

DB33

浙 江 省 地 方 标 准

DB 33/T 904—2013

公路软土地基路堤设计规范

Code for Design of Highway Embankment on Soft Ground

2013 - 12 - 31 发布

2014 - 1 - 31 实施

浙江省质量技术监督局 发布

浙江省地方标准

公路软土地基路堤设计规范

Code for Design of Highway Embankment on Soft Ground

DB 33 /T 904—2013

主编单位:浙江省交通规划设计研究院

批准部门:浙江省质量技术监督局

实施日期:2014 年 1 月 31 日

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

公路软土地基路堤设计规范 / 浙江省交通规划设计
研究院编. -- 北京 : 人民交通出版社, 2014. 4

ISBN 978-7-114-11248-5

I. ①公… II. ①浙… III. ①公路路基—软土地基—
路堤—设计规范 IV. ①U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 042268 号

浙江省地方标准

书 名: 公路软土地基路堤设计规范(DB 33/T 904—2013)

著 作 者: 浙江省交通规划设计研究院

责任编辑: 任雪莲

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 8.5

字 数: 210 千

版 次: 2014 年 4 月 第 1 版

印 次: 2014 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11248-5

定 价: 40.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

浙江省交通运输厅办公室文件

浙交办〔2013〕41 号

关于实施《内河航道工程质量检验规范》等 浙江省地方标准的通知

各市交通运输局(委)、义乌市交通运输局,嘉兴、舟山、台州市港航(务)局,厅管厅属各单位:

浙江省地方标准《内河航道工程质量检验规范》(DB 33/T 386—2013)、《交通建设工程工程量清单计价规范 第3部分:航道工程》(DB 33/T 628.3—2013)、《公路软土地基路堤设计规范》(DB 33/T 904—2013)已由浙江省质量技术监督局批准发布,自2014年1月31日起实施,请各有关单位参照执行。

省地方标准《内河航道工程质量检验规范》、《交通建设工程工程量清单计价规范 第3部分:航道工程》由省交通运输厅工程质量监督局等单位编制,《公路软土地基路堤设计规范》由省交通规划设计研究院等单位编制,标准的管理权和解释权归口我厅,日常解释和管理工作由省交通运输厅工程质量监督局和省交通规划设计研究院负责。请各单位在实施中注意积累资料、

总结经验,并及时反馈有关问题和意见,以利修订时参考(联系人:陈妙初、陈亮、段冰,电话:0571-83789615、83789622、89709085)。标准文本可在浙江省地方标准网(www.db33.cnzjqi.com)下载。

浙江省交通运输厅办公室

2014 年 2 月 10 日

抄送:省交通集团公司。

浙江省交通运输厅办公室

2014 年 2 月 11 日印发

前 言

本规范按照《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》(GB/T 1.1—2009)制定的规则起草。

本规范由浙江省交通运输厅提出并归口。

本规范起草单位：浙江省交通规划设计研究院。

本规范主要起草人：杨少华、段冰、郑束宁、毛斌、袁迎捷、刘健、江建坤、陈建荣、俞帆、单君、黄天元、姜正晖、任超、张天宝、徐立新、朱益军、陈永辉、王新泉。

本规范的某些内容可能涉及专利，本规范的发布机构不承担这些专利的责任。

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 3

4 基本规定 7

 4.1 软土的界定 7

 4.2 基础资料 7

 4.3 工程勘察 8

 4.4 沉降与稳定标准 8

 4.5 设计 9

 4.6 施工要求 11

 4.7 设计文件的编制 11

5 浙江省软土的工程特性及勘察 13

 5.1 浙江省软土的分类与工程特性 13

 5.2 工程勘察 15

6 浅层处理 20

 6.1 一般规定 20

 6.2 设计 20

 6.3 施工要求 23

 6.4 质量检验 24

7 土工合成材料加筋 25

 7.1 一般规定 25

 7.2 设计 26

 7.3 施工要求 28

 7.4 质量检验 29

8 排水固结法 31

 8.1 一般规定 31

 8.2 设计 31

 8.3 施工要求 34

 8.4 质量检验 35

9 水泥搅拌桩 36

 9.1 一般规定 36

9.2	设计	36
9.3	施工要求	39
9.4	质量检验	40
10	桩承式加筋路堤	41
10.1	一般规定	41
10.2	设计	41
10.3	施工要求	47
10.4	质量检验	47
11	塑料套管混凝土桩	48
11.1	一般规定	48
11.2	设计	48
11.3	施工要求	50
11.4	质量检验	50
12	轻质路堤	51
12.1	一般规定	51
12.2	泡沫混凝土轻质路堤	51
12.3	EPS 块体轻质路堤	54
12.4	EPS 颗粒混合土轻质路堤	56
12.5	粉煤灰轻质路堤	58
13	动态监测与分析	60
13.1	一般规定	60
13.2	观测仪标及断面布置	60
13.3	沉降观测	60
13.4	侧向位移观测	61
13.5	观测频率	61
13.6	监测成果分析	61
13.7	监测控制指标	62
13.8	沉降预测和预抛高计算	62
附录 A	浙江省软土分布图(资料性附录)	64
附录 B	不同地基处理方法的软土试验项目(规范性附录)	65
附录 C	软土室内试验项目(规范性附录)	66
附录 D	浙江省软土工程特性(资料性附录)	67
附录 E	浙江省典型软土物理力学性质指标表(资料性附录)	68
附录 F	桩体荷载分担比系数 η (规范性附录)	73
附件	《公路软土地基路堤设计规范》条文说明	75
4	基本规定	77
5	浙江省软土的工程特性及勘察	83
6	浅层处理	88
7	土工合成材料加筋	91

8	排水固结法.....	96
9	水泥搅拌桩	104
10	桩承式加筋路堤.....	108
11	塑料套管混凝土桩.....	112
12	轻质路堤.....	118
13	动态监测与分析.....	123

1 范围

本规范规定了各软基处理方法的勘察设计原则、施工要点和质量检验的主要要求。
本规范适用于新建、改扩建的各等级公路软土地基路堤的设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件,仅所标注日期的版本适用于本规范。凡是不标注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

- 《混凝土结构设计规范》(GB 50010)
- 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)
- 《公路工程地质勘察规范》(JTG C20)
- 《公路路基设计规范》(JTG D30)
- 《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40)
- 《公路沥青路面设计规范》(JTG D50)
- 《公路土工试验规程》(JTG E40)
- 《公路路基施工技术规范》(JTG F10)
- 《公路工程质量检验评定标准(第一册 土建工程)》(JTG F80/1)
- 《建筑桩基技术规范》(JGJ 94)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 软土 soft soil

滨海、湖沼、谷地、河滩沉积的天然含水率高、天然孔隙比大、压缩性高和抗剪强度低的细粒土。

3.2 极限填筑高度 limited height of filling

在天然软土地基上用快速施工的方法修筑一般断面的路基所能填筑的最大高度,称为极限填筑高度。

3.3 堆载预压 preloading

在软土地基上施加荷载,促使地基排水、固结、压密,以提高地基强度,减少在使用荷载作用下产生的工后沉降量。若预压荷载等于路基荷载与路面等效荷载之和,称为等载预压;若预压荷载大于路基荷载与路面等效荷载之和,称为超载预压;若预压荷载小于路基荷载与路面等效荷载之和,称为欠载预压。

3.4 真空预压法 vacuum preloading method

通过对覆盖于设置竖向排水体地基表面的不透气薄膜内抽真空,而使地基固结的地基处理方法。

3.5 真空联合堆载预压 vacuum-surchage preloading

在真空预压的同时,结合路基填筑荷载的联合预压作用,达到加速软土地基固结,提高地基强度和稳定性的一种地基处理方法。

3.6 预压期 preloading period

路基初次填筑至设计预压高程后,至卸载开始时或路面结构层开始施工时所持续的时间。

3.7 浅层处理 shallow treatment

通过置换、加筋、夯压、浅层固化、设置褥垫等方式对表层软土进行处理,以提高地基承载力的一种方法。

3.8 土工合成材料 geosynthetics

以塑料、化纤、合成橡胶等为原料,制成的各种聚合物产品。置于土体内部、表面或填料之间,发挥排水、隔离、反滤、加筋等作用的材料。

3.9 加筋 method of reinforcement

在土或填料中加入土工合成材料、钢筋等条带网格状抗拉材料,以改善土或填料的力学性能,提高路基稳定性和均化沉降的方法。

3.10 水泥搅拌桩 cement mixing piles

以水泥作为固化剂的主剂,利用搅拌机械将固化剂和地基土强制搅拌,使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的一种桩体。

3.11 复合地基 composite subgrade

部分土体被增强或被置换形成增强体,由增强体和周围地基土共同承担荷载的地基。

3.12 桩承式加筋路堤 pile-supported reinforced embankment

在软土地基中按一定间距打设刚性桩,在桩顶端设置相应尺寸的桩帽(或称为托板),并在桩帽顶面铺设土工合成材料加筋垫层,然后填筑形成的路堤。

3.13 塑料套管混凝土桩 plastic tube cast-in-place concrete pile

带塑料套管的现浇混凝土桩,由预制桩尖、塑料套管、套管内混凝土、顶部桩帽四部分组成;按一定间距将塑料套管打入软土地基中,套管内用混凝土浇筑成桩。

3.14 负摩阻力和中性点 negative skin friction and neutral point

桩身周围土由于自重固结、地下水位下降、地面附加荷载等原因而产生大于桩身的沉降时,土对桩侧表面产生向下的摩阻力,称为负摩阻力。

在桩身某一深度处的桩土位移量相等,该处称为中性点。中性点是正、负摩阻力的分界点。

3.15 轻质路堤 lightweight embankment

将泡沫混凝土、EPS 块体、EPS 颗粒混合土、粉煤灰等轻质材料作为路基填料,以减少沉降、增加稳定性的一种路堤形式。

3.16 泡沫混凝土 foamed concrete

将发泡剂、水溶液用物理方法制备成泡沫群,并加入到由水泥、水、外加剂(集料)制成的浆液中,经混合搅拌、浇筑成型的含有大量封闭气孔的轻质材料。

3.17 EPS 块体 expanded polystyrene block

由聚苯乙烯发泡形成的块体,是一种轻质路基填料。

3.18 EPS 颗粒混合轻质土 mixed lightweight soil with EPS

将原料土、EPS 颗粒、固化材料和水混合搅拌均匀后,经压实和固化作用形成的一种改性人造轻质土。

3.19 动态设计方法 dynamic design method

根据施工过程中的反馈信息和监测资料,对设计参数及设计方案进行验证和优化的软基处理设计方法。

3.20 施工动态控制技术 dynamic control technology for construction

根据施工过程中的反馈信息和监测资料,对施工方案的安全性和合理性进行判断,动态跟踪和调整施工的控制技术。

3.21 路基填筑期预抛高 pre-flip height for subgrade settlement during subgrade filling

为了补偿预压期路基沉降,在路基填筑期内就将预压期内发生的路基沉降量作为路基填筑高度的一部分预先填筑的方法。

3.22 路面施工期预抛高 pre-flip height for settlement during pavement

在路面结构层施工之前预先采用路基填筑材料,或在路面施工过程中预先采用路面材料来补偿沉平控制时间内所发生的沉降量的方法。

3.23 预抛高沉平时间 the needed time for settlement equal to pre-flip height

路面施工期预抛高后,路面高程因地基沉降而沉至原设计高程所需的时间。

4 基本规定

4.1 软土的界定

4.1.1 软土主要有淤泥、淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土、软塑至流塑黏土、软塑至流塑粉质黏土、稍密粉土、有机质土、泥炭质土、泥炭等。

4.1.2 软土鉴别可按表 4.1.2 执行。

表 4.1.2 软土鉴别指标表

特征指标 名称		塑性指数 I_p	天然 含水率 w (%)		天然 孔隙比 e	直剪快剪 内摩擦角 $\varphi_q(^{\circ})$	压缩系数 $a_{0.1-0.2}$ (MPa^{-1})	十字板 抗剪强度 τ (kPa)	静力触探 锥尖阻力 q_c (MPa)	标准贯入 试验锤击 数 N (次)	有机质 含量 w_u (%)
黏性土	淤泥		≥ 35	$\geq w_L$	$e \geq 1.5$	< 5	> 0.5	< 35	≤ 0.75		
	淤泥质黏土	$I_p > 17$			$1.0 \leq e < 1.5$						
	淤泥质粉质黏土	$10 < I_p \leq 17$									
	黏土	$I_p > 17$		$w \geq w_L$ 或 $e \geq 1.0$							
	粉质黏土	$10 < I_p \leq 17$									
粉土		$7 < I_p \leq 10$	> 30		$e > 0.9$		> 0.3		< 2	≤ 8	
有机质土											$5 < w_u \leq 10$
泥炭质土											$10 < w_u \leq 60$
泥炭											$w_u > 60$

注:1. 当天然含水率和天然孔隙比两个指标同时满足时即可划为软土。

2. w_L 指液限 (%)。

3. 液限、塑限分别采用 76g 锥试验确定。

4.2 基础资料

4.2.1 软土地基路堤设计应收集调查沿线的气象、水文、地形地貌、地质构造、工程地质及水文地质等资料。

4.2.2 根据设计要求还应收集和调查以下内容：

- (1) 路线纵横断面及桥梁、通道、涵洞的布设等各相关专业的资料；
- (2) 软土路段两侧附近的已有构筑物、管线等环境状况；
- (3) 路堤填筑材料的来源、特性等有关情况；
- (4) 附近公路、铁路、水利工程的软基处理相关经验；
- (5) 改扩建路段原有路基软土处理方法和沉降情况。

4.3 工程勘察

4.3.1 应根据道路等级、工程规模及场地条件,采用综合勘察方法,多种勘察手段互相补充验证。勘察成果和精度应满足各阶段的设计要求。

4.3.2 应加强勘察过程控制,重视原位测试工作,严格按操作规程规定的要求操作,保证勘察资料的准确性。

4.3.3 对可能导致地基失稳的沿河、傍山、暗浜、暗塘及桥头高填土等路段,应加强地质勘察工作,查明软土层的分布及其在纵向、横向的厚度和性质变化,为设计选线和路堤设计提供地质依据。

4.4 沉降与稳定标准

4.4.1 新建工程沉降控制标准:公路软土地基在路面设计使用年限内的工后沉降应满足表 4.4.1 的要求,同时对差异沉降的过渡应满足其渐变率 $\leq 0.5\%$ 。

表 4.4.1 工后沉降控制标准

设计速度 (km/h)	路 段 类 型		
	桥梁与路基相邻路段 (m)	箱式通道、涵洞与路基相邻路段 (m)	一般路段 (m)
≥ 100	≤ 0.10	≤ 0.15	≤ 0.30
80	≤ 0.15	≤ 0.20	≤ 0.40
≤ 60	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.50

注:桥式通道按桥梁考虑。

4.4.2 稳定控制标准:公路软土地基设计应进行路堤的稳定验算,其稳定安全系数应满足表 4.4.2 的规定值。

表 4.4.2 稳 定 安 全 系 数

安全系数 采用指标	计算方法	固结有效应力法		改进总强度法		简化 Bishop 法、Janbu 法
		不考虑固结	考虑固结	不考虑固结	考虑固结	
直接快剪		1.1	1.2			
静力触探、十字板剪切			1.2	1.3		
三轴有效剪切						1.4