

# Research and Application of a New Type Concrete Curing Agent

Liyuan Duan<sup>1</sup>, Peiyun Chi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Qingdao First Municipal Engineering Co., Ltd., Qingdao Shandong

<sup>2</sup>Qingdao Technological University, Qingdao Shandong

Email: 13808985230@163.com

Received: Aug. 20<sup>th</sup>, 2018; accepted: Sep. 5<sup>th</sup>, 2018; published: Sep. 12<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

This paper studies the reasonable composition of a new type concrete curing agent. Its tests show that the new type concrete curing agent in dry air also has very strong moisture absorption, and water retention effect of spraying curing agent and strength development of concrete is good, compared with standard curing basically unaffected. Spraying curing agent on the concrete surface has excellent technical and economic aspects.

## Keywords

Concrete, Curing, New Type Curing Agent, Technical Property, Economic Aspects

---

# 新型混凝土养护剂的研究与应用

段立元<sup>1</sup>, 迟培云<sup>2</sup>

<sup>1</sup>青岛第一市政工程有限公司, 山东 青岛

<sup>2</sup>青岛理工大学, 山东 青岛

Email: 13808985230@163.com

收稿日期: 2018年8月20日; 录用日期: 2018年9月5日; 发布日期: 2018年9月12日

---

## 摘要

本文研究了新型混凝土养护剂的合理组成, 试验表明, 新型混凝土养护剂在比较干燥的空气中也具有非常强的吸湿性, 喷洒养护剂混凝土的保水效果良好, 强度发展与标准养护相比基本未受影响。在混凝土表面喷洒新型养护剂具有优良的技术经济性。

## 关键词

混凝土, 养护, 新型养护剂, 技术性能, 经济性

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

新成型的混凝土若不采取合理措施进行精心养护, 让混凝土的表面完全暴露在自然环境当中, 任其水分自然蒸发, 那么在混凝土内部的水泥的水化环境将会严重劣化, 甚至导致水泥水化完全停止, 并引起混凝土干燥收缩裂缝及表面结构多孔疏松, 造成混凝土强度大幅降低, CO<sub>2</sub> 和 Cl<sup>-</sup> 等的渗透性提高, 混凝土对钢筋的保护能力及其耐久性降低。

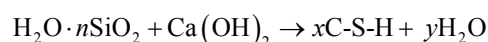
目前, 使用最多的混凝土养护方法是在新成型的混凝土构件表面上喷水或覆盖塑料薄膜, 以达到避免混凝土表面产生干缩裂缝和混凝土强度正常持续发展的目的。但是, 这两种方法对于垂直墙面、顶(斜)面以及结构极其复杂的部位将很难甚至无法实施, 从而也就无法保证混凝土的质量。

在新成型的混凝土构件表面喷涂新型养护剂养护混凝土是得到绝大多数混凝土工程技术人员认可的一项新技术, 该技术先进可靠, 操作简单灵活, 投入的人力和物力大幅降低, 能有效减少水资源消耗, 避免覆盖塑料膜的大量白色污染。所以, 该项新技术在世界各国的各种混凝土工程施工中得到了普遍的应用, 同时也产生了十分显著技术、经济和社会效益。

## 2. 新型混凝土养护剂的研制

### 2.1. 新型养护剂关键成分的确定及其合理组配

根据相关理论分析和工程实践经验, 新型混凝土养护剂的关键成分由硅溶胶保水成膜剂、渗透扩散剂、吸湿增水剂及活性界面剂等成分, 经过合理匹配, 将其有机复合而成。该养护剂喷涂到新浇筑的混凝土构件表面上以后, 在渗透扩散剂的诱导作用下, 能使养护剂中硅溶胶的分子渗入混凝土表面下几 μm, 并快速与混凝土中的 Ca(OH)<sub>2</sub> 发生化学反应形成构造致密的保水性能良好的 C-S-H 凝胶薄膜[1]:



吸湿剂能从较干燥的空气中不断地吸收水分, 使混凝土表面在较长时间内保持潮湿状态, 阻止混凝土内部水分向外蒸发, 从而有利于水泥持续水化, 强度持续增长, 并避免混凝土表面干燥收缩; 由于在混凝土表面所形成的是 C-S-H 凝胶薄膜, 与水泥水化产物的化学成分完全相同, 再加上活性界面剂分子上的极性基团的辅助作用, 大幅度增加了基层混凝土与后浇混凝土或后抹砂浆层之间的粘结力, 从而能从根本上消除分层或空鼓现象。

### 2.2. 对养护剂的质量要求

在进行试验研究时主要依据《水泥混凝土养护剂》(JC901-2002)标准, 其主要技术要求[2]如表 1 所示。

### 2.3. 养护剂性能试验用原材料[3]

水泥: 基准水泥 P·I42.5, C<sub>3</sub>A 含量 7.6%, C<sub>3</sub>S 含量 58.2%, f-CaO 含量 1.0%, 碱(Na<sub>2</sub>O + 0.658 K<sub>2</sub>O)

含量 0.6, 比表面积  $345 \text{ m}^2/\text{kg}$ ;

砂: 青岛大沽河砂, 细度模数  $\mu_f = 2.7$ , 级配良好, 含泥量 0.8%;

石子: 莱西产花岗岩碎石 5~20 mm, 连续粒级, 针片状颗粒含量 8.5%, 紧密堆积空隙率 39.0%, 含泥量 0.4%;

水: 自来水。

## 2.4. 试验研究方法

### 2.4.1. 有效保水率

在新成型的混凝土构件表面上喷涂的养护剂涂层的保水性的好坏直接影响混凝土的各项技术性能。试验研究依据《水泥混凝土养护剂》(JC901-2002)标准规定的试验方法和基本技术要求, 分别制作基准混凝土试件(编号 Ai)和喷涂养护剂(养护剂的喷涂量控制在  $0.2 \text{ kg}/\text{m}^2$ )混凝土试件(编号 Bi), 试件裸露表面尺寸为  $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ , 待试件的表面条件达到要求后, 立即对试件进行准确称量, 然后再将试件等间距均匀地摆放到环境箱中, 并记录入箱时间。72 h 后从环境箱中取出混凝土试件并分别称其质量。试验结果均列入表 2。

从表 2 的试验结果可以看出, 喷涂新型养护剂混凝土试件的有效保水率可达 92%, 超过《水泥混凝土养护剂》(JC901-2002)标准中一级品要求的 90%, 说明该新型养护剂的保水效果是非常好的。

### 2.4.2. 喷涂养护剂混凝土的力学性能

我们在进行喷涂养护剂混凝土的力学性能试验研究时, 保持混凝土的配合比与上述测定有效保水率时的混凝土相同, 分别制作两组  $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$  试件。其中基准混凝土试件实行带模标准养护; 喷涂新型养护剂试件置于室内养护, 环境温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , 相对湿度为  $(50 \pm 10)\%$ 。养护到 7 d 和 28 d 后取出拆模进行抗压强度试验, 测得的抗压强度分别列于表 3。

表 3 中不同养护方式下的混凝土抗压强度试验结果表明, 喷涂新型养护剂混凝土的 7 d 和 28 d 抗压强度比标准养护的抗压强度稍低, 超过《水泥混凝土养护剂》(JC901-2002)标准中一级品要求的 95%, 说明喷涂新型养护剂混凝土的强度发展基本未受影响。不过相对于标准养护, 喷涂新型养护剂混凝土的 7 d 和 28 d 抗压强度有些许降低, 也可能是由于环境温度波动引起的。

### 2.4.3. 新型养护剂涂层与后浇混凝土(或抹灰砂浆)的粘结性能

试验研究时, 混凝土试件的尺寸为  $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$ , 基准混凝土, 制作 3 组试件。制作试件时, 第一组(编号 1)对比试件一次性浇筑成型; 第二、三组试件(分别编号 2、3)分两次浇筑成型, 每个试件先成型半块, 待混凝土初凝后, 其中一组试件(编号 2)带模送入标准养护室, 另一组试件(编号 3)喷涂新型养护剂后存放于专用房间内养护, 室内温度控制在  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , 相对湿度控制在  $(50 \pm 10)\%$ 。养护到 3 d 后取出再浇筑另半块试件, 待混凝土初凝后再带模放入标准养护室内。28 天后取出拆模, 再按规定的试验方法分别进行劈裂抗拉强度试验, 试验结果均列于表 4。

表 4 的试验结果显示, 在混凝土表面上喷涂新型养护剂基本上没有降低后浇混凝土与基层混凝土之间的粘结性能, 混凝土结合面之间的劈裂抗拉强度相对于对比混凝土仅仅降低了 3%。因此, 喷洒新型混凝土养护剂基本不会影响后浇混凝土(或抹灰砂浆)与基层混凝土之间的粘结强度, 整体性良好。

表 4 的试验结果显示, 在混凝土表面上喷洒新型混凝土养护剂对后浇混凝土的粘结性能影响甚小, 其粘结面劈裂抗拉强度只比对比混凝土低 3%。所以, 喷洒新型养护剂对混凝土表面性能几乎没有坏的影响, 而且可以明显改善基层混凝土与后浇混凝土(或抹灰砂浆)之间的粘结性能, 甚至能媲美整浇混凝土。

#### 2.4.4. 新型混凝土养护剂的吸湿性能

试验时, 分别在相同的塑料杯中添加 20.00 g 新型混凝土养护剂和自来水, 并将它们一同放置于环境温度温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , 相对湿度为 $(50 \pm 10)\%$ 的室内, 在规定的各时间点进行称量。试验结果列于表 5。

**Table 1.** Main technical requirements of cement concrete curing agent

**表 1.** 水泥混凝土养护剂主要技术要求

检验项目	一级品	合格品
有效保水率, % $\geq$	90	75
抗压强度比, % $\geq$	7 d	90
	28 d	90

**Table 2.** Water-holding test results of concrete sprayed curing agent

**表 2.** 喷涂养护剂混凝土的保水性试验结果

试件序号	喷水试件				喷养护剂试件			
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
失水量(g)	38.8	37.2	39.0	38.1	2.9	3.5	3.3	3.1
平均值(g)	38.3				3.2			
有效保水率(%)					92			

**Table 3.** Compressive strength of concrete under different curing methods

**表 3.** 不同养护方式下的混凝土抗压强度

项目	抗压强度 f (MPa)	$f_p/f_B(\%)$	
		7 d	28 d
标准养护(B)	7 d	26.3	
	28 d	35.1	
喷涂养护剂(P)	7 d	25.7	98
	28 d	34.5	98

**Table 4.** Effect of new curing agent coating on the bond property of post-poured concrete

**表 4.** 新型养护剂涂层对后浇混凝土粘结性能的影响

编号	1	2	3
28 d 劈裂抗拉强度(MPa)	4.67	4.57	4.52
占对比试件的百分率(%)	100	98	97

**Table 5.** Experimental results of hygroscopic properties of new type concrete curing agent

**表 5.** 新型混凝土养护剂的吸湿性能试验结果

时间	0 d	3 d	6 d	9 d	12 d	15 d	
养护剂	吸湿后质量/g	20.00	27.54	29.55	31.28	33.42	35.37
	吸湿增加量/g	0.00	7.54	9.55	11.28	13.42	15.37
	吸湿增加率/%	0.0	37.7	47.8	56.4	67.1	76.8
水	吸湿后质量/g	20.00	12.97	10.88	7.97	4.88	1.94
	吸湿增加量/g	0.00	-7.03	-9.12	-12.03	-15.12	-18.06
	吸湿增加率/%	0.0	-35.2	-45.6	-60.2	-75.6	-90.3

注: “-”表示水分是蒸发。

表 5 的试验结果清楚地显示, 新型混凝土养护剂即使在比较干燥的空气中也具有非常强的吸湿性, 这种性能可以有效阻止混凝土内部的水分蒸发, 从而能从根本上保证水泥的完全水化, 混凝土强度的持续发展。

### 3. 喷洒新型混凝土养护剂的综合效益分析

如果对混凝土采取洒水养护的方式, 则每天至少需要洒水 2 次。然而, 对于墙面混凝土, 尤其是非常光滑的混凝土表面, 则必须采用持续喷淋水的方法才能达到养护效果。另外, 如果对大体积混凝土进行洒水养护, 则还必须随时调节所洒水的温度, 以避免混凝土产生过大的内外温差。而且所有的养护过程至少要持续 7 d [4], 所以, 消耗的人力和水资源是相当大的。

如果对混凝土采取覆盖塑料薄膜的养护方式, 则需要消耗大量的塑料薄膜, 并且养护结束后, 这些塑料薄膜很难再回收回来, 从而给环境造成严重的白色污染。另外, 这种养护方式对墙面或顶面混凝土则很难奏效。

而如果对混凝土采取喷涂新型养护剂的养护方式, 则每  $\text{m}^2$  混凝土表面只需喷涂约 0.2 kg 新型养护剂, 并且适合于各种形式的混凝土表面, 整个养护过程只需喷涂一次, 成本只有约 0.40 元/ $\text{m}^2$ 。所以, 这种养护方式简单易行, 养护效果近于完美, 而且成本低廉。

### 4. 结论

- 1) 新型混凝土养护剂的主要技术性能参数均超过标准《水泥混凝土养护剂》(JC901-2002)的要求。
- 2) 新型混凝土养护剂涂层基本不降低后浇混凝土与基层混凝土之间的粘结性能, 整体性良好。
- 3) 在混凝土表面喷涂新型养护剂养护混凝土具有良好的技术、经济和社会效益, 值得大力推广。

### 参考文献

- [1] 田培, 等. 混凝土外加剂手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 236-240.
- [2] 中华人民共和国建材行业标准. 水泥混凝土养护剂(JC901-2002).
- [3] 中华人民共和国国家标准. 混凝土外加剂(GB8076-2008).
- [4] 中华人民共和国国家标准. 混凝土结构工程施工质量验收规范(GB50204-2015).

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjce@hanspub.org](mailto:hjce@hanspub.org)