

文章编号: 0451-0712(2006)08-0267-03

中图分类号: U416.1

文献标识码: B

# 竖向排水体长度对真空联合堆载预压法处理软基效果的影响

刘慧敏<sup>1</sup>, 黄 腾<sup>2</sup>

(1. 广东省公路建设有限公司 广州市 510600; 2. 广东省航盛工程有限公司 广州市 511442)

**摘 要:** 结合未打穿和打穿竖井地基的工后监测数据, 论述了竖向排水体长度对真空联合堆载预压处理软土地基效果的影响。

**关键词:** 真空联合堆载预压; 竖向排水体; 长度; 工后沉降

竖向排水体的打设深度是真空联合堆载预压法(真空预压法)的技术关键之一。在真空预压中, 竖向排水体不但是排水通道, 而且还是真空度向地基深处传递的最后通道, 因而其排水性能和打设深度直接影响着真空预压法的处理效果。赵维炳、黄家青等采用粘弹性理论分析未打穿竖井地基的固结状况, 计算表明: 下卧层尚未完成的主固结沉降和整个土体的次固结沉降, 是引起工后沉降的主要原因。郝玉龙、方兴华等采用双层地基理论分析了未打穿竖井地基的固结沉降状况, 计算表明: 工后沉降主要是下卧层的压缩量, 约占工后总沉降的 74% 左右。但是, 关于未打穿竖井地基下卧层对工后沉降的影响, 还未见实测资料的佐证。本文利用某高速公路真空联合堆载预压工程的工后观测资料, 对比分析了在未打穿和打穿竖井地基的两种情况下, 下卧层对工后沉降的影响。

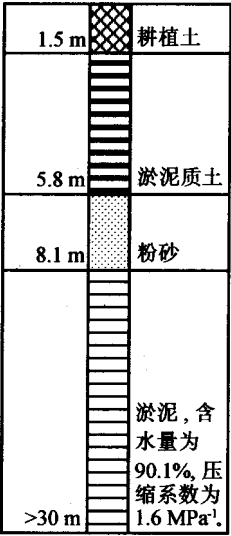
1 未打穿竖井地基下卧层对工后沉降的影响

1.1 地质条件

图 1 为 K47+060 断面位置的地质剖面图。在 4~10 m 深度范围内分布有厚度不均的砂层。该层透水性强, 采用真空预压加固法必须对该砂土层采取密封处理。

1.2 施工情况

K47+060 断面位置于 1998 年 6 月进场施工, 先清表土, 然后铺设砂垫层、打设袋装砂井(间距 1.0~



注: 图左数据为层底深度。

图 1 地质柱状图

1.5 m, 长度 20 m, 井径  $\phi=70$  mm, 梅花形布置)。1998 年 9 月真空联合堆载预压加固软基施工开始, 为防止淤泥质土细砂层(深度 4~10 m)漏气漏水, 在加固区的四周采用淤泥搅拌桩(桩长 11 m, 桩径 0.7 m, 搭接宽度 0.2 m)作为纵向密封帷幕。加固区表面采用不透气的薄膜和一层土工膜密封, 四周埋入密封沟。1998 年 9 月 18 日开始抽真空, 过程如图 2 所示。

1.3 加固效果分析

采用表面沉降观测数据、分层沉降观测数据对加固效果进行分析, 其统计结果见表 1。通车后的观

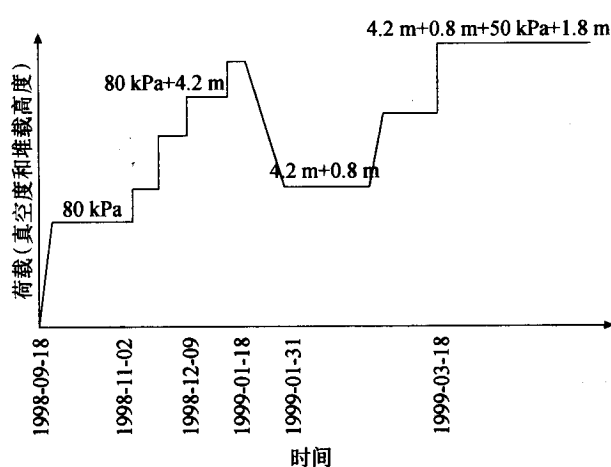


图 2 加载过程示意

测数据表明, K47+060 断面位置累计沉降量为 310.4 mm, 工后沉降量超过了路面设计使用年限内的残余沉降不大于 30 cm 的规范要求。该断面位置的推算工后沉降量约为 835.3 mm, 其原因可从软土地基的处理方面进行分析。结合工后分层沉降数据可知, 20 m 砂井处理深度范围内软土层压缩量平均占整个压缩层压缩量的 30%, 而 20 m 砂井处理范围以下的下卧层压缩量则平均占到 70%, 这说明工后沉降主要集中在下卧层, 这与工后沉降偏大有直接关系。该段真空联合堆载预压法处理效果不理想, 但如果单纯用堆载预压法处理, 工后沉降会远大于目前的状况, 且往后的沉降也较大。

表 1 沉降数据统计

项目	阶段	时间	历时/月	累计沉降量/mm		沉降所占比例/%	
				砂井处理范围	非砂井处理范围	砂井处理范围	非砂井处理范围
表面沉降观测	1	2000-03-05~ 2004-06-30	52.6	310.4			
分层沉降观测	1	2000-01-27~ 2002-12-08	34.8	73	172	30	70
	2	2003-07-06~ 2004-09-17	14.6	12	30	29	71

## 2 打穿竖井地基的工后沉降

### 2.1 地质条件

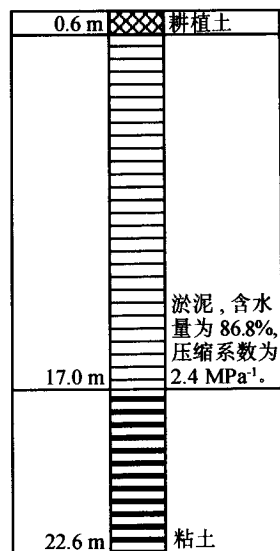
图 3 为 K22+460 断面位置地质剖面图。该位置没有承压水等强含水层, 池、塘、沟、汉等处地表水体分布在深厚淤泥层的浅部, 与分布在深厚淤泥层底部的粘土和砂层没有直接的水力联系, 有利于采用真空联合堆载预压法进行软基加固处理。

### 2.2 施工情况

K22+460 断面位置于 1999 年 8 月进场施工, 先清表土, 然后铺设砂垫层、打设袋装砂井(间距 1.0 mm, 长度 17 mm, 井径  $\phi=70$  mm, 梅花形布置)。1999 年 12 月真空联合堆载预压加固软基施工开始。加固区表面采用不透气的薄膜密封, 四周埋入密封沟。1999 年 12 月 29 日开始抽真空。

### 2.3 加固效果分析

采用表面沉降观测数据、分层沉降观测数据对加固效果进行分析, K22+460 断面通车后沉降观测数据统计结果见表 2。表 2 显示: K22+460 断面位置累计沉降量为 50.4 mm, 工后沉降满足路面设计使用年限内的残余沉降不大于 30 cm 的规范要求。结



注: 图左数据为层底深度。

图 3 地质柱状图

合工后分层沉降观测数据可知, 17 m 砂井处理深度范围内软土层压缩量占整个压缩层压缩量的 67%, 而 17 m 砂井处理范围以下的下卧层(下卧层为粘

性土)压缩量则占到 33%,这说明工后沉降主要集中在 17 m 袋装砂井处理深度范围内的淤泥。该段真空联合堆载预压法处理效果理想。

表 2 沉降数据统计

项目	阶段	时间	历时/月	累计沉降量/mm		沉降所占比例/%	
				砂井处理范围	非砂井处理范围	砂井处理范围	非砂井处理范围
表面沉降观测	1	2002—08—06~2004—07—21	23.8	50.4			
分层沉降观测	1	2002—07—21~2004—07—28	24.6	37.5	18.5	67	33

3 结论

根据两个断面长期工后监测资料分析结果,淤泥厚度在竖向排水体控制范围内的软土层,用真空预压的处理效果是理想的,工后沉降基本可以控制在允许范围内.对于深厚淤泥,竖向排水体悬在淤泥中,则下面的未处理区在工后阶段将发生较大的沉降量,该区沉降是产生较大工后沉降的主要原因。

参考文献:

[1] 赵维炳,等. 粘弹性未打穿竖井地基近似固结分析

[A]. 龚晓楠,等. 第八届全国地基处理学术讨论会论文集[C]. 2004.  
[2] 郝玉龙,等. 深厚软土双层地基超载预压固结理论及工程应用[A]. 龚晓楠,等. 第八届全国地基处理学术讨论会论文集[C]. 2004.  
[3] 姜炎. 真空排水预压法加固软土技术[M]. 人民交通出版社,2002.  
[4] 沈珠江. 软土地基真空排水预压的固结变形分析[J]. 岩土工程学报,1986,8(3).  
[5] 叶柏荣. 真空预压加固法在我国的发展与应用[Z]. 三航局研究所,1989.

Effect of Length of Vertical Drainage Body on Soft Foundation Treated by Vacuum Preloading Combined Surcharge Loading Method

LIU Hui-min<sup>1</sup>, HUANG Teng<sup>2</sup>

(1. Guangdong Provincial Highway Construction Co., LTD, Guangzhou 510600, China;  
2. Geotechnical Branch Company of Guangdong Hangsheng Engineering Co., LTD, Guangzhou 511442, China)

**Abstract:** On the basis of the actual observation data on settlements after construction, the effect of the length of vertical drainage body on soft foundation treated by vacuum preloading combined surcharge loading method is explained.

**Key words:** vacuum preloading; vertical drainage body; length; settlement after construction