

# 浅谈水泥搅拌桩处理桥头段软土地基

林士旭 吴天真

(台州公路水运工程监理咨询有限公司 台州 318000)

〔摘要〕 文章介绍了水泥搅拌桩在 104 国道青岭至黄土岭段改建工程中,处理桥头软基,减少路基不均匀沉降,减轻桥头跳车的应用,经过检测,达到了设计要求,取得了预期的效果。

〔关键词〕 水泥搅拌桩;软基;处理;应用

## 1 前言

104 国道青岭至黄土岭段改建工程起于临海青岭,止于黄岩黄土岭,为 104 国道的改建工程,线路经过大量软基地段。经计算,此工程桥头两端软基压缩层厚度约为 18.2~26.0m,路堤沉降量较大,而基础采用灌注桩的桥梁则沉降量较少。因此处理好二者的沉降差,是减轻桥头跳车现象的关键。

水泥搅拌桩是深层搅拌法加固地基的一种形式,是加固饱和软粘土地基的一种新颖方法,利用水泥作为固化剂,通过特制的搅拌机械就地将软土和固化剂强制搅拌,利用固化剂和软土之间所产生的一系列物理——化学反应,使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的优质地基,水泥搅拌桩就是采用水泥浆作为固化剂来进行软基处理方法。水泥搅拌桩具有施工工期短,无公害,施工过程无噪声,不排污,对相邻建筑物无影响等优点。

## 2 工程地质概况

该软基地段地处冲海积平原,邻近灵江,有一小河横穿设计公路轴线,河水流向灵江,桥位处河宽 10~18m,水深 2~3m,两岸地形平坦,高程为 400~430m,上覆软土层厚 24m 左右,下伏一套冲洪积相圆砾、粘土及坡积相含粘性土砾砂。淤泥呈灰色,饱和,物理力学指标差。

## 3 水泥搅拌桩的加固机理

水泥搅拌桩加固土的机理是基于水泥加固土的物理化学反应过程,通过专用机械设备将固化剂(水泥)灌入到需处理的软土地层内,并在灌注过程中上下搅拌均匀,使水泥与土发生水解和水化反应,生成水泥水化物并形成凝胶体,将土颗粒或小土团凝结在一起形成一种特定的结构整体,这就是水泥骨架作用。同时,水泥在水化过程中生成的钙离子与土颗粒表面的钠离子进行离子交换作用,生

成稳定的钙离子,从而进一步提高土体的强度,达到提高其复合地基承载力,减少地基沉降的目的。

## 4 水泥搅拌桩的设计

桥头段路基处理采用水泥搅拌桩复合地基处理的方法,采用不改变置换率,只改变桩长的方式,使沉降逐步与路基相协调。

4.1 水泥搅拌桩配合比设计:设计固化剂——水泥用量为 14%,水灰比为 0.45。施工时加入适量的减水剂木质素磺酸钙(木钙)。

4.2 桩径:设计土的置换率不大于 20%,设计桩径为 50cm 和 60cm。

4.3 桩距:根据单桩承担的加固面积,按下式确定桩距:

$$a = \sqrt{Ac}$$

式中: $a$ —桩距(m),适用于正方形和等边三角形,当采用长方形布桩时,可由  $Ac$  值试算确定两个方面的  $a_1$  和  $a_2$

$Ac$ —一根桩承担的处理面积,一般取 1~2m<sup>2</sup>。

根据计算确定桩距为 80cm 和 100cm 两种。

4.4 桩长:确定桩长通常采用以下几种方法:

(1)当因地质条件及施工因素限制桩长,或根据土层结构情况可以定出桩底标高时,按实际情况定出桩长;

(2)当搅拌桩的加固深度不受限制时,通过室内试验,求出单桩承载力,计算出桩长;

(3)根据总荷载和总桩数,先选定单桩承载力,然后求出桩长。

根据实际情况设计桩长为 9~15m,使其沉降为渐变,以便减少不均匀沉降。

## 5 水泥搅拌桩的施工

水泥搅拌桩的施工是用回转的搅拌叶将压入软土内的水泥浆与周围软土强制搅拌和形成水泥

加固体。水泥浆由挤压式灰浆泵压入内径为  $\Phi 32$  的胶管送到深层搅拌机的钻杆内,最后射入搅拌叶的出浆口,压入到土体中。

本工程采用 STB-3 型单头深层水泥搅拌机, UBJ-1.8C1 型挤压式灰浆泵。

施工顺序为:在深层搅拌机就位后,搅拌机先沿导向架切上下沉;下沉到设计深度后开启灰浆泵将制备好的水泥浆通过搅拌叶压入软土地基中,边喷边旋转搅拌头并按设计确定提升速度提升搅拌机,进行提升、喷浆、搅拌作业,使软土与水泥浆搅拌均匀;提升到上面设计标高后再次控制速度将搅拌机搅拌下沉,到设计加固深度再搅拌提升出地面。为控制加固体的均匀性和加固质量,施工时严格控制搅拌机的提升速度,水泥浆的压入数量,并保证集料斗有一定的余量,以确保喷压阶段不出现断桩现象。

## 6 水泥搅拌桩的检测

表 1 抽芯无侧限抗压强度试验数据

桩号	部位	施工日期	试验日期	龄期(天)	试样尺寸(mm)	抗压强度(Mpa)
33-3	上部	10-10	11-7	28	$\Phi 90 \times 90$	3.11
	中部	10-10	11-7	28	$\Phi 90 \times 90$	
	下部	10-10	11-7	28	$\Phi 90 \times 90$	
9-4	上部	10-12	11-9	28	$\Phi 90 \times 90$	3.58
	中部	10-12	11-9	28	$\Phi 90 \times 90$	
	下部	10-12	11-9	28	$\Phi 90 \times 90$	
23-25	上部	10-13	11-10	28	$\Phi 90 \times 90$	4.06
	中部	10-13	11-10	28	$\Phi 90 \times 90$	
	下部	10-13	11-10	28	$\Phi 90 \times 90$	
6-12	上部	10-16	11-13	28	$\Phi 90 \times 90$	3.26
	中部	10-16	11-12	28	$\Phi 90 \times 90$	
	下部	10-16	11-13	28	$\Phi 90 \times 90$	

检测水泥搅拌桩质量所用的方法与检测其他桩一样,可以采用多种手段进行。因为水泥搅拌桩桩体强度相对混凝土桩来说比较低,且主要利用群桩作用来提高复合地基承载力,一般不做破坏性试验。而现场检测的任务是要对所有桩的质量及地基加固作出评价,主要是确定合格桩和不合格桩的数量。不合格桩包括桩长不够、断桩、缩颈、直径达不到要求、桩体成形差、强度低、偏位太大等。在地基加固方面主要是测出复合地基承载力值、单桩承载力、复合地基变形模量等。通常采用的检测方法有以下几种:

### ①测量放线检查;

### ②人工直接观察;

### ③桩身取样强度试验;

### ④静力触探;

### ⑤动力触探;

### ⑥静载试验;

### ⑦反射波测试法;

### ⑧附加质量法。

针对具体实际情况,本工程采用桩身取样强度试验和静载试验两种方法进行检验。

静载试验:静载试验是较为直观、成果可靠的原始测试方法。本工程采用平板载荷法进行静载试验,在板上逐级加载,测出各级荷载作用下的沉降量,绘制出荷载沉降关系曲线。如下:

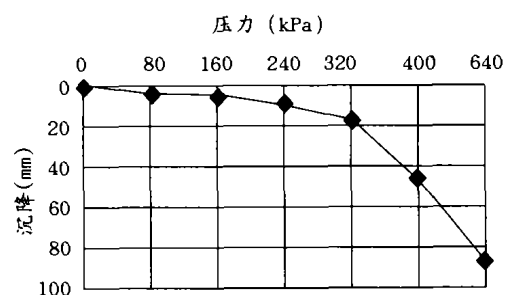


图 1 压力——沉降曲线

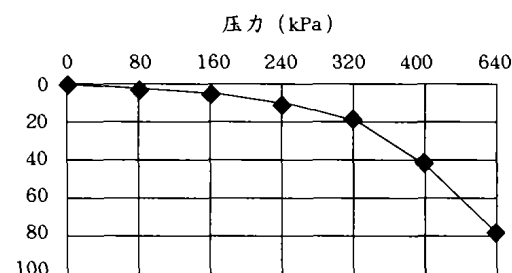


图 2 压力——沉降曲线

## 7 结语

通过抽芯强度试验和静载试验,结果表明,该工程水泥搅拌桩施工质量符合要求,有效地减少了地基沉降,提高了地基的承载力,减少了桥梁与路基的沉降差,达到了软基处理,减少桥头跳车的目的,取得了预期的效果。水泥搅拌桩处理软土地基,在工期上、技术上、经济上和环保上都不失为一种行之有效的方法。