

塑料板排水法

加固軟基技術 研討會論文集

〔中國·黃山〕 1990年



PROCEEDINGS
OF SYMPOSIUM
ON WEAK
GROUND
IMPROVEMENT
USING
PREFABRICATED
DRAINS

1990.09.20-22, HUANGSHAN

CHINA UNIVERSITY OF HYDRO-POWER

266

河海大學出版社



塑料板排水法加固软基技术



005827 水利部信息中心

研讨会论文集

1990年7月25-30日

中国·黄山

PROCEEDINGS OF SYMPOSIUM ON WEAK GROUND
IMPROVEMENT USING PREFABRICATED DRAINS

July 25-30, 1990, Huangshan, China

河海大学出版社

责任编辑:马 民
封面设计:吴延诚

-1150/02

塑料板排水法加固软基技术研讨会论文集

刘家豪主编

河海大学出版社出版·发行

(南京市西康路一号)

南京京新印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20.5 字数 496 千字

1990 年 10 月第 1 版 1990 年 10 月第一次印刷

印数 1—2000 册 定价 10.00 元

ISBN 7-5630-0379-7 / TV · 51

《塑料板排水法加固软基技术研讨会论文集》

编委会成员:

盛崇文 唐 敏 叶柏荣 汪肇京 刘家豪

主 编

刘家豪

塑料板排水法加固软基技术研讨会召集单位:

河海大学管理系

南京水利科学研究院土工所

交通部一航局科研所

交通部三航局科研所

序

随着我国沿海地区的开发和建设,软土地基处理是一个经常遇到的棘手问题.自从八十年代初引进了塑料排水板的技术以来,这项技术在我国得到了迅猛的推广、应用和发展.实践表明塑料板排水法加固软基技术成熟,施工简单易行,加固效果显著,经济效益明显,是可行性研究阶段加固方案评比过程中经常中选的一种方法.经过各界共同努力,目前塑料排水板已全部国产化,性能良好,不仅如此,在设计计算理论,打设机具,质量控制等方面亦有很大的发展,故而已被正式列入国家技术规范中.就在这样的背景下,由河海大学管理系、南京水利科学研究院土工所、天津港湾工程研究所及交通部三航局科研所联合发起于1990年7月25-30日在河海大学黄山培训中心举办一次专题研讨会,目的是沟通信息,交流经验,切磋问题,观摩产品,明确近期亟待解决的技术问题和研究方向,通过会议把这一技术推向一个更高的水准,以便进一步推广应用,更好的为社会主义建设服务.

本论文集汇集总报告、水平综述报告各一篇和论文34篇.内容涉及这一技术的设计,施工机械、施工方法,观测试验,塑料排水板的质量标准等各个方面,十分丰硕,在最后还是编入了这次会议讨论的中心议题的各种意见.笔者深信从事此项工作的科技人员必能从本论文集集中吸取到有益的养料,供他们工作中借鉴与参考.

盛崇文

(南京水利科学研究院)

PREFACE

In the development and constructions of the coastal areas of China ,the weak ground improvement is one of the difficult problems which are often encountered by geotechnical engineers . There are many methods used in the weak ground improvement . One of lately widely used method is prefabricated drains ,which was imported from abroad at the beginning of 80's.The engineering practices have showed that this method is successful and has many advantages for example ease in construction;economy; efficiency etc. Because of its success. this method has been introduced by the national technical codes.

Under the efforts of many colleagues, the prefabricated drains used in China are now all produced domestically. These qualities are also good. Besides, significant development have been made in its design theory,construction equipments, quality control and so on . This conference was sponsored by the Dep. of Management Science of Hohai, the Geotechnical Dep. of Nanjing Hydraulic Research Institute , Research Institute of Navigation Engineering Bureau , Ministry of Communications, and Tianjing Port Engineering Institute,to provide an opportunity for the interchange of new ideas,achievements and experiences on engineering problemes of this method,with special emphasis placed on its latest development. The conference was held at the cultivation center of Hohai University in Huang Shan, from July 24 to 30,1990. It is sure that this method will be promoted to a new level and better serve the Socialist Construction.

this volume consists of one general report , one state of-the-art report, 34 papers and one discussion , in which design , construction equipments, field tests, and standards for quality of prefabricated drains etc. are involved.I believe all papers in this volume will make a contribution to the method of prefabricated drains.

Chong-Wen Sheng
Nanjing Hydraulic Research Institute

目录

1.塑料板排水法在我国的应用和发展前景	1
(交通部三航局科研所 叶柏荣)	
2.塑料板排水法加固软基技术的现状和展望	14
(河海大学 刘家豪)	
3.塑料排水板质量标准与检测方法的讨论	29
(河海大学管理系软基小组)	
4.浅谈软基加固工程设计中塑料排水板主要技术性能指标的考虑	40
(交通部四航勘察设计院 黄宇舟)	
5.塑料排水板室内技术指标测试结果及其分析	44
(南京水利科学研究院 马梅英 杨明昌)	
6.塑料排水板通水试验分析	50
(天津大学 严驰 陈环)	
7.SVD 塑料排水板在软基处理中的应用	57
(上海铁路局科学技术研究所土建室)	
8.塑料排水板的抗拉特性及试验条件对抗拉强度的影响	65
(河海大学 武良金)	
9.塑料排水板水力性能研究	75
(河海大学 刘家豪 广州水运工程设计研究院 高鹏飞)	
10.国产 SPB-I 和日本丸红 GEODRAIN-L 型塑料排水板真空度传递性能的现场试验研究	86
(连云港建港指挥部 刘佳友 吴正友 能源部南京自动化研究所 席平)	
11.从一个工程实例讨论塑料排水板的耐久性	97
(南京水利科学研究院 张诚厚 陈绪照)	
12.塑料排水板打设机械及其施工	106
(河海大学 朱关年)	
13.浅谈打设机的几个问题和设想	115
(天津港湾工程研究所 刘文敏)	
14.QDS-22 型轻便排水板打设机	121
(天津港湾工程研究所 王良臣)	
15.塑料板排水预压的设计与应用	126
(天津港湾工程研究所 曾希庭)	
16.塑料排水板在 48 万 m ² 超软基加固工程中的应用	133
(天津港湾工程研究所 杨玉玺)	

17.塑料排水板在天津港加固深层软基工程中的应用	144
(天津港湾工程研究所 朱胜利 陈永源)	
18.塑料排水板的打设施工	150
(交通部一航局四公司 周峰)	
19.深圳皇岗口岸塑料板排水堆载预压法	154
(上海基础公司深圳分公司 卢维芳 黄金如)	
20.塑料排水板加固大面积软土地基研究与应用	164
(中国船舶工业总公司第九设计研究院 邹婉珠 林强生 王友村)	
21.塑料排水板堆载预压加固地基测试及分析	170
(上海特种基础工程研究所 杨仁杰)	
22.珠江电厂厂区软基加固效果的分析及研究	177
(交通部四航局科研所 费民康 蔡华)	
23.塑料板排水超载预压现场试验	184
(南京水利科学研究院 江肇京 魏汝龙 蛇口工业区建港办公室 林本义)	
24.塑料排水板在强夯法加固地基中的应用	195
(南京水利科学研究院 郑培成)	
25.塑料排水板加速固结沉降的新作用——利用建筑物施工重量作为预压荷重	209
(上海市民用建筑设计院 郑衍萍)	
26.塑料排水板在桩基防护措施中的应用	213
(上海市基础公司 李康俊 赵诚善)	
27.打桩时挤土效应及塑料排水板在桩基工程中应用	220
(交通部三航局科研所 尚世佐)	
28.塑料板排水法加固堆煤淤泥地基	229
(能源部华东电力设计院 林峰 过培鑫 张剑峰)	
29.塑料排水板在长江大面积高填土软基处理中应用	237
(江苏省交通规划设计院 林黛妍 夏何畏)	
30.澳门国际机场航站区软基加固设计和讨论	244
(广州水运工程设计院 王荣贵 高鹏飞)	
31.天津新港超软地基堆载预压加固试验研究	250
(天津建筑科学研究所 周家宝等)	
32.关于塑料板排水一些问题的讨论	260
(河海大学 李建宁)	
33.塑料板排水真空预压法加固软基真空度的研究	268
(河海大学 刘家豪 交通部四航局科学研究所 董志良)	
34.塑料排水板加速珠江三角洲粘土的主固结变形	279
(广东省航道勘测设计科研所 王盛源)	
35.塑料板排水真空预压法加固软基固结理论解析探讨	285
(河海大学 刘家豪 交通部四航局科学研究所 董志良)	

36.塑料排水板加固软基的特性与设计	295
(浙江大学 王铁儒)	
37.当前塑料板排水法应解决的几个问题	306
(塑料板排水法加固软基技术研讨会会议讨论小结)	
(南京水利科学研究院土工所 汪肇京)	

CONTENTS

1. Application of Prefabricated Drains and Their Future Investigations in China	1
.....Ye Bairong	
2. Present Situation and Prospect of Prefabricated Drains in the Improvement of Soft Soil Foundation	14
..... Liu Jiahao	
3. Discussion on the Quality Standard and Testing Method for Prefabricated Drains . . . 29	
..... Soft Soil Foundation Group Under the Administrative Department of Hohai University	
4. Selection of Main Technical Properties of Prefabricated Drains in the design for Soft Soil Foundation improvement	40
..... Huang Yuzhou	
5. Lab. Test Data of Characteristics and Their Analysis of Prefabricated Drains	44
..... Ma Meiying Yang Mingchang	
6. Analysis on the Discharge Capacity Test of Prefabricated Drains	50
..... Yan Ci & Chen Huan	
7. Application in the improvement of Soft Soil Foundation by SVD Prefabricated Drains	57
..... Scientific and Technical Institute of Shanghai Railway Transportation Bureau	
8. Tensile Property of Prefabricated Drains and the Influence of Testing Conditions on the Tensile Strength of Prefabricated drains	65
..... Wu Liangin	
9. Study on Hydraulic Characteristics of Prefabricated Drains	75
..... Liu Jiahao & Gao Piengfei	
10. Field Test for Vacuum Transmitting Prefabricated Drains SPB-1(China) and Geodrain-L (Japan)	86
..... Liu Jiayou, Wu Zhengyou & Shi Ping	
11. Durability of Prefabricated Drains Based on the Experience From A Case-History	97
.....Zhang Chenghou & Chen Xuzhao	

12. Machines for Prefabricated Drains Installation and the Installation of Prefabricated Drains	106
.....Zhu Guannian	
13. Several Problems and Considerations on Prefabricated Drains Installation Machines	115
.....Liu Wenmin	
14. QDS-22 Light Installation Machine for Prefabricated Drains	121
.....Wang Liangchen	
15. Design and Application of Preloading by Using Prefabricated Drains	126
.....Zeng Xiting	
16. Application of Prefabricated Drains in the Improvement of 480,000m ² Very Soft Soil Foundation	133
.....Ynang Yuxi	
17. Application of Prefabricated Drains in Deep Soft Soil Foundation on Xingang Port, Tianjin	144
.....Zhu Shengli & Chen Yongyuan	
18. The Installation of Prefabricated Drains	150
.....Zhou Fing, etc.	
19. Prefabricated Drains Used in Huanggang Port of Shenzhen Special District	154
.....Lu Weifang & Huang Jinru	
20. Investigation and Application of Prefabricated Drains in the Improvement of Large Area Soft Soil Foundation	164
.....Zou Wanzhu, Lin Qiangsheng & Wnang Youcun	
21. Measurement and Analysis For the Soft Soil Treated by Using Prefabricated Drains in Combination with Preloading.	170
.....Yang Renjie, Yuan Xiangru, Ma Jianmin , Hu Renshan	
22. Analysis and Investigation of the Improvement Results of the Soft Soil Foundation on Peary River Power Plant	177
.....Fei Minkang, Cai Hua	
23. Field Test for Prefabricated Drains with Surcharge Preloading	184
.....Wang Zhaojing, Wei Rulong, Lin Benyi	
24. Application of prefabricated Drains in the Foundation Treated by Dynamic Consolidation.	195
.....Zheng Peicheng	

25.The New Application of Accelerating Consolidated Settlement by Using Prefabricated Drains—The Utilization of Construction Weight of Structures as The Preloading Loads	209
.....Zheng Yanping	
26.Application of Prefabricated Drains in Protecting Adjacent Structure From Damage Caused by Pile Driving	213
.....Zhao Cunshan	
27.The Effect of Soil Compaction For Pile Driving And The Installation in pile Foundation by Prefabricated drains	220
.....Shang Shizuo	
28.Improving Mucky Foundation by the Drainage Consolidation Method Used Prefabricated Drains for Stacked-Coad Yard	229
.....Lin Feng, Guo Peixin, Zhang Jiangfeng	
29.The Use of The Prefabricated Drains in The Disposal of Soft Foundation of High Fill Over A Large Area in Yangzi River	237
.....Lin Daiyan,Xia Hewei	
30.Design for the Improvement of Soft Foundation in Macau International Airport	244
.....Wang Ronggui,Gao Pengfei	
31.Expremental Research on very soft soil improvement by using preloading in Tianjin Harbo.	250
.....ZouJiabao	
32.The Discussion of Some Related Problems by Prefabricated Drains	260
.....Li Jianning	
33.Investigation on the Vacuum Degree of Soft Soil Foundation Improved by Using Prsfabricated Drains in Combination with Vacuum Preloading.	268
.....Liu Jiahao & Dong Zhiliang	
34.Primary Consolication Deformation of Clay of Pearl River Delta Accelerating by Prefabricated Drains	279
.....Wang Shengyuan	
35.Probing Into The Analysis of The Consolidation Theory by Prefabricated drains vacuum's Preloading Method For Weak Foundation's Consolidation	285
.....Liu Jiahao & Dong Zhiliang	
36.The Property of Prefabricated Drain and Design in Soft Ground Treatment	295
.....Wang Tieru	
37.Discussion: several Problems Needed to Solve in Prefabricated Drains.	306
.....Wang Zhaojing	

塑料板排水法在我国的应用和研究方向

叶柏荣

(交通部三航局科研所)

APPLICATION OF PREFABRICATED DRAINS AND THEIR FUTURE INVESTIGATIONS IN CHINA

Ye Bairong, Research Institute of 3rd Navigation Engineering Bureau,
the Ministry of Communications

Prefabricated drains have been widely used in various projects in China since SPB-1 prefabricated drains were produced in China in 1981. According to the incomplete statistics up to 1989, more than 20 million meters of prefabricated drains were used in practical project, obtaining remarkable economic benefit and social benefit.

Some examples where prefabricated drains were used are given in this paper. Models and properties of prefabricated drains, testing methods, design and calculation, model of prefabricated drains installation machines, technical requirements and precautions for prefabricated drains installation are also described. The paper concludes with the author's view on the future investigation of prefabricated drains so as to enable prefabricated drains to play a more important role in engineering projects.

一. 概述

土木合成材料作为一种新的工程材料正在岩土工程中广泛应用, 目前世界上每年将有4亿多 m^2 用于工程中, 这是一种非常有前途的材料, 有人称这种材料为未来的象征. 塑料排水板是其中富有强大生命力的一个分支, 正受到国内外工程界的广泛关注和重视. 塑料板排水法源出于纸板排水法, 后者系瑞典杰尔曼(W. Kjellman)发明的, 于1937年应用到土工现场, 开始外形为管状, 1939年该法获得专利, 为节省材料, 外形制成板状, 第一个产品是杰尔曼研制的断面为 $3.5 \times 100mm$, 由二条有10条沟槽的纸板粘接起来的硬纸板, 1939年建造了这种板的专用插设机械, 但直到1948年杰氏在国际会议上宣读了研究成果后才引起了重视. 60年代该法传入日本, 风靡一时, 但由于纸板存在湿强度低, 易腐蚀, 耐久性差等缺点, 虽经化学或超声波处理, 仍未得到应有的改善, 故趋向衰落. 随着化纤工业的发展, 70年代P. Risseuw和L. W. A. Vand Elzen采用30cm宽的Colbond KH630聚酯无纺布物板, 用专用设备打入土中, 取得较好效果; 接着各国竞相研制使用, 行成高潮. 该法具有重量轻, 运输方便, 所需施工设备简单, 工效高, 劳动强度低, 施工费用省, 产品质量稳定和排水效果有保证, 对土层的扰动小适应地基变形的性能好等优点, 故发展很快.

1981年河海大学在浙江农垦局, 连云港建港指挥部的支持下, 与南京塑料研制厂合作,

生产出我国第一个品种 SPB-1 型塑料板,1982 年天津港湾工程所研制出我国第一台专用插板机 IJB-16 步履式插板机,1982—1984 年河海大学、天津港湾工程研究所、天津港务局在天津塘沽新港进行了我国第一个塑料板排水堆载予压加固软基的试验工程。该工程的成功,揭开了我国应用塑料板的历史。1985 年天津港湾工程研究所又在新港东突提首次开发成功了塑料板排水真空予压加固软基的方法。上述工程的成功为将塑料板应用于软基和超软基工程奠定了基础。由于上述许多优点,塑料板在八十年代在我国各种工程中得到广泛应用,现已用于堆载予压,真空予压,自重予压和强夯加固软基工程中,也可作为消除打桩振动挤压,确保周围环境安全的措施,并正在向其他方面发展;涉及的领域已从陆上发展到水上;塑料板的品种也从 SPB-1 型,SPB-1B 型发展到 STK-A 型,SPD 型,SVD 型,SJB-1 型;打设机械也从通用型向专业型,垂直型向倾斜型,陆地上设备向水上设备发展。现该方法在港口工程及市政工程等方面大量使用,据不完全统计,至 1989 年全国已有 2000 多万延米塑料板用于工程中,见表 1,取得了明显的经济效益^{(2) ①}。

塑料排水板历年用量表

表 1

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989
用量 km	40	1800	2500	5500	6000	6000

这次研讨会共收到论文 34 篇,由于篇幅的限制,本文拟对塑料板产品的性能,在工程的应用情况及插板机械的类型等进行综述,而不对所有论文进行述评。

二、塑料板的品种、性能及测试方法

塑料板在工厂加工制造的,故质量有保证。日前在国际市场上出售的塑料板已有 50—60 种,根据所用材料,制造方法的不同,结构各异,性能也不尽相同,但归纳起来,基本上可分成两类:

第一类是微孔板式,它由单一材料制成,表层为两片聚乙烯(或其他高分子材料)微孔薄片粘合(或压合)而成,中间具有多孔管道,如法国的 Desol 和日本的多种型号,该类塑料板制作工艺比较复杂。

第二类是带滤膜套式,它用两种材料组合而成,中间为带有各种通水孔道的芯板或乱丝,花式丝的芯板,前者有口琴型,城墙型,圆孔型和双面交错凹凸乳头型等,后者又称丝瓜囊型,外面包裹一层无纺土工织物滤层,如国外的 Aldrain(瑞典),Castle Board,Geodrain,大林式(日本),Mebra(荷兰)等和国内的所有型号。

近来为加固深层软基,减少井阻作用,将塑料板制成圆形,如法国直径 50mm 塑料管,侧壁有细孔,中间为单一的 $\varnothing 50\text{mm}$ 的垂直孔道,塑料管外径加筋,以增刚度,加筋间可自由压缩,形似蛇形管。

①本文所有注释上标①中的号码均为目录论文序号

为了使塑料板在实际工程中能发挥它应有的作用,对复合体的湿抗拉强度,伸长率,芯板的纵向通水能力,塑料板弯曲后的性能,滤膜的隔土性和透水性应有一个要求,但遗憾的是世界上没有一个国家对塑料板制定过国家标准,只有有关厂家,工程部门为了各自需要制定出有限定范围的暂行规程,如荷兰 Mebra 塑料板和日本 OV 塑料板的设计与施工规程,荷兰道路施工技术研究中心,Delft 土工试验室等建议的国家标准,我国也只制定过南京市标准 DB/3201Q18—87 及天津新港标准⁽²⁾。南科院曾对 7 组国产不同型号的塑料板进行了试验分析,由室内外的测试结果可以看出,国产塑料板都能符合南京标准,其性能和国外产品类似,见表 2⁽²⁾。但国外产品的价格为国产的 5 倍以上,故大力开发国产塑料板可节省大量资金,势在必行。

在连云港吹填土中曾对国产 SPB-1 型和日本 GeodrainL 型塑料板进行真空度传递对比试验,在 10m 厚加固土层内,SPB-1 型的损失率为 2.0kPa/m 优于 Geodrain L 型的 2.5kPa/m⁽¹⁰⁾。在该地某区,SPB-1 型打入三年后才进行真空降水预压试验,原来担心无纺布长期浸在海水中,物理力学性能要有变化,浸水软化后无纺布会发生较大变形,使排水截面变小,降低排水能力,粘土颗粒会淤堵无纺布或滞留排水孔道,使排水失效。半年多的现场监测表明,这些现象虽然存在,但对排水能力无多大影响,可满足一般工程的长期使用要求⁽¹²⁾。

国内外产品的性能比较

表 2

测试项目	单位	DB/3201Q18 规定值		国内产品的 变化范围	国外某些产品的性能			
		SPB-1	SPB-1B		荷兰 Colbond draia	日本 Castle Board	马来西亚 FD4	荷兰 Mebra
排水 芯板 滤膜	单位长度重量	g/m	90-100	100-110	105-137	83.3		
	厚度	mm	>3.5	>4.0	4.4-5.6	3.5	2.6	4
	宽度	mm	100±2	100±2	98.1-100	91	95	100
	抗拉强度	kN/10cm	>1.0	>1.3	1.1-2.73	1.91	2.5	2.6
	伸长率	%			9.7-16.7	27		
	纵向通水量	cm ² /s	15	25	18.8-53.5	32	36.1	27
	单位面积重量	g/m ²			71-92	168		
	厚度	mm			0.38-0.59	0.8		
	抗拉强度 _(T)	N/cm	>15	>30	25.8-66	103		
	抗拉强度 _(B)	N/cm	>10	>20	11.6-27.0	100		
	渗透系数×10 ⁻²	cm/s	>5×10 ⁻²	>5×10 ⁻²	2.1-7.0		1.5	7×10 ⁻²
	Q ₉₅	mm	<0.075	<0.075	<0.06			1×10 ⁻²

塑料板产品的质量是至关重要的,故必须认真选择。以下是塑料板的主要性能及其测定方法。

(一) 塑料板的抗拉强度和延伸率。

这是最基本的力学性能,也是塑料板成败的关键。塑料板在打设过程中和在土的侧向位移作用下都要受到拉力的作用,在土的侧压力作用下滤膜也受到拉力作用,故须很好测定。但抗拉强度与试件尺寸,拉伸速率,浸水时间等有关,为便于比较分析,应对这些试验条件作统一规定。经大量的试验研究后认为,复合体的长度对抗拉强度影响不大,试件长可取 10cm,宽为整板宽(一般为 10cm)。滤膜的长度有影响,但缩颈现象影响不大,故可用狭条试件,长取 10cm,宽取 5cm。为反映实际情况,复合体的拉伸速率取 200mm/min,滤膜取 10mm/min。浸水时间可取 24 小时。考虑到材质的不均匀和试验系统的误差,试验件数不能少于 5 条。国产热粘型无纺布物的湿强只有干强的 50%,这主要是粘合剂溶于水和浸水后改变其特性引起的,故需改进粘合剂的性能和生产工艺。为使复合体的抗拉强度能充分发挥,应选择合适的滤膜和芯板⁽⁸⁾。

(二) 塑料板的纵向通水能力。这是最根本的水力特性,也是加固效果好坏的决定因素。为了反映实际情况,要测定不同侧压力(50kPa—350kPa),在不同加压时间下,塑料板发生不同纵向压缩变形和不同水力坡降下的通水能力。目前常用设备只能模拟在现场土压力作用下塑料板过水断面的变化情况,但不能模拟现场塑料板的工作条件。河海大学有全套的塑料板性能测定装置,纵向通水仪是带土的,能模拟现场工作条件。研究发现,塑料板在纵向通水时,存在一个临界水力坡降 i_c 。当 $i > i_c$ 属紊流,通水量与通水面积关系不大,等效渗透系数偏小,故 i 应在 i_c 即层流情况下进行试验,建议水力坡降为 0.6—1.0。侧压力增大,通水量减小,其值应根据塑料板在地基中实际受到的侧压力来决定。对于深 10m 的塑料板,侧压力不应超过 200kPa。深 20m 时,不超过 350kPa。塑料板过水断面随加压时间增加而减小,一般在 16 小时左右达到稳定值,故在通水能力试验中加压时间定为 24 小时。随着纵向压缩,通水能力有所降低,但影响不大,甚至在折曲二个 90 度或更严重时,通水能力只下降 23—50%,仍不影响加固效果,可知其对压缩变形的适应性是较好的⁽⁹⁾。

对于饱和土,加固时土的体积变化量就等于通过塑料板排出的水量。天津大学通过计算得出,当固结沉降量为 2.3cm/day 时,塑料板间距 1.3m,正方形布置,深 20m,算得塑料板的通水能力为 0.5cm³/sec。若用 Barron 和 Hansbo 理论求出单井排水量,按理想井考虑,荷载施加 1 小时后排水量最大为 0.5cm³/sec。按 10 倍计算,5cm³/sec 已够,南京标准中要求 15—25cm³/sec 的通水能力似乎偏大⁽⁶⁾。

(三) 滤膜的透水性和隔土性。这是对滤膜孔径的要求,它关系到能否使土体中的孔隙水通畅地透过滤膜汇入孔道,同时又能防止微细土粒通过滤膜堵塞通道,以保证孔隙水的不断排出。为此规定了滤膜的开口孔径,但各国标准不尽相同,我国各工程采用值也不一致,用得较多也被大家公认的透水性和隔土性须满足下列要求⁽²⁾。

$$\text{透水性 } \frac{O_{15}}{d_{15}} > 5 \quad \text{隔土性 } \frac{O_{15}}{d_{85}} < 5.$$

式中: d_{15} —周围土体粒径分布曲线中占 15% 的粒径

d_{85} —周围土体粒径分布曲线中占 85% 的粒径

O₁₅—滤膜开口孔径分布曲线中占 15% 的粒径

滤膜开口孔径的测定在国内一般采用干筛法和湿筛法,此外还有水洗法,毛管水等效孔径测定法,电子显微镜直接量测法及投影放大直接量测法。这些方法应用起来都存在一些困难,不易准确,为了弄清这个问题,有必要在室内进行滤膜与土相互作用下的渗透和淤堵的模拟试验,和在现场对实际工程进行长期观测。

三、塑料板在工程中的应用及设计计算

如前所述,塑料板在国内外已广泛应用于工程中,发挥了应有的作用。一般来说,在较厚的软基中插入塑料板可以缩短排水距离,加快土体中孔隙水的排出,从而加速土体固结。这次有 20 多篇论文谈到塑料板的应用和取得的效果。见表 3。由表看出,采用塑料板后都取得了满意的加固效果,承载力提高了 1—2 倍,固结度达 85—99%。塑料板可降低工程造价,如皇岗口岸采用塑料板 248 m,与袋砂井的差价 175 万元⁽²⁰⁾。连云港在庙岭煤码头西侧吹填区,对真空予压下塑料板和袋砂井的性能进行了比较。在膜下真空度类同的情况下,9.0m 深处袋砂井的真空压力为 30kPa,SPB-1 型塑料板为 63kPa,日产 Geodrain-L 型塑料板为 57kPa⁽¹⁰⁾,由此可知,塑料板的真空传递损失率远远小于袋砂井,这为取得好的加固效果打下了基础。在欠固结土和新吹填的软土中,可用塑料板来加速土体自身的固结,如天津新港东突堤,表层为 4.2m 厚的吹填土,自重下固结缓慢,从 1986 年 6 月至 1987 年 4 月,沉降了 0.28 m,插入塑料板后(间距 1.3—1.8m),5—9 个月就沉降了 0.8—1.05m,效果十分明显⁽¹⁶⁾。在房屋建筑中,利用建筑物本身的重量及施工荷重作为预压荷重,也能同样达到固结排水的目的。椒江市二栋 10 层的综合办公楼利用该法,竣工时沉降量达 62cm,固结度达 80%⁽²⁵⁾。为减小打桩振动挤压对周围环境的影响,常在桩基和老建筑物之间插入 1—2 排塑料板,以减小超孔隙水压力,如在上海×××饭店实测塑料板两侧的超孔隙水压力相差 36%,若在桩位四周插入塑料板,使桩周土在挤土应力作用下快速固结,从而可提高单桩承载力⁽²⁷⁾。在某高层建筑中,打入桩基时,插入塑料板,实测孔隙水压力消散率比不打塑料板时高 3 倍以上⁽²⁶⁾。有的工程在粉质软土开挖中,基坑内侧沿钢板桩或其他支撑体插入塑料板,在一定条件下可代替井点法降低地下水位⁽²⁶⁾。塑料板的效果已经肯定,应用日渐广泛。在塑料板应用中,人们普遍关心的是采用什么型号的塑料板,国内现有型号的塑料板经有关单位检测,质量都符合标准,参见表 2。但由于原材料货源不固定,生产工艺有差异,有时质量不稳定,故在使用前要进行抽查检验,保证其符合要求。

为使塑料板的布置更加合理,工期更加紧凑,效果更加明显,在使用前要进行优化设计。下面就共同关心的几个设计问题分述于下:

(一) 固结度与其对应的时间

塑料板常需与预压结合,才能发挥作用。在堆载预压下,不考虑井阻和涂抹影响,地基平均径向固结度一般按下式计算。

注:表 3 见 P. 310, 311