

延边和龙地区地质特征及地基承载力的研究

李向群 苑成旺

(吉林建筑大学测绘与勘查工程学院,吉林长春 130118)

【摘要】 关于延边和龙地区地质特征及地基承载力确定方法的研究较少,通过土工试验,重型动力触探试验和标准贯入试验原位测试方法,分别对和龙地区常在工程中用作持力层的圆砾层和全风化泥岩层的地基承载力进行了测试研究,得到了圆砾层颗粒级配、地基承载力特征值、变形模量的数据,全风化泥岩层地基承载力特征值的数据。对试验数据进行统计分析,得出和龙地区圆砾层地基承载力范围,得出圆砾层地基承载力特征值、变形模量与重型圆锥动力触探锤击数线性相关的结论,以此建立适合当地地质条件的相关经验公式。为延边和龙地区岩土工程勘察工作确保获得可靠、适用的岩土参数提供经验与依据,为周边相似地层的研究提供参考。

【关键词】 地基承载力;圆砾层;动力触探试验;全风化泥岩层;经验公式

【中图分类号】 TU 432

【文献标识码】 A

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2016.04.010

Foundation Bearing Capacity and Geological Characteristics of Yanbian Helong

Li Xiangqun Yuan Chengwang

(College of Surveying & Prospecting Engineering, Jilin Jianzhu University, Changchun 130118, Jilin, China)

【Abstract】 Research on foundation bearing capacity and geological characteristics of Yanbian Helong is little, based on geotechnical test, heavy dynamic penetration test and standard penetration test in situ testing method, Helong area often used gravel layer and weathered mudstone layer in engineering, got round gravel granular layer gradation, foundation bearing force characteristic value, deformation modulus data, weathered mudstone foundation bearing capacity characteristic value of the data. The test data for statistical analysis, draw Helong area round gravel layer foundation bearing force and draw round gravel layer foundation bearing force characteristic value, deformation modulus and heavy cone dynamic penetration hammer number linearly related to the conclusion, so as to establish the local geological conditions related to the empirical formula. empirical formula. To Helong area geotechnical engineering exploration ensure access to reliable, applied geotechnical parameters provide experience and evidence, provide experience for similar area.

【Key words】 ground bearing capacity; gravel layer; dynamic penetration test; weathered mudstone layer; empirical formula

0 引言

和龙市地处吉林省东南部,隶属延边朝鲜族自治州,位于东北亚经济圈的腹地,地理位置优越。伴随经济发展,和龙市境内工程建设高速发展,对和龙地区的工程地质勘察、地基承载力的确定提出了新的要求。关于和龙地区地质特征及地基承载力的研究不多,李向群^[1]等对延边延吉地区泥岩、砂岩层进行了现场原位测试以及土工试验以探讨延吉地区地层承载力实际情况。孙广利^[2]等研究得出长春老黏性土的地基承载力特征值与土的天然孔隙比和液性指数线性相关,指出依据室内土工试验物理性质指标天然孔隙比和液性指数评价和确定老黏性土确定地基承载力的方法。吕宗耀^[3]等对延吉盆地风化砂质泥岩层的地基承载力进行了测试研究,得出了风化

砂质泥岩地基承载力特征值范围,地基承载力特征值、变形模量与标准贯入试验锤击数线性相关的结论。杨光华^[4]等提出利用压板试验确定土的强度参数和变形指标,然后用切线模量法计算具体基础的 $p-s$ 曲线,由此曲线根据地基安全要求和沉降要求双控的原则确定地基承载力。现结合近几年对和龙地区的岩土工程勘察资料进行总结分析,为正确反映和龙地区的工程地质条件,掌握各土层间分布和变化规律,对地质稳定性、均匀性作出合理评价,提供可靠的岩土工程参数,提出有效的地基承载力确定方法。

1 地质特征

1.1 区域地质背景

和龙市位于长白山东北部,属南岗山脉分水岭

的和龙盆地,周边为波状起伏的丘陵和连绵交错的低山,海拔高程 500 m 以下,相对高程 200 m 以下,地势由西向南往东北呈渐低趋势。和龙盆地及周边区域出露的地层有太古界、侏罗系、白垩系、第三系和第四系,岩石以酸性侵入岩—花岗岩为主。

1.2 区域地质构造

和龙地区所处的构造体系位置,相当于中国北部天山-阴山东西复杂构造带和中国东部长白山新华夏系隆起带的交汇部位,和龙盆地就位于北西—南东向的古洞河深断裂以南,属中朝准地台,本区控制性断裂位于和龙盆地北端,区域上称和龙大断裂,近南北向,南经小谷岭到新丰屯一带,长 40 km。该断裂规模较大,中生代为主要活动期,目前已趋于稳定,不会造成大规模的升降或错位现象。另外,本区第四纪以来未发现有活动性断裂,所以认为本区在

大地位置上属于相对稳定区。

1.3 地层岩性及分布特征

第①层杂填土(Q^{ml}):杂色,主要由建筑垃圾及生活垃圾组成,厚度 2.50~3.40 m,该层在整个建筑场区均有分布。第②层圆砾(Q_s^{pl}):灰黄色,饱和,中密—密实状态,厚度 3.70~4.40 m,卵石含量约占 13%、砾石含量约占 44%、砂含量约占 42%,含泥量约占 2%。卵、砾石磨圆较好,以亚圆形为主,级配良好,母岩成分主要为花岗岩,该层在整个建筑场区均有分布,层顶标高为 329.43~330.71 m。第③层全风化泥岩(K_{1d}):是本区基岩之一。灰色—深灰色,干钻可钻进,泥质结构,层状构造,钻探揭露的最大厚度 1.60 m,该层在整个建筑场区均有分布,层顶标高为 325.13~326.59 m。第②层圆砾层中的地下水的渗透系数为 75.0~90.0 m/d。(见图 1)

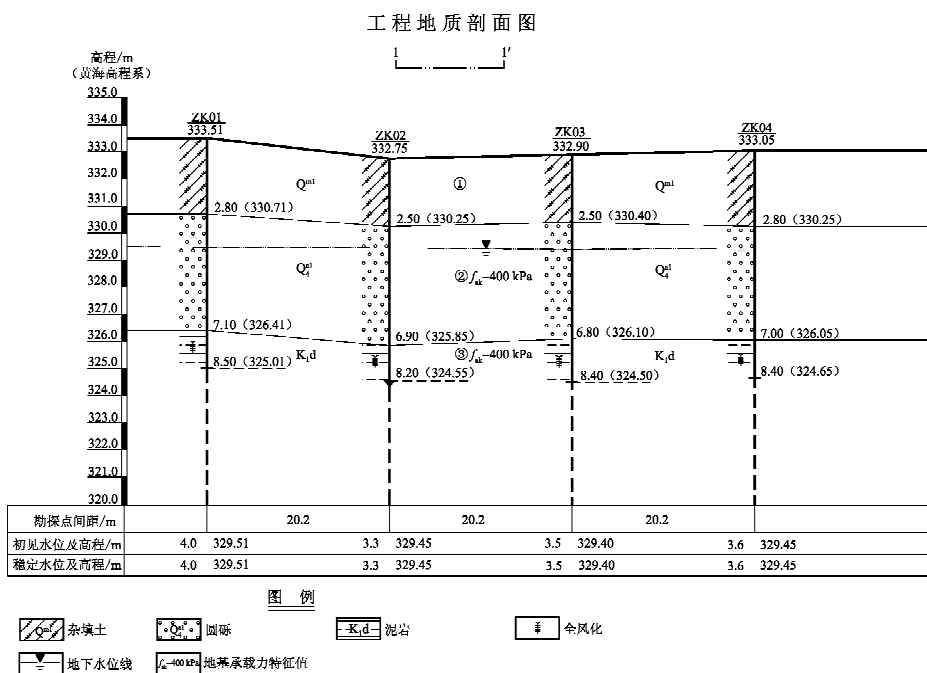


图 1 工程地质剖面图

2 地基承载力测试

2.1 常用地基承载力计算方法

当按土的抗剪强度指标确定计算地基承载力时,《建筑地基基础设计规范》(GB 5007—2011)推荐的理论公式计算为^[5]

$$f_a = M_a \gamma b + M_d \gamma_m d + M_c c_k$$

式中: f_a 为地基承载力特征值; b 为基础宽度,当小于 3 m 时取 3 m,当大于 6 m 时取 6 m; c_k 为基础底面下土的黏聚力; M_a 、 M_d 、 M_c 为相应的承载力系数。

当按地基载荷试验确定地基承载力时^[6],所测

得结果一般能反映相当于 1~2 倍载板宽度的深度以内的土体的平均性质,载荷试验虽然比较可靠,但费时、耗资而不能多做,除了载荷试验以为,静力触探、动力触探、标准贯入试验等原位测试,也常用来测试地基承载力特征值。本次勘察中,采用钻探取样、原位测试(标准贯入试验、重型动力触探)和室内试验相结合的方法。

2.2 室内土工试验

在试验点现场取原状土试样进行室内土工试验,获得圆砾层的颗粒级配,土工试验数据见表 1。

表 1 圆砾层室内土工试验汇总表

| 井孔号 | 取土深度 /m | 颗粒组成/% | | | | | | 曲率系数 Cc | 不均匀系数 Cu |
|-------|---------|--------|---------|----------|-------------|---------------|-----------|---------|----------|
| | | >20 mm | 20~2 mm | 2~0.5 mm | 0.5~0.25 mm | 0.25~0.075 mm | <0.075 mm | | |
| Zk 01 | 3.4~3.7 | 12.8 | 45.9 | 20.8 | 16.9 | 3.3 | 0.9 | 0.53 | 19.6 |
| Zk 02 | 2.9~3.2 | 14.2 | 43.9 | 20.8 | 11.8 | 8.1 | 2.2 | 0.79 | 20.6 |
| Zk 03 | 3.4~3.7 | 10.9 | 41.6 | 20.7 | 15.7 | 8.8 | 2.3 | 0.57 | 18.3 |
| Zk 04 | 3.6~3.9 | 11.8 | 46.3 | 21.2 | 14.2 | 4.9 | 1.6 | 0.69 | 14.8 |
| Zk 05 | 3.8~4.1 | 13.8 | 45.7 | 23.9 | 12.8 | 2.6 | 1.2 | 0.71 | 17.9 |
| Zk 06 | 3.7~4.0 | 11.8 | 41.3 | 21.8 | 18.2 | 5.2 | 1.2 | 0.54 | 19.3 |
| 最大值 | | 14.2 | 46.3 | 23.3 | 13.6 | 8.8 | 2.3 | 0.79 | 20.6 |
| 最小值 | | 10.9 | 31.3 | 19.2 | 10.2 | 2.6 | 0.9 | 0.53 | 14.8 |
| 平均值 | | 12.6 | 44.1 | 21.2 | 12.0 | 5.5 | 1.6 | 0.64 | 18.4 |

从表格 1 可以看出,圆砾层颗粒级配连续,Cu>5,土的级配良好。

采用重型动力触探试验对试验场地内的圆砾层地基承载力进行原位测试,承压板为刚性板,面积 0.5 m²,试验汇总见表 2。

2.3 原位测试

1)动力触探试验

表 2 动力触探试验数据及变形模量汇总表

| 试验点编号 | 地基承载力特征值 f _{ak} /kPa | 变形模量 E ₀ /MPa | 承压板下圆砾层厚度 /m | 承压板下 1.5~2.0 m 范围 N _{63.5} (数据个数/平均值) |
|-------|-------------------------------|--------------------------|--------------|--|
| Z1 | 400 | 27.01 | 2.0 | 18/11.3 |
| Z1 | 700 | 32.51 | 3.1 | 16/16.7 |
| Z1 | 720 | 43.91 | 6.1 | 16/20.1 |
| Z2 | 370 | 24.15 | 2.0 | 15/9.8 |
| Z2 | 600 | 36.26 | 2.9 | 18/14.3 |
| Z3 | 390 | 24.01 | 2.0 | 15/10.1 |
| Z3 | 630 | 34.60 | 5.6 | 19/16.1 |
| Z4 | 430 | 25.33 | 1.9 | 16/10.5 |
| Z4 | 550 | 33.45 | 3.1 | 20/15.1 |
| Z4 | 820 | 43.60 | 6.1 | 20/23.2 |
| Z5 | 350 | 22.67 | 1.9 | 15/9.0 |
| Z5 | 860 | 36.82 | 6.1 | 20/19.8 |

对表 2 的圆砾层地基承载力特征值与修正后的 DPT 锤击数 N_{63.5} 进行一元线性回归分析,两组数据线性相关,相关系数 0.927,见图 2。

根据分析结果,得出计算和龙地区圆砾层地基承载力特征值的经验公式:

$$f_{ak} = 32.27N_{63.5} + 21.69 \quad (1)$$

式中:f_{ak}为地基承载力特征值,kPa;N_{63.5}为修正后的 DPT 锤击数。

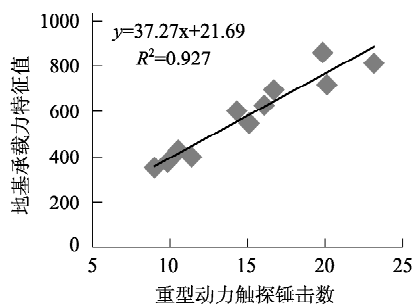


图 2 地基承载力特征值与 DPT 锤击数关系

对表 2 的试验数据变形模量 E₀ 进与修正后 DPT 锤击数 N_{63.5} 的进行一元线性回归分析,两组数据线性相关,相关系数 0.909,如图 3 所示。

根据分析结果,得出计算和龙地区圆砾层变形模量 E₀ 的经验公式:

$$E_0 = 1.573N_{63.5} + 9.307 \quad (2)$$

式中:E₀为地基变形模量,MPa;N_{63.5}为修正后的

DPT 锤击数。

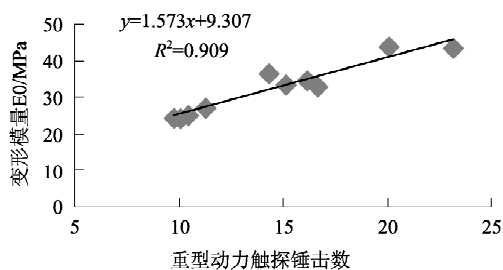


图3 变形模量与 DPT 锤击数关系

2) 标准贯入试验

根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)^[7]、《岩土工程勘察技术暂行规定》(DB22/T367)^[8]等有关规范的技术要求,采用标准贯入试验对全风化泥岩层进行地基承载力测试,试验孔数6个,修正后标贯击数 N 平均数为 73.5,标准差 1.812,变异系数 0.051,依据地区经验,得出地基承载力特征值 680 kPa。

3 结论

本文通过对和龙地区进行地质勘察工作,结合土工试验、重型动力触探试验及标准贯入试验,得出以下结论:

1) 和龙地区虽然存在和龙区域大断裂,但早已趋于稳定,本区第四纪以来未发现有活动性断裂,所以认为本区在大地位置上属于相对稳定区,试验场地第①层杂填土松散、具有高压缩性,不宜作为建筑物的天然地基持力层。

2) 从土工试验可以看出,圆砾层颗粒级配连续, $C_u > 5$,土的级配良好。动力触探试验确定圆砾层地基承载力是可靠的方法,试验区地基承载力范围 350~860 kPa,平均值 568 kPa,在缺乏当地经验的情况下,可由动力触探试验确定其地基承载力,该层分布均匀,厚度较大,工程性能较好,属低压缩性土,适宜作为建筑物的天然地基持力层。

3) 通过对圆砾层原位测试试验数据分析,得出

圆砾层地基承载力特征值、变形模量与 DPT 锤击数线性相关,可按地区经验公式计算地基承载力特征值和变形模量。

4) 通过标准贯入试验测得该地区全风化泥岩层地基承载力特征值为 680 kPa,结合地区经验值全风化泥岩层地基承载力特征值为 450 kPa,最终建议取值 560 kPa,以往地区经验值偏于保守,该层分布均匀,厚度较大,工程性能较好,适宜作为建筑物的天然地基持力层。

本次研究所采用的取样、原位测试及试验的数量及方法满足相关规范的要求,不同的测试方法所得结果基本一致,离散程度小,提供的岩土参数可靠、适用。由于标准贯入试验所采集数据相对较少,未能对试验数据分析得出适用的经验公式,可做进一步研究,试验数据受地域局限性影响,经验公式本区域可参考使用。

参考文献

- [1] 张兆辉,李向群. 延边地区土质成因及地基承载力的研究[J]. 长春师范大学学报,2015(6):69-73.
- [2] 吕宗耀,孙广利. 延吉盆地风化砂质泥岩地基承载力研究[J]. 吉林建筑工程学院学报,2013(6):22-25.
- [3] 杨光华,姜燕,张玉成,等. 确定地基承载力的新方法[J]. 岩土工程学报,2014(4):597-603.
- [4] 孙广利,李广杰,周景宏,等. 长春硬塑状态老黏性土地基承载力[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2014(2):591-595.
- [5] GB 50007—2011 建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [6] 赵明华. 土力学与基础工程,2012(4):164-165.
- [7] GB 50021—2001 岩土工程勘察规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [8] 吉林省住房和城乡建设部. DB 22/T367 吉林省建设工程标准. 岩土工程勘察技术暂行规定[S]. 长春,2004.

收稿日期:2016-05-16