

建筑技术

中宁县饱和粉-砂土地震液化评价

朱赛楠 曹广祝

(昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650093)

摘要 中宁县地处卫宁地震带西段,历史上是地震多发、强度较大的地区。地震引起的粉-砂土液化现象导致地基失效,通常伴随大规模的地面塌陷、滑移、地裂和喷水冒砂等现象。为了查清中宁县地基土地震液化的程度及危害,选用了全县范围内12个场地的岩土工程勘察报告的数据资料进行地震液化评价。

关键词 地震液化 液化等级 标准贯入试验 中宁县

中图法分类号 TU441.31; **文献标志码** A

饱和粉土或砂土在地震、动荷载作用下,受到强烈震动而使土体结构破坏,土粒处于悬浮状态,抗剪强度消失,致使地基失效发生液化现象。砂土液化通常伴随大规模的地面塌陷、滑移、地裂和喷水冒砂,造成土体中轻型结构物(如地下管线等)的上浮或土体上建筑物的下陷等现象^[1]。

中宁县地处卫宁平原东西向构造带内,地形平坦,地貌单元属于黄河冲洪积卫宁平原Ⅱ级阶地,地层上部出露主要以第四系全新统冲洪积层的粉土、粉细砂、卵砾石等为主,地基土中饱和粉土或砂土普遍存在地震液化现象。为了查清中宁县地基土地震液化的程度及危害,本次选用了全县范围内12个场地的岩土工程勘察报告的数据资料进行地震液化评价。

1 历史地震灾害与饱和粉-砂土液化初步判别

1.1 历史地震灾害

根据区域历史地震资料,中宁县地处卫宁地震带西段,历史上是地震多发、强度较大的地区。自876年以来共发生5级以上破坏性地震11次,其中

8级以上地震2次。

1.2 饱和粉-砂土液化初步判别

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)4.3.3款^[2]的要求,中宁地区地质年代以第四系全新世为主;抗震设防烈度为Ⅷ度,粉土的黏粒含量小于13;上覆非液化土层厚度和地下水位不符合初步判别条件要求。因此,中宁地区饱和粉-砂土液化初步判别为可液化土层,需进一步进行液化判别^[2]。

2 饱和粉-砂土液化进一步判别

按照《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)^[2]标准规定,当饱和粉土、砂土进一步进行液化判别时,应采用标准贯入试验判别法判别地面下20 m范围内土的液化。当饱和土标准贯入锤击数 N_i (未经杆长修正)小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值 N_{cr} 时,应判为液化土。

在地面下20 m深度范围内,液化判别标准贯入锤击数临界值可按下式计算:

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}}。$$

式中: N_{cr} —液化判别标准贯入锤击数临界值;

N_0 —液化判别标准贯入锤击数基准值;

d_s —饱和土标准贯入点深度(m);

d_w —地下水位(m);

2011年8月31日收到

第一作者简介:朱赛楠(1984—),男,硕士研究生,研究方向:环境地质与灾害地质,E-mail:6057817@qq.com。

ρ_c —黏粒含量百分率,当小于 3 或为砂土时,应采用 3;

β —调整系数,设计地震第一组取 0.8,第二组取 0.95,第三组取 1.05。

中宁地区抗震设防烈度为Ⅷ度,标准贯入锤击数基准值取 12。经过计算,液化判别结果如表 1 所示。

表 1 饱和粉-砂土液化判别成果表

孔号	标贯点深度 d_s /m	岩土名称	黏粒含量 /%	水位 d_w /m	标贯实测击数 N_i /击	标贯击数临界值 N_{cr} /击	判别结果
zk1	1.3	粉土	6.3	0.8	4	6.5	液化
	2.3	细砂	3		7	12.3	液化
zk2	3.3	细砂	3	1.82	10	13.4	液化
	4.3	细砂	3		15	15.4	液化
zk3	1.3	粉土	9.6	0.53	4	5.4	液化
zk4	4.3	细砂	3	1.87	8	15.4	液化
zk5	2	细砂	3	1.1	4	11.1	液化
zk6	3.8	粉土	10	3.3	7	6.8	不液化
	4.8	粉土	7.2		8	9.3	液化
zk7	7.3	粉土	5	3.2	2	14.2	液化
	9.3	细砂	3		11	20.6	液化
zk8	4.3	细砂	3	1.83	8	15.4	液化
	5.3	细砂	3		6	17.1	液化
	7.6	细砂	3		10	20	液化
zk9	3.1	粉土	8.9	1.90	4.0	7.5	液化
zk10	3.5	细砂	3.0	2.04	10.0	13.6	液化
zk11	2.3	粉土	7.6	1.09	2	7.5	液化
	3.5	粉土	13.2		2		不液化
zk12	4.3	细砂	3	1.2	12	16.2	液化

由表 1 判别结果可知,中宁地区饱和粉-砂土除 zk6(3.8 m)和 zk11(3.5 m)处土层不液化外,其余地段的土层均有液化现象。粉-砂土中的黏粒含量增加到一定程度时,土的动力稳定性将有所增加,因此黏粒含量越高,抗液化强度也越高^[3]。

3 饱和粉-砂土液化等级划分

按照《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)^[2]标准规定,对存在液化砂土层、粉土层的地

基,探明各液化土层的深度和厚度,按下式计算每个钻孔的液化指数,并根据液化指数综合划分地基的液化等级:

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n \left[1 - \frac{N_i}{N_{cri}} \right] d_i W_i。$$

式中: I_{LE} —液化指数;

n —在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数;

N_i 、 N_{cri} —分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值,当实测值大于临界值时应取临界值;

d_i — i 点所代表的土层厚度(m);

W_i — i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值(m^{-1})。

判定液化等级:

0 < I_{LE} ≤ 6 时,轻微液化;

6 < I_{LE} ≤ 18 时,中等液化; I_{LE} > 18 时,严重液化。

表 2 饱和粉-砂土液化等级判别成果表

孔号	标贯点深度 d_s /m	岩土名称	标贯实测击数 N_i /击	标贯击数临界值 N_{cr} /击	判别结果	液化层厚度 d_i /m	权函数值 W_i/m^{-1}	液化指数 I_{LE}	液化指数 $\sum I_{LE}$	液化等级
zk1	1.3	粉土	4	6.5	液化	1	10	3.82	6.84	中等
	2.3	细砂	7	12.3	液化	0.7	10	3.02		液化
zk2	3.3	细砂	10	13.4	液化	0.9	10	2.29	2.57	轻微
	4.3	细砂	15	15.4	液化	1	10	0.27		液化
zk3	1.3	粉土	4.0	5.4	液化	1.2	10	3.16	3.16	轻微
zk4	4.3	细砂	8	15.4	液化	1.4	10	6.71	6.71	液化
zk5	2	细砂	4	11.1	液化	0.7	10	4.48	4.48	轻微
zk6	3.8	粉土	7	6.8	不液化				1.14	轻微
	4.8	粉土	8	9.3	液化	0.8	10	1.14		液化
zk7	7.3	粉土	2	14.2	液化	2.5	8.5	18.18	26.5	严重
	9.3	细砂	11	20.6	液化	2.5	7.1	8.32		液化
zk8	4.3	细砂	8	15.4	液化	1	10	4.81	22.84	严重
	5.3	细砂	6	17.1	液化	1.5	9.8	9.55		液化
	7.3	细砂	10	20	液化	2	8.5	8.47		液化
zk9	3.1	粉土	4	7.5	液化	1.6	10	7.44	7.44	中等
zk10	3.5	细砂	10	13.6	液化	0.8	10	2.1	2.1	轻微
zk11	2.3	粉土	2	7.5	液化	1.1	10	8.07	8.07	中等
	3.5	粉土	2		不液化					液化
zk12	4.3	细砂	12	16.2	液化	1.1	10	2.85	2.85	轻微

由表 2 判别结果可知,中宁地区饱和粉-砂土液化等级从轻微液化到严重液化均有分布,液化指数 1.14~26.5。其中,轻微液化孔数 6 个,中等液化孔数 4 个,严重液化孔数 2 个。

4 结论

随着中宁县城市建设的高速发展,特别是高层建筑的大量兴建,建筑物基础埋深增大及大面积地下广场的兴建,地基土中饱和粉-砂土的地震液化现

象对建筑物的影响非常明显。中宁县历史上是地震多发、强度较大的地区,地层岩性主要由第四系冲洪积粉土、粉细砂和卵砾石土组成,地下水位埋藏较浅,地震液化危害程度相对较高,进行工程建设时,应采取有效的抗液化措施。

参 考 文 献

1 谢定义. 土动力学. 北京:高等教育出版社, 2011

2 中华人民共和国国家标准编写组. GB 50011—2010. 建筑抗震设计规范. 北京:中国建筑工业出版社, 2010

3 陈国兴. 岩土地震工程学. 北京:科学出版社, 2007

Evaluation on Seismic Liquefaction of Saturated Silty-sandy Soil in Zhongning County

ZHU Sai-nan, CAO Guang-zhu

(College of Territorial Resources, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, P. R. China)

[Abstract] Zhongning County located in the west section of Wei-ning seismic belt is seismically-active and intensive area in history. silty-sandy soil liquefaction phenomenon caused by earthquake led foundation failure, and commonly accompanied by large-scale ground subsidence, slip, ground fissures, sandboils and watersprouts phenomena are presented. In order to identify the extension and hazard of foundation soil seismic liquefaction of Zhongning County, geotechnical engineering investigation reports data selected from 12 sites within the county to evaluate seismic liquefaction are used.

[Key words] seismic liquefaction liquefaction grade standard penetration test Zhongning County

(上接第 8365 页)

Research of Result Conformity Algorithm based on Personalized Meta-search

LI Qin-qin, TAN GXiao-chun, JIN Ming-xing

(School of Computer, North-Western Polytechnical University, Xi'an 710072, P. R. China)

[Abstract] Meta-search, which is a search engine-based search engine, provides more comprehensive information for users by presenting the integrated results from individual search engines, but it's not an easy task to find the information required for the users from the huge number of search results quickly. A personalized meta-search engine model based on user interest is presented, which gives users the most interesting information at the top as far as possible by extracting the behavior of individual users, establishing user interest database, sorting and integrating search results reasonably, to achieve a personalized meta-search and to improve user search precision and efficiency.

[Key words] Meta search result conformity user interest relevance