不同水胶比及比表面积对磷酸镁水泥强度的影响

Effect of different water-binder ratio and surface area on strength of magnesium phosphate cement

李浩 朱琦宏

Hao Li Qihong Zhu

长沙理工大学 中国·湖南长沙 410114

Changsha University of Technology, Changsha, Hunan, 410114, China

摘要: 研究磷酸镁水泥在不同氧化镁比表面积下的最佳水胶质量配比,通过改变磷酸镁水泥在配合过程中的氧化镁的比表面积,水和胶体的质量比,通过凝结时间试验和抗压强度试验,分析两种因素产生的影响,并得出在不同氧化镁比表面积下的最佳水胶质量配合比。发现氧化镁比表面积为 $420-440\text{mm}^2/\text{g}$ 、 $320-340\text{mm}^2/\text{g}$ 、 $220-240\text{mm}^2/\text{g}$ 对应分别选用水胶比为 0.16、0.14、0.12 的比率,可以在前期取得更高强度,但后期的影响相差不大。

关键词: 磷酸镁水泥, 不同水胶比及比, 强度影响

Abstract: The optimum water gel quality ratio of magnesium phosphate cement under different specific surface area of magnesium oxide was studied. By changing the specific surface area of magnesium oxide and the mass ratio of water and colloid in the process of magnesium phosphate cement blending, the influence of these two factors was analyzed through setting time test and compressive strength test, and the optimal water gel quality ratio under different specific surface area of magnesium oxide was obtained. It was found that the specific surface area of magnesium oxide was $420-440\text{mm}^2/\text{g}$, $320-340\text{mm}^2/\text{g}$ and $220-240\text{mm}^2/\text{g}$ corresponding ratios of 0.16, 0.14 and 0.12 respectively could obtain higher strength in the early stage, but there was little difference in the influence in the later stage.

Keywords: magnesium phosphate cement, different water-binder ratio and ratio, influence of strength

DOI: 10.36012/etr.v2i9.2646

引言 随着当代科技的快速发展,人类对环境保护的要求不断提高。在建筑材料方面,硅酸盐水泥由于其具有抗压强度高、耐磨性好、抗冻性能佳等优点而广泛运用于建筑材料中。但与此同时,生产硅酸盐水泥过程中产生大量二氧化碳,释放大量化水会造成全球变暖,温室效应等环境问题。且提升硅酸盐水泥的早期强度、抗渗透性能会带来更巨大经济效益具有现实意义^[1]。目前,寻找一种碳排放少、绿色环保的建筑材料改善或替代硅酸盐水泥的工作状况成为目前建筑材料领域的主旋律研究方向。^[2]

磷酸镁水泥,作为近年来研究较多的材料,是一种由磷酸盐与死烧氧化镁通过溶液酸反应形成的一种新型胶凝材料,与硅酸盐水泥相比具有反应迅速、早期强度高、快凝、耐热性强等特点。由于磷酸镁水泥的生产反应迅速,需要保证其流动性,从而保证浇筑顺利。控制磷酸镁水泥的反应速

率与胶体强度主要与氧化镁比表面积、反应使用的缓凝剂、镁磷比、水胶比相关^[3]。

目前国内外学者针对单一变量做了大量研究,得出了不同的胶体强度形成的最佳水胶比^[4-6]。磷酸镁水泥的形成然而最佳水胶比与比表面积的选择有关。笔者针对国内厂商生产的氧化镁比表面积,用国内主要生产的三种比表面积的氧化镁($420-440\text{mm}^2/\text{g}$ 、 $320-340\text{mm}^2/\text{g}$ 、 $220-240\text{mm}^2/\text{g}$),以目前国内外学者中论文出现的最佳水胶比(0.10、0.18)以0.02为节段区间进行试块抗压实验,得出了各比表面积所对应的最佳水胶比,供实际工程应用参考使用。

1 实验

1.1 实验材料

(1) 磷酸镁水泥可通过氧化镁、磷酸氢钾或者磷酸氢氨、

【作者简介】李浩,(1996~),男,湖南岳阳人,硕士研究生在读,从事磷酸镁水泥的应用研究。

外加缓凝剂等材料制备完成。其中,氧化镁主要由菱镁矿高温煅烧磨制成粉使用。实验室采用工厂生产的重烧氧化镁为原材料,呈棕黄色粉末状,不溶于水。根据实验要求使用球磨机将控制研磨时间将氧化镁比表面积控制为三个等级:420-440mm²/g、320-340mm²/g、220-240mm²/g。

(2) 本实验采用磷酸氢钾反应,固体,白色结晶性粉末,易溶于水,20℃时溶解度为 22.6g/100ml 水。

(3) 缓凝剂主要由硼砂、实验室专门调制的氯盐与钠盐混合制成

(4) 实验室采用《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)自来水

1.2 初凝时间与抗压强度试验

1.2.1 初凝时间试验

初凝时间测定试验根据《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检测方法》(GB/T1346-2001)的试验步骤进行操作。

试验仪器:标准法维卡仪与搅拌机

试验方法:将磷酸氢钾与缓凝剂混合倒入搅拌机中,慢搅 60s 至完全混合,加入三分之二实验室用水,快搅 90s 至溶液饱和后将氧化镁粉末缓慢倒入搅拌锅中,倒入剩下的实验室用水,慢搅 60s 后,将粘在搅拌锅壁的原材料泥浆混合物刮下,快搅 90s,保持材料良好的流动性和均匀性。将搅拌好的磷酸镁水泥倒入到带有玻璃底板的试模中,根据《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检测方法》(GB/T 1346-2001)中的规定使用维卡仪器测试其流动性。

1.2.2 抗压强度试验

抗压强度测试根据《水泥胶砂强度检验方法》(GB/T 17471-1999)的试验步骤操作。

试验仪器:本实验采用的试验仪器由搅拌机、振动台、试模、机油、铲子、刷子等,

实验方法:试验按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081-2002)中的试验步骤进行操作。试验温度(20±2)度,相对湿度控制在 50% 左右。试验 1.2.1 方法制作而成的磷酸镁水泥搅拌完成后,迅速倒入长宽高为 30mm×30mm×30mm 的试验试模中,放置在振动台上,振动 25 次并刮去多余浆体,振动过程进行插捣,保证浇筑密

实。整个浇筑及振动过程控制在 2min 左右。养护 30min 后对试块进行脱模,并放置在养护箱中进行养护,养护箱温度为 22℃,相对湿度为 50%。待养护到试验龄期,进行抗压强度试验。

2 试验结果与分析

2.1 水胶比对磷酸镁水泥初凝及最终强度的影响

水胶比对磷酸镁水泥强度影响较大,水胶比越大,则胶体流动性越大,加水过多会造成泌水现象,水胶比过低则会试模难以成型影响其强度^[7]。然而,最佳水胶比的特定条件是不相同的,可能与磷镁比、比表面积、缓凝剂掺量及成分有关^[3,6]。目前磷镁比的掺量为 1/3-1/4 之间为宜,笔者选取磷镁比 1/3,采用实验室研究缓凝剂,控制不同比表面积(420-440mm²/g、320-340mm²/g、220-240mm²/g),选取不同水胶比,得出磷镁比 1/3 时,不同比表面积的最佳水胶比。

2.2 氧化镁在不同水胶比下的初凝速率

水胶比是指磷酸镁水泥中水与胶体的质量之比,根据控制磷酸镁水泥其他指标不变,制备 S1、S2、S3、S4、S5 试件,水胶比质量比分别为 0.1、0.12、0.14、0.16、0.18。不同水胶比的磷酸镁水泥初凝时间试验结果如表 2 所示。

水胶质量比对凝结时间的影响

试件编号	磷酸镁水泥含量	水胶质量比	凝结时间
S1	1000	0.1	10
S2	1000	0.12	10
S3	1000	0.14	23
S4	1000	0.16	45
S5	1000	0.18	104

2.3 不同比表面积氧化镁在不同水胶比配比下的强度

根据前文,本实验采用水胶比 0.1、0.12、0.14、0.16、0.18 五个不同试件分别比较其初期强度 1 天强度及 28 天强度。得出下表:

420-440mm²/g 比表面积时水胶比对磷酸镁水泥强度的影响 area of 420-440mm²/g

试件编号	水胶比	平均抗压强度 1d	平均抗压强度 28d
A1	0.1	20.3	45.2
A2	0.12	23.2	46.3
A3	0.14	27.5	47.3
A4	0.16	30	48.9
A5	0.18	28.2	46.2

(下转第 5 页)