

浅层地震技术在大堤
防(隔)渗墙质量检测中的应用

刘江平¹,张丽琴¹,张友明¹,杨永清¹,李振锋²

(1. 中国地质大学应用地球物理系,湖北 武汉 430074;
2. 河南省地球物理勘察院,河南 新乡 453000)

摘要:采用浅层地震反射波法和瑞雷面波法相结合,对大堤防渗墙(或隔渗墙)的质量进行检测。结果表明,两者的综合应用,不仅能有效地检测防渗墙(或隔渗墙)的连续性和顶底板埋深,而且能较为准确地获取墙的厚度。这种综合方法为无损检测墙的质量提供了一种行之有效的检测手段。
关键词:防(或隔)渗墙,地震反射,瑞雷面波,质量检测

中图分类号:P631.4;TV698 文献标识码:A 文章编号:1000-8918(2000)04-0302-05

为了确保大堤的绝对安全,国家每年需投入了大量的人力和物力对大堤进行加固处理。近年来,提出了采用防(或隔)渗墙方法,防止(或隔离)地下水和江水穿过大堤堤身,防止管涌的形成,从而达到保证大堤安全的目的。形成防(或隔)渗墙的方法很多,例如搅拌、砼成墙。此类墙具有竖直的规整的二维板状体和厚度小(一般为 20~35 cm 之间)两大特点。因此,如何准确地无损检测墙的质量(主要包括墙的连续性和厚度),是目前最为关注的问题。采用浅层地震反射波和瞬态瑞雷面波法相结合对搅拌和砼成墙方法形成的隔渗墙及防渗墙质量检测效果较好。

1 地球物理条件和成墙厚度的计算

浅层地震反射波法和瞬态瑞雷面波法均是利用介质的物性差异,在物性发生变化或突变部位将产生波的反射或绕射和频散现象。砼防渗墙主要由砂和水泥灌注而成,而搅拌隔渗墙主要由水泥和粘土孔中搅拌而成,因此,墙与围土、墙与夹泥(或疏松体)之间均存在明显的物性差异,将产生反射或绕射和频散,具有较好的地震地质条件。检测区内表层均为粘土或亚粘土,具有良好的激发接收条件。不管是防渗墙还是隔渗墙,从设计上看均为一个竖直的规整的二维板状体,若墙体所穿过的地层或墙体附近为均匀层状介质(图 1)。有

$$\frac{dx}{v_{rq}} = \frac{dh(h)}{v_{rq}(h)} + \frac{dx - dh(h)}{v_{rr}(h)} \tag{1}$$

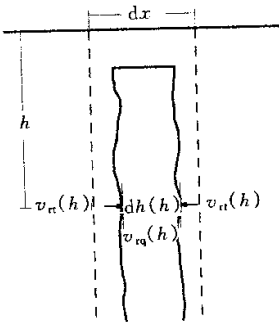


图 1 厚度计算示意

即

$$dh(h) = \frac{[v_r(h) - v_{rq}(h)] \cdot v_{rq}(h) \cdot dx}{[v_r(h) - v_{rq}(h)] \cdot v_{rq}(h)} \tag{2}$$

式中 $v_r(h)$ 、 $v_{rq}(h)$ 、 $v_{rq}(h)$ 分别是深度为 h 处的围土、墙体两侧两检波器之间(即墙和围土的综合)和墙体的面波速度 $dh(h)$ 是深度为 h 处的墙的厚度 dx 为墙体两侧两检波器之间的距离。当 $v_r(h) = v_{rq}(h)$ 时 墙厚 $dh(h) = 0$;当 $v_{rq}(h) = v_{rq}(h)$ 时 墙厚 $dh(h) = dx$ 。当深度为 h 处的 $v_r(h)$ 、 $v_{rq}(h)$ 和 $v_{rq}(h)$ 及 dx 为已知时 即可由(2)式求得墙厚 $dh(h)$ 。因此 墙厚的反演精度取决于由瑞雷面波法获取的围土、墙体和墙体两旁检波器之间的面波速度。

2 野外工作方法和技术和数据处理

本次工作仪器采用 SE2404 浅层地震仪 锤击震源激发 反射波法采用 100 Hz 高频检波器接收 瑞雷面波法采用 8 Hz 低频检波器接收。

2.1 浅层地震反射波法

为了较为准确地检测墙连续性和查明墙的顶底板埋深 反射波法测线均沿墙体正上方布置。通过现场试验所选取的多次覆盖观测系统的主要参数为 :记录道数 $N = 6$,道覆盖次数 $n = 2$,偏移距 $x_0 = 8.0 \sim 10.0$ m ,道间距 $dx = 1.0$ m。

2.2 瑞雷面波法

为了提高面波速度的提取精度 以致达到墙的反演厚度可靠的目的 进行了不同偏移距 x_0 和覆盖次数 n 的频散曲线现场试验。由图 2 可见 频散曲线 b 深部的信息比 a 的要丰富 ;经过不同方向和偏移距的 4 次叠加后的频散曲线 c 比 a 和 b 要光滑 也就是说随机噪声得到

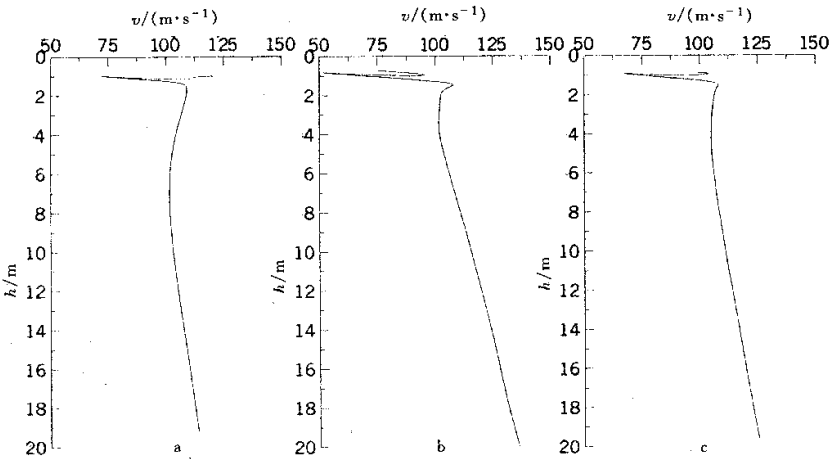


图 2 不同偏移距和覆盖次数的频散曲线

a— $x_0 = 7.0$ m $n = 1$; b— $x_0 = 8.5$ m $n = 1$; c— $x_0 = 7.0, 8.5$ m $n = 4$

了抑制 并且叠加频散曲线的信息比单次频散曲线明显丰富。本次检测测线均沿垂直墙体方向布置 现场试验所选取的多次覆盖观测系统的主要参数为 :记录道数 $N = 4$,覆盖次数 $n = 4$,偏移距 : $x_0 = 7.0 \sim 8.5$ m ;道间距 : $dx = 0.5$ m。工作布置图见图 3。



图 3 瑞雷面波观测系统工作布置示意

2.3 资料处理

据检测目的和原始资料的特点,对浅层反射和瑞雷面波资料分别进行了不同处理流程和处理程序的数字处理。

浅层反射波法资料,主要做获取有效信号频带的频谱分析、消除与有效波存在频率差异的频率域滤波、提高记录分辨的反褶积、获取介质波速的速度分析、获取时间剖面的高精度动校正叠加、人机联作解释和时深转换及成图输出等处理。

瑞雷面波法资料,主要进行面波分离、计算多次叠加频散曲线、曲线拟合反演深度及面波速度和计算墙厚及成图输出等处理。

3 资料解释与结果分析

资料解释与结果是直接反映检测效果与精度的关键步骤之一,根据记录的运动学和动力学特征进行地质综合分析。

3.1 砼防渗墙浅层地震反射深度剖面及厚度

由图 4、图 5 断面墙的厚度和图 6 砼防渗墙浅层地震反射深度剖面知,剖面上主要有 3 组连续性较好的反射同相轴,它们分别为防渗墙顶板、底板和粘土层底板反射,墙体中异常清晰易辨。墙的顶板埋深约为 1.3~2.5 m,底板埋深约为 13.0~15.0 m(设计埋深为 14.0 m)。墙体中存在 3 处夹疏松物或墙厚变薄的异常。2 个断面墙的最小厚度为 19.9 cm,最大厚度为 23.6 cm,平均厚度分别为 22.5 cm 和 21.7 cm,均达到设计要求(设计厚度为 22.0 cm)。

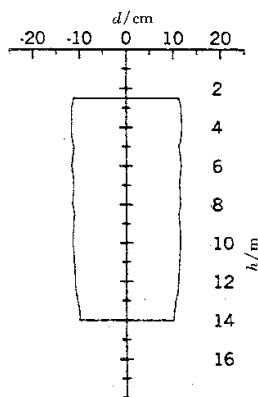


图 4 K35 断面厚度示意

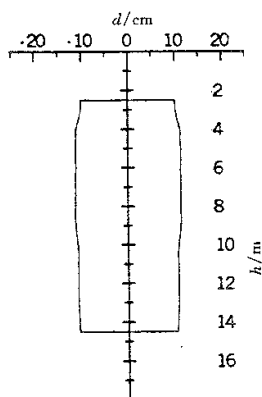


图 5 K155 断面厚度示意

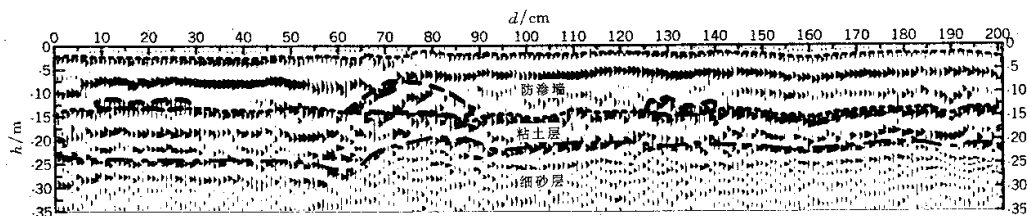


图 6 砼防渗墙浅层地震反射深度剖面

3.2 搅拌隔渗墙浅层地震反射深度剖面及厚度

由图 7、图 8 两个断面墙的厚度和图 9 搅拌隔渗墙浅层地震反射深度剖面可知,隔渗墙顶底板反射同相轴基本上可连续追踪对比解释,墙体中异常清晰易辨。墙的顶板埋深约为 0.5

~2.5 m ,底板埋深约为 17.0~19.0 m(设计埋深为 18.0 m) 。底板反射同相轴的连续性比顶板反射同相轴的连续相对要差 ,表明墙底存在夹泥和不光滑现象。墙体中主要存在四处夹泥异常。两个断面墙的最小厚度为 32.8 cm ,最大厚度为 35.3 cm ,平均厚度分别为 33.0 cm 和 33.1 cm ,均达到设计要求(设计厚度为 33.0 cm)。

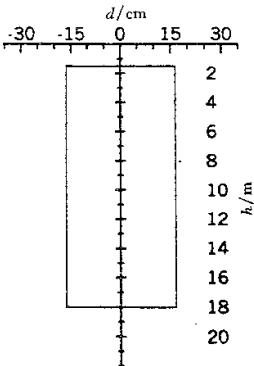


图 7 K55 断面厚度示意

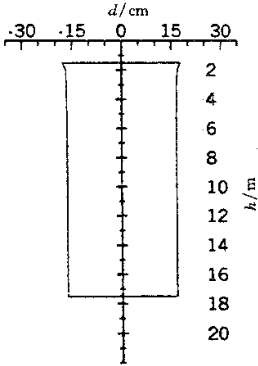


图 8 K160 断面厚度示意

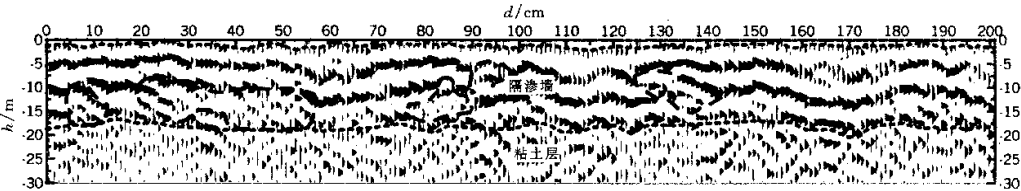


图 9 搅拌隔渗墙浅层地震反射深度剖面

4 结论

- 1. 防渗墙和隔渗墙底板埋深和厚度基本达到设计要求；
- 2. 砼防渗墙连续性比搅拌隔渗墙连续性相对要好；
- 3. 浅层地震反射波法和瑞雷面波法的综合可检测墙的连续性及厚度 ,具有广泛应用前景。

参考文献：

[1] 杨成林.瑞雷面波勘探[M].北京:地质出版社,1993.
[2] 何樵登,熊维纲.应用地球物理教程—地震勘探[M].北京:地质出版社,1991.

THE APPLICATION OF SHALLOW SEISMIC TECHNOLOGY TO THE QUALITY INSPECTION OF THE LEAKAGE – PROOF EMBANKMENT WALL

LIU Jang-ping¹ ,ZHANG Li-qin¹ ,ZHANG You-ming¹ ,YANG Yong-qing¹ ,LI Zhen-feng²

(1. China University of Geosciences ,Wuhan 430074 ,China ;
2. Henan Institute of Geophysical Exploration ,Xinxing 453000 ,China)

Abstract : The application of the combined shallow seismic reflection method and Rayleigh surface wave method to the field quality inspection of the leakage-proof wall shows that the integrated application of the two methods can not only detect the continuity of the leakage-proof wall and the burial depth of the roof and the footwall rather effectively but also measure the thickness of the wall quite accurately. It provides a kind of effective method for nondestructive flaw detection.

Key words : leakage-proofing wall ; seismic reflection ; Rayleigh surface wave ; quality inspection

第一作者简介 : 刘江平(1957 -) , 男 , 湖南省双峰县人。1989 年毕业于中国地质大学(武汉) 研究生院应用地球物理专业 , 获硕士学位。现任中国地质大学(武汉) 应用地球物理系副教授 , 长期从事地震勘探、计算机应用的教学和科研工作 , 已发表论文 27 篇。