

港口建设中岩土工程勘察与地基处理技术研究

李佳佳

天津水运工程勘察设计院有限公司

摘要:近年来,我国港口建设工程得到了飞速发展,港口建设工程多为软土工程性质,土层大多属于近代沉积层。由于软土一般具有含水量高、强度低、压缩性大和透水性高等不利的工程性质,在港口建设时建设难度和建设要求都会较高,因此针对港口建设工程,必须要能做好地质土层的仔细勘探、试验和分析,并在施工中运用好地基处理技术,做好地基处理工作。基于此本文就以港口建设中岩土工程勘察与地基处理技术为关键点展开相关研究。

关键词:港口建设;岩土工程勘察;地基处理技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.021

引言:岩土工程勘察工作是港口建设工作最为重要的前期环节,影响着每个施工项目的开展和质量,而地基处理工作则是港口工程的奠基性工作,一旦地基处理出现问题,那么港口建设的质量就无法得到好的保障,因此做好港口建设中的岩土工程勘察和地基处理对保证工程建设质量与经济效益有着非常重要的意义。

一、港口建设

港口是位于海、江、河、湖、水库沿岸,具有水陆联运设备以及条件以供船舶安全进出和停泊的运输枢纽。随着我国贸易量的增加,我国沿海港口建设也呈现迅猛发展态势,开创了港口发展的新局面,让沿海港口成为我国经济增长的重要助力。我国90%外贸物资都是通过沿海港口完成,根据交通运输部公告的数据显示,2022年全国港口货物吞吐量完成156.85亿吨,同比增长0.9%。2013年国家开启了全方位对外开放的新征程,为我国全球经济体系建设提供了有力支撑。港口建设工程在我国经济发展中占据着重要作用,为此要能高质量建设沿海港口,要能通过先进的建设理念和先进技术不断优化每个建设环节,让建设质量更高的同时,也能很好地取得最大化的社会效益,进一步促进我国的经济社会的长远发展。

港口建设工程所面对的岩土层多为天然软土地,软土地基承载能力较差,在施工过程中需进行详细勘察和改善处理。淤泥质土、黏性土等软土地基以及由湿陷性土、冻土、膨胀土等特殊类土组成的天然软地基含水量大、压缩性高、承载力低、抗剪性程度低。为此在建设前需要对建设地展开详细勘察,确定软土地范围,进而有针对性地展开地基处理工作。软土地基的地基承载能力较差,易发生较大的地面沉降甚至变形破坏,为此针对港口施工中的软土地基和特殊土地基要对地基进行处理,改善其承载和变形能力。软土地基的特征主要

有这几方面:其一、软土的天然含水量大部分为40%-60%,个别情况下一些软土含水量可达到80%,形成流动态势,会极大加剧地基处理难度;其二、软土的孔隙一般较大,多数软土的孔隙比在1-2之间;软土的剪切强度较低,若不展开排水,则内摩擦角接近0,剪切强度小于20KPa;软土的渗透系数较高,一般都大于10.1-6.1cm/s等。

二、港口建设中的岩土工程勘察

我国地域辽阔,同时地质条件非常复杂,地质条件在各个地区也有较大差异。因此,在港口建设工程中,必须要充分重视岩土工程勘察工作,结合地区与工程建设实际,有针对性展开勘察,全面掌握建设地的地质条件。

(一) 岩土工程勘察的内容

岩土工程勘察是探明深部地质情况可靠的方法,可直接深入地下岩土层取得所需的工程地质条件资料。工程地质勘探的主要方式有工程地质钻探、坑探、物探等,其主要目的就是为探明建筑场地的岩性及地质构造,为后续的建设施工打好地质情况基础。在实际的岩土勘察过程中主要的勘察内容有三方面:其一、岩土层勘察。如地层厚度、地层性质、基岩的风化程度、岩层的产状、有无裂隙等。其二、水文地质勘察。如含水层、隔水层分布、地下水位等。其三、地质现象勘察。如冲洪积扇、坡积层位置、滑坡等。

(二) 岩土勘察的方法

岩土工程勘察的方法可分为坑探、井探、槽探、钻探等。

其一、坑探、井探、槽探都是在建筑场地挖探井或探槽以取得直观资料和原状土样,此类方法较为便捷,可直接观测地层的结构和变化,但其深度较浅。探槽为挖掘成长条形且两壁常为倾斜上宽下窄的槽子,其断面多为梯形或阶梯型。探坑为挖掘深度不大且形状不一的坑,其深度多为1-2米。探井深度大于3米,其断面为方形、矩形和圆形,其中圆形探井最为常见,因该形状在水平方向能承受较大的侧压力,因此其安全性最高。

其二、钻探是指在地表下用钻头钻入地层的勘探方法,该方法可通过钻孔采取原状岩土样本和展开现场力学试验。在地层内钻的直径较小的孔眼为钻孔,而直径大于8米以上的钻孔为大直径钻井。钻探一般分为回转式钻探和冲击式钻探两种,回转式钻探是利用回转式钻机的回转器带动钻具旋转,磨消孔底地层钻进,最后取出岩芯样品。冲击式钻探是利用有一定重量的钻具上下反复冲击,让孔底层岩石破碎,进而提取岩石碎块样

本。港口建设施工单位可根据自然条件的复杂性以及工程要求合理选择钻探设备和钻进方法，而针对软土层则需要使用回转式钻探方法。

（三）岩土工程勘察的具体流程

1. 调查和分析

岩土工程勘察工作是非常重要的，需要通过详细的地质类型、评价、分布状况及其危害等方面的分析，为后续的施工提供更为准确的地质情况说明，给出具有可行性的处理建议。在勘察中，首先要能通过收集与研究分析相关材料与现场调查来进行详细勘察，如包括周边地质灾害调查、区域地质调查、地表水文调查等，结合规范要求对建设场地进行评价与评定，对建设场地的稳定性和适宜性做出准确评价。通过相关评价确定港口建筑的平面布置，对地基基础工程和不良地质现象给出具体评价与整治方案^[1]。

2. 地质勘察划分

当场地较大时，其地质就可能存在多个地质单元，而每个地质单元的地貌、抗震、液化等级、基岩类型等可能存在不同，为此在勘察过程中要能细化勘察工作，对勘察场地进行细致单元划分，如按照软弱土、液化土分布情况等，并在平面图上进行标示，以便让地质情况可以更为明晰和详细。

3. 勘察点、线设置

在进行勘察中对勘察点、线要合理布置在每个地貌单元上，针对变化较大的地段与地貌单元要在其交接部位进行勘察点布置，并且要能合理增加勘察点，以便最终的数据可以真实准确。可根据不同地形平整度和地形情况等有针对性地展开勘察点布置。

4. 勘察深度设置

在勘察孔深度的确定中，因勘察孔深度受到多种因素影响，因此需结合具体情况和施工要求合理确定孔深度。同时勘探孔深度应按照地基设计原则进行确定，地基设计原则一般有按承载力计算的地基设计和按变形验算进行的地基设计，为此勘察深度要根据不同情况作合理考虑。

5. 地质界面划分

在勘察中需要对地质界面进行划分，如岩土体分层、岩石风化程度、地质构造、软弱结构面等。在实际开展中施工人员要能通过真实的测试数据对地质界面展开准确划分，避免出现地质界面划分误差或错误。同时，要能注意通过加强人员工作技能水平而提升划分的细致度，不出现分层过粗等问题，保障后续地基施工质量。

6. 取样试验和原位测试

为了更好地了解岩土体的变化规律，应探孔取原状土样进行室内试验和原位测试。

（1）取样试验

第一、取样。在进行取样试验时应采取原状土样，原状土样是指在勘察过程中获取的岩土样本为初始原状

土样，没有经过破坏和污染。在工程地质钻探中主要目标就是在岩土层中采取岩芯或原状土试样，进而进行检测和分析。由于岩土地质指标要能真实可靠，为此工程岩石勘察中所取得的试样必须是保留天然结构的原状试样，如果试样遭受到破坏和污染，就需对试样进行作废处理^[2]。

（2）减少原状岩土试样扰动的措施

其一、减少外界条件的扰动，如钻进工艺、钻具选用取土方法选择等，若在选用上合理科学，就可很大程度的保证土质的天然结构不被破坏。同时，取土钻孔的孔径要适当，取土钻进深度要能在施工前确定好，避免因多次钻进让岩土层受扰动。

其二、减少采样过程土体应力条件的改变。岩土体应力结构变化会引起质点间的相对位置位移和组织结构变化产生，因此要能减少岩土体应力条件的变化。

其三、在采取岩土试样时应使用相应的器具进行科学采取，避免不必要的扰动出现。取土器与孔壁间要有一定的距离，尤其在软土钻孔中，需合理加大取土器与孔壁的间隙，避免切削孔壁情况出现，造成试样扰动。

其四、取出的岩土应封存，贴上标签，作好记录，在土样封存、运输、试验过程中都需要规范开展，避免扰动问题出现。

第二、试验。在采用岩芯样品截取原状样进行试验时，应针对重点试验项目展开多种试验，如渗透试验、高压固结试验、抗剪强度试验等，尤其是针对于港口建设中的软土地基处理工程应测试软土的有机质含量、PH值、固结系数、前期固结压力、富里酸含量、不排水抗剪强度等，要能在保证试验结果全面且符合要求的前提下展开相应的施工工作。

（3）原位测试

在勘测中要能展开原位测试工作，如碎石土、强风化层采取重型动力触探测试、软土进行大量标贯测试、微透水的基岩层采用抽水试验测试等，在后续的各项工作中做好测试数据的应用，保障后期的建设效果。

（4）水文地质勘察

港口建设工程中必须做好地下水位勘察工作，在岩土勘察时对多层地下水进行地下水位分层量测，收集地下水位的长期观测资料等。在勘察时应展开相关水文地质勘察工作，勘察地下水的埋藏条件与水位变化情况，绘制地下水等水位线图，详细说明地下水的发展趋势和水位变化情况，结合水文具体情况系统测量地下水位，监测地下水的渗透性情况，判断地下水会给建筑材料带来的各种影响，进行危险性等方面地评价与判定，准确根据具体情况制定有效应对措施^[3]。

三、港口建设地基处理技术

（一）垫层换填技术

对软基进行处理时可采用垫层换填的方法，该方法广泛应用于处理浅层软弱土或不均匀土层。在具体应用时可使用人工为主机器为辅助的组合方式，将浅层泥土

取出来,之后通过填充碎石等材料,让地基可以更为密实,提升其稳定性,实现软基处理的目的。在施工时如果填埋深度过大,可合理增加一层土工合成材料,从而让底部碎石等材料可以得到很好地契合,不出现缝隙的同时,也有效降低垫层底面压力,加大地基的整体强度,避免地基不均匀沉降、地基侧向隆起等问题出现,让地基稳定性更高,让港口建设的质量更为良好^[4]。

(二) 预压法技术

该技术是在地基强度较低时,通过在地基上部施加压力,从而让其强度增加,达到建设要求。主要适用于处理淤泥质土、淤泥、冲填土等饱和黏性土地基。预压法施工技术成本较低,可有效提高地基质量和强度。在港口建设的地基处理中可通过应用该方法让软弱土地基的水分大量排出,从而达成地基处理要求^[5]。

(三) 化学加固技术

该方法是通过高压浇灌、压入、深层搅拌等方法将化学浆液应用在地基层,从而提升地基层的稳固性。常用的化学浆液有水玻璃浆液、水泥浆液等。其主要的工作原理是使用化学浆液将分散的土粒或者软土进行黏结加固,提高地基的力学特性和物理特性,使它们充分的硬结在一块,从而形成加固体地基,增强地基的坚固度和承载力。

(四) 桩基础技术

桩基础技术主要是通过在地基立桩从而将荷载传到地下深处坚硬的土层,抵抗作用在桩上面的荷载,从而让地基上部的建筑更为稳固,满足各项施工要求。该方法有着承力大、变形小等优点,可在动荷载和水平荷载满足方面发挥重要作用。常用的桩基础有墩基、钢筋混凝土灌注桩等,在施工中可通过压浆技术快速展开桩基础技术的应用。

(五) 高真空击密法

该方法是将高真空排水法和强夯击密法相结合,在真空进行排水的同时对排水后的地基进行强夯,从而对软土地基进行交替多遍处理,充分发挥两种工法的优点,达到良好的地基处理效果。在具体施工中可将水平卧管埋设于需要处理土体的表层土中,减少因施工区域真空管的设置影响击密设备的运行,可根据塑料排水板的影响范围选择合适的间距,让击密设备在施工的时候不影响抽真空的效果。该方法可同时进行不间断的抽真空和强夯,有效缩短施工时间,节省造价,保证施工质量,有效达到提高承载力、减少地基工后沉降和差异沉降等地基处理目标。

四、提升港口建设岩土工程勘察与地基处理效果的策略

(一) 信息化技术的应用

近年来,信息化技术发展迅速,各行各业在其生产和发展中都对信息化技术展开了广泛应用,并取得了很好地应用效果。因此在港口建设的岩石勘察和地基处理

中相关单位可以科学地应用信息化技术,如开发工程项目管理系统,对项目建设的全过程展开信息化管理等,从而提升岩土勘察和地基处理工作的工作效率和工作质量。此外,在港口建设中针对岩石勘察和地基处理工作相关建设单位还可以合理使用BIM技术,进行地质建模,通过地质模型上的参数信息展开各项高质量施工工作。

(二) 使用新设备和新技术

其一、使用新设备。在港口建设过程中相关建设单位要能引进新设备,如新型钻机、新型物探设备等,这样才能更好地提升建设质量。其二、使用新技术。由于港口岩土工程勘察的特殊性,在原位测试中可采用PS测井探头测试方法。PS测量是一种利用低频声学探头的先进测量技术,PS测井可原位测定压缩波和剪切波在岩土体中的传播速度,对岩土地层情况进行全面了解、分析,有效地解决许多地质问题,诸如确定场地土类型、建筑场地类别,提供断层破碎带、地层厚度、固结特性和软硬程度、评价岩土体质量等。该测量方法使用简单、快速,测试结果精度高且作业成本低,可在充水钻孔深度达600米的情况下获取精准数据。

(三) 完善管理

其一、做好管理。岩土勘察和地基处理工作是一项基础性的工作,因此必须要重视勘察和地基处理工作,规范展开每项工作内容,确保港口建设工作的质量。其二、加强人员的技术培训与学习,促进知识的更新换代。相关建设单位要能通过培训,促进技术人员技术的不断提升,增加其勘察和地基处理技术的知识广度和深度。

结束语

总而言之,要想保证港口建筑的质量,就必须做好岩土勘察和地基处理工作,这是展开后续建设工作的基础条件。在实际施工中,建设单位需要能科学选择勘察方法,根据实际情况制定完善的地基处理方案,进而不断提高港口建设工程的施工质量。

参考文献

- [1] 袁增会,赵玉瓚.高层建筑岩土工程勘察分析及地基处理技术[J].四川建材,2023,49(10):43-45.
- [2] 蒋子龙.岩土工程勘察与地基施工处理技术分析[J].科技资讯,2023,21(17):128-131.
- [3] 戴巍.特殊地质条件下岩土工程勘察与地基施工处理技术研究[J].价值工程,2023,42(10):72-74.
- [4] 李登科,韩锐.岩土工程勘察与地基施工处理技术分析[J].石材,2023,(02):19-21.
- [5] 刘镠.软土条件下岩土工程勘察技术优化研究[J].江西建材,2022,(12):147-148+153.

作者简介:李佳佳(1995-),男,河北邢台人,助理工程师,主要从事岩土工程方面的研究。