

混凝土结构工程

裂缝的判断与处理

徐有邻 顾祥林○编 著
刘 刚 林 峰○整理校核

封面设计：张远书



经销单位：各地新华书店、建筑书店

网络销售：本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

网上书店 <http://www.china-building.com.cn>

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类：建筑结构与岩土工程(S10)

ISBN 978-7-112-11740-6



(18995)定价：39.00 元

混凝土结构工程裂缝的判断与处理

徐有邻 顾祥林 编 著
刘 刚 林 峰 整理校核

中国建筑工业出版社

混凝土结构工程裂缝的判断与处理

徐有邻 顾祥林 编 著
刘 刚 林 峰 整理校核

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构工程裂缝的判断与处理/徐有邻, 顾祥林
编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010
ISBN 978-7-112-11740-6

I. 混… II. ①徐… ②顾… III. 混凝土结构—建
筑工程—裂缝—防治 IV. TU755 TU746.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 010217 号

本书作者从结构人员的角度, 总结十余年处理工程裂缝问题的实践经验, 撰写成本书。本书编写力求简单、通俗, 从分析裂缝机理入手, 分类介绍了各类裂缝的成因、特点、影响以及处理方法。书中配套给出了大量裂缝的图示和分类表格, 以方便读者加深对裂缝问题的理解。同时, 书中还列举了大量工程裂缝的实例及处理方法, 对工程技术人员有很好的参考作用。对于希望了解有关知识的大众来说, 也不失为一本通俗易懂的普及裂缝知识的读物。

* * *

责任编辑: 王 梅
责任设计: 赵明霞
责任校对: 刘 钰

混凝土结构工程裂缝的判断与处理

徐有邻 顾祥林 编 著
刘 刚 林 峰 整理校核

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京密云红光制版公司制版
北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18¼ 字数: 453 千字
2010 年 3 月第一版 2010 年 10 月第二次印刷
定价: 39.00 元

ISBN 978-7-112-11740-6
(18995)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换
(邮政编码 100037)

前 言

自 20 世纪末以来的十余年间，房屋建筑（尤其是混凝土结构）的裂缝以及由此而引起的渗漏问题，一直占据消费者投诉的首位。这给我国建筑市场以及住宅产业造成了相当大的负面影响。笔者曾频频参与对裂缝问题的检测、处理，后来又因编制有关标准、规范的需要，进行了专门的调查和研究。本书就是在此基础上经归纳、整理而撰写成的。

混凝土结构是带裂缝工作的，而设计规范中对于裂缝宽度的限值只是针对受力裂缝而言的。实际工程中常见的裂缝，绝大多数都属于非荷载的间接裂缝，对结构安全并未造成多大的影响。但是一般民众并不具备有关的专业知识，在某些媒体“建筑应该没有任何缺陷，房屋不能有些许裂缝”的误导下，使很多本来并不太大的矛盾激化，造成了不小的社会影响。因此，普及有关混凝土结构裂缝的知识就显得十分必要。

自 20 世纪末以来，我国不少学者对混凝土结构的裂缝问题进行了深入的研究，并总结了大量的工程实践经验，其间也发表了许多论文和专著。王铁梦教授的《建筑工程裂缝控制》具有很高的学术水平；中国建筑科学研究院主编的《建筑工程裂缝防治指南》以及韩素芳研究员等所著的《钢筋混凝土结构裂缝控制指南》则总结了裂缝控制方面的研究成果及工程经验，系统地介绍了有关的技术措施。这些都是处理、解决裂缝问题的经典之作。

作为上述论著的补充，笔者从结构专业人员的角度，总结十余年处理工程裂缝问题的实践经验，撰写成本书。本书力求简单、通俗，从分析裂缝机理入手，分类介绍了各类裂缝的成因、特点、影响以及处理方法。书中配套给出了大量裂缝的图示和分类表格，以方便读者加深对裂缝问题的理解。

笔者认为：裂缝是混凝土这种建筑材料与生俱来的特性，混凝土结构想要不出现裂缝是很困难的。重要的在于能够对可见的裂缝进行正确的判断，然后才能采取针对性的措施进行处理，收到事半功倍之效。为此，书中还列举了大量的工程实例，供读者参考。因此，本书的重点不在“防裂”，而在于对裂缝的“判断”和“处理”。

本书分为两部分：第一篇阐述裂缝的机理，由徐有邻主笔，顾祥林作了部分补充和修改；第二篇列举了大量的工程实例，由顾祥林主笔，徐有邻提供了部分例子；刘刚和林峰对全书进行了校改。由于本书是在三年时间内，分别在两地断续撰写、拼接、整理而成，文字质量难免粗疏，敬请读者见谅。中国建筑工业出版社王梅对本书的出版给予了很大的支持和帮助，谨此致谢。

徐有邻 顾祥林

2009 年 11 月

目 录

第一篇 混凝土裂缝的判断与处理

第一章 裂缝问题概述	3
第一节 结构裂缝的影响	3
第二节 引起裂缝问题的原因	4
第二章 混凝土开裂的机理	7
第一节 混凝土材料的微观结构	7
第二节 混凝土裂缝的形成	10
第三节 影响裂缝的各种因素	14
第四节 制约裂缝发展的有利因素	17
第三章 混凝土结构裂缝的分类	21
第一节 承载受力裂缝	21
第二节 温度-收缩裂缝	36
第三节 强迫位移裂缝	44
第四节 结构的构造裂缝	48
第五节 施工裂缝	54
第六节 预应力裂缝	65
第七节 装配式结构裂缝	67
第八节 装饰性裂缝	70
第九节 耐久性裂缝	72
第十节 偶然作用裂缝	75
第十一节 裂缝成因的综合性	80
第四章 混凝土结构裂缝的防治	84
第一节 材料的质量控制	84
第二节 结构缝的布置	85
第三节 控制缝	87
第四节 设计构造措施	89
第五节 施工技术措施	91
第六节 服役期的管理	93
第七节 既有结构裂缝的处理	95
第五章 工程结构裂缝的检测分析	96
第一节 裂缝检测的步骤	96

第二节 检测裂缝的原则	101
第三节 裂缝性质的分析	104
第六章 工程结构裂缝的判断	109
第一节 板的裂缝	109
第二节 梁的裂缝	114
第三节 柱的裂缝	118
第四节 墙的裂缝	121
第五节 基础裂缝	125
第六节 预应力构件裂缝	128
第七节 其他构件的裂缝	131
第八节 暴露结构裂缝	133
第九节 灾后结构的残余裂缝	137
第十节 裂缝判断的注意事项	138
第七章 混凝土结构裂缝的处理	141
第一节 处理裂缝的准则	141
第二节 掩饰裂缝	142
第三节 修补裂缝	143
第四节 封闭裂缝	145
第五节 加固处理	147
参考文献	152

第二篇 工程裂缝判断处理实例

第八章 混凝土结构裂缝的试验研究	155
实例 8.1 现浇混凝土板中的控制缝	155
实例 8.2 上海光源工程超长混凝土环形墙体裂缝控制	157
实例 8.3 锈蚀钢筋混凝土梁修复与加固的试验研究	159
第九章 温度-收缩裂缝	162
实例 9.1 预应力框架结构工程地下室顶板裂缝的分析	162
实例 9.2 某混凝土结构住宅楼裂缝的检测与分析	163
实例 9.3 某框架结构现浇混凝土楼盖裂缝的分析与处理	165
实例 9.4 台州市椒江振兴大厦混凝土开裂原因分析	166
实例 9.5 某框架楼混凝土裂缝检测与分析	167
实例 9.6 某办公楼混凝土构件开裂情况检测与分析	168
实例 9.7 某变电站房屋质量检与裂缝处理	175
实例 9.8 某综合楼三层主梁裂缝分析与加固处理	178
实例 9.9 北京某大厦加建结构楼盖裂缝分析与处理方案	179
实例 9.10 某住宅楼工程楼板裂缝分析及加固设计	182
实例 9.11 高层建筑地下室墙体开裂及处理方法	183

实例 9.12 北京中关村某住宅楼裂缝检测处理	185
实例 9.13 北京延庆某住宅小区楼板裂缝检测处理	188
第十章 不均匀沉降裂缝	193
实例 10.1 现浇钢筋混凝土框架结构厂房梁板开裂检测与分析	193
实例 10.2 某大学综合实习工场结构开裂检测与分析	195
实例 10.3 上海市邮政大楼混凝土结构开裂检测分析与加固处理	201
实例 10.4 某综合厂房混凝土结构裂缝分析与处理	204
实例 10.5 某变电站房屋质量检测与裂缝处理	206
第十一章 偶然作用引起的裂缝	209
实例 11.1 汶川地震什邡混凝土结构房屋开裂原因分析	209
实例 11.2 汶川地震绵阳某小区混凝土结构裂缝检测与分析	211
实例 11.3 汶川地震都江堰某商厦结构裂缝检测分析与加固处理	213
实例 11.4 重物高空坠落撞击多层钢筋混凝土楼板检测	217
实例 11.5 某医院病房大楼火灾后混凝土结构受损分析及处理	220
第十二章 耐久性裂缝	223
实例 12.1 厦门大桥的裂缝调查与分析	223
实例 12.2 海滨建筑混凝土结构裂缝原因分析与处理	224
第十三章 受力裂缝	226
实例 13.1 山东烟台某工业厂房楼盖裂缝检测加固	226
实例 13.2 框架结构梁板裂缝的加固处理	237
实例 13.3 预制楼梯板裂缝的加固处理	238
实例 13.4 山东烟台某公司综合楼裂缝加固处理	240
实例 13.5 某厂房结构开裂原因及加固对策	248
第十四章 施工裂缝	250
实例 14.1 山东烟台某公司餐厅楼盖裂缝检测处理	250
实例 14.2 某工业厂房楼板裂缝的鉴定和加固处理	254
实例 14.3 某住宅现浇板裂缝检测及加固处理	256
实例 14.4 某住宅现浇楼板开裂分析及加固措施	257
第十五章 综合原因引起的裂缝	260
实例 15.1 某商厦混凝土结构的裂缝检测与判断	260
实例 15.2 某厂大尺度楼盖结构裂缝检测及成因分析	263
实例 15.3 某底框结构住宅楼裂缝原因分析	264
实例 15.4 某高层住宅楼安全质量检测与裂缝处理	265
实例 15.5 某办公楼框架结构裂缝分析	267
第十六章 结构工程的裂缝控制	270
实例 16.1 北京地铁工程混凝土早期裂缝控制	270
实例 16.2 汉中市天汉广场地下商场工程中的裂缝控制	271
实例 16.3 大面积薄壁厂房屋顶超长混凝土的裂缝控制	272

实例 16.4	杭州湾跨海大桥承台混凝土温度裂缝控制	273
实例 16.5	首都机场 3 号航站楼混凝土结构的裂缝控制技术	274
实例 16.6	C50 超厚大体积混凝土承台施工及裂缝控制	276
实例 16.7	CCTV 主楼底板超厚大体积混凝土裂缝控制	277
实例 16.8	广州新光大桥承台大体积混凝土质量控制	278
实例 16.9	武林门旅游客运中心底板大体积混凝土裂缝控制技术	279
实例 16.10	地下室 600m 长墙施工技术	280
参考文献		282

第一篇

混凝土裂缝的判断与处理

第一章 裂缝问题概述

第一节 结构裂缝的影响

近 30 年以来,我国国民经济持续高速发展,基建规模不断扩大。混凝土结构由于其用料省、施工快、耐久性好等优点,已经成为建筑工程的主要结构形式。据统计,现在我国每年工程建设用钢筋超过 1 亿 t,消耗混凝土 20 亿 m³ 以上,约占世界总量的一半。

但是,随着混凝土结构的大量应用,其自身存在的一些问题也逐渐暴露出来,其中最明显的当属裂缝问题。混凝土结构在施工及使用过程中会受到各种因素的影响,从而出现由各种原因引起的裂缝,这在一定程度上制约了混凝土结构的应用。同时,由于对混凝土结构裂缝的判断不明,处理不当,还带来了许多其他方面的问题。

住宅建筑的裂缝问题尤为突出。表 1-1-1 为某地区住宅裂缝发生位置及形态的统计。由表可以看出,裂缝多发生在楼板(地面或顶棚)中,而这正是用户经常活动,并且是最容易发现的敏感部位。

各种裂缝所占的比例

表 1-1-1

裂缝形态	跨中横裂	跨边横裂	板角斜裂	管线裂缝	楼梯裂缝	其他裂缝
比 例	18%	20%	25%	28%	2%	7%

图 1-1-1 (a) 为某地区自 20 世纪末到 21 世纪初的 5 年间,有关住宅质量投诉增长的情况;图 1-1-1 (b) 为投诉中裂缝和渗漏所占比例上升的统计。由图可以看出,由于混凝土楼板裂缝以及由于裂缝引起的渗漏问题,在投诉中占有很大的比例,且呈快速上升趋势。

为处理楼板的裂缝问题,有关部门付出了大量的人力、物力和财力,然而矛盾仍然有增无减。图 1-1-2 (a) 为某地区为处理裂缝问题所付出人工相对增长的趋势;

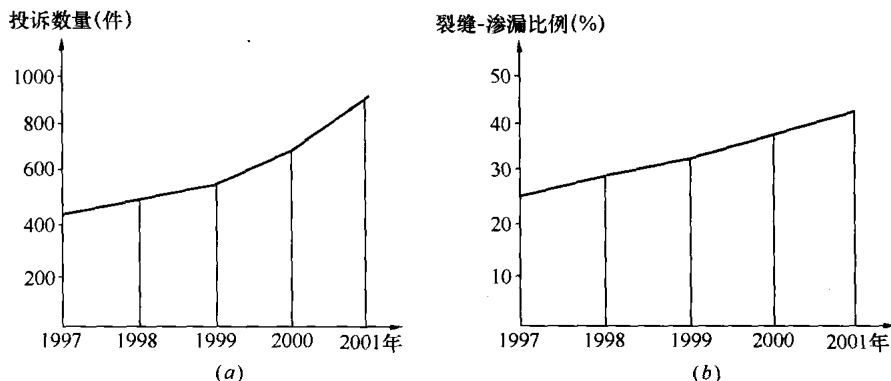


图 1-1-1 住宅裂缝-渗漏问题投诉的统计

(a) 住宅质量投诉数量; (b) 裂缝-渗漏所占的比例

图 1-1-2 (b) 是所耗费资金相对增长的情况。由图看出, 到 21 世纪初, 为处理裂缝问题而付出的人工比 5 年前增加了将近 4 倍; 而消耗的经费则增长了约 3 倍。这说明, 裂缝问题已成为影响建筑市场及住宅产业发展的重要不利因素。

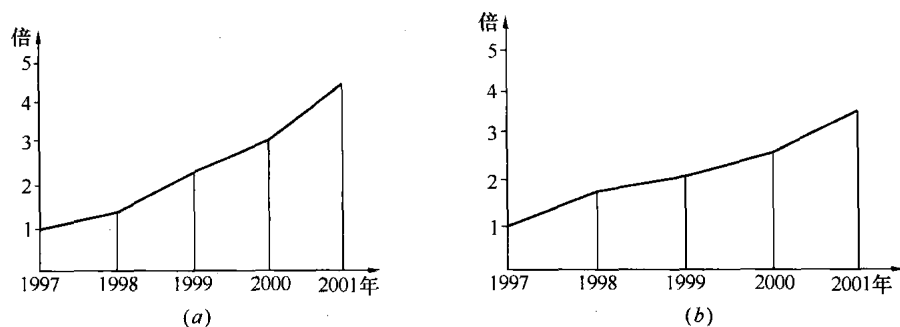


图 1-1-2 处理裂缝问题的代价

(a) 付出人工的相对增长; (b) 消耗资金的相对增长

混凝土结构裂缝本身并不是一个严重的技术问题, 但发展成为大众关注的社会焦点, 其中的原因值得深思。除了客观技术方面的因素以外, 也包含了许多非技术人为因素的影响。因此, 除需要从技术层面上通过努力加以解决以外, 还需要通过宣传、舆论等加以正确引导, 调解、缓和矛盾, 而不是相反促使其激化。

本书的目的就是从技术的角度阐述裂缝形成以及发展的机理, 引导人们正确地认识混凝土裂缝的本质及影响。消除对于混凝土结构裂缝的误解, 缓和并消解上述矛盾。

第二节 引起裂缝问题的原因

一、混凝土结构的裂缝问题

混凝土作为一种复合型的建筑材料, 本身就具有不连续性, 所以裂缝是其与生俱来的本性。混凝土结构带裂缝工作是业界的共识。裂缝产生的原因多种多样, 但是裂缝的宽度应该加以控制。一般宽度较大的肉眼可见裂缝, 和贯穿截面可能引起渗漏的裂缝, 由于已经影响到使用功能 (观感、密封等) 和耐久性, 作为质量缺陷应该加以处理。

形成可见裂缝的原因错综复杂, 从技术的角度大体有以下几个方面:

- (1) 设计不妥引起的裂缝;
- (2) 混凝土材料缺陷引起的裂缝;
- (3) 施工质量问题引起的裂缝;
- (4) 使用-维护不当引起的裂缝;
- (5) 受到环境侵蚀而产生的耐久性裂缝;
- (6) 偶然作用后产生的残余裂缝。

二、裂缝问题的非技术因素

产生裂缝的影响因素将在以后各章节中详细介绍。混凝土结构的裂缝问题由来已久,

但近年备受关注，也归咎于许多非技术因素的影响。

1. 对工程质量的期望值过高

随着我国社会经济发展和技术水平的提高，对于建筑工程质量的要求也逐步提升。近年修订的施工验收类标准规范，均加强了对质量验收的控制，包括对混凝土结构外观质量的要求。可见裂缝作为最直接的外观“缺陷”，首当其冲地成为关注的焦点。某些媒体不恰当的宣传，也造成了“建筑物应该没有任何缺陷，房屋不得有些许裂缝”的舆论误导，更刺激了对非本质外观质量不切实际的过高期望，从而客观上夸大了裂缝问题的严重性。

2. 对裂缝本质的误解

钢结构可能因裂缝而中断传力，导致结构破坏。但混凝土结构中的钢筋完全可以穿越裂缝而传递拉力，因此混凝土存在裂缝并不等于结构断裂或解体。但用户往往以为混凝土裂缝会造成结构不连续而中断，甚至误指有渗漏裂缝的构件是“彻底断裂了”，因此担心裂缝可能会导致结构“解体”或“跨塌”。这种对混凝土结构裂缝本质误解所引起的不安全感，往往导致矛盾激化，给裂缝问题的处理带来很大的困难。因此，普及结构常识，尤其是澄清对裂缝本质的认识十分必要。媒体和舆论应该正确地加以引导。

3. 建筑市场化的作用

在计划经济时代，业主、设计、施工等各方均代表国家，缺乏有效的互相制约，对工程质量往往并不苛求。建筑业市场化以后，房屋的归属关系发生了根本性的变化。各方利益的差异更加直接而明显，对建筑结构质量的要求就切实和认真得多了。而作为影响混凝土结构外观质量的最明显标志——裂缝，自然就成为十分敏感的问题了。

4. 住宅私有化的影响

裂缝纠纷集中表现在住宅建筑中，很大程度上是由货币购房和住宅私有化所引起的。在居住紧张，福利分房的时代，裂缝问题并非不存在，但大多住户对此并无疑义。这是因为房屋并非私有财产。而现阶段房价居高不下，货币购房无疑是百姓不小的负担。作为房屋的所有人和使用者，必然对所购商品房屋的质量要求很高，有时甚至近于苛刻。

5. 缺乏有效管理

在充分市场化的国家，工程质量问题（包括裂缝问题）通过技术标准和保险业的非行政途径加以解决。即使出现问题和纠纷，也很容易追究责任并得到合理的妥善处理。而我国习惯于用行政手段解决工程质量问题，强制性的标准规范引导设计和施工人员只对规范负责而忽视实际工程。甚至连结构形式（如取消预应力预制楼板，强制推行现浇结构）等技术性问题，往往也要通过行政文件的形式强行规定。各单位（设计、施工、监理、质监、管理等）都介入了工程质量管理，而一旦发生问题，却又互相推诿，难以真正找到责任的承担者。呼告无门的百姓只能求助于政府用行政方式解决，并往往采取静坐、游行等过激的表达方式。若处理失当，就可能造成不利于社会和谐的影响。

6. 用户的消费权益意识

《消费者权益保护法》颁布实施后，房屋的用户作为消费者，维权意识日益觉醒。在世纪之交的几年中，关于住宅质量（主要是裂缝问题）一直占据消费投诉的首位。消费者对商品提出更高要求，应该成为促进技术进步的动力。建筑业应以此为契机，改变传统粗放式的行业形象。努力改进管理，提升水平，适应建筑市场对于高质量房屋的需求。

本章简述了裂缝问题的严重性，还特别强调了引起裂缝问题的非技术因素。从技术的

角度而言，目前工程中绝大多数的裂缝都是对结构安全和主要使用功能并无显著影响的非受力间接裂缝。应通过观察和分析，判断裂缝的类别和危害程度，确定妥当的处理方式。我国混凝土结构近年来取得了巨大的进步，安全性有了很大的提高。裂缝问题仅是混凝土结构常见的一般问题，不能以此否定我国混凝土结构方面取得的成就。

裂缝问题的处理方法主要有两个方面：一方面通过技术上的努力，尽量控制可见裂缝；另一方面应对已出现的可见裂缝进行判断，消除对裂缝的恐惧感，并采取有效的措施进行处理。

第二章 混凝土开裂的机理

混凝土结构裂缝问题，通常是指混凝土结构表面出现的开裂现象，这是由混凝土内部的微裂缝通过外部作用发展而形成的。其中外部作用包括两个方面，一是外部荷载对混凝土结构的直接作用；二是混凝土收缩、温差、强迫位移等间接作用。混凝土结构表面的可见裂缝，是由上述外部作用引起内部微裂缝发展、延伸的结果。

混凝土不同于钢材、木材或其他建筑材料，它是多相体的非匀质材料。由于组成成分的多样化，以及特殊的结构成型方式，决定了其不可避免地会存在裂缝，并且在正常情况下，混凝土结构实际上是带裂缝承载受力的。

本章将从微观的角度阐述裂缝形成的机理、裂缝的性质以及影响开裂的因素，使读者能够根据一定的结构常识，在更深的层次上认识裂缝的本质，从而正确地对待裂缝问题。

第一节 混凝土材料的微观结构

一、混凝土材料的特点

作为钢筋混凝土结构基本材料之一的混凝土，与其他建筑材料（钢、木、砌体、塑料等）不同。混凝土是多种相态、多种物质构成的复合体，其大致组成如图 2-1-1 所示。

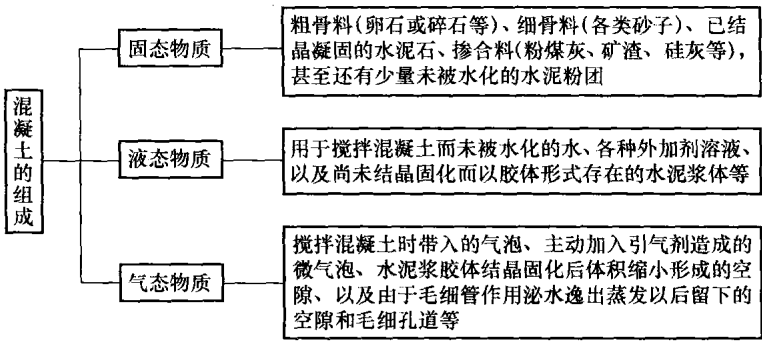


图 2-1-1 混凝土的构成

同时，由于搅拌、运输、泵送、振捣等引起混凝土拌合物的离析、泌水现象，混凝土中各种相态、各种物质的分布完全可能是不均匀的。因此，这种多相态、非匀质、复合型材料的性质，决定了混凝土内部的不连续，形成诸多的微小裂隙。因此，混凝土结构自浇筑成型后，内部就存在裂缝，这也是混凝土材料难以避免裂缝的内在原因。

二、混凝土的收缩

流态的混凝土拌合物，经浇筑、养护一段时间以后，凝固形成固态混凝土，导致体积