

钢管再生混凝土力学性能的研究进展

于瀚森

(山东科技大学 山东 泰安 271000)

摘要：再生混凝土作为一种绿色、可持续利用的建筑材料相较于普通混凝土仍存在一定的缺陷，因此如何利用其他材料与再生混凝土结合来提高其性能的问题一直备受人们关注和研究。其中钢管与再生混凝土组合形成的结构是比较成功且已取得了一定的研究成果，本文对钢管再生混凝土的力学性能进行了概述和总结，最后结合研究现状提出了针对以后研究和方向的建议及展望。

关键词：钢管再生混凝土；力学性能；研究进展

前言：在低碳环保和可持续发展的大背景下，针对建筑行业暴露出的资源过度开采和建筑垃圾处理不当而引发的环境污染问题。再生混凝土的投入使用起到了积极的作用，再生混凝土不仅可以减少天然石料资源的开采量，降低工程造价，而且还能防止废弃混凝土处理不当带来的环境污染。钢管与再生混凝土的结合，不仅弥补了再生骨料性能上的缺陷，同时融合了两种材料的优势，形成了一种耐久性好、结构承载力高、抗震性能好的建筑结构形式。钢管混凝土结构相较于其他再生混凝土结构具有一定的优势，有望高效地解决建筑垃圾污染、再生粗骨料缺陷的问题。

1 钢管再生混凝土简介

再生混凝土是将废弃的混凝土块经过回收、粉碎、清洗等加工程序后，全部或部分代替天然骨料并按照相应的比例、级配与水泥、水等材料混合而成的新型混凝土。但是由于再生骨料低成本的粗加工不能够全部剔除其内部混有的旧砂浆和泥沙等杂质，相较于天然粗骨料存在着空隙率大、吸水性强的特点，导致再生混凝土存在着抗压强度低、弹性模量低等缺陷，制约着再生混凝土的推广使用。

目前，钢管再生混凝土结构主要有两种形式，两种形式均对废弃混凝土的加工有着一定的要求。第一种是将废弃的混凝土进行一定的加工程序制成新的再生骨料，然后将再生骨料与水和水泥按照计算好的比例混合制成再生混凝土，最后将制成的再生混凝土灌入到钢管内部，即形成钢管混凝土。第二种是将废弃的混凝土进行粗处理，保留废弃混凝土构件的核心部分，除去其保护层和钢筋后，将废弃混凝土块体或节段与新混凝土交替放入钢管内部，通过混合振捣等的加工程序所制成的结构构件。

2 钢管再生混凝土的轴向受压性能

Mohanraj E K^[1]开展了中长柱试件的轴压性能实验，实验中通过控制钢管、钢筋再生混凝土柱与普通混凝土柱的含钢率相同，来对比三者的轴向受压性能，结果表明钢管再生混凝土柱不仅极限承载力是三者中最大的，而且相较于其他两种柱，对混凝土材料的需求量更少。

Konno 等^[2]在研究 RACFST 柱的轴压性能时，通过与普通钢管混凝土柱进行比较，结果发现：相较于后者，RACFST 柱的极限承载力、刚度和延性都有所下降，但其提供的力学强度足以正常使用。

3 钢管再生混凝土的抗震性能

张金锁^[3]为研究轴压比参数和废弃混凝土混合比对试件抗震性能的影响，以 15 根薄壁方钢管再生混合柱为试验材料，通过对比试验控制废弃混凝土的混合比维持在 0~40% 之间，发现此时的钢管再生混合柱的水平承载力总体上略低于全现浇柱。薄壁方钢管只有在横截面积和用钢量与钢筋混凝土柱保持相同时，其抗震性能才会优于后者。

张向冈等^[4-7]在低周反复荷载作用下，通过对 10 根圆形柱和 6 根方形柱钢管再生混凝土试件进行试验，来检验它们抗震性能的优劣。结果表明：基于位移延性系数、强度和耗能系数等抗震性能指标，RACFST 结构的抗震性能虽略低于普通混凝土结构，但仍可以应用于工程承重结构中。

4 展望

(1) 再生粗骨料的来源众多，但大部分都是来已拆除的民用建筑，但由于里面混有大量的旧砂浆和泥沙等杂质，严重影响到再生混凝土结构的基本性能，低成本的加工处理手段很难将再生骨料中的杂质剔除干净，这就导致再生混凝土的适用范围收到限制。如何在保证成本的前提下，强化加工制备工艺，提高再生骨料的生产效率和力学性能是我们亟待解决的问题。

(2) 相较于普通混凝土粗骨料，再生粗骨料本身具有空隙率大、吸水性强的特点，这就导致处在北方寒冷地区的钢管再生混凝土结构内部的水分会处于一个反复冻融循环的过程，这会加剧钢管的破坏过程，降低结构的使用寿命，因此如何有效的改善这一现象，对于钢管再生混凝土结构构件的投入使用至关重要。

参考文献：

- [1] MOHANRAJ E K, KANDASA MY S, MALATHY R. Behaviour of steel tubular stub and slender columns filled with concrete using recycled aggregates[J]. Journal of the south African institution of civil engineering, 2011, 53 (2): 31-38.
- [2] KONNO K, SATO Y, KAKUTA Y, et al. Property of recycled concrete column encased by steel tube subjected to axial compression[J]. Transactions of the Japan Concrete Institute, 1997, 19 (2): 231-238.
- [3] 张金锁. 薄壁方钢管再生混合柱的轴压和抗震性能试验研究[D]. 华南理工大学, 2011.
- [4] 张向冈, 陈宗平, 薛建阳, 苏益声. 钢管再生混凝土柱抗震性能试验研究[J]. 土木工程学报, 2014, 47(09): 45-56.
- [5] 张向冈, 陈宗平, 薛建阳, 苏益声. 方钢管再生混凝土柱抗震性能试验研究[J]. 建筑结构学报, 2014, 35(09): 11-19.
- [6] 张向冈, 陈宗平, 薛建阳, 苏益声. 圆钢管再生混凝土柱抗震性能影响因素有限元分析[J]. 世界地震工程, 2017, 33(02): 211-219.
- [7] 张向冈, 陈宗平, 薛建阳. 方钢管再生混凝土柱滞回性能试验与影响因素分析[J]. 地震工程与工程振动, 2016, 36(02): 158-164.

作者简介：

于瀚森 (1998-), 男, 汉族, 山东省青岛市人, 大学本科在读, 山东科技大学资源与土木工程系 2017 级土木工程专业, 研究方向土木工程