

廊坊市规划区饱和砂土液化的危害及防治措施

王德强¹, 王行军², 宫进忠³

(1. 河北省区域地质矿产调查研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 3. 河北省地球物理勘察院, 河北 廊坊 065000)

摘要:在对河北省廊坊市规划区液化饱和砂土分布及危害调查研究的基础上, 提出采用振冲碎石桩法、桩基础方法、CFG 桩复合地基技术进行防治饱和砂土液化的措施。

关键词:饱和砂土液化; 防治措施; 廊坊市规划区

中图分类号: TU441 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)04-0062-03

Hazard of Saturated Sand Liquefaction in Planned District of Langfang City and the Control Measure/WANG De-qiang¹, WANG Xing-jun², GONG Jin-zhong³ (1. Hebei Institute of Regional Geology and Mineral Resources Survey, Langfang Hebei 065000, China; 2. China University of Geo-science, Beijing 100083, China; 3. Hebei Exploration Institute of Geophysical, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: Based on the investigation on the distribution of liquefied saturated sand in the planned district in Langfang of Hebei Province and study analysis on the hazard, vibro replacement stone column, pile foundation and CFG pile composite ground technology were suggested to control the saturated sand liquefaction.

Key words: saturated sand liquefaction; control measure; planned district of Langfang City

廊坊市位于环渤海经济圈的核心地带, 素有“京津走廊上的明珠”之称, 其城市规划区范围为东经 116°31′ ~ 116°48′, 北纬 39°27′ ~ 39°37′, 总面积约 355 km², 包括市区、开发区、尖塔镇、北史家务乡的全部和万庄镇、九州镇及北旺乡的大部, 总人口 45 万。

本区位于中朝准地台华北平原沉降带北缘, 冀中台陷内的廊坊-固安凹陷之东北部。该区自新近纪以来新构造运动强烈, 形成了北北东向断陷盆地, 堆积了巨厚的新近系(2280 ~ 4800 m)和第四系(500 ~ 600 m)沉积物。浅层地下水埋深从市区的 1.3 m 到郊区的 22 m, 形成反漏斗; 深层地下水埋深从市区的 72 m 到郊区的 25 m, 形成降落漏斗^①。新近系和第四系地层中发育饱和和液化砂土^②。

1 饱和砂土液化

密实的砂土和粉土具有较高的强度和较低的压缩性, 是良好的建筑物地基, 但被地下水饱和的松散砂土和粉土, 不仅强度低, 而且水稳定性很差, 当其受到外力震动时, 颗粒间趋于紧密, 孔隙水压力增

大, 有效应力减小。当有效应力趋于零时, 砂土的抗剪强度消失, 从而引起地面沉降、斜坡失稳或地基失效的现象, 常伴随有喷水冒砂。

1.1 液化条件

发生砂土液化必须具备砂土、饱和、震动 3 个条件, 影响液化的主要因素有: (1) 砂土的粒度成分, 颗粒细小、均匀级配的砂土、粉砂、细砂及含少量粘亲水胶体物质的砂易于产生液化; (2) 砂的密度, 疏松的砂易液化, 密实的砂抗液化; (3) 上覆土层厚度, 有效覆盖压力愈大, 愈不容易液化; (4) 液化历史, 发生过液化又重新被压密的砂土, 较易重新液化; (5) 地面震动, 动强度(地震震级)愈高, 历时愈长, 液化破坏愈严重, 液化影响的深度愈大, 波及范围也愈广^[1]。

砂土液化在地震时可大规模发生并造成严重危害, 1966 年邢台和 1976 年唐山地震中, 有些建筑物的破坏就是由砂土液化造成的。

1.2 砂土液化层分布

根据岩土工程勘察单位多年岩土工程勘察资料, 利用标准贯入试验及土工测试结果, 判别出砂土

收稿日期: 2010-01-21

基金项目: 河北省廊坊市规划区环境地质调查(冀国土资勘便字[2004]137号)

作者简介: 王德强(1968-), 男(汉族), 河北人, 河北省区域地质矿产调查研究所工程师, 地质专业, 从事工程地质与矿产地质工作, 河北省廊坊市曙光道 32 号。

①廊坊市水利局、廊坊市地矿局: “河北省廊坊市地下水资源开发利用报告”; ②河北省地球物理勘察院: “廊坊市规划区环境地质调查报告”。

液化区主要分布于万庄商贸、康顺里、第三小学、同乐小区、明珠图书城、恒基家园、市供销社、管道医院、煤炭四部、运通家园、宝隆商贸、第一中学、华苑小区、安次物资和国际花园等地段。

本区液化场地水位埋深1.0~4.5 m,液化指数0.52~12.05,多数小于5.0,为轻微至中等液化,少数为严重液化;液化土层可划分为2层,第一层为黄色粉土、粉砂,层厚1~4 m,底层埋深3~5 m, $N = 6.3 \sim 10.5$ 击, $f_k = 90 \sim 120$ kPa,属歧口组(Q_4q);第二层为灰色细中砂,层厚3~10 m,底层埋深8~15 m, $N = 20.3 \sim 22.4$ 击, $f_k = 200 \sim 240$ kPa,属高湾组(Q_4g)。

综合分析区内液化场地的岩相古地理和水文地质资料,可以得出下列规律性。

(1)砂土空间上呈条带状展布:其中歧口组液化层呈西北向,与近代无定河及浑河河道有关;高湾组液化层呈南北向,与中世纪漯河河道有关。

(2)快速堆积成因:液化场地15 m深度内很少或无泥炭和螺壳伴生,表明其快速堆积的冲洪积岩相古地理特征。

(3)水文地质条件:液化带浅层地下水涌水量较高,为 $7.5 \sim 5.0$ m³/h·m(其余地区 $5.0 \sim 2.5$ m³/h·m),水化学类型HCO₃-CaMg、HCO₃-NaMg为主,矿化度 <1.0 g/L。

1.3 饱和砂土液化危害

在某一地质环境内已建成的任何建筑物都应被看作为一项重要的原型试验,研究该建筑物是否适应这样的地质环境,往往可以得到很多用勘探、测试手段所难以得到的在理论和实践上都极有价值的资料。通过这种研究可划分出稳定性不同的地段,了解使建筑物受到损害的各种工程地质作用的发展情况,判明工程地质评价的正确性等。对现存建筑物的野外实地调查,研究其兴建后所产生的工程地质现象,是工程地质调查所特有的工作内容^[2]。

据建筑物的结构特性、所处的地质环境、出现的变形现象,结合长期观察资料,可分析建筑物变形的原因。

系统的地质环境调查表明,沿上述砂土液化带,发现大量墙体倾斜和房屋建筑开裂现象。

(1)墙体倾斜现象:多沿京山铁路两侧分布,如万庄至采育公路钻前大队段、华北石油小学、采四发热门诊对面、裕华里小区电力宿舍、河北物勘院、第二小学、小廊坊光辉里、桑园东街47号民居、和平路南端大成饭店、安庆里西25号以北(第一中学东)

围墙,倾斜 $70^\circ \sim 80^\circ$,长50~100 m,并伴有开裂腐蚀,有的岌岌可危,靠树木或房屋支撑。

(2)房屋建筑开裂现象:多达数十处,裂缝宽1~5 cm,长数米,如中信宾馆3层楼、长途汽车站主楼台阶、12层的管道局员工公寓(建设中发生倾斜)、第一中学教学楼及门卫、开发区祥云城办公楼等。

2 防治措施

调查中发现,在砂土液化带这一不良地质环境中,发生破坏的建筑物类型多为民用简易建筑,那些经过适当地基处理的高等级建筑破坏现象较少见。

随着廊坊市城市建设的发展,多层及高层建筑越来越多,砂土液化这一不良工程地质现象必须防治。防治砂土液化多采用改善饱水砂层的密实程度和深基础方法。20世纪90年代初CFG桩复合地基技术逐渐成熟,采用该技术防治砂土液化,经济实用,更能提高地基强度和稳定性。

2.1 改善饱水砂层密实度

多采用振冲碎石桩法、沉管碎石桩法处理地基,这两种方法系在液化砂层和软土层中制造一以碎石散粒材料组成的桩体与原地基土一起构成复合地基,碎石桩体具有排水功能,有效消散地震等震动引起的超静孔隙水压力,从而减轻或消除砂土液化。

采用振冲碎石桩法加固时,应处理至液化深度下界,加固后桩间土标准贯入击数不宜小于液化判别标准贯入击数临界值。基础外缘的处理宽度,应超过基础底面下处理深度的1/2且不小于基础宽度的1/5。

管道局九区多层住宅楼、管道局机修厂加工车间、管道局医院住院部、廊坊一中原教学楼便采用碎石桩法消除液化。

2.2 深基础法

多采用桩基础方法,桩型为端承桩,即极限承载力状态下,桩顶荷载由桩端阻力承受^[2]。桩体材料为钢筋和混凝土。

采用桩基础方法时,桩必须穿透液化土层,桩端深入液化深度以下稳定土层中的长度(不包括桩尖部分),应按计算确定,且对碎石土、砾、粗、中砂,坚硬粘性土和密实粉土不应小于0.5 m,对其他非岩石土上部不应小于1.5 m。

管道局九区高层住宅楼采用了桩基法防治饱和砂土液化。

2.3 CFG桩复合地基技术

CFG 桩复合地基技术是近年来出现的一种新型地基加固技术,桩体材料是由少量的水泥、粉煤灰、碎石、石屑或砂加水拌和形成的高粘结强度桩,和桩间土、褥垫层一起形成复合地基^[3]。CFG 桩除具加固地基提高承载力作用外,还具排水、提高地基土密实度作用,从而达到减轻和消除砂土液化作用。近年来在廊坊地区得到了广泛应用^[4]。

CFG 桩成桩初期,因桩孔内充填过滤性较好的粗颗粒填料,在地基中形成了渗透性能良好的人工竖向排水、减压通道,使空隙水沿桩体向上排出,有效地消散和防止震动产生的超孔隙水压力增高,加速地基排水,提高土体强度。成桩过程中的震动增强了填料和土体相对密实度,提高砂土的抗液化能力,提高地基土强度。

采用 CFG 桩方法时,桩必须穿透液化土层,桩端应落在好土上(有一定厚度,密实,不液化的粉土、砂土、砾石土),以保证建筑物对承载力和变形要求,基础外围一定范围应布设护桩。

廊坊市工具厂专家楼、阿尔卡迪亚小区住宅楼

等均采用 CFG 桩复合地基技术进行了防治。

3 结论

饱和砂土液化是本区主要的不良工程地质问题,严重威胁建筑物安全,必须防治。多层建筑以碎石桩法防治砂土液化这种不良工程地质问题,高层建筑采用桩基础或 CFG 桩复合地基法防治上述不良工程地质问题,条件允许应优先采用 CFG 桩复合地基法。

参考文献:

- [1] 河北省国土资源厅. 河北省地质灾害调查与区划报告[R]. 石家庄:河北省国土资源厅,2004.
- [2] 陈希哲. 土力学地基基础[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [3] 阎明礼,张东刚. CFG 桩复合地基技术及工程实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.
- [4] 周红军. CFG 桩复合地基在河北廊坊地区的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(6):55-57.
- [5] 孙小杰,吴兆军,毛洁,等. CFG 桩和碎石桩复合处理液化土层的设计与施工[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(4):3-5.

品质改变世界 责任铸就未来

——北京市三一重机有限公司 VIP 俱乐部成立一周年

本刊讯 2009年3月26日,北京龙城丽宫酒店会议厅内,数十家媒体聚集于此,同桩工行业领导共同见证了中国桩工行业最大的VIP俱乐部——北京市三一重机有限公司VIP俱乐部正式启动。北京市三一重机有限公司投入5000万元人民币成立VIP客户俱乐部,立志通过这个交流平台,通过与各类专业行业协会、行业媒体组织等优势资源整合,打造中国桩基础行业的一个信息资源、技术优势、管理观念的交流平台,打造桩工机械行业第一品牌的VIP俱乐部。

北京三一重机成立VIP俱乐部,是国内工程机械行业的一次创举,将使得产、供、用三者有机结合,对我国桩工机械行业的发展将起到促进作用。通过成立俱乐部的形式,北京三一重机将积极发挥自身优势,在俱乐部平台上,实现所有资源最大化共享。

2009年6月22日,中国桩工行业人才培养计划启动仪式暨清华大学桩工机械行业工商管理研修班开学典礼在清华大学举行。这是北京市三一重机有限公司与清华大学国际工程项目管理研究院联手打造的中国首个针对桩基础施工企业的管理研修项目,来自全国的30多家桩基础施工企业的领导作为第一批学员参加了启动仪式和开学典礼。

在金融危机漫延、前景不确定的背景下,北京市三一重机有限公司逆市而为,斥资5000万元建立了三一VIP客户俱乐部,承诺将整合行业优势资源,为VIP俱乐部会员提供优质服务,在施工技术、项目管理、信息资源等多方面提升桩基础从业者的价值。“走进清华 智慧中国”,中国桩工行业人才培养计划是北京三一重机对自己承诺的践行。旋挖钻

机作为桩基础施工的新兴设备,不但设备价值高,操作复杂,还需要掌握新的施工方法,如何才能让从业人员迅速提高综合素质?三一联手清华大学的人才培养计划可谓是正逢其时,它必将为中国桩基础行业的施工企业带来现代化的管理方式,从而推动行业整体进步。

VIP俱乐部成立时对客户承诺的另一项服务举措也在2009年7月开始的活动中实现。7月18日,“放心三一 责任三一”——VIP俱乐部首轮巡检活动之沪杭线拉开了北京市三一重机有限公司全国巡检的序幕。针对的主要对象为线上施工的13位客户及其21台设备,整合售后服务、研究院、营销三方面资源,以消除由于设备质量、服务配件等原因导致的客户抱怨为主要目的,并按照客户等级、重要程度给予一定额度的配件赠送。在全国范围内按区域划分6组,由公司领导亲自带队,历时两个月,在行业内成功树立“一切为了客户,帮助客户成功”的品牌形象,体现三一的行业责任感和品牌责任心。

时至今日,VIP俱乐部运营已整整一年。在这一年里,除积分兑换、提供工程信息等常规服务项目外,还实现了上述的人才培训、设备巡检等功能。2010年,VIP俱乐部将继续上述服务项目,并在此基础上为会员提供更全面的服务,包括操作手俱乐部、“三一标段”等活动,通过VIP俱乐部提供的培训与服务职能,提升整个桩工机械行业机手的操作水平、项目经理的管理能力和老板的投资运营水平,创新经济增长模式,不断探索桩工行业发展新模式,整合行业资源,一切为了客户。