

Depth Test and Problem Analysis of Concrete Crack Detection by Surface Flat Test

Yuanyuan Yu, Ping Jiang

Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang
Email: jiangping@usx.edu.cn

Received: Oct. 30th, 2019; accepted: Nov. 14th, 2019; published: Nov. 21st, 2019

Abstract

This paper is drawn from the course test, focusing on the non-destructive testing method of concrete crack depth-surface flattening method, exploring its operation steps, precautions, deficiencies and practical applications, thus strengthening the understanding and practice of this method.

Keywords

Surface Leveling, Concrete Crack Depth, Ultrasonic Detector, Problem Analysis

表面平测法检测混凝土裂缝深度试验及问题分析

余园园, 姜屏

绍兴文理学院, 浙江 绍兴
Email: jiangping@usx.edu.cn

收稿日期: 2019年10月30日; 录用日期: 2019年11月14日; 发布日期: 2019年11月21日

摘要

本文由课程实验引出, 着眼于混凝土裂缝深度的无损检测方法——表面平测法, 探究其操作步骤、注意事项、本身的不足及实际应用, 从而加强对该方法的理解与实践。

关键词

表面平测法, 混凝土裂缝深度, 超声波检测仪, 问题分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在实际生产时, 裂缝是影响混凝土结构的安全和耐久性的常见因素之一, 无破损地探测裂缝深度对于判别裂缝危害性、制订解决计划具有重大意义。超声波方向性好、穿透能力强, 早在 1949 年莱斯利等人就用超声脉冲成功检测混凝土。我国于 20 世纪 50 年代末开始这项技术的研究, 各项研究成果如雨后春笋, 近十几年超声波的应用更是越来越广泛, 技术应用的规程相继颁布, 其在无损检测方面有着巨大的优势。超声无损检测技术已成为国内外应用最为广泛、使用频率最高且发展较快的一种检测技术[1] [2]。目前, 混凝土构件的裂缝形态、宽度检测已经较为成熟, 而裂缝深度检测仍处于初步发展阶段, 超声无损检测技术在这方面有着良好的发展前景。当裂缝所在结构只具有一个测试面且裂缝较浅, 在测点的两侧分别具有清洁、平整、无污物的平面时, 采用表面平测法是最为适宜的。当裂缝所在结构具有两个相对测试面时, 可采用双面斜测法测裂缝[3] [4]。本文采用表面平测法对混凝土裂缝深度进行检测, 并进行数据处理分析, 并对试验过程中存在的问题进行探讨。

2. 实验引出

在本学期的建筑工程结构检测课程中, 我们一共做了五个实验, 其中最后一个实验就是“超声波法检测混凝土裂缝深度”。在该实验中, 利用超声波因传播路径不同导致传播时间不同, 从而计算出裂缝深度。表面平测法实验步骤为[5] [6]。

2.1. 试验准备

准备仪器, 保证其能正常使用。处理构件表面, 使其清洁、平整、无污物, 制定检测方案。

2.2. 不跨缝平测

先在裂缝附近进行不跨缝平测。在裂缝附近无缝处画一直线, 在直线上量出间距为 100, 150, 200 mm 等的短线。将一换能器置于一动不动, 另一换能器分别距该点 100, 150, 200 mm 等, 测量不跨缝声时。

2.3. 跨缝平测

垂直于裂缝画一直线, 在直线上以裂缝为中心, 向两端画短线。每对短线的距离也为 100, 150, 200 mm 等。将换能器置于每对测线上, 测量跨缝声时。

2.4. 计算数据

以不跨缝声时为横坐标, 测距为纵坐标, 点绘出时距图并将各点连成一条直线, 以线性回归方法求出回归方程(如图 1 时距图)。求出直线在纵坐标上的截距, 以字母 a 表示[7] [8] [9]。

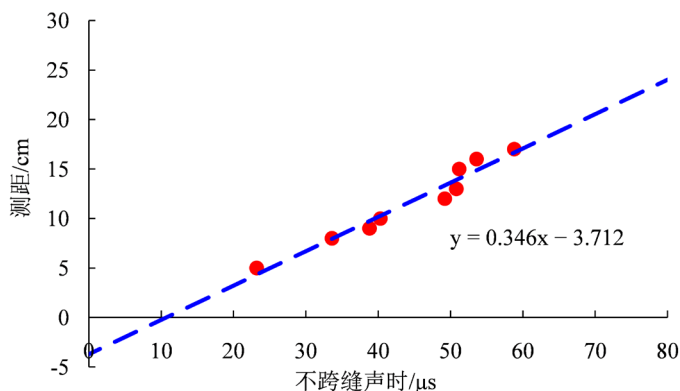


Figure 1. Time and distance graph

图 1. 时距图

利用公式(1)求出超声实际传播距离。

$$l_i = l'_i + |a| \quad (1)$$

式中, l'_i 为第 i 点超声换能器内边缘距离。

利用公式(2)可计算出各测点测出的裂缝深度。

$$H_i = \frac{l_i}{2} \sqrt{\left(\frac{t_i}{t_i^0}\right)^2 - 1} \quad (2)$$

式中, t_i 为跨缝声时, t_i^0 为不跨缝声时。

计算在不同测距下各裂缝计算深度的平均值“ \bar{h} ”, 把各测距中 $l_i < \bar{h}$ 和 $l_i > 3\bar{h}$ 的那些数据舍弃, 以剩下的各组数据的平均值作为裂缝深度的最后结果“ H ” [7] [8] [9] [10]。

试验数据如表 1 所示。通过式(2)可计算出测试裂缝的深度 $H = 12.73$ cm。

Table 1. Experimental data

表 1. 实验数据表

测距(cm)	不跨缝声时(μ s)	跨缝声时(μ s)	a (cm)	实际传播距离(cm)	裂缝深度(cm)
5.00	23.20	59.60		8.71	10.31
8.00	33.60	69.60		11.71	10.62
9.00	38.80	70.80		12.71	9.70
10.00	40.30	75.80		13.71	10.92
12.00	49.20	85.60	3.71	15.71	11.18
13.00	50.80	89.20		16.71	12.06
15.00	51.20	90.60		18.71	13.66
16.00	53.60	93.60		19.71	14.11
17.00	58.80	115.20		20.71	17.45

3. 仪器使用过程中存在的问题及正确方法

3.1. 存在问题

我组做实验的过程并不顺利, 一共做了两次实验, 第一次实验时, 发现总会出现: 在测同一条线段时,

距离长的声时比距离短的声时要小, 而且波形并不稳定。这肯定是不合理的, 在确定别的操作并没有错误的前提下, 我们一致认为这是仪器操作的问题。一开始我们采取的方式是: 在动态采样状态下, 调整屏幕上信号幅度的大小, 使接受的波形幅度缩小, 同时测得的声时变大。不断地缩小, 声时会不断地变大, 再辅以左右移动声时游标, 使其至首波起点位置。因为不知道标准的波形应该是什么样的, 所以这种情况下, 测得的声时肯定是不准的, 是不能用于计算裂缝深度的。因此我组放弃了对该缝的检测, 重新换了一条裂缝进行测量, 第二次测量很顺利, 波形稳定, 并没有调整波形幅度。

3.2. 原因分析

第一次测量的失败, 原因有很多。首先, 主观上我组为了使波形稳定, 任意调整信号幅度的大小, 左右移动声时游标也缺乏章法, 是我组知识方面存在着欠缺, 考虑也欠周到。其次, 客观上我组选的测线处于裂缝较多的区域(如图 2 所示), 该方法本来就是利用超声波传播路径不同而出现的时间差来描绘出波形及计算裂缝深度, 该区域裂缝多, 就导致超声波的传播路径更是多种多样, 接收器接收到的信号时间点更加分散和多样, 所以测量时波形不稳定, 才导致我组后来调整噪声区宽度。因此测区周围环境复杂对于用该方法测量裂缝是很不利的。



Figure 2. Crack to be measured
图 2. 待测裂缝

3.3. 正确方法

在动态采样状态下, 调整增益时, 按放大键可使接收波形的幅度增大, 按缩小键可使接收波形的幅度减小。正确的信号幅度应该是超出噪声区但未达到满屏的状态[1]。调整增益后, 增益指示条的颜色会变为红色, 表示进入手动调整波形状态。

在动态采样下, 调整噪声区宽度时, 可以上下移动首波控制线, 应将噪声区域调整到比噪声波幅度略大点, 但不能过大, 否则首波会被误判为噪声信号。我们应适当的调整噪声区域标记的宽度, 在调整过程中, 出现闪动的两条红色水平线条之间的区域即为噪声区。

在动态采样下, 可按左右移动键使波形左右移动, 以便寻找首波或者更加全面的观察波形。

以上都是在采样时进行的举动。而当波形质量不好导致无法测读首波声时、幅度时, 可在静止波形状态下, 通过人工手动判读获取正确的声时、幅度。因我们并未进行此操作, 所以不再对此进行论述。

实际测量过程中, 并不需要经常调整增益、噪声区宽度及左右移动波形, 只有当波形不稳定才需要略微调整。一般测量过程中, 声时、幅度自动判读游标都会准确定位于首波的起点和谷峰位置, 可按“采样”键直接进行数据的采集。正常波形如图 3。

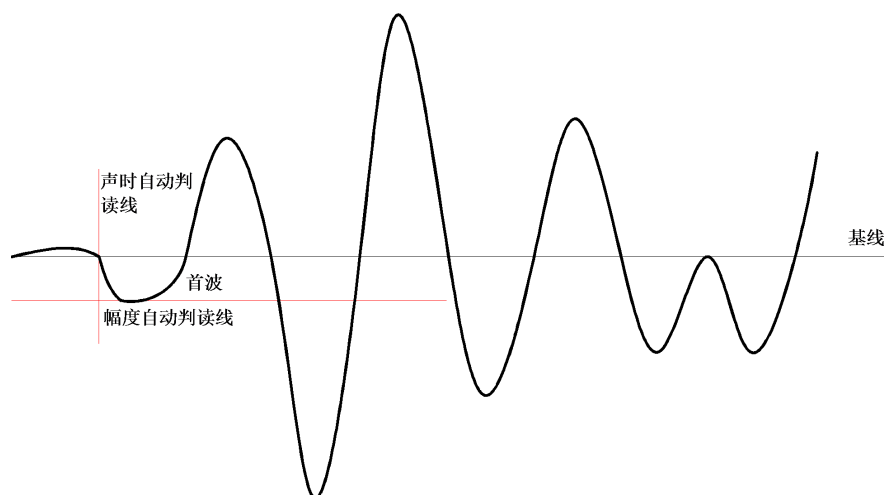


Figure 3. Standard waveform diagram
图 3. 标准波形示意图

4. 方法存在的问题

目前表面平测法是超声波无损检验混凝土裂缝深度的重要方法之一,且已出版了中国工程建设标准化协会标准《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21:2000),该规程指导着生产实践,是超声波法检测的权威,但该规程中论述的方法仍不完善,还存在着一些缺陷。

4.1. 换能器的摆放位置

规程计算公式是以发射换能器和接收换能器分别对称分布于所测裂缝的两侧为基本假定[11]。而实际测试中,经常遇到对称测试工作面不便的情况,在这种情况下,往往就会放弃该方法。若能发展不对称测试计算模型,一定程度上能扩大该种方法的适用范围。

4.2. 裂缝的走向

规程计算公式的基本假定是裂缝垂直于测试表面,而实际上这种完全垂直的裂缝基本没有,裂缝角度偏差对于裂缝深度的测量有着不能忽略的影响。不仅如此,在实际测试中,裂缝的走向和深度的搭配千奇百怪,所以在测试过程中,很有可能因为裂缝转折角度过大导致超声波反射,从而使测量出现较大的偏差。

4.3. 混凝土因素

规程中假定混凝土是均匀连续体,而实际中,混凝土呈现明显的各向异性,这使得声时的测量并不精准,从而得到的裂缝深度不准确。

以上是对于目前按操作规程操作的超声波表面平测法中存在的一些问题和缺点进行的阐述,若想要提高表面浅裂缝深度测量的精度和适用范围,可以从以上几个方面进行研究。此外,裂缝数量、钢筋分布等因素也会影响测量,不过这可以通过选择典型测区加以缓解,我组的实验过程就印证了该猜测。

5. 实际应用

我们课程上只是就此方法进行了简单的操作,主要目的是了解其基本原理、掌握其操作方法。而实际应用过程中,环境复杂多变,远远没有我们实验时的简单,出现的问题更是多样,这就要求我们扎实地

掌握基本原理, 能结合其他知识进行举一反三的运用。因为我并没有从事过相关的工程实践, 我只能通过查找资料, 来进行更深一步的了解。以下为一个实际的案例。

某桥梁竣工时发现某桥墩墩身左右各有若干条竖向裂缝, 自底部向上发展, 表现未贯通墩身, 呈分叉状, 两侧的裂缝分布位置大致相同。裂缝宽度采用表面裂缝宽度观测仪进行检测, 测得宽度均在 0.20~0.05 mm 之间。在裂缝较宽位置选取多处采用表面平测法进行深度检测, 测得裂缝最深为 171 mm。经现场超声平测法检测裂缝深度表明, 此裂缝虽未全断面贯通, 但仍需要抓紧对此进行处理, 否则极易出现安全事故。

在实际应用过程中, 不仅仅是只测量裂缝深度, 往往都是裂缝外观形态与分布描述、裂缝宽度检测、裂缝深度检测一起进行。而且, 在测量裂缝深度的过程中, 也不仅仅是只用一种方法, 可能是多种方法一起使用。本文阐述的表面平测法只是测量混凝土表面浅裂缝的一种方法, 还有双面斜测法、钻孔对测法等, 依据不同状况可以从中选用最合适的方法。这样才能真正的摸清裂缝的情况, 从而为是否需要处理和如何处理提供依据。

6. 结束语

表面平测法在混凝土裂缝深度的无损检测中, 应用最为广泛, 首先需要扎实地掌握其方法, 能举一反三地应用于实践, 其次, 对方法本身存在的一些影响其精度的问题进行解决是未来努力的方向。

参考文献

- [1] 吴朕, 徐大专, 盛柳凯. 超声相控阵检测系统设计和算法实现[J]. 电子设计工程, 2016, 24(20): 106-109.
- [2] 盛柳凯. 超声阵列成像算法研究及实现[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京航空航天大学, 2017.
- [3] 郭周超. 超声法测试大体积混凝土内部缺陷试验研究[D]: [硕士学位论文]. 邯郸: 河北工程大学, 2010.
- [4] 刘薇. 建筑工程砖混结构墙体变形裂缝处理[J]. 冶金丛刊, 2016(6): 133-134.
- [5] CECS 21: 中国工程建设标准化协会标准“超声法检测混凝土缺陷技术规程”[S]. 2000.
- [6] 石伟. 超声单面平测法检测混凝土裂缝深度的探讨[J]. 广东建材, 2016, 32(4): 34-37.
- [7] 曹辉, 关利娟, 乔宏霞, 等. 超声-回弹综合法检测再生混凝土强度的试验研究[J]. 建筑科学, 2018, 34(1): 80-83.
- [8] 郑翔. 首波反相技术在混凝土表面浅裂缝深度测试中的应用研究[J]. 中国建材科技, 2015, 24(6): 10-12.
- [9] 宋福春, 王彬. 超声波法检测混凝土裂缝注胶质量[J]. 沈阳工业大学学报, 2017, 39(1): 109-115.
- [10] 郭伟玲, 刘军. 超声波平测法检测混凝土裂缝深度[J]. 四川建筑科学研究, 2014, 40(6): 91-93.
- [11] 梁明进. 钢筋混凝土结构裂缝深度无损检测技术的现状及发展[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2012, 25(4): 6-9.