

某矿区房屋缺陷原因分析及结构安全性鉴定实例

许铁燕

中大检测(湖南)股份有限公司, 湖南 长沙 410208

[摘要] 某矿区生活小区房屋建成多年后, 普遍出现楼板、梁锈蚀锈胀现象, 为查明原因并分析房屋结构安全性, 通过现场采取一系列的检测项目, 综合分析该矿区房屋缺陷产生原因以及房屋整体结构安全性。

[关键词] 矿区房屋; 结构安全性; 裂缝; 锈蚀

DOI: 10.33142/aem.v4i10.7220

中图分类号: TU364

文献标识码: A

Analysis of the Causes of the House Defects in A Mining Area and Example of the Structural Safety Appraisal

XU Tieyan

Zhongda Testing (Hu'nan) Co., Ltd., Changsha, Hu'nan, 410208, China

Abstract: After the houses in a living quarter in a mining area have been built for many years, the floor and beams are generally rusted and swollen. In order to find out the causes and analyze the safety of the house structure, a series of on-site inspection items are taken to comprehensively analyze the causes of the house defects in the mining area and the safety of the overall structure of the house.

Keywords: mining houses; structural safety; cracks; rust

1 工程概况

某矿区生活小区 A 栋为砖混结构, 设计总层数 6+1 层, 其中 1 层为架空层, 设计基准期为 50 年, 结构的使用年限 50 年, 建筑结构安全等级为二级, 按 6 度抗震设防, 设计地震分组为第一组, 抗震设防类别为丙类, 场地类别 II 类, 框架抗震等级四级, 耐火等级二级, 基础设计等级为乙级, 采用夯扩桩基础。

2 鉴定检测事由

该生活小区房屋建成于 2012 年, 已投入使用多年, 结合现场勘查及业主反映目前该工程部分现浇楼板、梁出现钢筋锈胀、锈蚀, 混凝土脱落现象, 针对以上问题, 为确保房屋的安全性, 并分析上述问题出现的原因, 受业主委托, 对该房屋进行缺陷原因分析及安全性鉴定。

3 鉴定检测内容及结果

3.1 外观质量检查

(1) 该工程部分现浇楼板、梁出现钢筋锈胀、锈蚀, 混凝土脱落现象, 如图 1 所示:

(1) 该工程部分楼板存在开裂现象, 如下图 2 所示:



图 1 现浇板钢筋锈胀、锈胀



图 2 楼板开裂

3.2 结构布置核查

根据委托方提供该工程的建筑、结构图纸, 采用手持式激光测距仪、钢卷尺等测量工具对该工程结构布置进行核查, 核查结果表明: 该工程结构布置与委托方提供的结构平面图相符。

3.3 裂缝检测

现场主要对裂缝分布及裂缝宽度进行检测, 检测结果表明: 该工程裂缝主要存在于现浇混凝土楼板上, 裂缝最大宽度达到 1.21mm。

3.4 混凝土抗压强度检测

采取回弹法及钻芯法对该工程混凝土构件进行检测, 检测结果表明: 该工程所测上部主体结构板类构件现龄期混凝土抗压强度推定值在 12.4MPa ~28.2MPa 之间, 所测上部主体结构梁类构件现龄期混凝土抗压强度推定值在 15.4 MPa~20.9MPa 之间。

3.5 碳化深度检测

选取有代表性的混凝土梁、板进行碳化深度检测, 检

测结果表明：该工程所检混凝土板类构件碳化深度在 14.0~15.0mm 之间；所检混凝土现浇梁类构件碳化深度在 8.5~9.5mm 之间。

3.6 截面尺寸检测

采用钢卷尺、楼板厚度测试仪等仪器进行截面尺寸检测，检测结果表明：该工程所检现浇混凝土梁、柱构件的截面尺寸均符合设计要求。

3.7 钢筋配置检测

采用钢筋扫描仪结合现场凿除得方式对该工程混凝土构件钢筋配置进行检测，检测结果表明：混凝土构件钢筋配置基本符合设计要求。

3.8 钢筋保护层厚度检测

采用钢筋扫描仪结合现场凿除得方式对该工程混凝土构件钢筋保护层厚度进行检测，检测结果表明：该工程所检混凝土楼板(含板底腻子层)保护层厚度在 5~23mm 之间，平均值为 12.5mm；所检混凝土楼板(不含腻子层)保护层厚度在 8~18mm 之间，平均值为 11.1mm；所检混凝土梁保护层厚度在 8~31mm 之间，平均值为 17.6mm。

3.9 房屋垂直度检测

采用全站仪对该房屋整体垂直进行检测，检测结果表明：该工程所测垂直度偏差最大值为 7.35mm，小于 H/300，故此建筑物垂直度满足《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB50292-2015)7.3.10 条要求。

3.10 砖、砂浆抗压强度检测

凿除部分墙体粉刷层，采用砖、砂浆回弹仪进行强度检测，检测结果表明：承重墙体的烧结普通砖抗压强度推定值均达到 MU10，砂浆抗压强度推定值均达到 M10。

3.11 混凝土氯离子含量检测

现场对缺陷严重得构件进行取样，将样品密封保存带回实验室进行氯离子含量检测，检测结果表明：所取样品水溶性氯离子含量均小于 0.1%，样品酸溶性氯离子含量均小于 0.15%，满足现行规范要求。

3.12 f-CaO 对混凝土质量影响检测

现场对部分混凝土构件进行钻芯取样，将样品密封保存带回实验室进行 f-CaO 对混凝土质量影响检测，检测结果表明：所测的构件芯样中 f-CaO 对混凝土的质量影响较小，f-CaO 对混凝土的质量无潜在危害。

4 计算复核

根据该工程实际检测的结果，采用 PKPM 计算软件对该工程在正常使用状态下进行计算分析。参数取值按现场实际检测结果取值，计算模型如下图 3 所示：

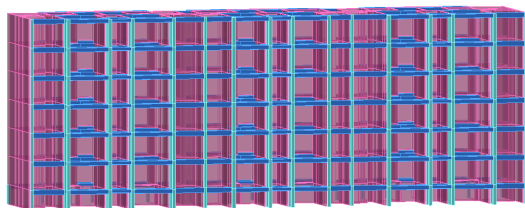


图 3 计算模型

计算复核表明：以实测的混凝土强度、实测钢筋间距，实测钢筋保护层厚度、实测楼板厚度，根据楼面使用荷载，对该工程进行正常使用状态计算，该工程承重构件、现浇楼板承载力基本满足要求。

5 缺陷原因分析

5.1 楼板钢筋锈蚀锈胀原因分析

钢筋的锈蚀过程是一个电化学反应过程。混凝土孔隙中的水分通常已饱和 Ca(OH)₂ 溶液的形式存在，其中还含有一些 NaOH 和 KOH，PH 值约为 12.5，在这样的强碱环境中，钢筋表面形成钝化膜保护钢筋不被锈蚀。对于施工质量良好，没有出现裂缝的钢筋混凝土构件，一般情况下钢筋基本不会发生锈蚀。但是，由于各种原因，当钢筋与空气中的 CO₂ 或游离 Cl⁻ 会吸附于局部钝化膜处，导致该处 PH 值迅速降低，破坏钝化膜的完整性，一旦钝化膜发生破坏，在水和氧的左右下，经过一系列的电化学反应，钢筋表面就会生成红锈 Fe₂O₃ 及黑锈 Fe₃O₄。

影响混凝土中钢筋锈蚀的因素很多，结合该工程实际检测结果，该工程楼板锈蚀锈胀主要原因为混凝土密实度欠佳、钢筋混凝土保护层厚度不符合设计要求以及混凝土的碳化深度较大。

(1) 混凝土密实度欠佳：对该工程楼板抽取的芯样均存在或多或少的气孔，虽对混凝土强度影响较小(芯样强度基本满足)，但气孔的存在为空气中 CO₂ 或游离 Cl⁻ 提供“渗流通道”，加速混凝土的碳化及钢筋锈蚀。

(2) 钢筋保护层厚度不符合设计：根据现场检测结果，所检混凝土楼板(含板底腻子层)保护层厚度在 5~23mm 之间，平均值为 12.5mm；所检混凝土楼板(不含腻子层)保护层厚度在 8~18mm 之间，平均值为 11.1mm；所检混凝土梁保护层厚度在 8~31mm 之间，平均值为 17.6mm，而设计要求的钢筋保护层厚度为 20mm，故钢筋保护层厚度不足是导致钢筋加速锈蚀的一个原因。

(3) 混凝土碳化严重：混凝土的碳化是指空气中的酸性气体二氧化碳(CO₂)于混凝土中的相碱性物质发生反应，使得混凝土碱性下降和混凝土中化学成分改变的中性化学反应过程，混凝土碳化严重会使混凝土成分甚至结构和性能发生改变。

根据现场检测结果，该工程所检混凝土板类构件碳化深度在 14.0~15.0mm 之间；所检混凝土现浇梁类构件碳化深度在 8.5~9.5mm 之间，基本达到了混凝土保护层厚度，故混凝土碳化严重是该工程建成不到 7 年就发生锈蚀锈胀的主要因素。

此外，根据相关技术资料结合该工程实际情况，影响混凝土碳化的主要因素混凝土欠密实以及施工过程可能存在的拆模过早、养护不当等现象。

5.2 裂缝原因分析

对于裂缝理论认为，结构变形裂缝形成有三个条件：

第一个条件结构是超静定的、受约束的、变形不能自由发生的；第二个是由于自身或外界环境条件(温、湿度)的变化结构材料有体积变形的要求；第三个条件是结构材料的变形要求，由于受到内部和外部(支承结构)的约束得不到满足，产生的约束应力(或约束应变)超过材料的极限抗力(或极限应变)时引起材料断裂。前两个条件分别为产生变形裂缝的基本条件和必要条件。第三个为裂缝出现的充分条件。

5.2.1 成因分析

如果是基础的不均匀沉降引起的裂缝，那么应该在底层墙角附近的梁、墙体以及柱交接处应出现裂缝，裂缝从下到上呈规律性和收敛性，经检查，该工程没有此现象，所检楼板梁、墙体以及剪力墙交接处均未发现裂缝，且该工程地基基础满足正常使用要求，整体房屋垂直符合规范要求，可以确定不是基础的不均匀沉降引起的裂缝。

该工程从施工开始至今没有受到偶然荷载作用(地震、撞击等)，所以不是偶然荷载干扰引起的裂缝。

根据现场检测结果，在现阶段楼面荷载作用下通过计算分析，该工程楼板、墙体承载力满足要求，判断该裂缝不是由于承载力不足引起的。

结合现场检测、计算分析及相关资料查询，该工程裂缝形成的主要原因如下：

(1) 现浇混凝土板角裂缝

该类裂缝为典型的现浇楼板阳角斜向裂缝，出现的原因主要是混凝土的干缩特性和温湿度差双重作用所引起的。混凝土浇筑后，在阳角处的墙和板与外界接触面大、水分丧失快，受到四周梁和墙体约束，内部将产生很大的拉应力。与外墙接触面大的阳角，受气温影响比室内大，板的温度应力也大，它与收缩应力叠加后，板开裂的概率增大，且临阳角边板的温湿度变化快，而室内板的温湿度变化相对缓慢且滞后，两者的相互约束而产生了较大内应力导致板开裂。

(2) 现浇混凝土板跨中裂缝

该类裂缝主要是由于混凝土自干缩及温度作用产生的，该工程建成后，随着外界温度变化，外墙与楼板、楼与楼层之间较大的温差，板的收缩比梁的收缩大，收缩时受到梁的约束，由于混凝土抗拉强度较低，容易被温度引起的拉应力拉裂从而产生温度裂缝。且该工程现浇板采用现浇混凝土，楼板在外部环境温度湿度的影响下，导致硬化以后的混凝土毛细孔失水而引起干收缩。混凝土胶凝材料和用水越多，则混凝土中的毛细孔越多，引起的干燥收缩就越大，在约束条件下产生的收缩变形应力越大。

此外，根据现场检测结果，该类裂缝多处于埋设电线管线路位置，由于预埋线管减小了楼板有效截面高度，容易引起应力集中，而且线管外壁光滑与混凝土的粘结性能

较差。因此线管位置混凝土很容易在混凝土干缩的作用下产生裂缝。

(3) 现浇混凝土板边(靠梁或靠墙)水平裂缝

该类裂缝均为板面负弯矩区域裂缝，出现的原因是混凝土楼板在浇筑施工过程中，施工人员在振捣时极易造成负弯矩区域钢筋踩踏下陷，导致负弯矩区域保护层偏厚，降低了截面的有效高度，在混凝土的自干缩和温度应力作用下产生裂缝。

5.2.2 影响分析

该裂缝为非荷载因素引起的变形裂缝，这种裂缝一旦出现，结构材料的变形要求得到满足后，约束力随即消失，不会危及结构安全。若不处理，将会影响结构的使用性。

6 安全性评定

根据现场检测及计算复核结果，依据《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292-2015)对该工程主体结构从地基基础、承重构件、结构整体性以及侧向位移 4 个方面进行分析评定，该工程除部分构件锈蚀锈评评为 cu 级构件，但在构件集内 cu 级构件小于 15%之外，各子单元均可评定为 Bu 级，故评定该房屋现阶段主体结构安全性鉴定等级为 Bsu 级。

7 处理建议

对该工程存在钢筋锈蚀锈胀的构件进行修复、修缮及加固处理，具体可参考以下方法：

(1)对于锈蚀、锈胀严重混凝土脱落的混凝土构件，采取剔除混凝土保护层后，将锈蚀钢筋进行除锈处理并涂刷阻锈剂。再采用抹高性复合水泥砂浆钢筋网片的办法进行加固处理，并在板底或梁表面采取粘贴碳纤维布片材法进行加固。

(2)对于锈蚀、锈胀不严重或不存在锈蚀、锈胀的混凝土构件，剔除明显碳化疏松混凝土后，采用抹高性复合水泥砂浆钢筋网片的办法进行加固处理。

对该工程存在裂缝的构件进行修复、修缮及加固处理，具体可参考以下方法：

(1)对于宽度小于 0.3mm 的裂缝，采取表面封闭处理。

(2)对于宽度大于 0.3mm 的裂缝，采用压力灌浆处理。

(3)对于板角及负弯矩区域裂缝，除采取上述方法处理后，还应再垂直于裂缝方向在构件上部粘贴碳纤维片材进行加固，以提高构件的整体性。

【参考文献】

[1]潘安宁. 浅谈房屋结构安全性检测鉴定与加固[J]. 装备维修技术, 2020(32):2.

[2]王亮亮. 某商住楼楼板明显缺陷检测及加固研究[J]. 建材与装饰, 2020(5):87.

作者简介: 许铁燕(1989-)男, 毕业于西安理工大学, 学历本科, 所学专业土木工程。