

工程技術論文選

交通部第二航務工程局

工程技術論文選

交通部第二航務工程局

编后话

选文的来源是历年发表在各种技术刊物上的文章,由于篇幅有限,有的同志论文较多,也只选一篇,唯有割爱了。

原文刊登在各种技术刊物上,插图不规则,这次选编时,大多数图做了技术处理。

计量单位是个复杂的问题,由于文章发表跨时较大,文中的非法定计量单位,我们没有改动,因为一动百动,可能改错,只好保持原貌。

参加本文选编校工作的主要有陈宗岳、赵春荣、谢开蓉、刘厚林、李光源等同志。插图由夏邦秀同志负责加工。

编者

1993年10月

出版：交通部第二航务工程局
编辑：局科技处
印刷：武汉长江装璜印刷厂

前 言

为纪念我局成立四十周年,特编印这本《工程技术论文选》。文选中的 57 篇论文,是从我局工程技术人员历年来发表的五百多篇论文中精选出来的。它虽然不是全豹,但也不是一斑,基本上能反映出我局的施工、科研、设计等方面的技术水平。

从时间的角度看,虽说跨时四十年,但大多数的论文是在近十几年中发表的,这同国家的政策、我局生产发展的水平有明显的一致性。科学技术是第一生产力,我们要抓住这个方针,把我局的事业继续向新的阶段推进。

从论文的作者看,有许多同志目前虽然居领导岗位,但写论文时,绝大多数在基层,在生产第一线。这说明实践出真知,希望我局的技术人员继续深入生产第一线,提高技术水平,更好的为我局的事业服务。

这本文选从着手选编到成书,时间不到一年,参加编校工作的人手少,还有本职工作,这说明他们对工作的执着。

这本文选的出版,突出反映了我局广大职工在我国社会主义建设事业中特别是交通运输现代化建设中,拼发出的聪明才智,有继承有创新,融百家之长,汇我二航风格。放眼今日世界,科学技术的发展以从未有过的速度在飞跃,我们必须以全力赶超,敢做别人没有做过的事情。

I 、施 工 部 分

目 录

I 施 工

澄西船厂干船坞地下连续墙试验性施工及四边形闭合并试验的基本情况总结	肖志学 (1)
在岩基上下沉沉井施工	周伯勇 (16)
武钢 8、9 号码头施工	金 良 项昌祥 (19)
武钢工业港 8、9 号码头柔性沉排护岸施工	项昌祥 王淑琴 (28)
广州黄浦新沙港区 1"~5" 泊位施工情况介绍	符荣辉 (32)
格型钢板桩码头	温致雨 (37)
格型钢板桩结构在广州新沙码头工程中的应用	四公司 陈 斌 (49)
饱和细粉砂土层中气压法顶管	徐昂都 (58)
武昌余家头水源泵站顶管工程	高鹏珠 唐勇力 王颖异 (72)
芜湖中江桥施工与技术管理	王同华 (77)
南宁邕江二桥沉井施工技术总结	二公司 陈天明 李玉坤 章继东 (81)
某厂深井泵房液压滑模施工	二公司 张明全 (94)
襄樊四水厂取水工程施工	二公司 贾理权 王志强 (101)
温州龙湾港码头工程预制桩施工	二公司 肖仁福 (108)
黄浦港新港区码头建设物施工	温致雨 郭巨武 (117)
蛇口港二突堤 1.5 万吨级码头桩基施工简介	科技中心 奚学智 船机公司 杨文峰 (124)
镇江大港的建设	陈光福等 (129)
镇江大港一期工程钢管桩施工	四公司 邱成锦 (133)
镇江大港钢筋混凝土板桩码头施工	四公司 陈文杰 (143)
混凝土真空吸水工艺, 在堆场、道路中的应用	四公司 何开胜 (151)
武钢 9" 码头钢构件安装	船机安装公司 张德祥 (158)
钢制拱顶储油罐充气顶升技术	安装公司 陈继红 (162)
土工织物在软基防波堤上的应用	三公司 刘诗净 (167)
在风化岩中施打大型薄壁钢管桩	何 飞 房延懋 (172)
定型组合钢模板在航务工程中的应用	一处一〇三队 (178)
大型变截面伸臂箱形结构钢梁制作与安装简介	船机修造安装公司工艺科 郑幼波 (182)

II 科 研

711 工程袋装砂井预压加固软土地基试验研究	科研所地基组 (187)
袋装砂井施工技术中间报告	第四工程处 陈光福执笔 (194)
排水砂井地基的沉降控制与分析	科研所 盛善扬 (199)

袋装砂井施工技术总结.....	一公司一〇一队(204)
减水剂的应用和发展.....	研究所 马瑞康(209)
超塑化剂 CRS	研究所 刘秉京执笔(212)
混凝土快速粘接补强剂 K—801 胶的研制及应用	研究所材料组(219)
冷接桩法介绍.....	研究所 季国勤(227)
用超声、回弹半破损法检测混凝土强度分析	研究所 孙同兴(232)
超声一回弹法测混凝土强度试验及应用.....	王淑琴 谢开蓉 刘思进(238)
正交设计在喷射泵性能试验中的应用.....	研究所 孙永望 高鹏珠(245)
水下不离析混凝土的研究.....	研究所 杨国嬉执笔(251)
PDA 打桩分析仪在设计施工中的应用	研究所 PDA 动测组 彭文韬 徐国华 孟宪鹏(258)
新沙格形钢板桩码头的现场观测及其初步成果分析.....	季国勤 李宗哲(262)

Ⅲ 设 计

作用于高桩码头建筑物的船舶碰撞力计算方法.....	黄际雄(273)
组合型双曲扁扭壳的内力分析.....	郭宗勤(289)
广州港新沙港区 1"~5" 泊位格形钢板桩码头岸壁设计	设计所 龙健若(300)
水(气)垫的应用原理与设计.....	李光源(314)
武汉提升式浮码头简介.....	赵春荣(318)
用弹性半空间理论计算地基板.....	研究所 夏 悦(320)

Ⅳ 综 合

对半封闭钢管桩尖的不同看法.....	陈宗岳(327)
浅谈打桩控制贯入度的合理选定.....	白荣惠(336)
钢管桩内填充混凝土的试验研究.....	四公司 王东明(341)
QZ—150 型潜水钻机的研制及在大直径管桩中钻岩的应用	卢忠汉 袁长宏执笔(347)
预应力混凝土大管桩沉桩工艺及压、拔桩试验	胡金阶 房延懋 陈宗岳(352)
刚性承台计算程序设计(m 法与 $\Gamma \cdot C$ 施比罗法)	研究所 承 蒙(365)
钢板桩的选型、检验及处理	三公司 王光铭(377)
对在中东加强对外工程承包和劳务合作竞争能力的几点看法.....	赵明旭(384)
武汉港汉阳作业区 9~12 号码头施工质量管理情况.....	第一工程处 101 工程队(388)
后张预应力梁在水工建筑应用中的几点意见.....	张士德(390)
定流量系数廊道淹没出流与门孔自由出流联合作业时的船坞灌水特性.....	杨醒华(398)
书名题字:周赞庭	

澄西船厂干船坞地下连续墙试验性施工 及四边形闭合井试验的基本情况总结

肖志学

一、试验缘由及目的

澄西船厂干坞工程(3.5万吨级与1.5万吨级各一座)由于地处长江下游,干坞座落在土层上,特别坞底板座落在粉细砂的透水层上(透水层厚度20米),如何解决底板下的浮力,按常规应设锚桩或采用重力式底板,这是不经济的。更重要的是船坞的施工阶段如何排水以解决基坑开挖问题,曾设想采用井点降水的方法。但由于基坑过宽(81~85米)井点难以凑效。特别由于工期较长,井点的安全运转得不到保证,在此基础上提出采用地下连续墙作为防渗墙,以保证施工期的安全开挖。为此需要作长约850米(31450米^2),深37米砼地连墙(约534.65万元)。为了节约投资,75年部秦皇岛会议确定将砼防渗墙改为钢筋混凝土地连墙作为坞室结构的承重墙,以期达到节约投资之目的。

但作为结构墙的地下连续墙虽在世界各国已有广泛的应用,而在我国确为数不多。特别用于防渗要求比较高的干船坞工程,在我国尚属首次,象这样大的工程(约 51000米^2)在世界上也为数不多。因此从施工工艺,质量的可靠程度、设备,特别穿过20米粉细砂透水层,并且有承压水头的情况下,如何保证槽壁的稳定,施工接头的可靠

性,保证垂直精度的措施等一系列技术问题上都没有十分把握。特别这项新工艺在航务工程系统中还是比较陌生的,因此必须进行一系列的试验。对其可行性及可靠性作些深入的研究。在上述问题基本得到解决的情况下,才能进行正式工程的施工,以确保船坞建成后的安全使用并达到经济合理。

从另一种意义上讲,为开辟新的技术领域,作为地连墙这门新技术能用于航务工程,改变过去常规的施工方法,以增添新的结构型式,进行必要的试验研究,也具有深远的意义。

根据交通部76年5月在北京召开的地连墙试验问题座谈会确定;试验共分两阶段进行:

第一阶段——成槽试验,作一个 $5.3\times 0.8\times 37$ 米深槽,主要验证:

1. 在具有承压水头情况穿过20米粉细砂层槽壁的稳定性;
2. 采用何种护壁泥浆是最经济、合理的;
3. 探讨研制合理、经济、高效的施工设备。

第二阶段——在取得上述基本成果后作一闭合的八角形井——中间试验,以验

证:

1. 防渗效果;
2. 浇注混凝土的工艺及设备,以及在泥浆内浇注混凝土质量的可靠性;
3. 泥浆对钢筋握裹力的影响;
4. 施工接头的可靠性。

以上两项试验已分别于77年6月及79年4月完成,并分别由部召开了鉴定会[见资料:地下连续墙在船坞中的应用之(一)、(二)],基本上肯定了以下几点:[见(79)交水基字952号文]

1. 在江阴地区的地质条件下采用合适的护壁泥浆,穿过具有承压水头的20米粉细砂透水层成槽是可能的,槽壁的稳定性可以得到保证。

2. 干坞采用地下连续墙在江阴地区地质条件下是可行的也是经济合理的。

3. 鉴于施工设备仍不完善,施工精度也还不高,为确保船坞建成后的可靠使用,于正式防渗墙施工前先在东西翼墙作试验性施工,在改进设备,提高操作经验的基础上再作一闭合的四边井,再一次检验施工技术,使精度达到要求,即可展开大坞主体施工。

二、试验性施工的基本情况

东西翼墙试验性施工从79年8月15日开始至80年5月结束,共完成1589.62米²,7.5米长槽段共13段,深度分别为10米、15米、19米、22米、24米、37米六种。从实测的垂直精度上看,39个测量断面(每槽段测三个断面)中,精度在1/200以上的33个断面占总数的84.6%,精度在1/200以下的6个断面占1.5%,精度在1/400以上的24个断面占总断面的61%,精度在1/1000以上的12个断面占30.6%,最高精度1/1400,最低精度1/108。(详见东西翼墙试验性施工综合指标一览表)

在技术改进上我们着重从几个方面进行了尝试:

(一)在现有设备、导板抓斗的基础上改进操作,以逐步提高开挖精度。经过13段墙的施工,精度由最初的1/100提高到1/500~1/700,效率也有显著提高,平均达6.3米²/时,最高达10米²/时。总结起来有如下四条操作经验:

1. 开槽:必须放慢速度,抓斗必须在垂直的情况下挖土,初始的5~7米必须开正,挖此深度其最快的速度不能快于1~1.5小时。

2. 地层变化的情况下,必须放慢开挖速度,并保持抓斗的垂直,缓慢开挖。

3. 开挖过程中随时调正吊机扒杆,使吊索始终保持在槽段的中央。

4. 随时测量(一般每挖5米测量一次)随时调正吊杆使抓斗恢复正确位置。

(二)结合开挖对象改进并使用不同的开挖设备:

鉴于江阴地区的地质情况,我们先后试验了抓斗,长导杆抓斗,液压抓斗及长导杆有控制的组合钻机,结果是:

长导杆抓斗,挖槽精度高,在粘土中效率较高,但在砂层中效率显著降低,由于系卷扬机控制速度慢效率更低。

长导杆可调组合钻机:在粘土中效率低,但在砂层中效率很高,特别配以正反循环效率更高,精度也高,每小时可进尺4~5米,平均可达3米,最高可达8.38米。成槽效率和用浆量见下表。

(三)泥浆的回收:

泥浆的优劣直接影响着槽壁的稳定和钢筋握裹力,以及对砼的污染,同时也直接影响着地连墙的成本,因此在不改变泥浆的性能,适当降低和改变泥浆的成分。增加泥浆的循环次数,是降低泥浆成本的出路。我们结合工地条件和地质情况(粉细砂 $d_{50}=0.074$),为了使泥砂与浆分离,达到重复使

用的目的,选择了多级沉淀,加水稀释,使泥砂颗粒沉淀的方法。即将使用过的泥浆加30%的水稀释,使含砂率降低,重新加少量的膨润土、碱和CMC,使其达到新浆指标。采用这种方法可使浆的循环次数,由2次增加到5次。成本相应的由19元/米³降至8.72~11.74元/米³,降低率为54%~32.2%,这种处理方法没有化学处理的钝化状况。

成槽机械		导板抓斗	1#组合钻	2#组合钻
部位		+6.5~ -5.5m (-8.5)	-5.5(-8.5) ~-30m	-5.5~ -29.5m
成槽效率 m ² /时	最高值	15.2		8.38
	最低值	9.69	3.49	6.69
	平均值	10.89		7.41
耗浆量 m ³ 浆/ m ² 墙	最高	1.18		3.36
	最低	1.08	6.17	2.25
	平均	1.14		2.76

(四)地连墙单价分析:在设备基本定型的情况下,我们对东西翼墙施工进行了全面的测定,以东翼墙1₁、1₂三段(施工比较正常)的测定资料分析:

导板抓斗:按平均效率,泥浆循环四次计算。

成槽费:	31.26元/米 ³
200#砼	115元/米 ³
钢筋:	70元/米 ³
总计:	216.26元/米 ³

(未考虑间接费)

如考虑20%间接费并化为米²计,为207.64元/米²

组合钻:效率按40米²/时,即每小时钻进1.5米,用浆量按2米³浆来挖1米³土计为238.6元/米²

以上两种施工方法,在正常施工的情况下,均不突破概算单价250元/米²。但限于目

前施工槽段较少,代表性受到一定的限制,因为工艺还不完善,特别试验性施工与正式施工尚有许多不同之处,表现在工效上,特别是辅助时间难以控制,直接影响到成本的降低,加上没有成熟的管理经验,故将造成许多不够真实的因素。但仅从这几段墙的初步分析,地连墙的成本仍有降低的潜力。

三、四边井试验的基本情况和经过

(一)基本情况

经过试验性施工,从工艺、设备、成本等各方面的摸索之后,于80年5月22日开始四边井的试验。平面轴线尺寸:5×5米,深度37米。第一墙段于6月18日浇注完成,其成槽精度,最高达1/2400,最低1/720,超宽率平均为3.6%,但由于防绕流措施失效,而向江边移位。平面尺寸改为4.4×5.2米。深度不变(见四边井开挖平面图)。

1980年8月11开始新四边井试验,于当年12月22日完成浇注,总计22.75延米,869米²。墙身除Ⅲ"墙段因取样曾挖深至-33.0米(即深40米)外,其余均为37米。从实测的15个断面垂直精度看,最低1/340,最高1/1800,平均为1/1002,超宽率最大19.3%,最小2.5%,平均13%。(详见实测精度总表)混凝土浇注量710.31米³,钢筋105.33吨。

从80年12月开始四边井挖土,在挖至-5.0米(深11.7米)南墙接头板处出现漏水,并涌砂,渗水量每小时达20米³,使井内土方无法干开挖,为了找出漏水涌砂的主要原因,以及查清四边井墙段的质量情况,找出设计和施工工艺存在的主要问题,我们采用了充水开挖,水下修补的方法。第一次于开挖至-11~-12.0米(深17.7~18.7米)发现封头板东侧有3×3米范围露筋,墙内

多松散碎石,但大部分均未贯穿,仅于-9.36米处有一约 30×40 厘米贯穿孔,自-11~-3米采用水下支模方法浇注一块水下混凝土衬砌,经试抽水时水量明显减少。但当抽至-3.0米发现底部沙面上涨,再次下水检查,发现-5.6米处有 30×20 厘米贯穿孔,仍采用支模水下混凝土封孔办法。抽水至-8.0米的渗水量仅 $0.48 \text{米}^3/\text{时}$,我们即开始修整墙面(即风镐凿除混凝土绕流部分及北墙、东墙的接焊钢筋工作),此时发现几段墙之间封头板处均露筋,并夹较厚的泥皮,深度 $30 \sim 40$ 厘米,露筋部位宽度不等, $10 \sim 30$ 厘米都有。但从墙的总垂直度看还是比较好的,证明垂直精度较高。另外正墙身有部份露筋,没有保护层。

在向下开挖修补接筋过程中,南墙、西墙、东墙均出现不同程度的漏水涌沙现象,但均不严重,皆采用了水下快凝砂浆修补。于81年7月底干开挖深度已达-13.5米(深20.2米),并将-13.5米以上部分均已修好,此时发现原南墙外浇注的水下混凝土衬砌仍有漏水,每小时达 0.36米^3 ,且发现南墙于-13.5米处向上翻水,此时总渗水量达 $1.02 \text{米}^3/\text{时}$ 。故又带水开挖发现下部仍处于接头板处露筋,深达 $40 \sim 60$ 厘米,宽度达 $20 \sim 50$ 厘米不等,最终挖至-23.1米(深29.8米),此时已伸入素混凝土墙6.6米,距不透水层1.9米,并将其全部用水下快凝砂浆修补。东墙亦修至-19.5米(深26.7米)又将砂回填至-14.0米开始作倒滤层。对四面墙-20.0米以上作水下检查,除南墙外,北墙、西墙、东墙均较好。

从抽水至-13.5米(20.2米深)检测其渗水量为 $1 \sim 1.28 \text{米}^3/\text{时}$,按井周长22.78米计则每延米渗水量为 $0.044 \sim 0.056 \text{米}^3/\text{时}$,大坞防渗墙全长600米,如按照此值计算则为 $26.4 \sim 33.6 \text{米}^3/\text{时}$,每昼夜可达 $633.6 \sim 806.4 \text{米}^3$ 。

按设计要求考虑安全系数为3的情况

下为 $1500 \text{米}^3/\text{昼夜}$,按倒滤层试验结果不发生化学阻塞和携沙过多造成的颗粒堵塞,其允许渗水量为 $1200 \text{米}^3/\text{昼夜}$ 。故实测值均小于设计要求值,尽管开挖过程中经过修补,但除-5.0米一处外,渗水量均不超过最终的实测值,故仍有一定的参考价值。

开挖后从检查的结果可归纳以下几点:

1. 墙面总垂直度较好,证明原测精度除局部的凸凹外,总的垂直精度还是比较高的。

2. 由于保护层不够,部分墙面时隐时现出现露筋,或虽不露筋,也可看到钢筋轮廓。

3. 接头钢板处自上而下不同程度的露筋,多处形成较深的孔,或疏松带,或夹有较厚的泥皮,宽度 $20 \sim 40$ 厘米不等,开挖后的漏水基本都发生在接头部位。

4. 开挖出的混凝土表面有一层 $3 \sim 4$ 厘米的污染层,混凝土疏松极易脱落。

5. 纤维布防绕流措施,从深29.8米至顶部的检查未发现绕流的情况,起到了一定的效果,但部分有夹入混凝土的现象,但并不渗水。

6. 开挖后观察到,封头板处因接头钢筋太密,混凝土不易进入,(凹型筋间距最密达到11厘米,最宽仅25厘米)造成封头板处露筋。同时由于施工中回填了碎石,虽经处理难以奏效,大量碎石与泥浆混合的碎石块夹入接头筋中,使混凝土难以进入,造成露筋和开挖后接头漏水。

7. 浇注混凝土采用双导管,从开挖看没有明显的分界和夹层,两导管间混凝土仍比较均匀。但个别地区发现少量混凝土中夹有黄土块,此系在浇注混凝土过程中,由于粘土层崩落的部分土块所造成。证明在粘土中成槽,由于透水性差,泥皮形成的差,易引起槽壁表面土壤散落。

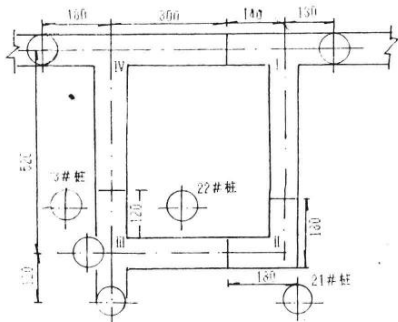
8. 在开挖过程中,井内外水头差曾先后达19.0米,渗水除接头处比较差的地方外,其它混凝土墙身基本不漏水,说明墙体的防

渗效果还是好的。

9. 四边井平面尺寸过小,分段亦不合理,在开挖过程中,中心土柱体变形坍方很大,给试验带来很大困难。但从实际开挖出的井看,除东北角坍方造成大量混凝土绕流外,其它三个角均较整齐。

(二)四边井试验的经过:

1. 四边井的基本尺度,见图一。



说明:

1. 此图为最后施工四边井平面图
2. 分段之编号为实际开挖顺序号
3. 22" 钻孔桩于开挖后拔掉
4. 连接导孔均未另钻,均采用弧形斗及组合钻修成圆孔

图一 四边井开挖平面图

平面尺寸为 5.2×4.4 米,深 37 米,墙厚 0.8 米。墙顶高程为 +6.8 米,墙底高程 -30.0 米,共分四段,接头为带金属封头板和凹型联接筋的刚性接头,混凝土为 200 号。

横向钢筋为主筋,纵向筋为构造筋,主筋为 16 锰筋,其配置情况如下:

$\nabla +3.5 \sim +1.0$ m	$\varphi 20$ mm	@20 cm
$\nabla -1.0 \sim -2.0$ m	$\varphi 22$ mm	@16.5 cm
$\nabla -2.0 \sim -5.0$ m	$\varphi 25$ mm	@16.5 cm
$\nabla -5.0 \sim -9.0$ m	$\varphi 25$ mm	@12.5 cm
$\nabla -9.0 \sim -16.5$ m	$\varphi 25$ mm	@10.0 cm

横向联接凹型搭接钢筋间距直径均同

上。

2. 试验区的地质和水文地质情况:

第一层: $\nabla +6.5 \sim \pm 0.0$ 米人工回填砂壤土(曾经过重力夯实)。

第二层: $\nabla \pm 0.0 \sim -5.0$ 米砂质粘土(不透水层)。

第三层: $\nabla -5.0 \sim -25.0$ 米灰色粉细砂层 $N=20 \sim 30$ 击, $d_{50}=0.074$, 渗透系数 $K=10^{-4}$, 砂层中自 -12.0 ~ -21.0 米之间,断续夹有姜结石,多成片状。

第四层: $\nabla -25.0 \sim -30.0$ 米为粉细砂与粘土互层, -30.0 米以下为砂质粘土;不透水层,防渗墙底即座落于此层上。

水文地质情况: $\Delta -25.0 \sim 5.0$ 米粉细砂层地下水位与长江贯通,自岸向内水位涨落有滞后,但试验区距江边不超过 20 米,故基本与长江水位变化一致。由于 +6.5 ~ -5.0 米为不透水层(承压顶盖层)故 -25.0 ~ -5.0 米透水层系为带有承压水头的透水层,是在此区构筑地墙重要的水文地质因素。

3. 主要施工方法:

按主要施工程序分述如下:

(1) 导墙的预制与安装:导墙是地连墙施工的基准,它不但起到挡土作用,防止壁顶部的坍塌,作挖槽机的导向,容蓄泥浆,同时还可作为施工时钢筋笼吊放及接头管吊放,以及拨管设备等的支撑。导墙安装的正确与否还影响初期开槽的精度,因此导墙的施工是极为重要的。

导墙的结构型式,根据地质情况和施工荷载以及墙深等因素,可以有不同的型式和不同的埋深,(最好埋至原状土层)根据我们的具体情况(回填土达 6.5 米、施工荷载大,墙深挖槽时间较长等),选用了钢筋混凝土 L 型导墙,有两种尺寸、一种为:墙高 1.5 米,趾宽 0.7 米;墙厚 0.2 米,另一种高 1.0 米趾宽 1.0 米,墙厚 0.2 米,四边井即采用后一种型式。

导墙内孔尺寸的确定:按照国内外的资料应约大于墙厚3~5厘米。结合我们的实际情况,较深的回填土(+6.8~±0.0米)可能造成导墙的下沉和位移,使导墙净空减少。另外我们的开挖机械依靠机架导向,故为了保证机架安放后接头管在导墙有少量位移的情况下仍可放得下,将导墙净空放大至7厘米,顶标高采用+6.8米。

导墙为预制,长5米墙段接头错开,为了保持导墙的整体性,每两片导墙间均以予埋件连接。四边井中心四片为保持稳定,采取混凝土浇成整体的刚性连接。

当墙片安好后,槽内每隔2.5米用木方撑牢。墙后填土必须分层夯实。

(2)成槽:槽段的开挖是地连墙施工中的重要工序之一,它直接影响着施工的速度,质量和工程造价,但槽段的开挖与地层情况及采用的成槽设备,以及固壁泥浆等都有很密切的关系。

①成槽设备的选择:结合江阴地区的地质及水文地质情况,上部11.8米(+6.8~-5.0米)为砂质粘土,下部(-5.0~-30米)是粉细砂及互层,结合八角井及东西翼墙的试验性施工的反复摸索。四边井确定采用两种机械混合施工方法,即+6.8~-5.0米粘土层采用导板斗底推压式抓斗。-5.0~-30米采用刚性导杆组合钻机反循环排渣。抓斗采用弧型从而取消导孔,改“两钻一抓”法为“两抓一套”法。即在一个槽段中先抓好两端,中间一段套抓。当抓斗挖至砂层后,改由组合钻按抓斗程序先钻好两端,同时铣直两端,最后钻去中间段,这样取消导孔后造成的端部不直亦可修正,精度一般都在1/100以上。实践证明这种抓钻配合的施工方法虽不如一种机械简单,但由于地层情况的不同,往往一种机械不够适用,而这种分别对待的方法,只要施工安排妥当,其效率仍比单一设备高,导板抓斗与组合钻机技术参数见下表:

导杆组合潜水钻机参数表

钻机号	组合钻			钻头直径 (cm)	排渣管直径 (mm)	送风管直径 (mm)	钻机转速 (转/分)	电机功率 (千瓦)
	全高 (cm)	全宽 (cm)	厚 (cm)					
1#	538	328	48	78	100	18	14	5×22
2#	515	328	72	78	100	18	60	5×22
注	不包括 钻头高		1"无 导板 2"有 导板	三翼钻 和园钻				

②出渣:导板抓斗挖槽,采用斜面活动出料斗的卸土架送入自卸汽车内运至弃土场,出土架本身带有导向可保证抓斗出槽后不转向,并可作为开槽初期的定位。

组合钻机采用反循环空气吸泥排渣,将浓度较大的泥浆排至沉淀池内进行再生处理。池内的沉渣,采用普通抓斗抓至翻斗汽车

内运至弃土场。泥浆送至拌浆池,重新调整指标,备下次使用。

③护壁泥浆:泥浆在成槽过程中,是保证槽壁稳定的主要因素,除了固壁作用外可以携砂和对钻机起润滑冷却作用。泥浆在日本常称作安定液,它是具有一定的物理、化学性质的混合流体,其主要特性是触变性;即泥浆

能从重塑或扰动中所损失的强度中重新恢复一定强度的能力。由于具有这种能力,泥浆在没有扰动的情况下,可以从自由流体状态变为胶凝状态。相反有扰动的情况下,也可从胶凝状态变为自由流体状态。由于有这种往复

导板抓斗技术参数表

抓斗全高 (cm)		抓斗全宽 (cm)		抓斗 厚 (cm)	导板 厚 (cm)	导板 宽 (cm)	闭斗 绳 根数	自重 (吨)
开斗	闭斗	开斗	闭斗					
520	638	284	245	78	281	77	7	5.4

变化的性能,当泥浆注入槽中后,就会渗透到槽壁土壤的空隙中,并在脱离扰动后开始胶凝,胶凝形成后使土壤颗粒保持原来的相对位置,土壤颗粒间充满了过滤物或膨润土结块,由于电渗现象,即游离状态的微颗粒与附着在壁上的微粒存在着静电势差,使得微粒间的碰撞加聚并引起持久的聚合,这种

聚合只有在改变悬浮液的化学成份也就是改变离子价时才会破坏。因此聚合起来的膨润土微粒,将土壤颗粒紧密的粘着在一起,而形成不透水的泥皮。它可阻止泥浆进一步渗透和流动,同时也阻止地下水的浸渗,所以泥皮形成最终应是土壤的可渗性。在渗透性接近于零的粘土中,是很难形成泥皮的,而在渗透性较高的砂土中泥皮则较易形成,这种泥皮具有很微小的强度,据国外试验测得:在沙土中表面半天内形成泥皮其抗张强度约为0.074公斤/厘米²,这种强度可使从泥浆压力的情况下砂和砾石土层保持2米直壁不致坍塌,尽管如此,但泥皮的主要作用在于它的不透水性,这是保持槽壁稳定的主要因素。

为使泥浆具有固壁,携砂并不造成钢筋握裹力的减低。因此对泥浆的九种指标严格加以控制。

我们采用的是江苏句容甲山陶土。(属钠膨润土)其配比见下表:

配合比	指 标							单位 元/m ³ 浆
	水:土:碱:CMC	比重 克/毫米	粘度 (秒)	失水量 毫升/30分钟	泥皮厚 (mm)	静切力 毫克/cm ²	含砂率 (%)	
	1000:120:5.0:0.2	1.070	24.2	12.1	1.8	28	<1	13.67
	1000:110:4.5:0.2	1.061	23.8	9.8	1.3	17.3	<1	12.58
	1000:100:5.0:0.3	1.058	25.0	9.4	1.6	28	<1	12.17
	△1000:70:3.5:0.3	1.068	26.4	13.2	1.7	57.5	<1	8.9
	△1000:50:2.5:0.3	1.066	22.3	11.5	1.6	42.5	<1	6.72
	△1000:33:1.32:0.2	1.071	22.7	12.5	1.4	20.0	<1	4.36
	△1000:20:1.2:0.4	1.069	19.4	11.4	1.5	33.8	<1	3.92

注:1.表中“△”表示回收浆的配比,其中水为稀释后的泥浆。

2.单价未包括人工和机械费,仅为材料费。

泥浆的控制指标:

比重:1.05g/cm³;

粘度:22~25秒(500/700CC);

含砂率:<1%;

静切率:(10分钟)21~23mg/cm²;

失水量:8~12毫升/30分钟;

④泥浆的拌制与回收:

稳定性:0.001~0.003;

胶体率:100%;

PH值:9.3

泥皮厚:<1.6mm。

新浆拌制采用0.8米³拌合筒3台进行

机械拌制,再用 $2\frac{1}{2}$ PS 砂泵将新浆送至储浆池(容量 200 米³)。储浆池中设有空气管再进行空气二次拌合,停滞 24 小时以后即可使用,送至现场采用 4PS 砂泵一台。

泥浆的循环使用。

⑤成槽精度与成槽设备的探索:经过成槽试验和八角井的试验,我们得到的重要结论是:在江阴的地质条件下成槽是可以达到设计要求的深度,但精度按现有设备达不到要求,由于精度低,给吊放钢筋骨架和接接管带来很大困难。因此在四边井试验和试验性施工中,先后曾用过短导板(导板长 1.5 米)抓斗、长导板(导板长 8 米即所谓大个子抓斗)抓斗,最后制作了液压抓斗(尚未用),长导杆抓斗,以及绳索组合钻机。长导杆组合钻机,经过反复的实控最后确定中等导板,(导板长 3 米)履带机驱动的斗底推压式抓斗,在 20~25 米深度内严格操作是可以达到 1/200 以上的精度的,抓斗成槽的精度测量采用滑尺。

长导杆组合钻机系采用 5 台 1250 型潜

四边井试验成槽日期及用浆量表

槽段号	成槽日期	抓槽用浆(m ³)	钻槽用浆(m ³)	清槽用浆(m ³)	其它用浆(m ³)	置换用浆(m ³)	浇砼回收浆(m ³)	总用浆量(m ³)	成槽面积(m ²)	综合耗浆率 m ³ 浆/m ² 墙
1	80.8.11~9.4	91	860	50	10	250	90	1171	203	4.45
2	80.10.9~10.22	89	405	15	20	45	150	424	236	1.80
3	80.11.2~12.17	95	275	60	50	90	215	355	138	2.57
4	80.9.12~10.1	85	460	37	73	40	190	505	232	2.18
	总计	360	2000	162	152	425	645	2455	869	平均 2m ³ /m ²

注:1.1 号墙段采用 1# 钻机(转速 14 转/分)耗浆量较大,其它墙段改用 2# 钻机(转速 60 转/分)进尺快耗浆量小。

2.3 墙段曾发生局部坍方故清槽用浆量加大。

3. 耗浆量平均值仅按正常施工的 2、4 墙段计算。

4. 以上用浆量系指一次使用的新浆,未计算再生处理,再生处理后仍可使用。

(3)钢筋骨架的制作与入槽:

钢筋骨架系借助一个事先制作好的槽钢平台上制作,平台事先操平并焊接牢固,作为

水钻机组合在一起,并于其与导杆连接部位设置一铰接头和 4 个调正螺栓。使钻机可于两个方向调整,在钻机架上安设两台测斜仪(三航科研所设计制造的)控制两个方向的倾斜。在钻进过程中,随时注意仪表指示出的倾斜度,以便随时调整。

由于采用刚性导杆控制钻进,一般均于下钻前一次调整到准确位置,在钻进过程中精度均可控制。(精度见四边井成槽精度一览表)。

上部由于抓斗抓斜的部位,钻机一般也可予以修正至设计精度,如遇修整,则槽宽均加大,超宽率也相应增大。

钻头采用三翼式及圆锥形两种。钻机的转速分两种,一种为 14 转/分,一种为 60 转/分。第一种钻进效率低,特别在粘性土中钻头易被包住无法切土,后一种钻进效率高。

据日本专家认为钻机速度以 20~25 转/分较宜。钻进速度快,扩孔小、钻头磨损小,但我们无实测值予以验证。

样板台。以确保钢筋骨架平正,焊接不变形,并不超下列允许偏差:

主筋长度偏差 ± 5 厘米

主筋间距偏差 $\pm 0.5 \sim 0.75$ 厘米

整片平面翘曲度 ≥ 3 厘米

钢筋骨架全长 22.5 米,一边有 $d=10$ 毫米接头钢板最重达 8~10 吨。由于吊机的吊高和起重不足,则采用横向分段。又由于封头板的重量造成的笼体不平衡倾斜,所以在起吊时采用了拉链滑车调整千斤绳,以保证骨架铅垂下放。当第一片入槽后,吊起第二片于井口焊接直放至设计标高。

骨架入槽采用 35 吨车胎吊机,或 30 吨汽车吊。

(4)混凝土浇注:

采用常用的竖管法浇注,导管直径 $\varphi 250\text{mm}$,分段长度有 2.1、0.5 米,底管长度为 8 米,均采用法兰联接。由于槽壁稳定的要求,浇注速度愈快愈好,但过快将引起混凝土浇注强度的增加,浇注设备相应增加。故在不过多影响的前提下,浇注强度适当增加,我们一般控制混凝土在槽内上升的速度 2~3 米/小时。

鉴于混凝土系在泥浆中浇注,由于泥浆比重比水大(1.08),粘度大,特别是泥浆的化学成份对混凝土有污染,因此比在净水中浇注有较大的差别。特别是流动半径(影响坍落度),导管的出水高度(压差的不同)和混凝土配制强度(泥浆污染损失强度),都需要认真的考虑:

①混凝土配比设计:设计标号为 200#。

配制强度按港工规范水下混凝土配制强度为: $R=(1.3 \sim 1.4)R$

为了弥补混凝土内混入泥浆而造成一定的损失,故采取上限,即 $R=1.4R=280$ 公斤/厘米²

抗渗标号按设计要求为 12 公斤/厘米²。

坍落度按水下混凝土要求:18~22 厘米。

流动保持率 $K > 15$ 厘米(即 1 小时后坍落度 < 15 厘米)。

粗细骨料的级配选择见下表:

砂石料鉴定结果汇总表

名称	产地	级配	容重 (t/m^3)	比重	空隙率 (%)	细度模量	平均粒径	泥土 %	SO ₃ %	有机物	75mm %
						针片状含量%	软弱颗粒 %				
砂	六合		1.560	2.58	39.5	2.986	0.379		合格	合格	5.9
碎石	夏港	4.6.8: 瓜子 7:3	1.465	2.59	43.4	9.8	10.8	2.46	合格	合格	
碎石	云亭	4.6.8: 瓜子 7:3	1.500	2.62	43.0	6.35	6.7	0.50	合格	合格	
碎石	夏港	2.4.6: 瓜子 6:1	1.428	2.61	45.3	11.08	6.91	2.65	合格	合格	

施工中常用的混凝土配合比列于下表:

常用混凝土配合比汇总表

编号	砼标号	配合比	水灰比	水泥品种	水泥用量(kg/m^3)	骨料最大粒径	注
1	200#	1:1.85:1.99	0.58	500#矿渣	414	2.5cm	1.掺 CRS3%;
2	200#	1:1.81:1.94	0.56	425#矿渣 425#普通	428.6	2.5cm	2.砂率均为 48%;
3	200#	1:1.85:2.01	0.59	525#纯	415	1.9cm	3.平均抗压强度 282 ~372 公斤/厘米 ² ;
4	200#	1:2.21:2.22	0.56	425#普通	384	2.5cm	抗渗标号均 ≥ 12 公 斤/厘米 ² 。