

# 岩基载荷试验在确定强风化花岗岩 桩端持力层承载力中的应用

孙晓风, 郭党生, 王 慧

(中非地质工程勘察研究院, 北京 100102)

**摘 要:**结合北京八达岭停车场旅游商品市场岩土工程勘察项目,介绍了强风化花岗岩持力层承载力确定的方法与岩基载荷试验在工程中的实际应用。

**关键词:**花岗岩;承载力;岩基载荷试验;持力层

**中图分类号:**TU431 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)03-0039-03

在岩土工程勘察活动中,最主要的目的是查明地基岩土分布规律并提供地基承载力。现行岩土工程勘察规范中要求:“地基承载力应结合地区经验按有关标准综合确定”。在实际工程实践中,行业内目前常用的方法就是“地区经验法”,很少有利用现场载荷试验确定地基承载力的。在使用“地区经验法”确定地基土承载力时必须进行工程类比,即当要确定场地工程地质条件与地方规范中列举的工程地质条件基本一致或相近时,方可使用其承载力经验表。而在具体的工程实践中,有时无法在规范中找到与其类似的工程地质条件的情况,这时,使用现场载荷试验来确定地基土承载力是一种较好的选择。

在我院完成的“北京八达岭停车场旅游商品市场岩土工程勘察”项目中遇到了上述问题,我们利用岩基载荷试验解决了确定强风化花岗岩地基承载力的难题,为工程项目的顺利实施提供了可靠设计依据。笔者在此就岩基载荷试验在确定强风化花岗岩桩端持力层承载力和地基承载力特征值中的应用,提出试验方法与成果结论,不足之处,敬请批评指正。

## 1 建筑设计条件

本工程拟建建筑从拟建建筑南侧停车场向北看为地上 1 层,地下 3~4 层,从拟建建筑北侧坎下公路向南看为地上 3 层,地下 1~2 层。建筑总高度

22.65 m,拟建建筑东西向长约 164.5 m,南北向宽约 62.5 m,总建筑面积 40723 m<sup>2</sup>,混凝土框架结构,最大单柱荷载为 8547 kN;基底标高待定;拟采用柱下桩(墩)基础(一桩一柱)。

## 2 工程地质条件

拟建场地地貌上属低山丘陵,地形上原为一倾向偏北的沟谷,后由于修建八达岭高速路作为弃料场,填土深度 5~18 m,现已填平作为停车场,停车场地面标高 597.50 m 左右;拟建建筑位于停车场北段陡坎处。

地层:①填土层,厚度 5~18 m,主要为碎石混合土,结构松散,均匀性极差;②坡积土,厚度 0~6 m(沟谷中局部发育冲洪积土);③残积土,厚度 0~3 m,结构强度一般,均匀性较差;④强风化花岗岩(八达岭岩体),勘察最大揭露厚度 12.85 m,风化程度均匀,岩层顶面坡度不大。

场地地下水不发育。

## 3 设计持力层选择及要求

### 3.1 基底标高的选定

由于本次勘察是初勘、详勘相继进行,在完成初勘后,勘察、设计单位一起及时对地基持力层及基础形式的选择进行了研究,根据初勘揭示场地东段填土浅(填土厚度 5~10 m)、西段填土深(填土厚度 10~17 m)的特征,向业主建议:因地制宜,东段(长

收稿日期:2007-11-18

**作者简介:**孙晓风(1960-),男(汉族),河南孟津人,中非地质工程勘察研究院副总工程师、高级工程师,地质学专业,从事岩土工程勘察与技术管理工作,北京市望京西路甲 50-1, dikanyuan@sina.com;郭党生(1964-),男(汉族),北京平谷人,中非地质工程勘察研究院勘察院副院长、工程师,探矿工程专业,从事岩土工程勘察与技术管理工作;王慧(1975-),女(汉族),吉林公主岭人,中非地质工程勘察研究院勘察院主任工程师、工程师,工程地质专业,从事岩土工程勘察与技术管理工作。

约 98 m)设计 1 层地下室,基础底标高 -12.5 m;西段(长约 66.5 m)设计 2 层地下室,基础底标高 -17.5 m。

### 3.2 持力层及基础形式确定

按上述基础底标高,基底附近 3 种成因地层(填土、坡积土、残积土)均有分布,地基土极不均匀,无法满足设计对差异沉降的要求,不能直接作为持力层使用。下伏基岩为强风化花岗岩,从基底处计算,东段埋深 3~8 m,西段埋深 4~10 m;该层分布均匀,层面坡度不大,强度较高,是适宜的持力层。

根据上述条件,设计单位选择柱下桩(墩)基础(一桩一柱),采用人工挖孔扩底桩(墩)基础方案,嵌岩桩桩端持力层选择④层强风化花岗岩,入岩深度不小于 1 倍桩径。

### 3.3 设计要求

设计要求详勘时查明强风化花岗岩持力层埋深分布规律;提供强风化花岗岩持力层顶面等深线图及提供桩(墩)设计参数  $q_{pa}$ 。

## 4 载荷试验

### 4.1 试验方法的选择

在以基岩作为地基持力层的工程实践中,规范要求:

(1)对完整、较完整和较破碎的岩石地基承载力特征值( $f_a$ ),可根据室内岩石饱和抗压强度( $f_{rk}$ )按公式  $f_a = \psi_r f_{rk}$  确定;对破碎、极破碎的岩石,要求按地区经验取值,无地区经验时,可根据平板载荷试验确定。

(2)桩基工程的嵌岩桩桩端极限承载力可根据岩石饱和抗压强度( $f_{rc}$ ),按公式  $Q_{pk} = \xi_{sp} f_{rc} A_p$  或按公式  $R_a = q_{pa} A_p$  (公式中  $q_{pa} = \psi_r f_{rk}$ ) 确定。由于强风化岩不能取样成形,其强度不能通过单轴抗压强度试验确定,这种情况下可依据岩基载荷试验确定的桩端岩石承载力  $q_{pa}$ ,按  $R_a = q_{pa} A_p$  计算单桩竖向承载力特征值。

本工程显然均属于后者。初勘时依据土的物理力学指标结合地区经验,提出了持力层④层强风化花岗岩桩端极限端阻力标准值  $q_{pk} = 4000$  kPa 的设计指标建议,设计单位拟采用  $q_{pk} = 4000$  kPa 的 50% 作为桩端岩石承载力(即  $q_{pa} = 2000$  kPa)。由于受设备等试验条件限制,用静载荷试验来检验大直径嵌岩桩的竖向承载力难度较大。经与业主协商,设计单位建议勘察单位在详勘时进行岩基载荷试验,以准确确定初勘提供的设计依据的可靠性。

### 4.2 岩基载荷试验

岩基载荷试验依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)附录 H 进行。

#### 4.2.1 试验点的选择

结合本工程特点,勘察、设计单位在拟建场地共同选择 3 个试验点,在浅井中进行岩基载荷试验,试验深度位于设计桩端持力层④层强风化花岗岩岩层内。

#### 4.2.2 试验装置

采用平台堆载反力装置,即一次性将所需配重均匀地摆放在由钢梁组成的平台上。试验时,千斤顶的合力中心与特制的传力装置轴线和承压板形心重合,由千斤顶配合高压油泵施加反力,试验补载、控制加荷量、记录沉降位移均由仪器自动控制。试验载荷装置见图 1。

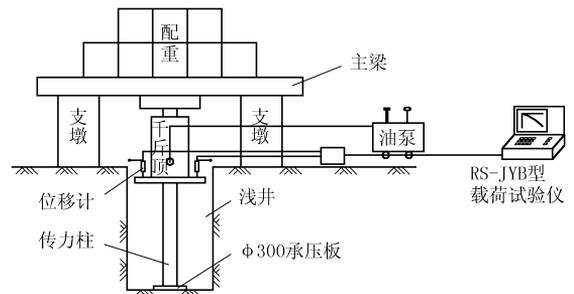


图 1 岩基载荷试验示意图

#### 4.2.3 加载与沉降观测

(1)试验加载量:采用单循环加载,使用直径 300 mm 圆形承压板,限于加载能力,荷载逐级递增至 2000 kPa 的 3 倍,然后分级卸载;

(2)加载分级:加荷分 10 级,级差取最大加载量的 1/10,第一级荷载加倍;

(3)沉降观测:加载后立即读数,以后每 10 min 读数一次;

(4)稳定标准:连续 3 次读数之差均不大于 0.01 mm 时,进行下一级荷载观测;

(5)卸载观测:按加载时的 2 倍卸载,每级卸载后,隔 10 min 读数一次,三次后即卸载至下一级,全部卸载后,继续读 30 min 记录回弹量。

#### 4.2.4 终止加载条件

岩基载荷试验加载过程中出现下列情况之一时,即可终止加载:

(1)沉降量不断变化,在 24 h 内,沉降速率有不断增大的趋势;

(2)压力加不上或勉强加上而不能保持稳定;

(3)本工程限于设备条件及加载能力,荷载加

至不少于设计值的 3 倍作为最大压力值。

### 4.3 岩基载荷试验结果(见表 1)

表 1 试验点载荷试验数据

加 荷 分 级	初 始	1	2	3	4	5	6	7	8	9
荷 载/kPa	0	1189	1798	2392	3001	3595	4204	4812	5421	6030
50 号	0.00	1.11	1.85	2.69	3.63	4.60	5.93	7.58	9.46	11.72
29 号	0.00	1.04	1.79	2.61	3.65	4.71	6.22	7.82	9.64	11.41
9 号	0.00	1.06	1.74	2.51	3.36	4.38	5.65	7.38	9.17	10.73

对试验点载荷试验原始数据进行整理,绘制出  $P-s$  曲线(如图 2)。

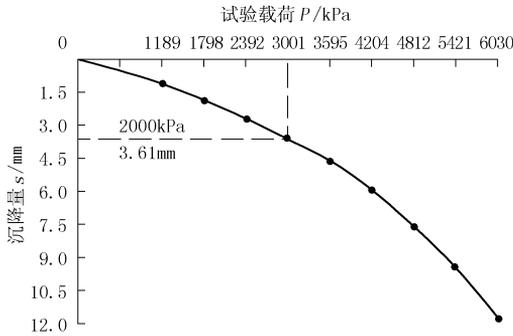


图 2 50 号试验点  $P-s$  曲线

29 号、9 号试验点载荷试验  $P-s$  曲线与 50 号点基本相同,在这里从略。

### 4.4 岩基载荷试验结果分析

(1) 根据试验结果及曲线特征,依据相关规范要求,经综合分析判定的荷载值见表 2。

表 2 荷载值综合分析判定一览表

试验点号	试验深度 /m	承压板面积 /m <sup>2</sup>	最大荷载 /kPa	最终沉降量 /mm	岩基承载力检测值 /kPa	检测值沉降量 /mm	岩基承载力 $q_{pa}$ /kPa
50	3.85	0.07065	6030	11.72	2000	3.61	2000
29	5.20	0.07065	6030	11.41	2000	3.62	2000
9	8.20	0.07065	6030	10.73	2000	3.37	2000

(2) 根据岩基载荷试验数据及  $P-s$  曲线分析,当试验荷载分别加至最大值 6030 kPa 时,均未出现破坏荷载,受试验设备条件限制,终止试验。

(3) 所得  $P-s$  曲线均为一条平缓光滑的曲线。根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002),第 H.0.10 条“岩石地基承载力的确定”要求,同时考虑场地地质条件及设计关于地基变形要求,经综合分析判定给出岩基承载力  $q_{pa} < 2000$  kPa 的设计值,与初勘报告提出的建议基本一致。

## 5 结论

通过对该工程强风化花岗岩的岩基载荷试验,较准确地为设计单位提供了地基承载力设计值,满足了设计要求;同时也为今后在北京市强风化花岗岩地区开展勘察工作积累了一定的经验。可以相信,通过各单位不断的试验成果积累,最终会总结出北京市强风化花岗岩的地基承载力经验表,从而更好地为首都建设服务。

### 参考文献:

[1] GB 50007-2002, 建筑地基基础设计规范[S].  
 [2] GB 50021-2001, 岩土工程勘察规范[S].  
 [3] 编写组. 工程地质手册(第三版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.

## 国内首个管道地灾评估体系建立

《中国矿业报》消息 在经历了年初的暴雪冰冻灾害后,人们对灾害风险预防和应急措施更加关注。2008 年 2 月 22~24 日,西气东输管道公司在上海召开《管道环境及地质灾害风险辨识与评估》成果验收会。中国工程院院士李鹤林等 13 位与会专家一致认为,该研究成果创造性地将管道风险评估原理与西气东输实际情况结合起来,建立了国内第一个管道环境及地质灾害风险评估模型与指标体系,并研制出了评估软件,研究成果整体处于国内领先水平。

专家组称,该课题在对西气东输管道面临的毁灾害、湿

陷性黄土灾害、采空塌陷灾害、泥石流灾害等 9 种灾害的危害特征、致灾机理、影响因素进行专题研究后,形成了具有实用价值的评估技术指南,不仅为一线常规识别和初步评估灾害危险源提供了规范的技术要求和评估标准,也为西气东输管道公司管道完整性管理工作组提供了基本方法和评估准则;项目组开发的评价软件,为灾害预防提供了辅助决策工具;对管道可能面临的地质灾害制定的相应的防治对策,将灾害风险水平控制在可接受范围,使管道始终处于安全可控状态。