

以色列地中海沿海和内滨的固结粘土

V. Rohrlich 等

Geotechnology, Department of Civil Engineering, Technion—Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

摘要 调查研究了以色列地中海沿海和内陆架(阿克力、海法、汉德拉、阿什道德和阿什克伦)粘土样品的固结特性。这些土样的大多数是超固结的。先期固结压力随深度而变化,说明脱水造成的超固结是周期性干旱的气候所致。

大多数土样是在第四系剖面的上部采取的,由砂质土和粘土质沉积物交替组成,对各取样点的剖面、地质背景和固结特性作了描述。所研究的沉积物是晚更新世—全新世的,属于海面升降所控制的第四纪旋回的次末级和最终阶段。大多数先期强烈固结粘土的样品属于下部粘土质单元;反之,上部粘土质单元样品的超固结通常仅限于现在的水位之上及其附近。先期固结与晚更新世—全新世各时期的干燥脱水有关。

0 引言

沿以色列地中海海岸和内陆架,施工了许多钻孔,研究了粘土样品的工程特性,这些是土木工程项目地下勘查的一部分。在我们过去做的关于脱水超固结的研究之后,沿地中海海岸和滨外地带的阿克力、海法、汉德拉、阿什道德和阿什克伦(图1),做了很多土样研究。这些粘土分为高塑性的重粘土(CH)到粉砂质的和砂质低塑性粘土(CL)。发现许多粘土是超固结的。一般认为,A线(图2,略)以下的粘土是有机质的。

所有这些超固结粘土都属于相同的地质环境吗?它们的超固结是由于相同的因素(即脱水作用)吗?它们都具有晚第四纪某时期(或几个时期)的特征吗?这些都是我们想解决的问题。下文中所有取样点的描述、它们的地质条件以及它们某些工程特性的描述,都是向解决问题迈出的一步。

1 超固结性

饱和或部分饱和沉积层中的积土总压力是由其颗粒结构和孔隙水产生的,沉积层的体积进行相应的自我调节,于是沉积物便“固结”了。沉积层的固结历史在其孔隙比中得到了反映。尤其是沉积层就地经历的最大积土压力,称为“先期固结压力”。对于粘土,先期固结压力一般是通过实验取得的隙比

—压力对数固结曲线(图3)推算的。这种图解法由Casagrande(1936)首次提出。正常固结沉积层的先期固结压力等于实际有效积土压力。当先期固结压力大于取样时的实际积土压力时,则该土样固结并呈超固结状态。

图4表示的是所有研究土样的最大先期固结压力(用卡萨格兰德法确定)与深度的关系曲线。这些样品中许多都具非常高的超固结压力。为了知道这些样品是否超固结以及达到何种程度,必须对先期固结压力和积土压力作一比较。为此图5给出了海法湾一些粘土样品的资料。可以看出,所有这些样品都是超固结的。对现在浸没的由砂和钙质砂岩隔开的两层粘土的先期固结压力和积土压力进行了对比(正常固结浸没粘土的先期固结压力会与积土压力相等)。最下部的粘土是强超固结的。我们最感兴趣的是图5中粘土层三个同层样品的比较,显示出同一地层单元中先期固结压力随深度而变化的情况。

若人们要表示超固结性的量度,则正如工程项目中所常用的那样,用最大过去压力与积土压力之间的比值(超固结比)表示,或者用两者(超固结)之差值表示。后者已在图6中采用。一般地说,如果压力超过实际积土压力,则可能是由于过去的积土层被侵蚀,或冰盖消融,或浸没的粘土层由于地下水位变化,或地面暴露而干燥脱水引起毛细张力变化而导致有效积土压力变化的结果。根据Terzaghi(1955)的理论,洪积平原沉积物,在每层成层之后的薄层中,在很少几个月内就会渐次脱水。这些沉

积层具有高度超固结沉积物的所有特征。湿润年份的这种超固结作用比干旱年份的弱。

2 场地描述

所有场地的描述、场地的工程特性、粘土的地质条件以及土层剖面分述于下。

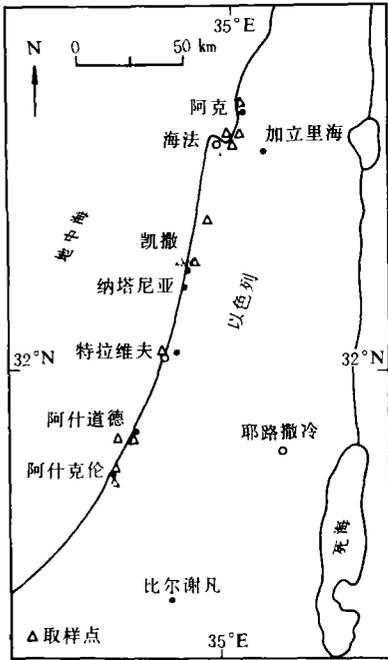


图1 土样点位置

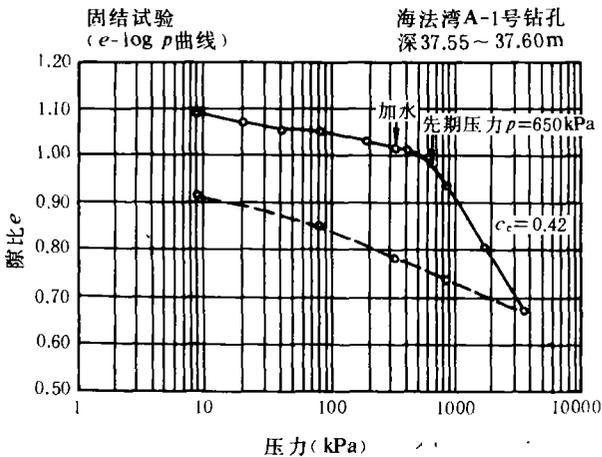


图3 海法湾一个井的隙比—压力对数实验固结曲线

2.1 海法湾东北部和则勃伦(Zebulun)河谷

在海法湾的被第四纪沉积物覆盖的地段(则勃伦河谷西南部—海法湾区和伽美尔山脚), 包括内陆架, 过去钻了许多浅井。这些浅井与建筑物和道路工程以及海法港的开发有关。

勘查了由泥岩、砂岩和钙质砂岩组成的该区最上部的沉积层(深至约 25 m)。则勃伦河谷是个深槽, 其上部 250 m 充填了上新世的泥质沉积物和砂

岩、泥岩和第四纪砂层的互层。

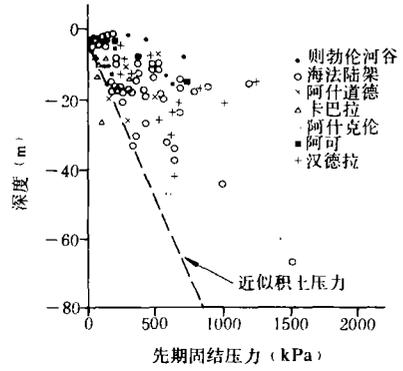


图4 上第四系粘土前期固结

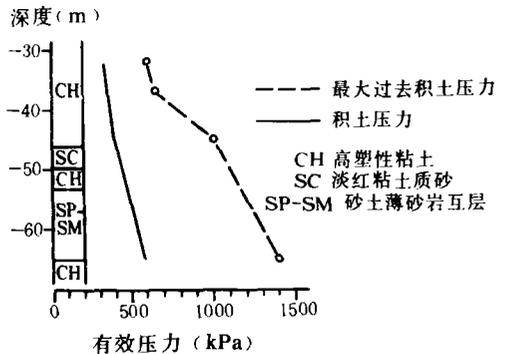


图5 海法湾一个井的先期固结剖面

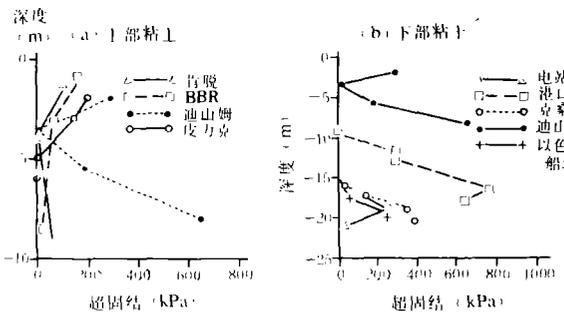


图6 海法湾粘土的超固结

一般来说, 钙质砂岩是在第四纪海侵期间砂被尼罗河三角洲的水流携带而沉积下来的; 而泥岩与低海平面相应, 此时没有砂质物质, 于是从毗连的陆地把泥砂和粘土带来。

这些沉积物有如下综合剖面:

黄色细至中粒砂, 以沙丘砂为主;

暗灰色塑性粘土透镜体(“上部粘土”), 含微咸水沼泽动物群;

灰色砂, 含高达 90% 软体动物介壳的透镜体(G3), 含海洋的到微咸水的动物群;

暗灰色塑性粘土, 下部为褐色粉砂质(“下部粘土”), 少含动物群;

钙质砂岩, 在现代海岸附近为砂质的坚固内陆

(G2), 含浅滨海动物群。

在则勃伦河谷东部缺失灰砂(G3), 使两层粘土合并为一, 一般难以区分。研究的这两层粘土, 按照其受压历史分属二组。A组(图6a)具有“上部粘土”特征。其上部, 由于在以往的水位之上失水而超固结, 其下部为正常固结。

B组(图6b)具“下部粘土”特征, 其上部为正常固结, 而下部为高度超固结。必须注意, 在更深处超固结程度增加(当先期固结是由于过去的有效积土压力引起时, 则情况相反)。这表明沉积物周期性、分区性的露出和脱水。

丹山姆(Deshanim)井(位于则勃伦河谷东部)的资料示于图6。通常, 当缺失分隔上下粘土层的灰色砂层时, 这两层的界线可定在约5m处。

3 粘土层的地质条件(气候、环境和时代)

以色列海岸平原的第四系由柯卡(Kurkar)群钙质砂岩与陆相和海相粘土的互层组成。这种第四系的旋回性质反映了由海面升降控制的海侵和海退作用, 这种作用支配了第四系。本文研究的沉积层是晚更新世—全新世的, 属于次末级和末级旋回。该剖面基底由时硬时松散的钙质砂岩组成(局部称柯卡层)。该单元的顶部有起伏, 并或多或少与脊线平行(在汉德拉断面不清楚)。脊之间的槽内, 积聚了粘土质沉积物(我们称之为“下部粘土”)。侧向, 在脊的两边, 粘土一般变为砂质粘土, 有时变为陆源的红色砂质亚粘土(“汉姆拉”)。粘土常常充填沟槽, 盖在砂岩或砂的上面。下部粘土之上, 聚积了另一个砂质单元。

该单元的下部呈灰色, 常常富含海生贝壳。在阿克力地区发现胶结介壳, 形成了砂层。在该砂质单元中和其上面发现了粘土透镜体(“上部粘土”)。有几个地区缺失粘土透镜体下的砂层, 上、下粘土层合并成为一个难以区别的单元(阿克力、则勃伦河谷的东部)。在顶部, 现代砂或(和)沙丘覆于这些单元之上。

多数超固结粘土样品属于“下部粘土”。我们检查了少数下部粘土层的样品(钙质砂岩之下)。所有这些样品的超固结程度都很高。“上部粘土”样品较少, 上部的多数样品为超固结的(由于水位以上的干燥), 水位以下为很轻微的超固结或正常固结。没有过去不同受力历史的征兆。钙质砂岩的时代是未知的, 属于更早的更新世旋回, 用放射性碳测定为大

于距今3.5万年。对则勃伦河谷的下部粘土, Galantee(1990)建议为距今1~0.8万年。对阿克力的下部粘土(AC单元), Inbar和Sivan(1984)给出的放射性碳年龄为2万年左右。对贝特-加历姆(Bat-Galim)(海法)钙质砂岩上面的粘土, 放射性碳测年为距今1.15万年左右。对卡姆尔(Carmel)沿海地区海水浸泡的古微咸水沼泽, 经放射性碳测年约为距今1.14万年。

我们称之为“下部粘土”的各个单元的沉积环境, 根据它们所含的动物群和植物群, 是微咸水沼泽地, 一般未发现动物群(尤其在最下部)。阿克力是个例外, Inbar和Sivan(1984)在阿克力发现了海生动物群。按照Rossignol(1964)的意见, 地中海的气候为干旱型。Weinstein-Evron(1990)提出, 在氧同位素第二阶段期间(距今约2万年)是干燥气候。而第一阶段的下部, 又是一个更加干燥的时期。在地中海地区东部的仙女木期(距今1.1~1万年)更加干燥和寒冷。

从阿克力、海法和汉德拉采取的多数下部粘土样品的超固结剖面与下部沉积期间的周期性干燥历史相一致, 也与上部沉积期间的水下正常沉积(和固结)相一致。四周的陆地由于粘土侧面变为陆源红色砂质亚粘土(“汉姆拉”)而刻上印痕。阿什道德粘土有不同的受力历史, 也包括现今海底或在地下水水位之下的粘土在空气中暴露的时期。浸没海底是由于海面升降变化使海水上升, 由于固结也可能由于构造活动使地面沉降。这种条件在整个(当时的)地中海海岸都存在(如今部分为内陆架)。

4 结论

更新世末和全新世初, 处于最后一次低海平面期间, 海侵引起基准面和排水系统的迅速变化, 粘土聚积于冲积平原和低地上。如仙女木期这种干旱期, 周期性的干旱引起了粘土的超固结。粘土也聚积在沼泽地上(淡水的和微咸水的)。海侵的继续导致了地下水位的上升, 因此形成了海。干旱期逐渐变少, 粘土永久处于海面下, 含砂越来越多。最后整个地区被海水覆盖。这样:

1. 海面升降变化, 由于固结也可能由于构造过程引起地面沉降, 导致粘土沉积后浸没并发生先期固结。
2. 以色列沿海平原从晚更新世至早全新世存在着与周期性干旱相符合的气候。

(下转第96页)

(Желтые воды 市)介绍了由加拿大商行投资的乌克兰-巴巴多斯联合企业的工作经验。在该市过去的轴地下矿山里挖掘出钽和铁矿石。钽元素含在霓石-锥辉石矿石中,矿石中还有锆、铪和其它一些稀有元素。在 Желтые воды 市的矿山冶金联合企业基地加工出铝-钽合金锭,在国际市场上有很好的销路。

工艺矿石和选矿也很引人关注。顿涅茨克国立科技大学研究出一种粘附方法,从矿石和砂矿中提取金。这种方法可以提纯出 90%~99%的金,其颗粒大小达 5~500 μm 。这时所使用的作为精矿和金的载体的油碳微粒大小为 1~5 μm ,比传统金提取工艺中的氰化法生态上干净且安全,同时经济指标也证实这种新方法是很有前景的。

第二分会场讨论了贵金属和稀有金属的化学和电化学问题及其物理和分析化学的分析方法。

第三分会场重点讨论了贵金属和稀有金属合金,合金的物理性质和工艺性能,用贵金属和稀有金属生产合金的科学和工艺原理及合金的替代品。

第四分会场研究了钯-氢问题:把贵金属和稀有金属作为新的氢工艺学基础。В. А. Тольцов(顿涅茨克国立科技大学)对钯及其合金中氢的转变及氢相冷却问题作了评论。在 Т. Бродовский(德国基尔)的报告中谈到了钯合金中的氢,即 Ф. Льюис(北爱尔兰贝尔法斯特市)报告中所谓的新成果。Я. Хаяша和来自日本福岡的合著者 Дж. С. Кантрал(美国)、В. А.

Большов, М. П. Эборцик(顿涅茨克国立科技大学)等人的报告阐述了新的氢工艺的实际应用。例如,用钯薄膜从焦炭气中获取特殊的纯氢。Т. Мацумото(日本札幌)引用了一些有价值的有关冷原子核合成的实验资料。

大会指出,目前,在整个世界范围内,人们都越来越重视贵金属和稀有金属及其矿床的普查、勘探,将这一系列化学元素及其化合物应用到最新工艺中。1994年国际贵金属和稀有金属大会在高等学校基地——顿涅茨克国立科技大学——的召开表明,高等学校的理论知识与科学、生产机构、组织及商行、公司的紧密结合,有助于解决这些问题。与会者一致称赞大会筹委会的准备工作,他们出版了所有报告的提纲并制作了纪念章。特别值得一提的是,他们在很短的时间内召集了众多来自各个国家的科学家和同僚们,建立了新的学术接触,并恢复了以往已经失去的学术联系。大会决议中指出了定期(三年一次)召开国际贵金属、稀有金属和金刚石大会的必要性。

译自《Геология и разведка》

1995, №2, с. 150—151

王玉侠 周玉英 译 池顺都 校

本栏编辑:朱德玉

(上接第 72 页)

3. 沿着以色列整个海岸和内陆架的晚更新世—全新世剖面(钙质砂岩以上)的地下易于发现先期固结粘土。

4. 在规划以色列沿海岸工程项目时必须考虑地质历史中环境变化引起的粘土工程性质的不稳定性。

参 考 文 献 (略)

节译自《Engineering Geology》1995,

Vol. 39, No. 1/2, p. 87—94

童照远 译 汤凤林 校

本栏编辑:虞哲蓉