

Study on the Ground Motion Parameter Microzonation for Cities in the Flat

—Taking Gaoyou City as an Example

Xiaosan Tao, Weilin Yang, Xibing Li, Bin Shao

Institute of Earthquake Engineering of Jiangsu Province, Nanjing Jiangsu
Email: txs3880@163.com

Received: Aug. 21st, 2017; accepted: Sep. 3rd, 2017; published: Sep. 11th, 2017

Abstract

China's flat areas are vast, and as a largely urbanized, densely populated, economically developed country, the job of earthquake prevention and disaster reduction is especially important. Gaoyou lies in north Jiangsu plain which located in the lower reaches of Yangtze river. Taking Gaoyou city as an example, this paper studies the characteristics of ground motion, and summarizes and discusses several main factors influencing ground motion parameter microzonation. Borehole layout after considering many factors, increasing the level of ground motion probability, using statistical analysis theory, supplementing data, building soil mechanics model, using surface peak acceleration to magnify times, to study on how to alleviate the defect of equivalence method on underestimating high frequency ground motion.

Keywords

Flat Area, City, Gaoyou, Ground Motion Parameter Microzoning

平原地区城市地震动参数小区划研究

—以高邮市城区为例

陶小三, 杨伟林, 李细兵, 邵 斌

江苏省地震工程研究院, 江苏 南京
Email: txs3880@163.com

收稿日期: 2017年8月21日; 录用日期: 2017年9月3日; 发布日期: 2017年9月11日

摘 要

我国平原地区幅员辽阔、城市林立, 人口密集、经济发达, 防震减灾工作尤为重要。高邮市位于长江下

游的苏北平原，以高邮市城区为例，研究这类场地的地震动效应特征，对影响地震动参数小区划成果的几个主要因素进行总结与探讨。考虑多方因素进行钻孔布设；增加地震动概率水平；利用统计分析理论，补充数据，建立土层力学模型；利用地表峰值加速度放大倍数等，研究如何减轻等效线性化方法低估高频地震动的缺陷。

关键词

平原地区，城市，高邮，地震动参数小区划

Copyright © 2017 by authors 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

我国平原面积约为 112 万平方公里，占全国面积的 12%。这些平原主要是由江、河、湖、海的泥沙冲积而成，地势坦荡、水网稠密、土壤肥沃。平原地区城市林立、人口密集、经济发达，开展相关城市的地震小区划工作，有利于政府实施土地利用规划，有利于提高城市防震减灾能力，减轻地震灾害、经济损失、人员伤亡。

高邮市位于长江下游的苏北平原，地势低洼，场地上覆土层较厚。近年来，尽管在高邮市对部分重大工程开展过场地地震安全性评价工作，但这些工程数量上相对较少，仅限局部地区，对整个高邮市而言控制作用有限。高邮市临高邮湖，河网密布，场地不均，地质条件复杂，研究程度不足等原因，土地开发利用和工程建设面临一些风险和不确定性，需开展地震小区划等基础性工作，为经济建设和区域开发提供技术依据。本文以高邮市城区为例，研究这类场地的地震动效应特征，对影响地震动参数小区划成果的几个主要因素(钻孔布设、土层力学模型的建立、土层地震反应分析)进行总结与探讨。

1. 高邮市城区地震地质背景

高邮市地处长江下游——南黄海地震带的苏北地震构造区内，高邮市及其邻近地区历史上也曾发生过多起破坏性地震，如 1624 年 2 月 10 日江苏扬州 6 级地震，中、远场强震对高邮市城区最大影响烈度为 VII 度。2012 年 7 月 20 日在江苏高邮、宝应交界还发生了 M4.9 级地震，造成了人员伤亡和财产损失。近场区现代小震频发，1990 年在高邮南有小震群活动。高邮市区及其邻近地区地质构造比较复杂，分布有多条第四纪活动的断裂，具备发生中强破坏性地震的构造条件。

2. 岩土工程勘察

高邮市位于苏北平原西南缘，为第四系覆盖区，地形平坦，第四系沉积厚度约 180 m，上新世以来形成的沉积物(N + Q)厚度约 900 m，基岩为古近系粉砂层(E)。

岩土工程勘察主要是钻探勘察，用于探测场地工程地质条件，划分工程地质单元，建立土层地震反应分析模型，是地震小区划工作中的一项重要内容，直接影响到工作量、经费投入、工作质量。平原城市经济发达，基础设施较为完善，重点或重大工程多，故岩土勘察资料非常丰富，应充分收集勘察资料。

《工程场地地震安全性评价宣贯教材》[1]规定，地震小区划工作按工程地质单元来布设控制性钻孔。控制性钻孔孔深满足如下条件：1) 覆盖层厚度小于 100 m，进入剪切波速 $V_s \geq 500$ m/s 的土层 2 m (下部没有 V_s 小于 500 m/s 软弱层)或进入中风化基岩即可；2) 覆盖层厚度大于 100 m，终孔深度 100~102 m。

在收集、整理、分析高邮市城区的工程地质、水文地质、地形地貌、抗震防灾规划、城市总体规划等资料的基础上,初步划分高邮市城区为2个工程地质单元分区。《工程场地地震安全性评价宣贯教材》[1]仅规定每个工程地质单元至少布设1个控制性钻孔,但如何布设、布设多少能起到控制作用,并没有具体的规定。很明显,高邮市城区仅布设几个钻孔是不行的。理论上布设钻孔越多越好,但经费投入也大大增加。平原地区地势平坦,同一工程地质单元内浅部土层横向平缓变化,一个控制性钻孔可以控制周边几百米范围内的土层结构。项目组将高邮市城区按 1 km^2 网格划分成多个网格,然后在每个网格内布设至少1个控制性钻孔,其中部分区域加密布设,这样既确保每个工程地质单元内均布置控制性钻孔,又注意均匀分布,控制性钻孔位置间隔基本 1 km 内。作为一个城市,不同规划区的防震减灾要求不同。城市规划重点工程区域,如超高层建筑、商务区、医院、学校、大型基础设施等,抗震设防要求相对较高。在布设钻孔时,尽量布设在城市规划重点工程区域,这样最终成果更有针对性、实用性,意义更大。同时选取部分其他工程的钻孔资料,以加密土层地震反应计算点,提高工作精度。

3. 地震动参数小区划

《中国地震动参数区划图》[2]是全国性地震区划图,比例尺为 $1:400$ 万,给出的是大范围内地震危险度的平均估计(平均值),主要用于一般建设工程的抗震设计,不能作为重大工程和可能引起严重次生灾害工程的抗震设防依据。地震小区划是对特定区域范围内的地震安全环境进行的划分,预测该范围内可能遭遇到的地震影响的分布,其针对具体场地做更加深入细致的工作,针对性更强、考虑因素更多、精度要求更高,所提供的主要成果之一就是地震动参数小区划。

地震动参数小区划,是由地震危险性分析确定各计算点的基岩地震动后,开展场地地震动效应分析,得到地表地震动参数的分布情况,再结合地震小区划范围内的地形、地貌和岩土性质的特点,综合分析后,勾划出具有一定概率水平的地震动参数小区划图并确定各分区的设计地震动参数。

3.1. 地震动概率水平选取

城市是一个系统工程,工程种类很多,抗震设计时有需要考虑50年概率水平的,如建构物等;有需要考虑100年概率水平的,如大型桥梁、地铁工程等。《中国地震动参数区划图》[2]提供了不同建筑场地类型之下4种概率水平的地震动参数。《工程场地地震安全性评价》[1]要求地震小区划提供50年3种概率水平的地震动参数。

地震小区划项目投资较大(几百万元),工期较长(几个月,甚至1年多),如果多提供几种实用概率水平地震动参数,其野外工作的投入是一样的,仅需增加室内工作,从而提高资金使用率、成果使用范围。高邮市城区地震小区划工作中,项目组提供了7种概率水平的地震动参数(表1),具体工程可根据其重要性及工程所允许承担的风险,选用相应的地震动参数进行抗震设计。

3.2. 土层力学模型建立

地质体的沉积环境复杂多变,故土层性质在纵横向均有变化。横向均匀场地一般简化为成层土层场地,采用一维波动模型进行场地地震反应分析;横向非均匀场地,应简化为二维或三维模型,采用有限单元法(FEM)、有限差分法(FDM)及边界单元法(BEM)等进行场地地震反应分析。

平原地区城市范围各工程地质单元内地层分布基本稳定,土层水平成层较好,一般可简化为一维波动模型,常采用一维等效线性波动法进行土层地震反应分析。如局部范围内岩土层水平界面起伏较大,宜增加二维或三维场地模型。一维等效线性波动法中,建立土层力学模型所需场地土的静、动力性能参数有:土层剪切波速、土的密度、动剪切模量及阻尼比与剪应变关系曲线等。

Table 1. Probability level table of seismic zoning map
表 1. 地震区划图的概率水平表

概率水平	中国地震动参数区划图	地震小区划(规范)	高邮市城区地震小区划
50 年	63%、10%、2%	63%、10%、2%	63%、10%、2%
100 年	1%		63%、10%、3%、1%

3.2.1. 土层剪切波速

土层剪切波速的确定,一般采用原位测试结果。但有时由于受时间、费用、设备和技术条件等方面因素的制约,可能会没有条件测试或测试数据不全。部分平原地区沉积时间较短,控制性钻孔深度 102 m 终孔时,其土层剪切波速依然小于 500 m/s;有时为提高工作质量、工作精度,需收集、补充部分非控制性钻孔进行土层地震反应分析,非控制性钻孔的波速数据往往不全。《工程场地地震安全性评价》[1]规定,对于地震小区划工作,应由土力学性能测定结果及相关资料确定模型参数,当实测资料不足时,可根据土的常规物理力学性能或岩(土)性指标,采用经验关系确定相应的模型参数。实测资料的统计分析表明,同一土类剪切波速的变化受土层深度的影响较大,二者存在相关性,即同一土类的剪切波速 V_s 是土层深度 H 的函数。经验关系表达式大致有幂函数关系、线性关系、非线性关系等[3]。

模型 1:

$$V_s = aH^b \quad (1)$$

模型 2:

$$V_s = a + bH^c \quad (2)$$

模型 3:

$$V_s = b_0 + b_1H + b_2H^2 + \dots + b_kH^k \quad (k=1,2,3,\dots,n) \quad (3)$$

式中 V_s 以 m/s 计, H 以 m 计, a 、 b 、 c 等为待定系数。

研究表明, $V_s \sim H$ 的经验关系有很强的地区性,同一地区同一土类剪切波速与土层深度的相关性较好,有足够的工程精度。在土层剪切波速资料不足时,应收集相关资料或钻探深孔进行原位测试,再采用最小二乘法进行某土层剪切波速 V_s 与土层深度 H 的回归分析,用相关系数 R 进行显著性检验,并根据剩余标准差 SD 值选择较优的 $V_s \sim H$ 经验关系,进而推出各土层的剪切波速。

3.2.2. 动剪切模量比、阻尼比与动剪应变的关系

动剪切模量比、阻尼比与动剪应变关系曲线由现场取得典型原状土样,再室内试验(共振柱或动三轴试验)确定。很多学者针对某一地区土的动剪切模量比和阻尼比进行了大量试验研究,并取得一些较为有价值的研究成果,认为同一地区同类土的动剪切模量比、阻尼比与动剪应变关系曲线变化不大[4] [5]。土的动剪切模量比的表达式常采用 Martin-Davidenkov 模型(4);土的阻尼比经验公式为(5)。

$$\frac{G}{G_{\max}} = 1 - \left[\frac{(\gamma_a/\gamma_0)^{2B}}{1 + (\gamma_a/\gamma_0)^{2B}} \right]^A \quad (4)$$

$$\lambda = \lambda_{\min} + \lambda_0 (1 - G/G_{\max})^n \quad (5)$$

其中: A 、 B 、 γ_0 、 n 、 λ_0 是与土性有关的拟合参数; λ_{\min} 是与初始动剪切模量 G_{\max} 相对应的土的最小阻尼比,与土的性质、固结状态等因素有关。

随着防震减灾工作的推进,高邮市城区积累了大量各类土动剪切模量比和阻尼比与剪应变关系的数

据。为减小数据离散性,提高土层地震反应计算效率、计算精度,项目组采用式(4)和式(5)分别对 $G/G_{\max} \sim \gamma$ 和 $\lambda \sim \gamma$ 关系试验数据进行回归拟合。统计样本位于同一城区、样本数量较多、全是共振柱试验数据,故统计分析结果(表 2)离散性很小,其 R-Square 均达到 0.98 以上,因而给出的统计结果具有较高的可靠性、适用性,可用于相关工作的借鉴参考。

3.3. 土层地震反应分析

场地土层是一个物理滤波器,对不同方向传来的入射波有滤波性能。场地软弱土层(剪切波速较低)对高频信号有滤波性能,对低频信号则有放大作用;与此相反,场地坚硬土层(剪切波速较高)对低频信号有滤波性能,但对高频信号则有放大作用。场地土层愈厚,滤波作用愈明显。厚层软弱场地土的地震动以长周期为主,柔性结构物(如高耸结构物)的震害比较严重;薄层坚硬场地土的地震动以短周期为主,刚性结构物的震害比较严重。

平原地区主要分布在大河两岸和濒临海洋的地区,水网密布,沉积土层很深,有的甚至达到数千米。浅部土层基本为软土,建筑场地类别一般为 III 类和 IV 类,地震动以长周期为主,IV 类场地的地表 A_{\max} (加速度峰值)或反应谱平台较 III 类场地低,但特征周期更长(图 1),显示出不同的场地地震动效应。

研究土层地震反应的理论计算方法中,影响较大的有等效线性化方法和非线性方法两类。前者如中国地震局系统的 ESE 软件包、XQH 软件包等;后者包括有效应力和总应力方法。许多研究者注意到,当基岩输入地震动较强时,等效线性法高频段算得的频响放大倍率比实测结果偏低。在传统的等效线性化波动法中,等效剪应变通常固定取最大剪应变的 0.65 倍,对于等效线性化方法的改进,集中于对等效剪

Table 2. Typical values of $G/G_{\max} \sim \gamma$ and $\lambda \sim \gamma$ curves of soil in Gaoyou City

表 2. 高邮市城区场地土的 $G/G_{\max} \sim \gamma$ 和 $\lambda \sim \gamma$ 典型值

土类名称	参数	γ							
		5e-6	1e-5	5e-5	1e-4	5e-4	1e-3	5e-3	1e-2
1.2-2 粉质粘土:软塑	G/G_{\max}	0.9906	0.9809	0.9065	0.8271	0.4891	0.3267	0.0926	0.0497
	λ	0.0195	0.0230	0.0428	0.0594	0.1155	0.1387	0.1698	0.1753
2.2-3 淤泥质粉质粘土:流塑	G/G_{\max}	0.9921	0.9842	0.9246	0.8591	0.5473	0.3762	0.1073	0.0566
	λ	0.0187	0.0246	0.0497	0.0675	0.1226	0.1451	0.1753	0.1805
3.2-4 粉土:中密	G/G_{\max}	0.9892	0.9788	0.9041	0.8267	0.4992	0.3381	0.0984	0.0532
	λ	0.0196	0.0248	0.0483	0.0654	0.1170	0.1372	0.1640	0.1687
4.3-1 粉质粘土:可塑	G/G_{\max}	0.9910	0.9830	0.9230	0.8600	0.5600	0.3900	0.1130	0.0590
	λ	0.0184	0.0227	0.0422	0.0570	0.1069	0.1291	0.1609	0.1666
5.4-1 粉质粘土:可塑	G/G_{\max}	0.9899	0.9806	0.9152	0.8471	0.5378	0.3715	0.1085	0.0579
	λ	0.0189	0.0237	0.0451	0.0608	0.1109	0.1321	0.1615	0.1668
6.4-1b 粉土:中密	G/G_{\max}	0.9910	0.9830	0.9273	0.8687	0.5846	0.4167	0.1268	0.0678
	λ	0.0176	0.0220	0.0412	0.0554	0.1030	0.1246	0.1568	0.1628
7.5-1 粉质粘土:可塑	G/G_{\max}	0.9917	0.9839	0.9281	0.8685	0.5823	0.4165	0.1311	0.0717
	λ	0.0171	0.0214	0.0405	0.0548	0.1022	0.1235	0.1552	0.1612
8.6-1 粉质粘土:硬塑	G/G_{\max}	0.9934	0.9873	0.9439	0.8966	0.6473	0.4826	0.1603	0.0876
	λ	0.0151	0.0183	0.0331	0.0448	0.0880	0.1102	0.1473	0.1550

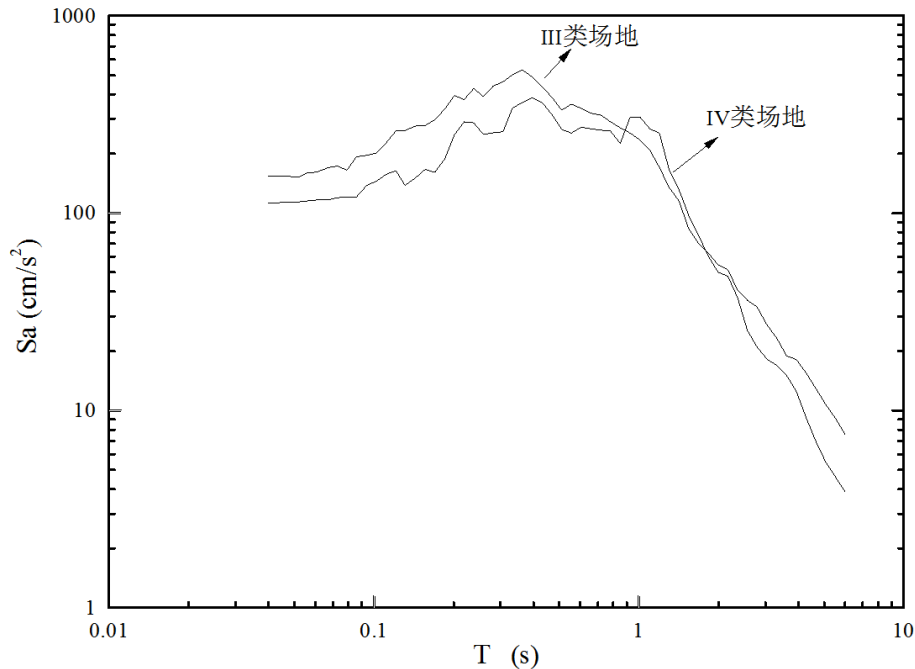


Figure 1. The acceleration response spectrum curve of different building sites
图 1. 不同建筑场地地表加速度反应谱曲线图

应变的确定。已有的研究工作大体有两种途径[6]：一种思路直接通过引入震级来改变等效剪应变相对于最大剪应变的折减系数，简称为EQLM(M)法，如式(6)，SHAKE91使用手册中，等效应变与最大应变之比的典型值范围在0.40~0.75之间；另一种思路是基于土的剪切模量和阻尼比的频率相关性确定等效剪应变，对应变幅值较大的低频段，调高折减系数，对较高的频率段，调低折减系数，如沈建文等建议的EQLM(M,R)方案，式(7)，并根据美国西部强震资料确定相关参数。修正等效剪应变的两种方法可以改善等效线性化方法低估高频地震动的缺陷，有其合理性，但实际应用时由于参数的复杂性可能产生较大的不确定性，不易推广，其适用情况需进一步研究。

$$X = \frac{M-1}{10} \quad (6)$$

$$X = X(M, R) = \frac{M + C_1 L g (R + R_0) + C_2}{C_3} \quad (7)$$

式中， X 为折减系数， M 为震级， R 为震中距。

本文以高邮市城区地震小区划中某计算控制点为例，来研究如何减轻等效线性化方法低估高频地震动的缺陷。进行土层地震反应分析时，为减小不同输入地震波的离散性，规范要求每一概率水平至少输入3条地震波，现对此计算控制点力学模型输入6条超越概率100年1%的基岩地震波。6条地震波的地表加速度峰值分别为0.287 g、0.292 g、0.295 g、0.302 g、0.309 g、0.316 g，最大值与最小值相差约10%，平均值为0.300 g。式(6)和(7)两类改善等效线性化方法存在复杂性和不确定性，《工程场地地震安全性评价宣贯教材》[1]也没有对等效线性化方法低估高频地震动提出特别要求，在确定具体工程的地震动参数时，技术人员基本都没有考虑此种状况。现按常规方法对地表加速度反应谱进行规准(图2(a))，地表 A_{\max} 取6条地震波的平均值，则此计算控制点的地震动参数为： $A_{\max} = 0.300$ g， $\beta_{\max} = 2.5$ ， $\alpha_{\max} = 0.750$ ， $T_g = 0.90$ s。

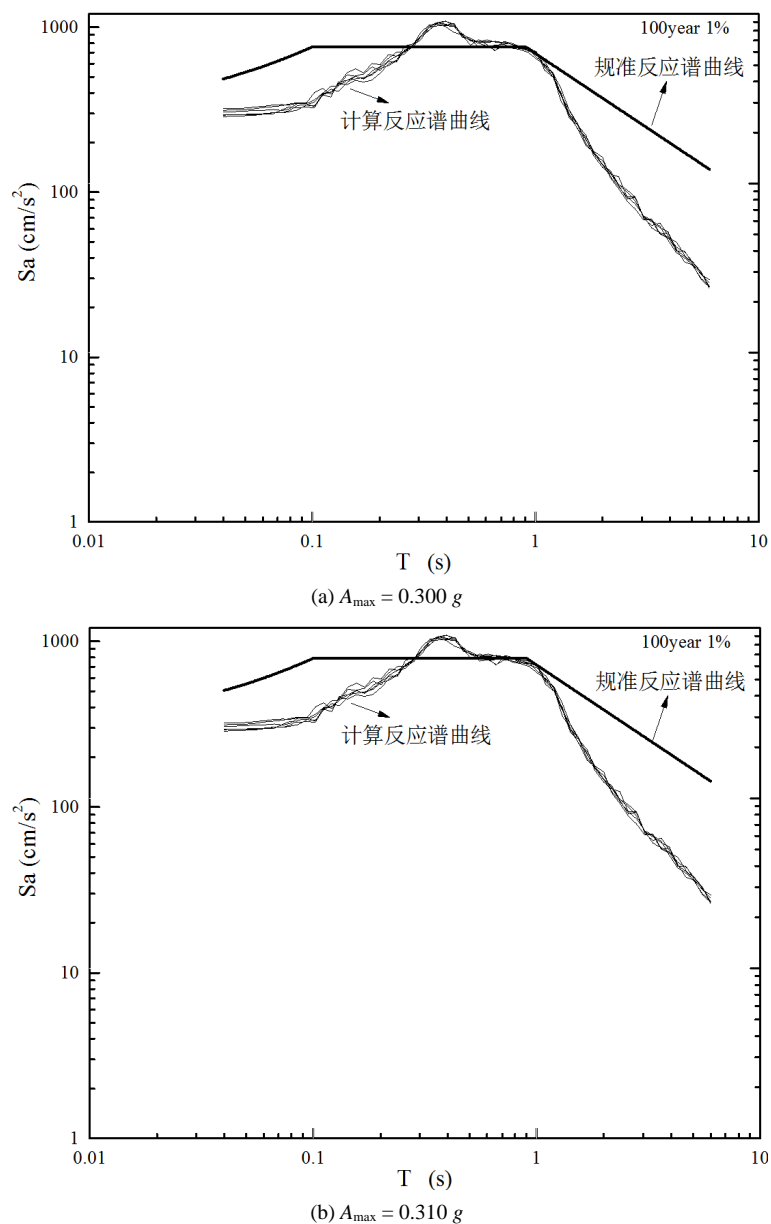


Figure 2. Surface acceleration response spectrum curve

图 2. 地表加速度反应谱曲线图

根据地震危险性分析结果, 该计算控制点超越概率 100 年 1% 等效震级 M 为 6 级, R 为 18 Km, 基岩加速度峰值为 $0.217 g$ 。由沈建文等建议的 $EQLM(M,R)$ 方案[6]可知, 传统 $EQLM(0.65)$ 比 $EQLM(M,R)$ 的地表加速度峰值低估 10% 内, 特征周期变化不大。为提供更为确当地震动参数, 本文建议采用地表地震动峰值与基岩地震动峰值的放大倍数来综合确定地表 A_{\max} 。1) 建议多输入几条基岩地震波, 当基岩地震动较强时(加速度峰值大于 $0.1 g$), III 类或 IV 类场地均取地表有效峰值加速度 EPA 作为地表 A_{\max} , EPA 即规范反应谱平台值除以 2.5。2) 同一 III 类或 IV 类场地, 当基岩地震动增强时, 土层的刚度会降低, 则放大倍数也降低, 即随着概率水平的减小, 放大倍数相应递减(表 3), 故可用放大倍数关系来控制地表 A_{\max} , 尽量取较大的放大倍数, 当然也不能高得违反地震规律。3) 特征周期, 规范反应谱曲线在反应谱平台拐角附近尽量外包计算反应谱曲线。

Table 3. Magnification of peak acceleration of ground motion
表 3. 地表地震动峰值加速度的放大倍数

	不同超越概率水平		
	50 年 2%	100 年 3%	100 年 1%
基岩地震动 $A_{\max}(g)$	0.148	0.161	0.217
地表地震动 $A_{\max}(g)$	0.218	0.232	0.310
放大倍数	1.47	1.44	1.42

采用上述方法,从表 3 可知,100 年 1%地表 A_{\max} 取 0.310 g 比较合适,取 0.314 g 就不对了。最终确定此计算控制点的地震动参数为(图 2(b)): $A_{\max} = 0.310$ g, $\beta_{\max} = 2.5$, $\alpha_{\max} = 0.775$, $T_g = 0.90$ s。相对于常规方法, A_{\max} 或 α_{\max} 提高了 3%,有效地减缓了加速度反应谱规准的带帽现象,减轻了传统等效线性化方法的低估缺陷。

3.4. 地震动参数小区划

地震动参数小区划的结果可以是分区图或者等值线图,二者各有优缺点。分区图法编图简单,与工程地质单元结合紧密,便于工程应用,此种方法用得比较多。鉴于《中国地震动参数区划图》[2]是国家标准,是一般建设工程的最低抗震设防要求,因此最终地震动参数小区划成果不得低于规范要求,如低于必须提高。

4. 小结

本文对影响高邮市城区地震动参数小区划结果的几个主要因素,进行了总结和探讨,成果可供同类平原地区城市借鉴。

1) 本文分析平原地区工程地质条件和地震动特性的关系,不同场地条件体现出不同的地震动效应,二者有密切的依存关系。为了解和探测场地工程地质条件,必须开展钻探勘察。钻孔布置的合理与否,直接影响到工作量、经费投入、工作质量。钻孔布置应结合工程地质单元划分、城市规划重点工程分布(如商务区、医院、大型基础设施等),并注意适当均匀分布(钻孔位置间隔 1 Km 内),这样最终成果既符合规范要求,又更有针对性、实用性。

2) 近年来,我国城市发展极为迅速,各类新结构、新类型的建设工程层出不穷,对地震小区划工作提出更高的要求。如多概率水平的地震动参数、超长周期反应谱、不同阻尼比的反应谱等等,需要认真加以研究。为提高资金利用率、成果使用范围,本文建议地震动参数小区划提供 7 个概率水平地震动参数。

3) 土层剪切波速、土层动力非线性关系是土层力学模型的重要基础资料。土层剪切波速的确定,一般采用原位测试结果。当数据不全时,可根据土的常规物理力学性能等,采用经验关系确定相应土层的剪切波速。为减小数据离散性,提高计算效率、计算精度,本文分别对高邮市城区各层土动剪切模量比和阻尼比与剪应变关系的试验数据进行统计回归分析,得到高邮市城区典型场地土的动力非线性参数,统计结果离散性很小,具有较高的可靠性、适用性。

4) 平原地区土层地震反应分析中,等效线性化方法运用较多,但其存在当基岩输入地震动较强时,高频段算得的频响放大倍率比实际场地的实测结果偏低。研究人员提出 EQLM(M)和 EQLM(M,R)两种理论改善方案,有其合理性,但实际应用时由于参数的复杂性可能产生较大的不确定性。本文提出利用地表峰值加速度放大倍数来综合控制,方法简单,有其实用性。

参考文献 (References)

- [1] 卢寿德, 编. GB17741-2005 工程场地地震安全性评价[S]. 北京: 标准出版社, 2005.
- [2] 标准化技术委员会. GB18306-2015 中国地震动参数区划图[S]. 北京: 标准出版社, 2015.
- [3] 陶小三, 杨伟林, 高志兵, 等. 南京河西地区岩土体剪切波速与土层深度的关系[J]. 防灾减灾工程学报, 2009, 29(3): 320-324.
- [4] 张亚军, 兰宏亮, 崔永高. 上海地区土动剪切模量比和阻尼比的统计研究[J]. 世界地震工程, 2010, 26(2): 171-175.
- [5] 曲乐, 柯小雯, 邹博, 等. 场地土动剪模量比和阻尼比对工程场地设计地震动参数的影响[J]. 防灾减灾学报, 2015, 31(2): 5-13.
- [6] 沈建文, 刘峥, 石树中. 用震级和距离参数修正土层反应的等效线性化方法[J]. 地震学报, 2010, 32(4): 466-475.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7567, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: app@hanspub.org