

# 关于某段城市临水道路的工程地质参数选取及分析实例

宋利春 狄宇天

内蒙古自治区水利水电勘测设计院有限公司 内蒙古 呼和浩特 010010

**摘要:** 城市道路在修建过程中会遇到农田、沟渠、水塘等影响道路稳定的不良地基。本文针对某段城市临水道路中存在的不良地基,采用钻探、原位测试及室内试验等方法进行勘察,按数理统计的方法分析各地层参数,对变异性较大的异常值采用置信区间法即 $(\mu \pm 3\sigma)$ 法则进行剔除,各岩土层物理指标取算术平均值,力学指标及原位测试取标准值,动探击数统计过程中变异系数 $\geq 0.30$ 时,取小值平均值,修正系数均大于0.75。采用该参数进行地基处理后,该道路经过两年多的运行,未发生失稳及不均匀沉降的问题,证明对于临水道路的地质参数选取是合理的。

**关键词:** 工程地质参数; 变异系数; 算术平均值; 标准值

## 1 引言

近年来由于国家城镇化率提高,许多城市的范围不断扩展,城市道路修建过程中将会遇到农田、沟渠、水塘等影响城市道路设计的不良地质问题。城市道路不同于一般公路,因建筑红线的限制,对路基挖方、填方及道路纵坡有较高的要求。本文通过对某段城市临水道路勘察中遇到的不良地质问题进行分析论证,提出了合理的地质参数建议值。

## 2 工程概况

某城市新建市政道路,全长1632.205m,横断面布置形式为:[2m(人行道)+3m(绿化带)+5m(行车道)+5m(行车道)] $\times 2 = 30\text{m}$ ,双向四车道布置;按城市次干路设计,设计速度40km/h。雨水管道距道路中心线南侧8.50m,污水管道距道路中心线北侧8.50m。

## 3 工程地质勘察

### 3.1 勘察目的

通过多种手段对该道路沿线各地段路基的稳定性和岩土性质作出工程地质评价,为路基设计、路基回弹模量的确定、路面结构设计、边坡防护与加固、路基路面排水设计以及不良地基问题的处理等提供设计依据和必要的设计参数。项目勘察还对场地的水文地质及工程地质条件作出详细评价,为地基基础设计、基坑开挖提供所需的设计参数,并提出相应的建议。

### 3.2 勘探点勘探点深度要求

**作者简介:** 宋利春,出生年月:1980年8月,民族:汉,性别:男,籍贯:山西省静乐县,单位:内蒙古自治区水利水电勘测设计院有限公司,学历:大学本科,邮编:010020,邮箱:13704713460@163.com,研究方向:工程地质与水文地质

(1) 填方路段钻孔深度:钻探至拟建道路路基底面以下5m。

(2) 挖方路段钻孔深度:一般情况,钻探至拟建道路路基底面以下5m;若遇填土层需钻穿填土层直至遇见持力层以下5m。

(3) 当线路通过含有有机质的垃圾、疏松的杂填土、未经沉实的近期回填土、软土和可液化土层(饱和砂土、粉土层)的地段时,勘探孔应适当加深钻穿土层。

### 3.3 勘探点布置

本次勘察共计布置钻孔76个,勘探点间距为45m,局部地段加密。设计钻孔深度15m,实际钻孔深度15m左右;各钻孔完成后,均采用原土回填不足部分采用粘土球捣实密封。

## 4 工程地质

### 4.1 地形地貌

拟建场地地形地貌为冲积平原地貌,地理位置优越,交通方便。拟建道路沿线现况左侧有城市建筑物分布,距离拟建道路边延线5~10米。道路右侧为原有农田、荒地,多处水塘点状分布。道路现状地面标高10.96m~14.89m,高差约为3.93m,地势平坦;场地类别按《市政工程勘察规范》属II类场地。

### 4.2 地层岩性

根据现场钻探揭露,场地内揭示的地表覆盖层由第四系全新统人工填土、河流冲洪积层组成,局部有第四系全新统湖积层。根据临近工程及钻探成果资料分析,场地内地表覆盖层厚度一般 $\geq 15\text{m}$ 。现根据钻探揭示情况将场地各地层的分布及特征主要分为3大层,由上至下简述如下:

第①层第四系全新统人工填土层

淤泥质砂,灰黑色,软塑状,有淤泥臭味。分布于场地西南侧,层厚 1.5~2.5m,拟建南通路西南侧右侧路段在该土层分布范围内,为力学性状不良土体;

填土,杂色,松散,稍湿。大部分地段以素填土为主,以粘性土及砾砂等回填而成,部分钻孔可见回填的建筑垃圾。主要分布于沿线道路、房屋等地带,呈连续分布。钻探揭示厚度 0.40~4.20m,回填时间各处不等。

第②-1层粘土

埋深 1.7~3.5m,揭露层厚 1.3~3.0m,褐红、灰白色,质纯,具有斑状结构,稍湿~湿,硬塑状态,切面光滑,摇振反应无,韧性和干强度高。膨胀率为 33~49,属于弱膨胀土。该岩性分布不连续,在场地内呈透镜体分布。

第②-2层含粘性土中砂

埋深 0.0~2.0m,层厚 0.5~2.0m,灰色,灰白色,石英质,粒径一般 0.5~4mm,颗粒呈次棱角~亚圆状,混 10~20%黏性土,湿-饱和,松散~稍密状态。局部呈褐红色,含少量铁锰质结核。下部为黏性土不均匀含中粗砂,花斑状。切口粗糙,干强度中等,土粒胶结完整性好。

第②-3层含粘性土砾砂

埋深 2.5~5.7m,层厚 0.40~4.00m,浅黄色为主夹少量砖红色,粒径一般 0.5~3mm,颗粒呈次棱角~亚圆状,颗粒级配不均,饱和,稍密状态。主要成分为石英质粗砂及少量砾砂颗粒,局部含较多细中砂及黏性土。

第③层砾砂

揭露最大层厚 11.20m,灰白的为主夹少量砖红色,

粒径一般 0.5~3mm,颗粒呈次棱角~亚圆状,颗粒级配不均,湿~饱和,稍密状态。主要成分为石英质粗砂及少量砾砂颗粒。

4.3 水文地质条件

地表水主要分布于场地右侧零星分布的多处水塘,水塘深度 2m 左右,水体补给主要来自大气降水,拟建道路一部分路基位于水塘内,地表水对拟建道路有一定的影响。

地下水主要赋存于第③层砾砂层,属强透水性地层,其含水层厚度较大,含水性好,水量丰沛,具有承压性。在区域上本场地属地下水排泄区。潜水具有统一的水力联系,但由于地质情况的复杂多变,地下水位埋深在纵横向均具有一定差异性,水位年变幅 1~2m。在场地范围内稳定水位埋深如下:水位埋深 0.47~3.44m。拟建部分路段水位埋藏较浅,水量丰富,对本工程影响较大。

5 岩土层物理力学性质

5.1 岩土参数的统计分析

为查明拟建场区内岩土层的物理力学性质,为设计提供可靠的岩土工程参数,本次勘察主要采用现场原位测试成果和岩样室内物理力学试验成果对各层岩土进行综合分析和评价。

该场区第①层人工填土建筑垃圾含量较小,采用现场 $N_{63.5}$ 动力触探试验成果结合原状土样室内土工试验评价其均匀性和承载力;第②层~第③层均采用现场标准贯入试验成果结合原状土样室内土工试验评价其均匀性和承载力。见表1、表2。

表1 第①层重型动力触探试验 $N_{63.5}$ 锤击数统计表

岩土层及编号	试验次数n	基本击数(击)			标准差 $\sigma$	变异系数 $\delta$	统计修正系数 $r_s$	标准值 $N_{63.5}'$ (击)
		max	min	$\phi_m$				
填土①	19	5.0	1.0	3.0	1.05	0.35	0.86	2.6

表2 第②<sub>1</sub>、②<sub>2</sub>、②<sub>3</sub>、③层标准贯入试验锤击数统计表

岩土层及编号	试验次数n	基本击数(击)			标准差 $\sigma$	变异系数 $\delta$	统计修正系数 $r_s$	标准值 $N'$ (击)
		max	min	$\phi_m$				
黏土② <sub>1</sub>	2	15	13	14	/	/	/	12.5
含粘性土中砂② <sub>2</sub>	10	15	6	10.1	3.28	0.33	0.75	8.2
含粘性土砾砂② <sub>3</sub>	16	16	10	14.3	1.70	0.12	0.95	13.6
砾砂③	22	17	10	12.6	2.22	0.16	0.94	12.6

5.2 岩土参数的可靠性和适宜性分析

勘察采用钻探、原位测试及室内试验等多种勘察手段,原位测试与室内试验优缺点互补,从而客观真实地提供设计所需的各岩、土层物理力学指标。岩土参数的统计按地质分层进行,对变异性较大的异常值采用置信

区间法即( $\mu \pm 3\sigma$ )法则进行剔除,各岩土层物理指标取算术平均值,力学指标及原位测试取标准值,动探击数统计过程中变异系数  $\geq 0.30$  时,取小值平均值,修正系数均大于 0.75。各主要岩土层的指标统计数能够满足勘察规范要求,可以作为评价岩土性质的依据。

## 5.3 岩土参数的选取

根据室内土工试验、原位测试成果按相关规范和地

区经验,综合确定场地内各岩土层的承载力特征值、压缩(变形)模量和抗剪强度指标等物理力学参数。见表3。

表3 岩土的重度、抗剪强度标准值综合成果表

岩土层及编号	土工试验			经验取值		综合取值		
	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c_k$ (kPa)	$\phi_k$ (°)	$c_k$ (kPa)	$\phi_k$ (°)	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c_k$ (kPa)	$\phi_k$ (°)
填土①	—	—	—	10	15	20.0	10	15
黏土② <sub>1</sub>	18.3	75.7	9	40	10	18.9	40	10
含粘性土中砂② <sub>2</sub>	19.2	64.5	9.69	33	20	19.2	33	20
含粘性土砾砂② <sub>3</sub>	19.5	58.5	8.42	32	30	19.7	32	30
砾砂③	18.3	51.1	11.5	5	30	20.5	5	30

表4 承载力特征值及压缩(变形)模量综合成果表

岩土层及编号	土工试验		动力触探N63.5			标准贯入			综合取值	
	fak (kpa)	Es(Mpa)	N	fak (kpa)	Es(Mpa)	N	fak (kpa)	Es(Mpa)	fak (kpa)	Es(Mpa)
填土①			3	120	5.0				120	5.0
黏土② <sub>1</sub>	235	10.65				14	280		235	10.6
含粘性土中砂②-2	200	9.29				10	100		200	9.3
含粘性土砾砂②-3	240	7.99				14	260		240	8.0
砾砂③						13	220	13	220	13.0

## 6 地下水的影响

场地地下水埋深较浅,地下水对所揭露的填土①、黏土②<sub>1</sub>、含粘性土中砂②<sub>2</sub>、含粘性土砾砂②<sub>3</sub>、砾砂③、影响较大,其中填土①、含粘性土中砂②<sub>2</sub>及含粘性土砾砂②<sub>3</sub>受地下水(含地表水)浸泡易产生基坑开挖滑坡、崩塌和土体流失等现象;砾砂③受雨水、生活用水冲刷及地下水渗流浸泡易出现基坑开挖土体滑坡(崩塌)和流砂等不良地质现象。

场地的地下水埋深较浅,路基上部土层处于地下水和地表水的毛细影响区内,结合该工程特点,根据《城市道路路基设计规范》(CJJ194-2013)的相关条目合理确定路基的临界高度,提供了精准的设计参数。

## 7 场地不良地质问题的处理方案

场地属于冲积平原地貌,地势平坦,场地右侧零星分布多处水塘,水塘深度2m左右,水塘内分布有灰黑色淤泥质砂,属淤泥质土,呈现软塑状,高压缩性特征,属于力学性状不良土体。该土体在水塘内分布厚度差异较大,不良土体的层底埋深一般在4~5m。

如对不良地质土体进行全部清除,考虑土体的层底埋深5m左右,当基坑开挖5m后、受左侧已有建筑物影响无法放坡、且地下水位较高、雨水等极端条件的影响,可能出现坑壁坍塌危险和左侧已有建筑物基础受影响等工程风险,施工时除了排水问题,还需采取采用钢板桩加钢撑支护基坑边坡,这种处理方式极大地增加了工程

的施工成本。

为了对临近已有建筑物影响到最小,方案确定为抛石挤密的方案,采用合理级配的块石及碎石混合物,大粒径的块石可以置换淤泥质土,并形成稳定的骨架结构,小粒径的碎石对孔隙进一步置换,不会因为阻滞地下水流动,造成局部地下水位产生壅高。也避免后期由于地下水的流动,细粒土流失造成道路的不均匀沉降。且这种处理方式施工成本低,施工方便。

## 结束语

本文针对某段城市临水道路中存在的不良地基,按数理统计的方法分析各地层参数,对变异性较大的异常值采用置信区间法即( $\mu \pm 3\sigma$ )法则进行剔除,各岩土层物理指标取算术平均值,力学指标及原位测试取标准值,动探击数统计过程中变异系数 $\geq 0.30$ 时,取小值平均值,修正系数均大于0.75。采用该参数进行地基处理后,道路经过两年多的运行,未发生失稳及不均匀沉降的问题,证明对于临水道路的地质参数选取是合理的。

## 参考文献

- [1] 火映霞,翟洪飞. 岩土参数有效数字的取舍对计算结果的影响[J]. 科协论坛(下半月). 2010(12)
- [2] 张继周,缪林昌. 岩土参数概率分布类型及其选择标准[J]. 岩石力学与工程学报. 2009(S2)
- [3] 易少凤. 岩土参数分析中出现的高变异系数的原因分析及应对方法[J]. 中国新技术新产品. 2009(05)