用水少,采用低碱P.O42.5普通硅酸盐低碱水泥。(2)石子(粗骨料):利用废弃混凝土经过鄂式破碎、筛分,得到再生粗骨料。粗骨料选用5~15 mm之间,要求坚固均匀,级配好,空隙率小的再生粗骨。(3)水:水

一般选用生活用水,水灰比 <0.6 。如选用地下水,应按有关标准进行检验后方可使用。(4)砂:一般选细砂,砂率控制在31%~38%,要求模量合格、含泥量合格、清洁,才能长期不致开裂或脱落。(5)外加剂:应具有较好的抗离析性,和易性,含气量 $<3\%$,以便减小气泡生成。实验室配合比试配过程如图2所示,通过试配最终确定实验室配合比,再生骨料:细骨料:水泥:总用水量:总水灰比:砂率=1 234.2:522.1:527.9:303.8:0.57:0.35。

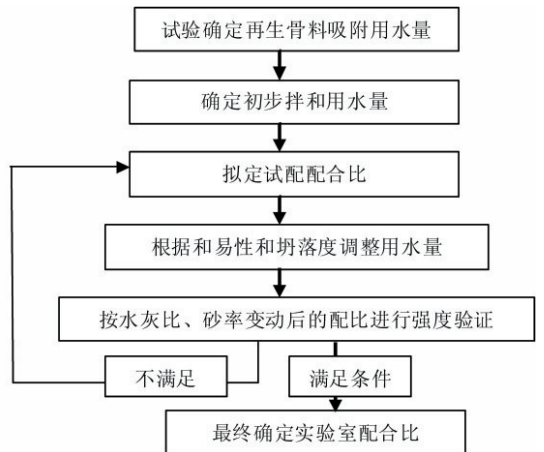


图2 实验室配合比试配过程

对再生骨料混凝土不同取代率进行了抗压强度分析。试验中,再生粗骨料的取代率选取分别为25%、50%、75%和100%。通过试验分析可知,龄期在14 d以内,再生骨料混凝土与普通混凝土的强度差别不大。龄期在14 d后,再生骨料混凝土的强度较普通混凝土有所降低,且随着粗骨料取代率的增大,这种差异越明显。经历标准养护期的再生骨料混凝土的抗压强度较普通混凝土降低程度,如表1所示。分析可知,采用75%取代率的再生骨料混凝土的抗压强度对采用C30及以下标号混凝土工程是可行的。在强度要求较高的工程中,推荐将再生骨料取代率选取50%。

表1 不同再生骨料取代率抗压强度对比

试验组别	再生骨料取代率/%	抗压强度降低程度/%
1	25	2.62
2	50	3.74
3	75	7.15
4	100	11.62

3 再生同料清水混凝土的制备与施工工艺

再生骨料清水混凝土的施工工艺包括:再生骨料混凝土的制备、运输、浇筑和振捣;模板的设计、选型、安装和生产工艺等。

3.1 再生骨料清水混凝土的制备技术

针对再生骨料清水混凝土的制备,提出了采用低碱P.O42.5普通硅酸盐水泥,以避免碱骨料反应产生的裂纹,并要求控制制备出初凝时间 > 30 min,终凝时间 < 600 min,再配合外加剂,才能制备出较高质量的清水混凝土。再生骨料清水混凝土应采用混凝土搅拌运输车,应尽可能缩短运送时间,防止混凝土初凝,从而保证混凝土拌合物的分层离析和坍落度等要求。在再生骨料清水混凝土的结构施工期间,施工养护用水比较频繁,其洞内昼夜温差大、湿度大,致使清水混凝土表面潮湿,空气中的粉尘极附着在这些混凝土面上,则会在混凝土表面形成白灰色的霉斑,十分影响观感效果^[7]。所以,清水混凝土运输期间,需根据运输的距离、气温和含水率等变化的情况及时对配合比进行调整。

3.2 模板的施工工艺

由于再生骨料清水混凝土属于装饰混凝土,多用在建筑物的外围,浇筑时模板的施工质量决定了最终的成型效果。因此,要想表现建筑艺术风格达到最佳效果,最重要的是再生骨料清水混凝土墙体的浇筑、保养等施工工艺。再生骨料清水混凝土模板施工工艺追求的是自然、简单和大方,带有简约时尚和民族传统的艺术性才能在一定程度上提升建筑工程整体的施工质量,取得更好的经济效益^[8]。再生骨料清水混凝土模板的施工工艺效果见图3。



图3 再生骨料清水混凝土模板的施工效果

再生骨料清水混凝土模板要求具有成型和装饰的双重工艺效果。再生骨料清水混凝土表面装饰的质量取决于模板的设计、加工和安装中的施工工艺。模板设计的工艺要求具有足够的强度、刚度和稳定性,在侧压力作用下不变形;模板还要求便于组装、拆除、多次重复使用。清水混凝土模板可采用钢、钢木、塑料、铝合金模板技术等。模板安装施工时,应遵循先内后外、先横后纵的基本原则,避免模板受力而产生应变。模板垂直度施工工艺的控制是关键工序。每块模板固定前要严格控制,搬

运过程中,要对使用面进行保护,模板与模板间要保证不漏浆,在模板缝中要贴双面胶,保证模板间连续、紧密。所以,清水混凝土模板的合理运用对于提高清水混凝土成品质量具有重要意义^[9]。

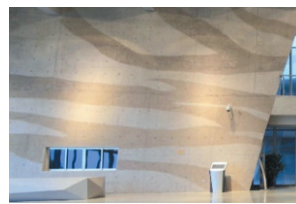
通过对清水混凝土常见的施工质量问题及成因进行分析可知,清水混凝土技术的应用可以实现节约施工成本、提升施工效率的目标^[10]。在清水混凝土施工工艺中,如果关键技术处理不当,会引起结构在施工中的质量缺欠,如:跑浆、错台、墙底烂根、模板缝隙、气泡数量超标和蜂窝麻面等问题。所以清水混凝土施工的每一道工序都至关重要,加强施工过程的管控才能使工程质量全面提升。

4 装饰案例与讨论

在我国,清水混凝土广泛应用于各种工程的建筑装饰中,如酒店、运动场馆和别墅等。清水混凝土的装饰模板具有光洁如镜、纹理清晰、朴实无华的美感,具有传统民族艺术的外观效果,是现代建筑材料无法效仿的。实践又印证清水混凝土装饰模板拥有的柔软感不仅对人的感官及精神产生影响,而且可以表达出建筑艺术的情感。因此,越来越多的国家采用了清水混凝土工艺。

4.1 案例

通过收集国内外相关资料文献,列举了典型建筑墙体装饰模板案例。如国内的泰山桃花峪游人中心、北京联想研发中心(国内首个大型清水混凝土装饰项目),见图4。



a. 泰山桃花峪游人中心

b. 联想研发中心

图4 清水混凝土模板效果(a, b)

结合上述装饰实例工程,还有北京华贸中心、山东博物馆、广州亚运城综合体育馆、郑州国际会展中心、锦州国际会展中心、首都机场、香港汇丰银行和上海国际机场等都广泛采用了清水混凝土。案例印证,清水混凝土已成为一种新型的环保、绿色墙体装饰材料,标志着我国清水混凝土已发展到了一个新的阶段,已成为世界清水混凝土发展史上的里程碑。

4.2 讨论

清水混凝土不同于普通混凝土,其表面光洁如镜、纹理清晰、色泽均匀、无污染,显得自然与庄重,

具有简约的风格,已成为一种新的建筑流派。清水混凝土具有视觉冲击力,其装饰效果时尚美观,符合现代美学要求,还具有绿色环保功能,符合国家生态文明建设的要求等。将废弃骨料循环再生应用到清水混凝土装饰中,更加体现了其重要的生态和环保价值。目前对再生集料和再生混凝土的理论研究已基本成熟,可以应用到清水混凝土工程中^[11]。通过清水混凝土墙体装饰再造施工工艺的案例,见证了3D立体清水混凝土装饰造型艺术应用的成功。

5 结语

通过试验分析得到再生骨料混凝土的推荐配合比,并采取不同粗骨料取代率进行了强度试验,结

果表明,不同取代率再生骨料混凝土的早期强度与普通混凝土接近,中后期强度略有降低,降低程度随再生骨料取代率的增加而趋于明显。通过标准龄期强度对比分析,C30及以下等级的混凝土装饰工程再生骨料的取代率推荐采用75%;强度等级较高的混凝土工程应适当降低再生骨料的取代率以保证强度要求。结合清水混凝土的施工特点,分析了再生混凝土的制备技术,并结合常见模板施工问题给出建议。通过实际工程案例,分析了再生骨料清水混凝土的风格特点,并证明其具有广阔的应用空间。再生骨料清水混凝土的装饰工程,以其纯朴和自然的传统民族风格特点和经济环保的社会效益,必将成为新时代绿色建筑工程的主流发展方向。

参考文献:

- [1] 陈德敏,姜凌舟.论城市矿产再生利用的法律规制[J].重庆大学学报(社会科学版),2013,19(5):22-27.
- [2] 鹿志清,张凤刚.清水混凝土在水泥生产线建设中的应用[J].水泥,2014,41(4):22-24
- [3] 王龙志,路林海,崔鑫,等.清水混凝土制备技术研究[J].混凝土与水泥制品,2016,36(12):27-31.
- [4] 王代成.论土建工程中清水混凝土施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2017,2(1):206-207.
- [5] 徐洪波,林江源.清水混凝土施工技术在水工建筑物施工中的应用[J].中华民居(下旬刊),2013,6(3):289-290.
- [6] 张宇捷.浅谈土建施工中的清水混凝土施工技术[J].门窗,2017,11(2):101.
- [7] 祝永迪,李国瑞.清远蓄能电站地下厂房清水混凝土表面防护施工技术[J].水利水电施工,2017,24(2):61-63.
- [8] 郝一泽,张宏伟.房建工程清水混凝土施工技术探微[J].建材与装饰,2017,6(16):39-40.
- [9] 马三成.清水混凝土在结构物中的推广与运用[J].珠江水运,2017,24(20):66-67.
- [10] 段刚强.清水混凝土施工技术研究[J].山西建筑,2017,43(36):82-83.
- [11] 王佳骅,王功勋,黄丹,等.废瓷砖再生骨料混凝土的配制及性能试验研究[J].硅酸盐通报,2014,35(11):3000-3005.

(责任编辑:蒋召雪)