

聚丙烯纤维防水混凝土的应用

李美利

(河南省建筑科学研究所, 450053)

[摘要] 本文介绍了宏达高层住宅楼工程地下室基础混凝土的施工。通过使用聚丙烯纤维、抗裂剂、粉煤灰及高效减水剂混掺技术,混凝土的抗裂防渗能力获得了显著提高,具有一定的推广应用价值。

[关键词] 聚丙烯纤维;抗裂剂;粉煤灰;高效减水剂;混掺技术;抗裂;防渗

[中图分类号] TU528.572 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1001-523X(2003)11-0049-02

APPLICATION OF POLYPROPYLENE FIBER WATERPROOF CONCRETE

Li Mei-li

[Abstract] In this article, the author presents the construction of basement foundation concrete in Hongda high-rise. By blending polypropylene, crackproof agent, fly ash and high-performance water-reducing agent, the cracking resistance and permeability reducing of concrete are obviously improved. There is the given value of popularizing and application.

[Keywords] Polypropylene; Crackproof agent; Fly ash; Blending technology; High-performance water-reducing agent; Cracking resistance; Permeability reducing

1 工程概况

农行宏达高层住宅楼工程地下一层,层高3.6 m,地上16层,高52.8 m,总建筑面积14520 m²,其中地下室约1300 m²,工程为剪力墙结构,其中地下室筏板厚1200 mm,墙厚200 mm。混凝土设计强度等级为C30,抗渗等级P8。

2 该工程特点

- a) 筏板厚度大:筏板厚度为1200 mm,属大体积混凝土。
- b) 混凝土浇筑量大:基础尺寸为67.4 m × 18.2 m,混凝土总方量为1500 m³。
- c) 使用商品混凝土,泵送施工。
- d) 该混凝土施工在冬季,郑州的气温较低,相对湿度更是较小,造成混凝土的内外湿度梯度和温度梯度较大,极易导致混凝土开裂。

为了保证地下部分不开裂,不渗水,同时混凝土强度等级满足C30,抗渗等级达到P8,筏板混凝土采用了掺聚丙烯纤维、JY抗裂剂、粉煤灰和高效减水剂。

3 4种材料的作用机理分析

a) 混凝土在硬化过程中,初期由于水和水泥反应生成结晶体,水泥水化前后反应物和生成物的平均密度不同,反应形成了结晶体的体积比原材料的体积要小,因此引起混凝土体积的收缩,混凝土的这种收缩叫自生收缩;另外混凝土的沉降收缩以及新浇筑的混凝土,当水的蒸发速度大于泌水速度,混凝土就会收缩,当这些早期收缩引起的拉应力大于混

凝土的抗拉强度时,混凝土就会开裂。实际施工中,由于没有采取有效的抗裂措施,混凝土固有的微裂缝在内外应力的作用下发展成为更大的裂缝,以至于最终造成贯通的毛细孔道及裂缝。

由于聚丙烯纤维以单位体积内较大的数量均匀分布在混凝土中,通过计算1 m³混凝土中掺加聚丙烯纤维0.9 kg计算,则每立方米混凝土中的聚丙烯纤维总长度为6.22 × 10⁵ m,这样每立方米混凝土中长度为15 mm的聚丙烯纤维就有4147万根,聚丙烯纤维的表面积将达到880 m²。这样多的纤维能在混凝土中构成一种均匀的三维乱向网络体系,起到了支撑集料的作用,其作用效果是阻止了粗、细集料的沉降,即粗集料首先下沉,然后是细集料。由于聚丙烯纤维的存在,同时也减少了混凝土表面的析水。这种水、料分开的现象称为“离析”,“离析”导致混凝土表面层存在较多的水泥净浆或含有较细集料的水泥砂浆,使混凝土表面失水迅速而发生较大的收缩,从而导致混凝土表面出现较多的裂缝。由于抗拉纤维的加入可以有效防止和抑制混凝土的离析倾向,故而也就减少甚至完全阻止了混凝土表层裂缝的产生。由于聚丙烯纤维在塑性状态的混凝土中承受干缩而产生的拉应力,因而减少了裂缝的数量。同时,塑性状态的混凝土强度较低,当水分蒸发时,混凝土因干缩而产生拉应力,极易引起裂缝,而大量均匀分散在混凝土内部的纤维可承受此拉应力,减少与防止裂缝的产生和发展。而且混凝土内部的微裂缝在发展的过程中必然遭遇到纤维的阻挡,消耗了能量,纤维还可降低微裂缝尖端的应力集中,防止微裂缝的进一步发展,从而阻断裂缝,达到了抗裂的作用。

b) 混凝土中掺入一定量的抗裂剂拌制成收缩补偿混凝

收稿日期:2003-08-15

作者简介:李美利(1964-),男,河南辉县人,河南省建筑科学研究所第三研究所所长,高级工程师,毕业于重庆建筑工程学院混凝土及制品专业,本科,同济大学硕士研究生。

土,抗裂剂的限制膨胀率为 0.011%~0.043%,在钢筋和边界条件的约束下,可在混凝土中产生 0.2 MPa~0.7 MPa 的自应力,改善了混凝土的应力状态,可抵消由于混凝土的收缩和变形产生的拉应力,也即补偿混凝土的收缩,从而提高混凝土的抗裂抗渗能力。另外,膨胀剂在限制条件下可增加混凝土的强度,在水硬化过程中,膨胀晶体起到填充切断毛细孔缝的作用,使大孔变小孔,孔隙率减少,改善混凝土的孔结构分布,从而提高混凝土的抗渗能力。

c)混凝土中掺入一定量的粉煤灰,一方面,粉煤灰的掺入降低了混凝土的水泥用量和水胶比,降低了大体积混凝土的温升,从而减少了大体积混凝土的开裂,混凝土的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部摩擦阻力减少,其流动性和和易性大大提高,有利于泵送混凝土的施工。

d)在混凝土中掺入高效减水剂,减水可达 20% 或更高。减水剂是一种表面活性物质,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,使颗粒之间产生电性斥力而使水泥颗粒团高度分散而起减水增塑的目的,使混凝土在保持塌落度相同的情况下,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,也使水泥颗粒分散的更均匀,因而减少了大孔、毛细孔的数量,所以同样能显著提高混凝土的抗渗能力。

综上所述,掺加上述 4 种材料可以从不同方面,在混凝土凝结硬化的不同时期,极大地提高混凝土的抗裂抗渗能力,使混凝土达到自防水的目的。

4 混凝土所用原材料

水泥:长铝 P.O32.5 级,3 d,28 d 抗压强度分别为 21.4 MPa,43.1 MPa。

砂: $M_s = 2.8$,中砂,含泥量 1.6%,堆积密度为 1570 kg/m³。

石:5 mm~25 mm,连续级配,含泥量 0.4%,堆积密度 1560 kg/m³。

纤维:JY-PP 改性聚丙烯纤维,单丝长度 19 mm,密度为 910 kg/m³,熔点 165℃,弹性模量 4000 MPa,抗拉强度 400 MPa,直径 45 μm。

(上接第 110 页)

工程实践表明,对地下水位较高的深基坑工程,选 SMW 工法地下连续墙施工方案,可以同时起到挡土和防渗的作用,达到了缩短工期和降低成本的目的。

b)单排 SMW 工法地下连续墙设计计算方法与排桩计算方法相近,仅考虑芯材的抗弯作用,而不考虑 SMW 工法水泥土的抗弯能力,水泥土仅起止水隔渗作用。

c)SMW 工法的施工设计先进,工艺复杂,技术含量高,需要较专业和熟练的施工队伍,施工质量才能有可靠的保障。

d)将 H 型钢改为预制钢筋混凝土构件,便于就地取材,

膨胀剂:JY 抗裂剂,7 d,28 d 抗压强度分别为 35.5 MPa,48.7 MPa,28 d 水中、空气中限制膨胀率分别为 0.043%、0.011%。

粉煤灰:洛阳首阳山 I 级粉煤灰。其需水量比 91.0%,烧失量 1.5%,28 d 抗压强度比 78.6%。

减水剂:FN-200 高效减水剂,减水率 20%,7 d,28 d 抗压强度比分别为 141%、135%。

5 混凝土配合比

通过试配,最终确定该工程地下室基础 C30P8 混凝土配合比如表 1 所示。

表 1 C30、P8 混凝土配合比单方用量

水泥 (kg)	砂 (kg)	碎石 (kg)	抗裂剂 (kg)	粉煤灰 (kg)	减水剂 (kg)	聚丙烯 (kg)	水 (kg)
330	721	1040	55	80	4.12	0.9	176

6 工程实践

a)工地现场地下部位共留置试块 20 组,均见证取样,其中混凝土 28 d 抗压强度最小值为 34.7 MPa,强度最大值为 40.7 MPa,强度平均值为 37.4 MPa,混凝土 28 d 抗压强度均满足设计的强度等级 C30 的要求。

b)工地现场地下部位共留置抗渗试块 4 组,所测抗渗等级分别为 P30、P24、P28 和 P32,远远高于设计的 P8 抗渗等级。

该工程整个地下工程结束已有 1 年 6 个月的时间,未发现可见裂缝及渗漏现象,混凝土质量良好。

7 结语

聚丙烯纤维、JY 抗裂剂、粉煤灰以及高效减水剂混掺技术在宏达高层住宅楼工程中应用获得成功有力的证明:掺入聚丙烯纤维抑制了混凝土早期裂缝开展,JY 抗裂剂、粉煤灰以及高效减水剂改善了混凝土的毛细管,使混凝土更加密实,同时所配的混凝土和易性,保水性,可泵性好,混凝土硬化后表面质量均匀、平整,实践证明该混掺技术是一种生产工艺简便,价格合理,效果良好的混凝土抗裂措施,如果混凝土达到正确养护,对混凝土抗裂防渗会获得更佳效果,该项技术可在混凝土工程中进一步推广应用,可大大提高混凝土工程质量和混凝土技术水平。

节约造价。

e)SMW 工法地下连续墙施工期间和基础工程施工期间的监测结果表明,SMW 工法地下连续墙沉降量和侧移均较小,基坑支护结构稳定,对周围环境造成的影响较小。

参考文献

- 程晓,张凤祥.土建注浆施工与效果检测[M].上海:同济大学出版社,1998
- 彭聚云等.基础工程设计原理[M].上海:同济大学出版社,2000
- 刘昌安.技术创新的历程[J].武汉:管理与技术,1999,(4)
- 武汉市标准.武汉地区深基坑工程技术指南(WBJ1-1-7-95)[S].1995