

Performance on Recycled Modified Concrete

Ming Zhang

School of Environment and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi
Email: 18762671229@139.com

Received: Aug. 2nd, 2013; revised: Aug. 15th, 2013; accepted: Aug. 20th, 2013

Copyright © 2013 Ming Zhang. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Demolition of existent building and reclamation of abandoned concrete thereof not only protect the environment but also relate to the sustainable development of building industry. It needs an overall technology process to break abandoned concrete into reclaimed aggregate. The method which is mature in home is that: Reclaimed C50 compensation shrinkage concrete could be made by mixing with expansion additive.

Keywords: Ecological Environment; Reclaimed Aggregate; Fundamental Characteristics; Shrinkage Compensation

再生改性混凝土的性能

张 明

江南大学环境与土木工程学院, 无锡
Email: 18762671229@139.com

收稿日期: 2013年8月2日; 修回日期: 2013年8月15日; 录用日期: 2013年8月20日

摘 要: 拆除原有的建筑物, 对废弃的混凝土加以利用, 既可以保护环境又关系到建筑的可持续发展。将废弃的混凝土破碎再生骨料, 需要建立一套工艺方法。现就目前国内比较成熟的方法是: 使用膨胀剂能够制成 C50 的补偿收缩再生混凝土。

关键词: 生态环境; 再生骨料; 基本性能; 补偿收缩

1. 引言

当今世界, 环境问题日益凸显, 可持续发展被提上日程。有效、合理地利用有限的资源是实现可持续发展的首要途径。混凝土生产需要大量的粗细骨料—砂石, 随着对砂石的不断开采, 天然建筑骨料趋于枯竭, 开采成本高, 对生态环境的破坏也十分严重^[1]。另一方面, 城市建筑业的迅速发展以及各种自然灾害产生了大量的废弃混凝土垃圾。对这些废旧混凝土进行回收利用符合可持续发展战略的要求, 能带来显著的社会、经济和环境效益, 由此兴起的再生混凝土技术已成为许多发达国家的重要研究课题。

2. 国内外再生混凝土发展状况

将废弃混凝土块经破碎、分级并按一定的比例混合后形成的骨料称为再生骨料或再生混凝土骨料 (recycled aggregate or recycled concrete aggregate)。利用再生骨料作为部分或全部骨料配制的混凝土称为再生骨料混凝土 (recycled aggregate concrete), 简称再生混凝土 (recycled concrete)^[2]。

传统的建筑材料生产和使用造成资源的过度消耗、能源短缺和环境污染等严重的问题, 水泥和混凝土是导致这些问题的重要原因。水泥混凝土结构通常只有几十年的生命周期, 在这些结构完成其使用功能

后,旧混凝土就会被废弃。据统计,工业固体废弃物中40%是建筑业产生的,废弃混凝土是建筑业制造出的最大的废弃物。20世纪90年代初,欧共体国家每年产出废弃混凝土为5000万吨,美国为6000万吨,日本约1200万吨。面对砂石等自然资源日益短缺,而建筑废弃物日渐增加的严峻形势,各国政府和研究机构纷纷制定政策,发展新技术,以促进建筑废弃物尤其是旧混凝土的再生利用^[3]。

据统计^[4-6],90年代以来,每年全世界总体混凝土的消费量已超过80亿吨。在我国,每年浇注混凝土约15~20亿 m^3 ,而混凝土中砂石骨料占总质量的70%以上。因此我国每年的开山采砂石约为11~14亿 m^3 。如果按海拔500m左右的山地来折算,相当于每年铲平了约840公顷山地,对环境产生相当大的压力。另一方面,由于市政拆迁改造、自然灾害、人为因素和技术原因等产生的建筑垃圾也在不断增加,其中废弃混凝土占了很大的比例。

3. 补偿收缩改性混凝土的组成

普通混凝土是用途极广的建筑材料,但是由于它的极限延伸率较低,在干缩、徐变、温度等作用下容易开裂,导致混凝土工程渗漏并引发钢筋锈蚀,影响构筑物的使用功能和寿命。国内外的研究表明,采用膨胀剂或膨胀水泥配制的补偿收缩混凝土,是解决混凝土材料裂渗问题的有效技术途径这是因为补偿收缩混凝土在水化硬化过程中能够产生0.2~0.7 MPa预压应力(即自应力),该应力能抵消或部分抵消由混凝土干缩、徐变、温度等引起的拉应力,从而提高混凝土工程的抗裂性能;另外,由于水化膨胀产物的填充作用,使水泥石中的大孔变小,总孔隙率减小,从而改善了混凝土的孔结构,大幅度提高了混凝土的抗渗性能,因此配制补偿收缩混凝土的膨胀水泥在国外又称为“不透水水泥”。补偿收缩混凝土是现代混凝土科学的一个重要分支,其性能独特,是解决高性能混凝土体积稳定性、提高混凝土耐久性的一个重要技术基础,对它的研究还有待进一步深入和完善,本文综合阐述了补偿收缩改性混凝土的一些基本性能^[7]。

3.1. 膨胀剂

物理化学性能:混凝土膨胀剂是指其在混凝土拌

制过程中与水泥、水拌和后经水化反应生成钙矾石 $[3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O]$ 或氢氧化钙 $[Ca(OH)_2]$,使混凝土产生体积膨胀的外加剂。混凝土膨胀剂主要用来配制膨胀混凝土(包括补偿收缩混凝土和自应力混凝土),补偿收缩混凝土具有补偿混凝土干缩和密实混凝土、提高混凝土抗渗性作用,在土木工程中主要用于防水和抗裂两个方面,现在使用较多的场合是配制高等级防水混凝土和适当延长伸缩缝或后浇带间距。

4. 补偿收缩改性混凝土的基本性能

4.1. 材料性能^[8]

4.1.1. 混凝土硬化前的性质

膨胀剂掺量与新拌混凝土初始坍落度的关系:膨胀剂对新拌混凝土初始坍落度的影响,很大程度上决定于膨胀剂的细度,当膨胀剂的细度与水泥相差不大时,拌合需水量也基本相同,对初始坍落度基本没有影响。

4.1.2. 凝结时间

膨胀剂对混凝土凝结时间的影响:无论掺加何种膨胀剂,都会使混凝土凝结时间提前,膨胀剂掺量越大,凝结时间越快,掺与不掺减水剂都有相同的结果。

4.1.3. 养护条件的影响

与普通混凝土相比,补偿收缩混凝土更需要充分的水养护,因为水分是其产生膨胀的必要因素,长期在水中养护的混凝土能够获得最大的膨胀。膨胀混凝土转入干空($RH = 60 \pm 5\%$)中养护时,也发生收缩,但是再回水养护,又能大致恢复以前的膨胀。

4.1.4. 干燥收缩

与普通混凝土一样,补偿收缩混凝土在空气中同样会发生干燥收缩,影响其干燥收缩的因素也与普通混凝土大致相同,除了相对湿度这个外部因素,水胶比是比较重要的内在因素。相同条件下,补偿收缩混凝土与普通混凝土的干燥收缩落差大致相同。

4.2. 再生混凝土的力学性能

再生混凝土的强度与基体混凝土的强度、再生骨料破碎工艺、再生骨料的取代率以及再生混凝土的配

合比等密切相关。由于基体混凝土的强度等级、使用环境与碳化程度各不相同,解体、破碎的工艺及质量控制措施的差异,导致再生混凝土强度变化的规律性较差,不同的研究者所得的结论也有所不同^[9-12]。试验研究表明:

1) 再生混凝土的抗压强度低于相同配合比的天然骨料混凝土的抗压强度,降低范围为 0%~30%。而且再生混凝土的强度随再生骨料的基体混凝土强度的提高而上升;并随再生骨料掺量的增加而降低,当再生骨料的取代率小于 30%时,再生混凝土强度降低很少;用再生粗骨料取代天然粗骨料的再生混凝土的强度降低幅度较小,而用再生细骨料取代天然细骨料的再生混凝土的强度有较明显的下降,各龄期均表现出相同的趋势;水灰比对再生混凝土强度的影响较大,随着水灰比的减小,与天然骨料混凝土强度对比,再生混凝土强度降低的幅度越来越小。对于不同强度等级的再生混凝土,再生骨料的来源和性质对其强度的影响程度不同:配制高强再生混凝土时,再生骨料的来源和性质对再生混凝土的强度影响最大;配制中等强度的再生骨料混凝土时,其对再生混凝土的强度影响次之;而配制低强度的再生骨料混凝土时,其对再生混凝土的强度影响很小。

2) 由于再生骨料附着大量的旧砂浆,导致再生混凝土的弹性模量通常较低,一般为天然骨料混凝土的 70%~80%,平均降低了 25%。由于再生混凝土弹性模量较低,导致脆性降低,韧性增大,预计对再生混凝土结构的抗震性能有利,并增强其抵抗荷载的能力。再生混凝土的泊松比通常在 0.18~0.23 范围内。

3) 再生混凝土与天然骨料混凝土相比,其干缩量 and 徐变量平均增加约为 60%。干缩的增大取决于基体混凝土的性能、再生骨料质量以及再生混凝土的配合比。收缩和徐变较大会对再生混凝土的推广和应用有一定的影响,这会使再生混凝土结构产生较多非受力裂缝,如果这些裂缝内外贯通,周围环境中的水及其它有害物质很容易渗入到混凝土中,不利于结构的耐久性。但如采用较低水灰比或较高强度的再生骨料,试验结果显示,可以降低再生混凝土的干缩和徐变。因此,为推广再生混凝土,使其能在结构混凝土中应用,需进一步研究提高再生混凝土的强度途径,降低再生混凝土的收缩和徐变方法,研究再生混凝土的

观结构和破坏机理。

4.3. 框架结构抗震性能

国内外关于再生混凝土框架结构性能的研究更少,仅见肖建庄老师课题组的研究。肖建庄等^[13]做了 1 榀普通混凝土框架和 2 榀再生骨料掺量为 50%的再生混凝土框架(其中 1 榀再生混凝土框架用轻质砌块作填充墙)抗震性能对比试验。试验结果表明:在低周反复荷载作用下,再生混凝土框架和普通混凝土框架的受力特性、破坏形态、破坏机制没有明显的差别,破坏机构均表现为明显的“强柱弱梁”的破坏类型;再生混凝土框架具有良好的承载能力、变形能力和抗震性能;再生轻质砌块填充墙再生混凝土框架的承重能力有明显提高,但变形能力和耗能能力较差。孙跃东、肖建庄等^[14]对再生骨料掺量为 0%,30%,50%和 100%的 4 榀再生混凝土框架进行了水平低周反复荷载作用下的抗震性能试验。初步试验结果表明:再生混凝土框架具有较好的抗震性能;再生混凝土框架具有和普通混凝土框架同等水平的变形能力;再生混凝土框架在低周反复荷载作用下的强度退化和刚度退化比普通混凝土框架稍差;再生混凝土框架的平均水平最大承载能力仅比普通混凝土框架降低 2.3%~15.7%;再生混凝土框架结构的耗能能力和天然混凝土框架相比,没有明显降低;再生混凝土框架具有良好的承载能力、变形能力和抗震性能,能够满足现行规范对混凝土框架的基本要求;研究发现,经过合理的设计和构造处理,再生混凝土框架的抗震性能,并没有随着再生骨料掺量的增加而明显降低。

5. 结语

膨胀水泥发明至今已有 70 年的历史,补偿收缩混凝土的应用历史也有 50 多年,从其诞生之日,其定位就是一种抗裂防渗的特种混凝土,并形成了一套较为完善的理论体系。工程应用实践表明,补偿收缩混凝土具有优异的抗裂防渗性能,是理想的混凝土结构自防水材料,地下建筑物使用补偿收缩混凝土,完全可以取消外防水,不但缩短了建设工期,而且节约了工程造价,防水年限也与建筑物等寿。近年来混凝土技术发展迅速,特别是高性能混凝土的应用日趋广泛,对补偿收缩混凝土提出了更高的要求,迫切需要

补偿收缩理论有新突破, 指导材料、设计、施工和检验方法有所创新。可以预见在相当长的一个时期内, 混凝土技术领域还不可能出现替代补偿收缩混凝土的新技术, 因此旨在提高性能, 减免裂缝的补偿收缩混凝土具有广阔的发展前景, 但需要与时俱进, 不断创新。

6. 致谢

在此, 感谢那些在改性混凝土的性能研究方面做出较大贡献的国内外的专家学者。

参考文献 (References)

- [1] 杨杜婷, 李惠强, 覃亚伟等. 再生混凝土未来发展的探讨[J]. 混凝土, 2002, 4: 49-50.
- [2] 肖建庄, 李佳彬, 兰阳. 再生混凝土技术研究最新进展与评述[J]. 混凝土, 2003, 10: 17-20.
- [3] 陈永刚, 曹贝贝. 再生混凝土国内外发展动态[J]. 国外建材科技, 2004, 25(3): 4-6.
- [4] U. Meinhold, G. Mellmann and M. Maultzsch. Performance of high—Grade concrete with full substitution of aggregate by re-cycled concrete. 3rd CANMET/ACI International Symposium on Sustainable Development of Cement and Concrete, Ao Tawa, 1 August 2001, 85-96.
- [5] K. Yanagibashi, T. Yonezawa, K. Arakawa, et al. A new concrete recycling technique for coarse aggregate regeneration process. In: O. E. Gjorv and K. Sakai, Eds., Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century, E&FN Spon, London and New York, 511-522.
- [6] V. Buranakam. Evaluation of recycling and reuse of building materials using the energy analysis method. University of Florida, UMI Company, Florida, 1998.
- [7] 游宝坤, 李乃珍. 膨胀剂就补偿收缩混凝土[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2005.
- [8] 肖建庄, 袁飏, 雷斌. 再生粗集料性能试验与分析[J]. 科学研究, 2007, 19(1): 14-16.
- [9] 王武祥, 刘立, 尚礼忠. 再生混凝土集料的研究[J]. 混凝土与混凝土施工, 2001, 4: 9-12.
- [10] 李惠强, 杜婷, 吴贤国. 建筑垃圾资源化循环再生骨料混凝土研究[J]. 华中科技大学学报, 2001, 29(6): 83-84.
- [11] 李俊, 尹健, 周士琼, 李益进. 基于正交试验的再生骨料混凝土强度研究[J]. 土木工程学报, 2006, 39(9): 43-46.
- [12] 朱晓辉. 再生混凝土框架节点抗震性能研究[D]. 同济大学土木工程学院, 2005.
- [13] 孙跃东, 肖建庄, 周德源等. 再生轻质砌块填充墙再生混凝土框架抗震性能的试验研究[J]. 地震工程与工程振动, 2005, 25(5): 124-131.
- [14] 孙跃东, 肖建庄, 周德源等. 再生混凝土框架抗震性能的试验研究[J]. 土木工程学报, 2006, 39(5): 9-15.