

两种不同方法处理粉土类盐渍 土地基效果的探讨

王 智 明

(核工业青海工程地质勘察公司 西宁 810008)

【摘要】 本文通过数个工程实例,对强夯法和换土垫层法处理粉土类盐渍土的效果进行了探讨,并总结了以往地基处理失误的原因,提出了一些粗浅的看法和见解。

【Abstract】 The effects processing the silt saline soil ground with dynamic compaction and replacement cushion method are discussed through several engineering practices. The failure Causes of ground processing are summarized, some views and suggestions are proposed.

0 前言

青海西宁盆地第三系中新统红层中含有大量的硫酸盐岩(芒硝和石膏)。由于地表水、地下水等各种介质的搬运沉积,致使西宁盆地与第三系地层相连接的山前坡积地带、坡洪积扇上、黄土层中普遍含盐量较高,成为我国西宁地区较为典型的盐渍土地区。随着城市建设发展的需要,在该类地区的建筑物也越来越多,由于以前人们对盐渍土缺乏全面的认识,曾导致不少工程勘察和设计的失误,造成建筑物开裂毁坏的事例屡见不鲜。诸如:青海造纸厂主厂房建成后尚

未投产使用,即发生沉降裂缝;青海锻件厂几十幢房屋多受不均匀沉降、膨胀等危害,其中某楼地下室刚建成,一夜之间下沉十几厘米,宿舍、住宅等建筑群竣工后下沉、裂缝、倾斜不断发生,单身楼已成危楼,食堂三次翻修,汽车库废而无用等。教训是沉痛的。

近年来不少勘察、设计单位对盐渍土的特征及其危害治理进行了研究、探讨。认为盐渍土不仅具有湿陷性,而且具有膨胀性、腐蚀性等特点。它对工程建设的危害远大于湿陷性黄土。我国石油系统以徐攸在教

推断平均值为306~366m/d(95%置信区间),标准差为72m/d,变异系数为0.21。岩盐渗透性不均一,没有明显的方向性,可划分成三个渗透透镜体,在局部地段岩盐渗透性有似均一性的地段。

(3)察尔汗区段岩盐孔隙度总体平均值为16.91%~19.23%(95%置信区间),标准差为2.71%,垂向上的变化有随深度增加而减小的趋势,地表以下5m深度内,这种趋势为明显。岩盐粒度总体平均值为2.66~3.46mm(95%置信区间),标准偏差为1.34mm。

(4)通过实验所建立的岩盐渗透系数经验公式,实践表明,包括变量较多的经验公式适用性较好。经验公式(2)在岩盐地区

有一定的适用性,但在具体应用时要考虑岩盐非均质性而加以修正,否则计算结果将偏大,公式仅适用于均质岩盐的渗透计算(非均质系数小于5,岩盐粒径0.9~3.0mm)。

(5)使用考虑岩盐非均质性的修正公式(2)(表5),给出察尔汗区段300km²面积内岩盐渗透性指标,并用两个已作抽水试验的钻孔资料验证,渗透系数预测计算的相对误差为6%(CK829孔)及17%(SK2孔),都在允许误差范围。

参 考 文 献

Jacob Bear. Dynamics of fluids in porous media. Copyright © 1972 by American Elsevier publishing company, Inc.

授主编的《盐渍土地区的建筑规定》中提出了盐渍土地区勘察、设计、施工和维护管理等预防危害的一些措施, 现正在试行阶段。该规定划分盐渍土的界限为易溶盐含量超过0.3%, 并对盐渍土的地基处理措施提出了: 浸水预溶、强夯、浸水预溶加强夯、浸水预溶加预压、换土、盐化处理等方法。对于粉土类盐渍土的地基处理, 采用哪一种方法效果较好呢? 笔者根据西宁市盐渍土地区数个工程实例, 对两种不同方法处理粉土类盐渍土地基的效果进行了对比分析。下面就该问题作一浅述。

1 两种地基处理方法与工程应用实例分析

盐渍土地区地基处理是非常重要的, 也是治理其危害性的关键所在。因此必须对地基进行严格的加固处理, 且应注意建筑区内防水和防止地下管道渗漏等问题。下面讨论强夯法与换土垫层法处理盐渍土的不同效果。

1.1 强夯法

1.1.1 参数的确定

强夯法虽然在实践中已被证实是一种较好的地基处理方法之一, 但目前还没有一套成熟和完善的理论设计计算方法。下面讨论几个参数的确定:

(1) 夯距确定: 夯击点一般按正方形网格或梅花形网格布置。夯距通常为5~15m。

(2) 夯击数和遍数确定: 国内确定击数的方法不同, 有的以孔隙水压力达到液化压力为准则; 有的以最后一击的沉降量达某一数值为限值; 也有的以上、下二击所产生的沉降差小于某一数值为标准。一般击数为4~10击。夯击遍数通常按平均夯击能确定。

(3) 加固范围: 当一个建筑物长度为 L 、宽度为 B 的建筑场地, 加固厚度为 H 时。国外有的资料提到加固范围为 $(L+H)$ 、 $(B+H)$ 。国内有的资料提出在基础外各边加大 $\frac{H}{2}$, 亦即 $(L+\frac{H}{2})$ 、 $(B+\frac{H}{2})$ 。

或多布置一圈夯击点进行加固, 或增加夯击区四周施加的能量等。

1.1.2 工程实例

(1) 工程概况

青海砖瓦厂岩棉车间长120m, 宽50m。属岩棉生产的小型厂房, 主车间为连跨(三跨、每跨15m, 柱距6m)。钢筋混凝土单层排架结构, 钢筋混凝土折线型屋架, 房高6~9m, 局部为两层, 基础为钢筋混凝土独立杯形基础。该基础坐落于强夯处理后的杂填土及粉土类盐渍土层上。

(2) 地质条件

青海砖瓦厂岩棉车间, 位于西宁市湟水河南岸Ⅲ级阶地上, 其南与南山麓北坡的洪积扇相接, 该场地地层分布自上而下为: 杂填土: 层厚0.5~9.5m; 粉土类盐渍土: 棕红色、紫红色。含大量石膏、芒硝。湿陷系数为0.018~0.098, 自重湿陷系数平均为0.21。含盐量为1.102~1.106%, $Cl^-/SO_4^{2-} < 0.3$, 属中等硫酸盐渍土。已知厚度12.35m。

(3) 地基处理方法及效果探讨

该场地地基处理前选了两个场地进行强夯试验(强夯试验是根据杭州新型建筑材料工业设计院对地基强夯试验的要求而进行的)。加固后进行了检测, 而后进行大面积处理。I号试验场地的面积为 $11 \times 7 m^2$, 夯击点8个, 以 $3m \times 3m$ 的点距排列呈正方形, 第一个夯击点作了夯击振动土体变形观测, 其余各点为连续夯击, 夯击能为 $200t \cdot m$, 各点的夯击次数不等, 从12~23击次, 8个点共计116击次。平均击数为15击次, 强夯后再作拍夯, 拍夯点痕相互压迭 $1/3$, 共计拍夯25个点, 合计拍夯53击次。II号试验场地的范围为 $11 \times 11 m^2$, 布点为 $6m \times 6m$ 的梅花形, 共五个夯击点, 除中心夯击点为 $200t \cdot m$ 的夯击能外, 其余四点的夯击能为 $250t \cdot m$, 各点的夯击次数不等, 为11~19击次, 共计68击次、平均为14击次, 拍夯17个点, 共计拍

夯35次。该次夯击锤为圆形,直径为2.2m,底面积为4m²,锤重18t和8t,落高12m。每个夯击点夯击至最后两击的下沉量均不超过5cm为止。

强夯后经各种原位试验(标贯、静力触探、旁压试验、浸水试验等)和室内取样检测认为:

a. 0~3m范围内效果较好,3~6m效果次之,6~8m影响较小。

b. 经强夯后,地基土的密实度均有所提高,6m以上的土层干容重均在15kN/m³以上。

c. 经强夯处理的地基土体湿陷性均小于0.02,强夯区外土层湿陷性仍未消除,一般仍具中等湿陷性。

d. 浸水试验表明,夯后地基土渗水量不大。I号和II号试坑不但没有下降反而上升8~16mm。表明该地基土具膨胀性,本次强夯并未消除膨胀性。

该车间地基经强夯处理后于1989年7月建成,1990年2月发现厂房北侧发生塌陷,墙体倾斜,并出现裂缝,最大裂缝宽12cm,严重危及生产安全。其原因为上水管道断裂跑水,加之屋顶水,地面排水措施不利,致使大量地表水渗入地下,使强夯处理地基以下的盐渍土发生湿陷、膨胀鼓起。为防止湿陷继续扩大,进行了石灰桩加固地基,在厂房北侧基础外,共成桩223个,总进尺为2322.65m。桩长平均为10.4m,口径200mm,由于石灰桩吸取桩周土体中水份进行水化反应,使桩四周土体的含水量降低,孔隙比减小,挤密了土体,达到了加固效果。有效的控制了厂房继续倾斜。

以上地基处理方法,虽然起到加固地基的作用,但由于处理厚度、范围有限,并未从根本上消除地基土的湿陷性、膨胀性,而且强夯土仍用了盐渍土,因而仍具腐蚀性。一旦大面积进水仍将引起地基的不均匀沉降、膨胀、腐蚀性等问题。

1.2 换土垫层法

1.2.1 方法、作用及参数的确定

换土垫层法就是将基础底面下处理范围内的盐渍土挖去,然后分层换填强度较大的砂、碎石、素土、灰土以及其它性能稳定、无腐蚀性等的材料,并夯(压、振)至要求的密实度为止。

换土垫层的作用:(1)提高承载力;(2)减少沉降量;(3)消除湿陷性;(4)消除膨胀性。

换土垫层厚度的确定:(1)盐渍土的厚度,对湿陷性大而盐渍土厚度不大的场地可把盐渍土全部挖除,用非盐渍土回填;(2)在处理湿陷性盐渍土地基时,可根据其等级确定处理厚度,达到全部消除湿陷或控制剩余湿陷量不超过20cm。

换土垫层宽度的确定:未经处理的盐渍土地基、在盐渍土的外荷载作用下受水浸湿发生的湿陷变形,是由土的竖向变形和侧向挤出两部分所引起的。因此,垫层每边超出基础底面的宽度不得小于垫层厚度的40%,并不得小于0.5m。

土垫层布置范围可分为两种,即在建筑物基础底面下的土垫层和建筑物范围内的整片垫层。整片垫层的优点:(1)整片隔水作用:预防水从室内、外渗入地基,保护整个建筑物范围内下部未经处理的盐渍土不致受水浸湿;(2)整片隔腐蚀作用:垫层土可把基础与盐渍土隔开,不致使基础被腐蚀。所以整片垫层超出外墙基础外缘的宽度不宜小于其厚度,并不得小于1.5m。

1.2.2 工程实例

(1) 工程概况

某厂四层监舍楼,底面积为40×8m²,采用条形基础,砖混结构。该楼房建在西宁市典型的盐渍土地基上,为劳改犯人的宿舍楼。

(2) 地质条件

该监舍楼位于西宁市南滩区,该区的南

山麓北坡脚斜坡地带广泛分布着坡洪积成因的盐渍土,此土易溶盐含量高,具强烈的湿陷性、膨胀性和腐蚀性。主要地层为:(1) Q_4^{m1} 粘性素填土:棕红色,层厚0~2.5m。(2) Q_4^{dl+pl} 粉土类盐渍土:棕红色,易溶盐含量达2.42%,属强硫酸盐渍土,层厚3.0~4.2m。(3) Q_4^{dl+pl} 粉土类盐渍土:褐黄色,易溶盐含量0.696%,属弱硫酸一氯化物盐渍土。已知层厚5.0~6.0m。

(3) 场地内盐渍土的分布特征

场地内上部粉土类盐渍土,底面埋深为3.0~6.7m,西南浅、北东深,相差1.1~2.4m左右。 $Cl^-/SO_4^{2-} < 0.3$,易溶盐含量达2.42%,属强硫酸盐渍土,多具弱—中等自重湿陷性,中—高压缩性。该类盐渍土结晶时,体积增大,遇水溶解后,体积缩小,具胀缩性,对混凝土具腐蚀性。下部粉土类盐渍土,底面埋深10.8~12.9m, Cl^-/SO_4^{2-} 在1~2之间,易溶盐含量为0.696%,属弱硫酸一氯化物盐渍土,多具湿陷性,中等压缩性。仍具腐蚀性、膨胀性。

(4) 地基处理方法及效果探讨

以前由于对盐渍土的工程性质缺乏全面认识,场地只按Ⅱ级自重湿陷性黄土处理。条基下设0.3m厚的100#混凝土垫层及1.5m厚的整片灰土垫层。由于垫层土本身用了具有膨胀性、腐蚀性的盐渍土,加之施工质量差(楼房建成6年后,取样检验,灰土垫层干容重只有11.2~11.7kN/m³,其压实系数低于设计所要求的0.90)。勘察报告中土性定名有误,所提承载力偏高,造成设计措施不得当等原因,该楼于1984年建成,使用不久,便发现楼体不均匀下沉,墙体及基础圈梁均出现裂缝,散水面及室内地坪均鼓起,围墙亦明显下沉。1988年经抗震加固后,建筑物仍继续损坏,加宽的混凝土基础上的南北向钢筋拉杆被拉开(脱口)2~3cm。楼体变形不止,并日趋严重,危及生命安全,只好在1990年拆除。结果发现,在条基下的素

混凝土垫层上有贯通东西向裂缝4条,单条裂缝宽为4~8cm,累计宽度达20~30cm。北东部尚有零星分布的南北向裂缝。

该楼房1990年拆除后,地基处理采取整片换土垫层法,将3~6m的强硫酸盐渍土,全部挖除,用工程性能较好的非盐渍土回填,分层碾压,并采取相应的结构措施。该楼房建成使用以来,效果良好。相继青海皮毛被服厂裘革服装加工车间、职工住宅楼、综合楼,青海砖瓦厂干警住宅楼,青海省公安厅九处射击场、校枪室等工程盐渍土地基处理,均采用了整片换土垫层法。自建成以来效果较好。

2 认识与探讨

通过以上两种处理粉土类盐渍土地基的一般工业与民用建筑实例的分析,我们认为:

(1) 关于盐渍土湿陷性、膨胀性、腐蚀性三大危害的防治,应进行以地基处理为主的综合措施。不论用哪种方法处理地基,切忌用基坑内挖出的盐渍土作为垫层用的土料,且处理后的剩余湿陷量不宜超过20cm。

(2) 对于厚度不大的盐渍土,用整片换土垫层法,并设置防渗水层,不但可消除湿陷、膨胀,而且由于整片换土可隔离基础与盐渍土的直接接触,从而有效的防止了腐蚀性。因而对于承载力要求不高的建筑物是最经济、有效的处理方法之一。

(3) 目前,对于盐渍土的认识还在不断探索中,盐渍土的处理还停留在以防水为主,只要做到切实防水,即可确保建筑物的安全。但事实上水是防不胜防的。如朝阳水电站,共长8km的引水渠道和前池均铺设在第三系石膏、硬石膏层上,尽管池底、渠底及两侧壁均用毛毡、砼预制板、沥青铺砌防渗,如此严密的防水措施,仍有渠水渗入渠底。渠底及渠壁均发生了塌陷,倒坡现象。因此,能不能经各种措施处理后,即使往地基下大量浸水,也不会发生盐渍土的三大危害,这有待今后大家不断探索、共同解决。