

瑞雷波在软土地基处理效果检测中的应用

邹喜作

(中国有色金属工业昆明勘察院, 昆明, 650051)

摘要 本文结合工程实例, 阐明了瑞雷波法应用于软土地基处理效果的检测具有良好的效果。并通过钻孔波速测试, 钻孔取样, 证明了瑞雷波测试结果的正确性。

关键词 瑞雷波, 软土处理检测, 验证

在工程建设中, 经常出现大量的软土地基需要加固处理, 随之而来出现了许多的软土地基处理方法, 比如粉喷、旋喷、高压注浆等。如何评价这些方法的效果, 就成了工程建设及监督部门需要解决的问题。我院应用瑞雷波法, 通过比较处理前后瑞雷波速的变化, 来评价软土地基处理的效果, 在工程实践中积累了一定的经验, 取得了较好的效果。

1 方法原理

作用于半无限空间介质的点振源, 会产生纵波、横波以及瑞雷波三种形式的波振动, 其中瑞雷波具有能量大(占总能量的67%)、速度小、在均匀介质中, 传播速度与频率无关, 而在非均匀介质中, 传播速度与频率有关的特点。利用瑞雷波的这一频散性, 使我们可以分析地下介质的分层结构和物理力学性质。

如图1, 设在传感器1, 传感器2接收到的瑞雷波的频谱分别为 $F_1(\omega)$ 、 $F_2(\omega)$ 则有:

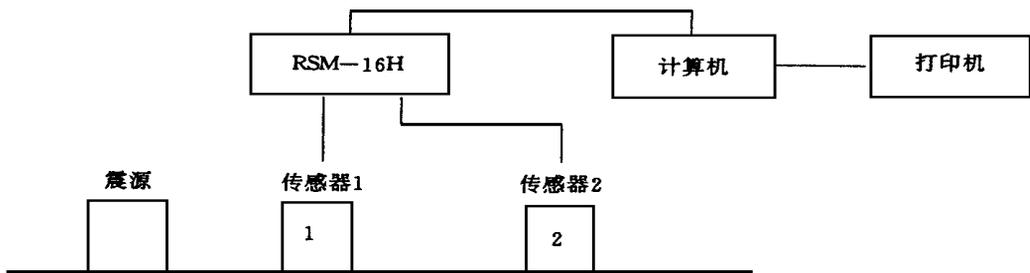


图1 瑞雷波分析测试系统线

Fig 1 The system of measuring and analysing Releoy wave.

收稿日期 1999-03-29 改回日期 1999-05-04

作者简介: 邹喜作, 男, 1966年10月生。1987年中南工业大学毕业, 工程师, 主要从事建筑工程质量检测。

$$F_1(\omega) = - \int f_1(t) e^{-i\omega t} dt$$

$$F_2(\omega) = - \int f_2(t) e^{-i\omega t} dt$$

式中 ω 为圆频率

由于瑞雷波传播的速度与频率有关, 则两点的频谱有如下关系: $F_2(\omega) = F_1(\omega) e^{-i\omega x/V_R(\omega)}$, 式中 x 为两点间隔的距离, $V_R(\omega)$ 表示圆频率为 ω 的瑞雷波速。设 $\varnothing = \omega \cdot x / V_R(\omega)$ 则上式可表示为: $F_2(\omega) = F_1(\omega) e^{-i\varnothing}$, 这样我们可以通过对两接收点接收到的信号进行频谱分析, 求得各点的功率谱、互功率谱, 从而求得某一频率下的相位差 \varnothing , 由于 $V_R(\omega) = 2\pi f \cdot x / \varnothing$, 从而可以求出瑞雷波速, 对应深度可近似取半波长即 $h = V_R / 2f$, 在画出频散曲线的基础上, 分析解释每一地层的瑞雷波速, 进而研究地层的物理力学性能。

2 现场测试技术

2.1 仪器设备

(1) 拾震器: 为了得到深部的信息, 需要采用低频的拾震器, 在工程实践中, 我们采用的是中科院工程力学研究所生产的电磁式拾震器, 其一致性、灵敏度和频响都能很好地满足接收信号的需要。

(2) 采样仪: 我们采用武汉岩土力学研究所生产的 RSM-16H 采样仪。

(3) 震源: 用 63.5 kg 的铁锤锤击地面, 需要时加橡皮垫。

(4) 分析系统: 采用黄河水利委员会的软件进行频谱分析、相关分析、计算频散曲线等。

2.2 测试技术

(1) 同一点要进行多次锤击, 检波器接收信号的一致性要好。

(2) 根据勘探对象的不同采用合适的检波器和频率。

(3) 合理选择震源, 对深部的勘探体, 要采用重的铁锤, 并加大锤击能量。

(4) 消除干扰, 最好在周围没有其它震源的情况下进行测试, 并注意采取滤波、控制增益等方法消除其它成分的波。

3 实例

云南丽江机场跑道的地表以下存在淤泥质粘土, 为了保证飞机降落的安全, 需要对其进行加固处理。我院受甲方委托承担了此项地基处理任务, 决定采用旋喷注浆的办法。为了检验旋喷注浆的效果, 我们采用瑞雷波法测试处理后的淤泥的瑞雷波速 V_R , 进而判断它的处理效果。同时, 我们还用钻孔波速测试的办法测定淤泥的横波波速 V_s , 由于横波波速与瑞雷波速近似相等, 因此可以通过测定横波来检验瑞雷波法的正确性; 用钻孔取样看岩芯的成分和性能的变化。

化,来判断处理效果,同瑞雷波测试结果进行对比,也可以验证瑞雷波法的准确性。

旋喷前的波速测试结果表明,该场地淤泥层的横波波速 V_S 为 100 m/s 左右,则瑞雷波速应为 90 m/s 左右。

如图 2, 1[#] 测试点离 87[#] 旋喷点 0.85 m , 左边为旋喷前的钻孔描述, 右边为旋喷后的频散曲线。分析表明旋喷后的淤泥层可以分为两层: $14 \sim 15.2 \text{ m}$ 为第一层, $V_R = 220 \text{ m/s}$, 第二层 15.2 m 以下, $V_R = 200 \text{ m/s}$, 较旋喷前有很大提高, 表明处理效果良好。

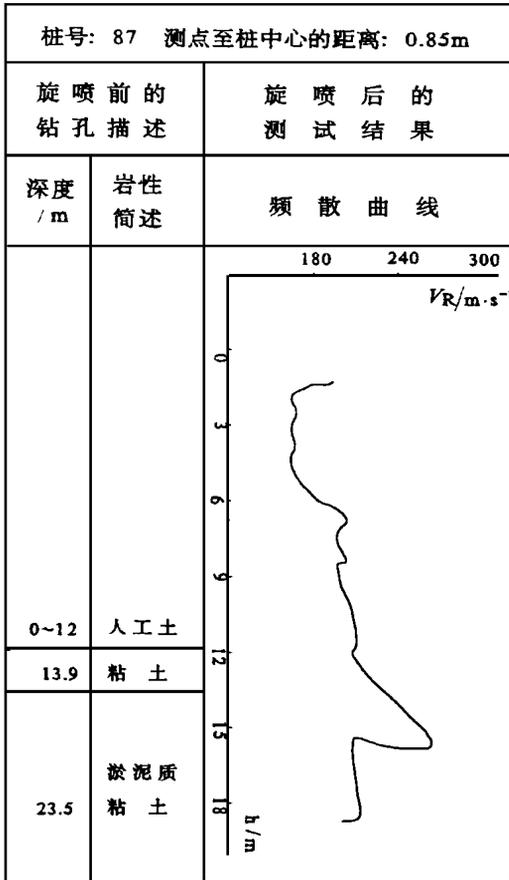


图 2 1[#] 测点的频散曲线

Fig 2 The V_R - h curve of No. 1 point

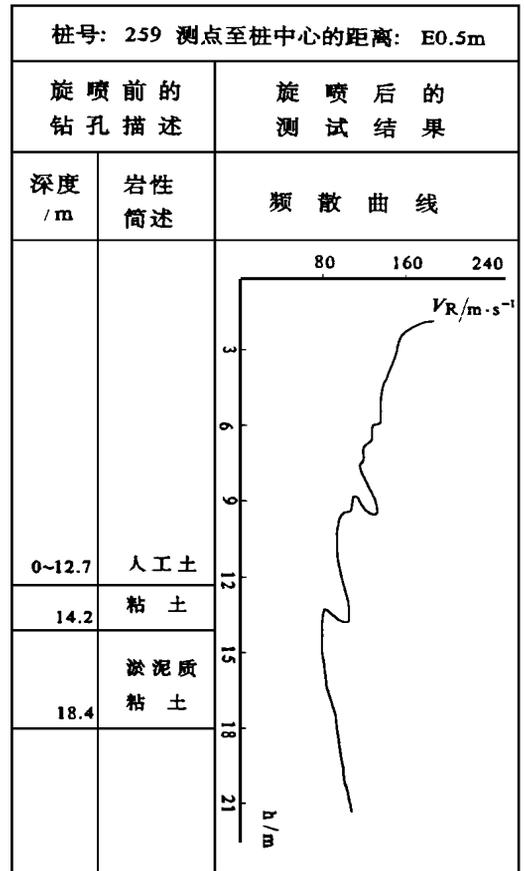


图 3 2[#] 测点的频散曲线

Fig 3 The V_R - h curve of No. 2 point

如图 3, 2[#] 测试点离 259[#] 旋喷点东 0.5 m , 淤泥层的 $V_R = 95 \text{ m/s}$, 图 4, 3[#] 测试点离 259[#] 旋喷点西 0.5 m , 淤泥层的 $V_R = 88 \text{ m/s}$, 同处理前差不多, 表明该旋喷点处理效果不佳, 水泥未能注入淤泥层中。

为了检验瑞雷波测试的正确性, 我们在该三点位置做了钻孔取样和钻孔波速测试, 波速测试结果为: 1[#] 测点, $V_{S1} = 235 \text{ m/s}$, 未能划分两层, 2[#] 测点, $V_{S2} = 120 \text{ m/s}$, 3[#] 测点 $V_{S3} = 105 \text{ m/s}$, 同瑞雷波测试的结果基本接近。从钻孔取出的岩芯可以看出, 1[#] 点的淤泥中水泥含量大、

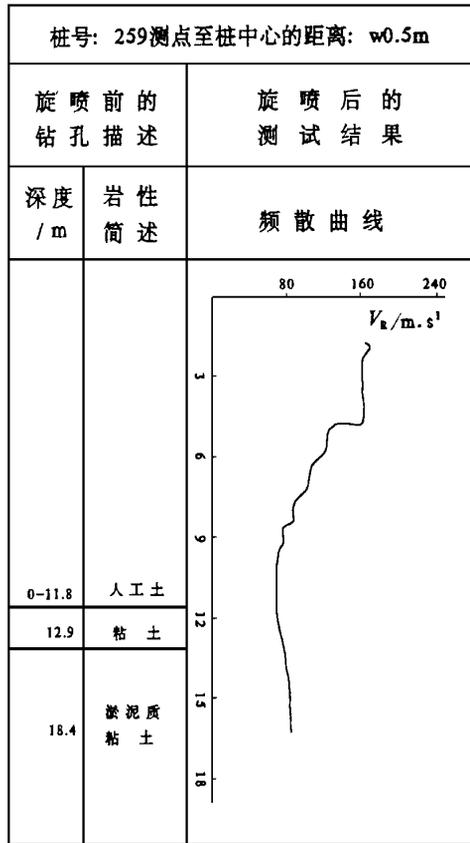


图 4 3# 测点的频散曲线

Fig 4 The V_R-h curve of No.3 point

强度高, 2#、3# 点淤泥中的水泥含量极小, 强度变化不大。上述两种方法, 证明了我们瑞雷波测试的正确性。

4 结 论

综上所述, 我们可以得如下结论:

- (1) 瑞雷波法用于大面积的软土地基处理效果的检测, 具有效率高, 费用低, 分辨率高的优点, 可以取得良好的效果。
- (2) 配合钻孔波速测试, 钻孔取样, 可以互相验证, 效果更佳。
- (3) 瑞雷波法的定量解释有待进一步完善。

参考文献

1. 杨成林. 瑞雷波勘探. 地质出版社, 1993
2. 赵竹占, 李华. 表面波谱分析法在评价地基处理效果中的应用. 物探与化探. 1994, 18(5): 326 ~ 330

APPLICATION OF RELAY WAVE METHOD TO CHECK OF SOIL FOUNDATION TREATMENT

Zou Xizuo

(China Kunming Non-ferro Metal Exploration Institute, Kunming, 650051)

Abstract

Relay wave method achieves perfect results in check of soil foundation treatment. Results of the engineering cases are proved in drill holes by measuring wave velocities and sampling.

Key words Relay wave, evaluating soft soil treatment, verifying

信息之窗

1998 年世界黄金储量和储量基础

据美国地调局统计,到 1998 年底,世界黄金储量(不包括中国和其它一些无数据的国家)为 45000 吨,储量基础为 72000 吨。世界黄金储量比 1996 年减少 2.2%,储量基础比上年增长 1.4%。乌兹别克斯坦和南非的黄金储量大幅减少,而澳大利亚的储量增幅较大,但不能补偿上述国家储量的减少。世界黄金储量基础的增加是南非的储量基础增加了 1000 吨。

世界黄金储量和储量基础

单位: 吨

国家或地区	储 量	储量基础	国家或地区	储 量	储量基础
南非	18 500	38 000	加拿大	1 500	3 500
美国	5 600	6 000	巴西	800	1 200
俄罗斯	3 000	3 500	其它国家	9 300	11 800
乌兹别克斯坦	2 000	3 000			
澳大利亚	4 000	4 700	世界总计*	45 000	72 000

* 不包括中国和其他一些没有数据的国家

资料来源: Mineral Commodity Summaries, 1999.

摘自《世界矿产年评 1997 ~ 1998》