

美国 Lehigh 大学方晓阳教授

来 华 讲 学

中国科学院武汉岩体土力学研究所

一 九 八 一 年 七 月

前 言

应同济大学邀请美国里海大学岩土工程教授方晓阳博士，于1980年8月5日——9日在我所讲学。方教授知识渊博有丰富的理论和实际经验。

方教授讲学的内容是：

第一章 基础破坏原因和软弱地基的改良方法。

第二章 土坡稳定分析、塌方、滑坡原因及控制。

第三章 目前建筑材料发展的新方向。

由仇玉炳、李丽君、汪 彬同志整理，郭见扬同志审校。在整编过程中得到所内外同志们的热情支持和帮助，在此，我们表示衷心的感谢。

本专辑未征求方教授审阅。由于水平有限，不妥之处一定不少，敬请同志们批评指正。

中国科学院武汉岩土力学研究所情报研究室

美国Lehigh大学方晓阳教授

来 华 讲 学

第一讲 基础破坏原因和软弱 地基的改良方法

谢谢诸位！我是浙江奉化人，生在上海，离开祖国有卅多年，上海口音很重，怕你们听不懂，在幻灯片上写了中文字。如果你们不了解我讲的内容，请提出来，并请诸位多多原谅。

今天我讲两个问题：（1）基础工程为什么会坏？坏在何处？（2）怎样改良？这问题范围很大，我只讲最近美国及其他国家所用的方法。

图1—1，上面是高楼，下面是基础。每个符号代表岩土工程的标准符号。下面的变数很多，有理论的，有实际的，每个人的想法不一样，岩土工程看上去非常简单，其实相当复杂。假定参数不对，则房子会倒塌。

基础破坏原因有：

1. 计算错误；
2. 施工方法；
3. 环境因素；
4. 地震、沉陷；
5. 侵蚀。

下面是几种有问题的岩土：

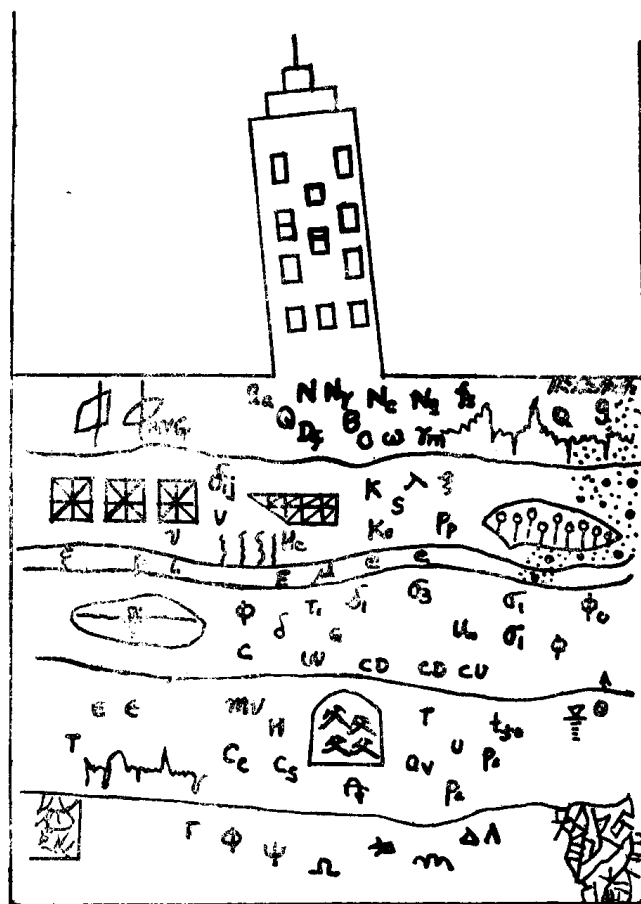


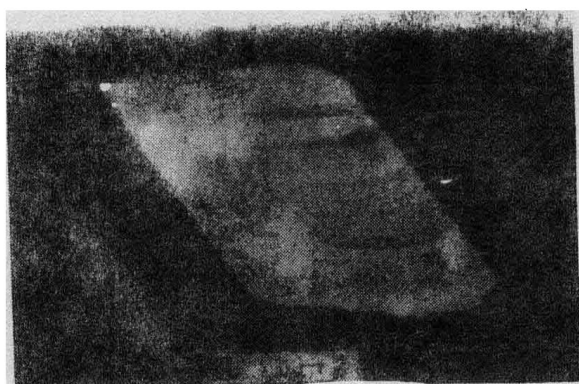
图 1—1

1. 页岩：（粘土质岩石）
2. 石灰岩：（渗坑）
3. 分散土：颜色、分类、液限、比重等都与普通土一样，但浸水后，化学成份改变。
4. 残积粘土：存在于天气热，雨量多的地方。干时很硬，下雨后变软。

分散土、残积粘土易塌方，在建土坝时应引起注意。

图 1—2、有云母层理的这种岩石，它的计算与土不一样。

图 1—3 是石灰岩，这种岩石含有龙脉和胶质，遇水后形成洞。时间长了，洞也变



大，以后就破坏。打桩时对此要小心。

另外有一种土是一片片的，压不实。干的时候粘性很大，湿的时候 $C = 0$ ，这就是残积粘土。土中砂与砂之间有土粒，干时，砂粒相互作用力量很大。湿后，把中间联系的桥梁断了，易产生塌方。

图 1—4，由土的液限、天然密度确定土的破坏。

图 1—5 是残积粘土的例子，是香港土现场试验的结果，它遇水后无粘性。当饱和度

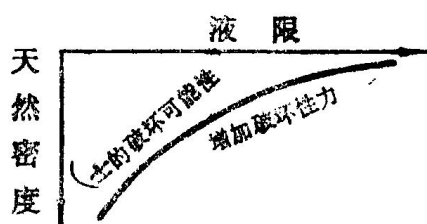


图 1—4

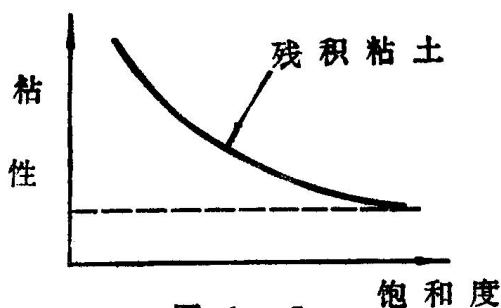


图 1—5

为零时，粘性很高。饱和度为 1 时，粘性是零，形成塌方。

膨胀土的确定，

$$FME > 30\%$$

$$CME > 30\%$$

$FME > CME$ 时则是膨胀土。

$FME > LL$ 时则此土易液化。

FME ——野外含水当量：取土并向上加水30秒钟内水被吸进去了，就再加水，一直加至使土在30秒内不吸水，水浮在土的表面为止。这时土的含水量，称野外含水当量。

CME ——离心含水当量：饱和土在离心机上，时速为1000次，有的土溢出许多水，如砂土，水出来很多，有的土不出水，此时的含水量称为离心含水当量。

LL ——液限。

土受力后果：

1. 弹性、塑性变形，这里无时间概念；
2. 固结：孔隙水排出（有时间概念）；
3. 蠕变：应力为常数时，应变与时间的关系，时间观念长；
4. 沉陷：在中文中只有一个沉陷，而英文中Subsidence向各个方向发展的沉陷。

Settlement向下沉陷。

由以上1、2、3种情况发生在同一时，则得第4种情况。

图1—6是应变与时间关系图，对I段我们已了解。对II段有人在研究。对III段因研究它，设备困难，目前只能从理论方面推算。

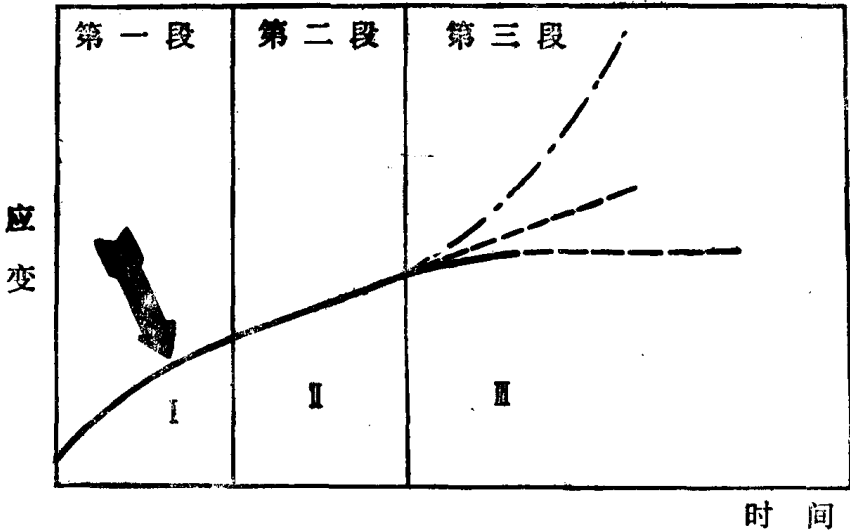


图 1—6

图1—7是桩的破坏面，这是太沙基和其他几个人的，各人想法不一，结果也不一，相差很大，理论方面不统一。同一理论桩的承载力确定，其误差10倍。

图1—8桩的负摩擦力图，桩的最大负摩擦力可以算出。最小的负摩擦力也可算出，就是中间的负摩擦力不易算出。负摩擦力算的太大成本提高很大，算的太小会造成工程麻烦，软土地带应特别注意，如中国长江一带就是。

在欧洲、美国、日本都用下列方法，减少负摩擦力：

1. 桩数增加：造价太贵。
2. 桩径增加。

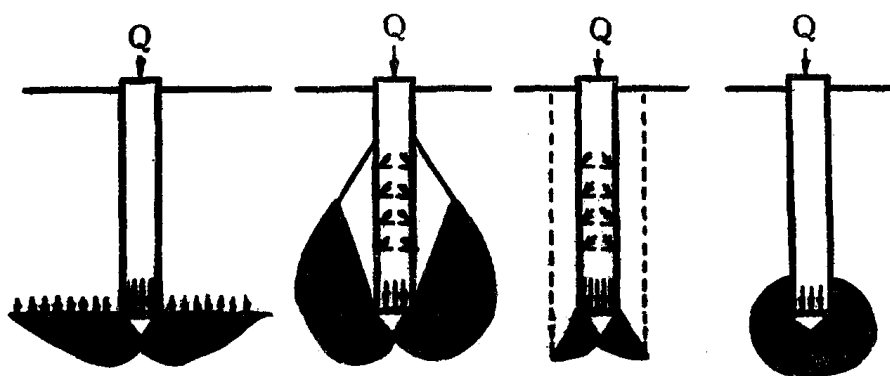


图 1—7

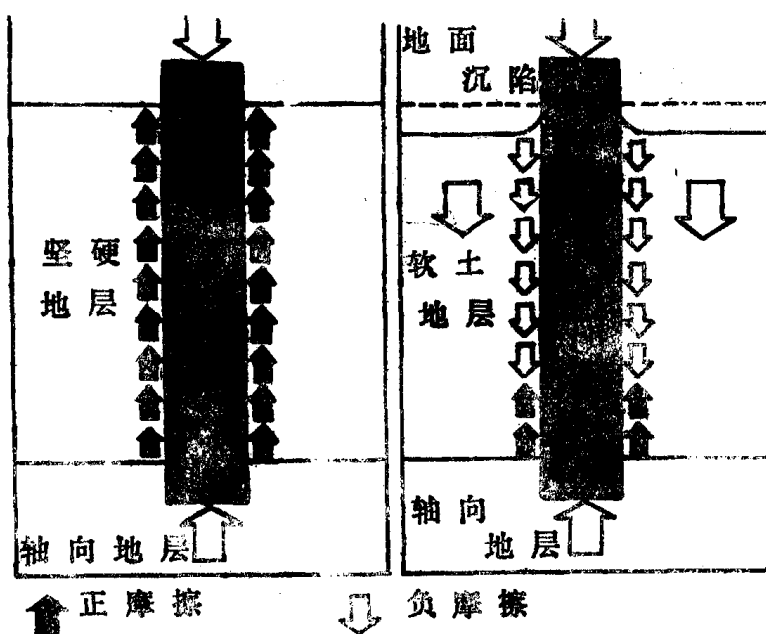


图 1—8

3. 用砂井。

4. 用分隔方法。

5. 用膨润土泥浆法。

6. 涂沥青法。用此法效果最好，国外采用较多。如挪威、英国等。

求 K_0 。——垂直方向和水平方向力的比值。这是个重要的，但未完全解决的问题，有许多计算方法。如

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

$$K_0 = 0.95 - \sin \phi$$

$$K_0 = 0.40 - 0.007 I_p$$

$$K_0 = 0.68 - 0.001 (I_p - 40)$$

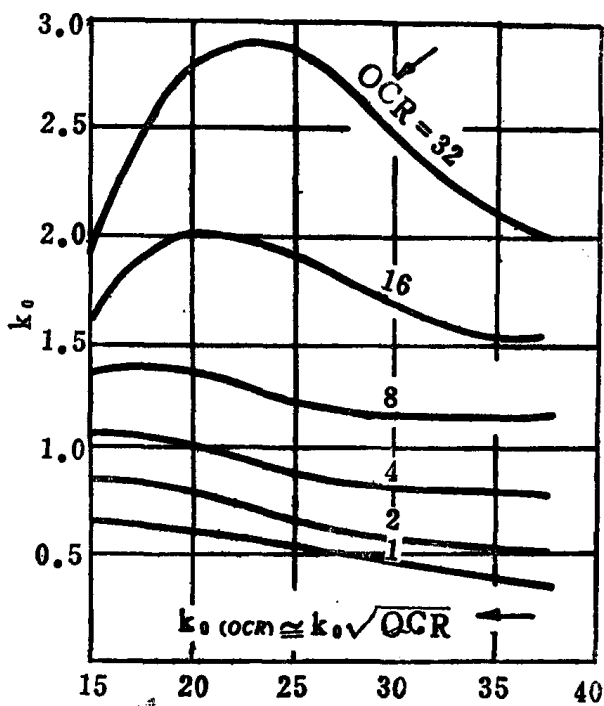


图 1—9

$$K_0 = \frac{\mu}{1 - \mu}, \quad (\mu = \frac{K_0}{1 + K_0})$$

I_p — 塑性指数。

μ — 泊桑比。

各人观点不同，谁对谁非需研究。

图 1—9 OCR — 超固结比
(Over Consolidation ratio)

$$OCR = \frac{P_c}{P_o} \quad \begin{matrix} \text{(前期固结压力)} \\ \text{(自重压力)} \end{matrix}$$

OCR 越大土越硬。

上海土分三层中间硬，下面一层亚粘土。如上海码头堆货，打铁板桩。如图 1—10。太沙基固结方法仅对硬土有用，是单相的，对软土不适用。

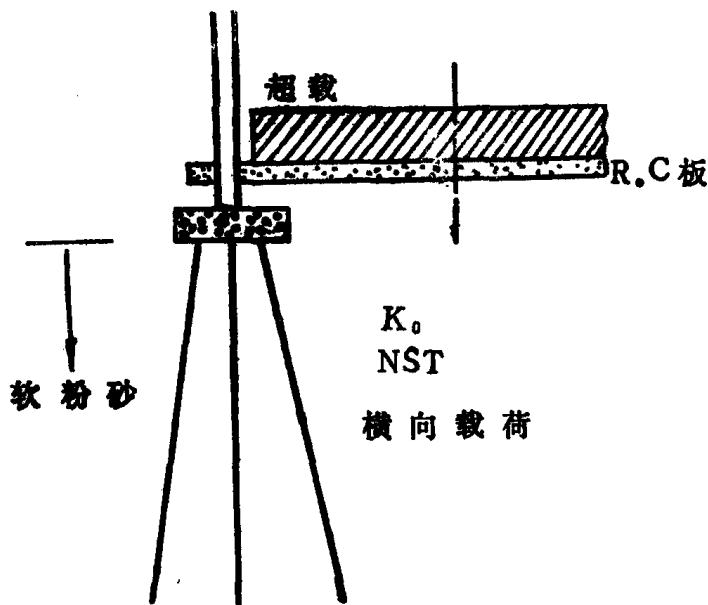


图 1—10

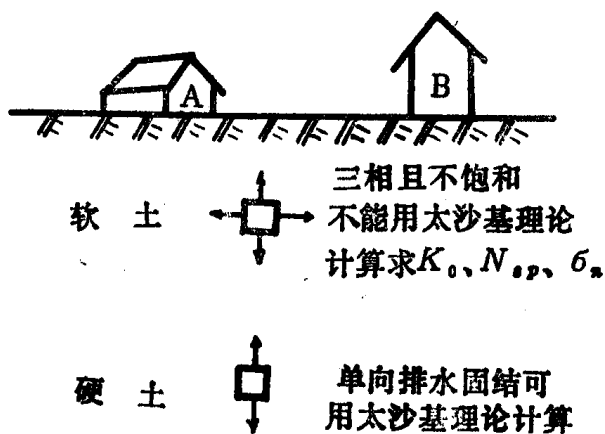


图 1—11 在软土中 B 建筑物产生水
平方向力土体成三维的，不能用太沙基
固结理论计算。

图 1—11

图 1—12、图 1—13。在桩上建高楼，抽水后：1. 水位降低，咸水浸入，使桩腐蚀。2. 水位下降，桩干了，土收缩，桩与土没有联系，桩摩擦力减少。当桩摩擦力均匀地减少时，高楼产生倾斜。

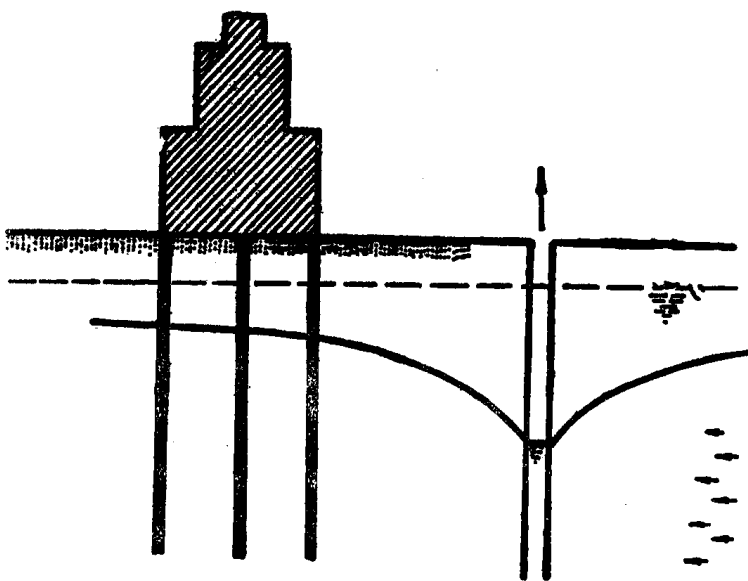
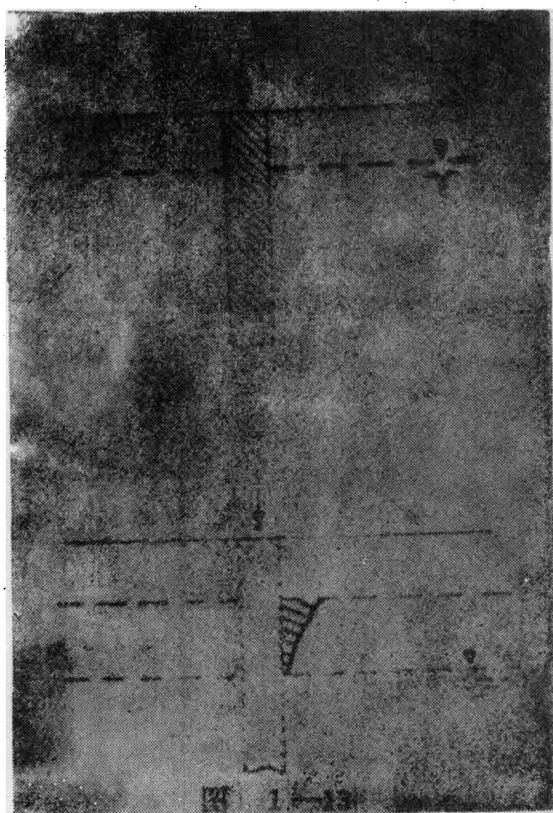
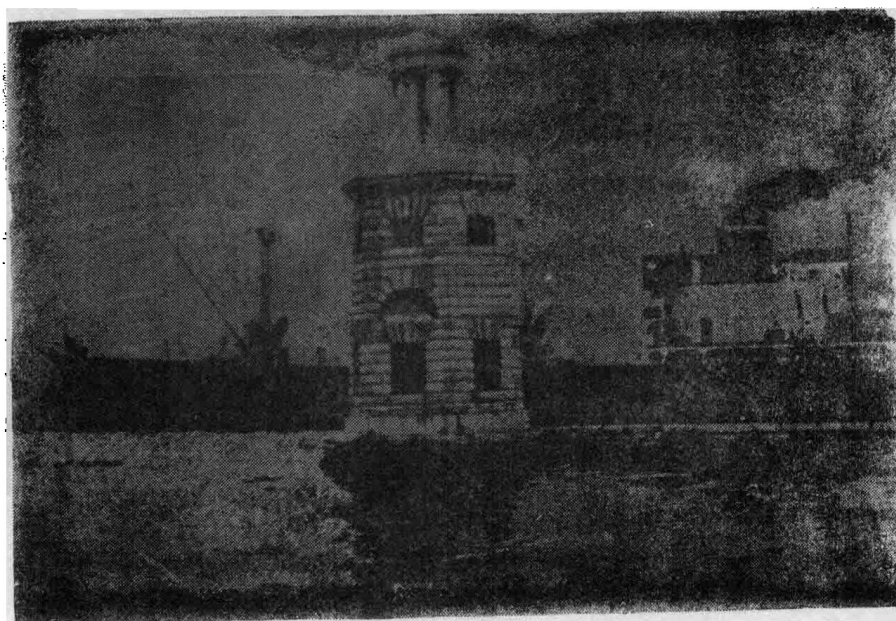


图 1—12



地面沉陷的原因，

1. 抽水，在东京、曼谷、上海、美国、泰国、意大利都有。图 1—14 是意大利漂亮的城市，夏天工厂抽水，桩摩擦力减少，咸水浸入，沉陷不均匀，建筑物开始破坏。



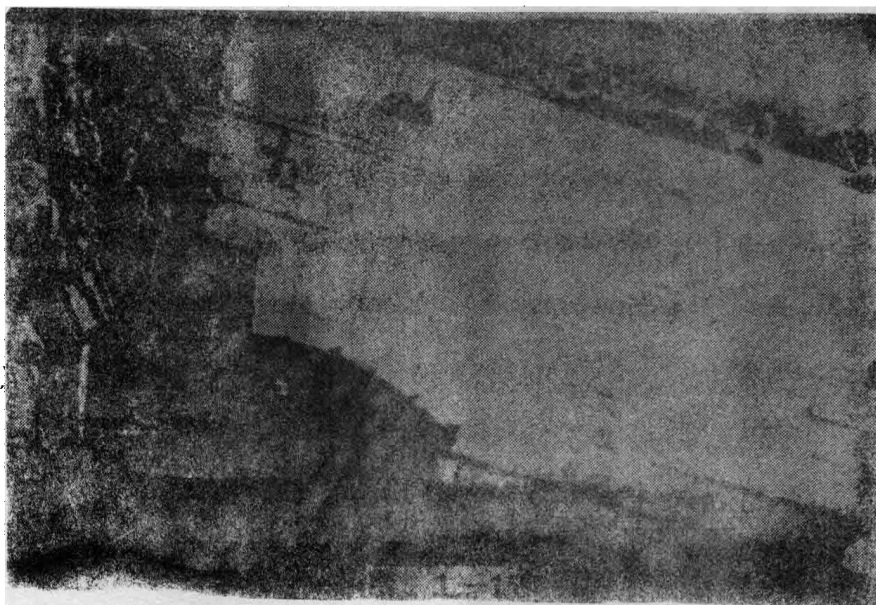
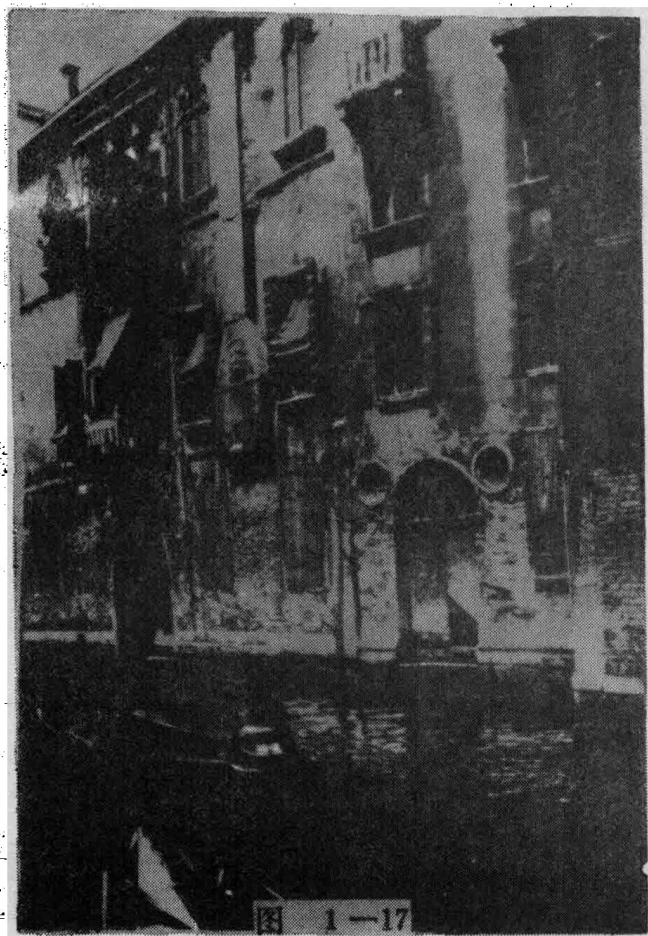


图 1—15，是桥。因沉陷不均匀，产生破坏。



图 1—16 威尼斯，下雨后大水，产生地面沉陷。

图 1—17、图 1—18这是意大利一条漂亮的河，发水后，人搬走了，同时因发展工业此处已污染，使古代建筑遭受破坏，现已由联合国出钱逐步修复。



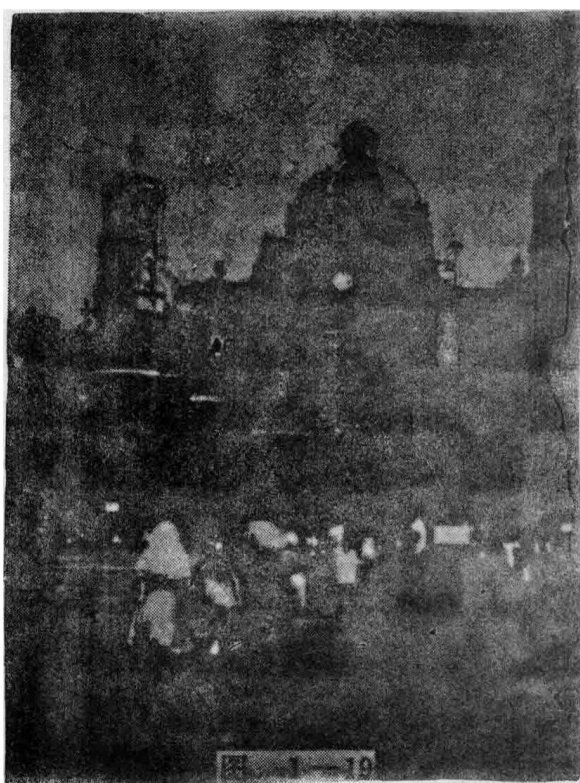
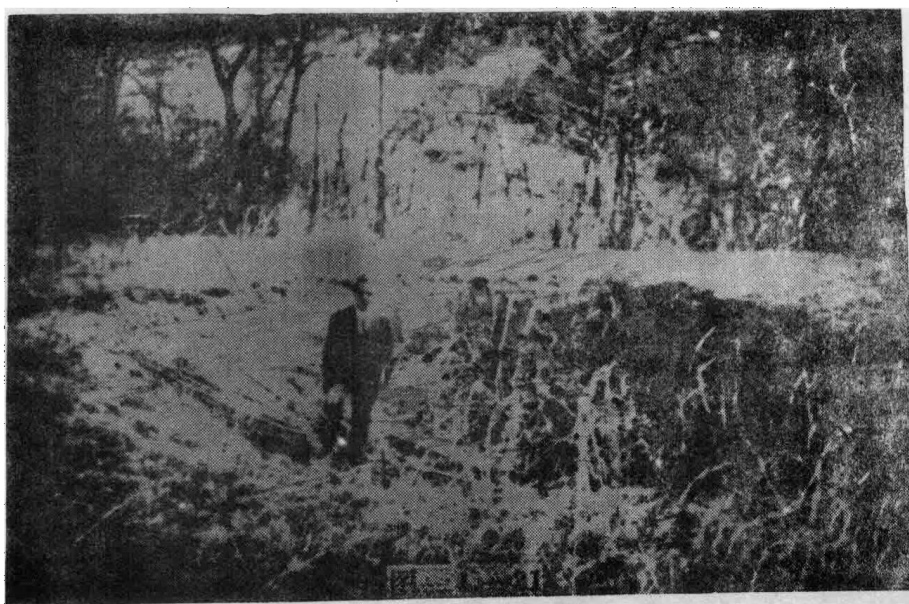


图 1 —19是墨西哥城，下面是软土，因抽水，产生不均匀沉降。

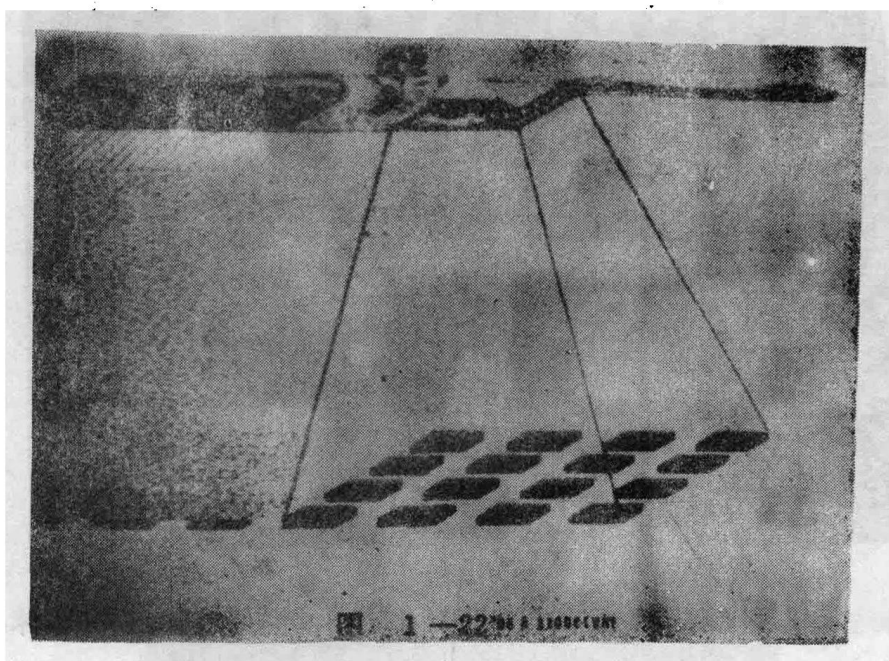


图 1—20在地下筑了围墙，破坏时裂缝很少，房子倾斜马路下沉 3—4 米。



2. 采矿：过去地下采矿挖空了，现在因人口增加需建房子，在房子建成后重量太大就下沉。图 1—21为下沉的情况。目前用听声音或电波来测定地下空洞，如图 1—22，图 1—23是街道下面有石灰岩，城市水管漏了，遇水公路塌下去，汽车就掉下去，建筑物也开裂和下沉。图 1—24，图 1—25是新房子，因下面空的，发生不均匀沉陷，产生了裂缝。

由开矿和抽水，引起房屋倒塌是很严重的，应引起注意。



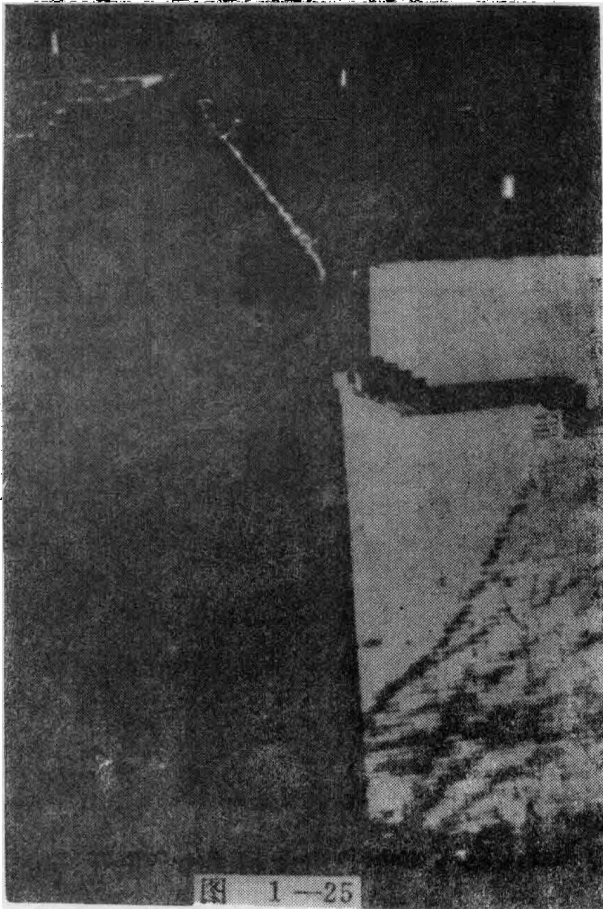
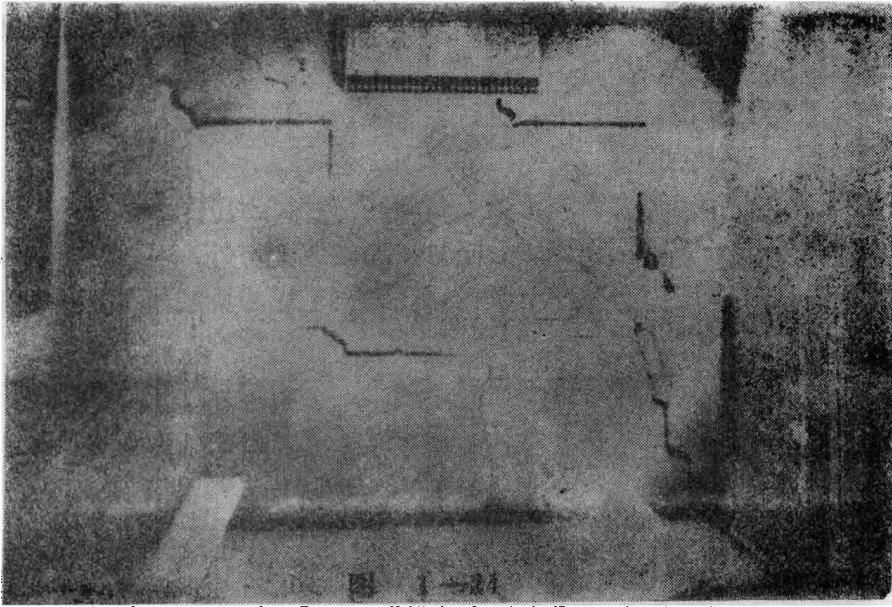


图 1-25

3. 地震时有的房子倒了，有的在地震后 1~2 年才倒，这是危险的。原因是地震波把下面的桩剪断了。这种情况国外研究很多，主要是研究房子会不会倒？什么时候倒？用断裂力学来研究裂缝是动的还是静的，像江西人补碗一样，将裂缝端部打洞，使能量释放，裂缝不再发展。

4. 环境因素：造挡土墙要计算重量、厚度、深度、土压力。但土是膨胀土，很多人没有把膨胀力算进去。一下雨，土膨胀。干时，土收缩。另外，下雨时，树根的作用力，使挡土墙倾倒。现在有人专门研究：土、树根和岩土工程的关系。在阿拉斯加每次砍树后就出现塌方。

图 1—26 这是意大利比萨斜塔，下面系二种土，不均匀，现在斜得厉害，全世界很多人在设法补救这个塔，要使它既不倒，又保持一定斜度，以便供游客观赏。

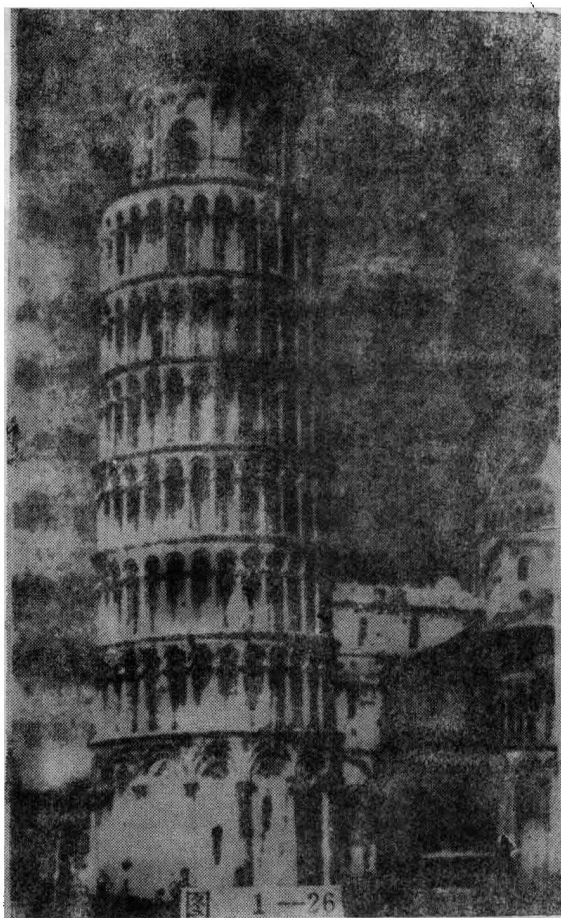
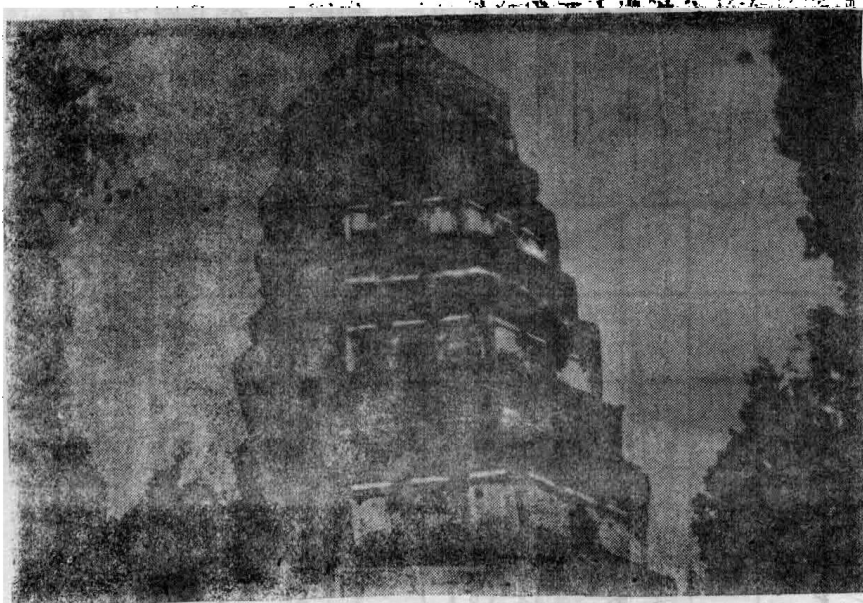


图 1—27 是虎丘塔，它的倾斜危险性比意大利的比萨塔还严重，这是岩土工程的新课题。



假如土中有酸性和碱性，不论是土桩、铁桩、水泥桩，都要烂。所以在桩设计时要考虑土的PH值，见图 1—28。

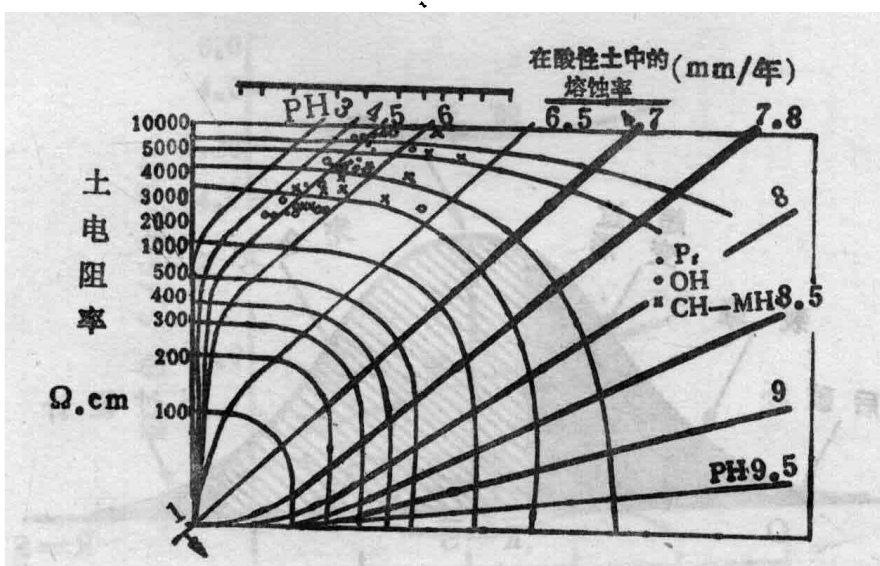


图 1—28