

全国建筑工程勘察科技情报网
建网十五周年综合科技情报交流会

论文选集

《建网十五周年综合科技情报交流会》编选委员会

山东省地图出版社

全国建筑工程勘察科技情报网
建网十五周年综合科技情报交流会

论文选集

《建网十五周年综合科技情报交流会》

编 选 委 员 会

主 编

严伯铎

鲍学敏

江苏工业学院图书馆
藏书章

山 二 地图出版社

(鲁)新登字 11 号

内 容 提 要

为庆祝全国建工勘察科技情报网建网十五周年编辑本论文选集,共收入岩土工程、工程地质、基础工程、测绘、水文地质、工程物探待论文 126 篇,约 120 万字,内容十分丰富,取材新颖,是集我网广大成员单位的最新成果,也是我国勘察行业近几年的科技信息和工程实践总结的一本汇编,具有较高的参考价值。

主 编: 严伯铎、鲍士敏

编选委员会委员(以姓氏笔划为序)

马玉兰 石曾泉 刘汉臣 刘铁侠

吴克明 严伯铎 陈贻忠 苏 森

张长舟 郭志业 韩茂珍 鲍士敏

责任编辑: 王志鹏 解 坤 孙宝文

全国建工勘察科技情报网 建网 15 周年综合性情报交流会论文集

全国建工勘察科技情报网 主编

山东省地图出版社出版

山东省城乡建设勘察院印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/6 印张:55 字数 120 万字

1993 年 8 月第一版 1993 年 8 月第一次印刷

印数:1—1500 册

ISBN7—80532—127—2/K·124

定价:30 元

前 言

全国建筑工程勘察科技情报网成立于一九七八年六月,现已满十五周年。为隆重庆祝建网十五周年,特编辑出版了这本综合性科技情报论文选集。除做为我网第五届综合情报交流大会的会议主要文件外,并将向全国公开发行。这本《选集》是一九九二年六月开始筹划,征文的,截止一九九三年四月底共征集了 144 篇文章。经过《选集》编委会的认真审阅,共收入论文集的为 126 篇,约 120 万字,是我网建网以来第二本论文集。其内容主要有三个方面组成:其一,岩土工程及工程地质勘察、设计、施工等方面的最新成果,总计 100 篇。其中科技信息及其管理方面 18 篇,岩土工程实录及工程地质评价方面 27 篇,工程地质方面 14 篇,取样技术与室内土工试验技术方面 10 篇,地基加固处理及桩基工程方面 25 篇。其二,是反映我国城市地下水资源开发管理及评价方面有 10 篇。其三,是反映工程测量最新成果方面的文章有 22 篇,其中测绘科技综述方面 3 篇, GPS 卫星全球定位技术的应用及各类控制网的布设方面 6 篇,大比例尺机助成图 4 篇,地籍测量 3 篇,测量成果计算及其它方面的 6 篇。这本《选集》的内容十分丰富,取材新颖,较全面地反映了近几年来国内外工程勘察行业的新进展及其走势,对推动我国工程勘察技术的进一步发展有着一定的指导意义。可供全国勘察、设计、施工及科研人员参考。

《选集》在征稿、审稿过程中,得到了全网六个地区站及 28 个省情报站和烟台市勘察测绘院的大力支持,鼎力协助。在编辑、排印过程中,得到了山东省城乡建设勘察院和山东省情报站及全体编务工作人员的积极参与和全力支持,同时在出版中得到山东省地图出版社的大力支持,借此机会,一并向他们表示衷心的感谢。

由于时间紧,人手少,故《选集》在编排工作中,虽经编辑人员的不懈努力,其错漏之处必定不少,请读者不吝指正。

严伯铎 鲍士敏

1993 年 9 月

目 录

岩土工程与工程地质

1. 我国岩土工程理论与实践的若干新进展	顾宝和 1
2. 国内外工程勘察行业发展水平及趋势的研究	张在明 11
3. 我国软土特性及加固方法述评	胡宗汉 20
4. 我国应用生石灰桩、振冲碎石桩加固软土地基技术发展概况综述	江振炎 29
5. 当前我国石灰桩加固软弱地基的发展现状	梁成礼 34
6. 压入桩托换技术发展现状与前景	钱国林 41
7. 地基处理与桩基础研究进展	刘松玉 47
8. 试论我国多年冻土建筑地基评价方法及处理原则	林风桐 50
9. 地基、基础和上部结构联合工作是工程勘察和评价的依据	苏 超 57
10. 贯彻执行 GBJ7—89 规范的几点意见	朱天林 63
11. 《静力触探技术标准》(CECS04—88)简介	王家钧 66
12. 关于 AZ 型标贯锤的研制与应用	刘志山 许昌龙 72
13. 天津滨江商厦基坑开挖事故调研报告	袁忠强 李家林 王国风 76
14. $\Phi 1000\text{mm}$ 大直径短螺旋钻的理论与实践	赵志锐 84
15. 国外开展城市工程地质和工程地质编图的概况	陈 石 93
16. 原苏联软弱土质条件下的建筑经验	马 兰 99
17. 浅谈工程地质学的发展	张吉利 109
18. 《工程勘察汉语主题词表》使用指南	全国建筑工程勘察科技情报网 113
19. 潍坊市经贸展销中心地基深层老粘土的工程评价	叶枝顺 125
20. 谢李深部矿行政通讯联合大楼岩土工程勘察实例	吴有为 129
21. 天津盐场气象台电算楼岩土工程实录	周玉明 138
22. 对滨州地区地基土工程地质特征的初步探讨及评价	刘东丹 144
23. 长春市深基开挖和跨冬施工问题	崔万泉 149
24. 水泥土挡墙围护工程实录	郭志业 153

25. 天津市二种土质条件下建筑物沉降特征	郭成麦	158
26. 回填土质量检验的浅见	丁立成 方景忠	165
27. 箱形基础整体与局部弯矩测试研究及计算方法比较	刘忠昌	171
28. 《岩土工程软件包 GECAD》的研制及开发	杨立生	179
29. 地质勘测数据分析计算程序包的设计和使用	张焕智	184
30. 绍兴市信诚综合楼加固纠偏方案及实施效果	李长宏	193
31. 打桩对软土地基的影响	谢生荪	198
32. 软土地基超载预压试验研究——福州某集装箱中转站仓库工程实例	吴铭炳	207
33. 上海地区桥梁工程地质勘察与评价	曾荣波	213
34. 三江平原粉质粘性土工程地质特征探讨	董泽兴	222
35. 兰州地区第三系强风化红砂岩工程地质性质	刘毅 周德茂	226
36. 三门湾滨海地区海洋沉积物的工程地质条件研究	王和章	232
37. 静探测试顶管施工对土体的影响	龚启昌 王凯云	238
38. LMC-B210 静力触探微机的推广应用	王强 魏庭忠	243
39. 一种简便实用的测定地震波衰减的方法脉冲增宽技术	黄衍农	248
40. 软土地基波速检层技术探讨	林学军	256
41. 保定满城汉墓墓道岩体分级	苏貽冰 姚雨风	266
42. 天津市滨海地区软土工程地质特征研究	郑依依	274
43. N_{120} 动力触探应用的若干问题	朱锦云	283
44. 适于下卧层验算的临塑荷载公式	葛有礼	293
45. 规范变迁的地基承载力影响系数	张克恭	298
46. 论工程勘察中的环境地质工作与地质灾害的防治问题	李生林	306
47. 关于“砂土液化形迹形成机制”的研究	苗心宽	311
48. 关于“强震区,地震竖向振动效应”的研究	苗心宽	321
49. 太原地区断裂对建筑物影响的探讨	许有国	329
50. 太原市杂镇土的震动效应	杨静玲	333
51. 对滇西铁路广大线广楚段施工中出现工程滑坡的认识	张浩	336
52. 沿输油管线附近的地震位移场分析	何正勤 鄢家全 王椿镛	342
53. 焉耆至吐鲁番盆地盐渍土对钢铁管道的腐蚀性研究	陈连成	352

54. 用剪刀波速判别饱和砂土和粉土的液化	袁灿勤	357
55. 用图表确定饱和土的标贯临界锤击数及液化指数	王曰道	363
56. 对液化地基评价与处理的一些体会	苏培仁 耿荣太	367
57. 应用电法探测堤坝隐患	高燕和 李锡令	371
58. 用浅震横波方法勘察南京地铁地基构造的研究 郑兆兴 徐小连 王伦 陈文光 袁灿勤		376
59. 山西省黄土高原地裂缝发育特征及治理	张政治 游志杰	386
60. 天津新港东突堤工程中、日两国软土试验资料对比分析	申伯熙	390
61. 土样扰动程度的定量评价方法	詹一琴	398
62. 提高深层土层取土质量的试验比较	黄佩民等	407
63. 软粘土薄壁土样指标的可靠性	冯铭璋	411
64. 软土直剪固快测试强度特征	冯铭璋	419
65. 上海地区灰色粘性土前期固结压力试验分析	王四轩	426
66. 利用数理统计的方法确定大连地区以液限直接计算塑限的经验公式	马 利	430
67. 超固结比(OCR)与不排水强度(Cu)的关系	袁浩清	438
68. 岩石点荷载试验在大连地区板岩中的应用	赵永久	440
69. 中、小型土工试验室计算机应用软件《土工试验数据处理系统》的研制与使用 礼为正		448
70. 国际大厦桩基勘察与评价	贾迎泽 杨静玲	454
71. 重(2)动探碰撞公式推导及其估算桩端土承载力标准值	温成世 李 君	458
72. 饱和软土地基打桩引起的土体水平位移	王 健 赵印良	466
73. 钻孔压浆灌注桩的应用——以某电厂工程为例	戴广州	475
74. 振动沉管灌注桩的贯入阻力及沉桩的可能性分析	王洪兴	481
75. 浅谈饱和砂土振冲桩的桩距计算	郝培哲	487
76. 振动沉管灌注桩机取土器成孔法	林佩章 赵志锐	492
77. 大直径人工挖孔护底压浆桩在卵石地基上的应用	许世英	497
78. 用冲抓扩底桩处理人防坑道工程实例	张师涵	501
79. 用“干冲挤密碎石桩”处理红星路恢复楼(杂填土)地基试验报告 刘勇 孙克 钟政文		506

80. 寿春路商住楼填土地基的挤密加固与利用	查松亭 张师涵	516
81. 天远阁挤密砂桩地基处理	吴玢 程小平 果强	525
82. 黄河冲积层地基的强夯处理	雷云锋 李升轩	534
83. 射水法建造地下砼连续墙技术及其应用前景探讨	翁焕学 周深源	548
84. 旋喷桩在粘性土中的应用与研究	贺光华	553
85. 锯槽连续成墙法建造防渗墙的研究与应用	李绍基	558
86. 粉体喷射搅拌法加固上海软土地基的机理研究	李俊才 高国瑞 赵泽三	569
87. 水泥粉煤灰注浆改良土质路基的试验研究	邵锦周 张克恭 陈更生	580
88. 水泥土搅拌桩质量检测与分析	郭志业 俞志毅	588
89. 人工挖孔扩底桩的原型荷载试验研究	史鸿林 辛家拢 查松亭 王恩樟	592
90. 碎石桩的两种施工方法实测结果对比分析	张皖湘 黄启逵	598
91. 承台下桩土共同作用试验分析	陈 杰 王 敏	602
92. 成都全兴酒厂半成品库群桩剖析	申 彪 余肇泉	607
93. 静力压桩在温州地区的实践	虞建华	612
94. 土工织物加筋土工程应用研究	罗庆裕 蒋柏青等	621

水文地质与水资源

95. 我国城市水资源管理的研究及成果转化问题浅析	穆崇光	629
96. 试论我国多年冻土区地下水资源开发与利用	林凤桐	633
97. 试谈鲁南地下水资源勘察前景	胡启超	640
98. 城市水文地质系列图的编制理论与方法	贾玉	647
99. 渭河某傍河水源地地下水资源评价	章伟民 熊 宪 陈新伟	653
100. 山西省大同盆地新构造运动的表现及热水预测	王自瑞	660
101. 从塔里木盆地的自然地理条件及其演变浅析塔克拉玛干沙漠的供水前景	徐庆怡 范社稳	665
102. 引滦入津输水隧洞	李通文	676
103. 山区河谷傍河超薄含水层渗渠取水技术	李 彪	688
104. 傍河取水型水源地河水诱导补给量计算方法探讨	秦学林	691

工程测量

105. 工程测量科技发展和问题思考 顾锡祥 700
106. 工程测量新技术的论述 郭铁雄 706
107. 关于 G. P. S 定位系统国内外应用精度统计主要误差分析和分类以及今后
在我国发展应用的研究 苗心宽 713
108. GPS 控制网布设方案选择和精度保证 于来法 720
109. 城市首级控制网的不等权布设——兼论青岛 I 网的优化设计 许伯芹 728
110. 大比例尺航测数字成图系统(V 4.0 版) 邹德钦 736
111. 控制网最佳点位编号方法及法方程系数矩阵变带宽存贮程序 张柳青 743
112. 新疆玛纳斯发电厂首级平面控制网和电厂主要建构筑物细部坐标测量
..... 龚循礼 751
113. 高精度建筑方格网的测设 唐振民 759
114. 青岛市区地籍测量 王清桐 陈之中 陈怀斌 765
115. 机助成图情况简介 苏清泉 770
116. 微机机助成图软件包的开发 蒋 彤 陈春富 775
117. 计算机在地籍测量中的应用 王建津 陈 忠 784
118. Auto Lisp 在地形绘图中的应用 刘明河 王加明 788
119. 浅谈高层建筑物的沉降观测的实践 李家成 807
120. 柳州汽车厂二基地总平面图测量方法探讨 萧兴霖 815
121. 介绍三个普通测量计算程序(PC-1500 机用) 杨康伟 823
122. 两点边角后方交会方法 李小显 838
123. 缓和曲线与圆曲线相交点坐标的解析计算 杨巧泉 844
124. 南浦大桥的施工测量与监理 吴克明 张晓沪 黄法大 848
125. “立面等值线图”在石窟寺加固工程中的应用 陈同刚 860
126. JX-3 型解析测图仪维修经验体会 姜雁飞 868

我国岩土工程理论与实践的若干新进展

顾宝和

(建设部综合勘察研究院)

近年来,我国岩土工程的理论与实践,包括理论研究、实验研究、应用研究、工程经验等各方面,都取得了显著进步,要全面深入地介绍是不可能的。本文仅针对工程勘察界关心的部分问题,介绍一些情况,供参考。限于篇幅,岩土工程勘察测试方面的情况,本文将不涉及。

一、岩土力学

当前,岩土力学研究最活跃的领域是岩土的本构关系。在这方面,国外已研究了三十多年,国内也已十多年,迄今已提出了数以百计的本构关系模型,并与数值计算方法结合,力图解决一些工程问题。本构关系的研究使岩土力学的研究进入了新的发展阶段。

经典的岩土力学对岩土的性状作了过于简化的假定,并用初等数学的方法进行计算,现在的规范和绝大多数的工程还是运用这种方法。但是岩石和土是地质历史的产物,它不是理想的连续介质,成分是由固体、水、气三相组成,具有明显的不均匀性、各向异性、裂隙性和特定的结构性;在力学性质上有明显的非线性、弹塑性、剪胀(缩)性、流变性等。不仅经典的岩土力学无法考虑这些因素,即使在现代岩土力学基础上建立的各种数学模型,也不能全面反映这些复杂性质。

有些年轻的岩土力学工作者,由于对岩土的特性了解不够,缺乏实践经验,误以为数学计算可以解决一切问题。往往忽视艰苦细致的试验与现场观测,片面追求理论的深奥和公式的繁杂,追求统一的理论与模型,乃至走入误区。实际上,数学计算虽然不可缺少,但只能作为设计和施工的参考,而经验和综合判断常起重要作用。当代国内外的岩土力学大师,必定都是经验丰富的工程师。

当前岩土力学的发展有两个方向:第一是与工程结合,设计比较简化的、符合特定工程要求和岩土特点的模型,解决具体工程问题,或者对传统的理论加以改进和完善。现已在围岩稳定、边坡稳定、地基变形、桩墩基础的分析计算等方面取得了一些成果。第二是理论的深入开拓。我们强调必须从岩土特性和工程实践出发,不能从数学出发,并不忽视理论发展的相对独立性。有时表面看来某种理论突破对当时的工程实践并无具体关系,但却有深刻的长远的意义。当前除了改进现有的数学模型,继续完善有限元边界元等计算方法外,要注意将岩土力学、土力学与地质学结合,将概率统计、模糊数学、灰色理论、断裂理论、突变理论、系统论、专家系统等理论与方法引进岩土力学的研究。

二、岩体工程

无论地基评价、边坡稳定或地下工程稳定分析,对于岩体来说,最令岩土工程师头痛的问题是岩体性质的复杂性、多变性、随机性。岩体与其他材料最主要的区别是它的多裂隙性。岩体中各地质历史时期形成的结构面,无论结构面本身的形态或是其空间分布都是极不规则和极不均匀的。当然,只要测点多,可以精确的描述,但事实上由于勘探、测试数量的有限性,难以对岩体裂隙系统的几何形状和力学参数进行全面而精确的表述。

目前,岩体工程分析评价一般采用确定性方法,而客观问题确实是不确定的,这是极大矛盾,使人们对传统的定值法评价发生疑问。为解决这个问题,采用非确定性理论可能是一条可行之路,一些专家学者正注意这方面的研究。主要有以下几种。

(1)概率理论:用于处理随机问题,通过建立岩体工程概率模型和计算破坏概率来评价岩体工程的可靠性和风险度,进行优化设计和优化决策。

(2)分维理论:亦称分形几何,是近几十年发展起来的热门学科,可用于解决不规则的支离破碎的问题。分维理论的主要概念是维数连续,即不限于整数维,研究自相似性的不规则曲线。现已在粒晶和孔隙、岩石破碎、岩石损伤、节理粗糙度、土的粒度分布等方面取得了可喜成果。

(3)模糊数学:用隶属函数代替确定性理论中非此即彼的特征函数来描述那些边界不清的过渡性问题。模糊模式识别和模糊综合评价理论,对那些受多因素影响的问题具有良好的应用前景,如围岩分类、强度预报等。

(4)灰色理论:在岩体工程中,可用灰色理论进行岩体分类,滑坡发生时间预报,确定影响岩体工程稳定性因素的主次关系等。晏同珍对新滩滑坡长期观测数据进行了灰色处理,进行了后验性预报,取得了较为精确的效果。

三、非饱和土

传统的土力学研究,无论渗流问题、固结问题或强度问题,主要针对饱和土。对于非饱和土,由于问题复杂,研究较少,显得很不成熟。以强度问题为例,非饱和土的抗剪强度有三个组成部分:

(1)真凝聚力(C_0),或称结构凝聚力,这部份的凝聚力是稳定可靠的,但常规方法(不测吸力)是测不到的。

(2)摩擦强度 $(\sigma - u_a) \tan \varphi$,代表受外部有效压力时所产生的摩擦力。对于饱和土,外部有效应力为总应力 σ 和孔隙水压力 u_w 之差;对于非饱和土,则是总应力 σ 与孔隙气压力 u_a 之差。

(3)吸附强度 $(u_a - u_w) \tan \varphi_b$,代表土由于吸力和负孔隙压力所产生的附加摩擦强度,或称表观凝聚力。它实质上是一种与外力无关的摩擦强度,因此在做常规抗剪强度试验时,其表现与一般凝聚力的性质相似。但当土的含水量变化时,吸力和吸附强度均随之变化,因而它是不稳定不可靠的。

因此,常规土工试验测得非饱和土的凝聚力,实际包括真凝聚力和表观凝聚力(吸附强度)两部分。

非饱和土具有吸附强度是其区别于饱和土的主要特点。随着含水量的降低,吸力和吸附强度增加;反之,随着含水量的增加,吸力和吸附强度降低,饱和时则完全消失。

吸附强度的初始值可以测定,由于非饱和土的渗透特性、水文边界条件极为复杂,目前很难用理论方法估算其随时间、气候和水文地质条件的变化。

Bishop 和 Fredlund 均对吸附强度提出过研究成果和表达式。我国卢肇钧等通过研究认为,非饱和土的吸附强度 τ_s 与其膨胀压力 P_s 有线性关系。并推测,膨胀压力 P_s 与吸力 $(u_a - u_w)$ 之间,也存在线性关系。目前,清华大学、铁科院、广西大学和建设部综勘院,正与加拿大学者合作,对非饱和土的吸力和吸附强度、膨胀压力进行系统的试验研究。

四、湿陷性黄土

我国的湿陷性黄土在世界上最为发育,研究成果和工程试验也最多。但是,很长一段时间的研究思路似乎偏窄,近年来已有所突破。例如湿陷与含水量的关系,过去只限于天然含水量与饱和含水量两种状态。张苏民等将此概念推广,研究了增湿与减湿时黄土的湿陷性。通过试验,获得了不同压力与不同湿度时的孔隙比与湿陷系数,除起始压力外,又提出了湿陷峰值压力与终止压力,从而使黄土湿陷的概念更为完整。研究表明,增湿可使湿陷转化为加荷变形,湿陷退化,压缩性增加;减湿可使加荷变形转化为湿陷,压缩性降低,湿陷强化,且二者在很大程度上是可逆的。从而加深了对黄土湿陷的认识。

一般认为,晚更新统的马兰黄土具湿陷性,而中更新统的离石黄土不具湿陷性。黄天石等结合蒲城电厂工程对离石黄土进行了大规模试验研究,浸水试坑直径达 40m,注水近 8 万吨,载荷试验深度达 27 米。研究结果表明,离石黄土的湿陷厚度达 40m,湿陷规律与马兰黄土类似,但起始压力、峰值压力、终止压力均较大,且随深度的增加而有规律地增大。试坑浸水时,有少量膨胀,停止注水后下沉,总湿陷量约 7cm,说明有轻微的自重湿陷,但不严重、不灵敏,对工程的危险性不大,一般可按非自重湿陷处理。与此配套,该场地还进行了强夯试验和桩基试验,数据和资料非常丰富。

该试验研究还表明,通过室内试验求得的计算自重湿陷与现场试坑浸水实测的自重湿陷,在数值上差别很大。计算自重湿陷量达 43~65cm,而试坑仅 7cm。钱鸿缙等在河津地区试验,也有类似情况,但不如蒲城悬殊,建议乘以调整系数,笔者认为蒲城试验结果值得重视并应深入研究,恐不是调整系数能解决问题。

五、地震液化

《建筑抗震设计规范》等有关规范标准,已对砂土地震液化的判定作了规定,计算方法都很简单,便于工程技术人员使用。但是,切不可认为液化问题就如此简单,相反,由于问题的复杂性,到目前为止,很多重要问题仍处在争议或探索之中。

当前国际上对饱和砂土振动液化问题的研究,存在两种不同的观点,反映在他们对液化机理的分析,液化研究途径,液化试验及分析计算方法上都各有自己的特点。美国西部的 H. B. Seed 等人强调土的液化应力特征,检验土体的起始液化势,计算参数基于应力控制的动三轴或动单剪试验,而美国东部的 G. Chnstro 等则强调土的液化流动特征,检验土体的液化流动势,计算参数基于应变控制的动三轴或动单剪试验。前一种观点已为我国岩土工程界熟知,并积累了较多的经验,第一种观点破坏概念明确,试验成果稳定,便于宏观分析与微观分析的联系,很有深入研究的潜力。

我国对砂土包括粉土地震液化的研究,分别从宏观和微观两方面入手,在工程界则更注重宏观液化问题。但是,在宏观与微观之间常会出现明显的矛盾和概念的争论。谢定义

提出了三个概念是有益的:

(1)“液化应力状态”是指土体处于液化应力条件的状态。即 $\tau_t = (s - u) \tan \varphi = 0$, 此时孔隙水应力等于总应力, 有效应力等于零。

(2)“液化发展过程”, 是指土的结构破坏, 孔隙水压力上升, 强度降低的整个过程。

(3)“液化宏观现象”, 是指现场喷水冒砂, 大幅滑移, 土中物件上浮, 地面工程下陷等现象。

液化应力状态与液化宏观现象不一定一致。由于具体地形地质条件的复杂关系, 处于液化应力状态的土不一定表现出宏观液化现象; 反之, 尚未达到液化状态的土也可能表现出滑移等宏观破坏。

现场地震液化发展过程中, 当水力坡降超过临界水力坡降时, 将发生渗透破坏和管涌, 称为渗流液化。笔者曾对渗流液化的机理作过系统研究, 分析了渗流性质, 给出了水力坡降随深度和随时间的发展规律。

石兆吉等对液化震陷进行了试验和分析, 认为以“计算震陷值”为指标, 将液化影响等级划为很轻微、轻微、中等、严重四级, 再根据建筑类别提出不同的抗震措施, 比“液化指数”更有效地解决了工程实际问题。

液化势的预测存在很大的不确定性, 而多数判别式得出的仅是“液化”、“不液化”的确定性结论, 这在临界线附近显得很不合理。陈国兴研究了液化判别的可靠性问题, 提出了液化判别“可信度”的概念和“液化综合概率判别方法”。

鉴于液化问题的复杂性, 建设部综合勘察研究院与国家地震局工程力学研究所合作, 正在建立“场地地震液化判别和评价专家系统”。

六、围海造陆

随着市场经济的发展, “地理位置”比“地质条件”更显重要, 于是, 围海造陆工程在深圳、珠海等地兴起。以深圳的南油开发区为例, 其地理位置非常优越, 而大部分面积处于海域, 只能不惜工本进行围海造陆, 开发土地, 90年代初由建设部综合勘察研究院进行了工程试验, 现已成片开发。围海造陆是一种新兴的岩土工程, 一般也要经过勘察、设计、施工、监测、检验等阶段。

围海造陆的主要岩土技术问题是:

(1)围堰设计: 在稳定性分析的基础上设计断面尺寸, 选定筑堰材料, 确定施工方法和施工技术要求。

(2)淤泥的处理: 近海常有海相淤泥沉积, 有时厚达 1—20 米, 含水量高达 60~90%, 如何处理淤泥常常是方案比较的关键。有几种做法:

第一种是挤淤。填海时利用开山石的自重将淤泥挤出。挤淤的优点是设计和施工简单, 一般也较经济, 但淤泥层不能太厚, 否则深部的淤泥挤不出去; 面积不能太大, 则越挤越厚, 不能达到预定效果。

第二种是部分挤淤。即在淤泥较厚的海域, 保留深部的淤泥, 形成上部为开山石, 下部为淤泥的双层地基, 可以满足轻型建筑对地基的要求。问题是设计和施工时很难控制挤淤的深度, 开山石和淤泥之间的界面既复杂又不清, 且开山石的粒度大, 钻探和打桩均难以穿过。

第三种是加固淤泥。即完全保留淤泥,用超载预压排水固结或其他方法将淤泥加固,使其承载能力和压缩性质达到设计要求的目标。一般轻型建筑可用天然地基,高层建筑和重型厂房仍做桩基。此法对勘察、设计、施工、监测、检验的要求都较高,有较多的技术问题需岩土工程师解决。

(3)造陆与地基加固过程中压缩量与固结时间的计算,完工后土的强度和压缩性质的预测,卸载后地面残余变形的估算,堆载边坡稳定分析,排水设计等。

(4)各种监测和检验技术,包括地面和深层的竖向位移,围堰、边坡等部位的水平位移,孔隙水压力、土压力、排水量等的监测,以及用静载试验、取土试验、原位测试等方法进行处理效果的检验。

(5)填筑材料(土、砂、开山石)的选择,施工质量、施工程序、施工速率等的控制等。

严格按岩土工程勘察、设计、施工、监测、检验程序进行的围海造陆,地基稳定、均匀,十分有利开发,否则,乱堆乱填,造陆后表面上一片平地,地下却十分复杂且很难查清,将给今后的开发带来无穷后患。

七、超载预压与次固结

超载预压排水固结加固软土,已在我国广泛应用,如深圳福田保税区、南油围海造陆、宁波机场、温州机场等。用此法大面积加固地基,效果良好,现已取得较为成熟的设计和施工经验,积累了大量的十分宝贵的原型监测数据。理论研究也有一定的新进展。

大面积的超载预压可加快土的固结,缩短预压时间。潘秋元等采用能反映土的非线性和剪缩性的本构模型,用有限单元法分析,并以宁波机场和温州机场的实测数据验证,得到了以下几点重要结论:

(1)主固结阶段的次固结变形可以忽略,次固结变形占总变形的百分比约8~9%,除有机土、高塑性土外,一般粘性土次固结占的比例不大。

(2)超载预压对使用荷载下的次固结变形有肯定的效果。超载时间一定,则卸载越大,次固结系数越小,发生次固结时间越推迟,超载一定,则超载时间越长,超载卸除后次固结系数越小,发生次固结的时间越推迟。

(3)超载使土由原来的正常固结转为超固结状态,御载后发生少量的回胀变形,超载越大,回胀变形越大。又可分三个阶段:第一阶段是因孔隙水压引起吸水产生的膨胀变形;第二阶段是土颗粒蠕动引起的次回胀变形;最后继续产生的次固结变形。御载量足够大时,很长时间以回胀变形为主。

(4)超载卸除后土的残余变形大小,和卸载前达到的固结度及卸载量有关。

王盛源用流变理论对饱和软粘土的主固结与次固结变形特性进行了研究,并以深圳某工程塑料排水板加速变形的试验资料为工程实例,提供了一种划分主次固结变形的分析方法。该工程主固结沉降约占总沉降的80%左右,并指出,珠江三角洲淤泥含水量高达60~80%,经排水固结处理后,含水量尚有60%,近十年来这里建造的工程建成后沉降量特大,沉降时间很长,常常发生危害建筑物的变形,说明加强淤泥变形特性的研究是十分重要的。

超载预压排水固结法从施工角度看,包括加载和排水两方面的问题。加载方法有堆载预压和真空预压两种或两种方法复合,根据技术要求和经济比较选用。排水方法已经过了

普通砂井、袋装砂井或塑料排水板三个发展阶段,由于插塑料排水板工效高、质量好、综合成本低,现已全面推广,发展很快。据统计,截止 1991 年,塑料板加固法处理面积达 150 万 m^2 ,塑料板总用量约 3000 万米,市场前景很好,我国扬子塑料研究所研制的 SPB—1 型排水板,质高价廉,优于国外同类产品,已出口至新加坡、马来西亚、香港等地。

插板机在我国有十多种,按移动方式分有步履式、轨道式、履带式、轮胎式;按贯入方法分有静压式、振动式、锤击式;按插管断面分有圆形、矩形、菱形。为减小对土的扰动,以静压、菱形断面为好。性能良好的插板机效率高,长 15 米的排水板,包括插入、拔出、移位,不到二分钟即可完成。

八、扩底墩

扩底墩亦称大直径扩底灌注桩,在我国大量应用已有十年。这十年中,不仅积累了大量工作经验,而且通过试验研究,在理论也有所突破。现仅就扩底墩的轴向承载力问题作一介绍。

笔者曾通过现场载荷试验、室内模型试验及弹塑性有限单元法计算,对扩底墩的轴向承载力进行过系统研究,发现扩底墩地基的破坏机理既不同于桩,又不同于浅基础。浅基础破坏时,近处土下沉,远处土隆起,表现为土体的剪切破坏;桩则是深层剪切或刺入破坏;而扩底墩下的土体加荷后,以竖向变形为主,伴随少量侧向挤压,无向上隆起。扩大端上方有一临空面,由于土拱作用和土的粘结力而不致塌落,扩大端底面周围有伞形拉裂缝,其上存在一个拉应力区。简单地说,扩底墩与浅基础的不同在于它的深,比浅基础大得多的上复压力,抑制了整体滑动的可能性。在临界深度以下,“剪切机理”让位于“压缩机理”,主要表现为压缩变形。与桩基础的不同主要在于它的“大”,底面积可达数平方米,变形和沉降成了突出的问题。以上观点已基本取得了岩土工程界的共识。

关于扩大头面积对端承力的影响,国内外研究者多认为随着面积的增大,承载力应折减。但折减方法则各不相同。笔者认为,折减的原因在于随着面积的增大,沉降增大。如何折减问题应考虑结构对沉降的要求,用一个统一的折减系数似过于简化。

扩底墩竖向承载力的计算方法,除笔者外,唐业清、何颐华、北京大直径桩规程编写组等也提出过建议。高广运等总结了洛阳黄土中应用扩底墩的经验,提出了具体建议。欧阳华江等考虑了多种因素,用弹塑性理论和有限单元法建立数学模型计算,模拟 P—S 曲线,研究扩大端拱高、桩身直径、扩大头直径等对承载力的影响,取得了有益的结论。

九、深基开挖

近年来我国深基开挖工程很多,有许多成功经验,也有不少失败教训,预测今后数量将更多,深度和难度将更大,成为岩土工程的热门领域。而在软土中深开挖,邻近又有房屋、管线、道路等需要保护的情况,对岩土工程师是严峻的考验。

按挡土结构,目前国内有钢板桩、钢桩、钻孔灌注桩、人工挖孔桩、地下连续墙等;按支撑结构,有地面锚定、土中锚杆或岩石锚杆、内支撑、逆筑法、悬臂桩等。因地制宜,因工程制宜,根据综合技术经济比较确定方案。有时,还要配合降低地下水位。

深基开挖的计算可归纳为支护结构的位移和支护结构的稳定两大问题。有的工程已采用有限单元法,并考虑土与结构的协同作用,但多数工程仍沿用经典的土压力理论和比较简化的结构计算。计算和实测的差别往往很大(桩身钢筋应力、桩顶位移、锚杆抗力等),

其原因一是计算参数不易选准;二是计算公式(数学模型)与实际不一致。目前学术界和工程界都在注意积累工程原型的监测数据,加强研究,期望能在近期内有所突破。可以说,挡土结构的设计计算比地基设计计算还要幼稚得多,更多地依赖工程技术人员经验。

土中锚杆在很多情况下是一种比较理想的支撑手段,进步很快,已有适用于各种岩土条件的专用施工设备,如适用于粘性土的长螺旋钻机,适用于地下水位以下的双管式钻机等。从钻孔、放置拉杆、注浆、张拉、锁定的全套施工技术已经成熟,有关技术标准也已颁布。

在厚层软土中进行深基开挖,支撑问题很难解决,双排支护桩是一种可供选用的结构。双排钢筋混凝土桩的桩顶用帽梁连接起来,如同嵌入土中的门型框架,在南京和北京都有工程应用的实例。刘钊以南京夫子庙地下商场基坑开挖为实例,提出了一套计算方法,与实测数据基本一致。

水泥土搅拌桩也是一种行之有效的支护技术。该法的实质是利用水泥搅拌桩对软土进行土质改良,提高土的强度,降低土的渗透性,达到稳固基坑坑壁的目的。据俞锡桥等的研究,只要精心设计,严格施工,水泥土搅拌桩可以成功地用于7米的深基坑。设计时,平面图形采用格栅形封闭式,截面形状采用矩形重力坝式。根据土压力对挡土结构进行抗倾复验算、抗滑移验算、抗剪强度验算、桩体强度验算、整体稳定验算等。在上海,已有不少成功的工程实例。

有些软土中的深基开挖支护,采用多种手段组合。如主要的挡土结构为锚杆钢筋混凝土桩体系,为解决地下水问题,在排桩外围设置水泥土搅拌桩隔水帷幕;或者在排桩外侧改良土质以减小主动土压力,在排桩内侧改良土质以提高被动土压力,都有较好的效果。

十、地基处理

地基处理在岩土工程实践领域最为活跃,老方法不断翻新,新方法层出不穷,除上文已述的排水预压外,这里再介绍三种。

(一)CFG桩

复合地基可分为两大类,一类由散体材料(砂、碎石、土、钢渣等)组成的“桩”与天然地基复合;另一类由水泥与土结合的“桩”与天然地基复合。前者“桩”料基本是散体,在荷载作用下产生侧向变形,靠“桩间土”约束,故在软土中效果不理想。后者如搅拌桩、旋喷桩,由于水泥的胶结作用,具有一定的凝结强度,较小的荷载下无侧向变形,在软土中可将应力向深层传递,起到类似刚性柱的作用,超出强度时表现出与混凝土类似的“脆性”。CFG桩按其性质属于后者,是适用于软土且较为经济合理的一种地基处理方法。

CFG桩由碎石、石屑、粉煤灰及水泥组成,配合比需根据桩的设计通过试验确定,桩的制作与一般灌注桩类似。桩与基础间不是刚性连接,而是其间有一碎石或石屑组成的褥垫层,目的是保证桩土共同工作,充分发挥桩间土的作用。这种地基处理方法在南京造纸厂等工程应用,技术经济效果良好。

(二)夯坑基础

夯坑基础的实质是,基坑不是挖出来的,而是用夯锤夯成的。基坑具有基础的形状和尺寸,因而不必支模而直接浇筑混凝土。在夯成基坑的同时,坑底和坑周的土被夯实,减小了土的压缩性,提高了地基承载力。为了进一步提高地基承载能力,减小基础沉降,在夯坑

底部还可适当填入碎石、砾石、粗砂等材料,形成扩大的土核。

夯坑基坑可广泛应用于湿陷性黄土、填土、一般粘性土与砂土,比常规施工方法可节省土方 $2/3 \sim 4/5$,降低基础造价 $1/3 \sim 2/3$,工效高,技术简便,易于推广。对处理湿陷性土、填土是经济有效的方法。

(三)劈裂注浆

在岩石或土中注浆,对改善岩土的动力学与渗透性能有明显的效果。过去,注浆主要在强渗透地层中应用;近年来,在软土中劈裂注浆进行了一些试验研究,取得了良好的效果。

根据岩土条件、注浆材料及工艺,注浆作用有充填、渗透、挤压、劈裂等方式。对于渗透系数 $k < 10^{-5} \text{cm/s}$ 的软粘性土,无论用什么浆液,注浆时都会产生劈裂现象。根据模拟试验观察,浆液在软性土中的流动分为三个阶段。

(1)鼓泡压密阶段。这时浆液能量不大,不能劈裂地层,聚集在注浆孔口附近,形成椭圆形泡体,并逐渐相互连通。此时注浆压力不断上升,直至达到启裂压力。

(2)劈裂流动阶段。当压力达到启裂压力时,浆液开始沿地层结构面劈裂流动,沿地层面形成片状注浆体。如无层理,则浆液自然寻找地层软弱处劈裂发展。此时压力值骤降,接着在一个低压值左右摆动。

(3)被动土压力阶段。劈裂发展到一定程度,注浆压力重又上升,劈裂停止而使地层产生被动土压力。压力的上升可能产生第二峰值。此后若地面冒浆,则压力重又下降。

劈裂注浆的结果,使注浆管形成一不规则柱体,在地层中形成方向各异、厚薄不一的片状、条状、团块状注浆体,其分布是随机的。

劈裂注浆曾在上海深基开挖中应用。注浆厚度为 14 米,注浆材料由水泥、粉煤灰、陶土粉、水玻璃和促凝剂组成,比重为 1.4~1.5,初凝时间 8~10h,粘度 40~50s。加固后土体抗压强度提高 1~2 倍,动剪模量提高 52~138%,钻探取样发现注浆体呈块状和层状分布,基坑开挖效果良好。

十一、专家系统

随着计算机技术特别是数据库技术的发展,专家系统也应运而生,并已在许多领域得到了成功应用,发展势头很强。在岩土工程领域已经建立和正在建立的有:震害预测专家系统、铁路隧道围岩分类专家系统、场地液化专家系统、铁路桥梁承载力评估专家系统等。

专家系统是解决复杂问题的有力工具,在岩土工程领域有广阔的应用前景。专家系统一般由下列子系统组成:

(1)知识库:这是专家系统的基础,通过语言转换,可将有关专家的知识装入库中,以备需要时调用。

(2)静态数据库:可存放大量静态数据,例如岩土参数、工程数据等,其结构和管理与一般数据库类似。

(3)动态数据库:用以存放当前状态、中间数据和最终结果。

(4)推理子系统:这是专家系统的核心,可根据用户提示,从知识库中寻找所需知识,进行推理和决策。

(5)解释子系统:用以为用户提供解释服务,使用户不仅知道专家系统推理的结果,而