

# Application of Occluding Piles in Dealing with Collapsed Holes and Broken Piles of Underground Continuous Wall

Zibin Cao

CCCC Tunnel Engineering Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215000, China

## Abstract

In recent years, with the continuous development of urbanization, the number of high-rise building foundation pit, subway station and other urban buildings is increasing. In the process of its construction, the underground continuous wall is widely used because of its good anti-seepage performance and high stiffness, which is especially suitable for and other water-proof retaining structures. However, if the underground continuous wall collapsed holes and broken piles due to various uncontrollable factors in the construction of the ground wall, it is easy to flood water and sand, resulting in serious social impact. Based on the defect treatment of ground wall collapse in a station of Suzhou Metro, this paper introduces the application of a kind of occluding piles in the deal with of underground continuous wall accident.

## Keywords

collapsed holes and broken piles; underground continuous wall; construction technology of occluding piles

## 咬合桩在处理地下连续墙塌孔断桩中的应用

曹子斌

中交隧道工程局有限公司, 中国·江苏 苏州 215000

## 摘要

近些年来,随着城市化的不断推进,高层建筑基坑、地铁站等城市建筑数量不断增多。在其建设过程中,地下连续墙凭借其自身防渗性能好、刚度大等一系列优势而被广泛运用,特别适合粉砂层等需要隔水的止水性围护结构。但是如果地墙施工中由于各种不可控因素出现地下连续墙塌孔断桩,容易出现涌水涌沙,造成严重社会影响。论文结合中国苏州地铁某车站地墙坍塌缺陷处理为依托,介绍一种咬合桩在地连墙坍塌事故处理中的应用。

## 关键词

塌孔断桩;地连墙;咬合桩施工技术

## 1 引言

中国经济水平的提高,私家车保有量增大,伴随而来的是道路的拥挤不堪,于是一些大中城市开始修建地铁。由于地铁站基坑深度大,一些换乘线路的地铁站基坑深度最深的已达到20多米。地铁站一般建在城市的繁华地段,其基坑周围高层建筑物多,且距离基坑边距离小,周围市政管线密集,对基坑支护的安全要求很高。进入21世纪以来,在经济和技术发展的推动下,中国工程施工建设速度不断加快,在一定程度上提升了社会的发展速度。在施工的过程中,基坑工程

时经常所遇到的一种施工形式,并且这种施工形式差异较大,它是工程施工建设中的一种结构性措施,不会较长时间的被应用于工程中,所以在设计的过程中通常非常关注控制成本。通过大量的实际工程调查发现,支护结构位移、深基坑支护倒塌造成四周建筑损坏的案例时有发生。因此,在施工中,就会经常应用到地下连续墙和咬合桩技术。本论文以中国苏州地铁某车站为例展开探讨。

## 2 工程概况及周边环境

中国苏州地铁某车站为地下三层换乘车站,该车站呈东西走向,所采用的施工方法为明挖顺作法。车站的基坑开挖深度为25.3m,其支护体系由1000厚地下连续墙和7道支撑

【作者简介】曹子斌(1988-),男,本科学历,工程师,从事地铁现场项目管理研究。

组合而成。地下连续墙的深度为 56.3m，各墙体之间的连接方式采用工字钢接头。由于基坑坐落于⑤<sub>1</sub>粉质粘土层上，因而具有充足的地下水，而其墙趾坐落于⑧粉质粘土层中，对承压含水层进行了隔断。

如图 1 所示，NQ-28、NQ-29 地连墙位于基坑北侧，地连墙北侧为商铺，其距离车站主体基坑约 9.88m，商铺为多栋 4~5 层商用楼房，独立基础，现浇钢筋混凝土框架结构。基坑北侧地下管网错综复杂，其主要管线有自来水管、燃气管、通信管道、污水管道。其中，自来水管的管位中心距离 NQ28 地墙外侧 2.20m，周边施工场地窄，作业空间小<sup>[1]</sup>。

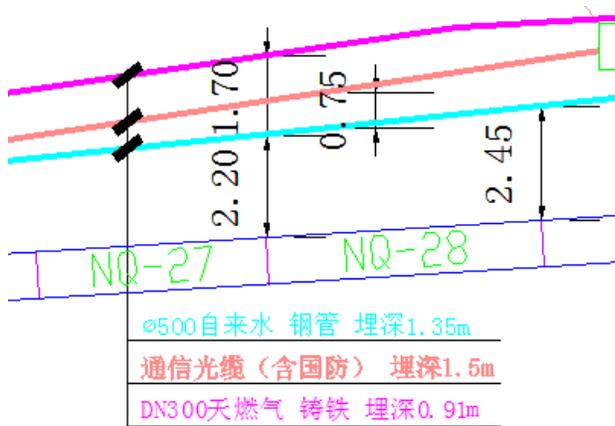


图 1 结构与主要管线位置示意图

### 3 塌孔断桩的原因分析

地连墙 NQ-28 成槽完毕，超声波成孔检测仪显示地墙东侧接头 5~20m 处存在 40~60cm 绕流现象。浇筑过程中通过发现异常数据，理论浇筑方量 51m<sup>3</sup>，实际浇筑 28m<sup>3</sup>。整幅槽段实际槽宽 5.7m，理论方量 313.5m<sup>3</sup>，实际浇筑 270m<sup>3</sup>，充盈系数 0.86。NQ-29 钢筋笼下方过程中，在地面以下 10m 的位置发生了塌方，后重新槽段整幅回填，重新成槽安放钢筋笼，浇筑过程中 34~57m 处出现异常数据。

原因分析：①车站地址条件复杂，主要为粉砂层。②该幅地墙范围内存在埋深 7.5m 的电力拖拉管沟影响，采用成槽机在影响区段先进行了小区段成槽，水下作业将拖拉管拖拽出，后将区域用水泥土回填密实，然后重新成槽，回填区形成易塌方区域。

### 4 地连墙塌孔后的处理措施

#### 4.1 地连墙检测

项目部组织在 NQ-28 墙体中间取芯 2 次，NQ-29 取

芯 2 次；墙体芯样显示 NQ-28 地墙存在不同程度的夹泥，NQ-29 地墙质量良好，墙体完整。

#### 4.2 墙体外侧加固处理

为确保基坑风险，确保开挖后的稳定，对地墙外侧进行了加固，采取措施如下。

(1) 采用三重管旋喷桩施工，在墙后做打 2 排共计 25 根旋喷桩，达到加固外侧土体的目的，而旋喷桩的深度应在基坑开挖深度的基础上再加深 1m，即实际桩长为 28m。

(2) 利用墙体上的检测孔，采用高压注浆方案对墙体虚桩位置进行高压注浆，采用水灰比为 1:1 的水泥浆，依次对所有空位进行注浆，保证注浆效果。

### 5 地连墙塌孔断桩的处理

根据 NQ-28、NQ-29 地下连续墙在成槽后超声波显示图，以及基坑开挖后暴露出的墙体实际情况可以确定该段墙体在 3m~12m 处出现较大面积塌方。最终确定在 NQ-28、NQ-29 地墙外侧采用全回转套管机做钻孔咬合桩来进行缺陷地墙处理。钻孔咬合采用桩径为 1200mm，桩长 45m 的钢筋桩和素桩结合，混凝土型号选用 C35 水下，钢筋桩与素桩中心间距为 850mm，搭接长度为 350mm，为保证止水效果两端头处钻孔桩与地连墙墙体贴紧，并在两端接缝处做高压旋喷桩进行止水加固，正常施工的钻孔桩与墙体之间的间隙用水泥水玻璃双液浆进行空隙填补，与此同时在坑外设两口降水井作为坑外观测井，如图 2 所示。

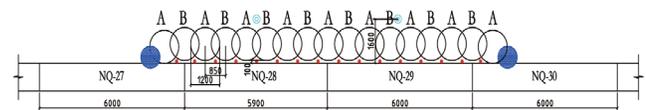


图 2 NQ-28、NQ-29 墙外加强布桩图

#### 5.1 咬合桩施工

保证钻孔咬合桩孔口的精确度是提高咬合桩施工质量以及提高就位效率的关键措施之一。因此，在进行咬合桩顶部的混凝土导墙设置过程中，需要将导墙厚度控制在 300mm，而导墙宽度桩则位于两侧距离中心 2500mm 处。此外，需要主义导墙孔口应高于地面 20cm 处，以免地表水流入桩孔内，从而影响整体的施工质量<sup>[2]</sup>。

桩机就位后，即可安装钢套管，套管对接前对接部位用铲刀或钢丝刷干净，随后涂抹并缠绕防水材料来避免漏水

现象的出现。在钢套管安装好的基础上,相关工作人员需要对其进行垂直度复测,这一过程一般采用复测固定锤球、经纬仪双向复测这两种方法,当垂直度满足实际的施工要求之后就可以开始成孔工作。

#### (1) A 桩成孔施工

A 桩为无钢筋笼先施工无需咬合,根据本工程的实际情况,针对上部存在不同程度的障碍物时,需要对其进行清除处理,并采用一次性成孔方式,避免出现因流塑状淤泥产生管涌而破坏施工的情况。因此,在实际的施工过程中,施工人员需要关注钢套管的深度,即钢套管深度应比土面深 3~5m,从而有效防止土体管涌现象的产生。另外,在钢套管入土至一定深度时,需要通过一边旋转钢套管一边相孔底抓土的形式进行素混凝土浇筑。

#### (2) B 桩成孔施工

B 桩成孔施工所采用的施工技术为全回转套管机成孔技术,在进行 B 桩硬切割咬合施工时,同样需要考虑成孔所在区域的土质情况,其钢套管深度与 A 桩成孔施工相同,但其在切割咬合过程中需要放慢钻进速度,避免出现因钻进速度过快而导致钛合金磨损,从而完成整个桩体的切割。

### 5.2 咬合桩施工技术要点

#### 5.2.1 桩体垂直度控制

桩体垂直度控制目标:垂直度 $\leq 3\%$ ,确保桩底部最小咬合 130mm。

##### (1) 对中

首先,在桩机就位后,需要采取相关措施进行初步对中,例如,通过吊线锤机械下压中心支点的方式来实现与桩位中心的对中。其次,施工人员需要对机械各支腿油缸进行调节,使得机械操作平面保持在水平状态,从而进行二次对中。最后,根据两次的对中结果进行平面移动对中将中对误差控制在 1cm 以内,完成后支起各支腿油缸,即表明中对完成<sup>[1]</sup>。

##### (2) 监测

在第一节套管安装完成之后,需要在其机械平面上设置两个吊线锤,其位置垂直于套管机械平面,从而更好地展开套管垂直度监测工作。另外,施工人员还需要对套管的下沉过程进行监测,从而及时发现问题并予以解决。

#### 5.2.2 混凝土的缓凝时间

一般情况下,按照具体的工艺要求需要对混凝土进行

不同时间的缓凝,缓凝时间需要控制在 6h 及以上。在具体的施工过程中,可以针对不同批次的水泥来添加不同批次、比例的外加剂。论文提及工程所采用的混凝土全都为商品混凝土。

#### 5.2.3 混凝土的和易性及均一性

混凝土作为该工程中不可缺少的施工材料之一,在正式运用时需要对其进行充分搅拌,避免混凝土砂率过高或过低而导致混凝土的和易性发生改变,致使施工过程中出现部分钢筋笼上浮的现象。另外,在进行水下混凝土灌注时,需要施工人员严格控制混凝土的坍落度(一般控制在 18~20 这一范围内),从而保障混凝土的均一性。因此,施工人员需要对每车混凝土进行现场试验,针对坍落度不达标的混凝土直接退还厂家。

#### 5.2.4 超挖控制

常规的咬合桩通常采用缓凝混凝土的方式来应对 B 桩施工时的超挖措施,从而在一定程度上降低了管涌现象发生的可能性。论文所提及工程的咬合桩施工为硬切割的处理,即在 A 桩混凝土强度达到 30% 及以上时,在对其进行咬合切割,不需要进行超挖工作,只需要保障桩长。

#### 5.2.5 纠偏

桩孔的垂直度容易受到地层或者其它因素的影响,使得桩孔垂直度难以满足施工需求,所以需要对接管进行拨管纠偏,对 A 型桩,可利用钻机两个顶升油缸和两个推进油缸直接纠偏,也可采用回填砂后拨管纠偏的办法处理,即向套管内填入粘土等物质,再重新下压,以达到合格的标准。针对 B 型桩而言,则可采取回填低标号混凝土拨管纠偏的方式进行纠偏,即先对套管进行回填,随后进行拨管校正。

### 5.3 克服粉砂层管涌及翻砂的措施

第一,本项目施工地层以粉质沙土为主,且地下水位较高,施工过程中容易出现翻砂管涌现象,过程中要随时观察孔内水位的动态,将套管机的切割下压能力发挥到极致,并且做好套管超前工作,做到“多压进,少取土”,防止管涌的发生。如果地层条件更差出现粉质粘土,在施工中可以往孔内灌水,使孔内外压力达到平衡再钻进。

第二,粉砂层中取土时容易发生翻砂现象,抓斗取土困难,过程中可以采用向孔内注水,然后采用旋挖钻配合全回转套管水下取土。

## 6 接缝处止水的处理及咬合桩与地墙间空隙充填

如果最外侧两个咬合桩与地连墙接缝处结合不到位,会导致维护结构失去部分止水作用,从而形成渗漏通道,产生漏水、漏砂现象,严重时还会导致周边建筑物沉降,使得安全性有所降低。因此,为了最大程度上保障基坑的安全性,在进行具体施工时,需要在最外侧咬合桩与地连墙接缝处外侧增加3根 $\Phi 800@500$ 的高压旋喷桩进行止水,并同时采用三重管双高压旋喷技术进行施工,另外,还需要对相关位置进行布置,大多呈品字形布局。

控制要点:①引孔垂直度直接关系到止水效果,施工前需要找准基底,即基地平整;合理选择施工机械选;有效控制单杆引孔垂直检测的精确度,即保证垂直度 $\leq 1\%$ 。②桩底旋喷施工要不提杆连续喷射1min后再进行由下而上旋喷注浆。并控制提升速度。③每一孔注浆完成后在水泥浆沉淀完

成后再向孔内充填灌浆,以此保障孔内水泥的密实性。

## 7 地连墙与咬合桩之间的空隙填充

为保证止水效果,在咬合桩和地连墙之间的空隙用水泥水玻璃双液浆进行空隙填补注浆,注浆的位置为咬合桩的桩间,共计16孔,注浆压力和时间不易太大,以充填为主,防止压力过大对咬合桩产生过大的侧压力,影响咬合的止水效果。

### 参考文献

- [1] 昆明捷程桩工有限责任公司. 液压摇动式全套管灌注桩和钻孔咬合桩成套技术与开发报告 [R]. 昆明, 2005.
- [2] 范鹏翔. 三重管高压旋喷桩施工技术在地铁深基坑桩间止水中的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2012(11):123-124.
- [3] 沈保汉. 桩基础施工新技术专题讲座 (三十二) 捷程 (MZ) 系列全套管钻机喀斯特地层嵌岩灌注桩施工工法 [J]. 工程机械与维修, 2014(04):132-139.