

复杂地层中岩土勘察原位测试技术应用研究

黄楚昂

湖南建易工程技术有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i2.2169

[摘要] 复杂地层因地质条件多变、岩土体性质差异大,给岩土勘察工作带来极大挑战。原位测试技术作为获取地层参数的关键手段,在复杂地层勘察中发挥着重要作用。本文分析了复杂地层的特点,探讨了静力触探、动力触探、十字板剪切试验、旁压试验等常见原位测试技术在复杂地层中的应用原理、适用性及局限性,并结合工程案例,阐述了多种原位测试技术联合应用的优势。研究表明,针对不同复杂地层条件,合理选择和组合原位测试技术,可提高勘察数据的准确性和可靠性,为工程设计与施工提供科学依据,对保障工程安全具有重要意义。

[关键词] 复杂地层; 岩土勘察; 原位测试技术; 应用研究

中图分类号: TJ610.6 **文献标识码:** A

Research on application of in-situ testing technology for geotechnical investigation in complex strata

Chu'ang Huang

Hunan Jianyi Engineering Technology Co., LTD

[Abstract] Complex geological formations, characterised by varying geological conditions and significant differences in rock and soil properties, pose significant challenges for geotechnical investigation work. In-situ testing techniques, as a key method for obtaining geological parameters, play a crucial role in the investigation of complex geological formations. This paper analyses the characteristics of complex geological formations and explores the application principles, applicability, and limitations of common in-situ testing techniques such as static cone penetration testing, dynamic cone penetration testing, cross-plate shear testing, and lateral pressure testing in complex geological formations. It also discusses the advantages of combining multiple in-situ testing techniques through engineering case studies. Research indicates that by reasonably selecting and combining in-situ testing techniques tailored to different complex geological conditions, the accuracy and reliability of survey data can be enhanced, providing a scientific basis for engineering design and construction, and playing a significant role in ensuring engineering safety.

[Key words] complex strata; geotechnical investigation; in-situ testing technology; applied research

引言

随着我国工程建设事业的快速发展,大量工程涉及复杂地层区域,如岩溶发育区、软土与硬土交互区、断层破碎带等。这些复杂地层的岩土体物理力学性质复杂多变,给岩土勘察工作带来了诸多困难。传统的钻探取样室内试验方法,由于取样过程中岩土体受到扰动,且难以反映地层的连续性和不均匀性,往往无法准确获取地层的真实参数。

原位测试技术是在岩土体原位状态下,通过专用仪器设备对岩土体的物理力学性质进行直接测试的技术方法^[1]。它能够最大限度地减少对岩土体的扰动,真实反映地层的实际情况,在复杂地层勘察中具有独特的优势。因此,深入研究复杂地层中岩

土勘察原位测试技术的应用,对于提高勘察质量、保障工程安全具有重要的现实意义。

1 复杂地层的特点

复杂地层是指由于地质构造运动、沉积环境变化等因素,导致岩土体在成分、结构、物理力学性质等方面表现出显著复杂性和不均匀性的地层。其主要特点如下:

1.1 地层结构复杂

往往存在多种岩土体交互分布的情况,如软土与砂土互层、灰岩与页岩交替出现等,地层界面不明显,给地层划分带来困难。

1.2 岩土体性质多变

同一地层中岩土体的密度、含水量、强度等物理力学指标差异较大,且可能存在随深度变化显著的现象。

1.3 存在不良地质现象

如岩溶、土洞、断层、滑坡、泥石流等,这些不良地质现象会对工程建设造成严重威胁。

1.4 水文地质条件复杂

地下水的类型、水位、水力坡度等变化较大,可能存在多层地下水,且各层地下水之间可能存在水力联系。

2 常见原位测试技术在复杂地层中的应用

2.1 静力触探

静力触探是通过静力将探头压入地层,根据探头所受的阻力来确定岩土体的物理力学性质的一种原位测试方法。其探头通常分为单桥探头和双桥探头,单桥探头可测得比贯入阻力,双桥探头可同时测得锥尖阻力和侧壁摩阻力。

在软土、粘性土、砂土等地层中,静力触探具有较好适用性。它能够快速、连续地获取地层的贯入阻力数据,从而划分地层、确定土的承载力、压缩模量等参数^[2]。然而,在含有较多碎石、块石的复杂地层中,静力触探的应用受到限制,由于探头容易被损坏,难以获得准确的测试数据。

2.2 动力触探

动力触探是利用一定质量的落锤,以一定的高度自由下落,将探头打入地层,根据探头打入地层的难易程度(即锤击数)来判断岩土体的性质。根据落锤质量和锤击能量的不同,动力触探可分为轻型、重型和超重型动力触探。

动力触探适用于砂土、碎石土、粘性土等地层,可用于划分地层、估算岩土体的承载力和密实度等^[3]。但在软土地层中,由于锤击能量容易引起土体扰动,测试结果的准确性可能受到影响。

2.3 十字板剪切试验

十字板剪切试验是将十字板探头插入地层中,通过施加扭矩使十字板旋转,测定土体抵抗剪切破坏的最大扭矩,从而计算土体的不排水抗剪强度一种原位测试方法。

该试验主要适用于软粘土、淤泥质土等饱和和粘性土层,能够直接测得土体的不排水抗剪强度,对于评价软土地基的稳定性具有重要意义^[4]。但在砂性土、砾石土等渗透性较大的地层中,由于土体在剪切过程中会发生排水固结,测试结果难以反映土体的真实抗剪强度,因此适用性较差。

2.4 旁压试验

旁压试验是将旁压器放入钻孔中,通过向旁压器内充水或充气,使旁压器膨胀,对周围岩土体施加径向压力,同时测量岩土体的径向变形,根据压力-变形关系来确定岩土体的力学性质参数,如旁压模量、极限旁压力等。

旁压试验适用于粘性土、砂土、碎石土、岩石等多种地层,尤其是在难以取样的地层中具有独特的优势^[5]。它能够反映岩土体在径向受力状态下的力学行为,为工程设计提供可靠的参数。但该试验对钻孔的质量要求较高,若钻孔壁不平整或存在坍塌

现象,会影响测试结果的准确性。

3 原位测试技术联合应用案例分析

3.1 工程概况

某高速公路工程位于复杂地层区域,该区域存在软土与硬土交互层,且局部地段有岩溶发育。为了准确获取该区域的岩土体参数,为公路设计与施工提供依据,采用了多种原位测试技术联合进行勘察。

3.2 测试方案

根据该区域的地质条件,选择了静力触探、动力触探和十字板剪切试验三种原位测试技术联合应用。具体测试方案如下:

(1)静力触探:沿公路线路每隔50m布置一个静力触探孔,深度达到稳定地层以下5m,用于划分地层界限,获取各土层的比贯入阻力、锥尖阻力和侧壁摩阻力等参数。

(2)动力触探:在静力触探孔之间,每隔20m布置一个动力触探孔,采用重型动力触探,深度与静力触探孔相同,用于验证静力触探划分的地层界限,估算岩土体的承载力和密实度。

(3)十字板剪切试验:在软土分布区域,每隔30m布置一个十字板剪切试验孔,深度为10m,用于测定软土的不排水抗剪强度。

3.3 测试结果与分析

通过对三种原位测试技术的测试数据进行整理和分析,得到了该区域的地层分布情况和岩土体参数,如图1所示。

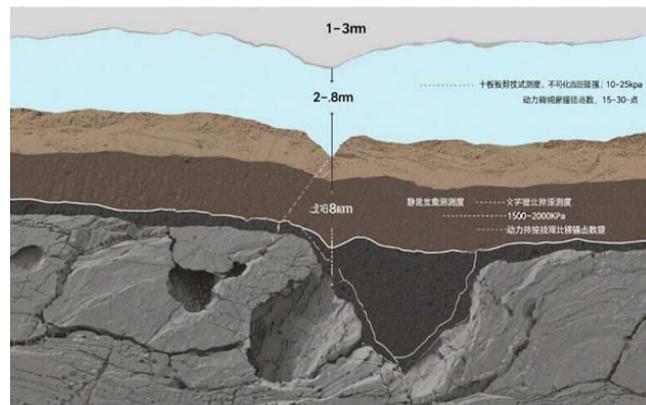


图1 区域的地层分布情况和岩土体参数

从图1可以看出,该区域表层为填土,厚度为1-3m;其下为软土层,厚度为2-8m,十字板剪切试验测得该层软土的不排水抗剪强度为10-25kPa;软土层下为硬土层,静力触探测得该层的比贯入阻力为1500-3000kPa,动力触探锤击数为15-30击;再往下为灰岩地层,局部地段有岩溶发育。

通过将联合测试得到的岩土体参数与室内试验数据进行对比分析,发现两者具有较好的一致性^[6],表明采用多种原位测试技术联合应用能够提高勘察数据的准确性和可靠性^[7]。

4 不同原位测试技术在复杂地层中的适用性对比

为了更清晰地了解不同原位测试技术在复杂地层中的适用性,将上述几种常见原位测试技术的适用性进行对比,如下表所示。

表1 不同原位测试技术在复杂地层中的适用性对比

原位测试技术	适用地层	不适用地层	主要获取参数
静力触探	软土、粘性土、砂土	含较多碎石、块石的地层	比贯入阻力、锥尖阻力、侧壁摩阻力
动力触探	砂土、碎石土、粘性土	软土地层(易扰动)	锤击数、承载力、密实度
十字板剪切试验	饱和粘性土、软粘土、淤泥质土	砂性土、砾石土等渗透性较大的地层	不排水抗剪强度
旁压试验	粘性土、砂土、碎石土、岩石	钻孔壁不平整或易坍塌的地层	旁压模量、极限旁压力

5 结论

综上所述,原位测试技术在复杂地层岩土勘察中具有重要的应用价值,针对不同的复杂地层条件,合理选择和联合应用原位测试技术,能够有效提高勘察数据的准确性和可靠性^[8-10]。

(1)静力触探、动力触探、十字板剪切试验、旁压试验等常见原位测试技术各有其适用范围和局限性,在复杂地层勘察中,应根据地层特点和工程需求,选择合适的测试技术。

(2)多种原位测试技术联合应用能够弥补单一测试技术的不足,通过相互验证和补充,提高勘察结果的可信度,为工程设计与施工提供更科学的依据。

(3)在实际工程中,应结合工程地质条件、测试技术特点和经济成本等因素,制定合理的原位测试方案,以确保勘察工作的

质量和效率,保障工程的安全可靠。

[参考文献]

[1]孔令伟,郭爱国,陈善雄,等.岩土力学原位测试技术进展与展望[J].岩土力学,2019,40(1):1-16.

[2]刘松玉,蔡国军,童立元.静力触探技术发展与应用[J].岩土工程学报,2020,42(5):789-802.

[3]黄茂松,王卫东,郑刚.动力触探在地基处理效果检测中的应用研究[J].建筑结构学报,2021,42(3):120-128.

[4]沈珠江,陆培炎.十字板剪切试验在软土地基勘察中的应用[J].水利学报,2018,49(8):956-962.

[5]周健,贾敏才,刘文白.旁压试验在岩土工程中的应用与研究[J].岩土工程学报,2019,41(7):1234-1241.

[6]谢定义,郎生俊,周飞飞.土动力学原位测试技术新进展[J].岩土工程学报,2022,44(2):201-210.

[7]殷宗泽,赵维炳,刘汉龙.复杂地层中岩土体参数测试技术研究[J].水利水电科技进展,2020,40(4):1-7.

[8]王钊,李焯芬,秦四清.原位测试技术在岩石工程中的应用[J].岩石力学与工程学报,2021,40(6):1120-1130.

[9]张嘎,张建民,刘小丽.砂土原位测试技术及应用[J].岩土力学,2018,39(11):3901-3910.

[10]杨光华,张玉成,姜燕.软土地区原位测试技术应用与分析[J].岩土工程学报,2022,44(8):1456-1464.

作者简介:

黄楚昂(1995--),男,汉族,湖南省长沙市人,大学本科,职称:水工环地质工程师,研究方向:岩土勘察。