

水泥固化剂与水泥——磷石膏固化剂 粉喷桩静载试验对比

荀 勇

张 红

(盐城工专建工系,盐城,224003) (启东市城乡建设委员会,启东,226001)

摘 要 通过两个土质情况基本相同,分别采用水泥与水泥——磷石膏固化剂的粉喷桩复合地基工程的静载试验实例对比,说明在水泥渗入适量的磷石膏的方法,在苏北沿海地区,深层搅拌法软土地基加固工程中,很有推广价值。

关键词 水泥 磷石膏 粉喷桩

分类号 TU473.1

引 言

粉体搅拌法是1967年由瑞典的Kjeld paus提出,1974年取得专利。日本于1981年开始引进,称为喷射搅拌法(Dry Jet Mixing Method),简称DJM法。近二十年来在芬兰、挪威、英国、法国、联邦德国和加拿大等国家粉体喷搅法得到了广泛应用。

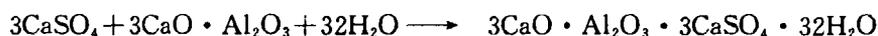
我国铁道部第四勘测设计院于1979年开始对粉体喷搅法加固软土技术进行研究。1984年广东省云浮硫铁矿专用铁路的涵洞软土地基加固采用粉体喷搅法首次获得成功。近年来,这项技术在我国沿海和沿江的软土地基地区得到了广泛应用。它不仅可用于工业与民用建筑,也可用于铁路、公路、市政工程、港口等土木工程领域^[1]。

粉体喷搅法所采用粉体主要由石灰粉和水泥粉两种。我们称水泥粉和掺外加料的水泥粉为水泥固化剂,其中水泥——磷石膏固化剂对于大部分软土来说是一种比纯水泥粉更为经济的固化剂。

一、理论研究

固化土的硬化过程是固化剂与土体进行物理——化学反应的过程。水泥与湿土拌和后,水化释放 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 可以 Ca^{++} 、 OH^- 和 CaO 的形式存在;同时土体将大量吸收 Ca^{++} 、 OH^- 和 CaO 。试验表明:水泥释放的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不能满足土样的吸收,而使固化土的孔隙水处于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不饱和状态,土样吸收的 CaO 、 OH^- 的量越多,固化土孔隙水的 OH^- 和 CaO 浓度越低。

当固化剂中含有由 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 组成的石膏或磷石膏时



当孔隙水接近 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 饱和, 硫铝酸钙析晶的过饱和度很大, 硫铝酸钙就在含铝相表面以细小的晶体析出, 呈团集状分布于固相表面, 其一端以固相为依托定向生长, 在已有结构的局部产生晶体生长压力, 破坏土粒间已建立的联接, 使固化土强度下降。在孔隙水 CaO 、 OH^- 浓度很低时, 硫铝酸钙可以在离开含铝表面较远的孔隙中析出, 相互交叉形成空间结构, 填充和支撑孔隙, 增进了固化土强度。在 CaO 、 OH^- 吸收量较大的土样中, 固化剂中含有 CaSO_4 可以增强固化土的强度^[2]。

对于大部分软粘土来说, 主要成份为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的磷石膏或其它废石膏可以作为置换水泥的固化剂, 置换率为 11%~37%, 其加固效果比纯水泥固化剂更佳^[3]。

室内水泥土无侧限抗压强度试验表明, 对于江苏淤泥质粉质粘土, 当磷石膏掺量占水泥掺量 20% 时, 90 天水泥土抗压强度是不掺磷石膏的水泥强度的 2.5 倍^[3]。单桩承受力计算公式

$$Pa = Q_u A / 2K \quad (1)$$

式中: Q_u 为室内水泥土试块的无侧限抗压强度 (KPa); A 为单桩截面积 (m^2); K 为水泥强度安全系数, 一般取 1.5。由式(1)可知, 相应的单位承受力随水泥土强度的提高而同倍增长。复合地基承受力计算公式

$$R_{SP} = \frac{\alpha Pa}{A} + \beta(1 - \alpha)R_s \quad (2)$$

式中: α 为水泥土搅拌桩的置换率 (%); R_s 为桩间软土的容许承载力 (KPa); β 为桩间软土承载力的折减系数, 对摩擦型桩取 $\beta=0.5\sim 1.0$ 。

由式(2)可估算出, 复合地其承载力相应提高约 2 倍左右。

二、工程概况和静载试验

为验证理论和室内试验结果在工程实践中应用的可能性, 我们在启东市某行政单位的两幢土质情况基本相同, 前后相隔只有 11.0m 的五层住宅楼软土地基加固工程中, 分别采用了以水泥固化剂和水泥——磷石膏固化剂作为粉体喷搅法的原材料, 并进行了成桩后的复合地基静载试验。现将情况介绍如下:

1、场地内土质情况

首层为杂填土, 厚 0.9~1.2m; 次层为粉质粘土, 厚 1.1~1.8m, 呈黄褐色可塑状, 其间有一些灰白色; 其下 25~30m 之内均为灰色和灰黑色流塑饱和状淤泥, 估计其承载能力只有 60KPa 左右。地下水位在地面以下约 1.4m。

2、桩体设计参数

置于每幢楼的钢筋混凝土条形基础下的总桩数 836 根, 桩长 9.0m, 直径 500mm, 粉喷桩间距 80cm, 置换率 0.35 左右, 设计复合地基许可承载力 180KPa。其中, 前面一幢 4 号楼每米桩长用 55Kg 的 425# 普通硅酸盐水泥作为固化剂; 后面一幢 5 号楼每米桩长用 40Kg 的普通硅酸盐水泥掺 10Kg 的磷石膏粉。

3、静载试验

单桩复合地基静载荷试验按规范^[4]要求进行。试验装置如图 1 所示, 试验前以桩中心为准, 开挖 $1.8 \times 1.8 \times 0.9\text{m}$ 的试验坑, 试验时将桩头修平, 并用中砂在坑内找平, 然后加上 $0.8 \times 0.8\text{m}$ 的方形钢板。试验采用堆重平台作为反力装置, 千斤顶加载, 百分表测变形。试验分 8

级加载,最大加载量为 240KN,每级 30KN,每次加载前后各测读一次,当一小时内沉降量小于 0.1mm 时,即可加下一级荷载。

三、静载试验结果比较

在两端山墙的中部和整幢楼平面的几何中心附近选取三根桩作为测试点,两幢楼共 6 个测点。4 号楼被测桩号为 8#, 827# 和 428#; 5 号楼被测桩号是 844#, 1663#, 1262#。其复合地基荷载沉降曲线分别如图 2、3 所示。

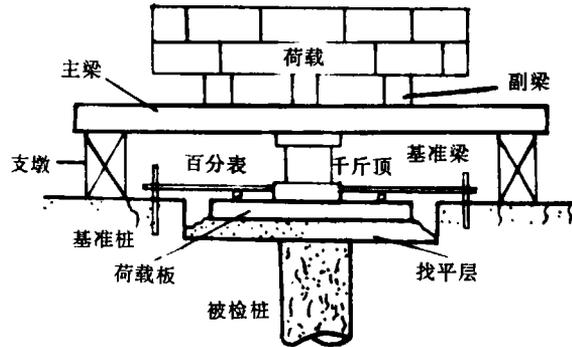


图 1 静载荷试验装置示意图

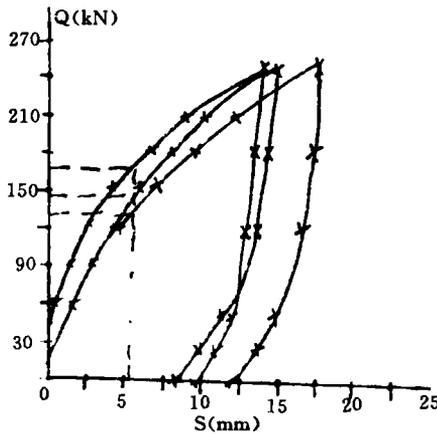


图 2 4 号楼测点荷载沉降曲线

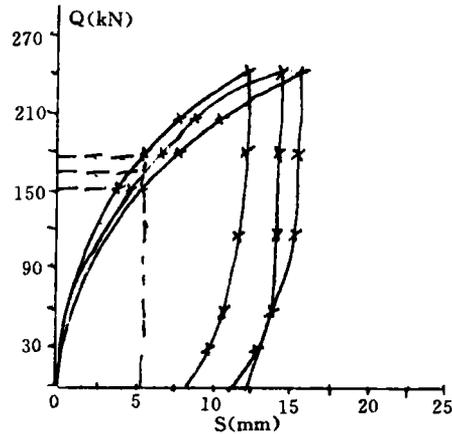


图 3 5 号楼测点荷载沉降曲线

取 $S=0.007b$ (b 为压板宽度),在图 2、3 中对应的荷载值为复合地基承载力基本值的计算荷载,复合地基承载力基本值可用下式计算:

$$f_k = \frac{Q + W}{b \times b} \quad (3)$$

式中: f_k 为复合地基承载力基本值(KPa); Q 为对应于 $S=0.007b$ 的加载值(KN); W 为荷载板自重,取 $W=1.2KN$ 。现将试验结果计算整理后列于表 1 中。

表 1 复合地基静载试验结果汇总表

楼号	每米桩长用灰		桩号	累计加载总量 (KN)	累计沉降总量 (mm)	回弹量 (mm)	复合地基承载力基本值 (KPa)
	水泥	磷石膏					
4	55(Kg)	0	8#	240	17.6	5.5	201
			827#	240	13.8	4.3	261
			428#	240	14.4	5.4	224
5	40(Kg)	10(Kg)	844#	240	14.7	2.4	260
			1663#	240	15.8	4.4	238
			1262#	240	11.9	3.6	280

从表1中可以看出,在土质条件基本相同的情况下,每米桩长用55Kg水泥的粉喷法加固效果和按磷石膏:水泥=1:4的比例配粉,每米桩长总用灰为50Kg的粉喷法加固效果相比,后者复合地基承载力基本值略高于前者。

四、结论

采用磷石膏代替部分水泥作粉喷法的固化剂的研究成果,可以在苏北沿海地区软土地基加固工程中推广使用。如果用于深层搅拌浆喷法,施工过程中将不会出现增加工序的问题,因此,更有推广价值。

由于施工中磷石膏和水泥、土搅拌均匀程度比试验室内差,并且,磷石膏水泥土比水泥中每米桩长用灰量少,因此,在水泥中掺入磷石膏搅拌成水泥土之后,对复合地基的承载能力虽然有所提高,但是,其提高幅度没有根据室内试验结果预估的那样大。

参考文献

- 1 毛永祥. 粉喷法加固软土地基新技术综述. 华东公路. 1992, 2
- 2 黄新, 周国钧. 软土地基水泥固化剂适用条件浅析. 第七届土力学及基础工程学术会议论文集. 中国建筑工业出版社. 1994, 10
- 3 胡同安, 杨晓刚, 刘毅. 水泥——磷石膏固化剂的试验研究. 第七届土力学及基础工程学术会议论文集. 中国建筑工业出版社. 1994, 10
- 4 中华人民共和国国家标准. 建筑地基处理技术规范(JGJ79—91)

(上接第16页)

二次逆变失败后,采取的对策主要是在有效时间内(下一个脉冲到达之前),关断逆变器工作,在下一个脉冲到达时,逆变系统再恢复正常工作。逆变失败后,线路中产生过电流,这时应考虑避免损坏晶闸管。晶闸管承受的过电流不能超过其允许的浪涌电流 I_M , $I_M = 6I_T$, I_T 为通态平均电流。另外要考虑到关断逆变器工作时,由于电感存在,产生了电压 $L \frac{di_d}{dt}$,这个电压应小于晶闸管能承受的峰值电压。在表1到表3中,均列出了逆变失败后,在下一个脉冲到达时故障电流的大小,提供了必要的的数据。

表3给出了交流侧线电压的大小对故障电流的影响,其他条件一定时,电压愈高,故障电流愈大。

参考文献

- 1 徐以荣,冷增祥. 电力电子学基础
- 2 任国先 电力电子技术. 上海科学技术文献出版社