

文章编号: 1001-4888(2012)02-0214-07

活性粉末混凝土力学性能及冻融性能研究^{*}

鞠彦忠¹, 王德弘¹, 单明²

(1. 东北电力大学 建筑工程学院, 吉林省 吉林 132012; 2. 南京供电公司, 江苏省 南京 210019)

摘要: 活性粉末混凝土具有优异的力学性能和耐久性, 本文按照正交设计方法设计了 9 组不同配合比的活性粉末混凝土, 通过试验研究了其基本力学性能及抗冻融性能, 分析了水胶比、硅灰水泥比和钢纤维含量等因素对活性粉末混凝土力学性能及抗冻融性能的影响规律。研究表明, 水胶比是影响活性粉末混凝土力学性能及抗冻融性能最主要的因素, 钢纤维含量对活性粉末混凝土抗折和劈裂强度影响较为显著, 对其抗压强度和抗冻融性能的影响不明显。本文根据试件破坏的现象对钢纤维作用的机理做了初步的探讨。

关键词: 活性粉末混凝土; 力学性能; 抗冻融性能; 水胶比; 硅灰水泥比; 钢纤维含量

中图分类号: TU528.31; TU528.572

文献标识码: A

0 引言

活性粉末混凝土(Reactive Powder Concrete, 简称 RPC)是继无宏观缺陷水泥、超细粒聚密水泥、化学结合陶瓷以及高强高性能混凝土后, 由法国 BOUYGUES 公司于 20 世纪 90 年代率先研发成功的新一代超高强度超高性能的水泥基复合材料。RPC 具有非常优异的力学性能和耐久性, 其抗压强度可达 170MPa~800MPa, 断裂能达到 40000J/m², 极限拉应变可达 1%, 由于钢纤维的加入, 极大地提高了其延性, 可达普通混凝土的 250 倍^[3]。优越的力学性能、耐久性及环保性能, 使活性粉末混凝土在土木交通、矿山、核电以及军事工程领域中有非常广阔的应用前景。但是活性粉末混凝土作为一种新型混凝土材料, 对活性粉末混凝土的制备原理、力学性能等还没有明确的规范或准则, 活性粉末混凝土抗冻耐久性方面的研究还比较少, 当前的工程应用仍限于参考纤维高强混凝土加上经验估算的方式进行。实际上这已经阻碍了活性粉末混凝土在工程中的推广应用, 也阻碍了活性粉末混凝土材料本身的发展。本文根据传统活性粉末混凝土配制理论, 按照正交设计方案设计了 9 组不同配合比的活性粉末混凝土, 并对其基本力学性能及抗冻融性能进行试验研究。分析了水胶比、硅灰水泥比和钢纤维含量对其力学性能及抗冻融性能的影响, 并根据破坏现象及试件破坏形态对钢纤维作用机理做了初步分析。

1 试验设计

1.1 试验材料与配合比

水泥: 采用 42.5 标号普通硅酸盐水泥; 硅灰: 所采用硅灰的密度为 2.214kg/m³, 粒径在 2μm 以下, 平均粒径为 0.31μm 左右, 比表面积为 143100cm²/g。石英砂: 采用三种规格的石英砂, 细砂(粒径:

^{*} 收稿日期: 2011-05-20; 修订日期: 2011-11-23

基金项目: 国家自然科学基金(50878040); 吉林省科技发展计划项目(20060506); 吉林省教育厅“十一五”科学技术研究项目(200843)

通讯作者: 鞠彦忠(1963—), 男, 博士, 教授, 主要从事新型高性能结构材料的开发与应用、混凝土材料与结构耐久性研究。

E-mail: juyanzhong@126.com

0.16mm~0.315mm),中砂(粒径:0.315mm~0.63mm),粗砂(粒径:0.63mm~1.25 mm);钢纤维:采用高强钢丝切断型细圆形表面镀铜钢纤维,直径为 0.2mm~0.3mm,长度为 13mm~15mm。高效减水剂:新型非萘系高性能减水剂 AN3000,减水率为 29%。

影响活性粉末混凝土力学性能和抗冻融性能的因素很多,为了获得关于水胶比、钢纤维、硅灰掺合料等因素对活性粉末混凝土力学性能及抗冻性能的影响状况,本文根据正交试验设计方法,设计了 9 组配合比。试验分析因子及水平数见表 1,由于本次试验不考察砂胶比对活性粉末混凝土的影响,在计算具体的试验配比时,控制砂胶比为 1.3 不变。采用假定表观密度法计算出具体的试验配比见表 2,假定拌合物的表观密度为 2600kg/m³。

表 1 试验分析因子与水平数
Tab. 1 The factors and levels of experiment

主要分析因子		因子水平数		
代号	因子名称	1	2	3
A	水胶比	0.19	0.22	0.25
B	钢纤维体积含量	2.0%	3.5%	5.0%
C	硅灰水泥比	0.1	0.2	0.3

表 2 活性粉末混凝土配合比
Tab. 2 Mixture proportions of reactive powder concrete

组号	水泥 (kg)	硅灰 (kg)	粗砂 (kg)	中砂 (kg)	细砂 (kg)	钢纤维 (kg)	减水剂 (kg)	水 (kg)	水胶比	钢纤维体 积含量(%)	硅灰 水泥比
RPC1	825.62	82.56	817.36	381.43	163.47	157.00	78.00	172.55	0.19	2.0	0.1
RPC2	720.34	144.07	777.96	363.05	155.59	274.75	78.00	164.24	0.19	3.5	0.2
RPC3	631.26	189.38	738.57	344.64	147.71	392.50	78.00	155.92	0.19	5.0	0.3
RPC4	748.47	149.69	808.35	377.23	161.67	157.00	78.00	197.60	0.22	2.0	0.2
RPC5	657.59	197.28	769.38	359.05	153.88	274.75	78.00	188.07	0.22	3.5	0.3
RPC6	737.80	73.78	730.42	340.86	146.08	392.50	78.00	178.55	0.22	5.0	0.1
RPC7	683.36	205.01	799.53	373.11	159.91	157.00	78.00	222.09	0.25	2.0	0.3
RPC8	768.68	76.87	760.99	355.13	152.20	274.75	78.00	211.39	0.25	3.5	0.1
RPC9	668.94	133.79	722.45	337.15	144.49	392.50	78.00	144.49	0.25	5.0	0.2

1.2 试验方法

RPC 作为一种新型超高性能混凝土材料,目前国内外还没有专门为其制定的试验规范。由于 RPC 不含粗骨料,材质均匀性好,各组分能够均匀混合,100mm×100mm×100mm 的立方体试件的受压性能就能反映其受压力学性能。鉴于在具体工程实践中,高强混凝土的强度测定常采用边长 100mm 的立方体试件进行,本试验选用了 100mm×100mm×100mm 的立方体试件作为 RPC 受压试件。采用 500 吨微机控制电液伺服压力试验机进行加载。测定混凝土抗拉强度的试验方法有三种:轴心拉伸试验、劈裂试验和抗折试验。本文采用了后两种试验方法,对其劈裂强度和抗折强度进行测量。劈裂试件和抗折试件分别为 100mm×100mm×100mm 立方体试件和 100mm×100mm×400mm 棱柱体试件。采用 100 吨微机控制电液伺服万能试验机进行加载。试验加载方法参照《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081—2002)^[5]。

冻融循环试验参照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》(GBJ82—85)^[6]中抗冻性能试验的快冻法进行。采用 TDR1 型混凝土快速冻融试验机,试件在饱水状态下进行快速冻融试验,在冻结和

融化终了时,试件中心温度应分别控制在 $-17\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和 $8\pm 2^{\circ}\text{C}$,3h 左右完成一次冻融循环。经过 100 次冻融循环后,从冻融箱中取出试件,冲洗干净擦去表面水分后,测试其冻融后的抗压强度。冻融试件是边长为 100mm 的立方体试件。

1.3 试件成型与养护

将按配合比称量好的石英砂、水泥、硅粉倒入搅拌机,搅拌 3 分钟。使胶凝材料和石英砂全面混合,达到宏观上的均匀分布,将一半质量的水和高性能减水剂均匀混合加入搅拌机,快速搅拌 5 分钟,再将剩余的水加入,快速搅拌至拌合物成为浆体^[7]。此时加入钢纤维搅拌 2~3 分钟。将混凝土拌合物装入试模,放在高频振动台上振动 5~6 分钟,直至试件振动成型。试件成型后送入标准养护室($20\pm 2^{\circ}\text{C}$),24 小时后拆模,然后放入混凝土加速养护箱中,采用 $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ 蒸汽养护 3 天,养护温度以 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速度从 20°C 逐渐升高到 90°C ,然后一直保持 90°C 恒温 3 天,最后将试件进行标准养护 24 天。试验中实际蒸汽温度为 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

2 活性粉末混凝土力学性能

2.1 试验结果及影响因素分析

本试验活性粉末混凝土抗压强度最高达 173.4MPa,抗折强度最高为 24.18 MPa,劈裂强度最高为 17.36 MPa,其强度已达到 RPC200 的理论强度。活性粉末混凝土抗压强度、抗折强度及劈裂强度见图 1,图 2。

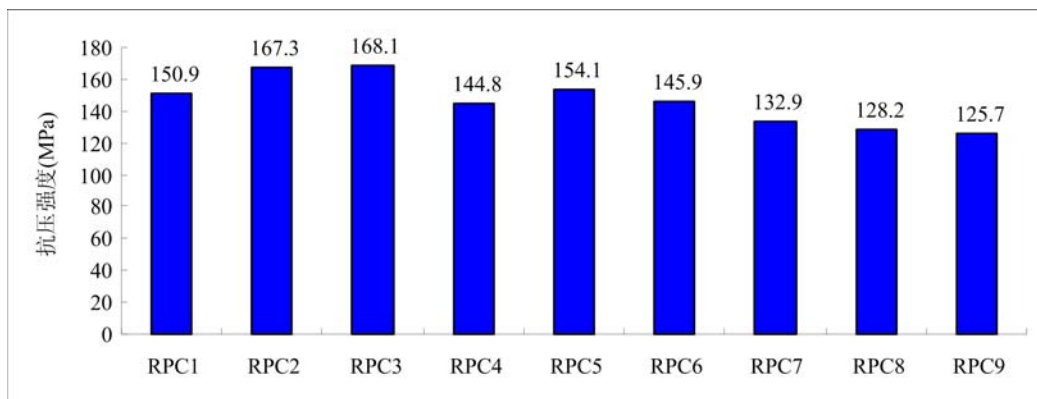


图 1 活性粉末混凝土抗压强度

Fig. 1 The compressive strength of reactive powder concrete

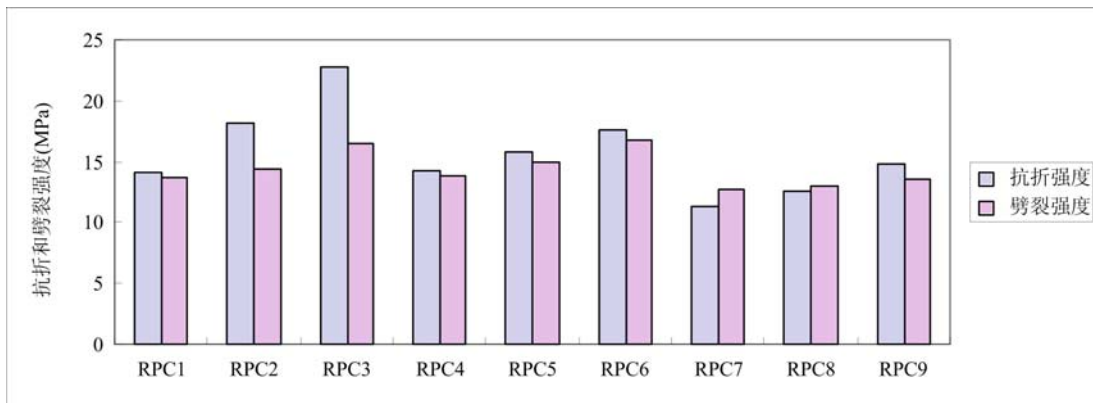


图 2 活性粉末混凝土抗折和劈裂强度

Fig. 2 The flexural strength and splitting tensile strength of reactive powder concrete

从试验结果可知,活性粉末混凝土的抗压强度受水胶比的影响最为显著,硅灰水泥比、钢纤维含量对其抗压性能的影响较小。随着水胶比的提高,活性粉末混凝土的抗压强度呈下降趋势。水胶比为 0.19 时, RPC 的强度均超过了 150MPa,比水胶比为 0.22 的 RPC 抗压强度提高了约 9%,比水胶比为

0.25 的 RPC 抗压强度提高了 26%。这一性质与普通混凝土相似。在其它条件相同的情况下, RPC 的抗压强度随着硅灰水泥比的增大而增大。由于硅灰的活性对水泥的水化起了作用, 硅灰掺量越大, 水泥水化越完全, 因而强度越高。在本实验范围内, RPC 的抗压强度随钢纤维含量的增加先增加, 后减小。其它条件相同的情况下, 钢纤维体积含量为 3.5%, RPC 抗压强度最大。

影响活性粉末混凝土抗折和劈裂强度的主要因素是水胶比和钢纤维掺量。钢纤维的掺量对 RPC 材料的抗折和劈裂强度影响较为显著, 硅灰水泥比对其抗折和劈裂强度的影响较小。活性粉末混凝土抗折和劈裂强度随着水胶比的增大而逐渐降低, 随着钢纤维含量的增大而逐渐增大。随着硅灰水泥比的增大, RPC 材料的抗折和劈裂强度略有提高。

2.2 RPC 破坏过程及破坏形态

活性粉末混凝土立方体试件受压破坏时, 试件上下面被压进, 沿试件加载侧面形成竖向裂缝, 逐渐贯穿试件的上下承压面, 试件出现少部分表面剥落现象。当加载至极限荷载的 85% 左右时, 能听到“噼噼”的撕裂的声音, 当达到极限荷载时, 发出巨大的爆裂声。破坏后的试件仍保持为整体, 这与普通混凝土试件全部散碎不同, 试件破坏形态如图 3 所示。

活性粉末混凝土立方体试件劈裂过程中, 首先在活性粉末混凝土试件的上下受压面处出现几条微细的竖向裂缝, 随着荷载的增加, 裂缝逐渐发展, 直到形成贯穿裂缝, 将整个试件劈裂为两部分, 劈裂面粗糙不平, 有部分钢纤维相连。在形成贯穿裂缝前, 也能清晰听到试件内部钢纤维被拔出时发出的低沉的“噼噼”声。试件破坏形态如图 3 所示。



图3 RPC 抗压和劈裂立方体试件破坏形态
Fig. 3 Failure modes of RPC compressive and splitting tensile strength test cubes



图4 RPC 抗折试件破坏形态
Fig. 4 Failure modes of RPC flexural strength test

抗折试验时, 首先在试件三分点内受拉区边缘出现第一条裂缝, 然后沿梁高方向稳定发展, 直到试件破坏。试件破坏断裂面较为整齐, 在试验加载的最后阶段, 试件仍未被完全分开, 断面内有部分钢纤维相连。不同钢纤维体积含量的活性粉末混凝土试件破坏过程及破坏形态基本相似, 试件破坏形态如图 4 所示。

2.3 钢纤维作用机理分析

由于活性粉末混凝土试件受压破坏是剪切破坏或剪拉破坏, 钢纤维在活性粉末混凝土中可以起到桥接裂缝的作用。当活性粉末混凝土材料出现较小裂缝时, 高弹性模量的钢纤维与混凝土基体之间的黏结力具有一定的阻裂作用。在外荷载的作用下, 试件中会首先出现一些细微的裂缝, 裂缝的尖端尺寸小, 应力高度集中。当裂缝的尖端遇到钢纤维时, 由于钢纤维强度远高于水泥基体, 而且尺寸大于裂缝的尖端, 故钢纤维可以起到桥接和销栓的作用, 阻碍了裂缝的发展。因此, 适量加入钢纤维, 能够一定程度上提高 RPC 材料的抗压强度和韧性, 但钢纤维的加入也会降低活性粉末混凝土的坍落度。在相同水胶比条件下, 如果钢纤维掺量过高, 钢纤维的加入会占用部分拌合水, 降低活性粉末混凝土的坍落度。在相同水胶比条件下, 如果钢纤维掺量过高, 会造成钢纤维缺乏足够的浆体包裹与填充, 同时钢纤维与钢纤维之间存在架力作用, 也造成活性粉末混凝土中拌合物内部的摩擦力增大, 使拌合物的和易性变差。此时, RPC 为干硬性材料, 浇筑时就会影响其密实性, 内部缺陷增多, 进而影响 RPC 的强度。所以, 仅通过提高钢纤维掺量而提高活性粉末混凝土的抗压强度的做法是不可行的。

对于劈裂和抗折破坏,由于钢纤维的弹性模量比混凝土高出一个数量级,在等拉应变的情况下,拉力方向的钢纤维对混凝土有约束作用,能够有效抑制裂缝的开展^[8]。裂缝产生后,钢纤维承受全部开裂面的荷载,钢纤维又通过与混凝土基体的黏结作用把荷载传给两侧未开裂的混凝土,使裂缝处的材料仍能继续承载,缓和了裂缝尖端的应力集中程度,阻止了裂缝的发展,正是这种钢纤维与混凝土基体的相互作用使得 RPC 的抗拉强度得到提高。

3 活性粉末混凝土抗冻融性能

3.1 试验结果及影响因素分析

活性粉末混凝土抗冻融性能试验结果见表 3。活性粉末混凝土在经受 100 次冻融循环后,经目测各组试件外观均几乎无变化,质量损失几乎为 0。各组试件冻融后的抗压强度损失均小于 10.1%,其中 RPC1 组试件冻融后的抗压强度损失为 7.4%。由此可见,活性粉末混凝土具有较好的抗冻融的性能。

表 3 活性粉末混凝土抗冻融性能试验结果

Tab. 3 The results of freezing-thawing resistance of RPC

组号	RPC1	RPC2	RPC3	RPC4	RPC5	RPC6	RPC7	RPC8	RPC9
未冻融循环试件的抗压强度(MPa)	150.9	167.3	168.1	144.8	154.1	145.9	132.9	128.2	125.7
经 100 次冻融循环试件的抗压强度(MPa)	139.7	153.6	153.8	132.8	133.6	133.6	118.4	116.2	113.0
相对抗压强度	0.926	0.918	0.915	0.914	0.917	0.916	0.891	0.906	0.899

通过极差分析和方差分析可知:在活性粉末混凝土抗冻融性的诸多影响因素中,水胶比是最主要的影响因素,其次是硅灰水泥比,最后是钢纤维掺量。随着水胶比的增大,活性粉末混凝土抗冻融性能呈下降趋势;随着硅灰水泥比的增大,活性粉末混凝土抗冻融性也呈下降趋势;钢纤维对活性粉末混凝土抗冻性的影响比较复杂,随着钢纤维掺量的增大,活性粉末混凝土的抗冻融性先增大,后减小。

3.2 钢纤维作用分析

目前一般认为当混凝土处于水饱和状态,在某一冻结温度下,毛细孔中水结冰,胶凝孔中水处于过冷状态。水结成冰,使混凝土发生膨胀,由于胶凝孔中处于过冷状态的水分子向压力毛细孔中冰的界面处渗透,于是在毛细孔中又产生一种渗透压力^[9]。此外,胶凝水向毛细孔渗透的结果必然使毛细孔中冰体积进一步膨胀。由此可见,处于饱和状态的混凝土受冻时,其毛细孔壁同时承受膨胀压力和渗透压力,当这两种压力超过混凝土的抗拉强度时混凝土就会开裂,反复冻融循环后,混凝土中的裂缝会相互贯通,其强度也会逐渐降低,最后甚至会完全丧失,使混凝土由表及里遭受破坏。对于活性粉末混凝土,在冻融循环过程中,由于温度的变化,在混凝土内形成温度应力场。活性粉末混凝土是高致密水泥基复合材料,不含粗骨料,其基本组成部分是水泥砂浆和钢纤维,钢纤维与砂浆界面是活性粉末混凝土内的薄弱界面,由于水泥砂浆和钢纤维的热膨胀系数不同,在温度应力作用下变形不协调,导致在混凝土内部界面产生拉应力,影响了界面的粘结性能^[10]。钢纤维体积分量的增大,增加了混凝土内的界面。当冻融循环次数不大时,钢纤维与砂浆的粘结性能良好,钢纤维能有效地抑制裂缝的形成和发展,减小裂缝的数量和裂缝的宽度。所以在冻融次数较低时,随着钢纤维体积分量的增加,使活性粉末混凝土强度特性下降的幅度降低。随着冻融次数的增大,在温度应力反复作用下,钢纤维与砂浆界面易于疲劳破坏,钢纤维与水泥砂浆界面的粘结强度减小,钢纤维的阻裂增强作用减弱,活性粉末混凝土的结构状态发生了明显的变化^[11]。即由冻融前的高致密状态逐步变成疏松状态,而在这一过程中伴随着微裂缝的出现和发展,这些微裂缝的数量和宽度随着冻融过程的增加而增多和加宽。所以,在经过一定冻融循环后,钢纤维体积分量较大的活性粉末混凝土与较低钢纤维体积分量的活性粉末混凝土相比,强度特性下降的较快。改善钢纤维与水泥砂浆界面粘结性能是提高较大钢纤维体积分量的活性粉末混凝土抗冻融性能的关键。综合上述,在冻融循环过程中,当混凝土基体冻胀开裂以后,掺入混凝土基体的钢纤维的限裂作用发挥得更加充分,分担了截面上的一部分拉力,并能缓和混凝土内部缺陷处的应力集中现象,

从而提高了混凝土的变形能力和韧性,达到阻止裂缝产生和发展的目的。另外,跨越裂缝的钢纤维仍能传递应力,继续抵抗外力。由于钢纤维与水泥砂浆的紧密结合,增大了钢纤维对水泥砂浆的影响,水胶比越低,界面粘结越强,钢纤维对混凝土的影响范围也越大,阻裂能力也相应得到提高。但是钢纤维的体积含量是有范围性的,过多的掺入钢纤维,会大大增加钢纤维与水泥砂浆的界面,而这些界面是混凝土内部的薄弱环节,超过一定界限,就可能产生不利影响。

4 结论

本文通过试验研究了水胶比、硅灰水泥比和钢纤维含量三种因素对活性粉末混凝土力学性能和抗冻融性能的影响,得出了以下结论:

(1) 水胶比是决定 RPC 强度最主要的影响因素,随着水胶比的降低,RPC 的抗压、抗折及劈裂强度显著提高。水胶比的降低会影响 RPC 的和易性,在保证坍落度的情况下宜优先选用 0.19 的水胶比。

(2) 钢纤维对 RPC 抗压强度的贡献较小,而对 RPC 的抗折和劈裂强度的影响较为显著。在一定范围内,钢纤维的加入可以提高 RPC 的抗压强度,当钢纤维含量超过一定范围,增加钢纤维含量,RPC 抗压强度不会随之增大。钢纤维含量对 RPC 的抗折及劈裂强度影响显著,RPC 抗折及劈裂强度随钢纤维含量增大而增大。

(3) 硅灰水泥比对 RPC 强度的影响较小,随着硅灰水泥比的提高,RPC 的抗压、抗折及劈裂强度均会随之增加。

(4) 抗冻性是 RPC 耐久性中最重要的内容之一,在 RPC 抗冻性的诸多影响因素中,水胶比是最主要的影响因素,其次是硅灰水泥比,最后是钢纤维掺量。

(5) 随着水胶比的增大,RPC 抗冻性能呈下降趋势;随着硅灰水泥比的增大,RPC 抗冻性也呈下降趋势;钢纤维对 RPC 抗冻性的影响比较复杂,对 RPC 抗冻性来说,钢纤维存在某一最佳掺量。

参考文献:

- [1] De Larrard F. Ultrafine particles for making of very high strength concrete[J]. Cem. Concr. Res., 1988, 19:161—172.
- [2] De Larrard F, Sedran T. Mixture proportioning of high-performance concrete[J]. Cem. Concr. Res., 2002, 32: 1699—1704.
- [3] Richard P, Cheyrezy M. Composition of reactive powder concretes[J]. Cement Concr Res., 1999, 25:1501—11.
- [4] Halit Yazici, Mert Yucel Yardimci, et al. Mechanical properties of reactive powder concrete containing mineral admixtures under different curing regimes[J]. Construction and Building Materials, 2009, 23:1223—1231.
- [5] 普通混凝土力学性能试验方法标准(GB/T 50081—2002)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2003 (Standard for Test Method of Mechanics Performance on Ordinary concrete [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2003(in Chinese))
- [6] 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准(GBJ82—85)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002 (Standard for Test Method of Long-term Performance and Durability on Ordinary concrete [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2002(in Chinese))
- [7] 鞠彦忠,王菊. 新型活性粉末混凝土的开发与性能研究[J]. 东北电力学院学报,2006, (2):10—12 (JU Yanzhong, WANG Ju. Exploitation and Performance Study on New Reactive Powder Concrete[J]. Journal of Northeast Dianli University, 2006, (2):10—12(in Chinese))
- [8] Bayard O, Ple O. Fracture mechanics of reactive powder concrete: material modelling and experimental investigations[J]. Engineering Fracture Mechanics, 2003, 70:839—851.
- [9] 金伟良,赵羽习. 混凝土结构耐久性[M]. 北京:科学出版社,2002 (Jin Weiliang, Zhao Yuxi. Durability of Concrete Structure [M]. Beijing: Science Press, 2002 (in Chinese))
- [10] 慕儒,严安,孙伟. 荷载与冻融同时作用下 HSC 和 SFRHSC 的耐久性[J]. 工业建筑,1998, 28(8):11—14 (Mu Ru, Yan An, Sun Wei. Durability of HSC and SFRHSC on the Simultaneous Freeze-thaw Cycles and Loads[J]. Industrial Construction,1998, 28(8):11—14 (in Chinese))

- [11] 高丹盈, 赵军, 朱海堂. 钢纤维混凝土设计与应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002 (Gao Danying, Zhao Jun, Zhu Haitang. Design and Application of Steel Fiber Concrete[M]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2002 (in Chinese))
- [12] 鞠彦忠, 王德弘, 李秋晨 等. 钢纤维掺量对活性粉末混凝土力学性能的影响[J]. 实验力学, 2011, 26(3): 254—260 (JU Yanzhong, WANG Dehong, Li Qiuchen, et al. On the Influence of Steel Fiber Volume Fraction on Mechanical Properties of Reactive Powder Concrete[J]. Journal of Experimental Mechanics, 2011, 26(3): 254—260(in Chinese))
- [13] 安明喆, 宋子辉, 李宇 等. 不同钢纤维含量活 RPC 材料受压力学性能试验研究[J]. 铁道学报, 2009, 30(5): 34—38 (AN Mingzhe, SONG Zihui, LI Yu, et al. Study on Mechanical Performance of Reactive Powder Concrete with Different Steel Fiber Contents under Uniaxial Compression[J]. Journal of the China Railway Society, 2009, 30(5): 34—38(in Chinese))

On the Mechanical Properties and Freezing-thawing Resistance of Reactive Powder Concrete

JU Yan-zhong¹, WANG De-hong¹, SHAN Ming²

(1. School of Architecture Engineering, Northeast Dianli University, Jilin 132012, China;

2. Nanjing Power Supply Company, Jiangsu 210019, China)

Abstract: Reactive Powder Concrete (RPC) has superior mechanical properties and high durability. According to the orthogonal design method, nine mix proportions of RPC were designed, and mechanical properties and freezing-thawing resistance of RPC were experimentally investigated. The influence of the water-binder ratio, cement-silica ratio and the steel fiber content on mechanical properties and freezing-thawing resistance of RPC was analyzed. Results indicate, among these factors effecting mechanical properties and freezing-thawing resistance of RPC, the water-binder ratio is uppermost, however, the influence of steel fiber content on flexural strength and splitting tensile of RPC is obvious, and its influence on compressive strength and thawing resistance of RPC are insignificant. According to the destruction phenomenon of specimen, the acting mechanism of steel fiber is preliminarily explored in this paper.

Keywords: reactive powder concrete (RPC); mechanical properties; freezing-thawing resistance; water-binder ratio; cement-silica ratio; steel fiber content