

The Application of Ultrasonic Technology in Building Concrete Inspection

Qiang Liu

Lishui Construction Engineering Quality Management Station, Lishui, Zhejiang, 323000, China

Abstract

With the continuous development of the construction industry and the increasing complexity of construction projects, it is becoming more and more important to monitor and test the quality of concrete. Ultrasonic wave is a method that uses the propagation characteristics of sound waves in materials to detect the internal defects and properties of materials, which can analyze the density and elastic modulus of materials, and then evaluate the quality and structure of materials. Ultrasound is a nondestructive, rapid and accurate nondestructive testing method, and it is a widely used testing method. However, there are still some difficulties and challenges in using ultrasonic technology for nondestructive testing of building concrete, and it is urgent to seek an effective method.

Keywords

ultrasonic technology; building concrete; detection; nondestructive

超声波技术在建筑混凝土检测中的运用

刘强

丽水市建筑工程质量管理站, 中国 · 浙江 丽水 323000

摘 要

随着建筑行业的不断发展, 建筑工程的日益复杂, 对混凝土的质量进行监控与检测就变得越来越重要。超声波是一种利用声波在材料中的传播特征来探测材料的内部缺陷及性能的方法, 可以对材料的密度、弹性模量等进行分析, 进而对材料的品质及结构进行评价。超声是一种无损、快速、准确的无损检测方法, 是一种广泛应用的检测方法。但目前利用超声技术对建筑物混凝土进行无损检测还存在一定的难度与挑战, 亟须寻求一种有效的方法。

关键词

超声波技术; 建筑混凝土; 检测; 非破坏性

1 引言

随着工程建设的不断推进, 工程建设中出现了越来越多的安全隐患, 其质量也越来越受到人们的重视。采用常规的测试手段, 常需对混凝土结构进行损伤试验, 既耗时又耗力, 还会对结构产生损伤。超声波技术是一种无损检测方法, 在国际上得到了越来越多的重视。

2 超声波技术

2.1 超声波的定义和特性

超声波是一种频率高于人类听觉范围 (20kHz) 的机械波, 通常指的是频率在 20kHz~1GHz 之间的波^[1]。超声波在工业、医学、通讯、科学等众多方面都有重要的应用。超声具有高频、穿透性和定向等特点, 因其高频特性, 可在材料中传输, 并可形成超声图像, 对材料内部缺陷和结构进行探

测。超声波具有很高的穿透能力, 可以穿透某些材料, 并在其中进行传输, 如医疗方面的超声检查。另外, 由于其良好的定向性, 可实现对所需部位的聚焦和定向, 提高了超声在医学、工业等方面的应用。

2.2 超声波在混凝土中的传播原理

超声波在混凝土中的传输, 主要是利用材料内部的分子振动和晶格振动来实现。在混凝土中, 超声可以通过颗粒状结构、孔隙和裂缝等多种方式传递, 而不同的结构形式会对超声的传播速率及衰减产生不同的影响^[2]。利用超声在混凝土中的传播规律, 可以利用超声的传播速率与衰减特征, 对混凝土构件的质量与健康状态进行监控与评价。通过对超声波在混凝土中的传输特征的研究, 可以对混凝土内部的裂缝、孔洞、麻面等缺陷进行探测, 从而为今后的维修工作提供依据。因此, 研究超声波在混凝土中的传播规律, 对其进行监控与评价十分必要。

2.3 超声波信号的接收和处理

超声信号的采集与处理是超声检测的关键步骤之一。

【作者简介】刘强 (1968-), 男, 中国浙江丽水人, 本科, 高级工程师, 从事工程管理研究。

当超声讯号传送至被测试对象时,部分讯号会被反射回,然后由接收器接收^[3]。在这种接收过程中,要进行一系列的复杂加工,才能抽取有价值的信息。为了提高信噪比和高效地提取信号,将超声信号通过放大器放大。然后,对信号进行滤波,滤除噪声和滤出所需的频段。在此基础上,对信号进行时域、频域的分析,以获得更多的信号特性。将接收到的信号转化为数字信号,再对其进行数字处理。在数字信号处理中,通过一系列的方法可以得到物体的距离、厚度和密度等特性。最后,将该方法与已有的数学模型相比较,得到所需要的参数。

3 建筑混凝土结构特性分析

3.1 混凝土的物理特性

混凝土的物理特性是由外界应力引起的力学行为与特征。首先,混凝土有良好的压缩性能,可以在很大的压力下,不容易变形和开裂^[4]。其次,混凝土具有很好的耐久性能,可以保证结构在长期服役过程中的稳定与安全。最后,混凝土还具有良好的抗冲击、抗震能力,在外界冲击如地震时,仍能保持其整体的完整性。由于混凝土优异的物理性能,其常被用作建筑结构材料。

3.2 混凝土的损伤类型和影响

在使用过程中,混凝土会产生裂纹、疲劳和脆性破坏等各种破坏形式。各种破坏形式都会对混凝土结构产生不同的影响。裂纹是一种常见的破坏方式,其产生的原因有材料本身的收缩和膨胀,也有外界载荷的影响,也有温度的影响。裂纹的出现将严重影响混凝土的强度与耐久性,进而引发结构的不稳定与坍塌^[5]。疲劳是混凝土结构在重复荷载作用下产生的细微裂缝及表面磨损等原因之一。在长期的疲劳作用下,混凝土的强度、刚度不断降低,进而对其安全与稳定产生不利影响。另外,在突然加载和高应力的情况下,混凝土也有可能出现脆性破坏。脆性失效是一种突发性的失效形式,使结构在承载能力不足的情况下发生坍塌,对人身安全和财产安全造成了极大的威胁。

3.3 超声波在损伤混凝土中的传播特性

混凝土结构在使用期间会发生开裂、锈蚀等多种损伤,严重威胁到结构的安全稳定。超声技术是一种常用的无损检测方法。混凝土材料的密实度、材料性能及破坏程度对超声在混凝土中的传播速率及衰减规律具有重要的影响。利用超声在受损混凝土内部的传播速率及衰减特性,可以评价其损伤程度。为此,从理论上分析超声波作用下混凝土损伤后的声发射特征,可以对其进行健康监测与维修。

4 超声波技术在建筑混凝土检测中的运用困境

4.1 复杂结构声波传播路径复杂

由于混凝土结构的复杂性、多层次性,使得其内部的声波传播途径更为复杂。在实际工程中,由于混凝土内部复杂结构使得声波在混凝土内部发生多次反射、折射、绕射,

从而引起信号的衰减与畸变。由于声波在建筑物内的传播路径十分复杂,因此很难将超声波技术用于混凝土结构的无损检测,从而降低了检测的精度与可靠性。另外,由于结构的复杂性,声波在传播过程中会受材料特性、温度、湿度等诸多因素的影响,使得超声探测更加困难。所以,在对建筑物混凝土进行探测时,必须对其进行有效的处理,以提高探测的精度与可靠性。这是一个迫切需要解决的问题。

4.2 混凝土结构在施工阶段被挡

在工程质量检验过程中,由于施工过程中出现的“堵塞”现象,给超声检测技术的推广带来了困难。一方面,在施工时,由于墙体或楼板等的遮挡,使得混凝土的质量不能直接检验。另一方面,由于施工场地内的环境较为复杂,有多种障碍及干扰,对超声信号的传输与接收产生一定的影响,从而对测试结果的准确度、可信度产生一定的影响。

4.3 超声波数据分析和解读难题

目前基于超声技术的混凝土结构无损检测方法存在的解析困难,主要表现为以下方面:一是数据处理过程繁琐,超声测试所获得的数据数量庞大,需要对其进行繁琐的处理与分析。在工程实践中,为了得到精确的结果,必须经过大量的数据筛选、整理、比较。二是技术人员不熟练,对初学者或非专业人士难以进行超声资料的分析与解释。要正确地理解并解读资料,必须有特定的专长与经验。三是数据解释标准不统一,当前中国建筑混凝土超声检测数据的解释尚不规范,导致同一数据集在不同专家、机构间存在差异,难以进行有效的数据解析与解释。四是由于环境因素的影响,在实际的建筑工程中,由于噪声、温、湿度等因素的干扰,会对超声波数据的判读产生一定的影响。

5 超声波技术在建筑混凝土检测中的运用策略

5.1 多角度多点测试

利用超声技术对建筑物混凝土进行不同角度、不同部位的超声检测,能够更加全面地观察到混凝土的内部状况,并对可能出现的缺陷或损伤进行精确的检测。通过多角度多点测试,可以辅助工程人员判断混凝土结构的总体质量,并能及时检测出存在的安全隐患,为养护维修工作提供依据。在进行多角度多点试验时,应注意选取适当的测点及测点的角度,以保证其能完全覆盖混凝土结构中的重要部位。在试验过程中,应充分考虑混凝土的厚度、密度及含水率,从而保证试验结果的准确可靠。在实际应用中,可将常规超声探头、非破坏性检测装置等多种超声技术装置相结合,对多个方向、多点进行全方位的综合检测。通过多视角多点试验,使设计人员能够更好地掌握混凝土结构的内部状况,并能及时发现问题,采取相应的对策,保证建筑物的安全性与稳定性。

5.2 选择合适的探头和检测频率

在检测过程中,如何合理地选用合适的测头和测频,

是施工过程中必须考虑的问题。一方面,应针对具体工程的具体情况,选用适当的探针。一般情况下,为保证探测深度,必须选用大口径的探头。但是,如果混凝土结构比较薄,可以选用更小的探头。另一方面,如何正确地选取探测频率也非常重要。高频超声具有较高的分辨能力,适合于微小缺陷和裂纹的探测。低频超声可以更好地探测到混凝土中的厚度,适合对厚度比较大的混凝土进行探测。所以,在工程实践中,必须针对不同的环境,选取适当的测试频率,才能保证对混凝土结构的内部状况进行准确和全面的探测。

5.3 分析超声波信号的振幅、频率和波形

幅值即声波峰大小,一般可用来衡量混凝土结构的均匀度及密实度。如果幅值很小,则说明有裂纹或孔洞出现。频率反映了振动的频率,可用来衡量混凝土的密实和均匀度。波形是一种新的无损检测技术,对超声信号的幅值、频率及波形进行全面的分析,有助于工程人员对其进行正确的评价与诊断,并据此进行维修与加固,保证建筑物的安全与耐久。

5.4 建立超声波数据分析和解读标准

在工程混凝土质量检验中,必须制定超声测试数据的解析与判读标准。首先,建立超声信号的采集准则,如探头的位置、探头的频率及波形等。为了保证资料的准确可靠,必须对资料进行统一的处理与分析。其中包括滤波、降噪、校正等过程。其次,应制定超声检测数据的判读准则,以判定混凝土的品质及构造状况。这就要求参照有关材料特性及结构设计规范,才能判断出可能出现的缺陷或破坏。此外,为了使工程人员能更快、更精确地对资料进行分析与判定,还应制定一套规范的资料判读程序。最后,对资料的分析与解释也必须建立训练机制。要使超声技术更好地运用于施工现场,必须使工程技术人员熟练地掌握超声资料的解析与判读规范。为此,有必要对其进行定期的培训与评估,以提高其业务素质与工作效率。

5.5 结合其他检测手段进行辅助检测

目前超声检测已成为一种十分有效的检测手段,但是,在某些情况下,超声检测并不能面面俱到。所以,与其他检测方法联用是一种常用的方法。例如,与X射线透射测试技术相结合,就能探测到混凝土内部的裂缝和孔洞。X光能

透过水泥,拍摄到里面的影像,借此协助工程师找出暗藏的瑕疵。还可以采用红外热像技术,对混凝土表层及内部温度场进行实时监测,从而对混凝土的品质及结构的稳定性进行评价。将超声检测技术与其他测试方法相结合,可以更全面地掌握建筑物的结构与状况,及时发现问题,及时采取维修或补强措施,保证建筑的安全性与耐久性。

5.6 结合现代信息技术

随着科技的不断进步,现代信息技术在建筑行业的运用变得越来越普遍。将现代化的信息技术应用于房屋混凝土质量检测中,可以大大提高检测的效率、精度和可靠性。超声波对混凝土结构进行质量评价与安全性评价具有十分重要的意义。利用先进的信息技术,可以对超声测试结果进行实时监控与分析,采用传感器及数据采集装置,对超声波在混凝土中的传播过程进行了实时采集,并将其输入到计算机程序中。通过对混凝土结构进行实时监控,可以使其在施工过程中出现的一些问题,从而为工程设计人员和施工人员提供参考,从而降低安全事故的概率。将现代化的信息技术与之相结合,可以对混凝土结构进行大数据的管理与分析。利用云计算、大数据等技术,实现对海量超声测试数据的集成与管理,构建混凝土结构的数字建模与数据库,为今后开展钢筋混凝土结构的健康监测与预测研究奠定基础,并为今后的养护与管理提供理论基础。

6 结语

超声波技术是一种极具发展前景的检测方法,但仍需不断地探索与创新,以促进该技术的发展与应用。

参考文献

- [1] 张晓华.超声波技术在建筑混凝土检测中的运用[J].江苏建材,2024(1):60-62.
- [2] 王健,陈永超.超声波技术在混凝土结构缺陷检测中的应用与优化[J].城市建设理论研究(电子版),2024(1):92-94.
- [3] 徐超杰,苏晓辉.基于超声波无损检测的混凝土抗压强度试验研究[J].建筑机械化,2023,44(11):26-29.
- [4] 罗洋.混凝土桥梁检测中超声波技术的实践应用[J].北方建筑,2023,8(5):14-18.
- [5] 李波.超声波技术在桩身完整性检测中的应用[J].交通节能与环保,2023,19(5):223-226.