

# SMW 工法在基坑围护结构中的应用探讨

刘政治

(徐州长城基础工程有限公司,江苏 徐州 221006)

**摘要:** SMW 工法是从日本引进的新型施工工艺,其主要特点是构造简单、止水性能好、工期短、造价低、环境污染小。介绍了 SMW 工法的特点、适用条件以及质量控制要点,并提出了一些存在的问题。

**关键词:** SMW 工法;基坑围护;质量控制

**中图分类号:** TU473.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2008)10-0042-02

**Discussion on the Application of SMW Method in Retaining Structure of Foundation Pit/LIU Zheng-zhi** (Xuzhou Changcheng Foundation Engineering Co. Ltd, Xuzhou Jiangsu 221006, China)

**Abstract:** SMW method is a new construction technology, which was introduced from Japan with simple structure, good waterproof, short construction period, low cost and less pollution. The article introduced the characteristics of the SMW method, applying condition, main points of quality control and existing problems.

**Key words:** SMW method; retaining of foundation pit; quality control

SMW 工法是 Soil Mixing Wall 的简称,该工法使用多轴型钻掘搅拌机在现场向一定深度进行钻掘,同时在钻头处喷出水泥系强化剂与地基土反复混合搅拌,在各施工单元之间则采取重叠搭接施工,然后在水泥土混合物未结硬前插入 H 型钢或钢板作为其应力补强材,固化后形成基坑挡土防水侧向支护结构。这种结构充分发挥了水泥土混合物和受拉材料的力学特性,同时具有经济、工期短、高止水性、对周围环境影响小等特点。SMW 工法是我国建筑施工技术创新中技术引进与创新的典型。

SMW 工法是目前较为新颖的深基坑围护施工方法,由于它具有其它围护方法不具有的优越性,有着日益广泛的应用前景。SMW 工法在日本、美国和台湾等许多地方得到了广泛应用,国内 SMW 工法的施工机械主要有国产的双轴搅拌机(SJB-40 型),也有引进的三轴搅拌机(日本的 PAS-120VAR 型)。SMW 工法最常用的是三轴型钻掘搅拌机。该工法可适用于粘性土、砂性土以及砂砾石等地层中施工。

本文对南京地铁及市区深基坑支护结构采用 SMW 工法施工情况进行了分析总结,并提出了一些问题,以期与同行交流、学习。

## 1 施工方法及质量控制

### 1.1 SMW 工法施工顺序

导沟开挖→置放导轨→设定施工标志→SMW 钻掘及搅拌,重复搅拌,提升时搅拌→置放应力补强材(H 型钢)→固定应力补强材→施工完成 SMW。

#### 1.2 SMW 工法施工质量控制措施

关键点包括搅拌桩制作和 H 型钢的打拔。

##### 1.2.1 搅拌桩的制作

(1) 与常规搅拌桩比较,要特别注重桩的间距和垂直度。施工中垂直度 $<1\%$ ,以保证型钢插打起拔顺利,保证墙体的防渗性能。

(2) 桩机架行走线铺设导木,桩机就位后检查机架垂直度,确保机架垂直度控制在 $0.3\%$ 以下,桩机上下误差 $\geq 50$  mm。施工过程中随机对机座四周标高进行复测,确保机械处于水平状态施工,同时用经纬仪经常对搅拌轴进行垂直度复测,通过对机械的控制达到对桩体垂直度控制。

(3) 浆液配比除满足抗渗和强度要求外,尚应满足型钢插入顺利等要求。施工中随时抽查水泥浆液密度,每工作台班不少于 4 次。

(4) 在搅拌下沉及提升过程中,控制下沉速度 $\geq 2.0$  m/min,提升速度 50 cm/min 左右。控制重复搅拌提升速度在 $0.8 \sim 1.0$  m/min 以内,以保证加固范围内每一深度均得到充分搅拌。

(5) 做好桩与桩间搭接的工作。桩与桩搭接时间不应大于 24 h;如超过 24 h,则在第二根桩施工时增加注浆量 20%,同时减慢提升速度;如因相隔时

收稿日期:2008-03-16

作者简介:刘政治(1972-),男(汉族),安徽宿州人,徐州长城基础工程有限公司工程师、一级注册建造师、注册安全工程师,工程管理专业,从事施工技术及项目管理工作,江苏省徐州市泉山区矿山路西,lzz.183@163.com。

间太长致使第二根桩无法搭接,则在设计人员认可下采取局部补桩或注浆措施。

### 1.2.2 H 型钢的打拔

(1) 插入 H 型钢的施工管理。尽可能在搅拌桩施工完成后 30 min 内插入 H 型钢,若水灰比或水泥掺入量较大,H 型钢的插入时间可相应增加。必须设置 H 型钢悬挂梁或其他可以将 H 型钢固定到位的悬挂装置,以免 H 型钢插入到位后再下沉。复合排桩完成后,凿除桩顶部水泥土,露出的 H 型钢表面需用隔离材料包扎或粘贴,然后制作压顶圈梁。

(2) H 型钢回收。采用 2 台液压千斤顶组成的起拔器夹持型钢顶升,使其松动,然后采用振动锤利用振动方式或采用卷扬机强力起拔,将 H 型钢拔出。采用边拔型钢边进行注浆充填空隙的方法进行施工。

## 2 SMW 工法的主要特点

(1) 在现代城市修建地铁,经常靠近建筑物红线施工,SMW 工法在这方面具有相当优势,其中心线离建筑物的墙面 80 cm 即可施工,这也是其他工法所无法比拟的。

(2) 消除泥浆污染公害,促进城市文明建设。随着城市管理的规范化,由施工造成的泥浆污染成为日趋严重的问题。地下连续墙由自身的特性决定,在施工时将形成大量泥浆需外运处理,而 SMW 工法仅在施工后期将置换出来并已固结的干土外运。

(3) 施工效率高,缩短工程建设周期,降低围护结构成本。SMW 工法构造简单,施工速度快,可大幅缩短工期。另外,SMW 工法用于围护墙体,其成本约为地下墙结构的 70%,若考虑型钢回收可以降低到 50%,在现有围护结构中是最低的。

(4) 对周边环境的影响小。SMW 工法施工对邻近土体扰动较小,不会产生邻近地面下沉、房屋倾斜、道路裂损及地下设施移位等危害;SMW 工法施工占用场地仅为其它施工方法的 60%~80%,有利于保护周边建筑、道路及其架空、地下管线。

(5) 成桩质量可靠。目前,SMW 工法采用的三轴搅拌钻机为中空叶片螺旋式钻机,在钻进土体的同时置换出大量的原状土。同时利用高压空气压入水泥浆使水泥土得到充分搅拌,使得桩体无分层夹泥现象。桩体中插入型钢后,型钢与水泥紧密结合增加了型钢翼缘厚度,使桩体强度大大增加。

(6) 连续施工防水效果好。SMW 工法钻机的

钻杆具有螺旋翼与搅拌翼相间设置的特色,随着钻掘与搅拌反复进行,可使水泥浆与土体得到充分均匀的搅拌,且水泥掺入量高,水灰比大,墙体全长无接缝,这样一方面使得形成的水泥土墙具有较高的抗压、抗剪强度,另一方面可使它比传统的连续墙具有更可靠的止水性。

(7) 适用范围广。它能适应于多种地层条件,可在粘性土、粉土、砂砾石(卵石直径达 100 mm 以上)和单轴抗压强度在 60 MPa 以下的岩石中应用,尤其是在深基坑中支护更适用。

## 3 关于水泥搅拌桩计算

### 3.1 SMW 工法桩水泥用量的分歧

SMW 工法桩的应用在我国已经非常广泛,但对水泥用量的确定还没有统一的标准,国家规范《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-99)根本没有提到 SMW 工法,目前相应的规范只有上海市工程建设规范《型钢水泥土搅拌墙技术规程(试行)》(DGJ 08-116-2005),但也没有明确的说法,因此施工单位一直凭经验施工。如某工程围护采用 SMW 工法桩,为跳槽式双孔全套复搅式施工,水泥用量的计算分为大幅和中幅两种,大幅按三轴计算,中幅按两轴计算,掺量都为 20%。但这种做法能否保证所有工法桩都达到 20% 的水泥掺量,没有明确的判定标准。

### 3.2 水泥土强度的确定

《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-99)规定在深层搅拌桩作地基处理时以 90 天的无侧限抗压强度  $q_{90}$  作为标准强度,笔者认为这对 SMW 挡土墙来说时间太长。分析国外资料并结合南京地区实际情况建议以 28 天的水泥土强度  $q_{28}$  作为标准强度比较合理。

### 3.3 水泥掺入比确定因素

水泥掺入比一般在综合考虑土质、侧压、芯材间隔等因素的基础上,根据室内试验确定。型钢入土深度主要由基坑抗隆起稳定性、挡墙内力和变位不超过允许值、能顺利拔出等条件决定。由于不同水泥、不同土质、不同配合比的水泥土力学指标差异较大,因而水泥和外掺剂的掺入量必须以现场土做试验,再确定其合理的配合比及水泥土的无侧限抗压强度  $q_{u28}$ 、弹性模量等参数指标。

## 4 SMW 工法设计和施工中存在的问题

(1) 目前我国还没有一套完备的 SMW 围护结

(下转第 46 页)

部位只做了局部的处理,而将水管附近进行了局部加密处理,变更后桩位见图 4。

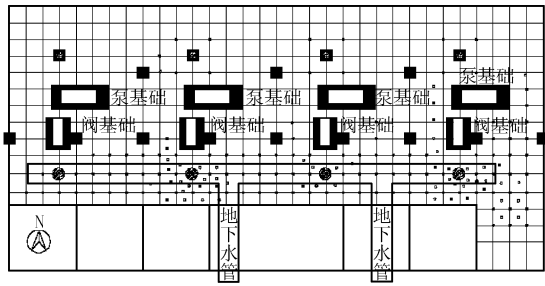


图 4 变更后桩位布置图

(2)施工过程中防止地表水和邻近水源侵入石灰桩身而影响生石灰的吸水及膨胀效果。

(3)为保证待处理区域的处理效果及尽可能减小桩体膨胀对其他区域的影响,灌桩顺序应按“先外后内,先周边后中间”的原则,对单排桩应采用“先两端后中间”的施工方式,并按每隔 1~2 孔的施工顺序进行,不允许由一边向另一边推移。

(4)为实现有限的灌灰量达到好的处理效果,所用生石灰要求选用新鲜的生石灰块,块径 3~8 cm,过烧和欠烧的生石灰都不应使用。

(5)由于是人工夯填,为保证灌桩的密实度,每层的灌灰厚度 $\geq 15$  cm。

#### 4 处理效果

经过 6 个月的设备运行及细致观测,该循环水车间病害地基经石灰桩处理后效果明显,地面震动和噪声基本消除,达到了处理的预期目的。

#### 5 结语

通过计算比较和实践检验,用石灰桩处理该病害地基是成功的,充分发挥了其工期短、造价低、安全可靠、施工方便、不受场地和机械的限制及适用性较强的特点,将其用于小型的病害地基处理是比较经济和合理的。

#### 参考文献:

- [1] 黄生根,张希浩,曹辉.地基处理与基坑支护工程[M].武汉:中国地质大学出版社,1999.34-45.
- [2] 陈仲颐,周景星,王洪瑾.土力学[M].北京:清华大学出版社,1994.307-327.

(上接第 43 页)

构设计规范或标准,整个设计过程只能参照有关资料,缺乏统一理论。

(2)水泥土与型钢组合构件受力机理尚不十分明确,尤其是减摩剂采用使这种关系变的更加复杂,型钢“全位”和“半位”布置时,组合构件整体刚度难以确定。

(3)水泥土抗压、抗剪强度设计值及 H 型钢与水泥土之间单位面积摩擦力只能依据工程经验采用,变形阻力的量化很困难,给设计带来不明确因素。

(4)SMW 工法围护结构施工中,组合结构变形刚度相对较小,围檩对提高围护结构整体性起到很重要的作用,如何将围檩的施加方式与基坑开挖方法相结合是一个值得考虑的问题。

(5)基坑开挖所造成的 SMW 挡墙变形使型钢产生弯曲,减摩剂性能或施工质量等原因都会致使 H 型钢的拔出存在困难,或拔出后较难重复使用,因此必须解决好型钢有效拔出问题。

(6)在基坑开挖过程中,SMW 工法围护结构变形受水位变化的影响比较大,必须考虑周边的降水,以达到减少变形的目的。

#### 5 结语

尽管 SMW 工法设计与施工方面存在一些问题,但因其具有其它围护方法无法比拟的优越性,作为基坑围护结构仍有较高的可行性,而且由于型钢可回收重复使用,成本较低。SMW 工法作为一种较新的施工工艺,从技术经济方面看,它既能满足止水 and 抗侧向压力,又在成本核算和间接投入上具有一定的优势,是较为理想的基坑围护结构。

#### 参考文献:

- [1] JGJ 79-91,建筑地基处理技术规范[S].
- [2] 归正,等.SMW 工法及其应用[J].建筑机械化,2000,(2).
- [3] 钱玉林,等.SMW 支护结构及其经济分析[J].水利水电技术,2002,18(6).
- [4] 翟景文,李承光,姜立峰.SMW 工法在天津地铁一号线二纬路站上的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(5).
- [5] 郭传新.SMW 工法及所用多轴式连续墙钻机[J].建筑机械,1999,(4).
- [6] 张璞,柳荣华.SMW 工法在深基坑工程中的应用[J].岩石力学与工程学报,2000,19(S1).
- [7] 王国富.SMW 围护桩工法简介及经济分析[J].铁路工程造价管理,2000,(4).