

嘉峪关市场地类别的划分

1. 前言

1989年兰州地震研究所承担了嘉峪关市抗震防灾规划编制的基础研究工作。通过工程地震勘探得嘉峪关市覆盖层即戈壁砾石层(Q_3)的厚度及横波速度和酒泉砾石层(Q_2)的横波速度。依据《建筑抗震设计规范》确定该区建筑场地为I类场地,为抗震设计提供了依据。本文介绍了研究方法及主要结果。

2. 嘉峪关市场地土特性

嘉峪关市区地形平坦,场地土主要由戈壁砾石层(Q_3)及酒泉砾石层(Q_2)组成。

戈壁砾石层(Q_3)为洪积成因的灰褐色含泥质砾卵石层,其砾、卵石石质坚硬,一般粒径3—8厘米,以亚圆形为主。砾石间充填中密—密实中、粗砂。该层厚度在全区范围内为3米左右。

酒泉砾石层(Q_2)位于戈壁砾石层之下,厚度达数百米。其总体呈褐黄色,砾石粒径一般为3—10厘米,质地坚硬,呈亚圆形。砾石间多被密实中、粗砂及少量小砾充填。该层结构密实,且多被钙质胶结,相变甚微,但胶结程度有差异,局部夹有薄层钙质胶结砂岩透镜体。

3. 观测系统及资料解释

嘉峪关市工程地震勘探使用的是美国Bison1580六通道叠加式数字地震仪。测试方法分为直达波法与折射波剖面法两种。

(1) 直达波法

从嘉峪关市区现场的实际情况出发,分别在地表及地下未衬砌的洞室内进行介质传播速度的原位测定。实测结果如表1、表2所示。

由表1及表2中的 V_P 与 V_S 值统计得出 V_P — V_S 的相关公式:

$$V_S = 0.556 V_P - 21.569 \quad (1)$$

其相关系数 $\gamma = 0.924$ (样本数 $n = 17$),可见 V_P 与 V_S 的相关程度是较高的^[1]。

(2) 折射波剖面法

为探明戈壁砾石层(Q_3)与酒泉砾石层(Q_2)的分界面及各层的弹性波速度,我们在地表布设34条测试剖面。这些剖面均匀覆盖了全区,其长度为50—70米。检波器间距为2.5—10米。采用锤击式激振,共测得约1500个折射波到时读数。为检查观测质量,重复观测了90个读数,约占总工作量的6.3%。

以均方误差 M 表示观测质量,则:

$$M = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\delta_i / \bar{\rho}_i)^2 / 2n}$$

式中 $\delta_i = \rho_i - \rho_i'$; $\bar{\rho}_i = (\rho_i + \rho_i') / 2$; ρ_i 与 ρ_i' 分别为观测及检查读数; n 为检查读数的个数。计算结果 $M = 2.57\%$,可以认为观测质量是可靠的。

将测得的数据绘成时距曲线,采用截距 T_0 法计算。即设剖面两端的震源分别为A与B,

表1

戈壁砾石层 (Q_3) 实测传播速度 (m/s)

测点号	测点深度(米)	V_P	V_S	测点号	测点深度(米)	V_P	V_S
LT-1	2.7	641.0	389.0	DB-2	1.0	675.7	434.8
DB-1	1.0	500.0	303.0				

表2

酒泉砾石层 (Q_2) 实测传播速度 (m/s)

测点编号	测点位置	测点深度(M)	纵波速度 V_P (M/S)	横波速度 V_S (M/S)	测点编号	测点位置	测点深度(M)	纵波速度 V_P (M/S)	横波速度 V_S (M/S)
DX-1	火车货站	15	1000.0	600.0	DX-7	地下一号指挥所	7	1000.0	526.3
DX-2	选矿场 办公楼	18.9	1636.4	600.0	DX-8	医药公司	19.5	1472.7	825.0
DX-3	焦化车间 办公楼	19.2	1666.7	727.3	DX-9	物资局大院	17.2	2583.3	1550.0
DX-4	修建部	6.0	1000.0	514.3	DX-10	新华照相馆	19.5	2333.3	1521.7
DX-4'	修建部	14.2	1166.7	648.1	DX-11	人民医院	19.5	1285.7	720.0
DX-5	运输部	17.4	1423.1	840.9	DX-12	农机场	19.5	1900.0	1055.0
DX-6	供销处	16.0	1000.0	615.2	LT-2	北大河岸陡壁	2.7~9.7	1111.0	560.0

该两点下的折射界面的法线深度为 H_A 与 H_B , 则

$$H_A = \frac{t_{01} V_1 V_2}{2\sqrt{(V_2 + V_1)(V_2 - V_1)}} \quad ; \quad (2)$$

$$H_B = \frac{t_{02} V_1 V_2}{2\sqrt{(V_2 + V_1)(V_2 - V_1)}} \quad 。 \quad (3)$$

式中 t_{02} 与 t_{01} 分别为折射波时距曲线在时间轴上的两个截距, V_1 与 V_2 分别为第一、二层介质的纵波速度, 由对应的时距曲线斜率的倒数取平均值求得。

以A、B点为圆心, 分别以 H_A 及 H_B 为半径做圆, 其公切线即为地震界面。

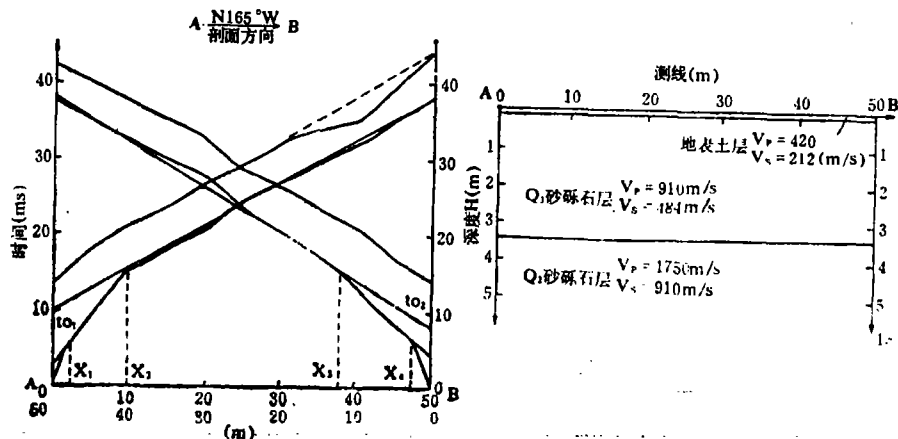


图1 典型时距曲线及解释成果图

关于三层介质的解释与二层的相似,在此不再赘述。典型时距曲线及解释结果示于图1中。各剖面的解释结果见表3。

统计表1—3中 Q_3 与 Q_2 砾石层的横波 V_s 值,绘制成直方图,如图2、图3所示。

以表3中的1号剖面为例,因 Q_2 的 $V_s > 500$ 米/秒,可视为“基岩”,覆盖层 Q_3 的 V_s 平均值 V_{sm} 由下式算出:

$$V_{sm} = \frac{H_1 V_{s1} + (H_2 - H_1) V_{s2}}{H_2} \quad (4)$$

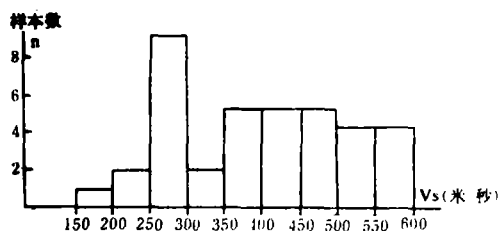
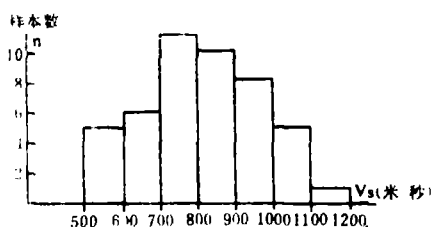
式中 H_1 及 V_{s1} 为地表松散、细粒物的厚度及横波速度, H_2 及 V_{s2} 为 Q_3 的底面深度及横波速

表3 嘉峪关市区折射波剖面勘探成果表

剖面编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
界面深度 及各层速度	H_1	0.53	0.52	0.50	1.91	2.1	0.24	3.40	0.78	3.40	0.29
	V_P (m/s)	530	510	510	570	546	625	850	435	560	465
	V_S (m/s)	273	262	368	295	282	326	451	220	290	237
	H_2	3.60	2.4	3.19	2057	1435	715	1650	510	1110	860
	V_P (m/s)	965	700	625	2057	1435	715	1650	510	1110	860
	V_S (m/s)	515	368	326	1132	776	376	896	262	598	457
	H_3	1300	1500	1050			1405		1800	1500	1333
	V_P (m/s)	1300	1500	1050			1405		1800	1500	1333
	V_S (m/s)	701.0	701.0	562			785		979	812	831
Q_3 厚度(m)		3.6	2.4	3.19	1.91	2.10	3.87	3.40	3.05	3.04	4.19

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0.58	630	724	405	385	445	370	895	835	780	520	445
	829	381	204	192	226	184	476	443	412	268	226
8.02	960	1580	872	815	1115	1020	1400	1350	1750	1800	1330
	512	857	465	432	598	546	757	729	951	979	720
	1833	1855	1400	1550	1500	1250					
	998	1010	757	840	812	673					
3.02	3.71	3.72	3.29	3.19	3.87	2.30	2.25	2.71	2.54	2.70	2.60

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
2.52	538	387	500	450	435	490	420	516	833	435	465
	278	194	256	229	220	251	212	265	442	220	237
	1394	1573	1096	1933	1090	1900	910	1642	1442	1040	960
	753	853	584	1053	584	1035	484	891	780	557	512
			1400			1950			1800	1850	1700
			757			1060			1500	1007	824
2.52	1.56	2.50	2.23	3.66	2.11	3.5	2.4	3.98	4.30	3.49	4.90

图2 Q₃砾石层 V_s直方图图3 Q₂砾石层 V_s直方图

度。将有关数据代入(4)式后得 $V_{sm} = 479.4$ 米/秒, 覆盖层厚度为 3.6 米, 按《建筑抗震设计规范》可将该场点定为 I 类场地。其余各剖面与 1 号剖面类似, 不一一列举。

4. 讨论与结论

戈壁砾石层 (Q₃) 是嘉峪关市区场地的覆盖层, 厚度为 2.5—4 米左右。其横波速度变化范围较大, 集中在 250—300 及 350—500 米/秒两个值域内, 平均值为 464 米/秒。直方图呈多峰特征, 说明该层砂砾石的成份及密实程度很不均匀。少数测点的横波 $V_s > 500$ 米/秒, 这可能是局部 Q₃ 与 Q₂ 的界面不清晰造成的。不过这样的测点较少, 此层的厚度及厚度的变化不大, 不影响对场地类别的划分。

综上所述, 嘉峪关市区场地覆盖层 (Q₃) 的厚度大于 2 米并小于 9 米, V_s 值基本上在 250—500 米/秒内, 属中硬场地土。下覆 Q₂ 砾石层的 $V_s > 500$ 米/秒, 属坚硬土层, 可视其为“基岩”。按《建筑抗震设计规范》, 可将嘉峪关市建筑场地类别划为 I 类场地。

本文得到兰州地震研究所陈丙午、李藩文等的指导, 深表谢意。

(本文 1991 年 1 月 10 日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 刘旭)

参 考 文 献

- [1] 徐以生, 数理统计, 铁道出版社, 1988.
- [2] 李藩文, 西安市场地土的地震波速, 西北地震学报, Vol. 11, No. 2, 1989.
- [3] (苏) B. H. 尼基金, 工程地震勘探原理, 刘统畏译, 地质出版社, 1987.

DELIMITATION OF THE SITE TYPES IN JIAYUGUAN CITY, GANSU PROVINCE

Liu Xu

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)