江苏地质,30(3),212—215,2006

南京地区软岩的岩土工程勘察

赵裕锋

(南京大学岩土工程技术有限公司,江苏 南京 210093)

摘要:软岩在南京地区的分布相当广泛,软岩地基的岩土工程勘察在南京地区显得尤为重要。根据南京地区的工作经验,总结出了南京地区软岩岩土工程勘察的方法以及南京地区软岩的分布特点。

关键词:软岩;极软岩;勘察;江苏南京

中图分类号:P642.3 文献标识码:A 文章编号:1003-6474(2006)03-0212-04

0 引 言

南京位于长江下游,宁镇山脉的西侧,三面环山,一面临水,独特的地理位置决定了其地貌单元的多元性。市区地貌单元主要有丘岗阶地及长江、秦淮河冲积平原,区内基岩分布变化较大,主要体现在岩性复杂、岩面埋藏变化大。随着城市建设的发展,以基岩作持力层的建筑越来越多,南京地区广泛分布有软岩,因为软岩的工程性质的特殊性,软岩地区的岩土工程勘察具有独特的特点。

1 软岩特点

①根据《岩土工程勘察规范》,软岩坚硬程度分类如下(表 1)。

表 1 软岩坚硬程度分类表

软岩类别	较软岩	软岩	极软岩
天然单轴抗压强度(MPa)	$30 \geq f_r > 15$	$15 \geq f_r > 5$	$5 \geq f_r$

②南京地区软岩大多生成于中—新生代,受断裂构造影响较小,岩体完整性较好。

③软岩、极软岩的岩石基本质量等级一般为Ⅳ、Ⅴ级。

④软岩、极软岩不仅岩质软,而且具有一些特殊的工程性质,例如有些泥岩具有很强的膨胀性;大部分泥岩、泥质粉砂岩具有很强的软化性(软化系数一般可达 0.15～0.40),有一些单轴饱和抗压强度可等于 0;有一些第三系砂岩遇水崩解。

2 南京地区软岩、极软岩分布

根据《南京地区基岩工程地质图》,南京地区软岩、极软岩分布相当广泛,约占城区面积的 2/3 以上。

2.1 按沉积时代及岩性划分的主要岩层

2.1.1 上侏罗统龙王山组(J_3x) 岩性上部为安山质火山角砾岩、角砾凝灰岩;下部为安山岩、安山凝灰岩、角砾凝灰岩。总厚度 353m。

2.1.2 下白垩统葛村组(K_1g) 岩性为浅黄色、暗紫色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、钙质细、粗粒砂岩等。总厚度超过 550m。

2.1.3 上白垩统浦口组(K_2p) 岩性为紫红色块状砾岩、砂砾岩、薄层钙质砂岩、泥质粉砂岩及砂岩透镜体。总厚度超过 580m。

2.2 按沉积地貌单元划分

2.2.1 长江漫滩地貌单元 基岩埋藏一般较深,埋深一般为 45m～60m,岩性为葛村组(K_1g)泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及浦口组(K_2p)泥质粉砂岩、砂砾岩。分界线大致以东西向的定淮门—琵琶湖断裂为界,其南部主要为葛村组(K_1g)泥质粉砂岩、粉砂质泥岩,北部主要为浦口组(K_2p)泥质粉砂岩、砂砾岩。该地段基岩分布较稳定,以基岩作桩端持力层的建设工程一般采用钻孔灌注桩,桩长较长,岩质软,桩型按受力特点分类属端承摩擦桩。

收稿日期:2005-07-06;编辑:齐运铎

作者简介:赵裕锋(1966—),男,江苏徐州人,工程师.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2.2　秦淮河古河道地貌单元　基岩埋深一般为35m～40m,定淮门—琵琶湖断裂以南主要为葛村组(K_1g)泥质粉砂岩、粉砂质泥岩为主,以北主要为浦口组(K_2p)泥质粉砂岩、砂砾岩,龙王山组(J_3x)安山质火山角砾岩。该地段基岩分布变化较大,以基岩作桩端持力层的建设工程一般采用钻孔灌注桩,桩型按受力特点分类属端承摩擦桩—摩擦端承桩。

2.2.3　丘岗阶地地貌单元　基岩埋藏一般较浅,局部地段基岩已出露,岩性以葛村组(K_1g)泥质粉砂岩、粉砂质泥岩,浦口组(K_2p)泥质粉砂岩、砂砾岩为主。该地段基岩分布变化较大,以基岩作桩端持力层的建设工程一般采用天然地基浅基础或钻孔灌注桩、人工挖孔桩等桩基础,桩型按受力特点分类属摩擦端承桩—端承桩。

南京地区软岩岩性变化大,主要体现在以泥岩、泥质粉砂岩为主的岩层互层状分布,强度变化较大,规律性差;空间分布变化大,主要体现在基岩埋深变化大,例如:长江漫滩地带的葛村组泥质粉砂岩、粉砂质泥岩埋深可达 60m以上,而丘岗阶地地区岩层埋藏 5m～15m,甚至直接出露地面。

3　南京地区软岩的岩土工程勘察

3.1　外业勘探

软岩地区的岩土工程勘察,目前均采用 91mm岩心管合金钻头,需要测定岩石质量指标 RQD时,应采用外径 75mm的双层岩心管钻进。在破碎、极破碎岩层中钻进时,护壁可视需要采用优质泥浆、水泥浆或化学浆护壁。

岩层中钻进时,回次进尺不得超过岩心管长度,在软质岩层中不得超过 2.0m。完整岩石岩心采取率不宜小于 80%,破碎岩石岩心采取率不宜小于 65%。

岩石描述颜色、主要矿物、结构、构造、风化程度、颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度。对岩体的描述应包括结构面、结构体特征和岩层厚度。

岩心应存放在岩盒内,顺序排列,统一编号,岩心岩样应保存至钻探工作检查验收为止,必要时,应在合同规定的保证期内长期保存。

3.2　勘探工作量布置

随着城市建设的快速发展,小高层、高层建筑越来越多,以基岩作持力层的建筑也越来越多。基岩作为基础持力层大致可分为天然地基浅基础、墩基、桩基。桩基又可分为人工挖孔桩、钻孔灌注桩、沉管灌注桩、预制桩。

基岩地区的岩土工程勘察要根据建筑场区基岩的埋深、分布变化、完整性、强度及建筑物结构、荷载综合确定,其勘探点间距、勘探点孔深应满足《岩土工程勘察规范》、《建筑地基基础设计规范》、《建筑桩基技术规范》及《高层建筑岩土工程勘察规程》等有关规定的要求。

长江漫滩地貌单元区基岩埋深较深,一般在50m～60m,岩土工程勘察时工作量布置应以钻孔为主,辅以静力触探孔。勘探点间距可取 20m～30m,勘探孔深度对于嵌岩桩,孔深应达到预计桩长以下3倍～5倍桩径,且不小于 3m;对于以基岩作持力层的预制桩,一般性钻孔应钻至强—中风化面,控制性钻孔应钻至中风化岩面以下 2m～3m。

秦淮河故河道漫滩地貌单元地区的岩土工程勘察时,工作量布置应以钻孔为主,辅以静力触探孔。勘探点间距可取 20m～25m,勘探孔深度对于嵌岩桩,孔深应达到预计桩长以下 3倍～5倍桩径,且不小于 3m;对于以基岩作持力层的预制桩、沉管桩,一般性钻孔应钻至强—中风化面,控制性钻孔应钻至中风化岩面以下 2m～3m。

对于丘岗阶地地貌单元地区,基础采用天然地基浅基础时,应根据场地及地基复杂程度,满足详细勘察的要求;采用桩基础时,应充分考虑丘岗阶地地貌单元区基岩埋藏较浅,局部地段基岩出露,基岩分布变化较大等地质特点。该地段的桩基一般采用人工挖孔桩,勘探点的孔距、孔深应符合相应的规范、规程要求,特别需要注意的是,施工前应详细了解拟建工程的结构、荷载,特别是拟采用的基础形式,室内地坪标高等。在地形变化大、岩土层分布变化大的地区注意加密勘探点及其深度的控制,防止因为不了解建设工程情况而造成的勘探点数量及深度不足。

3.3　软岩层位的划分

南京地区软岩、极软岩一般呈薄层状分布,空间分布规律性较差,岩性一般为泥质粉砂岩与粉砂质泥岩互层。

岩土工程勘察中,其分类一般以岩石的风化程度、强度指标进行分类。根据《岩土工程勘察规范》,岩石风化程度分类选用参数为波速比及风化

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

系数,野外勘探施工中,软岩、极软岩的风化程度一般参照花岗岩类岩石,采用标准贯入试验击数划分。具体分类标准见表 2。

表 2 软岩、极软岩的风化程度定性划分

标准贯入试验击数 N	$100 \geq N > 50$	$50 \geq N > 30$	$30 \geq N$
风化程度	强风化	全风化	残积土

标准贯入试验击数 $N > 100$时,一般判定为中风化。

风化岩及残积土的勘探测试宜采用原位测试与室内试验相结合的方法。原位测试可采用圆锥动力触探、标准贯入试验、波速测试和静载试验;极软岩和极破碎的岩体,可按土工试验要求进行,对残积土,必要时,应进行湿陷性及湿化试验。

表 3 软岩、极软岩坚硬程度定性划分

岩石类别	定性鉴定	代表性岩石
软岩	锤击声哑,无回弹,有凹痕,易击碎,浸水后手可掰开	中风化—强风化的较软岩;未风化—微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩
极软岩	锤击声哑,无回弹,有较深凹痕,手可捏碎,浸水后手可捏成团	泥岩、粉砂质泥岩

表 4 软质岩石风化程度的现场鉴定

风化程度	野外观察特征	开挖或钻探情况
微风化	组织结构基本未变,仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色,有少量风化裂隙,岩体完整性好	开挖用撬棍或爆破
中等风化	组织结构部分破坏,矿物成分发生变化,节理面附近的矿物已风化成土状,风化裂隙发育,岩体被切割成 20cm ～50cm的岩块,锤击易碎	开挖用锹或撬棍
强风化	组织结构已大部分破坏,矿物成分已显著变化,含大量粘土矿物,风化裂隙发育,岩体被切割成碎块,干时可用掰断或捏碎,浸水或干湿交替时较迅速地软化或崩解	用锹或镐可挖掘,干钻可钻进

中风化基岩的层位划分也十分重要,虽然软岩、极软岩的分布变化较大,其强度差距也可以达到 10多倍以上,但对于工程建设来说,能够较准确的划分岩层,有时可大大地降低基础工程的费用,缩短工期。

软质岩石可根据抗压强度划分为较软岩、软岩、极软岩:30MPa $\geq f_r >$ 15MPa应定为较软岩,15MPa $\geq f_r >$ 15MPa应定为软岩,5MPa $\geq f_r$应定为极软岩。对于软硬相间的岩层,当分布不均匀及桩端持力层为互层状,不易控制时,应主要依据低强度值提供。

4 软岩场区岩土工程评价

4.1 基岩承载力特征值的确定

软岩、极软岩承载力特征值一般根据岩基载荷试验确定,根据工程经验,由不同的载荷试验测定的岩基承载力差异较大,南京地区软岩、极软岩承载力特征值建议按《建筑地基基础规范》附录 D深层平板载荷试验确定。

南京地区软岩、极软岩承载力特征值,亦可根据室内单轴抗压强度按下式计算:

$$f_a = \psi_r * f_{rk} \qquad (1)$$

式中,f_a为岩石地基承载力特征值(kPa);f_{rk}为岩石单轴抗压强度标准值(kPa),取天然湿度岩石单轴抗压强度标准值计算;ψ_r为折减系数。根据南京地区经验,当 $f_{rk} \leq 5$MPa时,取 0.5～0.8;当 $f_{rk} =$ 5MPa～30MPa时,取 0.25～0.5。

4.2 单桩竖向极限承载力特征值的确定

根据《建筑桩基技术规范》相关规定,单桩竖向极限承载力特征值应通过单桩竖向静载试验确定。对于大直径桩(含扩底桩)端阻力,可以按《高层建筑岩土工程勘察规程》附录 E的试验确定。初步设计时,单桩竖向极限承载力特征值可按下列经验参数法公式计算确定单桩竖向极限承载力标准值:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = U \sum q_{ski} L_i + q_{pk} A_p \qquad (2)$$

式中:q_{ski}、q_{pk}分别为土的极限侧阻力标准值及极限端阻力标准值。

对于残积土或强风化岩作桩端持力层的沉管灌注桩及混凝土预制桩,可根据风化后呈土状或砂土状的特性,根据其状态或密度查表得极限端阻力标准值。

根据《建筑桩基技术规范》,嵌岩桩(钻孔灌注桩、人工挖孔桩)单桩竖向极限承载力标准值可按下列经验参数法公式计算:

$$Q_{uk} = U \xi_s \sum q_{ski} + U \xi_r f_{rk} h_r + m_0 \xi_p f_{rk} A_p \qquad (3)$$

式中,q_{ski}为各土层极限侧阻力标准值(kPa);f_{rk}为天然状态岩石单轴极限抗压强度标准值(kPa);ξ_s、ξ_r、ξ_p分别为桩间土侧阻力、嵌岩桩段侧阻力及端阻力修正系数;m_0为清孔影响系数。对人工挖孔桩,取 $m_0 = 1$,对钻孔灌注桩,取 $m_0 = 0.7$。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

关于软岩极限端阻力特征值的选取,根据南京地区岩土层特征和大量的工程经验,对嵌岩桩公式中相关参数的取值,在《建筑桩基技术规范》基础上作了相应的调整,总体上使单桩承载力大幅度提高,较充分地发挥了地基岩土层潜力,并通大量高层建筑桥梁建筑等工程验证是安全可靠的。

4.3　岩土工程评价

对于厚层的强风化岩和全风化岩石,宜结合当地经验进一步划分为碎快状、碎屑状和土状,厚层残积土可进一步划分为硬塑残积土和可塑残积土,也可根据含砾及含砂量划分为粘性土、砂质粘性土和砾质粘性土;中风化岩可根据抗压强度划分为较软岩、软岩、极软岩。

建在软硬互层或风化程度不同性质上的工程,应分析不均匀沉降对工程的影响;南京地区软岩岩性变化大,互层状分布,强度变化大,岩土工程评价时,应注意区分出其主要控制岩层的性质,并注意软弱夹层对其承载力和稳定性的影响。

基坑开挖后应及时检验,对于易风化的岩类,应及时砌筑基础或采用其他措施,防止风化发展。

参考文献:

[1] GB50021 - 2001,岩土工程勘察规范[S].
[2] GB50007 - 2002,建筑地基基础设计规范[S].
[3] JGJ72 - 2004,高层建筑岩土工程勘察规程[S].
[4] JGJ94 - 94,建筑桩基技术规范[S].
[5] DB32/112 - 95,南京地区地基基础设计规范[S].

Geotechnical engineering exploration in soft rocks in Nanjing

ZHAO Yu-feng

(Geotechnical Engineering Technology Company of Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The soft rocks are widely distributed in Nanjing, and the geotechnical engineering exploration in soft rock foundations is very important. Based on the experience in the region of Nanjing, the author summarized the exploration methods for soft rocks, their distribution characteristics in the region of Nanjing.

Keywords: Soft rocks; Extreme soft rocks; Exploration; Nanjing; Jiangsu

本刊法律顾问 ——曹爱民简介

曹爱民,男,生于 1957年,山东招远人,江苏天淦律师事务所合伙人,高级律师,高级经济师、仲裁员。法律研究生毕业,具经济、法律双学位,江苏维侨律师团成员,江苏唯一地矿法律师和江苏数名土地资源法律师之一,擅长解决土地、地矿、建设工程纠纷和重大经济纠纷。

(本刊编辑部)

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net