

矩形钢模管加翼干提土咬合灌注桩研究

邹正盛¹, 孔清华¹, 孔红斌², 范新定², 孔超²

(1. 河南理工大学土木工程学院, 河南 焦作 454003; 2. 浙江岩土基础公司, 浙江 宁波 315011)

摘要: 矩形截面桩与圆形截面桩性能上的一个显著差别是前者的抗弯能力强。基于此, 提出了矩形钢模管护壁干取土咬合灌注桩方法, 并详细介绍了施工工艺新技术。新技术是通过在模管侧边焊接钢凸边形成的带翼矩形钢模管护壁, 用专用提土器取净钢模管内土体, 置入钢筋骨架, 灌入混凝土, 再振动拔出钢模管即成桩; 通过邻桩切割前桩凸边混凝土, 与前桩实现无缝咬合。该技术是能替代目前传统的圆形截面支护桩的节能减排低碳技术, 实施无泥浆排放施工。专用矩形取土装置和快速接管(杆)技术, 使得施工效率大大提高。

关键词: 咬合灌注桩; 取土装置; 接杆装置; 加翼钢模管; 干取土法; 无缝咬合

中图分类号: TU473

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2011)S2-0304-04

作者简介: 邹正盛(1963-), 男, 江西临川人, 博士, 教授, 主要从事岩土工程的研究与教学工作。E-mail: zouzs@hpu.edu.cn。

Secant winged case-in-place piles with rectangular case and soil dragline

ZOU Zheng-sheng¹, KONG Qing-Hua¹, KONG Hong-bin², FAN Xin-ding², KONG Chao²

(1. College of Civil Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China; 2. Zhejiang Geotechnical Foundation Company, Ningbo 315011, China)

Abstract: A significant difference between the rectangular cross-section pile and the circular cross-section pile in performance is that the former has higher bending resistance. Based on this, a new technology for secant winged case-in-place piles is proposed, and its construction process is introduced. The pile formation by this new technology is as follows: first, the winged steel pipe which is welded with steel convex is used to support the wall; secondly, a special soil dragline is applied to draw the soil out clearly in the steel pipe; thirdly, the reinforcement cage is put in and the concrete is poured into the pipe; finally, the steel pipe is removed and the pile is formed. In addition, jointless interlocking with the former pile is realized through cutting its convex concrete. This technology, which can replace the current traditional circular cross-section pile, is a conserving energy and reducing emission technology due to non-mud emission construction. The construction efficiency is improved greatly by the special rectangular soil dragline and fast pole connecting technology.

Key words: secant case-in-place pile; soil dragline; pole connecting device; winged steel pipe; dry soil-dragging method; jointless interlocking

0 引言

目前的咬合桩均由圆形截面桩咬合而成^[1-5]。众所周知, 矩形截面桩的抗弯能力大于同截面面积的圆形桩, 而且窄高越明显, 抗弯能力越强。笔者在自主开发的全桩长钢管护壁干取土咬合灌注桩技术的基础上, 开发形成了矩形钢模管护壁干取土灌注桩技术^[6-11], 通过在模管侧边焊接钢凸边形带翼矩形钢模管, 实现咬合桩技术, 大幅提高咬合桩的支护能力。

矩形咬合桩是由开口矩形钢模管加翼后截面呈

“卜”形的钢模管护壁, 在矩形钢模管中用专用提土器取净钢模管内土体, 置入钢筋骨架, 灌入混凝土, 再振动拔出钢模管即成桩; 邻桩切割前桩凸边混凝土, 与前桩无缝咬合。矩形咬合桩属于非挤土型桩, 是最新研发的具有自主知识产权、能替代目前传统的圆形截面支护桩的节能减排低碳技术, 实施无泥浆排放施工。和地下连续墙相比, 同承载能力的矩形加翼咬

合支护桩可节省钢筋 15%~25%，节省混凝土 10%~20%，降低基坑工程造价 20%~25%。


1 矩形加翼呈“└”形截面干提土灌注桩成桩工艺装备

1.1 矩形加翼呈“└”形截面干提土灌注桩的钢模管

(1) 矩形加翼呈“└”形截面钢模管截面

矩形加翼后呈“└”形截面的钢模管的凸边截面尺寸，可据受力条件选择。一般地，后桩切割前桩凸边混凝土 100 mm 实现咬合。咬合截面尺寸与咬合平面的选择可参见表 1。

表 1 矩形加翼呈“└”形截面钢模管截面尺寸及咬合尺寸

Table 1 Sectional sizes of winged steel pipes			
矩形钢管 /mm	咬合平面	咬合处 /mm	凸边尺寸 /mm
400×700		200×200	200×300
450×800		250×250	250×350
500×900		250×250	250×350
550×1000		300×300	300×400

(2) 矩形加翼呈“└”形截面钢模管的制作

图 1 为 3 种矩形加翼呈“└”形截面的钢模管。若在矩形钢模管截面长边焊接封闭钢凸边(图 1(a))，则可实现全桩长咬合。钢凸边也可焊接在矩形钢模管底部(图 1(b))。如果要求成上部咬合下部分离的矩形桩，则把底开口钢凸边焊接在相对应的深度位置上(图 1(c))，而钢模管侧壁开孔与底开口钢凸边贯通，底开口钢凸有活动翻板(下沉关闭而上拔开启)的混凝土出口通道。

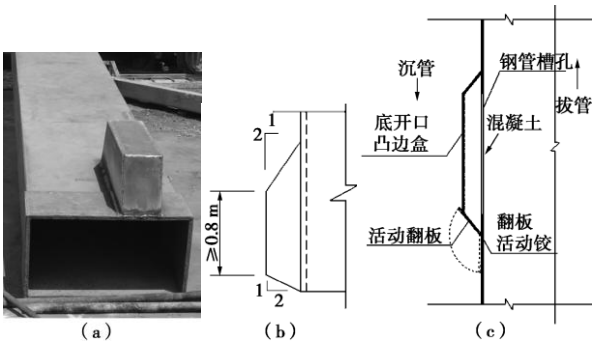


图 1 带翼钢模管

Fig. 1 Winged steel pipes

矩形模管焊接有封闭钢凸边，当钢模管内载混凝土上拔时，在长度≥0.8 m 加翼钢凸边的护壁作用下，因管内混凝土重度远超土重度，在其自重压力作用下，管内混凝土下落与钢模管上拔同步，确保管内混凝土

完全充填钢凸边随模管上拔滑移瞬间留出的空间。施工时要控制钢模管内混凝土面高度，使管内混凝土的自重压力足以克服土体的恢复回弹力。凸边随模管上拔滑移为全桩长范围时，则成全桩长“└”形凸边形截面。如果钢凸边长度很短，钢凸边上拔滑移形成的空间与时间满足不了克服土体快速恢复回弹力的要求，则难形成凸边混凝土，或凸边混凝土不完整。试验表明，0.8 m 是钢凸边的最小长度。

1.2 干提土装置

(1) 提土装置构造

根据弃土方式，提土装置有两种。图 2(a) 为有格挡提土器，图 2(b) 为无格挡提土器，其截面外尺寸比矩形钢模管内净尺寸小 30~50 mm。提土器的截面短边为统长钢板，统长钢板由间隔钢板条焊接成整体。提土器的底部设有活动翻板，允许土体进入提土器，提土时阻挡提土器内土体下落。有格挡提土器的格挡为横挡(图 2(a))，而图 2(c) 则为无横挡提土器。有横挡提土器从矩形钢模内提出土体时，需由安装在固定桩机上的专用推土器，逐格从两横挡间推出立方体土块，并进入滑槽滑至小车上弃土。提土与推土联动控制，提高提土与弃土的效率。当未配置专用推土器时，宜用无横挡提土器(如图 2(c) 所示)。无横挡提土器在矩形钢模管内提出土体至管口一定高度，因无格挡阻挡而会自行失稳，倒向一侧，实现自动弃土。

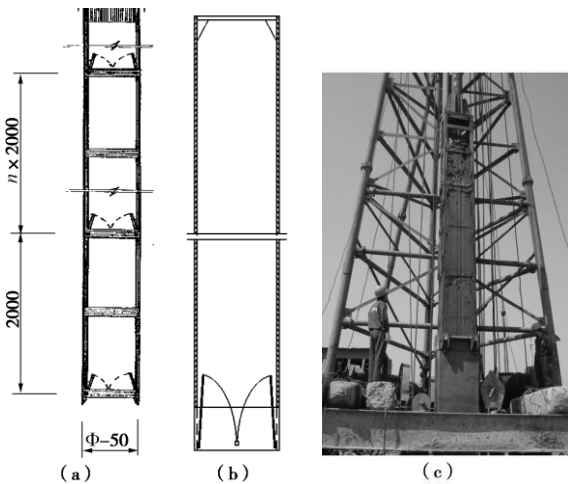


图 2 提土装置

Fig. 2 Soil dragline

(2) 接长杆

提土器的长度一般为 6~12 m，如图 2 所示。当上部 6~12 m 土体取完后再要取其下的土体时，须用接长杆(如图 3(a) 所示)。接长杆的翻板挂钩与提土器的连接如图 3(c) 所示。取钢模管内深部土体时，接长杆与接长杆连接也是挂钩连接，如图 3(b)。多

节接长杆可将管内土体全部取净。翻板挂钩连接仅需 3~5 s 时间。数十项工程的应用已经验证,它完全能将钢模管内土体全部取完提净。

2 干提土矩形咬合灌注桩成桩施工

2.1 干提土钢筋混凝土矩形灌注桩成桩施工工艺

干提土钢筋混凝土矩形灌注桩成桩施工可按图 4 的步骤进行:

(1) 桩机就位。为减少管口土塞,需清除设计桩位处的杂填土与地表硬土薄层,然后桩机就位。

(2) 矩形钢模管就位。将开口矩形钢模管对准设计桩位,用经纬仪双向校正钢模管的垂直度。

(3) 沉入钢模管。振压沉入开口矩形钢模管,软土进入开口矩形钢模管内,直至到达设计高程。

(4) 取土弃土。从矩形钢模管上口插入提土器,振动施压沉入,土体进入提土器。然后,上拔提土器。因土体自重作用会自动将取土器中的活瓣关闭。继续上拔提土器,将矩形钢模管内土体提出至管口,弃土。为确保设计桩长、提土器底应超出矩形钢模管底截面高度的 1/2。

(5) 吊放钢筋笼,灌注混凝土。矩形钢模管内土体取净后,在钢模管内置入钢筋骨架,灌入混凝土。

(6) 拔出钢模管成桩。通过振动将矩形钢模管从土层内拔出,即成钢筋混凝土矩形灌注桩。

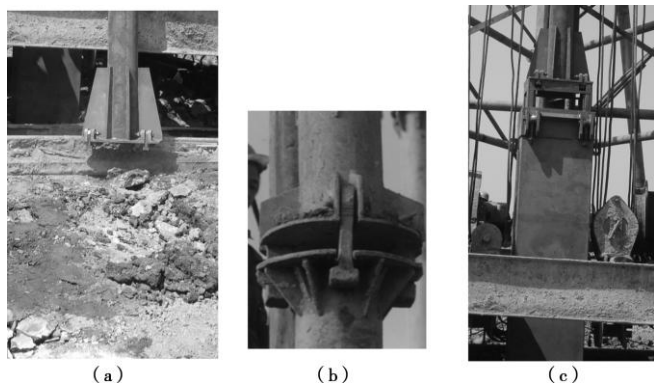


图 3 接长装置

Fig. 3 Connection structures

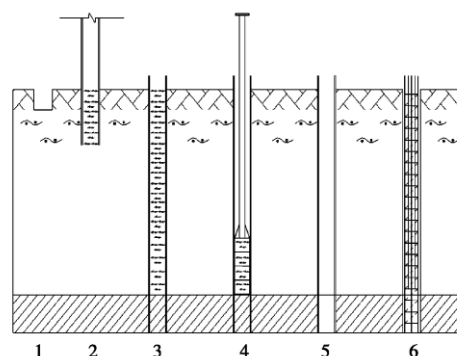


图 4 干取土灌注桩施工工序

Fig. 4 Construction program for case-in-place piles

2.2 咬合施工

桩机移位至图 5 虚线位置,切割前桩凸边混凝土 100 mm,沉入矩形钢模管,重复图 4 的成桩步骤,施工的成桩与前桩凸边混凝土在初凝前完全结合,成为无缝隙的钢筋混凝土矩形咬合灌注桩。

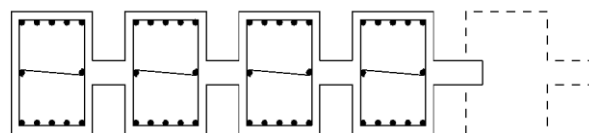


图 5 咬合桩施工工艺程序

Fig. 5 Construction technology for secant piles

3 矩形加钢凸边干提土咬合灌注桩技术经济分析

3.1 经济分析

矩形加钢凸边干提土咬合灌注桩即为变墙厚干作业地下连续墙,与传统的地下连续墙工艺相比具有明显的经济性。现以 800 mm 墙厚的传统地下连续墙和 500×900 @750 矩形咬合灌注桩进行比较:

(1) 混凝土用量。500×900 @750 的矩形咬合灌注桩的平均厚度为 683 mm,与 800 mm 厚的传统地下连续墙相比,可节省混凝土 14.6%。

(2) 配筋量。传统的地下连续墙计算截面高度为 0.8 m,而矩形咬合灌注桩计算截面高度为 0.9 m,矩形咬合灌注桩的截面配筋量可降低 25%~35%。

3.2 技术分析

与传统地下连续墙比较,矩形咬合灌注桩具有如下技术特点:①矩形咬合灌注桩为无缝咬合,是防渗的墙体,可作地下室侧壁的结构墙体,具有三合一特点;②因采用干作业的无泥浆施工工艺,所以不存在泥浆污染问题;③施工效率高,以 25 m 深的矩形咬合灌注桩为例,按本文工法一天可施工完成 15 延米,相当于传统的地下连续墙施工效率的 2 倍;④与传统的地下连续墙相比,工程造价可降低 30% 左右。

3.3 适用范围

本文工法适用于海相、湖相沉积的淤泥质软土与黏土、粉质黏土和粉土地层、土方开挖深度 9~15 m (约 2~3 层地下室) 的基坑围护工程。

4 结 语

矩形钢模管护壁干取土咬合灌注桩, 以其断面抗弯优势大幅度提高咬合桩的支护能力。该种新技术是通过在模管侧边焊接钢凸边形成的带翼矩形钢模管护壁, 用专用提土器取净钢模管内土体, 置入钢筋骨架, 灌入混凝土, 再振动拔出钢模管即成桩; 通过邻桩切割前桩凸边混凝土, 与前桩实现无缝咬合。该技术是能替代目前传统的圆形截面支护桩的节能减排低碳技术, 实施无泥浆排放施工。专用矩形取土装置和快速接管(杆)技术, 大大提高施工效率。和地下连续墙相比, 同承载能力的矩形加翼咬合支护桩可节省大量的钢筋与混凝土, 显著降低基坑工程造价。

参考文献:

- [1] 刘建国. 钻孔咬合桩设计与施工[J]. 铁道工程学报, 2001(6): 134 - 136. (LIU Jian-guo. Design and construction of drilling bitten piles[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2001(6): 134 - 136. (in Chinese))
- [2] 王安龙. 钻孔咬合桩—地铁工程围护结构新形式[J]. 铁道工程学报, 2003(1): 53 - 59. (WANG An-long. Drilling pile - a new style of metro protecting structure[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2003(1): 53 - 59. (in Chinese))
- [3] 陈 斌, 施 斌, 林 梅. 南京地铁软土地层咬合桩围护结构的技术研究[J]. 岩土工程学报, 2005, 27(3): 354 - 357. (CHEN Bin, SHI Bin, LIN Mei. A study on the secant pile in soft soil for nanjing metro project[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2005, 27(3): 354 - 357. (in Chinese))
- [4] 张佐汉, 刘国楠, 胡荣华. 深圳地区钻孔咬合桩围护结构施工技术研究[J]. 铁道建筑, 2010(5): 37 - 42. (ZHANG Zhuo-han, LIU Guo-nan, HU Rong-hua. Research of construction technology of drilling bitten piles for supporting in Shengzhen area[J]. Railway Engineering, 2010(5): 37 - 42. (in Chinese))
- [5] 卜 林, 曾华健, 吴传清. 全套管钻孔咬合桩防渗支护结构在深基坑工程中的应用[J]. 土工基础, 2010, 24(4): 10 - 13. (BU Lin, ZENG Hua-jian, WU Chuan-qing. Application of all casing drill and interlocking pile in impervious retaining strcture for soft soil deep excavation project in the pearl river delta[J]. Soil Engineering and Foundation, 2010, 24(4): 10 - 13. (in Chinese))
- [6] 孔清华. 干作业钢筋混凝土灌注桩的成桩装置: 中国, ZL200820086191.8[P]. 2008. (KONG Qing-hua, et al. Case-in-place pile-formed Equipment by drily construction: China, ZL200820086191.8[P]. 2008. (in Chinese))
- [7] 孔 超, 孔红斌. 干取土咬合矩形灌注桩成桩装置与成桩方法: 中国, 201010040026.0[P]. 2010. (KONG Chao, KONG Hong-bin. Equipment and method to form a rectangular secant case-in-place pile with drawing-out soil drily: China, 201010040026.0[P]. 2010. (in Chinese))
- [8] 孔 超, 孔红斌. 一种干取土矩形灌注桩成桩装置与方法: 中国, 201010040028.x[P], 2010. (KONG Chao, KONG Hong-bin. Equipment and method to form a rectangular case-in-place pile with drawing-out soil drily: China, 201010040028.x[P]. 2010. (in Chinese))
- [9] 孔 超, 孔红斌. 一种干取土矩形灌注桩的成桩装置: 中国, ZL201020049963.8[P]. 2010. (KONG Chao, KONG Hong-bin. Equipment to form a rectangular case-in-place pile with drawing-out soil drily: China, ZL201020049963.8 [P]. 2010. (in Chinese))
- [10] 孔清华等. 钢管护壁干取土灌注桩成桩装置: 中国, ZL200820122183.4[P]. 2008. (KONG Qing-hua. et al. Case-in-place pile-formed equipment with hole-protected steel tube and soil dragline: China, ZL200820122183.4[P]. 2008. (in Chinese))
- [11] 孔 超, 孔红斌. 高频振压干排土灌注桩成桩装置与方法: 中国, 201010520402.6[P]. 2010. (KONG Chao, KONG Hong-bin. Equipment and method to form case-in-place pile by high frequent vibration and pressing and drawing-out soil drily: China, ZL201010520402.6[P]. 2010. (in Chinese))

(本文责编 胡海霞)