

预应力孔道压浆密实度检测技术在连续刚构桥中的应用

宋景景

(浙江交科工程检测有限公司,杭州 311200)

摘 要:预应力混凝土桥梁在我国现代化基础设施建设中得到了广泛的应用;预应力孔道压浆质量是影响预应力桥梁耐久性和承载力的重要因素;基于冲击弹性波的测试方法已成为业内高度认同的检测孔道压浆质量测试方法。文章叙述了基于冲击弹性波的压浆密实度检测方法及原理,并结合浙江某高速公路连续刚构桥的检测案例,证实冲击弹性波方法在实际应用中对灌浆检测的可靠性,为施工质量提供可靠的技术保障。

关键词:预应力孔道;压浆密实度;连续刚构

中图分类号: TB125

文献标志码: A

引 言

后张法预应力混凝土桥梁由于其卓越的性能和经济性,得到了极其广泛的应用。目前,国内的预应力混凝土桥梁占了中跨径桥梁的 90% 以上^[1]。近年来,国内出现了多例桥梁垮塌的事故,造成了重大的人员伤亡以及财产损失。

钢绞线处于潮湿的环境中,在张力的作用下容易产生锈蚀。因此对钢绞线的包裹和保护成为决定预应力桥梁耐久性的关键性因素之一。由于预应力孔道压浆是内部压浆,属于隐蔽工程,其施工好坏无法直观判断,当存在孔道压浆缺陷时,外界潮湿空气进入使得处于高度张拉状态的钢绞线极易发生腐蚀,造成有效预应力降低,从而极大地影响桥梁的耐久性、安全性。同时,压浆质量缺陷还会导致混凝土应力集中,致使桥梁的承载力降低。因此,对孔道压浆缺陷的检测成为保证预应力桥梁质量的重要环节。本文从现有的几种检测方法入手,分析它们各自的优缺点,并着重对冲击弹

性波法进行研究,同时对该方法在实际应用中的可靠性进行验证^[2]。

1 预应力孔道压浆缺陷现状

位于英国威尔士的一座建成有 28 年的桥梁 Ynys - Gwas 由于预应力孔道压浆不饱满突然发生倒塌,引起了各国桥梁工程界对预应力孔道压浆的高度重视^[3-4]。我国从 1950 年开始对预应力混凝土桥梁进行研究试验,此后预应力混凝土结构得到了广泛的应用,而孔道压浆的质量好坏直接影响混凝土结构的安全性及耐久性。1995 年,建成 6 年的广州海印大桥南塔边跨西侧 15 号索突然坠落,经鉴定为顶部在密闭条件下灌浆不凝固;上海恒丰路一座独塔斜拉桥,在对其进行拉索检测时发现索内存在空穴,最严重的空穴长达 7 m,对灌浆施工的过程进行分析,表明这些空穴是由于灌浆不饱满造成^[5-7]。

预应力孔道灌浆结构的桥梁的拉索设计寿命均大于 30 a,但实际使用均未达到设计寿命,其原因都是后

收稿日期:2015-09-22

基金项目:桥梁无损检测与工程计算四川省高校重点实验室项目(2013QZY02)

作者简介:宋景景(1983-),男,工程师,浙江杭州人,主要从事公路工程方面的研究,(E-mail)2622156560@qq.com

张法预应力孔道压浆不密实问题而引起,2001年交通部将预应力孔道压浆不密实问题列为公路桥梁建设中十大质量通病之一^[7-9]。

对于连续刚构桥,由于其跨度大,预应力管道长度较长,因而预应力施工难度也较大,加上一些人为因素使得连续刚构桥的预应力孔道压浆不密实的问题广泛存在。

2 基于冲击弹性波的压浆密实度检测方法

管道压浆密实度检测,按检测所应用的媒介分,主要包括^[10]:

(1) 钻芯、钻孔检测法

该方法由于其客观性强,其作用无法替代。属于局部破损方法,其效率低、费用较高、容易对构件及预应力钢束造成损伤,不适合大面积使用。

(2) 基于放射线(X光、伽玛射线、中子等)的检测方法

该方法测试优点为成像直观。分辨力较高。但设备庞大,测试费用高,效率低且具有一定的危险性。

(3) 基于电磁波的检测方法(如电磁雷达)

该方法无法适用于铁皮波纹管,受结构配筋影响大,漏测现象十分普遍。

(4) 基于超声波的方法

该方法对发射和接收探头的相对位置及接触面要求严格,测试费时,不适用于接收探头进入的结构(如箱梁),受混凝土与铁皮波纹管及钢筋的界面干扰影响。

(5) 冲击弹性波法

在预应力管道灌浆检测中,冲击弹性波法在梁板侧壁或底部测试所采用的方法为冲击回波法(Impact Echo,简称IE法)。

吴佳晔等研究者在IE法的基础上,结合冲击弹性波在传播、反射中的现象,提出等效波速冲击回波法(IEEV),进一步提高了对缺陷的分辨力,并应用在国内数十个检测工程中。基于冲击弹性波的压浆密实度缺陷检测技术是目前较为理想的检测技术。

对在役连续桥梁,需要确定管道的位置,垂直于预应力钢束,利用小锤在梁板的侧面或顶面混凝土表面敲击,采集激振后的弹性波信号,沿着管道走向进行激振并受信。测试方法如图1所示。

当管道压浆存在缺陷时:(1)弹性波在缺陷处发

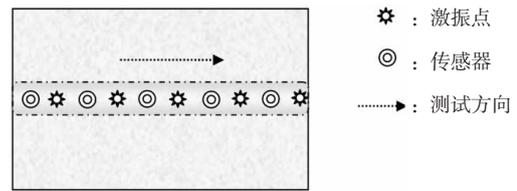


图1 测试示意图

生反射;(2)信号绕过缺陷导致信号反射时间变长,等效波速慢。因此可根据波纹管缺陷处的反射信号的有无和底部反射是否延时来判断缺陷的有无和范围(图2)。

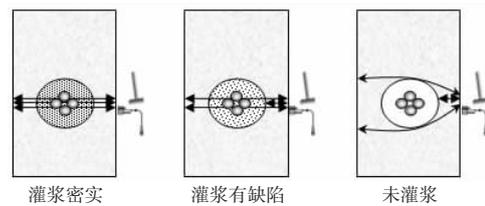


图2 弹性波反射路径示意图

3 工程应用实例

3.1 工程概况

被测对象为浙江某高速在役连续梁刚构的匝道桥,被测管道长度约135 m,波纹管为塑料管。被测部位位于该联第1跨,距离行车方向后方桥墩距离约13 m。本次总共测试4根管道的4个区域,每个区域长度约5 m。

3.2 测点布置

根据设计图纸,结合混凝土雷达,对波纹管位置进行扫描定位,找出被测管道位置。以20 cm间距,沿管道走向在梁底板进行测点布置。

3.3 检测结果

经过现场检测并分析,发现1处不密实情况(表1),对应的检测结果如图3所示。

表1 测试结果

孔道号	缺陷长度/m	缺陷描述
N01	/	未发现明显缺陷
N02	/	未发现明显缺陷
N03	/	未发现明显缺陷
N04	3.8(0~3.8)	发现明显空洞

3.4 结果验证

用直径为20 mm的冲击钻,对该梁不密实区进行钻孔验证,同时为了验证测试的精准度,对测试结果显示为密实的管道,也进行开孔验证。

在对N04管道钻孔时,明显感觉钻头突然钻进约

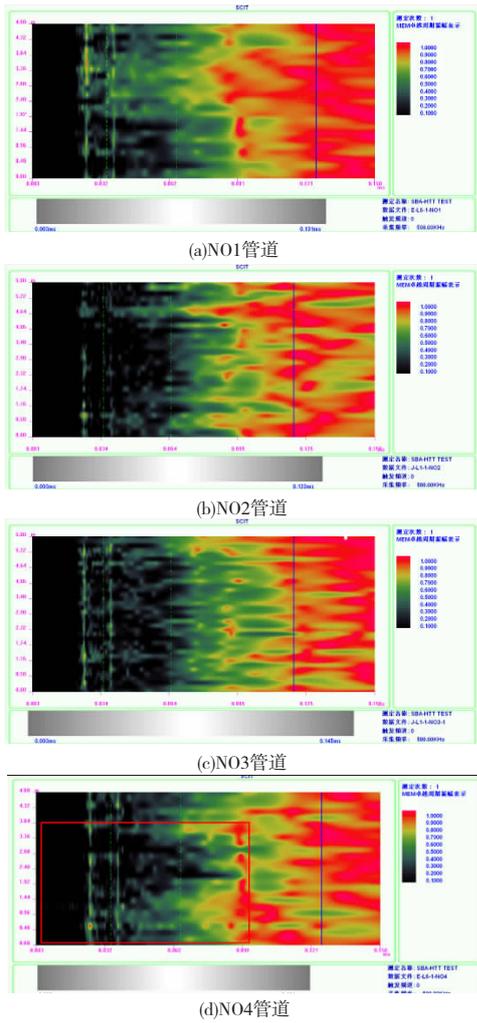


图 3 管道检测结果图

3 cm。开孔后,利用铁丝插入其中,确定不密实及空洞情况。NO1 ~ NO4 开孔后的结果如图 4 所示。

4 结束语

当预应力管道的压浆不密实时,导致钢绞线过度锈蚀,进而导致预应力损失,对桥梁结构耐久性和承载力影响较大。压浆质量与施工工艺、灌浆料和配合比等有关,其中任一环节出现问题,都会导致压浆不密实。特别是连续刚构桥,由于其结构复杂,施工难度大,更容易出现灌浆不密实的情况。因此,对预应力孔道灌浆质量的控制,应通过有效的检测手段对施工质量进行控制,对出现压浆不密实的管道进行二次压浆,确保工程质量。经过本次的现场测试及验证,进一步证明了基于冲击弹性波的测试方法在测试孔道压浆质量检测方面的可靠性,为施工质量提供可靠的技术保障。



(a)NO1管道(密实)



(b)NO2管道(密实)



(c)NO3管道(密实)



(d)NO4管道(密实)

图 4 管道验证结果图

参考文献:

- [1] 侯海元,吴进星,吴佳晔.预应力孔道压浆密实度检测方法应用分析[J].西部交通科技,2013,10(75):48-51.
- [2] 吴佳晔,刘秀娟.预应力孔道灌浆密实度检测技术的现状与发展[J].市政技术,2013,4(31):17-22.
- [3] 王力力,易伟建.斜拉索的腐蚀案例与分析[J].中南公路工程,2007,32(1):94-95.
- [4] 叶见曙,张峰.预应力混凝土连续箱梁调查研究报告[R].南京:东南大学交通学院桥梁与隧道研究所,2004.
- [5] 张金升,吴佳晔.预应力孔道灌浆质量的无损检测技术对比研究[J].公路交通科技:应用技术版,2010(12):249-252.

- [6] 辛公锋,王兆星,刘家海,等.箱梁预应力孔道压浆密实性检测技术研究[J].公路交通科技,2010(9):114-117,121.
- [7] 杨超,季文洪.后张法预应力混凝土梁的孔道压浆研究[A].预应力上海论坛学术论文集[C].上海:同济大学出版社,2009.
- [8] 吴佳晔,安雪晖,田北平.混凝土无损检测技术的现状和进展[J].四川理工学院学报:自然科学版,2009,22(4):4-7.
- [9] Mary S. Impact-Echo The Complete Story[J]. ACI Structural Journal,1997(11):777-786.
- [10] Krause M.Comparison of pulse-echo-methods for testing concrete[J].Ndtl Eznternational,1977,30(4):195-204.

Application of Prestressed Duct Grouting Compactness Detection Technology in the Continous Rigid Frame Bridge

SONG Jingjing

(Zhejiang Traffic Detection Co. , Ltd. , Hangzhou 311200 , China)

Abstract: Prestressed concrete bridges have been widely used in the modernization infrastructure construction of our country , and prestressed duct grouting quality is an important factor on affecting the durability and bearing capacity of prestressed bridge. The test method based on the impact elastic wave has become highly recognized test method of detecting duct grouting quality in the industry. The grouting compactness detection methods and principle based on the impact elastic wave are described. Combined with the detection cases of continuous rigid frame bridge in a highway of Zhejiang , it is confirmed that the impact elastic wave method is reliable for grouting detection in the practical application , and the reliable technical support is provided for quality of construction.

Key words: prestressed duct ; grouting compactness ; continuous rigid frame