

岩溶地区岩土工程评价及地基基础方案的比选

张先华

(湖北地矿勘察有限公司, 湖北 武汉 430030)

摘 要: 由于岩溶地基的极端复杂性, 目前所见的岩土工程勘察报告中对岩溶地区的岩土工程评价及基础方案比选的深度仍不能满足相应设计与施工需要。针对岩溶地区地基极不均匀的工程特点, 简述了当前岩溶地区岩土工程评价与地基基础比选的一些常见方法, 并指出了时下岩土工程勘察报告中的常见做法的不妥之处, 同时提出了在岩溶地区岩土工程评价及地基基础比选应当遵循的原则和方法, 强调了岩土工程评价及基础方案比选应有明确的工程针对性。

关键词: 岩溶; 岩土工程评价; 基础比选; 浅基础; 桩基础; 复合地基

中图分类号: P642.25; TU471.1

文献标识码: A

文章编号: 1671-1211(2010)03-0265-03

0 引言

岩溶(喀斯特)是可溶性岩石在水的溶(侵)蚀作用下,产生的各种地质作用、形态和现象的总称。根据目前建设行业通用的观点,按岩溶的埋藏条件可分为:裸露型岩溶(喀斯特)、覆盖型岩溶(喀斯特)和埋藏型岩溶(喀斯特)。常见的岩溶(喀斯特)形态主要有坡立谷、孤峰、残丘、天生桥、洼地、溶洞、溶沟、溶槽、溶隙、暗河、石林、石芽、落水洞、漏斗、竖井、石笋、石钟乳及上覆土层中后来次生的土洞及塌陷等^[1]。

一般说来,质纯层厚的可溶性岩层,岩溶发育强烈,且形态齐全、规模较大,含杂质的可溶性岩层岩溶发展较弱。结晶颗粒粗大的可溶性岩石,岩溶较为发育,结晶颗粒细小的可溶性岩石,岩溶发育较弱。在建筑物的使用年限内,岩层中岩溶的发育速度一般变化极微,大多数条件下可以认为是不变的。某些机械作用强烈且正在急剧发展的岩溶(喀斯特)地段,覆盖在岩溶岩层上部的第四系松散土层,在地表水下渗或地下水升降变化等作用下,可能会逐步形成土洞或塌陷(掩藏在地下或发展至地表),这个过程却不应一概被认为是建筑物的使用年限内不发生变化的。显然,对于这类场地与地基的岩土工程评价与基础比选,是一项具有重大实际意义的课题,也是十分复杂和存在颇多疑难的课题。

众所周知,对于一般的工业与民用建设工程,我们接触最多的是碳酸盐类岩石的岩溶地基的利用和处理,本文仅就这类场地地基与基础问题的评价谈点意

见,以期与感兴趣的同行交流。

1 岩溶地区的地基特点

根据岩溶的埋藏条件,岩溶地区的地基相应地可划分为裸露型岩溶(喀斯特)地基、覆盖型岩溶(喀斯特)地基和埋藏型岩溶(喀斯特)地基,它们的表现形式既各不相同又常有类似之处,既有单一形式又有复合(叠加)形式,详细分类可参见《岩溶地区地基分类》。岩土工程勘察的目的之一是提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议^[2]。岩溶地基的最主要特点在于其非均匀性和超常的变异性,尤其是单体建筑物尺度范围内的不规则性,这给人们带来了极大的认知困难。在岩溶地区,经常遇到岩石表面高低起伏变化巨大的现象,基础施工见岩深度屡见与勘探钻孔见岩深度不一致。例如,笔者在某水泥厂和某高层建筑的人工挖孔桩基础施工时,曾遇到水平距离只有二三十厘米而岩面高差超过数米至数十米的工程实例,在同一根桩上抽芯,一个钻孔一个样,搞得建设方、施工方、设计方都和勘察单位扯皮;在覆盖型岩溶(喀斯特)和埋藏型岩溶(喀斯特)场地,岩层上覆土层近岩面处多见软化现象,岩层浅部常较破碎;在岩溶岩层的残积与残坡积土层中,易被误判为基岩的蚀余孤石和石牙屡见不鲜;未充填、半充填或全充填软堆积物的溶洞,因顶板厚薄变化较大,溶洞形态及性质复杂,也常常给勘察人员带来野外作业与判定难度……。由于按普通的详细阶段的勘察很难确切地反映场地的实际岩溶情况,故而在岩溶发育场地常

收稿日期: 2009-11-20; 改回日期: 2010-05-21

作者简介: 张先华 (1964-), 男, 工程师, 岩土工程专业, 从事岩土工程勘察和施工工作。E-mail: zhangxianhua66@163.com

常需要在施工阶段进行专门的岩溶勘察,即便如此,在施工过程中还是要有反复地针对岩溶问题进行会诊的情况,且仍然会给正常的地基与基础的设计带来极大困难,施工质量很难得到保证,工期一拖再拖的事情时有发生,甚至还出现有个别工程不得不放弃建设的情形。

2 目前岩溶地区地基与基础的评价方法及存在的主要问题

由于岩溶地区工程地质与水文地质条件的极大变异性,使得岩溶地基常常具有极端的复杂性,虽然当前定性评价与定量评价方法的成果较多,但具有可操作性良好的似乎多局限在定性或半定量评价的范畴,如经验类比推定法、综合因子判别法、经验公式估算法等。常用的单个岩溶(洞体)的经验公式法局限性较大,而有限元等定量评价的方法则仅在较重大的工程上有所应用,且常须与现场模型试验或足尺试验并行。

笔者在从事多年的勘察报告审查工作中,有幸拜读了大量岩土工程勘察报告,然而,在所见到的大多数勘察报告中,所谓的岩土工程评价,沿袭老的工程地质评价方法者为数众多,有些勘察报告,让紧接下道工序的设计人感到高深莫测、难得要领,报告文字中类似于“大概”、“可能”、“基本上”等泛泛而谈的东西过多,而恰到好处、切中要害的精准评价与建议却是很少。而所谓的基础比选,则自浅基础到桩基础平行罗列,没有针对拟建工程特点去推荐安全、经济、可行的基础方案,或者出以私心,根据自己的设备,一律推荐某种类型的桩等等。比如,某服装厂区建筑勘察报告在相应章节中,把《工程地质手册》中论述岩溶地基与基础的文字做了大量抄录,而对岩溶的基本形态、确切的空间分布,以及其对拟建工程各个基础部分的影响大小等却没有具体的分析评价与必要的计算,给地基基础的设计与施工带来了极大麻烦,拖延工期达三个月之久,报告中的描述与分析评价也是堆砌罗列、不得要领、模棱两可,其基础方案比选与建议自然也就没有任何实际意义了。又如,某纸品厂勘察报告的相应章节中描述了地表约10 m以下的岩层中遇洞率为37%,而对溶洞的具体空间分布、稳定性、发展趋势与危害程度,对岩层以上的残积红粘土中是否存在或在建筑施工与使用基准期内可否产生危及安全的土洞却只字未提,而该地段正处在曾出现过数起岩溶土洞塌陷的不稳定工程地质分区内。由于勘察地段的土层强度较高,设计选用了独立柱基础(基底宽度为2.5 m),在其中一个基坑施工完毕待检期间,突然发生基底土体下陷,坑壁

土体坍塌,坑深超过5 m(地面至塌落物顶面的距离),且在数十分钟内即被地下水淹没,水深近3 m。

3 岩溶地区的岩土工程评价及基础方案比选

在进行岩溶地区地基与基础的分析评价前,首先应当准确查明岩溶的空间形态与分布,明确拟建建筑物的结构荷载情况;然后根据已有的专家系统建立几个比较适合实际情况的数学力学模型,逐步从定性的分析评价深入到定量的分析评价,最后按照技术安全性、经济合理性与施工可行性的原则进行优选。

众所周知,在准确查明了拟建筑场地范围内岩溶的空间形态与分布的前提下,岩溶地区的岩土工程评价首先是在选址和初勘阶段进行建筑场地的稳定性评价,确定建设场地所在的工程地质区段,并按工程地质理论结合岩土工程勘察规范划分稳定、欠稳定与不稳定地段,对欠稳定与不稳定地段提供必要的防护与处理的总体措施建议。其次是施工图与施工阶段(详细勘察及施工勘察)应进行建筑地基的稳定性、地基承载能力与地基变形方面的量化评价^[1,2]。地基稳定性评价可依据以往工程经验,按岩溶形迹与结构物的相对空间位置、岩性、地质构造、节理裂隙发育程度、岩体结构类别、充填物、以及地下水等因素,综合确定各个岩溶形迹个体的稳定性,当不能满足稳定性要求时,则可根据各个岩溶形迹的具体条件,结合上部结构荷载及当地建材与施工条件,因地制宜地分别考虑选用下述处理措施:对于洞隙,可镶嵌塞补、灌注浆液、梁板跨盖、清软除淤、爆破不满足要求的洞顶板、换填材料、砼楔、柱墩支撑、设桩及至调整基础平面位置等;对于坡基,可采用反坡向台阶、褥垫层及支墩法处理^[1,3];对于地下水,则应采用渗沟引流等疏排设施;对于土洞,除应做好地表与地下水的截流、改道与防渗堵漏外,尚可对其推荐选用挖填、灌砂、梁板跨越和桩基穿越等措施进行处理;紧接下一步则应依据岩石与岩体强度、岩土体表面摩擦系数与基础结构等评价基础是否稳定,在欠稳定或不稳定时应采取那些可用的处理措施,并推荐其中经过优选的方案供设计与施工人员选用^[3]。对于岩溶地区地基的承载力与变形的评价,除了一般地基通常评价的内容外,特别应考虑岩溶(喀斯特)地基不均匀性的影响,应根据岩溶形迹的几何参数(空间分布)与力学参数(强度与模量或有较好相关关系或置信限度的其他指标)等给予量化评价,而抽象笼统地以地基均匀和地基不均匀来评价是无法给设计人员一个具体印象的。事实上,酿成许多三级以下的建(构)筑

物裂损和垮塌的事故,都可归因于对这一点的忽视或注意不足。

岩溶地区地基基础方案的比选,应当根据岩溶(喀斯特)地基类型、当地施工力量与习惯、建筑材料和上部结构荷载条件进行(当然也要考虑技术的先进性等因素)。对于裸露型岩溶(喀斯特)地基,可参照一般岩石地基进行基础比选,但应注意岩溶地基存在的岩面剧烈起伏和岩体内部可能出现洞隙等地基缺陷的影响。如在石牙密布时可利用其作成支墩式基础,基岩表面坡度 15%时可放台阶或作褥垫处理,再做独立(或条形)基础,岩体较平缓稳定可采用锚杆或锚桩基础等等^[1,3];对于覆盖型岩溶(喀斯特)地基和埋藏型岩溶(喀斯特)地基,常常需采用桩(墩)式基础,由于完整稳定岩层起伏剧烈或岩层中存在溶槽溶洞等缺陷,常需协调同一承台下长桩与短桩的应力应变问题^[1,4]。现行工程实例表明,较稳妥的办法是采用钻(冲、挖)孔灌注桩基础、后注(压)浆灌注桩等^[4],只是需要特别注意桩底部岩层厚度必须满足强度与变形计算要求,通常完整基岩的厚度不宜 $< 1 \sim 3$ 倍桩径或 5 m,当洞跨超过桩底直径时,尚应进行冲切等计算;当上覆土层超过了基础要求的验算厚度且承载力符合要求时,应在确定土层中不会在建筑物使用期内出现影响到主要受力层的土洞或软化带的前提下,尽量选用以土层作持力层的浅基础或桩(墩)基础方案,也可进行地基缺陷加固处理,并以之作为基础持力层,条件合

适时还可以考虑复合地基方案。

4 结束语

目前所见的绝大多数岩土工程勘察报告中对岩溶地区的岩土工程评价及基础方案比选的深度仍不能满足相应设计与施工需要。

岩溶地区的岩土工程评价首先应进行稳定性评价,包括建筑场地的稳定性评价,岩溶地基的稳定性评价和基础的稳定性评价;其次是岩溶地基承载力与变形的评价;再次才是有明确针对性的结合上部结构物与岩溶地基变异性极大的特点综合进行基础方案比选,在安全、经济、可行的原则下推荐合理的地基与基础方案。

致谢:本论文在编写过程中得到黄石市图审事务所高级工程师、总工肖南川的精心指导和审核,在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 工程地质手册编委会. 工程地质手册 [S]. 第 4 版. 北京:中国工业出版社, 2007.
- [2] GB50021—2001, 岩土工程勘察规范 [S].
- [3] GB20007—2002, 建筑地基基础设计规范 [S].
- [4] JGJ94—2008, 建筑桩基技术规范 [S].

(责任编辑:潘 潇)

Evaluation of Geotechnical Engineering and Selection of Foundation Program in Karst Area

ZHANG Xianhua

(Hubei Construction and Investigation of Geology and Minerals Co Ltd., Wuhan, Hubei 430030)

Abstract: Aiming at the engineering characteristics of uneven foundation in karst area, this paper introduces some common methods about evaluating geotechnical engineering and selecting foundation program. And it points out the shortcomings of practice in geotechnical investigation report. The author proposes the principles and methods which this work should follow and emphasizes this work should have clear target.

Key words: karst; geotechnical engineering; footing selection; shallow footing; pile footing; composite foundation bed