

55-58

# 压密注浆工艺在处理浜填土地基中的应用

熊 耀

(强生房地产开发经营公司)

TU 253.8

**摘要** 通过对压密注浆工艺的技术和经济分析比较,并介绍该工艺在处理浜填土地基中的成功经验,从而得出压密注浆工艺是一种造价低、施工操作简便、周期短、加固效果良好的处理地基方法。

**关键词** 压密注浆, 浜填土, 地基加固, 浆液配合比, 地基处理

## 1 前言

压密注浆是用浆液置换和挤密土的过程,最早在高层建筑的深基坑开挖围护中及隧道、地铁等基础施工中与围护桩、地下连续墙等配合使用较多,起挤密抗渗作用。压密注浆在浜填土等软弱地基加固中的应用则起步较晚,而大面积的应用压密注浆进行地基加固作为复合地基承载则是随着这几年房地产业的兴起,大规模的多层住宅小区的开发而逐渐开始较多地采用,其适用性、经济性、简便操作性促进了它的推广运用。

## 2 压密注浆加固地基的原理

压密注浆工艺是将按一定比例配置的浆液,利用压浆泵的压力使浆液通过空心注浆钻杆注入软土层中,在注点周围形成浆泡并向外扩张,利用这种扩张在土体中引起的复杂的经向和切向应力体系,向周围土体的孔隙中扩展、充填、渗透,使浆泡周围土体得到加密。浆泡的横截面直径可达到1m或更大。实践证明离浆泡界面0.3m至2.0m以内的土体都能受到明显的加密,通过浆液与土体的复杂混合从而达到加固地基的作用。

## 3 压密注浆加固地基的适用性

一般多层住宅小区的建筑其基础形成均为浅基础,它的埋置深度约在±0.00以下1.5m

至2.5m之间,上海地区一般是以第二层褐黄色粘性土作为持力层,而其地基承载力约在80至100kPa之间,其土层厚度约在1.5m至3.5m之间,其下的第三、四层土则多为强度低、压缩性高的软粘土。当浅基础局部或全部座落在浜填土上时,往往浜填土所具位置处于第二层持力层位置,由于持力层缺失而浜填土又因为成份复杂、松散、含水量高,甚至富含有机物质而难以作为基础持力层,则须对其予以处理,目的是使浜填土地基达到设计要求承载力并使之与周围非浜土地基承载力和抗变形刚度大致匹配,从而避免整幢建筑产生过大的不均匀沉降,而压密注浆工艺的一个主要特点就是在较软弱的土体中具有良好的效果。由于浜填土的松散,通过梅花型间隔布点(一般间隔距离0.8至1.2m)使浆液更宜充填、渗透和挤密土层,使原来松散多空隙的土体更宜胶结为一个整体,形成强度高、稳定性好的复合地基。同时,在施工过程中,通过随时进行轻便触探试验能及时调正注浆次数和浆量从而能很好地控制其密实度和承载力,经过注浆处量后的地基承

收稿日期:1997-02-25

作者简介:熊耀,男,工程师,1965年2月生,1986年毕业于同济大学工业与民用建筑专业。

载与实践证明一般约在90至110KPa之间,与第二层上的承载力非常接近,而压缩量也基本接近原状土的状况。

#### 4 压密注浆加固地基易操作性

压密注浆工艺使用的注浆设备比较简单,主要由机动泵、无缝空心钻杆、微型压杆机、小型搅拌机及输料软管组成。施工时占用空间小、噪音低、周期短,不受场地的限制,也不受雨天的影响,人员配置较少,操作灵巧,耗电量小,有些加密要求较低时甚至可使用手摇泵代替机动泵,而其见效却快,加固后土体强度较大,可靠性好,加固范围可以根据需要加以控制,对地层的适应性较广。

#### 5 压密注浆的经济性在工程实例中的体现

随着大规模小区建设的开发,在满足设计要求的前提下,如何降低基础部分的工程造价是参与建筑各方最关心的问题,因基础部分的投资在建筑费用中占有较大比例,而地基加固的处理工艺又对基础部分造价带来很大的影响,在这方面压密注浆工艺加固软弱地基土的方法却具有不小的优势。拿罗阳一、二村小区工程来说,该小区位于上海闵行区梅陇镇,小区占地较大,约260亩,总建筑面积约21万 $m^2$ ,有75幢住宅,而其中有20多幢建筑均不同程度地碰到明、暗浜问题,选择一个合理有效经济的地基加固方案将给站建设带来很大的经济效益。为此我们邀请有关方面专家和设计院对几种地基加固方法进行论证,以罗阳一村8号房为例,整幢建筑的东侧近一半座落在浜上,以目前上海市各种地基处理的实际单价来分析:压密注浆法约为70至80元每立方米,单头粉喷桩约为130至150元每立方米,预制桩约为1700至1900元每立方米,毛石换土约为95至105元每立方米。经讨论验算比较:

①采用压密注浆法,注浆深度4.5m,要求承载力100KPa,加固总费用约为12万元。

②采用粉喷桩方案,取直径500mm,有效桩长3.1m,复合地基承载力为130KPa,加固费

用约为19万元。

③采用预制桩方案,桩规格200mm $\times$ 200mm,基础埋置深度1.20m,有效桩长11.5m,单桩极限承载力为115KN,加固费用约为22万元。

④采用换土加毛石法,将场地中河浜内杂填土及淤泥清除干净,放置毛石,夯实,再填以纯净素土,加固费用约为17万元。

由此可见,压密注浆法比粉喷桩、预制桩、毛石换土分别节约7万元、10万元、5万元,节约率分别为36.8%、45.5%、29%,其效益不言自明。

在考虑缩短工期方面,使用压密注浆法基本不受场地限制,用电量小,其工效能得到充分发挥,一般养护期28天。相比之下,粉喷桩的方法耗电甚多,必然影响正常工效的发挥,它的养护期需1个月,用预制桩则需先预制桩头方可打桩,其周期更长,如用毛石,则需先挖除淤泥,遇到雨天不得不延长工期。

#### 6 压密注浆的纠偏特性在工程实践中的运用

压密注浆是通过空心钻杆压浆在注点周围形成浆泡使土体压密,从而产生较大的上抬力使地面抬动。当合理地使用注浆压力并造成适宜的上抬力时,能使下沉的建筑物回升到相当精确的范围。以罗阳二村5号房为例,该建筑结构封顶后发现由于上部结构荷重不均,设计时末验算重心与形心是否符合,引起房屋地基沉降量不均,东北侧沉降量偏大,为此对其预先采取纠偏措施,在东北侧采用斜向注浆方法增强其土体密度,产生上抬力。由于提高了地基土强度,减少了这部分的后期沉降量,经一段时间观测,发现其东北侧沉降速率明显较其它三侧减小,不均匀沉降量逐步趋于减少,最终交付使用时其沉降差异得到有效控制,确保了房屋的质量。由此可见,在加固地基土分布差异显著并因此带来的不均匀沉降的软弱地基中压密注浆法有着巨大的优越性。

#### 7 压密注浆的设计和测试

首先压密注浆工艺加固软土地基目前尚无合适的设计方法和公式,注浆量的大小和浆液的配合比一般由设计人员和施工技术人员凭经验确定。以罗阳工程注浆为例,按我们的实践经验,浆液配合比为水泥:粉煤灰:水玻璃:水=1:2:0.002:0.5。对新填浜土如有机质含量过高,须清淤后,换素填土,进行分层夯实再进行压密注浆。如有机质含量不高,对于土质松散可以先用粉煤灰加少量水泥进行头遍注浆再按浆液配合比进行注浆则效果将更好,经济上会更节省。

压密注浆加固后效果测试和评估,目前仍然是个尚待解决的一个课题,一般是采取标贯、静探、静载荷及钻孔取土等方法。标贯、静探这两种方法较直观反映了加固土体的效果,用土体加固后28天的标贯、静探测试结果与未加固的好土的标贯、静探数值比较,以此判别土体加固的效果是否达到设计标准。

其次压密注浆法加固的地基承载力的测试也可以采用轻便触探,通常在土体加固后7—10天左右实施,其测试简便,费用较低,它是根据试验锤击数 $N$ ,参照附表可近似估算加固后的浜填土的承载力标准值。其中 $N$ 需用下式修正:

$$N = u - 1.645n$$

式中: $u$ —为现场试验锤击数的平均值;

$n$ —为标准差。

当得到的 $N$ 查附表后其相应的地基土强度达不到设计要求时,应继续补注浆液,直至符合标准为止。但按此测算地基土强度目前规范尚无明确的规定,其测试锤击数估算地基土强度是套用了素填土的规范,而注浆法加固的地基应属于复合地基土。因此上述估算法比较粗糙,要准确评价加固效果可采用静载试验,或两

者结合使用,但做静载比较繁琐费用亦较高。对于粘性土与粉性土组成的素填土,其承载力标准如下表:

素填土承载力标准值

$N$ (击数)	10	20	30	40
$F$ (kPa)	85	115	135	160

## 8 结论

通过以上的论述,我们可以看出,无论在满足加固软弱地基的设计要求方面,还是在降低整个工程造价、提高经济效益方面,压密注浆都有着许多优点。相信随着工程技术人员不断研究和探索,压密注浆法的理论和设计规范及相应的测试规范、经验公式会建立起来并逐步完善。

上海是典型的软土地区,建筑施工中经常会遇到软弱地基的加固问题。在上海这样一个施工素质较高,施工现场管理较佳的地区,压密注浆这种非常有效和实惠的加固方法,通过我们的实践,证明值得大力推广。事实上,这种方法正越来越受到人们的重视并开始较广泛地使用,正发挥出巨大的作用。

## 参 考 文 献

- [1] 地基处理手册,中国建筑工业出版社,1994。
- [2] 地基及基础,中国建筑工业出版社,1987。
- [3] DJJ08—40—94 地基处理技术规范。

# An Application of Compact—Grouting Technique in the Treatment to Fill—in—River Foundation

Xiong Hue

(Qiangsheng Business Company of Estate Development)

**Abstract:** The technology and economy of compact grouting technique are analysed and compared in this paper it is also introduced in the paper that some successful experiences of the technique used to treat fill—in—river foundations because its cost is low, its operation is easier, its operation period is short and its reinforcement effect is well, the compact—grouting technique is a good foundation treatment method.

**Key words:** Compact—grouting, fill—in—river, foundation reinforcement, grout—water mixed ratio.

