

# 新型混凝土防水剂的研究

朱华雄, 胡飞, 李琼

(武钢实业浩源化工有限公司, 武汉市 430082)

**摘要** 现代防水混凝土已普遍采用外加剂技术进行配制。本文介绍了一种新型高效复合防水剂 FDN-FS 的配制技术路线、防水机理、产品性能, 高性能防水抗渗混凝土的配制。该防水剂由由减水保塑组分、膨胀组分、引气组分和憎水组分复配而成。

**关键词** 防水剂; 减水剂; 防水混凝土; 抗渗性能

**Abstract:** Under the condition of widely using of concrete admixtures in compound of modern waterproof concrete, a kind of high-efficiency waterproof admixture (FDN-FS) is introduced in this paper on its synthesizing route, technical performance and waterproof mechanism.

**Key words:** waterproof admixture; water reducer; waterproof concrete; impervious capacity

## 1 前言

混凝土是一种脆性材料, 其抗拉强度低(约为抗压强度的  $1/10 \sim 1/20$ )、极限拉应变小(仅有  $0.02\% \sim 0.03\%$ )。当其在凝结硬化过程中, 由于干燥收缩、化学收缩、碳化收缩等原因引起体积收缩而产生的内应力超过其本身的抗拉强度时, 混凝土必然开裂, 其结构的抗渗性遭到破坏。因此, 建筑工程的抗渗防水, 是建筑物使用功能中的一项重要内容。据资料统计表明, 当前我国城市每年因建筑物的渗漏维修费用高达 12 亿元以上。

我国于 20 世纪 50 年代开发了级配集料防水混凝土, 配制时, 为了使粗细骨料级配达到理想的级配曲线要求, 要丢弃部分砂石, 费时费料, 难以在工程中推广应用。60 年代提出了富砂浆防水混凝土技术, 采用这种技术存在水泥用量大, 防水混凝土强度较低的缺点, 这两种技术未能从根本上解决混凝土存在的收缩开裂造成渗漏的问题。近年来, 随着人们对混凝土渗水原因认识的深化, 以及混凝土外加剂技术的进步, 开始采用外加剂来配制防水混凝土。

现代混凝土技术要求防水混凝土具有高抗渗性、高强度、可泵性等综合性能, 因此采用单一的塑化减水组分、憎水组分、膨胀组分或引气组分是难以满足工程质量要求的。这就有必要研制具有多组分、多功能的高效复合型防水剂。FDN-FS 复合型防水剂(以下简称 FDN-FS 防水剂)就是一种具有高效减水、保塑、早强、增强、微引气、憎水、微膨胀等功能的新型复合防水剂。

FDN-FS 防水剂已成功的在中建三局、交通部公路一局、中港二航局等单位承接的桥梁桥面、房屋屋面、工业民用

建筑基础、港口、大坝、蓄水池等各类抗渗防水工程中应用, 受到了用户的一致好评。FDN-FS 防水剂优良的技术性能和低廉的市场价格必将使其在防水混凝土工程中得到广泛的应用。

## 2 FDN-FS 防水剂的成分与防水作用机理

### 2.1 FDN-FS 防水剂的组成

FDN-FS 防水剂由减水保塑组分、膨胀组分、引气组分和憎水组分复配而成。FDN-FS 防水剂的减水保塑组分选用经过有机反应性高分子改性后的萘系高效减水剂, 它具有与水泥相容性好、减水率高、保塑效果好的特点。膨胀组分选用膨胀性能好, 对配制的混凝土坍落度损失影响小的矿物材料; 引气组分选用一种产生的气泡体积小而又稳定的有机表面活性剂, 它能使配制的混凝土含气量增加  $1\% \sim 1.5\%$ ; 憎水组分选用一种很强憎水性的有机物, 这种物质不影响混凝土的用水量和强度发展。

### 2.2 FDN-FS 防水剂的防水作用机理

#### 2.2.1 减水保塑作用

FDN-FS 防水剂的减水保塑组分具有较高的减水率, 其减水率可达 20% 左右, 可大幅度减少拌和水用量, 降低水灰比, 有效地分散水泥颗粒, 减少混凝土中的各种孔隙, 使混凝土的总孔隙率和孔径分布得到改善, 混凝土密实度提高, 提高了混凝土的早期强度和后期强度, 使混凝土的抗渗防水能力大大增强。

减水保塑组分中含有的反应高分子加入混凝土中后, 反应性高分子含有的酸酐和内酯等官能团在水泥水化产生的碱性介质中, 缓慢水解, 释放出具有很强活性的羟基和羧基

基团,可增大混凝土的流动性,降低坍落度的损失,从而保证FDN-FS防水剂能够配制大流态、经时坍落度损失小的预拌混凝土和泵送混凝土。

### 2.2.2 补偿收缩增密堵塞作用

膨胀组分加入混凝土中,不仅能和水泥水化产物生成钙矾石,引起体积膨胀、补偿收缩、强化密度结构,而且尚能生成丰富的凝胶体,进一步填充堵塞毛细孔道,阻断渗水通道,提高混凝土的抗渗防水能力。

### 2.2.3 引气抑制泌水作用

引气组分可产生均匀而微小的气泡,适宜的含气量可提高水泥浆的粘度,抑制沉降收缩和泌水的发生。这些气泡是非开放性的,由于气泡的阻隔,改变了毛细管的数量与特性,减少了混凝土的渗水通路,可改善混凝土的抗渗性能。

### 2.2.4 憎水阻渗作用

憎水组分的强憎水性,可提高气孔和毛细孔内表面的憎水作用,进一步提高抗渗性能。

## 3 FDN-FS 防水剂的性能

由于 FDN-FS 防水剂同时具有减水、早强、增强、微膨胀、抗渗防水等功能,因此 FDN-FS 防水剂按《砂浆、混凝土防水剂》标准 JC 474-1999,《混凝土减水剂》标准 GB 8076-1997 和《混凝土膨胀剂》标准 JC 476-1998 分别进行主要性能指标的检测,性能检测由武汉市混凝土检测技术服务中心进行,检验结果见表 1、表 2。

表 1 FDN-FS 防水剂匀质性检测结果

项 目	标准要求	检测结果	检测依据
含水量 %	5	3.48	JC 474-1999
总碱量 %	5	0.98	JC 474-1999
氯离子含量 %	5	0.13	JC 474-1999
氧化镁 ≤ %	5.0	1.42	JC 476-1998
细度	0.08 mm 筛余	10	JC 476-1998
%	1.25 mm 筛余	0.5	

表 2 FDN-FS 防水剂混凝土性能检测结果

项 目	标准要求		检测结果	检测依据	
	一等品	合格品			
净浆安定性	合格	合格	合格	JC 474-1999	
泌水率比 ≤ %	50	70	43	JC 474-1999	
减水率 ≥ %	12	10	20	GB 8076-1997	
抗压强度比 ≥ %	3 d	100 (Q30)	90 (Q25)	133	JC474-1999 (GB8076-1997)
	7d	110 (Q25)	100 (Q20)	129	
	28d	100 (Q20)	90 (Q15)	125	
渗透高度比 ≤ %	30	40	28	JC474-1999	
48 h 吸水 ≤ %	65	75	61	JC474-1999	
28 d 收缩率比 ≤ %	125	135	-75	JC474-1999	
限制膨胀率 %	水中	7 d ≥	0.025	0.026	JC 476-1998
		28 d ≤	0.10	0.036	
	空气中	28 d ≥	-0.020	-0.014	
抗压强度 ≥ MPa	7 d	25.0	45.4	JC476-1998	
	28 d	45.0	54.3		
抗折强度 ≥ MPa	7 d	4.5	6.9	JC476-1998	
	28 d	6.5	8.0		
钢筋锈蚀	应说明有无锈蚀危害		无	JC474-1999	

注:Q)FDN-FS 防水剂对水泥的掺量为 6%;Q)抗压强度比栏中括号内数据为 GB 8076-1997 高效减水剂标准要求。

从表 1、表 2 数据可以看出,FDN-FS 防水剂总碱量和氯离子含量低,掺入混凝土中不会诱发混凝土碱骨料反应和钢筋锈蚀,氧化镁含量也很低,净浆安定性好,配制的混凝土泌水量小,减水率高,达到 20%,大大高于 GB 8076-1997 高效减水剂一等品标准要求指标,早强、增强效果明显,掺 FDN-FS 防水剂的混凝土抗压强度值远远超过 JC 476-1998 标准要求,抗压强度比值同时满足 GB 8076-1997 高效减水剂一等品标准要求和 JC 474-1999 一等品标准要求,配制的混

土抗折强度高;有良好的膨胀性能,限制膨胀率满足 JC 476-1998 要求,有显著的防水抗渗效果。

## 4 高性能防水抗渗混凝土的配制

### 4.1 实验用材料

水泥:华新水泥厂生产的堡垒牌 525# 普通硅酸盐水泥。  
粉煤灰:湖北阳逻电厂生产的 I 级粉煤灰。  
细集料:湖北巴河中砂,细度模数为 2.8,含泥量 0.7%。

粗集料:湖北武穴石灰石,粒度 5~20 mm,连续级配,压碎值 8.8%,含泥量 0.6%

### 4.2 实验

JC474—1999 标准中采用渗透高度比、48 h 吸水量比等

表 3 FDN—FS 防水剂配制高性能抗渗防水混凝土配合比及其性能

序号	水泥	粉煤灰	砂	石	水	外加剂	坍落度 $\delta$ mm		抗压强度 MPa		膨胀率 $\delta \times 10^{-4}$			抗渗标号
							0 min	150 min	3 d	28 d	3 d	7 d	28 d	
I	460	60	695	1055	174	4.16 (FDN—1)	230	130	41.2	65.7	-0.35	-0.69	-1.38	S22
II	439.2	60	695	1055	180	20.8 (FDN—FS)	230	175	39.4	63.5	1.05	1.30	1.44	S34
III	428.8	60	695	1055	175	31.2 (FDN—FS)	235	185	42.6	66.9	2.17	2.61	3.59	>S40
IV	418.4	60	695	1055	172	41.6 (FDN—FS)	230	190	37.1	59.8	2.65	3.28	4.96	>S40

注:(I)水泥、粉煤灰、砂、石、水及外加剂用量单位均为 kg  $m^{-3}$ ; (Q)第 I 组实验的 FDN—1 为本公司的萘系高效减水剂,对胶凝材料的掺量为 0.8%,第 II、III、IV 组实验的 FDN—FS 防水剂掺用量分别为胶凝材料的 4%、6%、8% (内掺替代同量的水泥); (G)第 III、IV 组实验的水压维持 4.0 MPa,试件仍未透水,考虑试验设备因素,试验终止。

由表 3 可见,FDN—FS 防水剂在 6%~8% 掺量时有较高的减水率(FDN—1 在 0.8% 掺量时按 GB 8076—1997 检测,减水率一般在 25% 左右),配制的高性能抗渗防水混凝土具有高的早期强度和后期强度,混凝土的坍落度经时损失小,150 min 后仍有 175 mm 以上,而掺萘系高效减水剂 150 min 后,混凝土坍落度只剩 130 mm,可见 FDN—FS 防水剂配制的混凝土可满足远距离输送和泵送要求。

由实验数据表明,掺加萘系高效减水剂 FDN—1 也能提高混凝土的抗渗性,而掺 FDN—FS 防水剂的混凝土的抗渗性能更得到明显增强。同时,掺 FDN—FS 防水剂的混凝土具有微膨胀性能,起到了补偿收缩的作用。

比较 II、III、IV 三组试件,可以发现,随着 FDN—FS 防水剂掺量的增加,混凝土的用水量减少,工作性增强,膨胀率增大,抗渗性能也增强,但强度在掺量超过 6% 后,有下降趋势。因此,综合考虑,FDN—FS 防水剂存在一个最佳掺量问题,由实验结果得出 FDN—FS 防水剂的最佳掺量在 6% 左右。

### 5 结论

(1)FDN—FS 防水剂是由不同功能的有机、无机材料复合而成的多功能新型优质防水剂,在胶凝材料掺量 6% 的条件下,减水率可达 20% 以上,3 d、28 d 混凝土抗压强度提高 25% 以上,泌水率小,具有良好的保塑性能,配制的混凝土抗渗标号可达 S40 以上,有微膨胀性能,对混凝土有补偿收缩的作用。

(2)混凝土渗水原因一是混凝土内部的孔隙;二是混凝土内部的微裂缝所致。前者采用减水增强和增密充填的方法来处理混凝土内部的孔隙;后者采用混凝土内掺膨胀组分,以发挥混凝土的自防水能力。FDN—FS 防水剂具有减水、增强、增密和微膨胀的功能,因此 FDN—FS 防水剂具有显著的

相对指标评价防水剂的抗渗性能。为了更直观地评价 FDN—FS 防水剂的抗渗性能,本实验采用测定掺 FDN—FS 防水剂混凝土的抗渗标号。实验结果见表 3。

抗渗防水效果。

(3)FDN—FS 防水剂氯盐含量和总碱含量极低,对钢筋无锈蚀,不会诱发混凝土的碱集料反应,FDN—FS 防水剂配制的抗渗防水混凝土具有坍落度经时损失小,混凝土无收缩,强度高的性能。FDN—FS 防水剂可满足现代混凝土工程施工提出的高工作性、高强度、高耐久性的要求。

### 参考文献:

- [1] 管斌君,吕林女. 新型抗裂防渗材料的研制. 武汉混凝土, 2000(4):12-15.
- [2] 李世秋,黄钊. 防水混凝土评述. 混凝土,1998(3):36-39.

收稿日期:2002-04-30

单位地址:武汉市青山区工人村凤凰山

联系电话:027-86515573

### 液体瓷

液体瓷是由美国国际永凝公司推出的新产品,具有相当好的绝热性能,目前已引进国内。液体瓷为无毒、水基丙烯酸涂料,具有良好的耐久性。可应用于蒸汽管道、锅炉、通风管、建筑等的保温隔热。该产品具体的性能指标为:拉伸强度 1.9 MPa,断裂伸长率 356%,0.3 / MPa30 min 不透水,粘结强度 1.7 MPa,太阳辐射能反射率 0.83。该产品能用滚、涂、刷、喷等方式施用于建筑表面,粘结性能好,并且具有价格优势。

联系电话:010-68164840 (刘惠芬)