

# 软基处理方法在福宁高速公路中的综合应用

王恒林, 吴寿明, 袁永林, 吴燕华

(中国地质工程集团公司福建分公司, 福建 福州 350003)

**摘 要** 通过福宁高速公路 A7 标段的施工实践, 简要介绍了高速公路软基处理的主要方法、施工工艺及其注意事项和处理效果。

**关键词** 福宁高速公路 软基处理 路面沉降

**中图分类号** :U416.1    **文献标识码** :B    **文章编号** :1000-3746(2002)S1-0082-03

## 1 工程概况

福宁高速公路是同江至三亚国道主干线的组成部分, 北起福鼎市分水关, 经霞浦县至宁德市蕉城区, 全长 141 km。该线路主要穿越沿海城镇, 其中软土地基分布广泛, 工程地质条件差。因此, 软基处理成了福宁高速公路重要的控制性工程之一, 如何应用处理方法及合理设计施工工艺是该段高速公路

施工的一项重要课题。现以 A7 标段为例, 简要说明软基处理方法的施工工艺控制与注意事项。

A7 标段位于福鼎市秦屿镇与硠门乡境内, 路基工程合同总造价 20320 万元, 施工工期 27 个月。线路总长 9.28 km, 主要穿越滨海沉积与沿海丘陵地貌, 其中软土路基线长 5.70 km, 按其平面分布特征可分为 8 处软基处理段 (见图 1)。

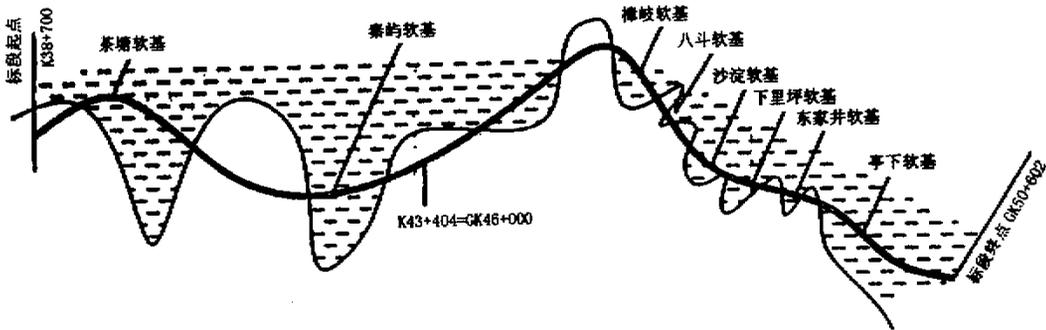


图 1 A7 标段软基平面分布示意图

该标段软弱土层以淤泥为主, 呈流塑~软塑状态, 部分为淤泥质土, 呈软塑状态, 根据各软基段的软土分布特征及有关荷载、工期等指标要求, 该标段主要采用换填处理, 打设塑料排水板、袋装砂井、铺设砂垫层等预压排水处理, 土工格栅与土工布等加筋处理以及兼有置换软弱土和排水作用的碎石桩处理方法, 并根据需要选择一种或多种进行综合应用。软基处理总工期 7 个月(2000 年 4~10 月), 各软基段的处理方法见表 1。

## 2 施工工艺及注意事项

### 2.1 土工布

- (1) 工程量 125900 m<sup>2</sup>, 施工工期 3 个月;
- (2) 铺设土工布前挖好路基两侧排水沟, 并清表和填前碾压;
- (3) 土工布应拉直平顺, 紧贴下承层, 搭接在现场以人工或机械缝合, 搭接宽度满足设计图纸要求;
- (4) 在路基两侧应向上翻起包裹上部的砂垫层, 以防止砂料流失及加强垫层排水作用。

### 2.2 砂垫层

收稿日期: 2002-02-10

**作者简介** 王恒林(1948-), 男(汉族), 江苏宝应人, 中国地质工程集团公司福建分公司经理, 高级工程师, 地球物理专业, 从事工程施工技术研究和施工管理工作, 福建省福州市五四路 285 号(0591)7711308、(0593)7268518; 吴燕华(1977-), 女(汉族), 福建建阳人, 中国地质工程集团公司福建分公司助理工程师, 岩土工程专业, 从事高速公路施工管理工作(0591)7710184、(0593)7268519。

表 1 A7 标段软基处理方法

软基段名称	桩号	软土厚度/m	填筑高度/m	处理方法
茶塘软基	K38+700~K39+830	5.9~15.5	3.5~4.5	袋装砂井、砂垫层、土工格栅、等载预压
秦屿软基	K40+730~K41+320	6.0~9.4	3.3~5.7	袋装砂井、砂垫层、土工格栅、等载预压
樟岐软基	GK47+320~460	3.1~3.5	3.4~18.8	砂垫层、单层土工布、双层土工格栅、欠载预压
八斗软基	GK47+560~600	0.3~2.0	6.4~10.0	换填碎石土
沙淀软基	GK48+342~580	2.5~5.0	4.2~7.6	砂垫层、单层土工布、双层土工格栅、等载预压
下里坪软基	GK48+720~GK49+130	5.8~13.0	3.2~7.4	塑料排水板、砂垫层、单层土工布、双层土工格栅、等载预压
东家井软基	GK49+600~770	4.5~9.6	8.2~11.7	碎石桩、单层土工布、多层土工格栅、欠载预压
亭下软基	GK50+170~602	7.6~12.6	3.8~7.0	塑料排水板、砂垫层、单层土工布、双层土工格栅、等载预压

注 (1) 软土厚度 系第一硬层(持力层)以上的软土厚 (2) 对反开槽施工的桥台、涵洞等构造物处采用超载预压 超压高度 1.5~2.0 m。

- (1) 工程量 115851 m<sup>3</sup> 施工工期 4 个月;
- (2) 砂垫层应采用含泥量  $\geq 3\%$  的中粗砂;
- (3) 砂垫层总厚度 50 cm, 分层松铺厚度  $\geq 20$  cm 并逐层压实;
- (4) 砂垫层超出路基底两侧各 50 cm;
- (5) 路基两侧采用土工布反包, 其底部无铺设土工布的应堆砌砂包。

2.3 土工格栅

- (1) 工程量 632900 m<sup>2</sup> 施工工期 7 个月;
- (2) 土工格栅采用抗拉强度  $> 50$  kN/m、延伸率  $\geq 10\%$  的单向土工格栅, 幅宽  $\leq 110$  cm;
- (3) 第一层土工格栅铺设在砂垫层之上, 填土 20 cm 再铺设第二层, 并以此类推;
- (4) 土工格栅主应力方向沿路基横向铺设, 拉紧并用竹签等锚固, 确保其平整、不打褶;
- (5) 两幅间搭接宽度大于 5 cm, 纵向大于 30 cm, 采用  $\varnothing 0.9$  mm 细铁丝绑扎。

2.4 袋装砂井(见图 2)

- (1) 工程量 147 万 m, 打设间距 1.1~1.3 m, 砂井袋直径 70 mm, 施工工期 4.5 个月。
- (2) 施工机械为 SSD20 型(改)和 IJB-16 型(改)打设机各 2 台, 平均进尺 3500 m/(日·台)。
- (3) 工艺流程: 清表→填筑土路拱→铺设砂垫层(30 cm)→砂井定位→机具就位→打设导管→沉入砂袋→拔出导管→机具移位→掩埋砂袋头。在打设完成后及时铺设剩余厚度的砂垫层(20 cm)。
- (4) 施工过程应注意: ①为避免路基中间沉降过大形成“锅底”而影响排水效果和浸泡路堤, 同时为深层处理提供一个良好的工作面, 在铺设砂垫层前采用砂性土先填筑 20~60 cm 厚的路拱, 其横坡控制在 2% 左右; ②打设垂直度要有专人负责监控, 垂直度  $\geq 1.5\%$ ; ③砂宜用干燥的中粗砂, 装袋要饱满, 以免产生“断桩”现象; ④要经常检查桩头与导管口的密封情况, 避免管内进泥过多, 造成堵塞; ⑤处理深度最深控制在 15 m, 在控制深度内如遇卵石等硬层, 一般连续振动 5 s 进尺  $< 10$  cm 则终孔。

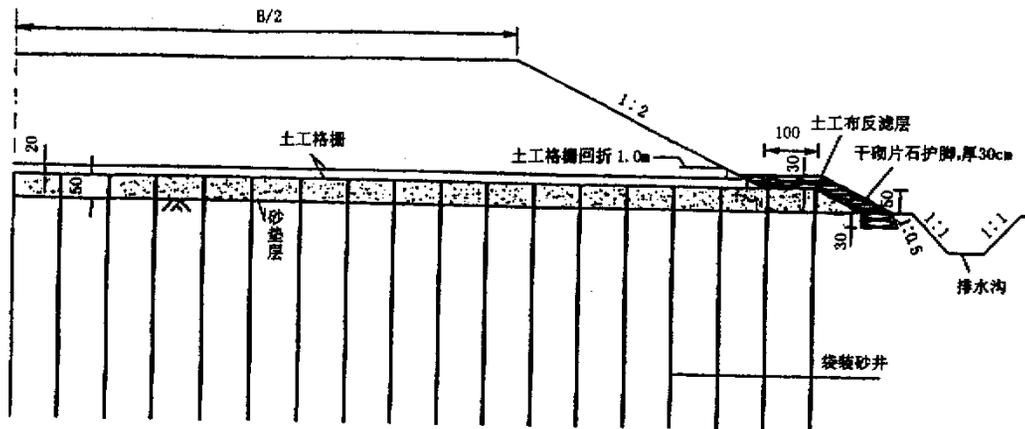


图 2 袋装砂井处理路基横断面设计图

2.5 塑料排水板(见图 3、4)

- (1) 工程量: A 型排水板 198502 m, 板间距 1.3~2.0 m, 工期 2 个月;

- (2) 主要机具: KMZ-1200 型插塑板机 1 台(功率 45 kW) 施工效率为 5000 m/(日·台)。
- (3) 工艺流程: 清表→填筑土路拱→铺设砂垫

层(30 cm)→放样定位→机具就位→穿靴→插板→拔管→埋设板头→移位。塑料排水板施工完成后铺上一层土工布,再铺设20 cm厚的砂垫层。

(4)施工中应注意:①穿靴(即将塑料排水板穿入菱形套管,将钢靴套在板端)时应注意检查套管端部密封性,以防止淤泥和砂子进入套管而产生“回带”现象;“回带”量要 $< 50$  cm;②尽量不使用搭接的排水板,如需搭接时,搭接长度 $< 20$  cm,并按规范要求包好滤水膜,用板机钉牢;③插板时应注意控制垂直度,拔管后切断多余部分,并及时将板头( $> 30$  cm)埋入砂垫层中。

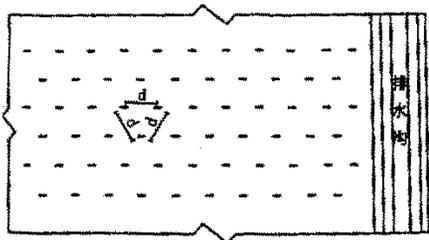


图3 塑料排水板平面布置图

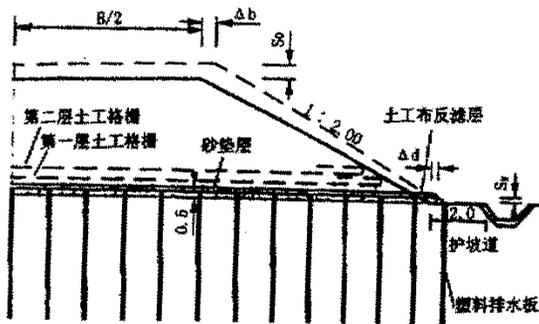


图4 塑料排水板横断面设计图

## 2.6 振冲碎石桩

(1)工程量:总桩长12317 m,桩径80 mm,桩距2.5 m,工期2个月。

(2)施工机具:ZCQ-30型振冲器及相应起吊设备(扒杆或吊车)、水泵、泥浆泵等各2套,施工效率120 m/(台·日)。

(3)工艺流程:施工放样→机具就位→开动水泵→开动振冲器→启动吊机冲孔→清孔→填料→振密加固→关闭振动器、水泵→移位。

(4)施工中应注意:①振冲器的下沉速度控制在1~2 m/min,成孔过程振冲器要保持垂直;②水压控制在500 kPa,水量15 m<sup>3</sup>/h,土的强度高、水压水量适当增大,接近加固深度1 m处及填料振密时宜减小;③密实电流控制在50 A左右,留振时间取20 s,不应将瞬间电流当作密实电流;④填料宜边加边振密,第一次加料0.6 m<sup>3</sup>,以后每次0.3 m<sup>3</sup>;⑤顶部松散桩体进行碾压密实,随后铺设砂垫层及土工织物。

## 3 处理效果

(1)该工程软基处理段的填土高度普遍在5~15 m,能安全顺利填筑到位说明各段采取的加固处理方法有效。

(2)在填土期内,在路基两侧的排水沟内明显有水流排出。在施工过程中应注意路基两侧砂垫层边缘的砂包是否有泥土包裹而影响排水功能。同时按5 m间距挖好横向排水沟,将水流引入纵向排水沟内。

(3)从软基沉降观测结果分析,实际观测的工前沉降量一般大于设计沉降量,从而确保了工后沉降满足设计要求。各代表性断面沉降情况见表2。

(4)软基段涵洞通道等构造物处经预压排水处理,地基土的容许承载力明显改善,由原来的30~50 kPa普遍提高至100 kPa以上。

表2 软基沉降量统计

软基段名称	处理方法	控制断面	填土高度/cm	设计工前沉降量/mm	填土期		预压期		累计实测沉降量/mm
					时间/月	沉降量/mm	时间/月	沉降量/mm	
茶塘软基	袋装砂井	K39+450	7.77	111.8	14	90.4	4	24.2	114.6
秦屿软基	袋装砂井	K41+300	6.88	78.4	14	84.8	4	13.5	98.3
下里坪软基	塑料排水板	GK49+000	8.09	221.1	15	168.8	4	57.2	226.0
亭下软基	塑料排水板	GK50+510	7.38	185.0	14	141.2	4	26.6	167.8
东家井软基	碎石桩	GK49+730	14.57	66.5	6	68.1	3	3.4	71.6

## 4 结语

软基处理因具有投入大、处理时间长等特点,往往成为沿海地区高速公路施工的控制性工程,而如何选择有效的处理方法,采用合适的施工机具和科学的施工工艺则是软基处理成败的关键。通过福宁

高速公路的施工实践,说明综合应用袋装砂井、塑料排水板、碎石桩、砂垫层、土工布及土工格栅等常用软基处理方法可以取得较好的处理效果,文中所介绍的主要施工机具、工艺流程和施工注意事项可供类似工程借鉴。