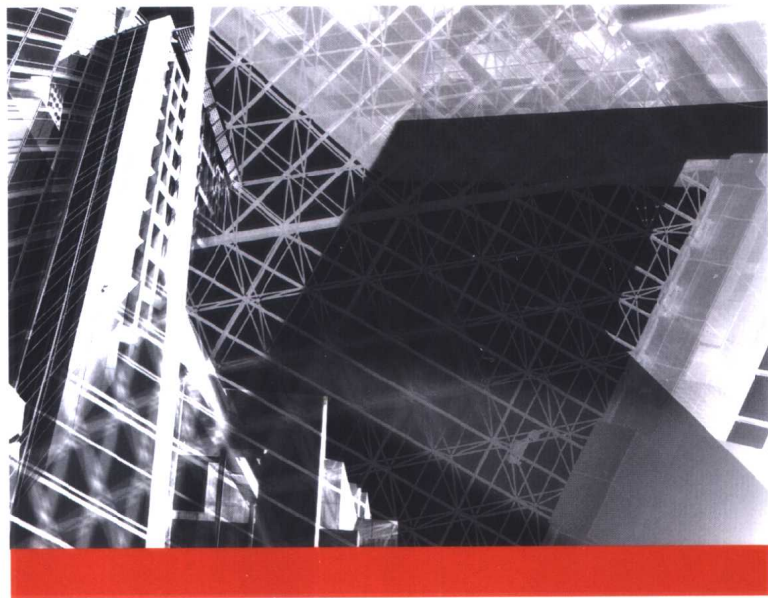


中国土木工程学会混凝土及预应力混凝土分会
混凝土质量专业委员会
高强与高性能混凝土专业委员会

编

钢筋混凝土结构 裂缝控制指南



Chemical Industry Press



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

钢筋混凝土结构裂缝控制指南

中国土木工程学会混凝土及预应力混凝土分会
混凝土质量专业委员会
高强与高性能混凝土专业委员会

编



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋混凝土结构裂缝控制指南/混凝土质量专业委员会
等编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 3
ISBN 7-5025-5331-2

I. 钢 II. 混… III. 钢筋混凝土结构-裂缝-控
制-指南 IV. TU375-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 018484 号

钢筋混凝土结构裂缝控制指南

中国土木工程学会混凝土及预应力混凝土分会

混凝土质量专业委员会 编
高强与高性能混凝土专业委员会

责任编辑: 郭乃铎 马燕珠

责任校对: 陶燕华

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 15½ 字数 288 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5331-2/TU·39

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《钢筋混凝土结构裂缝控制指南》

编辑委员会

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 韩素芳 | 耿维恕 | | | |
| 副主编 | 夏靖华 | 沙志国 | | | |
| 编 委 | 韩素芳 | 耿维恕 | 夏靖华 | 沙志国 | 路来军 |
| | 艾永祥 | 周 群 | 谢戊庚 | 崔庆怡 | 姚 燕 |
| | 缪昌文 | 曹天霞 | 姚德正 | 傅沛兴 | 徐 钊 |
| | 王庚麟 | 许鹤力 | 张秀芳 | 胡企才 | 张 越 |
| | 富文权 | 钟炯垣 | 曹建国 | 傅 智 | 彭宣常 |
| | 罗竞宁 | | | | |

审查委员会

| | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主任委员 | 王铁梦 | | | | |
| 副主任委员 | 叶可明 | 陈肇元 | | | |
| 审查委员 | 王铁梦 | 叶可明 | 陈肇元 | 杨嗣信 | 柯长华 |
| | 吴兴祖 | 吴佩刚 | 张仁瑜 | | |

前 言

裂缝是混凝土工程中最常见的一种缺陷。这里所说的裂缝是指肉眼可见的宏观裂缝，而不是微观裂缝，其宽度应在 0.05mm 以上。混凝土出现宏观裂缝的原因多种多样，通常是因混凝土发生体积变化时受到约束，或因受到荷载作用时，在混凝土内引起过大拉应力（或拉应变）而产生裂缝。混凝土的微观裂缝则为一般混凝土所固有，因为混凝土是由水泥浆体水硬化后的水泥石与砂、石骨料组成，它们的物理力学性能并不一致，水泥浆体硬化后的干缩值较大，而混凝土中的骨料则限制了水泥浆体的自由收缩，这种约束等作用使混凝土内部从硬化开始就在骨料与水泥浆体的粘结面上出现了微裂缝。也就是说，即使没有外部荷载作用，或者即使混凝土发生体积变化时没有受到外部的约束，混凝土内部已经有了微裂缝，但是这些微裂缝在不大的外力或变形作用下是稳定的；当外力或变形作用较大时，这些粘结面上微裂缝就会发展；当外力或变形作用更大时，微裂缝就会扩展穿过硬化后的水泥石，逐渐发展成可见的宏观裂缝。

多数轻微细小的宏观裂缝，对工程结构的承载能力、使用功能和耐久性不会有大的影响，只是有损结构的外观，引起对工程质量的疑虑。当可见的宏观裂缝较宽较深时，会影响结构的抗渗性能，导致水分及有害物质渗入，诱发钢筋锈蚀或加速混凝土的自然老化，从而损害工程结构的承载能力、使用功能和耐久性。混凝土结构产生宏观裂缝不外乎是由于混凝土原材料质量低劣、配合比选定不当；或是由于施工过程的施工方法有误或工艺欠佳；或是由于设计有误；或对温度变化和混凝土收缩产生的拉应力估计不足；或混凝土已遭受腐蚀或重大损伤，结构存在严重薄弱环节，成为结构面临破坏的前兆。所以必须采取各种措施预防或减少产生宏观裂缝，一旦出现宏观裂缝，就须分析其原因，并采取适当修补措施。

改革开放以来，尤其近十多年来，我国社会经济迅速发展，建设规模日趋宏大，钢筋混凝土结构应用更为广泛，结构形式更趋复杂多样，混凝土所用材料及施工工艺也发生了巨大变化，而人们对工程质量的要求日益提高，混凝土工程

裂缝问题备受社会各界人士的关注，也是建设工程科技人员极为关注的课题。

有鉴于此，本会于1995年、1997年、1999年、2001年和2002年先后五次举办了有关混凝土技术与混凝土质量、裂缝控制学术研讨会，每次到会的有建工、建材、水利、水电、铁路、公路、港工等业界的管理部门、设计单位、施工企业、科研院所及高校的专家、教授、工程技术人员百余人进行交流切磋。1996年组织编写出版了《混凝土工程病害与修补加固》一书，1999年组织编写出版了《混凝土工程结构裂缝控制与混凝土新技术交流会论文集》，2002年组织编写出版了《混凝土工程结构裂缝控制与混凝土新技术新材料交流会论文集》和《混凝土工程裂缝分析与控制》一书。根据几届到会同仁反映，希望编写出有关控制混凝土裂缝专著的意见，我们于2002年秋开始筹划这项工作，在综合参考国内外有关文献及工程实例、试验研究成果资料的基础上，编写了这本《钢筋混凝土结构裂缝控制指南》。全书共分三部分：第1部分为钢筋混凝土结构裂缝控制指南章节条文；第2部分为有关混凝土工程裂缝问题的试验研究与论述；第3部分为有关钢筋混凝土结构裂缝问题的工程实例，一并汇集付梓，以供同行们切磋交流，深入研究。希望这本《钢筋混凝土结构裂缝控制指南》能供管理、设计、施工和监理等部门工程技术人员和科研、教学人员参考使用，对减少（小）混凝土裂缝、控制混凝土结构有害裂缝、提高我国建设工程质量起到积极的实际的指导作用。

由于钢筋混凝土结构裂缝的控制问题涉及面广而且复杂，随着我国混凝土工程实践经验的不断积累和建筑技术的不断进步，本书的内容将进一步得到完善和补充，希望同行们予以支持和协作。

承蒙王铁梦教授、叶可明院士等审查委员会委员莅会与编辑委员会成员对指南的章节条文进行审议讨论，提出宝贵意见，谨致谢意。

对本指南撰写专论和工程实例，使指南具有较好可操作性的专家、学者付出的辛勤劳动，表示诚挚的感谢。

在编写本书过程中，中国建筑科学研究院建材所、西安建筑科技大学、浙江华威建材有限公司和浙江昆仑建设集团等单位在各方面给予了大力支持，谨致衷心谢意。

限于编写人员的水平与实践经验，书中难免有不妥之处，敬请广大读者指正，并希望通过交流切磋，共同推进技术进步，以不断提高我国建设工程质量。

中国土木工程学会混凝土及预应力混凝土分会
混凝土质量专业委员会
高强与高性能混凝土专业委员会

2004年3月

内 容 提 要

本书第1部分为钢筋混凝土结构裂缝控制指南章节条文，首先概括简介了钢筋混凝土结构裂缝控制指南适用范围、钢筋混凝土结构的裂缝、裂缝的类型、裂缝产生的原因及对应于不同原因的裂缝控制措施。继之，分章就设计、材料、配合比及施工方面系统地提出了为控制裂缝所应采取的具体措施。

第2部分为外加剂和掺合料对混凝土收缩、开裂影响的试验研究，混凝土抗裂性能的试验研究，减缩防裂混凝土配合比设计与试验，以及有关混凝土收缩开裂的论述。

第3部分介绍产生可见裂缝和采取控制措施未产生可见裂缝的不同类型的工程实例。

本书可供土建工程管理、设计、施工和监理部门工程技术人员以及科研、教学人员使用参考。

目 录

1 总则 3

第 1 部分 钢筋混凝土结构裂缝控制指南章节条文

| | |
|---------------------------|----|
| 第 1 章 总则 | 3 |
| 1.1 适用范围 | 3 |
| 1.2 应用时注意事项 | 3 |
| 第 2 章 裂缝的类型、产生原因及控制 | 3 |
| 2.1 裂缝的类型 | 3 |
| 2.2 裂缝产生的原因 | 4 |
| 2.3 裂缝的控制 | 5 |
| 2.4 裂缝控制措施的分类 | 5 |
| 2.5 对应于不同原因的裂缝控制措施 | 5 |
| 第 3 章 有关设计方面的措施 | 6 |
| 3.1 一般规定 | 6 |
| 3.2 基本控制措施 | 7 |
| 3.3 特殊措施 | 8 |
| 第 4 章 有关材料和配合比方面的措施 | 8 |
| 4.1 一般规定 | 8 |
| 4.2 材料 | 9 |
| 4.3 配合比 | 10 |
| 4.4 其他特殊措施 | 11 |
| 第 5 章 有关施工方面的措施 | 11 |
| 5.1 一般规定 | 11 |
| 5.2 模板的安装及拆除 | 11 |
| 5.3 混凝土的制备 | 12 |
| 5.4 混凝土的运输 | 13 |

| | |
|------------------|----|
| 5.5 混凝土的浇筑 | 13 |
| 5.6 混凝土的养护 | 14 |
| 5.7 其他特殊措施 | 15 |

第2部分 有关混凝土工程裂缝问题的试验研究与论述

| | |
|----------------------------------|-----|
| 化学外加剂和矿物掺合料对水泥砂浆干缩与开裂影响的研究 | 19 |
| 外加剂对混凝土收缩性能的影响 | 39 |
| 高强混凝土早期收缩开裂影响因素的研究 | 53 |
| 约束状态下板式混凝土早期开裂及收缩应变的分布 | 79 |
| 混凝土水灰比与其早期收缩特性关系的研究 | 86 |
| 胶凝材料体系对早期收缩开裂的影响 | 94 |
| 减缩防裂混凝土配合比优化设计 | 106 |
| 泵送高流态混凝土抗裂性能试验研究 | 113 |
| 混凝土的收缩、开裂与结构物的耐久性 | 122 |
| 改善施工技术防止现浇混凝土楼板裂缝 | 132 |
| 混凝土裂缝原因分析 | 136 |
| 钢筋混凝土结构裂缝的修复 | 142 |
| 钢筋混凝土结构连接缝的综述 | 150 |

第3部分 有关钢筋混凝土结构裂缝问题的工程实例

| | |
|----------------------------------|-----|
| 超长、大面积和大体积混凝土工程裂缝控制实例 | 161 |
| 上海金茂大厦基础工程 C50 混凝土结构裂缝控制技术 | 163 |
| 国家大剧院工程 | 170 |
| 世纪财富中心平板筏基工程的施工 | 172 |
| 裂缝控制技术在高层建筑大体积混凝土筏板工程中的应用 | 180 |
| 北京电视中心工程基础底板大体积混凝土裂缝控制技术 | 185 |
| 地下室现浇混凝土外墙板的裂缝控制工程实例 | 197 |
| 深圳市会议展览中心工程 | 201 |
| 宁波开发区体育馆工程实例 | 203 |
| 上海市白龙港城市污水处理厂工程实例 | 204 |
| 现浇混凝土楼板裂缝控制工程实例 | 206 |
| 钢筋混凝土基础裂缝的实例 | 209 |
| 两个地下室工程钢筋混凝土外墙板裂缝分析比较 | 212 |
| 现浇钢筋混凝土楼板裂缝工程实例 | 217 |
| 某图书馆首层混凝土柱裂缝原因分析 | 220 |
| 混凝土结构楼板裂缝的修复 | 230 |
| 施工时气温异常引起的办公楼楼板开裂 | 235 |

第1部分

钢筋混凝土结构 裂缝控制指南章节条文

第1章 总 则

1.1 适用范围

1.1.1 本指南适用于现浇钢筋混凝土结构。为防止或减少混凝土结构产生裂缝，本指南提出在设计、选定材料和配合比及施工等方面所需的控制措施。

1.1.2 本指南所指的裂缝，是指在施工过程中及通常使用条件下钢筋混凝土结构所产生的可见裂缝。

1.1.3 本指南不适用于以下混凝土结构：

(1) 受海水浸泡的混凝土、防辐射的混凝土、压力灌浆混凝土、预应力混凝土；

(2) 长时间处在高温下或接触腐蚀性气体等恶劣环境中建筑物的混凝土。

1.2 应用时注意事项

对裂缝及其引起钢筋混凝土结构损害的控制，需贯彻“防、放、抗”相结合治理的原则，从设计、材料、配合比及施工等各方面综合考虑，统筹处理。因此，设计、施工、监理和建设单位等有关各方应进行协商，以期使本指南所指示的各条事项得以有效实施。

第2章 裂缝的类型、产生原因及控制

2.1 裂缝的类型

本指南所谈的裂缝是指肉眼可见的裂缝，而不是微观裂缝。

当裂缝已影响到或可能发展到影响结构性能、使用功能或耐久性时称为有害裂缝。不少情况下，混凝土出现的可见裂缝对结构性能、使用功能或耐久性等不会有大的影响，只是影响结构的外观，对这些裂缝称为无害裂缝。虽称为无害裂缝，但也反映了在原材料、配合比和施工过程中或在设计中存在某些缺陷，也应予以关注和改进。

裂缝就其开裂深度可分为表面的、贯穿的；就其在结构物表面形状可分为网状裂缝、爆裂状裂缝、不规则短裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、斜裂缝等；裂缝按其发展情况可分为稳定的和不稳定的、能愈合的和不能愈合的；裂缝按其产生的时间可分为混凝土硬化之前产生的塑性裂缝和硬化之后产生的裂缝；裂缝按其产生的原因，可分为荷载裂缝和变形裂缝。荷载裂缝是指因动、静荷载的直接作用引起的裂缝。变形裂缝是指因不均匀沉降、温度变化、湿度变异、膨胀、收缩、徐变等变形因素引起的裂缝。

2.2 裂缝产生的原因

裂缝产生的主要原因概括分类如表 1 所示。

表 1 钢筋混凝土结构裂缝产生的主要原因

| 分 类 | 原 因 |
|---------------|--|
| 与结构设计及受力荷载有关的 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 在设计荷载范围内,超过设计荷载范围或设计未考虑到的作用 2. 地震、台风作用等 3. 构件断面尺寸不足、钢筋用量不足、配置位置不当 4. 结构物的沉降差异 5. 次应力作用 6. 对温度应力和混凝土收缩应力估计不足 |
| 与使用及环境条件有关的 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 环境温度、湿度的变化 2. 结构构件各区域温度、湿度差异过大 3. 冻融、冻胀 4. 内部钢筋锈蚀 5. 火灾或表面遭受高温 6. 酸、碱、盐类的化学作用 7. 冲击、振动影响 |
| 与材料性质和配合比有关的 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 水泥非正常凝结(受潮水泥、水泥温度过高) 2. 水泥非正常膨胀(游离 CaO、游离 MgO、含碱量过高) 3. 水泥的水化热 4. 骨料含泥量过大 5. 骨料级配不良 6. 使用了碱活性骨料或风化岩石 7. 混凝土收缩 8. 混凝土配合比不当(水泥用量大、用水量、水胶比大、砂率大等) 9. 选用的水泥、外加剂、掺合料不当或匹配不当 10. 外加剂、硅灰等掺合料掺量过大 |
| 与施工有关的 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 拌和均匀(特别是掺用掺合料的混凝土),搅拌时间不足或过长,拌和后到浇筑时间间隔过长 2. 泵送时增加了用水量、水泥用量 3. 浇筑顺序有误,浇筑不均匀(振动赶浆、钢筋过密) 4. 捣实不良,坍落度过大、骨料下沉、泌水,混凝土表面强度过低就进行下一道工序 5. 连续浇筑间隔时间过长,接茬处理不当 6. 钢筋搭接、锚固不良,钢筋、预埋件被扰动 7. 钢筋保护层厚度不够 8. 滑模工艺不当(拉裂或塌陷) 9. 模板变形、模板漏浆或渗水 10. 模板支撑下沉、过早拆除模板、模板拆除不当 11. 硬化前遭受扰动或承受荷载 12. 养护措施不当或养护不及时 13. 养护初期遭受急剧干燥(日晒、大风)或冻害 14. 混凝土表面抹压不及时 15. 大体积混凝土内部温度与表面温度或表面温度与环境温度差异过大 |

2.3 裂缝的控制

2.3.1 为了控制钢筋混凝土结构的裂缝，除应遵守《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 等有关规范、标准的规定外，还应对本指南所列的裂缝产生的各种原因，采取相应控制措施。

2.3.2 钢筋混凝土结构裂缝的控制，主要是为了控制有害裂缝，减少（小）可见裂缝，以保证建筑结构的安全性、耐久性和使用功能。

2.3.3 当遇到产生本指南所示以外的或难以预料的原因产生的裂缝时，可根据其他可靠资料，经有关人员会同研究确定控制措施。

2.4 裂缝控制措施的分类

- (1) 设计方面的措施；
- (2) 材料、配合比方面的措施；
- (3) 施工方面的措施。

每方面又分为必须采取的“基本措施”和特殊情况时采取的“特殊措施”。

2.5 对应于不同原因的裂缝控制措施

2.5.1 对应于某些产生裂缝的不同原因，在设计、材料、配合比及施工等方面所应采取的基本措施和特殊措施，列于表 2。

表 2 裂缝原因和控制措施

| 裂 缝 的 原 因 | 控 制 措 施 | |
|--|-----------|------|
| 荷载 ^① ，收缩，使用环境温度变化，管线配置不当，保护层厚度不足，抗温度收缩配筋不足 | 设计方面的 | 基本措施 |
| 收缩，膨胀，碳化，氯化物 ^② ，碱骨料反应，泌水 | 材料、配合比方面的 | |
| 钢筋预埋件位置移动，管线配置不当，捣实不良，骨料下沉，泌水，初期急剧干燥，施工扰动，养护不良，保护层厚度不足 | 施工方面的 | |
| 不均匀沉降，氯化物 ^③ ，水泥水化热，冻融，环境腐蚀 | 设计方面的 | 特殊措施 |
| 水泥水化热，氯化物 ^③ ，冻融 | 材料、配合比方面的 | |
| 水泥水化热，初期冻害，初期急剧干燥 | 施工方面的 | |

① 弯曲、剪切和轴心受拉构件的荷载；

② 混凝土中氯离子含量，应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定；

③ 外部侵入的氯化物。

2.5.2 在控制裂缝时，对各种措施采用的原则是：对特殊措施的规定，可与相关的基本措施的规定合并采用，但就同一事项，有不同规定时，一般应优先采用特殊措施的规定。

第3章 有关设计方面的措施

3.1 一般规定

3.1.1 设计混凝土结构构件时，对其承受的永久荷载和可变荷载应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 中的规定采用；施工过程中的临时荷载，可按预期的最大值确定；机械运转或运输机具运转时产生的动荷载，按特殊荷载确定。设计时应避免在设计使用年限内发生结构构件不应有的超载。

3.1.2 设计时除应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定外，尚应根据当地地震裂度等级、建筑物的规模、体量、体形、平面尺寸、地基基础情况、结构体系类别、当地气候条件、使用功能需要、使用环境、装饰要求、施工技术条件、房屋维护管理条件等因素，全面慎重地考虑对混凝土结构构件采取有效设计措施，控制混凝土收缩、温度变化、地基基础不均匀沉降等原因产生的裂缝。

3.1.3 控制最大裂缝宽度的目标值

(1) 钢筋混凝土结构构件的最大裂缝宽度限值是保证结构构件耐久性的设计目标值，见表3。

表3 钢筋混凝土结构最大裂缝宽度限值

| 环境类别 | 一 | 二 | 三 |
|-------------|----------|-----|-----|
| 最大裂缝宽度限值/mm | 0.3(0.4) | 0.2 | 0.2 |

注：1. 表中的规定适用于采用热轧钢筋的钢筋混凝土构件，当采用其他类别的钢丝、钢绞线或钢筋时其裂缝控制要求可按专门标准规定。

2. 对处于年平均相对湿度小于60%地区一类环境的受弯构件，其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值。

3. 在一类环境下，对钢筋混凝土屋架、托架及需作疲劳验算的吊车梁，其最大裂缝宽度限值应取为0.2mm；对钢筋混凝土屋面梁和托梁，其最大裂缝宽度限值应取为0.3mm。

4. 一类环境是指室内正常环境。

5. 二类环境是指室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境；严寒和寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境。

6. 三类环境是指使用除冰盐的环境；严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境；滨海室外的环境。

(2) 需要考虑防止漏水的最大裂缝宽度的目标值要根据可靠资料确定。

3.1.4 对较长的建筑结构在设计时可采取分割措施（设置沉降缝、防震缝、伸缩缝等）将建筑物分割为长度较短的若干结构单元，以减少混凝土收缩、温度变化或地基不均匀沉降产生的结构构件内部拉应力。也可采取加强结构构件刚度或增设除按通常承载力计算所需结构构件配筋量外的构造钢筋或设置后浇带或对地基进行处理等措施。

3.1.5 应采取有效措施加强建筑物屋面、外墙或构件外露表面的保温、隔热

性能,减少温度变化和日照对混凝土结构构件产生的不利影响。

3.1.6 对跨度较大的混凝土受弯构件宜采用预加应力或其他有效措施,控制正截面、斜截面裂缝的开展并减小其宽度。

3.2 基本控制措施

3.2.1 在板的温度、收缩应力较大区域(如跨度较大并与混凝土梁及墙整浇的双向板的角部和中部区域或当垂直于现浇单向板跨度方向的长度大于8m时沿板长度的中部区域等)宜在板未配筋表面配置控制温度收缩裂缝的构造钢筋。

抗温度、收缩钢筋可利用板内原有的钢筋贯通布置,也可另外设置构造钢筋网,并与原有钢筋按受拉钢筋的要求搭接或在周边构件中锚固。

抗温度、收缩钢筋宜采用直径细而间距密的方法配置,其间距不宜大于100mm,沿板的纵横两个方向的配筋率分别不宜小于0.1%。

3.2.2 在房屋下列部位的现浇混凝土楼板、屋面板内应配置抗温度收缩钢筋:

- (1) 当房屋平面体形有较大凹凸时,在房屋凹角处的楼板;
- (2) 房屋两端阳角处及山墙处的楼板;
- (3) 房屋南面外墙设大面积玻璃窗时,与南向外墙相邻的楼板;
- (4) 房屋顶层的屋面板;
- (5) 与周围梁、柱、墙等构件整浇且受约束较强的楼板。

3.2.3 当楼板内需要埋置管线时,现浇楼板的设计厚度不宜小于110mm。管线必须布置在上下钢筋网片之间,管线不宜立体交叉穿越,并沿管线方向在板的上下表面一定宽度范围内采取防裂措施。

3.2.4 楼板开洞时,当洞的直径或宽度(垂直于构件跨度方面的尺寸)不大于300mm时,可将受力钢筋绕过洞边,不需截断受力钢筋和设置洞边附加钢筋。当洞的直径较大时,应在洞边加设边梁或在洞边每侧配置附加钢筋。每侧附加钢筋的面积应不小于孔洞直径内或相应方向宽度内被截断受力钢筋面积的一半。

对单向板受力方向的附加钢筋应伸至支座内,另一方向的附加钢筋应伸过洞边,不小于钢筋的锚固长度。对双向板两方向的附加钢筋应伸至支座内。

3.2.5 为控制现浇剪力墙结构因混凝土收缩和温度变化较大而产生的裂缝,墙体中水平分布筋除满足强度计算要求外,其配筋率不宜小于0.4%,钢筋间距不宜大于100mm。外墙墙厚宜大于160mm,并宜双排配置分布钢筋。

3.2.6 对现浇剪力墙结构的端山墙、端开间内纵墙、顶层和底层墙体,均宜比按计算需要量适当增加配置水平和竖向分布钢筋配筋数量。

3.2.7 在长大建筑物中为减小施工过程中由于混凝土收缩对结构形成开裂的可能性,应根据结构条件采取“抗放结合”的综合措施。对大体积混凝土工

程,可采取降低混凝土水化温升的有效措施;对大面积混凝土工程可采用分段间隔浇筑措施,分段原则应根据结构条件确定,经过大于 10d 的养护再将各分段连成整体。对有防水要求的结构,应在分段之间设置钢止水带,并仔细处理好施工缝。对较长的工程可设置“后浇带”(每隔 30~50m 设置一道)。后浇带的宽度不宜小于 800mm,后浇带内的钢筋可不截断。后浇带的混凝土强度等级宜较其两侧混凝土高一个等级,并应采用补偿收缩混凝土进行浇筑,其湿润养护时间不少于 15d。

3.2.8 为解决高层建筑与裙房间沉降差异过大而设置的“沉降后浇带”,应在相邻两侧的结构满足设计允许的沉降差异值后,方可浇筑后浇带内的混凝土。此类后浇带内的钢筋宜截断并采用搭接连接方法,后浇带的宽度应大于钢筋的搭接长度,且不应小于 800mm。

3.2.9 楼板、屋面板采用普通混凝土时,其强度等级不宜大于 C30,基础底板、地下室外墙不宜大于 C35。

3.2.10 框架结构较长(超过规范规定设置伸缩缝的长度)时,纵向梁的侧边宜配置足够的抗温度收缩钢筋。此外在设计时应考虑温度收缩对端部区段框架柱的不利影响,适当提高其承载力。

3.3 特殊措施

3.3.1 为控制水泥水化热产生的混凝土裂缝,除施工中应采取有效措施降低混凝土在硬化过程中的水化温升外,设计中应在预计可能产生裂缝的部位配置足够的构造钢筋或设置诱导缝。

3.3.2 为控制因冻融产生的混凝土裂缝,在外露的混凝土构件表面应采用有效的防冻处理,缓和混凝土的急剧降温,并采用有效的防水措施,保持混凝土的干燥状态。

3.3.3 为控制混凝土内氯化物引起钢筋锈蚀产生的裂缝,应根据混凝土结构所处的环境条件,按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定构件的最小混凝土保护层厚度和最大氯离子含量。

3.3.4 为控制有可能受外部侵入的氯化物引起钢筋锈蚀产生的裂缝,必要时可在构件表面采取保护措施,预防氯化物的侵入,此外设计中也应加严控制裂缝宽度的限值。

第 4 章 有关材料和配合比方面的措施

4.1 一般规定

为了控制混凝土结构的有害裂缝,应妥善选定组成材料和配合比,以使所