

文章编号: 0451-0712(2007)02-0046-04

中图分类号: TU476.9

文献标识码: B

根式基础及根式锚碇方案构思

殷永高

(安徽省高速公路总公司 合肥市 230051)

摘 要: 本文提出一种新型基础——根式基础,它是在沉井的侧壁以顶推根键的方法使基础周边土体的承载力充分调动起来,形成一种仿生的根式基础。利用数值模拟对根式基础和普通沉井基础的受力特性进行了分析。根式基础用于悬索桥锚碇将成为一种新的选择。

关键词: 根式基础; 根式锚碇; 厚覆盖层; 极限承载力

1 根式基础简介

随着我国交通事业的发展,大跨径桥梁的建设也越来越多,基础在工程中的重要性越来越大,对基础的要求也越来越高。我国的公路桥梁大多处于江河漫滩地区,覆盖层深厚,表层地基土体承载力低,如何充分利用土体的承载力或有效带动更多的土体发挥作用,是当前基础设计与施工的关键。

传统桥梁基础主要有桩基础、扩大基础、管柱基础、沉井基础、连续墙基础、沉箱基础或以上几种基础的组合。

沉井基础是依靠自身重力克服井壁阻力后下沉到设计标高,然后经过混凝土封底并填塞井孔,使其成为桥梁墩台和其他结构物的基础。其特点是埋置深度可以很大、整体性强、稳定性好,有较大的承载面积,能承受较大的垂直荷载和水平荷载;大型沉井的缺点是基础尺寸大、下沉深、分隔多、施工难度大,并且施工时沉井易偏移,纠偏困难,基础要产生沉陷,工程造价高。

摩擦桩是主要依靠土的侧摩阻力来支撑结构的基础形式,适用于上覆地层承载能力较差,较好持力层埋置较深,经济性好;端承桩是在底层具有坚岩,且覆盖层较浅的地域使用的一种桩基础形式,这种基础形式在持力层好时体现出较大的优越性,但是在岩溶发育等特殊地质条件的地区,该基础形式的可靠性就难以保证。

为此,本文提出一种全新的基础形式——根式

基础,它是采用在沉井或沉管中预留顶推孔,待沉井下沉到设计标高后在土层中顶推预制的根键,在保证根键与沉井固结后,形成一种仿生基础。由于顶推根键的挤密和应力扩散作用,充分调动了基础周边土体的承载潜力,使得基础底部得以“卸载”,其承载力得以大大提高。而又由于根键与土体的紧密嵌固作用,使得基础的抗拔力不再是单纯的侧壁摩阻力,抗拔承载力也得以大大提高。安徽省高速公路总公司依托合肥~阜阳高速公路的淮河大桥,进行根式基础的力学行为研究。

淮河大桥桥位区地貌单元为淮河冲积平原,具河谷、河漫滩及一级阶地微地貌,地势较平坦,地震对该场地影响较大,其中砂性土层在高地震动峰值加速度(0.10 g)条件下,存在发生液化的可能。桥位区第四系覆盖层较厚,未揭露基岩,上部土层工程地质性质较差。该桥跨径较大,且桥位区存在液化土层,不适宜用明挖基础,该桥位区砂土层较厚,针对此工程情况,选取引桥半幅桥的基础为根式基础进行试验。

2 根式基础的施工工艺

一种结构有没有生命力在于它的工程适应性、可靠性、施工可行性及经济效应。根式基础基于常规的沉井预制节段后预留顶推孔,采用钢板粘贴预封口与管节一起下沉,防止地下水渗透,在沉入预定标高封底后,采用常规的静压桩工艺在很短的时间内将预制根键顶入周边土层中,之后再特殊胶体灌

浆封孔,将根键的主筋扳直与后浇内衬钢筋焊接,浇注沉井内衬,最后封顶浇注承台。现场可以根据勘察地层土体的刚度,选择不同的根键材料和根键尺寸及布置,以保证根键与周边土体协调变形。预制钢筋混凝土构件(或钢构件)在预制、检测、顶推过程中都有很好的保证,是很好的一种根键材料。

某根式基础深为 19.5 m,承台厚 2.5 m,沉井分 4 节浇注下沉,图 1 为该基础的施工流程。

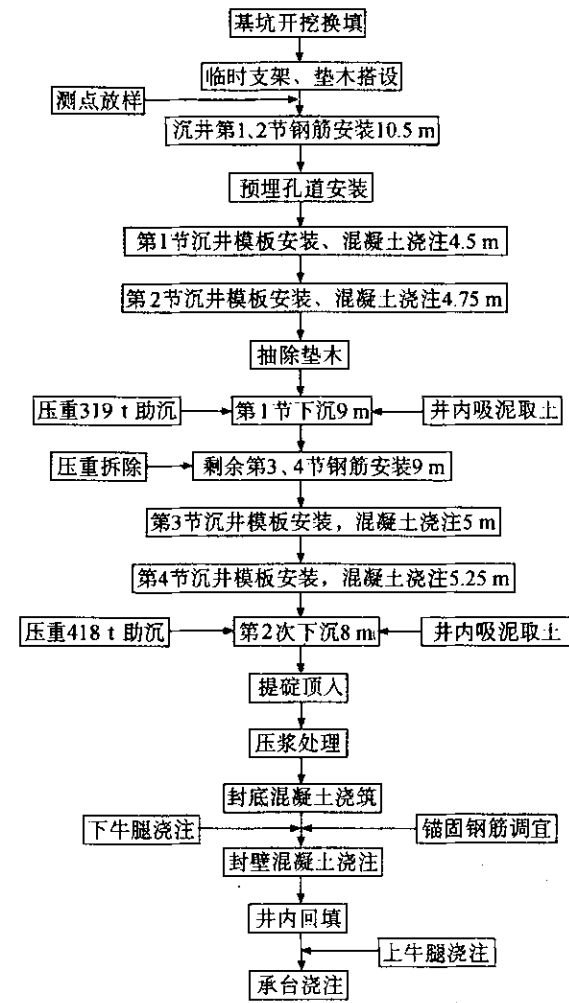


图 1 根式基础施工流程

3 数值分析对比

3.1 沉井的结构和工程概况

结合淮河大桥根式基础试验的地质条件及基础结构布置,对根式基础与普通沉井基础进行数值分析承载特性。

沉井为直壁单圆沉井,两侧带悬臂梁,悬臂梁截面为等腰梯形状,根式基础尺寸见图 2,普通沉井见图 3 所示。

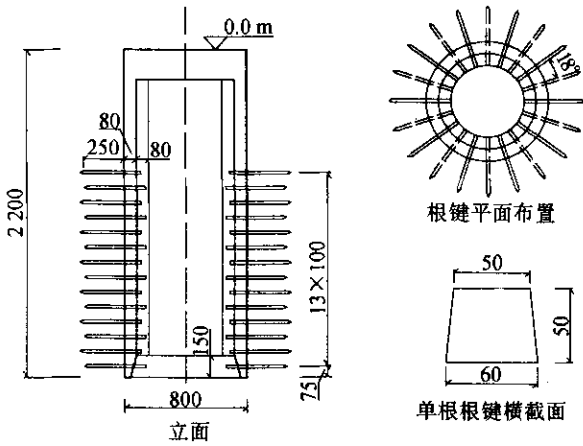


图 2 根式沉管基础构造

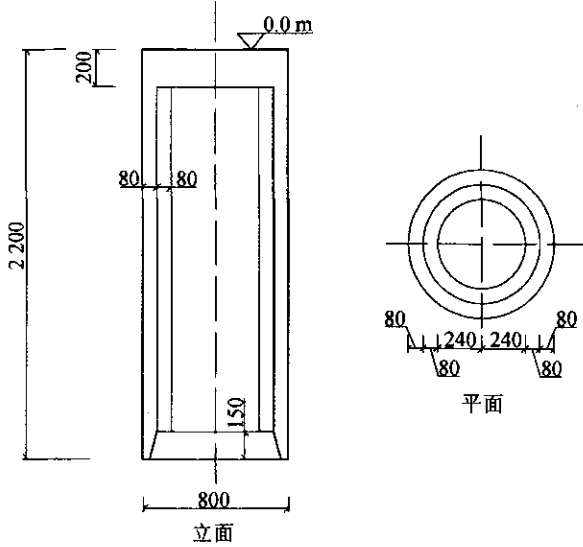


图 3 普通沉井基础构造

采用 Ansys 通用有限元软件进行分析。为简化模型及减少计算时间,取 1/4 对称模型进行分析,取土体长×宽×深边界为 20 m×20 m×60 m,按照实际工程勘察钻孔数据,土层大致分为 9 层,土层分布见表 1。

对 2 种基础形式在相同地质条件下,在设计荷载为 36 500 kN 作用下,基础结构和土体应力见表 2 和表 3。

由表 3 可知,基础底部土层(第 4 层)的最大应力,有根键比无根键要小 217.2 kPa,可见根键分担了很大一部分上部荷载,即起到了应力扩散的效果。根键基础的承载力比普通沉井基础提高了 95%,而施工中只多出了根键安装费用(140 根根键混凝土 146.3 m³,安装制作费约为 365 750 元),其性价比得到很好地提高。

表 1 土层分布

土层	土性	层深/m	土性描述
1	粘土	0~4.9	灰黄色,褐黄色,局部夹薄层亚砂土
2	亚粘土	4.9~19	灰黄色,硬塑,含少量铁锰结核及高岭土
3	粘土	19~22	灰黄色,硬塑,含少量铁锰质薄层
4	亚粘土	22~27.7	褐黄色,硬塑,含少量铁锰结核及高岭土
5	中砂	27.7~31.8	灰黄色,饱和,中密,含少量粘性土和云母细片
6	粘土	31.8~34.4	灰绿色,半坚硬,含少量高岭土,局部夹少量粒径 0.2~0.5 cm 钙质结核
7	中砂	34.4~35.8	青灰色,饱和,密实
8	粘土	35.8~45.5	灰黄色,灰绿色,硬塑~半坚硬,含少量铁锰质薄膜和高岭土
9	基岩	45.5~60	褐红色,强~弱风化岩

表 2 抗压时基础土体及结构应力对比(36 500 kN)

基础类型	最大结构应力/MPa		抗压时土层最大应力/kPa					
	压应力	拉应力	第 1 层	第 2 层	第 3 层	第 4 层	第 5 层	第 6 层
根式基础	2.76	1.01	80.2	365.1	675.3	647.1	675.5	700
沉井基础	2.42	0.17	73.8	350.1	415.4	864.3	713.6	712.7

表 3 抗拔时基础土体及结构应力对比(36 500 kN)

基础类型	最大结构应力/MPa		抗压时土层最大应力/kPa						
	压应力	拉应力	第 1 层	第 2 层	第 3 层	第 4 层	基底(第 4 层顶)	第 5 层	第 6 层
根式基础	0.245	1.57	92.2	349.8	455	514.9	162.8	597.9	643
沉井基础	0.948	1.73	126.7	352.9	407.8	508.4	365.8	586	630.9

势。而且根式基础由于各种工艺为无噪音施工,对周边环境没有干扰。对于大型基础,根式基础的承载力可以很好地发挥利用,其抗倾覆能力和抗拔能力为特定地层的基础提供了一个很好的选择方案。

表 4 淮河大桥钻孔桩和根式基础经济性对比

基础类型	设计荷载/kN	基础尺寸	估算造价/元	工期	备注
钻孔桩基础	36 500	4 根直径 180 cm,桩长 43 m,承台尺寸为 7.6 m×7.6 m×2.5 m	706 123	成孔灌桩 30 d,强度恢复检测 10 d。	根式基础造价约为桩基础造价的 77.6%
根式基础	36 500	外径 800 cm,高 12 m,壁厚 0.8 m,80 根根键,承台尺寸为 8.5 m×8.5 m×2.5 m,底板尺寸为 8.0 m×8.0 m×1.5 m	547 900	沉管安装下沉 30 d,根键顶推作业 10 d。	

根式基础的应用实例见图 4、图 5 所示。

6 小结与展望

20 世纪90 年代以来,我国修建的大跨径悬索桥越来越多,悬索桥由于对通航影响小,造型美观流畅,在

2 种结构最大拉应力位于承台与沉井交接内壁,设计考虑设置牛腿或加腋予以缓解。普通沉井最大压应力在沉井封底与内壁交接处,根式基础最大压应力在沉井封底与内壁交接处及根键下缘。结构应力均能满足。由表 3 可知,基础底部土层(第 4 层)应力有根键时比无根键时要大 203 kPa,可见根键分担了很大一部分上部荷载,而基底仍有根式基础自重应力效果,基础抗拔还有潜力。利用三维数值分析方法对根式基础及普通沉井基础进行抗压承载对比,可见根式基础抗压承载力在本文给出的地质条件下约为普通沉井的 2 倍,而抗拔承载力更大,是普通沉井的 2.5 倍之多,可见根式基础在锚碇中也有应用的潜力。

与普通桩基对比,可以利用其自防水特性施工,对特定地层如厚覆盖层、岩溶发育地区有很大的优

5 根式基础的工程经济性对比

以淮河大桥的原钻孔灌注桩及变更设计的根式基础方案,在相同工程技术条件下的经济性对比见表 4。

大跨径桥型中经济性较好,因此应用较多。悬索桥的关键技术之一在于锚碇的稳固。锚碇承受很大的主缆拉力,要求最好不发生任何位移,故许多悬索桥的锚碇都以基岩为基础。在海上或在冲积平原,当基岩埋置很深时,只好利用摩擦式或重力式方法建造锚碇。

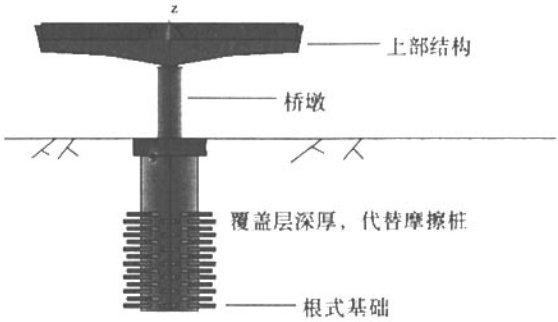


图 4 根式基础在厚覆盖层地质条件下的应用

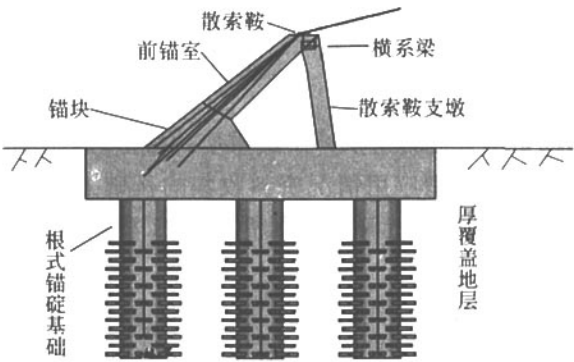


图 5 根式锚碇在厚覆盖层的应用示意

隧道锚及岩锚主要应用于岩层埋置较浅且岩层条件较好的地区,对于厚覆盖层的沉井基础体积庞大,一般要求分隔较多,下沉较困难。连续墙基础施工机械设备需求较多,一次性投资较高,施工工艺复

杂,技术要求较高,质量要求较严。根式基础的沉井体积较小,可分为多个小根式基础分别下沉,根键顶推可以很好地以基础带动大范围土体承载。根式锚碇可以化整为零,且各个小根式基础可同时进行施工,比大沉井有很大的优越性。

7 结语

根式基础利用仿生的原理,将基础的应力更好地传递到土层中去,相对于传统的沉井基础更能保持已有优点,在很小的附加投入下达到巨大的承载潜力。根式基础良好的抗拔性能可以应用于悬索桥的大型锚碇基础中。

参考文献:

[1] 刘自明. 桥梁深水基础 [M]. 北京:人民交通出版社, 2003.
[2] 雷俊卿,郑明珠. 悬索桥设计 [M]. 北京:人民交通出版社, 2000.
[3] 凌治平. 基础工程 [M]. 北京:人民交通出版社, 1996.
[4] 龚晓南. 高等土力学 [M]. 杭州:浙江大学出版社, 1999.
[5] 夏明耀. 地下结构工程设计与施工手册 [M]. 上海:中国建筑工业出版社, 1998.
[6] 曾艳华,王明年. 计算机在地下工程中的应用 [M]. 成都:西南交通大学出版社, 2004.

Scheme Conception of Root Foundation and Anchor Block

YIN Yong-gao

(Expressway Corporation of Anhui Province, Hefei 230051, China)

Abstract: A new simulated root foundation which can make full use of the load capability of surrounding soil by jacking “root” on the side wall of the caissons is presented by Expressway Corporation of Anhui Province. The 3-D simulation shows that the root foundation has larger potential of vertical bearing capacity, horizontal bearing capacity and anti-overturning capacity. So the root foundation can be a potential choice for the anchor block of suspension bridge.

Key words: root foundation; root anchor block; thick covering stratum; ultimate bearing capacity