

浅议组合式劲性混凝土桩锚结构于岩土工程设计中的运用

马俊超 蔡敏 束冬青

安徽省城建设计研究总院股份有限公司, 安徽 合肥 230051

[摘要]文中提出岩土工程基坑支护设计中的新技术方案组合式劲性混凝土桩锚结构,该结构体系具有延性好,节约材料,地下空间利用率高等特点,突破了传统基坑支护设计中钢筋混凝土桩的受力性能,更为科学的为岩土工程师及设计人员提供设计依据及理论依据。

[关键词]基坑支护设计;桩锚结构;劲性桩

DOI: 10.33142/aem.v3i5.4208

中图分类号: TU942

文献标识码: A

Brief Discussion on Application of Combined Rigid Concrete Pile Anchor Structure in Geotechnical Engineering Design

MA Junchao, CAI Min, SHU Dongqing

Anhui Urban Construction Design Institute Corp., Ltd., Hefei, Anhui, 230041, China

Abstract: In this paper, a new technical scheme of composite rigid concrete pile anchor structure in the design of geotechnical engineering foundation pit support is proposed. The structural system has the characteristics of good ductility, material saving and high utilization rate of underground space, which breaks through the mechanical performance of reinforced concrete pile in the traditional design of foundation pit support, more scientific for geotechnical engineers and designers to provide design basis and theoretical basis.

Keywords: foundation pit support design; pile anchor structure; stiff pile

引言

随着我国城镇发展建设,岩土工程中深大基坑支护设计面临越来越多的挑战,由于深大基坑工程自身特点对支护方案选型、基坑变形、施工工艺及材料等也有了更为严格的要求。本文探讨一种新的支护体系组合式劲性混凝土桩锚结构,可以在岩土工程设计中更科学合理的解决传统混凝土灌注桩在深大基坑支护中的不足。

1 组合式混凝土桩-锚结构的提出

1.1 背景技术及新桩型的提出

设计单位通常会在深大基坑支护方案中选择土钉、锚杆、地下连续墙、内支撑、排桩等形式,而在较为复杂的地层条件及对基坑周边环境要求较高的基坑中往往选用排桩作为支护结构形式。传统的桩型选择为混凝土桩、型钢水泥土搅拌桩、钢管桩、钢板桩、型钢桩等。这些桩型往往会因为一系列原因导致支护承载力不足、浪费材料等。基于此,本文探讨了一种新型支护桩组合结构即于传统的混凝土桩中设置对称的工字钢或槽钢,使结构体系具有更高的抗弯强度,进而达到既节约材料又能使得结构具有更好的协调受力能力。

1.2 组合劲性混凝土桩与普通混凝土桩技术特点对比

传统人工挖孔桩通常采用图1所示(a)、(b)两种方式配筋,图(a)的方式沿用了受压桩的配筋方式,这种配筋形式往往竖向荷载很大。而在基坑工程中支护结构主要承受水平力,根据规范计算公式,在桩体两侧 α_s 和 α_s' 角度范围内的钢筋才参与受力。图(b)的方式是在受力区内配置纵筋的方式,虽较上一种方案减少了钢材的使用,但受力模式仍然存在着较多的不合理,结果仍是离圆截面中和轴远的纵筋受力大且先受力,离中和轴相对较近的纵筋受力小且后受力,部分纵筋的利用率仍然较低。而本文所述组合式劲性混凝土桩(图c)则是在桩的两侧受力区分别设置两根型钢,并远离桩中心布置。当桩体受弯时,钢材全部参与受力,材料利用率得到大幅提高,钢材利用率接近100%。此外,试验表明对于10m深的基坑,采用 $\phi 600@2000$ 的劲性混凝土桩-锚结构从支护效果上来说完全可以替代传统人工挖孔桩中采用 $\phi 900@2000$ 的钢筋混凝土桩-锚结构,进而节约混凝土方量达70%以上,进一步提高了基坑内空间的利用率。组合式劲性混凝土桩还可以很好的与群锚变形协调,形成半刚性支护结构。

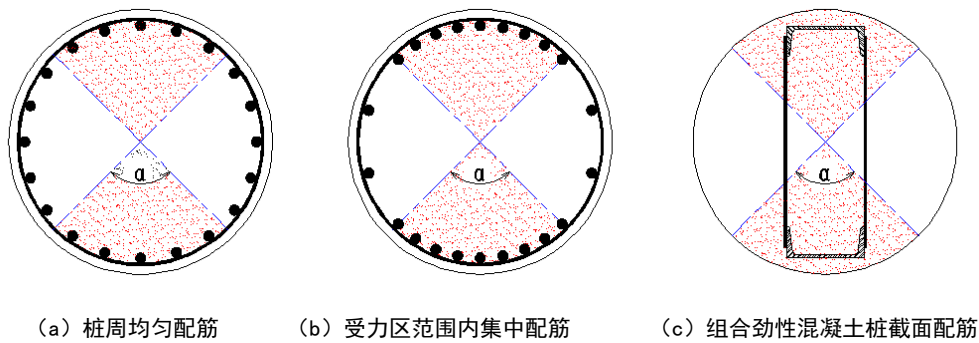


图1 组合劲性混凝土桩与钢筋混凝土桩截面比较

2 组合式劲性混凝土桩的延性试验

2.1 试验目的及内容

本次试验是对普通钢筋混凝土桩和劲性钢筋混凝土桩进行延性试验，采取破坏性试验。对比试件在屈服乃至破坏过程中的挠度，求出延性系数。钢筋混凝土桩和劲性混凝土桩等截面积、等配筋率、等长度，钢筋和型钢均在受拉区90度范围配置。在钢筋和型钢上贴有应变片，加荷点下方设位移计。

表1 试验构件表

构件编号	桩类别	直径	构件长度	配筋	加载方式
试件1	钢筋桩	600	4500	18Φ20	单点加荷
试件2	劲性桩	600	4500	2[16a	单点加荷
试件3	劲性桩	400	3000	2[12	单点加荷

2.2 试验结果

根据试验结果中各试件产生的裂缝可见，试件1钢筋混凝土桩发生剪压破坏，试件2、3劲性混凝土桩均发生斜拉破坏。根据位移计和应变片的测试结果，得出两点结论：

(1) 构件的延性

$$\text{构件延性系数: } \mu = \frac{\Delta u}{\Delta y}$$

Δu —— 构件的极限挠度；

Δy —— 构件的屈服挠度。

根据图2显示的结果，试件2、3的延性系数分别达到6和7，而试件1的延性系数仅为1.7，试件2、3的延性系数远远大于试件1，可见劲性混凝土桩的延性优于钢筋混凝土桩。

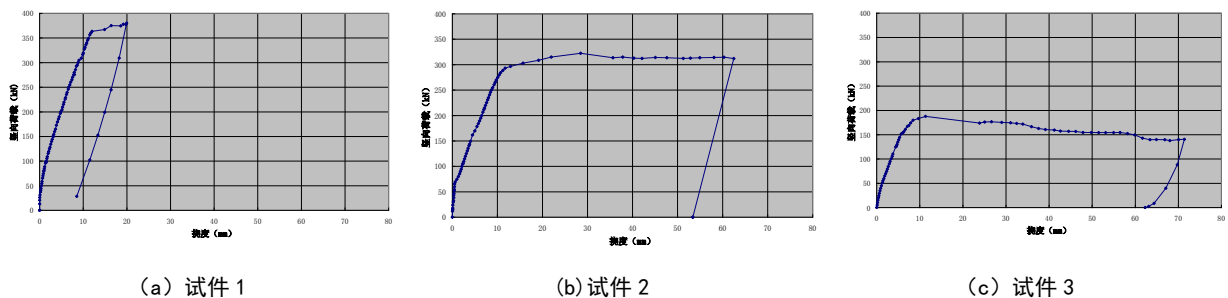


图2 试件的荷载-挠度曲线图

(2) 构件的受力状态

根据分布在桩体内钢筋和型钢上的应变片所测结果（图3）显示，人工挖孔桩配筋沿桩周布置，不能共同受力，而

组合劲性混凝土桩却能够完全协同受力。

将试件1与试件2分别按照规范方法计算得到的抗弯承载力设计值为:试件1: $M_1=446.7\text{KN}\cdot\text{m}$,试件2: $M_2=374.8\text{KN}\cdot\text{m}$,差值为 $71.9\text{KN}\cdot\text{m}$ 。试验结果得到:试件1: $M_1'=393.75\text{KN}\cdot\text{m}$,试件2: $M_2'=341.25\text{KN}\cdot\text{m}$,差值为 $52.5\text{KN}\cdot\text{m}$ 。表明试验结果与规范理论计算值相比:承载力差幅减小2.9%。

由此可见,劲性混凝土桩的受力状态要明显优于普通钢筋混凝土桩。这一结果是由于纵筋布置于普通混凝土桩桩周,当产生主动土压力时,不同位置的纵筋在受拉、受压区表现形态各不相同,不能协同作用。个别钢筋由于受弯发生变形后很快带动整根桩体发生破坏。

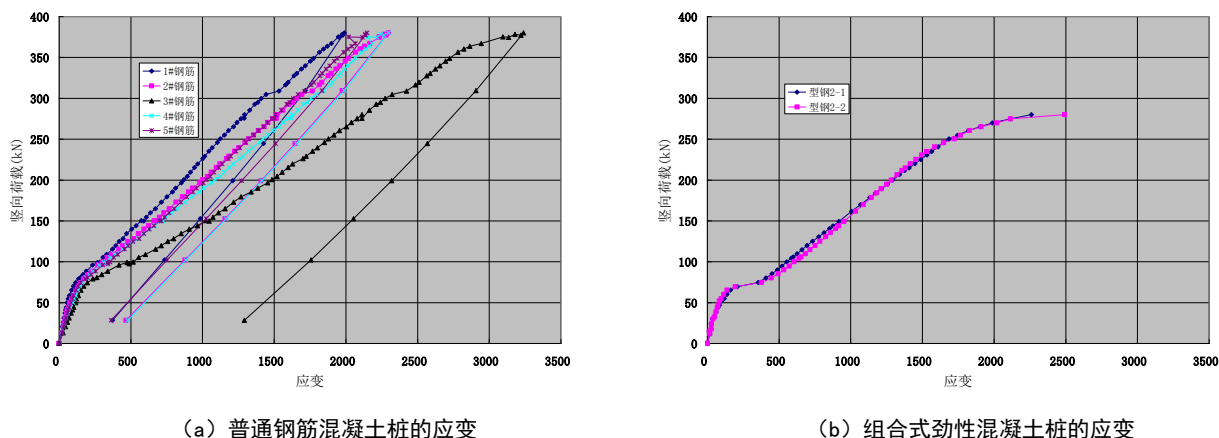


图3 荷载-应变曲线

3 典型工程运用

3.1 工程概况

工程来源于安高城市天地三期基坑支护工程,基坑开挖深度14.4~15.1米,场地位于安徽省合肥市,基坑安全等级为一级。场地西侧临合作化南路,路边有电力管线、污水管线;北侧临望江路,路边有供水管、污水管,基坑越过人防坑道;基坑东侧距离18米为已建住宅楼,坑外全长有人防坑道,距离约8m;基坑南侧为施工通道,距离15m处为已建建筑物,局部有人防坑道。本场地地处南淝河二级阶地地貌单元,场地主要土层为粘土层。

3.2 设计方案

支护结构采用 $\Phi 600$ 组合式劲性混凝土桩-锚支护结构,设计方案及成果如下。

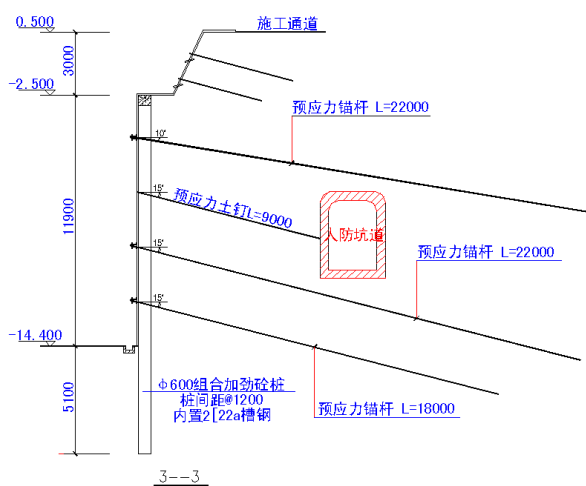


图4 东侧支护剖面



图5 基坑支护效果图

3.3 应用效果

本工程通过运用组合式劲性混凝土桩-锚结构,与传统挖孔桩支护结构相比大大减少了成孔费用和混凝土用量,合理地调整锚杆长度和数量,成功解决了人防坑道给支护带来的困难。该支护工程工期约5个月,使用期5个月,回填前最大桩顶位移量32mm。该支护工程节约工程造价约30%,创造经济效益250万元。基坑支护效果如图5。

4 结语

组合式劲性钢筋混凝土桩具有空间利用率高,省材料,延性好等优点,其良好的延性避免桩体发生脆性破坏,增大了基坑的安全系数,减少了质量安全事故的发生,为其他同类岩土工程设计提供了可靠的参考价值。

[参考文献]

[1]高大钊.深基坑工程[M].北京:机械工业出版社,1999.

[2]龚晓南,侯伟生.深基坑工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.

[3]刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.

作者简介:马俊超(1989.8-),男,中国地质大学(武汉),地质工程,安徽省城建设计研究总院股份有限公司,工程师。