



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105178511 B

(45)授权公告日 2017.12.22

(21)申请号 201510487666.9

E04B 1/98(2006.01)

(22)申请日 2015.08.10

C04B 28/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C04B 14/06(2006.01)

申请公布号 CN 105178511 A

C04B 18/16(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.23

审查员 王玮

(73)专利权人 河海大学

地址 211199 江苏省南京市江宁区佛城西路8号

(72)发明人 伍凯 桑胜涛 曹平周 章恒
张贺

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 窦贤宇

(51)Int.Cl.

E04C 3/36(2006.01)

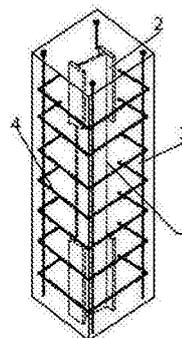
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱及其制作方法

(57)摘要

本发明公开了一种型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱,包括型钢腹板、与所述型钢腹板平行设置的纵筋、沿所述纵筋长度方向设置的箍筋和填充于其间的混凝土;位于组合柱中间区域的型钢腹板削弱翼缘,所述混凝土为再生骨料混凝土,废混凝土骨料的替代率为45~55%。在本发明中,柱中间区域型钢翼缘削弱能够充分发挥柱的性能,在地震荷载作用下有较好的刚度和延性,提高了柱构件的耗能能力和结构的安全性;柱中间区域型钢翼缘削弱有效地提高了柱混凝土浇筑密实,有助于提高施工质量。



1. 制作型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱的方法,其特征在于,所述型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱包括型钢腹板(2)、与所述型钢腹板平行设置的纵筋(3)、沿所述纵筋长度方向设置的箍筋(4)和填充于其间的混凝土;位于组合柱中间区域的型钢腹板削弱翼缘,

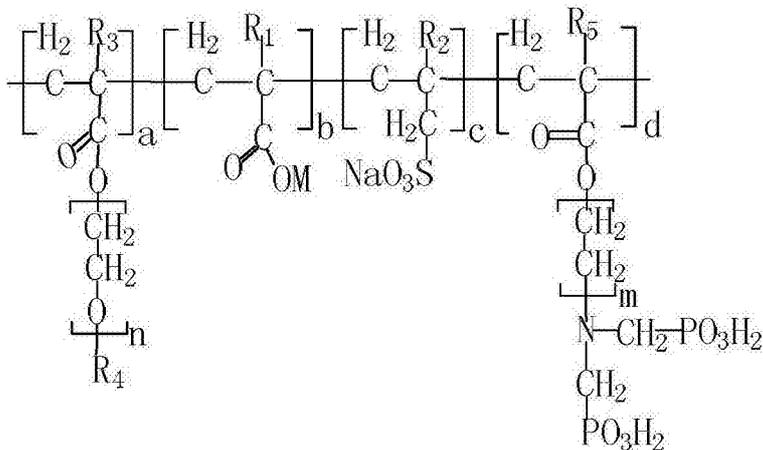
所述混凝土为再生骨料混凝土,废混凝土骨料的替代率为45~55%,替代率指体积替代率;所述再生骨料混凝土包括如下重量比的各组分,水:水泥:砂:废弃砖块:废弃混凝土块=1:2.45:2.18:1.18:1.89;

废弃砖块的处理过程为:除去再生骨料中的玻璃、塑料和钢筋,用颚式破碎机破碎;采用50mm孔径筛分,对筛中剩余物继续进行破碎,对筛底剩余物进行20mm孔径筛分,保留筛中剩余物,筛底剩余物丢弃;用水冲洗再生骨料,晾干;

在计算出水、水泥、沙、碎石和废弃砖块的配比后,加入再生骨料改性材料;

再生骨料改性材料包括:减水剂、补强剂和膨胀剂;减水剂的用量为配料总量的0.45wt%,补强剂的用量为配料总量的4.9wt%,膨胀剂为配料总量的1.2wt%;

所述减水剂的结构式如下:



其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5 均选自H或 CH_3 , n 为35~55, m 为25~45, a 、 b 、 c 和 d 为正整数, M 为一价阳离子;

所述补强剂为硅灰,膨胀剂为硫铝酸盐;

上述减水剂的制备方法,步骤如下:

步骤1:制备或购买大分子单体,按照预定的配比称取原料;

步骤2:将烷基聚醚、丙烯酸单体、阻聚剂、催化剂和协水剂加入到反应釜中升温至160℃,回流状态进行酯化反应5小时,得到中间产物;催化剂选自硫酸、甲苯磺酸、固体酸 ZrO_2 的一种或几种,所述阻聚剂选自羟基苯甲醚、苯二酚、硫化二苯胺中的一种的或几种,所述协水剂选自乙酸乙酯、异戊醇中的一种或两种;

步骤3:分离出中间产物并加热至90℃进行溶解,同时滴加其他单体和引发剂溶液,滴加时间为1.2小时,滴加完毕后保温6小时,反应完成后,冷却至40℃,用氢氧化钠溶液调节pH为7,即获得目标产物;

所述制作型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱的方法包括如下步骤:

步骤1:根据设计要求将柱型钢中间区域的翼缘削弱,预制好型钢柱,现场吊装;

步骤2:设置纵筋并绑扎箍筋,

步骤3:型钢混凝土柱模板支模,浇注混凝土,振捣。

型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明属于建筑结构构件,尤其是一种型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱。

背景技术

[0002] 型钢混凝土结构是钢-混凝土组合结构的一种主要形式,由于具有承载力高、刚度大、抗震性能好且节约钢材、降低工程造价等特点,已越来越被广泛应用到大跨度结构和地震区的高层以及超高层建筑中。

[0003] 随着中国城市化的进展,建筑垃圾(废弃物)的问题逐渐被重视。如采取简单的堆放方式处理,每年新增建筑垃圾处理将占地至少1.5亿平方米。再生混凝土作为一种新材料则能很好地解决这个问题。

[0004] 型钢混凝土结构中的配钢率可比普通的钢筋混凝土结构中的配钢率大的很多,因此可以在有限的截面面积中配置较多的钢材,所以型钢混凝土构件的承载力可以提高很多。对于一般的型钢混凝土柱在受地震荷载作用破坏时,首先是柱头和柱脚先破坏,而此时柱中间区域弯矩还未达到截面最大抵抗弯矩,因此只有柱头和柱脚破坏耗能,其他区域不耗能,耗能能力有限,材料力学性能发挥不充分。

发明内容

[0005] 发明目的:提供一种型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱,以解决现有技术存在的上述问题。进一步提供上述型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱的制作方法。

[0006] 技术方案:一种型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱,包括型钢腹板、与所述型钢腹板平行设置的纵筋、沿所述纵筋长度方向设置的箍筋和填充于其间的混凝土;位于组合柱中间区域的型钢腹板削弱翼缘,所述混凝土为再生骨料混凝土,废混凝土骨料的替代率为45~55%。

[0007] 在进一步的实施例中,所述再生骨料混凝土包括如下重量比的各组分:水:水泥:砂:废弃砖块:废弃混凝土块=1:(2~2.5):(2~2.5):(1~1.2):(4.8~5.5)。

[0008] 在进一步的实施例中,所述再生骨料混凝土包括如下重量比的各组分,水:水泥:砂:废弃砖块:废弃混凝土块=1:2.27:2.27:1.04:5.21。

[0009] 制作上述型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱的方法,

[0010] 步骤1:根据设计要求将柱型钢中间区域的翼缘削弱,预制好型钢柱,现场吊装;

[0011] 步骤2:设置纵筋并绑扎箍筋,

[0012] 步骤3:型钢混凝土柱模板支模,浇注混凝土,振捣。

[0013] 有益效果:首先,柱中间区域型钢翼缘削弱能够充分发挥柱的性能,在地震荷载作用下有较好的刚度和延性,提高了柱构件的耗能能力和结构的安全性;其次,柱中间区域型钢翼缘削弱有效地提高了柱混凝土浇筑密实,有助于提高施工质量;最后,在进一步的实施例中,还具有以下优点:型钢可以提前在工厂预制好,现场吊装,提高施工效率,节省施工时

间;型钢柱可以作为支撑构件承受上部施工荷载,减少脚手架的使用;节约钢材,充分发挥钢材的性能;再生混凝土中废弃混凝土粗骨料的使用可以回收建筑垃圾,变废为宝,节约资源,保护环境。

附图说明

[0014] 图1是本发明型钢翼缘削弱的抗震耗能组合柱构件的结构示意图。

[0015] 图2是本发明型钢翼缘削弱的抗震耗能组合柱构件的主视图。

[0016] 图3是本发明型钢翼缘削弱的抗震耗能组合柱构件的侧视图。

具体实施方式

[0017] 结合图1至图3详细描述本发明的主要内容。具体如图1和图2所示,本实施例型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱包括型钢腹板2、与所述型钢腹板平行设置的纵筋3、沿所述纵筋长度方向设置的箍筋4和填充于其间的混凝土;位于组合柱中间区域的型钢腹板1削弱翼缘,所述混凝土为再生骨料混凝土,废混凝土骨料的替代率为45~55%。在本申请中,替代率指体积替代率。

[0018] 从图1、图2或图3中可见:型钢腹板的中间区域削弱翼缘,因此在受力损坏时,中间区域弯折耗能,从而充分发挥型钢腹板的性能。同时,中间区域型钢翼缘削弱能够有效地提高混凝土浇筑密实度,从而提高施工质量。

[0019] 进一步的实施例中,申请人对再生骨料混凝土的配比进行了优化,较为优选的配比范围是水:水泥:砂:废弃砖块:废弃混凝土块=1:(2~2.5):(2~2.5):(1~1.2):(4.8~5.5)。

[0020] 以强度等级为C35、再生骨料的替代率为50%的混凝土为例:

[0021] 实施例1各组分的重量比为,水:水泥:砂:废弃砖块:废弃混凝土块=1:2.27:2.27:1.04:5.21。采用标准方法进行检测,实验数据如下:塌落度180,和易性优异,7天抗压强度28.5MPa,28天抗压强度43.5MPa。

[0022] 实施例1的具体过程如下:本发明根据以下公式按照C35等级混凝土进行配合比计算

$$[0023] \quad \frac{m_w}{\rho_w} + \frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_s}{\rho_s} + \frac{m_g}{\rho_g} + 10\alpha = 1$$

[0024] 按上述公式计算 $\alpha=1$,水泥的表观密度 $\rho_c=3.1\text{g}/\text{cm}^3$,水的密度 $\rho_w=1\text{g}/\text{cm}^3$,由于砂、废弃砖块体、废弃混凝土块体块的表观密度都未知,需先用排液置换法对其密度进行测量和计算。

[0025] 1、确定配制强度 $f_{cu,0}$

$$[0026] \quad f_{cu,0} = f_{cu,k} + 1.645\sigma$$

[0027] 当混凝土的强度等级为C35时, $\sigma=5.0\text{MPa}$,则

$$[0028] \quad f_{cu,0} = 48.2\text{MPa}$$

[0029] 2、初步确定水灰比W:C

[0030] 因该实验所用的水泥28d实测强度 f_{ce} 未知,现预期水泥28d实测强度可达到48.0MPa。粗骨料为碎石, $A=0.46$, $B=0.07$

$$[0031] \quad \frac{W}{C} = \frac{Af_{ce}}{f_{cu,0} + ABf_{ce}} = \frac{0.46 \times 48.0}{48.2 + 0.46 \times 0.07 \times 48.0} = 0.44$$

[0032] 3、初步估计单位用水量

[0033] 最大粒径为40mm。由于废弃混凝土块体在破碎过程中受到较大外力作用，且废弃混凝土块体在烧制过程中会产生大量裂缝，使得再生集料的吸水率与吸水速率都远高于天然集料。一般认为，再生粗集料吸水率超过天然集料的5%左右。因此，需要在初步设定的用水量基础上加以调整。

[0034] 当最大粒径为40mm时， $m_{w0} = 175 \text{kg/m}^3$ ，经调整， $m_w = 184 \text{kg/m}^3$

[0035] 4、计算水泥用量

$$[0036] \quad (1) \quad m_c = \frac{m_w}{W/C} = \frac{193}{0.44} = 439 \text{kg}$$

$$[0037] \quad (2) \quad m_c = \frac{m_w}{W/C} = \frac{184}{0.44} = 418 \text{kg}$$

[0038] 5、初步选取砂率 β_s

[0039] (1) 混凝土所用碎石的最大粒径30mm，水灰比为0.44，线性查表 $\beta_s = 33.2\%$

[0040] (2) 混凝土所用碎石的最大粒径40mm，水灰比为0.44，线性查表 $\beta_s = 30.7\%$

[0041] 6、计算砂、等效石子用量 m_s 、 m_G

$$[0042] \quad \frac{m_w}{\rho_w} + \frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_s}{\rho_s} + \frac{m_G}{\rho_G} + 10\alpha = 1$$

$$[0043] \quad \beta_s = \frac{m_s}{m_s + m_G} \times 100\%$$

[0044] 联立上述两公式，求解出所需的 m_s 、 m_G

[0045] 7、求出所需替代的废弃砖块和废气混凝土块体的量；

[0046] 此实验指体积替代率（预期的替代率废弃粘土砖20%，废弃混凝土块体80%），用排液置换法求出废弃砖体块的密度 ρ_{RB} 和废弃混凝土块体的密度 ρ_{RC} ，求出所需的废弃砖块体和废弃混凝土块体的质量： $m_{RB} = \rho_{RB} \times n\% \frac{m_G}{\rho_G}$ ， $m_{RC} = \rho_{RC} \times m\% \frac{m_G}{\rho_G}$ ；式中，

m_{RB} 、 ρ_{RB} 分别为废弃砖块的质量和密度， n 为废弃砖块的体积替代率， m 为废弃混凝土块的替代率， $m+n=1$ ， m_{RC} 、 ρ_{RC} 分别为废弃混凝土块的质量和密度。

[0047] 根据上述计算求得混凝土配合比为： $m_w:m_c:m_s:m_{RB}:m_{RC} = 1:2.27:2.77:1.04:5.21$ 。

[0048] 实施例2~5的具体计算过程参考实施例1，调整相关参数，获得配比如下：

[0049] 实施例2各组分的重量比为，水：水泥：砂：废弃砖块：废弃混凝土块 = 1:2.11::2.48:1.15:5.25。采用标准方法进行检测，实验数据如下：塌落度160，和易性优异，7天抗压强度22.5MPa，28天抗压强度45MPa。

[0050] 实施例3各组分的重量比为，水：水泥：砂：废弃砖块：废弃混凝土块 = 1:2.45:2.18:1.18:1.89。采用标准方法进行检测，实验数据如下：塌落度175，和易性良好，7天抗压强度24.5MPa，28天抗压强度47.5MPa。

[0051] 实施例4各组分的重量比为，水：水泥：砂：废弃砖块：废弃混凝土块 = 1:2.36:2.39:1.09:5.05。采用标准方法进行检测，实验数据如下：塌落度155，和易性优异，7天抗压

强度20.5MPa,28天抗压强度48.5MPa。

[0052] 实施例5各组分的重量比为,水:水泥:砂:废弃砖块:废弃混凝土块=1:2.40:2.06:1.12:5.15。采用标准方法进行检测,实验数据如下:塌落度185,和易性良好,7天抗压强度21.5MPa,28天抗压强度46.5MPa。

[0053] 对照组的替代率为0,28d强度约为48MPa,本实施的强度与其基本持平,性能优于现有的再生骨料混凝土配方。

[0054] 实施例6-8

[0055] 其他过程参考实施例1,在该组实施例中,

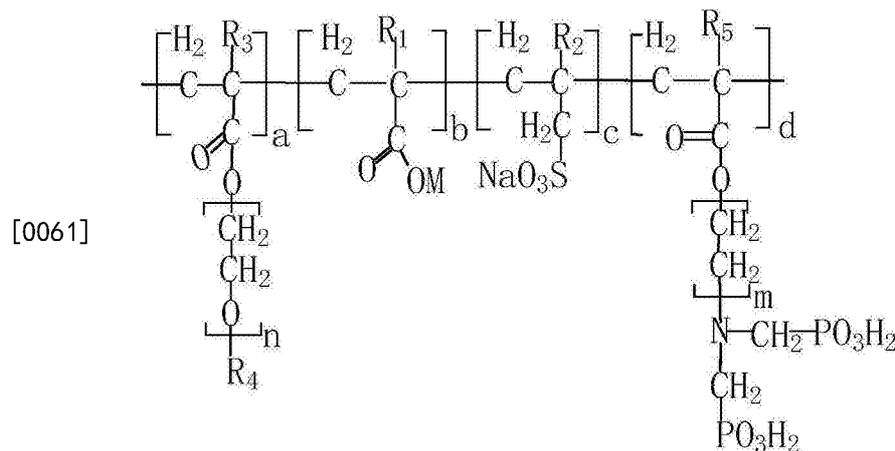
[0056] 废弃砖块的处理过程进一步为:

[0057] 除去再生骨料(废弃砖块和废弃混凝土块)中的玻璃、塑料和钢筋等杂质,用颚式破碎机破碎;采用50mm孔径筛分,对筛中剩余物继续进行破碎,对筛底剩余物进行20mm孔径筛分,保留筛中剩余物,筛底剩余物丢弃;用水冲洗再生骨料,晾干。

[0058] 在计算出水、水泥、沙、碎石和废弃砖块的配比后,加入再生骨料改性材料。

[0059] 再生骨料改性材料包括:减水剂、补强剂和膨胀剂。减水剂的用量为配料总量的0.1-0.5wt%,补强剂的用量为配料总量的3-5wt%,膨胀剂为配料总量的1-3wt%。

[0060] 所述减水剂的结构式如下:



[0062] 其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5 均选自H或 CH_3 , n 为35~55, m 为25~45, a 、 b 、 c 和 d 为正整数, M 为一价阳离子。

[0063] 所述补强剂为硅灰,膨胀剂为硫铝酸盐。

[0064] 上述新型聚羧酸减水剂的制备方法,步骤如下:

[0065] 步骤1:制备或购买大分子单体,按照预定的配比称取原料;

[0066] 步骤2:将烷基聚醚、丙烯酸单体、阻聚剂、催化剂和协水剂加入到反应釜中升温至 $160^{\circ}C$,回流状态进行酯化反应5小时,得到中间产物;催化剂选自硫酸、甲苯磺酸、固体酸 ZrO_2 的一种或几种,所述阻聚剂选自羟基苯甲醚、苯二酚、硫化二苯胺中的一种的或几种,所述协水剂选自乙酸乙酯、异戊醇中的一种或两种。

[0067] 步骤3:分离出中间产物并加热至 $90^{\circ}C$ 进行溶解,同时滴加其他单体和引发剂溶液,滴加时间为1.2小时,滴加完毕后保温6小时,反应完成后,冷却至 $40^{\circ}C$,用氢氧化钠溶液调节pH为7,即获得目标产物。

[0068] 实施例6中,水、水泥、沙、碎石和废弃砖块的配比与实施例1相同,加入0.26wt%的

减水剂,4.1wt%的补强剂和1.9wt%的膨胀剂。

[0069] 实施例7中,水、水泥、沙、碎石和废弃砖块的配比与实施例2相同,加入0.11wt%的减水剂,3.2wt%的补强剂,以及2.7wt%的膨胀剂。

[0070] 实施例8中,水泥、沙、碎石和废弃砖块的配比与实施例3相同,加入0.45wt%的减水剂,4.9wt%的补强剂,以及1.2wt%的膨胀剂。

[0071] 采用相同的测试方法,得到的28d强度的数据如下:48.8、53.4和55.5。

[0072] 在该组实施例中,清洗再生骨料,可除去其上附着的粉尘,同时硅灰能够减少混凝土内部的空隙率和空隙尺寸,改善骨料界面上的水泥浆体结构,硅灰的火山灰效应和微粒填充效应,浆体与骨料的粘结性好。高效减水剂,不仅能降低水灰比,更为重要的是使拌合料中的水泥更加分散,使硬化后的空隙率及孔隙分布情况得到进一步的改善。膨胀剂能够抵消再生骨料产生的收缩,解决了现有技术再生骨料混凝土收缩率大的问题。

[0073] 最后,本实施例还提供了一种制作上述型钢翼缘削弱再生混凝土抗震耗能组合柱的方法,包括如下步骤:

[0074] 步骤1:根据设计要求将柱型钢中间区域的翼缘削弱,确定截面尺寸、型钢大小、去除翼缘的位置、长度、纵向钢筋配筋率、箍筋的配筋率和再生混凝土强度等级,在工厂内预制好型钢柱,现场吊装型钢柱;

[0075] 步骤2:设置纵筋并绑扎箍筋;

[0076] 步骤3:型钢混凝土柱模板支模,浇注混凝土,振捣。

[0077] 在浇筑混凝土时,对型钢翼缘没有削弱的部位和型钢钢筋交错较密实的部位,混凝土下料困难,在浇筑时要特别小心,振捣细心、到位,确保混凝土振捣密实和施工质量。

[0078] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种等同变换,这些等同变换均属于本发明的保护范围。另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。

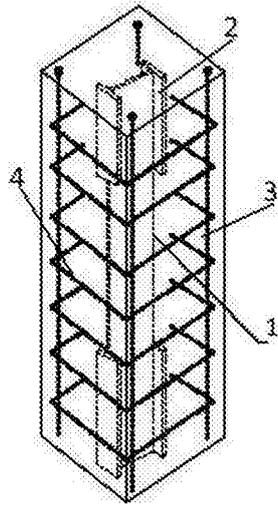


图1

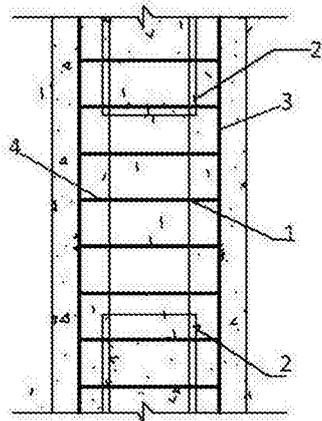


图2

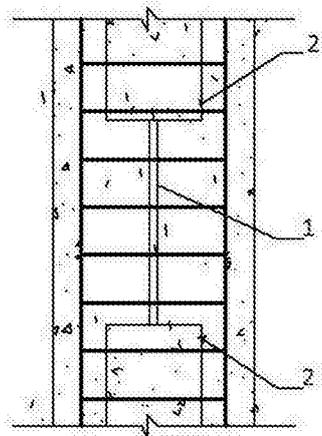


图3