

石咀山市地貌与反应谱间的关系

丁伯阳 吕太乙* 张树清*

(甘肃省冶金设计院)

摘 要

本文在实地调查的基础上,将宁夏石咀山市按地貌单元分为三个区。对每个地貌单元场地土的动力特性进行了试验研究。

根据一维地震反应计算模型,计算求得了各个地貌单元的平均反应谱,讨论了不同类型的地貌单元与其对应的反应谱之间的关系,最后给出了相应的设计反应谱。

关键词:地貌单元;反应谱;抗震设计

一、石咀山市地貌单元的场地土特征

据实地调查,石咀山市大致可划分为5种地貌单元,即(1)中高山侵蚀构造区;(2)低山丘陵构造剥蚀区;(3)山前洪积倾斜平原区;(4)河流冲积平原区;(5)风成沙丘区(图1)。

石咀山市大部分建筑位于低山丘陵构造剥蚀堆积区、山前洪积倾斜平原区和河流冲积平原区。本文主要探讨这三个区的地貌与场地反应谱之间的关系。

1. 山前洪积倾斜平原区

第四纪早期的堆积物因持续沉陷已深埋地下,仅在贺兰山麓一带有残留体。现贺兰山前洪积扇表层堆积物属上更新统。其扇面形态完整,冲沟切割浅,砾石表面风化很弱,基本上没有黄土堆积。在该区范围内,根据岩相变化可分为三个带,即砾石戈壁带、砂土中间带和细土边缘带。其中细土边缘带又和冲积平原后缘呈过渡重迭关系。

(1)砾石戈壁带和砂土中间带

砾石戈壁带表层以砂砾石为主,砾石分选差,磨圆不好。钻探资料表明,地表以下几十米内都为这种含粗砂砾石的混杂堆积,其中夹有薄层细砂及粉土。砂土中间带表层物质变细,以粉土和细砂为主,含少量砾石,有一定磨圆度。剖面上显示为细砂、粉土互层,夹有薄层砾石及粉质粘土。其层理清楚,分选较好,其中有些砂层很纯净,不含泥质。据此可以认为靠近洪积扇前缘的沉积层具有洪积层与冲积层交替互相迭加的特点。

(2)细土边缘带

在洪积扇外缘,地表平坦,多沼泽洼地,植被茂盛。全新统厚3—5米,主要由黄土状粉质粘土及粘土组成,局部还有淤泥及沼泽相沉积,厚度较稳定。下伏上更新统顶部为湖相沉积,系一套细砂、粉砂、粉土和粉质粘土互层堆积。

2. 黄河冲积平原区

分布在黄河大桥—北大街—民族陶瓷厂—广场西墙和市第一医院以东,地貌上有明显的台坎,即属二级阶地前缘。台坎下为高漫滩。

(1) 高漫滩

原定为一级阶地,经我们调查应属于黄河高漫滩,理由是:其沉积物具河漫滩性质。黄河洪水期时水位可达第三排水渠河堤处,而堤内地表高程与堤外基本一样,都高出水面2.5米以上。沉积物以粉砂、粉质粘土夹细粉砂为主,底部有一层砂卵石层不整合在第三纪泥岩和页岩上,局部地方有少量淤泥分布。在靠近黄河岸边处还有低漫滩分布,高出水面1米多,岩性为轻亚粘土和细粉砂互层,其时代分别为早、晚全新世。

(2) 阶地

该区内一级阶地不发育,仅有几处发现有明显的陡坎,两者之间的平台可能为残留的一级阶地面,其顶部为50—80厘米厚的含卵石砂层,中间1米多为具斜层理的冲积细砂,下面为砾石层,其砾石磨圆度好。

二级阶地顶部一般都覆有一层洪积砂砾石层,下部为冲积物。北面沉积物较薄,下伏为基岩,为基座阶地。南面沉积物变厚,冲积物已被洪积物所掩盖。该区称为坡下阶地区。镇北有一剖面,表层为0.5米厚含沙土砾石层,砾石具有一定磨圆度,也有的为次棱角状,属洪积相。一般来说二级阶地下部冲积物都略有胶结,属于晚更新世早期之产物,被晚更新世晚期洪积物所覆盖。

3. 低山丘陵构造剥蚀区

在该区内基岩裸露,其岩层都为石炭二迭纪的石英砂岩和灰岩。

二、石咀山市场地动力反应谱特征

我们利用已有的程序计算每个钻孔各层的地震反应谱,把计算后相似的反应谱归类,分析它们与地貌单元和场地土特性的关系。

场地动力反应计算模型如图2所示,场地土动力参数如图3所示。

基岩输入的人造地震波是在该区地震危险性分析所得的目标谱基础上,经人工拟合而成的,如图4所示。图5是计算的各种地貌单元反应谱的平均谱曲线。

由图5可见:

(1)地貌单元对反应谱卓越周期有较大影响。以50年超越概率10%为例,洪积倾斜平原区砾石戈壁带,场地土坚硬,承载力高,其单孔反应谱全属单峰,并且卓越周期也短。而砂土中间带和细土边缘带,土的颗粒较砾石戈壁带要细得多,因此,计算的反应谱都为双峰,前峰为输入波的卓越周期,后一峰为场地土的卓越周期。砾石戈壁带场地土的卓越周

期与输入波的卓越周期相接近,引起共振,因此,地面峰值加速度相对较高,为 300gal 左右,比细土边缘带的峰值加速度高约 52%。

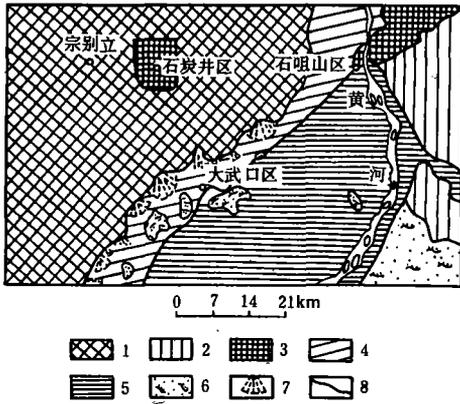


图1 石咀山市地貌图

1. 高中山; 2. 波状台地; 3. 低山丘陵;
4. 洪积倾斜平原; 5. 冲积平原; 6. 沙地;
7. 洪积扇; 8. 地貌分区界线

Fig. 1 Geomorphologic map of Shizuishan City

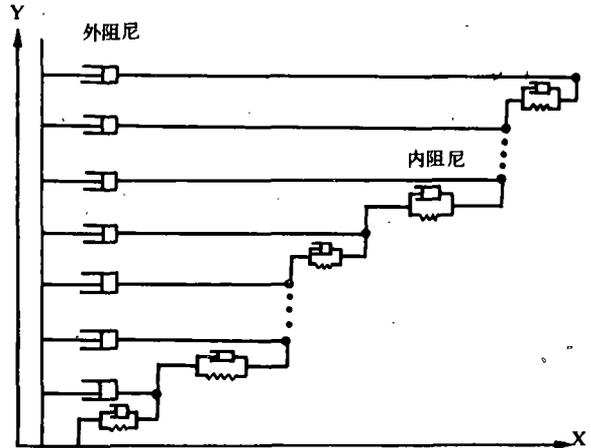


图2 反应计算模型

Fig. 2 The model of response calculation

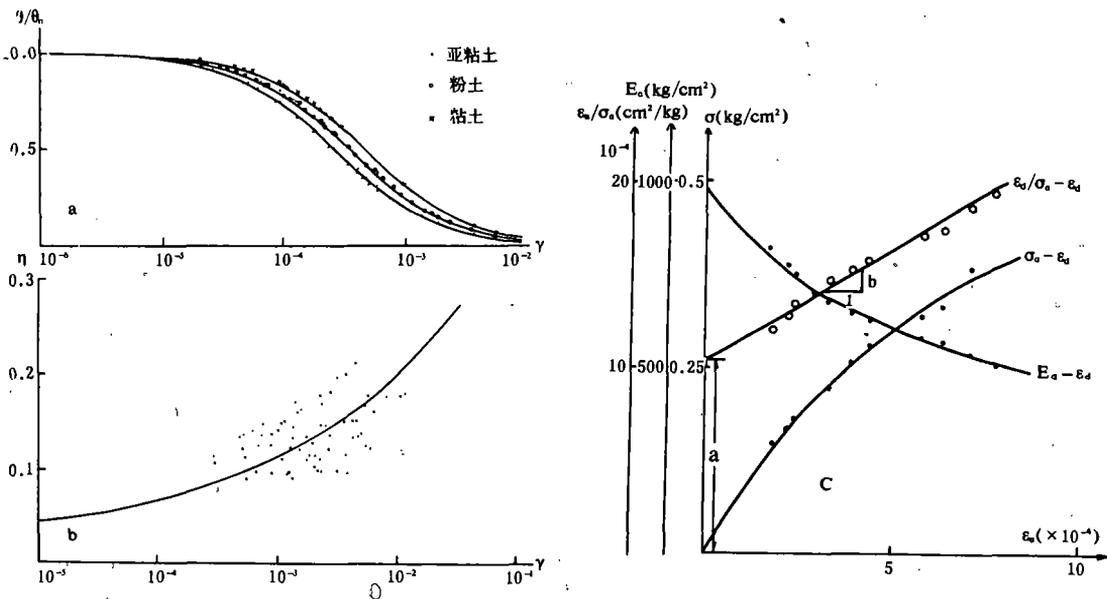


图3 土动力试验曲线

Fig. 3 Dynamic curve of soil tests

细土边缘带场地土比砂土中间带软,土层厚度也比砂土中间带厚。其反应谱卓越周期也比砂土中间带偏向于长周期方面,其卓越周期大约在 0.45 秒左右。

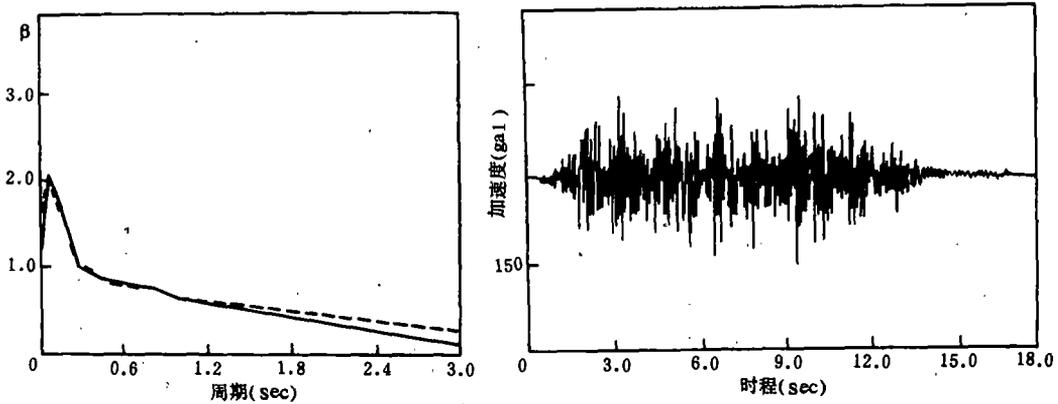


图4 输入和基岩目标谱

Fig. 4 Input and the objective spectrum of basement rock

对于黄河冲积平原区,其坡下阶地区的场地土性质基本上与砾石戈壁带相似,只是由于位于黄河边,其洪积物下伏为颗粒较细、质地较软的冲积物。因此,其反应谱卓越周期比砾石戈壁带略长。坡下阶地与基座阶地相比,基座阶地冲积物较薄,其下为坚硬的基岩,因此,它的反应谱卓越周期要比坡下阶地区短。河漫滩与基座阶地相比,河漫滩沉积年代短,反应谱卓越周期比基座阶地长。

(2)地貌单元对反应谱放大倍数有一定影响。以黄河冲积平原为例,这里主要指的是河漫滩堆积区和阶地分布区。不同地貌单元,不同的沉积厚度反应谱放大倍数也不同。坡下阶地区,50年超越概率10%的平均反应谱最大放大倍数达2.7;而基座阶地区只有2.05,50年超越概率为3%时,坡下阶地区放大倍数达2.6,而基座阶地区为2.06。

表1

参数	地貌	山前洪积倾斜平原区			冲积平原区		
		RGB 砾石戈壁带	SCMB 砂土中间带	FCBB 细土边缘带	HF 河漫滩	AT 坡下阶地	RST 基座阶地
50年超越概率10%	A	-0.426	-0.274	-0.257	-0.377	-0.347	-0.35
	B	-0.821	-1.173	-1.11	-0.721	-0.867	-0.885
	r	-0.88	-0.973	-0.95	-0.946	-0.936	-0.87
	σ_{n-1}	0.29	0.30	0.32	0.22	-0.27	0.34
	PGA gal	303.8	203.8	193.0	222.3	225.3	239.0
50年超越概率3%	A	-0.33	-0.187	-0.16	-0.343	-0.298	-0.33
	B	-0.686	-1.12	-1.21	-0.749	-0.952	-0.77
	r	-0.92	-0.973	-0.97	-0.95	-0.942	-0.96
	σ_{n-1}	0.23	0.28	0.31	0.23	0.3	-0.26
	PGA gal	334.7	286.3	262.6	311.3	296.0	320.0

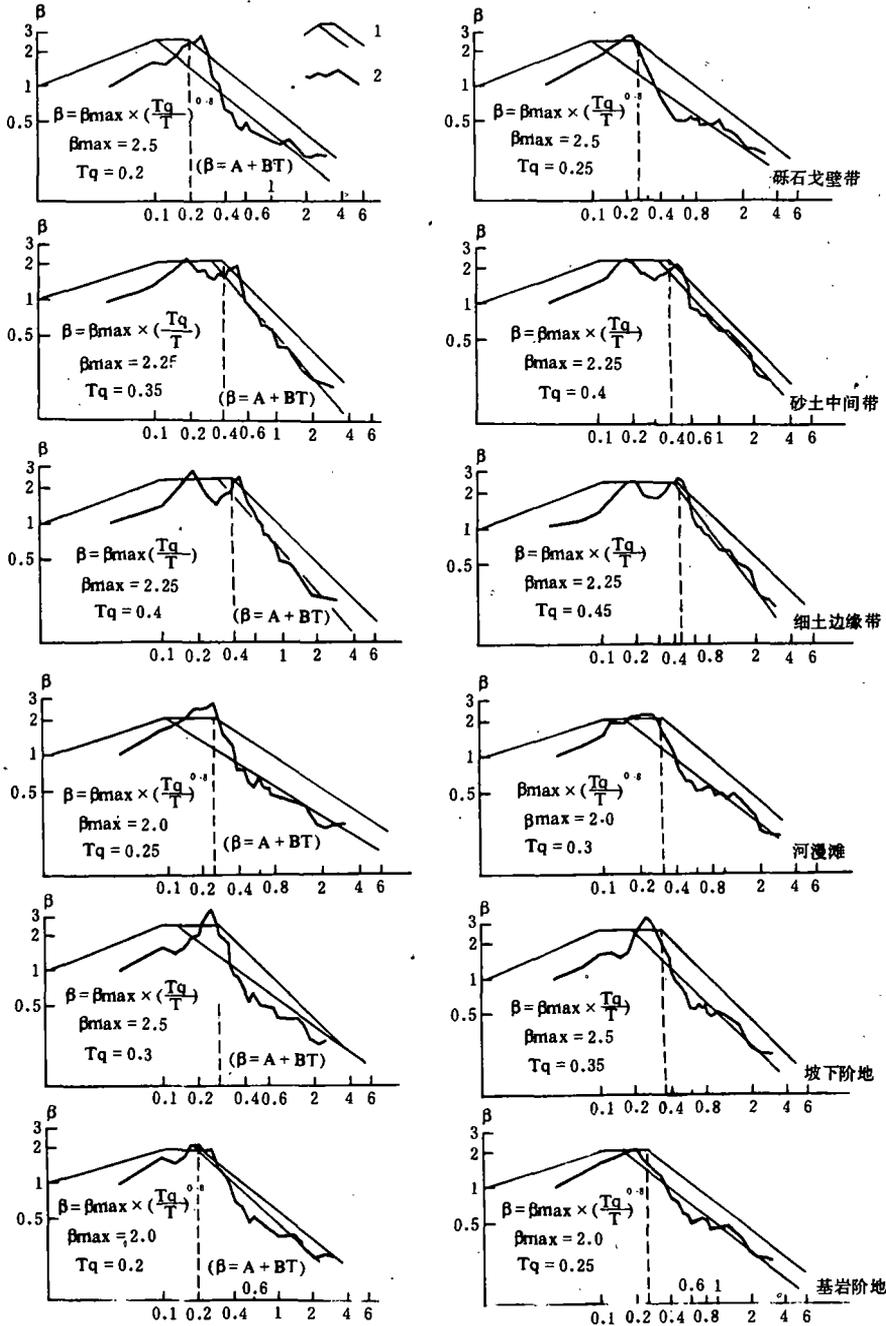


图5 平均计算谱

Fig. 5 A series of average calculation spectrum

另外,由于坡下阶地区场地土性质基本上与砾石戈壁带相似,因此,它的平均反应谱的放大倍数最大值与砾石戈壁带接近。

(3)地貌单元对反应谱下降坡度曲线有较大影响

砾石戈壁带、基座阶地区、河漫滩和低山剥蚀堆积区等地貌单元的反应谱下降坡度指标 $|B|$ 在0.686—0.946之间。多数在0.8左右,相对于 $|B|=0.8$ 的下降坡度曲线,其误差大多在标准差 σ_{n-1} 范围内。砂土中间带和细土边缘带这两个含粘性土较多的场地,不论是50年超越概率为10%还是50年超越概率为3%的 $|B|$ 值都大于1。

以往的研究表明,对于较软的场地,在周期 T 大于一定数值后,其反应谱下降坡度大于较硬场地。本文的研究结果基本与这一规律相符。

各地貌单元的反应谱有关参数详见表1。

三、各地貌小区的设计反应谱

对石咀山市各个地貌小区的反应谱进行归一整理,得出各地貌小区平均反应谱。在此基础上考虑各地貌小区的场地振动特性,按照现行的建筑抗震计算规范要求,进行标准化处理,最后给出了在各地貌小区进行建筑抗震设计用的设计反应谱,见图5。

(本文1991年5月7日收到)

参考文献

- [1] R. W. Clough, K. I. Benuska and E. L. Wilson, Inelastic Earthquake Response of Tall Building, Proc. of the Third World Conference on Earthquake Engineering, New Zealand, 1965.
- [2] R. W. Taylor and Jarkin T. J., Seismic site response of nonlinear soil media, J. GED, Proc. ASCE, Vol. 104, No. GT3, 1978.
- [3] H. B. Sood and J. M. Idriss, Soil moduli and damping factors dynamic response analysis earthquake, Res. Cen. Univ. of Cal., Berkeley Cal., Rep., No. EERC70-10, 1970.
- [4] 丁伯阳等,中国黄土地区地震动经验衰减关系,西北地震学报, Vol. 9, No. 3, 1987.

THE RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOLOGY AND RESPONSE SPECTRUM IN SHIZUISHAN CITY, NINGXIA

Ding Boyang, Lu Taiyi, Zhang Shuqing

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)

Abstract

Based on the field investigation, the authors divide Shizuishan City into three districts. These districts are situated on seven different morphological types. The varied morphological types correspond with their environments of sediment and erosion. The dynamic features of soils for every morphological type were tested. According to 1 D seismic response spectrum, the average response spectrum for every type was calculated, and the relationship between morphology and response spectrum in Shizuishan City is discussed. Finally, the corresponding design response spectra are given.