

文章编号:1672-058X(2012)09-0082-04

预应力管道压浆质量检测方法的研究

向 勇¹,张梦龙¹,屈建强²,张 麟³

(1. 重庆交通大学 土木建筑学院,重庆 400074;2. 重庆市城市建设投资(集团)有限公司,重庆 400010;
3. 舟山市交通工程质量监督局,浙江 舟山 316021)

摘 要:通过比较的方法,介绍了目前国内外最常用的检测预应力管道压浆质量的方法,分别有冲击回波法、探地雷达法、超声波法、超声波层析成像法等几种检测方法。总结了这几种方法在工程应用上的特点,并根据国内外的研究应用结果,推荐冲击回波法为预应力管道压浆质量的检测方法。

关键词:预应力管道;压浆质量;检测方法;冲击回波法

中图分类号:U446.3

文献标志码:A

0 引 言

随着交通事业的大力发展,预应力混凝土桥梁在我国桥梁建设中已占主导地位,目前预应力混凝土已成为国内外土建工程最主要的一种结构材料。近年来,我国预应力混凝土桥梁发展很快,无论是在桥型,跨度以及施工方法等方面都有突破性进展,不少预应力混凝土桥梁的修建技术已达到国际先进水平。对于预应力混凝土桥梁,预应力管道的压浆质量是其重要的影响因素之一。如果预应力管道压浆不密实,预应力束钢绞线将易发生腐蚀,从而影响桥梁的耐久性和安全性,随着时间的推移,会改变桥梁的受力状态,影响桥梁的使用寿命。因此,预应力混凝土的检测工作尤为重要,此处将介绍几种先进的无损检测技术,对预应力管道的压浆质量进行检测,对结构的质量评价具有重大意义。

1 冲击回波法

冲击回波法是指利用短时的机械冲击产生低频应力波,应力波传播到结构内部,通过混凝土介质,遇到分界面缺陷和构件底面形成反射波,这些反射波被安装在冲击点附近的宽带换能器接收下来(图 1),并被送到一个内置高速数据采集及信号处理的便携式仪器。在测量中,由宽带换能器接收的信号通常是复杂的时间函数,通过信号处理技术及傅里叶变换,将时域信号转换

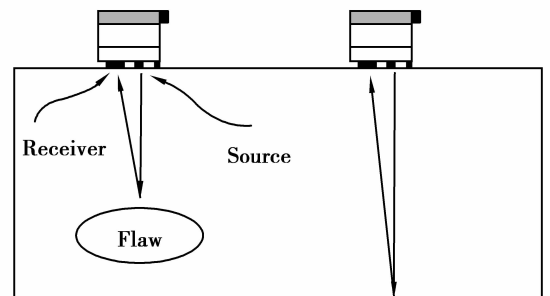


图 1 冲击回波检测缺陷原理示意图

成频域信号加以分析,通过测点的坐标信息和对应的主频,确定缺陷的位置及缺陷情况。

该方法冲击源简单,对测试环境要求不高,20世纪90年代以来,一直被国外无损检测研究界重视用于金属波纹管管道检测研究,并取得了比较好的效果。对塑料管中的情况,由于塑料管与混凝土的粘结性问题,效果较差。该方法冲击源、冲击能量对测试结果的影响较大,对信号处理的技术也有很高的要求,普通技术人员要熟练掌握存在一定难度。

2 探地雷达法

探地雷达是指利用高频电磁波以宽频带短脉冲形式反射探测目标体及地质现象的物探方法,它通过天线向地下发射高频电磁波,经目标体反射,为另一天线所接收,并以脉冲反射波(图2)的波形形式记录,经处理得到二维雷达图像。区别于普通单个发射装置、单个接收装置的探地雷达,采用多发射装置或多个接收装置的为多阵列雷达。这种检测方式最终得到的是三维图像(图3),与单发单收探测装置相比,大大降低了钢筋对探测效果的影响。甚至,还能在多角度收集到来自某一点的数据,从而提高了精度,还能捕捉到来自倾斜面(约 40°)的反射波,故能获得内部损伤的形状和位置等更详细的信息。

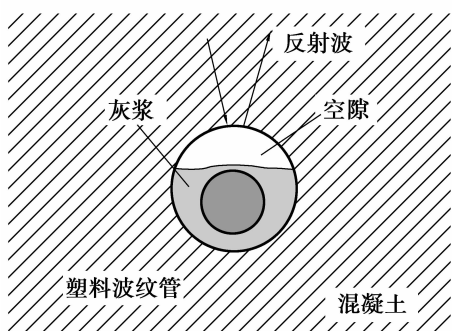


图2 探地雷达测试原理图

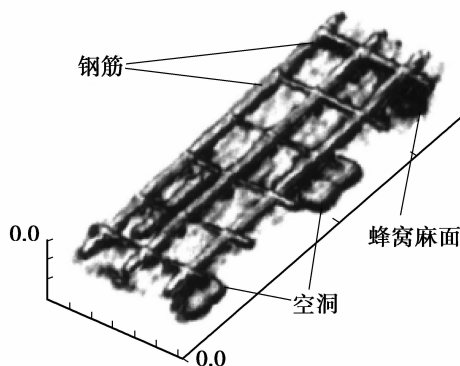


图3 探地雷达三维实测效果

目前预应力波纹管主要采用金属及非金属两种材料。对于金属波纹管,由于其本身的屏蔽作用,故雷达不能对其内部的钢筋或钢绞线状况、压浆状况进行判断,只能实现其定位的功能。对于非金属波纹管,采用雷达探测可以实现对其内部状况的一个判断。雷达要穿透钢筋混凝土,提供高分辨图像,要求高,难度大。钢筋和钢绞线的强散射相互干扰大,为获得满意探测结果,必须保证高分辨的探测要求。天线频率应足够高,应在 $1.2 \sim 1.6$ GHz的范围内。天线最好配备采集轮,用采集轮工作有利于定位精度和现场异常体标记。实际测试中采用 1.6 GHz的天线频率。

3 超声波法

用超声波检测混凝土预留管道压浆质量与检测混凝土内部缺陷的基本原理一样,是利用超声脉冲波在混凝土中传播的声时(或声速)、波幅和频率等声学参数的相对变化来分析判断缺陷情况的。

混凝土的组成材料、工艺条件和测试距离一定时,若超声波通过的速度快,首波信号的波幅和频率大,则混凝土密实。当混凝土存在蜂窝、空洞或裂缝等缺陷时,超声波在缺陷界面将发生反射、散射和绕射等现象,导致声学参数产生明显变化。

一般认为,压浆密实的预应力混凝土波形相对欠密实波形首波到达的时间较晚,且欠密实波形接受到的波形幅值相对于压浆密实波形的幅值较小,如图 4 和图 5。

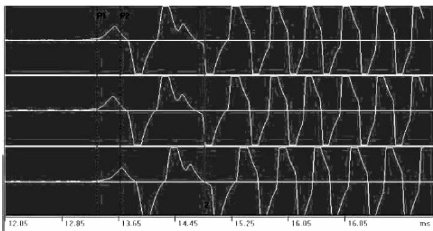


图 4 压浆密实图

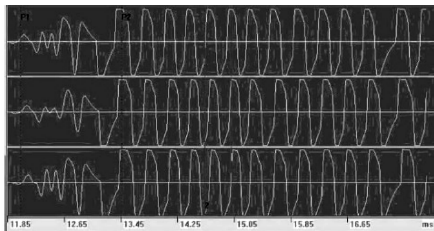


图 5 压浆不密实图

根据这一基本原理,用超磁致弹性振源从预应力钢筋的一端输入弹性波(超声波)信号,在预应力筋的另一端接收此弹性信号,根据弹性波的入射信号和传播输出信号,再利用弹性波在此预应力筋不同结构传播的传导函数来计算分析桥梁预应力筋的压浆质量,判断管道中有无空隙存在和压浆的饱满程度。

4 超声层析成像法

超声层析成像的工作原理与医学 CT 类似,该方法采用射线走时和振幅重构混凝土内部声速值及衰减系数的场分布,通过像素、色谱、立体网络的综合展示,达到直观反映混凝土内部结构图像之目的。

超声层析成像的现场观测方式如图 6,激发点产生的声波,经过混凝土梁板介质到达检波器。超声波在混凝土内部穿透或在界面发生反射,其接收信号将携带有关混凝土材料性能、内部结构等诸多信息,反映在声时(即超声脉冲穿过混凝土所需的时间)、波速、首波幅值及波形等声学参数的大小及变化中。通过对接收探头接收的信号进行分析与判读,进而对混凝土构件进行测厚、测缺(空洞、裂缝、离析、夹层、不密实、弱强度区等类型判别、缺陷定位、缺陷大小确定)、测强,从而全面地鉴定混凝土的内部质量。通过进一步对接收的信号进行计算机分析与成像处理,可快速、直观地反映出混凝土的内部质量和存在的问题。

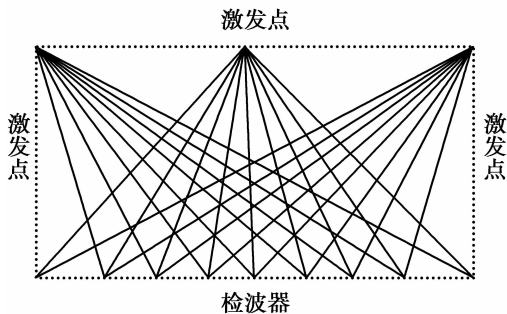


图 6 观测系统平面布置示意图

运用超声层析成像法检测混凝土预应力管道时,当外场激发的声波传播到缺陷体(包括波纹管内砂浆包裹不均,脱空等)时,空区表现为一个新的二次振源,向周围发射二次散射波。散射波能量强,表示脱空严重;频率高,表示散射体小;频率低,表示散射体大。可以根据接收到的散射波的走时、瞬时频谱、散射能量 3 项指标,清晰地揭示预应力管道不密实区的部位、大小、饱和度等信息。

5 结束语

目前预应力管道压浆质量的检测还没有比较成熟的技术方法及相关规范,但与其他 3 种方法相比,冲击回波法在检测预应力管道压浆质量效果较好,原因如下:

(1) 冲击回波法能准确检测出构件的厚度和内部缺陷,不需要钻孔,即使在无法知道构件厚度的情况下也可通过表面波进行标定,而雷达的介电常数在未知厚度情况下很难标定。

(2) 由于雷达检测方法基于电磁波原理,对金属比较敏感,因此对钢筋较密集的构件很难检测,同样不

能对金属预应力管道压浆质量情况进行检测,而冲击回波法不受金属物的影响,能准确检测出类似上述构件的内部缺陷。

(3) 冲击回波方法只需一个测试面,而超声法一般需两个测试面,超声波检测往往由于检测条件的限制无法进行准确的测试。

(4) 冲击回波方法使用比超声波更低频的声波(频率范围通常在2~20kHz),这使得冲击回波方法很好地避免了超声波测试中遇到的高信号衰减和过多杂波干扰问题。

(5) 冲击回波方法不需耦合剂,单手即可操作,标定后每个测点直接得出结构厚度或缺陷位置、深度、信息,效率高于超声检测方法几十倍,因为超声波方法需耦合剂,两个探头与被检构件的耦合加大了操作的难度,同时需大量数据对比,才能确定缺陷的位置。

参考文献:

- [1] 吴佳晔,杨超,季文洪,等. 预应力管道灌浆质量检测方法的现状和进展[J]. 四川理工学院学报:自然科学版,2010,23(5):500-503
- [2] 黄建新. 冲击回波法在混凝土结构无损检测中的应用[D]. 南京:河海大学,2006
- [3] 江阿兰,褚瑞峰. 超声法检测预应力混凝土预留孔道灌浆质量的研究[J]. 森林工程,2003,19(1):44-46
- [4] 黄福伟,姚华. 预应力筋管道压浆状况检测技术研究[R]. 重庆:重庆交通科研设计院,2008
- [5] 苏航,林维正. 冲击回波检测方法及其在土木工程中的应用[J]. 无损检测,2003,25(2):81-83
- [6] SCHICKERT M. Progress in Ultrasonic Imaging of Concrete[J]. Materials and Structures,2005(38):807-815

Research on Test Methods for Pre-stressed Pipe Grouting Quality

XIANG Yong¹, ZHANG Meng-long¹, QU Jian-qiang², ZHANG Lin³

(1. School of Civil Engineering and Construction, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;

2. Chongqing City Construction Investment (Group) Co., Ltd, Chongqing 400010, China;

3. Zhoushan Traffic Quality Monitoring Station, Zhejiang Zhoushan 316021, China)

Abstract: This article, through the comparison, introduced the present domestic and foreign most commonly used pre-stressed pipe grouting quality test methods, including several detection methods such as impact echo method, ultrasonic method, ground penetrating radar method, ultrasonic tomographic imaging method, summarized the characteristics of these methods in engineering application, and recommended that impact echo method is the test method for pre-stressed grouting quality according to its application and research results at home and abroad.

Key words: pre-stressed pipeline; grouting quality; test method; impact echo method

责任编辑:李翠薇