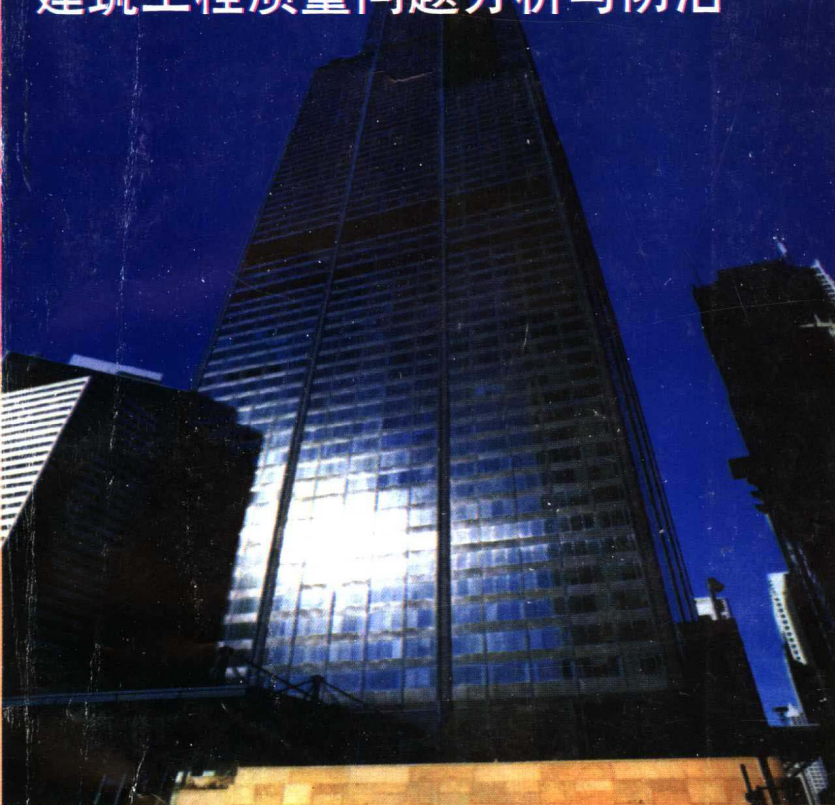


材料引起的

建筑工程质量问题分析与防治



姚佳良 朱梦良 龚建清 编著
吴慧敏 审定

湖南大学出版社

G
L
Y
Q
D
J
Z
G
C
Z
L
W
T
F
X
Y
F
Z

材料引起的建筑工程 质量问题分析与防治

姚佳良 朱梦良 龚建清 编著
吴慧敏 审定



湖南大学出版社

1997·长沙

内 容 提 要

本书结合大量的工程实例,较全面地介绍了土木建筑工程中由材料引起的各种质量问题的原因及其防治措施。全书共7章,第1章为绪论,第2章至第7章分别叙述了材料引起的地基及基础工程、混凝土结构工程、砌体结构工程、钢木结构工程、装饰工程和防水工程的质量问题分析与防治。

本书可供从事土建工程勘察、设计、施工、监理和管理维修等人员参考,并可作为土建专业大中专院校师生的教学参考书。

材料引起的建筑工程 质量问题分析与防治

CaiLiao YinQi de Jianzhu Gongcheng

ZhiLiang Wenti Fenxi Yu Fangzhi

姚佳良 朱梦良 龚建清 编著

☐ 责任编辑 卢 宇

☐ 装帧设计 吴颖辉

☐ 出版发行 湖南大学出版社

社址 长沙市岳麓山

邮码 410082

电话 0731-8821691

0731-8821315

☐ 经 销 湖南省新华书店

☐ 印 装 长沙交通学院印刷厂

☐ 开本 850×1168 32开 ☐ 印张 10.25 ☐ 字数 248千字

☐ 版次 1997年7月第1版 ☐ 1997年7月第1次印刷

☐ 印数 1-3 000册

☐ 书号 ISBN 7-81053-095-X/TU·8

☐ 定价 13.50元

(湖南大学版图书凡属印装差错,请向承印厂调换)

前 言

建筑工程质量问题已经是一个世界性问题:美国弗吉尼亚州一座26层现浇钢筋混凝土住宅,施工到第24层时,大楼中部从上到下一垮到底;80年代末期湖南某生活区施工完2~3年的大片住宅建筑成为危房;1995年12月8日四川德阳市某7层综合大楼主体结构完工后在装修过程中突然倒塌;1996年武汉市一栋在建的18层钢筋混凝土剪力墙结构的高层住宅楼由于发生严重倾斜、位移而不得不控爆引毁……。

上述建筑质量问题的发生,不得不令人对建筑质量问题引起深切关注。

那么,究竟是什么原因造成了建筑工程的质量问题呢?对此,许多建筑工作者进行了多方面的探索,诸如因设计引起的质量问题,因工程施工引起的质量问题等。但还有一个重要的原因往往被人忽视或注意得不够,这就是由材料引起的工程质量问题。

由材料引起的工程质量问题,涉及到材料的选择、使用、环境作用等。特别是近年来一些新材料的使用,新环境的出现,也引起许多新的工程质量问题,对于这些质量问题的原因分析及防治措施探索,已是非常迫切的问题,而这方面的研究目前几乎是空白。本书将从这方面作一些初步的探索。

本书的分析讨论,引入了大量的较新的工程事故实例(其中部分工程事故作者曾亲自参与检测),使得本书具有较强的借鉴性和操作性;同时本书既有一定的理论深度,又考虑到适合一般工程技术人员的阅读,因而本书有广泛的适用性。

本书分七章,第一、二、三、四章由姚佳良编写,第五章由龚建清编写,第六、七章由朱梦良编写。限于笔者的实际经验与理论水平,书中缺点错误在所难免,敬请有关专家和广大读者批评指正。

编 者

1996年12月

目 次

1 绪 论

1.1 材料引起的建筑工程质量问题涵义	1
1.2 材料与工程质量的关系	1
1.3 材料引起的建筑工程质量问题类别	2
1.4 材料引起的建筑工程质量问题特点	3
1.5 材料引起的建筑工程质量问题常见原因	5
1.6 质量分析的一般方法、步骤与现代试验方法	6

2 土引起的地基及基础质量问题分析与防治

2.1 土的成分对地基及基础的影响	11
2.2 土中水对土、地基及基础的影响	15
2.3 几种特殊土引起的质量问题分析及防治	20
2.4 杂填土	26
2.5 冻胀土	29
2.6 土的化学加固技术	31

3 混凝土结构工程

3.1 组成材料引起的质量问题分析与防治	37
3.2 环境对混凝土结构质量的影响及防治	87
3.3 材料配比设计引起的质量问题分析与防治	145
3.4 混凝土施工质量问题分析与防治	147
3.5 材料引起的桩基质量问题分析与防治	155
3.6 混凝土结构质量问题的修补及加固	160

4	砌体结构工程	
4.1	烧结粘土砖	175
4.2	灰砂砖	189
4.3	水泥硅酸盐砖	195
4.4	砌筑砂浆	197
4.5	砖砌体裂缝处理及加固措施	204
5	钢、木结构工程	
5.1	钢结构工程	212
5.2	木结构工程	255
6	装饰工程	
6.1	材料引起的抹灰工程中质量问题及防治	273
6.2	墙地面块材装饰工程材料引起的质量问题及防治	277
6.3	建筑装饰涂料工程	290
6.4	材料引起的门窗工程及玻璃幕墙工程质量问题及防治	298
6.5	材料引起的吊顶工程质量问题及防治	302
7	防水工程	
7.1	概述	306
7.2	防水卷材引起的防水工程质量问题及防治	307
7.3	防水涂料引起的防水工程质量问题及防治	311
7.4	密封材料引起的防水工程质量问题及防治	313
	后 记	319

Contents

1 Introduction

- 1.1 Definition of civil engineering work quality defects due to building materials 1
- 1.2 Relation of engineering quality and materials 1
- 1.3 Classification of civil engineering work quality defects due to building materials 2
- 1.4 Characteristics of civil engineering work quality defects due to building materials 3
- 1.5 Causes of civil engineering work quality defects due to building materials 5
- 1.6 Methods, steps and modern test methods of quality analysing 6

2 Analysis, prevention and treatment of foundations quality defects by soil

- 2.1 Effect of soil elements on foundations and bases 11
- 2.2 Effect of water in soil on soil, foundations and bases. 15
- 2.3 Analysis, prevention and treatment of quality defects due to several unordinary earth 20
- 2.4 Mottled fill 26
- 2.5 Frozen earth 29
- 2.6 Chemically reinforcing technology of earth 31

3 Concrete construction engineering

- 3.1 Analysis, prevention and treatment of defects due to combining materials 37
- 3.2 Effect of environment on concrete construction quality and its prevention, treatment 87

3.3	Analysis, prevention and treatment of quality defects due to mix design of material	145
3.4	Analysis, prevention and treatment of quality defects due to constructing	147
3.5	Analysis, prevention and treatment of piles foundation quality defects	155
3.6	Repairing and reinforcing of concrete construction quality defects	160
4	Masonry structure engineering	
4.1	Singed clay brick	175
4.2	Slaked-lime brick	189
4.3	Calcium silicate brick	195
4.4	Rubble block	197
4.5	Masonry mortar	204
5	Steel, wood structure engineering	
5.1	Steel structure engineering	212
5.2	Wood structure engineering	255
6	Finishing work	
6.1	Quality defects due to materials in stucco work and its prevention, treatment	273
6.2	Wall and floor finishing work	277
6.3	Building paint finishing work	290
6.4	Doors and windows of aluminium alloy and of colloured-galvanized sheet metal, glass finishing work	298
6.5	Cilling finishing work	302
7	Waterproof work	
7.1	Introduction	306
7.2	Waterproof roof	307
7.3	Waterproof paint	311
7.4	Sealing-up materials	313

1 绪 论

1.1 材料引起的建筑工程质量问题涵义

本书所述建筑工程质量问题指因材料的选择、使用、老化及环境作用引起的材料性能、构件或建筑物承载力、刚度和稳定性、建筑物美观及使用功能等方面的问题。

书中所述“质量问题”(质量缺陷)包括“工程质量通病”和“工程事故”。“工程质量通病”泛指建筑工程中由于材料的选择、使用、老化、环境作用引起的带有一定普遍性且经常出现的一般质量问题;“工程事故”则指质量不符合要求,达不到合格标准,需要维修、加固或报废,甚至引起倒塌,所造成直接经济损失在或将在5 000元(含5 000元,建设部标准)以上的问题。

“通病”与“事故”既有一定联系,也有各自特点。某些工程事故就是由通病演化而来的。至于哪些质量通病会引起工程事故,哪些不会引起工程事故,在实际工程中很难一概而论。一般来说与工程性质、环境特征、维护等有关。防患于未然,必须知其然且知其所以然,因此,关于质量问题的分析,应包括“问题”现象、特征、原因、发展过程和处理方法的分析。

1.2 材料与工程质量的关系

1.2.1 材料是土木建筑工程技术发展的基础

建筑工程中许多技术问题的突破,往往依赖于建筑材料问

题的解决。而新材料的出现,又将促使建筑设计、结构设计及施工技术的革新。如粘土砖的出现,产生了砖木结构;水泥和钢筋的出现使得大跨度、高层数的建筑成为现实;大型板材的生产使得建筑施工机械化程度得以提高;新的化学建材或复合材料的出现使得工业建筑要求的耐热、耐磨、耐腐蚀、抗渗透、防爆或防辐射逐步得以满足。

1.2.2 材料是保证建筑工程质量的基础和关键因素

建筑材料的组成、构造、规格、使用及选择,直接影响建筑工程的坚固耐久、适用等工程质量。如纤维状构造的材料在平行纤维方向和垂直纤维方向的强度和导热性差异很大,使用不当就不能充分利用这一特点,达不到预期质量要求;离子晶体由于离子键的结合力大,所以其硬度高、强度大、热膨胀系数小,但脆性大;材料的化学成分、矿物成分将影响一系列工程质量。如硅酸盐水泥中硅酸三钙含量愈多,则水泥的硬化愈快,水泥石的强度愈高,又如水泥石中如果氢氧化钙含量多,则其抗侵蚀的能力差等;材料的相组成及相转变将可能引起建筑构件的开裂,影响使用,如材料中含水,水变成冰,体积增大,在多次冻融循环情况下,将导致材料剥落、保温隔热性能降低等;材料的配比将影响材料结构,影响建筑物(构件)的耐久性、承载力等,如水泥混凝土中 W/C 过大时,则孔隙率高,强度和耐久性性能差等;环境侵蚀将改变材料的成分、结构等,从而导致材料性能劣化,引起建筑质量的降低甚至酿成工程事故。因此,保证建筑工程质量,关键是正确选择材料、使用材料和进行合理的材料耐久性设计。

1.3 材料引起的建筑工程质量问题类别

材料引起的工程质量问题,分类方法很多,一般可从问题的严重程度、外在现象、发生的时间、所用材料种类及工程性质等

几方面分类。

1)按问题的严重程度分类:

①质量通病;

②工程事故。

2)按问题发生的时间分类:

①施工期;

②使用期。

3)按问题的外在现象分类:

如裂缝、孔洞、麻面、流淌、变色、漏筋、脆皮、起泡、分泌物、凝固异常、溶解、剥落等。

4)按问题所属工程种类分类:

①地基及基础工程;

②混凝土及钢筋混凝土工程;

③砌体工程;

④钢木结构工程;

⑤装饰工程;

⑥防水工程;

⑦其它建筑工程。

本书即按工程种类分类进行论述。

1.4 材料引起的建筑工程质量问题特点

1)复杂性

建筑工程由于使用性质,环境特点,施工条件,结构特征等的差别,所选材料品种繁多,由其所产生的影响或质量问题自然形成诸多特点。同种问题,因环境不同、材料不同、工程性质不同,则产生的原因也不一定相同,因此,分析问题时,既要抓住矛盾的普遍性,也要注意其特殊性。

2)严重性

工程质量问题,有的会影响施工顺利进行,有的会给工程留下隐患或缩短建筑物的使用年限,有的会使建筑物成为危房,影响安全使用甚至不能使用,最为严重的是使建筑物倒塌,造成人员伤亡和巨大的经济损失。所以我们应尽量避免质量问题产生,一旦出现问题,不能掉以轻心,务必及时分析,作出正确结论,提出合理的处理方案,以确保安全。

3)可变性

工程中的质量问题多数是随时间、环境、施工情况等发展而变化的。如混凝土中钢筋的锈蚀一般来说会经历钢筋表面钝化膜的破坏,钢筋发生电化学腐蚀或化学腐蚀,产生膨胀,使混凝土胀裂,钢筋有效截面减小,承载力降低直至完全失去承载能力等等过程。当然,这个过程所需的时间与环境条件或腐蚀介质浓度、混凝土的保护层厚度、混凝土施工的质量等有关。因此,对工程质量问题应通过分析、调查、试验,作出正确判断,对那些不断变化,而可能发展成为工程事故、严重工程事故甚至断裂倒塌性质的事故,要及时采取应急补救措施。

4)多发性

问题产生尽管有前车之鉴,但我们往往重蹈覆辙,有些缺陷一而再、再而三地不断发生,成为“常见病”、“多发病”、“质量通病”。如混凝土中钢筋的腐蚀引起结构倒塌,碱骨料反应引起结构承载力的降低等等。

5)新颖性

随着土木工程的发展变化,出现了许多新设计、新施工、新材料、新用途,但这些新变化也带来了某些新问题,因此,当我们分析工程问题时,我们不能用“老皇历”看待新问题,否则不利于问题的解决。

1.5 材料引起的建筑工程质量问题常见原因

1)材料的质量及选用不当

如水泥的基本工程性质——安定性、凝结时间、强度、水化热、含碱量等的不良都会引起工程质量问题,这些问题既有共同点,也有各自特点。因此,在分析缺陷时,我们应首先认识材料的基本性质。

2)材料的使用

材料的使用包括材料混合先后顺序、材料对环境的要求、材料的相容性等等。如外加剂的使用、掺加方法、载体等对工程的性质影响差别很大,甚至出现相反的结果。又如某些涂料的使用、层与层之间的间隔时间过长或过短都影响到涂料的粘结性、稳定性。

3)材料的贮存与运输

建筑工程材料在贮存与运输过程中由于受潮或碰伤引起性质改变,使用了这种性质劣化的材料,将引起某些质量问题。如涂料贮存期过长,则引起分层变质,使用后可能出现颜色不一致等问题。如钢材在贮运过程中,表面生锈,用于混凝土中时,又未除锈,这将影响钢筋与混凝土的粘结;锈膜吸水后体积还会增大并发生反应,由此可能引起其它质量问题。

4)建筑构造

如木材的腐蚀在构造通风不良的木结构中会加剧。又如保温隔热材料,当屋面层次的构造不当时,其保温隔热性能降低甚至完全失去。

5)环境因素

环境不同,对材料的影响不同。一般来说影响建筑材料的的环境包括海洋环境、潮湿环境、高温环境、酸碱盐工业环境、灰尘

环境、油脂环境等等。

1.6 质量分析的一般方法、步骤与现代 试验方法

在进行质量分析时,为了评价质量问题严重程度,须寻找原因,以便作出正确的结论,采取合理的措施。通常我们采取以下分析试验方法。

1)直观评价法

当材料引起的问题比较明显时,或者仅限于外表时,我们可以粗略估计损伤面大小、问题主要特征、引起问题的原因。这种方法一般来说仅适合于某些表面问题的分析,操作简便、直观。

2)列表分析法

列表分析时一般应由有经验的技术人员进行。列表内容包括问题种类,引起问题的可能原因,然后针对具体工程逐一将形成这些原因所具备的条件列于表中,进行分析,并确定最可能的原因,再辅以有关试验检验。表格形式如下:

问题种类	原 因	形成原因的条件	试验验证
1	A	不具备	化学试验等
2	B	具备	
3	C	不具备	
4	D	可能具备	
5	E	不具备	

3) 典型症状类推法

如该工程所处环境、地理位置等最易发生某种典型质量问题,而该工程问题现象又具备典型问题的症状,一般来说,可以类推问题种类等。如膨胀土、软土等区域常发生地基变形而引起的墙体开裂问题;使用了某种集料而发生的混凝土破坏问题等等。

4) 材料的现代试验分析法

某些质量问题我们很难用上述方法和普通试验方法确定;或者有时为了验证上述方法的准确性,常需要借助有关现代试验分析问题原因。

现代试验方法有宏观性能试验和微观性能试验,对宏观性能试验本书某些章节已有说明,以下仅介绍有关现代微观性能试验分析方法。

(1) X 射线物相分析 物相分析即鉴定材料中的相组成及其含量的方法。材料的性能不但决定于化学成分,还决定于由哪些相组成。而每一物相均有其特定的晶体结构参数(点阵类型、晶胞大小、晶胞中原子、离子或分子的数目和位置等)。它们各自给出特定的 X 射线衍射图,即特定的衍射角度和强度。很难找到两个不同的物相给出完全相同的衍射图。因此,可以根据衍射图,即衍射线的角度和强度确定晶体结构,进而确定物相。为了确定试验中含有什么相,首先拍摄 X 射线衍射图,利用布拉格公式计算出反射晶面的面间距,测量衍射线的强度,再与已知物相的标准数据(晶面间距和强度)比较,如果能找到这样的物相,它与被测物相的数据相符合,则被测物相就是该标准物相。多相混合物中的每一相给出自己独立的衍射条纹,同样的原理,可以分析混合物中的各个物相。所谓标准数据,就是对已知的物相进行 X 射线结构分析,测量其各反射晶面的面间距和衍射线的相对强度,并制成卡片,卡片上的数据即为标准数据。

衍射图谱中峰的高低反映了该物相含量的多少。峰的高度越高(强度计数越大、峰面积越大),表明该物相的含量越多。依据峰高,可进行物相的定量分析。

峰的形状是锐利还是弥散,常用峰的半高宽来表示。而半高宽越大的峰,表明晶体的发育越差,半高宽越小的峰,表明晶体发育越好。如果仅形成“馒头峰”,甚至仅出现衍射线抬高(背景隆起),则说明是非晶态(包括无定形或玻璃体、胶体等)。

峰的高度与背景高度的比例(称峰背比)反映了结晶相和非结晶相的含量相对多少。峰背越高,结晶相含量越多。

在建筑科学中,X射线物相分析法可用于新材料开发、危险建筑及工程事故中材料成份鉴定等。^{[1],[2]}

(2)电子探针 X 射线显微分析 电子探针 X 射线显微分析即利用聚焦得很细的电子束(直径 1 微米以下),在几十千伏高压下照射在需要检测的试样表面上,激发出物质的特征 X 射线,由探测仪器接收,通过 X 射线谱仪测量它的波长或能量,确定被分析区域所含元素。测量特征 X 射线的强度,可以确定试样某微区中元素的含量。

此方法目前主要用于金属材料及矿物研究中。

(3)分析电子显微术 分析电子显微术(AEM)是在透射电子显微镜的基础上发展起来的分析技术。现代透射电镜中一般包括:扫描透射电子显微系统(STEM)、能量色谱仪(EDS)和电子能量损失谱仪(EELS)。除可进行传统的透射电子显微术(CTEM)外,还可以使用扫描透射电子显微术(STEM)观察 STEM 像,进行微区成分分析和微衍射等方面的研究。具有上述功能的电子显微分析方法称为分析电子显微术。如观察水泥水化程度,测试步骤如下:

①将终止水化以及抽真空和干燥处理的试样固定在试样座上;

- ②将试样抽真空及镀金(金属);
- ③将试样放置在电子显微镜柱中并再次抽真空;
- ④发射电子束扫描试样,观察并照相;
- ⑤某些区域如必要可进行微区成分分析。

(4)核磁共振(NMR) 材料的宏观性能与微观结构直接相关,而微观结构的形成又与原子与原子核情况有关。核磁共振是研究原子核周围环境的一种方法。通过原子核周围环境(核外电子结构、被研究的原子周围其它原子排列情况,包括空位、异类原子等)研究了解原子核周围的配位、原子类别、有机游离基、过渡金属络合物的微观结构。核磁共振在材料研究中的应用如下:

①进行化学定量分析。通常包括混合物的分析、相对分子质量测定和元素分析、同位素的组成、样品中水和活泼氢含量的测定。

②超精细场的测定。原子光谱结构中考虑到电子自旋而得到的谱线结构,称为谱线精细结构。而考虑到原子核作用所得到的谱线结构更小,其核外所处的局域场即超精细场,其大小、方向与核及核外电子的超精细作用有关(电子结构、核近邻组态)。通过共振频率与温度、压力关系的分析,可了解溶质和溶剂原子间相互作用的信息。

③研究合金的有序结构。

④在材料科学中,可用来研究某些氧化物的结构及配位状态,研究材料的电子结构和分子结构。

⑤研究扩散。

5)质量问题分析的一般步骤

发现问题→调查→分析原因→提出处理方案→问题处理→检查验收→结论。