# 地基处理新技术及其工程实例

## 实用手册

主编：王珊

# 地基处理新技术及其工程实例实用手册

主编　王　珊

（第二卷）

# 分 目 录

（第二卷）


工程实例 …… (687)
一、上海港某作业区堆场地基加固 …… (687)
二、美国纽约海运(Marine)终端港区地基加固 …… (697)
三、澳门国际机场人工岛地基处理——堆载预压法等 …… (698)
四、深圳福田保税区的软基处理——塑料排水带堆载预压法 …… (707)
五、超载预压(设竖向和斜向塑料排水板)加固深厚淤泥码头堆场 …… (715)
六、真空预压法和真空堆载预压法联合预压法处理天津新港东突堤 48 万 $m^2$ 超软基加固 …… (720)
第三章 深层搅拌法 …… (731)
第一节 概述 …… (731)
一、深层搅拌法的定义 …… (731)
二、水泥土基本特性 …… (732)
三、水泥系深层搅拌法加固地基的一般要求 …… (736)
四、深层搅拌技术发展概况 …… (747)
第二节 水泥土试验研究 …… (750)
一、水泥土的室内配合比试验 …… (750)
二、水泥土的物理、力学性质 …… (750)
第三节 室外载荷试验 …… (760)
一、深层搅拌桩的野外载荷试验 …… (760)
二、加固型式选择和加固范围确定 …… (761)
三、搅拌桩的计算 …… (762)
四、水泥土重力式围护结构设计计算 …… (771)
第四节 施工技术及加固效果检验 …… (776)
一、施工技术 …… (776)
二、加固效果检验 …… (783)

第五节 石灰粉体深层喷射搅拌法…… (784)
一、粉体喷射搅拌法的原理 …… (784)
二、粉体喷射搅拌法 …… (787)
三、施工工艺 …… (791)
四、效果检验 …… (794)
工程实例…… (794)
一、深层搅拌法处理存在硬夹层的复杂软弱地基 …… (794)
二、水泥搅拌桩加固水泥筒仓地基 …… (797)
三、深层搅拌桩加固厂房淤泥质土地基 …… (799)
四、水泥搅拌桩用于深基坑支护 …… (802)
五、粉喷加固高层建筑饱和黄土地基 …… (807)
六、深层搅拌桩用于改善地下连续墙变形 …… (810)
七、深层搅拌法加固陶瓷碎片杂填土地基 …… (812)
八、民用住宅软土地基深层搅拌加固法的应用 …… (813)
九、深层搅拌水泥土挡墙 …… (822)
十、工业厂房软土地基深层搅拌加固工程 …… (829)
**第四章 强夯法**…… (834)
第一节 概述…… (834)
第二节 技术发展及研究动态…… (835)
第三节 强夯法加固地基机理…… (840)
一、概述 …… (840)
二、粘性土 …… (842)
三、无粘性土 …… (847)
四、饱和粘性土以及非饱和土的强夯加固微观机理 …… (849)
五、国内强夯法实践与理论研究概况 …… (851)
第四节 强夯技术加固地基试验研究…… (854)
第五节 强夯法设计…… (860)
第六节 强夯法施工…… (867)
第七节 质量检验…… (870)
第八节 试验及观测…… (871)
工程实例…… (880)
一、8000kN·m 能量强夯处理湿陷性黄土基 …… (880)
二、北京乙烯工程 23 万 $m^2$ 液化地基的强夯处理 …… (889)
三、大连西太平洋石油化工有限公司 10 万 $m^3$ 原油贮罐山区非均匀块石回填地基高能级强夯处理 …… (906)
四、强夯法加固填海地基 …… (918)

五、强夯法信息化施工 …… (929)
六、6250KN·m 强夯法处理冷库大块抛石地基 …… (931)
七、二次强夯法处理粉土液化地基 …… (939)
八、三门峡电厂湿陷性黄土强夯 …… (943)
九、武汉钢铁公司第四烧结强厂夯镇渣挤淤及夯扩渣桩加镇渣强夯处理淤泥、淤泥质土试验及应用…… (945)
十、山西化肥厂强夯处理工程实例 …… (952)
十一、强夯处理特大立交铁路桥地基工程实例 …… (968)
**第五章 强夯置换法**…… (980)
第一节 强夯置换法的一般要求…… (980)
一、桩式置换法 …… (980)
二、整式置换法 …… (982)
第二节 强夯碎石置换法加固可液化的饱和粉细砂场地…… (984)
第三节 强夯矿渣置换法处理堆料场饱和软土地基…… (987)
第四节 强夯置换加固淤泥质粉质粘土地基试验研究…… (990)
**第六章 散体桩复合地基**…… (999)
第一节 概述…… (999)
一、散体桩的定义 …… (999)
二、散体桩的分类 …… (999)
第二节 碎(砂)石桩 …… (1003)
一、概述…… (1003)
二、加固原理…… (1005)
三、砂石桩法设计…… (1007)
四、碎石桩加固桩间软土的试验研究与计算分析…… (1011)
五、单桩和复合地基载荷试验…… (1014)
六、质量检验…… (1016)
七、施工方法…… (1016)
八、质量检验与加固效果…… (1022)
工程实例 …… (1031)
一、振冲碎石桩加固高层框架结构建筑物下可液化地基…… (1031)
二、袋装碎石桩加固深厚淤泥多层住宅楼地基…… (1034)
三、砂桩加固地基…… (1036)
四、振冲碎石桩加固西柏坡电厂粉土地基…… (1037)
五、振冲碎石桩加固烟台交通大厦地基…… (1041)
六、干振碎石桩加固上安电厂填土地基…… (1042)
七、干振碎石桩加固石家庄卷烟厂宿舍楼杂填土地基…… (1043)

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第三节 渣土桩 …… (1044)
一、渣土桩加固地基机理 …… (1044)
二、渣土桩的施工 …… (1044)
工程实例 …… (1046)
沉管成孔挤密建筑废渣桩加固廊坊管道局宿舍楼 …… (1046)
第七章 爆破法 …… (1048)
第八章 石灰桩及灰土桩复合地基 …… (1050)
第一节 概况 …… (1050)
一、概述 …… (1050)
二、发展简况 …… (1051)
第二节 石灰桩的加固机理和适用范围 …… (1052)
一、石灰桩的挤密作用 …… (1052)
二、桩和地基土的反应热作用 …… (1056)
三、石灰桩的排水固结作用 …… (1057)
四、石灰桩加固层的减载作用 …… (1057)
五、桩体材料的胶凝作用 …… (1057)
六、石灰与桩间土的化学反应 …… (1058)
七、生石灰的置换作用(复合地基作用) …… (1058)
八、二灰强度的形成机理 …… (1060)
九、石灰桩的适用范围 …… (1061)
十、石灰桩的龄期 …… (1062)
第三节 石灰桩复合地基的设计计算 …… (1062)
一、适用范围及技术特点 …… (1062)
二、设计参数及技术要点 …… (1063)
三、石灰桩复合地基的承载特性 …… (1064)
四、石灰桩复合地基的承载力计算 …… (1069)
五、石灰桩复合地基的变形计算 …… (1071)
第四节 施工工艺 …… (1077)
一、管段投料法 …… (1077)
二、管内投料施工法 …… (1080)
三、挖孔投料法 …… (1081)
四、国外的施工方法 …… (1083)
五、其它施工方法 …… (1085)
第五节 施工质量控制和效果检验 …… (1086)
一、施工质量控制 …… (1086)
二、加固效果检验 …… (1086)

工程实例 …… (1087)
一、湖北襄阳轴承厂12街坊住宅地基处理 …… (1087)
二、南京人民商场江边路综合楼地基加固 …… (1091)
三、上海金达棉纺厂主厂房地基加固 …… (1097)
四、生石灰砂桩处理地基 …… (1104)
五、灰(土)桩在高等级公路软基中的应用 …… (1111)
六、石灰桩作为基底加固和基坑围护工程实例 …… (1117)
第六节 灰土桩复合地基 …… (1121)
一、灰土桩简介 …… (1121)
二、灰土桩的适用范围及技术特点 …… (1122)
三、灰土桩的作用机理 …… (1123)
四、灰土桩的应用要点 …… (1124)
**第九章 钢渣桩** …… (1126)
第一节 钢渣桩加固的一般要求 …… (1126)
第二节 钢渣桩加固多层楼软土地基 …… (1132)
第三节 钢渣桩加固回填土地基 …… (1134)
第四节 钢渣桩加固多层厂房软土地基 …… (1136)
第五节 钢渣桩加固多层砖混结构住宅楼地基 …… (1139)
**第十章 水泥土桩复合地基** …… (1144)
第一节 概况 …… (1144)
一、概述 …… (1144)
二、发展概况 …… (1144)
三、工程应用情况 …… (1148)
第二节 水泥土桩的作用机理 …… (1149)
一、水泥土的固化原理 …… (1149)
二、水泥土桩复合地基间土的性状 …… (1152)
第三节 桩体材料 …… (1153)
一、固化材料 …… (1153)
二、混合材料 …… (1159)
三、桩体的物理力学指标 …… (1159)
第四节 设计计算 …… (1175)
一、适用范围和技术特点 …… (1175)
二、技术措施和要点 …… (1177)
三、水泥土桩复合地基的承载力计算 …… (1178)
四、水泥土桩复合地基的变形计算 …… (1180)
五、水泥土挡墙的计算原则 …… (1181)

第五节 水泥土桩的施工工艺 …… (1182)
一、水泥浆液搅拌法(CDM)法 …… (1182)
二、粉体搅拌法(DJM 法) …… (1190)
三、夯实水泥土桩 …… (1195)
第六节 施工质量及加固效果检验 …… (1196)
一、施工质量检验 …… (1197)
二、加固效果检验 …… (1197)
工程实例 …… (1199)
一、汕头广信房地产公司综合楼地基处理 …… (1199)
二、广深准高速铁路既有路堤改作高速路堤基床表层加固补强施工 …… (1202)
**第十一章 CFG 桩复合地基** …… (1231)
第一节 概述 …… (1231)
一、CFG 桩的适用性 …… (1232)
二、CFG 桩各种施工方法和适用性 …… (1233)
三、CFG 桩的勘察要求 …… (1233)
第二节 复合地基的工作原理 …… (1234)
一、褥垫层的加固作用 …… (1234)
二、复合地基设计思想 …… (1241)
三、复合地基受力特性 …… (1242)
四、复合地基变形特性 …… (1245)
第三节 CFG 桩复合地基工程特性 …… (1252)
第四节 CFG 桩施工 …… (1254)
一、施工设备 …… (1254)
二、施工程序 …… (1258)
三、施工中常见的几个问题 …… (1259)
四、施工工艺研究成果 …… (1260)
五、施工质量控制措施 …… (1263)
第五节 施工检测及验收 …… (1265)
工程实例 …… (1266)
一、CFG 桩加固水泥生产线软弱地基 …… (1266)
二、CFG 桩加固高层建筑软土地基 …… (1271)
三、CFG 桩联合碎石桩处理可液化饱和软土地基 …… (1274)
四、CFG 桩用于冷却塔地基处理工程实例 …… (1279)
五、CFG 桩用于高层建筑工程实例 …… (1281)
六、CFG 桩用于低层建筑单独基础下的地基加固工程实例 …… (1283)
**第十二章 CM 长短桩复合地基** …… (1288)

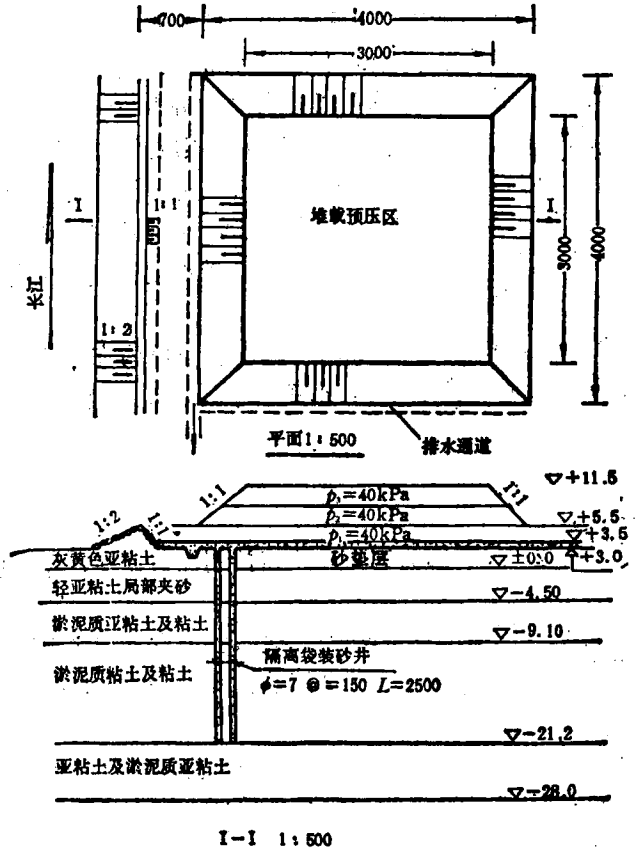
一、概述 …… (1288)
二、设计思想 …… (1288)
三、CM 长短桩复合地基的设计 …… (1289)
工程实例 …… (1292)
CM 长短桩复合地基应用(一) …… (1292)
CM 长短桩复合地基应用(二) …… (1293)
第十三章 灌(注)浆法 …… (1296)
第一节 定义分类和应用范围 …… (1296)
第二节 灌浆材料 …… (1297)
一、粒状浆材 …… (1297)
二、粒状浆材的主要性质 …… (1299)
三、化学浆材 …… (1304)
第三节 加固机程 …… (1311)
一、浆材可灌性和流动性 …… (1313)
二、渗入灌浆理论 …… (1318)
三、劈裂灌浆理论 …… (1321)
四、压密灌浆理论 …… (1323)
五、电动化学灌浆原理 …… (1324)
六、水玻璃加固黄土的机理 …… (1325)
七、碱液加固法 …… (1327)
八、被灌介质强度增长机理 …… (1327)
九、灌浆的设计 …… (1330)
十、灌浆施工工艺 …… (1343)
十一、灌浆效果及质量检查 …… (1355)
工程实例 …… (1357)
一、虎丘塔塔基的水泥灌浆加固 …… (1357)
二、水库岩石地基的帷幕灌浆 …… (1362)

# 工程实例

## 一、上海港某作业区堆场地基加固

该工程采用填土加载预压法加固。加固试验布置如图 3－2－177 所示。设计要求：地基经过加固后，在 120～150 天内承载能力为 120kPa；施工期压缩沉降量为 60cm 或固结度超过 70%。

该工程位于长江下游第四纪沉积物上，软土层厚达几十米，上面夹有 16～20m 的




I－I 1:500

图 3－2－177 堆载预压试验区布置

图示尺寸以 cm 计，标高以 m 计；采用填土荷载预压

高压缩性的淤泥质粘土或亚粘土，孔隙比大于 1.0，含水量为 40～50%，压缩系数为 0.008～0.01cm²/N。预计在大面积填土和荷载作用下，将产生较大的沉降或差异沉降，且延续时间可能很长。这种变形也可能对桩（前面码头采用桩基结构）产生较大的负摩擦力，对上部结构和使用期的安全则是一个较大的潜在威胁，因此要求对堆场地基进行加固处理，并为大规模的现场试验研究提供可靠的数据。

试验区面积为 1600m²，原地面标高为 +3.00m，北面荷载变化段打设两排袋装隔离砂井（防止水平挤出）。砂井长 25m，直径 7cm，砂井间距为 1.50m，采用正方形布置，地表设置 50cm 厚的砂垫层，两边设有排水沟，沟上部宽 100cm，深 80～100cm，沟底宽 50cm。

该试验工程将 120kPa 设计荷载按三级加荷，它们分别为 40、40、40kPa。其加荷速率控制如下：

1. 变形速率控制　垂直沉降控制：加荷同沉降是有密切关系的，两者呈非线性关系。目前理论上取适当的模式应用有限单元法探索这个课题已取得了一些成果，但在工程中普遍采用还很少，现取半经验性统计归纳法作为控制依据。这种方法灵敏度比孔隙水压力控制法差，但也是一个重要的直观观测方法。

地基受荷后，产生附加应力，同时产生沉降 $S_t$，$S_t$ 由两部分组成：

$$S_t = S_c + S_d$$

式中　$S_c$——由地基固结引起的沉降；

$S_d$——由地基侧向变形引起的沉降。

在观测中，要控制好加荷速率，使 $S_d$ 尽量减小。适当减少每级加荷量或间歇加荷会提高地基的稳定性。本试验规定在 120 天内试验完毕，控制每级加荷时间为 7 天（同时考虑施工的可能性），通过对工程实践的调查并结合本试验要求等因素采取下列标准：

第一级加载沉降速率：$\Delta S/\Delta t \leqslant 25$mm/d；

第二级加载沉降速率：$\Delta S/\Delta t \leqslant 20$mm/d；

第三级加载沉降速率：$\Delta S/\Delta t \leqslant 10$mm/d。

以上观测要连续两天满足要求。

对第一、二级加载沉降速率控制标准大于有关规范要求，其原因是本试验区原地面标高为 +3.00～+3.50m，而第一级荷载是填到 +5.50m，接近陆域标高，经分析不会产生地基失稳现象；对第二级也只不过是在 +5.50m 上再加 40kPa，经分析地基也不会产生危险；对第三级由于荷重量加大，严格按规范要求去做。实践证明，这样规定是可行的，并大大地减少了加固时间。

水平位移控制：地面水平变形观测，主要是控制地基侧向变形 $\Delta L$ 尽量小，保证有较大的垂直压缩量。本工程控制标准如下：

$\Delta L/\Delta t \leqslant 5$mm/d，并连续重复两天。

2. 孔隙水压力控制　用观测的孔隙水压力增量控制加荷速率，经验不是很多，但

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

本试验工程实践证明也是可行的。试验中采用下列数值控制：

$B = \sum \Delta u_{ij} / \sum \Delta P_i \leqslant 50\%$ 或不产生突变现象；

式中　$\sum \Delta u_{ij}$——$i$ 级荷载 $j$ 个测点实测孔隙水压力增量之和；

$\sum \Delta P_i$——$i$ 级荷载作用下荷载增量之和。

观测记录控制如图 3－2－178 所示（图中测点详见图 3－2－179）。

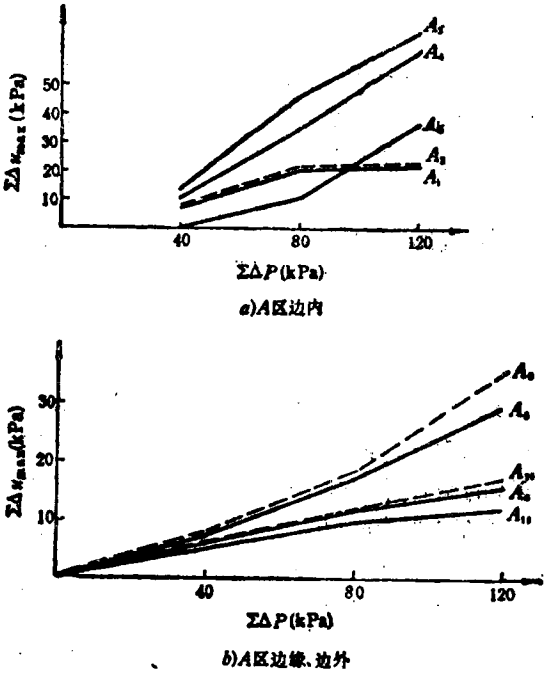



图 3－2－178　超孔隙水压力 $\sum \Delta u_{max}$ 与荷载 $\sum \Delta P$ 关系

为了保证加荷的稳定性，还采用了“应力途径控制法”和整体稳定分析法控制加荷，均收到良好效果。

为了观测试验数据，埋设一定数量的仪器观测点。主要观测内容有变形（应变）、地面沉降、土体分层沉降、土体侧向位移及地面边桩位移；强度（应力）、室内和现场原位强度测定。还有孔隙水压力和地下水位观测等。

观测项目、测点埋设位置及其测点仪表用量如图 3－2－179 所示。

试验成果及其分析：

地面最大沉降为 62.4cm，且发生在荷载的中心位置。这主要是由于试验区中心部位压力强度和影响深度比边缘大的原因造成的，所以荷载面积大小对沉降影响是很敏感的。不同阶段沉降速率是不同的，如图 3－2－180 所示。一般在加载时，沉降速率大，停止加载时沉降速率变小，但随荷载量加大，后几级加载时的沉降速率总是大于前几级

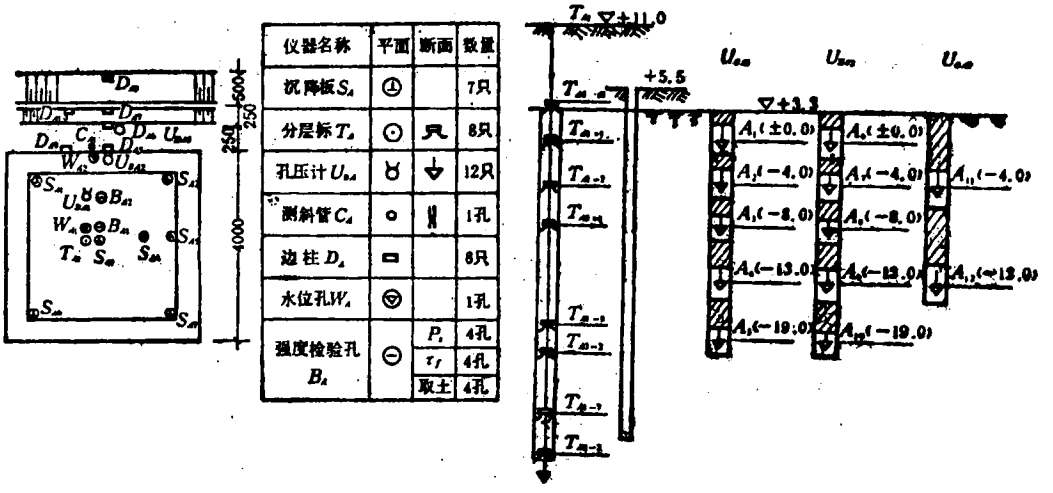



图 3－2－179 观测点位置图

图中 $P_s$ 为静力触探试验；$\tau_f$ 为十字板强度试验；标高以 m 计

加载时的沉降速率，即速率是递增的。最大沉降速率为 1.0cm/d。

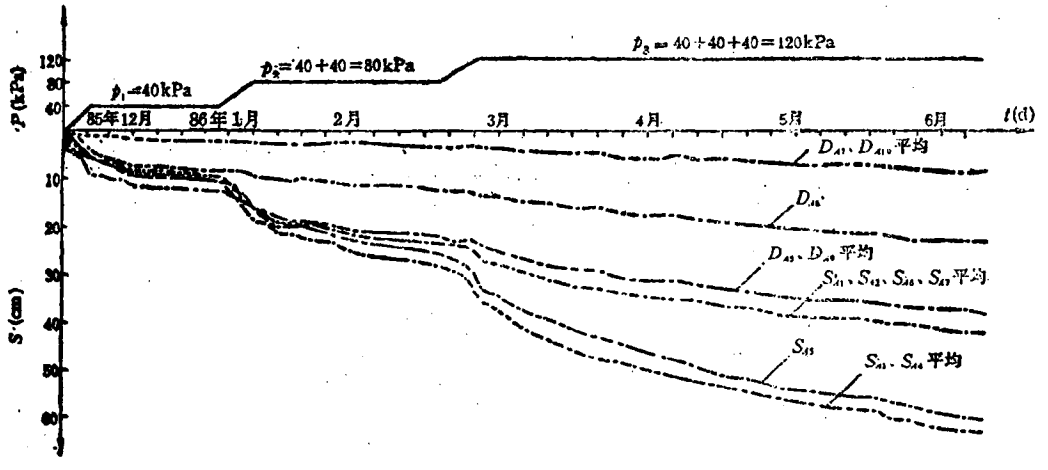



图 3－2－180 地面沉降（$S_A$、$D_A$）随荷载（$P$）时间（$t$）变化

深层土体压缩变形实测结果如图 3－2－181 所示。从实测资料看，沉降压缩量随深度迅速减小。如当 $p_1$ = 40kPa 时，在 +3.538m 处 $T_{A-面}$ = 19cm，在 －8.209m 处 $T_{A3-1}$ = 9cm，－29.088m 处 $T_{A2-3}$ = 2.5cm。另外，一般土体较差单位压缩量大，土体好单位压缩量小。由图不难推出：当 $p$ = 40kPa 时，淤泥质粘土层（－12.00～－20.00m）单位压缩量为 0.37cm/m，而上面较好的亚粘土层（－4.22～－8.00m）单位压缩量为

0.03cm/m。同地表沉降一样，各层土的压缩沉降量随荷载增加而增加。

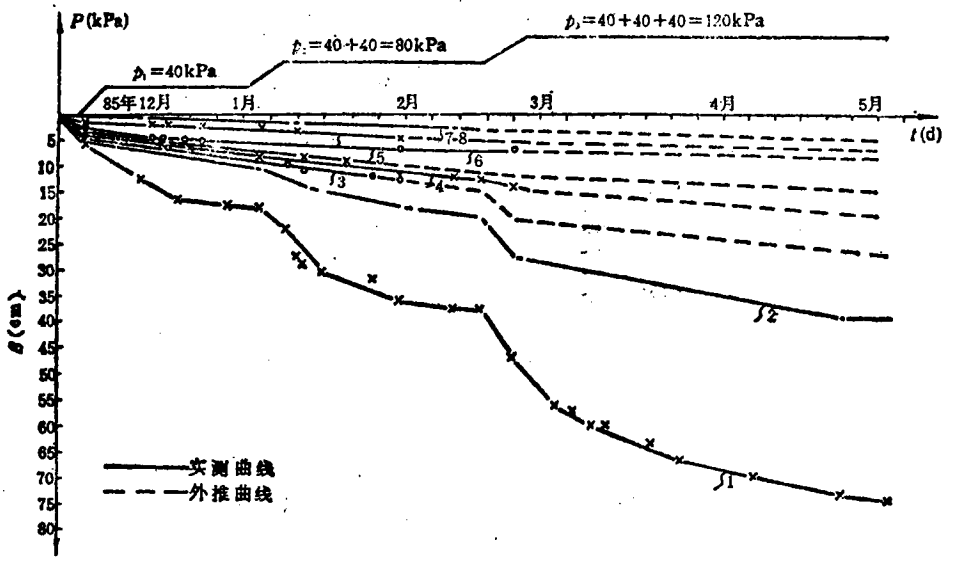



图 3－2－181　土体分层沉降与荷载、时间关系

| 编　号 | 标　高　(m) | 测　点　编　号 |
|---|---|---|
| 1 | +3.538 | $T_{A4-}$面 |
| 2 | －0.410 | $T_{A1-1}$ |
| 3 | －4.220 | $T_{A1-2}$ |
| 4 | －8.209 | $T_{A3-1}$ |
| 5 | －12.250 | $T_{A1-3}$ |
| 6 | －20.169 | $T_{A3-2}$ |
| 7 | －25.767 | $T_{A1-7}$ |
| 8 | －29.088 | $T_{A-}$ |

深层土体侧向变形实测结果如图 3－2－182 所示。由图可知，在堆土荷载作用下除产生垂直变形外，还产生侧向挤出变形。侧向变形也是控制加荷速率的方法之一；它随荷载大小、加载方式、平面位置及不同深度等而变。一般位移方向是背离加载区，最大位移量产生在泥面处，其次是淤泥质粘土层。如当荷载 $p$ = 120kPa 时，泥面最大位移量为 20cm，－10.00m 处位移 9cm。

边桩位移实测结果如图 3－2－183 所示。本试验在加载区北边向外以不同距离打设边桩。观测结果，最大水平位移出现在荷载边缘测点，最大位移量为 21.60cm（$D_{A5}$、$D_{A9}$平均值）。位移速率和荷载大小、加荷速率有关：一般都是加载时位移速率大，停载时速率几乎

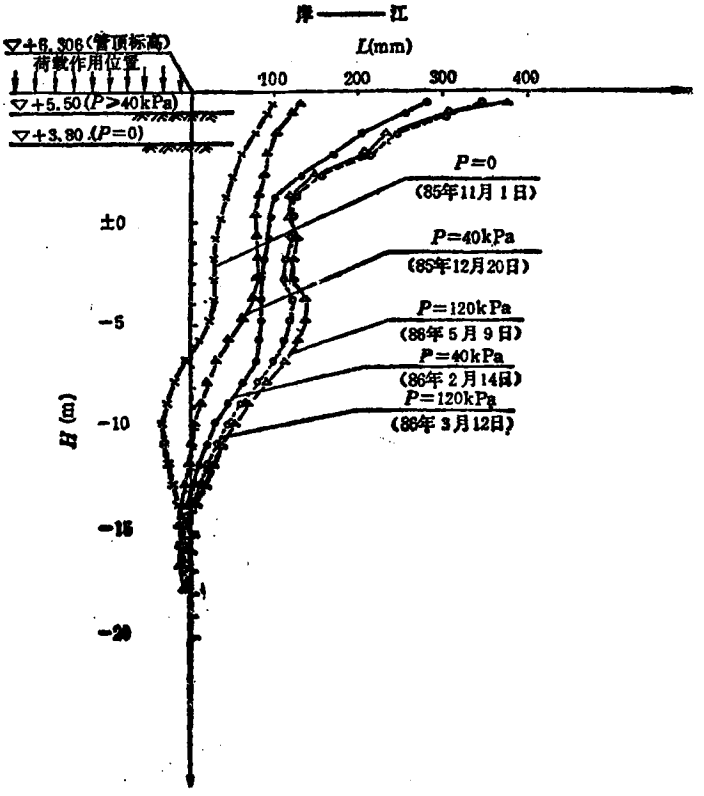



图 3－2－182 土体侧向变形随深度变化

为零，但随荷载量加大，加载位移速率或停载时速率总是大于前几级加载或停载时的速率，即总是递增的。从图 3－2－183 可以看到：加载 $p=80kPa$ 时，最大位移速率为 0.7cm/d，$p$

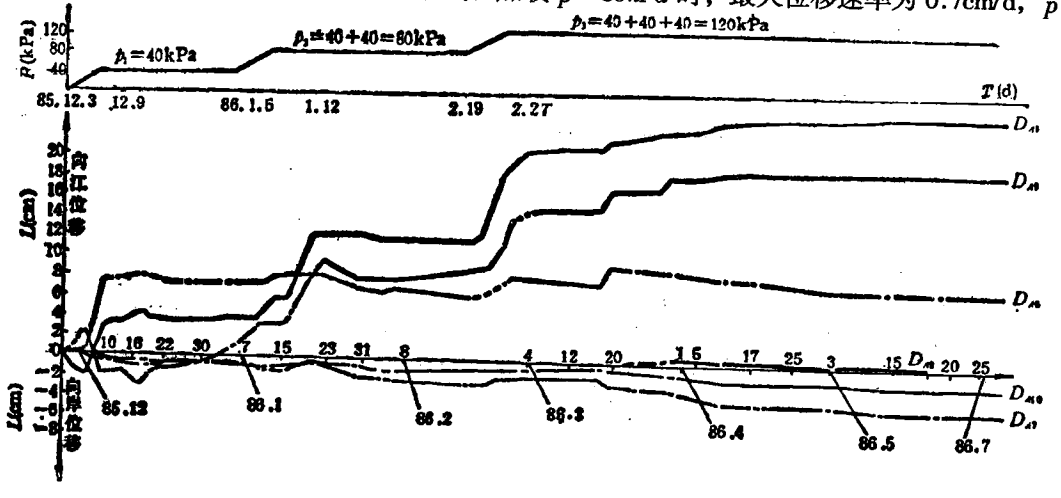



图 3－2－183 边桩位移随荷载时间变化曲线

=120kPa时，最大位移速率为0.8cm/d。均超过规范要求，但由于其他大部测点（$D_{A5}$、$D_{A9}$除外）均满足要求，再加上人工填土加载较慢，采用“应力途径控制法”进行分析，地基应力基本上未出现突变，综合分析比较结果认为地基是安全的。

室内土工试验结果如表3-2-115所示。从表中所列数据看，土的各项物理力学指标加固后比加固前均有一定的提高，如试验区第4层土，加固前压缩系数为0.0083cm²/N，加固后为0.0082cm²/N，即加固后比加固前降低1.2%。

**表3-2-115 加固前后土工试验结果对比**

| 试验阶段 | 层位 | 天然含水量 $\omega$（%） | 自然容重 $\gamma$（kg/m³） | 孔隙比 $e$ | 压缩系数 $a_{1-2}$（cm²/N） | 固结快剪 | | 三轴固快 | | 土样名称 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\phi$（度） | $c$（kPa） | $\phi'$（度） | $c'$（kPa） | |
| 加固前 | 1 | 35.46 | 1860 | 0.98 | 0.0031 | 25 | 6.0 | | | 亚粘土 |
| | 3 | 39.16 | 1800 | 1.10 | 0.007 | 13 | 8.0 | 29 | 12.0 | 淤泥质亚粘土 |
| | 4 | 45.16 | 1770 | 1.25 | 0.0083 | 13.5 | 8.0 | 25.4 | 17.0 | 淤泥质粘土 |
| | 5 | 32.46 | 1830 | 0.97 | 0.0035 | 20 | 11.0 | 35 | 11.0 | 亚粘土 |
| 加固后 | 1 | 33.47 | 1910 | 0.84 | 0.0026 | 26 | 20.0 | | | 亚粘土 |
| | 3 | 38.85 | 1810 | 1.08 | 0.0057 | | | | | 淤泥质亚粘土 |
| | 4 | 44.57 | 1770 | 1.24 | 0.0082 | 15 | 11.0 | 28 | 18.0 | 淤泥质粘土 |
| | 5 | 31.13 | 1830 | 0.94 | 0.0032 | 24 | 15.0 | 38 | 9.0 | 亚粘土 |

现场静力触探和十字板强度试验结果如表3-2-116所示。从表中可以看出，探头阻力 $q_0$、探头侧摩阻力 $F_s$ 和十字板剪切强度 $S_+$ 加固后比加固前均有明显提高。从深度变化看，第一层土 $q_0$ 提高32:80%，第二层提高3.13%，第三层提高7.36%，即上下层提高幅度大，中间层提高幅度小。说明上下土层由于排水条件好，强度增加大，中间为粘性土，强度增加小。同样 $F_s$ 和 $S_+$ 加固后比加固前也都有不同程度的提高。

**表3-2-116 静力触探十字板强度加固前后比较**

| 标 高（m） | 项 目 | 加 固 前 | 加 固 后 | 增 加 量 | 提高百分数（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| +3.00～-11.30 | $Q_c$（kPa） | 1268 | 1685 | 417 | 32.80 |
| | $F_s$（kPa） | 8 | 33 | 25 | 312.50 |
| | $S_t$（kPa） | 27 | 60 | 33 | 122.30 |
| -11.30～-20.80 | $Q_c$（kPa） | 3280 | 3300 | 20 | 3.13 |
| | $F_s$（kPa） | 9 | 13 | 4 | 44.40 |
| | $S_t$（kPa） | 36 | 48 | 12 | 33.30 |

续表

| 标 高 (m) | 项 目 | 加 固 前 | 加 固 后 | 增 加 量 | 提高百分数 (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| -20.80 ~ -36.80 | $Q_c$ (kPa) | 1900 | 2040 | 140 | 7.36 |
| | $F_s$ (kPa) | 19 | 48 | 29 | 156.70 |
| | $S_t$ (kPa) | | | | |

测定孔隙水压力的变化，可以控制加荷速率。通过计算分析保证地基的稳定性，也可预报地基中土体固结过程，强度增长及其变化规律。因此在试验区根据预估容易失稳的滑动面上下及荷载中心处控制部位埋设孔隙水压力计。实测的孔隙水压力随时间变化过程如图 3-2-184 所示（以 $A_1 \sim A_5$ 测点为例）。从图中可以看出：加载时，孔隙水压力升高快，停载时消散得也较快。孔隙水压力变化和时间有关系，如当加第三级 $p_3$ 荷载时，孔隙水压力为 67kPa；10 天时为 60kPa，消散度为 25%；30 天时为 54kPa，消散度为 19%。从曲线图也可看出，浅层孔隙水压力上升量小，消散得也快，这主要是由于表层土质透水性好造成的。中间埋设位置有关，同一荷载，标高相同时，不同位置孔隙水压力值不同。如当 $p_3 = 120$kPa 时，边内 $A_3$（-8.00m）孔隙水压力为 60kPa，边缘处 $A_8$（-8.00m）孔隙水压力为 36kPa，即边内比边缘增大 67%。另外，孔隙水压力随深度变化，如图 3-2-185 所示。当 $p_3 = 120$kPa 时，边内 $A_3$（-8.00m）孔隙水压力为 67kPa，$A_4$（-13.00m）孔隙水压力为 61kPa，即 -8.00m 处孔隙水压力比 -13.00m 孔隙水压力增大 10%。标高相同，不同荷载，孔隙水压力变化也不同，如 $A_3$ 点 $p = 40$kPa，孔隙水压力为 13kPa；$p = 120$kPa 时，孔隙水压力为 67kPa，即后者比前者大 415%。孔隙水压力大小和土层有关系，如 $A_1$（±0.00m）、$A_2$（-4.00m）、$A_6$（±0.00m）、$A_7$（-4.00m）测点，埋设标高较高，但由于处在亚粘土（并有夹砂），排水条件较好，所以孔隙水压力变化梯度不大。相反 $A_3$（-8.00m）、$A_4$（-

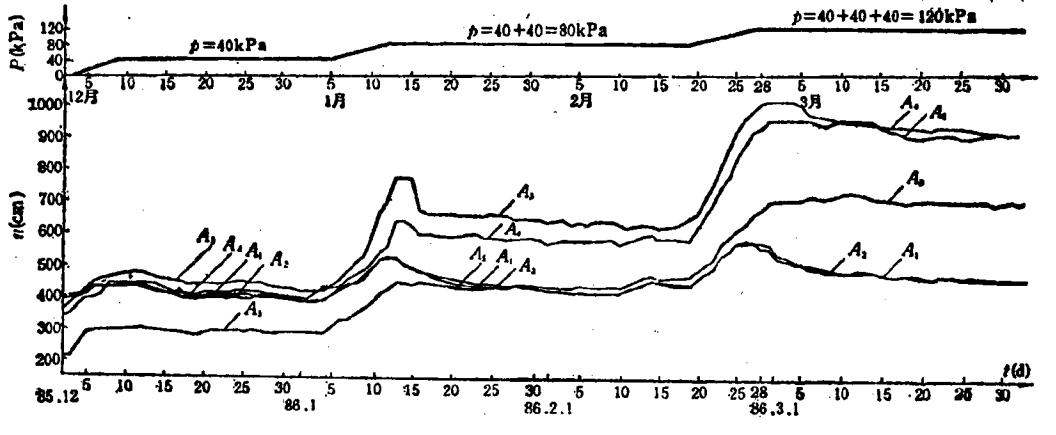



图 3-2-184 荷载孔隙水压力随时间变化曲线

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com