

# 桥梁混凝土裂缝种类及成因

平静芳

**摘要:**对混凝土桥梁结构裂缝的种类,从荷载、温度变化、收缩、地基基础变形、钢筋锈蚀等方面进行了介绍,并对其原因作了分析,以便在设计和施工时有效控制裂缝的产生。

**关键词:**混凝土裂缝,形成原因,种类

**中图分类号:**U445

**文献标识码:**A

## 引言

混凝土是现代桥梁结构的主要使用材料,优点不言而喻,但其缺点也不可忽视,最主要的是抗拉能力差,容易开裂。在工程中,几乎所有的混凝土构件均是带裂缝工作的,只是有些裂缝很细,对结构无大的危害;但有些裂缝在使用荷载或外界物理、化学因素的作用下,不断扩展,使混凝土的强度和刚度受到削弱,耐久性降低,甚至发生垮塌事故,因此,必须加以控制。

## 1 裂缝种类

混凝土结构裂缝的成因复杂而繁多,且相互影响,但每一条裂缝均有其产生的主要原因。混凝土桥梁裂缝的种类,就其产生的原因,大致可划分如下:

### 1.1 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为荷载裂缝,分为直接应力裂缝、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,结构计算不合理,受力假设与实际受力不符,安全系数不够,不考虑施工的可能性,构造处理不当等。2)施工阶段,不加限制地堆放施工机具、材料;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等。3)使用阶段,超出设计荷载的重型车辆过桥;受车辆、船舶的接触、撞击;发生地震、爆炸等。

次应力裂缝是指由外荷载引起的次生应力产生的裂缝。如桥梁结构中经常需要凿槽、开洞、设置牛腿等,这难以用准确的图式进行计算,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。实际工程中,次应力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。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(倒角),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。

### 1.2 温度变化引起的裂缝

当外部环境或结构内部温度发生变化时,混凝土将发生变形,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。引起温度变化的主要因素有:

1)年温差。一年中四季温度不断变化,当结构的位移受到限制时就会引起温度裂缝。年温差一般以一月和七月的月平均温度作为变化幅度。2)日照。桥面板、主梁或桥墩侧面受太阳曝晒后,温度明显高于其他部位,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际资料进行,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 m)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。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。

### 1.3 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碳化收缩。

塑性收缩。混凝土浇筑后4 h~5 h左右,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。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。

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,致使表面混凝土承受拉力,产生收缩裂缝。

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)。

碳化收缩。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。

### 1.4 地基基础变形引起的裂缝

由于基础竖向不均匀沉降或水平方向位移,使结构中产生附加应力,导致结构开裂。基础不均匀沉降的主要原因有:

1)地质勘察精度不够、试验资料不准。勘察报告不能充分反映实际地质情况是造成地基不均匀沉降的主要原因。2)结构荷载差异太大。在地质情况比较一致条件下,各部分基础荷载差异太大时,有可能引起不均匀沉降,例如高填土箱形涵洞中部比两边的荷载要大,中部的沉降要比两边大,箱涵可能开裂。3)结构基础类型差别大。同一联桥梁中,混合使用不同基础如扩大基础和桩基础,或虽采用同一种基础,但基底标高差异太大,也可能引起地基不均匀沉降。4)分期建造的基础。在原有桥梁基础附近

高速公路左右半幅桥梁,新建桥梁荷土重新固结,均可能对原有桥梁基础造成较大沉降。此外,还有地基冻胀和桥梁建成以后原有地基变化也可引起构件裂缝产生。

### 1.5 钢筋锈蚀引起的裂缝

由于混凝土质量较差或保护层厚度不足,混凝土保护层受二氧化碳侵蚀碳化至钢筋表面,使钢筋周围混凝土碱度降低,引起钢筋表面氧化膜破坏,钢筋中铁离子与侵入到混凝土中的氧气和水分发生锈蚀反应,其锈蚀物氢氧化铁体积比原来增长约2倍~4倍,从而使周围混凝土产生膨胀应力,导致保护层混凝土开裂,产生裂缝。

### 1.6 施工材质引起的裂缝

混凝土主要由水泥、砂、骨料、拌合水及外加剂组成。配置混凝土所采用材料质量不合格,可能导致结构出现裂缝。

1) 水泥。质量不合格、受潮或过期,可能使混凝土强度不足,导致混凝土开裂。2) 砂、石骨料。a. 砂石的粒径、级配、杂质含量。砂石粒径太小、级配不良、空隙率大,将导致水泥和拌合水用量加大,影响混凝土的强度,使混凝土收缩加大,如果使用超出规定的特细砂,后果更严重。砂石中有机质和轻物质过多,将延缓水泥的硬化过程,降低混凝土强度,特别是早期强度。b. 碱骨料反应。碱骨料反应主要是碱硅酸反应。参与这种反应的骨料有流纹岩、凝灰岩、蛋白石、黑硅石、燧石、磷石英、玻璃质火山岩、微晶或变质石英等。反应发生于碱与微晶氧化硅之间,其生成物硅胶体遇水膨胀,在混凝土中产生很大的内应力,可导致混凝土突然爆裂。3) 拌合水及外加剂。拌合水或外加剂中氯化物等杂质含量较高时对钢筋锈蚀有较大影响。

### 1.7 施工工艺引起的裂缝

在混凝土结构浇筑、构件制作、起模、运输、堆放、拼装及吊装

过程中,若施工工艺不合理、施工质量低劣,容易产生纵向的、横向的、斜向的、表面的、深进的和贯穿的各种裂缝,特别是细长薄壁结构更容易出现。裂缝出现的部位和走向、裂缝宽度因产生的原因不同而不同,比较典型常见的有:

1) 混凝土保护层过厚或钢筋变形,使承受负弯矩的受力筋保护层加厚,导致构件的有效高度减小,形成与受力钢筋垂直方向的裂缝。2) 混凝土振捣不密实、不均匀,出现蜂窝、麻面、空洞,是导致钢筋锈蚀或其他荷载裂缝的起源点。3) 混凝土浇筑过快,混凝土流动性较低,在硬化前因混凝土沉实不足,硬化后沉实过大,容易在浇筑数小时后发生裂缝。4) 混凝土搅拌、运输时间过长,使水分蒸发过多,引起混凝土坍落度过低,使得在混凝土体积上出现不规则的收缩裂缝。5) 混凝土初期养护时急剧干燥,使得混凝土与大气接触的表面上出现不规则的收缩裂缝。6) 混凝土分层或分段浇筑时,接头部位处理不好,易在旧混凝土和施工缝之间出现裂缝。7) 施工时拆模过早,混凝土强度不足,使得构件在自重或施工荷载作用下产生裂缝。8) 施工前对支架压实不足或支架刚度不足,浇筑混凝土后支架不均匀下沉,导致混凝土出现裂缝。9) 安装顺序不正确,导致产生裂缝。如钢筋混凝土连续梁满堂支架现浇施工时,钢筋混凝土墙式护栏若与主梁同时浇筑,拆架后墙式护栏往往产生裂缝;但拆架后再浇筑护栏,则裂缝不易出现。

## 2 结语

一座桥梁从建成到使用,牵涉到设计、施工、监理、运营管理等各个方面。由上述可知,设计疏漏、施工低劣、监理不力,均可能使混凝土桥梁出现裂缝。因此,严格按照国家有关规范、技术标准进行设计、施工和监理,是保证结构安全耐用的前提和基础。在运营管理过程中,进一步加强巡查和管理,及时发现和处理问题,也是相当重要的一个环节。

## The kinds and causes of bridge concrete cracks

PING Jing-fang

( Highway Survey and Design Institute of Shanxi, Taiyuan 030012, China)

**Abstract:** The types of cracks in concrete bridge are introduced and from load, temperature change, foundation deformation, corrosion of reinforcing steel and other aspects their causing reasons are analyzed in order to provide instructions for crack control in design and construction.

**Key words:** concrete cracks, causing reason, types

(上接第49页)

### 3.2 施工阶段

1) 炉底、炉墙砌筑必须拉线砌筑,每层砖的高度严格遵守控制线。2) 胀缝,严格控制其位置和宽度,并及时填塞纤维毡。3) 炉顶砌筑时必须按照拉线进行砌筑,砌完一趟砖后用2m靠尺板检查其平整度,合格后再砌下一趟砖。4) 炉顶设一块锁砖,锁砖切入拱顶3/4,打锁砖时垫用木板均匀打入。5) 使用的泥浆严格控制加水量,设置计量桶计量。6) 各种浇注料严格控制配合比,控制搅拌时间,严格控制入模时间不超过30min,振动时应慢插

慢拔,振至表面泛浆为好。

### 3.3 成品保护

1) 对砌好的砌体及时勾缝,清理表面。2) 加强对浇注料的养护,拆模时严禁猛撬。3) 在炉底上搭架子时表面应铺木板,防止压坏砌体。4) 砌好部分及时封门,防止闲杂人员进入。

## 4 结语

经过1号冷线退火炉施工中各项措施的执行,各项质量指标均达到优良,多次受到指挥部及甲方的表扬,也得到了外国专家的认可,为今后公司再施工退火炉奠定了良好的基础。

## Construction method and quality control measures of annealing furnace

SUN Gang

( Building Engineering Company, Taiyuan Iron and Steel Group Corporation, Taiyuan 030008, China)

**Abstract:** Taking the annealing furnace work in Taiyuan Iron and Steel Group Corporation as example the lining process and construction method are introduced. In addition corresponding quality control measures are proposed in order to provide reference for similar work.

**Key words:** annealing furnace, lining, construction method, quality control