



普通高等院校土木工程专业“十二五”规划教材·应用型

建筑工程质量事故分析与处理

主 编 ◎ 李 栋 李伙穆

副主编 ◎ 黄丽芬 蔡 昱 宋丽琴

厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位



普通高等院校土木工程专业“十二五”规划教材·应用型

建筑工程质量事故分析与处理

主 编◎李 栋 李伙穆

副主编◎黄丽芬 蔡 昱 宋丽琴

主 审◎林春建 施纯正



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程质量事故分析与处理/李栋,李伙穆主编. —厦门:厦门大学出版社, 2015.4

ISBN 978-7-5615-5355-8

I. ①建… II. ①李… ②李… III. ①建筑工程—工程质量事故—事故分析—高等学校—教材②建筑工程—工程质量事故—事故处理—高等学校—教材 IV. ①TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 299106 号

官方合作网络销售商:



厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总编办电话:0592-2182177 传真:0592-2181253

营销中心电话:0592-2184458 传真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup@xmupress.com

三明华光印务有限公司印刷

2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.25

字数:445 千字 印数:1~2 500 册

定价:39.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

前 言

建筑工程,“百年大计,质量第一”。确保建筑工程质量,是建筑物能够长期有效使用的首要条件,做好安全生产工作,落实生产经营单位主体责任是根本。

随着我国国民经济的迅速发展,建筑业已成为我国经济发展的支柱产业之一。建筑作为一种工业产品其科技含量不断增加,但在建筑业迅猛发展的时期,建筑事故也时有发生,严重的事故使建筑物倒塌,造成人员伤亡和严重的经济损失。而如何促使各建设工程参与方建立建筑工程质量意识,避免建筑事故的发生,提高建筑工程质量,是笔者编写本书的目的。本书编写,体现了教育部、住宅与城乡建设部大力推进一般普通高等院校教育向技术应用型转型的教育改革和办学理念,根据建设行业人才市场的实际需要出发,以素质为基础,以能力为本位,以就业为导向,加快培养建设行业一线迫切需要的高技能人才。

为了适应新技术的发展和新规范的要求,提高教材的质量,笔者对原教材做了修订,这次修订有以下特点:

1. 在保持原有教材体系的基础上,局部调整了内容。
2. 按照《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2013),2014年最新颁布的《中华人民共和国安全生产法》等规范修订,内容符合新规范的要求。
3. 更新及补充了部分工程实例。
4. 在事故分析方面较系统深入,以进一步提高学生分析问题和解决问题的能力。

由于工程建设项目不同于一般工业生产活动,其项目实施的一次性,生产组织特有的流动性、综合性,劳动的密集性及协作关系的复杂性,导致建筑质量事故具有复杂性、严重性、可变性及多发性的特点。本书对大量工程事故案例进行分析,旨在告知工程建设参与者,应清楚工程各分部分项的各个部位容易出现工程质量事故的原因所在,施工时应特别细心地去处理,从而起到对事故发生的防范与抑制的作用。同时提高在校生对工程质量事故产生的分析能力和解决能力。

本书由集美大学讲师、工程师李栋和闽南理工学院教授、高级工程师李伙穆担任主编,厦门城市职业技术学院讲师、工程师蔡昱,闽南理工学院教师黄丽芬、宋丽琴担任副主编,福建省第五建筑工程公司教授级高级工程师林春建、高级工程师施纯正主审。全书共分10章,编写分工如下:李伙穆编写第1、5章,李栋编写第6、7章,蔡昱编写第8、9章,黄丽芬编写第2、3章,宋丽琴编写第10章,闽南理工学院教师李香兰编写第4章并参加了核稿工作。

修订再版,肯定还有不足之处,敬请专家、同仁和广大读者惠予批评指正。

编者

2015年4月

目 录

| | |
|-------------------------------|-------|
| 第一章 工程质量事故分析概述 | (1) |
| 第一节 工程项目质量的概念 | (2) |
| 第二节 建筑工程中缺陷、破坏、倒塌、事故的概念 | (3) |
| 第三节 工程质量事故的分类 | (5) |
| 第四节 工程质量事故的特点 | (7) |
| 第五节 影响工程质量的因素 | (8) |
| 第六节 工程质量事故分析的作用 | (8) |
| 第七节 工程质量事故分析的依据 | (9) |
| 第八节 分析的方法、过程、性质和基本原则 | (10) |
| 第二章 土方工程 | (14) |
| 第一节 平整场地 | (14) |
| 第二节 土方开挖与回填 | (16) |
| 第三节 排水与降水 | (18) |
| 第四节 深基坑支护工程 | (20) |
| 第三章 地基与基础工程 | (31) |
| 第一节 国内外地基基础工程成败实例 | (31) |
| 第二节 地基和基础工程质量控制要点 | (37) |
| 第三节 地基处理与加固 | (40) |
| 第四节 灰土地基 | (44) |
| 第五节 多层建筑基础工程 | (47) |
| 第六节 高层建筑基础工程 | (54) |
| 第七节 桩基础工程 | (65) |
| 第四章 砌体结构工程 | (79) |
| 第一节 砌体工程质量控制要点 | (79) |
| 第二节 砖(石)砌体工程 | (82) |
| 第三节 混凝土小型空心砌块砌体工程 | (86) |
| 第五章 钢筋混凝土工程 | (95) |
| 第一节 钢筋混凝土工程质量控制要点 | (95) |
| 第二节 模板工程 | (102) |
| 第三节 钢筋工程 | (108) |
| 第四节 混凝土工程 | (118) |
| 第五节 现浇钢筋混凝土框架工程常见的质量问题 | (133) |
| 第六节 特殊工艺钢筋混凝土工程 | (137) |

| | |
|-------------------------------|-------|
| 第六章 结构安装工程 | (165) |
| 第一节 装配式钢筋混凝土结构工程..... | (165) |
| 第二节 钢结构工程..... | (169) |
| 第七章 防水工程 | (184) |
| 第一节 屋面防水工程..... | (185) |
| 第二节 地下建筑防水工程..... | (196) |
| 第三节 其他防水工程..... | (206) |
| 第八章 装饰工程 | (212) |
| 第一节 抹灰工程..... | (212) |
| 第二节 地面工程..... | (219) |
| 第三节 饰面板(砖)工程..... | (226) |
| 第四节 涂饰工程..... | (233) |
| 第五节 裱糊与软包工程..... | (241) |
| 第六节 门窗工程..... | (245) |
| 第九章 建筑工程检测方法 | (250) |
| 第一节 钢筋混凝土构件的检测..... | (251) |
| 第二节 砌体构件的检测..... | (260) |
| 第三节 钢构件的检测..... | (264) |
| 第四节 建筑物的变形观测..... | (265) |
| 第十章 建筑结构缺陷处理方法概述 | (268) |
| 第一节 建筑结构缺陷处理方法分类及适用范围..... | (268) |
| 第二节 建筑结构的加固原则..... | (275) |
| 第三节 建筑结构加固的设计施工要点..... | (277) |
| 参考文献 | (284) |

第一章 工程质量事故分析概述

【教学要求】

重点阐述了质量与质量事故有关的几个重要概念(术语)、工程质量事故的分类、特点。分析了影响工程质量的因素。从理论上强化对工程质量事故分析的认识与把握。

【教学提示】

阐述了工程质量事故分析的作用、依据和方法。为学员以后深入学习质量事故分析的相关篇章,在理论上初具系统性,并能灵活地运用于实践。

建设工程是人们生活、生产、工作的活动场所,是人们赖以生存和发展的物质基础之一。建设工程质量,关系到人民的生命及财产的安全。《建筑法》把保证工程质量和安全作为立法的主要目的;把确保工程质量和安全作为建筑活动的基本原则。《建设工程质量管理条例》是《建筑法》颁布实施配套的法规,《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2013),统一了建筑工程施工质量的验收方法、质量标准和程序,增加了建筑工程施工现场质量管理和质量控制的要求,体现了以强化检验批保证过程控制的原则。强制性条文的实施,又为建筑从业人员在建筑活动中,为确保工程质量提供了必须严格执行的准则。

我国建设工程的质量,用发展的眼光从总体上审视,是好的。国家重点工程的质量逐年稳步提高,有的已达到国际先进水平。一般建设工程质量也在稳步提升。但是,也必须清醒地看到另一面,即当前工程质量存在的问题相当突出,一些“豆腐渣”工程重大质量事故,不仅给国家带来了严重经济损失,社会的负面影响也十分恶劣。一些民用建筑工程特别是住宅工程,影响正常使用功能的质量事故或质量缺陷屡屡出现,多发性、普遍性已成为人们关注投诉的热点之一。

工程质量事故的发生,从大环境看,与建筑市场发育不成熟有关,工程、劳务、物资等市场没有达到规范化、法治化。项目工程的生产要素还不能得到最佳的优化配置,施工企业经营管理机制滞后。从小环境分析,发生质量事故其内在的必然性,就是工程建设各阶段工作的失误。1999年2月4日《人民日报》社论指出:“工程质量问题,突出的表现在工程项目前期工作差,基础资料不完善;工程设计不合理,违反科学;工程材料假冒伪劣严重,以次充好;施工粗制滥造,偷工减料。”后面的一句话,是针对施工单位有的放矢的。前期建设工程各阶段的工作做得再好,施工不按规范操作,物化劳动的最终产品必然导致或工程质量不合格,或发生质量事故,或产生质量缺陷。2014年12月1日实施的最新版《中华人民共和国安全生产法》,明确确立了安全生产在经济社会发展中的重要地位。安全生产的地位进一步凸显,因此,强化安全意识,保证工程质量,势在必行。

第一节 工程项目质量的概念

工程质量事故分析,是后馈式控制手段之一。为了把握与工程质量事故分析的理论和方法,取得举一反三的效果,触类旁通,掌握与质量有关的基本概念,非常必要。

一、产品的定义

产品,是“过程的结果”(GB/T 19000-2008),项目工程是产品。施工单位通常要向买方提供两种或两种以上产品,即除向买方提供合格的工程实体,在保修期间还要承担保修责任。在保修范围和保修期间,因自身的原因,对造成的损失要承担赔偿责任。保修体现了服务,服务同属产品的范畴。

二、质量的概念

质量,是“一组固有特性满足要求的程度”(GB/T 19000-2008)。对建筑产品而言,如工业厂房、居住建筑,其固有特性本来就有的,尤其是那种永久的特性。如必须满足人们生产、居住的特性。这种“要求”是“明示的、通常隐含的或必须履行的需要或期望”。如住宅工程,必须具备的功能,这种期望是不言而喻的。“满足要求的程度”,才能反映质量好与坏。通俗的比喻,如有防水要求的卫生间、房间和外墙面出现渗漏,不能满足要求的程度,就可以说质量不好。

工程质量受建设全过程众多因素的影响。施工阶段是建设工程“过程的结果”,对工程质量的影响举足轻重。

三、质量保证的概念

质量保证,应是“质量管理的一部分,致力于提供质量要求会得到满足的信任”(GB/T 19000-2008)。随着经济的发展和施工技术的进步,单体建筑工程的建筑规模越来越大,具有综合使用功能的综合性建筑物越来越多,建筑产品也越来越复杂,对其质量要求也越来越高。建筑产品的特性,有的已不能通过检验来鉴定,在动用一段时间以后就逐渐暴露出质量问题,这种现象时有发生。施工单位为了向业主提供质量保证,就必须提供合格的施工阶段的各个环节、工序质量的证据。“质量保证”正是以保证质量为基础,进一步引申到提供“信任”这一基本目的。“质量保证”不是单纯为了保证质量,其主要目的是提供(向用户或第三方)信任。施工单位,尤其是生产一线的质量管理人员一定应加深对“质量保证”的理解,并付诸“过程”中。

四、工程项目质量的概念

工程项目质量是国家现行的有关法律、法规、技术标准、设计文件及工程合同中对工程的安全、使用、经济、美观等特性的综合要求。建筑工程质量,《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2013)对这一术语,从其标准的角度赋予其涵义是:反映建筑工程满足相关标准规定或合同约定的要求,包括其在安全、使用功能及其在耐久性能、环境保护等方面所有明显和隐含能力特性总和。工程项目质量是活动和过程的本身,也是活动和过程的结果。整个活动过程,包括项目设计,项目施工、项目回访保修。本教材质量事故分析的重点是建筑工程施工质量。

工程项目具有单件性、建成的一次性和寿命长期性的特点。

单件性。工程项目必须满足每个不同需求业主所需的功能和使用价值。不同于其他在工厂中连续批量生产的相同产品。即使同类型的工程项目,由于所处地理位置和自然环境区别,施工管理条件、施工工艺的不同,其最终的产品(实体)质量也存在差异。

一次性建成。工程项目只能一次性建成。只能允许生产合格的产品,否则,造成的巨大经济损失是无法挽回的。质量的风险性显而易见。

寿命周期长。建筑工程耐久年限一般较长。这就要求工程质量长期属于稳定状态,具有耐久性能。如民用建筑的主体结构耐久年限为50~100年。

建设工程一次性投入大,建设周期长。在工程建设的各个阶段,存在着许多影响质量的不确定因素,并受制于不确定因素。工程项目质量波动、质量变异、质量隐蔽、质量终检局限难度,都是一般产品与其无法比拟的。

第二节 建筑工程中缺陷、破坏、倒塌、事故的概念

工程质量事故,应该理解为:凡工程质量没有满足规定的要求,即质量达不到合格标准的要求。不合格(不符合)的定义:未满足要求(GB/T 19000-2008)。

工程质量缺陷:凡工程“未满足与预期或规定用途有关要求”。(GB/T 19000-2008)

掌握了这样的尺度,就利于区别质量事故和质量缺陷。

在工程建设整个活动过程中,质量事故是应该防止发生的,是能够防止发生的。质量缺陷却存在发生的可能性。如建筑结构完全能满足功能所有要求,钢筋混凝土结构受拉区出现了规范允许的微细裂缝,只能界定为质量缺陷。但这并不是说质量缺陷完全可以忽视。事物的发展,是量变到质变的过程,有些质量缺陷,会随着时间的推移、环境的变化,趋向严重性。某地区餐厅,屋面长期漏水,没有得到根治。三年之后某深夜,瞬间倒塌。发生这起重大质量事故的原因,主要是结构计算存在重大错误。从倒塌的屋面显示,钢筋严重生锈,严重腐蚀,局部混凝土与钢筋失去了握裹力,屋面承受不了荷载。由此可见屋面漏水也是其中诱发原因之一。

建筑物在施工和使用过程中,不可避免地会遇到质量低下的现象。轻则看到种种缺陷,严重则发生各种破坏,甚至出现局部或整体倒塌的重大事件。当遇到这些现象时,建筑工作

者应该善于分析、判断它产生的原因,提出预防和治理它的措施。要做到这些,必须对它们有一个准确的认识。

建筑工程中的缺陷,是由人为的(勘察、设计、施工、使用)或自然的(地质、气候)原因,建筑物出现影响正常使用、承载力、耐久性、整体稳定性的种种不足的统称。它按照严重程度不同,又可分为三类:

(1)轻微缺陷。它们并不影响建筑物的近期使用,也不影响建筑结构的承载力、刚度及其完整性,但却有碍观瞻或影响耐久性。例如墙面不平整,地面混凝土龟裂,混凝土构件表面局部缺浆、起砂,钢板上有划痕、夹渣等。

(2)使用缺陷。它们虽不影响建筑结构的承载力,却影响建筑物的使用功能,或使结构的使用性能下降,有时还会使人有不舒适感和不安全感。例如屋面和地下室渗漏,装饰物受损,梁的挠度偏大,墙体因温差而出现斜向或竖向裂纹等。

(3)危及承载力缺陷。它们或表现为采用材料的强度不足,或表现为结构构件截面尺寸不够,或表现为连接构造质量低劣。例如混凝土捣固不实,配筋欠缺,钢结构焊缝有裂纹、咬边现象,地基发生过大的沉降速率等。这类缺陷威胁到结构的承载力和稳定性,如不及时消除,可能导致局部或整体的破坏。

缺陷可能是显露的,如屋面渗透;也可能是隐蔽的,如配筋不足。后者更为危险,因为它有良好外表的假象,一旦有所发展,后果可能很严重。

缺陷的发展是破坏,而破坏本身又经历着一个过程。它对建筑装饰来说,是指装饰物从失效、毁坏到脱落的过程;对建筑结构来说,是指结构构件从临近破坏到破坏,再由破坏到即将倒塌的过程。

建筑结构的破坏,是结构构件或构件截面在荷载、变形作用下承载和使用性能失效的标志。例如:

(1)截面破坏:指构件的某个截面由于材料达到协议规定的某个应力或应变值所形成的破坏。例如,钢筋混凝土梁正截面受弯破坏,指该截面拉区钢筋到达屈服点,相应压区混凝土边缘达到极限压应变时的受力状态;破坏时该截面所能承受的弯矩不能再增加,就是一种破坏。但超静定构件某个截面发生破坏,并不等于该构件发生破坏。

(2)构件破坏:指结构的某个构件由于达到某些协议检验指标所形成的破坏。上述钢筋混凝土梁,如果受拉主筋处的最大裂缝宽度达到 1.5 mm,或挠度达到 $L/50$ (L 指跨长)时,即认为该梁发生破坏,就是一例。同理,超静定结构的某个构件发生破坏,并不等于该结构发生破坏。

正因为破坏是一种人为的协议标志,要十分注意结构构件或构件截面的受力和变形处于设计规范允许值和协议破坏标志之间的状态,并将它称之为临近破坏(如钢筋混凝土梁受拉区的裂缝宽度在 0.9 mm 和 1.5 mm 之间时)。临近破坏是破坏的前兆,有这种破坏前兆的(如适筋混凝土梁的弯曲破坏)称为延性破坏;无这种破坏前兆的(如无腹筋混凝土梁的剪切破坏)称为脆性破坏。在进行建筑物的结构设计时,要避免发生脆性破坏;对有破坏前兆的临近破坏的质量问题,要及时发现并及时处理,予以纠正。这些在实际的建筑工程设计和实践中,都具有极其重要的意义。

建筑结构的倒塌,是建筑结构在多种荷载和变形共同作用下稳定性和整体性完全丧失的表现。其中,若只有部分结构丧失稳定性和整体性的,称为局部倒塌;整个结构物丧失稳

定性和整体性的,称为整体倒塌。倒塌具有突发性,是不可修复的;它的发生,一般都伴随着人员的伤亡和经济上的巨大损失。但倒塌绝不是不可避免的,因为,建筑结构的倒塌一般都要经过以下几种规律性的阶段:

- (1)结构的承载力减弱;
- (2)结构超越所能承受的极限内力或极限变形;
- (3)结构的稳定性和整体性丧失;
- (4)结构的薄弱部位先行突然破坏、倾倒;
- (5)局部结构或整个结构倒塌。

有时,这些阶段在瞬时连续发生发展,表现为突发性倒塌;有时,这些阶段的发生和发展是渐变的,它使破坏有一个时间过程。因此,如果人们能在发生轻微缺陷时就及时纠正,在有破坏征兆时就及时加固,做到防微杜渐、亡羊补牢,倒塌往往是可以避免的。

建筑结构的临近破坏、破坏和倒塌,统称质量事故,简称事故。破坏称破坏事故;倒塌称倒塌事故。根据2007年4月9日国务院发布的《生产安全事故报告和调查处理条例》第三条规定,生产安全事故造成的人员伤亡或直接经济损失,事故一般分为以下等级:

(1) I级(特别重大事故),指死亡30人以上,或者100人以上重伤,或者1亿元以上直接经济损失的事故;

(2) II级(重大事故),指死亡10以上30人以下,或者50人以上100人以下重伤,或者5000万元以上1亿元以下直接经济损失的事故;

(3) III级(较大事故),是指造成3人以上10人以下死亡,或者10人以上50人以下重伤,或者1000万元以上5000万元以下直接经济损失的事故;

(4) IV级(一般事故),是指造成3人以下死亡,或者10人以下重伤,或者1000万元以下100万元以上直接经济损失的事故。

2014年12月1日实施的《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条:“发生生产安全事故,对负有责任的生产经营单位除要求其依法承担相应的赔偿等责任外,由安全生产监督管理部门依照下列规定处以罚款:

- (一)发生一般事故的,处二十万元以上五十万元以下的罚款;
- (二)发生较大事故的,处五十万元以上一百万元以下的罚款;
- (三)发生重大事故的,处一百万元以上五百万元以下的罚款;
- (四)发生特别重大事故的,处五百万元以上一千万元以下的罚款;情节特别严重的,处一千万元以上二千万元以下的罚款。”

纵览以上分析,建筑结构的缺陷和事故,虽然是两个不同概念:事故表现为建筑结构局部或整体的临近破坏、破坏和倒塌;缺陷仅表现为具有影响正常使用、承载力、耐久性、完整性的种种隐藏的和显性的不足。但是,缺陷和事故又是同一类事物的两种程度不同的表现;缺陷往往是产生事故的直接或间接原因;而事故往往是缺陷的质变或经久不加处理的发展。

第三节 工程质量事故的分类

为了准确把脉工程质量事故的症结所在,精确分析其原因,总结带有共同性的规律,了解和掌握质量事故的分类方法,是非常必要的。

一、按事故的严重程度分类

(一)一般事故

- (1)直接经济损失在 5 000 元(含 5 000 元)以上,不满 50 000 元的;
- (2)影响使用功能和工程结构安全,造成永久质量缺陷的。

(二)严重质量事故

凡具备下列条件之一者为严重质量事故。

- (1)直接经济损失在 50 000 元(含 50 000 元)以上,不满 10 万元的;
- (2)严重影响使用功能或工程结构安全,存在重大质量隐患的;
- (3)事故性质恶劣或造成 2 人以下重伤的。

(三)重大质量事故

凡具备下列条件之一者为重大质量事故,属建设工程重大事故范畴。

- (1)工程倒塌或报废;
- (2)由于质量事故,造成人员死亡或重伤 3 人以上;
- (3)直接经济损失 10 万元以上。

重大事故按经济损失在 10 万元以上和伤亡人数,又可分为 1~4 级。

二、按事故发生的部位和现象分类

地基事故:地基不均匀下沉、边坡失稳塌方、填方地坪下沉等。

基础事故:基础错位、变形过大、基础上浮、桩基偏移、桩身断裂等。

错位事故:建筑物方位不准、结构体几何尺寸偏差、预埋件、预留洞(槽)位移等。

开裂事故:砌体结构、混凝土结构开裂等。

变形事故:结构件受力倾斜、扭曲等。

倒塌事故:建筑物整体或局部倒塌。

三、按事故的不可见性分类

隐性事故:结构或构件承载力不足、混凝土强度达不到规定要求等。

功能事故:隔声隔热达不到设计要求等。

四、按事故产生的原因分类

程序原因:从事建设工程活动,没有严格执行基本建设程序,没有坚持先勘察、后设计、再施工的原则。在基本建设一系列规定程序中,勘察、设计、施工是保证工程质量最关键的三个阶段。近年来,边勘察、边设计、边施工的“三边工程”屡禁不止。因地质资料不全,盲目设计;因施工图纸不完整,盲目施工造成质量事故的举不胜举。

技术原因:地质情况估计错误;结构设计计算错误;采用的技术不成熟,或采用没有得到实践检验充分证实可靠的新技术;或采用的施工方法和工艺不当。

社会原因:社会上存在的弊端和不正之风导致腐败,腐败引发建设中的错误行为恶性循环。朱镕基总理指出:“工程质量事故频发,重要原因是由于工程建设领域存在严重腐败行为,内外勾结,贪赃枉法。”近年来,不少重大工程质量事故的确与社会原因有关。

第四节 工程质量事故的特点

工程建设物流渠道错综复杂,参与的各方多,涉及面广,加之特殊的地域、自然环境,一旦出现质量事故就具有复杂性、严重性、可变性和多发性的特点。

一、复杂性

就施工阶段而言,产品固定,人员流动;产品多样性、单件性,结构类型各异;材料品种繁杂,材质性能不同,组合配制不一;多专业、多工种交叉作业,协调难度大;施工方法、工艺要求、技术标准变化大。这些都是影响工程质量的因素。建设活动过程和建设活动本身,一旦工序失控,发生质量控制断链,就会造成事故原因的复杂性。同一性质的质量事故,造成的原因也截然不同。如砌体裂缝的原因,可能是温差收缩变形,可能是地基不均匀下沉,或结构荷载过大,或设计构造不当,或材质不良,或施工质量低劣,或受地震、机械振动、邻近爆破影响。某地尚未竣工的新礼堂突然倒塌,造成重大质量事故的原因,台口大梁下砌筑断面太小,砖筑为包心砌筑,砂浆不饱满,强度达不到规范要求。由此可见,造成质量事故的成因,可能是单一的,也可能是综合因素共同造成的结果。

二、严重性

投资建设工程项目具有高风险。一旦出现质量事故,轻的延误工期,增加工程费用,影响使用功能,重的对社会和经济影响往往十分严重。重庆綦江彩虹桥垮塌;××市某20层大厦(主体为框架剪力墙结构),浇筑主体使用了不合格水泥,迫使拆除11~14层;××市某住宅工程(剪力墙结构、18层、建筑面积1.46万 m^2)主体完工后,整体倾斜,采取纠偏措施无效,最后被迫引爆5~18层。质量事故的严重性远远超过其他产品。

三、可变性

工程质量事故的存在,往往是动态的。如处理不及时或处理方法不当,会随时间、环境等因素,由此及彼,使事故性质发生变化。××市某大厦,基坑设计深度9.0m,支护结构采用直径800mm,间距1.0m的钢筋混凝土灌注桩,桩长15m,支护桩外侧为水泥搅拌止水帷幕。基坑完工做基础垫层时,遇大雨,因基坑拐向处水平支撑钢筋混凝土大梁突然断裂,基坑坍塌范围达40多米。造成相邻近1、3号住宅楼墙体开裂,楼房向基坑方向倾斜。可见

水平支撑抗力不足,带来可变性的后果。某市发电厂第二期扩建工程,梁柱吊装之后,未能及时焊接固定,节点间尚未浇筑混凝土,为了赶工期,在整个排架尚未稳定的情况下,安装上节柱,在大风突袭下倒塌,也是可变性一例。

四、多发性

多发性应理解为工程建设施工阶段,容易被疏忽、容易发生质量失控,造成的应该避免又没有能避免的质量缺陷。多发性的质量通病,具有普遍性、顽固性。如屋面渗漏,有防水要求的卫生间、房间、外墙面渗漏;抹灰层开裂、脱落;预制构件的微细裂缝等。

第五节 影响工程质量的因素

工程项目质量要达到设计和合同规定的要求,首先须分析人的因素对工程质量的影响。在施工阶段,关键岗位管理者的理论水平、技术水平对工程质量的影响,起着关键作用。工程技术环境、工程劳动环境、工程管理环境,都与施工人员的行为有关,并受其制约。

我国加入 WTO 后,面临外资施工企业对我国建筑市场的冲击。各方的竞争能力,主要取决于科技水平和人才素质。国家鼓励采用先进的科学技术和方法,提高建设工程质量,已经初见成效。建设工程,由于积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备,大大提高了建设工程的质量水平。如新型防水材料的使用,使长期困扰房屋渗漏的问题得到了治理;新型外加剂的使用,提高了混凝土的强度和耐久性;深基坑支护技术的推广运用,确保了边坡稳定,满足了变形控制要求。但是,在建筑新技术日新月异的今天,施工管理人员的理论水平、专业素质明显滞后,技术创新能力差;乡镇建筑企业占据了全国建筑企业总数的一半,建筑从业人员中,农民工占 80% 以上,建筑劳动者的文化素质、专业技能水平偏低,又成为影响工程质量的主要因素。

第六节 工程质量事故分析的作用

工程质量事故一旦发生,或影响结构安全,或影响功能使用,或二者都受到影响。重视质量事故分析,预防在先,在施工全过程活动中尤为重要。质量事故分析的主要作用有以下两点。

一、防止事故进一步恶化

建筑工程出现质量事故或质量缺陷,为了弄清原因,界定责任,实施处理方案,施工单位必须停止有质量问题部位和与其有关联部位及下道工序的作业,这样就从“过程”中防止事故恶化的可能性。

在施工过程中,例如发现现浇混凝土结构强度达不到设计的要求,不能进入下道工序,

采取补救和安全措施的本身,遏制了事故恶化。

事故得到了处理,排除了质量隐患,又为下道工序正常施工创造了条件。

二、为制订和修改标准规范提供依据

我国加入 WTO 后,建设市场按照市场开放、非歧视和公平贸易等原则进一步融入全球经济。目前,我国建筑技术的贡献率约为 36%,与世界发达国家的 70%~80%的水平差距很大。为了提高国内施工企业的竞争能力,有赖于建筑科技水平的提高。新的建筑科学技术的运用,有一个进一步完善和成熟的过程,在施工方面,通过质量事故的分析,并结合这方面的经验教训,就为制订和修改标准规范提供了极有价值的参考依据。

工程质量事故分析的过程,是总结经验、提高判断能力、增长专业才干、提高工程质量的过程。

第七节 工程质量事故分析的依据

质量事故的分析,必须依据客观存在的事实。尤其需要与特定工程项目密切相关的特定性质为依据。质量事故分析的主要依据有以下三方面。

一、质量事故周密详实的报告

报告的主要内容:事故发生的时间、部位;事故的类型、分布状态、波及的范围;严重程度或缺陷程度;事故的动态变化及观察记录等。

二、与施工有关的技术文件、档案和资料

其中应主要包括:

有关的施工图、设计说明及其他设计文件;

施工组织设计或施工方案;

施工日志记载的施工时环境状况,施工现场质量管理和质量控制情况,施工方法、工艺及操作过程;

有关建筑材料和现场配置材料的质量证明材料和检验报告等。

三、建筑施工方面的法规和合同文件

建筑施工方面的法规是具有权威性、约束性、通用性的依据;合同文件是与工程相关的具有特定性质和特定指向的法律依据。

第八节 分析的方法、过程、性质和基本原则

施工阶段,是业主及工程设计意图最终实现并形成工程实物的阶段。物质形态的转换在施工过程中完成,无不受 4M1E 的影响。即以下几方面。

(1)人:主要指管理者、操作者素质。

(2)材料:主要指原材料、半成品、构配件质量,建筑设备、器材的质量。

(3)机械设备:主要指生产设备、施工机械设备质量。

(4)方法:主要指施工组织设计或施工方案、工艺技术等。

(5)环境:主要指现场施工环境(施工场地、空间、交通、照明、水、电……)、自然环境(地质、水文、气象……)、工程技术环境(图纸资料、技术交底、图纸会审……)以及项目管理环境(质量体系,质量组织,质量保证活动……)。

从 4M1E 所包含的因子,可以加深理解影响施工质量的方方面面的因素。

掌握质量事故分析的方法,首先要把握住分析的对象,做到有所选择,有所侧重。

一、分析的方法

(一)深入调查

充分了解和掌握事故或缺陷的现象和特征。例如:某大旅店,框架结构,七层,钢筋混凝土独立柱基础,柱网 $3.8\text{ m} \times 7\text{ m}$ 。该工程主体封顶后,发现地梁严重开裂。现场调查,测得不均匀沉陷,柱子最大沉降为 41 cm ;大部分楼层梁、柱、墙出现裂缝(最大裂缝宽度 30 mm);在现场旁 1.8 m 的地方取土测定,其天然含水量为 $65\% \sim 75\%$,桩基底压力与地基允许承载力相差近 4 倍,从调查研究提供的资料表明,结构设计严重错误,倒塌势在必然。

(二)收集资料

一切与施工特定阶段有紧密关联的各种数据,都要全面准确地进行收集,然后分类比较。例如某住宅工程,对房间地面起砂进行了调查统计,收集资料如下:

调查的房间数:100 间,其中有 50 间是因砂粒径过细引起地面起砂。有 25 间是因砂含泥量过大引起地面起砂,其他 35 间是分别由养护不良、砂浆配合比不当、水泥强度等级过低等诸多原因引起的。通过这些数据的采集比较,就容易分析出地面起砂主要原因是砂粒径过细,次要原因是砂含泥量超过允许范围值。

(三)数理统计

质量事故分析,应遵循“一切用数据证明的原则”。数据就是质量信息。对数据进行统计分析,找出其中的规律,发现质量存在的问题,就可以进一步分析影响质量的原因。对质量波动及变异,及时采取相应的对策。

统计分析的主要方法有:

(1)分层法。将收集到的数据,按不同情况、不同条件分组,每一组称一层。数据分层法是分析质量问题的关键手段之一。

(2)调查表法。将收集到的数据,制成统计表,利用统计表对数据进行整理,分析质量事故的原因。

(3)排列图法。将众多影响质量的因素进行排列,按照各因素出现频率的多少,分析影响质量事故的主要原因。

(4)因果图法。把影响质量的原因进行分类排列,全面地找出影响质量的各种原因。

二、分析过程、性质和基本原则

建筑结构质量事故发生后必须认真地进行分析,找出产生事故的真正原因,吸取经验教训,提出今后防治措施,杜绝类似事故再次发生。

质量事故分析全过程大体要经历以下几个基本阶段。

(1)观察记录事故现场的全部实况

①保持现场原状,留下实况照片,尽力找出事故原发原因;

②针对可能是发生事故的地段,对倒塌后的构件残骸进行描述、测绘、取样;其他地段也应作相应描述、取样,以示对比;

③对现场地基土层或岩层进行补充钻探或用其他办法进行补充勘察,了解实际基础持力层和下卧层及地下水情况;

④开挖了解实际的基础做法;

⑤量测原建筑物的有关实际资料(如房屋主要尺寸,各种结构构件的位置、尺寸、构造做法、存在缺陷等);

⑥现场结构所用材料取样(混凝土、钢筋、钢材、焊缝和焊接点试件、砌体的块材和砂浆等);

⑦向施工现场的管理人员、质监人员、工人、设计代表、抢救指挥人员和幸存者进行详尽的询问和访谈;

⑧对施工时提供建筑材料、建筑构配件的厂家进行实地调查,取样检测。

(2)收集调查与事故有关的全部设计和施工文件

①各种报建文件、招标发包文件和委托监理文件;

②建设单位的委托设计任务书,要求更改设计的文件;

③设计、勘察单位的勘察报告,全部设计图纸,设计说明书,结构计算书,以及作为设计、勘察依据的本地区专门规定;

④施工记录、质量文件(质量计划、手册、记录等)、隐蔽工程验收文件、设计变更文件等;

⑤材料合格证明、混凝土试块记录和试验报告、桩基试桩或检测报告等;

⑥经监理工程师签字的质量合格证明;

⑦竣工验收报告等。

(3)找出可能产生事故的所有因素——设计方案,结构计算,构造做法;材料、半成品构配件的质量;施工技术方案,施工中各工种的实施质量;地质条件,气候条件;建设单位在设计或施工过程中的不合理干预,不正常的的使用,使用环境的改变等。

(4)从上述全部因素中分析导致原发破坏的主导因素,以及引起连锁破坏的其他原因——这里指的是初步分析判断,它对下一步工作(指第(5)步)会产生影响。最后要等待下