

水泥土尺寸效应研究现状综述

陈艳丽, 储冬冬, 彭志芳, 王寿云, 胡明凯

(江苏省水利科学研究院材料结构研究所, 江苏 扬州 225002)

摘要: 为了促进水泥土搅拌桩质量检测的发展, 系统地介绍了水泥土的概况、水泥土的应用及水泥土质量检测中存在的问题, 并进一步分析了影响水泥土强度检测中关键问题(尺寸效应)的研究现状, 以期使水泥土搅拌桩的质量检测数据更加准确可靠。

关键词: 水泥土; 质量检测; 尺寸效应

中图分类号: TV42+1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 01-0056-02

Review of cement-soil size effect

CHEN Yanli, CHU Dongdong, PENG Zhifang, WANG Shouyun, HU Mingkai

(Material and Structural Engineering Department of Jiangsu Water Resource Research Institute,
Yangzhou 225000, Jiangsu)

Abstract: In order to promote the development of soil-cement mixing pile quality detection, the situation of cement-soil, the application of cement-soil and the problems that exist in the cement-soil quality test are systematically introduced. Research status of key issues (size effect), which impact the strength of cement-soil detection is analyzed, to make the quality test data of cement-soil mixing pile are accurate and reliable.

Key words: cement-soil; quality detection; size effect

1 水泥土的发展概况

水泥土是由水泥、土、水以及外加剂等按一定比例掺合, 经均匀而成的多相混合体系。其主要依靠于水泥水化形成的水化产物将土料胶结硬化而形成一定的强度。水泥土于 20 世纪 50 年代由美国的侵压注浆公司首次开发研制成功, 初期水泥土大多应用于二级公路、市区街道和轻交通量的机场中, 并取得了满意的效果。1953 年清水建设株式会社将水泥土这种施工方法引进了日本, 并于 1974 年由厂家合作开发研制成水泥搅拌桩固化法(CMC), 用于加固钢铁厂矿石堆场软土地基, 此后日本各大施工企业接连开发出施工机械规格、施工效率各异的深层搅拌机械, 形成多种工法。

我国从 20 世纪 70 年代开始对水泥土进行

试验推广。冶金部建筑研究总院地基所和交通部水运规划设计院是我国最早一批对水泥土进行研究的科研院所。80 年代, 水利部门对水泥土的研究使用更为普遍, 水泥土被广泛应用在石料奇缺的长江荆江大堤的水泥土护坡试验及严寒地区的红领巾水库灌区的渠道防渗试验等。建设部门也是在该时期采用深层搅拌技术将地基软土和水泥浆强制拌合来加固地基。在深圳宝安德松白公路(二级公路)和新城大道的路囡结构中均采用了水泥土复合地基, 上海静安寺下沉广场围护工程和轻轨宝兴路站承台围护工程中也应用了型钢水泥土复合桩(SMW)^[1]。

2 水泥土的应用范围

2.1 道路工程

收稿日期: 2015-12-23

基金项目: 江苏省水利厅科技项目(2013015)

作者简介: 陈艳丽(1983-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事建筑材料检测工作。

水泥土是一种半刚性材料,其本身既具有刚性材料强度较高的优点,又具有柔性材料可以发生较大变形的优点,同时其便于就地取材且运费低廉,所以被广泛用做公路路面的基层和底基层,承受来自公路面层的车辆荷载作用。用于道路工程中的水泥土多为塑性水泥土,含水率一般较大。

2.2 水利工程

水泥土技术主要用于渠道防渗及小型水利工程的桥、涵、闸等配套工程,还可用于大坝护坡以及道路稳定层、大型渠道的垫层等,尤其适用于缺乏砂砾料地区的渠道防渗及小型农田水利配套工程,以及大型渠道和防汛道路的垫层材料等。用于水利工程中的水泥土大多为干硬性水泥土,一般呈松散性,没有流动性,施工工艺为强制机械拌合、压实。

江苏的湖西大堤是南四湖的防洪屏障,由于原大堤施工质量差,堤身显现植物根系,土方填筑不密实,堤坡多见洞穴。为解决大堤存在的隐患,在湖西大堤上选用了多头小直径深层搅拌桩截渗墙技术进行施工。这种技术的成功应用不仅可以节省造价,而且具有良好的整体性、稳定性、不透水性,施工中对环境的影响小,与其它截渗技术相比具有一定的优越性。

2.3 基础处理

对于一些沿海地区及软土层较厚的地区,可采用水泥土搅拌法进行基础的处理,使软土硬结成具有整体稳定性、水稳性和足够强度的水泥加固土。水泥土搅拌法分为干法和湿法,干法是用水泥粉体与软土搅拌形成的柱状固结体,又称为粉喷桩;湿法是用水泥浆和软土形成的柱状固结体,也称为深层搅拌桩。

3 水泥土的质量检测

近年来随着水泥土施工技术逐渐趋于成熟,水泥土已经被广泛应用到我国的各项基础设施建设中,但在实际的工程应用中也出现了一些工程质量事故,因此加强其施工质量管理和检测就显得尤为重要。

对于水泥土的质量检测主要有室内检测和室外检测两种方法。受施工工艺、施工进度、地质条件、气候变化等多重因素的影响,室外检测有轻便触探仪触探法、钻孔取芯法、现场静载试验法、静力触探法(CPT法)、标准贯入试验法(SPT)等。

室内检测主要是对取芯后的水泥土进行无侧限抗压强度和抗渗性能进行检测。

目前我国关于水泥土室内检测的规程主要有4本,分别是原水利电力部科学技术司1987年发布的《水泥土材料试验方法》(水电技字第68号),冶金工业部1991年发布的《软土地基深层搅拌加固法技术规程》(YBJ225-91),住房和城乡建设部2011年发布的《水泥土配合比设计规程》(JGJ/T233-2011),江苏省住房和城乡建设厅2013年发布的《水泥土试验方法》(DGJ32/TJ154-2013)。

4 水泥土强度检测中的尺寸问题

当前,用于水泥土强度检测方法最为有效简便的方法就是现场钻芯,《水泥土试验方法》中提出室外钻芯钻进宜采用91 mm或108 mm钻头,制备的试件为圆柱体,高径比宜大于1.0,而《水泥土材料试验方法》中的抗压强度试件采用70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm的立方体,《软土地基深层搅拌加固法技术规程》中的抗压强度试件采用5 cm×5 cm×5 cm的立方体,《水泥土配合比设计规程》与《水泥土试验方法》都采用70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm的立方体。由上可知,通常用于桩体水泥土强度检测的试件形状为圆柱体,而确定桩体水泥土设计强度(包括确定水泥土施工配合比)时,所用的试件形状则一般为立方体,这就导致即使采用同样的原材料,但尺寸和形状不同的水泥土试件强度之间也会存在差异,而且强度无法进行换算,不同工程之间的数据不能互做参考,不具有统计性。

针对水泥土强度检测存在的尺寸问题,有学者对其进行了研究,苏州科技学院的陈甦^[2-4]对不同形状和尺寸、端部边界条件以及龄期的水泥土进行了无侧限抗压强度试验,探讨了水泥土强度的试件形状和尺寸效应,并通过试验得出结论:在相同的条件下,水泥土试件强度随试件形状的变化而变化,圆柱体试件强度值高于立方体试件强度值;水泥土试件的强度随试件尺寸的变化而变化,试件尺寸越大,强度值越低。根据塑性力学的方法,利用Mises屈服准则,推导了水泥土长(立)方体试件尺寸和上、下受压面摩擦力时的强度计算公式。同时对不同尺寸和边界约束条件的水泥土进行了室内抗压强度试验,实测结果与理论计算

(下转第61页)

规模、工艺路线、运行工况、用水模式等。根据各工序或设备用水、转换、排放、消耗、重复利用、回收串用等之间的水量平衡关系判别用水的合理性,从而找出不足之处和潜在的节水点,并采取相应的技术措施进行改进和完善,促使用水管理进一步深化和提升,这是开展水平衡测试的最终目的。

4.2 建议

在对火力发电企业各项指标进行评价时,需对企业运行状况和工艺运行特点进行综合分析,只有做到客观和公正,才能具有较强的说服力。如若单独对某一方面的指标作出评价,将极有可能会产生一些片面的误导。如:有效利用率低下的重复利用率、分层次用水下的浓缩倍率偏低等。

(责任编辑:王宏伟)

(上接第57页)

结果较为一致。同时,建议室内外水泥土强度检测测定时,采用直径70 mm,高径比为1~2的圆柱体试件,以便统一试件的形状和尺寸,减少检测评判误差。

陈家瑾^[5]采用双剪屈服准则,推导了水泥土长(立)方体和圆柱体试件在上、下受压面边界约束条件时的强度计算公式,通过理论计算和试验实测结果表明:圆柱体和长(立)方体试件尺寸即高宽比和上下表面抹油与否对水泥土试件抗压强度均有一定影响;随高宽比增大,表明抹油的影响而相应减弱。他建议采用高宽比为2~3之间,且表明一般抹油,所测得的数据更接近水泥土单轴抗压强度。

何国荣^[6]对水泥土的70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm的立方体和 ϕ 100 mm×100 mm的圆柱体试件进行抗压强度试验,发现试件尺寸对水泥土的强度试验的影响是非常大的。原因有两个方面:试样的界面效应及水泥土表面的强度要大于内部。水泥土在养护过程中受重力的影响,有相当大的不均匀变形产生,试样越大,变形越大,造成应力集中越严重,且后者造成的影响是主要的。

但是对于圆柱体和立方体之间具体的强度值的相关关系,目前学者对其进行的研究还比较少,所以如何将不同尺寸的水泥土试件强度之间建立一个可以比较的换算关系(类似于混凝土试件不同尺寸之间的尺寸换算系数),从而使不同尺寸试块强度之间具有可比性,还有待于更多的研究。

参考文献:

- [1] 李彦智.水泥土工程性能试验研究[D].北京:中国地质大学,2006.
- [2] 陈甦.长(立)方体试件尺寸及其边界约束条件下的水泥土强度理论计算[J].公路,2002(12):115-118.
- [3] 陈甦.水泥土强度试件形状和尺寸效应试验研究[J].岩土工程学报,2002,24(5):580-583.
- [4] 陈甦.水泥土试件尺寸及边界约束对其强度影响的理论分析[J].公路,2004(3):89-93.
- [5] 陈家瑾.水泥土(砼)抗压试件尺寸表面约束对强度的影响[J].岩土力学,2004,25(1):132-136.
- [6] 何国荣.水泥土无侧限抗压强度室内试验[J].广东建材,2005(9):43-45.

(责任编辑:徐丽娜)