京唐港板桩码头基础地下连续墙施工工艺

张俊平
（河北省水运工程质量监督站，天津　300132）

摘　要：简要介绍地连墙结构的特点、地连墙作为码头岸壁结构的施工工艺及推广应用前景。

关键词：京唐港；地下连续墙；施工工艺
中图分类号：U655.54+4.6　　**文献标识码：**B　　**文章编号：**1002-4972(2004)07-0035-03

Construction Technology of Diaphragm Wall for Foundation of Sheet Pile Wharf of Jingtang Port

ZHANG Jun-ping
(Hebei Province Quality Supervision Station for Water Transport Engineering, Tianjin 300132, China)

Abstract: This paper introduces the characteristics of diaphragm wall, construction technology of diaphragm wall as wharf quay wall structure, as well as the prospect of popularization.

Key words: Jingtang Port; diaphragm wall; construction technology

1　前言

在港口码头（护岸）工程中，对于具有干地施工条件，需要保护邻近建筑物的安全，或缺少打桩设备的情况，可以采用地下连续墙。当施工场地狭窄、地质条件较差、基坑较深、或需要严格控制基坑开挖引起的地面变形时可采用直线型或圆形地下连续墙支护结构。地下连续墙根据要求可作为截水、防渗、承重、挡土结构，具有墙体刚度大，强度高，截水、抗渗、耐久性好，可节省土石方，施工机械化程度高等优点，应用于港口工程中，具有施工周期短，整体沉降位移小等优越性。

地下连续墙是我国在粘性土、砂土及吹填土等软土层的基础和地下工程中应用较多的一项新技术，但在港口工程中应用较少，尤其作为码头基础。地连墙码头由交通部第一航务工程勘察设计院于 1989 年首先在京唐港 #7、#8 泊位工程中采用，经过 10 余年的使用，实践证明是比较成功的。

2　工程概况

京唐港 #12、#13 泊位位于京唐港 #2 港池北端，是顺岸码头，码头基础设计为直立式板桩结构，板桩采用现浇混凝土地下连续墙结构。#12 泊位前墙长 226m，#13 泊位前墙长 205m，前墙共计 109 段，顶高程均为-0.45m，底高程均为-21.5m。#12、#13 泊位后锚碇墙均为独立墙体，共计 86 段，标准段长 4.2m，墙顶高程为 0.55m，底高程均为-15.6m。前墙和后锚碇墙壁厚均为 105m。

3　施工工艺

地下连续墙施工采用 KQ950L 型地连墙钻孔机（多头钻)成槽，膨润土泥浆护壁，泵举反循环出渣的施工工艺。

3.1　导墙构造及施工

槽段开挖前，需沿着地下连续墙设计的纵轴线位置开挖导沟，在导沟两侧浇筑钢筋混凝土导墙，在成槽过程中起导向和临时储浆排浆之用，并承受各种机具设备重量，

收稿日期：2004-01-12
作者简介：张俊平（1965-），女，河北石家庄人，工程师，从事水运工程质量监督工作。

保持土体稳定。根据京唐港松软土质的具体特点，导墙施工前先进行换土，以粘土置换原土（宽 6m、深 1.5m），粘土须分层回填、碾压、夯实。导墙为现浇少筋混凝土结构，分段长 20m，厚度 200~300mm，两端净距比钻机宽 100mm，为防止导墙位移，在导墙内侧以 2m 间距设木撑支顶。

3.2 槽段划分

#12、#13 泊位前墙分 109 个单元槽段，共分为 4 个作业区段，标准段成槽尺寸为 4m，3 种成槽尺寸，第 1 种为两侧吊放接头管，应用于某一区段的起始段；第二种为一侧吊放接头管，沿一定方向延续，为延续段；第 3 种不放接头管，是某一区段的结束段（此时，本段两侧的地连墙已施工完毕）。

3.3 成槽工艺（图 1）

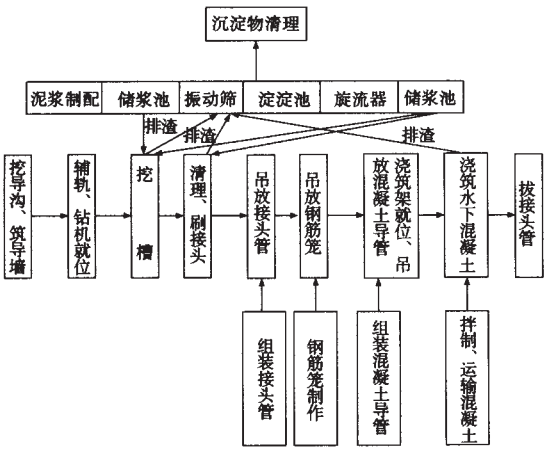

图 1　多头钻施工及泥浆循环工艺

成槽采用新河钻机厂生产的 KQ950L 型地连墙成槽机成槽，膨润土泥浆护壁，反循环排渣的施工工艺。

KQ950L 型成槽机属无杆潜水钻机，称为多头钻，钻具由 3 台潜水钻、沙泵及其它附件组成。钻机采用对称布置，正反向回转，使钻头扭矩相互抵消，旋转切削土体成槽。钻头工作范围之间的未切削三角区，利用钻具两侧切刀靠钻具自重切削，钻具采用 5t 慢速卷扬机牵引提升，钢丝绳自由悬挂，无动力下放。掘削的泥土在泥浆中以反循环方式排出槽外。

开始成槽前，首先用导板抓斗挖除槽内土体表面的块石和其它杂物，以免影响钻进。前墙采用三钻成槽法，先在槽段两侧下钻（钻具宽 2.5m），钻进至设计高程后，再从槽中下钻切削至设计高程，以保证成槽尺寸，顺利下放钢筋笼。后墙采用两钻成槽法即可。

3.4 泥浆

泥浆在成槽过程中起液体支撑，保护开挖槽段的稳定，使开挖出的泥渣悬浮不沉淀，防止地下水渗入等作用，是成槽的关键。根据当地实际地质情况，均系吹填土、粉细砂、细砂、粘土、亚粘土等松软土质，应用膨润土泥浆护壁，通过多次试验确定泥浆配合比如下：

膨润土:碱:CMC:水=10:0.39:0.03:100

配置后的新泥浆指标为：

粘度：8s；

泥皮厚度：0.25mm；

密度：1.05g/cm^3；

失水量：6mg/30min；

PH 值：8~9。

上述指标符合要求。

泥浆采用 1m^3 泥浆拌和机拌制，储存在泥浆池内 24h，使膨润土颗粒充分水化、膨胀。在成槽过程中，通过输浆管道不断向槽内补充新浆，当超过循环泥浆的各种指标后就得废弃。循环泥浆指标如下：

泥浆粘度<25

泥浆密度<1.25g/cm^3

泥皮厚度<2mm

PH值<10

3.5 清槽

当钻进完成后进行清槽，将钻具停留在槽底，使钻机空转反循环置换槽内稠泥浆，清除槽内钻渣和槽底沉积物，使槽底泥浆密度控制在 1.2 g/cm^3 以内。下放钢筋笼之后再检测沉渣厚度，若超过限值，则采用空气吸泥器清槽。

3.6 接头管施工

接头管在地连墙分段浇筑时起临时隔断的模板作用，由 10mm 厚钢板卷焊而成，直径 1 030mm，分为两节承插销连接成整体。采用 50t 吊机调入第 1 节，临时用横杠插入接头管预留孔内，将接头管吊在导墙顶面上，再调入第 2 节接头管，插好连销下放至槽底，当钢筋笼就位后，吊起接头管 2~3m 后脱钩，使其自由下落，插入原状土内 20cm 左右，经检查合格后，向接头管内灌砂约 50cm 进行压底，以防止混凝土浇筑时混凝土压入管内影响下一槽段成槽。

接头管拔除前，要进行混凝土初终凝试验，为拔管提供必要的时间依据。拔管使用承包商自行设计加工的 100t 顶升架，由支撑架（30mm 厚废钢板桩焊制而成）、滑轮组

(50t 滑轮 2 对)、5t 电动卷扬机 (2 台) 组成。在混凝土浇筑前，先将顶升架就位，拔管时将 ϕ115 横杠插入接头管顶预留孔内套好滑轮组连接板，2 台卷扬机同时启动拔升。开始拔管时间随气温变化而异，一般为 3.5~4.5h 为宜，间隔时间为 45~60min，上拔量为 10~50cm。混凝土浇筑完成后 7~8h 将接头管连续拔出。

3.7 钢筋笼施工

为保证钢筋笼的几何尺寸和相对位置准确，钢筋笼加工应在平台上放样成型，在加工平台上平卧组装，先将箍筋排列整齐，再将主筋依次穿入，为保证钢筋笼整体刚度，设蛇形筋加固，各交叉点全部点焊，钢筋笼两侧焊接保护层钢垫板以保证钢筋保护层厚度。

钢筋笼成型后用 2 台履带式起重机抬吊、竖直，主吊机 65t，副吊机 50t。开始时将扁担插入钢筋笼起吊位置，2 台吊机同时起吊抬高至 6m 左右时，主吊机继续起吊，副吊机徐徐下放，逐渐将钢筋笼竖直后，副吊机脱钩，主吊机将钢筋笼运至槽段位置下方，当扁担接近导墙时穿入横杠将钢筋笼托在导墙顶面上，换钩至钢筋笼吊耳上继续下放至设计位置，用钢轨穿入吊耳在导墙顶面上。

3.8 水下混凝土浇筑

在后方设立 4 台 0.4m³ 拌和机集中搅拌，1t 翻斗车水平运输至现场，通过混凝土浇筑架采用导管法进行混凝土浇筑。导管采用 3mm 厚钢板卷制而成，内径为 ϕ250mm，每节长 2.5m，并配几节 1.5m 调节长度用的短管，螺旋连接，接头处用橡胶垫密封防水，接头外部应光滑，使之在钢筋笼内上拔不挂钢筋笼。采用双导管法浇筑混凝土，两导管间距 2m，导管插入钢筋笼后距槽底留 20cm 距离，浇筑开始前在管口塞入球胆，当浇筑后，球胆从导管底口压出漂浮泥浆表面。1t 翻斗车运来的混凝土倒入浇筑架提升斗内，将提升斗内的混凝土倾倒在集料斗中，由集料斗分灰入两侧倒灌，灰将球胆顺导管压下去，使混凝土很快将导管口埋住，然后连续浇筑，不可中断。导管随混凝土浇筑而提升，在混凝土中埋入深度不得小于 1.5m，不得大于 6m，埋太深会影响混凝土的流动性，甚至造成钢筋笼上浮；埋太浅会造成导管拔漏而形成混凝土断层。

4 几点体会

4.1 设备选择

京唐港 #12、#13 泊位地连墙施工主要应用多头钻成槽，它适用于松散、软土地基成槽，其特点是成槽深度大；一次成槽宽度 2.5m，效率高，操作安全。钻具由钢丝绳悬挂在钻架上，始终保持 3t 左右自重使钻具垂直钻进，施工的槽壁尺寸准确，扩孔率小，从开挖出的地连墙看，混凝土表面平整、光滑。

4.2 质量问题的处理

在成槽过程中，由于各土层地质情况不同，有时会由于钻具偏向造成提钻时卡钻，在施工中应注意控制 3t 左右钻压，并勤提钻以修正钻进方向，以免造成卡钻。一旦发生卡钻，切不可一味提钻，应上下活动将钻具提出。若不成功，则考虑在钻旁用单头钻成孔，用接头管向下轻触，钻具活动后提出；混凝土浇筑时，在接头管另一侧的孔内填砂，保持砂面比混凝土面高出 1m，以防止混凝土绕过接头管造成相邻段成槽困难；另外，在处理有问题槽段时，应采取加大泥浆比重，用正循环工艺等措施，以防槽壁坍塌。

在接头管附近若因人为操作原因造成扩孔率偏大，则由于成槽宽度大于接头管直径而造成绕灰 (混凝土绕过接头管，影响下一槽段成槽及下放钢筋笼) 现象发生。一旦发生绕灰，待混凝土凝结后很难处理，所以成槽时要严格按操作规程施工，控制扩孔率；另一方面，在混凝土浇筑完毕，接头管拔出后，立即用单头钻沿接头管孔下钻，在混凝土强度未上来前，将绕灰清除掉，以利下一槽段施工。

5 结语

近年来，地连墙技术已在全国广泛应用，在港口工程中也以其施工速度快、工程造价低、工程主体位移小等优势而逐渐推广。为推广这项新技术，交通部于 2001 年 9 月以强制性专项标准方式发布了《京唐港地连墙码头工程质量检验评定标准》并已实施；交通部 1999 年下达了《港口工程地下连续墙结构设计和施工规程》的编制计划，已由中交第一航务工程勘察设计院编制完成，并于 2003 年底发布实施。