

文章编号: 0451-0712(2006)02-0049-02

中图分类号: U443.2

文献标识码: B

# 杯形空心墩(柱)“约束裂缝”防治实践

刘效尧<sup>1</sup>, 蔡 健<sup>2</sup>

(1. 安徽省交通厅 合肥市 230031; 2. 安徽省交通研究所 合肥市 230011)

**摘 要:** 杯形空心墩(柱)在桥梁结构中广为应用, 大部分都有竖向“约束裂缝”, 就此介绍其防治情况。

**关键词:** 杯形空心墩; 约束裂缝; 防治

在已经硬化了的混凝土承台上浇注混凝土空心墩(柱), 通常都在底部一定高度内设置素混凝土填心段, 因此空心墩(柱)像一个杯状物体放置在承台上, 称之为“杯形空心墩(柱)”。

按照常规设计施工的杯形空心墩(柱), 浇注后不超过1个月, 多数在根部节段侧面产生竖向裂缝, 称之为“约束裂缝”, 一般在长边中部出现较多, 随着时间推移, 有的裂缝不断向上延伸, 直达顶部, 时间可持续数年, 称为“次生裂缝”。例如, 东部某斜拉桥杯形空心塔柱的根部裂缝, 在3年内延伸到第一对斜拉索锚头处; 20世纪80年代初, 在中部某T形刚构杯形空心墩根部就发现有裂缝, 当时认为是排水孔诱发产生的裂缝。

在文献[1]和[2]中分析了产生这种裂缝的原因, 是由于已经硬化了的混凝土承台约束了空心墩(柱)的素混凝土填心自由伸缩。在墩(柱)混凝土水化发热时承台不能伸长, 墩(柱)混凝土降温收缩、干缩时承台又不能缩短, 墩(柱)混凝土只能被拉断, 类似于素混凝土路面切缝不及时形成的断缝。墩(柱)长边尺寸0.2倍的高度范围内受硬化了的混凝土承台约束较强, 称为“强约束区”; 0.2~0.4倍高度内是“弱约束区”; 再向上承台对墩(柱)的约束作用逐渐消失, 墩(柱)混凝土可以自由收缩。

其解决方案是取消根部素混凝土填心, 需要抵抗冲击力的部位可以在空腔内设置隔板。填心素混凝土体积较大, 在浇注时发热量大; 而在收缩时又没有一根钢筋抵抗拉应力, 从而导致开裂。取消素混凝土填心, 体积减小后发热量也下降, 结构外壁中钢筋密集, 又有防裂网, 足以抗裂, 或者只形成难以观察

到的细小裂缝。在安徽省某座长江大桥中就采用了这种设计。

在必须要设填心段时, 在填心段素混凝土内要设多层水平放置的钢筋网片(不是加到外壁), 以提高其本身的抵抗拉力的性能。据文献[1]和[2]推算, 填心素混凝土的温度配筋大约为 $120 \text{ kg/m}^3$ 。此外, 还要视混凝土的品质不同, 考虑填心混凝土的短期收缩和长期干缩, 其配筋数量更多。配制普通钢筋可以承受收缩拉应力, 减少裂缝; 或者, 使集中的宽裂缝分散为多条细小的裂缝, 使之满足规范要求。

也可以在浇注填心段时设置温控系统。但是, 对于体积不是很大的填心段, 温控系统又显得过于累赘。而且, 该系统只能解决温度裂缝, 不能解决短期收缩和长期干缩裂缝。

20世纪90年代初, 曾发现某桥在实心墩的墩帽上有类似的裂缝, 墩帽沿桥轴线开裂成两半, 墩身上无裂缝。经查, 该50 cm厚的墩帽带后墩身半年浇注, 墩帽中只有很少的构造钢筋, 墩帽的水化热也很有限, 判断只能是墩帽混凝土干缩受强大的墩身约束而拉断。

“约束裂缝”还可以在悬臂浇注节段的尾部发现, 在横向预应力或配筋不足时, 其“次生裂缝”可以使箱梁顶板或底板沿纵轴线一分两半<sup>[2]</sup>。

在分层浇注的箱梁中也可以发现“约束裂缝”, 表现为后浇注的上半部箱梁和翼板有横桥向裂缝<sup>[2]</sup>。

## 1 分析

近年来随着桥梁规模不断加大, 高大空心墩用得越来越多, 根部裂缝也屡有发生。下面介绍2个

实例。

### 1.1 实例 1

2004 年东部某斜拉桥,在未得到同意取消素混凝土填心的情况下,施工单位在 4 m 高的填心段自行配制了一些水平钢筋网,并设置 2 层水管辅助降温,在浇注 9 d 后发现了 10 余条细小竖向裂缝,长度为 1~3 m,虽然宽度在规范允许范围内,但是不能保证今后不出现“次生裂缝”。

在处理方案研究中,受到前述某斜拉桥“次生裂缝”发展终止于第一对斜拉索锚头处的启发,判断是由于锚索段环形预应力使竖向“次生裂缝”终止的。于是决定在下一个节段的空心塔壁中设置横向预应力直索,阻止“次生裂缝”的产生,控制预应力为 1 MPa,至今未发现裂缝延伸。还设想在下一个阶段中采用碳纤维混凝土,加强阻止“次生裂缝”的效果。根据路面实践,1% 体积含量的碳纤维可以使试件弯拉强度从 5 MPa 上升到 7 MPa。后来因为采购原因未使用。

### 1.2 实例 2

2005 年中、西部某高速公路大通道,高达 100 多 m 的杯形空心墩开始浇注,填心段高 2~3 m。裂缝情况有以下 3 种。

(1) 无任何控制。浇注 1 或 2 个阶段以后发现了裂缝,最宽一条为 0.3 mm 的竖向裂缝。

(2) 布置 2 层冷却水管,保温保湿养护,控制内外温差,优化混凝土配合比。产生约 10 条 0.1 mm 宽的裂缝,最大长度约 3 m 左右,最大深度可达 25 cm。

(3) 当了解到文献[2]的介绍后,在未得到同意取消素混凝土填心的情况下,增加外壁配筋率。产生 2~

3 条 0.05~0.08 mm 宽的裂缝,最大长度约 3 m 左右。

2005 年 3 季度,在现场介绍了实例 1 的处理方案后,监理决定采用实例 1 的处理方案,对于第(3)种裂缝,在已出现裂缝的墩壁下一节段增加横向预应力;并采取预防措施,在所有未浇注的杯形空心墩 0.2~0.4 倍长边高度以上空心段布设横向预应力束。在实例 1 的基础上,将控制预应力提高到 2~3 MPa,立即实施,同时报相关单位。

## 2 结论

(1) 承台上空心墩(柱)不宜设置素混凝土填心段,必要时可设纵横隔板承受撞击力;

(2) 杯形空心墩(柱)内混凝土填心应按钢筋混凝土设计,布置足够抵抗降温收缩、干燥收缩及其他化学和物理收缩的钢筋;

(3) 杯形空心墩(柱)填心高度不要超过“强约束区”,为防止“次生裂缝”的延伸,可在“弱约束区”墩(柱)壁中布置横向预应力筋,控制预应力 > 1 MPa,且 < 3 MPa;

(4) 承台上也不宜再浇注大面积、低配筋率的墩座,如果需要,应在承台浇注完成后 7 d 内开始浇注,否则应按结论(2)设计。

## 参考文献:

- [1] 刘效尧. 杯形空心墩柱底部温度应力实用分析[J]. 华东公路, 1999, (2).
- [2] 刘效尧, 蔡健, 刘晖. 桥梁损伤诊断[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.

## 新乡路大产品技术交流会在京隆重召开

由北京市首都公路发展有限责任公司主办的“高速公路路面养护技术暨路大产品交流会”在北京召开,来自北京市首都公路发展有限责任公司、北京市公联公路联络线有限责任公司、华北高速公路股份有限公司、北京市市政管理处、北京首都机场高速公路发展有限公司、首创京通快速路有限公司、北京路桥瑞通养护中心、北京万方共创公路养护有限公司、北京首发兴业公路养护工程有限公司、北京驿顺达路桥养护工程有限公司、新乡市路大公路交通科技有限公司等单位的领导、专家齐聚一堂,共同探讨路面养护新技术的应用,会上北京市首都公路发展有限责任公司相关负责人介绍了北京公路养护市场的现状,新乡市路大公路交通科技有限公司相关负责人介绍了路面裂缝病害处治设备、材料及施工工艺。

与会代表在北京东六环路参观了路大 LD-Z1000 沥青路面裂缝养护车作业施工现场,该设备由北美 ROAD 工业集团授权技术,路大公司生产制造的。该车采用车载式设计,并配有裂缝开槽机、热气喷枪、灌缝机、养护安全收放装置等,机具结构排列紧凑,有效地运用汽车底盘整体空间,让路面养护工作变得更省心、更快捷。在示范现场与会的领导和技术人员进行了广泛的交流,共同讨论了材料、设备在不同施工环境下的使用性能,并认为在公路养护机械化水平不断提高的今天,使用方便、操作简单、移动快捷的小型公路养护设备是今后的发展趋势。