

西安高新科技职业学院
毕 业 设 计（论文）

课题名称

现浇混凝土结构早期裂缝原因浅析及防治

年 级

系 别

专 业

班 级

姓 名

学 号

指导教师

内容摘要

在钢筋混凝土结构的建设和使用过程中，钢筋混凝土结构出现裂缝是一种非常普遍的现象，这不仅对构筑物外观产生较大影响，同时对构筑物的使用功能和耐久性产生影响，严重时对构筑物的安全性构成威胁，甚至于完全丧失其使用功能。一般可分为微观裂缝和宏观裂缝两大类。微观裂缝是指肉眼看不到的、砼内部固有的一种裂缝，它是不连贯的。宽度一般在0.05mm以下，这种砼本身固有的微观裂缝，荷载不超过设计规定的条件下，一般视为无害。宏观裂缝宽度在0.05mm以上，并且认为宽度小于0.2~0.3mm的裂缝是无害的(裂缝不再扩展，为最终宽度)。钢筋混凝土裂缝的控制问题是建筑工程中很重要的问题之一，特别是随着泵送商品混凝土获得广泛应用之后，混凝土均质性有了很大改善，裂缝控制技术难度却大大增加了，目前，裂缝问题引起了人们的广泛关注。因此，钢筋混凝土结构裂缝的产生原因，预防及补救措施成为混凝土工程的重要研究课题。本文介绍了钢筋混凝土裂缝类型及产生原因，从材料因素、设计因素和外界因素三方面论述了预防裂缝的具体方法。从相关文献整理出几种比较常用的裂缝处理措施。并结合实例分析了裂缝的产生原因及处理方法。

关键词：混凝土结构；裂缝成因；预防措施；处理方法

目 录

内容摘要..... I

引 言..... 1

一 钢筋混凝土结构裂缝类型、危害及成因分析 2

 (一) 钢筋混凝土结构裂缝的类型 2

 1 塑性收缩裂缝 2

 2 干燥收缩裂缝 3

 3 温度变化引起的裂缝 2

 4 沉陷裂缝 4

 5 化学 学 反 应 引 起 的 裂 缝 3

 6 外荷载作用引起的裂缝 4

 (二) 常见钢筋混凝土结构裂缝的危害 3

 1 钢筋混凝土结构裂缝的成因 5

 2 材料因素 5

 3 施工因素 4

 4 设计因素 6

 5 外界因素 6

 (三) 房 建 工 程 不 同 部 位 产 生 裂 缝 的 原

因 6

二 钢筋混凝土结构裂缝控制与预防措施 8

 (一) 裂缝控制 8

 (二) 材料措施 8

 1 材料选用 9

 2 配料 10

 3 配筋 10

 (三) 施工措施 7

 1 混凝土浇筑 7

 2 模板工程 11

 (四) 设计措施 8

三 钢筋混凝土结构裂缝处理措施 9

 (一) 表面修补法 9

 (二) 内部修补法 9

 1 水泥灌浆 9

 2 化学灌浆 10

 (三) 混凝土置换法 10

 (四) 电化学防护法 10

 (五) 仿生自愈合法 10

四 案例分析 11

 (一) 工程概况 11

 (二) 加气混凝土砌块墙体裂缝产生的原因分析 11

 1. 从加气混凝土材料特性分析 11

 2. 从外界环境影响分析 12

 3. 从设计环节分析 12

 4. 从施工环节分析 12

（三）加气混凝土墙体裂缝的防治措施 · · · · · 12

结束语 ····· 14

参考文献 ····· 15

引 言

混凝土是由水泥为主的胶结材浆体将散落的砂石混合粘结在一起,是一种多元、多相、非匀质水泥基复合材料。从开始浇注、振捣就会出现骨料下沉、浆体上浮现象,而浆体受骨料约束,在混凝土内部和表面会出现大量微细裂缝。以后随养护条件、环境条件和荷载情况的变化会出现多种多样的裂缝。有些裂缝在环境、荷载条件变化时可以愈合,有些裂缝则随环境、荷载条件的变化而发展;有些肉眼可见的裂缝并不影响结构物的安全,为无害裂缝,有些则影响结构物的安全为有害裂缝。在钢筋混凝土结构中,一个相当普遍的质量问题就是结构的裂缝问题,且有日趋增多的趋势,影响正常生产能否有序进行,并困扰着大批工程技术人员和管理人员,是一个迫切需要解决的技术难题。早在1932年,前苏联的教授在钢筋混凝土强度理论就指出,如正常配筋受弯构件的破坏状态是指受拉区钢筋到达屈服强度,受压区混凝土到达受弯的抗压强度,此状态称为承载力极限状态。这一状态全过程是伴随着荷载的不断增加,裂缝出现(钢筋应力只有40~60MPa),裂缝扩展,受压区塑性不断发展,最后达到完全破坏。此时破坏荷载往往是裂缝出现荷载时的3~5倍,因此,很多大型钢筋混凝土结构,仅仅自重就超过了极限荷载的30%,在此条件下钢筋混凝土结构带有轻微裂纹是完全正常的。

但是近年来大量裂缝的出现,并非与荷载作用有直接关系,相关实测研究证明这种裂缝是由于变形作用引起的,包括温度变形(水泥的水化热、气温变化、环境生产热),收缩变形(塑性收缩、干燥收缩、碳化收缩)及地基不均匀沉降(膨胀)变形。由于这些变形受到约束引起的应力超过混凝土的抗拉强度导致裂缝,统称“变形作用引起的裂缝”。

研究混凝土结构的裂缝产生原因及控制具有重要的社会意义和经济意义。根据现场施工实践经验和查阅其他工程的资料,案例教训,从设计配筋、商品混凝土选用及施工控制等方面,总结阐述钢筋混凝土裂缝的原因及综合防治措施。

一 钢筋混凝土结构裂缝类型、危害及成因分析

(一) 钢筋混凝土结构裂缝的类型

钢筋混凝土结构裂缝按其尺寸大小分为微观裂缝和宏观裂缝两类，微观裂缝是混凝土内部固有的一种裂缝，它是不连贯的，一般存在于混凝土结构内部，尺寸较小裂缝宽度通常情况下不超过 0.5mm，宏观裂缝是指尺寸较大的裂缝，裂缝宽度通常情况下大于 0.5mm，可存在于混凝土内部，也可存在于混凝土表面；按其开展程度分为表面裂缝、贯穿性裂缝、破坏性裂缝；按其在结构表面形状分为网状裂缝、爆裂状裂缝、不规则短裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、斜裂缝等；按其发展情况分为稳定裂缝和不稳定裂缝、能闭合裂缝和不能闭合的裂缝；按时间可分为施工期间形成的裂缝和使用期间产生的裂缝；按其影响因素可分为设计因素裂缝、材料因素裂缝、施工因素裂缝、使用因素裂缝、温度因素裂缝，不均匀变形因素裂缝、钢筋锈蚀裂缝等几大类。下面就工程中比较常见的裂缝进行阐述。

1. 塑性收缩裂缝

指混凝土在凝结之前，表面因失水较快而产生的收缩。一般在干热或大风天气出现，主要原因是混凝土在终凝前几乎没有强度或强度很小，或者混凝土刚刚终凝而强度很小时，受高温或较大风力的影响，混凝土表面失水过快，造成毛细管中产生较大的负压而使混凝土体积急剧收缩，而此时混凝土的强度又无法抵抗其本身收缩，因此产生龟裂。如当新拌混凝土的坍落度较大，而振动时间过长时，水泥浆浮在上层，骨料下沉时收到钢筋或其他物质的约束，出现不均匀沉降，从而使混凝土的表层产生裂缝；浇筑后混凝土表面没有及时覆盖，受风吹日晒，表面水分蒸发过快，产生急剧收缩，而此时混凝土早期强度不能抵抗这种变形应力，

因而开裂；使用收缩率较大的水泥，水泥用量过多，或使用过量的细砂和粉砂混凝土水灰比过大，也会导致这种裂缝出现。

2. 干燥收缩裂缝

混凝土在空气中结硬时，体积会逐渐减小，即干缩；干缩裂缝的产生主要是由于混凝土内外水分蒸发程度不同及胶质体的胶凝等作用而导致变形不同所产生的结果。干缩裂缝处在结构的表面，较细，起走向纵横交错，没有规律性。这类裂缝一般在混凝土露天养护完毕一段时间后，在表层或侧面出现，并随湿度和温度变化逐渐扩大。如混凝土成型后，因养护不当，收到风吹日晒，使得表面水散发快，体积收缩大，而内部湿度变化小，收缩也小，因而表面的收缩变形受到内部混凝土的约束，产生拉应力，引起混凝土表面裂缝；或者构件因水分蒸发产生体积收缩，收到地基或垫层的约束而出现干缩裂缝。此外，混凝土构件长期露天堆放，表面湿度经常发生剧烈变化；采用含泥量大的粉砂配制混凝土；混凝土过度振捣，表面形成水泥含量较多的砂浆层；用后张法预应力制成的构件，露天生产后长久不张拉等等，都会产生这种裂缝。

3. 温度变化引起的裂缝

温度裂缝多发生在大体积混凝土表面或温差变化较大地区的混凝土结构中。温度裂缝的走向通常无一定规律，大面积结构裂缝常纵横交错；梁板类长度尺寸较大的结构，裂缝多平行于短边；深入和贯穿性的温度裂缝一般与短边方向平行或接近平行，裂缝沿着长边分段出现，中间较密。在工程中，这种裂缝比较常见，譬如现浇屋面板上的裂缝、大体积混凝土的裂缝。温度裂缝大多发生在施工的中后期间，缝宽受温度变化影响较明显。表面温度裂缝多缘于较大温差。特别是大体积混凝土基础在浇灌混凝土后，在硬化期间放出大量水化热，内部的温度不断上升，使混凝土表面和内部温差很大。当温差出现非均匀变化时，如施工中过早拆除模板，冬季施工过早拆除保温层，或受到寒潮袭击，都会导致混凝土表面急剧的温度变化，使其因降温而收缩。此时，表面受到内部混凝土的约束，将产生很大的拉应力，而混凝土早期抗拉强度又很低，因此出现裂缝。但这种温差仅在表面处较大，离开表面就很快减弱。因此，这种裂缝只在接近表面较浅的范围内出现。深入和贯穿性的温度裂缝多缘于结构温差大。如大体积混凝土凝结和硬化过程中，水泥和水产生化学反应，释放出大量的热量，成为“水热化”，导致混凝

土块体温度升高，当混凝土块体内部的温度与外部的温度相差很大，以致所形成的温度应力或温度变形超过混凝土当时的抗拉强度或极限拉伸应变，就会形成裂缝。

4. 沉陷裂缝

地基不均匀沉降（膨胀）变形产生的裂缝，是由于结构地基土质不匀、松软，或回填土不实或浸水而造成不均匀沉降所致；或者因为模板刚度不足，模板支撑间距过大或支撑底部松动等所致，特别是在冬季，模板支撑在冻土上，冻土化冻后产生不均匀沉降，致使混凝土结构产生裂缝。这类裂缝的大小、形状、方向取决于地基变形的情况。由于地基变形造成的应力一般较大，因此裂缝宽度较大、多呈 45° ，并且通常是贯穿性的。

5. 化学反应裂缝

化学反应裂缝主要是指碱—集料反应产生的裂缝，混凝土内水泥中的碱性氧化物（ Na_2O 和 K_2O ）含量较高时，与集料中所含的活性 SiO_2 产生化学反应，并在集料表面生成一层复杂的碱—硅酸凝胶，这种凝胶吸收周围环境中的水后体积膨胀 3 倍以上，造成混凝土酥松、膨胀开裂。这种裂缝一般出现在混凝土结构使用期间，一旦出现很难补救。

6. 外荷载作用引起的裂缝

结构受荷后产生裂缝的因素很多，施工中和使用中都可能出现裂缝。例如早期受震、拆模过早或方法不当、构件堆放、运输、吊装时的垫块或吊点位置不当、施工超载、张拉预应力值过大等均可能产生裂缝。

（二） 常见钢筋混凝土结构裂缝的危害

钢筋混凝土结构是多组分复合材料，在各种条件变化和各种材料变形不一致的情况下，微观裂缝的产生几乎是不可避免的，这种细微裂缝如果不扩展或在一定范围内扩展的话，它对一般的工业与民用建筑的正常使用是不会造成危害的，有害与无害的界限由结构使用功能决定的。对钢筋混凝土，特别是有充分构造配筋的钢筋混凝土出现一定程度的裂缝，不会迅速导致破坏，只是限制裂缝宽度的问题，使其达不到有害程度。但实际使用过程中，钢筋混凝土结构在荷载作用下或是进一步温差和干缩的情况下，细微裂缝会开始开展并相互贯通，从而发展成较大裂缝，对结构造成极大的影响，形成危害。常见危害有：

(1)

(2) 引起钢筋锈蚀，使保护层崩落；

(3) 影响钢筋混凝土结构的正常使用；

(4) 降低结构刚度，影响建筑物的整体性；

(5) 影响钢筋混凝土结构的耐久性能和使用寿命；

(6) 影响建筑物的美观；

(7) 裂缝大的可能使结构或构件彻底报废、造成工程返工、材料浪费、延迟工期以及较大 的经济损失。

1. 钢筋混凝土结构裂缝的成因

混凝土是一种抗拉能力很低的脆性材料，在施工和使用过程中，当温度、湿度发生变化，地基产生不均匀沉降时，极易产生裂缝。裂缝的形式和种类很多，要根本解决混凝土中裂缝问题，还是需要从混凝土裂缝的形成原因入手。正确判断和分析混凝土裂缝的成因是有效地控制和减少混凝土裂缝产生的最有效的途径。

2. 材料因素

(1) 粗细集料含泥量过大，造成混凝土收缩增大；集料颗粒级配不良容易增大混凝土收缩，使混凝土产生裂缝。

(2) 骨料粒径越细、针片含量越大，混凝土用灰量、用水量增多，收缩量增大。

(3) 外加剂及掺合料种类繁多，只有强度指标缺乏对水化热及收缩变形影响的长期实验资料(至少一年)，有些试验资料并不严格，有许多外加剂严重的增加收缩变形，有的甚至降低耐久性

(4) 水泥品种原因，矿渣硅酸盐水泥收缩比普通硅酸盐水泥收缩大、粉煤灰及矾土水泥收缩值较小、快硬水泥收缩大。

(5) 混凝土配合比设计原因，建筑结构混凝土强度等级日趋提高，但有许多结构不适当的 选择了过高的强度等级(习惯上认为：“强度等级越高安全度越大，就高不就低，提高强度等级没坏处”)。有时迁就施工方便，采用高强混凝土，这是一种误导，导致水泥标号增加，水泥用量增加，水用量增加，细骨料及粗骨料粒径偏小，砂率偏大等都使水化热及收缩增加。

用量增大，水化热相应增大，混凝土收缩加剧；设计中水泥等级或品种选用不当；配合比中水灰比（水胶比）过大；单方水泥用量越大、用水量越高，表现为水泥浆体积越大、坍落度越大，收缩越大；配合比设计中砂率、水灰比选择不当造成混凝土和易性偏差，导致混凝土离析、泌水、保水性不良，增加收缩值；配合比设计中混凝土膨胀剂掺量选择不当。

3. 施工及现场养护因素

(1) 模板构造不当，漏水、漏浆、支撑刚度不足、支撑的地基下沉、过早拆模等造成混凝土开裂。

(2) 施工过程中，钢筋表面污染、混凝土保证层太小或太大，浇筑中碰撞钢筋使其移位引起裂缝，施工控制不严，超载堆荷，导致出现裂缝

(3) 现场浇捣混凝土时，振捣或插入不当，漏振、过振或振捣棒抽撤过快，影响混凝土的密实性和均匀性，诱导裂缝的产生

(4) 高空浇注混凝土，风速过大、烈日暴晒，混凝土收缩值大；对大体积混凝土工程，缺少两次抹面，易产生表面收缩裂缝。

(5) 目前在混凝土施工中采用的养护方法基本沿用过去简易的方法，这种方法已远不适应泵送混凝土的较大温度收缩变形的要求。

(6) 避免在极端天气条件下施工，可以减少砼结构的开裂情况。

4. 设计因素

(1) 如截面不够、梁的跨度过大、高度偏小，或结构中的受力钢筋截面偏小或板太薄、配筋位置不当、节点不合理、结构构件断面突变或因开洞、留槽引起应力集中，产生的构件裂缝

(2) 设计中对构件施加预应力不当，造成构件的裂缝（偏心、应力过大等）

(3) 构造处理不当，现浇主梁在搁次梁处如没有设附加箍筋，或附加吊筋以及各种结构缝设置不当等因素导致混凝土开裂，设计中构造钢筋配置过少或过粗等引起构件裂缝（如墙板、楼板）

(4) 设计中采用的混凝土等级过高，造成用灰量过大，对收缩不利。

(5) 各种结构缝设置不当等因素容易导致砼开裂。

5. 外界因素

(1)

在钢筋砼结构中，造成开裂主要原因是地基的不均匀沉降。裂缝的大小、形状、方向决定于地基变形的情况，由于地基变形造成的应力相对较大，使得裂缝一般是贯穿性的。

(2) 温度变形

砼具有热胀冷缩的性质，其线膨胀系数一般为 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 。当环境温度发生变化时，就会产生温度变形，由此产生附加应力，当这种应力超过砼的抗拉强度时，就会产生裂缝。在工程中，这类裂缝较多见，譬如现浇屋面板上的裂缝，大体积砼的裂缝等。

(3) 湿度变形

砼在空气中结硬时，体积会逐渐减小，一般谓之干缩。收缩裂缝较普遍，常见于现浇墙板式结构、现浇框架结构等，通常是因为养护不良造成。砼的收缩值一般为 $0.2 \sim 0.4\%$ ，其发展规律是早期快、后期缓慢。因此对于超长的建筑物或构筑物，通常是掺加微膨胀剂等，这样可基本解决砼的早期干缩问题。

(4) 结构受荷

结构受荷后产生裂缝的因素很多，施工中和使用中都可能出现裂缝。如：拆模过早或方法不当、构件堆放、运输、吊装时的垫块或吊点位置不当、施工超载、张拉预应力值过大等等均可能产生裂缝。而最常见的是钢筋混凝土梁、板等受弯构件，在使用荷载作用下往往出现不同程度的裂缝。普通钢筋混凝土构件在承受了 $30\% \sim 40\%$ 的设计荷载时，就可能出现裂缝，肉眼一般不能察觉，而构件的极限破坏荷载往往在设计荷载的 1.5 倍以上。所以在一般情况下钢筋混凝土构件是允许带裂缝工作的（这类裂缝有的文献称之为无害裂缝）。在钢筋混凝土设计规范中，分别不同情况规定裂缝的最大宽度为 $0.2\text{mm} \sim 0.3\text{mm}$ 对那些宽度超过规范规定的裂缝，以及不允许开裂的构件上出现裂缝，则应认为有害，需加以认真分析，慎重处理。

(5) 徐变

混凝土续编也会导致开裂或裂缝发展。据文献记载受弯构件截面砼受压徐变，可以使构件变形增大 $2 \sim 3$ 倍，预应力结构因徐变会产生较大的应力损失，降低了结构的抗裂性能。

(6)

(7) 意外事件，火灾、轻度地震等引起构筑物的裂缝。

(8) 野蛮装修，随意拆除承重墙或凿洞等，引起裂缝。

(三) 房建工程不同部位产生裂缝原因

1. 基础底板等大体积混凝土裂缝：裂缝产生的主要原因是温度和干缩变形，这两种收缩由于受到基底或结构本身的约束，产生很大的拉应力，直至出现收缩裂缝。

2. 墙体混凝土裂缝：墙体裂缝，尤其地下室外墙混凝土裂缝主要是干缩裂缝。混凝土降温产生的收缩和硬化时的收缩，受到结构本身和基坑边壁等的约束，产生较大的拉应力，直至出现收缩裂缝。

3. 地面混凝土裂缝：不均匀沉降（地面的沉降往往与主体结构中柱、墙等的沉降不一致，从而在它们的结合部位产生较大的裂缝）、温度及收缩变形。

4. 现浇钢筋混凝土楼板裂缝：除板负筋位置不当等设计原因，混凝土水灰比、坍落度过大、模板和支撑刚度不足、养护不当等施工原因外，当前楼板裂缝最主要的原因是养护时间严重不足，上荷过早。因为在主体结构施工过程中，普遍存在着质量与工期之间的较大矛盾。

5. 屋面细石混凝土刚性防水层裂缝：除养护不好外，最主要原因是未设分格缝或分格缝设置不合理，以及混凝土内钢筋网片在分格缝处未断开，混凝土与基层间未设置可靠的隔离层。

二. 钢筋混凝土结构裂缝控制及预防措施

(一) 裂缝控制

确定最大裂缝宽度限值，主要考虑两个方面的原因：一是外观要求；二是耐久性要求，并以后者为主。从外观要求考虑，裂缝过宽将给人以不安全感，同时也影响对结构质量的评价。满足外观要求的裂缝宽度限值，与人们的心理反应、裂缝开展长度、裂缝所处位置、乃至光线条件等因素有关，难以取得完全统一的意见。目前有些研究者提出可取0.25-0.3mm。

根据国内外的调查及试验结果，耐久性所要求的裂缝宽度限值，应着重考虑

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/975121130310012013>