

城市杂填土土工特性的研究及常用地基处理方法

戴韶生¹, 刘志明²

(1. 中地实业有限公司 北京 100080; 2. 中国京冶建设工程承包公司 北京 100088)

摘 要 分析了杂填土的组成特点、沉降和变形机理及在设计中应特别考虑的几个方面,阐述了城市杂填土的浅层处理法、桩基处理法和复合地基处理法等常用的几类地基处理方法。

关键词 城市杂填土 土工特性 地基处理

中图分类号 :TU47 **文献标识码** :B **文章编号** :1000-3746(2002)05-0020-02

由于经济的高速发展,城市不断向周边地区发展,往往新的建筑物需要建筑在由生活垃圾和工业垃圾所形成的城市杂填土上,因此对于城市杂填土的机理研究及其研究相应的地基处理方法是十分必要的。

杂填土或者说是城市回填土、垃圾回填土,是由于人类的生产和生活活动而形成的地面填土层,其填筑物随着地区的生产和生活水平不同而异,可分为生活垃圾、建筑垃圾、工业垃圾所形成的城市杂填土或者是几者的混合。其性质与其组成的原地貌有关,回填的方法通常是任意堆放。

杂填土的特点具有填料物质不一,颗粒尺寸悬殊,颗粒间孔隙大小不一,回填前地貌高低起伏,形成填土厚薄不一;回填时间常常先后不一,取样不容易,勘察工作困难,通常无法提出地基承载力值。

其使用的原则性意见是:凡建筑垃圾和性能稳定的工业垃圾(废料),当均匀性和密实度较好时,在采取加强基础及上部结构刚度的措施后可作为一般建筑物的天然地基持力层。其容许承载力可通过载荷试验和触探试验确定,也可参考当地建筑经验确定。

1 城市杂填土的土工特性研究

和一般的土相比,城市杂填土的组分相对来说更加复杂,它是由多种材料组成的,所以它与砂及粘土等普通土所组成的地基有完全不同的性质。由于组分上的复杂性,在试验方面也应该注意下列的问题:由于不均匀性,故应该尽可能的使用大的试验机,这样才能将材料的不均匀性带来的试验方面的偏差减小到最低的程度。

对于设计中常用的 c 、 φ 指标来说,城市回填土由于其不均匀性更多的是一种相对的量值。从建筑物的固结沉降来看,有下面几个特点:一次固结随着荷载的增加在 15~30 s 后就迅速完结了,长期的沉降是与常用对数成正比产生沉降,至于压缩指数 C_c 离散性比较大,大致和一般的粘性土是相同的。现今大多数填埋场所均对废弃物进行适度压实,其压实比通常为(2~3):1,经过压实的杂填土,其平均容重一

般为 9.4~11.8 kN/m³,含水量一般为 10%~35%,凝聚力一般为 $c=0\sim23$ kPa,内摩擦角一般为 $\varphi=24^\circ\sim41^\circ$,压缩系数 C_c 典型值为 0.17~0.36。

由于对城市杂填土地基来说,承载能力的最终确定是由它的沉降来决定的,所以研究其沉降特性也是解决问题的关键。如果仔细的划分,城市杂填土地基的沉降可以说是由以下几个部分所组成的:(1)压缩沉降;(2)固结沉降;(3)塌陷沉降;(4)破坏沉降;(5)分解沉降。考虑后 3 种沉降是比较困难的,理论的沉降量一般只限于实际沉降量的 60%~85%,可以在某种程度上推测垃圾层的沉降量。作为沉降的曲线形状,沉降量 $S=S_1+S_2$;其中 S_1 代表了瞬时的沉降, S_2 代表了长期的沉降。在参数的具体选择时,有可能的话应该尽量选择大型固结试验的结果参数和曲线。

城市杂填土的地基变形特性是设计中的重要因素,目前尚无相当简单表示该特性的物理常数的指数,在其它场所进行设计时仍旧还必须做相当规模的试验。

由于城市杂填土材料非常复杂,所以不能认为其一个试验的解析结果与其它地区的垃圾地基就相同,应该收集并分析研究各地基土的调查数据,从而能够完成系统地对城市杂填土地基的利用。

当制定城市杂填土的利用计划时,首先就必须了解城市杂填土地基的特性,也就是说地基沉降、产生的气体及浸水污水等的状况每年都如何变化,还应该知道多少年以后达到可以利用的状况。也就是垃圾回填地基的评价指标问题。这些问题是和以下的因素有关的:(1)垃圾组成;(2)垃圾地基的状况;(3)气象条件;(4)处理设施;(5)地下水的状况。

2 城市杂填土常用地基处理方法

杂填土是人类活动所形成的无规则堆积物,其成分复杂、成层有厚有薄、性质也不相同,且无规律性。在大多数情况下,杂填土是比较疏松和不均匀的。在同一场地的不同位置,地基承载力和压缩性也有较大的差异。杂填土地基一般需要人工处理才能作为结构物地基。

收稿日期 2002-06-24

作者简介 戴韶生(1956-)男(汉族),河北人,中地实业有限公司总经理,高级经济师,地质工程专业,硕士,从事岩土工程设计与施工工作,北京市海淀区西五道口 45 号乙;刘志明(1976-)男(汉族),新疆人,中国京冶建设工程承包公司项目经理,地质工程专业,硕士,从事岩土工程设计与施工工作。

对于杂填土的地基处理方法,可以按地基处理原理、地基处理的目的、处理地基的性质、地基处理的时效、动机等不同角度进行分类。其中最本质的是根据地基处理原理进行分类。地基处理方法的严格分类是困难的,不少地基处理方法具有几种不同的作用。如振冲法具有置换作用;有的还有挤密作用;又如各种挤密法中,同时也有置换作用。此外,还有一些地基处理方法的加固机理以及计算方法目前还不是十分明确,尚需进一步探讨。

城市杂填土地基处理方法按处理机理可分为以下几类:

(1)浅层处理法:包括表层压实法、重锤夯实法、垫层法。

(2)桩基法:短桩处理、疏桩基础。

(3)复合地基处理方法:碎石桩复合地基法(同时具有振冲挤密法、强夯法、振冲置换法等,更多地从复合地基的角度考虑)、低标号混凝土桩复合地基法、小桩复合地基法。

2.1 表层压实法

地基表层压实可采用机器碾压或机械振动,对杂填土、湿陷性黄土、松散粉、细砂等软弱表层土层可采用振动压实,使用自重 2 t 、振动力为 $50\sim 100\text{ kN}$ 的振动压实机,加固深度可达 1.5 m ,压实后的承载力可达 100 kN/m^2 以上。

对杂填土和非饱和粘性土的软弱表层,可采用碾压法,也可分层回填碾压加固。分层填土压实不需其他建筑材料,但需较好的土料和土源场地。分层填料压实也可适量添加石灰、水泥等,碾压机械常用的有推土机、压路机、羊足碾等。

2.2 重锤夯实法

利用重锤自由下落时的冲击能来夯实地基,使其表面形成一层较为均匀的硬壳层。适用于处理离地下水位 0.8 m 以上稍湿的杂填土、粘性土、湿陷性黄土和分层填土等地基,但在有效夯实深度内存在粘土层时不宜采用。夯实的影响深度与锤重、锤底直径、落距以及土质条件等因素有关。

2.3 换土垫层法

有砂、砂卵石、碎石、灰土或素土、煤渣、矿渣等垫层以及其它性能稳定、无侵蚀性的材料做的垫层等。虽然材料不同,其应力分布有所差异,但其极限承载力比较接近,其上的建筑物沉降特点也基本相似,所以各种材料的垫层都可近似地按砂垫层的计算方法进行计算。

2.4 短桩处理

当地表下不深处(如 10 m 之内)有较好的持力层(如砂层或硬层)时采用短桩进行地基加固,是常用的浅层处理方法之一。一般常采用预制的钢筋混凝土桩,长度 $3\sim 10\text{ m}$,桩的截面、边长(或直径) $0.2\sim 0.45\text{ m}$ 。短桩处理与其他方法相比,可避免大量土方的开挖,加工制作周期较短,沉桩效率较高,施工方便,从而节约建设资金。

2.5 疏桩基础

疏桩基础一般指桩距较大、桩较短的桩基础,桩的受力特性为摩擦桩。桩距大是指比按现行规范设计的桩距大。桩疏布后,可减少桩数,降低工程造价。疏桩基础可充分发挥桩间土作用,桩土共同承受上部结构荷载作用。采用合理布桩率的疏桩基础不仅工程造价低,而且建筑物沉降较小。

2.6 碎石桩复合地基

复合地基是指在天然地基中设置一定比例的增强体,并由原土和增强体共同承担基础传来的建筑物荷载的一种人

工地基。复合地基的核心是桩土共同承担荷载。需要指出的是,所谓共同承担荷载,不仅要共同承担竖直荷载,还要共同承担水平荷载。褥垫层不仅具有保证复合地基桩、土共同承担竖直荷载的作用,更有可保证桩、土共同承担水平荷载,并且主要由桩间土承担大部分水平荷载的作用,从而使复合地基具有地基性状。从这个意义上说,对于中等粘结强度桩和高粘结强度桩复合地基,一定厚度的褥垫层是形成复合地基的必要条件。

按施工方法不同又可分为振冲碎石桩复合地基、干法振冲碎石桩复合地基、强夯置换碎石桩复合地基和沉管碎石桩复合地基。起重机吊起振冲器,利用振冲器的高频振动和高压水流,边振边冲将振冲器沉到土中预定深度。经过清孔后,从地面向孔内逐段填入碎石,每段填料在振动作用下振挤密实,然后提升振冲器,通过重复填料和振密,在地基中形成碎石桩桩体。振冲法加固地基按照加固机理可分为振冲密实法和振冲置换法两种。采用振冲法加固砂性土地基的原理是一方面依靠振冲器的强力振动使饱和砂层发生液化,砂颗粒重新排列,孔隙减小;另一方面依靠振冲器的水平振动力,在加回填料的情况下通过填料使砂层挤压密实,通常桩间土相对密度可达 75% 以上,地基承载力可提高 $2\sim 5$ 倍。采用振冲法加固粘土地基在制桩过程中不可能使饱和粘性土挤密,其加固机理是置换作用。

2.7 低标号混凝土桩复合地基

水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)的成桩工艺是将碎石、粉煤灰、石屑、水泥和水按一定的配合比搅拌均匀,利用振动打桩机击沉直径为 $300\sim 400\text{ mm}$ 的桩管,在管内边填料,边振动,填满料后振动拔管,并分 3 次振动反插,直至拌和料表面出浆为止。低强度水泥砂石桩施工采用普通振动打桩机成孔灌注工艺。桩体材料以砂石作为主要骨料,掺入少量水泥,有条件时也可掺入粉煤灰等工业废料。其桩体立方抗压强度为 5 MPa 左右,静力受压弹性模量约为 $0.88\times 10^4\text{ MPa}$ 。这类桩介于碎石桩和混凝土灌注桩之间。与碎石桩相比,这类桩本身具有一定的刚度,不属于散体材料桩。与混凝土桩相比,桩体强度和刚度比混凝土桩要小得多。这样既有利于充分发挥桩体材料的潜力,又可降低成本。低标号混凝土桩复合地基技术具有较好的开发前景。

2.8 小桩复合地基

小直径钻孔灌注桩又称钻孔喷灌微型桩,或称小桩。分垂直桩和斜桩 2 种。垂直桩称微型桩,斜桩称树根桩。小直径钻孔灌注桩直径一般 $<300\text{ mm}$ 。由于施工方便,无噪声,无振动。垂直桩的施工工序为:钻孔→下钢筋笼→下注浆管→投入石料→压力注浆。斜桩的施工工序为:随钻孔延深→外层护壁套管相应延深护壁→下钢筋杆或钢丝绳→下注浆管→注浆→起拔套管。

参考文献:

- [1] 胡敏云,等.城市垃圾填埋场垃圾土压缩变形的研究[J].岩土工程学报,2001(1).
- [2] 张振营,吴世明,陈云敏.城市生活垃圾土参数的室内研究试验研究[J].岩土工程学报,2000(1).
- [3] 编委会.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1988.