

复合载体夯扩桩施工中填料对承载力的影响

蔺忠彦 张健 张凯

(北京波森特岩土工程有限公司 102218)

[摘要] 通过实践中不同地质条件下填料量的变化对复合载体的影响,介绍了复合载体夯扩桩承载力的控制与填料量的关系,并对设计中应注意的问题提出一些建议和意见。

[关键词] 复合载体夯扩桩 复合地基 填料

Effect of Filling Material on the Bearing Capacity of Ram-compaction Piles with Composite Bearing Base

/Lin Zhongyan, Zhang Jian, Zhang Kai (Beijing Puissant Geotechnical Engineering Co., Ltd., Beijing 102218, China)

Abstract: Based on the effects of filling material on the bearing capacity of the composite bearing base through the construction experience, the relationship between the filling material and bearing capacity of the ram-compaction piles with composite bearing base is introduced, and some suggestions on design and construction are presented.

Keywords: ram-compaction piles; composite bearing base; compound in the ground; filling material

一、引言

由于复合载体夯扩桩三击贯入度与桩端等效计算面积密切相关,故三击贯入度是确定单桩承载力的主要控制参数。大量的工程实践表明,填料量与三击贯入度也存在直接的关系。一般情况下,填料量越大,三击贯入度越小,单桩承载力的发挥也越好,但在某些特定的地区,设计时对填料量应控制在一定的范围,否则会适得其反。以下着重介绍填料量、三击贯入度及复合载体夯扩桩单桩承载力三者之间的关系。

二、复合载体在复合载体夯扩桩中的作用分析

由于复合载体夯扩桩是一种等效的扩展基础,即载体基础,故其承载力主要来源于桩端载体。复合载体的施工质量、等效面积都直接影响到复合载体夯扩桩的承载力。

从构造上看,复合载体由四部分组成,自上而下依次为干硬性混凝土、填充料、挤密土体、影响土体,其中干硬性混凝土和填充料是为改变土的力学指标和施工性能而填入的外部物质,挤密土体和影响土体为物理性质已经改变了的原状土体,是填料与载体端部持力层间的过渡。

复合载体夯扩桩的受力机理是将上部结构荷载通过(钢筋)混凝土桩身传递至复合载体顶面,再通过干硬性混凝土球面和填充料扩散至挤密土体、影响土体和载体下持力层,复合载体中应力从上到下逐渐减小,至影响土体时,已小于原状土层的地基承载力。这样就保证了在单桩荷载作用下,复合载体以下的土体不会出现失稳破坏,从而满足了上部建筑结构荷载的要求。

三、填料在复合载体中的作用分析

填料在复合载体夯扩桩中的作用表现为:

(1)复合载体的形成依赖于重锤的夯击和填料的填充,重锤不断对有效桩长深度范围下的土体进行夯击,形成一孔洞。该孔洞由挤压土颗粒间的空隙而成,如果要将持土层不断地加固挤密,必须填入一定的填充料,故填料对土体的挤密效果有密切的关系,在达到最佳挤密效果以前,填料越多,挤密效果越好;当超过一定量后,多余的填料往往会影响挤密效果,从而影响单桩的承载力。

(2)土体中的水能起到润滑、减小颗粒间摩擦力的作用。当重锤夯击时,土颗粒间摩擦力越小,土体的固结和颗粒重新排列就越容易,若含水量过大,水的存在会削减土骨架的受力,从而影响挤密效果。故填料能通过其自身的含水而改变土体的含水量,影响土体的挤密效果,从而影响到复合载体的施工和承载力的发挥。

对于承台下有多桩且桩间距较小时,填料量的控制必须考虑不同桩的复合载体之间的影响。从理论上分析,单桩的承载力可以通过调整填料来实现,承载力要求越高,只要增加填料、提高挤密效果即可实现。但实际工程中由于受复合载体夯扩桩特殊的施工工艺和桩间距的影响,填料不能无限制地增加。当一个复合载体施工的填料超过一定体积时,再增加填料可能影响到相邻的已经施工完毕的复合载体,挤压载体可能产生裂缝,甚至造成载体与桩身的脱离,这样复合载体夯扩桩的承载力将大大减弱。

因此,复合载体的填料应该控制在最佳填料量的范围内。所谓最佳填料量,即将被加固土体加固挤密至最优的密实状态,而不破坏相邻复合载体所需的填料体积。不同的土层都有不同的填料体积,设计施工时应根据场区内土体的实际物理力学指标,结合桩间

距与载体埋深选择最佳的填料量。

四、不同土性中填料的控制

土的物理力学参数中各指标对填料的影响都较大,特别是含水量和孔隙率。相同的土层中,相同的三击贯入度下,不同土体含水量和孔隙率将直接导致填料量的不同。

一般来说,要得到相同的三击贯入度,当土层含水量较低时,填料量较少;当土层含水量较高时,填料量较多。这是因为含水量较低时,土体在重锤的夯击作用下,固结速度很快,土中超孔隙水压力的消散很快,土体的强度能够很快地提高,因此在很短的时间内就能够达到设计要求的三击贯入度。当含水量较高时,土体在重锤的夯击作用下,土中超孔隙水压力的消散很慢,加固土体中水压力的增加使土体的固结速度变慢,因此需要较多的填料量才能够达到设计要求的三击贯入度。经过一定的时间,当土体固结后,加固土体的强度得到恢复,复合载体夯扩桩的承载能力将会逐渐提高。

对于粘粒含量较大的土体,当土体的含水量达到土体的液限时,土体在重锤的反复夯击作用下,土体的结构容易破坏,变成液化土层或橡皮土,即使填再多的填充料,也无法满足设计要求的三击贯入度。在这种情况下,应当控制填料量和夯击能量,以减少对原状土体的扰动。通过大量的试验对比,在这类土中复合载体夯扩桩应该以填料量和干硬性混凝土的体积作为主要控制指标,以三击贯入度作为辅助控制指标,设计之前必须分析同类地质条件下复合载体夯扩桩载荷试验的数据,作为设计参考。

五、填料的成份

复合载体夯扩桩的主要特点是对土体的挤密加固,填料的目的是填充土体间空隙,增加挤密效果。挤

密效果控制的参数为三击贯入度,因此填料的成份只要不影响土体的加固效果就可以采用。一般情况下,建筑垃圾、砖、碎石、钢渣、甚至砂和土均可利用,因此可以就地取材、利用废物,这也是复合载体夯扩桩的一个显著特点。

填料并不是复合载体夯扩桩的必须工序,当土体中含水量较小时,特别是在砂层和卵石层等粗颗粒土体中,即使以原状土体作为填料甚至不填料,在成孔过程中,由于重锤的竖向夯击,使得桩孔中土体向下挤密填充,在护筒沉至设计标高后,三击贯入度只要满足设计要求,即可以直接夯填干硬性混凝土。

不论何种填料成份,在重锤的夯击作用下,均会全部或部分变成粉末状,虽然形状有所改变,但不会影响到填料的填充和挤密作用,由于填充料均为无机物,在地下水及化学物质的作用下,也不会产生腐蚀现象,体积也不会发生变化,因此,复合载体的强度不会因为材料而改变。

六、结语

复合载体是复合载体夯扩桩承载能力的重要保证,只有形成满足设计承载力要求的复合载体,上部荷载才能有效地传递到承载力高的持力层。填料夯击是形成复合载体的关键,是复合载体承载力的重要保证。实际设计施工时应根据土层的特性、结合桩的布置与试桩情况,合理确定施工填料。填料的成份可因地制宜,不限制具体的填料成份。

参 考 文 献

1. 复合载体夯扩桩试桩研究(内部资料).北京波森特岩土工程公司,2004.
2. 复合载体夯扩桩设计规程.中国建筑工业出版社,2001.
3. 王继忠等.复合载体夯扩桩的应用研究.施工技术,2002.

(上接第17页)

桩距离近,施工时载体相互影响,单桩载体基础不可能为圆形载体基础,为如图3所示等效基础形状,故图3中ABCDEF面积比3个单独施工的复合载体夯扩桩等效计算面积之和小。

5. 大直径复合载体夯扩桩承载力的计算

大直径复合载体夯扩桩承载力同样来源于桩端载体的等效计算面积 A'_e 。等效计算面积 A'_e 受桩端影响土体的土性、填料量、夯击能量和护筒直径等诸多因素的影响,无法准确计算。常规的复合载体夯扩桩等效计算面积已经有相当的经验,规范JGJ/T135—2001提供了参考计算面积。可以借鉴常规复合载体夯扩桩的等效计算面积,采用如下公式对大直径复合载体夯扩桩单桩承载力进行计算:

$$R_a = 3\alpha q_{pa} A_e$$

式中: A_e 为常规直径为400mm的等效桩端计算面积(m^2); α 为受载体相互影响,桩端等效计算面积的折减系数,须根据大量的试验数据统计确定。

三、结语

(1) 大直径复合载体夯扩桩可提高桩的承载力,单桩最大承载力可达4 000~5 000kN。

(2) 设计计算时,大直径复合载体夯扩桩的等效计算面积可以参考常规的复合载体夯扩桩的 A_e ,并乘以 3α 系数进行设计计算。

参 考 文 献

1. 建筑桩基技术规范.中国建筑工业出版社,2001.
2. 刘金砺.桩基计算手册.中国建筑工业出版社,1999.
3. 建筑地基基础设计规范.中国建筑工业出版社,2001.
4. 桩基工程手册编写委员会.桩基工程手册.中国建筑工业出版社,1995.