

文章编号:1005-0523(2006)01-0016-03

# 铁路钢筋混凝土桥梁裂缝原因分析

曾润忠<sup>1</sup>, 曾桂珍<sup>2</sup>

(华东交通大学 1. 职业技术学院; 2. 现代教育技术中心, 江西 南昌 330013)

**摘要:** 裂纹、裂缝是混凝土结构常见的缺陷之一, 本文根据铁路桥梁的特点, 从荷载、收缩、温度应力及施工控制方面对钢筋混凝土桥梁裂缝产生原因进行了简单分析.

**关键词:** 桥梁; 裂缝; 原因

**中图分类号:** TU37

**文献标识码:** A

## 0 前言

鹰厦铁路在电气化改造后, 运能有很大提高. 近几年来, 铁路工务部门在桥梁检查养护工作中发现, 部分 T 型截面或 II 型截面钢筋混凝土桥梁的梁肢或腹板上出现裂缝, 裂缝多出现在靠近桥梁跨中部位, 多呈竖直状, 个别桥梁裂缝长度较大, 裂缝深度贯穿梁肢, 大部分桥梁在役时间较长, 使用时间从几年到几十年, 梁桥的截面形状如下图所示. 为了控制裂缝的发展, 减轻危害, 需要分析裂缝的成因, 为后续采取进一步措施提供依据.

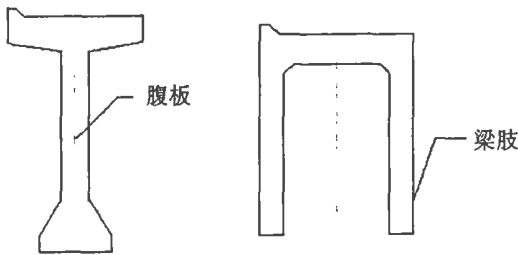


图1 桥梁单片截面形状

## 1 荷载作用

众多研究表明, 引起桥梁梁体开裂的原因是多方面的, 将开裂机理归结为单一的情况是极少的, 但从根本上讲, 结构开裂的一个重要原因是其抗弯和抗剪能力不足, 对桥梁梁体而言, 弯曲正应力弯曲剪应力及组合应力超过梁体混凝土抗裂强度是主要原因.

1) 弯曲应力: 大部分开裂的桥梁在役时间较长, 其设计施工时由于计算方法、设计理念较落后, 安全储备、桥梁刚度及施工控制手段均显不足, 在鹰厦铁路改造后, 为增强线路横向刚度, 桥面堆碴增加; 使用重型钢轨; 特别是机车车辆轴重增大等因素使桥梁的恒载活载均有较大的增加. 桥面荷载的增大, 使梁跨所受弯曲正应力及剪应力均有较大增加, 应力增加使梁体内受力钢筋的应变增大, 从而促使梁体开裂或使裂缝加大.

2) 桥梁的横向振动及交变荷载的作用: 桥梁受活载作用时引起的振动是梁体开裂的另一个原因. 列车运行时由于轮轨间的蛇行运动、轨道的方向和水平不平顺形成了列车对桥梁的激振源, 使桥梁受迫振动; 此外在对机车车辆的运动研究中发现, 车

收稿日期: 2005-10-20

作者简介: 曾润忠(1968-), 男, 江西余江人, 华东交通大学讲师.

中国知网 <https://www.cnki.net>

辆转向架在较高速度运行时会出现长距离周期性横向持续摆振现象,这种源于车辆的自激振动也将使桥梁梁体受迫振动.当外部的激振源与桥梁本身固有自振频率相同或相近时,将产生大幅的振动,这种振动将对桥梁产生大的破坏作用,导致梁体开裂.由于振动的模拟计算分析非常复杂,此处不作数学分析,但振动造成梁体的破坏开裂是客观存在的.且随着列车运行速度的提高,振动对桥梁的破坏将进一步加剧.

## 2 混凝土收缩

1) 收缩的产生:结构混凝土浇筑成型及投入使用后,由于发生一系列的物理化学反应及使用环境湿度的变化,会产生收缩变形,根据混凝土收缩产生的原理可将混凝土收缩分为自生收缩、塑性收缩、碳化收缩及干缩.普通混凝土的收缩变形主要发生在浇筑初期及养护阶段,当使用环境湿度发生变化时,也会发生明显收缩变形.影响混凝土收缩的因素很多,如水泥细度、水泥用量、水灰比、骨料种类、养护方法、使用环境、工作时间等等.应该特别指出,混凝土工作所处的大气环境,如湿度、温度、风速等对收缩都有明显影响,而且部分收缩变形与膨胀变量是可逆的.

2) 收缩量的计算:收缩变形对整体框架桥梁及先简支后连续的多跨桥影响较大,对简支梁影响较小.对收缩的机理现在已有充分的研究,收缩的量值也能以经验公式进行较为精确的计算.文献<sup>[1]</sup>给出了任意时间混凝土收缩计算公式:

$$\epsilon_y(t) = \epsilon_y^0 \cdot M_1 \cdot M_2 \cdot M_3 \cdots M_n (1 - e^{-bt})$$

式中:  $\epsilon_y^0$ —标准状态下的混凝土收缩量的大小,取  $\epsilon_y^0 = 3.24 \times 10^{-4}$ . 标准状态是指:275号普通水泥;标准细度(比表面积  $2500 \sim 3500 \text{ cm}^2/\text{g}$ );骨料为花岗岩石;水灰比为0.4;水泥浆含量为20%;混凝土振动捣实;自然硬化;试件截面  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ; (截面水力半径的倒数  $\gamma = 0.2$ );测定收缩前湿养护7天;周围空气相对湿度为50%.

$M_1, M_2, M_3, M_n$ —修正系数,用以修正不同水泥品种、水泥标号、水泥细度、骨料品种、水灰比、水泥浆量、养护条件、使用环境、配筋率、施工条件等等不同情况下的收缩值.

$t$ —使用时间(天)

$b$ —经验系数,一般可取0.01.

通过上述公式可对钢筋混凝土桥梁的收缩进

行计算,当混凝土的收缩变形超过“材料的抗变形能力”,即混凝土的协调变量能力时,收缩应力大于混凝土的抗拉应力,裂纹将出现.

## 3 温度变化

1) 温度应力的产生:桥梁建成后,工作环境温度的变化将影响梁体混凝土并使之产生温度应力,对于T型截面或II型截面桥梁而言,梁肢在环境温度升温或降温时产生较大温差,这种温差使梁肢产生温度应力,当温度应力与其他附加应力组合作用时,或当温度应力值较大时,都可能使梁肢产生不均匀变形,并可能使梁体开裂.

2) 温度应力计算:温度应力对超静定结构的连续梁影响很大,对简支梁影响相对较小,下面以简支梁为例进行分析.

当梁肢截面温差为  $T(x)$  时(温度差沿梁肢宽度方向分布,温度值为宽度的函数,一般为非线性函数如图2所示),梁肢宽度的增加值  $\Delta b = \alpha T b$ ,相对变形:  $\epsilon = \frac{\Delta b}{b} = \alpha T$ ,则温度应力

$$\sigma = \epsilon E = \alpha T E$$

式中:  $\alpha$ —线膨胀系数.

$E$ —混凝土弹性模量

为更好分析温度应力值,假设梁肢受环境温度影响后,其温度应力由三部分组成:混凝土升温后的全截面的平均拉应力  $\sigma'$ ; 因为温差而对梁肢中性轴形成的弯矩  $\sigma''$ ; 及因非线性温差而形成的非线性应力  $\sigma'''$ ;

其中  $\sigma = \alpha E T(x)$

$\sigma' = \frac{N}{A} = \frac{\int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \alpha E T(x) dx}{b}$  (在梁高方向取单位高度,面积  $A = b \times 1$ ),

$$\sigma'' = \frac{M}{W_z} = \frac{6x \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \alpha E T(x) x dx}{b^3}, \sigma = \sigma' + \sigma'' + \sigma''',$$

则非线性温差在梁肢横截面引起的温度应力  $\sigma''$ :

$$\sigma''' = -\sigma'' - \sigma' + \sigma = \alpha E T(x) - \frac{\int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \alpha E T(x) dx}{b} - \frac{6x \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \alpha E T(x) x dx}{b^3}$$

如图2、图3所示,如果最终应力超过混凝土抗裂强度时,便会引起表面裂缝.当然,在计算过程中,应考虑混凝土的徐变会引起部分的应力松弛,减缓部分温度应力的影响.

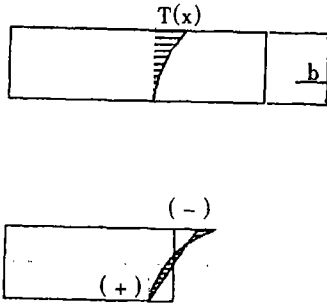


图2 梁肢截面平面应力分布图

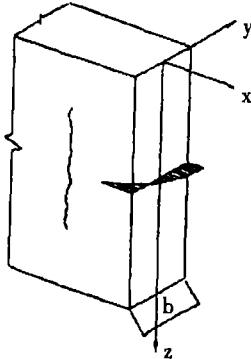


图3 梁肢截面应力分布图

## 4 施工因素

部分出现裂纹的桥梁因建造时的条件所限,可能使梁体混凝土浇筑以后或使用不久出现细微裂纹,主要的施工影响因素有:施工不规范,混凝土保护层相差较大,减小了钢筋对混凝土开裂的约束作用;混凝土振捣不实,导致局部轻微的蜂窝、空洞或不密实,影响混凝土的强度;混凝土施工配合比控制不严,拌合物含水量过大,混凝土产生较大硬化

收缩;混凝土运输或搅拌时间过长,拌合物水分蒸发量较大,塌落度过低,使混凝土产生收缩裂缝;浇筑的施工缝处理不当,接头部位处理不好,影响梁体的整体性;施工时拆模过早,混凝土强度不足时在自重或施工荷载作用下产生永久裂纹;混凝土的养护条件不良,影响强度,导致混凝土开裂;梁体运输或架设过程中受到撞击或受力过大导致梁体开裂。

## 5 结束语

裂缝是混凝土构件普遍存在的一种现象,引起混凝土开裂的原因很复杂,实际上每一条的裂缝的产生均由几种因素组合作用而成。混凝土裂缝的出现会影响美观,严重的将影响结构的安全。对于铁路钢筋混凝土桥梁而言,裂缝的出现,将引起受力钢筋的锈蚀,影响桥梁运行安全。在铁路提速、运量增加、机车车辆轴重加大的情况下,分析各桥梁裂缝原因,针对不同情况,采取对应措施,防止裂缝的出现及发展,已出现裂缝的梁体进行有针对性修补和加强,对于铁路的安全运输及节省投资提高经济效益均有现实及长远意义。

## 参考文献:

- [1] 王铁梦. 工程结构裂缝控制[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [2] 刘来群,陈跃,段永灿. 弯曲应力引起的预应力混凝土箱梁开裂[J]. 西安:长安大学学报(自然科学版), 2003, (9):23-5.
- [3] 童兵,张开敬. 部分预应力混凝土连续梁裂缝行为的试验研究[J]. 交通科学与经济,2004, (1):21.

# The Crack Cause Analyses of the Reinforced Concrete Bridges in Railroad

ZENG Run-zhong<sup>1</sup>, ZENG Gui-zhen<sup>2</sup>

(1.School of Vocational and Technology, 2. Modern Education Technical Center, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** This article carried on the simple analysis to the crack cause of the reinforced concrete bridges from the load, the contraction, the temperature stress and the construction factor and so on.

**Key words:** bridge; crack; cause

中国知网 <https://www.cnki.net>