

散射成像法在后张法预应力孔道压浆质量检测方面的应用效果分析

李 斌¹, 王 成²

(1. 贵州省质安交通工程检测中心有限责任公司, 贵州贵阳 550008; 2. 成都理工大学, 四川成都 610000)

摘 要 :该文介绍了散射成像法在后张法预应力孔道压浆质量检测方面的应用。预应力孔道压浆质量是桥梁的耐久性的决定因素之一。压浆材料、钢绞线和预应力孔道等组成多相复合体系的异质结构材料,形成极为复杂的内部结构,检测难度非常高。近年来国内外发展出几种预应力孔道压浆质量的检测方法,雷达法、冲击回波法、声波散射成像法等。考虑到贵州省某工程的现浇梁的特性,以及对检测精度的较高要求,其检测使用声波散射成像方法,并对部分区域进行破检验证。应用成果表明声波散射技术在精细结构的工程无损检测领域有较大的现实意义。

关键词 :散射成像;预应力孔道压浆;质量检测;应用

中图分类号 :U446 **文献标识码** :A **文章编号** :1009-7716(2013)07-0337-03

0 前言

预应力孔道压浆是后张法预应力混凝土结构的关键工序,其质量直接影响到结构的安全性和耐久性。因为施工中的各种复杂因素常常造成压浆不饱满、钢绞线锈蚀等导致提前丧失预应力。在被拆除的旧桥和被撞的桥梁上经常可见压浆不饱满的情况。但是预应力孔道压浆是隐蔽工程,检测难度高,国家规范缺失,是桥梁建设领域的一大隐患。近年来,许多单位、研究院所对此都展开了试验研究,并取得了一定的研究成果,但大部分检测方法还是会受其自身原理的限制,在检测精度和检测范围上有所局限。如何对后张法预应力压浆的预应力孔道,特别是金属质地的预应力孔道进行压浆质量检测是一个新的研究方向。

1 工程概况及检测方法的选择

贵州省地处云贵高原,地形起伏大,桥梁众多并以现浇梁为主,施工难度大,造价高,维护成本高。业主对预应力孔道压浆质量普遍重视,要求以抽查的形式进行监管。

当前的主要无损检测方法有:雷达法、冲击回波法、声波散射成像法等。笔者单位在检测方案选择上进行了充分的调研。

雷达法是电磁波法,使用 1.5 GHz 以上的天线可以对塑料材质的预应力孔道进行检测,且效果好,但由于金属管壁对电磁波的屏蔽效果,无法应用在金属材质预应力孔道的检测领域,其使用范围有一定的限制。

冲击回波法来源于美国,是理论研究时间最长,研究人数最多的一种方法,但是国外的桥梁大多数没有国内的桥梁结构复杂,所以国外的学者进行研究时考虑的模型都比较简单理想,而且检测效率均比较低。

声波散射法由中科院地质所的赵永贵研究员于 2006 年引入到工程检测领域。运用声波散射理论研究混凝土的密实性、精细结构,形成了一系列的检测技术。散射法把脱空区和压浆不均匀区当成会向四面八方散射的二次散射源,并采用大排列布置多道检波器拾取散射信号,相对于声波反射、透射等方法的一到两只检波器更容易得到可靠的结果,是该项研究的重点。

2 声波散射技术的原理及测试方法

由于压浆材料和钢绞线等工程介质的波阻抗不同,它们之间的界面存在波阻抗的差异。预应力孔道压浆的密实性和交结程度等存在不均匀性时,如存在空隙、松散等情况,也会出现局部的波阻抗的异常区。这些异常区都是散射源。在外来声波的激励下散射源会产生散射波(见图 1)。波阻抗差异越大,散射波越强。根据接收观测到的散射波场,可以重建结构内部散射源的图像,借此了解界面、异常体的位置与差异程度。

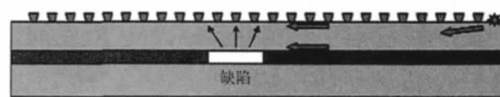


图 1 散射成像原理图

检测时将检波器紧贴在预应力孔道的一侧,根据采集器的性能和检波器的数量每次接收一定数量的散射记录,然后按照一定的偏移距移动检

收稿日期 2013-04-12

作者简介:李斌(1983-),男,山西吕梁人,工程师,从事公路工程检测工作。

波器,使其路径完全覆盖被检测区域。

缺陷为介质中的密度与强度的异常分布,表现为波速变异,在外场波动激励下缺陷表现为被动震源,向周围发射散射声波。散射波最早出现在缺陷顶面,根据散射波走势、幅值和极性确定得出散射能量曲线,并据此判断缺陷位置、形态和力学性质(见图 2)。

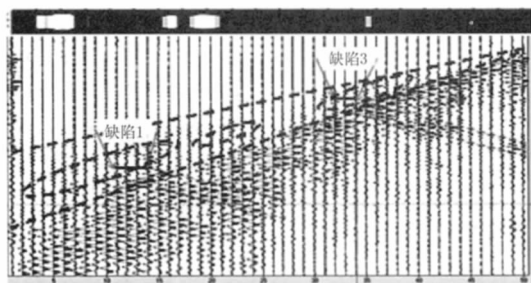


图 2 预应力孔道缺陷声波散射成像偏移图像

3 声波散射技术的工程应用实例及结果分析

此次应用的对象为贵州某地钢构现浇箱梁。其内部预应力孔道为塑料材质,直径 10 cm,埋深 25 cm,内置 19 束钢索。检测使用北京同度工程物探技术有限公司生产的 TD-BWG 预应力孔道压浆密实性检测仪,配备 32 道频率为 20 kHz 的高频检波器拖缆,其中道间距为 10 cm,采用锤击震源,根据散射理论,分辨最小空区厚度为 4 cm,一次检测的长度为 3.2 m,耗时 3 min,递进式采集(见图 3)。



图 3 现浇梁的预应力孔道情况(上)和检测施工现场(下)实景

现场抽样采集 20 段预应力孔道压浆数据,其中 12 段位于顶板,8 段位于底板。测线沿预应力孔道走向布置,长度约 4 m。激发点距第一道检波器 10 cm。各检测段的大致分布如图 4 所示。

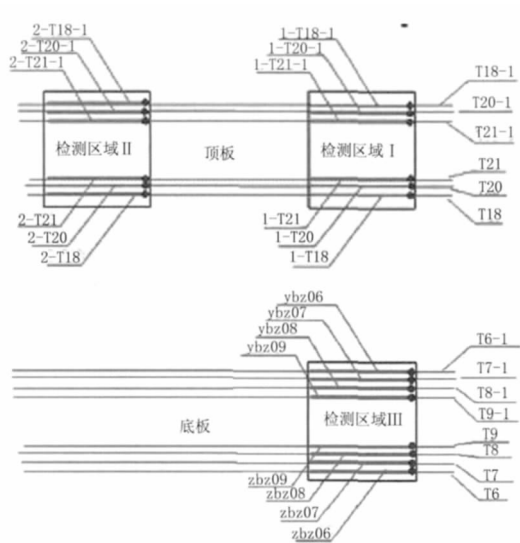


图 4 检测区域相对位置分布图

4 检测结果与解释

使用基于散射成像原理的预应力孔道压浆密实性检测分析系统(TD-BWG)对数据进行处理,得到散射强度分布图,图像直接反映空区的位置和大小,明亮程度表示散射能量的大小,亮度越高,散射能量越强。

对预应力孔道 20 段的部分检测结果如图 5、图 6 所示,根据实际情况,调整相应的阈值,来控制异常显示的最低标准。提高阈值,则在图中仅显示异常相对较大的区域。

压浆饱满的预应力孔道散射能量均匀,其散射能量分布见图 5 所示。

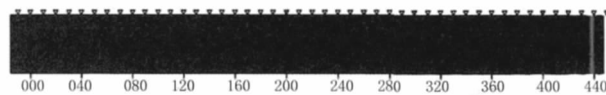


图 5 压浆饱满的预应力孔道图示

压浆欠饱满的预应力孔道,有缺陷的位置将出现亮度较高的区域,表示该处散射能量较强,如图 6 所示。

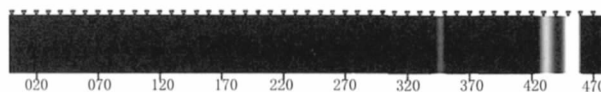


图 6 压浆有缺陷的预应力孔道图示

按照检测判定有问题的位置开孔验证,现场实景如图 7 所示。

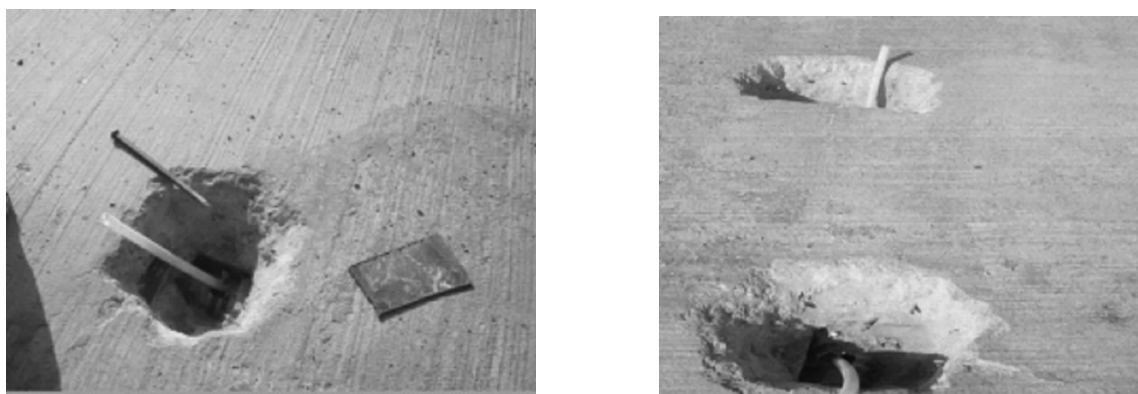


图 7 开孔验证现场实景

5 结语

声波散射成像法对该箱梁顶板、腹板的检测,基本查明了其预应力孔道压浆质量情况,包括预应力孔道压浆不密实的位置、大小,以及不饱程度。指导及时采取相应的补救措施,避免因压浆不密实导致钢绞线锈蚀,预应力提前丧失而造成严重的人员生命安全伤害和财产损失。后张法预应

力孔道压浆质量检测中,针对埋深较浅的塑料预应力孔道使用地质雷达方法基本可以满足检测要求,但是针对预应力孔道埋深较深,或者预应力孔道为金属质地时,散射成像法则更加适用。在该项箱梁的检测中,检测结果得到了破检验证的肯定,说明新方法的适用性和准确性。值得在今后的后张法预应力孔道压浆质量检测中进行推广发展。

(上接第 334 页)

5 结语

(1)该高架桥已建成通车运营近 2 a,作为贵阳市内主干道工程,高性能混凝土的应用不仅提高了桥梁结构安全性,而且为桥梁结构在运营过程的耐久性提供了保障。

(2)高性能混凝土是一种耐久性优异的混凝土,以其优异的性能使得普通混凝土向高性能混凝土发展成为必然趋势。我国在发展高性能混凝土方面才刚刚起步,需要科研、设计、施工部门携手协

作,共同促进高性能混凝土的发展。

参考文献

- [1] 严允中,余勇继,杨虎根,等.桥梁事故实例评析[M].北京:人民交通出版社,2013.
- [2] GB/T50476-2008,混凝土结构耐久性设计规范[S].
- [3] GB50153-2008,工程结构可靠性设计统一标准[S].
- [4] JTGD60-2004,公路桥涵设计通用规范[S].
- [5] JTGTB07-01-2006,公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范[S].
- [6] 吴中伟,廉慧珍.高性能混凝土[M].北京:中国铁道出版社,1999.
- [7] 铁建设(2005)157号,铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定[S].

pavement project of Shenzhen. The practice shows that the low-noise porous asphalt pavement can greatly improve the driving security, drain off water and reduce the city heat island effect with the very applicable prospect in the southern hot and humid areas. This technology used in the hot and humid area can mainly solve two great problems of water stability and thermal stability of low-noise porous asphalt pavement. And the use of high viscosity modified asphalt and the determination of its technical indexes are the key to guarantee the stability of this technology. Also it is necessary to further strengthen the regional study of material technology index for the southern hot and humid areas.

Keywords: low-noise porous asphalt pavement, hot and humid area, high viscosity modified asphalt, mixing ratio design, construction control

Application of High-performance Concrete in Viaduct Li Xianchao, Wu Erfa (332)

Abstract: The service life of bridge structure is clearly required in the current standards. The durability design of bridge structure has become the key point. The high-performance concrete is the important measures to ensure the structure durability. The article sets forth the signification of durability design in the design of a main trunk viaduct of Guiyang City, the selection of concrete grade of the main structures, and the design of the main beam and the bridge piers according to the high-performance concrete, which can be referred for the application of high-performance concrete in the bridge structures.

Keywords: high-performance concrete, viaduct, application, service life, durability, Guiyang City

Application of Skeleton Lattice Beam and Three-dimensional Net Spray Planting Grass Technology

..... Chen Xiaojuan (335)

Abstract: A municipal road and its supporting engineering project of Luogang Center are located within Guangzhou Scientific City. The design requirement is the first-class highway and three high slopes are constructed along the highway. According to the design requirements, the slope protection is used by the method of concrete skeleton lattice beam and three-dimensional net spray planting grass. The three-dimensional net spray planting grass is a new technology of greening on the pure rock slope. The article focuses introduction on the fabrication and installation of the prefabricated skeleton lattice beam and the technology of three-dimensional net spray planting grass, which can be referred for the similar projects.

Keywords: slope protection, skeleton lattice beam, three-dimensional net spray planting grass

Analysis on Application Effect of Scattering Imaging Method in Grouting Quality Detection of Pre-stressed Structure by Post-tensioning Process Li Bin, Wang Cheng(337)

Abstract: The article introduces the application of scattering imaging method in the grouting quality detection of pre-stressed structure by post-tensioning process. The grouting quality of pre-stressed structure is one of the factors to determine the bridge durability. The grouting material, steel strand and pre-stressed structure are composed of the multiphase composite system of heterostructure materials to form the extremely complex inner structure with the very difficult detection. In recent years, several pre-stressed structure grouting quality detection methods, i.e. radar method, impact echo method and sonic wave scattering imaging method are developed at home and abroad. Aiming at the characteristics of the cast-in-situ beam in a project of Guizhou Province and the higher requirement of detection accuracy, the beam is detected by the sonic wave scattering imaging method, and the partial areas are carried out of breaking verification. The application effect shows that the sonic wave scattering technology has the greater practical significance in the engineering nondestructive testing field of fine structure.

Keywords: scattering imaging, grouting of pre-stressed structure, grouting quality detection of pre-stressed structure, application

THE RELATIVE SPECIALITIES

Application of Wavelet Analysis in Earthquake Engineering Zheng Yongyang(340)