

水工混凝土含气量波动影响因素分析

李刚, 郑涛

(中国人民武装警察部队水电第七支队, 湖北 武汉 430223)

摘要:结合某拌和系统生产水工混凝土含气量变化波动较大的实际, 主要从引气剂配置用水、聚羧酸类减水剂对气泡的影响、引气剂掺量对混凝土含气量的影响及拌和时间对含气量的影响等现场实际操作中遇到的问题及解决方法进行了浅析, 对类似混凝土生产具有一定的借鉴意义。

关键词:混凝土含气量波动; 影响因素; 拌和系统; 分析

中图分类号: TV43; TV41

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2014)增1-0062-04

1 概述

由于水工混凝土具有受温度变化、水位变化、环境影响明显等特点, 因此, 在混凝土设计时均要求其具有较高的耐久性。影响混凝土耐久性的因素很多, 其中实体混凝土含气量是影响混凝土耐久性的重要指标之一, 混凝土含气量的波动对混凝土的耐久性将产生重要的影响, 而掺用引气剂将使硬化混凝土内部产生不连续微小气泡, 对混凝土抵抗冻融等破坏将起到至关重要的作用。笔者仅就混凝土拌和物含气量的波动影响因素, 从混凝土减水剂及引气剂等外加剂掺量与配置的角度出发并与混凝土拌和时间等因素考虑, 对某混凝土拌和系统生产的成品混凝土进行分析, 以找出适合的掺量与配置方法, 并将其用于指导混凝土拌和系统生产。

2 引气剂配置用水对混凝土含气量的影响

一般情况下, 混凝土引气剂由于掺量相对较

低(一般为混凝土胶凝材料的万分之几到千分之几), 需要在使用过程中配置成一定浓度的溶液使用; 而受工程当地供水条件的限制, 配置外加剂溶液的水一般为经检测合格的工程用水。然而, 工程用水的硬度较高, 含有较多的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} , 因此, 在配置溶液的过程中, 随着使用时间的不同会产生一定的絮状沉淀, 从而影响引气剂的使用效果。为验证这种絮状沉淀对含气量的影响, 我们分别采用了不同的水源配置了同一浓度的溶液并进行了室内混凝土含气量对比试验。

试验选用的原材料: (1) 水: 工程用水、生活用水; (2) 水泥: 42.5 级中热水泥; (3) 粉煤灰: I 级粉煤灰; (4) 减水剂: 某聚羧酸类高效减水剂; (5) 引气剂: 某引气剂; (6) 骨料采用当地玄武岩加工骨料。试验选用的配合比见表 1, 不同配置溶液用水混凝土含气量试验成果见表 2。

从表 2 中的试验成果可以看出, 采用不同的

表 1 试验选用的混凝土配合比表

| 配合比参数 | | 泵送混凝土 | | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------|-----------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----|
| 水胶比 | 砂率 / % | 水 / $kg \cdot m^{-3}$ | 粉煤灰掺量 / % | 材料用量 / $kg \cdot m^{-3}$ | | | | | | 减水剂 | 引气剂 |
| | | | | 水泥 | 粉煤灰 | 人工砂 | 小石 | 中石 | | | |
| 0.37 | 40 | 140 | 25 | 284 | 95 | 816 | 678 | 554 | 2.65 | 0.076 | |

表 2 不同配置溶液用水混凝土含气量试验成果表

| 试验编号 | 减水剂 | | 引气剂 | | 引气剂溶液用水 | 坍落度 / mm | 含气量 / % | 拌和时间 / s | 引气剂溶液放置时间 / h | 备注 |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|---------|----------|---------------|------|
| | 掺量 / % | 浓度 / % | 掺量 / 万 | 浓度 / % | | | | | | |
| 01 | 0.7 | 20 | 2 | 0.5 | 生活用水 | 170 | 4.8 | 90 | 4 | 无絮状 |
| 02 | 0.7 | 20 | 2 | 0.5 | 工程硬水 | 170 | 4.3 | 90 | 4 | 无絮状 |
| 03 | 0.7 | 20 | 2 | 0.5 | 生活用水 | 180 | 4.5 | 90 | 24 | 无絮状 |
| 04 | 0.7 | 20 | 2 | 0.5 | 工程硬水 | 170 | 2.2 | 90 | 24 | 絮状明显 |

拌和用水配置的引气剂溶液, 在配置完成后较短

时间内(一般按 4 h 控制)使用时, 在同等掺量的情况下, 混凝土拌和物含气量比较接近, 相差约

收稿日期: 2014-06-15

$(4.8 - 4.3) / 4.3 \times 100\% = 11\%$;而在放置了较长时间时(一般超过 24 h),采用工程硬水配置的引气剂溶液出现了明显的絮状分层,使用这种溶液生产的混凝土拌和物含气量出现了明显降低。

由此可以得出:配置引气剂溶液的水的硬度对引气剂溶液的使用产生了较大影响,从而对混凝土拌和物的含气量亦产生较大影响。混凝土引气剂溶液应在配置完成后较短时间内使用完成,一般以 4~8 h 之内使用完成为佳,对于使用工程硬水配置的引气剂溶液应在溶液产生絮状沉淀之

前使用,一般以不超过 4 h 为佳。在有条件的地区,拌和用水应优先选用生活用水。

3 引气剂掺量对混凝土含气量的影响

在掺引气剂混凝土中,其一般规律是:在一定掺量下,混凝土拌和物的含气量随着引气剂掺量的增加而增大,但在采用了减水剂与引气剂双掺技术的情况下,这种规律是否也是这样的呢?为此,我们采用双掺技术做了以下试验:即固定减水剂掺量,不同引气剂掺量的混凝土含气量关系试验,试验成果见表 3 及图 1。

表 3 双掺技术下不同引气剂掺量的混凝土含气量对应关系试验成果表

| 试验编号 | 减水剂 | | 引气剂 | | 引气剂用水 | 坍落度 /mm | 含气量 /% | 拌和时间 /s | 备注 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|----|
| | 掺量 /% | 浓度 /% | 掺量 /万 | 浓度 /% | | | | | |
| 01 | 0.7 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 190 | 2.2 | 90 | |
| 02 | 0.7 | 20 | 2 | 0.5 | 生活用水 | 195 | 3 | 90 | |
| 03 | 0.7 | 20 | 2.5 | 0.5 | | 185 | 3.4 | 90 | |
| 04 | 0.7 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 190 | 2.4 | 90 | |
| 05 | 0.7 | 20 | 2 | 0.5 | 工程硬水 | 170 | 3.4 | 90 | |
| 06 | 0.7 | 20 | 2.5 | 0.5 | | 195 | 3 | 90 | |

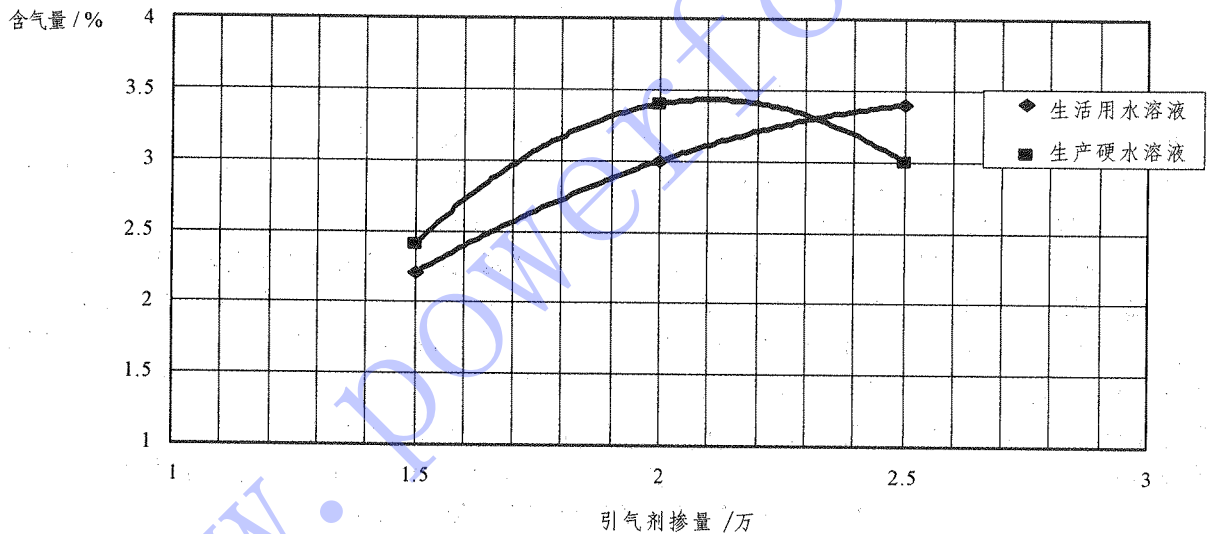


图 1 试验成果示意图

从引气剂掺量和混凝土拌和物含气量的试验关系(表 3 和图 1)中可以看出:混凝土拌和物含气量随引气剂掺量的增加而增大,采用生活用水配置减水剂和引气剂溶液生产混凝土时,混凝土含气量随引气剂掺量的增加而增大,规律性较为明显,而采用工程硬水配置减水剂和引气剂溶液生产混凝土时,混凝土含气量随引气剂的增加虽有一定程度的增大,但规律性不好。对此,我们分析认为,混凝土含气量一定是受了水质影响以外的其它因素的影响而产生了变化。

4 减水剂掺量对混凝土含气量的影响

聚羧酸类减水剂是当前水工混凝土采用的主流减水剂,尤其是针对水工地下洞室泵送混凝土,具有降低混凝土单位用水量,减少胶凝材料用量,进一步降低混凝土实体的早期发热量,减少温度裂缝等积极意义。因此,在当前采用的混凝土减水剂中,常常采用聚羧酸类减水剂,而这类减水剂在生产过程中一般都掺有消泡成分。消泡剂的使用,有效的避免了减水剂产生的混凝土中较大的有害气泡,但同时也会对引气剂产生的正常气泡也产

生了消解作用,因此,我们对于采用双掺技术生产的混凝土进行了不同减水剂掺量的含气量影响试

验,试验成果见表4及图2。

从表4及图2中的试验成果可以看出:在引

表4 双掺技术混凝土不同减水剂掺量的含气量影响试验成果表

| 试验编号 | 减水剂 | | 引气剂 | | 溶液用水 | 坍落度 /mm | 含气量 /% | 拌和时间 /s |
|------|-------|-------|-------|-------|------|---------|--------|---------|
| | 掺量 /% | 浓度 /% | 掺量 /万 | 浓度 /% | | | | |
| 001 | 0.7 | 20 | 2.5 | 0.5 | | 165 | 3 | 90 |
| 002 | 0.6 | 20 | 2.5 | 0.5 | 生活用水 | 195 | 4.5 | 90 |
| 003 | 0.5 | 20 | 2.5 | 0.5 | | 180 | 5.3 | 90 |

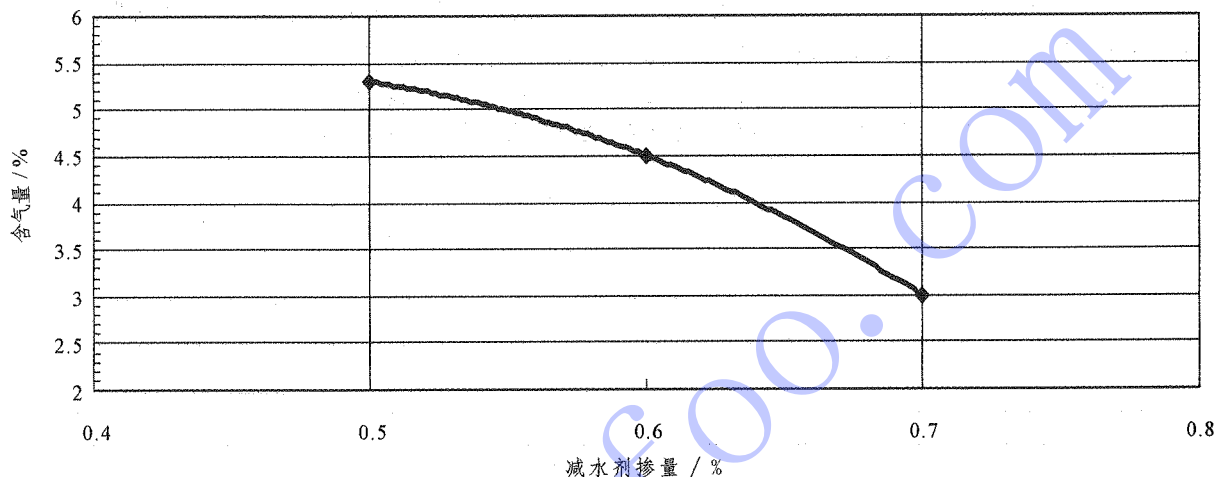


图2 试验成果示意图

气剂掺量相同的情况下,混凝土含气量受减水剂掺量的影响较大。随着减水剂掺量降低,含气量反而增大。减水剂从0.7%降到0.6%时,混凝土含气量增加了1.5%,增长了50%,减水剂掺量从0.6%降低到0.5%,混凝土含气量增加了0.8%,增长了17.8%,数据表明:减水剂掺量的变化对混凝土的含气量变化产生了较大影响。但在施工现场拌制混凝土时,混凝土的配合比已经确定,减水剂的掺量已基本确定,在一般情况下,不宜将减

水剂掺量做较大调整。为保证混凝土含气量的稳定,减水剂的配置浓度和称量精度应严格按相关规程规范进行控制。

5 混凝土拌和时间对混凝土含气量的影响

经验表明:一定时间内,混凝土含气量随混凝土搅拌时间的延长而增大。为了验证这种现象的规律性,我们进行了不同拌制时间的含气量变化试验,具体试验成果见表5及图3。

表5及图3中的试验成果表明,混凝土含气

表5 不同拌制时间对混凝土含气量的影响试验成果

| 试验编号 | 减水剂 | | 引气剂 | | 溶液用水 | 坍落度 /mm | 含气量 /% | 拌和时间 /s |
|------|-------|-------|-------|-------|------|---------|--------|---------|
| | 掺量 /% | 浓度 /% | 掺量 /万 | 浓度 /% | | | | |
| 1 | 0.7 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 180 | 3.1 | 90 |
| 2 | 0.7 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 175 | 5.2 | 180 |
| 3 | 0.7 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 175 | 5.6 | 300 |
| 4 | 0.6 | 20 | 1.5 | 0.5 | 生活用水 | 120 | 5.1 | 90 |
| 5 | 0.6 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 130 | 7.9 | 180 |
| 6 | 0.6 | 20 | 1.5 | 0.5 | | 135 | 8.05 | 300 |

量受拌和时间影响比较明显,尤其是在混凝土拌和初期,拌和时间从90s增加到180s时,混凝土含气量显著增加;对于减水剂掺量为0.7%和0.6%时,含气量分别增加2.1%和2.8%,增长率分别达到67.7%和54.9%,而后随着拌和时间的

增加,含气量增量变小,增长率分别为7.7%和7.8%,趋于稳定。因此可以认为,在固定拌和系统拌制混凝土的情况下,混凝土拌制时间宜稳定在试验确定的时间,以保证混凝土含气量的稳定。

从拌和系统的现场检测数据看,当混凝土拌

和时间为 90 s 时,在所统计的 1 702 组合气量数据中,含气量合格率为 81.5%;当混凝土拌和时间延长到 180 s 时,在所统计的 1 540 组合气量数

据中,合格率提升到 95.3%,达到了生产优质混凝土的基本要求。

6 结 语

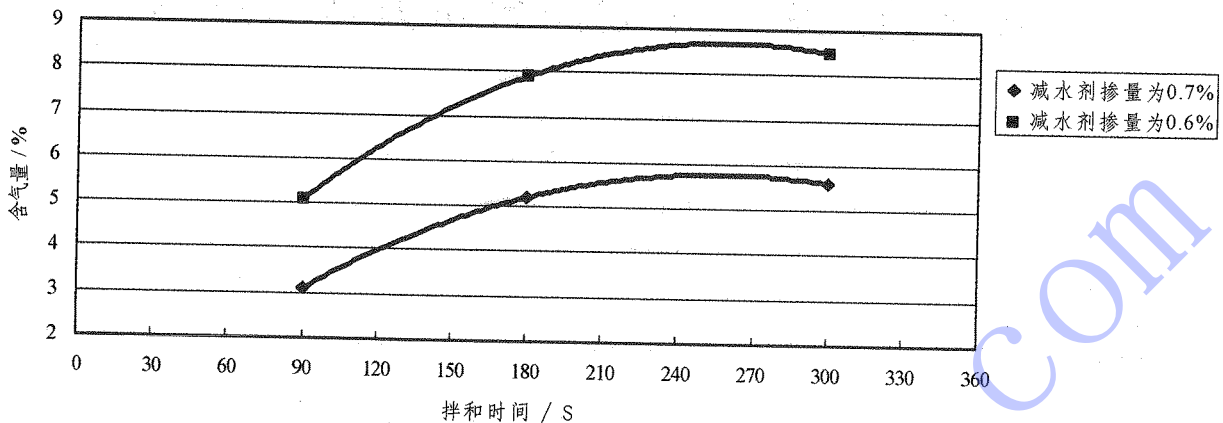


图3 试验成果示意图

影响水工混凝土拌和物含气量变化的因素很多,涉及到拌和系统的拌和功能、原材料的稳定性与相容性、减水剂及引气剂的材料性质、混凝土拌和时间、温度及外部环境等诸多因素。

混凝土原材料性质的稳定性及相容性对混凝土含气量变化的影响较为明显,尤其是混凝土拌和用水及配置引气剂溶液用水,对比生活用水和生产用水,尤其是生产用硬水,对引气剂溶液的影响比较明显,因此,在有条件的拌和系统,应采用生活用水配置减水剂及引气剂溶液;对于采用生产用水的拌和系统,引气剂溶液应在溶液分层絮凝之前使用。

(上接第30页)

⑦如果高喷灌浆发生串浆,则应首先填堵被串孔,继续串浆孔的高喷灌浆;待其结束后,尽快进行被串孔的扫孔、喷射或继续钻进。

⑧高喷灌浆结束后,充分利用孔口回浆或水泥浆液对已完成孔进行及时回灌,直至浆液面不下降为止。

在高喷灌浆结束后加强对高喷孔内浆液沉降的观察,对孔内浆液沉降量大的孔位作好标记,以利于随后补强灌浆孔的定位。

2.2.5 灌浆质量检查

灌浆效果检查一般以渗漏量低于设计推定量来衡量,也可采用检查孔取芯和压水试验进行检查,压水试验在灌浆结束 14 d 后进行,检查孔数量为灌浆孔总数的 5%。

3 防渗效果

混凝土减水剂的性质对于引气剂的使用有比较明显的影响,对于不同掺量的减水剂溶液,混凝土含气量变化较为明显。因此,在混凝土配合比相对固定的情况下,应严格控制材料的配置浓度及称量精度。

混凝土拌和时间是一个比较敏感的因素,在混凝土配合比设计完成后,宜在拌和系统经试验确定并相对固化且宜以经济合理为原则。

作者简介:

李 刚(1972-),男,辽宁黑山人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

郑 涛(1985-),男,山东临沂人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

该工程在整个厂房工程施工期间,厂房围堰未出现较大流量的渗漏现象,通过对周围建筑物进行监测,也未发现大的变形。高压旋喷灌浆防渗施工的应用,保证了围堰的防渗效果,使得厂房工程施工顺利,故本工程的防渗方案是安全可靠的。

4 结 语

围堰防渗的方法多种多样。但在实际工程中究竟采用哪种防渗方法,应综合考虑工程地质与水文地质条件、基础类型、降排水条件、周边环境对围堰稳定性的要求、施工季节、施工工期、使用期限等因素,做到因地制宜,因时制宜,合理设计、精心施工、严格监控。

作者简介:

于志强(1980-),男,河南新野人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)