

花园招待所工程开裂原因分析及处理^{*}

刘 焯 良

(广州市芳村区建筑工程公司, 广东 广州510370)

摘 要: 通过核查工程竣工资料及对裂缝现状勘查, 分析工程各种裂缝产生的原因和裂缝处理。

关键词: 竣工资料; 裂缝; 处理

中图分类号: TV61; TP273 文献标识码: A 文章编号: 0529-6579 (2004) S1-0265-04

该工程五本竣工资料显示此花园于1996年10月4日开工, 1997年底基本竣工, 其中招待所(C栋)因基础由管桩改为挖孔桩, 延至1998年3月底竣工交付使用。

根据砼配合比设计报告, 地下室底板、壁板(包括顶板)为C30、S6、塌落度160~200 mm 预拌泵送砼, 仅掺粉煤灰; 柱C30、塌落度50~70

mm (首层柱同); 2层梁板C25、塌落度180~200 mm, 仅掺粉煤灰的预拌泵送砼; 2~3层柱C25、塌落度50~70 mm; 4~10层楼(屋)面梁板C20, 塌落度180~200 mm, 仅掺粉煤灰的预拌泵送砼; 4~9层柱C20、塌落度50~70 mm 还是180~200 mm, 未明。另10层柱、11层梁板砼未查到试件检验报告(见图1)。

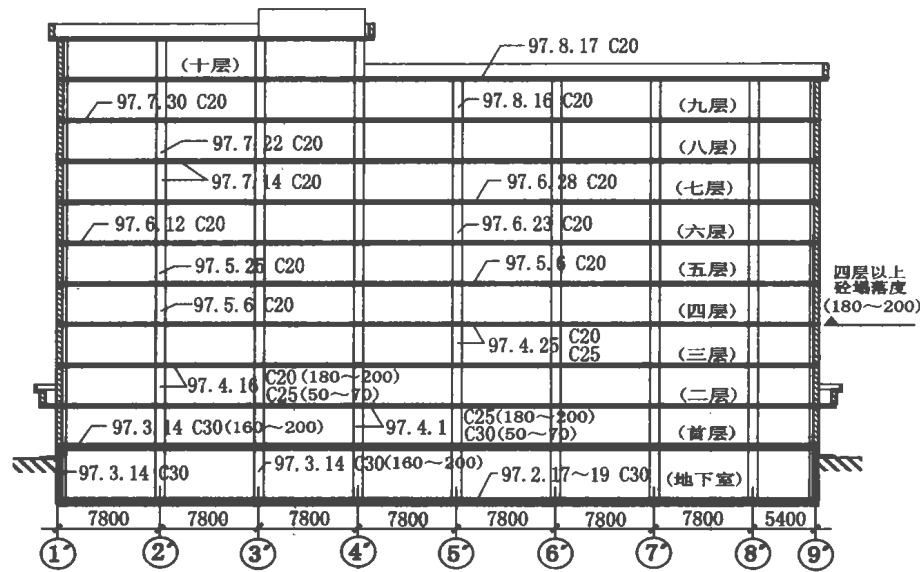


图1 各层混凝土制作试块时间及设计强度等级示意图
Fig 1 Time and design strength of the concrete sample of the floors

根据图纸会审纪要、设计人交底要求: “因楼面长超过55 m, 且面积大, 无伸缩缝, 要求楼面梁板砼内掺微膨胀剂”(96-12-30)。但在所有砼设计配合比中均未掺入微膨胀剂。仅在质量评定表内查得地下室外墙面50 mm 厚水泥砂浆批挡(作防水层)内掺了12%的AEA (以水泥用量计算)。但在材料检验试验报告中, 仅找到UEA 报告, 却未

找到AEA 的报告, 也找不到各层楼面梁板砼未掺入微膨胀剂的书面根据!

据图纸、现场查勘和竣工资料显示4'~9'轴屋面仅抹水泥砂浆作防水层, 上铺约50 mm 高珍珠岩(应为粉煤灰水泥)隔热块, 但4'~5'轴范围及外周约600 mm 宽未铺隔热块; 三层南、西、北三周露台也仅抹水泥砂浆作防水层, 且未铺隔热层。

^{*} 收稿日期: 2004-04-18
作者简介: 刘焯良 (1965年生) 男, 助理工程师; E-mail: fcjz@163.com
(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由于未找到施工日志, 无法查明各分项、分部工程的具体施工日期和状况?

1 裂缝现状及产生原因分析

根据 2003 年 9 月 4 日上午现场粗略勘查, 显示九层南端 (属顶层) 的五道纵墙 (B' 轴、C' 轴、两道内廊纵墙及 E' 轴墙) 在屋面梁底以下及 9' 轴柱边产生较严重的错位、分离裂缝, 屋面梁腹部也出现竖向枣核形裂缝, B'×8' 轴柱在窗台标高附近出现水平裂缝 (详见图 1—3) 产生上述变形开裂的主因应属屋面隔热效果不佳且有相当范围未设隔热层, 而屋面下方属客房或会议室, 经常开放冷气, 令上下温差较大——屋面升温膨胀伸长 (屋面暑天可升温至 ≥65℃, 而屋面板以下的梁腹部及梁下的砖墙在室内空间冷气开放下仅得 25℃以下,

形成上下温差高达 20~30℃) 从 4' 轴往南伸长 37 200 mm× (20~30) /10 000=7.44~11.16 mm, 而屋面板以下的梁腹部、梁下的砖墙、及柱均没有足够的能力抵抗屋面板的热胀伸长, 而只有以变形、开裂去适应 (满足屋面的伸长), 楼层平面大角 45° 裂缝见图 4。现粗估 B' 轴边梁部位温差变形: 砼 C20 (如达不到设计强度, 设仅为 C15), $E=2.55 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ($E=2.2 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$)、 $f_k=1.5 \text{ N/mm}^2$ ($f_k=1.2 \text{ N/mm}^2$), 由于采用塌落度为 180~200 mm 的预拌泵送砼, 因而干缩率可高达 8/10 000 以上, 其极限拉应变 (伸长率) 会在 1/10 000 以下, 因此, 钢筋混凝土构件内的受拉钢筋在砼开裂临界变形值时, 仅能发挥拉应力 $\sigma=E\epsilon=2 \times 10^5 \times 1/10\,000=20 \text{ N/mm}^2$ (II 级钢的抗裂能力)。

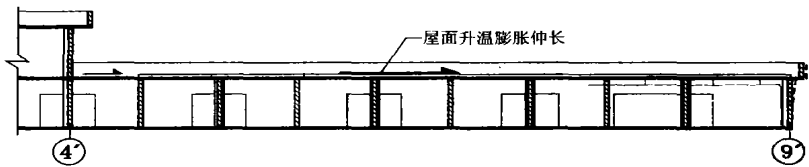


图 2 9 层 C' 轴内墙开裂变形示意图

Fig. 2 Breaks deformation of C' axle in wall of 8 floor
顶层梁底、端柱边出现分离裂缝, 屋面板底梁腹部出现竖裂缝

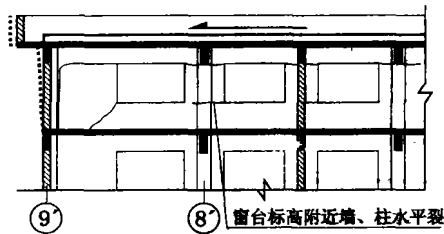


图 3 9 层 B' 轴墙、柱裂缝示意图

Fig. 3 Breaks of B' axle wall and column of 8 floor
层面升温膨胀往南端 9' 轴伸长, 8' 轴柱在窗台标高附近被推裂

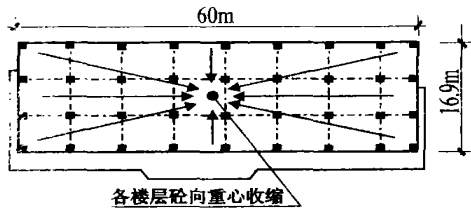


图 4 楼层平面大角 45° 裂缝示意图

Fig. 4 Breaks of 45° angle of the floor plane
楼面砼收缩受到边梁、墙、柱约束而裂

(配 4Φ22 底筋、2Φ22 面筋、2Φ16 腰筋), 900 mm 无隔热层范围的截面积 $A_1=120 \times 900=108\,000 \text{ (mm}^2\text{)}$; 2 400 mm 宽有隔热层范围的屋面板截面积 $A_2=120 \times 2400=288\,000 \text{ (mm}^2\text{)}$; 无隔热层部分屋面板比下方梁腹部、砖墙、柱相对升温约 65—35=30 (℃), 因而相对伸长了 $\Delta M_1=3/10\,000 \times 37\,200=11.16 \text{ (mm)}$ (4' 轴以南屋面长度为 37 200 mm, ϵ 为 30℃ 温差砼的变形 $\epsilon=3/10\,000$), 有隔热层部分屋面板比下方梁腹部、砖墙、柱相对升温约 45—25=20 (℃), $\epsilon=2/10\,000$, $\Delta L_2=2/10\,000 \times 37\,200=7.44 \text{ (mm)}$, 如果此两部分屋面板以下的梁腹部、砖墙、柱联合体具有足够能力完全不容许 37 200 mm 长屋面板膨胀伸长、往南变形 (推出), 则该两部分屋面板将会产生胀伸力 $N=N_1+N_2$ (水平推力):

$$N_1 = \Delta L_1 E A_1 / L =$$

$$11.16 \times 25500 [22000] \times 108000 / 37200 = 826200 [712800] \text{ (N)} = 826.2 [712.8] \text{ (kN)};$$

$$N_2 = \Delta L_2 E A_2 / L =$$

$$7.44 \times 25500 [22000] \times 288000 / 37200 = 1468800 [1267200] \text{ (N)} = 1468.8 [1267.2] \text{ (kN)};$$

假设屋面板厚 120 mm, 边梁 250 mm×550 mm

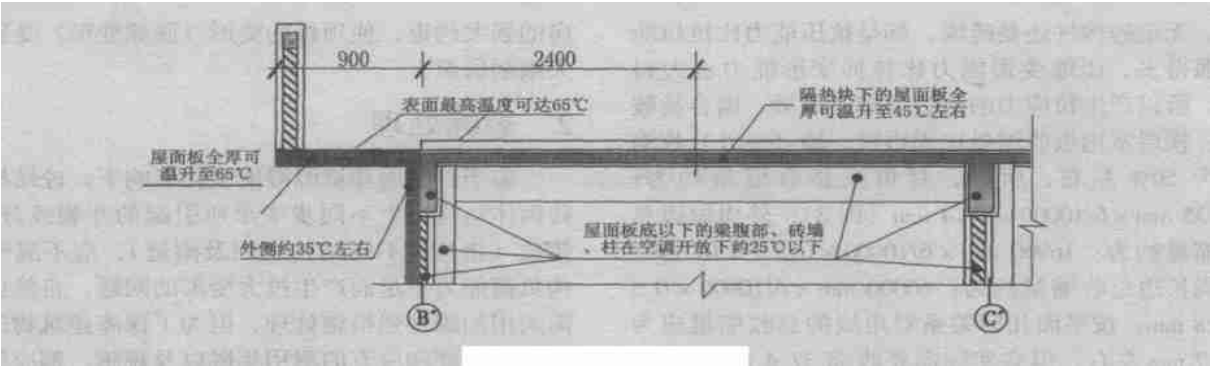


图5 屋面板温差图

Fig 5 Difference in temperature of roof boarding

$$N = N_1 + N_2 =$$
$$826.2[712.8] (kN) + 1468.8[1267.2] (kN) =$$
$$2295[1980] (kN) = 229.5[198] (t),$$

[内为C15砼的数据];

可见，此范围屋面板下的梁腹部、梁下砖墙、柱是不可能完全不允许其伸长（往南推出）的，所以梁腹部只能被拉长，至超过极限伸长率（约1/10000）后再产生竖向裂缝，梁下砖墙在上方巨大水平推力作用下，产生错位、分离裂缝。梁下柱顶部被推至水平位移，在窗台标高附近，由于柱间砖墙均连续嵌填，形成整幅连续抵抗往南推动的能力强而不易变形，但窗台以上则突然削弱至近似独立柱，所以极易被推裂（见图6），试估算B'轴边梁腹部抗裂（受拉伸长率达到极限值1/10000时抗拉）能力为

$$250 \times 430 \times 1.5 [1.2] + (4 \times 380 + 2 \times 201) \times 20$$
$$= 161250 [129000] + 38440 = 199690 [167440]$$
$$(N) \approx 199.7 [167.4] (kN) \approx 20 [17] (t),$$

根本无法抵抗开裂。（229.5/20=11.5—C20；198/17=11.6—C15，表明与砼的强度关系不明显）

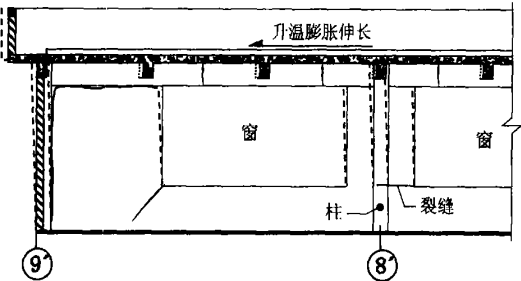


图6 窗台裂致图

Fig 6 Breaks of the windowsill

至于各楼层大角出现45°斜裂缝，则主因是砼收缩（干缩、冷缩）受到约束（限制）所至。各楼层平面之所以首先选择大外角开裂，有如下特别因素：①平面（一般方形、长方形）以对角线为最长

（例如C栋长60m，宽16.9m，而对角线则为62.33m），因而收缩量也最大；②平面大外角处抵抗收缩的能力（约束）强——有两向边梁及梁上下外墙与边柱组成一个与对角线收缩反向的抗缩合力（见图7）；③暑天外墙（包括边梁、边柱），尤其是西边，还会升温膨胀，成为室内楼面收缩的反作用力；④楼板表面积比梁大、厚度比梁小，因而浇筑后砼升温比梁小，散热（降温）比梁快，所以板比梁收缩速度快（收缩不同步）；⑤大外角产生约45°斜断裂正好与对角线向楼层平面重心收缩的巨大向心力和两向外边梁、柱、墙组成的抗缩合力基本互相垂直，因而极容易将最薄弱的楼板拉断。从而逐渐满足变形需要，又达到收缩应力的释放——最终处于平衡状态，令裂缝处于稳定状态（收缩基本完成，温变不大时），按一般厚度和配筋是不可能抵抗此类收缩所引起的开裂的。

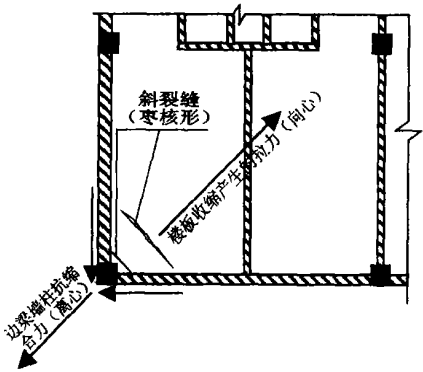


图7 墙角裂致图

Fig 7 Breaks of the corner formed by two walls

下面可粗估一下此类不同步变形（主要是收缩量差形成收缩变形受到限制以及平面收缩受到垂直构件限制）产生应力（拉应力），当应力超过构件承受能力时（收缩量大的板内产生拉应力，边梁、墙收缩量少产生压应力）就会破损。但我们都清

楚, 无论砼构件还是砖墙, 都是抗压能力比抗拉能力强得多, 压缩变形能力比拉伸变形能力也大得多, 所以产生拉应力的楼板一定比边梁、墙容易破损; 楼层室内板收缩量比周边梁、墙 (室外) 收缩量为 50% 左右, 所以, 对角线总收缩量约为: $62335\text{ mm} \times 6/10000 \approx 37.4\text{ mm}$ (图 8); 外周短边总收缩量约为: $16900\text{ mm} \times 6/10000 \times 0.5 = 5.07\text{ mm}$; 外周长边总收缩量约为: $60000\text{ mm} \times 6/10000 \times 0.5 = 18\text{ mm}$; 按平面几何关系对角线的总收缩量应为 18.7 mm 左右, 但它实际需要收缩 37.4 mm, 超出平面不变所允许的 18.7 mm (即收缩量差 1000 mm, $\Delta L = 18.7\text{ mm}$), 因而室内楼板 (取对角线上板带为算例, 设板厚为 120 mm) 将会产生拉力 $P = \Delta LEA/L = 18.7 \times 25500 \times 1000 \times 120/62335 = 917975\text{ (N)} \approx 918\text{ (kN)} \approx 92\text{ (t)}$, 远远超过板带的抗裂能力。但周边的梁、墙 (长边承受了 88.6 t 左右, 短边承受了 25 t 左右的压力) 抗压能力绰绰有余。

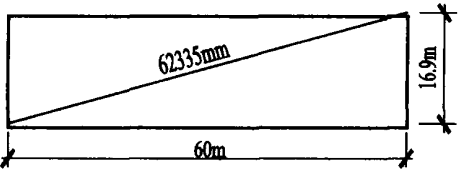


图 8 室内楼板
Fig. 8 Indoor floor

另外还有地下室顶板产生很多大角 45° 斜裂, 一个大角裂缝条数可多达三四条, 还有不少横断裂, 其原因是顶板上方环境复杂——有露天作通道, 也有露天作绿化, 还有开孔作采光棚, 不但面积大, 而且承受着较大的温湿度差异影响, 加上周边既有下方地下室外壁及上方 A、B、C、D 4 栋楼

房的强大约束, 使顶板的变形 (胀缩变形) 受到强大限制所至。

2 裂缝处理

鉴于以上因环境温湿度变化影响下, 砼结构和砖砌体结构产生不同步变形所引起的开裂或分离、错位 (指两种不同结构之间及附近), 应不属于结构负荷能力不足而产生过大变形的问题, 自然也无需采用加固补强措施处理, 但为了保障建筑物的正常使用功能和应有的耐用年限以及观感, 都应作出有针对性的处理——①屋面应清除原有低效隔热块, 先做附加柔性防水层及保护层, 再重做具良好隔热效果的隔热层, 并注意按规定留设伸缩缝 (指屋面防水层以上的各刚性层)。使屋面结构层的温湿度变形尽量降低, 然后将砖墙表面已空鼓开裂的面层铲去, 用聚合物水泥砂浆或聚合物水泥浆修补好结构上的裂缝, 再在结构面涂界面剂, 然后用聚丙烯纤维砂浆批挡, 并在两种不同结构分界处加耐碱涂覆纤维网格布 (5×5 mm 网眼) 置于批挡层中部; ②对楼层大角斜断裂类, 应先将面层去掉, 在结构面凿约 10×10 mm 三角凹槽, 清洗干净后, 用丙烯酸酯乳液掺水 (丙烯酸酯乳液 : 水 = 1 : 1) 涂一遍后, 再用乳液拌水泥 (天花用双飞粉) 成腻子状分两次填满凹槽, 最后恢复面层。

参考文献:

[1] 中国建筑科学研究院混凝土研究所. 混凝土实用手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987.
[2] 蒋元驹, 韩素方. 混凝土工程病害与修补加固 [M]. 北京: 海洋出版社, 1996.
[3] 王铁梦. 工程结构裂缝控制 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.

The Reason of Fracturing of Hostel Project of
Some Garden is Analysis and Desl with

LIU Chi liang

(The Construction Engineering Company of Guangzhou Fangcun Distric, Guangzhou 510370, China)

Abstract: Completing the materials and reconnoitering the crack current situation through verifying the project, the reason and crack why various kinds of cracks produce are dealt with analysing the project.

Key words: complete the materials; crack; treatment