

成型压力和浸泡时间对混凝土 抗硫酸盐侵蚀性能的影响

王彩文

(中铁十二局集团有限公司,山西太原 030024)

摘要:在不同的试验条件下对抗硫酸盐侵蚀进行试验,研究了成型压力和浸泡时间对混凝土抗硫酸盐侵蚀性能的影响。结果表明:按现有规范规定的成型压力取得的试验结果偏大,对评价侵蚀性能不利,采用振动成型更接近实际情况;随着浸泡时间的延长,混凝土的耐腐蚀性均有所下降,建议延长浸泡时间评价混凝土的耐腐蚀性能。

关键词:成型压力;浸泡时间;混凝土;抗硫酸盐侵蚀

中图分类号: TU528

文献标识码: A

0 引言

硫酸盐侵蚀是影响混凝土耐久性的重要因素之一,评价水泥对硫酸盐侵蚀的抵抗能力是硫酸盐侵蚀研究的重要内容,已研究出了许多种抗硫酸盐侵蚀的测试方法,但很多研究者发现在试验时混凝土均可以满足抗硫酸盐侵蚀要求,而在实际运营中很多结构却出现了严重的硫酸盐腐蚀现象^[1-3],因此,研究试验条件对混凝土抗硫酸盐侵蚀的影响,寻找更切实际更趋合理的试验条件对反映混凝土的抗硫酸盐侵蚀具有重要意义。

1 试验材料和试验方法

1.1 试验材料

水泥:重龙山牌普通硅酸盐水泥,强度等级32.5 MPa,其主要性能指标符合标准 GB8076-1997 规定。

粉煤灰:嘉陵电厂Ⅱ级粉煤灰,其主要指标符合《用于水泥和砂中的粉煤灰》(GB1596 2005)的规定。

硅灰:硅灰中无定型硅 SiO_2 $\geq 90\%$,烧失量 $\leq 5\%$ 。

骨料:五凤石料场的砂石,中砂,含泥量 $\leq 2.5\%$;碎石粒径 < 20 mm。

试验用水:洁净水

硫酸钠:分子式 Na_2SO_4 ,分子量 142.04,AR 级分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 成型压力

参考文献[4]进行试验,采用配合比, $m_{\text{水泥}} : m_{\text{标准砂}} = 1 : 2.5$, $W/C = 0.5$;试件尺寸为 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$,按照规范只添加粉煤灰进行试验,粉煤灰掺量为 0% 、 10% 、 15% 、 20% 、 25% 、 30% ,不同掺量同时在 0 MPa 、 3.92 MPa 、 7.84 MPa 三种压力下成型试件做对比研究,找出压力对混凝土抗腐蚀系数的影响规律及粉煤灰掺量对侵蚀性的影响。

1.2.2 浸泡时间

a. 成型试件所用配合比如表1所示。

b. 试件: $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$ 细碎石棱柱体混凝土试件,每组3块试件,成型工艺采用机械搅拌、振动成型。

c. 养护及侵蚀方法:试件成型后静停一天拆模,移入 60°C 水中养护10天,然后进行长期浸泡试验。

d. 浸泡制度:采取水平放置全浸泡,室温 5% (质量分数) Na_2SO_4 溶液中浸泡,浸泡龄期分别取为30、60、90、120、150天。

e. 评价指标:包括质量损失率、抗压系数、抗折系数。计算公式 R_g 取试件在10天 60°C 水中养护后基准强度值。

f. 容器:采取带盖的塑料制品。

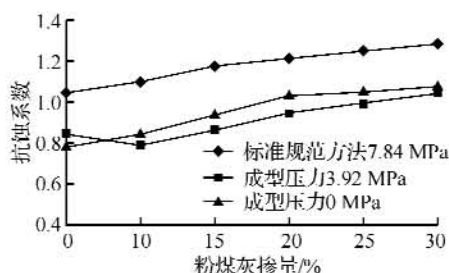
表1 浸泡试验试件配合比
Table 1 Mix proportion of dipped test piece

编号	说明	水泥/kg	粉煤灰/kg	砂/kg	石/kg	水/kg	硅灰/kg
JZ	基准	5.042	0	9.588	13.489	2.55	0
F1	10%	粉煤灰	4.538	0.504	9.588	13.489	2.55
F2	20%		4.034	1.008	9.588	13.489	2.55
W1	1.50%	硅灰	5.042	0	9.588	13.489	2.55
W2	2%		5.042	0	9.588	13.489	2.55
FW1	10%+1.5%	双掺粉煤灰和硅灰	4.538	0.504	9.588	13.489	2.55
FW2	10%+2%		4.538	0.504	9.588	13.489	2.55
FW3	20%+1.5%	灰和硅灰	4.034	1.008	9.588	13.489	2.55
FW4	20%+2%		4.034	1.008	9.588	13.489	2.55

2 试验结果及分析

2.1 成型压力对混凝土抗腐蚀性能的影响

按规定的配合比成型试件,参照文献[4]进行试验,试验结果如图1所示。



成型压力为0 MPa,即用小刀插实50次,不用千斤顶压力机成型

图1 不同成型压力对胶砂试件耐腐蚀系数的影响

Fig. 1 Influence of different molding pressure on corrosive resistant coefficient of mortar test piece

从图1可看出:随着粉煤灰掺量增加抗腐蚀系数呈线性增长,可以推测试件内部会有大量石膏晶体析出,生成的钙矾石相对少,对于膨胀破坏起次要作用。随着粉煤灰掺量的增加,混凝土的渗透性降低,试件内部析出石膏晶体的量及抗折系数也呈现一定的规律性。

随着成型振动压力的提高,混凝土的抗蚀系数有上升的趋势,特别是高压成型时,抗蚀系数明显偏高。这是因为高压即标准方法成型时试件被强力压实,改变了试件的密实度,使孔隙率降低,试样抗结晶膨胀力能力提高,太短的浸泡时间不足以使试件膨胀开裂,强度降低,甚至部分水被挤压出试模,实际试件水胶比减小,故所做浸泡试验后,抗蚀系数均大于1,试件完全没有被硫酸盐侵蚀的迹象,强度反而有所增加,没有达到规范用于比较水泥在含有硫酸盐类的环境水或人工配制的硫酸盐溶液中的抗蚀性能的试验目的。而从在0 MPa和3.92 MPa的两种结果来看,振动成型或低压成型,在使得试件W/C不变的条件下,试件密实,能反映真实配合比条件,它们的抗腐蚀系数也满足结果。把以上试验的结果做对比,可得出结

论:在目前的规范试验方法下,水泥在单掺粉煤灰的情况下就可满足规范要求,达到抗腐蚀的效果。而我们发现在近几年的水泥的抗腐蚀试验研究中,很多水泥试验的时候均可以满足规范中抗腐蚀要求,但是在实际运营中很多结构物却出现了腐蚀严重的现象。这说明该试验评判方法有待改进,建议由加压成型改成振动成型。

2.2 浸泡时间对混凝土抗腐蚀性能的影响

按上述试验方法成型试件,并按规定的方法养护和浸泡侵蚀试件,到规定龄期进行试验,其试验结果如图2、3、4所示。

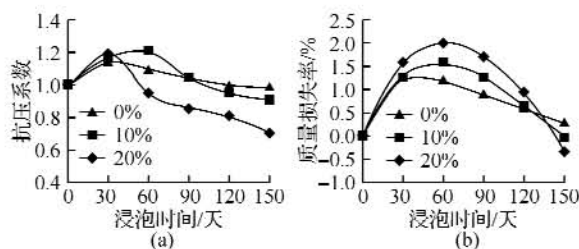


图2 不同浸泡时间对混凝土耐腐蚀性的影响(粉煤灰%)

Fig. 2 Influence of different dipping time on corrosive resistant nature of oncrete(fly ash %)

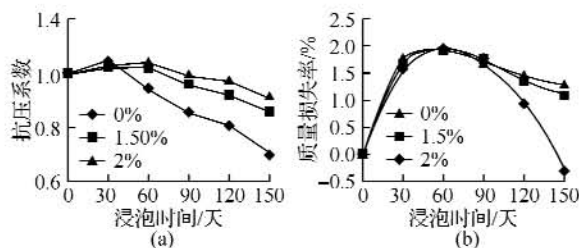


图3 不同浸泡时间对混凝土耐腐蚀性的影响(硅灰%)

Fig. 3 Influence of different dipping time on corrosive resistant nature of oncrete(wollastonite powder %)

从图2、3、4可以看出,随着浸泡时间的延长,混凝土的耐腐蚀性均有所下降,但下降程度不同,在单掺粉煤灰或者是单掺硅灰的时候,随着时间的延迟,都会出现一个峰值现象,此后抗压系数迅速降低,而在掺粉煤灰和硅灰双掺的情况下,在150天的试验中,不论是质量损失或者是抗压系数均保持在1.0以上,说明混凝土在双掺粉煤灰和

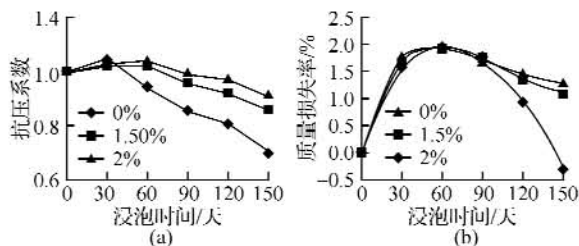


图 4 不同浸泡时间对混凝土耐腐蚀性的影响(粉煤灰%, 硅灰%)

Fig. 4 Influence of different dipping time on corrosive resistant nature of concrete (Fly ash %, Wollastonite powder %)

硅灰的时候其耐侵蚀性能是最好的。在早期,由于盐的析出,填充了混凝土中原有的空隙,使得混凝土的质量及抗压强度略有升高。而随着时间的进一步发展,混凝土中没有更多的空隙容纳析出的盐,因此后阶段盐的析出会使混凝土产生膨胀应力,导致混凝土开裂破坏。双掺后,混凝土的耐腐蚀性明显提高,这是因为硅灰和粉煤灰都是活性混合材,加入水泥中能与水泥的水化物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生二次水化反应,生成 C-S-H 凝胶,粉煤灰效应从化学角度能够稳定 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,从物理角度可细化毛细孔,减少硫酸盐介质的渗透^[2],能有效地对硫酸盐侵蚀起免疫效应,并依靠活性效应拦截能与活性骨料反应的碱性物质,缓解抑制碱-骨料反应。硅灰本身颗粒极小,直径小于 $0.1 \mu\text{m}$ 以下占 70%,可以填充粉灰颗粒间的孔隙,两种掺合料起到互补的作用,使得混凝土的微观结构变得更致

密,能有效阻止离子的进入,减少混凝土的透水性,提高抗腐蚀性。因此,延长浸泡时间可以更好地考察混凝土的抗蚀性能。

3 结 语

a. 不同的成型压力对混凝土抗硫酸侵蚀的影响不同,降低成型压力取得的试验结果对评价侵蚀性能更有利,建议成型试件采用振捣成型。

b. 随着浸泡时间的延长,混凝土的耐腐蚀性均有所下降,但下降程度不同。混凝土在双掺粉煤灰和硅灰的时候其耐侵蚀性能是最好的,要评价混凝土的抗腐性能建议延长浸泡时间。

c. 粉煤灰和硅灰掺入混凝土中使得水泥产物 C-S-H 碱度降低,密实度增加,改善了骨料界面 CH 的定向排列和减少孔隙。不仅降低了钙矾石的生成,还提高了混凝土的抗腐蚀性。

参考文献:

- [1] 高礼雄,姚燕. 水泥混凝土抗硫酸盐侵蚀试验方法探讨[J]. 混凝土,2004,(10):12-13.
- [2] 吴长发,叶跃忠,高立强. 水泥材料抗硫酸盐侵蚀试验方法评述[J]. 四川建材,2007(1):1-3,5.
- [3] 贺瑞春,陈记豪,赵顺波. 混凝土受硫酸盐腐蚀的试验方法[J]. 华北水利水电学院学报,2008,29(3):30-32.
- [4] GB/T2420-81 胶凝材料抗硫酸盐侵蚀性能快速试验方法[S].

Influence of molding pressure and dunking time on the sulfate attack resistant nature of concrete

WANG Cai-wen

(China Railway 12th Bureau Group CO., LTD, Taiyuan 030024, China)

Abstract: The influence of molding pressure and dunking time on the sulfate attack resistance was studied with experiment. The experiment shows the result figure obtained from the existing specification is much bigger, which is inaccurate to evaluate the concrete sulfate attack, and the result is much closer to the actual situation when vibration molding is adopted. The corrosivity resistant nature of concrete will decline with the prolonging of dunking time, so prolonging the dunking time to evaluate the corrosivity resistant nature of concrete is suggested.

Key words: molding pressure; dunking time; concrete; the sulfate attack resistance

本文编辑:萧 宁