

工程质量事故 分析与预防

萧绍统 编著

为什么

- 经检查竟无一合格
- 一次建成拆迁安置房44栋，
- 新建成的大厦整体倾斜了近3米
- 大风就能把它吹倒
- 肥梁胖柱组成的框架，一阵

中国计划出版社

TUJ12
9900473

工程质量事故分析与预防

萧绍统 编著

中国计划出版社

1998 北 京

图书在版编目(CIP)数据

工程质量事故分析与预防/萧绍统编著·北京:中国计划出版社,1998.8

ISBN 7-80058-639-1

I.工… II.萧… III.建筑工程-工程质量-案例-分析
N. TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 10596 号

工程质量事故分析与预防

萧绍统 编著

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区月坛北小街2号3号楼)

(邮政编码:100837 电话:68030048)

新华书店北京发行所发行

二二零七工厂印刷

850×1168毫米 1/32 9.625印张 239千字

1998年7月第一版 1998年7月第一次印刷

印数1—6000册

☆

ISBN 7-80058-639-1/TU·67

定价:15.00元

前 言

建国近 50 年来,我国的社会主义建设事业蓬勃发展,建筑技术有了很大进步,工程质量也有所提高,有些工程质量已接近或达到同期国际水平。尽管如此,我们总的水平还比较低,不但大量的质量通病还普遍存在,严重影响群众的生活,而且重大工程事故时有发生,危及人民群众的生命安全,造成国家财产的重大损失。因此,工程质量问题仍是今天大众关注的话题。

工程质量事故的发生,固然有其外部的原因,但根本原因还是施工队伍技术素质差。为了提高从事一线指挥、施工人员的业务素质,我们根据多年现场施工经验,拟推荐两种自学的方法,供同志们参考。

一、总结经验教训,从质量事故中学习攻克质量事故的本领

我们讲工程质量,重点应放在确保工程安全可靠的结构质量上,只要在结构上不出问题,整个工程便不会有严重后果。但我们的实际情况并不是这样,有些事故的发生,已经到了令人吃惊的程度。如由肥梁胖柱组成的框架,一阵大风就把它吹倒了;新建成的大厦整体倾斜了近 3m;某地 1996 年建成拆迁安置房 44 栋,经检查竟无一合格等等。如果我们能抓住每一个事故不放,一追到底,我们就能找到发生事故的直接原因,如果我们再能进一步沿着事故发生和发展的轨迹,探明它的机理,我们便不难找到消灭事故的办法。

有个工厂,为庆祝新厂落成,在四层楼召开全厂职工大会,会前不少人到阳台上观赏全县景色。当大家正要进屋开会时,突然阳

台倒塌。当时阳台上有人14人,除1人外,其余均坠落地面,造成3人死亡,9人重伤的重大事故。检查时虽然列举了无证设计、无照施工、管理混乱等许多外部原因,但还是说不清倒塌的要害所在。后来从技术上分析,才知道它的直接原因是:阳台挑板根部截面的主筋施工时严重向下移位,使阳台挑板的有效高度大大减少,致使上人的重量超过了能够承重的极限而断裂倒塌。

接着提出来的问题是,为什么钢筋移位就会造成这样大的事故呢?他们重温了钢筋混凝土形成的机理,钢筋混凝土是由钢筋与混凝土两种材料结合成为一体的结构材料,其中混凝土具有很高的抗压强度,但抗拉强度却很低。而建筑结构构件的特点总是一部分区域受压,一部分区域受拉,所以混凝土不能单独承担这样的任务。钢筋则是一种能够承受很大拉力的材料,两者结合起来,即在构件的受压区用混凝土,在构件的受拉区的混凝土中加钢筋,这样,两种材料,发挥了各自的优点,满足了建筑构件的需要。这就是钢筋混凝土成为理想建筑材料的理论根据。这样,一个明显的道理就摆出来了:钢筋混凝土的施工,并不是在混凝土中随意放些钢筋就可以了,钢筋不但要有一定的量,还要放在适当的位置。如果把钢筋的位置放错,或浇筑混凝土时严重移位,钢筋便起不了作用,仍逃不出构件断裂的命运。

我们从事故的分析中可以学到许多知识,有了这些知识,可以有效地避免事故的发生,找出预防事故的办法。

二、学点理论知识,提高对质量事故的预见性

“质量第一,预防为主”是我们对待工程质量的一贯方针。对我们直接指挥施工的人员来说,仅有提高质量的愿望是不够的,还必须对事故的形成有洞察能力,有了这种能力,就能透过表面现象看到事物的本质,就能从众多的因素中找到关键所在,就能在复杂的环境中作出正确的判断。这是预防事故发生最重要的本领。这种

本领的获得,固然要有很多方面的知识作基础,但弄清事物的基本概念和掌握一定的基础理论才是关键。

事物的基本概念,表达了事物的本质特征,如果不弄清楚,就可能作出错误的判断,导致犯错误。如某工地有座采用豪式木屋架的临时仓库,屋架跨度 12m,两端以简支方式架在两边砖墙上。这种形式的屋架,其上弦杆为压杆,下弦杆为拉杆,腹杆中全部竖杆均为拉杆,用圆钢制成,结点用螺栓联结,只能承受拉应力;全部斜杆均为压杆,用木材制成,结点用榫接头。这是一种最常用的屋架形式,其性能是安全可靠的。但在施工时,主管施工的技术人员认为仓库的跨度较大,为了保险起见,在中间加了一道内隔墙,作为屋架的中间支撑点。不料这样一来,使原设计的两支点变成了三支点,受力的情况完全变了。当屋架加上荷载后,即发生结点松开,竖杆圆钢弯曲,木斜杆的榫接头脱开。这是因为,这一改变使原来的拉杆受压,原来的压杆受拉,结果使屋架处于危险状态。幸亏及时发现,立即拆除中间支撑点,使屋架恢复两支点的原来受力状态,杆件和结点也随即恢复正常,避免了一场事故。可见在基本概念上不弄清楚,有时是非常危险的。我们搞施工的,如果没有一点起码的概念知识,出了事故还不知道错在哪里,这怎么能有预见性可言呢?

至于掌握一点基础理论,是因为指导我们施工的标准、规范无不来源于有关的理论,如果没有一点理论知识,就不能对标准、规范的各项要求进行深入的理解。有了理论知识,就能够更全面地按照标准、规范的要求,驾驭整个施工过程。即使在操作时做得不够规范,也可以从理论上推知它的后果,从而采取必要的补救措施,防止事故的发生。以混凝土这种大家熟悉的人造材料为例,对这种组合较多、结构复杂的复合材料的形成,我们已有一套完整的理论,以此为基础,我们就可以在配合比、拌和、浇捣以及养护等环节上,正确指导施工,制造出高质量的混凝土为我所用。

本书分地基基础、建筑结构、砖石物体及其建筑、混凝土与钢筋混凝土以及设计与施工要点五章叙述。主要想把地基的知识、建筑结构的知识、结构材料的知识和设计、施工的知识融为一体,使施工指挥者掌握一些理论与实践配套的知识。本书编录了有关的理论知识,强调从基本概念入手,把握施工要领,并在适当段落相应地插入一些有代表性的事故作为实例,让读者结合理论对照分析。这次选录的事故实例偏重于工程结构方面的事故,数量较多。一部分在正文中引用,一部分还作为实例分析,共有数十例。希望能举一反三,增强对事故的分析能力。在文字上力求深入浅出,简明扼要,通俗易懂。我们衷心希望能对有丰富实践经验但缺乏基础理论知识的同志有所帮助,同时对有较多专业知识但缺乏实践经验的同志也有所裨益。

如上所述,这本书的写法仅仅是初步尝试,缺点和错误肯定不少,深望读者和同志们批评指正。



作者简介

萧绍统，从事建筑、土木工程建筑四十余年。原建设部建筑局副总工程师，教授级高级工程师。曾任国家发明奖励评审委员会工程建设专业评审委员、北京市人民政府建工专业顾问组组长。

内 容 提 要

本书以深入浅出的笔触，扼要介绍了建筑土建工程中的主体结构——地基与基础、建筑结构、砖石砌体、混凝土与钢筋混凝土等的材质、材性、力学性能及施工设计要点，重点剖析这些主体结构屡发质量事故的情况及原因，从根本上说明基层施工人员缺乏必要的建筑设计及施工基础知识是症结所在。全书编辑了65项工程质量实例，生动地说明了质量事故发生的情况与原因，可使施工人员在今后的工程建设中汲取教训、引以为鉴。

本书供广大建筑设计与施工人员、工程质量监控人员、工程监理人员阅读。

目 录

前言

第一章 地基与基础..... (1)

第一节 认识土壤..... (1)

一、软弱地基 (1)

二、湿陷性黄土 (3)

三、膨胀土 (5)

四、砂土液化 (6)

五、冻土 (7)

第二节 地基的承载能力 (7)

一、地基承载力的含义 (7)

二、确定地基承载力的方法 (8)

第三节 桩基础 (11)

一、混凝土预制桩 (11)

二、混凝土灌注桩 (13)

第四节 基坑开挖..... (16)

一、建筑物的基础 (16)

二、大面积深基坑的支护方法 (17)

三、深基坑开挖施工中应注意的问题 (22)

第五节 实例分析..... (23)

第二章 建筑结构..... (36)

第一节 结构与荷载 (36)

一、结构的作用 (36)

二、建筑结构的荷载及其传递方式 (37)

第二节 建筑结构的基本构件及其受力特点	(40)
一、板	(40)
二、梁	(45)
三、柱	(50)
四、墙	(52)
五、桁架	(54)
第三节 实例分析	(59)
第三章 砖石砌体及其建筑	(101)
第一节 砌筑材料	(101)
一、骨架材料	(101)
二、砂浆	(105)
第二节 砌筑方法	(106)
一、组砌原则	(106)
二、几种结构的组砌形式	(106)
第三节 砌体的强度及稳定性	(113)
一、砌体的强度	(113)
二、砌体的稳定性	(118)
三、造成砖石砌体结构发生事故的原因	(119)
第四节 砖混建筑的发展	(122)
一、国外情况	(122)
二、国内情况	(123)
第五节 竖向配筋空心砖工艺	(125)
一、工艺要点	(125)
二、试点情况	(127)
第六节 实例分析	(130)
第四章 混凝土与钢筋混凝土	(163)
第一节 概述	(163)
第二节 混凝土	(166)

一、影响混凝土性能的因素	(166)
二、混凝土制作工艺要点	(172)
三、混凝土的质量控制	(179)
第三节 钢筋混凝土	(185)
一、钢筋	(186)
二、钢筋焊接	(190)
三、钢筋混凝土的质量问题	(199)
四、质量检测方法	(203)
第四节 预应力混凝土	(206)
一、预应力混凝土对建筑物的影响	(206)
二、高强钢材与高强混凝土	(208)
三、预应力混凝土施工	(214)
四、生产工艺控制要点	(216)
第五节 实例分析	(218)
第五章 设计与施工要点	(222)
第一节 单层房屋建筑	(222)
一、排架结构	(222)
二、刚架结构	(227)
第二节 多层建筑	(231)
一、框架结构	(232)
二、装配式墙板结构	(235)
三、板柱结构	(237)
第三节 高层建筑	(239)
一、剪力墙结构	(239)
二、框架—剪力墙结构	(241)
三、筒体结构	(242)
第四节 大跨度建筑的网架结构	(245)
一、大跨度结构的形式	(245)

二、空间结构的特点	(246)
三、网架结构的形式及构造	(249)
四、网架结构施工	(262)
第五节 高层建筑滑模施工	(264)
一、滑模工程的特点	(264)
二、滑模工程的结构设计	(265)
三、液压滑模的施工装置	(270)
四、滑模施工	(279)
第六节 实例分析	(292)
主要参考资料	(297)

第一章 地基与基础

地基是所有工程建设的基础,因此,我们必须对工程所在地的土类有一个比较清楚的认识。以往由于我们对这方面的知识比较缺乏,在施工中是吃过不少苦头的。认识土壤是为了摸清地基的承载能力,所以本章介绍地基承载力和测定承载力的简单方法。

当天然地基不能满足建筑物的要求时,还要对地基进行人工处理。现在我们已有很多成熟的经验,许多书上都能读到。在我编写的《建设工程施工方法选用指南》一书中也作过比较详细的介绍。因此在这里不一一介绍了。只是鉴于桩基础用得比较广,问题也比较多,因此专列了一节进行介绍。

基础的形式很多,本章着重介绍深基础,深基础开挖要注意边坡的稳定,其中支护方法又是关键。这里提供了一些比较新颖的方法,可能对读者有所帮助。

第一节 认识土壤

一、软弱地基

这类土壤分布于沿海、沼湖地区。根据它的特性又可分以下三类。

1. 饱和淤泥类地基。属于低强度、高压缩性的有机土,是事故发生较多的地基。其沉降的幅度同淤泥土层的厚度有关。据对砖

石承重结构的沉降统计,3层民用房屋沉降幅度为15~30cm,4层为25~50cm,5层以上多数超过60cm。在这类地区建房,如上部结构高差达1层,平面较复杂的房屋,因沉降差异造成房屋开裂的甚多。有些地方,因对这类土壤认识不足而造成倒塌事故,见例1-1、例1-2。

在这类土地地区的建筑,如加荷速度过快,还可引起大量下沉,导致倾斜及倾倒。如有1座筒仓,在使用初期继续加荷2150t,5d内即下沉1.4m,其下沉速度最高达0.53m/d。地震也属于瞬间加荷的情况,如唐山大地震期间,在高烈度地区也出现了大量建筑物震沉现象。3层住宅平均下沉18cm,4层住宅平均下沉25.1cm,还都伴有倾斜。

这类土壤的处理方法,主要是使土中的水尽快排出去,排水愈快效果愈好。如打砂井排水,静压法也有效。但不能使用无法将水排出的动力法,如强夯法、振动碾压法。如用沉管灌注桩,在打桩过程中,经常会发生断桩、缩颈等事故。因此,在大面积采用沉管灌注桩时,可采用跳打的办法,目的是减少打桩过程中土的塑性流动,减少断桩的发生。

2. 软粘土地基。引起软土地区房屋损坏的因素主要是变形不均匀,其中地质不均匀是变形不均匀的主要原因,因此,设计施工前要查明地基的类型。

平原地区土质比较均匀,表层有硬壳层,厚度约1~3m,以下各层依次为淤泥质土、淤泥、粘土和砂。各土层坡度不大于5%,基础下5m范围内比较均匀,地质条件简单,可以利用作为中小建筑物的地基,但要采取相应的建筑措施和结构措施,才能免除不均匀沉降造成的危害。

由于提供的地质勘察资料不准确,不均匀沉降可能发生在其他的地基中。1996年太原铁路局的4栋5层砖混结构住宅,建筑面积达8960m²,由于提供的地质勘察资料不准确,设计有错误,导

致楼房发生不均匀沉降,在 50m 长度内沉降深达 131~201mm,墙体开裂,严重影响使用。

山缘地区,靠山一带的地形,上覆土层为淤泥,下为起伏的岩石。当岩层坡度平缓时,其上有较好的残积土,淤泥层由薄变厚。在厚度变化过大的部位,沉降变化亦相对增大,因此,过长的房屋很容易开裂;当基岩坡度突然变陡,岩面标高变化有的可达数十米,软土厚度亦随之变化。建在这种地区的房屋,可能发生垂直及水平两个方向的变形,一般的处理方法都不能有收效,临江陡斜地层还有滑坡可能,必须小心从事。当基岩隆起呈凸背状时,背顶处淤泥层很薄,其它处厚薄不等,位于其上的房屋会出现反向挠曲而断裂。

滩涂地区,淤泥沉积年代较短,或为海水淹没地带,含盐量较高,含水量也很高,轻型房屋都易出现不均匀沉降。这种地区 3~5m 以内的土层应作重点勘察。由于土在自重下仍有下沉,如用桩基加固,则所有桩尖应落在同一土层上,否则可能产生的负摩擦力不相等而出现建筑物的开裂。

以上三类地区的地质特点各有不同,平原场地比较简单,可以利用作为天然地基,荷重较大的房屋可采用桩基。沿海滩涂地区的主要问题在于表层,进场前应先做排水处理,低洼处应先填平。目前这类地区开发较快,但地基处理的造价也较高。

3. 杂填土地基。杂填土系由堆积物组成,在不同的条件下,堆积物可能是建筑垃圾、炉渣、弃土或生活垃圾。其特点是未经人工处理,粗骨料多,空洞多,不均匀性大。城市过去的垃圾区可能是洼地,除堆积多种废弃物外,有时还可能与塘混杂,而且地点分散,分布不均,难于发觉,这是造成事故的原因。

杂填土的处理方法与软土不同,它的目的在于解决不均匀性,宜用强夯、冲碎石桩、振动成孔夯填、复合地基等,不经处理不能作为地基。

二、湿陷性黄土

我国的黄土主要分布于甘肃、陕西、青海、河南、山西等省的部分地区。

浸水后产生湿陷的黄土称之为湿陷性黄土,由于雨水、管道渗水漏水、水库蓄水等原因,使地基出现大面积或局部下沉,造成房屋损坏。因此,湿陷性黄土地区地基基础的设计、施工和使用都需采取特殊措施。

黄土产生湿陷的原因,一是孔隙比大,存在着大量空隙;二是含水量低,有的只有9%;三是粉粒含60%以上,粘粒较少,并含有可溶碳酸钙盐类。当水侵入天然较干的土体时,渗透很快,具有胶结作用的盐类溶解,土体强度便大幅度降低,在自重压力或附加压力作用下,土体被压密下沉,这种现象称之为湿陷。

黄土的湿陷分为自重湿陷和非自重湿陷两种。判定的方法也很简单,可在现场开挖一方形平底试验坑,边长10m左右,深度50cm,保持坑内水位20~30cm,待沉降稳定后,测出湿陷量,该值大于7cm时,即为自重湿陷场地,小于或等于7cm时,称为非自重湿陷场地。

黄土的湿陷都是由水的浸入引起,主要有以下几种情况:

1. 建筑物附近地面积水。这主要是指雨后积水,一般浸湿深度不大,水量补给有限,危害较小。

2. 给水管、暖气管道漏水。由于管道锈蚀,接头渗漏,常在短期内排出大量的水,造成局部湿陷。如主干管道离建筑物5cm以外时,对房屋的影响甚小。

3. 排水管道漏水。排水管道多数是混凝土管、陶土管,还有砖砌的排水沟,容易破裂,尤其在检查井及管口处更易渗漏,并且难于察觉,是引起事故的主要原因。

4. 地下水上升。地下水上升的范围较大,引起的沉降比较均匀,沉降稳定很快,对体型复杂、荷载较大的建筑极为不利。