

复合地基载荷试验中压板面积的相关问题分析

王建斌

广州建设工程质量安全检测中心有限公司

摘要:对于大部分工程来看,复合地基平板试验有着多样性的特点,利用理论分析以及实际检测结果进行验证,可以有效确定试验压板的面积。本文基于复合地基载荷试验,从多个方面探讨了试验中承压板面积的若干问题,其中包括不同压板面积试验、相对变形值的明确等,旨在能为相关人员及研究提供借鉴。

关键词:搅拌桩;复合地基;载荷试验;压板面积;相对变形值

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.020

引言

水泥搅拌桩适宜处理素填土、砂土的那个地基,勘察以及配比试验是确保施工质量的关键手段,竣工之后的检验是复合地基质量的把关。针对承受荷载的搅拌桩,载荷试验是有效的质检方法。在有效开展载荷试验的基础上可以精准展现承载力,但若压板面积和置换率不匹配,进而造成试验结果和实际有着差异,对于此问题,本文通过实例进行分析。众所周知,复合地基已是软基处理的有效手段,而对于地基承载力的检验,载荷试验为经常使用的方法。现有的地基处理标准针对复合地基载荷试验都进行了详细规定,但因为地基的构成材料、工艺等均有所差异,并且不同区域情况差别悬殊,所以在使用中却有着较多不便。文章基于很多实测资料的研究,从如下方面对载荷试验问题进行初探。

一、复合地基概述

复合地基一般是天然地基进行处理时,一些土体获得提升,可能是被置换掉,也可能是在天然地基中添加筋材料,对于加固区来看,通常情况下包括基体以及增强体两部分,属于一种人工基地,而对于基体来看,可以是天然地基土体,也可以改良完成地基土体。基于荷载作用下,复合地基一起承担荷载作用。结合其传递机理来分析,可以把复合地基划分成两类,一类是竖向增强体地基,另一类是水平向增强地基。对于竖向增强体地基,它还包括三种类型,一类是散体材料桩地基,一

类是柔性桩地基,一类是刚性桩地基^[1]。在复合地基载荷试验过程中,针对压板面积的有关问题,本文主要从以下方面进行分析,即承载力计算、不同承压面积载荷试验、快速法载荷试验、S/d值的确定等,以供相关人员参考。

二、复合地基承载力计算

对于复合地基来看,不管是采用深层搅拌法,还是采用高压喷射注浆法,都对面积置换率有一定的要求,也就是要根据设计间距,借助等边三角形以及矩形等型式开展布置,同时承担一定的地基处理面积。对于桩土复合完成的地基来看,其承载力计算应借助现场压板载荷试验进行确定。对于地基承载力而言,通常是借助基础持力层地基承载力以及总沉降量进行确定,特别是对软土地基,往往通过沉降进行控制。想要科学确定压板面积,首先,应结合设计标准的搅拌以及单桩面积置换率来确定,其次,压板面积应覆盖多个桩,切实体现允许变形条件后的地基土承载力,特别是在工程基础下有关地基沉降区域土层性质出现变化的情况下。由此,应尽可能地使用大面积压板,同时还要保证压板面积和设计置换率保持一致。然而根据设计置换率和压板覆盖桩的数量,压板面积无需同试验压板面积相适应。也就是试验压板中复合地基可能会产生桩多土少的问题,或者是桩少土多的问题,没有和设计置换率达成一致。在这一过程中,应根据目前规格的压板开展试验,其规格是2*2米、2*3米、3*3米,这会和实际的结果产生差异。在试验置换率大于设计置换率的情况下,也就是桩多土少时,如果还是根据设计要求值对试验结果进行判定,将对工程质量造成较大的影响,会产生严重的安全隐患。由此,对于以上问题,应对试验过程中的总加荷载量开展换算,也就是要对荷载试验值开展换算。承载力标准值计算可表示: $f_{spk}=mRa/A_p+\beta(1-m)f_{sk}$,其中 f_{sp} 表示承载力特征值,单位为kPa; m 表示置换率; R_a 表示单桩垂直承载力标准值,单位kN; A_p 表示柱截面积,单位为 m^2 ; f_{sk} 表示天然地基承载力,单位为kPa;

β 表示折减系数，在未修正的承载力超过平均值时，可以选取0.1-0.4；在低于平均值时，可以选取0.5-0.9，设计褥垫层时都取高值。

三、复合地基载荷试验

载荷试验通常是针对复合土层，用来检测其承载力情况以及变形模量，压板要有着较好的刚度。对于单桩载荷试验，它的压板可用方形，面积是单桩承受面积；对于多桩载荷试验，它的压板可用矩形，根据桩所承受的面积来明确压板的大小。对于桩的中心，需保证和压板中心相适应，同荷载作用点全面重合。当对承压板面积进行计量时，首先，应结合单桩面积置换率大小来明确，其次，压板覆盖的桩，要切实体现允许变形条件的承载力特征值，尤其是工程基础下，在地基沉降计算区域中土层性质出现变化的情况下，或是借助地基沉降控制对地基承载力开展确定，实施地基处理设计过程中，这是非常关键的。由此，在进行复合地基试验过程中，针对承压板要优先考虑面积充足的，与此同时，保证其面积和置换率达成一致。

①不同承压面积载荷试验。承载力通常是综合考虑桩体及土，做载荷试验来明确，此种方式被大力推广，且获得了良好成绩，部分检测单位鉴于试验设备及场地等，也考虑单桩载荷试验，计算承载力，之后结合理论，转换成地基承载力。用A表示处理面积， A_p 表示截面积，相比于处理面积A'较小，超过截面积的压板的面积，如果基于A'面积，根据载荷试验 P_s 曲线获取 f'_{sp} ，那么可根据以下式子来明确单桩承载力： $R_d = f'_{sp} * A' - \eta (A' - A_p) f_s$ ，其中，用 R_d 以及 f_s 分别表示单桩以及桩间土的承载力， η 表示折减系数^[2]。基于此，能够获取置换率下的特征值： $f_{sp} = mR_d / A_p + \eta (1-m) f_s$ ，某一粉喷桩地基，桩长5.5米，桩的直径500毫米；间距860毫米、910毫米；桩间土强度是100千帕。本项目做了载荷试验，一共五组，表1是详细结果。结果表明，通过基于置换率的载荷试验均能够获取相对一致的承载力，从而能够明确复合地基承载力。此种方式有着桩间土强度改变情况，通常选择小面积压板试验明确的承载力相比于实际较低。

表1 不同压板面积的载荷试验

种类	组别	压板尺寸 (mm)	置换率	复合地基承载力 (kPa)	单桩承载力
1	1	1*b	25% (实际)	182	121
	2	860*910		190	125
	3	小面积承压板		264	120
2	4	d=798	39.2%	254	115
	5			260	118

②快速法载荷试验。通常情况下，粉喷桩负荷地基载荷试验得出的P—s曲线基本都是缓变型，且无拐点，根据有关规范要求，其承载力基本值通常是根据相对变形值进行确定，即 $s/d=0.004$ 至 0.01 ，其中d代表承压板直径，在最大承载力值是 $0.01d$ 时，荷载为 P_0 。通过有关试验研究得知，通常在小荷载情况下，各级荷载下沉降均可以快速稳定，且历时在两小时以下，然而在荷载比较大的情况下，沉降稳定会比较缓慢，通常历时在三至四小时之间，想要减少时间，缩减工期，应对 P_0 后的荷载实施快速加荷法，具体而言，每一级荷载保持两个小时，在沉降未结束之前就添加下级荷载，如此一来，就实际检测的沉降量来讲，其中包括残留沉降量，当对资料进行处理时要采取扣除处理。

对于快速法来看，其运行程序以及加荷层次，均和

常规载荷试验几乎一致，主要不同在于沉降观测时长，可以更好地开展资料整理及分析，对沉降稳定标准进行科学控制，要求每十五分钟，对沉降读数进行记录，对各级荷载进行检测，次数控制在八次。因为该方法是对失稳的沉降量进行读取，想要获取每级荷载可靠沉降值，可借助经验公式进行修正，主要是通过天然地基环境中快速法载荷试验进行。对于修正完成的沉降量，也就是稳定的沉降量，能够绘制荷载和稳定沉降量的关系曲线，以此计算承载力基本值。在很多工程中都是借助该方法，同常规荷载法进行比较，这两种的方法的结果是相同的。以某工程为例，对这两种方法进行比较，该工程的承压板直径是800毫米，在荷载达到150千帕之后借助加速法，能够使最大加荷为280千帕，历时十六小时三十分。该方法对整个曲线会产生误差，因为选用

的承载力是结合最小荷载进行确定的，该曲线则是准确的。对于快速法来看，是选用最大荷载进行确定，该方法可以快速实现工程要求。

四、S/d（相对变形值）的确定

在借助相对沉降法对地基承载力进行确定的过程中，根据有关要求设置s/d的取值范围，针对粉喷桩复合地基来看，其取值范围在0.004至0.01之间，也就是沉降量在0.004d至0.01d之间时，将荷载当作承载力基本值，其最大及最小值之差超过一倍，有着较大的变动幅度，导致运用不够便利，对于各个测试单位来看，其取值标准还有很大的差异，这会对试验资料精准度造成较大的影响。S/d的取值通常和地基土质条件有着很大的关联，怎样在某区域科学取值，这是相关测试单位应该重视的问题^[3]。根据各个场地情况土质，针对复合地基进行了载荷试验，根据相关式子获取地区的相对变形值。以下是具体的确定方式：第一，

通过单桩试验明确相同场地的承载力均值；第二，按照以上所述式子，获取地基承载力均值。第三，结合单桩地基荷载试验曲线，对沉降值节能型确定，再计算平均值，从而获得s/d值。结合多种场地及对比试验资料，对该区域存在关系进行分析，具体如表2所示。

表2 s/d和土质情况比较

土质条件	s/d
粉质黏土、粉土地基	0.005
高压粉土地基	0.007
软塑和填土地基	0.0085

五、案例分析

某一工程中间风井长度35米，宽度20.3米，基底标高18.6米，基底土层是残积土层与全风化带，鉴于易软化崩解，正式开挖之前对地层开展加固以及换填。搅拌桩直径90厘米，长度有3米，选择格栅式加固，边长是2.8*2.8米，桩间土体使用碎石换填。根据桩及换填碎石面积，进而获取桩土面积比，明确承担荷载比例。利用计算机统计，桩面积是3.288平方米，换填面积是4.018平方米。桩土面积比是0.951，一根桩等效面积是0.692平方米，承担地基土面积是0.728平方米，共同作用面积是1.42平方米，取桩直径是900毫米，那么平板长度是1.58米。又如某一厂房，需要使用黏土地层，形成复合地

基。设置桩长7.5米，桩径500毫米，桩之间的距离为900毫米，以正方形的形式布局，完成处理后地基承载力为140千帕。作业完成四个星期之后，在场地做荷载试验。根据场地土质状况，选择s/d=0.0085相应的荷载151千帕当作承载力标准值，显而易见，荷载略超过设计值140千帕，根据分层总和法统计沉降量是3.9米，达到设计标准。

从理论上讲，载荷试验可以精准体现复合地基承载力状况，然而在具体试验中，因为承压板面积有限、压板面积和置换率不匹配，导致试验结果和实际有着差异^[4]。根据不同承压板面积修正结果，是满足真实情况的，同时已经推广于检测结果评定中，当然，明确承载力还需要加以分析有关因素，比如桩土应力比、沉降敏感性水平等。

结论

通过以上分析得知，借助压板载荷试验可以切实体现复合地基承载力状况。具体开展试验过程中，应先对检测桩的桩距以及布置进行全面分析计算，根据仪器设备配置，尽量让承压板面积与复合桩处理面积保持一致。针对检测工作者，在进行检测工作时，若是出现问题，应及时观察及分析，对问题进行综合考量，如此才能增强检测结果精准度。文章从具体资料着手，归纳了实践经验，获得了初步认识：用各面积的压板载荷试验能够获取相对一致的承载力；快速加荷法是可以达到工程标准的；可以结合相对变形值来明确承载力，同时建议了相对变形值。

参考文献

- [1] 张经鹏, 何玮山. 大型承压板复合地基平板载荷试验实践应用[J]. 广东土木与建筑, 2022, (08): 119-122.
- [2] 何峰. 平板载荷试验应力影响深度与承压板尺寸关系的探讨[J]. 勘察科学技术, 2021, (01): 1-4.
- [3] 翟洪飞, 高云. 载荷试验沉降与承压板尺寸关系的分析[J]. 西部探矿工程, 2020, (10): 219-221.
- [4] 原永智. 不同压板面积的载荷试验确定复合地基承载力的换算方法[J]. 山西建筑, 2020, (06): 50-51.