

· 原位测试 ·



海床式静力触探设备在海上工程勘察中的应用

梁文成, 林吉兆, 杜宇

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东广州 510230)

摘要: 以港珠澳大桥岛隧工程地质勘察工作中成功应用海床式静力触探设备进行孔压静力触探试验为实例, 分析总结海床式静力触探设备在海上工程勘察中的优点, 并为其在水运行业中的推广应用提供参考。

关键词: 海床式; 孔压静力触探试验; 水运工程; 成果应用

中图分类号: TU 413

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)07-0019-03

Application of seabed CPTU equipment in offshore investigation

LIANG Wen-cheng, LIN Ji-zhao, DU Yu

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: Based on the successful application of seabed CPTU equipment in Hong Kong-Zhuhai-Macau bridge island-tunnel project, this paper analyzes the advantages of seabed CPTU system in offshore investigation, and provides some recommendations for the popularization of it in future offshore projects.

Key words: seabed; CPTU; offshore project; application of result

在海上工程勘察中, 国内一般采用船载式作业平台或筏式作业平台, 在作业过程中总会受到波浪、潮汐等因素的影响而晃动, 无法提供固定不动的反压, 从而不能进行海上静力触探试验, 所以海上静力触探试验在国内很少应用。而在发达国家, 由于海床式静力触探设备的应用, 大量海上工程的勘察都进行了孔压静力触探试验, 并且由于孔压静力触探试验具有速度快、精度高、再现性好等优点, 在某些勘察领域, 使用的比例已经超过了传统的钻探^[1-3]。

港珠澳大桥岛隧工程场址位于珠江口伶仃洋水域, 该水域波浪较大、潮汐和水流复杂, 海底广泛分布厚度较大的软土层、黏土层和砂土层。由于港珠澳大桥岛隧工程拟建构物对不均匀沉降极为敏感, 这就必须要求获得准确的、连续的、高密度的岩土参数。而孔压静力触探试验正好可以满足上述要求。因此本工程沿岛隧轴线布置了大量的孔压静力触探试验孔, 并辅以部分钻

孔进行标准贯入试验、十字板剪切试验、室内土工试验及波速测试试验进行验证对比, 迅速准确获取了精细化的土体物理力学性质指标。

1 海床式静力触探系统

海床式静力触探系统以自重承担贯入产生的反力, 其原理见图1。

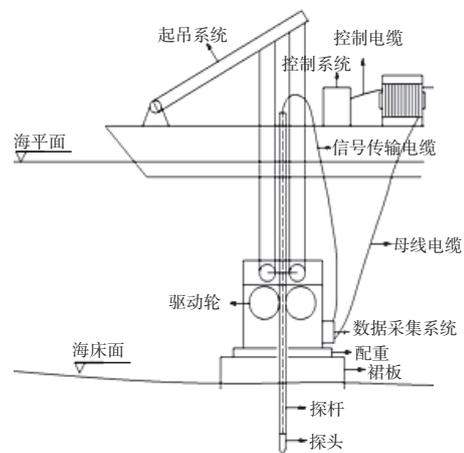


图1 海床式静力触探系统原理

收稿日期: 2013-05-06

作者简介: 梁文成(1978—), 男, 高级工程师, 主要从事工程勘察工作。

在贯入过程中,通过两个大驱动轮,紧紧夹住探杆,以2 cm/s的恒定速度匀速将探杆贯入土中,同时,孔压探头以1 cm一个数据点的密度记录贯入过程中的锥尖阻力、侧壁摩阻力、孔隙水压力和探头倾角。记录得到的数据通过信号传输电缆传递到数据采集系统,然后通过母线电缆传递到操作者前面的电脑,并实时绘制贯入过程中不同参数随深度变化的曲线,供操作者参考实时贯入的土层信息。

2 海床式静力触探试验的优点

1) 试验速度快。

由于海床式静力触探机采用自重作为反力,在钻孔移位过程中非常便捷,只需用吊机将设备吊起并移到下一个孔位即可,相较于钻孔移位所需要的起套管、下套管等工序节省很多时间。

海床式静力触探试验真正实现了不间断连续贯入,在试验过程中,由于贯入速度非常均匀,可以在夹板上不间断加钻杆,实现贯入过程和数据采集的连续性。

静力触探试验的标准速率是2 cm/s,完成一个40 m的孔,贯入过程所需的时间只需要34 min。加上探杆回收所需的相同时间,整个试验过程只需68 min,相较于钻孔,效率大大提高。

本次港珠澳大桥岛隧工程共布置钻孔80个,孔压静力触探试验孔383个,采用钻探船5艘,静力触探试验船3艘,钻探与静力触探几乎是同步完成,这充分体现出海床式静力触探试验的效率。

2) 试验精度高。

海床式静力触探设备完全放置在海床上,试验数据完全不受海浪潮汐的影响。并且其采样间距只有1 cm,能探测出微薄层土体,试验精度非常高。

将海床式静力触探试验的曲线结果与钻孔资料进行对比,见图2。

钻孔的分层与孔压静力触探试验的分层结果一致性很好。由于孔压静力触探试验能够得出土层参数沿深度方法的连续曲线,因此孔压静力触探的分层精度更高。

3) 再现性好。

海床式静力触探试验几乎不受人因因素的

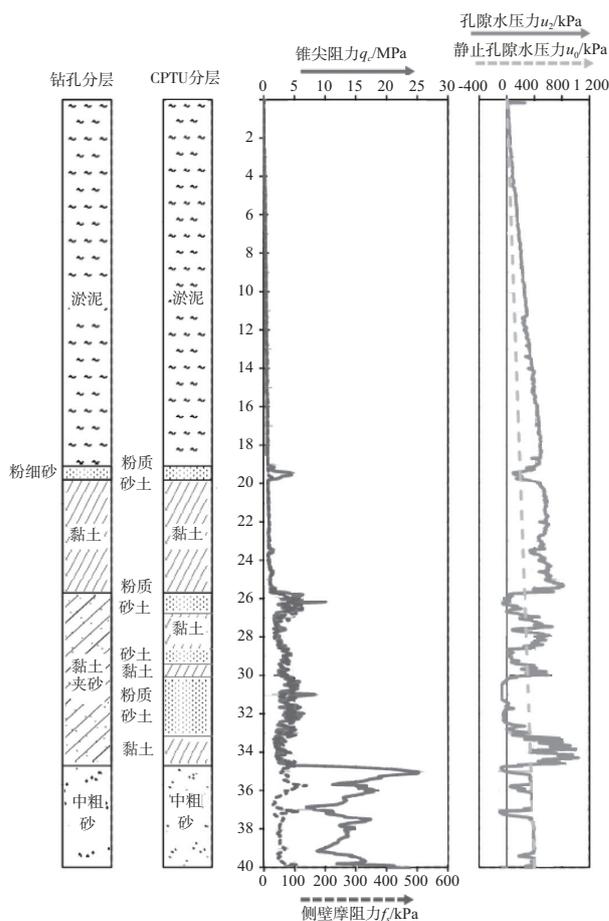


图2 钻孔分层与CPTU分层对比

影响,整个试验过程都是电脑进行数据采集,因此其再现性非常好,为了验证这一点,本次港珠澳大桥岛隧工程勘察过程中利用2台不同的设备(Seacalf和Roson)在5 m间隔范围内进行孔压静力触探试验,对比曲线见图3。

从图3可得:Seacalf和Roson的试验结果有很好的-致性。特别在层位变化的地方,两者的吻合度非常高。经过统计分析,Seacalf和Roson的锥尖阻力 q_c 试验结果平均偏差只有0.1 MPa,除了表层1~2 m范围内由于土层太软,造成数据不稳定以外,其它各层试验数据的平均偏差率仅为5%。由此可见,海床式静力触探试验的再现性非常好。

3 成果应用

通过本次港珠澳大桥岛隧工程进行的大量海床式静力触探试验数据与室内试验、标准贯入试验、十字板剪切试验,波速测试试验的对比分析,建立了针对以下岩土参数指标相关的CPTU解

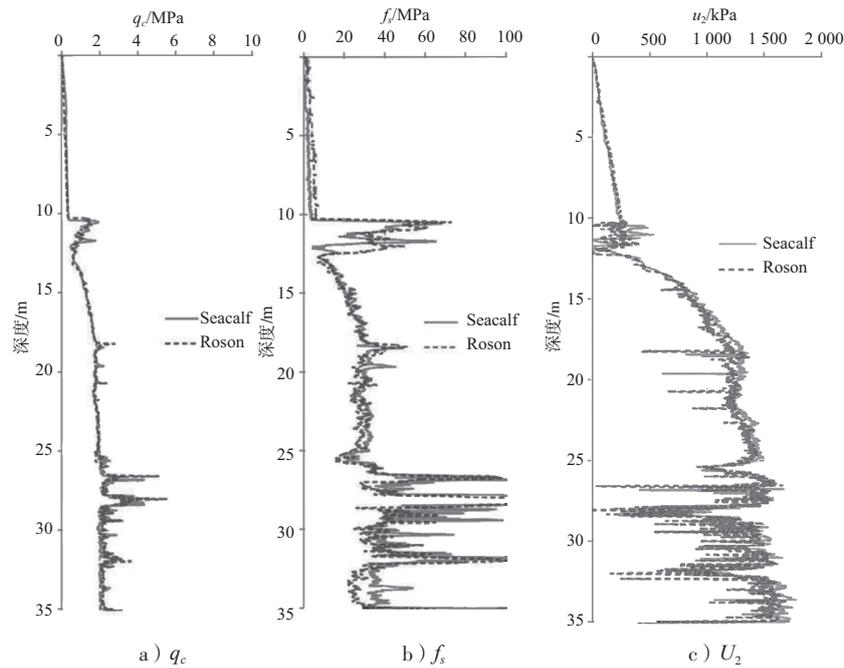


图3 不同设备试验结果曲线对比

译公式^[4-6]:

1) 物理指标: 细粒含量、土体密度、含水量、孔隙比、塑性指数、液性指数、砂土相对密度。

2) 力学指标: 不排水剪强度、抗剪强度指标、静止土压力系数、黏性土灵敏度、压缩指数、超固结比、压缩模量、剪切模量、弹性模量。

3) 土体固结系数和渗透系数。

4) CPTU与SPT、十字板剪切强度及波速测试相关公式。

通过以上各种相关性的分析及相关公式的建立, 为港珠澳大桥岛隧工程勘察CPTU的应用提供了依据, 同时也促进了CPTU解译岩土参数模型的建立。

4 结语

孔压静力触探试验作为一种快速、精度高、再现性好的原位测试方法已经在陆地工程中得到了广泛的应用。由于海床式静力触探设备的引进, 极大扩展了孔压静力触探试验在国内水运工程上的应用。本次港珠澳大桥岛隧工程地质勘察中采用海床式设备进行了大量孔压静力触探试验, 取得了良好的效果。

1) 介绍了海床式静力触探系统的原理, 总结出其速度快、精度高、再现性好的优势。

2) 基于港珠澳大桥岛隧工程的大量孔压静力触探数据库, 通过与钻探、室内土工试验、标准贯入试验、十字板剪切试验和波速测试试验的对比分析, 给出了一系列适用于该工程的经验关系。为海床式静力触探设备在我国水运行业的推广提供了宝贵的经验。

参考文献:

- [1] 孟高头. 土体原位测试机理, 方法及其工程应用[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [2] 孟高头, 张德波, 刘事莲. 推广孔压静力触探技术的意义[J]. 岩土工程学报, 2000, 22(3): 314-318.
- [3] 刘松玉, 吴燕开. 论我国静力触探技术(CPT)现状与发展[J]. 岩土工程学报, 2004, 26(4): 553-556.
- [4] Robertson P K. Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering[R]. Calionia: Gregg Drilling & Testing, Inc., 2010.
- [5] Robertson P K. Soil classification using the cone penetration test[J]. Canadian Geotechnical Journal, 1990, 27(1): 151-158.
- [6] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 静力触探试验结果评估报告[R]. 广州: 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2012.