

大体积混凝土施工质量控制

王安平

束收缩。查对施工技术资料分析,住宅楼施工结束后,室内形成相对封闭的建筑空间,室内外温差有较大区别,夏秋季节,室外温度远高于室内温度,因此圈梁及外墙的受热变形大于室内楼板的温度变形,较容易使楼面板产生较大的拉应力,形成裂缝。主体结构施工期间正为夏秋季节,现浇楼面板面积大,混凝土水灰比较大,其内部水份挥发的速度快,楼面板的配筋量相对于圈梁和连系梁较小,因此楼面板也相对于产生较大的收缩,处于约束收缩状态而产生收缩应力,与温度应力、自重应力迭加后,导致楼面板开裂。

7 处理措施

7.1 厨房和卫生间有裂缝的楼面板应采取严格的处理措施。对宽度为 0.3mm 及以上的裂缝和贯穿裂缝采用低压灌浆(注入高弹性灌缝胶),并用 GFRP 纤维布——高弹性环氧树脂涂层封堵裂缝。对宽度 0.3mm 以下的贯穿裂缝,可只用 GFRP 纤维布——环氧树脂涂层封堵裂缝。

7.2 对卧室和客厅等房间楼面板中宽度为 0.3mm 以下的非贯穿裂缝可不作处理;对宽度为 0.3mm 以上的非贯穿裂缝,可采用低压灌浆处理;对贯穿裂缝,可采用 GFRP 纤维布——环氧树脂涂层封堵。

7.3 对厚度较薄的楼面板应采取加固处理。板厚比设计值低于 15% 及以上者建议在灌浆处理后采用 GFRP 纤维布——环氧树脂加固处理。

7.4 建议有关工程质量责任主体单位提醒住户,不要超负荷装修,装修荷载以控制在 0.5KN/m^2 为宜,以免造成更大的裂缝损伤。

8 处理效果

建设单位已组织设计单位、施工单位、监理单位和质监站,按照质量问题处理程序,共同按上述方案修补裂缝。通过近两年的使用,有关工程质量责任主体对此回访,没有发现修补的裂缝复原和新的不正常的裂缝出现,该住宅小区用户也未就此类问题提出质疑。

(作者:常德市建设工程质量监督站)

摘要: 本文从原材料,配合比,施工过程,强度评定等方面论述了控制大体积混凝土施工质量的方法和措施。

关键词: 大体积混凝土 质量控制 方法和措施

1 概述

根据我国 JGJ/T55—96 普通混凝土配合比设计规程的定义,凡是混凝土结构中实体最小尺寸大于或等于 1m 的部位所用的混凝土称为大体积混凝土。

目前符合这个定义的大体积通常有两大类,一类是水利工程中常见的大坝,这类混凝土一般强度等级比较低(C20~C30),钢筋含量少,但体积厚度特别巨大,其混凝土用量小的也有几万 m^3 ,大的如当今三峡工程,全部混凝土工程浇筑量约 2800 万 m^3 ,其中混凝土大坝为 1500 万 m^3 。内部温升控制特别严格,坝体内部温度不高于 32°C ,施工方法一般采用碾压浇筑。另一类便是建筑工程的大型设备基础,高层建筑筏板基础和承台,这类混凝土工程与大坝混凝土工程有很大的不同,通常混凝土强度等级在 C30 以上,目前已有部分筏板大体积混凝土工程要求 C50,属高强混凝土范畴,混凝土流动性能好,可以泵送,体积比较大,数千 m^3 至数万 m^3 以上(如上海金茂大厦,厚度为 4.5m,总体积为 13500 m^3),钢筋含量高,混凝土内部温升高,最高温度可达 $80\sim 90^\circ\text{C}$,当然这两类大体积混凝土工程都要求满足足够的混凝土强度等级,要有抗渗能力(包括混凝土本身的抗渗性能)和不产生有害裂缝特别是贯穿性裂缝。

2 目前我国泵送大体积混凝土发展的概况

随着我国高层建筑需求的增加,为了节约材料,减小施工工程量,高层建筑的基础采用高强泵送大体积混凝土也越来越多,建筑物高度越高,则基础承台的厚度越厚,强度也要求越来越高,混凝土强度等级也由过去常用的 C30 发展到 C50。对于地下工程,考虑养护条件好,均采用了大掺量粉煤灰和高效减水剂,以降低水泥用量,降低水化热。为了解决强度发展与水泥用量的矛盾,根据粉煤灰混凝土后期强度有较大的增长率,因而在强度评定上,可采用 60d 或 90d 龄期的强度指标,来评定混凝土的强度等级 (GBJ46—90)《粉煤灰混凝土应用技术规范》。表 1 列出几个典型的大体积混凝土工程概况。

表 1 列出几个典型的大体积混凝土工程概况。

内 容	上海金茂大厦	西安信息大厦	中讯国际大厦	中银大厦
类型	承台	承台	承台	承台
厚度(m)	4.0	3.5/3.0	1.7	2.5
总体积	13500	6799	1700	4000
强度等级	R56:C50	R60:C50	R60:C50	C50
施工工艺	泵送水冷却	泵送水冷却	泵送	泵送水冷却
水泥品种	525P.S	525 中硅	525P.O	525
水泥用量	420 kg/m^3	380 kg/m^3	425 kg/m^3	467 kg/m^3
外掺剂	粉煤灰 60 kg/m^3	粉煤灰 120 kg/m^3	粉煤灰 90 kg/m^3	OEA-V
坍落度	100~140mm	180mm	160	200
施工时间	1997.9	1999.7	1997.11	1997.12

3 泵送大体积混凝土掺粉煤灰的必要性

粉煤灰掺入混凝土中对其性能的影响这个问题在我国已经研究了将近 30 多年了。随着科学技术的发展,粉煤灰品质的改善,以及长龄期粉煤灰混凝土耐久性的检测,已经越来越清楚地显示了粉煤灰混凝土的优良的性能和巨大的潜力,这里不再重叙。对于泵送大体积混凝土必须选用优质粉煤灰,主要出于以下几点考虑:

3.1 泵送大体积混凝土为了达到足够的强度,就必须增加水泥用量,但水泥用量增加,必然会造成混凝土内水泥水化热的总量增加,大体积混凝土温度上升,温差造成的应力要增大,这就形成了矛盾,而掺入优质粉煤灰,利用二次水化反应,既减少了水泥用量,同时又保持混凝土后期强度的增长,这是大体积混凝土掺大量优质粉煤灰主要的原因之一。

3.2 混凝土泵送工艺对拌和物的性能的要求;坍落度随泵送的高度和距离变化有所不同,拌合物的粘度又直接影响泵送管道的阻力,加入的优质粉煤灰中含有相当数量的微小的玻璃珠,起到滚珠轴承的作用,减少了输送管道的阻力,混凝土泵工作负荷得到减轻,上海南浦大桥,一次泵送 200m,金茂大厦一次泵送 328m,都掺用粉煤灰,调节拌合物粘度,保证混凝土泵送顺利进行。

3.3 大体积混凝土一般都用于地下构筑物,环境潮湿,有可能保证二次水化反应持续进行。掺入粉煤灰后,混凝土内部孔结构得到改善,是粉煤灰混凝土具有良好的耐久性的重要原因。

4 大体积 UFA 混凝土施工实例

4.1 工程概况

某工程为地下 1 层、地上 20 层的综合楼,为现浇钢筋混凝土剪力墙结构,建筑面积 34076m²。地下室底板长 63.6m,宽 49m,基础底板厚 1.2m,混凝土强度等级 C30,抗渗等级 P6,混凝土一次浇筑量达 3740m³,属大体积混凝土。

4.2 施工方案的确定

众所周知,大体积混凝土在硬化过程中,由于水泥水化过程产生的水化热而带来的内外温差等原因,会使混凝土开裂漏水。为解决混凝土干缩和温差裂缝,确保 63.6m 长地下室底板混凝土连续浇筑,不留冷缝,决定在底板中部(9)~(10)轴间,设置一道 2m 宽 UEA 补偿收缩混凝土加强带,采用 45d 强度、大掺量粉煤灰混凝土,分段、斜面分层浇筑工艺,实现超长结构混凝土无缝浇筑。为了确保大体积混凝土不开裂,设置了加强带、加强带宽 2m,带间增加温度钢筋直径 20mm@1000mm,两端锚固在底板内,锚固长度为 30d,即 600mm。加强带两侧分别架设孔径为 5m 的钢板网。加强带内混凝土强度等级提高到 C35。

4.3 施工前的质量控制

4.3.1 原材料性能

水泥:牛力牌 525 普通硅酸盐水泥,实测强度: f_{ce} = 25.7MPa; $f_{ce,28}$ = 56.9MPa;

粉煤灰:采用湘潭电厂电吸风选的 II 级粉煤灰,细度:4500cm²/g,烧失量:4.5%,需水量比 101%,活性指数:76.8%;

砂:湘江河砂,级配合格的 II 区砂,细度模数为 2.58;卵石:5~31.5mm 连续级配,干净。高效减水剂(TQN):蔡系高效缓凝复合减水剂,株洲桥梁外加剂厂生产。

UEA 型微膨胀剂:江西特种水泥厂生产。

4.3.2 混凝土配合比的确定

监理方、监督站会同施工单位技术人员为了确保大体积混凝土配合比试配成功。为降低混凝土的水化热,减少水泥用量,决定掺入一定量的粉煤灰来配制,并且结合该大体积混凝土工程的特点,还掺入了一定量的 UEA 型微膨胀剂,最后确定每 m³ 混凝土的配合比为:

表 2 大体积混凝土的配合比

内 容	C kg/m ³	FA kg/m ³	UEA kg/m ³	TQN kg/m ³	W kg/m ³	S kg/m ³	G kg/m ³	坍落度 mm
底板	260	170	-	5.20	170	690	1280	160
加强带	280	130	50	4.16	170	690	1280	160
备注	牛力 525#P.O.5~31.5mm 连续级配卵石,中粗砂。							

4.3.3 施工中的质量控制

大体积混凝土的一次性浇筑,由于其体积庞大,水泥水化热不易疏散,要防止混凝土内外产生太大温差而引起温度裂缝,必须事先制定严密的技术方案和施工组织设计。为控制混凝土入模温度不能太高,施工方采取了以下降温措施:

(1)砂、石料场地用编织布覆盖,避免阳光照射,晚上则揭开通风。使用前二天石子浇水降温;(2)在混凝土搅拌设备上搭设遮阳棚;(3)浇筑现场事先洒水降温;(4)要求施工单位严格按照施工方案中的操作方法和程序进行施工,并安排专业技术人员抽检混凝土坍落度,并严格控制混凝土坍落度在 160~200mm;(5)设专人观察混凝土振捣情况,每一个浇筑斜面由 3 个振捣手进行振捣,防止漏振和过振。监理组分班次派员全过程旁站监理,以及时处理随时可能出现的问题;(6)砂石材料采用吊磅称量;(7)拌和水采用电控水泵加水;(8)搅拌工艺:蔡系高效缓凝复合减水剂采用后掺法,搅拌时间为 3min,将水泥+砂+石+粉煤灰(膨胀剂)+水搅拌 2min 后,再加蔡系高效复合减水剂搅拌 1min 后出料;(9)设有 6 个测温监测区,每区分别距离 5cm,中部离表面 5cm 处设一测温点,每 2 小时测温一次,及时掌握混凝土温升情况,为混凝土养护提供依据。

4.4 现场施工大体积混凝土的物理力学性能

通过对大体积混凝土的搅拌,泵送,振捣,养护全过程均按确定的施工方案进行,整过全过程均未发生堵管现象,现场施工的混凝土具有优异的物理力学性能,经近 1 年的观察至今未发现开裂现象。

4.4.1 混凝土拌和物性能

现场测定了仅 50 盘混凝土拌和物坍落度,实测数据表明:混凝土搅拌均匀,流动性均达到了设计的要求(160~200mm),平均坍落度值为 190mm。同时混凝土拌和物粘聚性好,无泌水现象,且具有良好的可泵性。

4.4.2 混凝土的力学性能

抗压强度:在搅拌机下料处取样成型了混凝土试

件,采用人工插捣成型,待混凝土凝结后移至标准养护室。总共成型了 53 组 150mm×150mm×150mm 立方体试件,其中底板共抽检 42 组,加强带 11 组,强度统计结果见表 3。表 3 的结果表明:底板大体积混凝土 45d 抗压强度值平均为 39.0MPa,标准差为 3.512MPa,变异系数为 5.76%;加强带大体积混凝土 45d 抗压强度值平均为 42.3MPa,标准差为 2.812MPa,变异系数为 4.76%;由此可知,该混凝土施工质量稳定,达到了设计的强度等级 C30、C35 的要求。

表 3 大体积混凝土抗压强度统计结果

内容	底板	加强带	结论
组数	42	11	达到了设计的 强度等级
最大值(MPa)	43.5	49.5	
最小值(MPa)	32.4	36.1	
平均值(MPa)	39.0	42.3	
标准差(MPa)	3.512	2.812	
变异系数	0.0576	0.0476	

通过现场大体积混凝土的物理力学性能的测试表明:现场施工应用的大体积泵送混凝土达到了 C35、C30 强度等级的要求,至今未发现开裂现象,工程应用是成功。特别是大体积混凝土抗渗标号达到了 P8,这对提高混凝土耐久性是十分有利的。

5 技术经济效益分析

与用普通混凝土配制的大体积混凝土相比较,掺粉煤灰配制的大体积混凝土在技术经济效益方面具有明显的优势。

5.1 优良的工作性和可操作性

由于粉煤灰的形态效应、填充置换作用及超细颗粒吸附高效减水剂后缓凝作用等使混凝土拌合物具有良好的粘聚性、保水性和可施工性。在低水胶比和低水泥用量条件下能配制出和易性优良和优异的耐久性的混凝土,为现场混凝土施工提供了有利的条件。

5.2 低水泥用量条件下达到了设计强度

工程应用表明:每 m³ 混凝土水泥用量仅 260kg,粉煤灰等量取代水泥 39.5%,每 m³ 混凝土中粉煤灰的量为 170kg,以如此少的水泥用量和大掺量的粉煤灰配制出 45d 抗压强度达 39.0MPa,同时,每 m³ 混凝土中水泥用量的降低,将带来诸如水化热大大降低,干缩大大减少等一系列优良的工程性质。现场测温结果表明:混凝土中心最高温度 70℃,在室外温度达 35℃的高温条件下,内外温差均控制在 20℃以下。为确保大体积混凝土不出现开裂提供了有利保障。

5.3 降低成本

粉煤灰每吨售价仅为 120 元,而 525 水泥的单价为 340 元/吨,在混凝土具有优异的工作性、物理力学性能和耐久性的同时,还可节约成本 25%左右,为施工单位节约了近 30 万元。由此可见,掺粉煤灰配制的大体积混凝土有显著经济效益,同时社会效益、环保效益十分显著。

5.4 增加了混凝土绿色度

由于每生产一吨水泥熟料将向大气中排放一吨 CO₂,因此,现有水泥是一种不可可持续发展的材料,掺 U-FAC 的大体积混凝土中水泥用量大大降低,相应地提高了混凝土中的绿色度,是一种生态环保型绿色建材。

6 结束语

该工程地下室大体积混凝土施工完近两年了,经观测基础无一裂缝和渗漏现象发生,结构安定性好,各项指标均满足设计及施工验收规范标准。为大体积混凝土施工积累了经验。

(作者:长沙市建筑工程质量监督站)

参考文献

1. 冯乃谦编著,实用混凝土大全,科学出版社,2001 年 2 月。
2. 罗近元等,C30 级粉煤灰超量替代水泥混凝土在大体积混凝土工程中的应用,建筑技术,2001 年 1 期。

(上接第 78 页)

E:墙板的安装:墙板竖立以后,用水楔临时固定并随时调整垂直度和相连板面平整度,上下用钢件卡固定,相邻墙板连接按图 2、图 3 施工;墙体全面定位以后,底部和顶部用 1:3 水泥砂浆填缝,填缝前界面洒水湿润,刷 107 胶素水泥浆一道,使接缝密合。填塞产品“甲”的竖缝时要分两遍进行,切不可一次成型,可以避免在墙板之间形成竖向裂纹,第一次灌缝干燥后(约 48 到 72 小时),进行第二次灌缝,板缝贴高强密目纤维布后将板面抹平。

F:墙板的养护:安装后对墙板灌缝处湿水养护,时间不少于七天,养护期内严禁敲凿,避免墙体振动开裂。

4 结语

华天贵宾楼轻质墙板工程采用

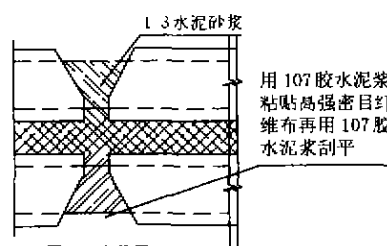


图 2 (产品甲)

科学的施工管理方法,施工前期对墙板的技术性能进行了充分的考察论证,同时对产品进行技术分析,提出了改进措施,使其满足设计要求,特别是在安装之前,由业主、监理、设计、施工四方共同对主要物理性能指标检测把关,墙板的品质得到了认证,再加上施工过程的质量控

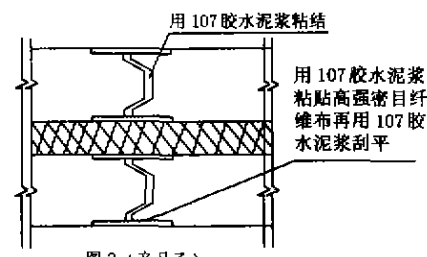


图 3 (产品乙)

制,确保了施工质量,为该类轻质隔断的施工应用积累了宝贵的经验。在高层建筑建设日益增多的今天,轻质隔断应用日益广泛,在施工实践中,通过科学试验和检测改进等有效措施进行质量控制是十分必要的。

(作者:湖南省建筑工程集团总公司)