

福建沿海高速公路软土地基的基本特性及处理方法

王恒林

(福建地矿建设集团公司 福建 福州 350003)

摘 要 以福宁高速公路秦屿段软基施工为例 ,对福建沿海高速公路软基特性和软基处理的方法进行论述 ,并提出了有关注意事项。
关键词 福建沿海地区 高速公路 软土地基 基本特性 处理方法
中图分类号 :U416.1 **文献标识码** :B **文章编号** :1672 - 7428(2005)03 - 0029 - 02

高速公路所带来巨大的经济效益已越来越受到重视。近些年来 ,我国高速公路发展迅速 ,尤其是沿海地区。我公司在福宁高速公路秦屿段的施工中 ,对软土地基的特性进行了分析 ,并对加固处理方法进行了优选。这类软土地基在福建沿海地区较为普遍和典型 ,采用的软基处理方法也较适用 ,对福建境内的沿海高速公路软基施工有较高的参考价值。

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 ,南至宁德市城关 ,全长 141 km。设计车速 80 km/h ;设计荷载汽车—超 20 级 ,挂车—120 级。路基宽度整体式 24.5 m ,分离式 2 × 12.5 m。该路线主要沿滨海城镇分布 ,其中软土路基分布广泛 ,约占全路线总长的 1/3 ,其中以秦屿段尤为典型 ,该段全长 9.28 km ,软基共 8 处 ,计长 5.69 km ,占全段的 61.4%。沿海软基地质条件变化复杂 ,沉降要求高 ,一般路段工后沉降小于 30 cm ,路桥结合处工后沉降不大于 10 cm。因此软基处理成了沿海高速公路重要控制性工程之一。

1 软土的基本特性

福建沿海软土分布主要为滨海相淤积成因 ,为

近代海退或人工围垦后形成的浅海堆积 ,在线内分布范围广 ,面积大 ,其主要类型为淤泥、淤泥质粘土、淤泥混砂等 ,呈两层或多层分布 ,软土总厚度大 ,一般 9 ~ 30 m ,具有高压缩性特点。勘察时采用钻探、静力触探、十字板剪切等综合手段 ,对软土地基的基本特性进行评价分析。现以福鼎秦屿路段 (A7 标段)为例 ,分述软土层的基本特性。

①高液限粘土 ,灰褐 ~ 灰黑色 ,主要成因为淤泥表层经风干缩水而成 ,软塑 ,一般厚 1.0 ~ 2.0 m ;

②淤泥 ,灰色、灰绿色 ,流塑 ,多数含少量贝壳、砂粒等 ,厚度一般 4 ~ 6 m ,静力触探比贯入阻力平均 317 kPa ,十字板抗剪强度平均值 16.4 kPa ,不排水抗剪强度 13.8 kPa ;

③低液限粘土 ,分布不稳定 ,软塑 ,一般厚 0.5 ~ 4.6 m ;

④淤泥质土 ,深灰 ~ 灰黑色 ,流塑 ~ 软塑 ,富含有机质 ,静力触探比贯入阻力平均值 874 kPa ,压缩模量 2.0 ~ 2.5 kPa ,一般厚度 9.5 ~ 12 m ;

⑤卵石 ,中密 ,砂质充填 ,局部夹有淤泥质土薄层。

各土层物理力学指标见表 1。

表 1 土层主要物理力学指标表

土层	含水量	重力密度		密度	孔隙比	饱和度	液限	塑限	塑性指数	液性指数	压缩系数 α_{1-2}	压缩模量 E_s	粘聚力 c	内摩擦角 φ
	W /%	γ (kN · m ⁻³) ρ_0	ρ_d	G_s / (kg · L ⁻¹)		S_r /%	W_l /%	W_p /%						
高液限粘土	35.3	18.57	13.77	2.71	0.973	96	49.1	27.7	21.3	0.41	0.48	4.26	37	11.1
淤泥	66.6	16.16	9.73	2.75	1.839	99	66.0	32.7	34.1	1.00	1.66	1.73	10	0.8
低液限粘土	33.1	19.02	14.33	2.73	0.923	97	52.8	27.8	25.1	0.21	0.32	6.32	58	12.3
淤泥质土	47.9	17.63	11.95	2.74	1.305	99	55.3	29.2	26.1	0.73	0.91	2.64	17	6.5

该段软土地基的主要特点可归纳为 :软土层分布具有一定的厚度 ,具有高含水量、大孔隙比、低密

度、低强度、高压缩性、低透水性等特点。淤泥、淤泥质土含水量平均值高达 48% ~ 67% ,一般高于液限,孔隙比 > 1.0 ,塑性指数一般大于 25 ,抗剪强度 $C_u = 10 \sim 15 \text{ kPa}$,压缩系数 $0.9 \sim 1.7 \text{ MPa}^{-1}$ 。这类土属高压缩性土,压缩量大,排水固结缓慢,地基稳定性差。因此,根据软土的特性和具体分布情况,选择合理、经济的处理方法具有十分重要的意义。

2 勘察要点

软土地基勘察的主要目的在于查明排水固结的特性,为软基加固方案的选择提供依据,因此勘察时必须目的明确,合理选择勘察手段。

(1) 软土地基勘探孔可分为原位测试和钻探取土孔,原位测试孔主要用于划分土层类别和测定某项土性参数,十字板剪切及静力触探试验均属于此类,钻探取土孔主要用于采取原状土样,提供主要的设计参数。因此合理的勘探思路是以较多的原位测试孔与部分钻探取土孔相结合,在查明土层分布的基础上,掌握各土层的物理力学特性,提供必要的设计参数。

(2) 软土勘察尤其是钻探取土孔对土样的扰动程度具有较高的要求,应采用薄壁取土器,尽量保持土的原状特性。同时应防止样品存放、运输、试验过程造成土的扰动,以确保提供的参数准确可靠。

3 软基处理方法的优选

高速公路对地基变形量的要求较高,一般路堤工后沉降量不超过 30 cm ,结构物搭接处工后沉降量低于 10 cm 。由于该段软基具有高压缩性、低渗透性、低强度的特点,要想满足设计要求就必须进行加固处理。

地基处理的方法较多,按作用机理不同可分为换土处理、密实处理、排水处理、加筋处理、热学处理及化学处理(灌浆法、搅拌法)等。由于地基处理费用占投资的比例很大,因此,优选处理方案十分重要。选择处理方案时宜考虑以下问题(1)荷载及使用要求(2)地层结构及工程地质条件、水文地质条件(3)对加固机理、适用范围、预期效果以及材料来源及消耗、机具条件等进行技术经济对比、分析(4)工期要求(5)填筑高度(6)进行必要的试验。

根据国内高速公路软基处理的经验,对一般正常压密的软粘土,排水预压法将是经济的、有效的,只有在某些特殊条件下,如工期过急、荷载过大等情况,才会考虑其它加固方法。

根据福鼎秦屿段高速公路软土的平面分布情况,该路段软基可划分为茶塘软基、互通软基、樟岐软基、八斗软基、沙淀软基、下里坪软基以及亭下软基等几个单元,每个单元软土的分布和路基的填筑高度,要求各有特点。

茶塘、互通、下里坪及亭下软基分布范围广,软土 2 ~ 3 层,单层厚一般为 6 ~ 15 m ,软土层间一般为砂、卵石等透水层,路基填筑高度一般为 5 ~ 6 m ,所以采用袋装砂井、塑料排水板、振冲挤密碎石桩加预压方法进行排水固结。在桥头地段则进行超载预压以缩短固结期,保证工期。同时结合使用土工布、土工格栅、砂垫层等提高地基强度,增加排水功能。

樟岐、沙淀软基软土厚度较薄,一般小于 3 m ,填筑高度小于 3 m ,故采用砂垫层、土工布、双层土工格栅填土等(超)载预压处理方法;对局部埋藏浅、厚度小的软土路段则直接采用换填方法。

在选择软基处理方案时,同时考虑相应的施工工艺和要求,尤其是对袋装砂井、塑料排水板等处理方法,应确保路基沉降稳定后砂垫层面高于原地面,以避免沉降过大使砂垫层形成“锅底”而影响排水效果和浸泡路堤。为此应在打设砂井、塑料排水板前,先设计、施工路拱(厚度一般不大于 50 cm ,以免影响打设桩板),再铺设砂垫层后进行填土施工(详见图 1)。

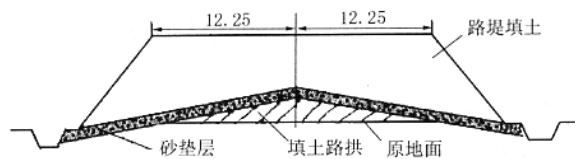


图1 土路拱、砂垫层设计示意图

4 结语

(1) 福建沿海高速公路软土地基具有分布广、含水量高、孔隙比大、压缩性高、低强度等特点,地基稳定性差,须进行加固处理。

(2) 优先选择综合排水固结预压法处理软基是比较经济、合理和可行的。