

新型 UPVC 声测管抗拉拔强度试验分析<sup>\*</sup>孙庆云<sup>1</sup>, 范剑良<sup>1</sup>, 杨仲元<sup>2</sup>

(1.浙江公路水运工程咨询公司, 浙江 杭州 310003; 2.浙江交通职业技术学院, 浙江 杭州 311112)

**摘要:**在常规 UPVC 塑料中添加稳定基材, 可确保必要的线性膨胀系数。文中通过异型断面结构设计, 创新一种新型 UPVC 声测管, 进一步确保必要的环刚度和抗拉拔强度; 针对公称外径 48.6 mm 新型 UPVC 声测管, 实施 3 组试样的抗拉拔强度试验, 结果显示这种 UPVC 声测管能承受 5 500 N 的破坏荷载。

**关键词:**桥梁; UPVC 声测管; 抗拉拔强度; 桩基检测

**中图分类号:** U446.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2018)01-0139-02

## 1 新型 UPVC 声测管的优势

由于普通塑料管外壁光滑, 与砼粘结性较差, 为提高管外壁与砼的粘结力, ASTM D6760-08 规定 UPVC 声测管使用前应将外壁打磨粗糙。除采用粗糙管壁塑料管外, 管壁还可采用异型结构形式而非单纯的圆柱达到粘结力增强效果。目前, 输送重力流的市政塑料管道普遍采用环向加肋(或筋)、发泡加厚等新技术以节省造价。UPVC 加筋管为内壁光滑、外壁采用经环形肋加强的异型结构壁管材, 其特点是减薄管壁厚度, 提高管道承受外压荷载的能力, 可起到提高管材环向刚度和耐外压强度的作用。这种管材在相同外荷载能力下, 可比普通 UPVC 管(内外壁光滑的实心壁管道)节约 30% 左右的材料。但其主要用于市政排水管道, 成品规格的口径都在 DN300 以上。将这种外壁加筋技术用在声测管上, 不仅可提高管道的自身强度, 还可增加管道与砼的接触面积, 提高管外壁与砼的粘结力。

与埋设市政管道不同, 声测管在安装过程中要考虑较多外界破坏因素, 特别是声测管随钢筋笼下放过程中钢筋笼扭曲及砼浇筑过程中砼挤压、导管左右摆动撞击等因素。用于声测管的管道不仅要满足环刚度要求, 还应满足一定轴向抗拉拔性能。在塑料中加入玻璃纤维制作新型复合材料, 可降低热膨胀系数, 还可大大提高声测管的强度和低温抗冲击性能。如果将短切玻璃纤维改为长玻璃纤维, 线性膨胀系数会更低, 强度更高。带有纵向肋的塑料声测管, 既节省 UPVC 原料, 又可提高管道强度及

与砼的粘结性能。根据实际基桩长度所需管壁厚度, 该新型塑料声测管外径尺寸有 48.6、50.6、52.6、54.6 mm 等多种型号(见表 1)。

**表 1** 新型 UPVC 声测管接口尺寸 mm

公称外径 $D_e$	插口		承口	
	$D_{2max}$	$L_{2min}$	$L_{1max}$	$D_{1max}$
48.6	52.2	58	90	57.8
50.6	54.2	58	90	59.8
52.6	56.2	58	90	61.8
54.6	58.2	58	90	63.8

## 2 抗拉拔强度试验

## 2.1 材料准备

(1) UPVC 声测管。UPVC 声测管在砼试件内的粘结长度为 15 cm, 外露 10 cm 以便加载, 故需将 UPVC 声测管均匀切割成长 25 cm 的小段。UPVC 声测管外露长度不宜过长, 否则受力后 UPVC 声测管易发生屈曲, 影响界面剪切滑移位移测量的准确性。切割后应将声测管端部断面打磨平整。

(2) 水泥砼。砼强度等级为 C30, 水泥为 32.5 号普通硅酸盐水泥, 砼组成物质的质量比为水泥: 水: 砂: 碎石 = 1: 0.47: 1.77: 3.43, 细集料选用普通细砂, 粗集料选择最大粒径为 16 mm 的碎石。矿料级配取 JTG/T F30-2014《公路水泥混凝土路面施工技术细则》推荐范围的中值(见表 2)。

## 2.2 试件制作及试验方法

采用泡沫塑料板固定 UPVC 声测管, 方法如下: 将泡沫塑料板切割成 148 mm × 148 mm × 15 mm

<sup>\*</sup> 基金项目: 浙江省交通运输厅科技计划项目(2017018); 浙江省科技厅公益技术应用研究项目(2017C31051)

表2 水泥砼粗集料级配

筛孔尺寸/mm	累积筛余百分率/%	
	设计级配	规范要求
16.00	5.0	0~10
9.50	50.0	40~60
4.75	92.5	85~100
2.36	97.5	95~100

的平板,将UPVC声测管插入并固定于平板中心。按照GB 50152—2012《混凝土结构试验方法标准》,借鉴目前国内外关于钢筋—砼界面中心拉拔试验研究成果,将UPVC声测管埋入标准砼试验钢模(150 mm×150 mm×150 mm)中(见图1)。



图1 声测管安装后的试模

按配合比拌制水泥砼并均匀浇入UPVC声测管四周约试模1/2高度处,人工插捣密实后浇入剩余砼,浇筑完成后利用振动台振捣密实,全部完成24 h后放入标准条件的养护室养护,7 d后脱模进行界面剪切试验。

利用万能试验机进行剪切试验加载,水泥砼试块固定于支架上,UPVC声测管为自由端,下端悬空,受力后可自由变形。试验共分为3组,每组3个试件,加载速率分别为1、5和10 mm/min,由试验机配套的采集系统采集力和变形数据。

## 2.3 试验结果及分析

### 2.3.1 破坏过程分析

UPVC声测管与砼间的典型粘结破坏曲线见图2。

声测管与砼间的抗拉拔强度主要由水泥砼提供的化学粘结力和声测管与砼间的摩擦力提供。由图2可知:声测管的粘结滑移大致可分为3个阶段:1)滑移阶段。此时抗拉拔强度主要由声测管和砼之间

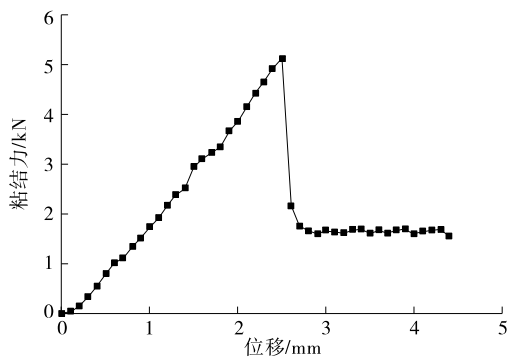


图2 UPVC声测管与砼间典型粘结破坏曲线

的化学粘结力和摩擦力提供,UPVC声测管从加载端开始滑移,一步一步扩展到自由端,力逐渐增大,力与滑移位移间呈近似线性关系。2)脱粘破坏阶段。随着滑移量的增加,粘结力进一步增长,直至达到UPVC声测管与砼间的抗拉拔强度,此时声测管与砼间发生脱粘破坏,化学粘结力失效,总体粘结力迅速衰减。3)滑动摩擦阶段。随着荷载达到破坏荷载,声测管与砼间的化学粘结力失效,此后声测管与砼间已无粘结力,只剩下恒定的滑动摩擦力,直至声测管滑出砼试块。

### 2.3.2 抗拉拔强度

声测管与砼间的粘结性能通过抗拉拔强度 $\tau$ 评价,其计算公式见式(1)。3种荷载速率下声测管与砼间的粘结破坏荷载、滑移位移及抗拉拔强度试验结果见表3。

$$\tau = F / (\pi d l_a) \quad (1)$$

式中: $F$ 为破坏荷载; $d$ 为声测管直径; $l_a$ 为粘结长度,该试验为135 mm。

表3 各加载速率下破坏荷载、滑移位移、抗拉拔强度平均值

加载速率/ (mm·min <sup>-1</sup> )	破坏荷载/ N	滑移位移/ mm	抗拉拔强度/ MPa
1	5 070	2.46	0.239
5	5 770	2.56	0.272
10	5 910	2.60	0.278

由表3可知:加载速率对声测管与砼间的抗拉拔强度略有影响,在7 d龄期下,声测管与砼间的破坏荷载为5 500 N,抗拉拔强度为0.27 MPa。

参照现行标准,声测管应满足以下主要技术指标:通过拉拔试验,在常温下应能承受3 000 N拉拔力,持续60 min连接部分无松动和断裂。所试验的声测管完全能承受3 000 N荷载,并保持无滑移位移。

(下转第144页)

的影响,其主要优点:1) 多为全桥电路,在试验中可有效进行温度补偿;2) 结构封装,受环境影响小,不易损坏,本身具有良好的防潮作用;3) 简化粘贴工艺,大幅降低对粘贴人员技术的依赖;4) 可重复利用,成本较低。

### 3.3 试验程序

严格的试验程序也是避免应变数据异常的重要手段之一。试验程序包括试验设计和规划、试验准备、结构加载试验、量测实施、数据分析和总结评价。在试验设计阶段,应根据结构的受力特点与材料性能合理布置应变测点。在结构加载试验中,应严格按照试验加载制度进行,如结构试验前实施预压,消除结构本身存在的非弹性变形,减小残余应变;通过合理的持荷时间保证应变数据的稳定性,新桥荷载试验中分级加载持荷时间一般不小于 10 min。如在试验过程中出现应变数据不稳定现象,应分析原因,有时可采用现场立即重复试验的方法分析应变数据异常的原因。

### 3.4 多参数校验

多参数校验是分析应变数据异常的重要手段。当应变数据异常情况难以解决时,可通过其他截面的应变数据、测试截面的挠度数据、全桥的脉动频谱数据等进行多参数校验分析,评定结构的整体性能。因为应变数据反映的是截面的局部应力,具有一定的局限性,而挠度数据与频谱数据多反映结构的整体刚度性能,更具有全局性。

\*\*\*\*\*  
(上接第 140 页)

## 3 结论

(1) 在 1、5 和 10 mm/min 速度下进行声测管与砼间抗拉拔强度试验,加载速率对声测管与砼间的抗拉拔强度略有影响。

(2) 7 d 龄期下,公称外径为 48.6 mm 的新型 UPVC 声测管与砼间的破坏荷载为 5.5 kN,抗拉拔强度为 0.27 MPa,达到 28 d 抗压强度 75% 以上。

关于砼龄期对不同管径声测管抗拉拔强度的影响有待于进一步验证与分析。

### 参考文献:

- [1] ASTM D6760-08, Standard test method for integrity testing of concrete deep foundations by ultrasonic crosshole testing[S].

## 4 结语

该文针对公路桥梁荷载试验中常见的应变数据异常情况,分析引起应变数据异常的来源,并通过实例说明了实际工程中难以发现的预应力结构隐式裂缝对应变数据的影响,总结了公路桥梁荷载试验中降低应变数据异常现象发生概率的措施。

### 参考文献:

- [1] 代少敏,刘显陆.桥梁荷载试验要点评述与展望[J].交通运输研究,2009(11).
- [2] 周海俊,吴永昌,谭也平,等.桥梁荷载试验研究综述[J].中外公路,2008,28(4).
- [3] 湛润水,刘群安.公路桥梁荷载试验的作用与基本原则[J].公路交通科技:应用技术版,2006(5).
- [4] 王凌波,贺拴海,蒋培文,等.大跨径桥梁荷载试验加载方案算法设计[J].武汉理工大学学报,2012,33(2).
- [5] 周勇军,于明策,雷丹,等.中小跨径箱梁桥荷载试验加载车辆研究[J].中外公路,2014,34(3).
- [6] 吕大伟,袁卓亚,石雄伟,等.中小跨径梁桥试验荷载效率[J].长安大学学报:自然科学版,2013,33(6).
- [7] 王凌波,蒋培文,马印平,等.桥梁静载试验校验系数及优化评定方法研究[J].公路交通科技,2015,32(6).
- [8] 宋龙龙.桥梁荷载试验校验系数影响因素分析[D].西安:长安大学,2014.

收稿日期:2017-06-30

- [2] 李林永.基桩检测用塑料声测管的应用前景分析[J].土工基础,2015,29(3).
- [3] 杨仲元,李林永.塑料声测管的使用性能及外形设计[J].公路交通技术,2015(1).
- [4] JTG/T F30-2014,公路水泥混凝土路面施工技术细则[S].
- [5] GB 50152-2012,混凝土结构试验方法标准[S].
- [6] JT/T 705-2007,混凝土灌注桩用钢薄壁声测管及使用要求[S].
- [7] 李月文,杨仲元.新型 UPVC 声测管的环刚度检测分析[J].公路与汽运,2017(2).
- [8] 周玮,宋丽妹.钻孔灌注桩 PVC 声测管工艺及施工技术[A].施工机械化新技术交流会议论文集(第六辑)[C]. 2005.
- [9] 杨仲元.基桩声测管的管材选用述评[J].浙江交通职业技术学院学报,2014,15(2).

收稿日期:2017-06-20