

# 地下连续墙“三合一结构”的施工技术

易智宏, 曾继文, 黄 安

(武汉地质勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430030)

**摘 要:**阐述了“三合一结构”地连墙与传统地连墙相比的优势;介绍了地连墙在作为“三合一功能结构”时,在技术与施工方面主要应严格控制的几个关键环节;论述了在实际工程中的应用效果和趋势远景。

**关键词:**地连墙;三合一结构;基坑;槽段;钢筋笼;预埋件;泥浆;接头

**中图分类号:**TU473+.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)08-0051-03

**Construction Technology of Diaphragm Wall with Triad Structure/YI Zhi-hong, ZENG Ji-wen, HUANG-An** (Wuhan Geological Prospecting & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430030, China)

**Abstract:** This text elaborated the advantages of diaphragm wall with triad structure compared to the traditional one and introduced a few key links of strict control while diaphragm wall as “function structure”. Application effect and trend prospect in the actual engineering were also discussed.

**Key words:** diaphragm wall; triad structure; foundation pit; slot segment; steel reinforcement cage; pre-embedded piece; mud; joint

地下连续墙施工技术自引进至今,发展日新月异,衍生的施工方法越来越多,且施工技术及要求越来越高。随着城市土地用地的升值及地下空间的大力开发,原来单一作为防渗或挡土结构的地连墙,现已逐步发展成为集支护结构壁墙、地下室外墙和防水帷幕“三合一”的功能结构。

## 1 “三合一结构”优势

“三合一结构”地连墙相比较于传统的地连墙来说,具有节约投资、减少昂贵的材料消耗和基坑开挖占地面积、对周围环境影响小的优点。该技术应用前景广阔,特别是在超深基坑中,采用该技术经济效益更加明显。

超深基坑开挖的支护结构与一般支护结构不同,特别是在武汉地区复杂的地质环境条件下,采用排桩式的支撑结构已很难满足基坑开挖要求,一种更为可靠的基坑支护方法是采用地连墙,将挡土和防水作用合二为一,更大的优势是直接利用支护结构作为地下室的永久结构,成为支护、防水和结构“三合一”,不仅具有可靠的支护作用,同时也可以大量节省工程造价。

地连墙应用于城市地下建筑工程,如果仅用于深基坑支护结构,由于成本较高,则无竞争优势或竞争优势不明显;而采用“三合一结构”,却具有超强

的生命力。目前,在建筑业比较发达的北京、上海地区,地连墙“逆作法”施工,一般采用“三合一结构”,既节约工程造价,又节约基坑开挖占地面积,但总量并不很多,其他地区目前还很少用。在世界发达的国家和地区,地连墙采用“三合一结构”已经比较普遍了。而在武汉地区,目前基本还是一片空白,建筑设计师们还没有完全意识到该技术将为建筑业的发展带来一次革命。目前,武汉地区深基坑工程已经由地下室一层向二层及三层甚至更深层次发展,即地下开挖深度越来越深,这也将为地连墙“三合一结构”在武汉地区的应用带来契机。

基于以上发展趋势,笔者根据施工经验,对该工法作进一步的探讨。

## 2 地连墙与基坑工程施工工序

地下连续墙的施工顺序一般为:测量放线→导墙制作→成槽→槽底清淤(Ⅱ期槽需进行槽段接头清刷)→钢筋笼下置入槽→下灌浆导管进行水下砼灌注。

而基坑工程的施工顺序一般为:测量放线→围护结构及桩基工程施工→土方开挖及一层支撑架设→场地降水处理→土方开挖及二层支撑架设→土方开挖及三层支撑架设→基坑底板制作及拆撑→结构施工。

收稿日期:2010-02-20

作者简介:易智宏(1973-),男(汉族),湖南湘阴人,武汉地质勘察基础工程有限公司工程师,勘察与建筑工程专业,从事桩基工程、地连墙、防渗墙工程等基础工程的施工与管理及大型设备的施工管理工作,湖北省武汉市汉口航空路17号,yzha@eyou.com。

在基坑施工过程中,如采用“三合一结构”地下连续墙来作为建筑围护及主体结构,则成为了基坑施工环节的重中之重。只有确保了“三合一结构”地连墙的精准施工,才能对基坑开挖过程中的挡土、止水、与主体结构连接起到良好的作用。

作为“三合一结构”地连墙,一般情况下在钢筋笼制作时就预埋了与主体结构连接的钢筋构件或开挖时的支撑构件。与主体结构连接的埋件一般有与地下室楼板连接的钢构件、与结构柱连接的钢构件、与结构承台连接的钢构件,甚或有与地铁、人防等连接的钢构件。另外,由于同时作为结构使用,为了固结加强墙底地层的持力作用,需要预埋墙底注浆管,待成墙且砼达到一定龄期后进行压力注浆。支撑构件一般主要是预埋钢板,用作开挖支护时钢筋砼支撑或钢管支撑的受力平面。

### 3 “三合一结构”地连墙施工要点

根据上述施工工艺流程,要确保“三合一”地连墙的精准施工,主要应在如下几个方面严格把关。

#### 3.1 导墙的制作与划分

导墙的精确制作主要体现在基坑四周的拐角部位。根据设计图纸及地连墙施工设备的机具形状,导墙制作时要在拐角部位预留机械操作的有效段,确保成槽时机具能顺利施工,且受力均衡,这样才能有效保证成槽后基坑拐角的形状。此有效段宜向基坑外延伸,开挖时可避免坑内墙体的砼鼓包问题。如果是连续拐角,在预留有效段时要提前考虑相邻槽段成槽的先后秩序。地连墙施工的接缝越少,对基坑围护的整体安全性就越好,防渗漏的效果也越好。但单元槽段也不能过长,否则会对钢筋笼下置及砼浇筑产生严重的影响。划分槽段时,宜以6 m为一个单元槽段基数,可以确保快速成槽,顺利下置钢筋笼和快速浇筑。划分槽段时还要考虑支撑部位,尽量避免槽段接头与支撑部位重合。因为接头处一般是应力最集中的部位,如果支撑受力,则非常容易造成基坑开挖时地连墙墙体出现扭折、竖向弯曲变形等情况。

#### 3.2 钢筋笼制作

制作前,要搭建一个平坦、顺直、标高一致的加工平台,布置好钢筋的存放、下料、对焊制作、构件制作的区域。制作时,对钢筋笼的要求一般为:主筋间距 $\pm 10$  mm;水平筋间距 $\pm 20$  mm;总长度 $\pm 100$  mm;厚度、宽度 $0 \sim -10$  mm;平整度 $\leq 50$  mm;标高 $\pm 50$  mm;水平位移 $\pm 30$  mm。

总体要求就是:横平竖直,结构规整,刚度符合要求。钢筋笼制作完毕后即可安装与结构和支撑连接的钢构件。钢构件的水平方向定位一般以槽段划分线来确定,竖直方向定位相对较容易,直接以笼顶吊筋的标高来确定即可。准确定位后就可以安装了。在安装时可能会遇到部分钢构件伸入钢筋笼内而影响砼浇筑,此时可以适当改变这部分构件的锚入长度,预留灌注导管的活动空间,确保浇筑的顺利。为了方便开挖后破除钢构件表面砼,宜在构件表面粘贴塑料泡沫板,并用铁丝网压住。塑料泡沫板和铁丝网的厚度不得超过钢筋笼的保护层厚度。

#### 3.3 成槽及钢筋笼安装

无论是何种成槽设备,成槽的垂直度必须严格控制在设计及规范之内。目前所有的施工设备均存在局限性,就是成槽施工时导致槽孔均向主机一侧有一定量的偏斜。对于这种不可避免的必然误差,如设备在基坑外侧就位施工,则可以不予考虑导墙制作时轴线的偏移;如设备在基坑内侧就位施工,可适当考虑导墙制作时轴线均外扩3~5 cm,以此来消除设备本身的缺陷而造成墙体向基坑内侧偏斜。成槽的垂直度可以通过超声波实时检测。成槽结束后即开始刚性清孔,一般可作三抓四清或三抓五清,确保槽底沉渣控制在设计及规范要求之内。如果钢筋笼下置完毕后槽内沉渣仍然过厚,则可采取反循环清孔。对于“三合一”墙来讲,墙体沉降应同时满足基坑要求和主体结构要求,所以对槽底沉渣厚度的控制要求更为严格。

钢筋笼安装时,应缓慢入槽,随时注意观察与槽段划分线的距离,不得产生较大的偏移,否则预埋的钢构件就会产生严重偏位,无法与结构部分有效连接,且给后续施工带来很大的麻烦。如若不可避免的产生了偏斜,则要准确记录偏移数据和偏移方向,在加工制作下一槽段钢筋笼时,及时消除此偏移量。“三合一”墙的精准,主要也就反映在钢筋笼安装时与图纸对应的准确性。

#### 3.4 泥浆

成槽过程中,泥浆的质量也尤为关键。泥浆的作用主要体现在:保证槽壁稳定、平衡地下水压力、携渣及悬浮槽底沉渣、润滑及冷却成槽机具等。泥浆质量的好坏,对成槽效率和墙体质量起到非常重要的作用。配制泥浆时,根据地质情况,一般选用优质钙基膨润土,采用配合比为:膨润土:纯碱:水=8:0.5:100,并用3PN高速泥浆搅拌机搅拌。在施工过程中,根据具体情况,可掺入适当添加剂

(CMC)对其进行调整。通常情况下,泥浆的指标为:新浆密度 1.05 ~ 1.10 kg/L,循环浆密度 1.15 ~ 1.25 kg/L;含砂量 < 6%,粘度 18 ~ 25 s,胶体率 > 95%;pH 值 7 ~ 9。

新浆须静置 24 h 充分水化膨胀后方可使用。在施工过程中,须随时掌握泥浆性能指标,及时对泥浆进行调整。

### 3.5 墙体接头

作为“三合一结构”地连墙,质量控制的另一个关键点就是各单元槽段墙体接头的处理。墙体接头处最忌讳夹砂、夹泥、砼浇筑质量不能满足要求、接头处形成素砼。施工二期槽段时,必须对一期槽段接头采用钢丝刷或冲击钻进行清刷处理,主要是刷除存留在接头处砼壁上的泥沙或局部砼绕流的情况。清刷干净后方可下置钢筋笼。所有的地连墙,无论采用何种接头型式,反映在钢筋笼的两侧,均为嵌入式形状,只有接头部位清刷干净,才能确保钢筋笼的顺利入槽,并能与上一槽段形成紧密的结合,且可以有效的防止渗漏水。

## 4 工程实例

武汉永清片瑞安房地产公司 A5 地块项目基坑支护结构采用地连墙,且地连墙与上部建筑结构柱、承台、地下室楼板、人防墙等连接为一个整体,是典型的地连墙“三合一结构”。该项目地连墙施工设备采用了意大利 SOILMEC 生产的 HC-60 型半导杆式液压抓斗,墙宽 800 mm,墙深 22 ~ 29 m。在进行槽段划分时,主要以 6 m 为单元槽段基数,局部根据支撑设计位置进行了调整。施工时对拐角部位超

宽槽段 Q31 进行了分解,划分为 Q31-A(直段型)、Q31-B(转角型)两个小巧的槽段。另外,对其他轴线长度比较大的拐角异型槽段,也做了适当的调整,将缩小的尺寸调整到标准直段型槽段。现场施工表明,经过这样的调整,很好地克服了拐角槽段异型超宽钢筋笼加工的施工难点,使成槽和钢筋笼安装都非常的顺利,预埋件的安装位置也与结构图纸完全吻合,开挖后完全满足结构与支撑的要求。另外,该项目接头部位的处理采用冲击钻冲击刷壁,接头处非常干净,相邻槽段墙体连接非常密实。该项目地连墙由于采用“三合一结构”,直接将地连墙用作了地下室外墙,并与上部结构很好的连成一体,形成挡土、止水、结构三功能合一,大量的节约了投资,起到了非常好的效果,并对武汉地区深基坑采用地下连续墙作为“三合一结构”用墙起到了很好的借鉴作用。

## 5 结语

随着新材料、新设备的不断出现,管理方法和解析方法的不断完善,地下连续墙作为一种施工方法,其施工技术将日益成熟,“三合一”的功能结构使用也将越来越广泛,并且将占据基坑工程的主导地位。

### 参考文献:

- [1] 易智宏,李小刚.地下连续墙施工技术难点探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(4):10-12.
- [2] 李小刚,易智宏,李莉萍.地下连续墙施工中泥浆的合理使用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(2):15-17.
- [3] 日本土木工程师协会.地下连续墙施工技术[Z],1997.

(上接第 50 页)

## 3 结语

在大口径工程井施工中发生套管折断、遇阻下不到位、粘卡、套管被挤毁事故、固井时将钻杆封固在套管内事故的主要原因是:工程在最终完井阶段下套管、固井施工中工艺措施不当,套管厚度选择过薄、泥浆参数不当等原因所致。笔者结合多年一线生产实践经验提出的预防技术措施,通过在河南、山西、安徽等地施工的 11 个大口径工程井项目的应用实践,证明这些措施可以有效地防范此类事故的发生,目前该预防技术措施已在我局推广使用。

### 参考文献:

- [1] 编写组.钻井监督[M].北京:石油工业出版社,2003.
- [2] 赵金洲,张桂林.钻井工程技术手册[M].北京:中国石化出版社,2004.
- [3] 张春光,王果庭,姚克俊,等.聚丙烯酰胺泥浆的成分和性能的研究[M].北京:地质出版社,1981.
- [4] 武汉地质学院,中南矿冶学院,长春地质学院,等.钻探工艺学(下册)[M].北京:地质出版社,1981.
- [5] 武汉地质学院,中南矿冶学院,长春地质学院,等.钻探工艺学(中册)[M].北京:地质出版社,1981.
- [6] 徐同台,崔茂荣,王允良,等.钻井工程井壁稳定新技术[M].北京:石油工业出版社,1999.