

贝诺特工法在香港大澳岛避风塘码头超深桩工程中的应用

汤捷^{1,2}

(1. 中国地质大学 武汉 研究生院 湖北 武汉 430074 ; 2. 中国地质工程集团公司 香港 香港)

摘要 :介绍了贝诺特工法在香港大澳岛避风塘码头的超深灌注桩工程中的施工情况 ,并对其优越性及在国内的发展前景作了简要分析。

关键词 :贝诺特工法 ;超深灌注桩 ;码头工程

中图分类号 :U655.54+4.1 文献标识码 :B 文章编号 :1672-7428(2005)05-0005-04

Application of Benoto Method in Ultra-Deep Pile Project of Bifengtang Dock/TANG Jie (1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China ; 2. China Geo-Engineering Corporation Hong Kong, Hong Kong)

Abstract : Benoto cast-in-place pile is widely applied in foundation engineering in Hong Kong. This paper presents the applications of Benoto Method for the ultra-deep bored pile of shelter boat anchorage located at Tai O, Hong Kong. The advantages and its prospect of development in China are also briefly analyzed.

Key words : Benoto ; ultra-deep bored pile ; dock project

0 前言

贝诺特工法(Benoto)又称全套管施工法,实质上就是冲抓斗(Hammer Grab)跟管钻进法,其起源于20世纪50年代的法国,目前日本、德国、意大利等国家以及香港地区也以贝诺特工法作为就地灌注桩的主要施工方法,我国内地于20世纪70年代开始引进此类钻机,但因多种原因在工程中应用不多。

贝诺特钻机在香港工程界俗称为磨桩机(Oscillator),由于香港对施工的工期、环保要求极其严格,故贝诺特工法以其施工速度快、无泥皮、泥浆排量少的特点而得以在香港的大直径灌注桩施工中的应用日益普遍和成熟,并已有40年左右应用的历史,目前在香港该工法施工的最大桩径可达3m。

1 工程概况

香港大澳岛避风塘码头工程(见图1所示)位于旅游区(有香港的“小威尼斯”之称)和红树林保护区内,业主为政府的土木工程署。该工程主要的陆地新建部分包括:观景台码头、防波堤和公共汽车站,其桩基设计详见表1。桩基的布置和走向基本沿废弃的旧防波堤。桩基工程合同工期为2003年11月1日至2004年12月15日。

该工地不具备通行条件,经人工堆填碎石形成宽度为19~30m的临时施工平台。由于进出大澳



图1 工程位置图

须经较狭长的盘山公路,故又在防波堤的中部建一临时码头,便于大型桩基设备等从海上运送到场。

桩身的混凝土强度设计为G45/20D(相当于C45)粗骨料要求最大直径 ≥ 20 mm。

2 工程地质条件

场地为海岸滩涂地带,地下水位高,海水的侧向补给强。经钻探揭露,场地内各地层主要岩性特征如下:

收稿日期 2005-01-04

作者简介 汤捷(1968-),男(汉族)浙江黄岩人,中国地质工程集团公司(香港)项目经理、工程师,钻探工程专业,从事工程施工技术与管理工作,广东省深圳市清水河龙园山庄29号楼505室(518029)或香港湾仔港湾道30号新鸿基中心2421~25室,852-25119001、852-95555216、13025491075, tangjiehk@sina.com。

表1 桩基设计一览表

位置	桩数	直径/mm	钢筋笼	设计桩深/m	入岩深度/mm	套管类型	套管厚度/mm
观景台	50	1200	上部 28/T40(主筋)+T12/300(缠筋) 下部 28/T25(主筋)+T12/300(缠筋)	40~60	300	波纹管	2.5
钻孔桩	70	1400	上部 32/T40(主筋)+T12/300(缠筋) 下部 32/T25(主筋)+T12/300(缠筋)	35~85	300	波纹管	2.5
防波堤	28	1000	上部 24/T40(主筋)+T16/300(缠筋) 下部 24/T25(主筋)+T16/300(缠筋)	19.5	-	钢管	8
抗剪桩	42	1100	上部 28/T40(主筋)+T16/300(缠筋) 下部 28/T25(主筋)+T16/300(缠筋)	29.3	-	钢管	10
公共汽车站	7	1300	上部 35/T40(主筋)+T12/300(缠筋) 下部 35/T25(主筋)+T12/300(缠筋)	40~55	300	波纹管	2.5

(1)杂填土层,厚度不均,部分缺失,层厚0~4 m,含较多旧防波堤的卵石、漂石;

(2)海相沉积淤泥质粘土层,饱水,呈软塑状,厚度变化较大,层厚0.5~14.3 m,含大量有机质贝类碎屑;

(3)冲击砂层,厚度不均,层厚0~4.8 m,部分缺失,含少量的碎石、卵石,部分地段有漂石;

(4)冲击砾石层,厚度不均,层厚3.5~14.1 m,部分地段有漂石;

(5)全风化~强风化凝灰岩层,厚度变化较大,层厚1.7~34.1 m,岩石级别为IV~V级;

(6)凝灰岩,顶面起伏较大,岩石级别为II级。

3 施工工艺的确定

3.1 工程的难点

综合前面的情况和要求,在选定施工方案时必须针对以下的特点和难点,作为考虑的出发点和依据:

(1)桩深度超过60 m的居多,约占到60%(直径1.4 m的桩约为93%),入岩深度很浅,还须安装波纹管(除抗剪桩外),对桩位偏差和垂直度要求高;

(2)地层内含有砂层,并存在可能因套管摩擦力大而扭断或无法拔起而丢失钢套管的危险;

(3)地理位置偏僻,交通不便,每车混凝土运输的往返时间长(需2 h),导致混凝土灌注时间加长,易出质量事故;

(4)场地位于海边,处于环保敏感的地区内,对施工的时间、噪声和泥水排放要求严格。

3.2 施工工艺的确定

3.2.1 成孔

为方便安装波纹管,同时考虑到所采购的钢套管具有通用的尺寸,可在其他工程中重复使用,选

定各桩的施工临时钢套管直径见表2。

表2 嵌岩桩临时套管一览表

位置	桩径/mm	套管内径/mm	上套管厚度/mm	套管靴厚度/mm	套管靴类型
观景台桩	1200	1400	16	32	外加厚
防波堤桩	1400	1800	25	32×2400 40×1200 50×1200	外加厚
汽车站桩	1300	1400	16	32	外加厚

同时确定均采用贝诺特方法进行成孔施工,主要步骤如下:

(1)首先利用磨桩机或振动钳将临时(针对嵌岩桩)或永久(针对抗剪桩)钢套管压入地下;

(2)利用冲抓斗将套管内的泥土抓出后直接运走,并在达到一定深度后往钢套管内补充水以维持一定的水头高度;

(3)利用焊接方法接驳钢套管;

(4)重复步骤(1)~(3),不断延长钢套管,直至深入到基岩面的深度;

(5)成孔中遇到漂石等障碍物和基岩时,均可利用冲锤冲击碎石。

采用的设备见表3所示。

3.2.2 成桩

(1)清孔:因规范要求清孔后的循环液不允许含有固体颗粒,同时颜色要几乎达到清水的程度,故采取导管二次气举反循环清孔的工艺,即分别在下钢筋笼前和灌注前进行清孔。为达到环保要求,泥水排放前要经多级沉淀和处理,由地下井渗流排出(见图2所示)。

(2)安装钢筋笼:采取先在桩孔内下放安装波纹管,后安装钢筋笼,而后固定连接波纹管和钢筋笼的方法。

(3)灌注水下混凝土:采用商品混凝土,由吊车

表 3 主要成孔施工设备一览表

设备名称	型 号 规 格	数量	备 注
履带吊机	LIEBHERR - Crawler Crane HS 852	1 台	参与 1、1.1 和 1.2 m 桩的施工
	LIEBHERR - Crawler Crane HS 853 HD	1 台	钢筋笼制作等的辅助工作
	LIEBHERR - Crawler Crane HS 872	2 台	参与 1、1.1、1.2 和 1.3 m 桩的施工
	LIEBHERR - Crawler Crane HS 873 HD	2 台	参与 1.4 m 桩的施工
	LIEBHERR - Crawler Crane HS 883 HD	2 台	参与 1.4 m 桩的施工
摆管机	LEFFER - VRM2500	2 套	参与 1.4 m 桩的施工
	LEFFER - VRM2000	2 套	参与 1.4 m 桩的施工
振动钳	MGF RBH 460 -(50t)	1 套	参与 1.2 和 1.3 m 桩的施工
	MGF RBH 320 -(30t)	1 套	参与 1 和 1.1 m 桩的施工
冲抓斗	LEFFER - L890SK	1 个	参与 1、1.1、1.2 和 1.3 m 桩的施工
	LEFFER - L1500SK	4 个	参与 1.4 m 桩的施工
	CASAGRANDE - G28 (DIA. 1650mm)	1 个	参与 1.4 m 桩的施工,用于清理孔底沉渣
冲击锤(碎岩)	DIA. 1150mm - 3T	3 个	参与 1、1.1、1.2 和 1.3 m 桩的施工
	DIA. 1650mm - 10T(十字)	2 个	参与 1.4 m 桩的施工
	DIA. 1650mm - 12T(六瓣)	1 个	参与 1.4 m 桩的施工

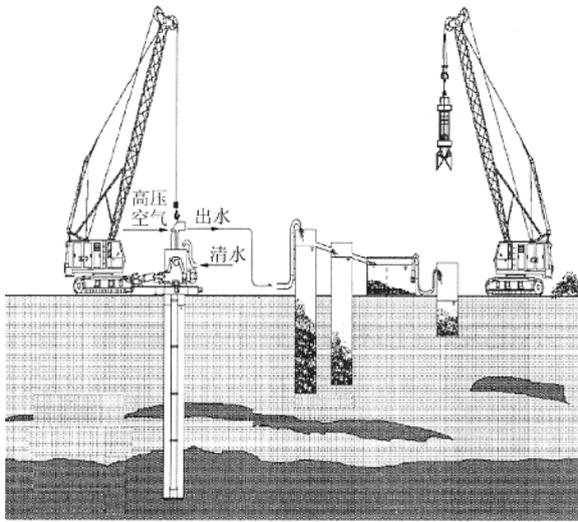


图 2 清孔示意图

吊运料斗传送混凝土至孔口漏斗,用导管水下灌注成桩。

4 施工过程关键工序的控制

4.1 成孔

为保证所成桩孔的垂直度,在机器就位时必须先平场和排放工字钢加工的地台,就位后应找平。埋设第 1、2 节套管必须保证竖直,这是决定桩孔垂直度的关键。要求在施工中的第 1、2、4、6... 节套管,均需由测量人员检测套管的垂直度和桩位偏差。在套管扭转压入过程中,要求操作人员用水平尺或测锤不断校核套管垂直度。

开挖土层时,要保持套管的超前压入深度,使用如图 3(a)所示的无齿抓斗在套管内取土,以减少对周围土层的扰动,挖土过程中应经常检查土样,判断

孔底地质情况的变化。为提高工效,在开挖卵、砾石层和风化岩层时,严禁套管先行压进,只能是超挖,并使用如图 3(b)所示的加焊了齿的抓斗进行抓石,套管则采取随挖随跟管的方法。

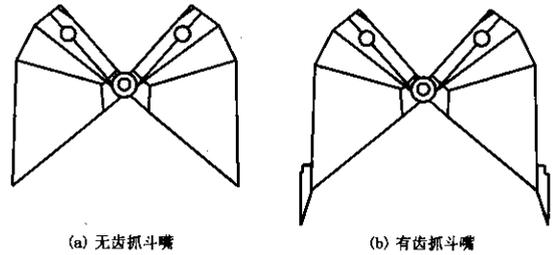


图 3 抓斗嘴示意图

为保证成桩时套管的顺利起拔,要求每次接驳前,操作手必须用磨桩机多次上下游动套管,以确保磨桩机回转压力表指数 $> 15 \text{ MPa}$ 。

4.2 清孔

为防止孔底沉渣影响基桩端阻力的正常发挥,在清孔前须用抓斗将挖土时留于孔底的浮土或沉渣加以清除。同时在利用气举反循环清孔时须注意以下事项:

(1) 开始工作时应先向孔内注水,然后送风清孔,停止清孔时,应先关气后断水,以防水头损失而造成套管底口渗入泥砂或塌孔;

(2) 高压风管在导管内的入水深度至少应大于水面至出浆口高度的 1.5 倍(即沉没比 > 0.6),但为提高清孔的效果和工效,我们采取的沉没比为 0.85 ~ 0.9。

4.3 水下灌注混凝土成桩

为提高工效和保证质量,同时也为了成功起拔钢套管,我们采用了以下控制措施:

(1)导管直径和联接方式按桩的直径和深度确定,且要求必须在开工前进行预拼以检查导管的密封和垂直性,施工中经常检查和调换受损的密封圈。

(2)首灌混凝土量 $\leq 5 \text{ m}^3$ 。

(3)为加快混凝土车的周转,采用双卸料台,同时也加快了灌注速度。

(4)在灌注中起拔钢套管的时间约为总灌注时间的一半(每次起拔一节钢套管约为1h),为减少起拔次数,增加单次起拔长度,在操作中须认真做好灌注纪录,同时综合考虑、控制和平衡以下4个指标:须特别注意磨桩机回转压力表压力 $\geq 20 \text{ MPa}$;控制混凝土进入钢套管的深度 $\geq 18 \text{ m}$;导管在混凝土中的埋藏深度保持在3~16m;单次起拔时间 $\geq 2 \text{ h}$ 。

5 结语

经过几个月的紧张施工,该工程提前45天完工并完成了所有的检测,顺利移交场地。一般来讲,贝诺特工法不适合深度 $> 60 \text{ m}$ 的超深桩孔和地下含有厚度 $> 5 \text{ m}$ 砂层的地层,在本项工程中能够使用单层套管成功施工并突破桩深85m(套管长约90

m)的超深桩孔,使我们对该工法的理解和应用水平得以加深和更加成熟。

目前国内采用最多的泥浆循环钻(冲)孔灌注桩及人工挖孔桩,虽价廉物美,但同时也存在以下较根本的缺陷:人工挖孔桩存在着施工安全及在软土地区能否有效成孔问题,泥浆循环钻(冲)孔灌注桩冲孔容易出现泥皮、沉渣问题等质量通病,以及泥浆处理和排放问题等。而贝诺特灌注桩能够较好地克服人工挖孔桩及钻(冲)孔灌注桩的上述施工难题,并且施工速度快,具有广阔的发展前景,对提高工程建设的质量和效益,促进我国建筑业整体技术水平的提高具有重要的意义。但因贝诺特灌注桩工艺的设备资金投入量很大,因此国内一般企业较难承担,应尽早推行主要设备及构件的国产化水平,便于贝诺特工法在国内的全面推广应用。

参考文献:

- [1] 沈保汉. 桩基工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1995.
- [2] 梁日旺. 香港钻孔灌注桩常用成桩工法以及存在问题[J]. 西部探矿工程, 2001, 7(3).

“第七届地质灾害防治工程学术论坛”在深圳召开

本刊讯 由中国地质学会地质灾害研究分会防治工程专业委员会(以下简称专委会)主办、深圳市地质局协办的“第七届地质灾害防治工程学术论坛暨第三次会员代表大会”于2005年4月12~13日在广东省深圳市召开。

本次会议收到论文28篇,到会代表86人。大会论文和参加会议的代表涉及全国10多个省、市、自治区,来自国土资源、铁路、公路交通、水利、电力、冶金、煤炭、建筑、中科院和民营等部门的科研、设计、勘察施工、环境监测、高等院校、厂家企业单位,具有广泛的代表性。在2天的学术交流中,首先由中铁西北科学研究院滑坡防治专家王恭先生作“滑坡勘察设计中的关键技术问题”主题报告,随后15位代表在会上进行了学术交流发言,部分厂家公司代表介绍了新产品、新技术。经过会议评委的评审,重庆交通学院陈洪凯教授的“中国公路泥石流研究”等5篇论文被评为本次会议优秀论文。

会议还顺利完成了专委会的换届选举,第二届专委会主任委员、中国地质科学院探矿工艺研究所所长胡时友代表第二届专委会向大会报告了专委会5年的工作,经过全体与会代表的选举,产生了新一届(第三届)专委会组织机构,新当选的专委会主任委员胡时友代表第三届专委会讲话,并祝贺专委会成立10周年。新一届专委会主任及副主任委员单位达到了61个,委员单位达到了26个,为专委会今后的兴旺发展奠定了基础。

会后,组织51位与会代表赴香港进行了地质灾害防治考察,香港特区政府土木工程与拓展署土力工程处接待了代表团,举行了一场关于香港斜坡监测预报与治理技术的学术报告会。会前,土力工程处副处长陈润祥与全体代表合影留念,在土力工程处斜坡安全全部李燕先生的主持下,代表们首先观看了“香港斜坡安全与绿化”的电视片,随后听取了3位工程师的学术报告:土力工程处标准与测试部张乐成博士——“山泥倾泻警报系统”;土力工程处总土力工程师汪学宁——“香港天然山体滑坡灾害防治与高新科技应用”;土力工程处设计部李泽强博士——“香港防止山泥倾泻工程”。

代表们对报告中感兴趣的问题与3位专家进行了深入的交流探讨。专家们的报告使与会代表对香港的地质灾害预警预报及防治有了较全面的了解,开阔了眼界。

本次会议有2个鲜明的特点:

第一,本次大会为全国相关行业和专家提供了一次极好的学术交流平台和市场平台。大会交流的论文内容丰富,涵盖了公路、铁路、三峡库区及全国各地地质灾害的勘察、监测、预警预报、防治工程等多方面技术。

第二,大会交流的论文显示出我国从事地质灾害工作的专家及工程技术人员对学术理论、新方法、新技术和新产品都有着良好的敏锐性,在学术上不仅关注了理论的建树(如“中国公路泥石流研究”和“跨越斜坡运动”等文章),而且直接探讨了面对地质灾害的诸多挑战如何提供解决方案的问题(如“厦门市海沧区北市花岗岩矿滑坡形成机制分析及治理设计”、“四川地区公路膨胀土地基处理方法研究”、“公路建设中弃渣场的防护体系”等)。老专家王恭先生的主题报告“滑坡勘察设计中的关键技术问题”更是大大拓展了与会者的视野,使与会代表受到了启迪。大会交流的“地质灾害自动监测预报”等5篇论文,是地质灾害防治工作者关注地质灾害监测、预警预报问题的一个代表。大会所交流的各类论文,在各种学术前沿问题、理论建设、工程实践等方面,都提供了富有建设性的系统观点和研究、应用成果,这样的学术交流,无疑将促进我国地质灾害工作的快速进步。

此次会议还得到了主任委员单位——中国地质科学院探矿工艺研究所等17家会员单位的经费资助,确保了会议的圆满成功。

会议还得到了上级学会组织——中国地质学会的高度重视,郝梓国常务副秘书长亲临会议指导工作,并在会上作了重要讲话。他重点介绍了上级学会的工作情况,对本专委会10年的工作也给予了充分的肯定,并对今后学会建设提出了重要的指导意见。他的讲话信息量大,针对性强,对学会建设和学科建设极具价值。

(张燕 供稿)