

# 内掺水泥基防水剂的防水混凝土配合比设计与研究

张 弯<sup>1</sup>, 韩 超<sup>2</sup>, 段耀鹏<sup>1</sup>, 柳志印<sup>1</sup>

(1. 北京建工新型建材有限公司, 100015, 北京; 2. 北京建工集团有限责任公司, 100055, 北京)

**摘 要:** 渗漏是建筑工程常见质量通病, 尤其是地下室的外墙和底板防水是施工质量控制的重点。从防水混凝土配合比设计入手, 通过内掺水泥基渗透结晶防水剂, 提高防水混凝土的抗渗等级, 同时对水泥基渗透结晶防水剂进行研究, 找出其合适的掺量, 使其达到节省工期和节约成本的目的, 以便于后续推广使用。

**关键词:** 水泥基渗透结晶; 防水混凝土; 配合比

**中图分类号:** TU 74

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-4726(2022)10-1301-04

## MIX PROPORTION DESIGN AND RESEARCH OF WATERPROOF CONCRETE MIXED WITH CEMENT-BASED WATER REPELLENT AGENT

ZHANG Wan<sup>1</sup>, HAN Chao<sup>2</sup>, DUAN Yao-peng<sup>1</sup>, LIU Zhi-yin<sup>1</sup>

(1. BCEG Advanced Construction Materials Co., Ltd., 100015, Beijing, China; 2. Beijing Construction Engineering Group Co., Ltd., 100055, Beijing, China)

**Abstract:** Leakage is a common quality fault in construction engineering, especially the waterproof of basement exterior wall and bottom plate is the difficulty of construction quality control. In this paper, from the mix of waterproof concrete design, by mixing cement-based osmotic crystallization waterproof agent, to improve the waterproof concrete impermeability grade, at the same time, the cement-based osmotic crystallization waterproof agent research, find out the appropriate dosage, make it achieve the purpose of saving time and cost, in order to promote the use of subsequent.

**Keywords:** cement-based permeable; waterproof concrete; mix proportion

衢州市文化艺术中心和便民服务中心项目地下室建筑面积约 10.5 万 m<sup>2</sup>, 防水等级为一级, 混凝土等级 C35P8, 采用混凝土结构自防水+水泥基渗透结晶混凝土自愈合防水剂。按照 14CJ54《膨内传防水系统构造》, 防水剂按照水泥用量的 0.8%~1.5%, 在混凝土拌制时, 随骨料加入搅拌仓内。该材料虽在国内已有应用, 但相关研究还不够充分, 在工程应用时, 还需通过试验检验其对混凝土拌合物相关性能的影响, 以满足现场施工需要。

### 1 配合比试验

#### 1.1 原材料

##### 1.1.1 水泥

水泥选用普通硅酸盐水泥, 要求水泥质量稳定。

##### 1.1.2 矿物掺合料

(1) 粉煤灰: 选用 F 类 II 级粉煤灰, 应符合国家现行标准 GB 1596—2017《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》的规定。

(2) 矿渣粉: 选用 S95 级粒化高炉矿渣粉, 应

符合国家现行标准 GB/T 18046—2017《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》的规定。

##### 1.1.3 混凝土外加剂

外加剂为聚羧酸高效减水剂, 该产品能有效改善混凝土的和易性。

##### 1.1.4 混凝土膨胀剂

膨胀剂为 II 型膨胀剂, 应符合国家现行标准 GB/T 23439—2017《混凝土膨胀剂》的规定。

##### 1.1.5 防水剂

选用渗透结晶型防水产品, 应符合国家现行标准 GB 18445—2012《水泥基渗透结晶型防水材料》的规定。

##### 1.1.6 机制砂

机制砂细度模数控制在 2.7~3.0。依据 JGJ 52—2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》检验, 测试结果符合标准。

##### 1.1.7 石子

石子选用 5~31.5 mm 的碎石。根据 JGJ 52—2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》检验, 石子级配为 5~31.5 mm 连续级配, 各项数据指标均符合标准。

### 1.2 配合比设计

在配合比设计中, 在得到材料相关指标的基础上,

收稿日期: 2022-08-01

作者简介: 张弯 (1989—), 男, 浙江宁波人, 工程师, e-mail: 994314842@qq.com.

按照“最少水泥用量,最大堆积密度,水胶比适当”的原则,根据 JGJ55—2011《普通混凝土配合比设计规程》要求。通过正交法,配置不含防水剂的 C35P8 混凝土,使混凝土工作性能、抗渗性能、早期抗裂性能最优;在确定基准混凝土配合比情况下,考虑防水剂掺量、养护条件这两个因素,找出满足设计要求的防水剂的最优掺量,达到节约成本的目的,同时指导工程施工,设计结果见表 1,标准养护条件下试配见表 2,自然养护条件下试配见表 3。

表 1 试验配合比

影响因素		配合比设计								kg/m <sup>3</sup>
防水剂占水泥比例	养护条件	水	水泥	粉煤灰	矿粉	机制砂	碎石	膨胀剂	外加剂	防水剂
0	标准养护	180	276	42	67	900	851	34	8.37	0

表 2 标准养护条件下试配

试配编号	SY-1	SY-2	SY-3	SY-4	SY-5	SY-6
防水剂掺量	0	0.5%	0.8%	1.0%	1.2%	1.5%

表 3 自然养护条件下试配

试配编号	SY-7	SY-8	SY-9	SY-10	SY-11	SY-12
防水剂掺量	0	0.5%	0.8%	1.0%	1.2%	1.5%

### 1.3 试验结果

对表 1~表 3 中 12 种配合比拌合物分别进行工作性能及力学性能、抗渗性能测试,拌合物出机流动性良好,无离析泌水现象,试验结果见表 4。

表 4 标准养护和自然养护试配结果对比

试配编号	SY-1/7	SY-2/8	SY-3/9	SY-4/10	SY-5/11	SY-6/12
坍落度/扩展度/mm	225/530	215/525	210/520	210/520	200/510	185/500
2h 后坍落度/扩展度/mm	200/500	195/495	190/480	185/475	180/470	160/450
初凝/终凝时间/min	385/620	375/615	365/605	350/590	340/575	325/550
标准养护 7d/28d 强度/MPa	34.5/47.4	35.3/48.6	36.0/49.1	36.8/50.1	37.5/50.9	38.7/52.0
自然养护 7d/28d 强度/MPa	31.4/45.0	31.9/46.7	32.9/47.2	33.3/48.3	33.5/49.6	33.7/50.4
标准养护抗渗等级	P14	P16	P18	P21	P23	P26
自然养护抗渗等级	P12	P14	P15	P17	P18	P20

## 2 数据分析

### 2.1 不同防水剂掺量下混凝土拌合物坍落度和扩展度对比

不同防水剂掺量下坍落度对比如图 1 所示,不同

防水剂掺量下扩展度对比如图 2 所示。

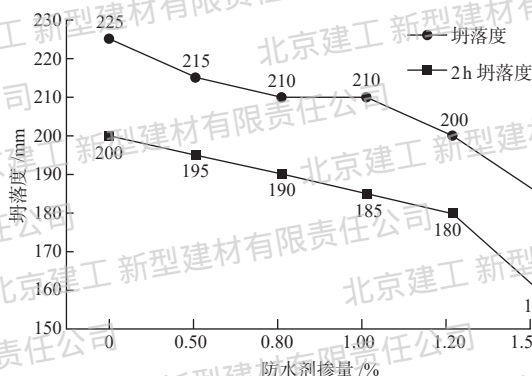


图 1 不同防水剂掺量下坍落度对比

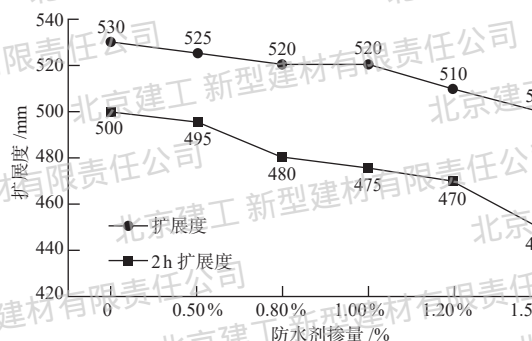


图 2 不同防水剂掺量下扩展度对比

(1) 随着混凝土配合比中防水剂掺量的增加,混凝土拌合物的坍落度越来越小,且 2h 坍落度损失呈现扩大趋势。

(2) 随着混凝土配合比中防水剂掺量的增加,混凝土拌合物的扩展度越来越小,且 2h 扩展度损失呈现扩大趋势。

### 2.2 防水剂掺量对混凝土强度影响分析

分析 7d 龄期和 28d 龄期的同条件养护(简称“同养”)、标准养护(简称“标养”)数据(图 3~图 6)。

(1) 从图 3、图 4 中可以看出,随着混凝土中防水剂掺量的增加,7d 和 28d 试块强度均有所增加,总体呈线性增长。

(2) 从图 3 中可以看出,不同防水剂掺量下,7d 同条件养护试块抗压强度增长幅度较标准养护试块抗压强度增长幅度为小。

(3) 从图 5 中可以看出,在标准养护条件下,随着混凝土内防水剂掺量的增加和龄期的增长,混凝土试块强度增长幅度较为接近。

(4) 从图 6 中可以看出,在同条件养护条件下,随着龄期的增长,混凝土内防水剂掺量大的试块,强度增长幅度较大。

### 2.3 不同防水剂掺量下对混凝土凝结时间的影响

试验中,在不同防水剂掺量下,实测混凝土拌合物的初凝时间和终凝时间,得到的结果如图 7 所示。



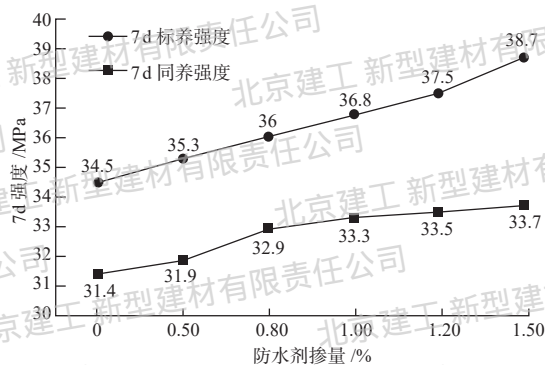


图3 不同防水剂掺量下7d强度对比

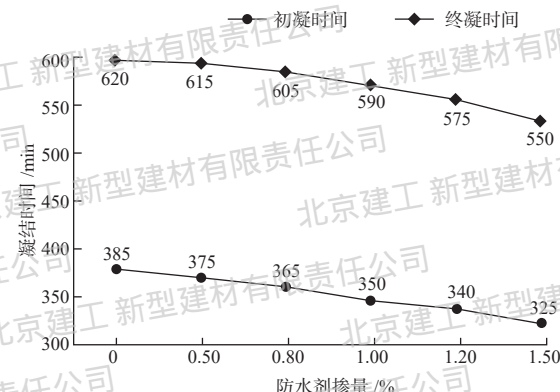


图7 不同防水剂掺量下拌合物凝结时间对比

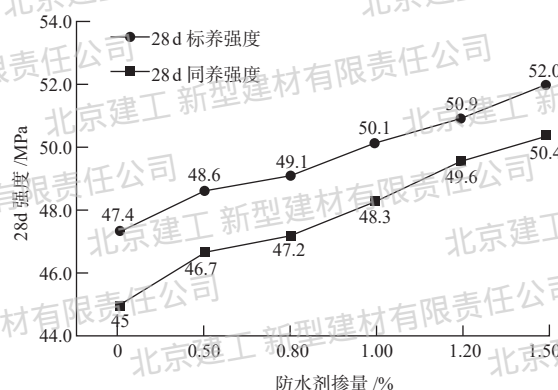


图4 不同防水剂掺量下28d强度对比

从图7中可以看出,随着防水剂掺量的增加,混凝土拌合物的初凝时间和终凝时间均呈下降趋势。

## 2.4 不同防水剂掺量、不同养护条件对混凝土抗渗性能的影响

不同防水剂掺量、不同养护条件抗渗性能对比如图8所示。

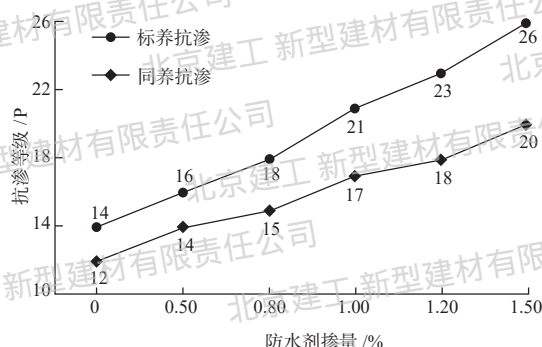


图8 不同防水剂掺量、不同养护条件抗渗性能对比

从图8中可以看出,标准养护试件的抗渗性能优于同条件养护试块的抗渗性能,并随着防水剂掺量的增加,这种差距逐步拉大。针对上述情况,在制订施工配合比时,需要重点控制防水剂对凝结时间、扩展度、坍落度经时损失的影响,故依据试验结果取防水剂掺量为水泥用量的1.0%,其与基础配合比的相关指标对比见表5。综合考虑经济因素,最终选用防水剂掺量适中,抗压强度和抗渗性能较优的SY-4,配合比见表6。

## 3 实际工程应用

2019年11月初,在衢州市文化艺术中心和便民服务中心项目上进行地下室外墙混凝土的浇筑,配合比严格按照SY-4执行,出机坍落度控制在220mm左右,到现场基本在180mm左右,到场混凝土和易性良好,满足相关要求。混凝土的浇筑及振捣、养

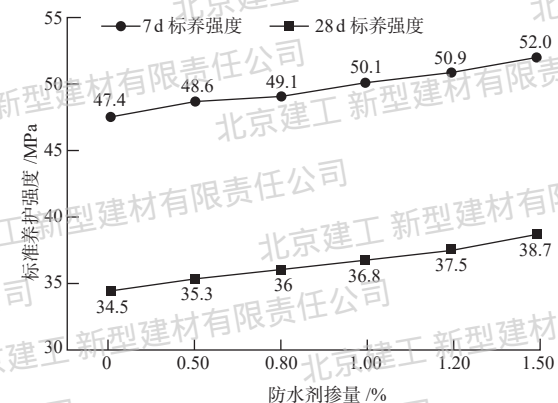


图5 不同防水剂掺量下7d和28d标准养护强度对比

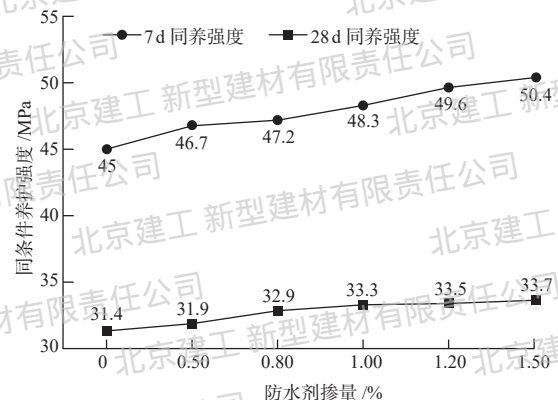


图6 不同防水剂掺量下7d和28d同条件养护强度对比

# 预填骨料混凝土配制方法探究

金鹭云, 孔凡敏, 任铁钺, 倪坤, 杨博文, 王杰之

(北京建工新型建材有限责任公司, 100015, 北京)

**摘要:** 各类混凝土具有不同的配制方法。基于预填骨料混凝土的特性, 采用体积法, 提出预填骨料混凝土的配制方法。通过试验验证, 采用该方法配制的预填骨料混凝土满足配制要求。在保证浆体流动性的前提下, 可以通过掺入矿物掺合料或细砂的方式提高预填骨料混凝土的抗压强度以及拌合物的表观密度。

**关键词:** 预填骨料混凝土; 配制方法; 体积法; 抗压强度; 表观密度

**中图分类号:** TU 74 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-4726(2022)10-1304-03

## RESEARCH ON PREPARATION METHOD OF PREFILLED AGGREGATE CONCRETE

JIN Lu-yun, KONG Fan-min, REN Tie-yue, NI Kun, YANG Bo-wen, WANG Jie-zhi

(BCEG Advanced Construction Materials Co., Ltd., 100015, Beijing, China)

**Abstract:** Various types of concrete have different preparation methods. Based on the characteristics of prefilled aggregate concrete, this paper proposes the preparation method of prefilled aggregate concrete by volume method. Through experimental verification, the prefilled aggregate concrete prepared by this method meets the preparation requirements. On the premise of ensuring the fluidity of the slurry, the compressive strength of the prefilled aggregate concrete and the apparent density of the mixture can be improved by adding mineral admixtures or fine sand.

**Keywords:** prefilled aggregate concrete; preparation method; volume method; compressive strength; apparent density

### 1 混凝土的不同配制方法

混凝土配合比设计需满足强度、和易性、耐久性以及经济性的要求。吴中伟提出了混凝土配合比设计的 4 项主要定则, 即水胶比、混凝土密实体积、最小单位用水量或最小胶凝材料用量以及最小水泥用量。

收稿日期: 2022-08-01

作者简介: 金鹭云 (1991—), 女, 辽宁鞍山人, 工程师, 硕士,  
e-mail: 904297186@qq.com.

目前, 不同种类混凝土采用不同的配合比设计方法。

(1) 普通混凝土的配合比设计方法<sup>[1]</sup>。普通混凝土配合比设计按照规范计算混凝土配合比, 一般采用质量法, 也可以采用体积法。

(2) 高性能混凝土的配合比设计方法<sup>[2]</sup>。Mehta 等提出的混凝土配合比设计方法中的浆体体积为  $0.35\text{ m}^3$ , 骨料用量的预估值为  $0.65\text{ m}^3$ 。法国路桥实验中心 (LCPC) 提出的方法在计算水灰比时应扣除

表 5 防水剂对基础配合比下混凝土拌合物相关指标影响

编号	坍落度 / 扩展度 / mm	2h 坍落度 / 扩展度 / mm	初凝时间 / min	终凝时间 / min
SY-1 (掺量 0%)	225/530	200/500	385	620
SY-4 (掺量 1.0%)	210/520	185/475	350	590
差值	15/10	15/25	35	30

表 6 配合比  $\text{kg/m}^3$

试配编号	水	水泥	粉煤灰	矿粉	机制砂	碎石	膨胀剂	外加剂	防水剂
SY-4	180	276	42	67	900	851	34	8.37	2.76

护依据施工规范进行, 施工人员按照分层浇筑和快插慢拔等相关方法操作。后期观测浇筑的外墙裂缝较少, 细微裂缝处有晶体渗出, 达到自愈合效果。

### 4 结束语

(1) 随着防水剂掺量的增大, 混凝土试件的强度有所提高。(2) 随着防水剂掺量的增大, 混凝土试件的抗渗性能有所增加。(3) 随着防水剂掺量的增大, 混凝土拌合物的凝结时间缩短, 坍落度和扩展度下降, 坍落度经时损失 (2h) 增加。(4) 防水剂的掺入, 对混凝土拌合物的泌水性影响不明显。(5) 防水剂的掺量宜为水泥用量的 0.8%~1.2%。

### 参考文献

- [1] 普通混凝土配合比设计规程: JGJ55—2011[S].
- [2] 普通混凝土拌合物性能试验方法标准: GB/T 50080—2016[S].
- [3] 地下工程防水技术规范: GB 50108—2008[S].
- [4] 地下防水工程质量验收规范: GB 50208—2002[S].