

文章编号:1671-8879(2009)03-0107-04

新拌混凝土含气量影响因素

王卫中,冯忠绪

(长安大学 道路施工技术与装备教育部重点实验室,陕西 西安 710064)

摘要:针对目前混凝土施工过程中影响新拌混凝土含气量的一些因素,采用理论分析和正交试验的方法,对混凝土坍落度、搅拌机充盈率及粗骨料最大粒径等因素对新拌混凝土含气量的影响进行了研究。结果表明:在不同坍落度的条件下,随着搅拌机充盈率的增加,新拌混凝土含气量呈缓慢下降趋势,当充盈率值增大到 0.32 时,含气量明显下降;在不同坍落度的条件下,随着混凝土粗骨料的粒径增加,含气量迅速减小,最大粒径越小,含气量明显增大;当坍落度过小或过大时,含气量都降低。

关键词:机械工程;新拌混凝土;含气量;坍落度;充盈率;粗骨料

中图分类号:U415.522

文献标志码:A

Influencing factors of fresh concrete air content

WANG Wei-zhong, FENG Zhong-xu

(Key Laboratory for Highway Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: Aimed at influencing factors of fresh concrete air content in construction of concrete combined with theoretical analysis and orthogonal test, the effects of concrete slump, mixer filling rate and maximal particle size of coarse aggregate on fresh concrete air content are studied in this paper. The test results indicate that under different slumps, the air content slightly decreases as mixer filling rate increasing, when the filling rate is up to 0.32, air content sharply decreases, and under different slumps, the larger the coarse aggregate size is, the more the air content is, and when the slump is oversize or undersize, air content will decrease. 4 tabs, 4 figs, 11 refs.

Key words: mechanical engineering; fresh concrete; air content; slump degree; filling rate; coarse aggregate

0 引言

引气剂是一种能使混凝土在搅拌过程中引入大量均匀分布、稳定而封闭的微小气泡,从而改善其和易性与耐久性的外加剂^[1]。北美、北欧、日本等发达

地区和国家十分重视混凝土工程的耐久性,早已普遍推广引气技术,据统计,80%以上的混凝土都掺加引气剂,特别是在水工、港工和桥梁等重要工程中更是明确规定掺加引气剂^[2]。

新拌混凝土欲得到一定的含气量,必须在特定

收稿日期:2008-05-30

基金项目:国家自然科学基金项目(50678026)

作者简介:王卫中(1977-),男,新疆沙湾人,工程师,工学博士研究生,E-mail:wwa419@yahoo.com.cn。

施工工艺条件下进行试验,得到引气剂掺用剂量与含气量的关系,并将适宜含气量对应的引气剂剂量范围确定下来,才能进行含气量的有效控制^[3]。混凝土在搅拌过程中能引入空气形成“气泡”,一般不添加引气剂的混凝土含气量为 1%~2%^[4]。但是,这种气泡既不均匀又不稳定,在混凝土搅拌与振捣过程中容易由小聚大而逸出;另外,施工过程中的一些因素也会影响新拌混凝土含气量,给引气剂使用过程中掺量的确定造成不便,影响了混凝土质量,从而限制了引气剂的广泛应用^[5]。为此,本文研究了对混凝土性能影响较大的坍落度、搅拌机充盈率及粗骨料最大粒径等因素与含气量的关系,为引气剂在混凝土中的应用及推广提供试验依据。

1 试验方法

采用 100L 强制式双卧轴混凝土搅拌机拌和混凝土;根据国家标准规定^[6],新拌混凝土含气量用气压式含气量测定仪测定,当粗骨料质量相对误差 $\Delta G < 5\%$ 、砂浆重度(容重)相对误差 $\Delta M < 0.8\%$ 时为合格品, ΔG 和 ΔM 值越小,均匀性越好;混凝土试件尺寸为 150 mm×150 mm×150 mm,试件按《普通混凝土力学性能试验方法标准》成型,在空气中静养 24 h 后拆模,移入标准养护室养护至规定龄期,测定硬化混凝土试件的抗压强度指标:强度平均值 \bar{f} 、强度标准差 σ 和强度离差系数 C_v

$$\bar{f} = \sum_{i=1}^n f_i / n, \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2 / (n - 1)}$$
$$C_v = \sigma / \bar{f}$$

式中: n 为混凝土强度试件的组数; f_i 为第 i 组混凝土试件的强度值(MPa)。

2 试验结果与分析

2.1 不同坍落度条件下搅拌机充盈率变化与含气量的关系试验

搅拌机充盈率是搅拌机出料容积与几何容积之比,对混凝土搅拌质量有着直接的影响^[7-8]。提高搅拌机的充盈率意味着直接增加每批拌和料的数量,虽然生产率提高了,但这必然受到拌和质量变差的制约,因此充盈率大小的选择是有限制的。国内外在确定搅拌机充盈率时,主要是根据经验值来确定,在 0.32~0.35 和 0.35~0.40 范围选择^[9-10]。本次试验主要研究不同坍落度要求时搅拌机充盈率变化对新拌混凝土含气量的影响。

2.1.1 试验材料及配合比

试验混凝土设计强度等级为 C20;水泥采用强度等级为 32.5R 的普通硅酸盐水泥,细骨料用中砂,粗骨料用 5~40 mm 连续级配碎石; σ 为 4 MPa,水泥强度富余系数取 1.00,配置强度为 26.2 MPa,每立方米混凝土假定总质量为 2 400 kg。当坍落度与充盈率分别取不同值时,计算所得混凝土的配合比如表 1 所示^[11]。

表 1 混凝土配合比设计

序号	坍落度/mm	充盈率/%	水泥混凝土配合比(质量比)				
			水/kg	水泥/kg	砂/kg	石/kg	水灰比
1	10~30	23	16.5	36.7	57.9	128.9	0.45 : 1.00
2		29	20.6	45.9	72.4	161.1	
3		32	22.2	49.3	77.8	173.2	
4		35	24.8	55.1	86.9	193.4	
5	30~50	23	17.5	38.9	56.9	126.7	
6		29	21.9	48.6	71.1	158.4	
7		32	23.5	52.3	76.5	170.3	
8		35	26.3	58.4	85.4	190.1	
9	50~70	23	18.5	41.1	55.9	124.5	
10		29	23.1	51.4	69.9	155.6	
11		32	24.9	55.2	75.1	167.3	
12		35	27.8	61.7	83.9	186.8	

2.1.2 试验结果

试验过程按照本文所述试验方法进行试验,各指标试验结果如表 2 所示。

表 2 坍落度及充盈率的变化对含气量影响的试验结果

序号	测试指标				
	含气量/%	匀质性		7 d 抗压强度/MPa	
		$\Delta M/\%$	$\Delta G/\%$	\bar{f}	C_v
1	1.50	0.18	1.21	21.30	0.009 4
2	1.44	0.50	2.22	21.26	0.011 5
3	0.85	0.46	3.29	21.11	0.033 1
4	1.70	8.01	3.68	19.25	0.044 9
5	1.75	0.37	1.13	22.22	0.017 4
6	1.70	0.29	4.11	21.46	0.063 2
7	1.30	0.59	2.03	20.64	0.008 8
8	1.34	0.86	2.41	19.50	0.071 8
9	1.31	0.02	0.67	21.27	0.027 1
10	1.24	0.26	3.63	21.53	0.032 2
11	1.15	0.19	3.78	19.51	0.048 9
12	1.49	0.38	2.64	19.63	0.030 3

2.1.3 结果分析

将表 1、表 2 中搅拌机充盈率、坍落度与含气量的变化关系用曲线描述,如图 1、图 2(见下页)所示。

由图 1 可以看出,在不同坍落度要求的条件下,

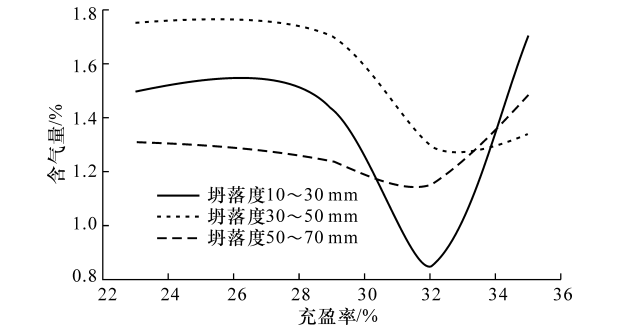
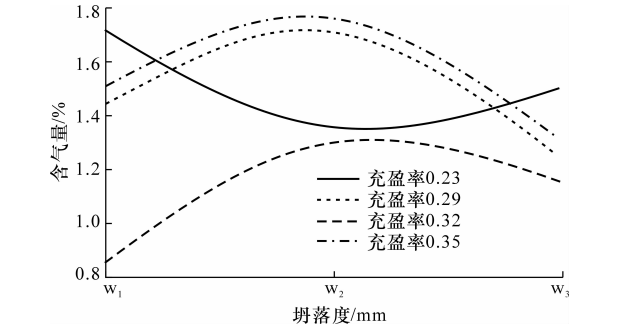


图 1 充盈率变化对含气量的影响



注: w_1 、 w_2 、 w_3 分别代表 10~30、30~50、50~70。

图 2 坍落度变化对含气量的影响

搅拌机充盈率与含气量的变化趋势基本上是一致的,即随着搅拌机充盈率的增加,含气量呈缓慢下降趋势,当充盈率值增大到 0.32 时,含气量明显下降;坍落度为 10~30 mm 时,含气量值下降了 0.65%;坍落度为 30~50 mm 时,含气量值下降了 0.45%;坍落度为 50~70 mm 时,含气量值下降了 0.16%;而当充盈率继续增大时,含气量又有所增加。所以,对同一种搅拌机,搅拌锅的容量越大,含气量越大;搅拌锅内一次搅拌的混凝土装得越满,含气量越小;但当混凝土量超过一定数量时,含气量反而增大。

图 2 为试验得出的混凝土拌和物坍落度(或用水量)对混凝土含气量的影响。由于混凝土用水量的不同,引起混凝土拌和物坍落度的变化,从而影响气泡的形成与稳定,导致混凝土含气量改变。当混凝土用水量过低,即坍落度过小时,由于干硬性或低塑性混凝土拌和物粘度大,使得气泡的形成较困难,混凝土含气量较低;当混凝土用水量过大,即坍落度过大时,过大的坍落度或流态混凝土拌和物中气泡聚合逸出的可能性增大,混凝土振动过程中大量气泡逸出,又使得含气量急剧下降。

2.2 不同坍落度条件下粗骨料最大粒径变化与含气量的关系试验

2.2.1 试验材料及配合比

试验材料及配合比如前所述。当坍落度取不同值时,计算所得混凝土的配合比如表 3 所示。

表 3 混凝土配合比设计

序号	骨料粒径/mm	水泥标号	水灰比	坍落度/mm	含砂率/%	每立方米用料质量/kg			
						水	水泥	砂	石
1	40	325	0.45 : 1.00	10~30	31	165	367	579	1 289
2				30~50	31	175	389	569	1 267
3				50~70	31	185	411	559	1 245
4	20	325	0.45 : 1.00	10~30	33	185	411	595	1 209
5				30~50	33	195	433	585	1 187
6				50~70	33	205	456	574	1 165
7	16	325	0.45 : 1.00	10~30	34	200	444	597	1 159
8				30~50	34	210	467	586	1 137
9				50~70	34	220	489	575	1 116

2.2.2 试验结果

试验过程按照本文所述试验方法进行试验,各指标试验结果如表 4 所示。

表 4 坍落度及粗骨料最大粒径变化对含气量影响的正交试验结果

序号	坍落度/mm	粗骨料粒径/mm	测试指标				
			含气量/%	匀质性		7 d 抗压强度/MPa	
				$\Delta M/\%$	$\Delta G/\%$	\bar{f}	C_v
1	10~30	40	1.41	0.33	2.23	19.93	0.033 9
2	30~50	20	1.55	0.13	2.04	22.44	0.014 0
3	50~70	16	1.56	0.14	2.05	23.38	0.013 3
4	30~50	16	1.58	0.26	2.05	22.76	0.025 4
5	50~70	40	1.40	0.39	2.77	20.63	0.039 9
6	10~30	20	1.55	0.19	2.05	20.22	0.041 8
7	50~70	20	1.47	0.30	2.19	19.41	0.048 5
8	10~30	16	1.56	0.18	1.82	20.03	0.037 7
9	30~50	40	1.34	1.14	2.35	21.18	0.053 6

2.2.3 结果分析

将表 4 中粗骨料最大粒径、坍落度与含气量的变化关系用曲线描述,如图 3、图 4(见下页)所示。

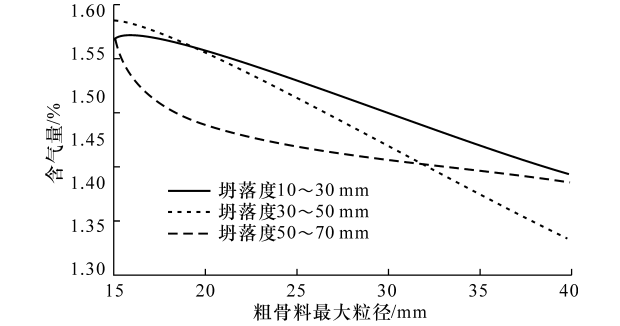


图 3 粗骨料最大粒径变化对含气量的影响

由图 3 可以看出,在不同坍落度要求的条件下,粗骨料最大粒径与含气量的变化趋势完全一致,即当水泥品种、坍落度和水灰比大致相同时,石子粒径小的含气量大,石子粒径大的含气量小,即随着混凝土粗骨料的粒径增加,含气量迅速减小;最大粒径越小,含气量明显增大。

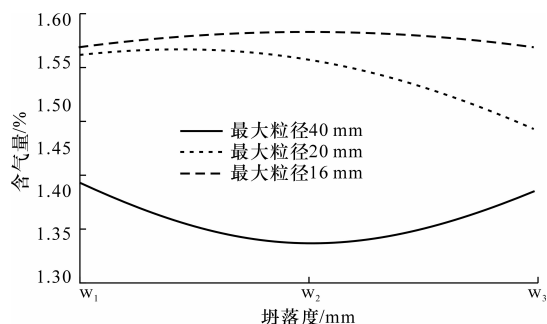


图4 坍落度变化对含气量的影响

图4是试验得出的混凝土拌和物坍落度(或用水量)对混凝土含气量的影响。图4验证了本文的结果,即当坍落度过小或过大时,含气量都降低。

由于试验过程中存在误差,图2和图4中均有一组试验结果不明显。综合分析可以得出:坍落度越大,含气量越高;但坍落度增大到某一数值后,含气量反而下降。

3 结 语

(1)搅拌机充盈率对混凝土搅拌质量有着直接的影响;在不同坍落度条件下,搅拌机充盈率与含气量的变化趋势基本上一致,即随着充盈率的增加,含气量呈缓慢下降趋势,当充盈率值增大到0.32时,含气量明显下降;所以,对同一种搅拌机,搅拌锅的容量越大,含气量越大,搅拌锅内一次搅拌的混凝土装得越满,含气量越小,但混凝土量超过一定数量时,含气量反而增大。

(2)混凝土拌和物坍落度的变化影响气泡的形成与稳定,导致混凝土含气量改变;当混凝土坍落度过小时,由于干硬性或低塑性混凝土拌和物粘度过大,使得气泡的形成较困难,含气量较低;当混凝土坍落度过大时,过大的坍落度或流态混凝土拌和物中气泡聚合逸出的可能性增大,使得含气量下降;即当坍落度过小或过大时,含气量都降低。

(3)在不同坍落度条件下,骨料粒径与含气量的变化趋势一致,即随着粒径的增加,含气量迅速减小;粒径越小,含气量明显增大。

参考文献:

References:

[1] 郑秀华,张宝生. 引气轻集料混凝土工作性和力学性能的研究[J]. 材料科学与工艺, 2005, 13(2): 146-149.

ZHENG Xiu-hua, ZHANG Bao-sheng. Study on workability and mechanical properties strength of air-entrained light-weight aggregate concrete[J]. Materials Science & Technology, 2005, 13(2): 146-149.

[2] 吕丽华,柳俊哲,李玉顺. 试验条件对引气混凝土性能的影响研究[J]. 混凝土, 2006(7): 14-16.

LU Li-hua, LIU Jun-zhe, LI Yu-shun. Influence of experiment condition on air entrained concrete[J]. Concrete, 2006(7): 14-16.

[3] 王修田,钱春香,游有鲲,等. 含气量对混凝土抗冻性能与抗渗性能的影响[J]. 混凝土与水泥制品, 2004(6): 16-18.

WANG Xiu-tian, QIAN Chun-xiang, YOU You-kun, et al. The effect of air content on concrete frost resistance and impermeability[J]. China Concrete and Cement Products, 2004(6): 16-18.

[4] Portland C A. Control of air content in concrete [J]. Concrete Technology Today, 1998, 19(1): 102-108.

[5] Ferraris C F. Concrete mixing methods and concrete mixers; state of the art [J]. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 2001, 106(2): 391-399.

[6] GB/T 9142—2000, 混凝土搅拌机[S].

[7] 冯忠绪. 混凝土搅拌理论及设备[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[8] 王卫中,冯忠绪. 逆流相位变化对混凝土搅拌质量的影响[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2007, 27(2): 99-102.

WANG Wei-zhong, FENG Zhong-xu. Effect of various adverse circulation's phase angles on concrete mixing quality[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2007, 27(2): 99-102.

[9] 邓初首,夏 勇. 混凝土坍落度影响因素的试验研究[J]. 混凝土, 2006(1): 65-66, 89.

DENG Chu-shou, XIA Yong. Experimental research on influence factors of concrete slump[J]. Concrete, 2006(1): 65-66, 89.

[10] 冯忠绪,王卫中,赵利军,等. 节约型搅拌技术研究[J]. 中国公路学报, 2006, 19(6): 118-122.

FENG Zhong-xu, WANG Wei-zhong, ZHAO Li-jun, et al. Research on saving mixing technology[J]. China Journal of Highway and Transport, 2006, 19(6): 118-122.

[11] 李立权. 混凝土配合比设计手册[M]. 3版. 广州: 华南理工大学出版社, 2001.