

经验交流：浅析桥梁裂缝产生原因岩土工程师考试 PDF转换
可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/643/2021_2022__E7_BB_8F_E9_AA_8C_E4_BA_A4_E6_c63_643744.htm

摘要：近年来，我省交通基础设施建设得到迅猛发展，各地兴建了大量的混凝土桥梁。在桥梁建造和使用过程中，有关因出现裂缝而影响工程质量甚至导桥梁垮塌的报道屡见不鲜。混凝土开裂可以说是“常发病”和“多发病”，经常困扰着桥梁工程技术人员。其实，如果采取一定的设计和施工措施，很多裂缝是可以克服和控制的。为了进一步加强对混凝土桥梁裂缝的认识，尽量避免工程中出现危害较大的裂缝，本文尽可能对混凝土桥梁裂缝的种类和产生的原因作较全面的分析、总结，以方便设计、施工找出控制裂缝的可行办法，达到防范于未然的作用。

关键词：道路桥梁 裂缝

近年来，我省交通基础设施建设得到迅猛发展，各地兴建了大量的混凝土桥梁。在桥梁建造和使用过程中，有关因出现裂缝而影响工程质量甚至导桥梁垮塌的报道屡见不鲜。混凝土开裂可以说是“常发病”和“多发病”，经常困扰着桥梁工程技术人员。其实，如果采取一定的设计和施工措施，很多裂缝是可以克服和控制的。为了进一步加强对混凝土桥梁裂缝的认识，尽量避免工程中出现危害较大的裂缝，本文尽可能对混凝土桥梁裂缝的种类和产生的原因作较全面的分析、总结，以方便设计、施工找出控制裂缝的可行办法，达到防范于未然的作用。

混凝土桥梁裂缝种类、成因 实际上，混凝土结构裂缝的成因复杂而繁多，甚至多种因素相互影响，但每一条裂缝均有其产生的一种或几种主要原因。混凝土桥梁裂缝的种类，就其产生的原因，大

致可划分如下几种：一、荷载引起的裂缝 混凝土桥梁在常规静、动荷载及次应力下产生的裂缝称荷载裂缝，归纳起来主要有直接应力裂缝、次应力裂缝两种。直接应力裂缝是指外荷载引起的直接应力产生的裂缝。裂缝产生的原因有：1、设计计算阶段，结构计算时不计算或部分漏算；计算模型不合理；结构受力假设与实际受力不符；荷载少算或漏算；内力与配筋计算错误；结构安全系数不够。结构设计时不考虑施工的可能性；设计断面不足；钢筋设置偏少或布置错误；结构刚度不足；构造处理不当；设计图纸交代不清等。2、施工阶段，不加限制地堆放施工机具、材料；不了解预制结构结构受力特点，随意翻身、起吊、运输、安装；不按设计图纸施工，擅自更改结构施工顺序，改变结构受力模式；不对结构做机器振动下的疲劳强度验算等。3、使用阶段，超出设计载荷的重型车辆过桥；受车辆、船舶的接触、撞击；发生大风、大雪、地震、爆炸等。次应力裂缝是指由外荷载引起的次生应力产生裂缝。裂缝产生的原因有：1、在设计外荷载作用下，由于结构物的实际工作状态同常规计算有出入或计算不考虑，从而在某些部位引起次应力导致结构开裂。例如两铰拱桥拱脚设计时常采用布置“X”形钢筋、同时削减该处断面尺寸的办法设计铰，理论计算该处不会存在弯矩，但实际该铰仍然能够抗弯，以至出现裂缝而导致钢筋锈蚀。2、桥梁结构中经常需要凿槽、开洞、设置牛腿等，在常规计算中难以用准确的图式进行模拟计算，一般根据经验设置受力钢筋。研究表明，受力构件挖孔后，力流将产生绕射现象，在孔洞附近密集，产生巨大的应力集中。在长跨预应力连续梁中，经常在跨内根据截面内力需要截断钢束，设

置锚头，而在锚固断面附近经常可以看到裂缝。因此，若处理不当，在这些结构的转角处或构件形状突变处、受力钢筋截断处容易出现裂缝。实际工程中，次应力裂缝是产生荷载裂缝的最常见原因。次应力裂缝多属张拉、劈裂、剪切性质。次应力裂缝也是由荷载引起，仅是按常规一般不计算，但随着现代计算手段的不断完善，次应力裂缝也是可以做到合理验算的。例如现在对预应力、徐变等产生的二次应力，不少平面杆系有限元程序均可正确计算，但在40年前却比较困难。在设计上，应注意避免结构突变（或断面突变），当不能回避时，应做局部处理，如转角处做圆角，突变处做成渐变过渡，同时加强构造配筋，转角处增配斜向钢筋，对于较大孔洞有条件时可在周边设置护边角钢。荷载裂缝特征依荷载不同而异呈现不同的特点。这类裂缝多出现在受拉区、受剪区或振动严重部位。但必须指出，如果受压区出现起皮或有沿受压方向的短裂缝，往往是结构达到承载力极限的标志，是结构破坏的前兆，其原因往往是截面尺寸偏小。根据结构不同受力方式，产生的裂缝特征如下：1、中心受拉。裂缝贯穿构件横截面，间距大体相等，且垂直于受力方向。采用螺纹钢筋时，裂缝之间出现位于钢筋附近的次裂缝。2、中心受压。沿构件出现平行于受力方向的短而密的平行裂缝。3、受弯。弯矩最大截面附近从受拉区边沿开始出现与受拉方向垂直的裂缝，并逐渐向中和轴方向发展。采用螺纹钢筋时，裂缝间可见较短的次裂缝。当结构配筋较少时，裂缝少而宽，结构可能发生脆性破坏。4、大偏心受压。大偏心受压和受拉区配筋较少的小偏心受压构件，类似于受弯构件。5、小偏心受压。小偏心受压和受拉区配筋较多的大偏心

受压构件，类似于中心受压构件。6、受剪。当箍筋太密时发生斜压破坏，沿梁端腹部出现大于 45° 方向的斜裂缝；当箍筋适当时发生剪压破坏，沿梁端中下部出现约 45° 方向相互平行的斜裂缝。7、受扭。构件一侧腹部先出现多条约 45° 方向斜裂缝，并向相邻面以螺旋方向展开。8、受冲切。沿柱头板内四侧发生约 45° 方向斜面拉裂，形成冲切面。9、局部受压。在局部受压区出现与压力方向大致平行的多条短裂缝。

二、温度变化引起的裂缝

混凝土具有热胀冷缩性质，当外部环境或结构内部温度发生变化，混凝土将发生变形，若变形遭到约束，则在结构内将产生应力，当应力超过混凝土抗拉强度时即产生温度裂缝。在某些大跨径桥梁中，温度应力可以达到甚至超出活载应力。温度裂缝区别其它裂缝最主要特征是将随温度变化而扩张或合拢。引起温度变化主要因素有：

- 1、年温差。一年中四季温度不断变化，但变化相对缓慢，对桥梁结构的影响主要是导致桥梁的纵向位移，一般可通过桥面伸缩缝、支座位移或设置柔性墩等构造措施相协调，只有结构的位移受到限制时才会引起温度裂缝，例如拱桥、刚架桥等。我国年温差一般以一月和七月月平均温度的作为变化幅度。考虑到混凝土的蠕变特性，年温差内力计算时混凝土弹性模量应考虑折减。
- 2、日照。桥面板、主梁或桥墩侧面受太阳曝晒后，温度明显高于其它部位，温度梯度呈非线性分布。由于受到自身约束作用，导致局部拉应力较大，出现裂缝。日照和下述骤然降温是导致结构温度裂缝的最常见原因
- 3、骤然降温。突降大雨、冷空气侵袭、日落等可导致结构外表面温度突然下降，但因内部温度变化相对较慢而产生温度梯度。日照和骤然降温内力计算时可采用设

计规范或参考实桥资料进行，混凝土弹性模量不考虑折减。

4、水化热。出现在施工过程中，大体积混凝土（厚度超过2.0米）浇筑之后由于水泥水化放热，致使内部温度很高，内外温差太大，致使表面出现裂缝。施工中应根据实际情况，尽量选择水化热低的水泥品种，限制水泥单位用量，减少骨料入模温度，降低内外温差，并缓慢降温，必要时可采用循环冷却系统进行内部散热，或采用薄层连续浇筑以加快散热。

5、蒸汽养护或冬季施工时施工措施不当，混凝土骤冷骤热，内外温度不均，易出现裂缝。6、预制T梁之间横隔板安装时，支座预埋钢板与调平钢板焊接时，若焊接措施不当，铁件附近混凝土容易烧伤开裂。采用电热张拉法张拉预应力构件时，预应力钢材温度可升高至350℃，混凝土构件也容易开裂。试验研究表明，由火灾等原因引起高温烧伤的混凝土强度随温度的升高而明显降低，钢筋与混凝土的粘结力随之下降，混凝土温度达到300℃后抗拉强度下降50%，抗压强度下降60%，光圆钢筋与混凝土的粘结力下降80%；由于受热，混凝土体内游离水大量蒸发也可产生急剧收缩。三、收缩引起的裂缝在实际工程中，混凝土因收缩所引起的裂缝是最常见的。在混凝土收缩种类中，塑性收缩和缩水收缩（干缩）是发生混凝土体积变形的的主要原因，另外还有自生收缩和炭化收缩。塑性收缩。发生在施工过程中、混凝土浇筑后4~5小时左右，此时水泥水化反应激烈，分子链逐渐形成，出现泌水和水分急剧蒸发，混凝土失水收缩，同时骨料因自重下沉，因此时混凝土尚未硬化，称为塑性收缩。塑性收缩所产生量级很大，可达1%左右。在骨料下沉过程中若受到钢筋阻挡，便形成沿钢筋方向的裂缝。在构件竖向变截面处如T梁、箱

梁腹板与顶底板交接处，因硬化前沉实不均匀将发生表面的顺腹板方向裂缝。为减小混凝土塑性收缩，施工时应控制水灰比，避免过长时间的搅拌，下料不宜太快，振捣要密实，竖向变截面处宜分层浇筑。

缩水收缩（干缩）。混凝土结硬以后，随着表层水分逐步蒸发，湿度逐步降低，混凝土体积减小，称为缩水收缩（干缩）。因混凝土表层水分损失快，内部损失慢，因此产生表面收缩大、内部收缩小的不均匀收缩，表面收缩变形受到内部混凝土的约束，致使表面混凝土承受拉力，当表面混凝土承受拉力超过其抗拉强度时，便产生收缩裂缝。混凝土硬化后收缩主要就是缩水收缩。如配筋率较大的构件（超过3%），钢筋对混凝土收缩的约束比较明显，混凝土表面容易出现龟裂裂纹。

自生收缩。自生收缩是混凝土在硬化过程中，水泥与水发生水化反应，这种收缩与外界湿度无关，且可以是正的（即收缩，如普通硅酸盐水泥混凝土），也可以是负的（即膨胀，如矿渣水泥混凝土与粉煤灰水泥混凝土）。

炭化收缩。大气中的二氧化碳与水泥的水化物发生化学反应引起的收缩变形。炭化收缩只有在湿度50%左右才能发生，且随二氧化碳的浓度的增加而加快。炭化收缩一般不做计算。

混凝土收缩裂缝的特点是大部分属表面裂缝，裂缝宽度较细，且纵横交错，成龟裂状，形状没有任何规律。研究表明，影响混凝土收缩裂缝的主要因素有：

- 1、水泥品种、标号及用量。矿渣水泥、快硬水泥、低热水泥混凝土收缩性较高，普通水泥、火山灰水泥、矾土水泥混凝土收缩性较低。另外水泥标号越低、单位体积用量越大、磨细度越大，则混凝土收缩越大，且发生收缩时间越长。例如，为了提高混凝土的强度，施工时经常采用强行增加水

泥用量的做法，结果收缩应力明显加大。2、骨料品种。骨料中石英、石灰岩、白云岩、花岗岩、长石等吸水率较小、收缩性较低；而砂岩、板岩、角闪岩等吸水率较大、收缩性较高。另外骨料粒径大收缩小，含水量大收缩越大。3、水灰比。用水量越大，水灰比越高，混凝土收缩越大。4、外掺剂。外掺剂保水性越好，则混凝土收缩越小。5、养护方法。良好的养护可加速混凝土的水化反应，获得较高的混凝土强度。养护时保持湿度越高、气温越低、养护时间越长，则混凝土收缩越小。蒸汽养护方式比自然养护方式混凝土收缩要小。6、外界环境。大气中湿度小、空气干燥、温度高、风速大，则混凝土水分蒸发快，混凝土收缩越快。7、振捣方式及时间。机械振捣方式比手工捣固方式混凝土收缩性要小。振捣时间应根据机械性能决定，一般以5~15s/次为宜。时间太短，振捣不密实，形成混凝土强度不足或不均匀；时间太长，造成分层，粗骨料沉入底层，细骨料留在上层，强度不均匀，上层易发生收缩裂缝。对于温度和收缩引起的裂缝，增配构造钢筋可明显提高混凝土的抗裂性，尤其是薄壁结构（壁厚20~60cm）。构造上配筋宜优先采用小直径钢筋（8~14）、小间距布置（@10~@15cm），全截面构造配筋率不宜低于0.3%，一般可采用0.3%~0.5%。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com