

文章编号: 1004-3918(2004)06-0832-04

# 聚丙烯纤维、膨胀剂、减水剂、防水剂和掺合料在应用上的区别

李美利

(河南省建筑科学研究院,河南 郑州 450053)

**摘要:** 根据对掺有膨胀剂、减水剂、防水剂和掺合料混凝土的抗渗性能测定结果表明,应针对工程中所用混凝土的不同种类、不同强度等级,来选择不同的材料改善混凝土的抗裂抗渗能力。

**关键词:** 混凝土;聚丙烯纤维;膨胀剂;减水剂;防水剂;掺合料

**中图分类号:** TU 528.042 **文献标识码:** A

聚丙烯纤维、膨胀剂、减水剂、防水剂以及掺合料对混凝土的抗裂抗渗性能有重要的影响,但其作用的机理,适用范围有较大的区别,不能不根据工程的具体情况随意采用上述材料。目前实际应用上存在的主要问题有:一是用防水剂,一般是不论混凝土的等级是多少,不论是否是大体积混凝土,既然防水,就用防水剂;二是用膨胀剂,只要有抗渗要求的都要使用膨胀剂;三是不管设计是否考虑补偿收缩,因为掺减水剂和掺合料的混凝土,混凝土抗渗等级一般都能达到 P6, P8, 所以有些单位认为掺了减水剂和掺合料混凝土的抗渗等级已经提高了很多,不需用防水剂、膨胀剂了<sup>[1]</sup>。本文对不同强度等级和使用不同材料的混凝土的渗透性进行了研究。

## 1 试验原材料

水泥:平顶山星峰集团产 P.O 32.5, 28d 实测抗压强度为 38.78MPa。砂子:叶县产中砂,细度模数 2.6。碎石:新密产石灰岩碎石, 5mm - 20mm 的连续粒级。膨胀剂:JY 抗裂膨胀剂 7d, 28d 抗压强度分别为 35.5MPa, 48.7MPa, 28d 水中, 空气中限制膨胀率分别为 0.043%, 0.011%。其他性能指标满足 JC476 - 1998《混凝土膨胀剂》的要求。减水剂:FN - 200 高效减水剂。减水率 20%, 7d, 28d 抗压强度比分别为 141%, 135%。防水剂:按照防水剂标准(JC474 - 1999 混凝土部分)对防水剂的试验结果列于表 1。掺合料:洛阳首阳山 I 级灰,其需水量比 91.0%, 烧失量 1.5%, 28d 抗压强度比 78.6%;济源钢铁公司产磨细矿渣,细度为 4500cm<sup>2</sup>/g。

表 1 防水剂主要性能指标

Table 1 The water-proofing agent main indexes

检测项目	标准要求(一等品)	检测结果	检测项目	标准要求(一等品)	检测结果	
抗压强度比(%)	3d	≥100	167	渗透高度比(%)	≤30	14
	7d	≥110	146	48h 吸水量比(%)	≤65	48
	28d	≥100	135	28d 收缩率比(%)	≤135	102

## 2 试验方案

### 2.1 试验配合比

试验采用 C20, C30, C40, C50 四个强度等级的配合比,设计试验的配合比见表 2。

### 2.2 试验过程

试验过程参照国标 GBJ82 - 85《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》进行:试验水压从 0.1MPa 开始,以后每隔 8h 增加 0.1MPa,对 C20, C30 混凝土水压加到 1MPa,持续 8h 后,测定渗水高度;对于 C40, C50 混凝土,水压加到 2MPa,持续 8h 后,测定渗水高度。

收稿日期:2004-06-12

• 基金项目:建设部科技攻关资助项目(01-2-006)

作者简介:李美利(1964-),男,河南辉县人,河南省建筑科学研究院高级工程师,硕士。

### 3 试验结果及分析

表3给出了各组试验的平均渗水高度结果。

表2 混凝土配合比(混凝土材料用量:kg/m<sup>3</sup>)

Table 2 Concrete mix proportion (The quantity of every components of concrete:kg/m<sup>3</sup>)

组号	混凝土 强度等级	W C+F+SLG	水 (W)	水泥 (C)	粉煤灰 (F)	磨细矿渣 粉(SLG)	砂 (S)	石 (G)	外加剂的名称
A1									1% (FN-200)
A2	C20	0.53	160	270	30	0	780	1130	6% (防水剂)
A3									1% (FN-200) + 10% (抗裂膨胀剂)
B1									1% (FN-200)
B2	C30	0.45	163	300	60	0	740	1130	6% (防水剂)
B3									1% (FN-200) + 10% (抗裂膨胀剂)
C1									1% (FN-200)
C2	C40	0.41	165	340	60	0	720	1115	6% (防水剂)
C3									1% (FN-200) + 10% (抗裂膨胀剂)
D1									1% (FN-200)
D2	C50	0.38	170	370	0	80	700	1110	6% (防水剂)
D3									1% (FN-200) + 10% (抗裂膨胀剂)

表3 混凝土渗水高度比较

Table 3 The comparison of the permeation height of water of concrete

组号	F <sub>cu,28</sub> (MPa)	所加的水压 (MPa)	平均渗水高度 (cm)	组号	F <sub>cu,28</sub> (MPa)	所加的水压 (MPa)	平均渗水高度 (cm)
A1	24.1		10.7	C1	48.1		4.5
A2	20.3	1.0	4.0	C2	47.1	2.0	5.0
A3	26.7		8.8	C3	49.1		2.5
B1	35.7		6.0	D1	54.7		2.0
B2	34.2	1.0	1.7	D2	53.7	2.0	1.6
B3	37.8		3.8	D3	56.2		1.85

从表3可以看出:对于C20和C30混凝土同样的配合比,同样的水压,掺复合防水剂的平均渗水高度要比单掺减水剂或加减水剂和抗裂膨胀剂的混凝土要低的多。而加减水剂和抗裂膨胀剂的混凝土又比只掺减水剂的混凝土渗水高度要低,但小的幅度是有限的。这是因为在C20和C30混凝土中,由于水灰比较大,混凝土大孔和毛细孔很多,因而抗渗能力低。尽管减水剂能够分散水泥颗粒,减少大孔、毛细孔的数量,但是效果是有限的,所以远不如掺防水剂的效果显著。同样的道理,掺抗裂膨胀剂产生的钙矾石凝胶也能填充一些毛细孔隙,但由于混凝土中大孔和毛细孔太多,因而效果也是有限的。

从表3还可以看出:对于C40和C50掺防水剂的混凝土,单掺减水剂的混凝土以及减水剂和抗裂膨胀剂双掺的混凝土三者的平均渗透高度相差并不显著,减水剂和抗裂膨胀剂双掺的混凝土抗渗能力更强一些。这主要是因为对于C40和C50这样强度等级较高的混凝土,混凝土的大孔和毛细孔较少,混凝土的密实度较高,这是单掺防水剂与单掺减水剂以及减水剂和抗裂膨胀剂双掺的情况相比就不突出了。三种方法均能大大提高混凝土的抗渗能力,但是三种方法彼此差别并不显著。

## 4 聚丙烯纤维、抗裂膨胀剂、减水剂、防水剂和掺合料的作用机理

### 4.1 聚丙烯纤维

聚丙烯纤维以单位体积内较大数量均匀分布于混凝土内部,在混凝土内部构成一种均匀的三维随机网络体系,起到了支撑集料的作用,有效防止和抑止混凝土的离析倾向,减少混凝土表面的泌水,提高混凝土的抗拉强度,从而大大减少和抑止混凝土塑性裂缝的产生。

### 4.2 抗裂膨胀剂

抗裂膨胀剂为生成钙矾石的膨胀剂,抗裂膨胀剂在膨胀过程中,由于钢筋和混凝土之间有一定的握裹力,所以混凝土必然和钢筋同时一起膨胀。也就是钢筋由于混凝土膨胀受到一定的拉应力而伸长,混凝土的

膨胀则因为钢筋的限制,而受到相应的压应力。以后,即使经过干缩,但还不能使膨胀值全部抵消,尚有一定的剩余膨胀,不但能减轻开裂现象,而且更重要的是外界因素对混凝土所产生的拉应力,可以为预先具有的压应力所抵消,而将混凝土的实际拉应力减小至极低的数值,因而有效的克服了混凝土抗拉强度差的缺陷,也即膨胀混凝土在限制条件下,在混凝土中建立一定的预应力,改善了混凝土内部的应力状态,从而提高了混凝土的抗裂能力。

JC476-2001《混凝土膨胀剂》标准规定,用40mm×40mm×160mm胶砂试件测定膨胀剂水中及干空气中的限制膨胀率,φ4mm限制钢筋;GBJ119规范规定,用100mm×100mm×300mm试件测定补偿收缩混凝土的水中14d限制膨胀率,φ10mm限制钢筋,两者的配筋率为0.785%,依下式计算膨胀导入的自应力值:

$$\delta = \mu \cdot E \cdot \epsilon_r \quad (1)$$

式中: $\delta$ —自应力值,MPa; $\mu$ —配筋率,%; $E$ —钢筋弹性模量, $1.96 \times 10^5$ MPa; $\epsilon_r$ —测得的限制膨胀率,%。

根据公式(1)计算当 $\epsilon_r = 1.30 \times 10^{-4}$ 时, $\delta = 0.2$ MPa;当 $\epsilon_r = 4.55 \times 10^{-4}$ , $\delta = 0.7$ MPa。根据该公式可以看出,要产生足够的 $\delta$ ,先决条件是要产生足够的 $\epsilon_r$ ,同时足够的 $\mu$ 是必要条件。计算可知,设 $\epsilon_r$ 为 $2.5 \times 10^{-4}$ ,当 $\mu$ 为0.5%时, $\delta$ 为0.25MPa, $\mu$ 为1.5%时, $\delta$ 为0.74MPa。

另外,在水硬化过程中,膨胀结晶体(如钙矾石)起到填充、切断毛细孔缝作用,使大孔变小孔,总孔隙率减少,改善混凝土的孔分布,从而提高了混凝土的抗渗能力。

#### 4.3 高效减水剂

在混凝土中掺入高效减水剂,减水可达20%或更高。减水剂是表面活性物质,吸附在水泥颗粒表面起到对颗粒的润滑作用,同时因为吸附为定向吸附,使颗粒之间产生电斥力而使水泥颗粒团高度分散而起到减水增塑的目的,使混凝土在保持坍落度相同的情况下,大大减少混凝土的用水量,减少大孔、毛细孔的数量,从而大大提高混凝土的抗渗性。另外,混凝土中掺入减水剂后,即使在水灰比不变的情况下,也使水泥颗粒分散得更均匀。

#### 4.4 防水剂

防水剂除具有减水剂提高混凝土抗渗功能外,还具有憎水功能。它能减少硬化混凝土中由于毛细管作用而引起的水的通过能力,其主要作用在于使混凝土的表面及毛细管的内部表面,甚至表面下的一部分覆盖层有一定的憎水性。混凝土的憎水作用增强,渗水、吸水量也就会大幅度减少<sup>[2]</sup>。

#### 4.5 掺合料

在混凝土中掺入一定量的粉煤灰,除可降低混凝土成本外,其主要作用是大大改善混凝土性能,而关于粉煤灰对提高混凝土抗渗性能有利的文献数不胜数。一方面,由于掺入粉煤灰,混凝土中水泥用量及水胶比进一步降低,从而使混凝土密实性和抗渗性进一步提高;另一方面,粉煤灰可使混凝土内磨阻力减少,其强度,流动性和和易性大大提高,有利于泵送混凝土施工<sup>[3]</sup>。磨细后的矿渣微粉作为混凝土的独立组分不仅有利于水化作用和提高强度和密实度,而且还能减低孔隙率,改善孔结构,从而提高硬化混凝土的抗渗性,Celik Ozyildirim<sup>[4]</sup>在研究矿渣和硅灰掺入混凝土中对渗透性的影响时,得出结论:用矿渣作为胶凝材料的一部分比单纯用普通硅酸盐水泥作为凝胶材料配制的混凝土,其抗氯离子渗透的能力更高。

### 5 小结

当混凝土等级提高时,混凝土的水泥用量提高了,混凝土本身的化学收缩和水化热造成的收缩渐渐变得显著。这时可能会引起开裂,这是应该值得注意的。因为一旦开裂,混凝土能达到的抗渗等级再高也是没有用的。聚丙烯纤维、膨胀剂、减水剂、防水剂以及掺合料是能解决防水问题的有效工具,而到底怎么用更经济,更合理就要具体问题具体分析。聚丙烯纤维可以有效的抑制和减少混凝土的塑性收缩裂缝,减少有害裂缝的形成,从而起到抗裂作用,防止裂缝的扩展。聚丙烯纤维和膨胀剂虽然在混凝土中都起防止裂缝产生和扩展的作用,但它们的作用机理、有效时间和需要的条件是明显不同的。因此聚丙烯纤维不能完全取代膨胀剂,膨胀剂也不能取代聚丙烯纤维。从某种意义上讲,他们的作用是互补的。选择那种防裂材料取决于工程结构部位的具体要求和需要达到什么样的防裂目的。

对C20,C30的P6,P8级抗渗混凝土,没有其它特殊要求,就可以简单的只用减水剂和掺合料,这样配制的混凝土既简单方便,又十分经济。如果是低强混凝土,有的甚至要求不低的抗渗等级,这时掺防水剂是很

合适的。如果对 C40, C50 混凝土或更高强度等级的混凝土, 因为混凝土自身的抗渗能力已经足够, 可以不掺防水剂, 可直接用减水剂和掺合料。当然考虑掺膨胀剂也是很合适的。但是若设计从结构上考虑需补偿收缩混凝土, 任何时候都要掺膨胀剂, 不能随意用别的方法替代。

#### 参考文献:

- [1] 周玉华. 减水剂、防水剂、膨胀剂在应用上的区别[J]. 混凝土, 2001, (6): 29 - 30.
- [2] 迟培云, 曲兆东, 张蕾. CW 系列高性能防水剂的研究与应用[J]. 混凝土, 2002, (7): 60 - 62.
- [3] 赵全振, 娄康乐. 三掺技术在防水混凝土工程中的应用[J]. 混凝土, 2003, (2): 52 - 57.
- [4] Celik Ozyildirim. Laboratory Investigation of Low - Permeability Concrete Containing Slag and Silica Fume[J]. ACI Materials Journal, 1994, 91(2): 197 - 202.

## The Difference of Polypropylene Fiber, Expansive Agent, Water-reducing admixture, Water Proofing agent or additive on their application

LI Mei-li

(Henan Building Research Institute, Zhengzhou 450053, China)

**Abstract:** According to the test results of the concrete adding expansive agent, water-reducing, admixture, water-proofing agent or additive, it is proposed that should choose difference materials to improve the cracking resistance and impermeability of the concrete for concrete different kinds and strength grade.

**Key words:** concrete; polypropylene fiber; expansive agent; water-reducing admixture; water-proofing agent; additive