

论设计质量通病的危害及防治

林奕禧

(珠海市建设工程质量监督检测站)

【提要】本文论述由设计因素引起的建筑工程质量通病的危害,并提出若干防治措施。

1 设计质量通病的一些表现

渗漏沉裂等建筑工程质量通病长期困扰住户,这些通病中有的设计因素造成的(下称设计质量通病)。设计质量通病表现很多,现列举几例如下:

1.1 忽视设计规范的盲区

(1)建筑采用通长水平窗时,结构常采用图 1.a 和图 1.b 做法,砌体与混凝土结构间仅用砂浆连接,两者线胀系数相差一倍、相对变形又缺乏必要的约束,使用一段时间后在两种材料连接处常出现通长水平缝,有的还引起渗漏。若每隔 3m 左右设一构造柱,在窗台处设置钢筋混凝土压顶,在两种材料交界处挂金属网,上述质量通病有可能防治。但是这类构造措施不论是混凝土结构设计规范,还是砌体结构设计规范均未做规定。

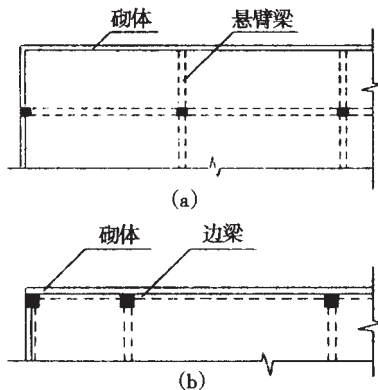


图 1 通长水平窗常见做法

(2)珠海市某五层厂房长 54m、宽 28m、层高 4.5m,使用二年后屋面框架梁和悬臂梁均开裂,同类构件的裂缝位置、形态、宽度及长度基本相同;悬臂梁底部裂缝最大宽度 0.45mm,框架梁裂缝宽度均小于 0.20mm,裂缝均始于梁底、终于板底。该建筑纵向柱距 6m,屋面铺设净高仅 50mm 带凸脚的水泥砂浆预制板(下称矮脚砖)隔热层,宽度方向两边悬挑结构的屋面板下沉 300mm,悬臂梁上预留

φ 100 孔形成排水沟;其横向框架、屋面梁裂缝示意、屋面排水隔热设施如图 2 所示。

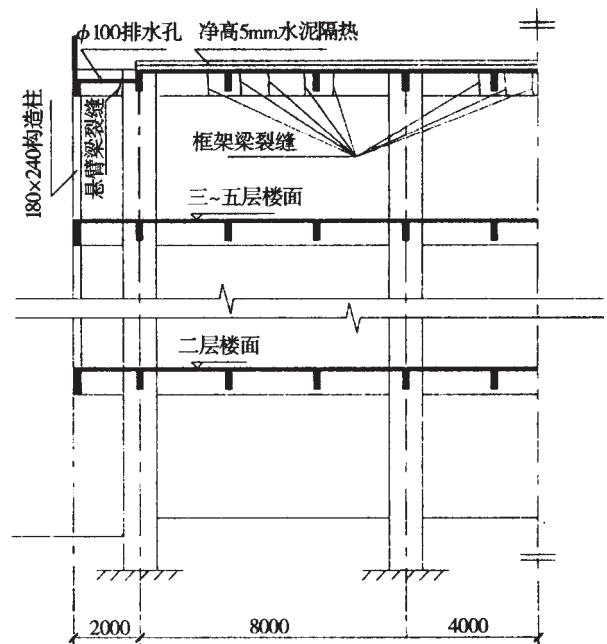


图 2 裂缝示意和屋面排水隔热做法

原设计采用 C25 混凝土、悬臂梁的底筋、腰筋和框架梁的腰筋均为 2φ 12;框架梁底筋配 4φ 22,比计算值分别大 571mm²和 650mm²。笔者曾针对上述裂缝作如下估算和分析:

当构造柱未浇筑、屋面悬臂梁在竖向荷载标准值作用下的支座弯矩为:

$$M_v = 72 \times 1.7 + 6 \times 1.7^2 / 2 \\ = 131.1 (\text{kN})$$

构造柱施工后至使用阶段,假定在 25℃的温差作用下其支座弯矩为:

$$M_t = \frac{3a_t t_0 EI}{2h} \\ = \frac{3 \times 1 \times 10^{-5} \times 25 \times 2.8 \times 10^4 \times 1.32 \times 10^{10}}{2 \times 800}$$

$$=173.3 \times 10^6 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$$=173.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

上述两式叠加得：

$$M_{\text{支座}} = 173.3 - 131.1 = 42.2 \text{ (kN)} \quad \text{悬臂梁底部受拉}$$

各层边跨框架梁在边柱支座的组合弯矩设计值均大于悬臂梁,层数越低其差值就越大:屋面相差 $42 \text{ kN} \cdot \text{m}$,二层相差 $213 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。使用中二~五层悬挑部位作为通道,实际荷载远小于设计活荷载 7.5 kN/m^2 。悬臂梁和框架梁在边柱支座处原设计采用连续配筋,各层悬臂梁在竖向荷载作用下均有一定的安全储备,层数越低、安全储备就越大、受弯钢筋应力越低、抗弯刚度越大。随着时间推移和受弯构件混凝土徐变的发展,较小的温差(小于 25°C)就能够引起屋面悬臂梁底部受拉。屋面采用矮脚砖隔热层且 24 m 宽未设通风屋脊,隔热效果很差,根据已有文献资料判断,该框架梁上下温差将大于 15°C ,笔者按照 15°C 温差并参照有关文献取应力松弛系数 0.4 ,估算得温差弯矩为 $143.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 且梁底受拉。尽管原设计对该梁底配筋增大 571 mm^2 和 650 mm^2 (约提高 60%),但在竖向荷载和温差应力组合作用下钢筋应力仍然较高并出现较多裂缝。悬臂梁底部配筋率仅为 0.1% ($2\phi 12$ 纵筋),其裂缝集中且粗而宽;框架梁的钢筋应力较高,出现细而密的裂缝,裂缝的形态与结构实际受力和配筋情况吻合。该厂房的使用环境为自然通风,当室内采用空调时上述裂缝还将进一步加剧。但是,现行的设计规范对这类问题并无具体规定。

(3)按过去的结构构造进行配筋,在建筑外转角的板块常出现与边梁约成 45° 角的裂缝,当建筑外转角板块为间接支承时这类裂缝更加严重。图3是珠海市拱北小学室内运动场双向框架、屋面连续井式梁结构平面,其结构设计、计算及构造均符合当时规范要求,但使用不到一年四外角板块均出现通缝。

笔者认为,该板块除位于建筑外转角、受混凝土收缩及温差影响较突出外,还存在计算假定与实际受力情况差异较大的因素:连续双向板计算理论假定其支承梁抗弯刚度无穷大、抗扭刚度无穷小,实质上是忽略支承梁变形差异和抗扭作用并按局部板块计算;图3中角板 a、b、c、d 四点的竖向变形不可能完全一致,该板块除受自身弯曲外还受屋面结构整体弯曲的影响,这一影响与轴压构件的 $P-\Delta$ 效应类似,均属二阶效应;该板块按纯弯构件进

工程质量. 2003.No.5

行计算及配筋,受混凝土收缩及温差应力影响变成拉弯构件以及忽略整体弯曲影响是造成开裂的主要原因。但是,《混凝土结构设计规范》GBJ 10—89 对此未作规定,GB 50010—2002 第 10.1.9 条提出“补天窗”配 0.1% 的钢筋也难以有效地抑制这类裂缝的出现。

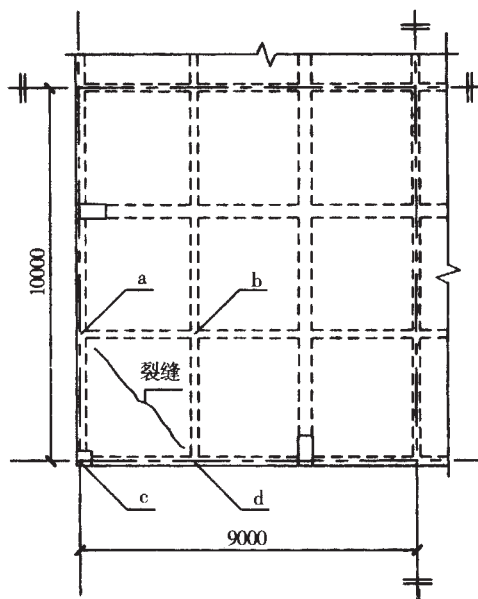


图3 某室内运动场框架及屋面梁结构平面图

1.2 对设计规范有关规定的理解不准确

(1)《建筑地基处理技术规范》JGJ 79—91 有关复合地基承载力的计算规定均建立在天然地基完成自重固结的基础上。如水泥搅拌桩复合地基承载力标准值的计算式：

$$f_{\text{sp,k}} = mR_k^d / A_p + \beta (1 - m) f_{\text{sk}}$$

可解析为,复合地基承载力标准值 $f_{\text{sp,k}}$ 等于天然地基承载力标准值 f_{sk} 乘以变形协调系数 β 后与加固土承载力标准值只 R_k^d / A_p 的加权平均值。若天然地基未完成自重固结,不仅没有 $\beta (1 - m) f_{\text{sk}}$ 这部分的承载力,而且还因固结沉降产生负摩阻力而减少水泥搅拌桩的有效承载力。但是,上式成立的前提条件在 JGJ 79—91 中却未提出来,珠海已发生多起因设计忽视这一前提条件而引起的重大质量事故。笔者在进行鉴定时曾就此问题询问该规范编制组,对方答复是“规范是编给受过专业训练的工程技术人员使用的”。设计人员应掌握的知识而未掌握,造成的后果有时不仅仅是质量通病而是重大质量事故。

(2)图2是南方沿街常见的“骑楼”建筑,砌筑在悬臂梁上的砌体不论施工时砌得多紧密,若措

施不配套,使用一段时间后将会在砌体与梁柱交界处出现通缝并引起渗漏,当室内装饰较高档时这类通病常引起强烈投诉。根据《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002 规定受弯构件长期刚度与短期刚度的关系为:

$$B = \frac{M_k}{M_k(\theta - 1) + M_k} \cdot B_s$$

该式已预示受弯构件的长期刚度比短期刚度降低约一半,设计不予以注意就会留下质量通病。

2 设计质量通病的危害

设计质量通病造成的危害具有系统性,某一构件或节点大样设计不当将使同类构件或节点致病。珠海市某二十层建筑外墙采用图 1.b 形式,砌体与混凝土结构连结未有加强措施,使用 5 年后发现通长水平窗多处向外鼓出,砌体与楼面接触处开裂,最大裂缝宽达 7mm,经研究决定该围护结构返工重做,但费用超过 200 万元。珠海市在上世纪 90 年代的屋面工程基本使用图 2 所示的矮脚砖隔热层,因屋面隔热不良造成顶层墙体开裂渗漏现象很广泛,有的甚至使建筑端部柱子出现水平裂缝,框架梁在支座附近出现倒八字裂缝。全国各地因地基处理不当造成的直接和间接损失,即使以人民币亿元为单位来统计也不是小数。建筑外转角及平面刚度突变处的楼、屋面板开裂,各地投诉不胜枚举。设计质量通病造成的经济损失和社会影响令人震惊。

3 设计质量通病存在的主要原因

(1)我国国民经济仍以公有制为主,经济管理模式从计划经济向市场经济转轨过程中,有关工程质量责任主体和从业人员的社会诚信未完全建立。我国的设计规范未能象某些发达国家一样明确规定:遵守规范本身并不给予豁免法律责任。在过去重大工程质量事故案例中,对责任人的处理经常是违反现行规范者从严,对规范未明确规定的问题予以从宽处理,客观上造成部分设计对规范未作规定的问题不够重视。现行规范是理论研究和成熟工程经验的高度总结,规范未作规定的问题本应作深入研究分析后采取可靠措施而未作,质量通病必然就较多。

(2)我国现行设计规范对安全性较重视,对耐久性、适用性的规定相对不足。我国经济基础尚不雄厚,设计标准不可能定得很高,但各地的经济发展极不平衡,用户对物质文化的需求差异也较大。这些问题未因地制宜地处理也是原因之一。

(3)部分设计人员专业基础不够扎实。图 2 的屋面框架梁(T形截面)和悬臂梁(十字形截面)若将截面改为 300mm×600mm,除中柱支座配筋率略高需做技术处理外,其它部位的配筋均在适筋梁范围内,变形也满足要求,但其抗弯刚度将下降 40% 以上,温差产生的弯矩也按相同比例减少。

(4)设计人员对自己设计的工程在使用期间缺乏必要的跟踪调查,影响工程经验的积累。

(5)设计人员过剩、市场竞争激烈,设计费过低和设计周期过短,以致设计质量不高。

(6)大量的设计质量通病未予追究,责任单位和责任者未受到必要的教育。

4 防治措施

(1)设计质量通病有其隐蔽性,习惯按图施工的人员不易发现;设计质量通病有其区域性,各地均有“特产”。因此,宜对当地建筑质量情况调查后制订相应措施。笔者曾于 1999 至 2000 年间分别主编了《珠海市建筑地基处理水泥搅拌桩工程若干技术规定》、《珠海市建筑工程质量通病治理措施(一)、(二)》,经当地建设行政主管部门审查后在全市颁发实施,取得了巨大的社会效益;从根本上防治水泥搅拌桩引起的建筑工程重大质量事故再次出现;对屋面隔热、防水、外墙开裂渗漏、梁板构造等常见设计质量通病对症下药,明显地提高了珠海市建筑工程整体质量。《珠海市建筑工程质量通病治理措施(一)》实施不到一年,珠海市屋面工程质量出现质的飞跃,多次被广东省建设厅领导、省优样板工程评审组誉为“全省领先”。

(2)各地的施工图审查机构不仅要审查设计是否符合《工程建设强制性条文》要求,而且还要审查当地设计质量通病防治措施的落实情况。

(3)工程质量监督机构应将设计质量通病防治措施纳入监督重点。

(4)建设行政主管部门应建立建筑物使用期间设计定期回访制度,并应建立主要设计人员的业绩档案,对造成设计质量通病的行为进行记录、反馈社会。

5 结语

设计质量通病有其系统性、区域性和隐蔽性。设计质量通病防治需要设计人员转变观念,提高执业技能;也需要业主在投资方面予以配合,更需要政府职能部门高度重视,制订相应地可行措施。