

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2009.05.007

压蒸条件对外掺 MgO 水泥砂浆和混凝土压蒸膨胀率的影响

李承木¹ 李晓勇² 陈学茂¹

(1. 贵州中水建设项目管理公司, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院科研所, 四川 成都 610072)

摘要 通过对各种压蒸条件、不同养护龄期和温度、采用干湿筛法成型及长龄期养护、掺不同 MgO 的砂浆和混凝土试体进行压蒸试验研究, 结果表明: 不同压蒸条件下的压蒸试验结果不相同, 即压力和温度越高, 压蒸膨胀率越大, 压力和温度是 MgO 能否水化膨胀完毕最主要的决定因素, 压时次之, 高温养护能提高基体的强度, 增强其抵御膨胀的约束能力, 对压蒸试验有利。在分析研究了大量先低压后标压试验结果的基础上, 提出了合理的压蒸方法, 即温度采用 200 ℃, 压力为 1.5 MPa, 压时为 4 h。基于该压蒸方法, 一级配混凝土的压蒸膨胀率可达到原标压试验结果的 95%(砂浆达到 98%) 以上, 满足绝大部分 MgO 都能水化完毕的要求, 又可大幅度降低原标压试验带来的不利影响。
关键词 掺 MgO 混凝土; 压蒸试验; 压蒸条件; 低压与标压; 压蒸膨胀率
中图分类号 :TV42 **文献标识码** :A **文章编号** :1006-7647(2009)05-0024-05

Influence of pressure-braise system on the pressure-braise expansion ratio of concrete and cement mortar mixed with MgO/Li Cheng-mu¹, LI Xiao-yong², CHEN Xue-mao¹(1. Guizhou-Zhongshui Construction Project Management Company, Ltd., Guiyang 550002, China; 2. Sichuan Hydroelectric Investigation and Design Institute, Chengdu 610072, China)
Abstract : Pressure-braise tests were conducted on test samples of concrete and mortar mixed with different proportions of MgO with different pressure-braise systems, curing durations, and temperatures using the dry/wet screening method. The results of the pressure-braise tests vary with different pressure-braise systems. The higher the pressure and temperature are, the higher the pressure-braise expansion ratio will be. Pressure and temperature are the most important factors in whether MgO can be completely hydrated and expanded, followed by time. High-temperature curing can raise the strength of the substrate and enhance its resistance to expansion and is good for pressure-braise tests. On the basis of results of tests conducted first under a low pressure and then under normal pressure, reasonable pressure-braise conditions are put forward: 200℃, 1.5 MPa and durations of four hours. With this pressure-braise method, the pressure-braise expansion ratio of grade 1 concrete may exceed 95% of the result of the original normal-pressure test(98% for mortar). It can meet the requirement of hydration of most of the MgO and, meanwhile, may significantly alleviate the ill impact of the original normal-pressure test.
Key words : concrete mixed with MgO; pressure-braise test; pressure-braise system; low pressure and normal pressure; pressure-braise expansion ratio

对高镁水泥压蒸安定性试验方法,过去工程界普遍认为压蒸标准太严格,试验条件太苛刻,又不符合工程实际。压蒸试验在加速 MgO 水化反应的同时,高温高压也严重地削弱了水泥石的强度,破坏了可能约束试体膨胀的黏结力,从而不适当地扩大了潜在的膨胀,以至于过分地夸大了它的不安定性。为了探索更适合于外掺轻烧 MgO 技术的压蒸方法,尽可能减轻压蒸试验带来的不利影响,文献[1]采用降低压力、适当延长压时的方法来进行压蒸试验研

究。通过对不同养护龄期和温度、不同成型工艺及长龄期养护的砂浆和混凝土进行压蒸试验,仔细调节和优选温度、压力、压时,同时分析比较先低压、后标压(即压力为 2.0 MPa、温度为 216 ℃、压时为 3 h)的试验结果,从而提出一种新的合理的压蒸方法。该压蒸方法可以做到既使 MgO 水化膨胀完毕,又尽量减轻试验条件对水泥石黏结力削弱的程度,并试图促使水泥石的黏结力与膨胀力之间趋向于平衡状态,以利于提高基体的强度来起到约束膨胀的作用。

1 试验概况

a. 原材料及混凝土配合比 :①水泥、外加剂及配合比在文中相应部分介绍 ;②粉煤灰为黄埔热电厂生产的Ⅱ级粉煤灰 ;③氧化镁为辽宁海城析木东方滑镁公司生产的 MgO 膨胀剂 ,活性指标为 228~260 S ,细度筛余小于 3% ;④粗细骨料采用坝美石灰岩和长沙花岗岩加工的碎石(5~20mm 小石子) 细料为天然河沙 ;⑤Ⅰ级配混凝土的胶材为 309 kg/m³ ,砂率为 40% ,其他材料见各相应部分介绍。

b. 试验条件和方法 :①压蒸试件尺寸 :砂浆试件为 30 mm×30 mm×280 mm(表 1、表 2 中掺质量分数为 5.5% MgO 的试件为 25 mm×25 mm×280 mm) ,Ⅰ级配混凝土试件为 55 mm×55 mm×280 mm ;②试验养护温度分别为 20℃、40℃、50℃ ;③试验方法按照 SD 105—1982《水工混凝土试验规程》的有关规定进行 ,压蒸试验参照 GB/T 750—1992《水泥压蒸安定性试验方法》进行。

2 湿筛法制作的水泥砂浆和混凝土试体的压蒸试验结果

试验采用三江利达多牌 32.5 普通硅酸盐水泥 ,水胶比为 0.55 ,灰砂比为 1:2.5 ,掺粉煤灰质量分数为 25% ,掺广州海力木钙减水剂 GCLI-3K1 质量分数为 1.5% ,掺 MgO 质量分数分别为 5.5% 和 7.5% ,将坝美Ⅲ级配混凝土拌合物湿筛成Ⅰ级配混凝土(过筛孔径为 $\varnothing$ 20 mm)和砂浆后制作试件 ,试体 2 d 脱模 ,测基准初长后置于 50℃ 的水中养护(提前 1 d 取出试件做热处理)至试验龄期 ,经沸煮后再做压蒸试验 ,试验结果见表 1。

从表 1 结果可知 :①当试验龄期为 7 d 时外掺 MgO 质量分数分别为 5.5% 和 7.5% 的混凝土和砂

浆试体 ,在压力 0.8 MPa(相应的温度为 173℃) 恒压 8 h 的压蒸试验结果是 P_1 在 0.096%~0.137% 之间 , P_1 占 P_2 的 66.7%~70.7% ,平均值接近 70% ,残余量还有 30%。其中一次直接标压的膨胀率 P_0 比 P_2 仅大 4.3% ,这说明两者的试验结果比较接近 ,同时也表明试验方案合理、结果可信。②试验龄期为 14 d 时外掺 MgO 质量分数分别为 5.5% 和 7.5% 的混凝土和砂浆试体 ,在压力分别为 1.4 MPa 和 1.5 MPa(相应的温度为 200~203℃) 恒压 8 h 的膨胀率均在 0.146%~0.188% 之间 , P_1 占 P_2 的 87.4%~90.4% ,平均值约为 90% ,残余量为 10% ,其中 P_0 比 P_2 仅大 3.1%。这表明在 2 种压蒸条件下的压蒸试验结果几乎相等。③试验龄期为 28 d 时外掺 MgO 质量分数分别为 5.5% 和 7.5% 的砂浆和混凝土试体 ,在压力 1.5 MPa、恒压 6 h 条件下的压蒸膨胀率在 0.166%~0.178% 之间 , P_1 占 P_2 的 90.8%~98.8% ,平均值达到 95% 左右。

从以上的试验结果不难看出 ,压蒸试验过程中的压力和温度是决定压蒸膨胀率大小最主要的因素 ,压时的影响相对较小。如文献[2]采用压力 0.8 MPa、恒压 8 h 做湿筛混凝土的压蒸试验 ,掺 MgO 质量分数分别为 4%、6%、8% 的混凝土试体 ,反复循环 7 次(即 56 h)进行压蒸试验 ,结果表明 ,最终的压蒸膨胀率只相当于标准压蒸膨胀率的 65%。该结果再次说明压时对膨胀率的影响很小。另外湿筛法筛除了大骨料 ,粘走了部分 MgO 水泥砂浆体 ,级配越小粘走越多 ,砂浆试体中的 MgO 和水泥粘走较多 ,改变了配比和灰砂比 ,故使砂浆试体的压蒸膨胀率都小于混凝土试体的膨胀率。另据文献[3]的研究表明 ,在湿筛法条件下 ,砂浆试体越均匀、密实 ,其强度就越高 ,显然膨胀率就越小。从表 1 结果看 ,多是砂浆试体的强度高于混凝土的强度 ,而强度对膨

表 1 不同压蒸条件下湿筛砂浆和混凝土试体的压蒸试验结果

试验龄期/d	养护龄期/d	试体分类	掺 MgO 质量分数/%	低压情况		压蒸膨胀率/%		低压与标压比/%		压后强度/MPa	
				压力/MPa	压时/h	低压 P_1	先低压、后标压 P_2	$\frac{P_1}{P_2}$	残余量	抗拉 R_L	抗压 R_C
7	4	混凝土	5.5	0.8	8	0.111	0.160	69.4	30.6	4.64	30.9
7	4	砂浆	5.5	0.8	8	0.096	0.144	66.7	33.3	4.48	36.4
7	4	混凝土	7.5	0.8	8	0.137	0.201	68.2	31.8	4.35	28.6
7	4	砂浆	7.5	0.8	8	0.111	0.157	70.7	29.3	5.00	36.8
7	4	砂浆	7.5	2.0	3		0.164			4.37	31.9
14	11	混凝土	5.5	1.4	8	0.160	0.177	90.4	9.6	5.14	30.7
14	11	砂浆	5.5	1.4	8	0.146	0.167	87.4	12.6	4.49	39.7
14	11	混凝土	7.5	1.5	8	0.188	0.208	90.4	9.6	3.92	28.8
14	11	砂浆	7.5	1.5	8	0.165	0.186	88.7	11.3	3.90	36.3
14	11	砂浆	7.5	2.0	3		0.192			3.68	28.1
28	25	砂浆	5.5	1.5	6	0.166	0.168	98.8	1.2	4.87	43.4
28	25	砂浆	5.5	1.5	6	0.170	0.172	98.8	1.2	4.24	37.9
28	25	混凝土	7.5	1.5	6	0.178	0.195	91.3	8.7	4.00	30.0
28	25	砂浆	7.5	1.5	6	0.168	0.185	90.8	9.2	4.84	40.0

胀的影响很大,所以砂浆体的压蒸膨胀率都比混凝土的小。这样的结果再次说明试体的强度高则其压蒸膨胀率小;反之则大。该结果符合强度与压蒸膨胀率成反比的一般规律。

3 采用干筛法成型 I 级配混凝土和砂浆试体的压蒸试验结果

试验采用三江利达多牌 32.5 普通硅酸盐水泥,用标准砂,水灰比为 0.5,灰砂比为 1:3,不掺粉煤灰,掺 GCL1-3k1 质量分数为 1.5%,用干筛法将大于 20mm 的大骨料事先筛除之后才成型 I 级配混凝土和砂浆试体,掺 MgO 质量分数分别为 5.5% 和 7.5%,试体 2 d 脱模,测基准初长后置于 50℃ 水中养护至试验龄期,再沸煮后做压蒸试验,结果见表 2。

从表 2 可见,在压力 1.5 MPa、压时分别为 5 h 和 6 h 的 2 种压蒸条件下的结果如下:①掺 MgO 质量分数为 5.5% 的水泥砂浆试体的 P_1 在 0.130% ~ 0.191% 之间,其 P_1 占 P_2 的 97% ~ 98%,平均达到 97.7%。掺 MgO 质量分数为 5.5% 的混凝土试体的 P_1 在 0.205% ~ 0.231% 之间,其 P_1 占 P_2 的 94.0% ~ 96.4%,平均达到 95.2%。这表明混凝土试体和砂浆试体的 P_1 在 95% ~ 98% 之间,残余量已经很少,可以认为 MgO 的水化膨胀反应已趋向于基本完结。②掺 MgO 质量分数为 7.5% 的水泥砂浆试体的 P_1 在 1.454% ~ 2.949% 之间,其 P_1 占 P_2 的 99.0% ~ 99.5%,平均达到 99.3%。掺 MgO 质量分数为 7.5% 的混凝土试体的 P_1 在 0.464% ~ 0.818% 之间,其 P_1 占 P_2 的 94.0% ~ 96.5%,平均达到 95.2%。这表明混凝土和砂浆试体的 P_1 在 95% ~

99% 之间,其残余量更少,试体在该低压条件下的膨胀反应可以说早已趋向于水化膨胀完毕。大量试验表明,干筛法不改变混凝土配合比、灰砂比、胶材和 MgO 掺量,其总的规律是砂浆试体的压蒸膨胀率大于混凝土试体的膨胀率。因为干筛法使砂浆试体中的总胶材和总的 MgO 含量大于混凝土。③当 MgO 掺量较小(质量分数为 5.5%)时,MgO 产生的膨胀较小,水泥基体受到砂石材料不均匀性能的影响大于 MgO 膨胀能的影响,所以混凝土的强度低,其膨胀率稍大于砂浆试体的膨胀率。当 MgO 掺量较大(质量分数为 7.5%)时,MgO 产生的膨胀较大,这时基体受砂石材料不均匀性的影响转为次要因素,故砂浆体的膨胀率远大于混凝土试体的膨胀率(因骨料约束大,致使膨胀减小而强度增高)。此外,从表 2 中的强度试验结果看,都是强度高的试体膨胀小,反之则大,再次反映出压蒸膨胀值与强度成反比的普遍规律^[3-4]。

4 长龄期水泥砂浆和混凝土试体的压蒸试验结果

试验采用金鹰牌 42.5P II 硅酸盐水泥:①水泥净浆(G)试体:掺粉煤灰质量分数为 30% 的水胶比 0.308,不掺粉煤灰的水灰比为 0.266;②水泥砂浆(S)试体:标准砂,水胶比为 0.50,灰砂比为 1:3,掺粉煤灰质量分数为 30%;③ I 级配混凝土(C)试体:长沙工程河沙,粒径 5 ~ 20 mm 的 I 级配碎石,水胶比 0.49,灰砂比 1:2.76,掺 ZB-1A 质量分数为 0.6%,掺粉煤灰质量分数为 30%。掺 MgO 质量分数分别为 4%、6%、8%、10%、12% 的试体长期养护

表 2 不同压蒸条件下干筛砂浆和混凝土试体的压蒸试验结果

试验 龄期/d	养护 龄期/d	试体 分类	掺 MgO 质量 分数/%	低压情况		压蒸膨胀率/%		低压与标压比/%		压后强度/MPa	
				压力/MPa	压时/h	低压 P_1	先低压、 后标压 P_2	$\frac{P_1}{P_2}$	残余量	抗拉 R_L	抗压 R_C
3		砂 浆	5.5	1.5	6	0.130	0.134	97.0	3.0	6.99	70.3
3		混凝土	5.5	1.5	6	0.205	0.218	94.0	6.0	4.76	58.5
6	3	砂 浆	5.5	1.5	6	0.132	0.135	97.8	2.2	7.90	78.4
6	3	混凝土	5.5	1.5	6	0.231	0.241	95.8	4.2	4.62	55.7
10	7	砂 浆	5.5	1.5	6	0.151	0.154	98.0	2.0	9.44	71.5
10	7	混凝土	5.5	1.5	6	0.217	0.225	96.4	3.6	4.52	52.2
17	14	砂 浆	5.5	1.5	5	0.191	0.195	97.9	2.1	8.45	64.0
17	14	混凝土	5.5	1.5	5	0.222	0.235	94.5	5.5	5.03	55.2
43	40	砂 浆	5.5	2.0	3		0.236			5.24	34.9
3		砂 浆	7.5	1.5	6	1.454	1.468	99.0	1.0	5.65	44.0
3		混凝土	7.5	1.5	6	0.585	0.623	94.0	6.0	4.51	46.0
6	3	砂 浆	7.5	1.5	6	2.459	2.476	99.3	0.7	4.21	34.0
6	3	混凝土	7.5	1.5	6	0.818	0.851	96.1	3.9	4.08	41.6
10	7	砂 浆	7.5	1.5	6	2.432	2.438	99.4	0.6	3.94	33.3
10	7	混凝土	7.5	1.5	6	0.632	0.655	96.5	3.5	3.25	43.9
17	14	砂 浆	7.5	1.5	5	2.949	2.965	99.5	0.5	3.52	30.1
17	14	混凝土	7.5	1.5	5	0.464	0.492	94.3	5.7	4.44	47.8
43	40	砂 浆	7.5	2.0	3		2.148			3.47	25.6

在 20 ℃和40 ℃的水中 ,养护龄期为 330 ~ 400 d ,试体经预热处理后再做压蒸试验 ,结果见表 3。

从表 3 结果可以看出 :①掺 MgO 质量分数为 6% 的净浆试体在温度 40 ℃的条件下 ,养护 395 d 龄期的膨胀变形率在 $3\,500\times 10^{-6}\sim 3\,550\times 10^{-6}$ 之间 ,平均值为 $3\,520\times 10^{-6}$ 。再做压蒸试验的压力为 1.5 MPa 时 ,恒压 5 h 的 P_1 与 P_2 的比值达到 99.9% ~ 100% ,表明 MgO 已水化膨胀完毕。②掺 MgO 质量分数为 6% 的砂浆和混凝土试体情况如下 :砂浆试体在 20 ℃的水中养护 345 d 龄期的膨胀变形率为 528×10^{-6} 。再做压蒸试验的压力为 1.5 MPa 时 ,恒压 6 h 的 P_1 与 P_2 的比值达到 98.6% ,残余量仅为 1.4%。混凝土试体在 20 ℃的水中养护 354 d 和 409 d 龄期的膨胀变形率分别为 232×10^{-6} 和 344×10^{-6} ,后者比前者大 48.3%。再做压蒸试验的压力为 1.5 MPa 时 ,压时分别为 8 h、6 h 和 5 h ,相应的低压膨胀率分别为 1.086% ,1.068% 和 0.728% ,后者比前者的平均值小 47.94% ,符合常温养护膨胀变形大时其压蒸膨胀率小的一般规律。从压时 8 h 和 6 h 的试验结果看 ,压时对试件的低压膨胀率无明显影响 , P_1 与 P_2 的比值分别达到 98.9% 和 97.8% ,残余量仅为 1.1% 和 2.2%。③掺 MgO 质量分数为 8% 的砂浆和混凝土试体在 20 ℃的水中养护 ,掺粉煤

灰 龄期 330 d 的砂浆和混凝土试体的膨胀变形率分别为 448×10^{-6} 和 268×10^{-6} ;不掺粉煤灰 ,龄期 346 d 的砂浆和混凝土试体的膨胀变形率分别为 960×10^{-6} 和 432×10^{-6} 。再做压蒸试验的压力为 1.5 MPa、压时为 6 h 时 ,330 d 龄期的砂浆和混凝土试体的 P_1 与 P_2 的比值分别达到 93.3% 和 99.4% ; 346 d 龄期的砂浆和混凝土试体的 P_1 和 P_2 的比值则均为 99.5%。另外还可看出 ,掺粉煤灰的膨胀变形小 ,不掺的则大 ;压蒸膨胀率也是掺粉煤灰的小 ,不掺的则大 ,这说明掺粉煤灰对一般膨胀变形和压蒸膨胀率都有抑制作用。④掺 MgO 质量分数为 10% 的砂浆试体在龄期 340 d、温度分别为 20 ℃和 40 ℃的条件下 ,两者的膨胀变形率相差 1.09 倍 ,而压蒸膨胀率则相差 4.32 倍。它们的总变形量相差很大 ,即 20 ℃的总变形比 40 ℃的大 3.93 倍。说明高温(40 ℃)养护后再做试验的压蒸膨胀率小很多 ,大约可减小近 77% ,在常温(20 ℃)养护后再压蒸的膨胀率比高温(40 ℃)的大很多。在高温下 P_1 与 P_2 的比值达到 99.6% ~ 100% ,常温(20 ℃)的 P_1 与 P_2 的比值也达到 96.3% ,残余量很少。⑤掺 MgO 质量分数为 12% 的混凝土试体 ,龄期 340 d 时 ,养护温度 40 ℃的膨胀变形率比 20 ℃的大 2.42 倍 ,但两者的标压膨胀率却是 20 ℃的比 40 ℃的大 6.27 倍。这表

表 3 长龄期水泥砂浆和混凝土试体的压蒸试验结果

试件编号 (YFM-N)	养护 温度/℃	养护 龄期/d	膨胀变形 率/ 10^{-6}	低压情况		压蒸膨胀率/%		低压与标压比/%		压后强度/MPa	
				压力/MPa	压时/h	低压 P_1	先低压、 后标压 P_2	$\frac{P_1}{P_2}$	残余量	抗拉 R_L	抗压 R_C
GO4-1	20	340	2 220	1.5	6	9.144					
GF6-2	40	395	3 510	1.5	5	3.128	3.128	100.0	0.0	2.34	19.2
GF6-3	40	395	3 550	1.5	5	3.086	3.086	100.0	0.0	2.25	20.5
GF6-4	40	395	3 500	1.5	5	3.078	3.082	99.9	0.1	2.37	22.1
SO6-1	20	343	520	1.5	8	2.848				1.91	26.1
SO6-2	20	345	528	1.5	6	2.732	2.772	98.6	1.4	2.42	20.3
CO6-3	20	354	232	1.5	8	1.086				3.65	45.5
CO6-4	20	354	232	1.5	6	1.068	1.080	98.9	1.1	3.10	42.0
CO6-5	20	409	344	1.5	5	0.728	0.744	97.8	2.2	3.20	41.6
SO8-1	20	346	960	1.5	6	5.580	5.608	99.5	0.5	1.08	9.1
SF8-2	20	330	448	1.5	6	3.342	3.582	93.3	6.7	2.20	25.6
SF8-3	20	387	476	1.5	5	3.682				1.62	25.6
CO8-4	20	346	432	1.5	6	4.554	4.575	99.5	0.5	0.90	10.3
CF8-5	20	330	268	1.5	6	3.198	3.218	99.4	0.6	1.10	22.6
CF8-6	20	399	318	1.5	5	3.111				1.31	24.6
SF10-1	20	340	564	1.5	6	6.884	7.150	96.3	3.7	1.10	13.5
SF10-2	40	340	1 176	2.0	3		1.344			5.67	40.1
SF10-3	40	393	1 482	1.5	5	1.136	1.136	100.0	0.0	6.75	52.1
SF10-4	40	393	1 493	1.5	5	0.966	0.970	99.6	0.4	7.33	55.2
CF10-5	20	340	348	2.0	3		5.666				
CF12-1	20	340	388	2.0	3		7.696			0.45	3.0
CF12-2	40	340	1 328	2.0	3		1.058			3.25	36.2
CF12-3	40	400	1 485	1.5	5	0.542	0.552	98.2	1.8	4.46	42.6
CF12-4	40	400	1 426	1.5	5	0.528	0.532	99.2	0.8	4.96	44.2
CF12-5	40	402	1 485	1.5	5	0.596	0.602	99.0	1.0	5.00	45.2

注 :试件编号(YFM-N)中 ,Y 分别表示 G、S、C ,即净浆、砂浆、混凝土 ;F 表示掺粉煤灰 ,不掺为 O ;M 表示掺 MgO 质量分数 ,% ;N 表示试验组数。
水利水电科技进展 2009 29(5) Tel :025-83786335 E-mail :jz@hhu.edu.cn http://hkb.hhu.edu.cn · 27 ·

明试体的强度对压蒸试验结果的影响极大。在 40℃条件下养护 400 d, P_1 与 P_2 的比值达到 98.2% ~ 99.2% 表明 MgO 已基本水化完毕。再从表 3 中的压后强度结果看, 砂浆和混凝土试体在 40℃的水中养护的拉压强度都比 20℃的高很多。表明高温养护能加速水泥的水化作用, 提高试体的强度, 也就增强了基体抵御膨胀的约束能力, 从而使压蒸膨胀率降低很多。该结果再次说明, 提高早期养护温度是提高基体强度、降低膨胀率最有效的措施, 也是对改进压蒸试体预养制度的有力论证。

综合以上分析可知, 压蒸条件的压力不能过低, 压力过低时 MgO 不可能全部或绝大部分都水化。为了减轻必须的高温高压条件对水泥强度的严重削弱程度, 适度降低压力和温度的途径是可行的。Mehta^[5]指出: “水泥正常水化生成一种 CSH 凝胶, 是构成硬化水泥浆体强度的主要来源, 温度在 100℃以下水泥水化物的微观结构和性质大体上不会改变, 但硅酸三钙凝胶浆体在 200℃温度中, 经 12 ~ 24 h 之后, 对生成物强度的影响就较大”。这个微观分析告诉人们, 只要试验温度不超过 200℃, 相应的压力控制在 1.4 ~ 1.5 MPa, 恒压时间远小于 24 h 的压蒸试验, 就可以使苛刻的压力过高的原标压试验导致的水泥基体强度被削弱的程度大幅度减小, 同时又能确保绝大部分 MgO 都能水化膨胀完毕, 与标压比其压蒸膨胀率又可达到 95% 以上。这种新的压蒸试验方法, 建议采用的试验压力为 1.5 MPa (或 1.4 MPa), 相应的温度约为 200℃, 恒压时间为 4 h (或 5 h)。笔者认为采用这种新方法将会有利于促进外掺 MgO 技术的发展。

5 结 语

各种不同条件的砂浆和混凝土试体的压蒸试验

结果表明: 不同压蒸条件下的压蒸试验结果是不同的, 即压力和温度越高, 压蒸膨胀率越大, 其结果越接近原标压试验结果; 压力和温度是影响膨胀率大小的最主要的决定因素, 压时次之, 高温养护能提高基体的强度, 从而增强其抵御膨胀的约束能力, 对压蒸试验有利。

在研究了大量先低压后标压试验结果的基础上, 提出了符合外掺轻烧氧化镁的更科学合理的新的压蒸方法, 即采用一级配混凝土作为压蒸试体, 经预热处理后的新压蒸条件为: 试验温度采用 200℃, 相应的压力为 1.5 MPa, 恒压时间采用 4 h。在此试验条件下, 试件的压蒸膨胀率可达到原标压试验结果的 95% (砂浆达到 98%) 以上, 基本上满足绝大部分 MgO 都能水化完毕的要求, 又可大幅度降低原压蒸试验带来的不利影响。笔者建议将该方法视为适用于外掺 MgO 技术的一种新的压蒸试验方法, 以利于外掺 MgO 混凝土筑坝新技术的发展和推广应用。

参考文献:

- [1] 广东省水利厅, 广东省水利水电科学研究院, 广东省水利电力勘测设计研究院, 等. 外掺 MgO 混凝土不分横缝快速筑拱坝新技术应用研究成果总报告[R]. 广州: 广东省水利厅, 2005.
- [2] 金红伟. 混凝土中外掺氧化镁安定掺量的研究[J]. 混凝土, 2001(7): 30-33.
- [3] 李承木, 李万军, 陈学茂. 混凝土级配与集料粒径对压蒸膨胀率的影响[J]. 水力发电, 2009(3): 38-41.
- [4] 陈理达. 外掺 MgO 水泥混凝土体积安定性试验研究[R]. 广州: 广东省水利水电科学研究院, 2003.
- [5] MEHTA P K. “水泥安定性的历史和现状” MgO 微膨胀混凝土译文集(之二)[G]. 杭州: 能源部水利部华东勘测设计院, 1991: 1-14.

(收稿日期 2009-02-10 编辑 高建群)

· 简讯 ·

第三届地下水科学与工程学术研讨会将在河海大学召开

由中国水利学会地下水科学与工程专业委员会、中国水力发电工程学会地质及勘探专业委员会、江苏省水利学会主办, 河海大学承办的第三届地下水科学与工程学术研讨会将于 2009 年 10 月 30 日至 11 月 1 日河海大学召开。

会议主题为地下水与环境。会议议题如下: ①人类活动与地下水: 包括区域地下水开采与地面沉降, 水利水电工程与地下水, 城市建设与地下水, 地下水污染预测与防治等 4 个方面的内容; ②气候变化与地下水: 包括气候变化对水资源影响, 气候变化与干旱区地下水补给, 地下水对气候变化的响应等 3 个方面的内容; ③地下水探测新技术: 包括同位素测试技术, 水文地质参数获取技术, 其他新技术新方法等 3 个方面的内容。会议详情可参见 <http://cce.hhu.edu.cn/news/shownews.asp?ID=537>。

(本刊编辑部供稿)