

# JM-Ⅲ抗渗防裂剂与聚丙烯纤维 在商品混凝土中的复合应用

徐铮澄

(常州建筑工程材料供应有限公司, 江苏 常州 213001)

**[摘要]** JM-Ⅲ抗渗防裂剂与聚丙烯纤维混凝土在地下人防工程上复合应用, 效益较好, 起到了消除裂缝、提高抗渗性的作用。同时, 对于解决地下室墙板容易开裂这一全国性难题, 也是一个实际的参考。

**[关键词]** 聚丙烯纤维; 纤维混凝土; 地下室墙板; 抗渗性

**[中图分类号]** TU528.042 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1002-3550(2004)09-0049-02

## Composition of JM-Ⅲ impermeability crack resistance and polypropylene fiber in ready-mixed concrete

XU Zheng-cheng

(Changzhou Building Engineering Materials Supply Co. Ltd., Changzhou 213001, Jiangsu, China)

**Abstract:** Composition of JM-Ⅲ impermeability crack resistance and polypropylene fiber in concrete for underground civil air defence shelter is effective to eliminate cracking and improve impermeability. Meanwhile, this method is a good reference to all problems about basement wall slab in China.

**Key words:** polypropylene fiber; fiber concrete; basement wall slab; impermeability

### 1 前言

对于地下人防工程来说, 在确保结构安全的前提下, 防渗漏是首先要解决的质量难题。然而随着混凝土施工技术的发展, 泵送混凝土的大量应用, 混凝土坍落度大大增加, 单位用水量和水泥用量随之增加, 再加上混凝土强度等级的提高, 使得混凝土的收缩也随之增大, 这就不可避免地使混凝土收缩开裂的几率大增。因此, 在地下工程的施工中, 特别是在地下室混凝土墙板的施工中, 解决防裂抗渗问题成了一大难点和焦点, 而且这一问题似乎在全国也是一大顽症。

位于常州市中心的怀德广场地下人防工程为常州市的一个标志性工程。该工程地上是一个供市民休闲的城市花园广场, 地下为人防工程。地下室分上下两层, 建筑面积约 20000 平方米。设计采用 C30P8 抗渗混凝土。混凝土总量约 12000 立方米, 全部采用商品混凝土泵送浇筑。商品混凝土由我公司供应。

在讨论混凝土施工方案时, 建设、设计、监理和施工单位对采用何种抗渗防裂材料, 一时拿不定主意。因为按照通常的做法, 常州市市场上绝大多数地下室工程大多采用在混凝土中掺加 JM-Ⅲ 抗渗防裂剂, 依靠 JM-Ⅲ 中的膨胀组分与水泥水化产物发生二次反应, 利用此二次水化产物的膨胀作用来抵消混凝土的早期收缩, 达到防止混凝土开裂的目的。然而, 人所共知, 要使 JM-Ⅲ 能在混凝土中产生膨胀作用, 最关键的一点是混凝土结构所处的环境必须要有水, 且还必须保持相当长的一段时间, 这方面已有相当多的文章报道。而地下室墙板混凝土在浇筑完毕后, 是很难进行保水养护的, 一些施工单位往往都是

浇筑后二至三天即拆膜, 拆模后大多不会再去管它, 即使浇水也是干干湿湿。这种养护法, JM-Ⅲ 的膨胀功能是无法得到发挥的。这也就是地下室墙板工程为什么混凝土中掺加了 JM-Ⅲ 后仍然开裂甚至更严重的症结所在。当然也有一些工地为了使混凝土得到较好的水养护, 在混凝土浇筑二至三天时, 把模板撬开一条缝, 从上面灌水, 以为这样做肯定够保水的了。殊不知水是有了, 却带来了另一个更为严重的后果——温差裂缝产生了。混凝土刚浇筑二至三天, 正处于放热高峰, 冷水一激, 内外温差迅速形成, 此时混凝土强度还很低, 十之八九开裂。

为此, 本工程建设单位领导从尝试采用新材料新技术的角度出发, 决定采用 JM-Ⅲ 抗渗防裂剂的同时再掺入聚丙烯纤维, 要求我们混凝土供应单位做好试验工作。

### 2 原材料、配合比与试验结果

#### 2.1 原材料

- (1) 水泥: 盘固水泥公司 32.5 普通硅酸盐水泥。
- (2) 粉煤灰: 谏壁电厂 II 级粉煤灰。
- (3) 石子: 石英碎石, 5mm~31.5mm 连续级配。
- (4) 砂: 长江中砂, 细度模数 2.4。
- (5) 减水剂: 常州建科产萘系高效减水剂, 代号为 JK404。
- (6) 膨胀剂: 江苏省建科院产 JM-Ⅲ。
- (7) 聚丙烯纤维: 常州产网状聚丙烯纤维, 性能见表 1。

#### 2.2 混凝土配合比与试验结果

我们设计了单掺高效减水剂、高效减水剂 + 纤维和单掺 JM-Ⅲ 三种试验方案, 以检验其对混凝土坍落度、强度和抗渗

性的影响。抗渗试验水压从 0.4MPa 开始,以后每隔 8 小时增加 0.1MPa 的水压,直至水压达到 1.2MPa 停止,劈开试件测量水的渗透高度。混凝土配合比情况见表 2,试验结果见表 3。

表 1 网状聚丙烯纤维的性能

纤维形状	片状网形丝	相对密度	0.9g/cm <sup>3</sup>
纤维长度	19mm	断裂伸长率	≥15%
吸水性	无	抗酸性	强
抗拉强度	≥350MPa	弹性模量	≥3500MPa
燃点	590℃	熔点	165℃~170℃

表 2 混凝土试验配合比 kg/m<sup>3</sup>

编号	JK404	纤维	JM-Ⅲ	W	C	S	G	Fa
1	5.37	—	—	180	358	714	1118	40
2	5.37	0.9	—	188	358	714	1118	40
3	—	—	25	168	358	714	1118	40

表 3 试验结果

编号	坍落度	7 天抗压强度 /MPa	28 天抗压强度 /MPa	28 天抗折强度 /MPa	28 天劈拉强度 /MPa	平均渗透高度 /mm
1	180	24.0	40.6	4.58	2.55	68
2	180	23.1	40.4	4.65	3.03	30
3	185	33.4	52.0	4.78	3.01	45

由表 2、表 3 可见,混凝土掺加网状聚丙烯纤维后,为了达到相同的流动性,必须增加单位用水量,而混凝土的粘聚性也增加,混凝土的离析状况得到明显改善,混凝土的抗压强度略有下降,抗折强度略有提高,劈拉强度则有较大提高。而掺 JM-Ⅲ后,混凝土的抗压强度明显高出许多,所以抗折和劈拉强度比单掺高效减水剂的高,与纤维混凝土相当。掺加聚丙烯纤维混凝土的抗渗性有明显的提高,这主要得益于聚丙烯纤维有效地抑制了混凝土早期干缩微裂及离析裂纹的产生与发展,有效地减少了连通裂缝的产生,从而提高了自身的抗渗性能<sup>[1]</sup>。

### 3 聚丙烯纤维的阻裂作用

混凝土是抗压性能良好而抗拉性能很差的材料,其极限拉伸应变很小,因而极易产生裂缝。用仪器探测可知,在硬化后的混凝土内部,尤其是在胶结材料与骨料的界面上总是存在大量的微观裂缝,其分布是随机的。这些裂缝在外界荷载作用下或环境改变时会发展成为裂缝(宏观裂缝)。聚丙烯纤维掺入混凝土中所起的阻裂作用可分为两个阶段:一是在混凝土硬化前(塑性混凝土)的阻裂作用;二是在硬化混凝土中的阻裂作用。

### 3.1 混凝土硬化前

均匀散布的聚丙烯纤维在混凝土中呈三维网络结构,在一定程度上支撑着骨料,阻止粗、细骨料的沉降,能有效地防止和抑制混凝土的离析倾向,减少混凝土表层裂缝的产生。同时,当混凝土中的水分蒸发时,聚丙烯纤维能承受由于混凝土的收缩而产生的拉应力,减少裂缝的产生与发展。

### 3.2 混凝土硬化后

混凝土在空气中凝结硬化,会产生干燥收缩,一般水泥用量越多,用水量越大,周围空气湿度越小,干缩量也就越大。当混凝土结构内产生的拉应力超过混凝土的抗拉强度时,混凝土就会产生裂缝。同样当温度变化时,处在约束状态下的混凝土结构内部也会产生温度拉应力,从而也会使混凝土产生裂缝。聚丙烯纤维呈三维网状结构,可降低微裂缝尖端的应力集中,防止微裂缝的扩展和连通裂缝的出现,从而达到阻裂作用<sup>[2]</sup>。

### 4 聚丙烯纤维混凝土的搅拌与填加

聚丙烯纤维混凝土采用强制式搅拌机搅拌,搅拌时间适当延长,我们由原来的每盘 45 秒延长到 1 分钟。从拌出的混凝土来看,已是很均匀了。计量和填加则采用定量包装,人工填加。由于聚丙烯纤维每立方米混凝土掺加 0.9 公斤,分量较轻,所以工人的劳动强度不大;无毒无味,对工人身体也没有任何伤害。所以聚丙烯纤维的填加还是比较方便的。

### 5 工程施工应用情况

本工程共计浇筑了 12000 余方混凝土,消耗聚丙烯纤维 11 吨多,总体上来说,情况良好,不管是底板还是墙板,或者是中间的结平层,都未发现明显的裂缝,即使结平层有一些不规则的短小裂缝,也都是出现在施工人员踩的脚印低洼处。

本工程我们试验室共计制作抗压试块 86 组、抗折试块 12 组、劈拉试块 35 组、抗渗试块 10 组。抗压强度平均值为 41.9MPa,标准差 4.0MPa;抗折强度平均值为 5.45MPa,标准差 0.9MPa;劈拉强度平均值为 3.06MPa,标准差 0.4MPa,混凝土抗渗等级均大于 P12。

#### [参考文献]

- [1]王瑞兴,等.聚丙烯纤维对混凝土性能的改善研究[J].混凝土与水泥制品,2004,(1).
- [2]肖芳,等.聚丙烯纤维在泵送混凝土中的应用[J].混凝土,2003,(11).

[作者简介] 徐铮澄,1962 年生人,男,高级工程师,总工程师。  
 [单位地址] 常州市兰陵路工人新村 432 号,常州建筑工程材料供应有限公司(213001)  
 [联系电话] 13961296289

[作者简介] Sven M. F. Asmus,1970 年生人,男,德国国籍,博士,有机化学专业;杨健英,1970 年生人,女,硕士,工业化学专业。  
 [单位地址] 上海闵行开发区黄坪路 180 号(200245)  
 [联系电话] 021-34051142;021-64300944 \* 836

·上接第 21 页·

- [11]岩清水隆.针对承包商提出的建筑施工技术要求所提出的混凝土泵送性的研究报告,(株)竹中工务店大阪本店建筑技术部。
- [12] V. K. Bui, D. Montgomery, I. Hinczak, K. Turner, Rapid testing method for segregation resistance of self-compacting concrete, Cement and Concrete Research 32(2002):189-1496.