

中华人民共和国行业标准

水运工程塑料排水板应用技术规程

JTS/T 206—1—2023

主编单位：中交天津港湾工程研究院有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：2023年12月1日

人民交通出版社股份有限公司

2023·北京

交通运输部关于发布 《水运工程塑料排水板应用技术规程》的公告

2023 年第 52 号

现发布《水运工程塑料排水板应用技术规程》(以下简称《规程》),《规程》为水运工程建设推荐性行业标准,标准代码为 JTS/T 206—1—2023,自 2023 年 12 月 1 日起施行。《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)同时废止。

《规程》由交通运输部水运局负责管理和解释,实施过程中具体使用问题的咨询,由主编单位中交天津港湾工程研究院有限公司答复。《规程》文本可在交通运输部政府网站水路运输建设综合管理信息系统“水运工程行业标准”专栏(mwtis.mot.gov.cn/syportal/sybz)查询和下载。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
2023 年 10 月 11 日

修订说明

本规程是根据“交通运输部办公厅关于下达 2020 年度水运工程标准编制计划的通知”的要求,由交通运输部水运局组织有关单位,在《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)的基础上,结合我国水运工程建设发展的现状,总结近年来塑料排水板在我国水运工程中的应用经验,借鉴国内外塑料排水板应用的相关技术和标准,经深入调查研究、广泛征求意见,不断修改完善修订而成。

《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)自发布实施以来,对推动塑料排水板在水运工程中的应用发展、降低建设成本和保障水运工程建设质量等发挥了重要作用。随着我国水运工程建设的不断发展,塑料排水板的应用范围不断扩大,应用水平不断提高,为更好地适应我国水运工程地基加固的需要,交通运输部水运局组织有关单位对《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)进行了修订。

本规程共分 6 章 2 个附录,并附条文说明,主要包括工程设计、工程施工和质量控制等内容。本次修订的主要内容有:

1. 原第 3 章 塑料排水板修改为基本规定,对塑料排水板应用设计、施工和材料的一般规定提出要求,增加了设计应提出的施工质量检测要求;

2. 第 4 章 工程设计,原第 4.2 节改为第 4.1 节,“水平排水垫层的设计”修改为“水平排水设计”,增加了碎石垫层的要求,对滤膜等效孔径要求和渗透系数试验条件进行了修订;

3. 第 5 章 工程施工,5.1.1 节将原 5.1.2 节“塑料排水板施工前应编制施工组织设计”修改为“塑料排水板施工前应编制专项施工方案,必要时应进行典型施工”;5.1.3 节水上施工准备工作,“GPS 定位”修改为“卫星定位”,增加了“(6)设置安全警示标志”和“(7)进行水下地形测量”要求;5.1.6 节增加了搭接结构形式要求;5.1.8 节增加了塑料排水板应满足工艺要求的外露长度;5.1.9 节、5.1.10 节和 5.2.5 节为新增要求;原 5.4.5 节内容删除;原 5.4.6 节调整到 5.1.11 节,并修改内容为“斜坡上打设塑料排水板宜根据工程经验采取保障垂直度和水平定位精度的措施”。

4. 增加第 6 章 质量控制,对材料和施工过程质量控制提出要求;

5. 删除原附录 A,相应内容纳入第 4 章;

6. 删除原附录 B。

本规程的主编单位为中交天津港湾工程研究院有限公司,参编单位为中交第一航务工程局有限公司、天津港湾工程质量检测中心有限公司、中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中交四航工程研究院有限公司和天津大学。本规程编写人员分工如下:

1 总则:刘爱民

- 2 术语:叶国良 宫云增
 - 3 基本规定:朱耀庭 郑爱荣 李立新
 - 4 工程设计:别社安 刘爱民 谢善文 刘文彬
 - 5 工程施工:宫云增 刘亚平 刘文彬 李立新
 - 6 质量控制:喻志发 王 婧 郑爱荣 朱耀庭
- 附录 A:宫云增 刘亚平
附录 B:郑爱荣

本规程于2022年11月29日通过部审,2023年10月11日发布,自2023年12月1日起施行。

本规程由交通运输部水运局负责管理和解释。各有关单位在执行过程中发现的问题和意见,请及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街11号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本规程管理组(地址:天津市河西区大沽南路1002号,中交天津港湾工程研究院有限公司,邮政编码:300222,电话:022-28343603),以便再修订时参考。

关于发布《水运工程塑料排水板应用技术规程》 (JTS 206—1—2009)的公告

2009 年第 31 号

现发布《水运工程塑料排水板应用技术规程》。本规程为强制性行业标准,编号为 JTS 206—1—2009,自 2009 年 11 月 1 日起施行。《塑料排水板施工规程》(JTJ/T 256—96)同时废止。

本标准由我部组织中交天津港湾工程研究院有限公司等单位编制完成,由我部水运局负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
二〇〇九年八月九日

《水运工程塑料排水板应用技术规程》 (JTS 206—1—2009) 修订说明

本规程是在《塑料排水板施工规程》(JTJ/T 256—96)的基础上,总结我国近年来水运工程塑料排水板应用的成功经验,借鉴国内外塑料排水板应用的相关技术和标准,经深入调查研究和广泛征求意见,并结合我国水运工程建设发展的实际修订而成。主要包括塑料排水板在水运工程地基加固中的设计和施工等内容。

本规程的主编单位为中交天津港湾工程研究院有限公司,参加单位为中交第一航务工程局有限公司和中交第一航务工程勘察设计院有限公司。

《塑料排水板施工规程》(JTJ/T 256—96)自发布实施以来,对推动塑料排水板在水运工程中的应用发展,降低建设成本,保障水运工程建设质量等方面发挥了重要作用。随着我国水运工程建设事业的不断发展,塑料排水板的应用范围不断扩大,应用水平不断提高,原规程中的部分内容已不能适应我国水运工程地基加固的需要。为此,交通部水运司组织中交天津港湾工程研究院有限公司等单位对《塑料排水板施工规程》(JTJ/T 256—96)进行修订。

本规程共分5章和4个附录,并附条文说明。本规程编写人员分工如下:

- 1 总则:张 敬
 - 2 术语:张 敬 孙万禾
 - 3 塑料排水板:朱耀庭 刘爱民 苗中海
 - 4 工程设计:苗中海 刘爱民 孙万禾 谢善文
 - 5 工程施工:刘亚平 苗中海 宫云增 刘玉民
- 附录A:朱耀庭 刘爱民
附录B:朱耀庭
附录C:宫云增 刘玉民 陈允进
附录D:苗中海 孙万禾

本规程于2009年2月13日通过部审,2009年8月9日发布,自2009年11月1日起实施。

本规程由交通运输部水运局负责管理和解释,请各有关单位在执行过程中,将发现的问题和意见及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街11号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本规程管理组(地址:天津市河西区大沽南路1002号,中交天津港湾工程研究院有限公司,邮政编码:300222),以便再修订时参考。

目 次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	基本规定	(3)
4	工程设计	(4)
4.1	水平排水设计	(4)
4.2	塑料排水板的布设	(4)
4.3	应力固结度计算	(5)
4.4	沉降量计算	(8)
5	工程施工	(9)
5.1	一般规定	(9)
5.2	施工设备	(10)
5.3	陆上施工	(10)
5.4	水上施工	(11)
6	质量控制	(12)
6.1	材料	(12)
6.2	施工过程控制	(13)
	附录 A 施工记录表	(15)
	附录 B 本规程用词说明	(17)
	引用标准名录	(18)
	附加说明 本规程主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(19)
	《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)主编单位、 参加单位、主要起草人名单	(20)
	条文说明	(21)

1 总 则

- 1.0.1 为有效控制工程质量,统一水运工程塑料排水板应用的技术要求,制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于塑料排水板在水运工程地基加固中的设计、施工与质量控制。
- 1.0.3 塑料排水板在水运工程地基加固中的设计、施工与质量控制除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 塑料排水板 Plastic Drainboard

由带状芯板和滤膜构成的,在地基加固中用作排水通道的一种土工合成材料,亦称塑料排水带。

2.0.2 芯板 Core Board

具有凹凸截面形状和连续排水通道的土工合成材料。

2.0.3 滤膜 Filter Membrane

包覆芯板的无纺土工织物。

2.0.4 纵向通水量 Discharge Capacity

在一定的侧向压力条件下,单位水力梯度、单位时间沿塑料排水板纵向通过的水量。

2.0.5 滤膜渗透系数 Permeability Coefficient of Filter Membrane

单位面积、单位水力梯度下,滤膜法向的水的通过能力。

2.0.6 滤膜等效孔径 Apparent Opening Size of Filter Membrane

能有效通过滤膜的近似最大颗粒的粒径。

2.0.7 接地压力 Ground Pressure

塑料排水板打设设备作用于地表面的压力。

2.0.8 裸打 Setting Drainboard without Casing

不采用套管护送,直接将塑料排水板插入到软基中的打设方法。

2.0.9 管靴 Pipe Shoe

将塑料排水板板头临时固定于套管底端的装置。当套管打设到预定深度上拔时,该装置与套管底端脱离,使塑料排水板留置于预定深度。

2.0.10 回带 Rewind

上拔套管时,塑料排水板随套管上移的现象。

2.0.11 涂抹效应 Smearing Effect

塑料排水板打设时,套管对周围土体的涂刷和抹动,导致塑料排水板周边土体渗透性降低的效应。

2.0.12 井阻 Well Resistance

通过塑料排水板的水体需要克服的阻力。

3 基本规定

- 3.0.1** 塑料排水板的产品性能指标应满足设计要求。
- 3.0.2** 塑料排水板宜选用具有测深功能的产品。
- 3.0.3** 塑料排水板出厂时应有产品质量证明文件,外包装应牢固、完好,并具有防紫外线辐射的能力。
- 3.0.4** 塑料排水板在施工场地临时码放应整齐有序,并应采取避免雨淋、水浸泡、污染和暴晒等的措施。
- 3.0.5** 采用塑料排水板进行地基加固设计时应收集下列资料:
- (1)场地的工程地质资料,包括各土层的含水率、重度、界限含水率、压缩曲线、水平和竖向固结系数、渗透系数、抗剪强度等物理力学指标和地下水位、承压水层、透水透气层及其与水源的连通情况等;
 - (2)地基加固指标,包括承载力、土体强度、允许沉降量和差异沉降量等;
 - (3)工期要求及气候特点;
 - (4)加固区边线附近建筑物和构筑物的分布情况、结构特征、基础类型及与加固区边线的距离等环境条件;
 - (5)地下管线等影响塑料排水板施工的障碍物分布情况。
- 3.0.6** 采用塑料排水板进行地基加固的设计应包括下列主要内容:
- (1)塑料排水板性能和参数的选择;
 - (2)水平排水设计;
 - (3)塑料排水板平面布置和打设深度设计;
 - (4)地基应力固结度计算;
 - (5)地基沉降量计算;
 - (6)塑料排水板的施工质量要求。
- 3.0.7** 设计应提出施工过程中监控的技术要求,监控内容应包括孔隙水压力和地表水平位移、深层水平位移、地表沉降、分层沉降等。
- 3.0.8** 设计应提出工后质量检测要求,检测内容宜包括地基承载力、地基土的物理力学指标等。
- 3.0.9** 使用新材料、新结构形式的塑料排水板前,应进行现场试验,确定其适应性。
- 3.0.10** 塑料排水板施工前应收集下列基础资料:
- (1)现场自然条件、场地条件和环境条件;
 - (2)设计文件、水文资料和地质资料;
 - (3)平面控制点和高程基准点。
- 3.0.11** 塑料排水板的设计和施工应采取能保障打设装备安全的措施,且满足环保要求。水上施工应密切关注当地水文气象等条件的变化。

4 工程设计

4.1 水平排水设计

- 4.1.1 水平排水可采用水平排水垫层、土工合成材料排水系统或组合形式。
- 4.1.2 水平排水垫层可采用砂垫层、碎石垫层。水下砂垫层可采用散抛砂、袋装砂或砂被等。水平排水垫层应具有良好的透水性和连续性。
- 4.1.3 采用砂料作为水平排水垫层时,宜采用中砂或粗砂。中砂、粗砂紧缺地区,经论证并试验后,可采用细砂、粉砂等作为水平排水垫层。
- 4.1.4 采用碎石垫层作为水平排水垫层时,碎石垫层下宜铺设一层土工布。
- 4.1.5 砂源缺乏时,经论证可沿塑料排水板板头铺设砂沟、软管等作为水平排水通道。
- 4.1.6 陆上砂垫层、碎石垫层的厚度不宜小于0.4m;水下砂垫层的厚度不宜小于1.0m,碎石垫层、砂被厚度不宜小于0.7m。

4.2 塑料排水板的布设

- 4.2.1 塑料排水板应根据应用需求选择合适的型号,常用型号塑料排水板的技术指标应满足表4.2.1的要求。

表 4.2.1 常用塑料排水板型号及性能指标

序号	项 目	型 号				试 验 条 件	
		A 型	B 型	C 型	D 型		
1	打设深度 (m)	≤15	≤25	≤35	≤50	—	
2	纵向通水量 (cm ³ /s)	≥15	≥25	≥40	≥55	侧压力 350kPa 时	
3	滤膜渗透系数 (cm/s)	≥5 × 10 ⁻⁴				浸泡至试样饱和,且时间不少于 12h	
4	滤膜等效孔径 O ₉₅ (mm)	0.05 ~ 0.12				—	
5	塑料排水板抗拉强度 (kN/10cm)	≥1.0	≥1.3	≥1.5	≥1.8	延伸率 10% 时	
6	滤膜抗拉强度 (N/cm)	干态	≥15	≥25	≥30	≥37	延伸率 10% 时
7		湿态	≥10	≥20	≥25	≥32	延伸率 15% 时;浸泡至试样饱和, 且时间不少于 12h

续表 4.2.1

序号	项 目	型 号				试 验 条 件
		A 型	B 型	C 型	D 型	
8	厚度(mm)	≥3.5	≥4.0	≥4.5	≥5.0	—
9	宽度(mm)	(1±0.02)b				—

注:① O_{95} 表示滤膜中95%的孔径低于该值;

② b 为塑料排水板宽度,一般为100mm。

4.2.2 塑料排水板的平面布置宜采用正方形或正三角形。

4.2.3 塑料排水板的间距应根据工期和固结度要求、地基土的固结特性、塑料排水板的类型、布置方式以及当地工程经验等确定,宜为0.7m~1.5m。缺乏经验时,可按下列公式估算:

$$d = \left(\frac{6.5C_h t}{\ln \frac{d}{d_w} \ln \frac{0.81}{1-U_{rz}}} \right)^{0.5} \quad (4.2.3-1)$$

$$d_w = \alpha_2 \frac{2(b+\delta)}{\pi} \quad (4.2.3-2)$$

式中 d ——相邻塑料排水板中心间距(cm);

C_h ——地基水平固结系数(cm^2/s);

t ——工程允许的固结时间(s);

d_w ——塑料排水板的等效换算直径(cm);

U_{rz} ——工程要求达到的应力固结度;

α_2 ——换算系数,无试验资料时可取0.75~1.00;

b ——塑料排水板的宽度(cm);

δ ——塑料排水板的厚度(cm)。

4.2.4 塑料排水板宜穿透软土层。软土层深厚时,以稳定性控制的工程,打设深度应超过危险滑动面下3m;以沉降量控制的工程,打设深度应满足工程对地基残余沉降量的要求。

4.3 应力固结度计算

4.3.1 应用塑料排水板进行地基加固时,瞬时加荷条件下的地基平均总应力固结度、竖向平均总应力固结度和径向平均总应力固结度可分别按下列公式计算:

$$U_{rz} = 1 - (1 - U_z)(1 - U_r) \quad (4.3.1-1)$$

$$U_z = 1 - \frac{1}{1 + \gamma_{ab}} \frac{16}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \exp \left[- (2m-1)^2 \frac{\pi^2 T_v}{4} \right] \left[\frac{\gamma_{ab}}{(2m-1)^2} - \frac{2(1-\gamma_{ab})}{(2m-1)^3 \pi} (-1)^m \right] \quad (4.3.1-2)$$

$$U_r = 1 - \exp\left(-\frac{8C_h t}{F(n)d_e^2}\right) \quad (4.3.1-3)$$

$$T_v = \frac{C_v t}{H^2} \quad (4.3.1-4)$$

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \quad (4.3.1-5)$$

$$n = \frac{d_e}{d_w} \quad (4.3.1-6)$$

$$d_e = \alpha_1 d \quad (4.3.1-7)$$

- 式中 U_{rz} ——地基的平均总应力固结度；
 U_z ——地基的竖向平均总应力固结度；
 U_r ——地基的径向平均总应力固结度；
 γ_{ab} ——排水面应力与不透水面应力之比，双面排水时 $\gamma_{ab} = 1$ ；
 T_v ——时间因子；
 C_h ——地基水平固结系数 (cm^2/s)；
 t ——固结时间 (s)；
 $F(n)$ ——井径比因子；
 d_e ——塑料排水板径向排水范围的等效直径 (cm)；
 C_v ——地基垂向固结系数 (cm^2/s)；
 H ——排水面至不透水面的垂直距离 (cm)，双面排水时为土层厚度的一半，单面排水时为土层厚度；
 n ——井径比；
 d_w ——塑料排水板的等效换算直径 (cm)，按式(4.2.3-2)计算；
 α_1 ——换算系数，正三角形布置时取 1.05，正方形布置时取 1.13；
 d ——相邻塑料排水板中心间距 (cm)。

4.3.2 当地基土灵敏度较高、塑料排水板间距较小或打设深度较大时，地基径向平均总应力固结度应考虑井阻与涂抹效应的影响，可按下列公式计算：

$$U_r = 1 - \exp(-\beta_r t) \quad (4.3.2-1)$$

$$\beta_r = \frac{8C_h}{[F(n) + J + \pi G] d_e^2} \quad (4.3.2-2)$$

$$J = \left(\frac{k_h}{k_s} - 1\right) \ln \lambda \quad (4.3.2-3)$$

$$G = \frac{q_h}{q_w/F_s} \frac{L}{4d_w} \quad (4.3.2-4)$$

$$q_h = k_h \pi d_w L \quad (4.3.2-5)$$

- 式中 U_r ——地基的径向平均总应力固结度；
 β_r ——轴对称径向排水固结参数；
 t ——固结时间(s)；
 C_h ——地基水平固结系数(cm^2/s)；
 $F(n)$ ——井径比因子；
 J ——涂抹因子,当不大于0.4时,固结度可按无涂抹影响计算；
 G ——井阻因子；
 d_e ——塑料排水板径向排水范围的等效直径(cm)；
 k_h ——地基水平渗透系数(cm/s)；
 k_s ——涂抹层水平渗透系数(cm/s),宜用扰动土按常规试验方法测定,无试验资料时,渗透系数比 k_h/k_s 可取 1.5~8.0,对 $I_p \geq 30$ 的均质高塑性黏土可取 1.5~3.0,对非均质粉质黏土可取 3.0~5.0,对非均质并具有粉土或细砂微层理结构的可塑性黏土可取 5.0~8.0；
 λ ——涂抹比,可取 1.5~4.0,施工对地基土扰动较小时取小值,扰动较大时取大值；
 q_h ——单位水力梯度下,单位时间地基中渗入塑料排水板的水量(cm^3/s)；
 q_w ——塑料排水板纵向通水量(cm^3/s)；
 F_s ——安全系数, $L \leq 10\text{m}$ 时取 4, $10\text{m} < L \leq 20\text{m}$ 时取 5, $L > 20\text{m}$ 时取 6；
 L ——塑料排水板打设深度(cm)；
 d_w ——塑料排水板的等效换算直径(cm),按式(4.2.3-2)计算。

4.3.3 应用塑料排水板进行地基加固时,分级加荷条件下的地基在 t 时刻的平均总应力固结度(图 4.3.3)可按式计算:

$$U_{rz} = \sum_{i=1}^m U_{rzi} \left(t - \frac{T_i^0 - T_i^f}{2} \right) \frac{P_i}{\sum_{i=1}^m P_i} \quad (4.3.3)$$

- 式中 U_{rz} ——地基在 t 时刻的平均总应力固结度；
 m ——加荷级数；
 $U_{rzi} \left(t - \frac{T_i^0 - T_i^f}{2} \right)$ ——瞬时加荷条件下,对应于第 i 级荷载 t 时刻的平均总应力固结度；
 t ——计算应力固结度的时间(s)；
 T_i^0 ——第 i 级荷载加荷的起始时间(s)；
 T_i^f ——第 i 级荷载加荷的终了时间(s),当计算加荷期间的应力固结度时, T_i^f 应改为 t ；
 P_i ——第 i 级预压荷载(kPa),当计算加荷期间的应力固结度时,式中 P_i 应改为 ΔP_i , ΔP_i 为对应于第 i 级荷载加荷期间 t 时刻的荷载增量。

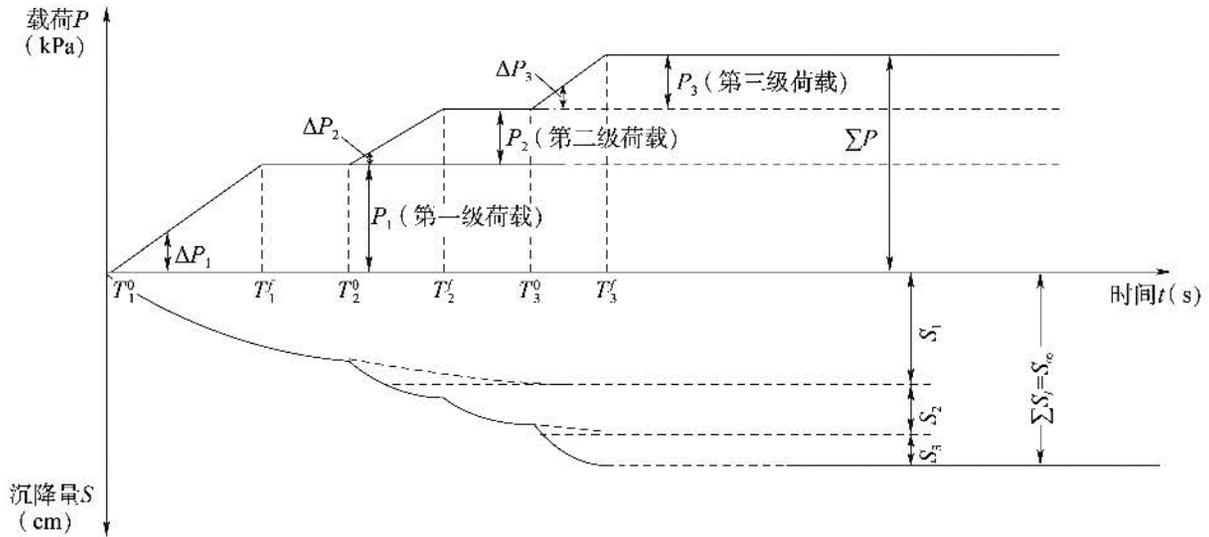


图 4.3.3 分级加荷固结过程示意图

4.4 沉降量计算

4.4.1 应用塑料排水板进行地基加固时,对于正常固结的地基,其最终竖向沉降量可按下列式计算:

$$S_{d\infty} = m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{0i} - e_{1i}}{1 + e_{0i}} h_i \quad (4.4.1)$$

式中 $S_{d\infty}$ ——地基的最终竖向沉降量设计值(cm);

m_s ——经验系数,按地区经验选取;无经验时可取 1.0~1.3,荷载较大、地基较软时取大值;

n ——计算压缩土层的分层数量;

e_{0i} ——第 i 土层在平均自重应力设计值的作用下压缩稳定时的孔隙比,可取均值;

e_{1i} ——第 i 土层在平均最终应力设计值的作用下压缩稳定时的孔隙比,可取均值;

h_i ——第 i 土层厚度(cm),当土层厚度较大时宜划分若干小层。

4.4.2 地基压缩层的计算深度宜满足式(4.4.2-1)的要求。当确定后的计算深度下有软土层时,则应满足式(4.4.2-2)的要求。

$$\sigma_z \leq 0.2\sigma_c \quad (4.4.2-1)$$

$$\sigma_z \leq 0.1\sigma_c \quad (4.4.2-2)$$

式中 σ_z ——地基压缩层的计算深度处地基垂直附加应力设计值(kPa);

σ_c ——地基压缩层的计算深度处地基自重应力设计值(kPa)。

4.4.3 欠固结地基沉降量计算应考虑欠固结因素的影响。

5 工程施工

5.1 一般规定

5.1.1 塑料排水板施工前应编制专项施工方案,必要时应进行典型施工。

5.1.2 陆上施工应进行下列准备工作:

- (1) 清除施工作业区内、周边和地下对施工有影响的障碍物;
- (2) 平整场地,按施工图布放施工区域边界线,并测量施工区的地面高程。

5.1.3 水上施工应进行下列准备工作:

- (1) 清除对施工有影响的障碍物;
- (2) 在施工区域附近设置水尺;
- (3) 采用卫星定位时,完成对船用卫星定位系统的比对测量;
- (4) 根据船舶的性能和施工安排设置船舶定位用的地锚或锚坠;
- (5) 确定施工通道和船舶停靠、防台避风码头;
- (6) 设置安全警示标志;
- (7) 进行水下地形测量。

5.1.4 施工过程中,塑料排水板不应出现扭结、断裂和滤膜破损。

5.1.5 打入地基的塑料排水板宜为整板,确实需要时单根塑料排水板可接长1次,且有接头的塑料排水板根数不应多于总打设根数的10%,相邻的塑料排水板不得同时出现接头。

5.1.6 塑料排水板接长时,可采用图5.1.6所示结构形式,芯板搭接长度不应小于0.2m,且应连接牢固,滤膜应包裹完好并做好检查记录。

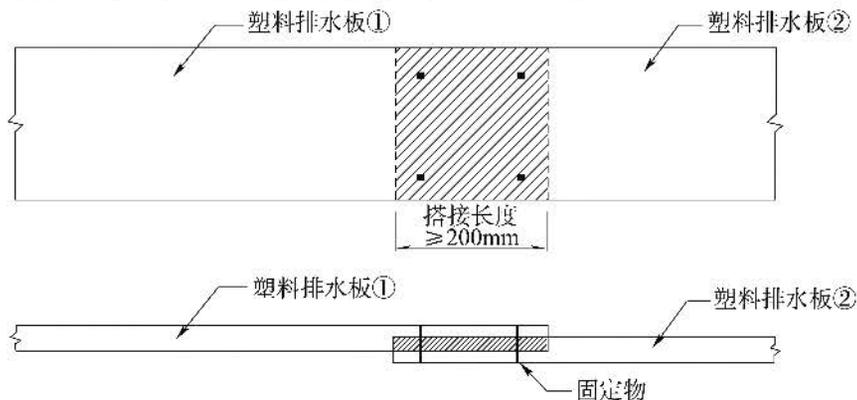


图 5.1.6 塑料排水板搭接接头示意图

5.1.7 塑料排水板打设时回带长度不得大于0.5m,且回带的根数不宜大于总根数的5%。

5.1.8 塑料排水板在水平排水垫层表面的外露长度不应小于0.2m,且应满足工艺要求的外露长度。

5.1.9 塑料排水板的打设深度应满足设计要求,负偏差不应大于0.5m。

5.1.10 塑料排水板打设过程中,发现下沉异常、套管弯曲幅度过大等现象时,应立即停止打设、分析原因,经处理后方可继续施工。

5.1.11 斜坡上打设塑料排水板宜根据工程经验采取保障垂直度和水平定位精度的措施。

5.2 施工设备

5.2.1 塑料排水板打设设备的动力形式应根据施工条件选择,振动敏感区段不宜采用振动式。

5.2.2 打设导架高度、套管长度和打设能力应满足打设深度要求,水上打设时应考虑水深的影响,并进行现场核验。

5.2.3 塑料排水板陆上施工设备应满足下列要求:

- (1)行走方式采用步履式、履带式或轨道式等;
- (2)接地压力适应表层地基承载力的要求;
- (3)移动灵活、定位准确、操作方便;
- (4)安全可靠,操作平稳。

5.2.4 塑料排水板水上打设船的性能应满足下列要求:

- (1)在允许的风、浪、流条件下能够保证施工安全和质量;
- (2)具有完善的定位功能,能确保板位在允许偏差内;
- (3)具有水深测量装置;
- (4)具有监测和控制回带功能。

5.2.5 塑料排水板打设设备宜具有自动记录打设深度、回带长度和垂直度等施工质量参数的功能。

5.2.6 塑料排水板打设宜采用套管式打设法,套管断面尺寸应满足打设垂直度、深度等对套管强度和刚度的要求,并应减少对地基土的扰动。

5.2.7 管靴的形式和结构应有利于塑料排水板打设和回带控制。

5.2.8 水上打设塑料排水板宜采用定尺打设,每根塑料排水板的长度应有一定的富裕量。采用卷材连续打设时,可采用水下自动剪板装置剪断。

5.3 陆上施工

5.3.1 塑料排水板打设宜按下列工序进行:

- (1)铺设水平排水垫层并测量铺设前后的高程;
- (2)测放各施工分区边界线,确定塑料排水板位置并做好标记;
- (3)打设设备定位,在套管内穿入塑料排水板;
- (4)安装管靴;

- (5) 打设套管至施工控制高程;
- (6) 提升套管;
- (7) 剪断塑料排水板;
- (8) 检查并记录塑料排水板打设情况;
- (9) 移机至下一板位。

5.3.2 塑料排水板定位偏差不应大于 30mm;打设设备定位时,管靴与板位标记的偏差不应大于 50mm。

5.3.3 打设过程中套管的垂直度偏差不应大于 1.5%。

5.3.4 打设过程中应逐根自检,不符合验收标准时应在邻近板位处补打。

5.3.5 塑料排水板打设过程中应做好施工记录,记录表格式可参照附录 A 中表 A.0.1。

5.3.6 特殊条件下打设深度不大于 5m 的塑料排水板,可采用裸打。

5.3.7 塑料排水板打设完成后应及时清理表层泥土。一个施工作业区段验收前应逐根清理塑料排水板孔洞,并及时用垫层材料回填密实。

5.4 水上施工

5.4.1 塑料排水板施工宜按下列工序进行:

- (1) 铺设水平排水垫层并测量铺设前后的高程;
- (2) 打设船定位;
- (3) 在套管内穿入塑料排水板;
- (4) 移动打设架,使套管对正板位;
- (5) 安装管靴;
- (6) 打设套管至施工控制高程;
- (7) 提升套管;
- (8) 塑料排水板成卷连续打设时,采用水下自动剪板装置剪断;
- (9) 检查并记录塑料排水板打设情况;
- (10) 移动打设架至下一板位。

5.4.2 打设船定位偏差不宜大于 50mm,打设过程中船位应稳定。

5.4.3 下沉套管时,套管平面位置与打设船确定的板位偏差不应大于 50mm。

5.4.4 打设过程中,套管的垂直度偏差不应大于 1.5%。

5.4.5 塑料排水板打设过程中应做好施工记录,记录表格式可参照附录 A 中表 A.0.2。

6 质量控制

6.1 材 料

6.1.1 根据工程需要,可选择滤膜与芯板包裹式的塑料排水板或滤膜与芯板粘合整体式的塑料排水板。

6.1.2 塑料排水板芯板宜采用聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等符合国家环保要求的材料,使用聚丙烯为原材料时,不应使用再生料。有特殊要求的工程,经试验验证后,可使用抗腐蚀性或可降解的排水板。

6.1.3 塑料排水板滤膜材料宜采用涤纶、丙纶等无纺布,单位面积质量宜大于 $85\text{g}/\text{m}^2$ 。

6.1.4 塑料排水板的芯板和滤膜连接应符合下列规定。

6.1.4.1 塑料排水板芯板应无接头,表面平滑,无空洞和气泡,齿槽分布均匀、无倒伏现象。

6.1.4.2 每卷塑料排水板滤膜接头不应多于1个,接头搭接长度应大于 0.2m 。

6.1.4.3 采用粘合法时,粘合缝应连续,缝宽为 $5\text{mm} \pm 1\text{mm}$;采用缝合法时,缝线应在一个槽内且连续,缝合针眼距应为 $4\text{mm} \sim 6\text{mm}$ 。

6.1.5 塑料排水板验收时,应随机抽取同一批次的5卷塑料排水板,当其中3卷及以上不符合第6.1.4条规定,应判定该批次塑料排水板为不合格;当其中2卷不符合第6.1.4条规定,再抽取5卷检查,仍有2卷及以上不符合第6.1.4条规定,应判定该批次塑料排水板为不合格。

6.1.6 塑料排水板在使用前应按规定进行质量检测,同一厂家、同一材料、同一生产工艺的塑料排水板,应按每 $10\text{万 m}^2 \sim 20\text{万 m}^2$ 为一批次,不足一批次时应按一批次抽检。

6.1.7 塑料排水板检测项目应包括复合体的断面尺寸、纵向通水量、抗拉强度、延伸率和滤膜的渗透系数、等效孔径、抗拉强度、延伸率,必要时应对塑料排水板抗弯折性、压曲强度和复合体的弯曲通水量进行检测。

6.1.8 使用出厂期大于6个月的塑料排水板时,使用前应按第6.1.6条和第6.1.7条规定重新抽样检测。

6.1.9 塑料排水板复合体抗拉强度和延伸率应为干态时的纵向抗拉强度和延伸率,并应符合下列规定。

6.1.9.1 塑料排水板复合体抗拉强度单位采用 $\text{kN}/10\text{cm}$ 时,宽度为 $98\text{mm} \sim 102\text{mm}$ 的塑料排水板应取实际宽度下的抗拉强度,宽度小于 98mm 或大于 102mm 的塑料排水板应按照实际宽度换算成 10cm 宽度的抗拉强度。

6.1.9.2 塑料排水板复合体抗拉强度单位采用 kN/板宽时,塑料排水板复合体抗拉强度不考虑板宽影响,应为实际宽度下的抗拉强度。

6.1.9.3 塑料排水板复合体抗拉强度单位采用 kN/m 时,取值应符合现行行业标准《水运工程土工合成材料试验规程》(JTS/T 245)的有关规定。

6.1.9.4 塑料排水板延伸率小于 4% 时,抗拉强度和延伸率指标应判为不合格;延伸率在 4% ~ 10% 之间时,测试值应取断裂时的峰值强度;延伸率大于 10% 时,测试值应取延伸率为 10% 所对应的强度。

6.1.10 滤膜纵向抗拉强度应为干态时的抗拉强度。滤膜干态延伸率小于 4% 时,抗拉强度和延伸率指标应判为不合格;延伸率在 4% ~ 10% 之间时,测试值应取断裂时的峰值强度;延伸率大于 10% 时,测试值应取延伸率为 10% 所对应的强度。

6.1.11 滤膜横向抗拉强度应为湿态时的抗拉强度。滤膜湿态延伸率小于 4% 时,抗拉强度和延伸率指标应判为不合格;延伸率在 4% ~ 15% 之间时,测试值应取断裂时的峰值强度;延伸率大于 15% 时,测试值应取延伸率为 15% 所对应的强度。

6.1.12 排水垫层的渗透系数不应小于 $5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 。排水砂垫层的砂料含泥量不宜大于 5%。

6.1.13 水平排水垫层的砂料、碎石料应按数量不大于 5000 m^3 为一批次抽检,检测内容应包括颗粒分析、含泥量、渗透系数等。

6.1.14 同一厂家、同一材料、同一生产工艺的软管应按数量不大于 2 万 m 为一批次抽检。软式透水管的检测内容应包括环刚度、扁平试验、透水面积和滤布的渗透系数。软式透水管的环刚度不应小于 25 kN/m^2 ,扁平试验压至管径的 1/2 不应破裂,透水面积不应小于 $1800 \text{ mm}^2/\text{m}$,滤布的渗透系数应大于 0.01 cm/s 。

6.2 施工过程控制

6.2.1 进场时,施工单位应对塑料排水板进行抽样检测,塑料排水板的规格、质量和排水性能应满足设计要求。

6.2.2 塑料排水板不宜长时间放置在施工作业现场,临时存放时应覆盖保存并妥善保护。打设完成后的塑料排水板外露部分不宜长时间暴露。

6.2.3 塑料排水板施工过程中,应加强现场质量管理,对打设位置、深度、垂直度、回带、外露长度等情况进行控制,并应做好施工记录。

6.2.4 有条件时可采用具有卫星定位系统的插板机,对每个塑料排水板的打设位置进行精确定位。

6.2.5 塑料排水板打设深度可采取下列措施进行控制:

- (1) 在套管或打设设备上根据打设深度要求做醒目标记;
- (2) 根据设计要求试打排水板;
- (3) 采用可测深式塑料排水板;
- (4) 采用具有自动记录功能的打设设备。

6.2.6 塑料排水板切割时,切口应平齐,外露长度不应小于规定长度。

- 6.2.7** 采用常规真空预压和堆载预压进行地基处理时,塑料排水板在砂垫层以上外露长度不应小于0.2m,应将外露部分埋入砂垫层中,特殊位置外露长度应满足工艺要求。采用直排式等无砂垫层法真空预压时,外露长度应满足连接要求,塑料排水板和滤管应直接连接,水平排水滤管可埋置于表层加固土层内,不宜凸出加固地表平面。
- 6.2.8** 施工过程中,应对塑料排水板的回带长度和回带率进行控制,并应在现场对塑料排水板回带长度进行检查并记录。当回带长度超过规定时,应在邻近板位处进行补打,并做好记录。
- 6.2.9** 塑料排水板打设的垂直度控制应符合下列规定。
- 6.2.9.1** 施工过程中,应实时观察套管的垂直度,其偏差不应大于1.5%。
- 6.2.9.2** 应选择合适的插板速度和套管刚度。
- 6.2.9.3** 垂直度不合格的塑料排水板应在邻近板位处补打,并做好相关记录。
- 6.2.10** 高温季节施工应控制排水板的过度拉伸变形。低温季节施工应采取防止排水板受冻损坏的措施。
- 6.2.11** 大面积施工可采用数字化可视化监控手段。
- 6.2.12** 打设过程中,塑料排水板出现的扭结、断裂和滤膜破损状况应进行记录,并应进行补打。

附录 B 本规程用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度的用词说明如下:

- (1) 表示很严格,非这样做不可的,正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- (2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的,正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- (3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的,正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- (4) 表示允许选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

引用标准名录

- 1.《水运工程土工合成材料试验规程》(JTS/T 245)

附加说明

本规程主编单位、参编单位、主要起草人、
主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主编单位:中交天津港湾工程研究院有限公司

参编单位:中交第一航务工程局有限公司

天津港湾工程质量检测中心有限公司

中交第一航务工程勘察设计院有限公司

中交四航工程研究院有限公司

天津大学

主要起草人:刘爱民(中交天津港湾工程研究院有限公司)

郑爱荣(中交天津港湾工程研究院有限公司)

叶国良(中交第一航务工程局有限公司)

(以下按姓氏笔画为序)

王 婧(中交四航工程研究院有限公司)

朱耀庭(中交天津港湾工程研究院有限公司)

刘文彬(中交天津港湾工程研究院有限公司)

刘亚平(中交第一航务工程局有限公司)

李立新(中交天津港湾工程研究院有限公司)

别社安(天津大学)

宫云增(中交第一航务工程局有限公司)

喻志发(天津港湾工程质量检测中心有限公司)

谢善文(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

主要审查人:姜明宝

(以下按姓氏笔画为序)

仇伯强、左大伟、卢友兵、吴 锋、陈允进、林佑高、俞元洪、

徐全德、阚卫明

总校人员:李雪莲、秦 川、李荣庆、董 方、檀会春、俞元洪、陈允进、

卢友兵、刘爱民、郑爱荣、梁爱华、叶国良、喻志发、别社安、

谢善文、王 婧

管理组人员:刘爱民(中交天津港湾工程研究院有限公司)

郑爱荣(中交天津港湾工程研究院有限公司)

喻志发(天津港湾工程质量检测中心有限公司)

《水运工程塑料排水板应用技术规程》
(JTS 206—1—2009)

主编单位、参加单位、主要起草人名单

主编单位:中交天津港湾工程研究院有限公司

参加单位:中交第一航务工程局有限公司

中交第一航务工程勘察设计院有限公司

主要起草人:张敬、苗中海、刘亚平

(以下按姓氏笔画为序)

孙万禾、刘玉民、刘爱民、朱耀庭、陈允进、宫云增、谢善文

中华人民共和国行业标准

水运工程塑料排水板应用技术规程

JTS/T 206—1—2023

条文说明

目 次

3	基本规定	(25)
4	工程设计	(26)
4.1	水平排水设计	(26)
4.2	塑料排水板的布设	(26)
4.3	应力固结度计算	(26)
5	工程施工	(27)
5.1	一般规定	(27)
5.2	施工设备	(27)
5.3	陆上施工	(27)
5.4	水上施工	(27)
6	质量控制	(28)
6.1	材料	(28)
6.2	施工过程控制	(29)

3 基本规定

3.0.2 为便于随时检验塑料排水板的打设深度,本条推荐使用具有测深功能的塑料排水板。目前常用的测深装置一般有金属导线和外标刻度两种形式。

3.0.3 塑料排水板的质量证明文件包括出厂合格证和厂家的技术性能测试报告等资料。

4 工程设计

4.1 水平排水设计

4.1.3 砂垫层首选材料是中砂或粗砂,其排水效果最好。在中砂、粗砂资源缺乏的地区,也有采用粉细砂、粉砂等作为水平排水垫层的成功工程实例。如长江口深水航道建设二期工程中采用水洗黏性土粒后的粉细砂作为水平排水垫层,取得了较好的加固效果。

4.1.4 采用碎石排水垫层时,施工中软黏土易进入碎石垫层影响排水效果,碎石垫层下铺设一层无纺土工布可以阻隔软黏土进入垫层。

4.1.5 原规程中推荐了塑料盲沟,鉴于其价格较贵,工程实际应用少,本次修订时取消了这种水平排水垫层。

4.1.6 《水运工程地基设计规范》(JTS 147—2017)中规定水平排水砂垫层厚度不宜小于0.4m,国内水运工程中很多真空预压和真空联合堆载预压采用0.4m厚度的水平排水砂垫层也取得了良好的加固效果。水下砂被厚度是根据长江口的施工经验确定的。

4.2 塑料排水板的布设

4.2.1 表4.2.1将《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)附录A中的表A.0.1和附录B中表B.2.4合成一个表,并将滤膜等效孔径由原来的 $<0.075\text{mm}$ 修改为 $0.05\text{mm} \sim 0.12\text{mm}$ 。根据近些年的工程实践,采用比较大的滤膜等效孔径塑料排水板,吹填土的加固效果更有保证,即使吹填土的细颗粒透过滤膜进入到排水板内部,也会被真空泵抽走,不会影响工程质量。渗透系数试验前浸泡试样的目的是让试样饱和,同时为了与《水运工程土工合成材料试验规程》(JTS/T 245—2023)的规定一致,将表4.2.1中滤膜渗透系数的试验条件由浸泡24h修改为浸泡至试样饱和且时间不少于12h。

4.2.3 工程经验表明,塑料排水板间距一般在 $0.7\text{m} \sim 1.5\text{m}$ 范围内选取,间距越小,固结越快,工程造价一般来说也越高。有资料显示,当塑料排水板间距小于 0.7m 时,塑料排水板的涂抹效应对固结效果有影响,大于 1.5m 加固时间较长。

4.3 应力固结度计算

竖向平均应力固结度和径向平均应力固结度均指总应力固结度,因此本节中相关名词均修改为竖向平均总应力固结度和径向平均总应力固结度。

5 工程施工

5.1 一般规定

5.1.4 塑料排水板打设时出现的扭结、断裂和滤膜破损等现象会严重影响排水效果,甚至造成“死井”,因此本条规定施工过程中塑料排水板不应出现扭结、断裂和滤膜破损。

5.1.5 理论和现场经验都表明,接长板的通水量会有所降低,因此,本条规定所打设的塑料排水板宜为整板。考虑到工程施工的实际情况,在严格控制接板质量的前提下,允许使用少量只有一个接头的接长板。相邻板不允许出现接长板是从加固效果的均匀性出发而规定的。

5.1.6 塑料排水板的接头处理一般按照工程经验进行操作,本条对接头结构进行了规定,并绘制了接头结构示意图。

5.1.8 塑料排水板的外露段有三个作用,一是防止塑料排水板在孔内下沉至砂垫层以下,二是便于检查打设数量与间距,三是满足工艺连接需要。

5.1.11 在坡度较大的斜坡打设塑料排水板,套管入泥下沉时可能出现向坡脚方向滑动的趋势,因此需要根据工程经验采取保障垂直度和水平定位精度的措施,例如适当偏向坡顶方向定位套管。

5.2 施工设备

5.2.1 塑料排水板打设设备动力形式包括振动式和静压式,我国塑料排水板打设设备动力形式采用振动式的较多,其优点是打设能力较强,可以顺利通过表面垫层及地基中的硬层,但在涉及边坡稳定等振动敏感区段对地基土的扰动较大,因此不推荐采用振动式。

5.3 陆上施工

5.3.7 打设塑料排水板时在垫层或硬壳层中形成的孔洞有三种危害,一是如果在塑料排水板与垫层间混入黏性土,会隔断塑料排水板与排水垫层的联系,影响排水效果,甚至使该井成为“死井”;二是孔洞的存在影响地基表层的加固质量;三是真空预压抽气时会将密封膜吸入孔洞,造成密封膜拉裂。因此,在施工作业区段验收前要逐根清理塑料排水板孔洞,并及时用垫层材料回填密实。

5.4 水上施工

5.4.1 打设船定位的方法有 GNSS 系统定位、全站仪定位和经纬仪交会法定位等。

5.4.2 水上打设船定位偏差是影响板位的重要因素,需要严格控制。

6 质量控制

6.1 材料

6.1.2 近年来的实践表明,采用原生料芯板的塑料排水板的施工质量控制以及在地基中发挥的作用明显优于再生料的塑料排水板,已有不少建设单位明确要求在工程中采用原生料塑料排水板。对于有6个月以上排水要求的塑料排水板,芯板不能使用再生料,对于少于6个月排水要求的工程,可以根据当地的土壤、地下水等实际情况,在确定不会对排水效果和环境造成影响的前提下可以使用再生料芯板。工程实践表明,采用聚丙烯再生料生产的塑料排水板,工程质量无法得到保障。

有的工程有特殊要求,如水土具有腐蚀性,且要求塑料排水板具有长期排水效果,需要采用抗腐蚀性塑料排水板;如要求工程施工结束后排水板排水效果失效,则需要采用可降解排水板。

6.1.7 对于压缩性较大的软土地基,在排水固结加固过程中,由于沉降过大易出现塑料排水板弯折、断裂的现象,排水效果也会大幅降低,因此规定必要时对塑料排水板的抗弯折性、压曲强度和复合体的弯曲通水量进行检测。

6.1.8 塑料排水板的抗老化性能比较差,因此,塑料排水板自生产至打设的储存期最好控制在3个月以内,超过6个月的塑料排水板需要再次检验,以确定是否可用。

6.1.9 我国塑料排水板宽度一般为10cm,复合体抗拉强度试样宽度等于试样宽度,因此单位一般采用kN/10cm。随着塑料排水板新产品的出现,出现了小于10cm的窄板和大于10cm的宽板,由于复合体抗拉强度单位kN/10cm无相关定义,在单位使用过程中出现了很多歧义。本次规程修订中,结合国内外的使用习惯与相关规定,规定塑料排水板复合体抗拉强度单位可以选择kN/m、kN/10cm和kN/板宽三种,并对每种单位对应的抗拉强度取值进行了规定。

6.1.12 本条排水砂垫层的指标沿用《水运工程塑料排水板应用技术规程》(JTS 206—1—2009)和《水运工程地基设计规范》(JTS 147—2007)中的规定;对于排水碎石垫层,为了保证排水效果,其渗透系数的取值参考了排水砂垫层的指标。砂料中的含泥量是指公称粒径不大于0.075mm的颗粒质量占砂料总质量的百分比。

6.1.14 现行行业标准中没有规定软管的抽检批次数量,编写组调研了天津、连云港、大连等地多个工程项目,设计单位一般按1万m~20万m为一批次进行控制,范围太大,本规程综合考虑后定为2万m。软式透水管在地基加固过程中要保持透水功能,不能出现大的变形,如果“瘪管”,势必影响排水效果,因此本规程要求对软式透水管的环刚度、扁平试验、透水面积和滤布的渗透系数进行检测。

6.2 施工过程控制

6.2.7 本条所指的特殊位置包括密封沟、场区边界等。在密封沟位置的塑料排水板,埋入水平排水垫层一般不少于0.2m。

6.2.8 施工过程中一般采用以下措施对塑料排水板的回带长度和回带率进行控制:
(1)选用适应不同土层的管靴材质或装置;(2)土质较弱时,施打深度到达较硬土层;
(3)控制施打垂直度;(4)套管与管靴衔接适当,避免错缝,防止淤泥进入;(5)冲洗套管;
(6)当套管打到设计深度稍加停留后,再将其缓慢匀速提升。

6.2.9.1 施工过程中,要实时观察套管的垂直度,一般采用在套管机架两侧挂垂线并在垂线下端挂有注明最大偏差范围的水平标尺的方法观察施打垂直度。