

高坡挡土墙施工技术*

杨 志 刚

(中国福建国际经济技术合作公司,福州 350003)

摘要 高坡挡土墙施工中采用人工挖孔桩,并结合逆作法捣筑钢筋混凝土墙板的方法,具有无需土方大开挖、无需支撑、施工安全和节约基建投资等优点。

关键词 高坡挡土墙,人工挖孔桩,自锚拉杆

分类号 TU 974

人工挖孔钢筋混凝土桩灌注桩,已在港澳和内地许多高层建筑工程,以及某些特殊基础工程中得到广泛应用,但用于挡土墙工程并不多见。本文简介澳门福海花园工程中,采用人工挖孔桩和砂浆锚杆钢筋砼挡土墙施工中的主要经验,以期能促进这项新技术在高坡挡土墙和地下室挡土墙工程的推广应用。

1 工程概况

福海花园位于澳门黑沙环螺丝湾山北麓,地形自南向北倾斜,南边紧靠螺丝山边公路,西侧与黑沙环斜马路毗邻。该工程占地面积 4 500 m²,建筑面积 35 819 m²,是一个由两幢 20 层框架筒体剪力墙结构、五幢 9 层框架结构和 4 层地下室组成的集公寓、商场、停车场、仓库为一体的多功能群体建筑。该建筑的基础共设有 202 个挖孔灌注桩,直径 \varnothing (mm) 分别为 1000, 1 300 和 1 500,挖孔最深达 25.9 m,桩底持力层伸入微风化坚硬基岩 50~70 cm 以上。

该工程挡土墙部分沿线紧靠黑沙环斜马路人行道,与行车道只有 1.8 m 距离;路段长达 95 m,而南北倾斜高达 2.5 m,南端螺丝山地表水和地面坡积水直接向工地排放。工程地貌复杂,表土覆盖层为旧城市垃圾松散土和不同的风化岩,这种地形、地貌特点给施工带来许多困难。为使市内交通不必改线而又能维持正常安全运行,以及确保工程施工的安全操作,施工方案的选择无疑就显得十分重要,且决定着工程的成败。为此,我们采取了融临时性施工挡土支护与永久性挡土墙结构为一体的钢筋砼挖孔灌注桩,并和土层砂浆锚杆联合作用的挡土墙方案,从而使其结构合理、受力明确、施工方便。

2 设计方案的确立

本工程原为澳门邓继珠设计事务所根据传统钢筋砼重力式挡土墙进行设计的。我们认为

* 本文 1996-11-06 收到

原设计方案偏离现场的实际情况而难以实施,因此,本文提出钢筋砼人工挖孔灌注桩和土层砂浆的锚杆挡土墙方案.由于本工程场地环境条件仅适应无机械钻孔桩的施工场地,因此采用港澳地区普遍推广的人工挖孔灌注桩加土层砂浆锚杆,以取代机械钻孔桩^[1].

2.1 理论依据

(1) 对挡土桩位组织施工补钻,进一步摸清坡地工程地质,从而为方案的确定提供原始的科学依据.

(2) 结合本工程实际地质条件,桩身下端嵌岩(微风化)0.7~1.5 m,上部自由端用上、下各 1 根 40 mm 钢筋土层锚杆拉结,按铰结考虑,下面为实例计算过程.

(a) 土压力计算. 计算简图见图 1,挡土墙简力图见图 2. 地面超载 $Q_0=10$ kPa,折算高度 $h=10/18=0.56$ (m),地质参数 r (土容重)=18 kPa, φ 为土内摩擦角,且 $\varphi=35^\circ$,挡土墙高度 $\cdot H$ 为 11 m.

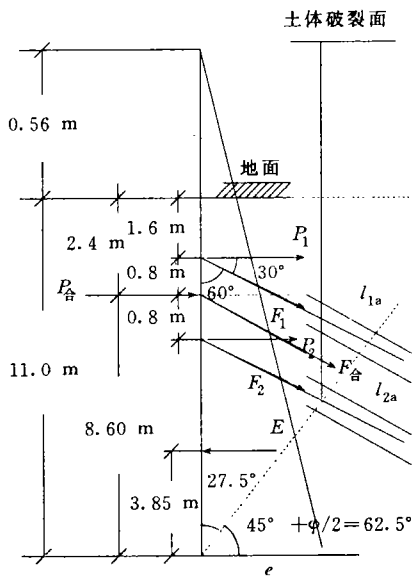


图1 \varnothing 为40 mm的锚杆计算简图

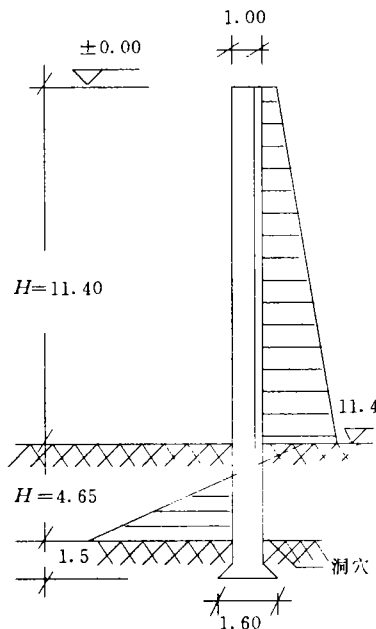


图2 挡土墙简力图

挡土墙底部压应力(e)和总的土压力(E)分别为

$$\begin{aligned} e &= rH \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2) \\ &= 18 \times (11 + 0.56) \times \operatorname{tg}^2(45 - 35/2) \\ &= 56.38 \text{ (kPa)}, \end{aligned}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 11.56 \times 56.38 = 325.92 \text{ (kN)}.$$

(b) 锚杆总拉力计算. 计算简图如图 1 所示. P 为锚杆总拉力(kN); P_1 为锚杆总拉力,其由两根锚杆分担; E 为挡土墙总的土压力(kN); e 为挡土墙底土压应力(kPa); Q_0 为地面超载值(kPa).

我们取每米长挡土墙计算. 假定挖孔桩底部为固端(桩底伸入基岩 0.5~1.5 m),上部由

锚杆提供反力,假定为铰接。查文[2]可知,一端固定,一端简支的梁其简支端的反力为

$$R_g = \frac{Pb^2}{2l^2}(3 - \beta),$$

将其代入本例题,则可得

$$\begin{aligned} P &= \frac{E \times 3.85^2}{2 \times 8.6^2} \times (3 - \frac{3.85}{8.6}) \\ &= \frac{3.25 \times 3.25^2}{2 \times 8.6^2} \times (3 - \frac{3.85}{8.6}) \\ &= 83.28 \text{ (kN} \cdot \text{m}^{-1}\text{)}. \end{aligned}$$

因两根孔桩之间距离为 3.7 m,故每根孔桩上锚杆的总拉力 $P=3.7 \times 83.28=308$ (kN)。该反力由上、下两根砂浆锚杆承担,故每根锚杆的反力(R_g)为 $308/2=154$ (kN)。

(c) 锚固力(F)的计算。

$$F = \pi d f l = 3.14 \times 0.16 \times 50 \times 6.5 = 163 \text{ (kN)},$$

式中 f 为锚杆砂浆与土层的粘结力,其设计值 $f=50$ kPa; l 为锚杆有效长度,按 $\varphi=35^\circ$ 计算挡土墙破裂面,锚杆长 12 m,则 $l=12-5.5=6.5$ (m); d 为锚杆钻孔直径,且 $d=16$ cm。

(d) 锚杆钢筋直径圆的截面积(A)选用。

$$A = \frac{hF_1}{f_k} = \frac{1.6 \times 154hF_1}{315} = 7.8 \text{ (cm}^2\text{)},$$

式中 h 为安全系数(取 1.6); F_1 为锚杆拉力 154 kN; f_k 为钢筋设计受拉应力 315 kPa。实际选用锚杆钢筋 \varnothing 为 40 mm, $A=12.5$ cm²。

(3) 选用高标水泥、纯水泥浆掺外加剂增大压浆的流动性,经试验砂浆强度达 M30 以上。

(4) 对土层锚杆在正式实施前,用千斤顶实地抗拔试验两根,证实抗拔力大于理论计算。

2.2 修改原设计的几点措施

考虑到挡土墙与主体工程同时交叉施工,并联合作用,可采取以下几点措施。

(1) 挖孔桩挡土墙。挖孔桩既可作为施工临时挡土墙支护,又与作为永久性挡土墙和框架柱相结合而产生联合作用。

(2) 取消原设计挡土墙框架柱基。因基础占越他人地界,且超挖土方易造成施工危险。

(3) 原设计柱基仅放置在岩面上,现将挖孔桩放大脚伸入基岩 0.7~1.5 m,以提高单桩承载力和保证挖孔桩固端的稳定,将 \varnothing 为 1 000 mm 的挖孔桩伸入基岩部分扩大到 \varnothing 为 1 300 mm。桩基底梁取在挖孔桩内,顶埋筋的焊接方法使柱基与基础梁连成整体而完全嵌固支座。受篇幅限制,这里嵌固计算从略。

(4) 根据上部结构柱需要,并结合施工受力情况来调整挖孔桩挡土墙桩距。

3 施工工艺特点及主要措施

与传统的挡土墙施工工艺对照,我们在以下五个方面进行了革新。

(1) 挖孔桩与墙的整体性。

(2) 挖孔桩挡土墙上下壁之间的整体性。

(3) 挖孔桩挡土墙桩与框架梁的整体性。

(4) 挖孔桩挡土墙壁与结构梁的整体性.

(5) 挖孔桩挡土墙桩上部自由端与自锚拉杆的关系^[3].

施工工艺的特点和工程地形的复杂性决定了施工者必须做到:(1) 绘制预埋钢筋的施工节点大样;(2) 挖孔桩内预埋钢筋按规定程序自下而上,并随钻随插,以防止钻孔缩径或遗漏插筋;(3) 预埋筋应根据设计要求埋设,搭接或焊接应按规范规定要求的长度进行;(4) 挡土墙竖向预埋筋必须采用超挖土方 50~60 cm,使竖向筋插入松散的填土内,同时使下节开挖土方时不致影响上节捣筑的砼;(5) 挖孔桩挡土墙预埋筋,从钻孔到插筋必须按照施工程序进行;(6) 应保证自锚拉杆和钻孔压浆的质量要求;(7) 严格焊接测试和自锚件实地抽样拉力试验.

根据挖孔桩挡土墙施工的特点,我们在施工组织上采取了下述六项措施.

(1) 挖孔桩挡土墙与一般挡土墙的施工顺序不同,应采取自上而下开挖孔桩后捣筑桩芯钢筋砼,挡土墙再自上而下分节开挖捣筑钢筋砼墙体,将墙悬挂在桩上,墙板用逆作法施工.

(2) 为确保施工安全,挖孔桩挡土墙采用隔桩开挖,以保证墙体和土体尽可能地完整.

(3) 挖孔桩挡土墙墙体土方的开挖顺序,一般开挖的高度根据土类而定,同时考虑施工方便.每节开挖高度控制在 1.5~2.0 m 之间,3~4 个并作一个开挖单元,以保证当天或隔天完成该单元全部工事,且土体开挖面暴露的时间愈短愈好.

(4) 挖孔桩挡土墙的土体侧压力经过墙板传递到桩底,以使挖孔桩成为挡土墙的抵抗主动压力.由于桩尖的固端伸入土体或基岩一定的深度,桩部上端成为杆件的自由端.所以,我们又在桩上端采用土层砂浆锚杆使桩上端的自由端成为铰节支点.此举改善了孔桩的受力,从而确保了工程的施工安全(图 3).

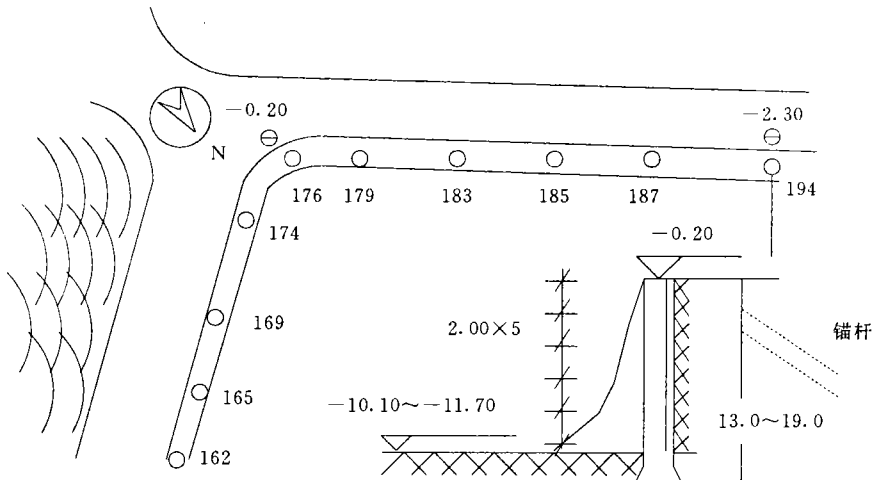


图3 挖孔桩挡土墙平面及开挖分节图

(5) 对新开挖的坡壁随即采用喷刷纯水泥浆以改良土壤表面性能,并保护新鲜工作面以增强新土土体表面强度和防雨能力,这对稳定土体有较好的作用.特别是在挖孔桩挡土墙开挖时采取的喷刷水泥浆护土壁,不需支模,这不仅能保证工程质量,而且操作方便、经济效益明显.

(6) 在挖孔桩挡土墙施工中对预埋筋必须特别注意,根据作业不同条件,采取相应的钢盘

绑扎和焊接措施(图 4)。

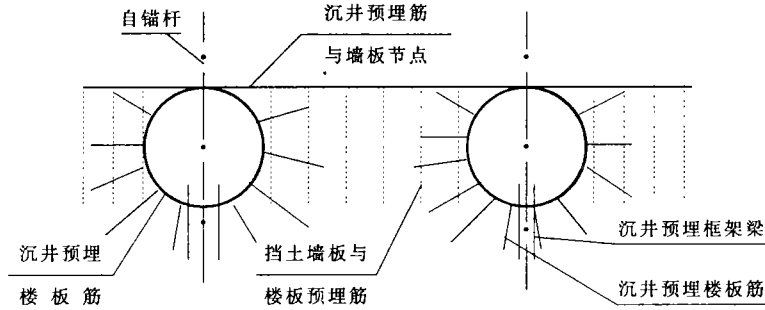


图4 挖孔桩预埋筋节点图示

4 结束语

本工程采用人工挖孔钢筋混凝土灌注桩和土层锚杆联合作用的挡土墙工艺,与传统挡土墙施工方法相比,节约资金 120 万港元. 这相当于原设计重力式挡土墙总造价的 35 %,缩短工期两个半月;同时保证了城市交通道路的正常运行. 实践证明,这项新技术在高坡挡土墙和地下室工程中应用,具有施工操作安全、减少开挖土方、无需临时挡墙支护、施工作业面灵活、施工机械简便、施工速度快和节约投资费用等优点. 其经济效益与社会效益无疑是明显的.

参 考 文 献

- 1 施文华. 挡土钻孔灌注桩的一些计算问题. 建筑技术, 1985, 12(4): 2~9
- 2 北京第十设计院, 第一机械工业部第八设计院. 建筑结构静力计算手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1978. 159~160
- 3 江正荣. 建筑施工工程师手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992. 199~200

Technology for Constructing Retaining Wall with Steep Slope Grade

Yang Zhigang

(Fujian Foreign Econ. & Tech. Corp. Co., 350003, Fuzhou)

Abstract In the construction of retaining wall with steep slope grade, manual hole digging piles are adopted in combination with reverse working for ramming reinforced concrete wall panel. No need of enormous earth-digging and bracing. The construction is safe and save in cost.

Keywords retaining wall with steep slope grade, manual hole digging piles, self-anchored draw-bar