

复合地基综合施工法的应用研究

方雪松,李江林,郭鹏举
(中航勘察设计研究院 北京 100086)

摘 要 介绍了几种新开创出来的综合性施工法的研究及应用情况,包括钻孔夯扩挤密桩法,重锤跟管夯扩天然级配砂石桩法,钻孔回填水泥搅拌桩法,钻孔跟管夯扩桩法。

关键词 地基处理,综合性施工法,夯扩桩

中图分类号:TU473.1 文献标识码:A 文章编号:1000-3746(2000)05-0035-02

Multi-process for Combined Foundation Construction/ FANG Xue-song, LI Jiang-lin, GUO Peng-ju
(Zhonghang Investigation Design Institute, Beijing 100086, China)

Abstract: Some multi-processes newly developed are described with their uses, which includes drilled expanded compaction piling, rammed naturally graded stone column with simultaneous heavy hammer casing, drilled back fill mixed slurry piling, and drilled expanded piling with simultaneous casing.

Key words: foundation treatment; multi-process; expanded pile

岩土工程的主要内容是指改造和利用岩土工程环境,即在认识和了解岩土工程条件的基础上,通过各种方案的综合比较和评价,提出改造和利用岩土工程环境的专项设计,以满足工程建设项目的需要。岩土工程施工技术是保证岩土工程设计方案顺利实施的关键。

随着我国改革开放的深入,经济建设实力不断增长,过去小规模厂房建设项目已变为大规模经济开发区的综合建设项目。岩土工程的内容和范围也不断向深度和广度发展,其重要程度和复杂程度也越来越大。

岩土工程施工技术作为一门应用学科,它的发展受到许多学科和技术发展的影响。随着我国经济体制的改变,由社会主义计划经济向市场经济转变,岩土工程的发展受到了很大的影响和冲击。长期以来,岩土工程靠国家和行业的指令性计划施工,短时间内还无法形成一个比较合理的市场竞争环境。各勘察单位之间靠降低价格或其它非正常的经济手段来承揽工程,而不是靠提高自身的管理水平和技术实力来公平竞争。从而使岩土工程施工技术停滞不前。一方面社会的发展,对岩土工程施工技术的要求越来越严,应用范围也越来越广;另一方面,由于经济上的考虑,又限制了施工技术的进步。这就产生了矛盾,矛盾激化的结果是,最终会通过科技进步,促进岩土工程技术的发展,以提高市场竞争能力,获得最好的经济、技术和社会效益。

中航勘察设计研究院是国家综合性勘察设计研究单位,处于当今的市场氛围,一直坚持以科研带动生产,采用新技术、新工艺来提高市场竞争力,获得了很好的效益。

1 综合性施工法的研究

我国《建筑桩基技术规范》(JGJ94—94)对桩基础作的定

义是:由基桩和连接于桩顶的承台共同组成。传统的桩基础是一组结构构件,它们的荷载由来自于土的反力所承受,该反力包括端部压力和沿桩表面的摩擦力。

由黄志仑大师首先提出的桩地基新概念,是指一切由柱状体(桩)进行处理后的地基。这种地基过去一般用“复合地基”来加以描述。例如碎石桩复合地基、灰土桩复合地基、CFG桩复合地基等等。现在用桩地基来描述,既简便,概念又非常清楚。它既说明了地基是由桩状体(桩)和土所组成,包含了复合的意思,又说明了它是一种地基,明确地与桩基础相区别。桩地基中的桩是地基的组成部分,它不与基础(承台)相连接。

通常把地基处理理解为软弱土地基或特殊土地基的处理,以提高其承载力、稳定能力以及消除其特殊性质对建筑物地基的不良影响。从地基处理的发展现状来看,这种理解偏于狭隘。目前不仅软弱土及特殊土需要处理,而且一般的“中硬土”和“硬土”也需处理。另一方面,通常总是把地基处理理解为使地基土由“坏”变“好”。实际上,地基处理有时也用于把土由“好”变“坏”。

传统的地基处理方法很多,其中很重要的一种就是用不同的方法在不良土中形成柱状体,对于同一幢建筑物,一般总是采用一种方法,形成同一直径或深度,用同一种材料的柱状体(以下称桩体),而且在成桩过程中,对软弱桩间土的力学性质改善不大,有的甚至还对桩间土造成了严重的扰动。因此,随着岩土工程的发展,应当用下列全新的概念来代替:

- (1)同一根桩体的材料上下部不一定相同;
- (2)桩的间距、直径、夯填材料、挤压程度都不一定相同;
- (3)桩体的刚度可以弱于桩间土的刚度;

收稿日期 2000-07-15
作者简介:方雪松(1963-),男(汉族),安徽人,中航勘察设计研究院高级工程师,探矿工程专业,从事岩土工程方面的科研、管理与生产实践工作(010)62547722-5032;李江林(1963-),男(汉族),安徽人,中航勘察设计研究院高级工程师,水文工程专业,从事岩土工程方面的经营、管理与生产实践工作;郭鹏举(1972-),男(汉族),江苏人,中航勘察设计研究院工程师,岩土专业,从事岩土工程方面的生产经营工作。

(4) 桩体的直径从上到下可能是各种不规则形状或呈上大下小或呈上小下大以及呈串珠状等等;

(5) 就施工工法而言,可从质量、工期及经济效益等方面考虑,采用各种综合性施工法。

根据上述地基处理的新概念,我院新创了很多种综合性的施工工法,如:钻孔夯扩挤密桩法、重锤跟管夯扩天然级配砂石桩法、钻孔回填水泥搅拌桩法、钻孔跟管夯扩桩法等。并相继投入了实际工程应用,取得了很好的效果。

2 钻孔夯扩挤密桩法

这种工法就是在需处理的地基场地用长螺旋钻机或符合设计要求的其它方法成孔,向孔中填入设计要求的桩体材料,用夯锤分段夯扩挤密,桩体材料侧向挤压地基土,甚至挤入地基土,改善了地基土的物理力学性质。由处理后的桩间土和桩体组成复合桩地基。这种地基处理工法的突出优点是:安全、可靠、承载力提高幅度大、科学、经济、适用较深地层,施工工序及设备简便,同时具有无噪声、无振动、无泥浆污染等。

工程实例:北京纺织机械厂改建工程某塔式高层住宅楼,剪力墙结构、箱形基础。场地勘察表明,基础底面处土层承载力标准值为 140 kPa,不能满足设计要求的 370 kPa,必须进行地基加固处理。本工程采用钻孔夯扩挤密桩设计方案,采用先钻 $\phi 400$ mm 小孔,再进行夯扩挤密桩施工,桩径 500 mm,施工桩长为 5.8 m。设计等边三角形布桩,置换率为 $m = 0.157$ 。桩身材料 C10 的干硬性混凝土。

施工结束后,委托第三方对场地复合地基进行了检测、评价,共进行了 20 根桩低应变动力检测,2 台单桩和 2 台桩间土静力载荷试验。试验结果(见图 1)复合地基承载力标准值达 400 kPa,满足了设计要求的 370 kPa,桩身完整性好,桩体强度达到设计要求,桩间土的承载力也得以提高(见图 2)。

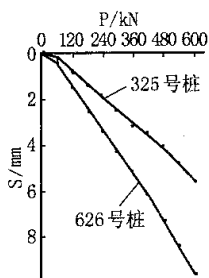


图 1 单桩 $P-S$ 曲线图

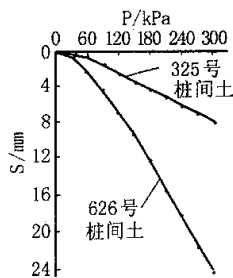


图 2 桩间土 $P-S$ 曲线图

3 重锤跟管夯扩天然级配砂石桩法

这种工法是将传统的振动沉管碎石桩法与重锤夯扩成桩法结合起来,主要用于较饱和和软弱地层的处理,能同时满足提高承载力和消除砂土液化的目的。

这种工法施工时,先将钢管沉入地下设计标高,后分层填入级配砂石料,利用管内重锤分层夯扩(锤重 1.2~2.0 t,高吊 2.5 m 以上),使桩径由 400 mm 夯扩至 500~600 mm,这样不仅使桩体本身得以密实,也使桩间土挤密,达到了既提高承载力又消除砂土液化的效果。施工时无污水、泥浆,排除了断桩、缩径的可能性。

工程实例:北京市昌平区某多层住宅楼,为框架结构、柱基。场地勘察表明,基础底面处土层承载力标准值为 110~140 kPa,不能满足设计要求的 180 kPa,且 5 m 以上浅层的粉土和砂土存在液化,故需进行地基加固处理,以满足结构设计对承载力和消除砂土液化的要求。本工程采用重锤跟管夯扩天然级配砂石桩设计方案,成孔孔径 400 mm,经重锤夯击后桩径为 500~600 mm,施工桩长约为 7.8 m,有效桩长 6.0 m。因本设计采用砂石桩,属柔性桩,不能按刚性桩或半刚性桩来设计,设计过程是先确定桩土应力比,再布桩,后验算复合地基承载力。正方形布桩,置换率为 $m = 0.136$ 。

施工结束后,对场地复合地基进行了全面检测,共进行了 10 个重型动力触探,15 个标准贯入试验,4 台静力载荷试验。试验结果表明,承载力满足了设计要求的 180 kPa,整个场地消除了砂土液化。

由于试验数据较多,只列出有代表性的数据进行分析。

(1) 标准贯入试验:在基础内进行标准贯入试验,以检测桩间土的挤密效果和砂土液化的消除情况。本文抽出夯扩前后的 10 个孔标准贯入试验数据如图 3,跟管夯扩后标贯击数大大提高,说明桩间土得到了很好的挤密,尤其是砂土中击数提高很多,场地土彻底消除了液化。

(2) 静力载荷试验:为了确定地基土加固后,复合地基承载力是否满足设计承载力标准值的要求,共进行了 4 台静力载荷试验,试验结果见图 4。从试验结果可知,跟管夯扩天然级配砂石桩沉降量较小,复合地基承载力大大提高,满足了设计要求的 180 kPa。

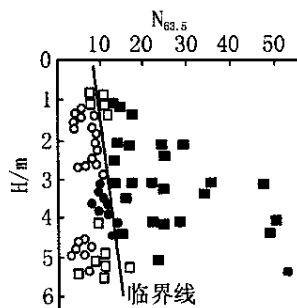


图 3 标准贯入试验曲线图

○—沉管桩粘土中的击数;
●—沉管桩砂土中的击数;
□—夯扩桩粘土中的击数;
■—夯扩桩砂土中的击数

4 钻孔回填水泥搅拌桩法

这种工法就是在需处理的地基场地用长螺旋钻机或符合设计要求的其它方法成孔,向孔内填入符合要求的砂土、粉土等,再用传统的水泥搅拌桩法成桩。主要用于

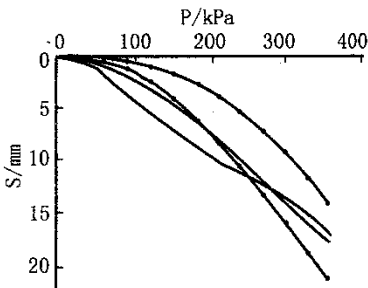


图 4 静力载荷试验曲线图

无地下水地层、砂卵石与软弱土夹层、杂填土较厚的场地。

这种工法施工时,利用长螺旋钻机(或者利用人工洛阳铲)成孔,钻进至设计要求的深度,然后不转动提升钻具至地表,将取出的砂土中的大块卵石和粘土块捞出,剩余的(数量不够时补充)就地拌合均匀后回填孔内。接着进行传统的水泥搅拌桩施工,根据试桩确定需要的施工参数。

工程实例:北京市丰台区洋桥村某 26 层住宅楼,为剪力墙结构、箱形基础。场地勘察表明,基础底面处土层承载力标准值不能满足设计要求的 400 kPa,故需进行地基加固处理。本工程地基为新近沉积砂卵石层及粉质粘土软弱夹层,

地基处理目的是为提高承载力、降低沉降量、减少差异沉降。本工程采用钻孔回填水泥搅拌桩法设计方案,采用先钻 $\varnothing 330$ mm 小孔,取出粉质粘土软弱土块及大卵石后,就地回填砂卵石,再进行水泥搅拌桩施工,桩径 430 mm,施工桩长为 4.6 m,设计正方形布桩,置换率为 $m = 0.10$ 。

施工结束后,委托第三方对场地复合地基进行了全面检测,共进行了 42 根桩低应变动力检测,3 台静力载荷试验。试验结果复合地基承载力标准值达 420 kPa,满足了设计要求的 400 kPa,桩身完整性好,桩体强度达到设计要求。

5 钻孔跟管夯扩桩法

这种工法类似于钻孔夯扩挤密复合桩施工法,先钻孔,然后进行跟管夯扩成桩。除了具有钻孔夯扩挤密复合桩施工法的优点外,这种方法还可以处理有一定地下水、易塌孔的地层。

这种工法施工,当地层浅部较硬,下部较软时,利用长螺旋钻机先行引孔,深度到地下水面为准,可以避免后续沉管的困难及沉管过程中对相邻桩的不利影响,然后采用跟管夯扩挤密桩法成桩至设计要求的深度,夯扩挤密孔底虚土和桩间土,从而提高桩的端承和侧阻力,同时保证地下水不进入桩体。

工程实例:北京市顺义县某综合业务楼为多层框架结构,独立柱基。场地勘察结果表明,基础持力层承载力标准值为 70~90 kPa,不能满足设计要求的 250 kPa,故需进行地基加固处理。本工程采用钻孔跟管夯扩法施工方案,螺旋钻

成孔孔径 400 mm,沉管夯扩成桩直径为 500 mm,桩长以进入粉砂层 50 cm 和最后 2 击贯入度来控制,设计梅花形布桩,置换为 $m = 0.17$ 。

施工结束后,委托第三方对场地进行了检测,随机抽检了 3 根桩进行单桩复合地基静载试验,试验结果复合地基承载力标准值达到 350 kPa,完全满足设计的要求。桩间土也得到很好的密实,地基处理施工结束后的轻型动力触探(N_{10})击数平均提高了 1.3 倍。

6 结语

针对工程质量、工期、造价、环保等方面越来越严格的要求,我院通过开创各种新的综合性施工法,成功地承揽和完成了几十项工程,不仅创造了良好的经济效益,而且提高了知名度,增强了市场竞争力。

置身于现今竞争日趋激烈的市场氛围之中,作为勘察设计与施工单位,必须接受新的思想,加强科研力度,不断地开创新的施工工法和工艺,才能提高自身的竞争力,永远立于不败之地。

参考文献:

[1] 黄志仑,苏振兴.桩基础与桩地基[J].岩土工程技术,1996(3).
[2] 黄志仑,檀中文.钻孔夯扩挤密复合桩地基[J].军工勘察,1996,(1).
[3] 温立新,贾财.北京某塔式住宅楼地基基础方案选优[J].岩土工程技术,1998(2).