

某大型地下室的顶板裂缝分析及抗裂措施探讨

徐茂辉, 常亮

(深圳市建筑科学研究院有限公司, 广东 深圳 518031)

摘要:对某高层住宅小区的整体式大型地下室的顶板混凝土裂缝情况进行了现场检测,分析了该地下室混凝土裂缝的特征、产生的原因,并对该工程中所采取的抗裂措施进行探讨,总结出该工程的地下室裂缝的抗裂措施和建议。

关键词:地下室顶板;裂缝;后浇带;膨胀剂

中图分类号:TB115

文献标识码:A

目前在城市中建设大型城市广场(花园)地下室及住宅群整体地下停车场已较为普遍,此类地下室顶板上也常要求有绿化覆土,一般具有荷载大、抗渗要求高、平面尺寸大且不允许设伸缩缝等特点。针对这种超长超宽结构的裂缝控制,目前已有不少成熟的经验及方法^[1-4],如在设计上采用水化热较小的混凝土、使用膨胀剂以及设置后浇带等,在施工上采用跳仓法、降低入模温度及混凝土内部温度监测等。但也存在一些工程由于裂缝控制方法使用不当或者覆土回填不及时而造成地下室顶板产生大量的裂缝。本文以深圳某住宅小区的地下室为例,对超长超宽地下室顶板裂缝产生原因进行分析,并对抗裂方法的合理应用进行探讨。

1 工程概况

深圳某住宅小区上部结构由 11 栋塔楼组成,其中 7 栋为 24 层,4 栋为 18 层,总建筑面积约为 15.9 万平方米,小区地下均为整体式无缝设计的单层地下室,总面积为 3.4 万平方米。该工程主体结构为框架结构,基础为人工挖孔桩基础,地下室顶板采用 C35 混凝土,配筋为双层双向 14@180,板厚为 200 mm 及 250 mm,设置有后浇带。地下室顶板结构平面布置如图 1 所示。

该楼地下室顶板在 2007 年 6 月全部施工完成后尚未出现裂缝,但至 10~12 月份地下室开始大面积出现裂缝并逐渐增多,且伴有渗水。

2 地下室顶板检测

2007 年我院受该项目管理单位的委托对地下室顶板的结构质量及裂缝状况进行检测,内容包括:顶板混凝土强度、板底钢筋配置、板厚及板底裂缝检查。

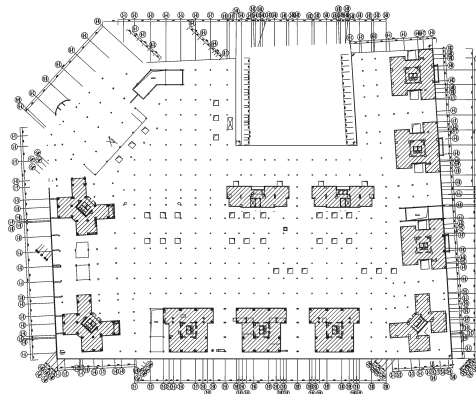


图 1 地下室顶板结构平面图

该楼地下室顶板混凝土强度采用回弹法,检测评定结果见表 1。

表 1 地下室顶板混凝土强度批量检测评定结果

检测 评定 单元	抽检 数量 (个)	样本 均值 (MPa)	样本 标准差 (MPa)	检测批 推定区 间上限值 (MPa)	检测批 推定区 间下限值 (MPa)	设计 强度
地下室 顶板	40	56.1	4.35	49.9	47.8	C35

该工程裂缝区域地下室顶板现龄期混凝土强度推定区间为 47.8~49.9 MPa,推定值为 49.9 MPa,检测强度满足设计强度。

板底钢筋间距检测采用电磁感应法,共抽检 40 块顶板,板底短向钢筋间距实测值为 112~187 mm,平均值为 168 mm;板底长向钢筋间距实测值为 107~187 mm,平均值为 153 mm。钢筋实际间距均满足设计要求。

地下室顶板厚度检测采用超声法,共抽检 14 块板,实测厚度为 262~318 mm,平均厚度为 283 mm,均大于设计楼板厚度(250 mm)。

经检查,该楼地下室顶板裂缝约 1060 根,裂缝宽度在 0.00~0.40 mm 之间。裂缝的平面分布情况如图 2 所示。

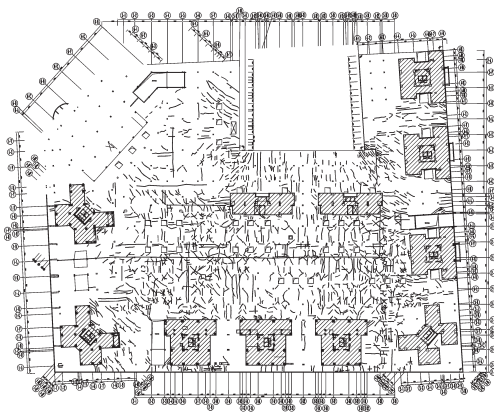


图 2 地下室顶板裂缝平面分布图

3 地下室顶板安全性鉴定及裂缝产生原因分析

3.1 地下室顶板结构验算

为了解裂缝是否是由于地下室顶板承载力不足而造成的,我们对顶板进行了结构验算,计算参数取值如下:

1 米厚覆土荷载:20.0 kN/m²

280 厚板自重:7.0 kN/m²

活荷载:5.0 kN/m²

混凝土强度:C35(因实测值大于设计值,故按设计值取)

板跨及板厚:按设计值取

钢筋强度取值:300 Mpa(Ⅱ级螺纹钢)

结构计算软件:PKPM

地下室顶板承载力验算结果表明:该楼地下室顶板实际钢筋配置满足设计荷载作用下承载力验算要求。

3.2 地下室顶板相关施工资料调查

3.2.1 混凝土配合比及原材料检验报告调查

为了解裂缝是否是由于混凝土配比不当而造成的,我们对该工程地下室顶板的混凝土配合比、各原材料性能及掺合料检验报告进行了核查分析。

地下室顶板所用混凝土为泵送商品混凝土,设计配合比为水:水泥:砂:石:减水剂:粉煤灰=175:311:792:1028:7.7:45,设计塌落度为 140~160 mm,水灰比为 0.47。混凝土中除了掺了缓凝高效减水剂 FDN-HP 外,还掺了Ⅱ级粉煤灰(掺量为 8%)、膨胀剂 UEA-D(I)(掺量为 8%)。

配合比资料调查结果表明:地下室顶板的设计配合比、塌落度、水灰比、掺合料的选用及掺量均在大体积混凝土配制的正常范围内。

对水泥、砂、石、粉煤灰及膨胀剂等原材料的试验报告进行了检查,报告结论均为合格,另外配合比设计中采用中砂、含泥量较低的砂石及添加粉煤灰等措施均有利于降低水化热及减少混凝土收缩。

综上所述,地下室顶板的混凝土配合比、各原材料性能及掺合料均正常,未发现引起顶板裂缝的不利因素。

3.2.2 混凝土施工及养护记录调查

该工程地下室顶板混凝土浇筑时间为 2005 年 12 月 25 日至 2006 年 4 月 14 日,采用三台混凝土输送泵分块进行浇筑。2006 年 5 月 17 日至 2006 年 6 月 12 日,按原混凝土板块浇筑顺序进行后浇带的浇筑,后浇带的设置基本与原混凝土板块的边界一致,部分较大板块内增设了后浇带。混凝土均采用麻袋覆盖浇水养护,并连续养护 14 天。混凝土的分块情况及每块的浇筑顺序号、浇筑量及浇筑日期如图 3 所示。

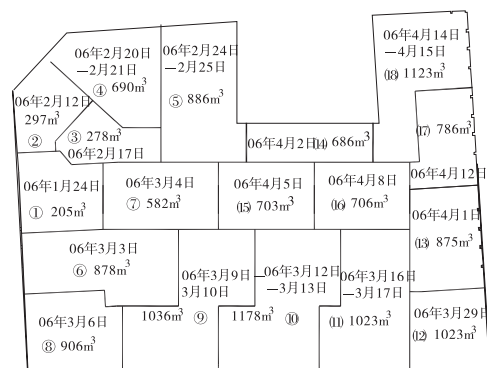


图 3 混凝土分块浇筑情况图

施工记录调查结果表明:该工程地下室顶板后浇带施工间隔时间均在两个月以上,满足规范^[5]要求。地下室顶板混凝土分块浇筑及后浇带浇筑的时间、顺序、气温记录、养护方法及连续养护天数等均满足设计及施工要求,未发现异常情况。另外施工单位还对混凝土的内外温差进行了监测,当温差大于 25℃时,及时对混凝土

表面覆盖两层麻袋进行保温,防止混凝土内外温差裂缝的产生。

3.2.3 顶板覆土回填情况调查

地下室顶板自2007年施工完毕至2008年未进行覆土回填,造成地下室顶板长时间暴露在外,温差效应影响较大。另外后浇带施工时间在5月至6月份,根据后浇带混凝土养护记录显示,该期间日平均气温在 $30^{\circ}\text{C} \sim 32.5^{\circ}\text{C}$ 之间,即后浇带合拢时温度较高,同时各混凝土板块也处于自由热胀状态,此时后浇带的合拢使整个地下室顶板内部固定于较大的热胀状态。

3.3 地下室顶板裂缝分布状况及初裂时间调查

根据裂缝分布图及现场检查情况,地下室顶板板底裂缝基本出现在室外部分,而塔楼下部、1-1~1-9×6-A~6-H区域及4-1~4-4×4-AA~4-GG区域基本未出现裂缝。

在混凝土分块序号为1、3、4、5、6、8、14、15、16、17及18区域,裂缝有较明显的总体走向趋势,即在塔楼凹角部位及地下室外墙凹角处裂缝为约45度倾角的斜裂缝,在地下室外墙边界处裂缝为垂直边界的平行裂缝,在地下室外墙凸角处裂缝为以凸角为中心的放射状裂缝。据施工单位反映,这些区域裂缝初次出现时间基本在06年11月。从裂缝分布形态及裂缝发生时间判断,这些区域的裂缝主要是由于温差引起的温度裂缝。

在混凝土分块序号为6、9、10、11及13区域,裂缝无明显的总体走向趋势,裂缝形态基本为无规则状或斜向交叉状裂缝。据监理单位反映,这些区域裂缝初次出现时间基本在06年的6月末。从裂缝分布形态及裂缝发生时间判断,这些区域的裂缝主要是由于初期混凝土收缩、上下表面温差以及后期温差效应共同作用引起的裂缝。

3.4 地下室顶板裂缝成因分析与评定

根据检测及分析结果,地下室顶板板底裂缝成因如下。

3.4.1 地下室顶板裂缝主要为温度裂缝

从上面分析可知,后浇带合拢时气温较高,各混凝土板块也处于较大的自由热胀状态,此时后浇带的合拢便将各混凝土板块的热胀状态固定下来,这样相对温度较低的冬季,整个地下室顶板内部就存在大量的收缩势能。冬季由于整个地下室顶板的收缩变形受刚度较大的塔楼及地下室梁柱等限制,使整个地下室顶板内存在很大的收缩拉应力,当收缩拉应力大于顶板各部分的混凝土抗拉强度时,便出现了由于温差作用引起的温度裂缝,并在混凝土分块序号为1、3、4、5、6、8、14、15、16、17

及18区域内,出现具有较明显总体走向的裂缝。从部分板块裂缝宽度检测结果可看出,部分测点裂缝宽度为零,表明在气温较高时,这些裂缝已闭合,这是典型的温度裂缝特征。

3.4.2 混凝土收缩及温差效应综合作用的结果

在混凝土分块序号为6、9、10、11及13区域,裂缝无明显的总体走向趋势,裂缝形态基本为无规则状或斜向交叉状。产生这些裂缝的原因是由于这几个板块完成养护后在夏季长期高温、暴晒作用下,混凝土水分损失较多,使板面产生无规则状裂缝,同时地下室顶板上下表面受温差影响,在板底产生温差收缩裂缝。至冬季时,同样由于整体降温后收缩受限,地下室顶板便在这些已产生表面浅层裂缝的截面薄弱位置处继续开裂以释放收缩势能,从而最终出现无规则状或斜向交叉状裂缝,部分裂缝贯穿。

3.4.3 在塔楼下部、1-1~1-9×6-A~6-H区域及4-1~4-4×4-AA~4-GG区域未出现板底裂缝的原因

塔楼区域由于上部楼层对阳光的遮挡作用使这些区域的地下室顶板免受高温暴晒的影响,塔楼梁柱刚度较大且柱穿透地下室顶板,可限制板的膨胀及收缩变形,另外在此区域内的混凝土添加膨胀剂能产生较明显预压力作用,能有效抵御混凝土自收缩作用。故塔楼位置处地下室顶板未出现裂缝。

1-1~1-9×6-A~6-H区域及4-1~4-4×4-AA~4-GG区域虽然处于高温暴晒作用下,但由于这两个区域位于地下室的外凸角,水平方向受限相对较弱,可以较易胀缩,且这两个区域的混凝土板块较小,累积的收缩变形也较小,故这两个区域内未出现裂缝。

综上所述,该工程地下室顶板裂缝主要是混凝土由于温度效应及失水收缩产生的收缩裂缝,这种裂缝是一种非结构裂缝,不会对地下室顶板的承载力产生影响。由于地下室顶板裂缝已进行过注胶加固处理,处理后的一年内也未见新裂缝及渗漏的产生,因此地下室顶板裂缝亦不会影响地下室顶板结构的正常使用功能及耐久性。

4 建议

(1)该工程的混凝土配合比设计及掺合料均有利于减少水化热,养护方式及温度监测也有利于减少混凝土裂缝的产生,后浇带的设置亦能达到减少混凝土自收缩的影响,但由于该工程中部分后浇带间距过大,后浇带合拢时机选择不合理,致使仍未能避免温度裂缝的产生。因此对于面积较大的地下室建议后浇带最

大间距不宜大于 30 m,后浇带应尽可能避免在高温季节合拢。

(2)应尽可能避免地下室顶板长时间暴露,当混凝土达到养护龄期时应及时回填覆土,使地下室顶板温度变化范围减小,从而避免或减少温度收缩裂缝的出现。

(3)应注意膨胀剂的正确使用,混凝土的膨胀只有在约束下才能产生预压应力,因此膨胀混凝土必须有外界边界的外约束和一定配筋率的钢筋内约束作为限制膨胀的条件。该工程由于设置了后浇带,混凝土板块在后浇带处能较自由变形,使膨胀剂的效用减弱,最终导致经济性和预期效果不佳。

(4)可采用有限元软件模拟温度变化下地下室顶板应力分布,根据计算结果在拉应力较大的区域设置后浇

带或膨胀加强带。

参 考 文 献:

- [1] 沈金,裘涛.超长地下室无缝设计的实践[J].建筑技术,2006,37(4):259-262.
- [2] 张玉明,孟少平,边广生.大型地下室结构顶板裂缝控制问题探讨[J].建筑技术,2006,37(4):296-300.
- [3] 王铁梦.工程结构裂缝控制[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
- [4] 李文岳,朱国满,李 骞.高温季节对超长地下室大底板混凝土温度裂缝的控制与温度监测[J].建筑施工,2003,25(3):218-224.
- [5] GB50010-2002 混凝土结构设计规范[S].

Analysis of the Cracks on Top Plate of a Basement and Preventing Measure

XU Mao-hui, CHANG Liang

(Shenzhen Institute of Building Research, Shenzhen 518031, China)

Abstract: An on-the-spot investigation of the cracks of the big basement of a large and integrated high-rise accommodation in Shenzhen city is conducted. The features and causes are analyzed. The preventing measures are put forward. Counter-measure and suggestions relating to preventing cracks of the basement in this project are summarized.

Key words: top plate of basement; crack; post-pouring strip; expansion agent