

文章编号:1001-4888(2014)01-0097-08

型钢再生混凝土梁受剪性能试验及承载力计算^{*}

陈宗平^{1,2}, 陈宇良¹, 钟铭¹

(1. 广西大学 土木建筑工程学院, 南宁 530004; 2. 广西防灾减灾与工程安全重点实验室, 南宁 530004)

摘要: 为了研究型钢再生混凝土梁的受剪性能,以剪跨比、再生粗骨料取代率、混凝土强度等级为变化参数,设计了 12 个试件进行静力加载试验。通过试验观察了试件受力破坏过程及形态,获取其荷载—变形全过程曲线、极限承载力等数据,并分析了再生粗骨料取代率、剪跨比、混凝土强度等参数对试件受剪承载力的影响规律。在试验基础上,建立了型钢再生混凝土梁受剪承载力的拟合公式;分别采用国内外相关规范公式计算试件的受剪承载力,并与试验结果进行对比分析。结果表明:型钢再生混凝土梁根据剪跨比的不同,表现为剪切斜压破坏和剪切粘结破坏两种不同的形态;再生骨料取代率对试件的受剪承载力有不利影响,但影响不大,而剪跨比和混凝土强度则有较大影响;随着剪跨比的增大,试件的承载力显著降低;随着混凝土强度的提高,试件的承载力有一定的提高;拟合公式和《型钢混凝土组合结构技术规程》方法可适用于型钢再生混凝土梁的受剪承载力计算,而《钢骨混凝土结构设计规程》及日本规范方法计算结果小于试验值。

关键词: 型钢混凝土; 再生粗骨料混凝土; 梁; 受剪性能; 承载力

中图分类号: TU398

文献标识码: A

DOI: 10.7520/1001-4888-13-047

0 引言

随着我国城镇化进程的不断加快,建筑垃圾的产生和排放数量也在快速的增长。建筑垃圾的回收利用率低,且绝大部分建筑垃圾未经任何处理,便被施工单位运往郊外或乡村,采用露天堆放或埋置的方式进行处理,耗用大量的征用土地和垃圾清运等费用,这不仅要投入大量的人力物力,而且对环境造成了严重的污染。国内外对再生混凝土都开展了相关的研究,并取得了丰富的成果^[1-4],研究结果表明再生混凝土的性能指标基本能满足普通混凝土的要求,运用到实际工程中是可行的。但与普通混凝土相比,再生混凝土存在着强度相对较低、吸水率高、收缩徐变大以及耐久性差等缺陷,研究如何采取有效措施改善其不足,对扩大再生混凝土的适用范围具有重要意义。

型钢再生混凝土结构(steel reinforced recycled concrete,简称 SRRC 结构)是指截面中主要配置型钢,并配有一定数量的构造钢筋,外面浇筑再生混凝土的组合结构。型钢混凝土由于配置了型钢,与普通钢筋混凝土相比,具有承载力高、收缩徐变小以及耐久性能好等优点^[5-7]。将再生混凝土和型钢混凝土相结合,形成型钢再生混凝土,对改善再生混凝土的缺陷、扩大其使用范围都具有重要的理论意义和工程价值。目前,对普通型钢混凝土结构的研究较为深入,结构构件的性能已逐渐形成了较为系统和成

^{*} 收稿日期: 2013-03-29; 修订日期: 2013-05-21

基金项目: 国家自然科学基金(50908057, 51268004),“八桂学者”建设工程专项经费资助,广西科技攻关项目(桂科攻 12118023-3),广西自然科学基金项目(2012GXNSFAA053203, 2013GXNSFDA019025),广西重点实验室系统性研究项目资助(2012ZDX03)

通讯作者: 陈宗平(1975—),男,博士,教授,博士生导师。主要从事钢与混凝土组合结构、再生混凝土结构、异形柱结构等研究。
E-mail: zpch@gxu.edu.cn

熟的计算理论与设计方法。然而,对于型钢再生混凝土构件的研究,国内外尚缺乏,为此,本文设计 12 个型钢再生混凝土梁进行受剪性能试验,旨在丰富型钢再生混凝土结构的计算理论,为型钢再生混凝土结构的运用提供参考。

1 试验概况

1.1 试验材料

再生混凝土所用的再生粗骨料来源于实验室废弃混凝土试件(原混凝土强度为 C30),经破碎、筛分、清洗后而得。再生和天然粗骨料均为 5~25mm 连续级配,并且在同条件下筛分。对于同等级不同取代率的再生混凝土,以取代率为 0%(即天然粗骨料混凝土)为基准设计配比。本次实验设计了 C35 和 C50 两种强度等级的配合比,C35、C50 两种强度等级的水灰比和砂率分别为 0.41、0.32 和 0.32、0.38,不同取代率时,仅改变再生和天然粗骨料之间的比例,总粗骨料质量及其它成分保持不变。

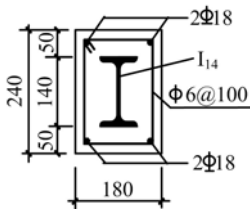


图 1 截面配钢形式
Fig. 1 Cross-section steel details

1.2 试件设计

以剪跨比、再生粗骨料取代率以及混凝土强度等级为变化参数设计了 12 个试件,每一组取代率随剪跨比的变化设计三个试件。各试件的设计参数具体见表 3,试件截面尺寸及配钢情况如图 1 所示,所有试件的截面尺寸均为 180×240mm,型钢采用工 14,屈服强度和极限强度分别为 327MPa、464MPa,纵向钢筋为 Φ18 的 HRB335 级钢筋,屈服强度和极限强度分别为 327MPa、464MPa,箍筋采用 Φ6 的 HPB235 级钢筋,屈服强度和极限强度分别为 339MPa、472MPa。纵向钢筋的混凝土保护层厚度为 20mm,型钢的混凝土保护层厚度为 50mm。每个试件均预留了混凝土立方体试块,依标准试验方法测试其强度,具体数值见表 1。

表 1 试件的设计参数及实测强度值

Tab. 1 Design parameters of specimens and experimental values

试件编号	取代率	混凝土强度	$\lambda = a/h_0$	f_{cu} (MPa)	V_{cr} (kN)	h_{cr} (mm)	V_u (kN)	h_u (mm)
SRRC-1	30%	C35	1.0	39.9	49.0	0.72	318.5	9.8
SRRC-2	30%	C35	1.4	39.9	36.7	0.79	239.0	3.6
SRRC-3	30%	C35	1.8	39.9	36.7	0.84	184.0	10.0
SRRC-4	70%	C35	1.0	41.0	49.0	0.97	343.0	11.4
SRRC-5	70%	C35	1.4	41.0	49.0	0.93	245.0	9.7
SRRC-6	70%	C35	1.8	41.0	36.7	1.2	171.5	3.7
SRRC-7	100%	C35	1.0	41.9	49.0	1.28	324.5	11.4
SRRC-8	100%	C35	1.4	41.9	36.7	0.78	245.0	11.6
SRRC-9	100%	C35	1.8	41.9	36.7	1.68	177.5	3.4
SRRC-10	0%	C50	1.0	51.4	49.0	0.67	367.5	11.2
SRRC-11	100%	C50	1.0	54.2	49.0	0.95	367.5	11.9
SRRC-12	0%	C35	1.0	38.6	62.2	0.99	343.0	8.9

注:λ为剪跨比;a为剪跨段长度;h₀为截面有效高度;f_{cu}为预留混凝土立方体试块实测强度值;V_{cr}、h_{cr}分别为开裂荷载及其对应跨中挠度;V_u、h_u分别为极限荷载及其对应跨中挠度。

1.3 加载装置及制度

试验采用简支梁式加载装置,通过分配梁在三分点处实现两点加载。试验过程中采用荷载和位移混合控制的加载制度,在计算破坏荷载 80%以前采用力控制加载,根据预估极限荷载的 5%分级加载,

当荷载接近极限荷载时,采用位移控制,以跨中变形 1mm 为级差控制加载,直至试件破坏。

2 试验结果及分析

2.1 试件受力破坏过程及形态

通过细致的试验观察,试件发生了两种不同的破坏形态,当剪跨比 $\lambda=1.0$ 及 1.4 时发生剪切斜压破坏,剪跨比 $\lambda=1.8$ 时则发生剪切粘结破坏。

$\lambda=1.0$ 的试件,加载至约 $0.15P_u$ 时,首先在剪跨段腹板中部出现斜向裂缝,接着在纯弯段下部竖向开裂,荷载继续增大,新裂缝不断出现,原有裂缝长度和宽度均有扩展,且斜裂缝发展较竖向裂缝快;达到 $0.8P_u$ 左右时,在剪跨段形成几条较为显著的主斜裂缝,达到 P_u 时,加载点附近的混凝土被压碎,试件破坏,其形态如图 2(a)所示。

$\lambda=1.4$ 的试件,当加载至约 $0.15P_u$ 时,首先在加载点正下方出现竖向裂缝,约 $0.3P_u$ 时,剪跨段斜向开裂,约 $0.8P_u$ 时,纯弯段竖向裂缝向上延伸到型钢上翼缘处,在支座与加载点连线附近形成一条较显著的斜裂缝,在其两侧有几条与之平行的斜裂缝,达到 P_u 时,加载点附近的混凝土被压碎,其形态如图 2(b)所示。

$\lambda=1.8$ 的试件,当加载至约 $0.15P_u$ 时,首先在加载点正下方出现竖向裂缝,约 $0.45P_u$ 时,剪跨段出现斜向裂缝,约 $0.8P_u$ 时,纯弯段的竖向裂缝向上延伸到型钢上翼缘处,此时竖向裂缝的宽度达到 0.16mm,斜向裂缝的宽度达到 0.3mm,约 $0.87P_u$ 时,在纯弯段型钢上翼缘附近出现水平粘结裂缝,达到 P_u 时,纯弯段型钢上翼缘外部保护层混凝土被压碎,试件破坏,其形态如图 2(c)所示。

型钢再生混凝土梁受剪破坏,根据剪跨比的不同,具有以下的特点:

(1)剪跨比 $\lambda=1.0$ 的试件最先出现的裂缝是腹板斜向裂缝,并且斜裂缝一直占主导地位;而剪跨比 $\lambda=1.4$ 和 1.8 的试件,首先出现的裂缝是竖向裂缝,裂缝总体上是细而密,很多竖向裂缝发展到型钢下翼缘位置后停止向上延伸,试件破坏时伴随着型钢上翼缘附近的水平粘结裂缝。

(2)剪跨比越小的试件,其破坏时斜裂缝宽度越大,角度也越陡峭。剪跨比越大的试件,其弯曲竖向裂缝越多、也越密,并且纯弯段型钢上翼缘附近的水平粘结裂缝也越明显。

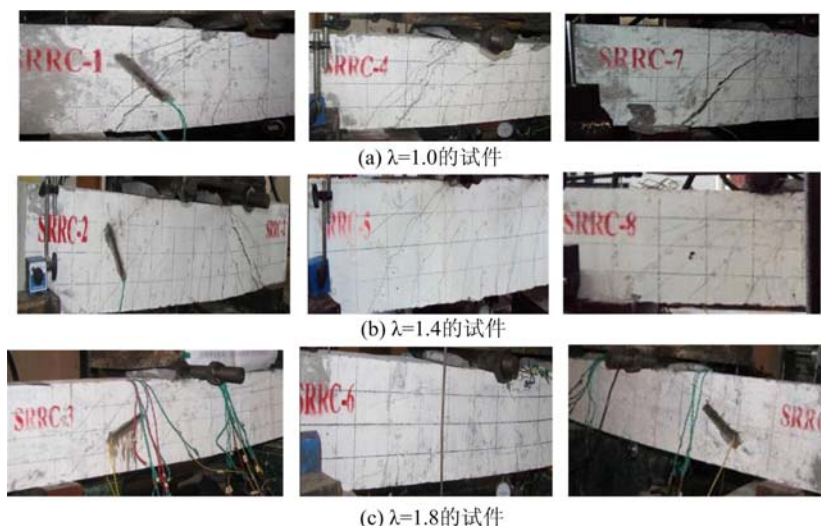


图2 试件破坏形态

Fig. 2 Failure mode of the test specimen

2.2 荷载—跨中挠度曲线

试件的荷载—跨中挠度曲线如图 3 所示,由图可见,试件受剪破坏时,具有较好的变形能力,这可能是由于截面中配置了型钢的缘故。试件开裂点和极限荷载点对应的荷载和跨中挠度值见表 1。

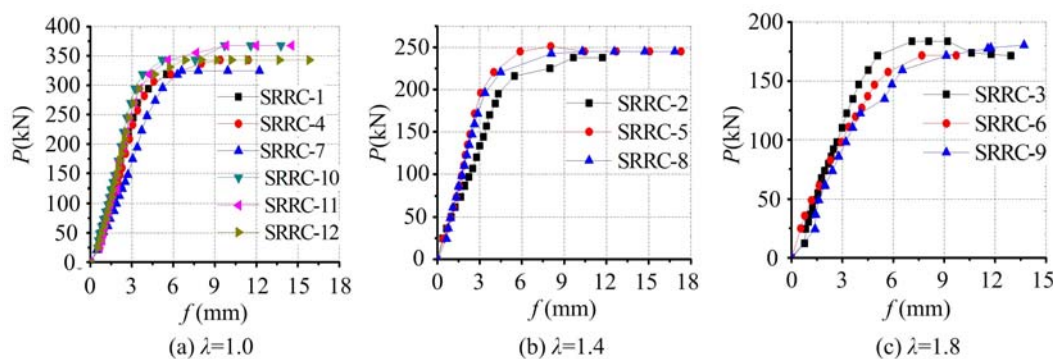


图 3 荷载—挠度曲线

Fig. 3 Load-deflection curves of specimens

3 影响因素分析

3.1 再生骨料取代率的影响

图 4 给出了相同剪跨比条件下不同再生骨料取代率下试件的极限承载力的对比曲线,由图可见:试件的极限承载力随着取代率的增大略有下降的趋势,但总体变化不大,其下降幅度小于 8%。

3.2 剪跨比的影响

图 4 也能看出在相同取代率下,不同剪跨比试件的极限承载力的对比数据,由图可见,随着剪跨比的增加,试件的承载力显著降低,降低的程度与取代率有关。取代率为 30% 的试件,当剪跨比从 1.0 增加到 1.4 时,承载力降低 24.9%,剪跨比从 1.4 增加到 1.8 时,承载力降低 23.0%;取代率为 70% 的试件,当剪跨比从 1.0 增加到 1.4 时,承载力降低 28.5%,当剪跨比从 1.4 增加到 1.8 时,承载力降低 30.2%。对取代率为 100% 的试件,当剪跨比从 1.0 增加到 1.4 时,承载力减少 24.5%,当剪跨比从 1.4 增加到 1.8 时,承载力降低 27.5%。总体看来,随着剪跨比的增大,试件的承载力迅速降低,且其降低的程度随再生骨料取代率的增大而略有增大的趋势。

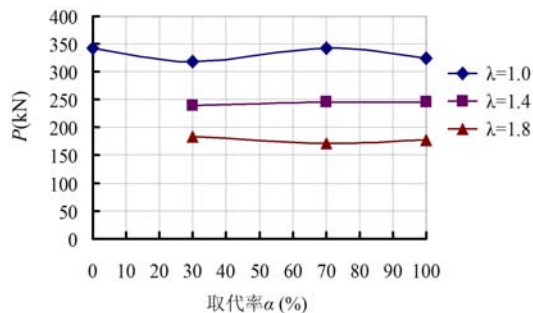


图 4 不同取代率试件的承载力对比

Fig. 4 Comparison on bearing capacity at different displacement ratios

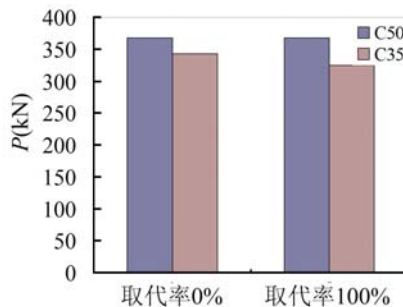


图 5 不同强度等级试件的承载力对比

Fig. 5 Comparison on bearing capacity at different concrete strength

3.3 混凝土强度的影响

图 5 给出了相同骨料取代率、相同剪跨比、不同混凝土强度等级试件的承载力对比关系,由图可见:随着混凝土强度等级的增加,再生混凝土梁的承载能力有所增加,当混凝土从 C35 增加到 C50 时,取代率为 0% 的试件承载力提高 7.1%,取代率为 100% 的全再生混凝土试件提高 13.3%,适当提高混凝土的强度等级,能有效提高型钢再生混凝土梁的受剪承载力。

4 抗剪承载力计算

4.1 试验拟合计算公式

根据在集中荷载作用下型钢混凝土梁的抗剪承载力在国内外的研究成果^[8-10]以及试验的实测数据,考虑再生骨料取代率、剪跨比、混凝土强度等影响因素,采取以下数学模型进行多元回归分析:

$$V_b \leq \frac{A_1}{A_1 + a} \cdot \frac{A_2}{A_3 + \lambda} f_t b h_0 + \frac{A_4}{A_5 + \lambda} f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + \frac{0.58}{\lambda} f_a t_w h_w \quad (1)$$

式中: V_b 为型钢再生混凝土梁抗剪承载力; A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 为待定系数,通过试验数据回归得 $A_1 = 20$, $A_2 = 1.5$, $A_3 = -0.1$, $A_4 = 1.6$, $A_5 = 0.1$ 。因此有:

$$V_b \leq \frac{20}{20 + a} \cdot \frac{1.5}{\lambda - 0.1} f_t b h_0 + \frac{1.6}{\lambda + 0.1} f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + \frac{0.58}{\lambda} f_a t_w h_w \quad (2)$$

式中: λ 为剪跨比; f_t 再生混凝土抗拉强度设计值,根据参考文献[11]取 $f_t = 0.12 f_{cu}^r$; f_{yv} 、 f_a 分别为箍筋和型钢的强度设计值; t_w 、 h_w 分别为型钢腹板厚度和腹板高度; b 、 h_0 分别为截面宽度和有效高度, $h_0 = h - a_s$, h 为梁截面高度, a_s 为纵向受力钢筋保护层厚度; A_{sv} 为配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积, s 为沿构件长度方向上箍筋的间距。

利用拟合公式(2)计算型钢再生梁的受剪承载力,试验值与计算值之比的均值 $\mu = 1.268$ 、标准差 $\sigma = 0.132$ 、变异系数 $c_v = 0.104$ 。

利用式(2)计算各试件,并与实测值对比,具体数值见表 4。由表可见,利用拟合公式计算普通型钢混凝土(取代率为 0%)试件,计算值大于试验值,不安全。对取代率为 30%、70%、100%的型钢再生混凝土试件,计算值小于试验值,具有一定的安全富余。

表 4 回归公式计算值与试验值对比

Tab. 4 Comparison of regression formula calculation and experimental values

试件编号	取代率	λ	V^t (kN)	V^c (kN)	V^t/V^c
SRRC-1	30%	1.0	318.5	309.41	1.03
SRRC-2	30%	1.4	239.0	219.59	1.09
SRRC-3	30%	1.8	184.0	170.26	1.08
SRRC-4	70%	1.0	343.0	255.16	1.34
SRRC-5	70%	1.4	245.0	182.04	1.35
SRRC-6	70%	1.8	171.5	141.55	1.21
SRRC-7	100%	1.0	324.5	238.31	1.36
SRRC-8	100%	1.4	245.0	170.37	1.44
SRRC-9	100%	1.8	177.5	132.62	1.34
SRRC-10	0%	1.0	367.5	590.09	0.62
SRRC-11	100%	1.0	367.5	254.55	1.44
SRRC-12	0%	1.0	343.0	488.72	0.70

注: V^t 、 V^c 分别为试验抗剪承载力和公式(2)计算抗剪承载力。

4.2 规范、规程公式

型钢再生混凝土梁的受力性能研究,国内外相关研究文献尚缺乏,但与之相近的型钢混凝土(SRC)研究,国内外均有大量研究,并根据各国的国情,编写了规范或规程。能否将现有 SRC 规范、规程公式用于型钢再生混凝土梁的受剪承载力计算呢?为此,分别利用我国《型钢混凝土组合结构技术规程》^[8]、《钢管混凝土结构设计规程》^[9]以及日本规范^[10]相关公式对试件进行计算。

《型钢混凝土组合结构技术规程》^[8]公式:

$$V_b \leq \frac{0.20}{\lambda + 1.5} f_c' b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + \frac{0.58}{\lambda} f_a t_w h_w \quad (3)$$

式中: f_c' 表示再生混凝土轴心抗压强度值, 根据课题组前期研究结果^[12]取 $f_c' = 0.87 f_{cu}'$; 其它符号含义详见文献[12]。

《钢筋混凝土结构设计规程》^[9]公式:

$$V_b \leq t_w \rightarrow h_w \rightarrow f_{sv} + \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b_b h_{b0} + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_{b0} \quad (4)$$

其它符号含义详见文献[9]。

日本规范^[10]公式:

$$V_b \leq t_w \cdot d_w \cdot \frac{s \sigma_Y}{\sqrt{3}} + b \cdot j \left(\frac{b'}{b} F_s + {}_w p \cdot {}_w \sigma_Y \right) \quad (5)$$

式中: t_w 为钢骨腹板的厚度; d_w 为钢骨腹板的高度; F_s 为混凝土的剪切强度, $F_s = \min(0.15 F_c, 22.5 + 4.5 F_c / 100)$; F_c 为混凝土圆柱体抗压强度, 取 $F_c = 0.79 f_{cu}'$; $s \sigma_Y$ 为钢骨的屈服应力; b 为截面宽度; b' 为钢骨翼缘位置处混凝土的有效宽度; j 为钢筋受拉侧和受压侧的合力点间距离, 可取 $j = (7/8) d$, 从受压边缘到受拉主筋形心的距离(有效高度); ${}_w p$ 为配箍率: ${}_w p = {}_w a / (b x)$, 其中 ${}_w a$ 为同一截面处腹筋或箍筋的截面面积, x 为箍筋的间距; ${}_w \sigma_Y$ 为箍筋的屈服应力。

表 5 给出了三种规范、规程公式计算值与试验值对比数据, 由表可见: 采用《型钢混凝土组合结构技术规程》, 试验值比计算值大, 其比值的平均值为 1.57, 偏于安全。采用《钢筋混凝土结构设计规程》和日本规范公式计算型钢再生混凝土梁的受剪承载力, 部分试件的试验值比计算值小, 存在安全隐患。由于试验得到的数据有限, 上述公式具有一定的局限性, 因此, 还需要作进一步的研究。

表 5 规范公式计算值与试验值对比

Tab. 5 Comparison of design formula calculation and experimental values

试件编号	f_{cu} (MPa)	取代率	λ	V^t (kN)	型钢规程		钢骨规程		日本规范	
					V^c (kN)	V^t/V^c	V^c (kN)	V^t/V^c	V^c (kN)	V^t/V^c
SRRC-1	39.9	30%	1.0	318.5	174.87	1.82	248.71	1.28	246.14	1.29
SRRC-2	39.9	30%	1.4	239.0	174.87	1.37	248.71	0.96	246.14	0.97
SRRC-3	39.9	30%	1.8	184.0	145.70	1.26	234.49	0.78	246.14	0.75
SRRC-4	41.0	70%	1.0	343.0	177.48	1.93	252.37	1.36	248.68	1.38
SRRC-5	41.0	70%	1.4	245.0	177.48	1.38	252.37	0.97	248.68	0.99
SRRC-6	41.0	70%	1.8	171.5	147.99	1.16	237.76	0.72	248.68	0.69
SRRC-7	41.9	100%	1.0	324.5	179.62	1.81	255.36	1.27	250.76	1.29
SRRC-8	41.9	100%	1.4	245.0	179.62	1.36	255.36	0.96	250.76	0.98
SRRC-9	41.9	100%	1.8	177.5	149.87	1.18	240.43	0.74	250.76	0.71
SRRC-10	51.4	0%	1.0	367.5	202.19	1.82	286.96	1.28	272.71	1.35
SRRC-11	54.2	100%	1.0	367.5	208.85	1.76	296.28	1.24	279.18	1.32
SRRC-12	38.6	0%	1.0	343.0	171.78	2.00	244.39	1.40	243.14	1.41
平均值					—	1.57	—	1.08	—	1.09
标准差					—	0.30	—	0.24	—	0.27
变异系数					—	0.19	—	0.22	—	0.24

5 结论

(1) 型钢再生混凝土梁根据剪跨比的不同, 呈现两种不同破坏形态: 剪跨比为 1.0 和 1.4 时, 表现为剪切斜压破坏, 剪跨比为 1.8 时, 表现为剪切粘结破坏。无论哪种形式的破坏形态, 其荷载—变形曲线延性均较好。

(2) 随着再生粗骨料取代率的增大, 型钢再生混凝土梁的受剪承载力略有降低, 但降低幅度不大, 在 8% 以内。

(3) 随着剪跨比的增大, 型钢再生混凝土梁的受剪承载力迅速降低, 降低的程度与再生骨料取代率有关, 取代率越大、降低的程度也越大。

(4) 混凝土强度对型钢再生混凝土梁的受剪性能有一定影响, 混凝土强度越高, 其受剪承载力越大。

(5) 拟合公式和我国《型钢规程》公式计算型钢再生混凝土梁的受剪承载力, 计算值小于试验值; 而《钢骨规程》和日本规范公式计算值大于试验值。

参考文献:

- [1] 肖建庄. 再生混凝土[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008 (Xiao Jianzhuang. Recycled concrete [M]. Beijing: China Building Industry Press, 2008(in Chinese))
- [2] Etxeberria M, Vázquez E, Marí A, Barra M. Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete [J]. Cement and Concrete Research, 2007, 37(5):735—742.
- [3] Sasha Achtemichuk, Justin Hubbard. The utilization of recycled concrete aggregate to produce controlled low-strength materials without using Portland cement [J]. Cement and Concrete Composites, 2009, 31(8):564—569.
- [4] Sami W Tabsh, Akmal S Abdelfatah. Influence of recycled concrete aggregates on strength properties of concrete [J]. Construction and Building Materials, 2009, 23(2):1163—1167.
- [5] 陈宗平, 张喜德, 苏益声 等. 一种新型混凝土异形柱—型钢混凝土异形柱的概念体系初探[J]. 四川建筑科学研究, 2006, 32(2):25—27 (Chen Zongping, Zhang Xide, Su Yisheng, et al. A new type of concrete special-shaped columns—study of steel reinforced concrete special-shaped columns concept system[J]. Sichuan Building Science, 2006, 32(2):25—27(in Chinese))
- [6] 范进, 沈银良, 张斌. 型钢混凝土梁受力性能试验研究[J]. 南京理工大学学报, 2006, 30(6):709—713 (Fan Jin, Shen Yinliang, Zhang Bin. Experimental Investigation on Mechanical Behavior of Steel Reinforced Concrete Beams [J]. Journal of Nanjing University of Science and Technology, 2006, 30(6):709—713 (in Chinese))
- [7] 郑山锁, 杨勇, 薛建阳 等. 型钢混凝土粘结滑移性能研究[J]. 土木工程学报, 2002, 35(6):47—51 (Zheng Shansuo, Yang Yong, Xue Jianyang, et al. Study on Bond-slip Performance Between Steel and Concrete in SRC Structures[J]. China Civil Engineering Journal, 2002, 35(6):47—51(in Chinese))
- [8] JGJ138—2001, 型钢混凝土组合结构技术规程[S]. 2004 (JGJ138—2001, Technical Specification for Steel Reinforced Concrete Composite Structures[S]. 2004(in Chinese))
- [9] YB9082—2006, 钢骨混凝土结构设计规程[S] (YB9082—2006, Design codes for Steel reinforced concrete structure [S](in Chinese))
- [10] 日本建筑学会. 冯乃谦, 叶列平译. 钢骨钢筋混凝土结构计算标准及解说[M]. 北京: 原子能出版社, 1998 (Architectural Institute of Japan. Translated by Feng Naiqian, Ye Lieping. Calculation standard and explication of steel reinforced concrete structures [M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1998(in Chinese))
- [11] 陈宗平, 余兴国, 柯晓军. 再生混凝土抗折强度试验研究[J]. 混凝土, 2010(6):58—60 (Chen Zongping, Yu Xingguo, Ke Xiaojun. Experimental study on rupture strength of recycled concrete[J]. Journal of Concrete, 2010 (6):58—66(in Chinese))
- [12] 陈宗平, 薛建阳, 余兴国 等. 再生混凝土轴心抗压强度试验研究[J]. 混凝土, 2011(9):4—11 (Chen Zongping, Xue Jianyang, Yu Xingguo, et al. Experimental research on the axial compression strength of recycled coarse aggregate concrete[J]. Journal of Concrete, 2011(9):4—11(in Chinese))

Shear Performance Test and Bearing Capacity Calculation of Steel Reinforced Recycled Coarse Aggregate Concrete Beam

CHEN Zong-ping^{1,2}, CHEN Yu-liang¹, ZHONG Ming¹

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University, Nanning 530004;

2. Guangxi Key Laboratory of Disaster Prevention and Engineering Safety, Nanning 530004)

Abstract: In order to reveal shear performance of steel reinforced recycled coarse aggregate concrete beam, taking the shear span ratio, replacement ratio of recycled coarse aggregate and concrete strength class as variable parameters, 12 specimens were designed for static test. Through this test, the whole mechanical process and failure patterns of specimens were observed; the ultimate bearing capacity and load-displacement curves were obtained. The influence of recycled coarse aggregate replacement ratio, shear span ratio and concrete strength on the shear performance of specimens were analyzed. Based on experimental data, a shear capacity fitting formula of steel reinforced recycled concrete beams was put forward. Shear strength of specimens was calculated by using correlative standard formulae at home and abroad, and compared with experimental results. Results show that depending on the ratio of shear span, steel reinforced recycled coarse aggregate concrete beams present two shear failure patterns; when shear span ratio is in range 1.0 to 1.4, the baroclinic shear failure appears, and when shear span ratio is 1.8, the shear bond failure appears. Recycled coarse aggregate replacement ratio adversely affects the shear capacity of specimens, but has little effect. Whereas, shear span ratio and concrete strength have a greater impact. Shear capacity of specimen decreased obviously with the increase of shear span ration. However, with the improvement of concrete strength, the bearing capacity of specimen has improved to some extent. The proposed fitting formula and code of JGJ138—2001 can be used to calculate the shear capacity of steel reinforced recycled aggregate concrete beams, but the calculation results based on codes of YB 9082—2006 and AIJ97 are less than experimental data.

Keywords: Steel reinforced concrete (SRC); recycled coarse aggregate concrete; beam; shear performance; bearing capacity