

再生混凝土骨料的基本性能试验研究

任 星, 龚爱民*, 李丽生, 周 辉, 彭玉林
(云南农业大学水利水电与建筑学院, 云南 昆明 650201)

摘要: 再生混凝土骨料的基本特性直接影响到它的性能, 因此研究再生骨料的性能显得尤为重要。着重比较了再生骨料和天然骨料在粒形、表观密度、堆积密度、吸水率、坚固性、压碎指标等方面的差别, 分析了其产生不同的原因。

关键词: 再生混凝土骨料; 天然骨料; 基本性能

中图分类号: TU 528.041 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2008)05-0727-03

Experimental Research on the Basic Properties of Recycled Concrete Aggregate

REN Xing, GONG Ai-min, LI Li-sheng, ZHOU Hui, PENG Yu-lin

(Faculty of Water Resource and Hydraulic Power Architecture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The basic properties of recycled concrete aggregate directly affect its performance; therefore, the research on the properties of recycled aggregate is especially important. In this study, the grain shape, apparent density, bulk density, water absorption, sturdiness, crushing index were compared between the recycled aggregate and the natural aggregate. The causes of the differences were analyzed.

Key words: recycled concrete aggregate; natural aggregate; basic properties

人类进入21世纪,要实现进一步的可持续性发展就必须解决好人口膨胀、环境恶化和资源短缺三大问题。1999年以来我国的混凝土用量居全球之冠,由于混凝土中砂石骨料占总重量的70%以上,其用量十分巨大。长期以来,由于砂石骨料来源广泛易得,价格低廉而不受重视,被认为是取之不尽的原材料而随意浪费。另一方面,混凝土建筑物因达到使用年限或由于市政建设的需要而被拆毁,产生越来越多的建筑垃圾,其中废弃混凝土块约占35%,对城市环境造成严重污染。若能将废弃混凝土块就地回收,经破碎、清洗、分级后作为骨料再利用(国际上习惯称为再生骨料,由此拌制的混凝土称为再生骨料混凝土),生产再生混凝土用到新建建筑物或作为铺

设路基上,则不仅能降低成本,节省天然骨料资源,缓解骨料供求矛盾,还能减轻对城市环境的污染。

所谓再生骨料是指通常意义上的再生混凝土骨料,即将废弃混凝土(waste concrete)块经破碎、分级、清洗并按一定的比例混合后形成的骨料成为再生骨料或再生混凝土骨料(recycled aggregate or recycled concrete aggregate)^[1]。再生骨料按粒径大小可分为再生细骨料和再生粗骨料。再生骨料中通常包裹这部分水泥砂浆,这使其在各项指标上都不同于天然骨料。

本次试验主要对再生骨料的物理力学特性等进行系统研究,对比再生骨料和天然骨料之间的性能差异,为再生骨料的利用提供一些参考。

收稿日期: 2007-09-12

作者简介: 任星(1983-),男,湖南岳阳市人,在读硕士,主要从事水工材料与水工建筑物研究。

Email: renxing1983@163.com * 通讯作者 E-mail: yauslsd@163.com

1 试验骨料的基本特性

1.1 天然骨料

试验采用的天然骨料为云南昆明某采石厂生产的石灰岩碎石，试件编号为 TR。

1.2 再生混凝土骨料

采用云南农业大学旁边工厂拆厂房后所剩下的石灰岩骨料混凝土作为原生混凝土生产再生骨料，试件编号 ZS。再生骨料均为人工破碎，采用的再生骨料级配见表 1。

表 1 天然骨料 (TR) 的级配

Tab. 1 Gradation of natural aggregate (TR)

筛径/mm diameter of sieve	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
累计筛余/% cumulative sieve residues	98.08	89.7	75.7	68.23	45.57	22.5	5

注：样品重 500 g，再生混凝土骨料 (ZR) 和天然骨料 (TR) 级配相同，以下各项试验都是采用这一级配。

Note: the weight of sample was 500 g, the gradation of recycled concrete aggregate (ZR) was the same as natural aggregate (TR).

2 结果与分析

本次试验主要对 ZS 和 TR 的物理力学特性等进行系统研究对比，包括粒形、表观密度、堆积密度、吸水率、坚固性、压碎指标等试验，均按照 GB/T14685 - 2001 《建筑用碎石、卵石》^[2] 中的有关规定进行。

2.1 再生骨料的粒形

通过对图 1 和图 2 中所示的 ZS 和 TR 的粒形对比可知，ZS 和 TR 形状相差不大。

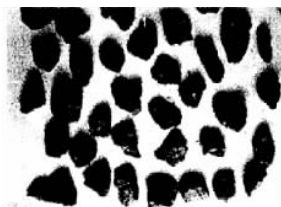


图 1 ZS粒形

Fig.1 Grain shape of ZS

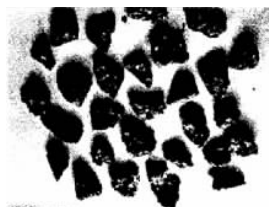


图 2 TR粒形

Fig.2 Grain shape of TR

2.2 再生骨料的表观密度

所谓表观密度是指材料在自然状态下的单位

体积质量，其中自然状态下的体积是指包括材料实体和内部孔隙的表观几何形状体积^[3]。表 2 为 ZS 和 TR 的表观密度实验数据对比，很明显 ZS 的表观密度要比 TR 的小。

表 2 骨料的表观密度

Tab. 2 Apparent density of Aggregate g/m³

类别 type	ZS	TR
表观密度 apparent density	2.613	2.724

影响再生骨料表观密度的因素很多，主要包括：原始混凝土骨料的密度、砂率和水灰比、再生骨料的粒径和级配、再生骨料的颗粒组成和性状、再生骨料表面含有大量水泥砂浆等。李坤等人通过试验得出再生骨料的表观密度随原生混凝土强度的增大而增大，天然骨料最大^[4]。

2.3 再生骨料堆积密度

骨料的堆积密度分为松散堆积密度和紧密堆积密度，其中，松散堆积密度包括颗粒内外孔及颗粒间空隙的松散颗粒堆积体的平均密度，用于自然堆积状态的未经振实的颗粒物料的总质量除以堆积物料的总体积求得；紧密堆积密度包括颗粒内外孔及颗粒间空隙的经振实的颗粒堆积体的平均密度^[3]。再生粗骨料和人工砂的堆积密度可参照天然粗骨料和天然细骨料的测定方法测定。表 3 为 ZS 和 TR 的堆积密度实验数据对比，很明显 ZS 的堆积密度要比 TR 的小。

表 3 骨料的堆积密度

Tab. 3 Bulk density of aggregate g/m³

类别 type	ZS	TR
松散堆积密度 loose bulk density	1.251	1.556
紧密堆积密度 compact bulk density	1.357	1.661

通过反复的解体、破碎过程，原生混凝土骨料中的软质颗粒会被淘汰，粒形不良者也会得到改善，因此加大了骨料粗糙度、增加了棱角效应，使再生混凝土骨料相对表面粗糙度比天然骨料大^[5]，骨料颗粒之间的空隙也要比天然骨料稍多，再者再生混凝土骨料的表观密度比天然骨料小，所以再生骨料堆积密度比天然骨料要小些。

2.4 再生骨料的吸水率

当材料吸水达到饱和状态时的含水率称为材料的吸水率，吸水率是衡量材料吸水性大小的指标。本次试验对 ZS 和 TR 的吸水特性做了研究，

试验结果结果见表4。

表4 骨料的吸水率

Tab.4 Water absorption of Aggregate %		
类别 type	ZS	TR
吸水率 water absorption	6.01	1.11

再生骨料颗粒棱角多,表面粗糙,组分中包含有30%左右的硬化水泥砂浆,再加上混凝土块在解体、破碎过程中由于损伤累积内部存在大量微裂纹,这些因素都使再生骨料的孔含量增大,从而使其吸水率和吸水速率增大。根据国内外对再生骨料的吸水性进行了大量的试验研究,再生骨料的吸水率介于3.5%~10%之间。李坤等人还通过试验证明了再生混凝土骨料的吸水率受到再生骨料自身粒径和原生混凝土级配的共同影响,采用单粒径或主粒径较大的原生混凝土生产的再生混凝土骨料吸水率将较小,再生混凝土粗骨料吸水率不严格的随着原生混凝土的强度的增高而减小^[4]。

2.5 再生骨料的坚固性

骨料的坚固性是指在气候、外力和其他物理力学因素作用(如冻融循环作用)下骨料抗碎裂的能力。本次试验结果见表5。

表5 骨料的坚固性

Tab.5 Sturdiness of aggregate %		
类别 type	ZS	TR
质量损失率 mass-loss	6.24	5.31

由于再生混凝土块在解体、破碎过程中由于损伤累积内部存在大量微裂纹,使再生骨料的孔含量增大,容易碎裂。

2.6 再生骨料的压碎指标

压碎指标表示粗骨料抵抗压碎的能力,以间接地推测其相应的强度。本次试验结果见表6。

ZS的压碎指标为17.25%,TR的压碎指标为12.21%。

表6 骨料的压碎指标

Tab.6 Crushing index of Aggregate %		
类别 type	ZS	TR
压碎指标 crushing index	17.25	12.21

可见,再生骨料由于含有部分强度远低于天然岩石的砂浆,以及破碎加工过程中对岩石造成的损伤,使得再生骨料整体强度降低。

3 结论和建议

(1) 再生混凝土骨料的质量对再生混凝土性能影响很大,但目前还没有对再生混凝土质量进行评定的标准和规范,我国应赶上世界的步伐加快研究。

(2) 再生骨料在各个方面的性能都明显劣于原生骨料,除了在相对表面粗糙度方面要好些之外。因此,强度太低的再生粗骨料不宜用来配制混凝土,而只能用于道路工程垫层和素混凝土垫层。关于提高再生混凝土骨料性能的研究有着广阔的前景。

[参考文献]

- [1] 中国建筑材料科学研究院. 绿色建材和建材绿色化 [M]. 北京: 北京化学工业出版社, 2003.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T14685-2001, 建筑用卵石、碎石 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [3] 武汉水利电力学院. 建筑材料 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1996.
- [4] 李坤, 张英华. 再生混凝土粗骨料的基本性能试验研究 [J]. 建筑科学, 2006, (5): 64-65.
- [5] 张洪, 熊学忠. 废弃混凝土再生骨料的特性研究 [J]. 武汉理工大学学报, 2006, 28 (3): 3.