

地下连续墙施工规程

上海市工程建设规范

地下连续墙施工规程

Specification for construction of
diaphragm wall

DG/TJ08—2073—2010

J11658—2010

上海市建筑建材业市场管理总站

上海市建筑建材业市场管理总站

2010 上海

上海市工程建设规范

地下连续墙施工规程

Specification for construction of
diaphragm wall

DG/TJ08—2073—2010

主编单位：上海建工(集团)总公司

批准部门：上海市城乡建设和交通委员会

施行日期：2010年8月1日

2010 上海

上海市城乡建设和交通委员会

沪建交[2010]590号

上海市城乡建设和交通委员会
关于批准《地下连续墙施工规程》为
上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海建工(集团)总公司主编的《地下连续墙施工规程》，经市建设交通委科技委技术审查和我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ08—2073—2010，自 2010 年 8 月 1 日起实施。

本规范由上海市城乡建设和交通委员会负责管理、上海建工(集团)总公司负责解释。

上海市城乡建设和交通委员会

二〇一〇年六月二十七日

前 言

本规程根据上海市建设和交通委员会沪建交[2008]470号文的要求,由上海市建工(集团)总公司主编。

随着我国国民经济的发展,地下连续墙在工程建设中已广泛使用,目前上海地下连续墙工程最深已达65m。地下连续墙施工技术已处于国际先进水平,为了进一步规范地下连续墙施工,提高工程质量,确保工程安全,统一标准,制订本规程。

本规程总结了多年来上海地区的地下连续墙施工实践,对地下连续墙施工全过程作了大量的调研和论证,并广泛征求了有关设计、施工等单位的意见,经多次修改完成了本规程的制订。

本规程的主要内容是:1、总则;2、术语;3、基本规定;4、导墙;5、泥浆;6、成槽;7、接头;8、钢筋笼;9、混凝土;10、预制地下连续墙;11、职业健康与安全措施;12、环境保护措施。

本规程由上海建工(集团)总公司归口管理并负责解释,本规程内容可能不尽完善,各单位在执行本规程时,如发现问题或有关建议、意见,请及时告知上海建工(集团)总公司(地址:上海市福山路33号;邮编:200120),以供今后修订时参考。

主 编 单 位:上海建工(集团)总公司

参 编 单 位:上海市基础工程有限公司

上海市机械施工有限公司

主要起草人:范庆国 李耀良 袁 芬 严时汾 周蓉峰

葛兆源 江遐龄 朱建明 吴洁妹 王理想

余振栋 张云海 邱晓明 李伟强 刘加峰

文新伦 黄秋亮 张哲彬 漏家俊 袁 振
罗云峰

主要审查人:吴君侯 桂业琨 周杜鑫 王卫东 顾倩燕
黄绍铭 周红波 潘延平 杨国祥

上海市建筑建材业市场管理总站

二〇一〇年六月

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(3)
4 导 墙	(5)
5 泥 浆	(8)
5.1 泥浆制备	(8)
5.2 质量控制	(8)
6 成 槽	(10)
6.1 槽段划分和开挖	(10)
6.2 刷壁与清基	(11)
6.3 质量控制	(11)
7 接 头	(13)
7.1 接头施工	(13)
7.2 质量控制	(14)
8 钢筋笼	(15)
8.1 钢筋笼的制作	(15)
8.2 钢筋笼的吊装	(16)
8.3 质量控制	(16)
9 混凝土	(18)
9.1 水下混凝土配置	(18)

9.2 水下混凝土浇筑	(18)
9.3 墙底注浆	(19)
9.4 质量控制	(20)
10 预制地下连续墙	(21)
10.1 一般规定	(21)
10.2 预制墙段的制作	(22)
10.3 预制墙段的堆放和运输	(24)
10.4 预制墙段的安放	(24)
10.5 预制墙段墙缝和墙槽缝隙处理	(25)
11 职业健康与安全措施	(27)
12 环境保护措施	(29)
本规程用词说明	(31)
引用标准名录	(32)
条文说明	(33)

Contents

1	General principles	(1)
2	Definitions	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Guide wall	(5)
5	Slurry	(8)
5.1	Preparation of slurry	(8)
5.2	Quality control	(8)
6	Trenching	(10)
6.1	Panel division and trenching	(10)
6.2	Brush wall and bottom-clearing of trench	(11)
6.3	Quality control	(11)
7	Joint	(13)
7.1	Joint construction	(13)
7.2	Quality control	(14)
8	Reinforcement cage	(15)
8.1	Manufacture and fixing	(15)
8.2	Hoisting and positioning	(16)
8.3	Quality control	(16)
9	Concrete	(18)
9.1	Tremie concrete preparation	(18)

9.2	Tremie concreting	(18)
9.3	Panel-bottom grouting	(19)
9.4	Quality control	(20)
10	Precast diaphragm wall	(21)
10.1	General	(21)
10.2	Manufacture of precast panel	(22)
10.3	Stacking and transporting	(24)
10.4	Hoisting and positioning	(24)
10.5	Joint construction and gap junctions	(25)
11	Professional health and safety measure	(27)
12	Environment protection measure	(29)
	Term note of the code	(31)
	List of referred standards	(32)
	Explanation of clauses	(33)

1 总 则

- 1.0.1 为规范上海地区地下连续墙施工,做到技术先进、经济合理和安全适用,有效控制工程安全质量,制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于上海地区地下连续墙的施工。
- 1.0.3 地下连续墙施工除应符合本规程的规定外,尚应符合国家、行业和本市现行标准的有关规定。

2 术 语

- 2.0.1 临时性地下连续墙 temporary diaphragm wall
仅用于基坑围护的墙体。
- 2.0.2 永久性地下连续墙 permanent diaphragm wall
既作基坑围护的墙体又作地下室外墙的墙体,即“两墙合一”。
- 2.0.3 槽位 trench position
单元槽段的位置。
- 2.0.4 槽壁加固 consolidation in both side of trench
成槽前对地下连续墙两侧土体进行加固的方法。
- 2.0.5 抓铣结合 trench with grab and cutter
采用抓斗式与铣削式成槽机相结合的一种成槽工艺。
- 2.0.6 圆形接头 circular joint
相邻槽段间形成半圆形的接头。
- 2.0.7 十字钢板接头 cross steel plate joint
由十字钢板作为地下连续墙的接头。
- 2.0.8 工字型钢接头 I-steel joint
由工字钢作为地下连续墙的接头。
- 2.0.9 预制混凝土接头 precast concrete joint
由预制混凝土构件作为地下连续墙的接头。
- 2.0.10 铣接头 cutter joint
利用铣槽机切削先行槽段混凝土而形成的地下连续墙接头。
- 2.0.11 接头管(箱) joint pipe(box)
使单元槽段间形成地下连续墙接头而采用的临时钢管(箱)。
- 2.0.12 墙底注浆 grouting beneath the bottom of diaphragm wall
在地下连续墙底部注浆的方法。

3 基本规定

3.0.1 地下连续墙施工前应收集下列资料:

- 1 施工现场的地形、地质、气象和水文资料。
- 2 邻近建筑物和地下管线等相关资料。
- 3 测量基线和水准点资料。
- 4 防洪、防汛、防台和环境保护的有关规定。

3.0.2 地下连续墙施工前应试成槽。

3.0.3 地下连续墙施工前应做好下列准备工作:

- 1 遇有不良地质时,应做好探摸和处理工作。
- 2 应复核测量基准线、水准基点,并在施工中做好复测及保护工作。
- 3 应做好场地内的道路、供电、供水、排水、泥浆循环系统等设施。
- 4 标明和清除槽段处的地下障碍物,做好施工场地平整工作。
- 5 设备进场安装调试、检查验收工作。

3.0.4 地下连续墙施工应按有关标准、规范,设计文件和管理文件编制专项施工方案,审批通过后应逐级向有关人员进行技术交底。

3.0.5 原材料进场时,应具有产品合格证、出厂试验报告。进场后,应按国家有关规定进行材料验收和抽检,其质量应合格方可使用。

3.0.6 成槽过程中,槽段边应根据槽壁稳定的要求控制施工荷载。

3.0.7 邻近水边的地下连续墙施工,应考虑地下水位变化对槽壁稳定的影响。

3.0.8 成槽设备应根据地下连续墙的厚度、深度、成槽宽度和地质条件等因素来选择。单元槽段宜采用跳幅的间隔施工顺序,挖槽分段不宜超过三抓。

3.0.9 地下连续墙施工与邻近建(构)筑物的水平距离不宜小于1.5m。

3.0.10 施工设备及吊具应按有关规定检查,合格后方可使用。

3.0.11 施工场地应做到水通、电通、道路畅通,施工场地应进行清理平整,保证施工机械行走的安全和平稳。

3.0.12 施工道路应满足施工承载力要求。

4 导 墙

4.0.1 成槽前应构筑导墙,其结构形式应根据地质条件和施工荷载等情况确定,宜为倒“L”型和“[”型,应满足强度及稳定性的要求。

4.0.2 导墙背侧及下部遇有废弃的雨、污水等管道,导墙施工前应做封头处理,并用灰土分层夯实回填。

4.0.3 导墙应采用现浇混凝土结构,混凝土强度等级不应低于C20,厚度不应小于200mm。导墙应采用双向配筋,钢筋不应小于 $\Phi 12$ (HRB335),间距不应大于200mm,导墙形式见图4.0.3-1和图4.0.3-2。

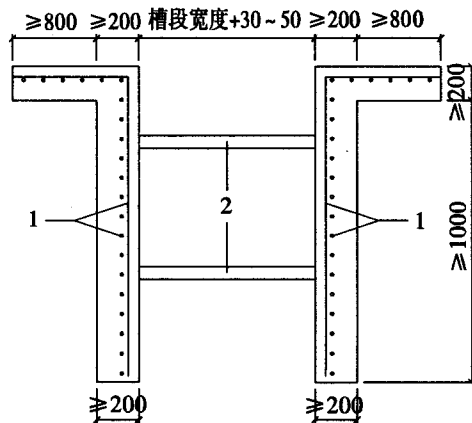


图 4.0.3-1 倒“L”型导墙配筋构造图

1—双向配筋;2—加撑

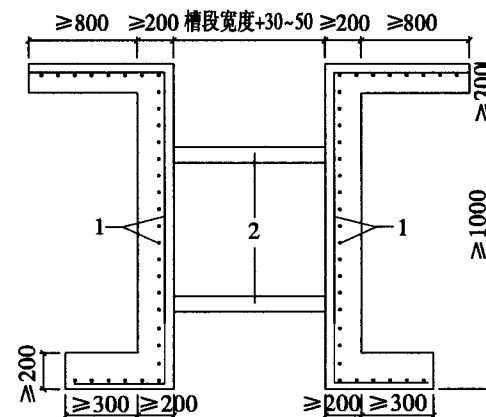


图 4.0.3-2 “[”型导墙配筋构造图

1—双向配筋;2—加撑

4.0.4 导墙顶面宜高出地面100mm,且应高于地下水位0.5m以上。

4.0.5 导墙内侧墙面应垂直,导墙净距应比地下连续墙设计厚度加宽30mm~50mm。

4.0.6 导墙底面应进入原状土200mm以上,且导墙高度不应小于1.2m;导墙外侧应用粘性土填实;导墙混凝土应对称浇筑,强度达到70%后方可拆模,拆模后导墙应加设对撑。

4.0.7 遇暗浜、杂填土等不良地质时,宜进行土体加固或采用深导墙。

4.0.8 成槽机作业一侧的导墙主筋应与路面钢筋连接。

4.0.9 导墙养护期间,重型机械设备不宜在导墙附近作业或停留。

4.0.10 拐角处导墙应外放,外放尺寸应根据设备及墙厚确定。

4.0.11 导墙允许偏差应符合表4.0.11的规定。

表 4.0.11 导墙允许偏差

项 目	允许偏差	检 查 频 率		检查方法
		范围	点数	
宽度(设计墙厚+30mm~50mm)	<±10mm	每幅	1	尺量
垂直度	<H/500	每幅	1	线锤
墙面平整度	≤5mm	每幅	1	尺量
导墙平面位置	<±10mm	每幅	1	尺量
导墙顶面标高	±20mm	每幅	1	水准仪

注：H 表示导墙的深度。

5 泥 浆

5.1 泥浆制备

- 5.1.1 泥浆拌制材料应选用膨润土或高分子聚合物材料,现场应设置泥浆池或泥浆箱。
- 5.1.2 泥浆的储备量宜为每日计划最大成槽方量的 2 倍以上。
- 5.1.3 泥浆配合比应按土层情况试配确定,一般泥浆的配合比可根据表 5.1.3 选用。遇土层极松散、颗粒粒径较大、含盐或受化学污染时,应配制专用泥浆。

表 5.1.3 泥浆配合比

土层类型	膨润土(%)	增黏剂 CMC(%)	纯碱 Na ₂ CO ₃ (%)
黏性土	8~10	0~0.02	0~0.5
砂性土	10~12	0~0.05	0~0.5

- 5.1.4 新拌制的泥浆应贮存 24h 以上,使膨润土充分水化后方可使用。
- 5.1.5 施工中循环泥浆应进行沉淀或除砂处理等再生处理手段,符合要求后方可使用。

5.2 质量控制

- 5.2.1 新拌制泥浆的性能指标应符合表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 新拌制泥浆性能指标

项次	项 目		性 能 指 标	检 验 方 法
1	比重		1.03~1.10	泥浆比重秤
2	黏度	黏性土	19s~25s	500 毫升/700 毫升漏斗法
		砂性土	30s~35s	
3	胶体率		>98%	量筒法
4	失水量		<30ml/30min	失水量仪
5	泥皮厚度		<1mm	失水量仪
6	pH 值		8~9	pH 试纸

5.2.2 循环泥浆的性能指标应符合表 5.2.2 的要求。

表 5.2.2 循环泥浆性能指标

项次	项 目		性 能 指 标	检 验 方 法
1	比重		1.05~1.20	泥浆比重秤
2	黏度	黏性土	19s~30s	500 毫升/700 毫升漏斗法
		砂性土	30s~40s	
3	胶体率		>98%	量筒法
4	失水量		<30ml/30min	失水量仪
5	泥皮厚度		<1mm~3mm	失水量仪
6	pH 值		8~10	pH 试纸
7	含砂率	粘性土	<4%	洗砂瓶
		砂性土	<7%	

6 成 槽

6.1 槽段划分和开挖

- 6.1.1 单元槽段应综合考虑地质条件、结构要求、周围环境、机械设备、施工条件等因素进行划分。单元槽段长度宜为 4m~6m。
- 6.1.2 成槽前应进行槽壁稳定性验算。
- 6.1.3 成槽宜采用液压抓斗式。成槽深度进入粉砂层(标贯击数 N 大于 50 击)的宜采用抓铣结合或钻抓结合的方法成槽。
- 6.1.4 槽内泥浆面不应低于导墙面 0.3m,同时槽内泥浆面应高于地下水位 0.5m 以上。
- 6.1.5 成槽机应具备垂直度显示仪表和纠偏装置,成槽过程中应及时纠偏。
- 6.1.6 单元槽段成槽过程中抽检泥浆指标不应少于 2 处,且每处不少于 3 次。
- 6.1.7 成槽后应检查泥浆指标、槽位、槽深、槽宽及槽壁垂直度等。
- 6.1.8 位于暗浜区、扰动土区、浅部砂性土中的槽段或邻近建筑物保护要求较高时,宜采用三轴水泥土搅拌桩对槽壁进行加固。
- 6.1.9 成槽施工时,异形槽段(L 形、T 形、多边形等)应在相邻槽段浇筑完成后进行。
- 6.1.10 异型槽段成槽时应保证槽壁前后、左右的垂直度均满足设计要求,必要时调整幅宽。

6.2 刷壁与清基

- 6.2.1 成槽后,应对相邻段混凝土的端面进行清刷,刷壁应到底部,刷壁次数不得少于 20 次,且刷壁器上无泥。
- 6.2.2 刷壁完成后应进行清基和泥浆置换。
- 6.2.3 清基宜采用泵吸法,使槽底沉渣及泥浆指标满足要求为止。

6.3 质量控制

6.3.1 地下连续墙成槽允许偏差应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 地下连续墙成槽允许偏差

序号	项 目		测 试 方 法	允 许 偏 差
1	深度	临时结构	测绳 2 点/幅	0mm~100mm
		永久结构		0mm~100mm
2	槽位	临时结构	钢尺 1 点/幅	0mm~50mm
		永久结构		0mm~30mm
3	墙厚	临时结构	20%超声波 2 点/幅	0mm~50mm
		永久结构	100%超声波 2 点/幅	0mm~50mm
4	垂直度	临时结构	20%超声波 2 点/幅	≤1/200
		永久结构	100%超声波 2 点/幅	≤1/300
5	沉渣厚度	临时结构	100%测绳 2 点/幅	≤200mm
		永久结构		≤100mm

6.3.2 清基后应对槽段泥浆进行检测,每幅槽段检测 2 处。取样点距离槽底 0.5m~1.0m,泥浆指标应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 清基后的泥浆指标

项 目		清基后泥浆	检 验 方 法
比重	黏性土	≤1.15	比重计
	砂性土	≤1.20	
黏度(s)		20~30	漏斗计
含砂率(%)		≤7	洗砂瓶

7 接 头

7.1 接头施工

7.1.1 地下连续墙圆形接头应采用接头管。

7.1.2 接头管(箱)施工应符合下列规定:

1 接头管(箱)及连接件应具有足够的强度和刚度。

2 接头管(箱)进场后在首次使用前,应在现场进行组装试验。

3 接头管(箱)应露出导墙顶 1.5m~2.0m 以上。

4 接头管(箱)的吊装应垂直缓慢下放,严格控制垂直度。

5 接头管(箱)背后应填实。

6 接头管(箱)在混凝土灌注初凝后开始提升,每 30min 提升一次,每次 50mm~100mm,应在混凝土终凝前全部拔出。

7 接头管(箱)起拔应垂直、匀速、缓慢、连续,不应损坏接头处的混凝土。

8 接头管(箱)起拔后应及时清洗干净。

7.1.3 十字钢板接头,在施工中应配置整体式或两片独立式接头箱,下端应插入槽底,上端宜高出地下连续墙泛浆高度,同时应制定有效的防混凝土绕流措施。

7.1.4 工字钢接头,在施工中应配置接头管(箱),下端应插入槽底,上端宜高出地下连续墙泛浆高度,同时应制定有效的防混凝土绕流措施。

7.1.5 预制混凝土接头施工应符合下列规定:

1 预制接头吊装的吊点位置及数量应根据计算确定,应分

节依次吊放。

2 预制接头吊放应注意迎土面和迎坑面,严禁反放。

3 预制接头应达到设计强度的 100% 后运输及吊放。

4 先放预制接头,再吊放钢筋笼。

7.1.6 铰接头施工应符合下列规定:

1 后续槽段开挖时,应将套铰部分混凝土铰削干净,套铰部分不宜小于 200mm。

2 导向插板应在混凝土浇筑前放置于预定位置,插板长度宜为 5m~6m。

3 套铰一期槽段钢筋笼应设置限位块,限位块设置在钢筋笼两侧,宜采用 PVC 管,限位块长度宜为 300mm~500mm,竖向间距为 3m~5m。

7.2 质量控制

7.2.1 十字钢板接头和工字钢接头顶面偏差应小于 20mm。

7.2.2 预制接头平整度应小于 5mm,挠度应小于 20mm,无裂缝和露筋现象,上下节端头应平整无缝隙。

7.2.3 圆形接头的接头管安装垂直度不应大于 1/200。

8 钢筋笼

8.1 钢筋笼的制作

8.1.1 钢筋笼制作平台应采用型钢制作,平整坚实,排水畅通。在平台上应根据设计的钢筋间距、插筋、预埋件及钢筋接驳器的位置,画出控制标记。


8.1.2 钢筋笼加工场地和制作平台应平整,分节制作的钢筋笼在同胎制作时应试拼装,采用焊接或机械连接,主筋接头搭接长度应满足设计要求,搭接位置应错开 50%。三级钢及 $\Phi 25$ 以上的二级钢应采用机械连接。

8.1.3 钢筋笼内应预留纵向混凝土灌注导管位置,并上下贯通。

8.1.4 钢筋笼应设置桁架、剪刀撑等加强整体刚度构造钢筋。

8.1.5 钢筋笼起吊桁架应根据钢筋笼起吊过程中的刚度及整体稳定性的计算结果确定。

8.1.6 钢筋笼主筋交点应 50% 并应均匀分布点焊,主筋与桁架及吊点处应 100% 点焊。

8.1.7 钢筋笼应设保护层垫板,纵向间距为 3m~5m,横向设置 2 块~3 块;定位垫板宜采用 4mm~6mm 厚钢板制作成“”型,与主筋焊接。

8.1.8 预埋件应与主筋连接牢固,钢筋接驳器外露处应包扎严密。

8.1.9 工字钢接头焊接时,水平钢筋与工字钢应采用 5d 双面跳焊搭接。

8.1.10 十字钢板接头焊接时,水平钢筋与十字钢板应采用双面

焊,焊接长度不应小于 50mm。

8.2 钢筋笼的吊装

8.2.1 吊车的选用应满足吊装高度及起重量的要求,主吊和副吊应根据计算确定。

8.2.2 钢筋笼吊点布置应根据吊装工艺和计算确定,并应进行钢筋笼整体起吊的刚度等安全验算,按计算结果配置吊具、吊点加固钢筋和吊筋等。吊筋长度应根据实测导墙标高确定。

8.2.3 钢筋笼起吊前应检查吊车回转半径 600mm 内无障碍物,并进行试吊。

8.2.4 钢筋笼吊放时应对准槽段中心线缓慢沉入,不得强行入槽。

8.2.5 钢筋笼的迎土面及迎坑面朝向应正确放置,严禁反放。

8.2.6 钢筋笼应在清基后及时吊放。

8.2.7 异形槽段钢筋笼起吊前应对转角处进行加强处理,并随入槽过程逐渐割除。

8.3 质量控制

8.3.1 钢筋制作平台的平整度应控制在 20mm 以内。

8.3.2 钢筋笼制作允许偏差应符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 钢筋笼制作允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检 查 方 法	检查范围	检查 频率
钢筋笼长度	±100	钢尺量,每片钢筋网检查 上中下三处	每幅钢筋笼	3
钢筋笼宽度	0,-20			3
钢筋笼保护层厚度	0,+10			3
钢筋笼安装深度	+50			3
主筋间距	±10	任取一断面,连续量取间 距,取平均值作为一点, 每片钢筋网上测四点		4
分布筋间距	±20			
预埋件中心位置	±10	钢尺		20%
预埋钢筋和接驳器 中心位置	±10	钢尺		20%

8.3.3 钢筋笼安装误差应小于 20mm。

9 混凝土

9.1 水下混凝土配置

9.1.1 水下混凝土应具备良好的和易性,初凝时间应满足浇筑要求,现场混凝土坍落度宜为 200mm±20mm。

9.1.2 水下混凝土配制强度等级应先进行试验,然后参照表 9.1.2 确定。

表 9.1.2 混凝土设计强度等级对照表

混凝土设计强度等级	C25	C30	C35	C40	C45	C50
水下混凝土配制强度等级	C30	C35	C40	C50	C55	C60

9.2 水下混凝土浇筑

9.2.1 导管宜采用直径为 200mm~300mm 的多节钢管,管节连接应密封、牢固,施工前应试拼并进行水密性试验。

9.2.2 导管水平布置距离不应大于 3m,距槽段两侧端部不应大于 1.5m。导管下端距离槽底宜为 300mm~500mm。导管内应放置隔水栓。

9.2.3 浇筑水下混凝土应符合下列规定:

- 1 钢筋笼吊放就位后应及时灌注混凝土,间隔不宜超过 4h。
- 2 混凝土初灌后,混凝土中导管埋深应大于 500mm。
- 3 混凝土浇筑应均匀连续,间隔时间不宜超过 30min。
- 4 槽内混凝土面上升速度不宜小于 3m/h,同时不宜大于 5m/h;导管混凝土埋入混凝土深度应为 2m~4m,相邻两导管间

混凝土高差应小于 0.5m。

5 混凝土浇筑面宜高出设计标高 300mm~500mm,凿去浮浆后的墙顶标高和墙体混凝土强度应满足设计要求。

6 每根导管分担的浇筑面积应基本均等。

9.2.4 墙顶落低 3m 以上的地下连续墙,墙顶设计标高以上宜采用低强度等级混凝土或水泥砂浆隔幅填充,其余槽段采用砂土填实。

9.2.5 浇筑混凝土的充盈系数应为 1.0~1.2。

9.3 墙底注浆

9.3.1 墙底注浆应在墙体混凝土达到设计强度后方可进行。

9.3.2 注浆管应采用钢管,单幅槽段注浆管数量不应少于 2 根,注浆管与钢筋笼应固定牢靠。注浆管下段应伸至槽底 200mm~500mm。

9.3.3 注浆器应采用单向阀,应能承受大于 1MPa 的静水压力。

9.3.4 注浆量应符合设计要求,注浆压力应控制在 0.2MPa~0.4MPa 之间。

9.3.5 地下连续墙混凝土初凝后终凝前应用高压水劈通压浆管路。

9.3.6 注浆液应采用 P. O. 42.5 级水泥配置;水灰比宜为 0.5~0.6;浆液应过滤,滤网网眼应小于 40μm。

9.3.7 满足下列条件之一可终止注浆:

- 1 注浆总量达到设计要求。
- 2 注浆量达 80%以上,且压力达到 2MPa。

9.4 质量控制

9.4.1 混凝土坍落度检验每幅槽段不应少于 3 次;抗压强度试件每一槽段不应少于一组,且每 100m³ 混凝土不应少于一组;永久地下连续墙每 5 个槽段应做抗渗试件一组。

9.4.2 混凝土抗压强度和抗渗压力应符合设计要求,墙面应无露筋和夹泥现象。

9.4.3 地下连续墙各部位允许偏差应符合表 9.4.3 的规定:

表 9.4.3 地下连续墙各部位允许偏差值

项 目	允 许 偏 差	
	临时结构	永久结构
平面位置	±30mm	+30mm 0
平整度	50mm	50mm
垂直度	1/200	1/300
预留孔洞	30mm	30mm
预埋件	30mm	30mm
预埋连接钢筋	30mm	30mm

9.4.4 永久地下连续墙经防水处理后不应有渗漏、线流,平均渗水量应小于 0.1L/m²/d。

9.4.5 永久地下连续墙混凝土的密实度宜采用超声波检查,总抽取比例为 20%;需要时采用钻孔抽芯检查强度。

10 预制地下连续墙

10.1 一般规定

10.1.1 预制地下连续墙单元槽段长度和幅宽应根据开挖深度、基坑平面尺寸、起重机能力和构件长细比合理确定。单元槽段幅宽宜为 3m~4m。

10.1.2 导墙的设置和施工应符合本规程第 4 章的规定。

10.1.3 成槽施工应符合下列规定：

- 1 成槽前应进行槽壁稳定验算。
- 2 宜采用连续成槽法进行成槽施工。
- 3 成槽顺序应先转角幅后直线幅。
- 4 成槽深度应大于墙段埋置深度 100mm~200mm。
- 5 新拌制泥浆的性能指标应符合表 5.2.1 的规定。
- 6 清基后槽内泥浆的性能指标应符合表 10.1.3 的规定。

表 10.1.3 护壁泥浆性能指标

序号	检查项目	允许值	检查数量		检 验 方 法
			范 围	点数	
1	泥浆比重(g/cm³)	1.10~1.20	离槽底 500mm 处	1	泥浆比重秤
2	泥浆黏度(s)	25~30		1	500 毫升/700 毫升漏斗法
3	pH 值	7~9		1	pH 试纸

10.2 预制墙段的制作

10.2.1 预制墙段宜在工厂制作,有条件时也可在现场预制。预制墙段可叠层制作,叠层数不应大于三层。叠层制作时,下层墙段混凝土达到设计强度的 30%以后,方可进行上层墙段的制作。各层墙段间应做好隔离措施。

10.2.2 预制墙段厚度应小于成槽厚度 20mm。

10.2.3 制作模具应符合下列规定：

1 底模宜采用混凝土台座。台座下的地基应平整、坚实,排水畅通,地基承载力应满足制作荷载的要求。台座板侧向弯曲允许偏差为 L/1500 且不大于 15mm,2m 长度内台座的平整度允许偏差为 3mm(L 为墙段长度)。

2 芯模宜采用充气胶囊或预制成型的塑料泡沫。充气胶囊在底层混凝土浇捣后放置充气,并采用环形抗浮钢筋固定。抗浮钢筋间距不应大于 300mm。上层、侧边混凝土初凝后,充气胶囊方可放气回收。

3 侧模、端模下端应与混凝土台座连接固定,上口采用对拉螺杆连接。对拉螺杆的设置间距由计算确定,对拉螺杆应设止水片,侧模与端模交角应采用围檩固定。

4 模具安装位置偏差应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204)和现行上海市工程建设规范《混凝土结构工程施工规程》(DG/TJ08—020)的有关规定。

10.2.4 钢筋骨架施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204)和现行上海市工程建设规范《混凝土结构工程施工规程》(DG/TJ08—020)的有关规定。

10.2.5 混凝土施工应符合下列规定：

1 混凝土采用水平分层连续浇筑。浇筑顺序由墙段的一端向另一端,底层混凝土浇筑后,应立即安装胶囊芯模并充气,进行上层混凝土浇筑,停顿时间不应大于 45min。芯模两侧的混凝土应对称浇筑振捣。

2 每浇注一次混凝土应进行 3 次坍落度测试,浇筑过程的前中后各 1 次。每一单元槽段混凝土应做抗压强度试件,每 100m³ 混凝土不应少于 1 组;每 5 个槽段应留置 1 组抗渗试件。

3 混凝土施工的其它要求应符合现行国家标准《混凝土结构施工质量验收规范》(GB50204)和现行上海市工程建设规范《混凝土结构工程施工规程》(DG/TJ08-020)的有关规定。

表 10.2.6 预制墙段尺寸的允许偏差

序号	检查项目	允许偏差(mm)	检查数量		检 验 方 法
			范围	点数	
1	长度	±5	每幅槽段	3	钢尺检查
2	宽度	+0,-5		3	钢尺量一端及中部,取其中较大值
3	厚度	+0,-5		3	
4	侧向弯曲	≤L/1000,且≤20		2	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
5	埋件、接驳器位置	5		20%	钢尺检查
6	主筋保护层厚度	+10,-5		3	钢尺或保护层厚度测定仪量测
7	对角线差	10		2	钢尺量两个对角线
8	表面平整度	5		3	2m 靠尺和塞尺检查

注:L 为墙段长度,单位 mm。

10.3 预制墙段的堆放和运输

- 10.3.1 预制墙段应达到设计强度的 100%后方可运输及吊放。
- 10.3.2 预制墙段的就位吊点位置应按设计要求。设计无规定时,吊点位置应计算确定。
- 10.3.3 预制墙段水平起吊应四点吊,起重钢丝绳与墙段水平的夹角不应小于 45°。
- 10.3.4 预制墙段的堆放场地应平整、坚实、排水畅通。垫块宜放置在吊点处。底层垫块面积应满足墙段自重对地基荷载的有效扩散。预制墙段叠放层数不宜超过三层,上、下层垫块应放置在同一直线上。
- 10.3.5 预制墙段运输叠放层数不宜超过二层。墙段装车后应采用紧绳器与车板固定,钢丝绳与墙段阳角接触处应有护角措施。异形截面墙段运输时应有可靠的支撑措施。

10.4 预制墙段的安放

- 10.4.1 预制墙段安放前应具备下列条件:
- 1 槽段完成并验槽合格。
- 2 槽段底部应均匀回填碎石,回填高度应高出墙段埋置底标高 50mm。
- 3 根据墙幅布置,在导墙面上划出墙段安放的分幅标记。放置预制墙段限位搁置横梁并与导墙面上的埋件焊固。两搁置横梁放置标高控制,应与墙段上的搁置点实测标高对应。
- 4 预制墙段应验收合格。
- 10.4.2 预制墙段的安放顺序为先转角墙段后直线墙段。预制墙段安放闭合位置宜设在直线墙段上。闭合幅安放前,应实测闭

合幅槽段上、下槽宽,并根据实测数据,对闭合幅墙段安放作相应调整。

10.4.3 预制墙段的起吊和安放应符合下列规定:

- 1 起吊吊点应按设计要求或经计算确定。
- 2 应验算起吊过程中所产生的内力能否满足设计要求。
- 3 吊点设置和起重索具配置应满足墙段起吊回直后墙厚、墙宽两个方向处于铅垂状态的要求。
- 4 起吊回直过程应防止预制墙段根部拖行或着力过大。
- 5 墙段入槽、安放应平稳,并使用经纬仪观察两个方向垂直度。

10.4.4 预制墙段安放允许偏差应符合表 10.4.4 的规定。

表 10.4.4 预制墙段安放允许偏差

序号	检 查 项 目	允许偏差(mm)	检 查 数 量		检 验 方 法
			范 围	点 数	
1	预制墙顶标高	±10	每幅槽段	2	水准仪
2	预制墙中心位移	10		1	钢尺检查

10.5 预制墙段墙缝和墙槽缝隙处理

10.5.1 预制墙段墙缝宜采用现浇钢筋混凝土接头,预制墙段与槽壁间的前后缝隙宜采用压密注浆填充。

10.5.2 墙缝接头的施工应符合下列规定:

- 1 接头的施工宜 3 个~5 个预制墙段作为一个施工段。
- 2 一个施工段最外侧的接头宜在下一施工段进行施工。
- 3 接头施工前,应对两侧墙段侧壁进行刷壁,再对接头位置进行清孔,然后吊放钢筋笼。

4 接头水下混凝土宜采用细石混凝土,坍落度宜为 200mm±20mm,导管内径宜采用 φ200mm。导管埋置深度宜 2m~6m,导管应勤提勤拆。混凝土灌注及导管提升应缓慢。

10.5.3 注浆施工应符合下列规定:

- 1 预制墙段与槽段前后缝隙压密注浆应在接头施工完毕后进行。
- 2 每个预制墙段宜设置 2 根注浆管,注浆时各注浆点应均匀注浆。
- 3 浆液指标及注浆参数应符合表 10.5.3 的要求。

表 10.5.3 浆液指标及注浆参数

序号	项 目	指 标 参 数
1	水灰比	0.55~0.6
2	水玻璃掺量	2%~5%
3	注浆压力(MPa)	0.2~0.4
4	注浆速度(L/min)	20

10.5.4 预制墙段的搁置点应待墙底墙侧注浆达到设计强度的 100%后才可拆除。

11 职业健康与安全措施

11.0.1 施工过程的安全应符合国家现行标准《建筑施工安全检查标准》(JGJ59)的有关规定。

11.0.2 操作人员进场,应经过安全教育。施工过程中,定期召开安全工作会议,定期开展现场安全检查工作。

11.0.3 机电设备应专人操作,操作时应遵守操作规程。特殊工种(电工、焊工、机操工等)及小型机械工应持证上岗。

11.0.4 在保护设施不齐全、监护人不到位的情况下,严禁人员下槽、孔内清理障碍物。

11.0.5 应经常检查各种卷扬机、成槽机、起重机钢丝绳的磨损程度,并按规定及时更新。

11.0.6 外露传动系统应有防护罩,转盘方向轴应设有安全警告牌。

11.0.7 起重机尾部 600mm 回转半径内不应有障碍物;起重机吊钢筋笼时,应先吊离地面 200mm~500mm,检查起重机的稳定性、制动器的可靠性、吊点和钢筋笼的牢固程度,确认可靠后才能继续起吊。

11.0.8 成槽机、起重机工作时,吊臂下严禁站人。

11.0.9 风力大于 6 级时,应停止钢筋笼及预制地下连续墙板的起吊工作。

11.0.10 施工机械的使用应符合国家现行标准《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ33)的规定。

11.0.11 施工临时用电应符合国家现行标准《施工现场临时用

电安全技术规定》(JGJ46)的规定。

11.0.12 焊、割作业点,氧气瓶、乙炔瓶、易燃易爆物品的距离和防火要求应符合有关规定。

12 环境保护措施

12.0.1 施工过程的环境保护应符合国家现行标准《建筑施工现场环境与卫生标准》(JGJ146)的有关规定。

12.0.2 施工前应制定建筑物、地下管线安全的保护技术措施,并标出施工区域内外的建筑物、地下管线的分布示意图。

12.0.3 施工前应对周边建筑物、管线进行调查摸底,制定监测方案,对需重点保护的建筑物、管线应进行必要的评估,并委托有资质的监测单位进行监测。

12.0.4 地下连续墙施工过程中应采取下列措施控制噪声污染:

- 1 应选用低噪声的机械,固定式机械应安装隔声罩。
- 2 应经常对机械设备进行维修保养,确保完好且处于正常工作状态。

3 应按现行国家标准《建筑施工场所噪声限值》(GB12523)的规定,严格控制施工期间的噪声。

12.0.5 地下连续墙施工过程中泥浆排放应符合下列要求:

- 1 废弃泥浆和污水未经处理严禁排入下水道和河流中。
- 2 在设置废弃物处理设施时,应注意环境的保护。
- 3 废土、渣土、废泥浆的处置应符合有关部门的规定。
- 4 施工过程产生的废土、渣土及废泥浆应集中堆放。
- 5 运送泥浆和废弃物时要用封闭的罐状车,不得有撒落、溢出或泄漏现象。

12.0.6 地下连续墙成槽过程中应选用合适的槽壁稳定措施,减小对周边环境的影响。

12.0.7 施工现场应设置排水系统,泥浆废水应经沉淀过滤达到

标准后,方可排入市政排水管网。

12.0.8 施工现场出入口处应设置冲洗设施,由专人对进出车辆进行清洗保洁。

12.0.9 夜间施工应办理相关手续,并采取措施减少声、光的不利影响。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应该这样做的:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应按……执行”或“应符合……要求(或规定)”。非必须按所指定标准执行时,写法为“可参照……执行”。

引用标准名录

《混凝土结构设计规范》(GB50010)

《地下工程防水技术规范》(GB50108)

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202)

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204)

《建筑施工场所噪声限值》(GB12523)

《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ33)

《施工现场临时用电安全技术规定》(JGJ46)

《建筑施工安全检查标准》(JGJ59)

《建筑施工现场环境与卫生标准》(JGJ146)

《港口工程地下连续墙结构设计施工规程》(JTJ303)

《混凝土结构工程施工规程》(DG/TJ08—20)

《地基基础设计规范》(DGJ08—11)

《基坑工程技术规范》(DG/TJ08—61)

上海市工程建设规范

地下连续墙施工规程

DG/TJ08-2073-2010

条文说明

2010 上海

目 次

1 总 则	(35)
3 基本规定	(36)
4 导 墙	(40)
5 泥 浆	(41)
5.1 泥浆制备	(41)
5.2 质量控制	(42)
6 成 槽	(43)
6.1 槽段划分和开挖	(43)
6.2 刷壁与清基	(46)
6.3 质量控制	(47)
7 接 头	(48)
7.1 接头施工	(48)
7.2 质量控制	(50)
8 钢筋笼	(51)
8.1 钢筋笼的制作	(51)
8.2 钢筋笼的吊装	(52)
8.3 质量控制	(53)
9 混凝土	(54)
9.1 水下混凝土配置	(54)
9.2 水下混凝土浇筑	(54)

9.3 墙底注浆	(55)
9.4 质量控制	(55)
10 预制地下连续墙	(56)
10.1 一般规定	(56)
10.2 预制墙段的制作	(57)
10.3 预制墙段的堆放和运输	(58)
10.4 预制墙段的安放	(58)
10.5 预制墙段墙缝和墙槽缝隙处理	(60)
11 职业健康与安全措施	(61)
12 环境保护措施	(63)

Contents

1	General principles	(35)
3	Basic requirements	(36)
4	Guide wall	(40)
5	Slurry	(41)
5.1	Preparation of slurry	(41)
5.2	Quality control	(42)
6	Trenching	(43)
6.1	Panel division and trenching	(43)
6.2	Brush wall and bottom-clearing of trench	(46)
6.3	Quality control	(47)
7	Joint	(48)
7.1	Joint construction	(48)
7.2	Quality control	(50)
8	Reinforcement cage	(51)
8.1	Manufacture and fixing	(51)
8.2	Hoisting and positioning	(52)
8.3	Quality control	(53)
9	Concrete	(54)
9.1	Tremie concrete preparation	(54)
9.2	Tremie concreting	(54)

9.3	Panel-bottom grouting	(55)
9.4	Quality control	(55)
10	Precast diaphragm wall	(56)
10.1	General	(56)
10.2	Manufacture of precast panel	(57)
10.3	Stacking and transporting	(58)
10.4	Hoisting and positioning	(58)
10.5	Joint construction and gap junctions	(60)
11	Professional health and safety measure	(61)
12	Environment protection measure	(63)

1 总 则

1.0.1 地下连续墙施工技术起源于欧洲。1950年在意大利米兰首先采用了护壁泥浆地下连续墙施工,20世纪50~60年代该项技术在西方发达国家以及前苏联得到推广,成为地下工程和深基础施工中有效的技术。现在地下连续墙正在代替很多传统的施工方法被广泛应用于基础工程。

地下连续墙之所以能得到如此广泛的应用与其具有以下优点是分不开的:施工时振动小,噪音低,适用于在城市施工;墙体刚度大;防渗性能好;可以紧贴原有建筑物建造地下连续墙;可用于逆作法施工;适用于多种地质条件;可用作刚性基础;占地少,可以充分利用建筑红线以内有限的地面和空间,充分发挥投资效益;工效高、工期短、质量可靠。

制定本规程是为了统一上海地区地下连续墙的施工技术,控制工程质量。

3 基本规定

3.0.1 地下连续墙施工前应收集的资料:

1 施工现场的地形、地质和水文条件等是决定成槽方法、成槽效率、泥浆的配合比和循环出土工艺以及槽段长度等的重要依据。

2 基坑开挖卸载引起的沉降和水平位移会影响邻近建筑物、道路、管线及其他地下设备,因此掌握邻近建筑物的高度和结构型式、基础类型和刚度、基础下的土质及其现状等,对制定相应的施工措施和控制标准具有重要意义。掌握地下管线相对位置、埋深、管径、使用年限和功能等,并对其承受变形的能力进行分析,以便在施工中采取相应措施。

3 测量基线与水准点是施工定位的依据,因此要按交接手续进行交接,并进行现场复核。资料交接不清或不全往往是导致工程事故的原因之一,在以往工程施工中有过类似事故。

4 掌握当地防洪、防汛和防台风的有关资料,并采取相应的防范措施,可以确保正在施工中的地下连续墙结构和施工现场人、机安全及合理安排施工计划。了解当地的环保要求,可以合理安排泥浆排放和渣土弃运等,防止环境污染。

3.0.2 泥浆配方或成槽机械选型与地质条件有关,常发生泥浆配方或成槽机械选型不当而产生槽壁坍塌事故。在地下连续墙正式施工前进行试成槽,可避免类似事故发生,确保工程顺利进行。根据工程情况,对于环境保护要求较高的工程或地质条件较复杂的情况下不应在原位进行试成槽;对于要求较低的工程可进行原位试成槽。

3.0.3 常见的不良地质包括暗浜、严重砂性土等。

3.0.4 地下连续墙施工专项方案主要包括:编制总说明(工程概况、本工程范围及主要施工内容、编制依据、施工目标、工程难特点及针对性措施);施工部署(施工流程安排、施工现场平面布置、总进度计划、机械设备配备计划、劳动力配备计划、施工临时用电、施工临时用水方案、消防方案、排污方案、出土方案、测量方案、管线保护方案、施工协调措施);地下连续墙施工方案等。

3.0.6 施工荷载主要为成槽机械施工的作业荷载,成槽过程中禁止堆载。

3.0.7 靠近水边的地下连续墙墙背土体开挖后,墙体为一悬臂构件,在墙前水压力和土压力作用下,将产生与使用条件下相反的位移,当位移较大时,可能对地下连续墙墙体造成损坏。所以在靠近水边施工地下连续墙时,通常要设置挡水设施,以免波浪和潮水越顶对地下连续墙造成损坏。

3.0.8 成槽设备有很多种,在具体施工时,要根据具体情况进行选择,主要参数见表 3.0.8。一般来说,应考虑以下几个因素的影响:

1 地层特性的影响

1)抓斗对地层的适应性很强,从软黏土到含有砾石的冲击层,均可进行挖槽。当砾石含量很多时,可以使用特制的钢丝绳机械抓斗,配以 8t~10t 重的冲击锤。对于不均匀地基,铣槽机是无能为力的。

2)铣槽机对地层适应性强,淤泥、砂、砾石、卵石、石灰岩均可掘削。

2 机械性能的影响

一般的抓斗式成槽机械,设备简单使用普遍,但其抓斗闭合

力靠钢绳的拉动提供,故其闭合力有限。对于较坚硬的土层,难于切入土中,效率很低,不好使用。但使用液压机抓斗提供闭合力,则效率将大大提高。但是随着闭合力的加大,土体对斗体的反作用力也加大,必须有较重的抓斗重量来克服。

铣槽机铣槽时,两个铣轮低速转动,方向相反,其铣齿将地层破碎,钻掘出的岩渣与泥浆一起被泥浆泵排到地面的泥浆站。根据地质情况不同,安装不同的铣齿;钻掘软岩和砂砾层或土层时,安装扁平的牙式铣齿;钻掘硬岩时,安装圆台形滚筒式磨轮,所以它对土层有广泛的适应性。

表 3.0.8 成槽设备主要参数

设备类型 主要参数	双轮铣槽机	抓斗挖槽机
适用地质条件	适用于几乎所有地质的地层,包括比较坚硬的岩层,但对含漂卵石地层存在一定的局限性。	适用的地层比较广泛,除大块的漂卵石、基岩以外,一般的覆盖层均可。
槽孔连接工艺	直接铣削 无需配套	下设接头管 配合使用
钻孔深度(m)	调整结构及配置挖深达 80 以上	最大挖深可达 130
设备费用	很大	较大

3.0.9 当水平距离小于 1.5m 时,需采取适当的施工措施保证正常施工。

3.0.12 施工道路需行走 300t 以上履带吊车时一般做法为 100mm 厚碎石垫层和 300mm 厚 C30 混凝土内配双层双向钢筋(一般配筋为上层 $\Phi 14@200$,下层 $\Phi 16@200$,见图 3.0.12-1);一般做法为 100mm 厚碎石垫层和 250mm 厚 C30 混凝土内配单

层双向钢筋(一般配筋为 $\Phi 14@200$,见图 3.0.12-2)。

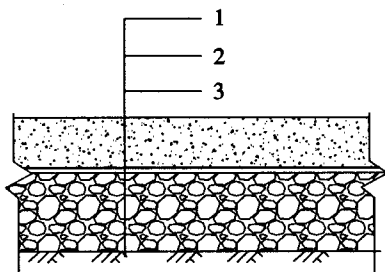


图 3.0.12-1

1—300mm 厚 C30 混凝土,内配双向双层钢筋上层 $\Phi 14@200$ 、下层 $\Phi 16@200$;
2—100mm 厚碎石垫层;3—基土层

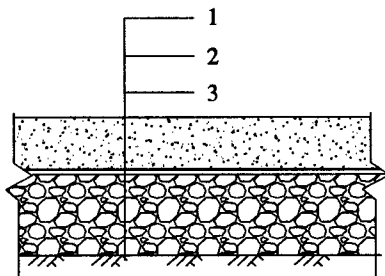


图 3.0.12-2

1—250mm 厚 C30 混凝土,内配双向单层钢筋 $\Phi 14@200$;
2—100mm 厚碎石垫层;3—基土层

4 导 墙

4.0.1 导墙在施工中具有多种功能,为了保证导墙具有足够的强度和稳定性,导墙断面要根据使用要求和地质条件等通过计算确定。在确定导墙形式时,应考虑下列因素:表层土的特性;荷载情况;地下连续墙施工时对邻近建筑物可能产生的影响;地下水位的变化情况;施工作业面在地面以下时对先期施工的临时支护结构的影响等。

4.0.2 用于回填的灰土即为掺入适量水泥以后的水泥土。

4.0.4 导墙顶面应高出施工场地地面 100mm,以防止地表水流入槽内。高于地下水位 0.5m 以上,可以保持泥浆对槽壁的压力,起到护壁作用。

4.0.6 拆模后,应立即在导墙间加支撑,直至槽段开挖时拆除。支撑水平间距宜为 1.5m~2m,上下各一道。

4.0.7 加固方法宜采用三轴水泥土搅拌桩,水泥一般采用 P. O. 42.5 级普通硅酸盐水泥,水泥掺入比不应小于 20%,即每立方米搅拌土体中水泥掺入量不少于 360kg,桩体垂直度允许偏差应不超过 1/200。加固区与槽壁的间隙根据设计确定。

4.0.8 靠近成槽机作业一侧的导墙主筋与路面钢筋连接是为了防止成槽过程中导墙变形。

4.0.9 严禁重型机械通过、停置或作业,以防导墙开裂或变形。

4.0.11 地下连续墙轴线外放要求根据设计确定。在设计无明确要求时,可根据地下连续墙的变形情况适当外放。

5 泥 浆

5.1 泥浆制备

5.1.1 膨润土泥浆的制备有下列几种方法:

1 制备泥浆——挖槽前利用专用设备事先制备好泥浆,挖槽时输入沟槽。

2 自成泥浆——用钻头式挖槽机挖槽时,向沟槽内输入清水,清水与钻削下来的泥土拌合,边挖槽边形成泥浆。泥浆的性能指标要符合规定要求。

3 半自成泥浆——当自成泥浆的某些性能指标不符合规定要求时,在形成自成泥浆的过程中,加入一些需要的成分。

聚合物泥浆是以长链有机聚合物和无机硅酸盐为主要组成的泥浆,我国目前刚开始使用。使用该种泥浆,可提高地下连续墙混凝土质量,利用地下连续墙作为主体结构,但施工中因其比重较其他泥浆小,故有时需将泥浆槽中液位提高到地面以上,以保证槽壁稳定。

5.1.3 通过泥浆试配与现场检验确定是否修改泥浆的配比,检验内容主要包括对稳定性、形成泥皮性能、泥浆流动特性及泥浆比重的检验。遇有含盐或受化学污染的土层时,应配制专用泥浆,以免泥浆性能达不到规定要求,影响成槽质量。

5.1.4 新配制的泥浆存放 24h 以上,可以使膨润土或黏土充分水化,保证泥浆具有足够浓度。

5.1.5 循环泥浆的分离净化效果将直接影响护壁泥浆重复使用的可能性,也影响到地下连续墙的施工成本和所需处理的废弃泥

浆量。泥浆分离净化通常采用机械、重力沉降和化学处理的方法。

5.2 质量控制

5.2.1 泥浆的主要作用是护壁,此外泥浆还有携渣、冷却机具和切土润滑的功能。合理使用泥浆可保持槽壁的稳定性和提高成槽效率。本条规定了新制泥浆的性能控制指标。经试验检测,泥浆比重 1.03~1.10 是较为合理的区间。

5.2.2 通过沟槽循环或水下混凝土置换出来的泥浆,由于膨润土和 CMC 等主要成分的消耗及土渣和电解质离子的混入,其质量比原泥浆质量显著恶化。恶化程度因成槽方法、地质条件和混凝土灌注方法等施工条件而异。本条规定了循环使用的泥浆控制指标。

6 成 槽

6.1 槽段划分和开挖

6.1.1 单元槽段的最小长度不得小于一个挖掘段(挖掘机械的挖土工作装置的一次挖土长度)。单元槽段愈长愈好,这样可以减少槽段的接头数量,增加地下墙的整体性。但同时又要考虑挖槽时槽壁的稳定性等,所以在确定其长度时要综合考虑下述因素:

1 地质条件:当土层不稳定时,为防止槽壁倒塌,应缩短单元槽段长度,以缩短挖土时间和减少槽壁暴露时间,可较快挖槽结束浇筑混凝土。

2 地面荷载:如附近有高大建(构)筑物或有较大地面荷载,亦应缩短单元槽段长度。

3 起重机的起重能力:一个单元槽段的钢筋笼多为整体吊装(过长的再竖向可分段),起重机的起重能力限制了钢筋笼的尺寸,亦即限制单元槽段长度。

4 混凝土的供应能力:一个单元槽段内的混凝土宜较快地浇筑结束,为此单位时间内混凝土的供应能力亦影响单元槽段的长度。

5 地下连续墙及内部结构的平面布置:划分单元槽段应考虑其接头位置,接头宜避免设在转角处及地下墙与内部结构的连接处,以保证地下墙的整体性。此外还与接头形式有关。

槽段宽度模数采用 0.6m、0.8m、1.0m 和 1.2m。

6.1.2 槽壁稳定性计算宜采用梅耶霍夫(G. G. Meyerhof)经验

公式。

对于黏性土,槽壁稳定系数 K_s 参照公式 6.1.2-1 确定:

$$K_s = \frac{NC_u}{P_{0m} - P_{1m}} > 1 \quad (6.1.2-1)$$

对于无黏性的砂土(内聚力 $c=0$),槽壁稳定系数 K_s 参照公式 6.2.1-2 确定:

$$K_s = \frac{2(\gamma - \gamma_1)^{1/2} \tan \psi}{(\gamma - \gamma_1)} > 1 \quad (6.1.2-2)$$

式中 N —— 条形基础的承载力系数,对于矩形沟槽 $N=4(1+B/L)$;

B —— 沟槽宽度(m);

L —— 沟槽平面长度(m);

C_u —— 土壤的不排水抗剪强度(N/mm²);

P_{0m} —— 沟槽开挖面侧的土压力和水压力(MPa);

P_{1m} —— 沟槽开挖面内侧的泥浆压力(MPa);

γ —— 砂土的重力密度(N/mm³);

γ_1 —— 泥浆的重力密度(N/mm³);

ψ —— 砂土的内摩擦角(°)。

槽壁稳定性不满足要求时,可选用槽壁土加固、降水、改善泥浆性能、限制周边荷载、选择合适的导墙等措施来使槽壁稳定。

槽壁土加固:在成槽前对地下连续墙槽壁进行加固,加固方法可采用双轴、三轴水泥土搅拌桩工艺及高压旋喷桩等工艺。

加强降水:通过降低地墙槽壁四周的地下水位,防止地墙在浅部砂性土中成槽开挖过程中易产生塌方、管涌、流砂等不良地质现象。

泥浆护壁:泥浆性能的优劣直接影响到地墙成槽施工时槽壁的稳定性,是一个很重要的因素。为了确保槽壁稳定,选用黏度

大、失水量小、能形成护壁泥皮的优质泥浆,并且在成槽过程中,经常监测槽壁的情况变化,并及时调整泥浆性能指标,添加外加剂,确保土壁稳定,做到信息化施工,及时补浆。

周边限载:地下连续墙周边荷载主要是大型机械设备如成槽机、履带吊、土方车及钢筋混凝土搅拌车等频繁移动带来的压载及振动,为尽量使大型设备远离地墙,在正处施工过程中的槽段边铺设路基钢板加以保护,并且严禁在槽段周边堆放钢筋等施工材料。

导墙选择:导墙的刚度影响槽壁稳定,根据工程施工情况选择合适的导墙形式,通常导墙采用倒“L”型或“[”型。

6.1.3 上海地区标贯击数 N 大于 50 击的土层基本进入⑦₂ 层。

6.1.4 泥浆质量和泥浆液面高低对槽壁稳定有很大影响。泥浆液面愈高所需的泥浆相对密度愈小,即槽壁失稳的可能性愈小。地下连续墙施工时保持槽壁的稳定性防止槽壁塌方是十分重要的问题。如发生塌方,不仅可能造成埋住挖槽机的危险,使施工拖延,同时可能引起地面沉陷而使挖槽机械倾覆,对邻近的建筑物和地下管线造成破坏。如在吊放钢筋笼之后,或在浇筑混凝土过程中产生塌方,塌方的土体会混入混凝土内,造成墙体缺陷,甚至会使墙体内外贯通,成为产生管涌的通道。

6.1.5 由于槽壁形状基本决定墙体外形,成槽的精度基本决定了墙体的制作精度,所以在成槽过程中加强对其垂直度、宽度和泥浆能指标等的观测,并随时加以修正才能保证成槽质量。当偏移量过大时立即停止施工。

6.1.6 成槽过程中每个槽段分布二处,分三次抽检泥浆指标,自成槽开挖到三分之一深度开始到槽底均匀分布检测。二处应分在不同的两抓,当只有一抓时,只需测一处即可。

6.1.7 槽底挖完后应量测深度,并用超声波测量仪测垂直精度及轴向的成槽宽度,确保钢筋笼顺利插入。对于闭合幅连续墙幅宽要做具体的实测实量来确定,防止成槽不到位和钢筋笼太大无法下放。

6.1.8 在有地下障碍物的区域清障时,对槽段周围土体有扰动,威胁到槽壁的稳定。因此应对槽壁进行加固,加固形式宜采用三轴水泥土搅拌桩。

6.1.9 异形槽段成槽施工时,在相邻槽段浇筑完成后进行是为了保证槽段不容易塌方,同时施工异形槽段时,应采取有效的措施保证槽壁的稳定。措施有降水、增加泥浆比重和槽壁加固等。

6.2 刷壁与清基

6.2.1 接头处的土渣一方面是由于混凝土流动推挤到单元槽段接头处,另一方面是先施工的槽段接头面上附有的泥皮和土渣,因此为保证单元槽段接头部位的抗渗性能,在清槽过程中还要对先施工的墙体接头面上的土渣和泥皮用刷子刷除。

6.2.2 槽底沉渣很难被混凝土置换出来,沉渣残留在槽底不仅会使地下连续墙的承载力降低、沉降加大,而且还会影响墙体底部的截水防渗能力,成为产生管涌的隐患;沉渣混进浇筑的混凝土内还会降低混凝土的强度;如果在混凝土浇筑过程中,由于混凝土的流动沉渣带至单元槽段接头处,则将严重影响接头部位的抗渗性;沉渣会降低混凝土的流动性及浇筑速度;沉渣还可能造成钢筋笼插不到位或上浮,以致使结构配筋发生变化;沉渣会加速泥浆的变质;沉渣还会使浇筑的混凝土外表疏松夹泥部分和上部浮浆增加。因此,清基是地下连续墙施工的一项重要工作。

6.3 质量控制

6.3.1 成槽质量将直接影响钢筋笼是否能顺利吊放入槽底,从而影响地下连续墙的施工质量。因此地下连续墙成槽的允许偏差应符合本条规定。

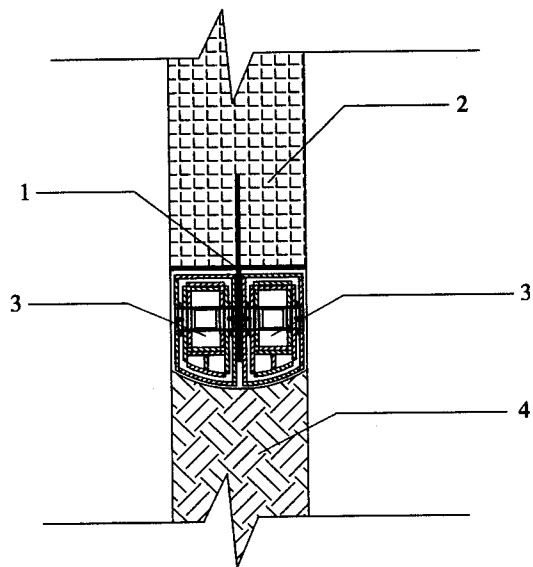
6.3.2 清基后可取上、中、下三点测试泥浆指标,泥浆指标应符合本条规定。

7 接头

7.1 接头施工

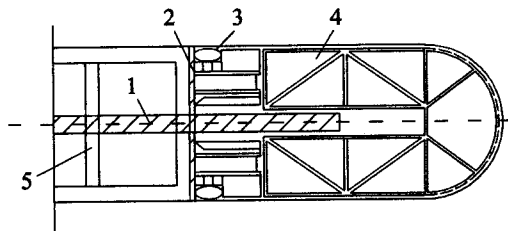
7.1.2 条文介绍了接头管(箱)施工一般规定。接头管(箱)及连接件在混凝土的侧压力及顶拔力作用下不得产生较大变形,应具有足够强度和刚度。

7.1.3~7.1.4 配合接头箱可以抵控混凝土压力,防止墙体倾斜,发生位移及防止混凝土绕流而影响下一槽段施工。施工时需按图施工,且满足钢结构施工质量验收标准。如发生绕流,会使后浇段混凝土与型钢之间的黏结不够牢固,并形成渗水通道,从而导致接头漏水,应做好防绕流措施。防绕流措施包括型钢应焊接牢固,在接头两侧包裹铁皮,在接头位置进行填碎石等。十字钢板具体的接头形式见图 7.1.3。



1—十字钢板;2—准备浇筑的地下连续墙;3—两片独立式锁口管;
4—未开挖槽段

(a)两片独立式接头箱



1—接头钢板;2—封头钢板;3—滑板式接头箱;4—整体式锁口管;
5—钢筋笼

(b)整体式接头箱

图 7.1.3 十字钢板接头

7.1.6 导向插板用于套铣一期槽段,或二期槽段开挖时铣槽机的定位及垂直度控制。混凝土浇筑时可能对导向插板造成挤压,导致移位,须采取有效措施固定其位置。钢筋笼限位块的设置主要用来防止在二期槽段开挖时,铣槽机对钢筋笼的切削破坏。套铣接头有如下优点:

- 1 施工中不需要其他配套设备。
- 2 可节省材料费用,降低施工成本。
- 3 无预挖区,且可全速灌注无绕流问题,确保接头质量和施工安全性。
- 4 挖掘二期槽时可铣掉两侧一期槽已硬化的混凝土,并在浇筑二期槽时形成水密性良好的混凝土套铣接头。

7.2 质量控制

本节对接头施工质量的相关要求作了规定。

8 钢筋笼

8.1 钢筋笼的制作

8.1.1 钢筋笼应在型钢或钢筋制作的平台上成型,平台应有一定的尺寸(应大于最大钢筋笼尺寸)和平整度,平台一般分为固定区与移动区,且两端应预留一定空间。为便于纵向钢筋笼定位,宜在平台上设置带凹槽的钢筋定位条。钢筋笼根据地下连续墙墙体配筋图和单元槽段的划分来制作,最好按单元槽段做成一个整体。如果地下连续墙很深或受起重设备起重能力的限制,需要分段制作在吊放时再连接,接头宜用接驳器连接。

8.1.2 分节钢筋笼在同一个平台上制作,可保证外形尺寸、埋件等的正确性,便于做出拼接标记以保证拼装精度。

8.1.3 制作钢筋笼时要预先确定浇筑混凝土用导管的位置,由于这部分空间要上下贯通,因而周围需增设箍筋和连接筋进行加固。尤其在单元槽段接头附近插入导管时,由于此处钢筋较密集更需特别加以处理。

8.1.4 钢筋笼高宽比、高厚比较大,钢筋连接的笼体整体刚度较差,为防止吊运中产生不可恢复的变形,应设置诸如桁架筋、外侧大剪刀拉结筋、笼口上部剪刀撑筋、吊点加固“Ω”筋等加强刚度的构造钢筋(一般宜于施工图纸上标明)。

8.1.5 加工钢筋笼时,要根据钢筋笼重量、尺寸以及起吊方式和吊点布置,在钢筋笼内布置一定数量(一般2根~4根)的纵向桁架,由于钢筋笼尺寸大、刚度小,在其起吊时易变形。纵向桁架上下弦的断面应计算确定,一般以加大相应受力钢筋的断面用作桁

架的上下弦。

8.1.7 钢筋笼保护层垫块的作用是为保证连续墙混凝土保护层厚度,防止钢筋笼贴于槽壁。保护层垫块以4mm~6mm厚钢板制作成“—”形,焊接于笼体迎土面与迎坑面的纵向主筋上。垫块设置一般为沿纵向每3m~5m设一排,每横排均匀间隔设2块~3块。主筋保护层厚度迎土面为70mm,迎坑面通常为50mm。

8.2 钢筋笼的吊装

8.2.1 两台起重机同时起吊,应注意负荷的分配,每台起重机分配质量的负荷不允许超过该机允许负荷的80%。

8.2.2 吊具、吊点加固钢筋及确定钢筋笼吊放标高的吊筋,应进行起吊重量分析,通过强度验算确定选用规格。成槽完成后吊放钢筋笼前,应实测当时导墙顶标高,计入卡住吊筋的搁置型钢横梁高度,根据设计标高换算出钢筋笼吊筋的长度,以保证结构和施工所需要的预埋件、插筋、保护铁块位置准确。

8.2.3 钢筋笼刚度和变形符合要求后,方可正式入槽。通过试吊可以检验吊车的稳定性,制动器的可靠性,吊点和钢筋笼的牢固程度,确认可靠后才能起吊。

8.2.4 强行插放会引起钢筋笼变形或使槽壁坍塌,产生大量沉渣。

8.2.5 钢筋笼迎土面受力较小,配筋也较少,因此不能反放。

8.2.6 成槽后槽底有大量沉渣,不进行清基,钢筋笼将无法顺利吊放入槽底。

8.3 质量控制

8.3.1 钢平台的平整度较差会引起钢筋笼无法正确拼装。本条规定了钢平台的平整度。

8.3.2 本条规定了钢筋笼制作的允许偏差。

9 混凝土

9.1 水下混凝土配置

9.1.1 坍落度控制在 200mm 左右,主要是为了保证混凝土的流动性,满足水下施工要求。

9.1.2 现浇水下混凝土的强度由于受施工因素的影响经常略低于陆上浇筑的混凝土强度,同时在整个墙面上混凝土强度的离散性也比较大,因此现浇地下连续墙混凝土的配制强度比设计强度有所提高。

9.2 水下混凝土浇筑

9.2.2 导管间距过大或导管处混凝土表面高差太大易造成槽段端部和两根导管之间的混凝土面低下,泥浆易卷入墙体混凝土中。使用的隔水栓应有良好的隔水性能,并应保证顺利排出;隔水栓宜采用球胆或与桩身混凝土强度等级相同的细石混凝土制作。

9.2.3 在 4h 内浇筑混凝土主要是避免槽壁坍塌或降低钢筋握裹力;在浇筑水下混凝土时,不能中断时间过长。中断时间过长,容易造成导管堵塞并影响混凝土的均匀性;采用导管法浇筑混凝土时,如果导管埋入深度太浅,可能使混凝土浇筑面上面的被泥浆污染的混凝土卷入墙体内,当埋入过深时,又会使混凝土在导管内流动不畅,在某些情况下还会产生钢筋笼上浮。根据以往施工经验,规定导管的埋入深度为 2m~4m。同时为了保证混凝土有较好的流动性,需控制好浇筑速度;在浇筑混凝土时,顶面往往

存在一层浮浆,硬化后需要凿除,为此混凝土需要超浇 300mm~500mm,以便将设计标高以上的浮浆层用风镐打去。

9.3 墙底注浆

9.3.4 注浆量的大小和地下连续墙的厚度、土层性质关系密切。一般由设计根据土层条件和使用要求确定;如设计无明确要求时,可参考类似工程经验并结合现场土层条件确定。

9.3.5 在地下连续墙混凝土初凝后终凝前先用高压水劈通压浆管路,在地墙混凝土达到设计强度后(通常在做压顶圈梁前),开始压入水泥浆。压浆可分阶段进行,采用“注浆压力和注浆量双控”原则。压浆管宜采用单向阀,以防止泥浆及混凝土浆液的涌入。

9.3.6 对注浆浆液制备的规定,其中浆液水灰比的规定,兼顾注浆施工的可注性和注浆的有效性。水灰比过大会影响注浆的有效性,过小影响其施工可注性。根据工程实践,上海地区土层水灰比为 0.5~0.6。另外,添加适量的外加剂和浆液的细化或过滤均可提高浆液的可注入性。

9.4 质量控制

本节对水下混凝土浇筑质量控制的相关要求作了规定。

9.4.5 当有质量疑义时,再进行钻芯检测。

10 预制地下连续墙

10.1 一般规定

上世纪九十年代后期,本市有关单位在现浇地下连续墙的基础上,研究开发了预制地下连续墙施工工艺。所谓预制地下连续墙就是先在工厂或施工现场进行分幅墙段的预制,然后将分幅墙段吊放到已成槽的槽段内,再进行分幅墙之间的现浇钢筋混凝土接头桩施工,并进行分幅墙与槽段之间缝隙压密注浆填充而形成的地下连续墙。预制地下连续墙与现浇地下连续墙相比,具有以下特点:1、施工可控性强,施工质量好。由于分幅墙段是在工厂或现场地面预制,其墙体混凝土浇筑质量、墙段外形尺寸及埋件位置均易于控制。另外墙缝采用接头桩处理和墙槽缝隙采用压密注浆填充加固,墙体的结构性能和抗渗性均较好;2、施工效率高,施工周期短。由于墙段预制及养护不占用工期,且其可连续成槽、连续吊放墙段。因而工效提高,工期缩短;3、节约材料。由于墙体预制外形规整,无充盈系数,且预制墙段为空腹构件。该工艺开发后经过了若干个工程应用实践,已形成了成熟的施工工艺和质量验收标准。因此本规程将预制地下连续墙施工工艺和质量控制要求纳入其中。

10.1.1 对单幅预制墙段的长度和幅宽作规定,基于以下因素:

1 控制构件的长细比,使墙段在起吊过程中产生的内力小于墙体的设计容许值。目前预制墙段厚度一般为 580mm~780mm,小于 25m 的长度是较适宜的。

2 控制构件重量,使吊放墙段的起重机选型较经济合理。

3 基于满足以上 1、2 点的原则,使预制墙段的幅宽尽可能宽,以减少接头数量,根据工程实践,幅宽 3m~4m 较为适宜。

10.1.3 本条对预制地下连续墙成槽特殊性作了规定:

1 预制地下连续墙不必像现浇地下连续墙采用隔幅成槽成槽的施工工艺。根据预制地下连续墙施工工艺,适宜采用连续成槽、连续吊放墙段,并吊放若干段后再进行接头桩和压密注浆施工,故作此规定。

2 成槽深度落深 100mm~200mm。考虑槽底铺垫碎石加固。

3 对护壁泥浆的密度、黏度指标作了适当提高。此调整基于以下因素:由于预制地下连续墙采用连续成槽,成槽与吊放墙段的时间间隔较长,两项指标提高,有利于槽壁稳定,由于墙段是预制的,不存在两项指标过大对混凝土灌注质量影响的问题。

10.2 预制墙段的制作

10.2.1 目前预制墙段一般都在工厂制作,考虑场地条件限制,可以叠层制作。叠层数限制是综合考虑了地基承载力以及制作时的适宜操作高度等因素。

10.2.5 预制墙段为空腹构件,混凝土须水平分层连续浇筑。同时为保证浇筑连续,不留施工缝,因而对放置芯模的时间间隔作了规定。另外,单幅预制墙段的混凝土量一般不大于 $30\text{m}^3 \sim 50\text{m}^3$,故其检测频率按单幅墙段计。

10.2.6 为便于预制墙段的安放,预制墙段的宽度、厚度和平整度均作负偏差规定。

10.3 预制墙段的堆放和运输

本节对预制墙段的堆放和运输的相关要求作了规定。

10.4 预制墙段的安放

10.4.1 本条是对预制墙段安放前上道工序的要求:

1 规定槽底回填碎石并高出墙段的埋置底标高,考虑在预制墙段自重作用下,压实碎石对槽底起到加固作用。

2 预制墙段安放的位置和垂直度是由两搁置横梁来控制的,因此搁置横梁设置位置和标高准确至关重要。预制墙段的垂直度由搁置面的水平度来控制的,而搁置面的水平度不仅与搁置横梁设置的高差有关,也与预制墙段的搁置点的实际位置尺寸有关,因此搁置面的水平度控制必须将两者结合起来。实际操作时,应先实测预制墙段搁置点的位置尺寸(图 10.4.1),然后对号入座,进行搁置横梁安装的标高及高差控制。

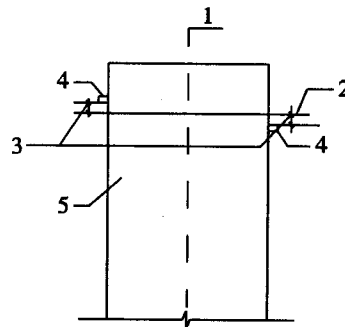


图 10.4.1 预制墙段搁置点示意图

1—弹出墙段中心线;2—弹出水平控制线;3—实测搁置点位置尺寸;
4—搁置点;5—预制墙段

10.4.2 本条是预制墙段安放顺序的规定,并对预制墙段安放闭合位置进行了规定。由于墙缝接头桩混凝土施工可能造成预制墙段底端走动,除应采取措施防止走动外,对实际可能产生的走动和预制墙段位置变化,在闭合幅安放前进行实测,并作相应调整,保证闭合幅顺畅安放。

10.4.3 本条是预制墙段起吊和安放的规定:

1 预制墙段一般处于平面外位置起吊,而平面外墙段相对比较长细,故应对起吊过程墙段跨中弯矩进行计算,并校核起吊产生的内力和挠度产生的裂缝是否满足设计要求。

2 预制墙段起吊后应持铅垂状态,便于墙段入槽安放。墙段一般采用端头两点吊,两吊点交点须在墙段的重心线,其中一吊点处设微调索(图 10.4.3),以调整起吊后的预制墙段至铅垂状态。

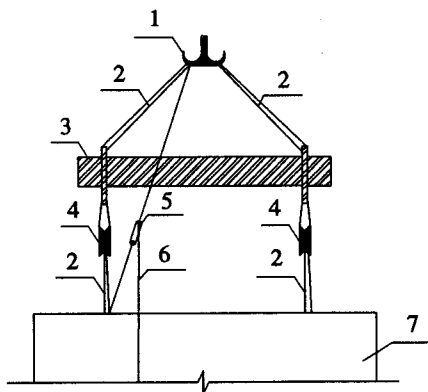


图 10.4.3 预制墙段调直示意图

1—吊钩;2—钢丝绳;3—铁扁担;4—滑轮;

5—手拉葫芦;6—调整索;7—预制地下连续墙

3 预制墙段由水平状回直时,起重机起升时,其起重吊钩应

沿其回直方向移动(或行走、或起把杆),避免根部拖行或着力过大。

10.5 预制墙段墙缝和墙槽缝隙处理

10.5.1 预制墙段间的墙缝处理是预制地下连续墙的施工关键之一。其作用:1)连接各墙段,使墙段连成整体;2)止水抗渗;3)墙段安放的调整间隙。墙缝接头采用现浇钢筋混凝土,其可以起到上述三方面作用。墙槽缝隙需填充,墙体与槽壁间的摩阻力需恢复和提高,压密注浆可以起到上述作用。故本条规定采用钢筋混凝土接头和压密注浆工艺进行墙缝和墙槽缝隙处理。

10.5.2 本条是预制墙段墙缝接头施工的规定

1 接头桩相对集中施工基于以下原因:1)预制墙段已安放,槽壁无稳定之虞;2)有利于各种作业叉开施工;3)多幅墙段根部挤密,可减少接头桩混凝土施工对墙段根部的挤动。

4 控制导管理入深度和混凝土浇注速度,以减少混凝土浇注冲击对墙段根部的挤动。

10.5.3 对称注浆系防止预制墙段前后走动。

11 职业健康与安全措施

11.0.1 安全教育包括:

1 新工人上岗前,必须对他们进行安全技术教育,学习国家有关安全生产和安全施工的各项规定、安全技术规程等,经考试合格后,才可上岗工作。

2 经考试合格后的新工人进入施工现场后,必须在老师傅的指导下熟悉施工现场和设备的有关知识后,才能独立作业。

3 特种作业人员,未经专门技术培训或未取得操作证者,不得从事特种作业。

4 每天工作前,负责人应根据当天作业特点,具体交待安全注意事项,指明工作区内的危险部位及危险设备。

5 集体操作的作业,操作前应明确分工,操作时统一指挥,密切配合,步调一致。

6 工作前及工作中严禁喝酒,工作时应集中精力,严禁吵闹。

7 对于特殊工种的作业及作业现场,应有专门的安全技术措施。

11.0.3 非电工人员严禁擅动现场内的电气开关和电气设备;未经许可不得擅动非本职工作范围内的一切机械和设备;不准搭乘运料机械上下。

11.0.4 进入施工现场前,应首先检查施工现场及其周围环境是否达到安全要求,安全设施是否完好,及时消除危险隐患后,再行施工。

11.0.9 六级(含)以上强风和高温、大雪、大雨、大雾等恶劣天

气,应停止高处露天作业。

11.0.12 氧气瓶、乙炔瓶(或乙炔发生器)应单独放于阴凉通风处,各自独立存放,严禁与易燃气体、油脂及其他易燃物质混放在一起,运送时也必须单独进行,使用时两瓶间距应大于 15m,乙炔瓶在使用时必须直立放置。

12 环境保护措施

本章对地下连续墙的施工安全和环境保护的有关要求作规定。