

堤坝安全鉴定新办法与现代化

防汛抗洪技术指导全书



堤坝安全鉴定新办法与现代化 防汛抗洪技术指导全书

李 蜀 于景安 主编

第二册

吉林电子出版社

第二节 造孔技术

混凝土连续墙施工工艺的区别主要在于造孔方法和排渣方法的不同。在造孔方面,有锯槽法和挖掘法。锯槽法中,有往复射流式开槽、链斗式开槽、液压式开槽;挖掘法所用机具中,有抓斗、冲击、回转钻或两者并用的钻具。在出渣方面,有正循环、反循环的泥浆出渣和不循环出渣。正循环是指通过管道把泥浆压送到槽孔底,泥浆在管道的外面上升,把土渣携出地面;反循环是指泥浆从管道外面自然流到槽孔内,然后在槽孔底与土渣一起,被抽到地面上来;不循环是指用抓斗挖槽,泥浆处于静止状态。

一、锯槽法造孔

锯槽法造孔浇注连续墙是 90 年代才发展起来的一种新的混凝土连续墙施工技术。目前,已经被广泛应用于黄河、长江大堤的防渗除险加固工程中(如表 5-2-1 所示)。其主要特点有如下几个方面:

- (1)新一代开槽机作业机理明确,设备新颖,结构简单,操作方便。
- (2)成墙既满足设计要求,又达到节约投资的目的。可以做 20cm 厚左右的超薄连续墙,而不像挖掘法造孔那样受设备条件限制而将墙做得很厚,使得成墙造价较高。
- (3)施工速度快,造价经济。锯槽法造孔施工速度快,20m 深度以内槽孔,日造孔可达 250~400m²;造孔成墙厚度可以调节,因而经济实用。
- (4)锯槽法可以实现真正的连续开槽,成槽质量好。由于浇注混凝土时需隔离分段,因此,接头处理较为重要。
- (5)锯槽机由于链杆本身较长,加之行走牵引机构较远,机械转弯比较困难,造槽孔深度限在 40m 以内。

(一)往复射流式开槽机造孔施工

往复式射流开槽机是应用最广泛的开槽机械,它适应范围较广。该设备综合了锯、犁和射流冲击的理论,集中了各类开槽机的优点,具有功率大、成槽速度快、整机结构紧凑、便于拆装、便于运输等优点。

往复式射流开槽机最适合于砂壤土、粉土地层情况作业。由于引用了锯的切割作用、犁的翻土作用、高压水(泥浆)的射流冲击作用,所以对砂壤土、粉土地层特别有效。该机拥有 100 多个射流喷嘴,出口流速达到 20m/s,在锯、犁和射流的共同作用下而切开

土体,由反循环抽砂泵迅速排出粗颗粒液体和沉渣,从而形成槽孔,同时由循环水(泥浆)形成浆液达到固壁作用。其工作原理如图 5-2-1 所示。

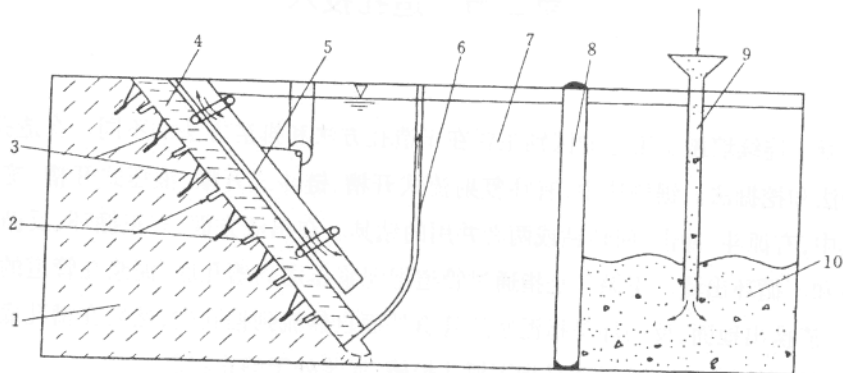


图 5-2-1 往复射流式锯槽机造孔成墙工作原理图

1—坝体;2—喷水嘴;3—刀齿;4—刀杆;5—大臂;
6—反循环泥浆管;7—注满泥浆槽孔;8—隔离体;9—漏斗导管;10—已浇混凝土

(二)链斗式开槽机造孔施工

链斗式开槽机工作原理是利用耐磨链条带动挖斗将土体挖开,然后造浆固壁成槽。其最大优点是对粘性土、直径小于 15cm 的卵石土层作业特别有效。

链斗式开槽机行走机构有两种形式,一种是轮式,一种是轨道式。前者较简单方便,后者则复杂而笨重。链斗式开槽机造孔成墙工作原理如图 5-2-2 所示。

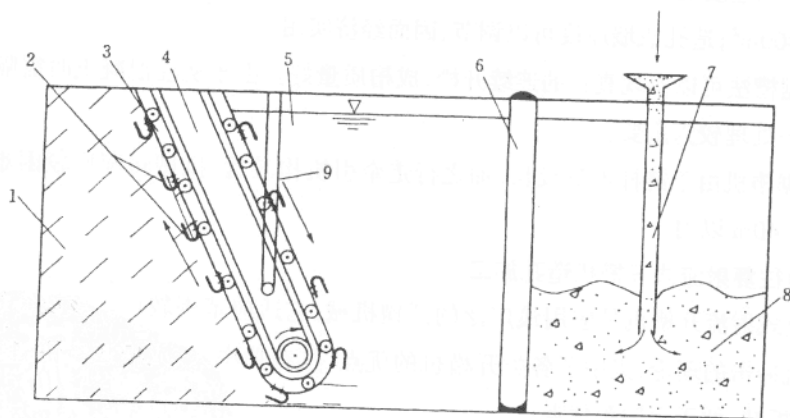


图 5-2-2 链斗式开槽机造孔成墙工作原理图

1—坝体;2—挖斗;3—链条;4—大臂;5—注满浆液槽孔;
6—隔离体;7—漏斗导管;8—已浇混凝土;9—吊绳

(三) 液压开槽机造孔施工

液压开槽机工作原理: 液压系统使液压缸的活塞杆做垂直运动, 带动工作装置刀杆做上下往复运动, 刀杆上的刀排紧贴工作面切削和剥离土体, 被切削和剥离掉的土体及切屑, 由反循环排渣系统强行排出槽孔, 开槽机沿墙体轴线方向全端面切削, 不断前移, 直至防渗墙末端, 从而形成一个连续规则的长形槽孔, 作业中使用泥浆固壁。液压开槽机造孔成墙工作原理如图 5-2-3 所示。液压开槽机可以在各种土类地层进行连续开槽作业, 负载能力 90~160kN, 最大成槽深度 45m, 开槽宽度 0.18~0.4m, 排渣粒径小于 8cm, 一般地层开槽效率 13~14m²/h。液压开槽机主要由底盘、液压系统、工作装置、排渣系统、起重设施和电气系统组成。

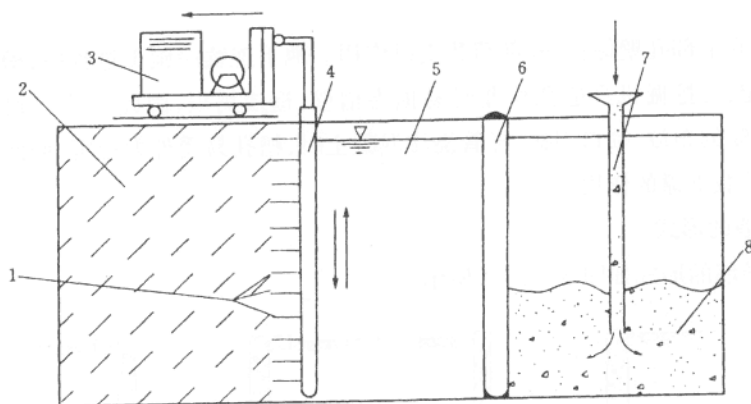


图 5-2-3 液压开槽机造孔成墙原理图

1—锯齿型刀排; 2—坝体; 3—主机; 4—刀杆; 5—注满泥浆槽孔;
6—隔离体; 7—漏斗导管; 8—已浇混凝土

上述锯槽法造孔施工工艺与本书第七章第二节垂直铺塑防渗造孔工艺原理是基本相同的, 区别在于排渣和泥浆固壁方面, 做防渗墙时要求更严格和规范。

二、挖掘机具造孔

挖掘机具造孔比锯槽法造孔施工要复杂得多。机械设备庞大, 所造槽孔宽度大, 施工难度增加, 造价也较高, 但深度可达 40m 以上。挖掘机具造孔施工必须首先修筑其辅助设施——导墙。

(一) 修筑导墙

修筑导墙, 是挖掘机具法造孔浇注地下连续墙施工的重要组成部分, 是在地层表面沿地下连续墙轴线方向设置的临时构筑物。

1. 导墙的作用

(1)导向作用。导墙在挖掘机具造孔时起到导向作用,在施工过程中,槽孔始终沿导墙的布置而进行。

(2)槽孔中心部位与标高的定位控制作用。筑起导墙也就规定了槽段的位置,导墙的施工精度(宽度、平直度及标高等)影响着单元槽段的施工精度,高质量的导墙是高质量槽段的基础。

(3)泥浆贮存、液面保持作用。挖掘机具造孔施工过程中,始终要进行泥浆循环固壁工作,依靠槽孔顶部的导墙,可以较好地贮存泥浆,防止雨水和其它浆液混入槽孔,保证浆液质量。导墙还可以起到保持固壁浆液液面的作用,以提示槽孔内的泥浆是否满足固壁的需要。

(4)槽孔上部孔壁保护、外部荷载支撑作用。地下连续墙施工过程中,槽孔顶部的土体极不稳定,在挖掘机具造孔作业时易损害槽壁,造成坍塌,因此导墙起到挡土墙的作用;在钢筋笼的布放、锁口引拔、导管浇注混凝土时,槽孔易受外力侵害,而此时导墙便起到了外部荷载支撑的作用。

2. 导墙的形式

常用导墙的形式如图 5-2-4 所示。

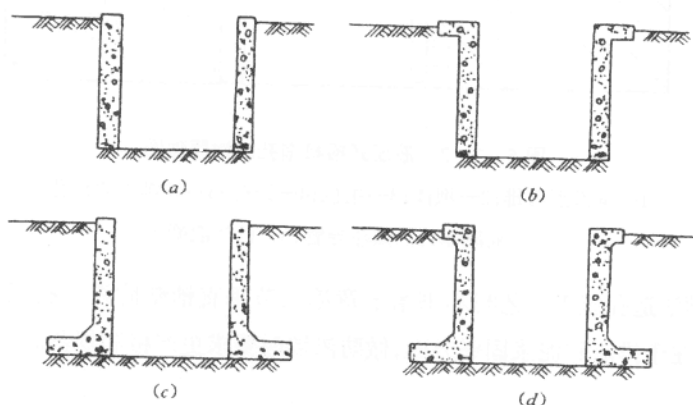


图 5-2-4 导墙的形成

(a)直板型;(b)倒 L 型;(c)L 型;(d)槽型

(1)直板型。断面结构简单,一般适用于表层土壤较好的土层,如紧密的粘性土等。由于这种类型的导墙只能承受较小的上部荷载,因此,常作为槽段端面尺寸不大的小型地下连续墙工程的导墙形式。

(2)倒 L 型。一般适用于表层土不具有足够强度的土层,如砂质较多的粘土层等。

(3)L型。应用较多的一种结构,适用于表层地基土为杂填土、砂土、软粘土等土质松散、胶结强度低的土层。

(4)槽型。适用于表层地基土强度低且导墙需要承受较大荷载的情况。

3. 导墙的修筑施工

导墙一般为现浇的钢筋混凝土结构,也有钢板的或预制的装配式结构。

(1)导墙形式的确定。在确定导墙结构形式时,应考虑下列因素:

1)表层土的性质。表层土体是否密实,是否为回填土,土体的物理力学性能,有无地下埋设物等。

2)荷载情况。施工机械的重量,造槽与浇注混凝土施工时附近存在的静载与动载情况。

3)地下连续墙施工时对邻近建筑物可能产生的影响。

4)地下水的状况。地下水位的高低及其水位变化情况。

(2)导墙的施工。导墙施工应严格按下列要求进行:

1)导墙的纵向分段与地下连续墙的分段应错开一定距离。

2)导墙内墙面应垂直,而且平行于连续墙中心线,两行导墙墙面间距应比地下连续墙设计厚度大 40~60mm。

3)墙面与纵轴线的距离偏差不大于 $\pm 10\text{mm}$;两条导墙间距偏差不大于 $\pm 5\text{mm}$ 。

4)导墙埋设深度由地基土质、墙体上部荷载、挖槽方法等因素决定,一般为 1.5~2m;导墙顶部应保持水平并高于地面 100mm;保证槽内泥浆液面高于地下水位 2.0m 以上;墙厚 0.15~0.25m,带有墙趾的,其厚度不宜小于 0.2m。

5)导墙顶应水平,施工段全长范围高差应小于 $\pm 10\text{mm}$,局部高差小于 5mm。

6)导墙背侧需用粘性土分层回填并夯实,不得有漏浆发生。

7)现浇钢筋混凝土导墙,拆模板后应立即在墙间加设支撑;混凝土养护期间,不得有重型设备在导墙附近行走或作业,防止导墙开裂或位移变形。

(二)造孔机具

挖掘造孔机具分类如下:

挖槽机	{	冲击钻机
		抓斗式成槽机
		回转钻机

1. 冲击钻机造孔

我国常用的冲击钻有 CZ 型冲击钻机。CZ 型冲击钻机有 20 型、22 型和 30 型,其工作原理如图 5-2-5 所示。

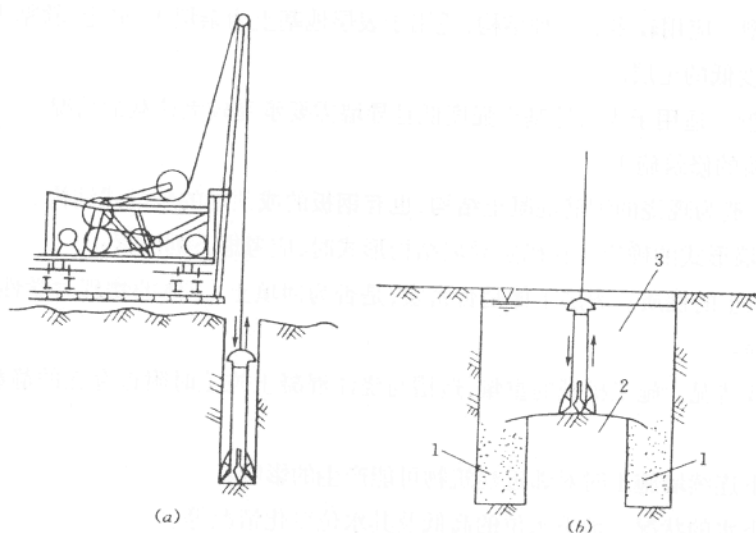


图 5-2-5 CZ 型冲击钻机造孔

(a) 钻主孔; (b) 劈打副孔

1—主孔; 2—副孔; 3—孔内注满泥浆

常用的钻头有十字型钻头和空心钻头, 适合于各种土质情况作业。另外, 配有抽砂筒和接砂斗等专用工具。

(1) 工作原理。冲击钻机利用钢丝绳将冲击钻头提升到一定高度后, 让钻头靠重力自由下落, 使钻头的势能转化为动能冲击破碎岩层土体。这样周而复始地冲击, 达到钻进目的。在钻进过程中不断补充泥浆, 保持孔内泥浆水位以保护孔壁, 当孔内钻渣较多时用抽筒捞取排出。主孔靠冲击钻进成孔, 副孔靠冲击劈打成孔。

布孔原则是主孔孔径等于墙厚, 两个主孔的间距为 2.5 倍孔径 (孔边缘距为 1.5 倍孔径)。主孔冲击成孔, 副孔为二期孔, 采用劈打成槽方法施工。

为减少清孔工作量, 劈打副孔时要在相邻两个主孔中吊放接渣斗, 按时提出孔外排渣。由于劈打副孔时有两个自由面, 因此成孔速度较快, 一般比冲击主孔效率提高 1 倍以上。

冲击钻造槽一般采用高粘度泥浆护壁, 施工过程中清渣是用捞砂筒完成。副孔劈打完后, 一部分钻渣未被接住而落入孔底, 因此劈打完成后还要用捞砂筒捞渣。

(2) 注意问题:

1) 开孔钻头直径必须大于终孔直径。造孔过程中要经常检查钻头直径, 磨损后应及时补焊。

2) 选择合理的副孔长度。

3)一、二期槽孔同时造孔时,其间应留有足够的长度,以免被挤穿。

2. 抓斗式成槽机造孔

液压抓斗式成槽机较冲击钻机具有更大的适用性。它可以在坚硬的土壤与砂砾石中成槽,能挖出最大直径 1m 左右的石块,成槽深度最大可达 60m。

目前国内抓斗式成槽机有进口、合资、国产三种。进口、合资设备价格昂贵,不可避免地提高了造墙单价,国内设备相对价位较低。例如,由中国地质装备总公司与中国水利水电科学研究院共同研制的 GDW3 型抓槽机(如图 5-2-6 所示),其目标参数是成槽深度 40m,成槽厚度 300mm,一次成槽宽度 2000mm。

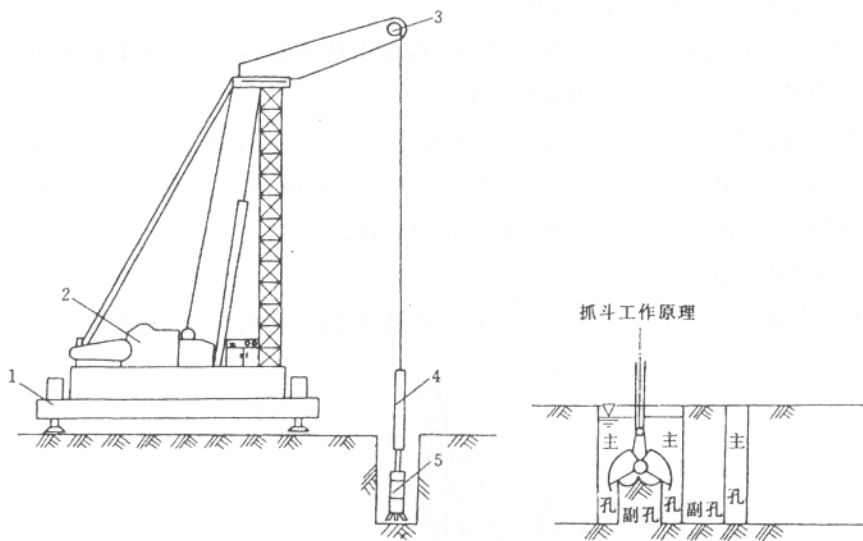


图 5-2-6 GDW3 型抓斗式成槽机造孔

1—行走支撑机构;2—主电机;3—支撑滑轮;4—收放机构;5—冲抓挖斗

抓斗式成槽机造孔是一种先钻后抓法,也叫钻抓法或两钻一抓成孔法。

(1) 抓斗式成槽施工工艺:

1) 做好施工准备后,用冲击钻或回转钻机首先完成主孔,并要保证主孔的垂直度符合要求。

2) 主孔的间距应小于或等于液压抓斗的有效抓去长度。

3) 主孔完成以后,用液压抓斗抓取副孔成槽。

4) 基岩部分的钻进由重锤完成,不带重锤的抓斗,仍需由冲击钻或回转钻机完成基岩钻进,最后成槽。

(2) 抓斗式成槽与冲击式成槽相比较,它的优点是:

1)成本较低,效率较高。一台液压抓斗式成槽机的施工效率相当于 10~15 台冲击钻机。相应的单位成本也较低。

2)成槽孔型好,孔壁光滑。抓斗抓取副孔时,斗齿切削孔壁使得槽孔孔壁光滑而平直,故成槽后孔型较好。一般采用抓斗式施工的连续墙,混凝土的充盈系数(混凝土的实际浇筑方量与理论方量之比)小于 1.1,而采用冲击式成槽其充盈系数要大的多。

3)施工时泥浆扰动小,废浆排放少。采用冲击式施工时,冲击钻头反复强烈冲击钻进对泥浆的扰动很大,不利于槽壁稳定。用捞砂筒捞取钻渣时,连同部分泥浆一起捞出排掉,造成废浆排放过多。而抓斗式施工时,液压抓斗平稳地直接抓取土渣,废浆排出很少,对泥浆的扰动也小,施工场地较整洁。

4)造槽深度深,适用地层广。抓斗式最大深度可达 80m 深,并且适用于多种不同地层条件,尤其适应于有大孤石的地层中成槽。

当然,抓斗式也有一定的局限性,如液压抓斗机身一般比较重,因此对导墙的结构和质量要求比较高。由于抓斗式要求液压抓斗和冲击钻机配合施工,因此,合理地安排和调度各种机械交叉作业是非常重要的,相对造价也较高。

3. 回转钻机造孔

对于地质条件较好的地层,可用反循环回转钻机造孔,如图 5-2-7 所示。

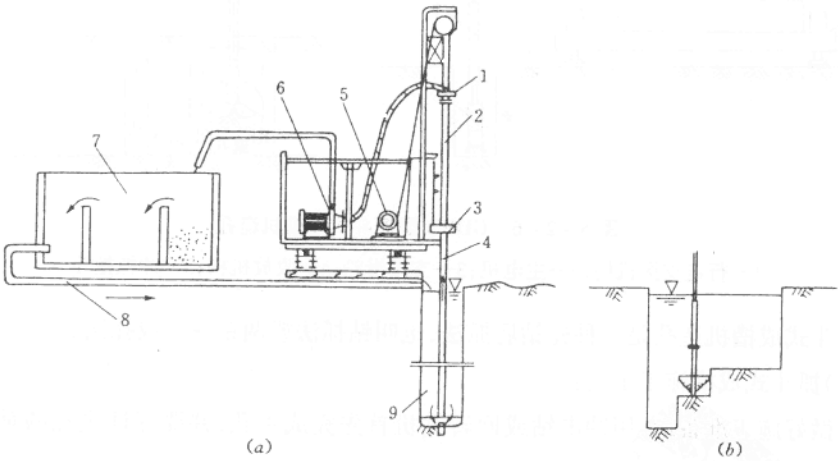


图 5-2-7 反循环回转钻机造孔

(a)反循环回转钻机造孔作业;(b)分层平行作业

1—水龙头;2—主动钻杆;3—回转钻盘;4—钻杆;5—卷扬机;

6—泥浆泵;7—泥浆沉淀池;8—回浆管;9—槽孔

(1)工作原理。反循环回转钻机造孔施工方法是,在槽孔顶处设置护筒,护筒内的水

位要高出自然地下水位 2m 以上,以确保孔壁的任何部分均得保持 0.02MPa 以上的静水压力,从而保护孔壁不坍塌。钻机工作时,旋转盘带动钻杆端部的钻头钻挖孔内土。在钻进过程中,冲洗浆液从钻杆与孔壁间的环状间隙中流入孔底,携带被钻挖下来的钻渣,由钻杆内腔返回地面,与此同时,浆液又返回孔内形成循环。

反循环回转钻机造孔施工按浆液循环输送的方式、动力来源和工作原理可分为泵吸、气举和喷射等反循环施工。

(2) 优缺点:

1) 优点。①振动小,噪音低。②除个别特殊情况需使用稳定浆液护壁外,一般用天然泥浆即可满足护壁要求。③因钻挖钻头不必每次上下排弃钻渣,因此只要接长钻杆,就可进行深层钻挖,槽孔深浅易于掌握。④采用特殊钻头可钻挖岩石。⑤反循环成孔采用旋转切削方式,钻挖靠钻头平稳的旋转,同时将土砂渣和水吸升;钻孔内的泥浆压力抵消了孔隙水压力,从而避免了涌砂等现象。因此,反循环钻成孔是对砂土层较适宜的成孔方式,可钻挖地下水位以下的厚细砂层。

2) 缺点。①很难钻挖比钻头吸泥口径大的卵石(15cm 以上)层。②土层中地下水压力较大或有流动状态的水时,施工较困难。③废泥水处理量大,钻挖出来的土砂中水分多,弃土困难。

第三节 泥浆固壁

一、泥浆的作用

泥浆在地下连续墙造孔施工中有固壁、悬浮、携渣、冷却钻具和润滑的作用,成墙后还可增加墙体的抗渗性能。因此泥浆的正确使用,有利于槽孔的营造和浇注以及提高墙体的防渗性能。

1. 泥浆的固壁作用

(1) 泥浆具有一定的比重,泥浆柱体的压力可抵抗作用在槽壁上的土压力和水压力,防止地下水渗入。

(2) 泥浆在槽壁上形成不透水泥皮,从而使泥浆柱体的压力有效地作用在槽壁上,防止槽壁剥落。

(3) 泥浆从槽壁表面向地层内渗透到一定的范围就会使粘土颗粒粘附在槽壁上,通

过这种粘附作用可以防止槽壁坍塌和透水。

2. 泥浆的悬浮土渣和携带钻渣的作用

泥浆具有一定的粘度,在造槽成孔过程中,它可以将造槽施工时掉下来的土渣悬浮起来,便于泥浆循环携带排出,同时避免土渣沉积在工作面上影响挖槽效率。

3. 泥浆的冷却和润滑作用

在地下连续墙施工中,造孔机具是在泥浆中进行作业的,泥浆既可降低挖孔机具因连续工作而引起的温度剧烈升高,又具有润滑作用而减轻机具的磨损,以利于延长机械的使用寿命和提高挖槽效率。

二、泥浆技术性能要求

(1)泥浆应能在孔壁上形成密实泥皮,并且在泥浆自重作用下,孔壁上形成一定的静压力,保证孔壁不坍塌,但泥皮不宜太厚,以免孔径收缩。

(2)泥浆应具有一定静切力,使钻屑呈悬浮状态,并且随循环泥浆带至地面,但粘滞性不宜太高,否则会影响泥浆泵的正常工作和给泥浆净化工作带来困难。

(3)泥浆应具有良好的触变性,流动时近于流体,静止时迅速转为凝胶状态,有足够大的静切力,能够避免砂粒的迅速沉淀和渗入槽孔周围砂砾石的岩屑较快固结。

(4)泥浆中砂粒含量应尽可能少,便于排渣,提高泥浆重复使用率,减少泥浆的损耗。

(5)泥浆应有良好的稳定性,即处于静止状态的泥浆在重力作用下不致离析沉淀而改变泥浆性能。

三、泥浆质量控制指标

1. 静切力与触变性

泥浆静止时变成网状结构物,具有一定的静切力,扰动后结构破坏,恢复流动性,再静止又呈网状结构物,此性质称为触变性。有触变性的泥浆,静止一段时间后,再使它流动要加相当大的力,使静止的泥浆开始流动所需要的最小力即是泥浆的静切力 τ ,以分帕(dPa)计。触变性大的泥浆,静切力也大。有触变性的泥浆静止的时间越长,静切力越大。由于泥浆具有触变性,在钻进中帮助出渣,一旦因故停止循环,泥浆形成网状,使岩屑和其他杂质在泥浆内被包裹而悬浮,避免大量沉入孔底,也避免卡钻、埋钻事故的发生。常测定静置1min与10min的静切力(τ_1 与 τ_{10}),说明泥浆的触变性。静切力用U型管静切力测定仪、测压法静切力测定仪以及1007型泥浆切力仪测定。1min静切力不宜过小,才能起到悬浮岩屑作用;10min静切力不宜过大,便于泥浆恢复循环能力。一般钻进中要求静切力为20~100dPa,最好在20~40dPa。

静切力的大小可以改变,如增加泥浆浓度可以增加静切力,降低泥浆浓度可以减少静切力;加入分散性好的粘土或适量的碱以提高静切力;加入适量的炭碱溶液以控制静切力(炭碱溶液是泥炭和褐煤用碱水泡制成的化学药剂,成本低,效果好)。

2. 粘度

粘度 η 表示泥浆流动时其内部各液层间摩擦力大小。如果泥浆的粘度太小,则土渣不易排出,也容易漏失。提高泥浆粘度的常用方法有:增加泥浆浓度或加入膨润土、少量纯碱、适量的炭碱溶液、石灰乳或水泥浆。石灰乳与水泥浆常于漏失情况时加入(石灰乳是用3份石灰和1份水制成,石灰乳要过筛,不应有石灰块混入)。泥浆常因混入粘土、加重剂、盐类等使其粘度过高,排渣不易沉淀,仍流入孔内,泥浆泵抽送困难,动能消耗较大,磨坏泥浆泵;泥浆包住钻头,影响进尺;泥浆循环与净化发生困难等。降低泥浆粘度的办法有:新制备泥浆、用清水冲稀泥浆、用炭碱溶液、单宁碱溶液或第六偏磷酸钠处理泥浆。

根据现场经验,一般要求粘度在冲击钻造孔时为18~25s,回转钻进造孔时为25~35s,漏失严重地层可增加到60s以上。

3. 失水量、泥饼厚度和造壁能力

失水量是指泥浆在30min内及一个大气压力条件下所失去的水量(mL)。泥浆在失水过程中,土粒逐渐附着在孔壁上形成一层泥皮,泥浆这种能力称之为造壁能力。失水量可用真空法或加重法失水量测定仪测定,失水量试验后留在滤纸上的泥饼厚度(mm),用钢尺或维卡仪测定,失水量与泥饼厚度两相关指标表示泥浆的造壁能力。如果形成的泥皮厚而松软透水,失水量大,则槽孔的尺寸缩小,泥皮在孔壁上粘着不牢,易于脱落,护壁能力差,影响钻进与混凝土浇注。一般地层中,要求失水量小于20mL/30min,最大不应超过30mL/30min。对复杂地层(指膨胀、漏失、崩落地层),要求失水量小于10mL/min。泥饼厚度一般要求为2~4mm。

降低泥浆失水量的常用方法是增加泥浆浓度,加入膨润土、纯碱或炭碱溶液。

4. 稳定性与胶体率或澄清度

均匀泥浆静置1d后上部和下部泥浆的相对密度差值,为稳定性指标 $[\text{kN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})]$ 。相对密度差愈小,稳定性愈好。稳定性指标表示泥浆中颗粒粒径分布的均匀程度。稳定性指标愈大,泥浆中颗粒大小分布愈不均匀。小颗粒浮在上部,大颗粒沉在下层。泥浆静置1d后,沉淀后的泥浆体积与原泥浆体积之比称为胶体率,以百分比(%)表示。100%减去胶体率为澄清度(%)。泥浆澄清度愈大,愈不稳定,土粒愈易于沉淀析出。一般稳定性指标为 $0.03\text{kN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 左右,胶体率为95%左右。

5. 相对密度

单位体积内泥浆的重量为泥浆的容重(kN/m^3);泥浆容重与 4°C 水的容重之比,则称为泥浆相对密度。相对密度与容重的数值相同,前者是无单位的。可用泥浆相对密度计,或将泥浆放入已知体积容器内测定其重量求得相对密度。泥浆相对密度一般要求 $1.05 \sim 1.30$ 。在透水性较大的砂砾石层、松散土层、漏失地层、合龙段和地下水位较高地段施工,应采用相对密度较高、粘度较大的泥浆,以增加阻力、防止漏失和维护槽孔稳定。在坝体粘土心墙内部施工,泥浆相对密度不宜过大,粘度不应太高,否则会影响钻进效率和泥浆循环。质量较差的病险库坝体,有时还会因泥浆相对密度大,对槽孔壁压力增大,造成坝体劈裂。造浆能力高的膨润土所制成的泥浆相对密度小,而高龄土和一般粘土泥浆的相对密度大。

如果泥浆漏失或槽孔内泥浆混入大量粘土,将增加泥浆相对密度,改变泥浆其他性质,因此要经常降低泥浆相对密度。常用方法是 将泥浆其他性质保持在允许范围内,用水或稀泥浆加到正常泥浆中,以降低相对密度,或在保持其他性能不破坏情况下加入稀膨润土泥浆或用炭碱溶液处理泥浆,可降低比重。

6. 含砂量

含砂量 s 是泥浆中大于 $74\mu\text{m}$ 的砂粒含量的百分数,用含砂量测定仪测定。泥浆含砂量愈小愈好。含砂量大会使泥浆泵磨损加重,对进尺也有影响。对于造孔,一般含砂量应小于 6% 。

7. 酸碱度

测定酸碱度(pH 值),采用试样中经过滤的水,用石蕊试纸测定。 pH 值等于 7 为中性,小于 7 为酸性,大于 7 为碱性。呈弱碱性的泥浆较稳定,膨润土泥浆通常为弱碱性(pH 值为 $7 \sim 9.5$),一般要求 pH 值为 $7 \sim 9$ 。

在砂卵石地层中造孔,泥浆指标可按表 5-2-2 所列指标进行控制。

表 5-2-2 造孔泥浆控制指标

静切力(dPa)		粘度 (s)	失水量 ($\text{mL}/30\text{min}$)	泥饼厚度 (mm)	稳定性指标	胶体率 ($\%$)	相对密度	含砂量 ($\%$)	酸碱度 pH 值
1min	10min								
20~30	50~100	18~25	20~30	2~4	≤ 0.3	≥ 96	1.1~1.2	≤ 5	7~9

第四节 混凝土灌注及接缝处理

地下连续墙是在水下(或泥浆下)灌注混凝土。水下灌注混凝土的施工方法主要有

刚性导管法和泵送法,根据工程需要进行选择。其中刚性导管法最为常用,其特点是:混凝土竖向顺导管下落,利用导管隔离环境水(或泥浆),使其不与混凝土接触,导管内的混凝土依靠自重压挤下部导管出口的混凝土,并在已灌入的混凝土体内流动、扩散上升,最终置换出泥浆,保证混凝土的整体性。此处着重就刚性导管法予以叙述。

一、灌注设备及用具

水下混凝土灌注施工常用的机具有吊车、灌注架、导管、储料斗及漏斗、隔水栓、测深工具等。

1. 吊车

吊车是提升混凝土料的主要设备,吊车选型主要依据混凝土灌注施工要求来选择吊车的起重量和起吊高度等性能参数。

2. 储料斗、漏斗

储料斗结构形式较多,灌注量较大的连续墙施工所用的储料斗多采用大容量的溜槽形式。不论采用哪种结构形式,其容量都必须满足第一次混凝土的灌注量能将导管底部埋入 0.5~1.0m。

漏斗一般用 2~3mm 钢板制成,多为圆锥型或棱锥型。

3. 导管

导管是完成水下混凝土灌注的重要工具,导管能否满足工程使用上的要求,对工程质量和施工速度关系甚大。常使用的导管有两种,一种是以法兰盘连接的导管,另一种是承插式丝扣连接的导管。导管投入使用前,应在地面试装并进行压力试验,检查有无漏水缝隙。

4. 隔水栓(球)

隔水栓在混凝土开始灌注时起隔水作用,从而减少初灌混凝土被稀释的程度。隔水栓可采用木制的或混凝土预制的,也可采用球栓。球栓是一种应用最普遍的隔水栓,它隔水可靠,且上浮容易,价格低廉,是较好的隔水工具。

二、混凝土的浇注

混凝土连续墙的浇注是施工的最后道工序,也是连续墙工程施工的主要工序,因此混凝土浇注施工必须满足下列质量要求:①外形尺寸、浇注高度、技术性能指标必须满足设计要求;②墙体要均匀、完整;不得存在夹泥浆、夹泥断墙、孔洞等严重质量缺陷;③墙段之间的联接要紧密,墙底与基岩的接触带和墙体的抗渗性能要满足设计要求。

浇注步骤如下:

(一) 浇注准备

(1) 拟定合理可行的浇注方案,其内容有:①槽孔墙体的纵横剖面图、断面图;②计划浇注方量、供应强度、浇注高程;③混凝土导管等浇注器具的布置及组合;④钢筋笼下设深度、长度、分节部位,下设方法及底部形状;⑤浇注时间,开浇顺序,主要技术措施;⑥墙体材料配合比,原材料品种、用量、保存;⑦冬季、夏季、雨季的施工安排。

(2) 落实岗位责任制,各岗位各工种密切配合、统一指挥、协调行动,以保证浇注施工按预定的程序连续进行,在规定的时间内顺利完成。

(3) 取得造孔、清孔、钢筋下设等工序的检验合格证。

(二) 下设导管

(1) 下设前要仔细检查导管的形状、接口以及焊缝等。

(2) 根据下设长度,在地面上分段组装和编号;导管连接必须牢固可靠,其结构强度应能承受最大施工荷载和可能发生的各种冲击力,在 0.5MPa 压力水作用下不得有泄漏。

(3) 在同一槽孔内同时使用二根以上导管浇注时,其间距不宜大于 3.5m;导管距槽孔二端头或接头管的距离不宜大于 1.5m;当孔底高差大于 25cm 时,导管中心应布置在该导管控制范围的最低处。

(4) 导管的上部和底节管以上部位应设置数节长度为 0.3~1m 的短管;导管底口距孔底距离应控制在 15~25cm 范围内。

导管浇注示意图如图(5-2-8)所示。

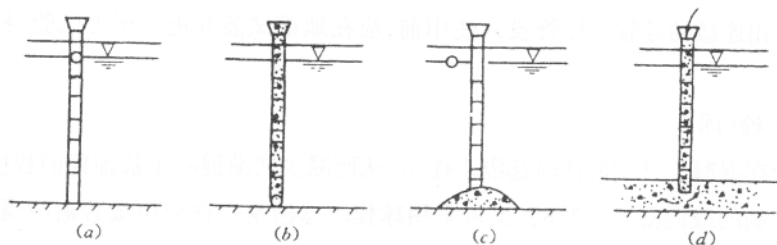


图 5-2-8 混凝土导管浇注示意图

(a)待浇;(b)压球;(c)埋管;(d)浇注

(三) 浇灌混凝土

(1) 开灌前,先向导管内放入一个能被泥浆浮起的隔离球塞,准备好水泥砂浆和足够数量的混凝土。开浇时先注少许水泥砂浆,紧接着注入混凝土,保证球塞被挤出后,埋住导管低部。

(2) 浇注应连续进行,若因意外事故造成混凝土灌注中断,中断时间不得超过 30min。

否则孔内混凝土流动性丧失,使浇注无法继续进行,造成断墙事故。

(3)混凝土面上升速度应大于 2m/h ,导管埋深 $1\sim 6\text{m}$,混凝土的坍落度为 $18\sim 22\text{cm}$,扩散度 $35\sim 40\text{cm}$ 。

(4)在浇灌过程中要及时填绘混凝土浇注指示图,校对浇注方量,指导导管拆卸,对浇注施工作出详细记录。浇注指示图和浇注记录,既是指导管拆卸的依据,又是检验施工质量的重要原始资料,在填绘指示图的同时,核对孔内混凝土面所反映的方量与实际灌入孔内的方量是否相符。如有差异,应分析原因,及时处理。

(5)浇注过程中,若发现导管漏浆或混凝土中混入泥浆,要立即停止浇灌。导管大量漏浆或混凝土中严重混浆可根据以下几种现象判定:①经检查发现导管下埋深度不够,相差过大。②经检查发现导管拔出混凝土面,且浇注了一段时间。③按实测浇注高度计算的浇注方量超过计划方量过多,且持续反常。④经检查发现导管内进浆或管内混凝土面过低。

三、接头处理

锯槽法造孔成墙分割槽段常采用隔离体法,隔离体有钢性隔离体和土工布袋隔离体两种。钢性隔离体下放时要求垂直平稳,其张合机构和驱动系统都必须灵活快捷,安全可靠。隔离体长度比槽孔深度大 $0.2\sim 0.3\text{m}$,第一次下入槽孔后不再提出,可重复使用。钢性隔离成墙接缝易于保证;土工布袋隔离体是用特制土工布袋下入槽中,然后注入速凝混凝土,在槽孔中形成一隔离桩,起到分隔槽段作用。实际操作中,土工布与混凝土的接触紧密,但其渗透性指标有待试验确定。

挖掘法造孔浇注地下连续墙,一般划分为若干槽段进行浇注施工,相邻两槽段的衔接部分称为接头,常用的接头方式有钻凿式和预留式两种。接头孔施工常采用套打一钻、双反弧、接头管和拉管成孔等方法。

1. 套打一钻法

一期槽孔混凝土浇注后,在其两端主孔位置重钻一孔。这种接头的特点是施工简便,适用于各种地层,但工程量增加,接头质量不易保证。

2. 双反弧法

双反弧接头是在两邻槽孔间留下约一钻孔长度,待混凝土浇注后,从预留长度处,用双反弧钻头钻除四个角。这种接头的特点是它适于一般粘土或砂砾石地层,孔深一般不超过 40m ;若超过 40m 时,必须有相应的措施。

3. 接头管法

施工方法是在一期槽孔两端下入接头管,待混凝土浇注后,拔出接头管形成接头孔。