

文章编号:1001-4888(2017)06-0781-08

再生大骨料自密实混凝土梁正截面受力特性研究^{*}

李静¹, 王亚林¹, 姜琳², 刘力搏¹, 郭甜甜¹, 刘振¹, 郑建华¹

(1. 中国石油大学(华东) 储运与建筑工程学院, 青岛 266580;

2. 中煤科工集团武汉设计研究院有限公司, 湖北武汉 430064)

摘要:梁的正截面受力特性是梁构件内力分析的前提条件。为了研究再生大骨料自密实混凝土梁的正截面受力特性,本研究以再生大骨料配比为变量,设计了三根再生大骨料自密实混凝土梁(PH1、PH2、PH3),进行了四点弯梁试验,获取了梁破坏的相关参数指标,分析了梁跨中截面混凝土应变沿截面高度的变化规律,以及天然毛石含量对裂缝开展和梁承载能力的影响。研究表明:1)再生大骨料自密实混凝土梁满足平截面假定;2)与普通混凝土梁相同,再生大骨料自密实混凝土梁也具有明显的弹性、开裂、屈服和极限四个受力特点;3)随着天然毛石含量的增加,再生大骨料自密实混凝土梁的开裂荷载逐渐降低,而极限承载力逐渐增大;4)天然毛石的加入影响再生大骨料自密实混凝土梁裂缝产生的位置和开展轨迹。部分裂缝的产生位置不再是梁底部,裂缝开展轨迹也沿非平截面方向发展。

关键词:再生大骨料;自密实混凝土梁;正截面;裂缝开展

中图分类号: TU528.59

文献标识码: A

DOI: 10.7520/1001-4888-17-043

0 引言

随着我国城市化进程的不断推进,大量旧建筑物被拆除,将会产生大量的固体建筑垃圾。据不完全统计,这部分固体建筑垃圾可达到工业固体废弃物的 30%~40%,如果不能得到合理处理,将会造成严重的环境污染和资源浪费^[1]。为此,诸多学者开展了再生混凝土技术的研究。

目前,对于固体建筑废弃物的处理方式主要是将废弃混凝土经过破碎处理成粗骨料,用其制作再生混凝土^[2,3]。肖建庄等^[4]研究了不同粗骨料取代率下的再生混凝土梁的抗弯性能;汪加梁等^[5]通过不同再生骨料取代率的再生混凝土梁与普通混凝土梁的对比试验,研究了再生混凝土梁的抗弯性能;陈爱玖等^[6]通过不同再生粗骨料取代率的再生混凝土梁试验,研究了再生粗骨料取代率对裂缝开展、承载能力的影响;石建军等^[7]研究了自密实堆石混凝土梁的正截面受力性能;黄绵松等^[8]通过试验研究了堆石混凝土技术在梁构件中的应用。实践发现,在制作常规再生混凝土时,大幅度破碎处理废弃混凝土会在骨料内部产生大量的微裂纹,进而对再生混凝土的性能产生不利影响^[9];李静等^[10-12]根据金峰、安雪晖、石建军等^[13-16]堆石混凝土技术的思路,以粒径为 80~150mm 的再生大骨料,制作了再生大骨料自密实混凝土;王林富等^[17]研究了再生大骨料自密实混凝土受压力学性能。以上研究大多是对再生大骨料自密实混凝土受压性能的研究,而对再生大骨料自密实梁的试验研究却鲜有报道。在实际工程中,特别是再生大骨料自密实混凝土应用于一些坝体结构工程,其抗弯性能的好坏直接影响工程结构的使用寿命。

^{*} 收稿日期: 2017-03-04; 修回日期: 2017-04-16

基金项目: 青岛市科技发展计划科技惠民专项(15-9-2-116-nsh)资助

通讯作者: 李静(1967—),女,博士,教授,博士后导师,主要从事土木工程材料与结构方面的教学与科研工作。Email: lijing0681@163.com

为此,本研究对再生大骨料自密实混凝土梁的正截面受力特性开展了系统研究。

1 试验设计

1.1 原材料及自密实混凝土配合比

试验采用 C20 等级的自密实混凝土,原材料如下:水泥选用青岛山水水泥有限公司生产的“山水”牌 P.O 42.5 级水泥;细骨料采用级配良好的中粗砂,细度模数 2.98,表观密度 2770kg/m^3 ,含石率 5.8%;粗骨料采用公称粒径不大于 20mm 的连续级配的碎石,表观密度 2680kg/m^3 ;采用青岛市黄岛区自来水;粉煤灰采用黄岛电厂生产的 II 级粉煤灰,各项指标满足要求;外加剂采用聚羧酸系高效减水剂。

试验采用的自密实混凝土的配合比见表 1。

表 1 自密实混凝土配合比

Tab. 1 The mixture ratio of self-compacting concrete

材料	水泥(kg/m^3)	粉煤灰(kg/m^3)	碎石(kg/m^3)	砂(kg/m^3)	减水剂(kg/m^3)
比例	290	150	1030	730	6.6

本试验采用的大骨料包括天然毛石和由废弃混凝土块经简单破碎处理形成的再生大骨料两种材料,大骨料尺寸均在 80~150mm 范围内,如图 1 所示。所使用的废弃混凝土块来自青岛市黄岛区某房屋拆迁工程,其强度等级大于 C20。再生大骨料具有高吸水率的特性,会对新拌混凝土的和易性造成不利影响,因此试验前对废弃混凝土块用水进行浸泡处理,在饱和面干的状态下使用。天然毛石主要来自黄岛地区小黄山,毛石表面存在一定量的泥块,试验前用水充分冲洗,以避免泥块对试验的不利影响。



图 1 再生大骨料

Fig. 1 Big recycled aggregate

1.2 试件设计

本试验中所有试验梁截面尺寸为 $300\text{mm} \times 450\text{mm}$,长为 2700mm,净跨 2400mm。本试验共设计三根试验梁,这三根试验梁采用相同的配筋方案,编号分别为 PH1、PH2、PH3,其中 PH1 号梁的大骨料全为废弃混凝土块,PH2 和 PH3 号梁的大骨料采用废弃混凝土块和天然毛石,两根梁中废弃混凝土块和天然毛石的比例不同,PH3 中天然毛石含量高于 PH2 的,三根梁以天然毛石的含量为变量,控制其他参量不变,进行试验研究,具体的大骨料配比如表 2 所示。试验梁底部受拉钢筋采用直径为 16mm 的 HRB400 钢筋;箍筋和上部非纯弯段的钢筋采用直径为 8mm 的 HRB400 螺纹钢。配筋试验梁尺寸及配筋见图 2。

表 2 不同再生大骨料配比

Tab. 2 The ratio of different big recycled aggregate

编号	废弃混凝土块(kg)	天然毛石(kg)	天然毛石掺量(100%)
PH1	197.1	0	0
PH2	152.5	45.0	22.8%
PH3	145.2	67.1	31.6%

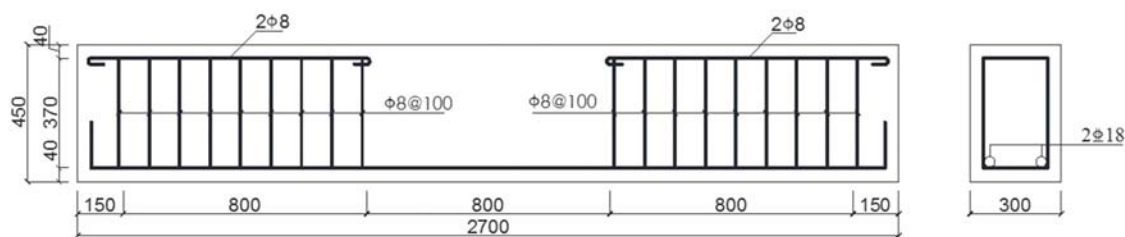


图2 试验梁尺寸及配筋(mm)

Fig. 2 Test beam size and reinforcement (mm)

1.3 试验装置及方案

再生大骨料自密实混凝土梁承载力试验装置布置图如图3所示,梁现场装置如图4所示。对再生大骨料自密实混凝土梁进行四点弯梁试验。根据GB 50152—2012《混凝土结构试验方法标准》^[18],试验梁支座一端为固定铰支座,另一端为滚动铰支座,加载采用手动液压伺服加载系统,该系统由液压千斤顶、手动液压加载器、荷载架和试验台座组成,液压千斤顶产生的荷载通过荷载分配梁传递到试验梁的三分点上。在梁的中轴线侧面以及顶面和底面按照设计间距布置应变片,来测量梁不同截面高度的变形情况;在梁的跨中和两端设置百分表位移计,来测量不同荷载作用下梁挠度的变化。应变片型号为BX120-100AA,位移计型号为YHD-100,数据采集系统采用江苏东华测试有限公司生产的DH3818型静态应变测试分析系统,数据直接传输到计算机上进行记录。

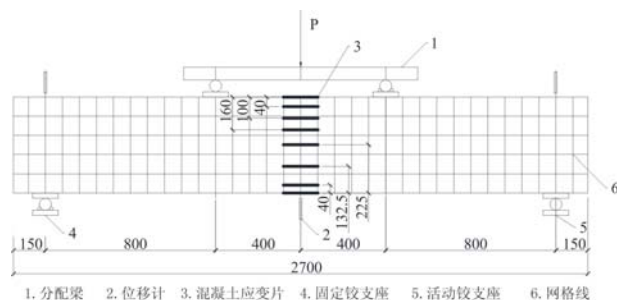


图3 梁试验装置布置图(mm)

Fig. 3 The test device layout of beam (mm)



图4 梁现场试验装置图

Fig. 4 The field test device diagram of beam

本试验所用的液压千斤顶量程为30t。根据GB 50152—2012《混凝土结构试验方法标准》,对于三根配筋梁(PH1、PH2、PH3)的加载方案为:试验开始时,第一级加载为10kN,进行预压,然后以每级20kN的荷载进行加载,加载至预估开裂荷载的90%时,将荷载降至10kN,加载至破坏,每级荷载持续时间为5min。

2 试验结果及分析

2.1 试验现象描述

三根再生大骨料自密实混凝土试验梁(PH1、PH2、PH3)配筋相同,PH1梁的再生大骨料全为再生废弃混凝土块,PH2、PH3梁的再生大骨料中配有天然毛石,其配比有所不同,PH3梁的天然毛石含量相对较高。三根再生大骨料自密实混凝土试验梁的最终裂缝开展情况如图5所示。

PH1梁:当荷载较小时,随荷载增加梁跨中挠度呈线性变化,试验梁的整体尚未有任何明显变化。随着荷载的不断增大,试验梁受拉区混凝土的应变逐渐增大。当荷载增大至29.78kN时,梁跨中附近有垂直的微裂缝出现。随着荷载的继续增加,裂缝宽度不断增大,并沿截面高度方向不断向上开展。当荷载增加至131.58kN时,底部纵向受拉钢筋达到屈服。当荷载增加到154.31kN时,荷载无法继续增加,试验梁达到极限抗弯承载力,梁完全破坏。

PH2梁:荷载施加初期,整根梁没有明显变化,梁跨中挠度线性增加,试验梁处于弹性工作状态。

当荷载达到 23.63kN 时,纯弯段底部混凝土纤维应变达到极限状态,有微裂缝产生,试验梁开裂。随着裂缝的开展,混凝土承担的拉力逐渐转由底部纵向受拉钢筋承担,钢筋拉应力增大,裂缝沿着截面向上开展,同时,中性轴上移。当荷载达到 126.56kN 时,底部纵向受拉钢筋达到屈服。当荷载增加到 150.26kN 时,荷载传感器显示数值不断下降,试验梁宣告破坏。

PH3 梁:与 PH1、PH2 梁相似,加载初期,试验梁基本也处于弹性工作阶段。当荷载超过 20.93kN 时,有裂缝产生,试验梁开裂。随着荷载增加,裂缝不断开展,并向上发展。当荷载达到 140.06kN 时,底部纵向受拉钢筋达到屈服。在这个过程中,有部分裂缝在试验梁截面中部产生,并沿着垂直截面方向发展,也有部分在底部产生的裂缝,开展轨迹大幅度发生改变,呈现出非正常发展的状况。当荷载增加至 163.02kN 时,试验梁顶面混凝土发生剥落,试验结束。

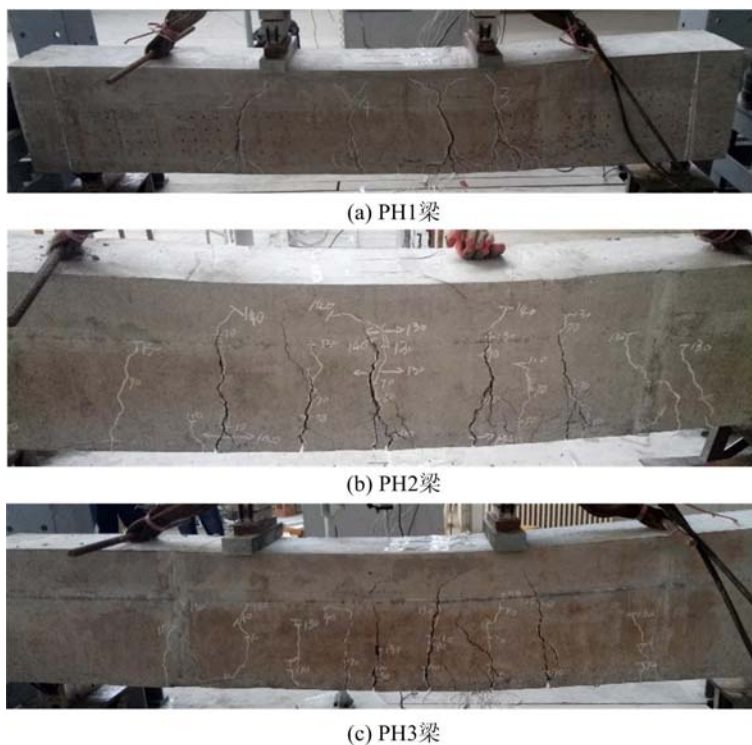


图 5 配筋再生大骨料自密实混凝土梁裂缝开展图

Fig. 5 The crack development diagram of big recycled aggregates self-compacting concrete beams

2.2 试验分析

由以上试验现象可知,三根梁破坏过程基本相同,都具有明显的弹性、开裂、屈服和极限四个受力特点。在裂缝产生之前,均处于弹性变形阶段,截面上各点的应变均很小。随着荷载增加,受拉区边缘混凝土应力达到再生大骨料自密实混凝土的极限拉应力,裂缝产生,三根梁第一条裂缝均产生在梁跨中截面附近,裂缝产生时的荷载值均处于 20~30kN 之间。裂缝开展后,梁底部钢筋拉应力增加,裂缝均沿着梁高度方向发展,中性轴也开始上移。三根梁在荷载增加到 120~140kN 之间时,底部纵向受拉钢筋达到屈服,梁的裂缝宽度和挠度均迅速增加,当荷载增加到 150~165kN 之间时,荷载无法继续增加,试验梁达到极限状态,完全破坏。三根试验梁的开裂荷载、屈服荷载和极限荷载值如表 3 所示。

表 3 试验梁的破坏荷载

Tab. 3 The failure load of test beams

编号	开裂荷载(kN)	屈服荷载(kN)	极限荷载(kN)
PH1	29.78	131.58	154.31
PH2	23.63	126.56	150.26
PH3	20.93	140.06	163.02

三根再生大骨料自密实混凝土梁(PH1、PH2、PH3)的破坏过程大致相同。但是,由于采用的大骨料种类及配量有所不同,其裂缝产生和扩展情况有所不同,掺有天然毛石的 PH2 和 PH3 梁有部分裂缝在梁截面中部产生,并且其裂缝的开展轨迹也因天然毛石的存在发生了改变,表现出与 PH1 不同的裂缝形态。同时,PH3 号梁由于天然毛石含量比较高,对裂缝产生及开展的影响尤为明显。但是,这种现象产生的机理尚不清楚,有待进一步的研究。

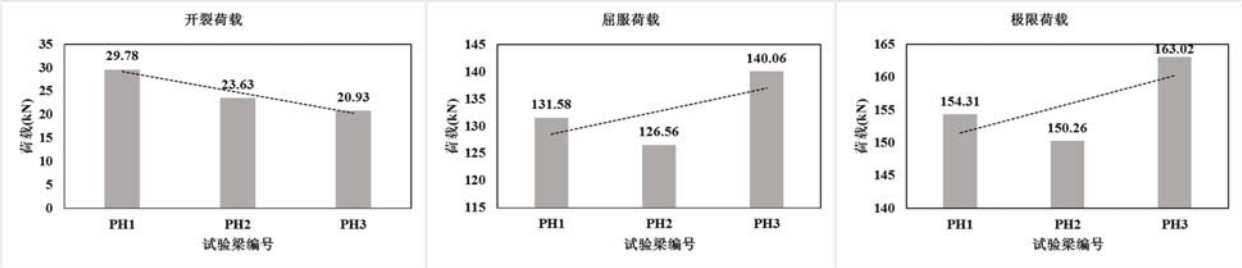


图 6 不同荷载变化趋势
Fig. 6 Changing trend of different loads

三根试验梁(PH1、PH2、PH3)天然毛石含量逐渐增加,除了天然毛石含量不同外,其他完全相同。将三根试验梁的开裂荷载、屈服荷载和极限荷载作如图 6 所示的荷载变化趋势线,可以发现,三根试验梁(PH1、PH2、PH3)开裂荷载逐渐下降,屈服荷载和极限荷载都存在上升的趋势。钢筋混凝土梁的开裂荷载大小由混凝土的抗拉强度决定,说明随着天然毛石含量的增加,再生大骨料自密实混凝土的抗拉强度下降。相比废弃混凝土块,天然毛石的表面要更加光滑,因此,天然毛石与自密实混凝土的粘结性能要差一些,这导致了再生大骨料自密实混凝土抗拉强度的下降。关于毛石含量提升对再生大骨料自密实混凝土抗压能力的影响,王林富等^[17]通过试验研究发现,随着毛石含量的增加,再生大骨料自密实混凝土抗压强度增加。由于三根试验梁的配筋完全相同,因此,当试验梁的底部纵向受拉钢筋屈服之后,三根试验梁底部受拉钢筋承受的总拉力 T 相同。同时,由于天然毛石含量的增加导致再生大骨料自密实混凝土抗拉性能下降,三根试验梁的开裂程度会提高,中性轴上移的距离增大,则底部纵向钢筋与混凝土压应力合力作用点的距离 Z 增大,进而梁的承载力 $M = T \cdot Z$ 增大,所以再生大骨料自密实混凝土梁屈服荷载和极限荷载增大。根据 $M = C \cdot Z$ (C 为受压区混凝土压应力合力) 公式,可以得出同样的结论。

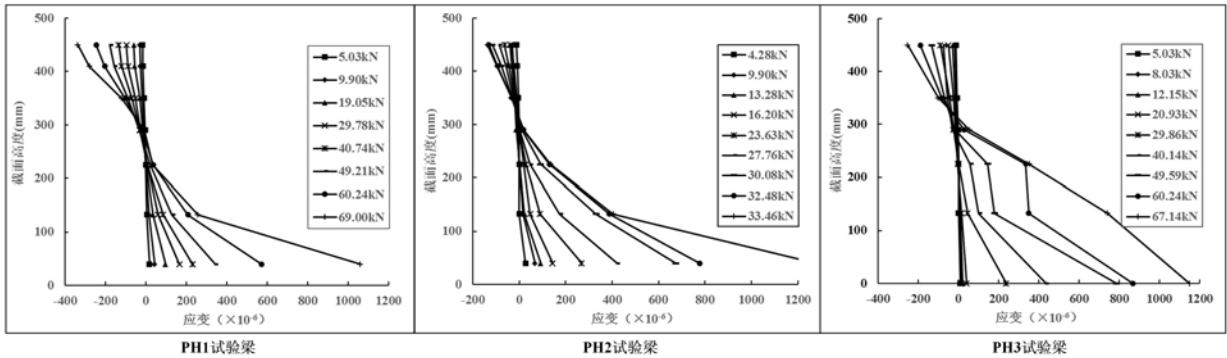


图 7 配筋再生大骨料自密实混凝土梁跨中截面应变分布情况
Fig. 7 The strain distribution in the cross section of the recycled aggregate concrete beam

3 正截面受力特性分析

图 7 是编号分别为 PH1、PH2、PH3 的三根再生大骨料自密实混凝土试验梁跨中截面在不同荷载作用下混凝土应变沿截面高度方向的分布情况。从整体上看,三根再生大骨料自密实混凝土梁均满足平截面假定。根据图 7 所示,PH1 号试验梁在荷载小于 29.78 kN 时,整个截面的混凝土应变沿截面高度方向的分布基本上呈线性;随着荷载继续增加,裂缝开展,中性轴上移,受拉区变形大幅度增加,受拉

区混凝土应变沿截面高度方向上不再呈线性分布,但是受压区混凝土应变依然保持线性分布。PH2 号试验梁在荷载小于 23.63kN 时,整个截面的混凝土应变沿截面高度方向上分布呈线性;随着荷载的增加,应变的变化情况类似于 PH1 号试验梁。PH3 号试验梁在荷载小于 20.93kN 时,整个截面的混凝土应变沿截面高度方向上分布呈线性;随着荷载的增加,受拉区的应变也在加速增加,但是受拉区应变沿截面高度方向的变化情况与 PH1、PH2 号试验梁有所不同,而受压区的混凝土应变沿高度方向的分布依然呈线性。

由图 7 可以发现,三根试验梁裂缝产生时的荷载有所不同,PH1、PH2、PH3 这三根试验梁的开裂荷载分别为 29.78kN、23.63kN、20.93kN,大致呈现出随天然毛石含量增加而下降的趋势。同时,随着天然毛石含量的增加,梁跨中截面受拉区在裂缝产生后的应变分布情况也发生了变化,说明天然毛石的掺量影响了混凝土应变的增长速度。

4 结 语

通过对三根再生大骨料自密实钢筋混凝土梁的破坏过程及正截面受力特性的试验研究,得到以下结论:

(1) 再生大骨料自密实混凝土梁在受力过程中,其截面应变沿截面高度近似直线分布,即满足平截面假定。在实际工程运用中,可以利用平截面假定进行再生大骨料自密实混凝土梁的内力分析。

(2) 再生大骨料自密实混凝土梁在受弯矩作用时,具有明显的弹性、开裂、屈服、极限四个受力特点,这与普通混凝土梁的受力全过程相同。

(3) 随着天然毛石含量的增加,再生大骨料自密实混凝土梁的开裂荷载逐渐降低,表明天然毛石的掺入量会降低再生大骨料自密实混凝土的抗拉强度,这与天然毛石和自密实混凝土的粘结性能密切相关。而再生大骨料自密实混凝土梁的屈服荷载和极限荷载随着天然毛石含量的增加而增大,说明天然毛石的掺入可以在一定程度上提高梁的承载能力。

(4) 通过三根试验梁的裂缝开展情况的对比,发现天然毛石的掺入量会影响再生大骨料自密实混凝土梁的裂缝产生位置和开展轨迹。当再生大骨料自密实混凝土梁中天然毛石含量增加时,在梁的非底面位置产生的裂缝数量增加,裂缝开展轨迹沿非平截面方向的情况更加明显。

参考文献:

- [1] 石膏爽,王清远. 从灾后重建探讨再生混凝土的研究现状及其应用发展[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2009, 41(3):301—310 (SHI Xiaoshuang, WANG Qingyuan. A research review and application outlook of RAC from post-earthquake reconstruction[J]. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition), 2009, 41(3):301—310 (in Chinese))
- [2] Poon C S, Chan D. The use of recycled aggregate in concrete in Hongkong[J]. Resources Conservation & Recycling, 2007, 50(3):293—305.
- [3] 魏鹏,游劲秋,陈佳琨. 再生混凝土的研究现状与应用前景[J]. 浙江建筑, 2008, 25(11):58—61 (WEI Peng, YOU Jinqiu, CHEN Jiakun. The research progress and application prospects of regenerated concrete[J]. Zhejiang Construction, 2008, 25(11):58—61 (in Chinese))
- [4] 肖建庄,兰阳. 再生粗骨料混凝土梁抗弯性能试验研究[J]. 特种结构, 2006, 23(1):59—63 (XIAO Jianzhuang, LAN Yang. Experimental study on flexural performance of recycled concrete beams[J]. Special Structure, 2006, 23(1):59—63 (in Chinese))
- [5] 汪加梁,张春. 再生混凝土梁抗弯性能试验[J]. 兰州理工大学学报, 2016, 42(2):130—134 (WANG Jiachun, ZHANG Chun. Experiment on flexural behavior of recycled anti-bending concrete beam[J]. Journal of Lanzhou University of Technology, 2016, 42(2):130—134 (in Chinese))
- [6] 陈爱玖,王璇,解伟,等. 再生混凝土梁受弯性能试验研究[J]. 建筑材料学报, 2015, 18(4):589—595 (CHEN Aijiu, WANG Xuan, XIE Wei, et al. Experimental research on flexural property of recycled concrete beam[J]. Journal of Building Materials, 2015, 18(4):589—595 (in Chinese))
- [7] 石建军,周绍青,张志恒,等. 自密实堆石混凝土梁的正截面受力性能[J]. 水利与建筑工程学报, 2005, 3(4):33

- 35 (SHI Jianjun, ZHOU Shaoqing, ZHANG Zhiheng, et al. Behavior of self-compacting rock fill concrete beam under normal section stressing[J]. Journal of Water Resources and Architectural Engineering, 2005, 3(4):33—35 (in Chinese))
- [8] 黄绵松, 安雪晖, 周虎. 堆石混凝土技术在梁构件中应用的试验研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2007, 23(3):353—357 (HUANG Miansong, AN Xuehui, ZHOU Hu. Experimental study of application of rock-filled concrete in beam structures[J]. Journal of Shenyang Jianzhu University(Natural Science), 2007, 23(3):353—357 (in Chinese))
- [9] 何世钦, 朱忠锋, 李贺, 等. 建筑废弃混凝土再生利用新技术的试验研究[J]. 混凝土, 2013(2):121—123 (HE Shiqin, ZHU Zhongfeng, LI He, et al. Experimental study on new technology of the construction waste concrete recycling[J]. Concrete, 2013(2):121—123 (in Chinese))
- [10] 李静, 王林富, 刘震, 等. 再生大骨料影响自密实堆积混凝土力学性能的试验研究[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(13):3272—3275 (LI Jing, WANG Linfu, LIU Zhen, et al. The experimental study of influence of recycled aggregates on mechanical property of self-compacting rock-filled concrete [J]. Science Technology and Engineering, 2010, 10(13):3272—3275 (in Chinese))
- [11] 李静, 姜琳, 刘震, 等. 不同种类再生大骨料制作自密实堆积混凝土的实验研究[J]. 实验力学, 2010, 25(4):425—430 (LI Jing, JIANG Lin, LIU Zhen, et al. Experimental study of self-compacting accumulation concrete prepared from different recycled big aggregate[J]. Journal of Experimental Mechanics, 2010, 25(4):425—430 (in Chinese))
- [12] 李静, 王林富, 刘震, 等. 再生大骨料与自密实混凝土粘结性能研究[J]. 低温建筑技术, 2010, 32(9):10—12 (LI Jing, WANG Linfu, LIU Zhen, et al. Research on the binding properties between big recycled aggregates and self-compacting concrete[J]. Low Temperature Architecture Technology, 2010, 32(9):10—12 (in Chinese))
- [13] 金峰, 安雪晖, 石建军, 等. 自密实混凝土及堆石混凝土大坝[J]. 水利学报, 2005, 36(11):1347—1352 (JIN Feng, AN Xuehui, SHI Jianjun, et al. Self-compacting concrete and rock-filled dam[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 36(11):1347—1352 (in Chinese))
- [14] 安雪晖, 黄绵松, 金峰, 等. 自密实混凝土在水工大体积混凝土中的应用[C]. “全国特种混凝土技术及工程应用”学术交流会暨2008年混凝土质量专业委员会年会, 2008 (AN Xuehui, HUANG Miansong, JIN Feng, et al. The application of self-compacting concrete in mass concrete [C]. “The Special Concrete Technology and Engineering Application of” Academic Exchange and the Quality of Concrete Specialized Committee Annual Meeting, 2008 (in Chinese))
- [15] 石建军, 张志恒, 金峰, 等. 自密实堆石混凝土力学性能的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(S1):3231—3236 (SHI Jianjun, ZHANG Zhiheng, JIN Feng, et al. Experimental research on mechanical behavior of self-compacting rock-fill concrete[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2007, 26(S1):3231—3236 (in Chinese))
- [16] 安雪晖, 金峰, 石建军. 自密实混凝土充填堆石体试验研究[J]. 混凝土, 2005(1):3—6 (AN Xuehui, JIN Feng, SHI Jianjun. Experimental study of self-compacting concrete filled prepacked rock[J]. Concrete, 2005(1):3—6 (in Chinese))
- [17] 王林富. 再生大骨料自密实混凝土受压力学性能研究[D]. 中国石油大学, 2011 (WANG Linfu. Research on compression mechanical properties of big recycled aggregate-filled concrete[D]. China University of Petroleum, 2011 (in Chinese))
- [18] GB/T 50152—2012. 混凝土结构试验方法标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012 (GB/T 50152—2012. Standard for test method of concrete structures [S]. Beijing: China Architecture Industry Press, 2012 (in Chinese))

Study on the Normal Section Mechanical Characteristics of Self-compacted Concrete Beam with Recycled large Aggregate

LI Jing¹, WANG Ya-lin¹, JIANG Lin², LIU Li-bo¹, GUO Tian-tian¹, LIU Zhen¹, ZHENG Jian-hua¹

(1. College of Pipeline and Civil Engineering in China University of Petroleum, Qingdao 266580, China;

2. Wuhan Design & Research Institute CO., LTD of China Coal Technology & Engineering Group, Wuhan 430064, China)

Abstract: The normal section mechanical characteristics of beam are the precondition of the internal force analysis of beam component. In order to study the normal section mechanical characteristics of recycled large aggregate self-compacted concrete beam, taking the aggregate proportion as variable, three recycled large aggregate reinforced self-compacted concrete beams (PH1, PH2, PH3) were designed for three-point loading experiment. The relevant parameters of beam failure were obtained. The variation pattern of mid span section strain along section height and the effect of natural rubble content on the crack development and bearing capacity were analyzed. Results show that 1) recycled large aggregate self-compacted concrete beam satisfies plane section assumption. 2) As same as ordinary concrete beam, recycled large aggregate self-compacted concrete beam has four obvious mechanical characteristics, including elastic, cracking, yielding and ultimate stress. 3) With the increase of natural rubble content, the cracking load of recycled large aggregate self-compacted concrete beam decreases gradually, but the ultimate bearing capacity gradually increases. 4) The effect of adding natural rubble on recycled large aggregate self-compacted concrete beam is exhibited by the location of crack initiation and crack development trajectory. The initiation location of partial crack is no longer the beam bottom, and partial crack development trajectories are along non-plane cross section direction.

Keywords: recycled large aggregate; self-compacted concrete beam; normal section; crack development