

影响塑料排水板处理效果的因素

李志斌, 卢耀如, 周念青

(同济大学, 上海 200092)

[摘要] 从塑料排水板的等效直径、井阻作用、涂抹作用及砂垫层的作用几个方面, 总结了国内外学者认为这些因素对塑料排水板处理效果产生影响的观点和看法。

[关键词] 塑料排水板; 等效直径; 井阻; 涂抹; 砂垫层

[中图分类号] TU472.99

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2005)06-0056-02

Factors Influencing Treatment Effect of Plastic Drainage Boards

LI Zhi-bin, LU Yao-ru, ZHOU Nian-qing

(Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: From several aspects of plastic drainage boards such as equivalent diameter, well resistance, smear effect and sand mat and so on, authors conclude some domestic and foreign scholars' opinions that these factors can influence treatment effect of plastic drainage boards.

Key words: plastic drainage board; equivalent diameter; well resistance; smear effect; sand mat

在软土地基中打入竖向排水体能够大大缩短土中孔隙水的排水路径, 如果结合堆载或者真空预压, 就可以在较短时间内提高地基的刚度和强度。在过去的十几年间, 塑料排水板作为一种经济的竖向排水材料, 在实际工程中得到了广泛的应用。但是采用现行理论计算的结果往往与实际监测结果有很大差异, 因此, 有必要对塑料排水板设计计算过程中需要注意的几个问题进行分析探讨, 为设计人员提供参考。

1 塑料排水板的等效直径

塑料排水板的作用和设计计算方法与砂井排水法相同, 设计时可把塑料排水板换算成相当直径的砂井。其等效直径 d_w 的一般换算公式为:

$$d_w = 2\alpha(a + b)/\pi \quad (1)$$

式中, α 为换算系数; a 、 b 为排水板的宽度和厚度。

等效直径是塑料排水板设计的基本参数, 仅取决于塑料排水板的表面积和形状, 而与通水能力和材料无关。国内外众多学者对此均进行了大量的研究, 所得的换算系数各不相同^[1]。

2 塑料排水板的井阻作用

井阻作用的大小取决于塑料排水板的通水能力, 而塑料排水板的通水能力在很大程度上取决于排水板的截面类型以及排水板滤膜的性能。

2.1 截面类型的影响

Chai 等^[2]提出了水力半径的概念来表征截面类型

对通水能力的影响程度, 其计算方法为:

$$R = A/L \quad (2)$$

式中, R 为排水板的水力半径; A 为排水通道的面积; L 为排水通道的周长。

4种排水板的截面类型如图1所示。在自然状态下和侧压力作用下的水力半径如表1所示。从表1中可以看出, 在有侧压力的情况下, 水力半径较自然状态小, 这是因为在侧压力作用下, 排水板的滤膜发生变形, 导致排水通道面积和周长变化所致。如图2所示。

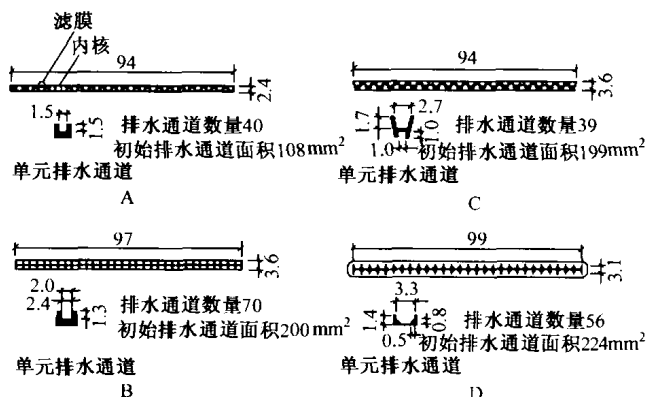


图1 不同截面类型排水板示意

[收稿日期] 2004-11-05

[作者简介] 李志斌(1980—), 男, 河北唐山人, 同济大学地下建筑与工程系博士研究生, 上海市四平路1239号 200092, 电话: (021)65986090

表 1 塑料排水板的水力半径 mm

	A	B	C	D
自然状态	0.41	0.41	0.44	0.47
变形后(侧压力为 49kPa)	0.40	0.33	0.42	0.38

单位面积通水能力与水力半径的关系曲线如图 3 所示。从图中可以看出,随着水力半径的增加,单位面积的通水能力也增加。

Quaranta 等^[3]的发现也证明了截面类型对于排水板的通水能力存在着一定的影响。

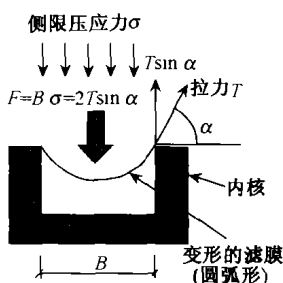


图 2 滤膜变形示意

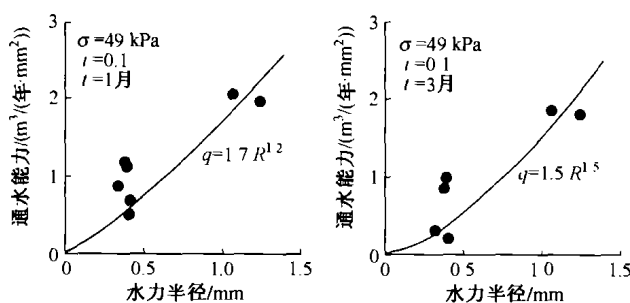


图 3 单位面积通水能力与水力半径的关系曲线

2.2 滤膜的影响

有的学者提出了滤膜的显著开口直径(AOS)的概念,用 AOS 表示滤膜通过细小颗粒的能力。AOS 应该足够小以阻止细小颗粒进入排水通道内。另一方面,AOS 不能太小,否则滤膜就没有足够的渗透能力。

3 塑料排水板的涂抹作用

插板机将塑料排水板插入土中时,插板机心轴对排水板周围的土产生扰动,这一扰动区域称为涂抹区。涂抹区土体由于受到扰动,渗透系数大大降低,影响了排水板的功能。有 3 个表征涂抹作用的参数:涂抹区直径 d_s 、涂抹区的水平向渗透系数 k_h' 和竖向渗透系数 k_v' 。涂抹区范围和渗透系数随插板机的进程、心轴的形状和尺寸以及土体结构的变化而变化。其中菱形的心轴产生的涂抹作用最小;静压方式的比振动方式的涂抹作用小;软粘土中的涂抹作用比坚硬土层中大一些。

3.1 涂抹区直径 d_s 的确定

很多学者都对涂抹区直径的确定和土的涂抹作用进行过研究,汉斯认为 $d_s = (1.5 \sim 3.0) d_e$ (d_e 为插板机心轴的直径),这一计算式目前在设计计算中应用最为广泛。

3.2 涂抹区渗透系数的确定

用室内试验设备测得土样的水平向和竖向渗透系

数如图 4 所示。可以看出,涂抹区的竖向渗透系数 k_v' 与正常区域的竖向渗透系数 k_v 相比几乎相等,而涂抹区的水平向渗透系数 k_h' 要比正常区域的小的多。水平向和竖向渗透系数的比值随径向距离的变化曲线如图 5 所示。从图中可以看出,涂抹区渗透系数比值在 0.9~1.3 之间变化,平均值为 1.15,与汉斯得出的结论相符。

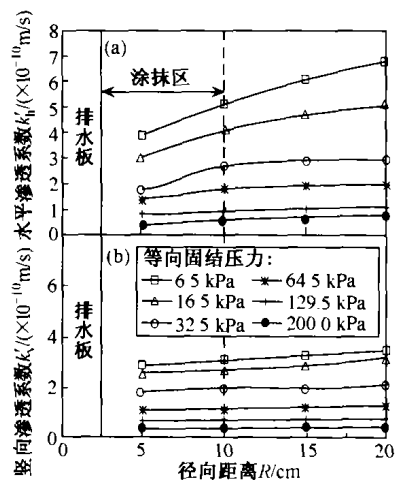


图 4 渗透系数随径向距离变化示意

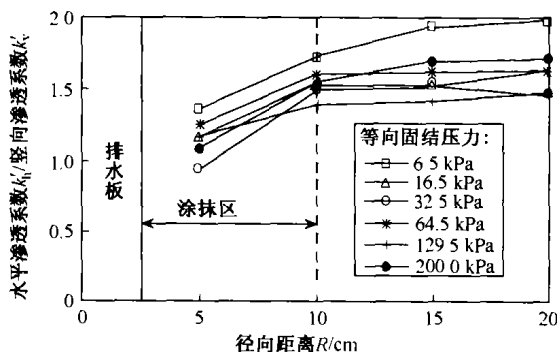


图 5 水平向和竖向渗透系数的比值随径向距离的变化曲线

Chai 等^[4]指出,室内试验往往因为试样扰动和试样的尺寸效应而低估了土层的渗透系数,所以要进行修正,修正公式为:

$$\frac{k_h'}{k_v'} = \left[\frac{k_h'}{k_v'} \right]_l C_f \quad (3)$$

式中,下标 l 表示室内试验测得的结果; C_f 为修正系数,取决于土层的情况。

4 砂垫层的作用

一般认为砂垫层没有水力阻力。如果砂垫层厚度超过 0.5m 或者选用的砂级配良好,这种假设对结果不产生影响。Chai 等^[4]通过对路堤的反分析指出,如果砂垫层中砂的渗透系数小于 10^{-4} m/s,就会对排水板处理软土地基的性能产生不利影响。

(下转第 75 页)

用4m和2m刮杠刮平,并控制好墙体两侧的标高,标高偏差控制在 $\leq 2\text{mm}$,再用铁抹子找平,支模时加设海绵条,保证模板底部的平整、密实。

(3)为了更好地提高混凝土的宏观质量,防止拆模后支模棍短钢筋头外露,在支模棍的两端加焊30~50mm短钢筋头,增大模板面板与支模棍之间的接触面积,减少对模板面的破坏。在曲线形墙施工时,短钢筋头与弧形垂直相交,有利于弧形的形成。

(4)模板之间用螺栓连接,直线墙体用双钢管作背肋,用钢管和可调顶托作墙体模板斜撑。模板拼缝侧面粘贴海绵条,保证拼缝严密。

(5)调节斜撑上的可调顶托,用线坠和拉水平通线等方法来控制模板的垂直度和水平度。

(6)在模板上口放置与钢筋保护层同厚的通长木条,既能控制墙体钢筋保护层厚度,又能控制墙体混凝土的浇筑高度。

(7)混凝土浇筑完成后,必要时利用水平通线和斜撑对墙体的垂直度进行二次校核。

4.2 在曲线形墙体上的应用

(1)施工工艺 按配模图准备模板→在模板背面锯出小锯槽→模板按墙体边线就位→安装钢筋横肋→通过模板控制线调整弧度→安装钢管竖肋→支设斜撑→调整墙体弧度、垂直度→紧固螺栓、支撑→浇筑墙体混凝土→二次校核。

(2)施工要点 主要有:①充分利用木胶合板韧性好的优点,在模板的背面锯出2~3mm宽、3~5mm深的锯槽,增加面板的可调弧度,曲率半径 $R=15\text{m}$ 的曲线形墙体在1.2m长度内(单块模板宽度)的弦长与弧长之间的矢高为5mm左右,面板的韧性可提供3~5mm的可调量,通过斜撑和模板控制线,保证曲线形墙体的弧度;②模板按控制线就位安装,用 $\phi 25$ 钢筋作为模板

的水平背楞,钢管作竖楞,钢管和钢管构成网架肋,钢筋背楞为曲线形墙体提供弧度,在保证弧度的前提下,网架肋增强模板体系的刚度。

5 模板的清理和存放

(1)木胶合板模板拆除时,先清除模板上的混凝土残渣,取下连接螺栓,清理干净,用专用的袋子收集。拆下模板,及时清理干净,对板面和竖边框角钢的清理应作为重点。模板上不得留下任何的混凝土和海绵条残渣。

(2)模板码放在间距为600mm的100mm×100mm垫木上。平放时,堆放的层数不超过10层。模板的堆放应选在不积水,尽量避免曝晒,便于运输的场地内。

(3)对在施工过程操作不当或正常消耗的模板,及时拆下面板,作为梁侧模和梁、板底模使用。

6 施工效果

(1)宏观效果好 由于标准木模板的面板韧性好,刚度好,平口接缝严密,螺栓连接牢固可靠。墙体拆模后表面光滑,弧形墙体弧度准确,接缝一般只是条“混凝土线”,用自制扁铲铲除后,混凝土表面就能达到光滑、平整的清水混凝土效果。

(2)周转率高 模板标准大小一致,便于组配和排版。对于结构复杂的公共建筑非常适用,可减少定型模板的投入。

(3)有利于加快施工进度 木模板质量轻,操作方便。木胶合板模板单块质量不到100kg,可以人工运输、就位,拼装组配方便,操作简单。减少塔吊的吊次。

(4)经济实用 木胶合板模板周转次数多,现场使用一般在15~20次。当标准木模板上的面板不能在墙体上使用时,可以作为梁侧模和梁、板底模二次使用。单方造价为96.00元/ m^2 。相对曲线形墙体的定型钢模板、大模板或其他木模板具有明显的经济优势。

(上接第57页)

5 结论

(1)采用现有的理论解进行设计计算时,往往和实测情况有很大差异,这主要是因为试验室内条件和现场条件不一致导致的,解决方法是在设计计算时尽可能考虑到塑料排水板计算中要注意的几个问题。

(2)对塑料排水板产生并阻作用的大小主要取决于排水板的截面类型和滤膜性能,可以采用水力半径来表征截面类型对排水板通水能力的影响,而滤膜性能主要取决于其变形特性和阻挡细土颗粒的能力。

(3)涂抹作用主要由于插板机的心轴对土的扰动引起,涂抹作用的大小可以通过涂抹区的直径和涂抹区的渗透系数来表征。

(4)砂垫层的渗透系数应大于 10^{-4}m/s ,否则会影响塑料排水板的处理效果。

参考文献:

- [1] 高长胜,张凌,汪肇京,等.塑料排水板的等效直径[J].水利水运工程学报,2002,(4):28~32.
- [2] Chai J C, Miura N, Nomura T. Effect of hydraulic radius on long-term drainage capacity of geosynthetic drains [J]. Geotextiles and Geomembranes, 2004, 22: 3~16.
- [3] Quaranta J D, Gabr M A. Prefabricated vertical drains flow resistance under vacuum conditions [J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 2000, (1): 81~84.
- [4] Chai J C, Miura N. Investigation of factors affecting vertical drain behavior [J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE. 1999, (3): 216~226.